

Sonderdruck aus:

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Leonard S. Rodberg

Beschäftigungswirkungen beim Übergang zu einer
alternativen Energiestruktur

13. Jg./1980

1

Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (MittAB)

Die MittAB verstehen sich als Forum der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Es werden Arbeiten aus all den Wissenschaftsdisziplinen veröffentlicht, die sich mit den Themen Arbeit, Arbeitsmarkt, Beruf und Qualifikation befassen. Die Veröffentlichungen in dieser Zeitschrift sollen methodisch, theoretisch und insbesondere auch empirisch zum Erkenntnisgewinn sowie zur Beratung von Öffentlichkeit und Politik beitragen. Etwa einmal jährlich erscheint ein „Schwerpunktheft“, bei dem Herausgeber und Redaktion zu einem ausgewählten Themenbereich gezielt Beiträge akquirieren.

Hinweise für Autorinnen und Autoren

Das Manuskript ist in dreifacher Ausfertigung an die federführende Herausgeberin Frau Prof. Jutta Allmendinger, Ph. D. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 90478 Nürnberg, Regensburger Straße 104 zu senden.

Die Manuskripte können in deutscher oder englischer Sprache eingereicht werden, sie werden durch mindestens zwei Referees begutachtet und dürfen nicht bereits an anderer Stelle veröffentlicht oder zur Veröffentlichung vorgesehen sein.

Autorenhinweise und Angaben zur formalen Gestaltung der Manuskripte können im Internet abgerufen werden unter http://doku.iab.de/mittab/hinweise_mittab.pdf. Im IAB kann ein entsprechendes Merkblatt angefordert werden (Tel.: 09 11/1 79 30 23, Fax: 09 11/1 79 59 99; E-Mail: ursula.wagner@iab.de).

Herausgeber

Jutta Allmendinger, Ph. D., Direktorin des IAB, Professorin für Soziologie, München (federführende Herausgeberin)
Dr. Friedrich Buttler, Professor, International Labour Office, Regionaldirektor für Europa und Zentralasien, Genf, ehem. Direktor des IAB
Dr. Wolfgang Franz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Mannheim
Dr. Knut Gerlach, Professor für Politische Wirtschaftslehre und Arbeitsökonomie, Hannover
Florian Gerster, Vorstandsvorsitzender der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Christof Helberger, Professor für Volkswirtschaftslehre, TU Berlin
Dr. Reinhard Hujer, Professor für Statistik und Ökonometrie (Empirische Wirtschaftsforschung), Frankfurt/M.
Dr. Gerhard Kleinhenz, Professor für Volkswirtschaftslehre, Passau
Bernhard Jagoda, Präsident a.D. der Bundesanstalt für Arbeit
Dr. Dieter Sadowski, Professor für Betriebswirtschaftslehre, Trier

Begründer und frühere Mitherausgeber

Prof. Dr. Dieter Mertens, Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Karl Martin Bolte, Dr. Hans Büttner, Prof. Dr. Dr. Theodor Ellinger, Heinrich Franke, Prof. Dr. Harald Gerfin,
Prof. Dr. Hans Kettner, Prof. Dr. Karl-August Schäffer, Dr. h.c. Josef Stingl

Redaktion

Ulrike Kress, Gerd Peters, Ursula Wagner, in: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit (IAB), 90478 Nürnberg, Regensburger Str. 104, Telefon (09 11) 1 79 30 19, E-Mail: ulrike.kress@iab.de; (09 11) 1 79 30 16, E-Mail: gerd.peters@iab.de; (09 11) 1 79 30 23, E-Mail: ursula.wagner@iab.de; Telefax (09 11) 1 79 59 99.

Rechte

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrofotos u.ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Herstellung

Satz und Druck: Tümmels Buchdruckerei und Verlag GmbH, Gundelfinger Straße 20, 90451 Nürnberg

Verlag

W. Kohlhammer GmbH, Postanschrift: 70549 Stuttgart; Lieferanschrift: Heßbrühlstraße 69, 70565 Stuttgart; Telefon 07 11/78 63-0; Telefax 07 11/78 63-84 30; E-Mail: waltraud.metzger@kohlhammer.de, Postscheckkonto Stuttgart 163 30. Girokonto Städtische Girokasse Stuttgart 2 022 309. ISSN 0340-3254

Bezugsbedingungen

Die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ erscheinen viermal jährlich. Bezugspreis: Jahresabonnement 52,- € inklusive Versandkosten: Einzelheft 14,- € zuzüglich Versandkosten. Für Studenten, Wehr- und Ersatzdienstleistende wird der Preis um 20 % ermäßigt. Bestellungen durch den Buchhandel oder direkt beim Verlag. Abbestellungen sind nur bis 3 Monate vor Jahresende möglich.

Zitierweise:

MittAB = „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ (ab 1970)
Mitt(IAB) = „Mitteilungen“ (1968 und 1969)
In den Jahren 1968 und 1969 erschienen die „Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung“ unter dem Titel „Mitteilungen“, herausgegeben vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesanstalt für Arbeit.

Internet: <http://www.iab.de>

Beschäftigungswirkungen beim Übergang zu einer alternativen Energiestruktur

Leonard S. Rodberg*)

Im April 1979 bat Senator Edward M. Kennedy, Vorsitzender des Energie-Unterausschusses, dem amerikanischen Kongreß eine Studie über die Beschäftigungswirkungen einer umfassenden Politik der rationelleren Energieverwendung und der direkten und indirekten Nutzung der Sonnenenergie vorgelegt. In seinem Begleitbrief stellt er als Ergebnis der Studie heraus, daß eine Strategie der Energieeinsparung und Nutzung der erneuerbaren Energiequellen ein wesentlicher Bestandteil jeder erfolgreichen Vollbeschäftigungspolitik sein müsse. Da es eine auch nur annähernd ähnlich umfassende Untersuchung für die Bundesrepublik Deutschland noch nicht gibt, veröffentlicht das IAB eine leicht gekürzte Übersetzung dieser von L. S. Rodberg verfaßten Studie.
Die Redaktion

Konfrontiert mit der stetigen Verknappung von Öl und Gas, mit Sicherheits- und Umweltproblemen in Verbindung mit Kohle- und Kern-Energie sowie mit den steigenden Preisen dieser nicht regenerierbaren Brennstoffe, konzentriert sich das Interesse in steigendem Maße auf die Möglichkeiten einer alternativen Energiestruktur und auf die Frage nach den Beschäftigungswirkungen, die sich dabei ergeben würden.

Das hier im Gegensatz zu herkömmlichen Projektionen für die USA entwickelte Szenario stellt im Schwerpunkt auf rationelle Energieverwendung sowie direkte und indirekte Nutzung von Sonnenenergie ab.

Vorgesehen wird im einzelnen eine bessere Isolation von Privat- und Geschäftsgebäuden sowie Ausstattung mit passiven und aktiven Solarsystemen. Im industriellen Bereich werden energieeffizientere Methoden, wie Kraft-Wärme-Kopplung, Solarkollektoren und mehr Recycling erwartet. Das Transportwesen soll durch leistungsfähigere Kraftfahrzeuge und den verstärkten Einsatz von Massentransportmitteln verbessert werden. Methan- und Alkoholgewinnung aus Biomasse-Abfällen, die Verwendung von Solarzellen sowie wind- und sonnenbetriebene Generatoren sollen weitere Energiepotentiale nutzbar machen.

In den USA sind hierfür bis 1990 Investitionen in Höhe von 500 Mrd. \$ (in Preisen von 1978) erforderlich, ab 1990 jährliche Investitionen in Höhe von 66 Mrd. \$, das sind 13 % der privaten Bruttoanlageinvestitionen.

Die vorgesehenen Maßnahmen zur rationelleren Energieverwendung und Nutzung von regenerierbaren Energiequellen würde bis 1990 in der Gesamtwirtschaft per Saldo zu zusätzlich 2 170 000 Arbeitsplätzen führen. Ein Viertel der Investitionen und Arbeitsplätze entfallen dabei auf die rationelle Energieverwendung, drei Viertel auf die direkte und indirekte Nutzung der Solarenergie, deren Anteil bis 1990 auf 13 % steigen könnte.

Durch die Maßnahmen könnte 1990 insgesamt, einschließlich Solarenergie, mit 76 quads**) nicht mehr Energie verbraucht werden als 1977. Der Verbrauch an erschöpfbarer Energie sänke sogar um 15 %, der Stromverbrauch um 29 %. Damit verbunden würde sich die Zahl der Arbeitsplätze in den brennstoff- und elektrizitätserzeugenden Wirtschaftszweigen (einschließlich Vor- und Zulieferer) um 1 137 000 verringern. Andererseits entstünde durch die Energieeinsparung ein zusätzlich verfügbares Einkommen, das, wenn es für andere Güter und Dienstleistungen ausgegeben wird, zusätzlich 1 870 000 Arbeitsplätze schaffen würde. Insgesamt ergäbe sich also bei diesem Szenario ein Netto-Beschäftigungseffekt von 2 903 000 neuen Arbeitsplätzen.

Weitere positive Effekte werden in der dann aufgrund der spezifischen Technologie entstehenden dezentralen Beschäftigungsstruktur gesehen, sowie in dem Umstand, daß die vorgesehenen alternativen Energiegewinnungs- und Verwendungsverfahren arbeitsintensivere Produktionsprozesse erforderlich machten, so daß mit einem tendenziellen Rückgang der Arbeitslosigkeit zu rechnen wäre.

* Leonhard S. Rodberg ist Direktor des Commity Energy Project am Public Resource Center, Washington, D.C. und Gast-Professor an der Columbia University New York. Die für den Energie-Unterausschuß des US-Kongresses vorbereitete Studie erschien unter dem Titel »Employment Impact of the Solar Transition«. Die darin geäußerten Ansichten sollten nicht als Ansichten oder Empfehlung des Ausschusses, sondern als Meinung des Autors aufgefaßt werden. Übersetzung ins Deutsche: Brigitte Wickenhäuser.

** Ein „quad“ entspricht ungefähr der Energie aus 172 Millionen Barrels Öl, 42 Millionen Tonnen Steinkohle, 0,98 Billionen Kubikfuß Erdgas oder 293 Milliarden KWh. Elektrizität.

Gliederung

Einführung

- Ein Ende des exponentiellen Wachstums
- Die anhaltende Verknappung an Arbeitsplätzen

Teil A. Überblick und Schlußfolgerungen

1. Grundlagen-Projektionen: Status quo
2. Auf dem Weg zu rationeller Energieverwendung und regenerierfähiger Energie
3. Finanzierung des Übergangs zur Alternativenergie

Teil B. Berechnungen

1. Methode
2. Nutzung in privaten Wohnhäusern
3. Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung
4. Industrielle Nutzung
5. Transport und Verkehr
6. Flüssige Brennstoffe
7. Elektrizität
8. Nicht regenerierbare Energiequellen
9. Die Verwendung der energierelevanten Einsparungen

Quellenhinweise

Einführung

Seit dem 2. Weltkrieg hat sich der Energieverbrauch in den Vereinigten Staaten verdreifacht[1]. Der Gesamtenergieverbrauch stieg exponential und erreichte eine jährliche Rate von 3,5%. Fossil-Brennstoffe wurden verbraucht, als ob es unbeschränkte Reserven gäbe.

Ein Ende des exponentiellen Wachstums

Seit 1970 ging die Inlandsproduktion von Öl und Gas allmählich zurück. Die natürlichen Grenzen dieser nicht regenerierbaren Brennstoffe begannen sich aufzuzeigen. Angesichts rapide steigender Preise und immer geringerer Reserven müssen wir nun eine umfassende Veränderung in der Energiegewinnung und in der Art und Weise, wie wir sie verwenden, in Angriff nehmen.

Der Weg der große Unterstützung findet, ist der der stärkeren Verwendung von Kohle und Kernenergie einschließlich der Verflüssigung von Kohle und ihrer Umwandlung in Gas. Bei beiden Energiequellen fallen jedoch erhebliche externe Kosten an. Bei Kohle hat die Förderung, ob sie nun im Untertagebau oder durch Freilegung von Flözen nahe der Oberfläche geschieht, ernst zu nehmende Auswirkungen auf Land, Wasser und Landwirtschaft. Bei der Umwandlung von Kohle zu Gas und flüssigen Brennstoffen werden riesige Mengen von immer knapper werdendem Wasser verbraucht; die Verbrennung von immer größeren Kohlemengen kann katastrophale klimatische und gesundheitliche Folgen haben [2].

Auch die vermehrte Anwendung von Kernenergie umfaßt ein ganzes Spektrum von ernst zu nehmenden sozialen Problemen, so die Möglichkeit eines Reaktor-Meltdowns, der möglicherweise katastrophale Folgen für die umliegenden Wohngebiete hat. Die Probleme der Entsorgung sind weiterhin ungelöst. Die Gefahr einer Verbreitung von Kernwaffen als Ergebnis von leicht zugänglichem Plutonium und angereicherter Uran ist furchterregend. Abschließend darf man die zur Verhinderung von Diebstahl und Sabotage notwendigen Sicherheitsmaßnahmen nicht vergessen, durch die unsere Freiheit ernsthaft einschränkt werden könnte [3]. Angesichts der sich auftürmenden Probleme muß eine Alternative gesucht

werden. Eine solche Politik würde sich auf eine umweltfreundlichere und ökonomisch effizientere Weise mit den kombinierten Auswirkungen eines zurückgehenden Öl- und Gasangebots, höheren Brennstoffpreisen, Abhängigkeit von Ölimporten und sich verschlechternden ökologischen Bedingungen befassen. Schwerpunkte würden die rationelle Verwendung von Energie und der Ersatz von erschöpfbaren Brennstoffen durch regenerierbare Energiequellen, insbesondere Solarenergie in ihren verschiedenen Formen, bilden. Diese sogenannten „mittleren“ Technologien würden die Energie-Gewinnung besser den Anforderungen des jeweiligen Endverbrauchs anpassen, als dies bei gleichförmig, in Großkraftwerken produzierter Energie der Fall ist [4]. Sie würden größere Effizienz des Endverbrauchs einschließen: aktive und passive Solarheizung und -kühlung aus Biomasse und Abfällen sowie Stromerzeugung durch das Verfahren von vor Ort gelagerten Solarzellen und windgetriebenen Generatoren.

Verfechter der Kohle- und Kernenergie, und damit eines kontinuierlichen Energiewachstums, argumentieren damit, daß dieser Weg trotz seiner potentiellen Kosten für das Wirtschaftswachstum lebenswichtig sei. Eine Gruppe von Befürwortern sagt: „Ein Anstieg im Energieverbrauch ist für unseren nationalen Wohlstand und zur Schaffung von Arbeitsplätzen, die heutzutage benötigt werden, notwendig ... es besteht eine direkte und zwangsläufige Beziehung zwischen verfügbarer Energie und Arbeitsplätzen“ [5]. Wir werden in dieser Studie darlegen, daß es möglich ist, die gleichen Güter und Dienstleistungen zu produzieren und dabei ein höheres Bruttosozialprodukt zu erzielen, wenn der Schwerpunkt der Energiegewinnung auf rationeller Energieverwendung und Umstellung auf regenerierbare Energiequellen liegt. In den kommenden Jahrzehnten können sich auf diesem Gebiet Industrien mit großen Wachstumsraten entwickeln, die gleichzeitig zur Gesundung unserer Wirtschaft und unserer Gesellschaft beitragen. Die Einführung einer breiten Palette an sofort einsetzbaren Verfahren zu rationellen Energieverwendung kann gleichzeitig den Verbrauch von sich rapide dezimierenden Energiequellen drosseln und dadurch zur Schaffung von hunderttausenden von neuen Arbeitsplätzen beitragen. Der Ausbau des Solar-Energie-Programms kann einen dauernden Ersatz für die zur Neige gehenden Reserven erschöpfbarer Brennstoffe bieten und insbesondere in den Städten Millionen neuer Arbeitsplätze schaffen. Darüber hinaus kann die Abwanderung des Dollars, als Folge der Ölimporte, reduziert und können die inflationistischen Auswirkungen der rapide steigenden Brennstoffpreise gedrosselt werden [6].

Der anhaltende Mangel an Arbeitskräften

Die Vereinigten Staaten sind weiterhin nicht in der Lage, genügend Arbeitsplätze für ihre Bevölkerung, insbesondere für die Minderheiten, die die höchste Arbeitslosenquote aufweisen, bereitzustellen. 1978 lag die Arbeitslosigkeit bei 6%, wobei die der schwarzen Bevölkerung 12% und die der Jugendlichen 16% ausmacht: die „versteckte Arbeitslosigkeit“ macht die tatsächliche Situation doppelt so schlimm.

Viele Wissenschaftler argumentieren, daß Energiewachstum entscheidend sei für eine Verringerung der Arbeitslosigkeit. In Wirklichkeit ist der Zweck dessen, was wir gemeinhin „Energie“ nennen, die Einsparung menschlicher Arbeitskraft. Die Industrie hat ihre Produktion aufgrund von anscheinend unbegrenzten Fossil-Brennstoff-Reserven gesteigert, und gleichzeitig ihren Arbeitskräftebestand reduziert. Der Kommentar des Congressional Office of Technology Assessment lautet hierzu: „Die nationale Energie-Politik der

letzten Jahrzehnte bestand darin, menschliche Arbeitskraft so schnell wie möglich durch die Energie des Öls zu ersetzen.“ [7] Somit waren die gleichen Praktiken, die zu einer Energie-Verknappung führten, auch für die Verknappung von Arbeitsplätzen verantwortlich.

Die Energie-Industrie selbst kann diese negative Situation nicht beheben, da sie selbst nur einen kleinen Teil (in der Vergangenheit ca. 2%) an Arbeitskräften beschäftigt und da es keine Zunahme an energieabhängigen Arbeitsplätzen gegeben hat. Die Produzenten und Verbraucher von Energie haben sich die uneingeschränkte Verfügbarkeit von billigen Energie-lieferungen zu Nutze gemacht und hochautomatisierte, energieverschwendende Produktionstechniken eingeführt und dabei die Arbeitsplätze pro Output-Einheit zuerst in der Landwirtschaft, dann auf dem Fertigungs- und in jüngster Zeit auf dem Dienstleistungs-Sektor reduziert. Die Wirtschaft ist nicht wegen, sondern trotz ansteigenden Energiebedarfs gewachsen. Insgesamt hat sich die Beschäftigungslage gebessert, weil die Gesamtproduktion von Waren, speziell von Dienstleistungen, angewachsen ist und so die Arbeitskräfte-Einsparung, d. h. Arbeitsplatzreduzierung, verursacht durch steigenden Energieverbrauch, ausgleichen konnte¹⁾ [8].

Die Nation wird somit mit zwei schwierigen, aber in sich zusammenhängenden Problemen konfrontiert, nämlich mit dem wachsenden Rückgang an Arbeitsplätzen und der künftigen Verknappung von Energie. Es ist das Ziel dieser Studie, anhand eines spezifischen Entwurfs zu zeigen, wie großangelegte Investitionen im Bereich der rationellen Energieverwendung und der Alternativ-Energie (solar energy) dazu beitragen können, beide Probleme zu lösen. Die meisten Projektionen zeigen nur ein langsames Wachstum für regenerierbare Energie-Technologien auf. Jedoch tendieren diese Projektionen zu „self-fulfilling prophecies“. Indem sie langsames Wachstum unterstellen, hemmen sie den Investitionswillen und garantieren somit langsames Wachstum. Wir präsentieren ein positives Szenario, das die Implikationen eines schnellen Wachstums prüft, um Diskussionen und Interesse an diesen Problemen zu wecken. Das Szenario des langsamen Wachstums wird von vielen Volkswirtschaftlern vertreten, die die Einführung von Alternativ-Energien zum jetzigen Zeitpunkt als ökonomisch „ineffizient“ ansehen. Sie argumentieren, daß der Durchschnittsverbraucher bei den heutigen Brennstoffpreisen, Zinssätzen und Kreditbedingungen in vielen Fällen bei derartigen Anschaffungen höhere jährliche Energiekosten tragen müßte. Diese Argumentation ist jedoch kurzfristig, wenn man sie aus der Perspektive der Verwendung nationaler Mittel betrachtet. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, daß innerhalb von wenigen Jahren nach Einsatz von beträchtlichen Investitionen Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung und für Solarenergie die Einsparungen infolge des reduzierten Verbrauchs von nicht regenerierbaren Brennstoffen die Investitionen bei weitem übersteigen werden, insofern als Kaufkraft vom Energie-Sektor zum Waren-

und Dienstleistungssektor umgeleitet wird. Der Übergang zu Alternativenergien IST ökonomisch „effizient“.

Im Teil A stellen wir die konventionellen Projektionen für Energieverbrauch und Beschäftigungslage den Ergebnissen gegenüber, zu denen wir gelangen, wenn wir von großangelegten Investitionen zur Einführung von Alternativenergie ausgehen. Der Leser, der an den genauen Berechnungen dieser Alternativ-Methoden interessiert ist, findet diese in Teil B.

Teil A. Überblick und Schlußfolgerung

1. Grundlagen-Projektionen: Status quo

Konventionelle Projektionen des Energieverbrauchs gehen von der Annahme aus, daß die bisherige Beziehung zwischen Bruttosozialprodukt und Energieverbrauch auch in Zukunft fortbestehen wird. Seit kurzem wird ein Preisanstieg bei erschöpfbaren Brennstoffen und als Folge davon ein etwas weniger rapiden Anwachsen der Energienachfrage angenommen.

Bis vor 4 Jahren sprachen die meisten Energiebedarfsprojektionen von einem Gesamtbedarf um das Jahr 2000 von 190 quads^{la)} jährlich, das entspricht dem 2½-fachen unseres derzeitigen Verbrauchs.

Jetzt, unter den offensichtlichen Anzeichen eines Rückgangs im Energiewachstums weisen auch die Projektionen allmählich auf einen gemäßigteren Anstieg hin. Ein vom Edison Electrical Institute vorgelegter „Konsens“ stellt auf einen Verbrauch von ca. 150 quads im Jahre 2000 ab, d. h. das zweifache unseres derzeitigen Verbrauchs [9]. Man geht von einer stetigen Wachstumsrate von ca. 3,0 % pro Jahr aus, etwas weniger als die Wachstumsrate von 3,5 % vor 1973, aber immer noch von einem Anhalten des exponentiellen Wachstums [10].

Die „status-quo“-Projektionen gehen davon aus, daß auch in Zukunft beim Energieverbrauch wie bisher verfahren wird, da angenommen wird, daß bis zum Versiegen der heute bekannten Energiequellen – Kohle, Öl, Erdgas, Uran – neue entdeckt werden. Sie nehmen an, daß alternative Energiequellen – Solarheizung und -kühlung, Windkraft etc. – während dieser Phase eine unbedeutende Rolle spielen werden, und sie erwarten einen stetig anwachsenden Verbrauch an nicht regenerierbaren Energievorkommen. Da Öl und Erdgas ständig knapper und teurer werden, erwarten sie eine Verlagerung auf Kohle und Kernenergie und insbesondere auf Elektrizität, die aus diesen Brennstoffen gewonnen wird.

In dieser Studie verwenden wir als Bezugsbasis eine Energie-Projektion der Data Resource Inc. (DRI) für die Zeit von 1977 bis 1990 mit makroökonomischen Annahmen vom Bureau of Labor Statistics (BLS) des US Department of Labor [11]. DRI nimmt an, daß die Ölpreise jährlich um 7,5% auf 1,31 Dollar pro Gallone im Jahre 1990 steigen, während die Erdgaspreise um 3,5% auf 3,76 Dollar pro 1000 cubic feet²⁾ ansteigen werden. DRI spricht weiterhin von einer Energie-Steigerungsrate von 2,98% pro Jahr und einem Gesamtverbrauch an Primärbrennstoffen von 110,7 quads im Jahre 1990. Erweitert auf das Jahr 2000 ergibt dies zu diesem Zeitpunkt einen Gesamtjahresverbrauch von 148 quads. Nach der DRI-Projektion ist der Energieverbrauch pro Sektor und Brennstoff-Typ wie folgt:

¹⁾ Ökonomen argumentieren oft, daß solche „Arbeitskräfteeinsparenden“ Maßnahmen den ökonomischen Wirkungsgrad durch das Freisetzen von Arbeitern erhöhen, die andere notwendige Tätigkeiten verrichten können. Der umgekehrte Fall tritt jedoch ein, wenn die Wirtschaft nicht mehr in der Lage ist, die für die vorhandenen Arbeitskräfte notwendigen Stellen zu schaffen und wenn die Energielieferungen eingeschränkt werden. Wenn Arbeiter, die entlassen wurden, keine Arbeit finden, fallen sie, während sie ökonomisch unproduktiv sind, der Arbeitslosenunterstützung und Fürsorge zur Last. Diejenigen, die Arbeit finden, werden an ihren neuen Arbeitsplätzen zusätzlich Energie verbrauchen und damit die Dezimierung selten gewordener Energiequellen beschleunigen.

^{la)} Wir verwenden das gebräuchliche Maß für Energie-Output, das „quad“ oder eine Billiarde (10¹⁵) britische Wärmeeinheiten (Btu). Ein „quad“ entspricht ungefähr der Energie aus 172 Millionen Barrels Öl, 42 Millionen Tonnen Steinkohle, 0,98 Billionen Kubikfuß Erdgas oder 293 Milliarden kWh. Elektrizität. Im Jahre 1977 verbrauchte die USA 75,9 quads Primärenergie.

²⁾ In diesem Fall und in der ganzen Studie verwenden wir den Dollar-Stand von 1978.

Tabelle A 1
Energieverbrauch (quads pro Jahr)

	Kohle		Erdgas		Erdöl		Kernkraft		Wasser		Insges.	
	1977	1990	1977	1990	1977	1990	1977	1990	1977	1990	1977	1990
Haushalte, Geschäfte und Verwaltung	0,2	0,1	8,3	9,5	6,6	8,8					15,1	18,4
Industrie	4,2	6,1	7,2	7,9	7,3	11,3					18,7	25,3
Transportwesen	-	-	-	-	19,2	21,0					19,2	21,0
Elektrizitätswerke	10,3	21,9	2,4	1,2	4,6	5,3	2,2	13,3	3,0	4,3	22,5	46,0
Insgesamt	14,7	28,1	17,9	18,6	37,7	46,4	2,2	13,3	3,0	4,3	75,5	110,7

Die historische Beziehung zwischen Arbeitsplätzen und Energie

Über drei Fünftel der gesamten Energie werden in den Sektoren Industrie, Geschäfts- und Verwaltungsbereich verbraucht. Trotzdem beschäftigen die Hauptverbraucher von Energie relativ wenig Arbeitskräfte. Zwischen 1948 und 1970 stieg der Energieverbrauch im warenproduzierenden Sektor³⁾ um 120%, während die Zahl der Beschäftigten um 1,4% sank. Im Gegensatz dazu stieg der Energieverbrauch bei den Dienstleistungen um 62 %, das Arbeitsplatzangebot aber um 75% [12].

Historisch gesehen haben 6 Wirtschaftszweige den Löwenanteil am industriellen Energieverbrauch. Im Jahre 1968 (dem Jahr, in dem die letzte detaillierte Untersuchung über den industriellen Energieverbrauch gemacht wurde) entfielen 68 % aller von der Industrie verbrauchten Energie auf folgende Wirtschaftszweige: Primärmetalle, Chemie, Nahrung, Papier, Stein-Ton-Glas-Produkte und die erdöl- und kohleverarbeitenden Industrien, wobei diese jedoch nur 25 % aller industriellen Arbeitskräfte und gerade 7% der gesamten Erwerbspersonen der USA [13, 1] beschäftigen. Zwischen 1950 und 1971 erhöhte sich ihr Arbeitskräftebedarf nur um 2,5 %, während ihr Energieverbrauch um 106% stieg [14]. Diese Verhältnisse werden sich wahrscheinlich in einer Zeit steigender Energiepreise fortsetzen.

Viel wird von der Reaktion der Öffentlichkeit und des gesamten Wirtschaftsklimas auf diese neue Situation abhängen. Es ist möglich, daß die Wirtschaft angesichts steigender Energiepreise ihren Output und somit ihren Arbeitskräftebedarf reduziert („Einkommenseffekt“), oder daß sie mehr Kapital und Arbeitskräfte fordert, um Energie zu ersetzen („Substitutionseffekt“). Studien von Jorgenson und seinen Mitarbeitern kommen zu der Vermutung, daß der „Substitutionseffekt“, wenn auch nur geringfügig, überwiegen wird. Sie verwenden ein Modell, das auf kostenminimierendem Wirtschaftsverhalten beruht, und kommen zu dem Ergebnis, daß eine durchschnittliche Anhebung des Energiepreises um 54 % den Energieverbrauch im Jahre 2000 um 38 % reduzieren und den Arbeitskräftebedarf um 1,5% steigern würde [14, 15].

Das Bureau of Labor Statistics des US Department of Labor führt ein kontinuierliches Programm von ökonomischen Pro-

jektionen zum Arbeitskräftebedarf in speziellen Wirtschaftszweigen und Berufen durch [16]. Diese Projektionen basieren auf bestimmten Annahmen über Beschäftigung und Arbeitsproduktivität, wobei Preis-Variablen eine nur sekundäre Rolle spielen.⁴⁾ Obwohl sie DRI-Projektionen verwenden, um die Kompatibilität des von ihnen vorausgesagten Niveaus der Energieerzeugung mit den grundlegenden Energievorausagen zu sichern, schließen sie die Auswirkungen von steigenden Energiepreisen auf andere Kategorien des Verbrauchs nicht mit ein. Trotzdem scheinen die BLS-Projektionen ganz brauchbar, da diese Auswirkungen in diesem Punkt zwar ungewiß, wahrscheinlich aber nur geringfügig sind, vorausgesetzt, daß genügend Zeit für Anpassung an neue Verbrauchsmuster gegeben ist.

BLS schätzt ein Ansteigen des Erwerbspotentials zwischen 1977 und 1990 von 99,5 Millionen auf zwischen 113,5 und 125,6 Millionen voraus [17]. Das entspricht einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 1,4% und ist damit beträchtlich geringer als die für die Zeit von 1970-77 charakteristische Rate von 2,3%.

Nach den BLS-Projektionen ist der steigende Energiebedarf nicht von einem entsprechenden Anstieg der Beschäftigtenzahl in der Energie-Industrie oder den diese Energie verwendenden Industriezweigen begleitet. Eher komme es zu einer andauernden relativen Verlagerung der Beschäftigung aus diesen Bereichen zu den arbeitsintensiveren Dienstleistungsbereichen. Die folgende Tabelle zeigt die projizierte Veränderung der Beschäftigtenstruktur, bei einem Anwachsen der (zivilen) Beschäftigung von 90,5 Millionen auf ein Projektionsniveau von 114,0 Millionen.

Tabelle A 2

	Anstieg d. Beschäftigung 1977-1990	Anteil der Gesamtbeschäftigung (%)	
		1977	1990
Warenproduzierender Sektor ¹⁾	4 797 000	26,8	25,5
Energie-intensive Wirtschaftszweige	(373 000)	(4,1)	(3,6)
Dienstleistungs-Sektor ¹⁾	18 352 000	71,2	72,6
Energiewirtschaft	351 000	2,0	1,9
Insgesamt	23 500 000	100,0	100,0

³⁾ Nach den BLS-Richtlinien umfaßt der warenproduzierende Sektor Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Bergbau, Bauwesen und Fertigung. Der Dienstleistungssektor besteht aus Transportwesen, Verkehr, Versorgungsbetrieben, Groß- und Einzelhandel, Finanzen, Versicherungen, Immobilien, Dienstleistungen, Behörden.

⁴⁾ Siehe Teil B, Abschnitt I, eine umfassendere Zusammenfassung der BLS-Methodik.

¹⁾ Die energieerzeugenden und -verteilenden Wirtschaftszweige wurden bei diesen Bereichen ausgenommen und dem Sektor „Energie-Wirtschaft“ zugerechnet.

Oft hört man besorgte Äußerungen hinsichtlich der Beschäftigungswirkungen einer solchen alternativen Energiepolitik. Darin kommen Zweifel zum Ausdruck, ob es durch alternative Methoden möglich sein wird, die Energie bereitzustellen, die die Wirtschaft für ihr Maschinenanlagen benötigt, von deren Betrieb viele Arbeitsplätze abhängen. Der in diesem Papier diskutierte Ansatz geht davon aus, daß keine Politik eingeschlagen wird, die nicht genügend Energie zur Versorgung der Wirtschaft und insbesondere ihre Produktionsanlagen mit Brennstoff gewährleistet. Unsere Methode schließt den stufenweisen Ersatz von nicht regenerierbaren Energiequellen durch regenerierbare ein. Sie geht davon aus, daß es keine Beschränkungen in der Verwendung von konventionellen Energiequellen und keine Beschränkung in der konventionellen Brennstoffversorgung – ungeachtet des Preises – geben wird, bis eine Alternative vorhanden ist, die in ausreichender Menge den Bedarf decken kann.

Elemente einer CARE-Strategie

Eine CARE-Strategie könnte einen umfassenden Maßnahmenkatalog enthalten. Diejenigen Verfahren, die um 1990 eingeführt und betriebsbereit sein sollen, schließen etwa folgendes ein:

1. Wohn- und Verwaltungsgebäude

Verringerung des Wärmeverlustes durch zusätzliche Isolierung, Verbesserung der Leistungsfähigkeit bei der Verwendung von Heiz- und Kühleinheiten und besondere Beachtung des Wärmeflusses im Gebäude selbst und an seiner „Außenfläche“. Verbesserte Energie-Effizienz in Ausstattung und Nutzung. Erhöhte Wärmeabsorbierung von Sonnenkraft durch passive Solarsysteme. Solare Wasser- und Raumheizung durch aktive Speicherung und Zirkulation von Flüssigkeit.

2. Gewerbliche Nutzung

Effizientere industrielle Praktiken, Wiedergewinnung und -Verwendung von Abwärme und Verwendung von Recycling-Materialien. Stromerzeugung als Nebenprodukt bei Wärme- und Dampferzeugung (Kraft-Wärme-Koppelung). Sonnenkollektoren und sonnenbetriebene Wärmekraftmaschinen.

3. Transportwesen

Zunehmende kraftfahrtechnische Effizienz. Zunehmende Verwendung von Massentransportmitteln in und zwischen den Städten, Schienenverkehr und andere energieeffiziente Transportarten.

4. Flüssige Brennstoffe

Herstellung von Methan und Alkohol aus landwirtschaftlichen und städtischen Abfällen.

5. Elektrizitätserzeugung

Lichtzellen einschließlich Kollektoren und Kraft-Wärme-Verbund in Wohnhäusern und Wirtschaftsgebäuden. Windgeneratoren. Sonnenbetriebene Wärmekraftmaschinen.

⁵⁾ Da weitere technologische Fortschritte noch erforderlich sind, nehmen wir an, daß die Einführung von Photozellen erst 1985 beginnt.

Die weitere Ausnutzung der Sonnenenergie, insbesondere für Kühlzwecke, wurden wegen der Kosten und der noch unausgereiften Art dieser Systeme nicht in die Annahmen dieser Studie mit einbezogen. Ähnlich wurden auch andere Formen der direkten und indirekten Nutzung der Sonnenenergie, wie z. B. Meereswärme-Energie, vorgeschlagen, aber diese Verfahren haben zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keinen genügend hohen Entwicklungsstand erreicht, um eine Schätzung ihres Energie- und Beschäftigungspotentials zu ermöglichen.

Energieziele

Der Umfang der durch diese Maßnahmen erzielten Energieeinsparungen und die Zahl der neu geschaffenen Arbeitsplätze hängen von der Größe der dafür geleisteten Investitionen ab. Für diese Studie unterstellen wir ein Bündel nationaler Ziele, wobei wir für jede dieser Maßnahmen einen spezifischen Stand der Realisierung bis zur Jahrhundertwende vorausschätzen. Folgende Ziele nehmen wir an:

Tabelle A 3

Maßnahme	Ziel für das Jahr 2000
<i>Private Wohngebäude</i>	
Rationelle Energieverwendung	50 % Einsparung ¹⁾
Aktive und passive Solarenergie	100 % bei neuen Häusern 50 % bei bestehenden
<i>Geschäfts- und Verwaltungsgebäude</i>	
Rationelle Energieverwendung	50 % Einsparung ¹⁾
Aktive Solarenergie	50 % bei allen Gebäuden
<i>Industrielle Nutzung</i>	
Rationelle Energieverwendung	40 % Einsparung im Jahre 1990 ¹⁾
Kraft-Wärme-Verbund	100 % aller genutzten Anlagen
Aktive Solarenergie	25 % aller Prozeßwärme
<i>Transportwesen</i>	
Flüssige Brennstoffe	Kein spezielles Ziel Umwandlung von 50 % der Abfallprodukte
Solar-Elektrizität	25 % der derzeitigen Stromerzeugung

¹⁾ Die Energieeinsparungsziele beziehen sich auf den Verbrauch von gelieferter Energie am Ort des Endverbrauchs.

CARE-abhängige Beschäftigung

Wir setzen voraus, daß die Investitionen für rationelle Energieerzeugung und regenerierbare Energie über einen Zeitraum von 5 Jahren ab 1985 ansteigen und danach eine konstante Investitionshöhe beibehalten.⁵⁾ Durch diese Investitionen werden Arbeitsplätze geschaffen, die auf der Grundlage der vom Bureau of Labor Statistics entwickelten Input-Output-Tabellen geschätzt werden können. Diese weisen aus, wieviel Arbeitsplätze in jedem Wirtschaftszweig benötigt werden, um einen Dollar an End-Output zu produzieren (siehe Teil B, Abschnitt I wegen weiterer Einzelheiten und Annahmen). Für das Jahr 1990 finden wir folgende Projektionen für Investitionen und Beschäftigung:

Tabelle A 4

	Jahresinvesti- tion (Milliard. \$)	Zahl der Arbeitsplätze		
		Direkt	Indirekt	Insges.
<i>Private Wohngebäude</i>				
Rationelle Energiever- wendung bei Gebäuden	5,7	125	74	199
Rationelle Energiever- wendung bei Geräten	1,4	29	23	52
Passive Solarenergie	0,7	15	11	26
Aktive Solarenergie	14,8	266	244	510
<i>Geschäfts- und Verwaltungsgebäude</i>				
Rationelle Energiever- wendung	2,4	52	34	86
Aktive Solarenergie	6,6	119	109	228
<i>Industrielle Nutzung</i>				
Rationelle Energiever- wendung	1,5	20	25	45
Kraft-Wärme-Verbund	3,8	51	62	113
Aktive Solarenergie	12,1	163	198	361
<i>Transportwesen</i>				
Flüssige Brennstoffe	4,3	89	77	166
<i>Elektrizität</i>				
Solarzellen	3,6	69	53	122
Wind	5,3	91	81	172
Wärmeerkraftmaschinen	3,4	31	59	90
Insgesamt	65,6	1120	1050	2170

Wir unterscheiden „direkte“ Arbeitsplätze, die bei der Erzeugung und Einrichtung von Endprodukten entstehen, von „indirekten“ bei der Erzeugung von Roh- und Hilfsmaterialien. ¼ der Investitionen und der Arbeitsplätze entfällt auf die rationelle Energieverwendung, ¾ auf die direkte und indirekte Nutzung von Sonnenenergie. Ungefähr ½ der Investitionen muß von Wirtschaft und Regierung übernommen werden.

Energieeinsparungen

Die Investitionen führen zu sehr bedeutsamen Einsparungen an nicht regenerierfähigen Brennstoffen. Es ist sinnvoller, wenn man die direkte und indirekte Nutzung von Sonnenenergie als Maßnahme zur rationellen Energieverwendung, durch die der Verbrauch an nicht regenerierbaren Brennstoffen gedrosselt werden kann, in Ansatz bringt, als wenn man sie in die nationalen Energierechnungen als Beitrag zur positiven Energiegröße einbezieht. (Die kürzlich erlassene National Energy Conservation Policy Act schließt Sonnenenergie- und Windkraft-Vorrichtungen unter die von ihr befürworteten Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung mit ein). Diese Art der Berechnung ist besonders angemessen für Vor-Ort-Solar-Techniken, wo die durch Solar-Vorrichtun-

⁵⁾ Steve Bear hat betont, daß z. B. jeder, der seine Wäsche auf der Wäscheleine trocknet, Sonnenenergie verbraucht. Im Vergleich zu den Benutzern elektrischer oder Gastrockner verwenden die ersteren weniger Brennstoffe, aber nicht notwendigerweise weniger Energie. Und natürlich wird die Energie nicht gemessen.

⁷⁾ Man könnte denken, daß wir doch auch den Brennstoff hinzurechnen müßten, der im Laufe der Herstellung und Installierung von Systemen zur rationellen Energieverwendung und der direkten und indirekten Nutzung von Sonnenenergie verbraucht wird. Wir können jedoch nicht feststellen, ob diese Produktion ein Teil der in der BLS-Projektion bereits aufgeführten Produktion ist, oder ein Zusatz dazu. Auf jeden Fall wird diese Energie-„Investition“ durch diese Systeme in einem oder zwei Jahren „zurückgezahlt“ und stellt daher 5-10% ihrer nutzbaren Energieförderung dar [24].

gen gelieferte Energie nicht übertragen, auf dem Markt abgesetzt oder auch nur bewertet wird, sondern wo sie nur weniger Abhängigkeit von externen erschöpfbaren Energiequellen gewährt.⁶⁾

Wenn wir annehmen, daß im Jahre 1980 mit einem straffen CARE-Programm begonnen wird, ergibt sich, daß der im Jahre 1990 verbrauchte Brennstoff, im Vergleich zu den DRI-„Status-quo“-Projektionen wie folgt ist:

**Tabelle A 5:
Primärbrennstoffverbrauch (quads pro Jahr)**

	DRI	CARE
Kohle	28,1	14,2
Erdgas	18,6	11,5
Öl	46,4	33,6
Kernkraft	13,3	2,2
Insgesamt	106,4	61,5

Die Verwirklichung dieser CARE-Maßnahmen führt zu einer Einsparung von 44,9 quads an nicht regenerierbaren Brennstoffen⁷⁾.

Projektionen für das Jahr 2000 ergeben – soweit die CARE-Maßnahmen nach Tabelle A 4 berücksichtigt werden – einen Brennstoffverbrauch von insgesamt 52,7 quads, das sind etwas mehr als ein Drittel der 144 quads, die sich ergeben, wenn der konventionelle „Status-quo“-Weg befolgt wird. Die eine Hälfte der Einsparung wird durch rationelle Energieverwendung die andere Hälfte durch direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie erzielt.

Die konventionelle Methode der Energie-Berechnung würde zu den in Tabelle A 5 aufgeführten Energiequellen den Beitrag von Wasserkraft und von verschiedenen aktiven Solarsystemen, die in diesem Szenario vorgesehen sind, hinzufügen. Bei Verwendung dieser Methode gilt für 1990 folgendes:

**Tabelle A 6: Energieverbrauch
(quads pro Jahr)**

	DRI	CARE
<i>Nicht regenerierbare Brennstoffe</i>		
Wasserkraft	106,4	61,5
Solarsysteme	4,3	4,3
	-	10,2
Insgesamt	110,7	76,0

Der Gesamtverbrauch im CARE-Szenario entspricht fast dem von 1977, das bedeutet zwischen 1977 und 1990 ein Null-Wachstum an Energie. Alternativsysteme erbringen 10,2 quads oder 13 % der Energie im Jahre 1990 und 22 quads oder 28% im Jahre 2000. (Dies unterschätzt die Bedeutung der Alternativenergiequellen; soweit sie die Stromerzeugung aus nicht regenerierbaren Quellen substituieren, ersetzt 1 Btu Alternativenergie 3,4 Btu nicht regenerierbarer Brennstoffe). Zum Vergleich projiziert der ERDA-Bericht Nr. 49, das National Solar Energy Research, Development and Demonstration Programm, einen Beitrag aus solaren Quellen in der Größenordnung von 10 quads um die Jahrhundertwende; das Stauford Research Institute ermittelte in seinem auf Solarenergie

abgestimmten Szenario 15 quads, die Mitre Corp, projizierte 6 quads, das Committee on Nuclear and Alternative Energy Systems (CONAES) of the National Academy of Science entwickelte ein hoch-solares Szenario mit einem Ertrag von 14 quads und der Council on Environmental Quality projizierte 15-25 quads [23, 25, 26, 27].

Netto-Arbeitsplatzbeschaffung

Die durch die Einführung dieser umfangreichen Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung und Regenerierbarkeit erzielten Einsparungen ermöglichen es, die Ausgaben für erschöpfbare Brennstoffe um 118,8 Milliarden Dollar im Vergleich zu der BLS-Projektion für das Jahr 1990 zu reduzieren. Wir schätzen, daß dies zu 644 000 weniger Arbeitsplätzen beim Betrieb und der Versorgung von Unternehmen führt, die erschöpfbare Brennstoffe verwenden und verteilen und zu 493 000 weniger Arbeitsplätzen bei der Herstellung und dem Bau von Elektrizitätswerken. Von den insgesamt 1 137 000 Arbeitsplätzen entfallen 680 000 direkt auf diese Wirtschaftszweige und 457 000 auf die Wirtschaftszweige, die nur indirekt von diesen Energieeinsparungen betroffen werden.

Im Jahre 1990 wird die Summe, die durch private Verbraucher und die Wirtschaft infolge des reduzierten Verbrauchs an Brennstoffen eingespart wird, die jährlich in CARE-Maßnahmen investierte Summe bei weitem übersteigen. Dieses Extrakapital kann für zusätzliche Güter und Dienstleistungen ausgegeben werden. Mit den Netto-Ausgaben von 53,2 Milliarden Dollar (118,8 Milliarden Dollar abzüglich der CARE-Investition von 65,6 Milliarden Dollar) können zusätzlich 1 870 000 Arbeitsplätze geschaffen werden. Die BLS-Projektionen nehmen an, daß die Energiekosten nicht schneller als die allgemeine Inflationsrate steigen werden, die von ihnen auf 5,4% pro Jahr geschätzt wird. Da der Preis dieser Brennstoffe sicherlich jedoch schneller steigen wird, werden die Dollar-Einsparungen größer und die Zahl der geschaffenen Arbeitsplätze infolge dieser Ausgabenverlagerung entsprechend höher sein. Auch in dem Ausmaß, in dem die CARE-Investitionen eher aus Krediten als aus laufenden Einnahmen stammen, wäre mehr verfügbares Einkommen vorhanden und könnten folglich mehr Arbeitsplätze geschaffen werden. Andererseits, wenn die Brennstoffpreise von ihren Anbietern als Antwort auf einen Nachfragerückgang erhöht werden, würde es weniger zusätzliche Arbeitsplätze geben.

Wenn wir all diese Einwendungen bei der Schätzung des Arbeitskräfteangebots im Auge behalten, wie auch die Tatsache, daß es sich bei all den Schätzungen in dieser Studie um Annäherungswerte handelt, ergibt das netto folgende neue Arbeitsplätze:

Tabelle A 7

	Zahl der neuen Arbeitsplätze
Rationelle Energieverwendung	521 000
Solarenergie	1 649 000
Nicht regenerierbare Brennstoffe	- 1 137 000
Zusätzlich ausgegebenes Einkommen	1 870 000
Insgesamt	2 903 000

Diese Zahlen schließen nicht die zusätzlichen Arbeitsplätze mit ein, die durch den Multiplikator-Effekt (Ausgeben des durch diese Beschäftigung gewonnenen Einkommens) und durch den Akzellerator-Effekt (erhöhte Investitionen infolge antizipierten Wachstums) geschaffen würden.

Das CARE-Beschäftigungs-Bild

Es wird jetzt weitgehend anerkannt, daß Beschäftigungsprogramme gezielt angelegt werden müssen, um effektiv zu sein, d. h., es müssen Kapital und Arbeitsplätze in die Regionen und Bevölkerungsgruppen gebracht werden, wo die höchste Arbeitslosenquote herrscht. Arbeitsplätze in den brennstofffördernden Industrien (Kohle-Bergbau, öl- und Gas-Förderung usw.) und beim Bau von Kraftwerken sind oft weit von den Gebieten entfernt, die die gravierendsten Arbeitslosenprobleme haben. Auf der anderen Seite werden Produktions- und Installationsmaßnahmen zur rationellen Energieverwendung und zur direkten und indirekten Nutzung von Sonnenenergie weitestgehend in besiedelten Stadtgebieten durchgeführt werden, wo es Arbeitslose gibt, und wo diese leicht ausgebildet und angeworben werden können. Technologien zur rationellen Energieverwendung neigen dazu, dezentralisiert und geographisch in fast ungefähr gleichem Ausmaß verteilt zu sein wie die Bevölkerung. Brennstoff erzeugende Technologien zielen andererseits darauf ab, zentralisiert zu sein und ihren Standort dort zu haben, wo die Brennstoffquellen sind.

Arbeitsplätze werden geschaffen werden bei: Isolierung und nachträglicher Ausstattung von Häusern mit Solareinheiten, Herstellung und Installation von effizienteren Heiz- und Kühlsystemen, der Ausstattung von Bürogebäuden mit energieeffizienteren Anlagen, der Herstellung und dem Betrieb von Massentransportsystemen, der Produktion und Installation von Vorrichtungen zur Kraft-Wärme-Kopplung und beim Recycling von wertvollen Materialien. Die hierfür benötigten Fachkenntnisse werden denen gleichen, die für konventionelle Bauvorhaben und Heizsystem-Installationen notwendig sind. Es wird Arbeit für Blecharbeiter, Zimmerleute, Klempner, Rohrschlosser, Bauarbeiter und Fließbandarbeiter aller Art geben. Das Energie-Management wird einem immer wichtigeren Stellenwert erhalten und einen neuen Tätigkeitsbereich für Ingenieure und Planer erschließen. Darüber hinaus ist die Solarenergie-Technologie für Unternehmen auf kommunaler, kleinbetrieblicher Basis geeignet. Die Expansion dieses Wirtschaftszweiges wird denjenigen Eigentümern und wirtschaftliche Entwicklung ermöglichen, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine oder nur eine kleine Rolle in der multinationalen Energie-Industrie spielen.

Wenn Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung und zur Verwendung regenerierbarer Energie „Marksteine“ für die Gemeindeplanung werden, wird sich die Landnutzung und die Bebauungsdichte verändern. Höhere Dichte mit reduzierter Ausbreitung in Vororten wird die Verwendung von Energie für Transportmittel verringern und energieeffizientere Hauskonstruktionen ermöglichen [28, 29]. Dichtbesiedelte Gemeinden werden die Einführung von Gemeinschafts-Solareinrichtungen für Wärme- und Stromerzeugung erleichtern [4].

Kommerzielle und industrielle Tätigkeiten werden mehr Energie-Planung und mehr Grundstücksfläche für den „Zugang zur Sonne“ benötigen. (In einer „solarisierten Gesellschaft“ wird Land zu einer Energiequelle). Eine kommunale und bezirksweite Planung wird unerlässlich sein, um zu garantieren, daß die notwendigen bebauten und unbebauten Grundstücke zur Verfügung stehen. Es wird auch Bestrebungen geben, energieintensive Industrien in Gegenden mit gro-

ber Sonneneinstrahlung pro Jahr anzusiedeln, obwohl die erhöhten Transportkosten gegen solche Verlagerungen sprechen dürften.

Im allgemeinen wird Energie eine vorrangige Rolle bei der Planung von Landnutzung, der Gemeindeplanung und der Ansiedlung von Arbeitsplätzen spielen.

3. Finanzierung des Übergangs zur Alternativenergie

Die Durchsetzung des in dieser Studie dargelegten Szenarios und die damit entstehenden Arbeitsplätze hängen von politischen und wirtschaftlichen Entscheidungen über die notwendigen Investitionen und von der Bereitstellung der notwendigen Mittel ab. Dies wird wahrscheinlich nicht eher der Fall sein als bis verbindliche Bundesrichtlinien aufgestellt sind, die einen weiten Bereich an Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung und der Gewinnung regenerierbarer Energie umfassen (ähnlich der Auflage, die gerade an die Automobilhersteller ergangen ist, benzinsparende Autos zu bauen („mileage requirement“). Obwohl es allein vom Preisfaktor her zwingend wäre, bereits heute diese Maßnahmen einzuführen, haben viele, die die Möglichkeit dazu hätten, dies nicht getan. Die Baugesellschaften möchten ihre ursprünglichen Verkaufspreise für Privathäuser und Wirtschaftsgebäude niedrig halten, obwohl der Käufer über die Lebensdauer des Gebäudes hinweg sicher auf dem Weg über hohen Energieverbrauch für Heizung, Kühlung und Beleuchtung mehr zahlen muß. Die Verantwortlichen in der Industrie erwiesen sich als ebenso zurückhaltend gegenüber rationeller Energieverwendung und direkter und indirekter Nutzung von Sonnenenergie, als sie darauf bestanden, daß die Investitionen in rationelle Energieverwendung etwa doppelt so hohe Rendite (ca. 30 % pro Jahr) abwerfen müßten als Investitionen zur Erhöhung des Produktions-Outputs [30].

Viele Konservierungsmaßnahmen sind relativ billig und bei den heutigen Brennstoffpreisen würden sie sich durch Energieeinsparungen in einigen Monaten oder Jahren amortisieren. Bei steigenden Preisen werden sie sogar noch kosteneffektiver werden. Im übrigen ist es für die meisten CARE-Maßnahmen charakteristisch, daß sie eher bei den Energieverbrauchern als bei den derzeitigen Energieerzeugern in Angriff genommen werden müssen. Während ein Kraftwerk von einem Elektrizitätsunternehmen gekauft, gebaut und betrieben wird, wird eine Solar-Heizeinheit vom privaten Hausbesitzer oder dem Bauträger gekauft. Der Vorteil des Verbrauchers bei dieser Investition hängt von den Kosten der eingesparten Energie ab und somit von den Durchschnittskosten aller Unternehmen, die dann Energie erzeugen und verteilen. Dagegen basiert die Investitionsentscheidung des Anbieters auf den komparativen Kosten für neu gebaute Einrichtungen.

Neue energieerzeugende Anlagen werden im allgemeinen immer teurer, so daß Investitionen in rationelle Energieverwendung oder Alternativenergie mehr Energie sparen würden, als wenn durch die gleiche Ausgabe Energie in neuen Anlagen, die nicht regenerierbare Brennstoffe verwenden, erzeugt würde [4, 31]. Ausstattung zur Kraft-Wärme-Kopplung kostet die industriellen Nutzer zwar mehr als sie jetzt für Elektrizität zahlen, aber immer noch weniger als es ein Unternehmen kosten würde, eine äquivalente Großkraftwerkskapazität zu erzeugen [33]. Da die Investitionen des Verbrauchers mit den Durchschnittskosten für Energie verglichen werden, während der Anbieter eher die Ersatzkosten berücksichtigt, tendiert die Entscheidung des Verbrauchers gegen den Kauf. Um dies zu überwinden, sind einige alternative Finanzierungsmöglichkeiten erforderlich.

Eine Möglichkeit wäre die Einführung einer Art nationaler Subvention, wie z. B. der kürzlich genehmigte Steuerkredit für Hausbesitzer und Geschäftsleute. Dies gilt jedoch nur für besondere Gruppen von Steuerzahlern und wird somit nicht der generellen Notwendigkeit entsprechen, CARE-Investitionen für Energieverbraucher attraktiv zu machen.

Eine andere Möglichkeit bestünde darin, daß die Anbieter, und insbesondere die Elektrizitätsbetriebe die Einrichtungen zur rationellen Energieverwendung und zur direkten und indirekten Nutzung von Sonnenenergie kaufen (oder Kredite dafür geben). Diese Investitionen würden dann in die interne Kostenrechnung des Energie-Erzeugers mit eingehen. Jedoch würde dies einige der Hauptvorteile der regenerierbaren Energiesysteme entwerfen, daß sie nämlich flexibel sind und vom Verbraucher leicht kontrolliert werden können. Es erscheint günstiger, ein alternatives Finanzierungssystem aufzustellen, etwa in der Weise, daß ein umfassendes Vergesellschaftungsmodell in das Finanzierungssystem eingeht, ohne daß die Kontrolle den derzeitigen Energieanbietern übertragen wird.

Eine Möglichkeit wäre eine Energie-Entwicklungs-Bank, die auf dem privaten Geldmarkt große Summen zu attraktiven Zinsen aufnehmen könnte, um diese dann den Verbrauchern (einschließlich den Kommunen für ihre Gemeinschaftseinrichtungen) für GARE-Anschaffungen entweder direkt oder durch lokale Bank-Institute zu leihen. Die vom Bund unterstützte Bank würde also die Gelder ausleihen, die sonst von Energiebetrieben und anderen Energieanbietern beansprucht würden, und sie den Energieverbrauchern verfügbar machen. Durch langfristige, niedrigverzinsliche Darlehen könnten die monatlichen Kosten der Verbraucher unter das Niveau gesenkt werden, das sie sonst an Energiekosten hätten.

Durch die Einführung eines solchen Finanzierungsmechanismus, durch weitreichende erzieherische Anstrengungen und starke Unterstützung durch die öffentliche Hand müßte es möglich sein, ein nationales Programm für rationelle Energieverwendung und regenerierbare Energie ins Leben zu rufen, das die in der Studie aufgezeigten, außerordentlich positiven Auswirkungen auf die Beschäftigungslage hätte.

Teil B. Berechnungen

1. Methode

Für jede Maßnahme zur rationellen Energieverwendung oder zur direkten und indirekten Nutzung von Sonnenenergie werden nun Kostenschätzungen pro jährlich eingesparter oder pro jährlich erzeugter Energieeinheit nach Einführung der Maßnahmen durchgeführt. Als Ziel wird das Jahr 2000 gesetzt und unterstellt, daß zu der Zeit ein bestimmter Standard bei der Durchsetzung der GARE-Maßnahme erreicht sein wird. Wir nehmen an, daß dieses Ziel durch eine fünfjährige Periode wachsender GARE-Ausgaben und anschließend konstant hoher Investitionen erreicht wird. Die im Jahre 1990 durch diese Investitionen geschaffenen Arbeitsplätze werden aus den volkswirtschaftlichen Projektionen des Bureau of Labor Statistics of the US-Departements of Labor ermittelt [16].

Die BLS-Projektionen

Das BLS-Modell liefert Schätzungen über die Zahl von Arbeitsplätzen, die notwendig sind, um einen Dollar an Output in jedem der 154 Wirtschaftszweige zu produzieren.

Der BLS-Modellbildungsprozeß beginnt mit der Schätzung der zivilen Erwerbspersonen, die im Jahre 1990 wahrscheinlich verfügbar sein werden. Sie basiert auf den Projektionen der Gesamtbevölkerung, ermittelt vom Census Bureau, den BLS-Projektionen über die Erwerbsbeteiligung und einer angenommenen Zahl von Arbeitslosen (nach BLS fällt die Arbeitslosenrate nach und nach von ihrem Stand im Jahre 1977 von 7,0% und erreicht im Jahre 1990 einen Stand von 4,5%). Es werden Projektionen der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität (Dollar-Output pro Arbeitsstunde) und der durchschnittlichen Jahresarbeitsstunden pro Arbeitnehmer durchgeführt. Wenn man den projizierten Jahres-Output pro Arbeiter mit der vorausgeschätzten Zahl von Arbeitern multipliziert, ergibt sich das potentielle Bruttosozialprodukt, das von den verfügbaren Erwerbspersonen bei gegebener Technologie und der dann üblichen durchschnittlichen Jahresarbeitszeit geleistet werden kann. Bis zu diesem Stadium werden keine Annahmen über Zinssätze, Investitionsströme oder andere geldpolitische Variablen gemacht. Diese werden anhand eines makroökonomischen Modells eingeführt, das dieses „Angebots“-Bruttosozialprodukt den Hauptnachfragekategorien für privaten Verbrauch, private Investitionen, Staatsausgaben und Exporte zuordnet. Diese werden weiter desaggregiert nach Ausgaben für verschiedene Typen von Konsum- oder Investitionsgütern oder Dienstleistungen, aus denen sich das „Nachfrage“-Bruttosozialprodukt zusammensetzt.

Diese Projektionen werden auf ihre Konsistenz mit Projektionen zur Energieerzeugung und zum Energieverbrauch überprüft. BLS verwendet Energie-Projektionen der Data Resource Inc. [11]. Hierin sind „Status-quo“-Annahmen über das Anwachsen der Energie-Nachfrage und zunehmende Produktion von nicht regenerierbaren Brennstoffen enthalten.

Es werden dann Input-Output-Tabellen, deren Koeffizienten im voraus geschätzt wurden, verwendet, um den Output jedes zur Deckung der Endnachfrage benötigten Wirtschaftszweiges zu ermitteln. Aus den Projektionen des Jahres-Output eines Arbeitnehmers in jedem Wirtschaftszweig kann die Zahl der benötigten Arbeitsplätze ermittelt werden („Arbeitsplatz“ wird durch Erhebungen aus den Arbeitgeber-Lohnlisten definiert; danach kann eine Person mehr als einen Arbeitsplatz einnehmen und ein „Arbeitsplatz“ kann weniger als eine Vollzeitbeschäftigung darstellen).

Insoweit die Zusammensetzung der End-Nachfrage sich fortentwickelt und die Technologie sich ändert, wird der Input-Output-Koeffizient modifiziert. Wenn z. B. die Industrie immer mehr Gewicht auf rationelle Energieverwendung legt, werden sich die Koeffizienten, die Energiekäufe aus Kohlebergbau, Ölraffinerien, Elektrizitäts- und Gas-Industrien betreffen, verringern, d. h., daß weniger Energie-Input pro Output-Einheit benötigt wird. (Da der Wert der verbrauchten Energie im allgemeinen nur einen Bruchteil des Gesamt-Output-Wertes ausmacht, gewöhnlich weniger als 5%, werden andere Koeffizienten durch diese Änderung nicht wesentlich beeinträchtigt.)

Die Arbeitsplätze, die benötigt werden, um eine Output-Einheit eines bestimmten Wirtschaftszweiges zu produzieren, sind in diesem Wirtschaftszweig angesiedelt, ferner in den Wirtschaftszweigen, die Waren und Dienstleistungen produzieren, die dieser Wirtschaftszweig verbraucht, schließlich in Wirtschaftszweigen, die Waren und Dienstleistungen produzieren, die von jenen dazwischenliegenden Wirtschaftszweigen verbraucht werden und so weiter.

Um die Gesamtbeschäftigung aller Wirtschaftszweige zu bestimmen, die für die Erstellung eines bestimmten Industriezeugnisses benötigt werden, berechnet man die „Inverse“ der Input-Output-Tabelle oder die Gesamtbedarfstabelle. Die Koeffizienten dieser Tabelle zeigen den Gesamt-Output, den jeder Wirtschaftszweig erbringen muß, um einen spezifischen Endbedarf zu decken. Wenn man jedoch Koeffizienten mit der Zahl der Beschäftigten pro Output-Einheit in jedem der Wirtschaftszweige multipliziert (die „Inverse“ ihrer Arbeitsproduktivität), ergibt sich die Gesamtbeschäftigung pro Wirtschaftszweig die für die Erzeugung irgendeines End-Outputs erforderlich ist.

Die sich daraus ergebenden Beschäftigungsfaktoren schließen ein: 1. „direkte“ Beschäftigung bei den Wirtschaftszweigen, die ein Endprodukt herstellen, und 2. „indirekte“ Beschäftigung bei allen Zuliefererindustrien, die für die endproduzierenden Wirtschaftszweige Material- und Dienstleistungs-Inputs erbringen. Wir werden die Begriffe „direkt“ und „indirekt“ etwas anders als sonst üblich verwenden. Gemeint ist damit die Herstellung von Waren und Dienstleistungen, die mit dem Endprodukt identifiziert werden können. So schließt, z. B., die „direkte“ Beschäftigung in dem Wirtschaftszweig Solarenergie nicht nur die Arbeitskräfte mit ein, die Solar-Heizsysteme in den Häusern der Verbraucher montieren und installieren, sondern auch diejenigen, die die Sonnenkollektoren und Speicherbehälter herstellen. Demnach können wir eine klare Unterscheidung treffen zwischen Arbeitsplätzen, die in ihrer Größenordnung und Organisation sehr deutlich durch Nachfrageveränderungen betroffen werden und solchen, die durch spezifische Veränderungen in der Endnachfrage weniger deutlich betroffen sind. Im letztgenannten Fall befriedigen die produzierten Güter und Dienstleistungen eine Vielfalt von unterschiedlichen Endbedarfen, und die proportionale Veränderung in der Beschäftigung könnte geringer sein als die minimale Veränderung der Endnachfrage, da die Wirtschaft in der Lage ist, kleine Veränderungen zu absorbieren, ohne daß sich die Beschäftigtenzahl sonderlich verändert. Direkte Arbeitsplätze werden wahrscheinlich auch eher in den Gebieten liegen, wo die Nachfrage entsteht, während die indirekten Arbeitsplätze weiter über das Land verstreut sind.

Folgende Beschäftigtenziffern wurden in dieser Studie verwendet:

BLS-Sektor	Arbeitsplätze pro 1 000 000 000 \$ Endnachfrage (in Tsd.)		
	Direkt	Indirekt	Ins- gesamt
11 Kohlebergbau	20,46	8,13	28,59
15 Neubauten v. Privathäusern	18,02	16,53	34,55
17 Bau v. neuen öff. Versorgungsbetrieben	23,76	14,79	38,55
21 Wartungs- u. Instand- setzungssektor	23,14	11,42	34,55
60 Öl-Raffination	6,14	10,28	16,42
83 Motoren, Turbinen, Generatoren	8,57	17,83	26,40
88 Sonder- maschinenbau	12,80	15,44	28,24
89 Allgemeiner Maschinenbau	14,80	15,61	30,41
93 Maschinen f. Dienst- leistungsbetriebe	10,02	20,28	30,30

BLS-Sektor	Arbeitsplätze pro 1000000000 \$ Endnachfrage (in Tsd.)		
	Direkt	Indirekt	Ins- gesamt
95 Elektrische Industrieausstattungen	16,82	15,58	32,40
96 Haushaltsgeräte	8,03	20,64	28,67
101 Elektronische Bauelemente	17,08	16,08	33,16
117 Schienentransport	11,69	9,66	21,35
119 LKW-Transport	22,69	8,79	31,48
120 Wasser-Transport	8,46	15,17	23,63
122 Pipeline-Transport	4,21	10,11	14,32
126 Elektro-Versorgungsunternehmen	10,65	7,52	18,17
127 Gas-Versorgungsbetriebe	8,14	10,47	18,61
129 Großhandel	23,66	10,10	33,76
130 Einzelhandel	52,62	6,03	58,65

Einige Warnungen

Wenn Beschäftigungswirkungen geschätzt werden, dürfen eine Anzahl von Bedingungen und Einschränkungen nicht vergessen werden:

(1) Projektionen auf der Basis der Input-Output-Rechnung liefern nur einen „Schnappschuß“ der Volkswirtschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt, der zeigt, in welchen Wirtschaftszweigen Arbeitskräfte beschäftigt sind, und was sie produzieren. Es werden keine Untersuchungen darüber angestellt, wie sich ein veränderter Bedarf auf die Beschäftigung auswirken würde. In dieser Studie sind wir an steigenden Veränderungen der Beschäftigung in Verbindung mit solchen Output-Veränderungen interessiert, eine Input-Output-Analyse kann uns jedoch nur das Verhältnis der Gesamtbeschäftigung in jedem Wirtschaftszweig zum Output dieses Wirtschaftszweiges oder der Wirtschaftszweige, mit denen er in Beziehung steht, angeben, d. h., die Durchschnittsbeschäftigung pro Output-Einheit. Wenn wir diese durchschnittlichen Beschäftigtenzahlen zur Simulation von Steigerungseffekten heranziehen, gehen wir davon aus, daß die Beschäftigung proportional zum Output ist. Die Gesamtbeschäftigung eines Wirtschaftszweiges, einschließlich der Wirtschaftszweige, die ihm Waren und Dienstleistungen liefern, wird als proportional zum Output angenommen. Wenn Nachfrage nach erhöhtem Output oder nach einem neuen Produkt auftritt, wird angenommen, daß die zur Produktion dieses Bedarfs benötigten Anlagen und Ausrüstungen im gleichen Verhältnis steigen wie die eingesetzte Arbeit, und daß Löhne und andere Inputkosten unverändert bleiben.

Im allgemeinen können wir nicht erwarten, daß die Beschäftigung in einem Wirtschaftszweig wie z. B. Energiewirtschaft proportional zum Output ist. Der jährliche Output eines Elektrizitätswerkes oder einer Raffinerie kann in ziemlich weiten Grenzen schwanken, ohne daß sich die Zahl der Arbeiter sehr verändert; besonders beim Verwaltungspersonal würde sich kaum etwas ändern. Auch in anderen Wirtschaftszweigen sind Anpassungen an geringe Output-Veränderungen möglich ohne Veränderung des Arbeitskräftebestandes, dadurch daß Arbeitstempo und -organisation verändert werden. Andererseits, wenn große Veränderungen im Output erforderlich werden, so daß die Größenordnung von Anlagen und Ausstattung im Verhältnis zum Output verändert wird,

wäre auch im gleichen Umfang eine Veränderung der Beschäftigung zu erwarten.

Dies ist die Situation, die wir in dieser Studie annehmen, und wir vermuten, daß die Proportionalität einen vernünftigen Ansatz bietet, besonders im Falle der direkten Beschäftigung bei der es zu weitreichenden Veränderungen kommt, wenn der Output schwankt. Wir dürfen erwarten, daß die indirekte Beschäftigung weniger schwankt, da eine Veränderung eines jeden Endprodukts eine geringere Wirkung auf die Zwischen-Anbieter hat.

Im allgemeinen sollte man die BLS-Warnung nicht vergessen: . . . Arbeitskräftebedarfszahlen sollten als grobe Schätzungen des relativen Arbeitskräftebedarfs in einem bestimmten Jahr für die verschiedenen Komponenten der Endnachfrage angesehen werden und nicht als ein Maß für die tatsächlichen Arbeitsplätze, die sich aus Bedarfsverschiebungen von einem Bereich zum anderen ergeben würden . . .

(2) Wie wir gesehen haben, setzt die Verwendung der BLS-Input-Output-Tabellen zur Bestimmung der Veränderung der Arbeitskräftezahl eine entsprechende Veränderung der Anlagen und Ausstattung voraus, die diese Arbeiter benutzen. Die so erzielten Beschäftigtenziffern schließen jedoch nicht die Arbeitskräfte in den Investitionsgüterindustrien ein, die diese Anlagen und Ausrüstungen herstellen. Die Input-Output-Tabellen schließen nur das ein, was in den Kalkulationen als „variable Kosten“ bezeichnet wird, d. h., die während des Herstellungsprozesses verbrauchten, direkten Inputs: Materialien, Bestandteile, Brennstoffe, Ersatzteile und Wartung für Ausrüstung. Die für die Anlage und Ausrüstung geleistete Investition ist in dem Wert enthalten, der jedem Output über die Abschreibungsquote hinzugerechnet wird.

Neue Anlagen und Ausrüstungen werden als Teil der Bruttoinvestition produziert, die in den BLS-Projektionen enthalten sind. Die durch diese Produktion geschaffene Beschäftigung kann berechnet werden, indem ein bestimmter Investitionsstand angenommen und die für diesen Output an Investitionsgütern benötigte Beschäftigung ermittelt wird. Dies geschieht außerhalb der aus den „variablen Kosten“ errechneten Beschäftigung und erfordert zusätzliche Annahmen hinsichtlich der Höhe dieser Investitionen.

Unsere Projektionen schließen solche Investitionen nicht ein. Sie gehen davon aus, daß die Wirtschaftszweige für rationelle Energieverwendung und direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie in den 80er Jahren umgerüstet werden, so daß sie 1990 ein stabiles Standardniveau erreicht haben. In diesem Szenario werden die grundlegenden Investitionen für Anlagen und Ausrüstungen vor 1990 gemacht. Ab diesem Zeitpunkt findet nur noch der Ersatz dieser Investitionsgüter statt, wenn sie an Wert verlieren oder veralten.

In den letzten Jahren betrug die Abschreibung (oder der Investitionsgüter-Verbrauch) ca. 10% des Bruttosozialprodukts und ca. 15% des Produktions-Outputs, anders ausgedrückt, beträgt die durchschnittliche Lebensdauer der Produktionsanlagen 5-10 Jahre. Demnach müßten die Beschäftigtenzahlen, die sich für Wirtschaftszweige der rationellen Energieverwendung und alternativen Energieerzeugung ergeben, um 10-15% ansteigen, wenn die Investitionen für abgeschriebene Anlagen und Ausrüstungen in Rechnung gestellt werden.

(3) Die BLS-„Schnappschuß“-Methode beschreibt nicht den Multiplikator-Effekt, das heißt, die zusätzlich entstehenden Arbeitsplätze, wenn neu eingesetzte Arbeitskräfte (z. B. in dem Wirtschaftszweig Alternativenenergie) ihr zusätzliches Einkommen für Verbrauchsgüter und Dienstleistungen ausgeben. Die Input-Output-Tabelle beschreibt Durchschnitts-

bedingungen und keine solchen, die den Zuwachs berücksichtigen, und sie gibt uns keinen Aufschluß über die sich wellenartig ausbreitenden Effekte. Untersuchungen stützen sich gewöhnlich auf einen Beschäftigungs-Multiplikator von ca. zwei, das heißt, daß durch Konsumausgaben zu jedem in der Initialproduktion geschaffenen Arbeitsplatz ein zusätzlicher Arbeitsplatz geschaffen wird. Dies hängt jedoch sehr vom Typ und Standort des geschaffenen Arbeitsplatzes ab und von den ökonomischen Gesamtbedingungen zu der betreffenden Zeit. (In Zeiten der Vollbeschäftigung kann es weniger zusätzliche Arbeitsplätze als in Flautezeiten geben, oder inflationistische Auswirkungen und so weiter.) Derartige Wiederausgabewirkungen (responding effects) können nur in einem vollständigen makroökonomischen Modell bestimmt werden.

(4) In der BLS-Methode (wie auch im Commerce Department's National Income and Products Accounts, auf der sie basiert) geht die Produktion dem Einkommen voraus. Löhne und Gewinne werden als das Ergebnis der Produktion angesehen; sie werden verdient beim Verkauf der Produkte; diese werden mit dem Einkommen gekauft werden, das man in einer vorangegangenen Periode erzielt hat. Die BLS-Methode stellt keine Vermutung über die Quelle der Ausgaben an, die für den Output etwa von Materialien zur rationellen Energieverwendung oder der Ausstattung für direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie aufgewendet wurden. Privatleute und Gesellschaften können diese vom laufenden Einkommen kaufen, oder sie können Kredite von anderen Privatleuten, Körperschaften, Banken oder Agenturen aufnehmen. Im ersten Fall werden ihre Gesamtausgaben für Waren und Dienstleistungen unverändert sein. Sie werden nur von einigen Produkten weniger als von anderen kaufen. Im letzten Fall werden die Gesamtausgaben sich erhöhen, aber andere Ausgaben können in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Nettowirkung auf die Beschäftigung bei Einbeziehung dieser Ausgaben- und Investitionsveränderungen kann nicht ohne einige zusätzliche Annahmen über die Quelle der zusätzlichen Ausgaben und ohne die Verwendung eines komplexen makroökonomischen Modells ermittelt werden. Zusammenfassend sei gesagt, daß die Beschäftigtenzahlen, die wir als Ergebnis von Ausgaben für Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung sowie zur direkten und indirekten Nutzung von Sonnenenergie erhalten, die Durchschnittsbeschäftigung widerspiegeln und daß sie die indirekte Beschäftigung ein wenig überschätzen können. Sie werden nicht die Beschäftigung einschließen, die entsteht, wenn in neue Anlagen und Ausstattungen investiert werden muß. Sie schließen nur Arbeitskräfte ein, die in GARE-Wirtschaftszweigen und deren Zuliefer-Wirtschaftszweigen beschäftigt sind, und nicht diejenigen, die aufgrund der aus Einkommen in CARE-Wirtschaftszweigen gemachten Ausgaben beschäftigt wurden. Darüber hinaus geben sie nicht die Netto-Arbeitsplätze an, die geschaffen oder verlagert wurden als Ergebnis von Gesamtveränderungen bei Ausgaben für Aufwendungen für CARE-Produkte und Dienstleistungen.

Weitere Annahmen

Zur Schätzung von CARE-abhängiger Beschäftigung werden eine Reihe zusätzlicher Annahmen und Methoden herangezogen:

(1) Wir haben derzeit vorhandene Kostenschätzungen für Durchführung der Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung und der direkten Nutzung der Sonnenenergie herangezogen und diese Kosten in jenen Fällen etwas verringert, wo man annehmen kann, daß Massenproduktion die Kosten

reduziert. Sollten die Kosten aufgrund einiger jetzt noch nicht vorhersehbarer Neuerungen drastisch fallen, könnten mit der gleichen Gesamtinvestition und der gleichen Anzahl von Arbeitskräften mehr Einheiten produziert und installiert werden und somit den Tag näher bringen, an dem die volle „Solarisierung“ Wirklichkeit wird.

(2) Nur gegenwärtig zur Verfügung stehende oder sicher realisierbare Technologien wurden in Betracht gezogen. So wurde die Meeresenergiegewinnung nicht berücksichtigt, da bis jetzt noch keine Technologie vorgestellt werden konnte, die im kommenden Jahrzehnt eine ins Gewicht fallende Produktion an Meeresenergie ermöglichen würde.

(3) Im BLS-Modell werden ausgewählte, aggregierte Wirtschaftszweige zur Simulation von speziellen Wirtschaftszweigen für rationelle Energieverwendung und direkte und indirekte Nutzung von Sonnenenergie verwendet. Es wurden einige vorläufige Untersuchungen über Material- und Arbeitskräftebedarf in einem Solarwirtschaftszweig (solar industry) durchgeführt, aber diese betreffen nur einige wenige spezielle Technologien und derzeitige Produktionstechnologien [34, 35, 36]. Unzweifelhaft werden Technologie und Produktionstechniken sich ändern, wenn zusätzliche Erfahrungen gewonnen und der Output wesentlich erhöht wird. Darüber hinaus gilt das Beschäftigungs-Output-Verhältnis im BLS-Modell nur für die aggregierten Wirtschaftszweige, und es ist zu vermuten, daß es sich dabei nur um grobe Annäherungen an den tatsächlichen Stand der Dinge im Jahre 1990 handelt.

(4) In den BLS-Tabellen wird die Endnachfrage auf der Produktionsseite als Produktionswert veranschlagt. Um den Wert auf der Nachfrageseite zu erhalten, müssen Transport-, Großhandels- und Einzelhandelskosten oder -zuschläge hinzugerechnet werden. Man erhält sie annäherungsweise, indem man die Aufschläge verwendet, wie sie vom Department of Commerce in seinem detaillierten Gutachten der US-Volkswirtschaft des Jahres 1967 ermittelt wurden, das die Basis der BLS-Input-Output-Tabellen [37] bildet.

(5) Die Energie wird in Millionen Britischer Wärmeeinheiten (MMBtu = 10^6 Btu) und quads (1 Billiarde Btu = 10^{15} Btu) gemessen. Eine MMBtu ist ungefähr gleich der aus 7,2 Gallonen Rohöl, 84 Pounds Steinkohle, 980 cubic feet Erdgas oder 293 kWh Elektrizität gewonnenen Energie. Andere, brauchbare Methoden zur Beschreibung der Äquivalenz sind: 1 MMBtu pro Jahr = 0,0334 Kilowatt = $4,73 \times 10^{-4}$ Barrel Öl pro Tag und ein Dollar pro MMBtu pro Jahr = 29,94 Dollar pro Kilowatt = 2,114 Dollar pro Barrel und pro Tag. Zum jetzigen Zeitpunkt kostet Heizöl (fuel oil) ca. 4 Dollar pro MMBtu, Erdgas ca. 1,70 Dollar pro MMBtu und Elektrizität ca. 6-12 Dollar pro MMBtu.

1977 verbrauchten die USA ca. 75,9 quads Primärbrennstoffe oder 59,6 quads Energie für den Endverbrauch. Die Differenz ergibt sich aus der Berechnung der elektrischen Energie. Es werden ca. 3,4 Btu Primärbrennstoffe im Durchschnitt benötigt, um 1 Btu Elektrizität an der Endverbrauchsstelle zu produzieren.

(6) In dieser ganzen Studie wird der Dollarstand von 1978 verwendet. Wir gehen von bestimmten Zielverwirklichungen auf jedem Gebiet der CARE-Technologie und -Verwendung aus. Leser, die daran interessiert sind, die Wirkung alternativer Ziele zu bestimmen, können dies leicht tun. Bei diesem Ansatz ist die Zahl der Arbeitsplätze direkt proportional zu den in jeder Kategorie investierten Dollars, und die Investition ist proportional zu dem energieeinsparenden Ziel.

2. Nutzung in privaten Wohnhäusern

Das Effektivste, was man machen kann, um den Brennstoffverbrauch in Privathaushalten zu reduzieren, besteht darin, den durch die unzureichenden Außenwände entstehenden unnötigen Wärmeverlust zu verringern. Dies wäre dann die erste Maßnahme jedes Programms zur rationellen Energieverwendung. Man kann jedoch noch mehr tun, um aus dem Haus einen wirksamen Absorbenten von Sonnenenergie zu machen. So z. B. indem

1. der Entwurf des Hauses geändert wird, so daß es mehr Sonnenlicht zuläßt und die auf diese Weise erhaltene Energie speichert („passives“ Solarsystem) und indem
2. bewegte Flüssigkeit verwendet wird (Wasser, Luft, Äthylenglykol), die außerhalb des Hauses erwärmt und dann nach innen geleitet wird, um ihre Energie abzugeben („aktive“ Sonnenenergie). Untersuchungen haben damit aufzuzeigen begonnen, daß die Kombination dieser Techniken, einschließlich insbesondere eines ernsthaften Versuches, Wärmeverluste zu reduzieren, so weit gehen kann, jede Abhängigkeit von äußeren Brennstoffquellen für Heizung und Kühlung zu eliminieren [4].

Rationelle Energieverwendung

Die bei Wohnungen anwendbaren Verfahren zur rationellen Energieverwendung umfassen zusätzliche Isolierung der Wände und Decken, Isolieren der Dach- und Kellergeschosse (um zu verhindern, daß ungenutzte Bereiche geheizt werden), Anbringen von Windtüren und -fenstern und Abdichten von Ritzen, um den Wärmeverlust an Fensterrahmen und Risse in der Hausaußenhaut zu reduzieren, sowie Verwendung eines Thermostats, wodurch jede Wärmequelle am Abend oder wenn niemand zu Hause ist geschlossen wird. Abwärme kann von Heizungs-Abzugsrohren und von heißem Wasser, bevor es in die Kanalisation geht, gewonnen werden.

Durch solche Maßnahmen können drastische Verringerungen des Brennstoffverbrauchs erzielt werden. Studien, die selbst an ziemlich gut isolierten Häusern aus dem Jahr 1970 durchgeführt wurden, zeigen, daß der Brennstoffverbrauch um mehr als $\frac{2}{3}$ durch derartige Maßnahmen reduziert werden kann [38]. Die Durchführung der derzeitigen Bundesrichtlinien über die Neuausstattung von Häusern würde den Brennstoffverbrauch um 35 % und im Falle von neuen Häusern sogar um 50% reduzieren [39]. Eine 50%ige Verringerung des Brennstoffverbrauchs bei Heizung von Privathäusern, allein durch Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung, erscheint als ein angemessenes, im Jahr 2000 erreichbares Ziel. Dies würde eine Ausgabe pro Privathaus-Einheit von zwischen 250 Dollar und 2000 Dollar pro Jahr erfordern [39, 14, 40, 41].

Die Kosten dieser Maßnahme pro eingesparter Energie hängen in großem Maße vom Anfangszustand des Hauses ab. Die erste für ein Haus mit vielen undichten Stellen aufgewendete Maßnahme kann wenig kosten und sehr viel bringen. Wenn das Haus nach und nach immer »dichter« gemacht wird (oder wenn es sich um ein neues Haus handelt, das bereits gut isoliert ist), werden die Kosten für weitere Reduzierung des Energieverbrauchs immer höher. Die folgende Tabelle zeigt diese verschiedenen Situationen [39, 19, 4, 42, 43, 44].

Der Energieverbrauch in einem Haus kann auch reduziert werden, indem man Haushaltsgeräte effizienter gestaltet. Es könnten Geräte hergestellt werden, die 50 % der Energie, die die heutigen Modelle brauchen, benötigen. Das ergibt jährlich eingesparte Kosten zwischen 5-15 Dollar pro MMBtu [39, 22, 45].

	Dollars pro jährlich eingesparter MMBtu
Erste Maßnahmen an schlecht isoliertem Haus	5
Weitere Maßnahmen an schlecht isoliertem Haus und erste Maßnahmen an einem gut isolierten Haus	20
Weitere Maßnahmen an einem gut isolierten Haus	50

Passive Solarenergie

Neue Häuser können so konzipiert werden, daß sie im Winter einen maximalen Anteil an Sonnenlicht einfallen lassen. Diese Sonnenenergie wird absorbiert und in Steinen, Ziegeln oder Wasser für Heizzwecke während der Nacht oder an Wolkentagen gespeichert. Sonnenblenden oder Sonnenschirme können verwendet werden, um das Innere des Hauses im Sommer gegen Sonnenlicht abzuschirmen. In bereits bestehenden Häusern können absorbierende Elemente im Haus selbst aufgestellt und in manchen Fällen zusätzliche Fenster eingebaut werden. Effektivität und Kosten solcher Maßnahmen hängen eindeutig zum großen Teil vom Grundriß und der Stellung des Hauses ab. 40% bis sogar 90% der für ein Haus benötigten Heizenergie kann auf diese Weise erzeugt werden, und zwar zu Kosten, die zwischen 5 Dollar und 150 Dollar pro MMBtu jährlich betragen [4, 46, 47, 48].

Aktive Solarenergie

Die aktive Solarenergie, die höchstwahrscheinlich in großem Umfang im nächsten Jahrzehnt eingeführt wird, ist der Kollektor aus flachen Elementen (flat plate collector), der an die häuslichen Heizungs- und Heißwassersysteme angeschlossen wird. In dem Kollektor wird Luft oder Wasser erhitzt und dann durch Röhren ins Haus geleitet. Die Wärme wird dann entweder direkt an die Heiz- oder Wassersysteme weitergeleitet oder für eine spätere Verwendung gespeichert. Die verwendete Technologie ist die, die auch bei konventionellen Installationen verwendet wird, wobei die Kollektoren eine Vielzahl von relativ einfachen Grundformen aufweisen.

Fortgeschrittene Technologien befinden sich derzeit auf unterschiedlichem Entwicklungsstand und werden wahrscheinlich eine bedeutende Rolle während der von uns vorgesehenen 50jährigen Übergangsphase spielen, obwohl es kaum wahrscheinlich ist, daß sie in so kurzer Zeit schon in großem Umfang zur Anwendung gelangen. Sie umfassen verschiedene Systeme zur kombinierten Erzeugung von Elektrizität, indem z. B. Solarzellen (photovoltaic cells) zusammen mit Wärmespeichern (siehe Abschnitt 7 dieses Teils) verwendet werden, außerdem Wärmekraftmaschinen, die Sonnenenergie in mechanische und elektrische Energie umwandeln können [37]. Derartige Systeme sind hocheffizient (in dem Sinne, daß sie einen großen Teil Sonnenenergie in nutzbare Energie umwandeln). Sie sind jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt relativ teuer; es ist deshalb unwahrscheinlich, daß sie in nächster Zukunft weite Verbreitung finden.

Nach herkömmlichem Wissen können normale Solarheizungs- und Heißwassersysteme maximal 50 bis 80% des Wärmebedarfs des Durchschnittshaushaltes liefern. Für ungewöhnlich kaltes oder wolkenreiches Wetter brauchen sie

noch zusätzlich durch Öl, Gas oder Strom betriebene Anlagen. Jedoch beginnen Erfahrungen mit sonnenbeheizten Häusern und detaillierte Analysen [4, 46] darauf hinzuweisen, daß bei Anwendung höherer Isolierungsstandards in Privathäusern (wie oben erwähnt) Solareinheiten zu angemessenen Kosten in der Lage sind, 100% des Wärmebedarfs des Durchschnittshaushaltes zu decken. Hierfür dürften etwas größere Speicherbehälter, als man in den meisten Analysen (z. B. bei [35]) annimmt, benötigt werden. Dies kann dadurch gefördert werden, daß Speicherbehälter von 10 bis 100 Häusereinheiten gemeinsam benutzt und damit die Speicherkosten merklich reduziert werden.

Obwohl die Möglichkeit immer mehr zutage tritt, daß Sonnenenergie den gesamten Wärmebedarf eines Durchschnittshaushaltes zu decken vermag, ist es wahrscheinlich, daß man für die nahe Zukunft ein zusätzliches System zur Verfügung haben möchte. Wir erwarten auch, daß in nächster Zeit keine Solarkühlsysteme als Teil der meisten Solarenergiesysteme installiert werden. Da die gleichen Sonnenkollektoren, die Wärme im Winter erstellen, auch Energie liefern können, um Klimaanlageanlagen im Sommer zu betätigen, könnte ihre Gesamteffizienz durch ein zusätzliches Kühlsystem erhöht werden, das über das ganze Jahr benutzt werden kann. Jedoch werden die zusätzlichen Kosten und die Komplexität einer Klimaanlage wahrscheinlich dazu führen, daß man den Einbau eines solchen Systems verschiebt.

Wir setzen also für die nahe Zukunft die weitverbreitete Einführung von Solarheizungs- und Heißwassersystemen unter Verwendung von Kollektoren mit Flachelementen voraus, während wir annehmen, daß die Einführung komplexerer und kostspieligerer Systeme auf später verschoben wird.

Handelsüblich installierte Kollektoren kosten heute 7-30 Dollar pro square foot. Davon entfallen ca. die Hälfte auf den Kaufpreis für den Kollektor, der Rest auf Arbeitsmaterial und Installation. Man erwartet, daß beim Einsetzen der Massenproduktion für diese Artikel diese Kosten um ca. 30% auf 5-20 Dollar pro square foot fallen [49, 35, 4].

Der Rest dieses Systems einschließlich Pumpen, Kontrollvorrichtungen, Speichereinheiten für 5-10 Tage, bringt 25% an zusätzlichen Kosten für das System (Pumpen und Kontrollvorrichtungen verursachen zusätzliche Kosten von ca. 1 Dollar pro square foot oder 500 Dollar pro Hauseinheit; die Speichereinheit kostet 1-3 Dollar pro cubic foot und ca. 1-1,5 cubic feet pro square foot eines Kollektors werden benötigt) [54, 4]. Somit betragen die Gesamtkosten für das System heute 8-40 Dollar pro square foot bei zunehmender Produktion. Die Kosten für eine Mehrfamilien-Hauseinheit sollten ca. 50% niedriger liegen, weil die Kosten für Kontrollvorrichtungen, Speichereinheiten usw. umgelegt werden [49, 35, 4].

Die Solarenergie, die auf einen Kollektor fällt, variiert je nach dem Standort (wobei der Anteil im allgemeinen niedriger ist, je höher der Breitengrad ist) und den durchschnittlich dort herrschenden Wetterverhältnissen. Für einen durchschnittlichen Standort in den USA beträgt die durchschnittliche Sonneneinstrahlung ca. 0,60 MMBtu pro Jahr und pro square foot. Wir nehmen an, daß das Solarsystem nur für die Heizung und das heiße Wasser eines Hauses, und nicht für die Klimaanlage verwendet wird, und daß im Winter nur ca. 1/3 der Energie vorhanden ist. Es sollte erwähnt werden, daß Konzepte für eine jahreszeitlich bedingte Speicherung, die

große, gemeinschaftlich genutzte Behälter oder Becken für eine Speicherung über einen Zeitraum von 6 Monaten einschließen, gegenwärtig entwickelt werden [35], aber es ist nicht wahrscheinlich, daß diese in großer Anzahl in dem hierbei in Betracht gezogenen Zeitraum installiert werden. So wird natürlich heißes Wasser über das ganze Jahr benötigt, aber es macht nur ca. 1/4 des gesamten, für die Anlage veranschlagten Energiebedarfs aus.

Die Kollektoren sind in der Lage, ca. die Hälfte der einfallenden Sonnenenergien zu absorbieren und in die Häuser abzugeben. Somit beträgt die durch einen Kollektor beförderte effektive Energie im Durchschnitt 0,10 MMBtu pro Jahr und pro square foot [49, 31, 35, 36]. Man erwartet dann, daß die Kosten für die durch eine solare Heizvorrichtung gelieferte Energie 70 bis 250 Dollar pro MMBtu pro Jahr betragen werden.

Energieeinsparungen

Zusammenfassend geben wir nachfolgend die Kosten für Energiemaßnahmen für Privathausnutzung:

Tabelle B 1

	Dollars pro MMBtu pro Jahr
Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung	
Gebäude	5- 50
Haushaltsgeräte	5- 15
Passives Solarsystem	5-150
Aktives Solarsystem	70-250

Der Durchschnittsenergieverbrauch pro Hauseinheit im Jahre 1977 betrug 150 MMBtu⁸). Davon wurden ca. 2/3 oder 100 MMBtu für Heizung und Heißwasser, die verbleibenden 50 MMBtu für den Betrieb verschiedener Haushaltsgeräte und für Kochzwecke verbraucht [50, 51, 39, 52].

(Mehrfamilieneinheiten, die ca. 30% aller Hauseinheiten darstellen, verbrauchen ungefähr halb so viel Energie wie ein Einfamilienhaushalt. Diese Zahlen sind gemischte Durchschnittswerte).

Wenn unser Ziel der rationellen Energieverwendung von 50% für Gebäude und Haushaltsgeräte erreicht würde, würde dies eine Einsparung von 75 MMBtu für unseren Durchschnittshaushalt bedeuten. Wenn wir annehmen, daß 20 % der verbleibenden Heizleistung von irgendeiner Art passiver Solarmaßnahme gedeckt wird, muß das aktive Solarsystem 40 MMBtu erstellen, um die volle Heiz- und Heißwasserleistung für das Haus zu erbringen, während aus Außenquellen (allen voran Elektrizität) 25 MMBtu für verschiedene Haushaltsgeräte im Haus selbst geliefert werden müssen.

Die Kosten der CARE-Maßnahmen pro Hauseinheit können dadurch geschätzt werden, daß man Kosten pro Energieeinheit ansetzt, die in etwa innerhalb der in Tabelle B 1 gezeigten Grenzen liegen:

⁸) Dieser wurde am Wohnort nach der Endverbrauchsenergie gemessen. Wegen der während der Erzeugung und Verteilung von Elektrizität entstehenden Verluste, betrug der Brennstoffverbrauch pro Haus 221 MMBtu.

Tabelle B 2

	Energie-	
	einsparungen (MMBtu pro Jahr)	Kosten (\$)
Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung		
Gebäude	50	1)1000
Haushaltsgeräte	25	250
Passive Solarenergie	10	200
Aktive Solarenergie	40	4000
Insgesamt	125	5450

¹⁾ Dies ist ein Durchschnittswert für neue und bestehende Häuser und für Einzel- und Mehrfamilienwohnungen

Beschäftigung

Nachdem wir die Kosten bestimmt haben, die bei einer Reduzierung des Brennstoffverbrauches um mehr als 80 % anfallen, können wir jetzt, unter Berücksichtigung der BLS-Projektionen, die dadurch entstehende Beschäftigung schätzen. Wie bereits früher erklärt, werden wir die durchschnittlichen Beschäftigungsraten pro Dollar Endnachfrage in den „Surrogat“-Wirtschaftszweigen betrachten, um die Auswirkungen von Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung und von Solareinrichtungen zu schätzen:

Für Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung in bereits vorhandenen Häusern wird der Wirtschaftsbereich „Wartung und Instandsetzung“ (BLS-Bereich 21) herangezogen. Dieser Bereich umfaßt den gleichen Typ von bausewerblicher Arbeit, der auch bei den meisten Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung in Gebäuden benötigt wird, und der Anteil der Gesamtausgaben für den Kauf von Materialien (nach der BLS-Projektion 64%) ist vergleichbar mit den 50-65 %, die für eine rückwirkende Ausstattung mit rationellen Energieverwendungsmaßnahmen erwartet werden [53, 41, 48]. Für neue Häuser verwenden wir den BLS-Bereich 15 = Neubauten im privaten Bereich.

Für Maßnahmen zur rationellen Verwendung von Haushaltsgeräten, die zum größten Teil während des Herstellungsprozesses anfallen, nehmen wir den BLS-Bereich 96 = Haushaltsgeräte, wobei wir die durchschnittlichen Aufschläge des Verkäufers und die Transportkosten berücksichtigen, die 34 % des Verkaufspreises betragen, sowie die dadurch im Bereich des LKW-Transportwesens und im Groß- und Einzelhandel geschaffenen Arbeitsplätze [37].

Für passive Solarmaßnahmen ziehen wir den BLS-Sektor „Wartung und Instandsetzung“ für bestehende Häuser in Betracht und für neue Gebäudeeinheiten den BLS-Sektor „Private Neubauten“.

Für aktive Solarmaßnahmen verwenden wir ebenfalls den BLS-Sektor „Private Neubauten“.

Unter Verwendung von Tabelle B 2 und den BLS-Projektionen ergibt sich folgende Beschäftigungswirkung pro Gebäudeeinheit:

Tabelle B 3

	Arbeitsplätze pro Hauseinheit		
	Direkt	Indirekt	Insgesamt
Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung			
Gebäude	0,022	0,013	0,035
Haushaltsgeräte	0,005	0,004	0,009
Passive Solarenergie	0,004	0,003	0,007
Aktive Solarenergie	0,072	0,066	0,140

Unter Verwendung der BLS-Projektion von durchschnittlich 1832 Arbeitsstunden pro Jahr und Arbeitnehmer im nichtlandwirtschaftlichen privaten Wirtschaftsbereich kann dies wie folgt in Arbeitsstunden ausgedrückt werden:

Tabelle B 4

	Gearbeitete Std. pro Gebäudeeinheit			Gesamtst. pro MMBtu pro Jahr
	Direkt	Indirekt	Insgesamt	
Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung				
Gebäude	40	14	54	1,3
Haushaltsgeräte	8	7	15	0,6
Passive Solarenergie	7	5	12	1,2
Aktive Solarenergie	132	121	253	6,3

Projektionen in den USA

Wir wollen annehmen, daß die Programme zur rationellen Energieverwendung und zur direkten und indirekten Nutzung von Sonnenenergie zwischen 1980 und 1985 aufgebaut werden und danach eine konstante Investitionshöhe bis zum Jahre 2000 aufrechterhalten; sie werden dann die folgenden Ziele erreicht haben:

Tabelle B 5

Prozentsatz der Verwirklichung im Jahre 2000	
Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung	
Gebäude	100
Haushaltsgeräte	100 ¹⁾
Passive Solarenergie	
	100 (neue Häuser) 50 (bestehende Häuser)
Aktive Solarenergie	
	100 (neue Häuser); 50 (bestehende Häuser)

¹⁾ Man beachte, daß die Durchschnittslebensdauer eines Haushaltsgerätes ca. 15 Jahre beträgt. Somit würde jeder Haushalt in den 15 Jahren zwischen 1985 und 2000 im Durchschnitt ein Haushaltsgerät jeden Typs gekauft haben, der den neuen, energieeffizienteren Normen, die hier projiziert werden, entspricht.

1976 gab es 72 Millionen Haushalte. Projektionen gehen davon aus, daß diese im Jahr 1990 auf 99 Millionen und im Jahr 2000 auf 114 Millionen anwachsen [39]. Wenn wir die Tabellen B 2, B 3 und B 5 zu Hilfe nehmen, ergibt sich für das Jahr 1990 folgende Gesamt-Jahresinvestition und folgende Zahl von Arbeitsplätzen:

Tabelle B 6

	Jahres- Investition (Milliarden \$)	Zahl der Arbeitsplätze (tausend)		
		Direkt	Indirekt	Insges.
Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung				
Gebäude	5,7	125	74	199
Haushaltsgeräte	1,4	29	23	52
Passive Solarsysteme	0,7	15	11	26
Aktive Solarsysteme	14,8	266	244	510
Insgesamt	22,6	435	352	787

Im Vergleich dazu beträgt die Gesamtinvestition für neue Privathaushalte nach BLS-Projektionen im Jahre 1990 108 Milliarden Dollar, während das gesamte Erwerbspotential in diesem Wirtschaftszweig 1 564 000 beträgt. Somit ergibt sich ausgehend von dem hier projizierten Industriezweig für Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung und der Solarenergie für den Wirtschaftszweig selbst und für abhängige Wirtschaftszweige, die Material und Ausrüstung liefern, eine Steigerung von 20 %.

Wir können auch die Gesamteinsparungen im Jahre 1990 und 2000 sowie die Brennstoffeinsparungen schätzen (wenn wir davon ausgehen, daß 3,4 Btu Brennstoff benötigt werden, um 1 Btu elektrischer Energie aus konventionellen Kraftwerken zu produzieren und zu liefern). 1990 würden 54 Millionen Häuser passive und aktive Einrichtungen zur Nutzung der Sonnenenergie haben. Im Jahre 2000 würden diese Zahlen 114 Millionen bzw. 75 Millionen lauten. Die Energie- und Brennstoffeinsparungen sind wie folgt:

Tabelle B 7

	Eingesparte Energie (quads pro Jahr)	
	1990	2000
Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung		
Gebäude	2,7	5,7
Haushaltsgeräte	1,4	2,9
Passive Solarenergie	0,3	0,7
Aktive Solarenergie	1,4	3,0
Insgesamt	5,8	12,3
Eingesparter Brennstoff	10,0	23,0

Wenn diese Einrichtungen erst einmal installiert sind, sind sie relativ wartungsfrei. Solarheizsysteme werden jedoch von Zeit zu Zeit defekt und reparaturbedürftig. Wenn wir einen Durchschnitt von 2 Arbeitsstunden pro Jahr und pro Haushalt für die Wartung des Solarsystems annehmen, wird es im Jahre 1990 ca. 40 000 Arbeitsplätze in diesem Tätigkeitsfeld geben.

3. Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung

Der Wirtschafts- und Verwaltungssektor, einschließlich nicht privater Gebäude (außer Industrieanlagen) wie Bürogebäude, Einzelhandelsgeschäfte, Schulen, Krankenhäuser usw. ver-

brauchte im Jahre 1977 ca. 5,5 quads; für 1990 wird ein Verbrauch von ca. 8,4 quads erwartet. Ca. 30% davon beträgt derzeit der Anteil an Elektrizität. Für 1990 wird ein Anstieg dieses Anteils auf ca. 37% erwartet [54, 44, 55]. Im Verwaltungssektor sind wesentliche Energieeinsparungen möglich. Hier gibt es nicht nur die in unserer Volkswirtschaft üblichen Ineffizienzen, weil Maßnahmen zu rationellen Energieverwendung bei Ausrüstung und Gebäudeplanung nicht beachtet wurden, sondern insbesondere die Verschwendung der Energie, die bei in jüngerer Zeit gebauten Häusern besonders groß ist [56, 19].

Rationelle Verwendung von Energie

Die American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) hat Richtlinien für die rationelle Verwendung von Energie (conservation) in neuen Gebäuden herausgegeben, die, wenn sie gewissenhaft angewendet werden, den Energieverbrauch in Bürogebäuden um 60% und in Einzelhandelsbetrieben um 40% verringern würden [57]. In dem Bundeserlaß vom 20. Juli 1977 wurde bereits das Ziel formuliert, bis 1985 45 % weniger Energie in neuen Regierungsgebäuden und 20 % weniger Energie in bestehenden Regierungsgebäuden zu verbrauchen. Somit ist es nicht unrealistisch, als Ziel 50 % Energieeinsparung bei allen Bürogebäuden für das Jahr 2000 anzustreben.

Solarenergie

Der Bedarf an Heizung und Heißwasser, der zur Zeit ca. 2/3 des Energieverbrauchs in Wirtschaft und Verwaltung ausmacht, würde um durchschnittlich 42% reduziert werden können, wenn die ASHRAE-Richtlinien angewandt würden. Die Anwendung strafferer Richtlinien, die eine Reduzierung des Energieverbrauchs von 50 % auf diesem speziellen Sektor anstreben, ist somit für das Jahr 2000 ein angemessenes Ziel. Ein großer Teil des verbleibenden Bedarfs könnte dann durch Solarheizsysteme gedeckt werden. Da Solarklimaanlagen jetzt ohne weiteres erhältlich sind, könnten diese dem Solarsystem hinzugefügt werden. Wir nehmen jedoch an, daß dies erst nach dem von uns hier in Betracht gezogenen Zeitraum geschehen wird. Wenn wir alle strikten Maßnahmen zur rationellen Verwendung von Energie anvisieren, können wir annehmen, daß der verbleibende Bedarf an Heizung und Heißwasser, der 1/3 des derzeitigen Energieverbrauchs ausmacht, von Solarenergiesystemen übernommen werden kann.

Projektion

Die Durchführung von Maßnahmen zur rationellen Verwendung von Energie bei neuen Wirtschafts- und Verwaltungsgebäuden wird wahrscheinlich keine zusätzlichen Nettokosten mit sich bringen, da dann kleine, nicht so teure Heiz- und Kühlsysteme installiert werden können. Eine Schätzung aus den ASHRAE-Richtlinien ergibt, daß die Einsparungen für Ausrüstung ungefähr die zusätzlichen Kosten für Isolierung und Effektivitäts-Verbesserungen ausgleichen [57].

Andererseits können wir bei bestehenden Gebäuden erwarten, daß die Maßnahmen zur rationellen Anwendung von Energie ungefähr das gleiche kosten wie bei privaten Wohngebäuden [14].

Die Solareinheiten werden jedoch pro eingesparter Btu ungefähr die Hälfte der für Einfamilienhäuser aufzuwendenden Kosten verursachen. Wenn wir das Ziel setzen, daß im Jahr 2000 100% aller Gebäude Einrichtungen zur rationellen Verwendung von Energie und 50 % aller Gebäude aktive So-

larheizungs- und -Heißwassersysteme haben (Passivsolarmassnahmen können im Zusammenhang mit anderen Massnahmen zur rationellen Verwendung von Energie betrachtet werden), ergibt das folgende Investitionen, Beschäftigungszahlen und Energieeinsparungen:

Tabelle B 8

	Jahres-Investition (Milliard. \$)	Zahl der Arbeitsplätze (tausend)			Eingesparte Energie (quads pro Jahr)	
		Direkte	Indirekte	Insges.	1990	2000
Massnahmen zur rationellen Verwendung von Energie Solarsysteme	2,4	52	34	86	2,5	5,2
	6,6	119	109	228	2,2	3,5
Insgesamt	9,0	171	143	314	4,7	8,7
Eingesparter Brennstoff					8,0	16,0

Hier haben wir die gleichen Projektionen für den Beschäftigtenbedarf pro Dollar Nachfrage verwendet wie im Falle von Privathausbauten und haben Durchschnittswerte für Massnahmen zur rationellen Verwendung von Energie angegeben, wobei wir $\frac{2}{3}$ der Leistungen für die rationelle Energieverwendung bei Gebäudebestandteilen und $\frac{1}{3}$ für effizientere Ausstattung annehmen.

4. Industrielle Nutzung

Im Jahre 1977 verbrauchte die Industrie 21,3 quads aller Endverbrauchsenergie, das sind fast 40 %. Ungefähr 12 % entfielen auf die Elektrizität und weitere 14 % betrug der Anteil an Erdgas und Öl als Ausgangsmaterial [11]. Ca. 70 % des industriellen Energieverbrauchs wird für Prozesswärme in Form von Heißwasser, Dampf, Heißluft oder Direktwärme verwendet [14, 58].

Die Industrie hat schon immer aus Gründen der Kostenkontrolle die eine oder andere Form von rationeller Verwendung von Energie praktiziert. Dies gilt besonders für die Wirtschaftszweige, die hoch energieintensiv sind (Primärmetalle, chemische Industrie, Papier und Ölraffination). Trotzdem gibt es beachtliche Möglichkeiten für weitere Massnahmen zur rationellen Energieverwendung, und auch die Solarenergie kann dazu beitragen, den Brennstoffverbrauch der Industrie zu reduzieren. Wie Hatsopoulos et al. betonen, hat die Industrie bei ihren Entscheidungen für rationelle Energieverwendung Investitionskriterien angewandt, die Massnahmen, die wirklich kosteneffektiv sind, außer Betracht lassen [30].

Rationelle Energieverwendung

Die meisten Voraussagen sprechen von einem kontinuierlichen Anwachsen des Energieverbrauchs der Industrie, aber auch von erhöhter Effizienz ihrer Energieverwendung. Die BLS- und DRI-Projektionen sehen einen absoluten Anstieg des industriellen Energieverbrauchs von 3,1 % jährlich voraus, gleichzeitig aber auch einen jährlichen Rückgang von 1,1 % im Verhältnis des industriellen Energieverbrauchs zum gesamten Produktions-Output [11].

Bis 1990 wird dies einen 13%igen Rückgang im Verhältnis von Energie zu Output ergeben. Verschiedene Studien sind zu dem Schluß gekommen, daß Einsparungen von 30 bis 40 % möglich sind, wenn Organisation und Betrieb des industriellen Fertigungsprozesses besser kontrolliert werden, wenn die Abwärme aufgefangen und erneut verwertet (recycling) oder

für die Erzeugung von Elektrizität verwendet wird, wenn Hochleistungsmotoren eingeführt und die Verwendung von Materialien nach der Recycling-Methode vervielfacht wird [19, 59, 60, 46]. Die zusätzlichen Energieeinsparungen werden im allgemeinen gewisse Kapitalinvestitionen mit sich bringen und dadurch Arbeitsplätze schaffen. Schätzungen der Kosten für Massnahmen zur rationellen Energieverwendung, angefangen von Wärmerückgewinnung über effizientere Elektromotoren bis zu Änderungen des Produktionsprozesses, liegen im Bereich von 0,80 bis 5,00 Dollar pro MMBtu jährlich [30].

Kraft- Wärme- Verbund

Der Kraft-Wärme-Verbund ist der interessanteste dieser Punkte, da er einen Weg aufzeigt, wie man den Elektrizitätsbedarf der Industrie bei Großkraftwerken reduzieren kann, die nur 1 Btu Elektrizität für jede 3,4 Btu nicht regenerierbaren Brennstoffes, den sie verbrauchen, erzeugen. Bei Kraft-Wärme-Verbund läuft der heiße Dampf durch eine Turbine und erzeugt dabei Elektrizität, ehe er bei niedrigerem Druck als Dampf für den Fertigungsprozeß ausgestoßen wird oder es wird niedriger temperierte Abwärme von Zement-Kilns oder anderen Hochtemperaturvorrichtungen verwendet, um Elektrizität zu erzeugen. Der zusätzliche Brennstoff zur Erzeugung von Elektrizität beträgt nur 60 % dessen, was benötigt wird, um eine äquivalente Elektrizitätsmenge in einem Großkraftwerk zu erzeugen, nämlich 6000 Btu pro Kilowattstunde Elektrizität verglichen mit 11 500 Btu pro kwh im Kraftwerk. Der tatsächliche Vor-Ort-Brennstoffverbrauch ist höher als er ohne Kraft-Wärme-Verbund wäre (er beträgt 1,8 Btu pro Btu erzeugter Elektrizität), aber es wird weniger Brennstoff verbraucht als bei zentraler Erzeugung, wodurch 1,6 Btu pro Btu erzeugter Elektrizität eingespart werden [33].

Heute entspricht die vorhandene Kapazität an Kraft-Wärme-Verbund einem Großkraftwerk von 15 000 Megawatt [61]. Es wurde geschätzt, daß ca. 50% der gesamten Produktionsdampferzeugung für Kraft-Wärme-Verbund geeignet sind, und daß das Potential zur effizienten Verbund-Erzeugung von Elektrizität einer 193 000 Megawatt-Kraftwerkskapazität zum gegenwärtigen Zeitpunkt entspricht. Wenn solche Generatoren 90 % der Zeit in Betrieb sind, würden sie 3,4 quads pro Jahr an Elektrizität produzieren [33]. Die Kosten für eine Kraft-Wärme-Verbund-Ausrüstung (für die zusätzliche Elektrizität erzeugende Kapazität) liegen zwischen 8 bis 30 Dollar pro MMBtu an jährlicher äquivalenter Elektrizität [33, 4, 62, 30, 63].

Solarenergie

Solarenergie kann dazu verwendet werden, die Wärme und den Produktionsdampf für industrielle Anwendungsbereiche zu liefern. Nur bei sehr hohen Temperaturen (über 1000° F o. ä.) wird es schwierig, Wärme von Sonnenkollektoren zu verwenden [35, 46].

Im folgenden geben wir einige Kostenschätzungen für Solarsysteme:

	Dollars pro MMBtu pro Jahr
Hochtemperatur-Brennspiegel-Kollektor [35, 64]	30-70
Heliostat (Energieturm) [46, 64]	15-80
Rankine-Maschine [35, 4]	15-30

Da industrielle Heizprozesse ungefähr zu 80% effizient sind, ersetzt jedes durch Solarmaßnahmen erzeugte Btu 1/0,8 = 1,25 Btu Brennstoff.

Projektion

Wir setzen folgende Ziele für den industriellen Industrieverbrauch: Zusätzliche 20%ige Verringerung des Energieverbrauchs im Jahre 1990 durch Verbesserung des Produktionsprozesses, durch Wiedergewinnung und durch die Verwendung von effizienteren Motoren und anderen Einrichtungen.

100%ige Nutzung aller kosteneffizienten Kraft-Wärme-Verbund-Anlagen im Jahre 2000.

Bereitstellung von 25 % der gesamten industriellen Produktionswärme durch Solarenergie.

Um die Auswirkung solcher Ziele bestimmen zu können, verwenden wir die DRI-Projektion von 31,9 quads an industriellem Energieverbrauch einschließlich 6,6 quads Elektrizität im Jahre 1990 [11]. Wir nehmen darüber hinaus an, daß das Kraft-Wärme-Verbund-Potential im Verhältnis zur Zahl der Beschäftigten auf dem Produktionssektor steigt, und daß der Produktionswärmebedarf im Verhältnis zum Produktions-Output ansteigt. Wie bereits vorher erwähnt, nehmen wir an, daß zwischen 1980 und 1985 Programme in Gang gesetzt werden, die danach auf konstantem Investitionsniveau bleiben.

Wir schätzen die Beschäftigung, indem wir einen durchschnittlichen Anteil der Sektoren annehmen, die bei der Herstellung industrieller Anlagen beteiligt sind. Dies erscheint zweckmäßig bei industriellen Geräten zur rationellen Energieverwendung; wahrscheinlich ist auch die für industrielle Zwecke geeignete Solarausrüstung komplexer und verfeinerter als die einfachen Geräte, die auf privaten und kommerziellen Gebäuden installiert werden. Wir nehmen also einen Durchschnitt aus folgenden Sektoren: Motoren, Turbinen und Generatoren (BLS-Sektor 83); spezielle Industriemaschinen (BLS-Sektor 88); allgemeine industrielle Maschinenanlagen (Sektor 89); Maschinen des Dienstleistungssektors (BLS-Sektor 93); elektrische Industrieanlagen (BLS-Sektor 95) und schließen am Rande den LKW-Transport- und den Großhandels-(BLS-Sektor 119, 129) mit ein.

Daraus ergibt sich folgendes:

Tabelle B 9

Maßn. z. rationellen	Jahres-Investition (Milliard. \$)	Zahl der Arbeitsplätze (tausend)			Eingesparte Energie (quads pro Jahr)	
		Direkte	Indirekte	Insges.	1990	2000
Energieverw. Kraft-Wärme-Verbund Solarsysteme	1,5	20	25	45	6,4	8,6
	3,8	51	62	113	1,8	3,8
	12,1	163	198	361	4,3	9,5
Insgesamt	17,4	234	285	519	8,9	14,3
Eingesp. Brennstoff					19,0	34,0

Kraft-Wärme-Verbund- und Solaranlagen müssen gewartet und repariert werden. Schätzungen zufolge betragen die jähr-

^{y)} Interessanterweise scheint die einst attraktive Idee des „dial a bus“ (telephoniere nach dem Bus) wegen der durchschnittlich geringen Auslastung auf einigen Versuchsstrecken jetzt weniger Anklang zu finden; es werden 15 % mehr Energie pro Fahrgastmeile benötigt als beim Pkw.

lichen Betriebs- und Wartungskosten ca. 1 % ihrer Kapitalkosten [65]. 1990 wird dies 1,4 Milliarden Dollar ausmachen. Wenn wir den BLS-Sektor 21 „Wartung und Reparatur“ heranziehen, um die sich daraus ergebende Beschäftigung zu schätzen, ergeben sich insgesamt 48 800 Arbeitsplätze und 32 400 direkte Arbeitsplätze.

5. Transport und Verkehr

Die Verwendung von Energie im Transportwesen ist eines der wichtigsten, aber auch problematischsten Gebiete, die man angehen muß, wenn man den Verbrauch an nicht regenerierbaren Brennstoffen reduzieren will. Sowohl die Bedeutung wie auch die Schwierigkeit reflektieren die überwältigende Vormachtstellung des Personenkraftwagens (und in 2. Linie des LKW) im heutigen amerikanischen Transportwesen. Das Privatauto verschlingt enorme Mengen des immer knapper werdenden Brennstoffes; es hat aber auch dazu beigetragen, Landnutzungspläne für den privaten und geschäftlichen Hausbau zu entwickeln, die es jetzt erschweren, auf das Privatauto als persönliches Transportmittel zu verzichten. Es wäre nur über einen Zeitraum von 50 Jahren oder mehr, der typischen Umschlagzeit für Privathäuser, möglich, wirklich wesentliche Veränderungen in der Struktur des Transportwesens ins Auge zu fassen. Trotzdem können schon jetzt einige Schritte unternommen werden, und es ist wichtig, daß die 50jährige Übergangsphase jetzt eingeleitet wird, solange es noch in ausreichender Menge Benzin gibt.

Der Anteil des Ölverbrauchs für Transport betrug 56 % oder 34 quads im Jahre 1977. Darüber hinaus wird für ölraffination ca. 0,12 Btu für jede Btu verwendbaren produzierten Öls benötigt; das Transportwesen beansprucht damit 63% des derzeitigen Ölverbrauchs [11, 14]. Hauptverbraucher des für das Transportwesen benötigten Brennstoffes sind: PKW (47%), LKW (22 %), Schiffe (15 %) und Flugzeuge (7%). Der Anteil der Busse beträgt weniger als 1 % und des Schienenverkehrs (über den hauptsächlich Fracht befördert wird) nur 3 % [66]. Die am wenigsten effiziente Nutzung des Autos liegt natürlich im Stadtverkehr, wo eine einzige Person, die allein in einem 2-Tonnen-Fahrzeug zur Arbeit fährt, fast ein Symbol der Energieverschwendung Amerikas geworden ist. Untersuchungen über das städtische Verkehrswesen haben gezeigt, daß Busse im Durchschnitt nur 43 % der Energie pro Fahrgastmeile benötigen, die Autos verbrauchen, während das Schienentransportsystem nur 29 % verbraucht ⁹⁾

[28] Trotzdem macht das Massentransportwesen immer noch nur 2,5 % des gesamten städtischen Fahrgastverkehrs aus [67].

Technologische Veränderungen

Das Auto verbraucht den meisten Brennstoff und bietet die größte Möglichkeit für Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung. Die Suche nach höherer Automobil-Effektivität ist der erste Schritt, der unternommen wurde und noch unternommen werden kann, um den Ölverbrauch zu reduzieren. Der Energy Policy and Conservation Act von 1975 forderte für ein Durchschnittsauto des Baujahres 1985 einen Benzinverbrauch von 1 Gallone auf 27,5 Meilen, eine wesentliche Verbesserung gegenüber den 17,1 Meilen im Jahr 1976. VW hat einen hochgezüchteten mit Diesel angetriebenen Golf („Rabbit“) auf den Markt gebracht, der 60 Meilen pro Gallone macht. Wir haben also noch einen langen Weg vor uns. Die Brennstoff-Effizienz kann verbessert werden durch Verbesserung der Motorkonstruktion, bessere Abstimmung des Motors auf die Belastung des Wagens, reduzierten Wider-

stand durch Änderung im Karosseriedesign, durch Verwendung von Radialreifen und durch Gewichtsverringerung des Autos. Dieselmotoren, die 30 % weniger Brennstoff verbrauchen, sollten im großen Maßstab eingeführt werden, vorausgesetzt, daß die für sie typische Feststoffverschmutzung reduziert werden kann. Es erscheint angemessen, für das Jahr 2000 einen neuen Durchschnitt von 40 Meilen pro Gallone anzustreben, wobei diese Verbesserungen in erster Linie durch Gewichtsverringerung erzielt werden können. Wenn dies geschehen würde, und wenn die gefahrenen Automeilen proportional zur erwachsenen Bevölkerung steigen [17], würde der Brennstoffverbrauch von Autos im Jahre 1990 auf 5,4 quads und im Jahre 2000 auf 4,5 quads, die Hälfte des derzeitigen Wertes, fallen.

Es sieht nicht so aus, als ob dies sehr große Auswirkungen auf die Beschäftigung haben würde, außer im Bereich Forschung, wo neue Produktionsverfahren in der Automobilproduktion erprobt werden. Wahrscheinlich wird weniger Stahl verwendet werden, aber der Stahl-Input beträgt nur ca. 7% des Wertes des Auto-Outputs. Eine Studie kam zu dem Schluß, daß die nicht treibstoffbezogenen Kosten des 40-Meilen-pro-Gallone-Autos „bemerkenswert unempfindlich“ im Verhältnis zum Benzinverbrauch pro Meile sind, was wiederum auf nur ganz geringe Arbeitsmarkteffekte hindeutet [23].

Auch Öl kann gespart werden, wenn Elektro-Fahrzeuge, insbesondere für Überlandverkehr, verwendet werden. Die dafür notwendige Elektrizität, die jetzt von Kohlekraftwerken geliefert wird, könnte dann aus direkter oder indirekter Sonnenenergie erzeugt werden. Da jedoch auf der Basis von Solarenergie erzeugte Elektrizität im Jahre 1990 noch nicht hinreichend zur Verfügung stehen wird, wird dies keinen wichtigen Teil in unserer für diesen Zeitraum projizierten „Solaren Volkswirtschaft“ bilden.

Verhaltensänderungen

Die Aufforderung, anstelle des energieineffizienten Autos oder Flugzeuges Busse, Untergrundbahnen, Trolleybusse und Züge zu benutzen, ist ein naheliegender Schritt in Richtung auf eine rationelle Energieverwendung. Es ist jedoch, zumindest kurzfristig gesehen, schwierig, auf diese Weise große Energieeinsparungen zu erzielen. So benutzen heute weniger als 3 % der städtischen Fahrer Massentransportmittel, und nicht einmal eine Verdoppelung der Anzahl dieser Personen, die mit Bus und Untergrundbahnen fahren, würde eine große Auswirkung auf den Autoverkehr haben. Vielmehr hat Hirst geschätzt, daß eine solche Verdoppelung nur 0,1 quads pro Jahr einsparen würde [67]. Die vorhandenen Massentransportmittelsysteme kosten ca. 4 Milliarden Dollar pro Jahr. Wenn ihr Umfang und – mutmaßlich – ihr Benutzerumfang sich verdoppeln würden, würden entsprechend hohe Betriebskosten hinzukommen plus mindestens doppelt so hoher Investitionen für Ausrüstung, Schienen, Reparatur-Einrichtungen usw. bei gleichzeitiger Einsparung von ca. 0,5 Mrd. Dollar an Benzinausgaben. Wenn wir dies in die Größen umrechnen, die wir vorher verwendet haben, und wenn wir die Betriebskosten mit einer jährlich 10 % verzinslichen Investition gleichsetzen, belaufen sich die eingesparten Kosten für Massentransport auf 500 Dollar pro MMBtu pro Jahr. Damit liegen die Kosten viel höher als bei jeder anderen der von uns geprüften energieeinsparenden Investitionen. Zusätzlich erfordern diese Maßnahmen, im Unterschied zu den anderen bereits diskutierten, eine Veränderung der alltäglichen Verhaltensweise, nämlich mit dem Massenverkehrsmittel zur Arbeit zu fahren – wenn die Energieeinsparungen verwirklicht werden sollen – außerdem würden sie den Verbrauch an nicht regenerierbaren Brennstoffen fortsetzen.

Ein gewisser Grad an Verhaltensänderungen kann ohne zusätzliche Investitionen erreicht werden, insoweit die Bevölkerung dazu motiviert wird, zu energieeffizienteren Verkehrsmitteln überzuwechseln. Quantitativ wird sich dies als Erhöhung des Auslastungsfaktors (Durchschnittszahl der Fahrgäste) für Busse und Bahnen auswirken und als erhöhter Auslastungsfaktor für Autos, und zwar in dem Maße, in dem man Fahrgemeinschaften zum Arbeitsplatz bildet. Wenn man die Zahl der Autos, die zwei Leute befördern von durchschnittlich 1 von 5 auf 2 von 3 erhöhen würde, so würde fast 1 quad eingespart werden.

Projektion

Nach den DRI-Projektionen wird es als Ergebnis des ansteigenden Ölpreises zwischen 1977 und 1990 einen Rückgang im Benzinverbrauch von 5 quads geben. Das stimmt mit den von uns erörterten Auswirkungen von Verbesserungen in der Automobileffizienz und von Abwanderungen zu Massentransportmitteln überein. Was die Beschäftigungswirkungen anbetrifft, ist das erstere zwar effizient hinsichtlich einer Verringerung des Benzinverbrauchs, eröffnet aber nur geringe Möglichkeiten für die Schaffung von Arbeitsplätzen. Während das letztere potentiell viele Arbeitsplätze schaffen könnte (durch die Herstellung und Einrichtung von Massentransportsystemen und den Betrieb dieser Systeme), wird es andererseits nicht genügend Energieeinsparungen erbringen, um allein aus diesen Gründen gerechtfertigt zu sein. Daher projizieren wir keine energiebezogenen Beschäftigungswirkungen, die sich auf Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung im Transportwesen beziehen.

Auf lange Sicht kann die Abwanderung zu Massentransporten einen Trend zu verdichteter Bauweise einleiten, was zur Folge hätte, daß 1. energieeffizienter gebaut wird und 2. Massentransportmittel anstelle von PKWs benutzt werden. Es gibt Studien, die darauf hindeuten, daß Kommunen mit verdichteter Bauplanung den Bau von energieeffizienteren Häusern und Solarenergie-Installationen eher ermöglichen und letztere effizienter durchführen und darüber hinaus die Transportkosten stark reduzieren können. Auf diese Weise wurden Energieeinsparungen von 60% geschätzt [28, 69, 68, 29]. Obwohl also Investitionen in das Massentransportwesen kurzfristig aus Gründen einer rationellen Energieverwendung allein nicht gerechtfertigt sind, bilden sie offensichtlich einen wesentlichen Bestandteil einer langfristigen Strategie [70].

6. Flüssige Brennstoffe

Organische Abfallstoffe oder Biomassen werden in der Zukunft eine wichtige Energiequelle darstellen. Landwirtschaftliche Abfälle wie auch Abwässer und andere städtische Abfälle enthalten aufgespeicherte Sonnenenergie, genau wie Öl, das Endprodukt von einst lebenden energiespeichernden Pflanzen. Diese Abfälle können zur Erzeugung von Wärme und Elektrizität verbrannt werden, aber sie werden in der Zukunft als Quelle für flüssige und gasförmige Brennstoffe noch viel wertvoller sein. Es gibt andere, ebenso effiziente Methoden, um aus der direkten und indirekten Nutzung von Sonnenenergie Wärme und Elektrizität zu gewinnen, aber es gibt für flüssige und gasförmige Brennstoffe, wie sie im Transportwesen benötigt werden, keine andere derart leicht verfügbare Quelle. Biologische Materialien können zur Herstellung von Methan (dem brennbaren Bestandteil von Erdgas), und den beiden Formen von Alkohol, nämlich Äthylalkohol und Methylalkohol dienen. In unserem derzeitigen Transportsystem wären nur geringfügige Änderungen erforderlich

um diese, auf Solarenergiebasis erzeugten Brennstoffe nutzbar zu machen. Im Mittelwesten wurde bereits Benzin mit 10%igem Alkoholgemisch verwendet, und in Brasilien wird jetzt Äthanol für Kraftfahrzeuge hergestellt (zum 2-3fachen US-Benzin-Preis). [4]

Aus einem acre Getreide (= 30 bushels; 1 bushel = 36,37 Liter) könnten 15 000 cubic feet (16 MMBtu) Methan oder 85 Gallonen (8 MMBtu) Äthylalkohol pro Jahr erzeugt werden. Aus einem Morgen „corn“ (amerik. Hafer oder Mais = Anm. d. Übers.) könnte die doppelte Menge produziert werden und aus Zuckerrüben sogar noch mehr [71]. (Es sei erwähnt, daß Äthanol und Methanol pro Gallone 76 bzw. 54% des Energiegehalts von Benzin haben). Der Energiegehalt aus den jährlichen 1 600 Millionen t an laufenden Abfallprodukten (Getreideabfälle, Dung aus Tierfutter und städtische Abfälle) beträgt ca. 8 quads. Man erwartet, daß diese Ziffer im Jahr 2000 auf 16 quads ansteigt. Wegen der Verluste und des Brennstoffverbrauchs während des Umwandlungsprozesses kann nur ca. die Hälfte davon in Form von Methan und Alkohol zurückgewonnen werden [72, 73].

Abfallprodukte erzeugen ca. 3 500 Btu pro Pound, das sind ca. 1/3 des Energiewertes von Kohle.

Biogasanlagen, die „anerobische Fermentation“ zur Herstellung von Methan verwenden, oder „Pyrolyse“, zur Erzeugung eines Niedrig-Btu-Gas, kosten 10 bis 25 Dollar pro MMBtu und Jahr. [4, 74] Anlagen, die Alkohol erzeugen, kosten 15-35 Dollar pro MMBtu Jahresoutput¹⁰⁾ [40, 75].

Wenn wir uns für das Jahr 2000 das Ziel setzen, daß die Hälfte aller landwirtschaftlichen und städtischen Abfallprodukte in Methan oder Alkohol umgewandelt werden, ergibt sich folgendes:

Tabelle B 10

Jahresinvestition (Milliarden Dollar)	4,3
Zahl der Arbeitsplätze	
Direkte	89 000
Indirekte	77 000
Insgesamt	166 000
Eingesparte Energie (quads pro Jahr)	
1990	1,8
2000	4,0

Wir haben die Beschäftigungswirkung anhand des BLS-Sektors 17 = Bau von neuen öffentlichen Versorgungseinrichtungen, bestimmt. Für abfallverarbeitende Anlagen werden ca. 30 Arbeitskräfte pro Billion Btu Jahresoutput benötigt [74]. Wenn man die BLS-Schätzungen von 1,83 für das Durchschnitts-Verhältnis indirekter zu direkten Arbeitsplätzen in den elektrischen Versorgungsbetrieben (BLS-Sektor 126) sowie bei Wasser und Sanitär-Dienstleistungen (BLS-Sektor 128) zugrunde legt, ergeben sich für den Betrieb dieser Anlagen für 1990 ca. 54 000 direkte und 97 000 Arbeitsplätze insgesamt.

¹⁰⁾ Eine weitere potentielle Quelle für transportable Energie ist Wasserstoff, der aus Wasser unter Verwendung von Elektrizität oder hohen Temperaturen erzeugt werden kann. Es wurde geschätzt, daß eine Wasserstoffherzeugung mit Anwendung von „Solarwärme-Receivern“ (Energieturm) eine Investition von 22 Dollar pro MMBtu pro Jahr benötigen würde [76].

7. Elektrizität

Es gibt eine ganze Reihe von Methoden, um Elektrizität unter Verwendung von Sonnenenergie zu erzeugen. Bei aktiver Marktstimulanz von seiten der Regierung und mit finanziellen Maßnahmen zur Überwindung einiger institutioneller Barrieren, könnten sie einen wesentlichen Beitrag zur Deckung des Energiebedarfs in Amerika um die Jahrhundertwende leisten.

Solarzellen (photovoltaische Zellen)

Bereits seit einigen Jahrzehnten werden lichtempfindliche Halbleiter dazu benutzt, brauchbare Mengen an Elektrizität, insbesondere zur Anwendung in abgelegenen und ländlichen Gegenden, zu erzeugen. Das Produktionsvolumen war gering und die Kosten hoch, so daß es nicht möglich war, Elektrizität zum üblichen Preis zu erzeugen. Die Produktion nimmt jedoch allmählich zu und aktive Forschung und Entwicklung sind im Gange; auch die Preise scheinen rapide zu fallen. Solarzellen kosteten Ende der Fünfziger Jahre 2 000 Dollar pro Watt-Spitzenleistung. Endes des Jahres 1977 konnte man sie bereits für 6 Dollar pro Watt kaufen [31]. Die Elektrizität von solchen Systemen würde ca. 1 Dollar pro kWh kosten, entspricht jedoch immer noch den 25fachen Kosten von konventionell erzeugter Energie. Das Department of Energy fordert für 1980 für Solarzellenfelder einen Preis von 1 bis 2 Dollar pro Watt-Spitzenleistung, für 1985 50 Cents pro Watt-Spitzenleistung, und für 1990 10 bis 30 Cents pro Watt-Spitzenleistung.

Zu diesem Zeitpunkt würde sich ein Jahresumsatz von 50 000 Watt-Spitzenkapazität ergeben. Bei dieser Rate würde die Solar-Elektrizität mehr als 20% zu dem in den üblichen Projektionen vorausgeschätzten Jahreszuwachs an Elektrizitätserzeugungskapazität beitragen [77].

Wenn wir annehmen, daß diese Ziele erfüllt werden, und daß Solarzellenfelder im Durchschnitt auf 20 Cents pro Watt-Spitzenleistung kommen, wird ein installiertes Kollektorsystem 30-75 Cents pro Watt-Spitzenleistung oder 2-5 Dollar pro square foot kosten [35].

In einem solchen System machen die Solarzellen 2/3 des Preises aus. Ein alternatives Modell mit weniger, jedoch teureren und effektiveren Zellen verwendet einen optischen Konzentrador, der das Sonnenlicht auffängt, und es dann auf der Zelle sammelt. In einem solchen System entfallen auf die Zelle nur 20% der Kosten; es müssen somit hinsichtlich ihres Entwurfs und ihrer Verwirklichung nicht erst künftige technologische Entwicklungen abgewartet werden. Die Verwendung effizienter Zellen ermöglicht es jedoch, mehr Sonnenlicht einzufangen und umzuwandeln. OTA spricht von Effizienzen von 15-30%; die Kosten für die auf diese Weise erzeugte elektrische Energie würden 50 bis 120 Dollar pro MMBtu pro Jahr betragen [35, 78].

Eine weitere Variante ist die Anwendung des Solarzellensystems in einem Kraft-Wärme-Verbund-Modus, wobei durch Wasser oder Luft Wärme für Raum- und Wasserheizung aus dem Kollektor abgezogen wird. Ein solches System ermöglicht die Rückgewinnung der 4 bis 5fachen Wärmeenergie im Vergleich zur Elektrizität. Zum Speichern von Wärme ist es fast so effizient wie der Flachelement-Kollektor und es kann die Kosten für Solarelektrizität um die Hälfte reduzieren [79].

Windkraft

Der Wind wurde so lange als Energiequelle benutzt, bis er durch hauptsächlich aus Wasserkraft gewonnene Elektrizität ersetzt wurde. Jetzt bahnt sich ein come-back an. Da die Ko-

sten der konventionellen Energiequellen klettern, wird Wind als brennstofffreie Energiequelle wieder attraktiv. Windgeneratoren sind zu Preisen von 40-60 Cents pro Watt-Spitzenleistung und mit Nennleistungen von wenigen Kilowatt bis zu mehreren Megawatt [49, 4] im Handel erhältlich. Wenn sie an Plätzen mit durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten von 14 Meilen pro Stunde installiert werden, erzeugen die Windgeneratoren ca. 1 250 Kilowatt-Stunden pro Jahr für jedes Kilowatt Nennleistung [71]. Somit beträgt der Preis für solche Einrichtungen 30 bis 50 Cents pro Kilowattstunde/Jahr oder 100 bis 150 Dollar pro MMBtu/Jahr.

Wärme kraftmaschinen

Solarenergie kann zum Antrieb von Wärme kraftmaschinen verwendet werden, genauso wie durch die Hitze aus verbrannter Kohle oder Uranspaltung dampfbetriebene Generatorturbinen in den Groß-Kraftwerken angetrieben werden. Es gibt eine ganze Anzahl effizienter Maschinen, die bei über Sonnenkollektoren erzielbaren Temperaturen betrieben werden können, oder aber sie sind noch in der Entwicklungsphase. Ihre Preisskala reicht von 100 bis 400 Dollar pro Kilowatt [35]. Wenn wir einen Nutzwert von 15% und einen Auslastungsfaktor von 80% annehmen und diese Maschinen an geeignete Kollektoren koppeln, ergeben sich Systemkosten von 40 bis 140 Dollar MMBtu pro Jahr. Es handelt sich hier um komplexe Systeme, die mehr Wartung benötigen als die relativ simplen Solarzellen- oder Windsysteme.

Projektion

Setzen wir uns das Ziel, daß im Jahre 2000 25% der derzeitigen Elektrizitätserzeugung (oder 1,75 quads pro Jahr) durch diese auf direkter und indirekter Nutzung von Sonnenenergie basierenden Quellen geliefert werden. Nehmen wir ebenso willkürlich an, daß jede der drei Quellen uns 1/3 dieses Outputs liefert. Dann ergibt sich folgendes:

Wir gehen hier davon aus, daß die Programme im Jahre 1985 beginnen und sich nach einer Periode technologischer Entwicklung bis zum Jahre 1990 aufbauen und danach eine kon-

Tabelle B 11

	Jahres- Invest. (Mrd. \$)	Zahl der Arbeitsplätze (tausend)			Eingesparte Energie (quads pro Jahr)	
		Direkte	Indirekte	Inges.	1990	2000
Solarzellen	3,6	69	53	122	0,16	0,58
Wind	5,3	91	81	172	0,16	0,58
Wärme kraft- maschinen	3,4	31	59	90	0,16	0,58
	12,3	191	193	384	0,48	1,74

gungswirkungen folgendermaßen bestimmt:

Bei Solarzellen entfallen 2/3 der Beschäftigung auf die im Sektor „Elektronische Bauelemente“ (BLS 101) entstehende

Nachfrage und 1/3 der Beschäftigten auf die Nachfrage im BLS-Sektor 15 „Neue Privatwohnhausbauten“.

Bei Windenergie ist der BLS-Sektor 95 „Elektrische Industrieausstattung“ betroffen, bei Wärme kraftmaschinen der BLS-Sektor 83 „Turbinen, Maschinen, Generatoren“.

8. Erschöpfbare Energiequellen

Die Einführung der in den vorangegangenen Abschnitten dieses Teils vorgeschlagenen Maßnahmen würde den Verbrauch an nicht regenerierbaren Brennstoffen wesentlich eindämmen. Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung würden den Gesamtenergiebedarf reduzieren und regenerierbare Formen von Energie würden nach und nach die Brennstoffe ersetzen, die heute vorherrschen.

Wenn wir die Einsparungen, die sich durch jede CARE-Maßnahmen ergeben, zusammenfassen, erhalten wir daraus die Gesamteinsparungen im Jahre 1990.

Die Zurechnung der Einsparungen auf die verschiedenen Brennstoffe nehmen wir in der Weise vor, daß wir sie im gleichen Verhältnis aufteilen, wie der von DRI für jeden Sektor projizierte Verbrauch. Nur Energieträger, die direkt in jedem Sektor verbraucht werden, sind bei den Einsparungen berücksichtigt. Brennstoffe, die für die elektrischen Versorgungsbetriebe verwendet werden, werden separat als Inputs der speziellen energieerzeugenden Sektoren behandelt. Wir kommen dann zu folgendem Verbrauchsschema im Vergleich zur Data Resources Projektion für 1990:

Tabelle B 12

	Einsparungen (quads pro Jahr)	Endverbrauch (quads pro Jahr)	
		DRI	CARE
Kohle	1,6	6,2	4,6
Erdgas	5,9	17,4	11,5
Öl	7,5	41,1	33,6
Elektrizität	8,8	13,5	4,7
Insgesamt	23,8	78,2	54,4

Die Verringerung im Verbrauch von Elektrizität führt zu wesentlichen Einsparungen an Primärbrennstoffen, die aufgeteilt werden müssen auf die Quellen der elektrischen Energie, d. h. Kohle, Erdgas, Öl, Kernkraft, Wasserkraft. Wir nehmen dazu an, daß

1. die Verwendung von Erdgas und Öl auf einen sehr niedrigen Stand reduziert wurde und daß
2. der Beitrag der Kernenergie nicht über den derzeitigen Stand hinaus vergrößert wird, um die vielfältigen Probleme zu vermeiden, die durch die Schaffung größerer Mengen spaltbarer Materialien und Abfallprodukte entstehen,
3. daß der Beitrag der Wasserkraft auf keinen Fall reduziert wird.

Daraus ergeben sich dann folgende Verringerungen im Verbrauch von Primärbrennstoffen:

Tabelle B 13

	Einsparungen an Primär- brennstoffen (quads/Jahr)	Primärbrennstoffverbrauch (quads/Jahr)	
		DRI	CARE
Kohle	13,9	28,1	14,2
Erdgas	7,1	18,6	11,5
Öl	12,8	46,4	33,6
Kernkraft	11,1	13,3	2,2
Wasserkraft	-	4,3	4,3
	44,9	110,7	65,8

Nach Energietyp aufgegliedert, stellen sich die Einsparungen an Primärbrennstoffen und an Elektrizität, soweit sie aus der Einführung von Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung und der Solarenergie im Jahre 1990 resultieren – verglichen mit der DRI-Projektion für 1990 und dem Verbrauchstand von 1977 – wie folgt dar:

Tabelle B 14

	CARE verglichen mit DRI-Projektion 1990	(in %) Verbrauch 1977
Kohle	- 49	- 4
Erdgas	- 38	- 35
Öl	- 28	- 11
Kernkraft	- 83	0
Wasserkraft	0	+ 40
Elektrizität	- 65	- 29

Diese projizierten Verringerungen des Verbrauchs an nicht regenerierbaren Brennstoffen würden sich 1. auf die Verbrauchsausgaben für solche Energieformen im Jahre 1990 wie auch 2. auf die Investitionen in diesem Jahr für die künftige Produktion auswirken. Wir nehmen folgende Wirkungen auf die entsprechenden Wirtschaftszweige an: Verringerung der laufenden Ausgaben für Kohlebergbau, Ölproduktion, -Refinerie und -Verteilung, Erdgasproduktion und -Verteilung und Elektrizitätserzeugung (einschließlich der Primärbrennstoffe, die zur Herstellung benötigt werden) proportional zur Verringerung im Verbrauch des Endprodukts (Tabelle B 12).

Keine Änderung der Investitionen für Öl- und Erdgaserschließung. Die anhaltende Nachfrage nach Öl und Gas zusammen mit der immer größer werdenden Schwierigkeit, neue Inlandsquellen für diese Brennstoffe zu finden, wird auch weiterhin einen hohen Stand der Erschließung notwendig machen.

Keine Investitionen in neue elektrische Kraftwerke. Der projizierte Elektrizitätsverbrauch liegt um 29% unter den 6,7 quads, die 1977 verbraucht wurden. Die zur Zeit existierenden Anlagen zusätzlich der im Bau befindlichen, die im nächsten Jahrzehnt fertig werden, werden nach dieser Projektion im Jahre 1990 eine Überschusskapazität erzeugen. Sie haben eine Betriebslebensdauer von mindestens 30 Jahren und können dann durch die im vorangehenden Abschnitt erwähnten Solarquellen ersetzt werden. Seit den 60er Jahren hat der Bau von elektrischen Energiebetrieben 43 % aller Bauten auf dem Gebiet der öffentlichen Versorgungsbetriebe ausgemacht (was nicht nur Einrichtungen zur Elektrizitätserzeugung und

-Verteilung umfaßt, sondern auch Gasenergiebetriebe, Kläranlagen, Wassersysteme und Telefon- und Telegrapheneinrichtungen) [80, 81]. Wir nehmen an, daß dieses Verhältnis bis 1990 beibehalten wird. Wir nehmen ferner an, daß 25% des Bauvolumens von elektrischen Versorgungsbetrieben auf Übertragungs- und Verteilungseinrichtungen entfallen, deren Bau fortgesetzt wird; die Kosten für die Anlage selbst müssen durch 25%ige Gemeinkosten für Sachkosten wie Grundstücke, Versicherung, Zinsen ergänzt werden.

Wenn wir diese Annahmen zugrunde legen, ergeben sich folgende Dollareinsparungen:

Tabelle B 15

Laufende Aufwendungen	Verringerung der Jahresausgaben (in Milliarden Dollar)
Kohle	2,4 ¹⁾
Erdgas	7,9 ¹⁾
Öl	21,5 ¹⁾
Elektrizität	71,0
Investitionen: Elektrizität	16,0
Insgesamt	118,8

¹⁾ Diese Zahlen geben nur die Ausgabenreduzierung für den Verbrauch des Endprodukts an und nicht für Elektrizitätserzeugung; sie werden ermittelt aus dem Verhältnis der ersten Spalte von Tabelle B 12 zur 2. Spalte von Tabelle B 13 und den BLS-Projektionen für den Output im Jahre 1990. Sie schließen die Ausgaben für Transport und Groß- und Kleinhandel und auch Produktion mit ein.

Um die Beschäftigungswirkungen dieser Ausgaben-Verringerung zu schätzen, müssen wir alle Energiequellen der Reihe nach prüfen, da die Proportionalitäts-Annahme, die der Anwendung der Input-Output-Methode zugrunde liegt, bei vielen Energiewirtschaftszweigen nicht angewendet werden kann:

Wir erwarten, daß bei der Kohleindustrie die Beschäftigung ungefähr proportional zum Output ist. Wie Tabelle B 14 zeigt, gibt es eine Gesamtverringerung von 49 % gegenüber dem für 1990 projizierten Niveau. Wenn wir die BLS-Projektion für Kohlebergbau (BLS-Sektor 11) und Schienentransportwesen heranziehen, erhalten wir eine Verringerung von 263 000 direkten Arbeitsplätzen und 397 000 Arbeitsplätzen insgesamt

Bei der Erdgas-Industrie erwarten wir infolge der projizierten Output-Reduzierung um 38 % nur eine kleine oder gar keine Verringerung der Beschäftigung. Die Beschäftigung hängt von der Größenordnung dieses Wirtschaftszweiges und nicht von seinem Output ab. Das Verteilungsnetz und die Zahl der zu beliefernden Kunden wird sich nicht sehr verändern, da Industrie und Privathaushalte usw. weiterhin Erdgas benötigen werden, und da die regenerierbaren Energiesysteme weiterhin einer Unterstützung bedürfen.

Wir erwarten, daß der Hauptanteil der 28%igen Verringerung im Ölverbrauch durch Verringerung der Importe erzielt werden kann, die nach BLS-Projektionen auf 57% des Ölverbrauchs im Jahre 1990 veranschlagt werden. Somit wird die Inlandsproduktion nicht so stark fallen wie der Gesamtverbrauch; wir erwarten nicht, daß die Zahl der Ölraffinerien oder anderer erdölvertreibender Einrichtungen zurückgeht. Wie auch im Fall der Gasindustrie hängt die Beschäftigung in diesen Einrichtungen mehr von ihrer Anzahl als von ihrem Output ab, und so erwarten wir geringe oder keine Änderung der Beschäftigung. Andererseits erwarten wir eine gewisse

Veränderung bei der Zahl der Erwerbstätigen, die mit dem Verkauf von Öl an Haushalte und Industriezweige (insbesondere Heizöl) zu tun haben. Wenn wir einen Großhandels-Aufschlag von 25% annehmen und die Beschäftigungsprojektionen für den Großhandel (BLS 129) verwenden, ergibt sich eine Reduzierung von 103 000 direkten Arbeitsplätzen und 147 000 Arbeitsplätzen insgesamt [37].

Ungefähr 22 000 Arbeiter sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt in der Uran-Erschließung, im -Bergbau, der -Raffination und der -Verarbeitung beschäftigt, und ein großer Teil des Outputs wird für militärische Zwecke und für die Forschung verwendet [83]. Eine entsprechende Expansion des Wirtschaftszweiges Kernkraft, wie er in der DRI-Projektion vorgesehen ist, würde im großen Maßstab von importiertem und wiederaufbereitetem Uran abhängen. Somit erwarten wir in unseren Projektionen für das Jahr 1990 in diesem Wirtschaftszweig nur einen geringen Rückgang der Beschäftigung, und im Vergleich zum heutigen Stand überhaupt keinen. Wie bei Erdgas hängt auch im Wirtschaftszweig „Elektro-Versorgungsunternehmen“ die Beschäftigung mehr von der Größenordnung des Wirtschaftszweiges – Anzahl der Kraftwerke, Zahl der Kunden, die beliefert werden – ab als von seinem Jahresoutput. Nur ca. 15% der in der Industrie Beschäftigten arbeiten in Kraftwerken. Der Rest wartet und repariert die Verteilersysteme, führt Kundendienste durch und erledigt Verwaltungsarbeiten [83].

Wenn wir annehmen, daß die von uns projizierte 65 %ige Verringerung des Elektrizitätsverbrauchs einen Stopp in der Zahl unserer Kraftwerke widerspiegelt, nicht aber in der Größenordnung des Verteilersystems oder der Zahl der Kunden, dann erwarten wir ungefähr einen 10%igen Rückgang der Beschäftigung oder einen Verlust von 50 000 direkten Arbeitsplätzen und 100 000 Arbeitsplätzen insgesamt.

Die Eliminierung des Baus von Elektro-Versorgungsunternehmen reduziert den BLS-Sektor 17 „Bau von öffentlichen Versorgungsbetrieben“ um 32 %. Unter Verwendung der BLS-Projektion führt dies zu einer Verringerung von 264 000 direkten und 493 000 Arbeitsplätzen insgesamt im Jahre 1990.

Wenn wir addieren, erhalten wir die folgenden Beschäftigungsrückgänge als Ergebnis des verminderten Verbrauchs von nicht regenerierbaren Brennstoffen und abnehmenden Investitionen für energiereizende Einrichtungen:

Tabelle B 16

	Zahl der Arbeitsplätze (in Tsd.)		
	Direkte	Indirekte	Insgesamt
Laufende Aufwendungen	416	228	644
Investitionen	264	229	493
Insgesamt	680	457	1137

9. Die Verwendung der energierelevanten Einsparungen

Die gesamten CARE-Investitionen für das Jahr 1990 und die kumulativen Investitionen für 1990 betragen wie folgt:

Tabelle B 17
(in Milliarden Dollar)

	Jahresinvestition		Kumulative Investition	
	Rationelle Energieverwendung	Solar-energie	Rationelle Energieverwendung	Solar-energie
Priv. Wohnhäuser	7,8	14,8	67,1	127,3
Geschäfts- u. Verwaltungsgebäude	2,4	6,6	20,6	56,7
Industrie	5,3	6,6	45,6	104,0
Flüssige Brennstoffe	—	4,3	—	37,0
Elektrizität	—	12,3	—	45,2
Insgesamt	15,5	50,1	133,3	370,2
Kombinierte Summe	—	65,6	—	503,5

Die Jahreseinsparungen an nicht regenerierbaren Brennstoffen sind um 53,2 Milliarden Dollar höher als die Jahres-CARE-Investitionen. Wenn CARE-Investitionen aus laufenden Einkommen getätigt werden, und wenn die Anbieter von nicht regenerierbaren Brennstoffen und Elektrizität nicht ihre Preise als Antwort auf den Absatzrückgang erhöhen, stehen diese Einsparungen für Ausgaben für zusätzliche Produkte und Dienstleistungen zur Verfügung. Wenn die Aufwendungen im gleichen Verhältnis wie andere Aufwendungen für Konsum- und Investitionsgüter im Jahre 1990 erfolgen, werden dadurch 1 870 000 Arbeitsplätze geschaffen.

Andererseits können die Energieanbieter ihre Preise erhöhen, oder frühere CARE-Investitionen können durch Darlehen finanziert worden sein, und dann würden weniger solcher Arbeitsplätze geschaffen werden. Wenn Darlehenstilgungen durch Zurverfügungstellung von langfristigen Darlehen mit niedrigen Zinssätzen für CARE-Investitionen niedriggehalten werden können, und wenn die Preiserhöhungen des Industriezweiges Energie eingeschränkt werden, werden auf diese Weise eine beträchtliche Anzahl von Arbeitsplätzen geschaffen (und Güter und Dienstleistungen wären in erheblichem Umfang für Konsumenten, die sie sich sonst nicht leisten können, verfügbar). Solange Schuldentilgung und Preisanstieg im Jahre 1990 weniger als 20% der kumulativen CARE-Investitionen betragen, werden Nettoeinsparungen entstehen und zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden können. Selbstverständlich gibt es ein breites Spektrum an Finanzierungsformen, die dies ermöglichen können.

Quellenhinweise

1. Statistical Abstract of the United States, Bureau of the Census, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C., 1977.
2. „Man's Impact on the Global Environment“, Report of the Study of Critical Environmental Problems, MIT Press, Cambridge, 1970.
3. Alvin M. Weinberg, „Can We Do Without Uranium?“, in in „Future Strategies for Energy Development“, Oak Ridge Associated Universities, Oak Ridge, Tenn., 1977.
4. Amory B. Lovins, „Soft Energy Paths“, Ballinger, Cambridge, 1977, and „Soft Energy Technologies“, Annual Review of Energy, 3, 477, 1978.
5. „Jobs and Energy: A Call for Action“, Americans for Energy Independence, Washington, D.C., 1976.
6. For an excellent summary of the case for conservation and solar energy as an employment-producer, see the booklet „Jobs and Energy“ prepared by Environmentalists for Full Employment, 1101 Vermont Ave. NW., Washington, D.C., 1977.
7. „Analysis of the Proposed National Energy Plan“, Office of Technology Assessment, U.S. Congress, Washington, D.C., 1977.

8. For a more detailed examination of the relation between economic growth and energy consumption, see Leonard S. Rodberg, "Energy and Jobs: The Case for CARE", in "Energy and Equity: Some Social Concerns", Joint Center for Political Studies, Washington, D.C., to be published.
9. "Electric Perspectives", 7/76, Edison Electric Institute, New York, N.Y.
10. "Energy: Global Prospects, 1985-2000", Report of the Workshop on Alternative Energy Strategies, McGraw-Hill, New York, N.Y., 1977.
11. Energy Review, Summer 1977, Data Resources, Inc., and Maria Mahon, Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, private communication.
12. Study by Jack Alterman, Bureau of Economic Analysis, U.S. Department of Commerce, 1975.
13. "Patterns of Energy Consumption in the United States", prepared by the Stanford Research Institute for the Office of Science and Technology, Executive Office of the President, Washington, D.C., 1972.
14. "A Time to Choose: America's Energy Future", by the Energy Policy Project of the Ford Foundation, Ballinger, 1974.
15. E. A. Hudson and D. W. Jorgenson, "U.S. Energy Policy and Economic Growth, 1975-2000", Bell Journal of Economics and Management Science, Autumn, 1974; K. C. Hoffmann and D. W. Jorgenson, "Economic and Technological Models for Evaluation of Energy Policy", *ibid.*, Autumn, 1977.
16. The projections used in this study for the period 1977-90 were preliminary results provided by the Office of Economic Growth of BLS. especially Charles T. Bowman. The author is grateful for the assistance of this Office. Summaries of the macroeconomic and industry final demand projections have now been published in Norman C. Saunders. "The U.S. Economy to 1990: Two Projections for Growth" and Arthur Andreassen, "Changing Patterns of Demand: BLS Projections to 1990", both appearing in the December 1978 issue of the Monthly Labor Review. The industry output and employment projections are scheduled for publication in the April 1979 issue of the Monthly Labor Review. These will incorporate some minor revisions from the preliminary results used in this study. For descriptions of earlier projections. see "The U.S. Economy in 1985: A Summary of BLS Projections" (Bulletin 1809), "The Structure of the U.S. Economy in 1980 and 1985" (Bulletin 1831), and "Factbook for Estimating the Manpower Needs of Federal Programs" (Bulletin 1832), all published by the Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, Washington, D.C., 1975.
17. "New Labor Force Projections to 1990: Three Possible Paths", Bureau of Labor Statistics press release, August 16, 1978.
18. Clark W. Bullard, "Energy and Jobs", paper presented at the University of Michigan Conference on Energy Conservation-Path to Progress or Poverty, November 1-2, 1977.
19. Marc H. Ross and Robert H. Williams, "Energy and Economic Growth", prepared for the Joint Economic Committee, U.S. Congress, Washington, D.C., 1977.
20. Robert H. Williams (ed.), "The Energy Conservation Papers", Ballinger, 1975.
21. Denis Hayes, "Rays of Hope", Norton, N.Y., 1977.
22. Wilson Clark, in "Creating Jobs Through Energy Policy", Hearings before the Subcommittee on Energy of the Joint Economic Committee, U.S. Congress, Washington, D.C., March 16-18, 1978.
23. Demand and Conservation Panel of the Committee on Nuclear and Alternative Energy Systems, "U.S. Energy Demand: Some Low Energy Futures", Science, April 14, 1978, p. 142.
24. John P. Holdren, "Environmental Impacts of Alternative Energy Technologies for California", in "Distributed Energy Systems in California's Future", Interim Report, U.S. Department of Energy, Washington, D.C., May 1978.
25. "Solar Energy in Americas Future: A Preliminary Assessment", Division of Solar Energy, ERDA, Washington, D.C., March 1977.
26. "Solar Energy: A Comparative Analysis to the Year 2000", Mitre Corp., McLean, Va., 1978.
27. "Solar Energy: Progress and Promise", Council on Environmental Quality, Washington, D.C., April 1978.
28. M. F. Fels and M. J. Munson, "Energy Thrift in Urban Transportation: Options for the Future", in reference 20.
29. Owen Carroll and Robert Nathans, "Land Use Configurations and the Utilization of Distributive Energy Technology", in "Distributed Energy Systems in California's Future", Interim Report, U.S. Department of Energy, Washington, D.C., May 1978; Robert Twiss, Pat Smith, and Peter Pollock, "Land Use Implications of a Dispersed Energy System", *ibid.*
30. G. N. Hatsopoulos, E. P. Gyftopoulos, R. W. Sant, and T. F. Widmer, "Capital Investment To Save Energy", Harvard Business Review, March-April 1978.
31. Denis Hayes, "The Solar Energy Timetable", Worldwatch Paper 19, Worldwatch Institute, Washington, D.C., 1978.
32. "The Economics of Solar Home Heating", study prepared for the Joint Economic Committee, U.S. Congress, Washington, D.C., March 13, 1977.
33. R. H. Williams, "Industrial Cogeneration", Annual Review of Energy, 3, 1978.
34. H. Craig Petersen, "Sector-Specific Output and Employment Impacts of a Solar Space and Water Heating Industry", Utah State University, Logan, Utah, December 1977.
35. "Application of Solar Technology to Today's Energy Needs", Office of Technology Assessment, U.S. Congress, Washington D.C., Vol. I, June 1978; Vol. II, September 1978.
36. "Jobs From the Sun", California Public Policy Center, Los Angeles, February 1978.
37. "The Input-Output Structure of the U.S. Economy: 1967", Survey of Current Business, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C., February 1974.
38. Robert H. Socolow, "Twin Rivers Program on Energy Conservation in Housing: Highlights and Conclusions", Energy and Buildings 1, 203, 1977-78.
39. Eric Hirst and Janet Carney, "Residential Energy Use to the Year 2000: Conservation and Economics", ORNL/CON-13, Oak Ridge National Laboratory, September 1977, also published as "Effects of Federal Residential Energy Conservation Programs", Science, February 24, 1978, p. 845.
40. Christopher Conway and David Brooks, "Energy and Employment Alternatives", Energy Probe, Toronto, Ontario, Canada, May 25, 1978.
41. Douglas C. Dacy, Robert E. Kuenne, and Paul McCoy, "Employment Impacts of Achieving Federal Energy Conservation Goals Pertaining to Automobile MPG Efficiency. Home Retrofitting, and Industrial Energy Usage for the Period 1978-1985". IDA-Paper P-1347, Institute for Defense Analyses, Arlington, Va., May 1978.
42. Marc H. Ross, "Residential Space Heating", report prepared for Resources for the Future, March 16, 1978.
43. L. Wall et al., LBL Report 5271, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, Calif., 1976.
44. E. Hirst and J. Jackson, "Historical Patterns of Residential and Commercial Energy Uses", Energy 2, 131, 1977.
45. A. H. Rosenfeld et al., "Saving Half of California's Energy and Peak Power in Buildings and Appliances Via Long-range Standards and Other Legislation", paper prepared for California Policy Seminar, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, Calif., January 15, 1977.
46. "Distributed Energy Systems in California's Future", Interim Report, U.S. Department of Energy, Washington, D.C., May 1978.
47. Joseph Kohler and Barbara Putnam, "Passive Cost and Performance Comparisons" in Passive Solar: State of the Art." Proceedings of the 2nd National Passive Solar Conference, Mid-Atlantic Solar Energy Association, Philadelphia, Pa., March 16-18, 1978.
48. James Benson et al., "Long Island Jobs Study", Council on Economic Priorities, N.Y., to be published.
49. "Solar Energy: A Status Report", DOE/ET-0062, U.S. Department of Energy, Washington, D.C., June 1978.
50. Robert Socolow, "The Coming Age of Conservation", Annual Review of Energy 2, 1977.
51. Eric Hirst and Janet Carney: "The ORNL Engineering-Economic Model of Residential Energy Use", ORNL/CON-24, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, July 1978.
52. Monthly Energy Review, U.S. Department of Energy, Washington, D.C., published monthly.
53. Frank W. Sinden, "Two-thirds Reduction in the Space Heat Requirement of a Twin Rivers Townhouse", Energy and Buildings 1, 258, 1977-78.
54. "Residential and Commercial Energy Use Patterns, 1970-1990", Arthur D. Little, Cambridge, November 1974.
55. E. Hirst et al., "Sectoral and System-Wide Effects of the National Energy Plan in the Buildings Sector", Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, June 13, 1978.
56. R. T. Taussig and C. B. Smith in C. B. Smith (ed.), "Efficient Electricity Use", Pergamon Press, New York, N.Y., 1976.
57. "Energy Conservation in New Building Design: An Impact Assessment of ASHRAE 90-75." Conservation Paper No. 43B, Federal Energy Administration, Washington, D.C.
58. "Survey of the Applications of Solar Thermal Energy Systems to Industrial Process Heat", Battelle Columbia Laboratories, 1977, cited in reference 35.
59. Rocco Fazzolari in C. B. Smith (ed.), "Efficient Electricity Use", Pergamon Press, New York, N.Y., 1976.
60. "Industrial Energy Conservation", Hearings before the Subcommittee on Energy, Joint Economic Committee, U.S. Congress, Washington, D.C., July 28, 1977.
61. "Annual U.S. Energy Use in 1976", Bureau of Mines press release, U.S. Department of the Interior, March 14, 1977.
62. T. F. Widmer and E. P. Gyftopoulos. "Energy Conservation and a Healthy Economy." Technology Review, June 1977.
63. "Information Regarding Long Range Conservation Impacts", Pacific Gas & Electric Co., filed with the California Energy Commission, February 21, 1978.
64. "Systems Descriptions and Engineering Costs for Solar-related Technologies", Mitre Corp., McLean, Va., 1978.
65. "Manpower, Materials, Equipment and Utilities Required To Operate and Maintain Energy Facilities", Bechtel Corp., San Francisco, March 1975.
66. D. B. Shonka et al., Transportation Energy Conservation Data Book, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, 1977.
67. E. Hirst, "Transportation Energy Conservation Policies", Science, April 2, 1976, p. 2.
68. T. T. Woodson in C. B. Smith (ed.), "Efficient Electricity Use", Pergamon Press, New York, N.Y., 1976.
69. R. Schoen in C. B. Smith (ed.), "Efficient Electricity Use", Pergamon Press, New York, N.Y., 1976.
70. Paul P. Craig, "Mass Transportation, Energy Conservation, and City Structure: The Need for New Goals", in "Future Strategies for Energy Development". Oak Ridge Associated Universities, Oak Ridge, 1977.
71. Richard Merrill and Thomas Gage (ed.), "Energy Primer: Solar, Water, Wind, and Biofuels", Portola-Delta, Menlo, Park, 1978.