

IKARUS

Instrumente für Klimagas-Reduktions-Strategien

**Forschungsvorhaben
für das
Bundesministerium für Forschung und Technologie**

**Möglichkeiten der Reduktion energiebedingter Klimagasemissionen
in den prozeßwärmeintensiven Branchen des Sektors Kleinverbrauch**

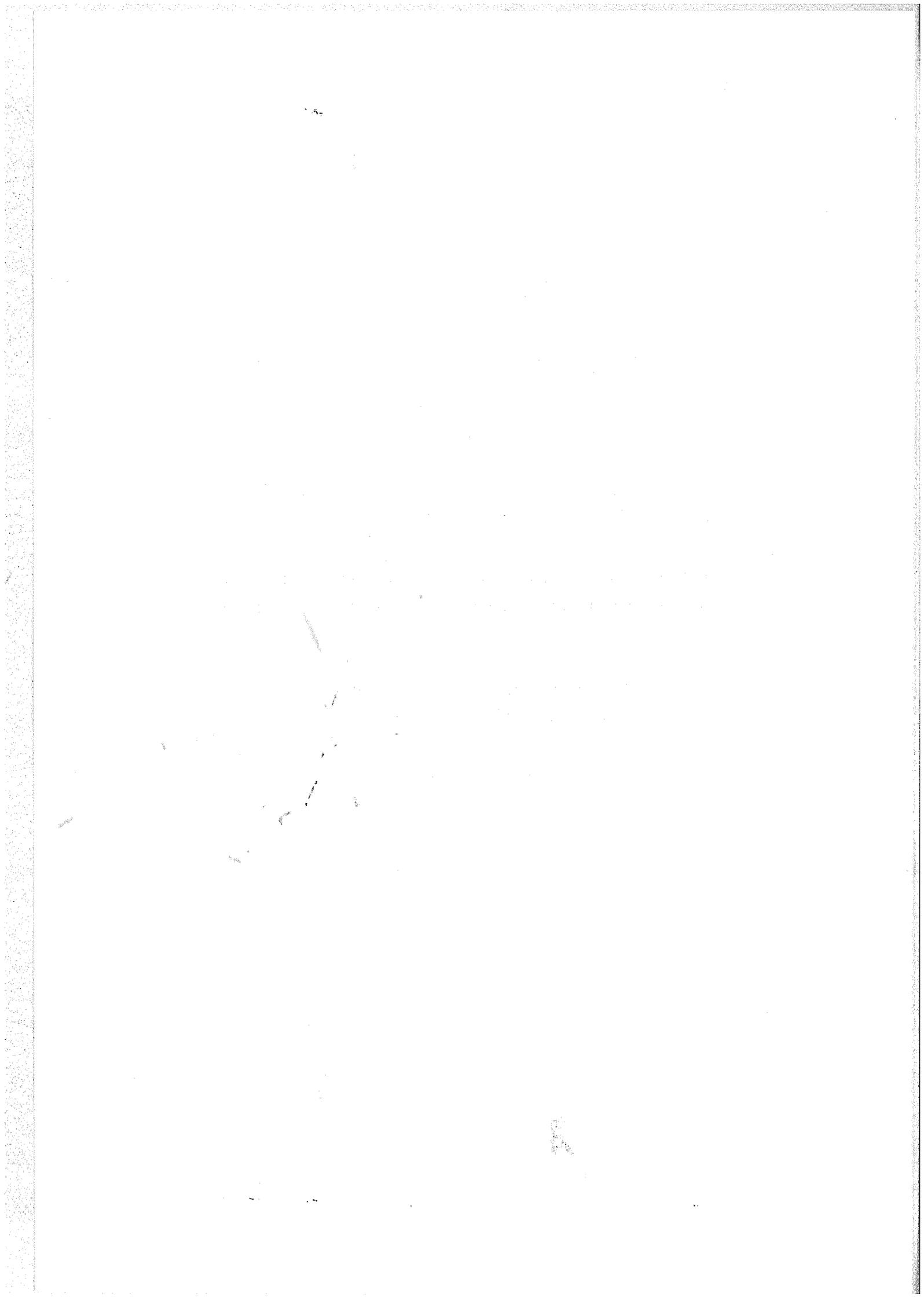
**Ein Beitrag im Rahmen des Teilprojekts 5
"Haushalt und Kleinverbraucher"**

**Zwischenbericht
Stand November 1992**

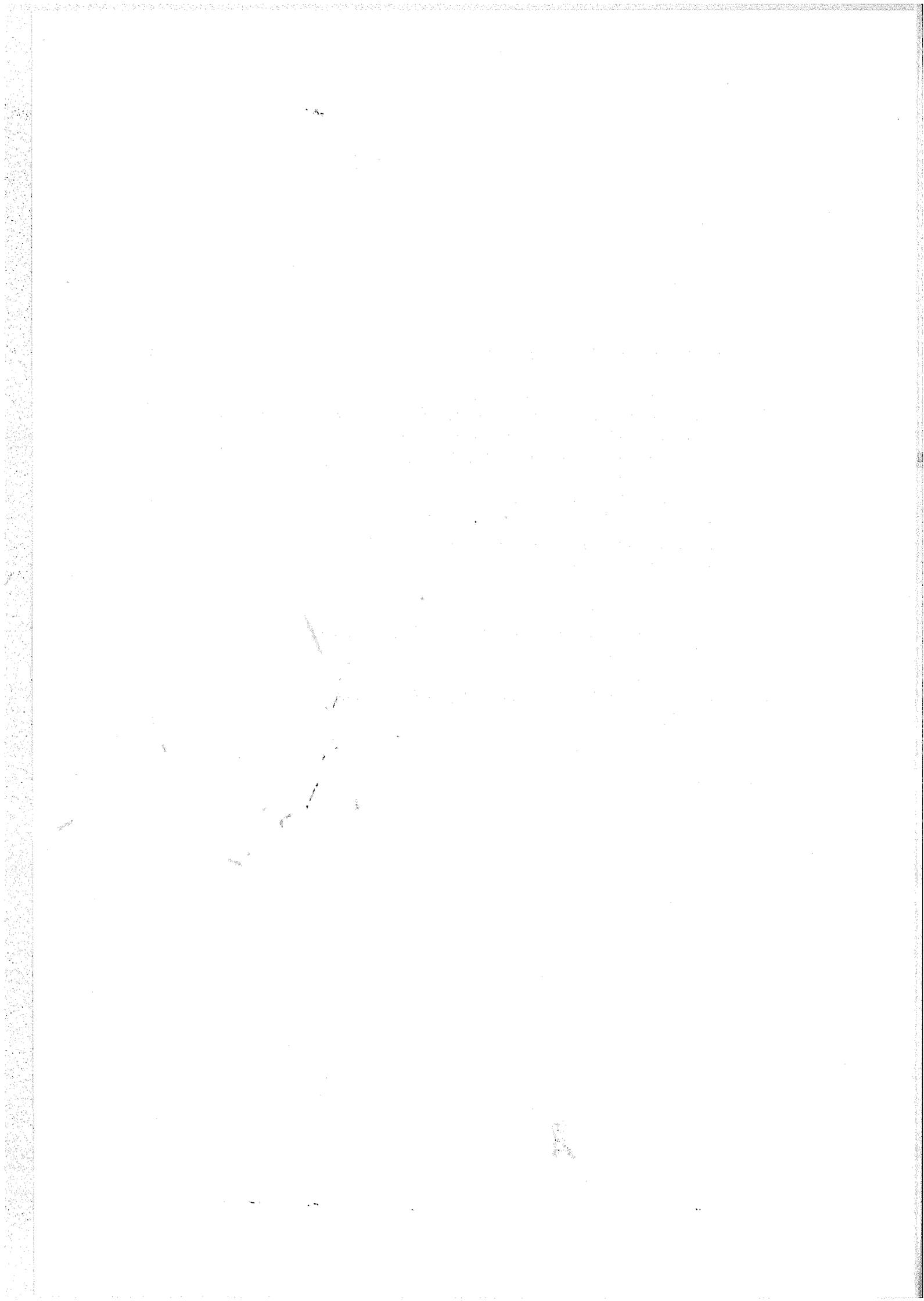
Bearbeiter:

**Harald Bradke
Heinz Kottmann
Dietmar Saage
Barbara Schlomann**

Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FhG-ISI), Karlsruhe



Inhaltsverzeichnis	<i>Seite</i>
1 Aufgabenstellung	1
2 Methodisches Vorgehen	2
3 Stand der Arbeiten und bisherige Ergebnisse	4
3.1 Vergangenheitsentwicklung und heutige Situation	4
3.1.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor Kleinverbrauch zwischen 1970 und 1991 in den alten Bundesländern	4
3.1.2 Besonderheiten in den neuen Bundesländern	7
3.2 Disaggregation und Modellierung	7
3.3 Ergebnisse anhand ausgewählter Branchen	12
3.3.1 Kraftfahrzeuggewerbe	12
3.3.2 Holzgewerbe	17
3.4 Energie- und Produktionsdaten für den Sektor Kleinverbrauch im Jahr 1989	22
3.5 Ökonomische Entwicklung im Sektor Kleinverbrauch bis 2005 bzw. 2020	24
4 Weiteres Vorgehen	27
Literaturverzeichnis	28



1 Aufgabenstellung

Zum Sektor Kleinverbraucher zählen alle Endenergieverbraucher, die nicht den Sektoren Industrie, Verkehr und private Haushalte zuzurechnen sind. Somit finden sich hier vor allem mittelständische Wirtschaftsunternehmen (Kleingewerbe, Handel, Handwerk) sowie die Landwirtschaft, die privaten Dienstleistungsbetriebe und die öffentlichen Betriebe und Einrichtungen. Angesprochen ist hiermit ein Wirtschaftsbereich, auf den 1987 in den bisherigen Bundesländern fast 70 % der Beschäftigten, ca. 63 % der gesamten Wertschöpfung und mit ca. 41 Mio. t SKE (1.200 PJ) etwa 16 % des gesamten Endenergieverbrauchs entfielen.

Ziel der Arbeit des ISI im Rahmen von TP 5 "Haushalt und Kleinverbraucher" ist, aufbauend auf den Ergebnissen der bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt beantragten Detaillierungsstudie, die energieverbrauchsbestimmenden Größen der prozeßwärmeintensiven Verbrauchergruppen der Kleinverbraucher zu ermitteln. Hierzu werden typische Verbrauchergruppen analysiert und die Möglichkeiten und Kosten eines rationelleren Energieeinsatzes aufgezeigt. Die Ergebnisse, die anhand von Betriebsbegehungen und Gesprächen mit Anwendern, Herstellern, Verbänden usw. abgesichert sind, werden in der Datenbank des Teilprojekts 2 abgelegt und für das LP-Modell des Teilprojekts 1 zusammengefaßt.

2 Methodisches Vorgehen

Die Analyse der Struktur, der Entwicklung des Energieverbrauchs und der hierfür verantwortlichen Faktoren sowie der Quantifizierung der Einsparpotentiale und -defizite im Sektor Kleinverbraucher wirft nach wie vor beträchtliche Probleme auf. Dies liegt wesentlich in der Heterogenität dieses Sektors begründet. Hinzu kommt, daß die statistische Basis zur Analyse des Energieverbrauchs der Kleinverbraucher immer noch unzureichend ist. Dies betrifft zum einen den Energieeinsatz selbst, zum anderen die statistische Dokumentation der wirtschaftlichen Aktivität der Teilsektoren. Physische Bestandsdaten wie Nutzflächen, technische Ausstattung sowie Art und Menge der produzierten Güter und Dienstleistungen bleiben nahezu völlig verborgen. Somit fehlen auch einer Analyse von Maßnahmen und Auswirkungen eines rationellen Energieeinsatzes hinsichtlich ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte weitestgehend die Grundlagen.

Daher war bei der Konzeptionierung des Studienteils Kleinverbrauch im Rahmen von IKARUS davon ausgegangen worden, daß auf Ergebnisse der bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt beantragten Aktualisierung der letzten Disaggregationsstudie /DIW u. a. 1986/ mit Basis 1982 zugegriffen werden kann. Bei dieser Detaillierungsstudie soll sowohl eine Aufteilung des Energiebedarfs von rund 45 Verbrauchergruppen auf Energieträger und Verwendungszweck als auch die Geräteausstattung, deren Güte und Nutzungshäufigkeit ermittelt werden. Hierauf aufbauend sollten im Rahmen der IKARUS-Studie die einzelnen Technik- und Kostendaten für einzelne Standard- und Spartechniken sowie die Hochrechnungen auf 2005 und 2020 erfolgen. Da die Verträge für die Detaillierungsstudie bis Anfang November 92 noch nicht vorlagen, müssen viele Daten auf der Grundlage der alten Studie /DIW u. a., 1986/ und deren Fortschreibungen /z. B. Prognos, 1991/ sowie eigenen Erhebungen geschätzt werden. Hierbei wird darauf geachtet werden, daß die neuen Ergebnisse später leicht gegen die Schätzungen ausgetauscht werden können. Dies soll durch die möglichst gleiche Strukturierung sowie dieselben Bearbeiter erreicht werden.

Entsprechend dem Hauptenergieeinsatz erfolgt eine Aufteilung des Sektors Kleinverbrauch in prozeßwärmeintensive und raumwärmeintensive Bereiche, wobei der erste vom ISI und der zweite von FfE bearbeitet wird.

Der prozeßwärmeintensive Bereich wird unterteilt in die Verbrauchergruppen

- Landwirtschaft/Gartenbau
- Handwerk und Kleinindustrie
- Baugewerbe

sowie den "prozeßwärmeintensiven" Teil des Militärs, soweit er nicht von TP 7 abgedeckt

wird. Diese Bereiche, insbesondere Handwerk und Kleinindustrie, werden in insgesamt 15 einzelne Verbrauchergruppen aufgeteilt, die technisch relativ homogen, mit vorhandenen Statistiken kompatibel und deren technischen Details hinreichend zutreffend beschreibbar sind.

Für diese Verbrauchergruppen werden für die Hauptenergieverbraucher die jeweiligen Produktionsschritte oder Prozeßgruppen analysiert. Die Identifizierung von Neuentwicklungen bzw. von Einspartechniken erfolgt in der gleichen Disaggregation, so daß eine Hochrechnung mit neuen Geräten leicht nachvollziehbar wird.

Die Datenermittlung erfolgt aufgrund von Literaturauswertungen und Gesprächen mit Betrieben, Verbänden, Innungen, Herstellerunternehmen und Branchenforschungsinstituten. Zusätzlich werden bei einigen Betrieben Betriebsbegehungen durchgeführt. Die ermittelten Daten werden in ihrer disaggregierten Form in der Datenbank abgelegt. Für die Aggregation auf die Struktur des LP-Modells wird ein PC-unterstütztes Werkzeug entwickelt. Einzelheiten zu Disaggregation und Modellbildung werden in Abschnitt 3.2 behandelt.

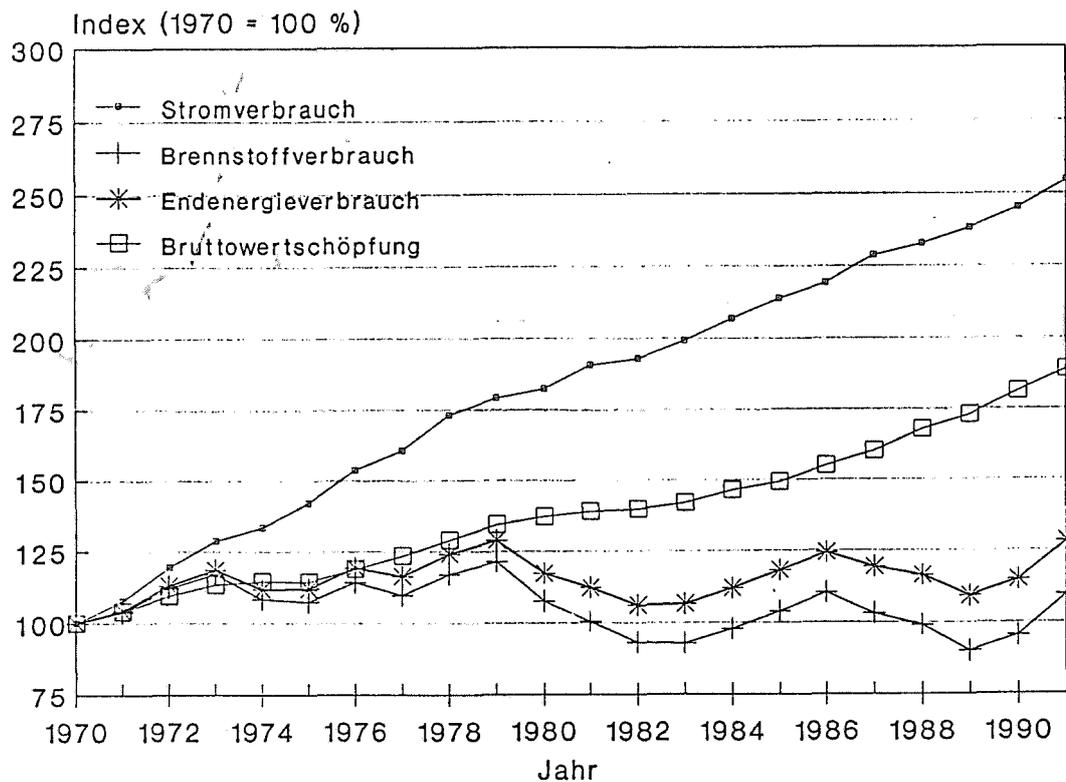
3 Stand der Arbeiten und bisherige Ergebnisse

3.1 Vergangenheitsentwicklung und heutige Situation

3.1.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Sektor Kleinverbraucher zwischen 1970 und 1991 in den alten Bundesländern

Der Sektor Kleinverbraucher setzt sich zusammen aus einer Reihe sehr heterogener Wirtschaftssektoren (Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Baugewerbe, Handel, Verkehr, Banken und Versicherungen, Sonstige Dienstleistungen, Staat, Private Organisationen), deren spezifische Energieverbräuche deutlich voneinander abweichen. Zwischen 1970 und 1991 wuchs die Bruttowertschöpfung in diesem Sektor real um knapp 90 %, wobei der Einfluß konjunktureller Schwankungen auf diese Entwicklung - anders als im industriellen Bereich - gering war (vgl. Abb. 3.1-1).

Abb. 3.1-1 Entwicklung des Brennstoff-, Stom- und Endenergieverbrauchs sowie der Bruttowertschöpfung (Preise von 1980) im Kleinverbrauchssektor in der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer), 1970 bis 1991

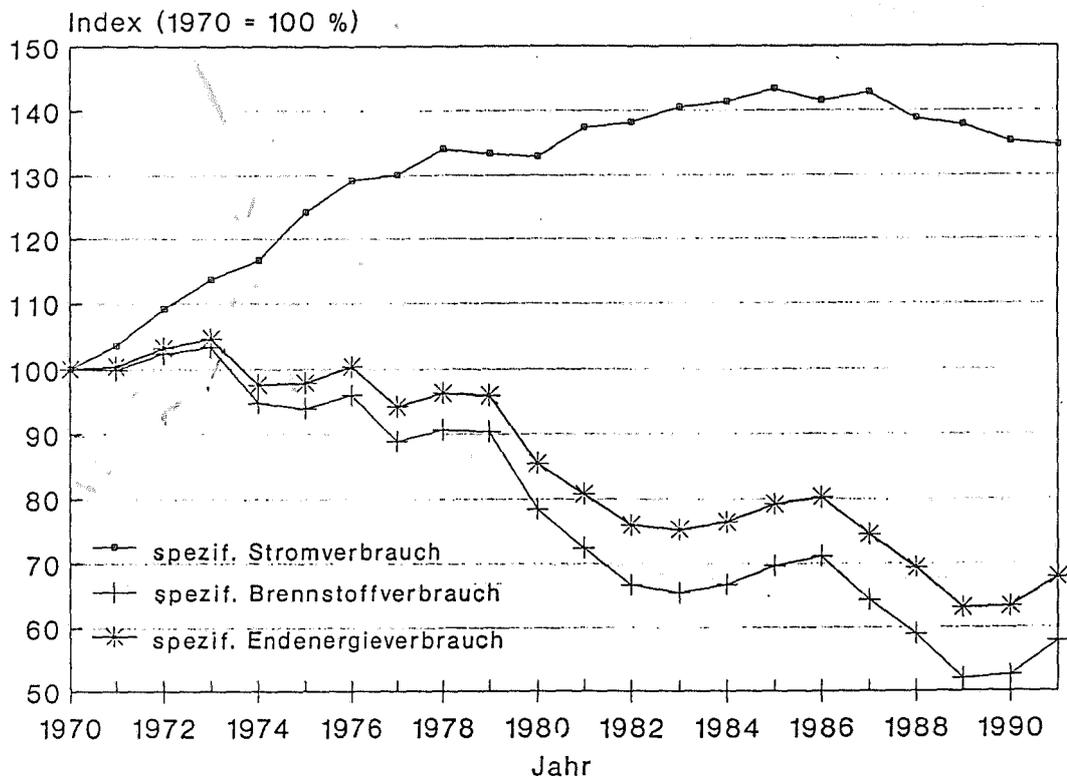


Quellen: Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Reihe 1.3; Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

Auffällig ist der extrem starke Anstieg des Stromverbrauchs im Kleinverbrauchssektor, der von knapp 130 PJ im Jahr 1970 auf 328 PJ in Jahr 1991 wuchs (1989: 307 PJ) und sich damit weit mehr als verdoppelte. Demgegenüber lag der Brennstoffverbrauch 1991 mit 950 PJ nur knapp 10 % über dem Niveau von 1970 (867 PJ), wobei die Entwicklung jedoch relativ unstetig verlief (vgl. Abb. 3.1-1). Dies ist zum Teil auf die beiden Energiepreisschübe zurückzuführen, zum Teil aber auch durch Klimaschwankungen bedingt, die angesichts eines Raumwärmeanteils von über 50 % im Kleinverbrauchssektor relativ großen Einfluß auf die Entwicklung des Energie- und vor allem des Brennstoffverbrauchs haben.

Bezieht man den jährlichen Brennstoff- und Stromverbrauch auf die jeweilige Bruttowertschöpfung der im Kleinverbrauchssektor zusammengefaßten Wirtschaftsbereiche, so läßt sich folgende Entwicklung der spezifischen Energieverbräuche beobachten (vgl. Abb. 3.1-2):

Abb. 3.1-2: Entwicklung des spezifischen Brennstoff-, Strom- und Endenergieverbrauchs sowie der Bruttowertschöpfung (in Preisen von 1980) im Kleinverbrauchssektor in der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer), 1970 bis 1991



Quellen: Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Reihe 1.3; Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen; eigene Berechnungen

- Der spezifische Brennstoffverbrauch nahm zwischen 1973 und 1989 um knapp 50 % ab. Seit 1989 ist allerdings wieder ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Wie frühere Untersuchungen des ISI zeigten /Morovic et al., 1987 und 1989; Jochem et al, 1992/, war der deutliche Rückgang des spezifischen Brennstoffverbrauchs im Sektor Kleinverbraucher zum überwiegenden Teil auf technische, organisatorische und auch verhaltensbedingte Maßnahmen zur rationelleren Wärmenutzung zurückzuführen. Der intersektorale Strukturwandel wirkte ebenfalls leicht brennstoffverbrauchsvermindernd, vor allem bedingt durch Anteilsgewinne der energieintensiven Dienstleistungen an der Wertschöpfung des Gesamtsektors. Dem standen Anteilsverluste der überdurchschnittlich brennstoffintensiven Landwirtschaft gegenüber. Gemessen am gesamten Rückgang des spezifischen Brennstoffverbrauchs war der Einfluß des intersektoralen Strukturwandels jedoch gering.
- Der spezifische Stromverbrauch hingegen nahm zwischen 1970 und 1985 um knapp 45 % zu, insbesondere in den 70er Jahren. Dieser starke Anstieg der Stromintensität war in erster Linie auf technische Gründe zurückzuführen, insbesondere die zunehmende Mechanisierung und Automation in den einzelnen Wirtschaftssektoren. Auch die Substitution von Brennstoffen durch Strom wirkte leicht stromverbrauchssteigernd, während vom intersektoralen Strukturwandel kein nennenswerter Einfluß auf den Stromverbrauch ausging. Seit Mitte der 80er Jahre scheint der Anstieg des spezifischen Stromverbrauchs jedoch gebrochen, so daß auch hier - ähnlich wie in der Industrie seit 1974 - Mechanisierung, Automation und Umweltschutz nur noch geringe Strommehrverbräuche erzeugen und von Bemühungen zur rationelleren Nutzung von Strom und Struktureffekte derart kompensiert werden, daß der spezifische Stromverbrauch sogar leicht zurückgeht.

Für die Analyse des Energiebedarfs im Kleinverbrauchssektor bis zum Jahr 2005 bzw. 2020 ist somit entscheidend,

- wie die wirtschaftliche Entwicklung dieses Sektors (gemessen beispielsweise durch die Bruttowertschöpfung oder die Anzahl der Beschäftigten) verläuft,
- inwieweit sich die strukturelle Zusammensetzung dieses sehr heterogenen Sektors verändert, da die spezifischen Verbräuche der einzelnen Teilsektoren teilweise erheblich voneinander abweichen und
- wie sich der spezifische Energiebedarf in den Teilsektoren entwickelt, der stark von technischen Faktoren geprägt wird. Deshalb kommt einer detaillierten Analyse des zukünftig zu erwartenden Beitrags allgemeiner und sektorspezifischer Techniken zur Brennstoff- und Stromeinsparung besondere Bedeutung zu. Daneben sind vor allem beim Strom auch bedarfssteigernde Einflüsse zu berücksichtigen.

3.1.2 Besonderheiten in den neuen Bundesländern

In den Statistiken der damaligen DDR existierte der Sektor "Kleinverbraucher" nicht. Die Energieverbräuche waren einzelnen Ministerien zugeordnet, darüber hinaus wurden die Bereiche "Bevölkerungslieferung" und "übrige Verbraucher" erfaßt. Diese "übrigen Verbraucher" umfaßte nach der Definition "Abnehmer außerhalb Bereiche Wirtschaft und Bevölkerung; ohne Wärmebezug" und galt "ab 1988 ohne Industriebaukombinate und örtliche Landwirtschaft für Elektroenergie, Stadtgas, Importerdgas, DDR-Erdgas" /GwE, 1990/. Die überarbeitete Energiebilanz für die DDR entsprechend der Bilanzmethode der BRD enthält nun die Zeile "Haushalt- und Kleinverbraucher insgesamt". Die hierin enthaltenen Angaben dürften jedoch noch unsicherer sein als in der Bilanz der alten Bundesländer.

Im Rahmen des IKARUS-Teilprojekts "Kleinverbraucher" sind insbesondere für die neuen Bundesländer die Ergebnisse der empirischen Erhebung aus der Detaillierungsstudie für die Bundesstiftung Umwelt erforderlich. Hierbei scheint es auch nicht zielführend, im nachhinein den Zustand des Kleinverbrauchs im Bezugsjahr 1988 oder wie in der Industrie 1989 zu erheben, da es insbesondere im Kleinverbrauch bereits zu deutlichen Umstrukturierungsprozessen gekommen sein dürfte. Daher wird die Bearbeitung der neuen Bundesländer vorläufig zurückgestellt. Sollten bis Sommer 1993 noch keine verwertbaren Ergebnisse der Detaillierungsstudie vorliegen, werden sie in einem "Crash"-Programm erhoben werden müssen.

3.2 Disaggregation und Modellierung

Entscheidungskriterien für die Disaggregation des Sektors Kleinverbrauch waren:

- Der Anteil der Verbrauchergruppe an dem gesamten Energiebedarf des Sektors,
- die Höhe des spezifischen Energieverbrauchs,
- die Homogenität der verwendeten Techniken innerhalb der Verbrauchsgruppe,
- das Vorliegen entsprechend disaggregierter Wirtschaftsdaten zur Hochrechnung der ermittelten Daten,
- die zumindest teilweise Kompatibilität mit der Gliederung der neuen und alten Disaggregierungsstudie sowie der Prognos-Studien.

Daraus ergab sich für den vom ISI bearbeiteten Teilbereich "prozeßwärmeintensive" Teile des Kleinverbrauchs die folgende Unterteilung:

Landwirtschaft / Gartenbau

- Viehhaltung
- Sonstige Landwirtschaft, Gartenbau

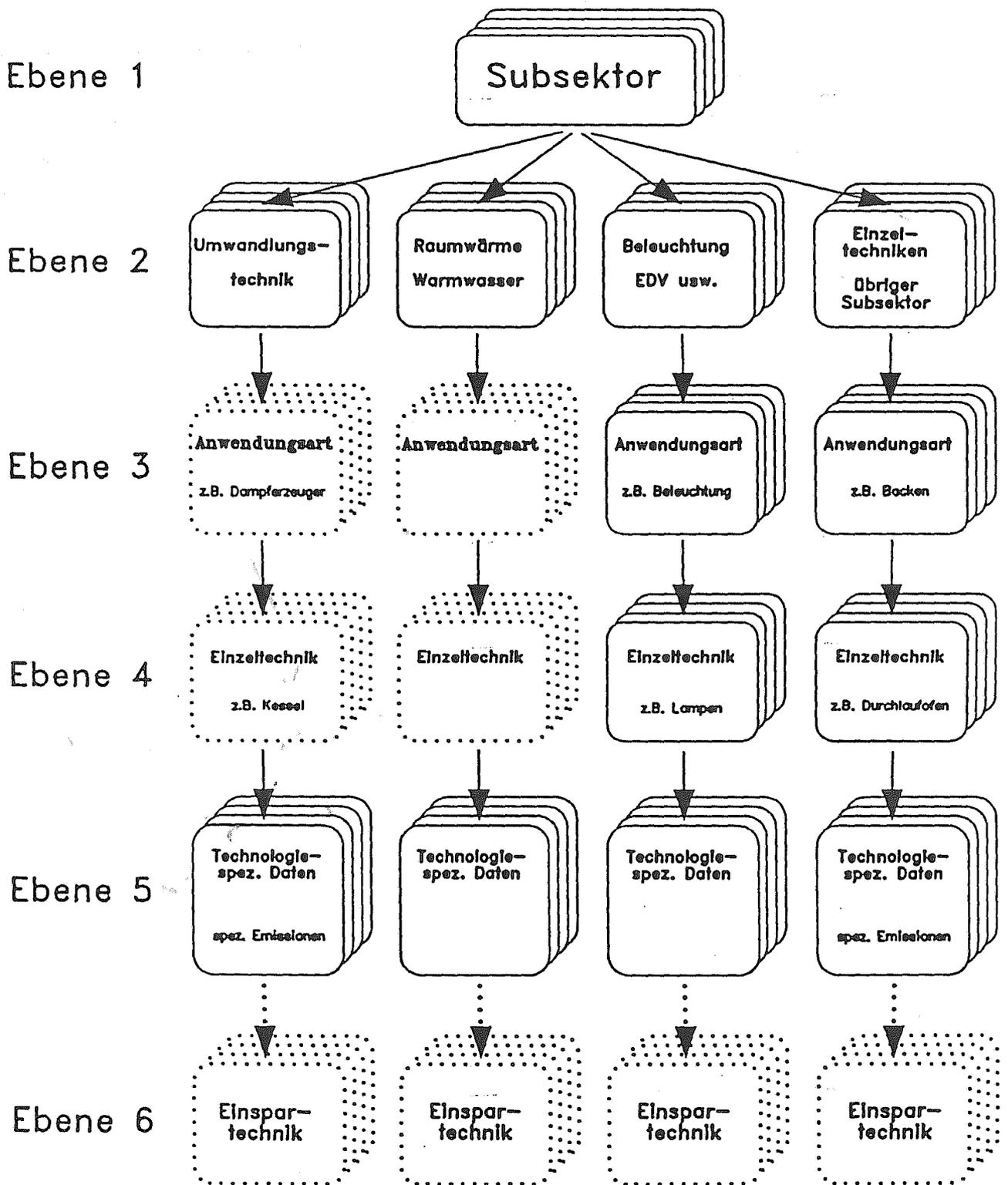
Handwerk und Kleinindustrie

- Bäckereien
- Kfz, Landmaschinen
- Metallindustrie: Schmieden
- Steine/Erden: Ziegel
- Fleischereien
- Wäschereien, Reinigungen
- Nahrungs- und Genußmittel
- Holzhandwerk/-industrie
- Maschinenbau
- Sonstige Industrie / Handwerk
- Chemische Industrie, Textil

Baugewerbe: Haupt/Ausbau**Militär: Kraft (Kfz)**

Innerhalb der einzelnen Subsektoren werden die Daten weiter disaggregiert, siehe Abbildung 3.2-1. Die Aufteilung erfolgt hierbei sowohl horizontal nach einzelnen Nutzungsarten als auch vertikal in die technischen Details.

Abb. 3.2-1: FIZ-Datenstruktur für Detaildaten in dem prozeßwärmeintensiven Teilbereich Kleinverbraucher



Anstelle von Ebene 6 können in den Ebenen 2 bis 5 jeweils Alternativen (Varianten) als "Einspartechnik" definiert sein.

Für Gebäude, Heizung, RLT-Anlagen und Warmwasserbereitung gibt es eine zusätzliche FIZ-Detail-Datenstruktur.

Als Nutzungsarten werden unterschieden:

- Umwandlungstechniken, d. h. Techniken, die einen Energieträger, z. B. Gas, in einen anderen Energieträger, z. B. Dampf, umwandeln. Diese sind Querschnittstechniken wie z. B. Heizkessel, Dampferzeuger, Kraft-Wärme-Kopplung usw. Die technischen Daten der Querschnittstechniken werden vom Teilprojekt 8 ermittelt. Innerhalb des Teilprojekts 5 werden die für einzelne Verbrauchergruppen typischen Bestände, Auslastungsgrade, Betriebsweisen usw. ermittelt. Die mit diesen Informationen aus den Datenblättern von TP 8 ermittelten Energieverbräuche, Kosten, Einsparmöglichkeiten usw. werden bei TP 5 in die Datenblätter eingetragen.
- Raumwärme, Warmwasser: Hierbei wird der Nutzenergiebedarf ermittelt, der von einer Umwandlungstechnik, z. B. Heizkessel oder Fernwärme-Übergabestation bereitzustellen ist, soweit sie nicht durch die Sonneneinstrahlung oder Geräteabwärme gedeckt wird. Einsparmöglichkeiten ergeben sich hier z. B. durch Wärmedämmung an der Fassade, kontrollierte Belüftung usw. Die Bestimmung der Techniken sowie ihrer Potentiale und Kosten erfolgt in enger Abstimmung mit den Teilprojekten Haushalt und Industrie.
- Beleuchtung, EDV usw. - hier gilt sinngemäß das oben Gesagte.
- Einzeltechnik/übriger Subsektor: Hier werden die eigentlichen branchenspezifischen Energieverbräuche detailliert analysiert. Wird als Subsektor z. B. "Handwerk und Kleinindustrie" gewählt, sind in Ebene 2 z. B. die "Bäckereien", "Fleischereien", der "Maschinenbau" usw. aufgeführt.

In der Ebene 3 erfolgt eine weitere Untergliederung. Bei den "Bäckereien" wird hier in "Teigbereitung" und "Backen" unterschieden. Das Backen wird in Ebene 4 in "Durchlauföfen", "Etagenbacköfen", "Backschränke (Stikkenöfen)" aufgeteilt. Ebene 5 differenziert nun z. B. nach Energieträgern.

Die Energie-Einspartechniken werden, wenn sie technisch und wirtschaftlich nachrüstbar sind, in der Ebene 6 eingetragen, z. B. eine Abgasprüfleitung oder eine Abgasklappe. Maßnahmen, die entweder nicht technisch oder nicht wirtschaftlich bei bestehenden Öfen einsetzbar sind, wie z. B. isolierte Herdtüren, Herdgruppensteuerungen, Luftabschlußklappen an Brenner usw., werden neuen "Spar-Öfen" zugeordnet und in Ebene 4 als Alternative aufgeführt.

Grund für die gewählte Disaggregation ist die Möglichkeit, einzelne unabhängige Techniken bzw. Systeme auszutauschen und gleichzeitig eine Redundanz in den Daten zu vermeiden. Entsprechend werden in den einzelnen Ebenen nur die Daten abgelegt, die für alle darunterliegenden Ebenen zutreffen und von Änderungen in diesen nicht betroffen werden. So werden

in der Ebene 1 im wesentlichen wirtschaftliche Daten, Spannungsebenen des Strombezugs und einige Kenngrößen zur Charakterisierung der Branche, wie z. B. der Energiekostenanteil oder spezifische Energieverbräuche, angegeben. Die Datenstrukturen der Ebene 2 sind speziell an die jeweilige Nutzungsart angepaßt. Während z. B. die Umwandlungstechnik schon wesentliche Technikwerte enthält, werden im Datenblatt Einzeltechnik/übriger Subsektor hauptsächlich, wie auch in Ebene 3, differenzierte Wirtschaftsdaten, Betriebszeiten usw. aufgelistet. Die "echten" Technikdaten sind in den Ebenen 4 und 5 enthalten, wobei die energieträgerspezifischen Daten in Ebene 5 angegeben sind. Dies können z. B. verschiedene Wirkungsgrade, Investitionskosten, Lebensdauern und vor allem Emissionen sein. Die nachrüstbaren Einspartechniken in Ebene 6 werden häufig energieträgerspezifisch unterschiedlich sein und daher an Ebene 5 anknüpfen. Es sind aber auch technische oder organisatorische Maßnahmen möglich, so daß Ebene 6 auf eine höhere Ebene bezogen werden kann.

Da die Datenstruktur in einer frühen Projektphase festgelegt wurde, ist sie bewußt flexibel gehalten. So lassen sich, insbesondere bei Restgliedern, Ebenen zusammenführen. Sollte sich des weiteren bei Ende der Datenermittlung herausstellen, daß bestimmte, nicht vom LP-Modell benötigte Daten nur in Ausnahmefällen ermittelbar waren, ist daran gedacht, diese aus der Datenstruktur zu nehmen und im Kommentarfeld abzulegen.

Die Daten in der internen Datenstruktur müssen für die externe Datenbankstruktur aufbereitet, überprüft und eventuell verdichtet werden. Darüber hinaus ist es notwendig, die Daten aus der Datenbank in die Struktur zu transformieren und zu verdichten, wie sie von dem LP-Modell verlangt wird. Angesichts des erfahrungsgemäß großen Zeitaufwands für die Erstellung weitgehend ausgetesteter und benutzerfreundlicher Programme wird zunächst ein Werkzeug für den internen Gebrauch erstellt. Im folgenden werden einige Grundüberlegungen zum Werkzeug vorgestellt.

Als erstes müssen die Daten von den Programmen aus der jeweiligen Datenbank gelesen werden können. Hierzu wird eine Programmiersprache (Pro*Fortran) verwendet, die sowohl auf die ORACLE-Datenbank zugreifen als auch aus jener gestartet werden kann. Zweitens müssen die einzelnen Daten eindeutig den jeweiligen Techniken, Anwendungsarten, Subsektoren usw. zuordenbar sein. Hierzu ist eine Klassifikation bei der internen Datenstruktur vorgesehen. Bei der Datenbankstruktur wird voraussichtlich eine Matrix verwendet werden müssen, in der die Zuordnungen abgelegt sind. Die genaue Methode wird nach der Programmierung der Datenbank gemeinsam mit dem TP 2 festgelegt werden müssen. In einem dritten Schritt müssen aus diesen Techniken die Subsektoren zusammengesetzt werden. Diese Verknüpfung wird im allgemeinen sowohl parallel als auch in Reihe erfolgen. So wird z. B. die Textilreini

gung in die zwei parallelen Stränge "Wäschereien" und "Chemische Reinigungen" unterteilt, die weitgehend unabhängig voneinander betrachtet werden können. Innerhalb des Stranges "Wäschereien" werden die hintereinander stattfindenden Verfahrensschritte "Waschen", "Trocknen" und "Mangel" beschrieben. Das "Waschen" wiederum wird durch die parallelen Stränge "Waschmaschine" (diskontinuierliches) und "Waschstraße" (kontinuierliches) unterschieden. Wird davon ausgegangen, daß sich der Anteil der einzelnen Waschttemperaturen bis zum Jahr 2005 bzw. 2020 ändert, können diese z. B. weiter parallel auf die Temperaturstufen "30 °C", "60 °C" und "90 °C" aufgeteilt werden. Ebenso sind alternative "Spar-Versionen" als parallele Prozesse abgelegt.

Aus den Informationen zu Altersstruktur, Reinvestitionszyklen, Produktionsentwicklung, Investitions- und Betriebskosten, Amortisationserwartungen, technische Grenzen usw. sollen dann einzelne "Pakete" für das LP-Modell "geschnürt" werden. Hierzu müssen die verschiedenen Varianten vom Programm berechnet und entsprechend der oberen und unteren Grenzen die jeweils kostenminimale Produktionsstruktur bestimmt werden. Da sich bestimmte Techniken gegenseitig ausschließen oder ergänzen können und die Einsparraten entsprechend der Struktur additiv oder multiplikativ verknüpft werden, muß diese "Paketbildung" in Abstimmung mit dem jeweiligen "Branchenbearbeiter" durchgeführt werden. Darüber hinaus ist die genaue LP-Modellstruktur zu berücksichtigen. Erst wenn dieses Zusammenwirken hinreichend erprobt ist, wird man sich darüber Gedanken machen können, ob dieses Werkzeug so weiterentwickelt werden kann, daß es auch von externen Benutzern relativ fehlerfrei gehandhabt werden kann.

3.3 Ergebnisse anhand ausgewählter Branchen

3.3.1 Kraftfahrzeuggewerbe

Der Gesamtumsatz des Gewerbezweiges Kraftfahrzeugmechaniker betrug 1989 /Stat. Bundesamt, 1992/ (ohne Mehrwertsteuer und ohne handwerkliche Nebenbetriebe) 68,5 Mrd. DM (1985: 49,0 Mrd. DM /Stat. Bundesamt, 1987/). Dies sind 39 % des Gesamtumsatzes der übergeordneten Gewerbegruppe "Elektro- und Metallgewerbe".

Im Jahre 1989 betrug die Anzahl der Betriebe des Kraftfahrzeuggewerbes /ZDK, 1990/ insgesamt 44.155, wovon 42.209 dem Kfz-Mechaniker-Handwerk und 1.946 dem Kfz-Elektriker-Handwerk zuzuordnen waren. Gegenüber dem Jahr 1985 hat sich die Anzahl der Betriebe insgesamt um 8 % /ZDK, 1986/ erhöht.

Das Kraftfahrzeuggewerbe verzeichnete von 1985 auf 1989 steigende Beschäftigungszahlen und zwar von 337.678 auf 353.357 Beschäftigte (+ 4,6 %). Die Zahl der Beschäftigten pro Betrieb ging von 1985 (8,3 Beschäftigte) auf 1989 (8,0 Beschäftigte) zurück.

Ab dem Jahre 1991 enthält die Verbandsstatistik des Zentralverbands /ZDK, 1992/ auch die neuen Bundesländer. Die Tabelle 3.3-1 zeigt die Verteilung der Betriebe und Beschäftigten, gegliedert nach neuen und alten Bundesländern.

Tab. 3.3-1: Verteilung der Betriebe und Beschäftigten in den alten und neuen Bundesländern /ZDK, 1990, 1992/

	Alte Bundesländer		Neue Bundesländer 1991
	1989	1991	
Betriebe im Kfz-Gewerbe	44.155	44.847	7.883
Beschäftigte aller Betriebe	353.357	356.988	49.105
Beschäftigte pro Betrieb (einschl. tätige Inhaber, Familienangehörige, Lehrlinge)	8	8	7

Die Verteilung der Betriebe nach Beschäftigtengrößenklassen ist in Tabelle 3.3-2 dargestellt.

Tab. 3.3-2: Betriebsgrößenklassen im Jahre 1989 und 1990 /ZDK, 1990, 1991/

	Alte Bundesländer	Alte u. Neue Bundesländer
	1989	1990
bis zu 4 Beschäftigte	39,0 %	39,5 %
5 bis 9 Beschäftigte	29,0 %	28,4 %
10 bis 19 Beschäftigte	19,0 %	19,6 %
20 bis 49 Beschäftigte	8,0 %	7,7 %
50 und mehr Beschäftigte	5,0 %	4,8 %

Die Verteilung der Betriebsgrößenklassen der neuen und alten Bundesländer im Jahre 1990 ist ähnlich strukturiert wie die der alten Bundesländer im Jahre 1989.

Neben den angestammten Tätigkeitsbereichen der Kfz-Mechanik und -Elektrik weisen die Betriebe darüber hinausgehende Tätigkeitsstrukturen aus (Tabelle 3.3-3) /ZDK, 1992/.

Tab. 3.3-3: Tätigkeitsstrukturen der Betriebe (außer Kfz-Mechanik und -Elektrik) (Mehrfachnennungen) /ZDK, 1992/

	Alte Bundesländer		Neue Bundesländer
	1989	1990	1990
Blechner-/Karosseriearbeiten	87,6 %	84,7 %	78,4 %
Autolackierarbeiten	31,7 %	36,1 %	18,6 %
Autovermietung	24,9 %	21,4 %	33,7 %
Autoleasing	50,6 %	46,5 %	53,7 %
Zubehörverkauf	80,6 %	77,8 %	86,0 %
Ersatzteilverkauf	83,6 %	79,7 %	88,5 %
Neuwagenhandel	63,6 %	60,6 %	70,8 %
Gebrauchtwagenhandel	84,1 %	78,4 %	75,4 %
Nutzfahrzeughandel	*	22,9 %	36,7 %
Nutzfahrzeugreparatur	33,6 %	35,6 %	52,3 %
Motorradhandel	*	4,0 %	4,5 %
Motorradreparatur	*	10,3 %	8,5 %
Reifenverkauf	74,2 %	71,4 %	49,8 %

* Im Jahre 1989 nicht abgefragt

Energieverbrauch der Betriebe

Für die Handwerksbetriebe des Gewerbezweiges "Kraftfahrzeugmechanik" weist die amtliche Statistik /Stat. Bundesamt, 1986/ folgende Energiekosten, gemessen am Gesamtumsatz der Betriebe, für das Jahr 1986 (neuere Zahlen liegen noch nicht vor) aus:

Zahl der Beschäftigten		Gesamtumsatz des Betriebes (DM)	Energiekosten (% des Gesamtumsatzes)
von	bis		
1	3	155.700	3,4
3	5	642.300	1,6
5	10	1.259.300	1,4
10	20	3.008.500	1,0
20	50	5.413.600	1,0
50	100	13.620.600	0,8
100	200	26.062.300	0,8
200	500	52.130.800	1,2

Die Energiekosten teilen sich dabei zu 75 % auf Wärme, 14 % Kraft und 11 % Beleuchtung auf (eigene Erhebungen und /Wirtschaftsges. des Kfz-Gewerbes, 1981/). Einem Betrieb mit

15 Beschäftigten entstehen demnach im Durchschnitt Energieverbrauchskosten von rund 30.000 DM, die sich wie folgt verteilen:

- Wärmeerzeugung 22.500 DM
- Kraft 4.200 DM
- Beleuchtung 3.300 DM

Eine typische Kfz-Werkstatt mit 15 Beschäftigten, davon 10 in der Werkstatt, ist im wesentlichen mit folgenden Arbeitsgeräten ausgestattet:

- 8 elektrisch betriebene Hebebühnen mit je 3 kW Antriebsleistung, Ausnutzungsgrad ca. 15 %
- 1 elektrisch betriebener Kompressor mit 10 kW Antriebsleistung, Ausnutzungsgrad ca. 35 %
- Arbeitsgeräte, elektrische Antriebsleistung ca. 5 kW Ausnutzungsgrad ca. 20 %
 - Bohrmaschinen
 - Winkelschleifer
 - Härteofen/Wasserbad 2 kW
 - Preßluftmeißel
 - Schweißgeräte
- 1 Lackierbox mit Ölbrenner um 50 kW; der Ausnutzungsgrad ist sehr unterschiedlich und schwierig abzuschätzen - Annahme: ca. 65 %
- 1 Dampfstrahler Dieselöl, 2 bis 3 l/h = 4 bis 5 kW

Anhand dieser Angaben können für den Kraftstrombedarf dieses Betriebes folgende Kosten ermittelt werden (jeweils 220 Tage x 8 Stunden):

8 Hebebühnen je 3 kW, 15 %	6.340 kWh
1 Kompressor 10 kW, 35 %	6.160 kWh
Arbeitsgeräte 5 kW, 20 %	1.760 kWh
	14.260 kWh

14.260 kWh x 0,25 DM/kWh = 3.565 DM

Umwandlungstechnik (Druckluftherzeugung und -verteilung)

Der zentrale Kompressor liefert die Druckluft für die angeschlossenen Arbeitsgeräte, z. B.

- Schlagschrauber (für unzugängliche Stellen),
- Vibrations-/Excenterschleifer (zum Abschleifen der Farbe bei kleinen Lackreparaturen),

- Preßluftmeißel (zum Abtrennen z. B. eines Kotflügels) oder
- Unterbodensprühpistolen.

Verluste infolge Undichtheiten im Druckluftbereich werden für frühere Jahre mit bis zu 25 % eingeräumt; seit der Einführung selbstdichtender Kunststoffrohre (vor 10 Jahren) konnten solche Verluste aber erheblich (Verluste nur noch um 5 %) reduziert werden. Aus diesem Grunde wird ein Trend weg vom pneumatisch betriebenen Gerät nicht gesehen; vielmehr spricht das gegenüber elektrischen Geräten geringere Gewicht und ihre Unempfindlichkeit gegenüber Wasser und Nässe für deren verstärkten Einsatz.

Prozeßwärme

Bei der Prozeßwärme wurden drei Anwendungen genannt, die mit Blick auf die unterschiedlichen Energieverbräuche in der Reihenfolge ihrer Nennung steigende Bedeutung haben:

1. Härteofen (oder einfacher Wassererhitzer), in dem die überzuschiebenden Teile der Preßpassung auf ca. 90° C erwärmt werden. Geringer Energieverbrauch - kaum Einsparpotential.
2. Einrichtungen für die Teilereinigung (Dampfstrahlgerät am Waschplatz). 4 - 5 kW Leistung, hoher Ausnutzungsgrad, aber es werden keine Einsparmöglichkeiten gesehen.
3. Lackierbox. Im Bereich der Lackierboxen wird die Möglichkeit der Wärmerückgewinnung gesehen. Der wesentliche Anteil (ca. 80 %) des Energieverbrauchs einer Lackierbox entfällt auf die Erwärmung der Frischluft auf die benötigte Temperatur. Deshalb ist es sinnvoll, die Wärme der Abluft zurückzugewinnen und für die Aufheizung der Frischluft zu nutzen. Allerdings ist eine Filterung der Fortluft erforderlich, da Lacktröpfchen beim Spritzen zu einer Verschmutzung des Wärmetauschers führen können. Außerdem ist darauf zu achten, daß die Frischluft nicht aus der Halle, sondern direkt von außen angesaugt wird, weil so die Hallenbeheizung um die Beheizung der sonst nachströmenden Frischluft entlastet wird. Die Einsparung an Brennstoff für die Lackierbox ergibt sich in etwa aus der Multiplikation des Wirkungsgrades der Wärmerückgewinnung (0,6) mal der jährlich verbrauchten Brennstoffmenge mal einem Faktor von etwa 0,8 (ungefährer Anteil der Energie für die Lufterwärmung).

Berechnungsbeispiel:

Für eine 50-kW-Lackierbox, die angenommen wöchentlich 25 Stunden in Betrieb ist (250 Arbeitstage), würden jährlich rund 6.600 l Heizöl benötigt. Die zu erwartende Einsparung würde demnach $0,6 \times 6.600 \times 0,8 = 3.165$ l Heizöl betragen, bei einem Heizölpreis von 0,5 DM/l demnach rund 1.600 DM.

Raumwärme

Im Raumwärmebereich entstehen sowohl Verluste durch mangelnde Wärmedämmung wie auch vor allem Verluste durch den Luftwechsel. Bei letzterem ist die Luftwechselzahl maßgebend, die angibt, wievielfach der gesamte Rauminhalt eines Gebäudes pro Stunde durch Frischluft ersetzt wird. Sie liegt bei Einfamilienhäusern bei 2, erreicht aber durch geöffnete Tore und Fenster im Kfz-Betrieb sogar den Wert 10.

Ein Beispiel soll den enormen Anteil dieser Verluste aufzeigen:

Um die Luft einer 2700 m³ großen Halle (600 m² x 4,5 m Höhe) pro Stunde einmal um 15° C zu erwärmen, ist eine Heizleistung von etwa $2.700 \times 1,256 \times 15 = 50.868$ kJ/h erforderlich. Daraus errechnet sich eine Heizleistung pro Tag: $50,868 \text{ MJ} \times 8 \text{ h} = 406,94 \text{ MJ/Tag}$, bei einem Kesselwirkungsgrad 90 % ein Ölverbrauch von $406,94 / (35,45 \times 0,9) = 12,75$ l Öl/Tag. An 150 Tagen (Heizperiode Oktober bis April) und einem Ölpreis von 0,5 DM/l entstehen so Kosten von rund 950 DM.

Umgekehrt bedeutet dies: Läßt sich die Luftwechselzahl durch geeignete Maßnahmen von z. B. 10 auf 9 reduzieren, können knapp 1.000 DM Energieeinsparung/Jahr erzielt werden.

Aus diesen Überlegungen heraus sollte eine Begrenzung der Tor-Öffnungshöhe ins Auge gefaßt werden. Vorteilhaft sind Sektionaltore. Diese Tore kann man mit sogenannten Höhenbegrenzern ausstatten, die auf die tatsächlich benötigte Durchfahrtshöhe (bei LKW 4,5 m, bei Pkw 2,5 m) eingestellt werden. Aber auch andere Lösungen sind denkbar: So bietet ein Spezialist "Luftschleier-Tore" /Stratos Ventilation GmbH, 1992/ an. Jedesmal, wenn das Tor geöffnet wird, bläst ein starker Luftstrom aus einer festen oder beweglichen Düse über die gesamte Torbreite von unten nach oben. Dieses "unsichtbare" Tor hält kalte Zugluft außen und verhindert das Entweichen warmer Raumluft. Die Investition für ein solches Tor: rund 18.000 DM. Wird durch diese Lösung eine Reduzierung der Luftwechselzahl von 2 bis 3 erreicht, was durchaus als realisierbar gilt, wäre eine Amortisation nach weniger als zehn Jahren erreicht.

3.3.2 Holzgewerbe

Das Holzgewerbe in den alten Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland bestand im Jahr 1989 aus ca. 43.600 holzverarbeitenden Handwerksbetrieben /BMWi, 1989/ mit einem Umsatz von 24,5 Mrd. DM bei 214.000 Beschäftigten /Stat. Bundesamt, 1991/, siehe Tabelle 3.3-4. Davon werden ca. 1.000 Betriebe mit 58.000 Beschäftigten und einem Umsatzvolumen

von 9 Mrd. DM als produzierendes Handwerk im verarbeitenden Gewerbe erfaßt /Stat. Bundesamt, 1992/. Hinzu kommen 2.700 industrielle Kleinbetriebe mit 16.400 Beschäftigten und 1,8 Mrd. DM Umsatz im Holzverarbeitenden Gewerbe sowie ca. 1.200 Betriebe der Holzbearbeitung mit ca. 4.000 Beschäftigten und 380 Mio. DM Umsatz /Stat. Bundesamt, 1990/. Eine Abgrenzung ist in diesem Wirtschaftszweig sehr schwierig, da die Betriebe nach laufenden Metern Rundholzeinschnitt der Industrie oder der Kleinindustrie zugeordnet werden, jedoch statistisch nach Beschäftigten unterteilt werden.

Tab. 3.3-4: Das Holzgewerbe im Sektor Kleinverbrauch

	Anzahl Betriebe	Beschäftigte	Umsatz
Handwerksbetriebe	43.600	214.000	24,5 Mrd. DM
Industrielle Kleinbetriebe			
- verarbeitend	2.700	16.400	1,8 Mrd. DM
- bearbeitend	1.200	4.000	0,4 Mrd. DM
abzügl. produzierendes Handwerk (ab 20 Besch.)	-1.000	-58.000	- 9,0 Mrd. DM
Holzgewerbe insgesamt	46.500	176.000	17,7 Mrd. DM

Damit gab es 1989 im Holzgewerbe insgesamt ungefähr 46.500 Betriebe mit weniger als 20 Beschäftigten. 176.000 Beschäftigte erarbeiteten einen Umsatz von 17,7 Mrd. DM. Durchschnittlich arbeiteten 3,8 Beschäftigte in einem Betrieb mit 100.000 DM Umsatz pro Kopf. Zum Vergleich erarbeiteten die 176.000 Beschäftigten in der Holzindustrie ca. 43,1 Mrd. DM Umsatz. Die Tischler stellen mit 36.900 Betrieben und 179.000 Beschäftigten bei 20,5 Mrd. DM Umsatz den weitaus größten Handwerkszweig im Holzgewerbe (inklusive des produzierenden Handwerks, da Bereinigung nicht möglich).

Weiterhin gehören Parkettleger, Rolladen- und Jalousiebauer, Wagner, Sägewerker, Modellbauer, Bootsbauer, Drechsler und andere Holzverarbeiter dazu. Jedoch zählen nicht alle Berufe, die Holz verarbeiten, zum Holzgewerbe; z. B. gehören Zimmerer zum Baugewerbe.

Die Tischlereien gliedern sich in die Bautischlereien, die vor allem Vollholz zu Fenstern, Türen und Treppen verarbeiten, und in den Innenausbau. Dieser produziert qualitativ hochwertige Möbelteile und Spezialeinrichtungen in Einzelanfertigung. Die handwerkliche Holz

verarbeitung hat sich auf Maßanfertigungen und Sonderteile spezialisiert, die in der Holzindustrie nicht als Serie produziert werden können. Dabei sind in der Holzindustrie ebenso viele beschäftigt wie im Holzgewerbe /Stat. Bundesamt, 1990/.

Energieverbrauch

Die Kosten des Energieverbrauchs betragen zwischen 2,0 % und 3,4 % des Bruttoproduktionswertes je nach Größenklasse der Betriebe, wobei der Anteil mit steigender Betriebsgröße abnimmt.

Da in der gewerblichen Holzbe- und -verarbeitung so gut wie keine Prozeßwärme eingesetzt wird (Ausnahme: sehr seltener Einsatz der Furnierpresse mit Warmwasser), richtet sich der Wärmebedarf nach der Raumwärme. Der Sägewerksbetrieb und die Bautischlerei haben aufgrund der Vollholzbearbeitung eine etwas stromintensivere Maschinenbearbeitung. Beim Innenausbau liegt der Strombedarf bei etwa 2.000 kWh/Beschäftigte und Jahr (telefonische Befragung von 10 Schreinereien, 1992). Dies bedeutet einen Jahrestromverbrauch von ca. 1.300 PJ des gesamten Holzgewerbes. Als schwieriger erweist sich die Bestimmung des Brennstoffverbrauchs, da die Betriebe zu einem großen Teil ihre Holzreststoffe verfeuern und zudem häufig mit Heizöl oder Erdgas zufeuern. Ein Ansatz von 5.000 kWh Nutzenergie pro Beschäftigten führt zu einem Jahresbedarf von nur 4,1 PJ insgesamt. (Die letzte Deatillierungsstudie geht von ca. 10 PJ aus.) Ein Holzreststoffaufkommen von 12 PJ wird im Holzgewerbe und in der Holzindustrie in Anlagen unter 1 MW (nach 1. BImSchV) verbrannt (nach Angaben des IVD, basierend auf Schätzungen des UBA /Angerer u. a., 1992/). Leider gibt es keine Aufschlüsselungen nach Holzgewerbe und -industrie, da auch in der Energiebilanz Holzreststoffe kaum berücksichtigt werden /Ressel, 1986/.

Der Brennstoffverbrauch ist saisonabhängig. Der Stromverbrauch unterliegt jedoch keinen Schwankungen, wobei fast alle Betriebe einschichtig mit gelegentlichen Überstunden und Samstagsarbeit fahren.

In den meisten Betrieben spielt der Energieverbrauch eine sehr untergeordnete Rolle. Größtes Einsparpotential bei den Energiekosten besteht in der Prüfung des Stromvertrages. Dabei werden als Mischpreis für den Strom bis zu 60 Pfennig/kWh bezahlt. Der Brennstoffverbrauch ist eher von der Entsorgungsseite zu betrachten, da meist die eigenen Holzreststoffe verbrannt werden. Die Investitionskosten für einen Holzfeuerungskessel sind sehr hoch, so daß aus diesen Gründen bei Neuanschaffung diese Thematik von hoher Bedeutung ist.

Altersstrukturen der Maschinen und Reinvestitionen

Die Altersstruktur des Maschinenparks ist abhängig von der Nutzungsdauer der Maschinen und dem Wachstum des Betriebes. Da viele Maschinen wenig benutzt werden und robust gebaut sind, verschleßen sie kaum. Technologiesprünge sind in den letzten Jahrzehnten kaum vorhanden. Eine Neuanschaffung erfolgt nach Bedarf und ohne Vorplanung der Reinvestitionen. Aufgrund des konjunkturellen Hochs der letzten Jahre sind auch die Betriebe gewachsen, und damit werden neue Maschinen erforderlich. Es gab in den Jahren um 1990 ein bis zu zweistelliges Umsatzwachstum der Branche, wobei eine starke Konjunkturabhängigkeit besteht.

Relevante Querschnittstechnologien

Raumwärme-/Warmwassererzeuger

Im Holzgewerbe fallen eine Menge Holzreststoffe an. Viele Betriebe verbrennen diese zur Raumwärme-/Warmwassererzeugung in speziellen Holzfeuerungen. Noch ca. 30 % der Holzfeuerungen bestehen aus manuell zu beschickenden Füllschachtöfen. Nur richtiges Betreiben gewährleistet eine saubere Verbrennung. Deshalb erlangen die Feuerungen mit automatischer Beschickung wie die sonst eingesetzte Unterschubfeuerung einen wachsenden Anteil. Dieser wird sich bis zum 1.10.1995 (Endtermin nach 1. BImSchV) bis auf 80 % erhöhen. Durch die Anforderungen der 1. BImSchV muß der größte Teil der Holzfeuerungsanlagen ausgetauscht werden. Dies wird zu einer Nutzungsgradverbesserung von ca 10 % führen (bisher ca. 75 % Wirkungsgrad, demnächst ca. 85 %) und zu einer besseren und saubereren Verbrennung. Die Schachtfeuerung wird dann nur noch in kleineren Betrieben mit bis zu 50 kW sinnvoll eingesetzt werden. Aufgrund der hohen Investitionskosten von mindestens 60.000 DM für eine Unterschubfeuerung von 100 kW ist eine Energieträgerumstellung einiger Betriebe von Holz auf Öl und Gas wahrscheinlich. Jedoch können die steigenden Entsorgungskosten für Holzreststoffe eine Investitionsentscheidung fördern. 25 % der Firmen des Holzbaus heizen zusätzlich mit Heizöl (22 %) und Gas (3 %) /Angerer u. a., 1992/. Eine vermehrte Substitution von Heizöl durch Erdgas entsprechend dem allgemeinen Trend ist wahrscheinlich. Jedoch beträgt ihr Anteil ca. 20 - 30 % der gelieferten Nutzwärme.

Druckluft

Viele Betriebe besitzen Druckluftkompressoren zum Spannen, Pressen, Nageln, Schrauben, Blasen und Spritzen. Die meist kleinen Aggregate von 4 bis 5 kW_{el} und 8 bar sind mit einem Speicher ausgestattet. Leistungsoptimierung und Abwärmenutzung erscheinen aufgrund der kleinen Größe nicht effektiv. Regelmäßige Wartungen können die Verluste durch Leckagen um einige Prozente verringern.

Raumwärme-/Warmwasserbedarf; Beleuchtung, EDV

Im Schnitt kann mit einem Platzbedarf von 100 m² pro Beschäftigten gerechnet werden, der mit der Betriebsgröße abnimmt. Die Hallen sind nicht sehr hoch und schlecht isoliert, da bei holzbeheizten Anlagen zur Raumwärmeerzeugung die Brennstoffkosten sehr gering sind und daher kein Anreiz zu energiebewußtem Bauen besteht. Warmwasser wird nur zum Händewaschen und gelegentlichen Säubern von Maschinen und Räumen benutzt. Die Hallen sind meist mit Neonröhren als Großraumbelichtung versehen, da der Schreiner/Tischler häufig den Arbeitsplatz wechselt. Sollnormen werden nicht eingehalten. Arbeitsplatzbeleuchtungen könnten sinnvoll sein.

Technikbeschreibung

Die Verarbeitung des Holzes erfolgt nach dem Schema Grobbearbeitung - Oberflächenbearbeitung - Feinarbeitung. Da die Arbeitsmaschinen nur einen geringen Teil des Energieverbrauchs ausmachen, ist es sinnvoll, diese nicht einzeln zu erfassen, mit Ausnahme der Furnierpresse. Obwohl auch diese nur gelegentlich benutzt wird, ergibt sich ein Einsparpotential durch den Energieträgeraustausch von Strom durch Warmwasser. Bisher werden ca. 95 % aller Furnierpressen mit Strom auf ca. 80 °C Plattentemperatur aufgeheizt. Bei gleichen Investitionskosten liegen die Betriebskosten ca. 4 mal so hoch wie bei der Warmwasserfurnierpresse. Ihr Energieverbrauch liegt etwa bei 200 kWh pro Beschäftigten. Viele Betriebe sind nicht informiert über diese Technik. Ein weiteres Hemmnis bei Betrieben, die nur mit Holz feuern, ist die Beheizung im Sommer, wenn gewöhnlich der Kessel nicht beheizt wird. Ansonsten ist die Einführungswahrscheinlichkeit groß, abgesehen von der Möglichkeit, strombetriebene Maschinen flexibler umstellen zu können als leitungsgebundene thermische Maschinen.

In der Holzbe- und -verarbeitung kommt in Betrieben bis 20 Beschäftigte ansonsten keine Prozeßwärme zum Einsatz.

Den größten Anteil des Stromverbrauchs stellt die **Absaugung** der Sägespäne dar. Er beträgt mehr als die Hälfte, in einigen Fällen bis zum vierfachen Wert der sonstigen Stromverbraucher zusammen. Fast alle Maschinen sind an die Absaugung angeschlossen, jedoch kann ein Arbeiter nur an einer Maschine gleichzeitig arbeiten, wobei häufig gewechselt werden muß. Um alle Maschinen gleich gut abzusaugen (vorgeschriebene gesetzliche Absauggeschwindigkeit) muß die Absaugung bei zentraler Führung groß dimensioniert sein, oder bei dezentraler Führung müssen mehrere Absaugventilatoren eingesetzt werden.

Eine technische Einsparlösung stellt die elektronisch angesteuerte zentrale Absaugung dar. An den Maschinen, die angestellt sind, ist die Stellklappe geöffnet, sonst geschlossen. Da-

durch ist eine ausreichende Absauggeschwindigkeit bei kleiner Dimensionierung mit den Vorteilen der Zentralabsaugung verknüpft. Damit kann gut die Hälfte des Stromverbrauchs für die Absaugung eingespart werden. Der Stromverbrauch pro Beschäftigten könnte von 1.100 kWh auf 500 kWh reduziert werden. Da diese Steuerung erst in der Erprobung ist, liegen noch keine Daten zu Kosten und Hemmnissen vor. Durch die Kopplung an die Maschinen ist gewährleistet, daß das organisatorische An- und Abschalten nicht mehr von Hand erfolgen muß und somit Leerlaufzeiten reduziert werden. Bei wachsenden Unternehmen ist diese Lösung bei Markteinführung leicht anwendbar, insofern sowieso neue Absaugeinrichtungen eingesetzt werden. Bei stagnierenden kleineren Unternehmen besteht mehr Zurückhaltung, da nachträglicher Einbau erforderlich wäre.

3.4 Energie- und Produktionsdaten für den Sektor Kleinverbrauch im Jahr 1989 (alte Bundesländer)

Der Sektor Kleinverbraucher ist zusammengesetzt aus einer Vielzahl sehr heterogener Wirtschaftssektoren, die in dieser Untersuchung zunächst in fünf Bereiche - öffentliche Dienstleistungen, private Dienstleistungen, industrielle Kleinbetriebe und Handwerk, Baugewerbe sowie Land- und Forstwirtschaft und Fischerei - unterteilt werden. Hinzu kommen die militärischen Dienststellen, die in der Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland gesondert ausgewiesen werden. Während die statistisch verfügbare Datenbasis für die ökonomischen Aktivitäten dieser Sektoren (wie Bruttowertschöpfung und Zahl der Beschäftigten) relativ gut ist, gibt es bezüglich der Energieverbrauchsdaten erhebliche statistische Lücken.

Die Energiebilanz weist nur den Endenergieverbrauch des gesamten Sektors Kleinverbrauch nach Energieträgern aus. Energieverbräuche für einzelne Teilsektoren liegen bisher nur für die Jahre 1978 und 1982 vor. Sie wurden im Rahmen der sogenannten "Detaillierungsgutachten" /DIW/EWI/RWI, 1982 und 1986/ ermittelt, deren Aktualisierung für den Sektor Kleinverbrauch vorgesehen ist. Da die Arbeiten an diesem aktualisierten Gutachten jedoch voraussichtlich nicht vor Dezember 1992 beginnen können, ist unsicher, ob die Ergebnisse noch in diese Untersuchung einfließen können. Derzeit ist man bei der Ermittlung sektorspezifischer Energieverbräuche im Kleinverbrauch auf Schätzungen auf Grundlage der alten Detaillierungsgutachten angewiesen. Die neueste Schätzung für das Jahr 1989 stammt von /Prognos, 1991/92/ und wird auch für diese Untersuchung übernommen (vgl. Tab. 3.4-1), solange keine Ergebnisse aus der geplanten Aktualisierung des Detaillierungsgutachtens vorliegen.

Als einheitliches Maß für die wirtschaftliche Aktivität aller Teilssektoren eignet sich insbesondere die Zahl der Beschäftigten bzw. Erwerbstätigen (einschl. tätiger Inhaber und unentgeltlich mithelfender Familienangehöriger). Ein weiterer wesentlicher Indikator, der ebenfalls den Energiebedarf einzelner Teilssektoren beeinflusst, ist die Bruttowertschöpfung. Diese Daten lassen sich entweder aus der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung /Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Reihe 1.3/ oder aus speziellen Erhebungen des statistischen Bundesamtes zur Zahl der Beschäftigten in einzelnen Wirtschaftsbereichen (z. B. Arbeitsstättenzählung von 1987, spezielle Fachserien zum Baugewerbe, zum Handwerk, zur Landwirtschaft u. a.) ableiten. Der Vorteil der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung liegt vor allem darin, daß sie konsistente Daten zu den meisten Teilssektoren des Kleinverbrauchs liefert und Doppelzählungen weitgehend vermieden werden. Auch Prognos orientiert sich bei der Ermittlung der Leitindikatoren "Erwerbstätige" und "Bruttowertschöpfung" an der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung. Diese Daten werden auch für diese Untersuchung zunächst übernommen (vgl. Tab. 3.4-1). Probleme ergeben sich lediglich bei der Abgrenzung der industriellen Kleinbetriebe und des Handwerks, die in der Energiebilanz dem Sektor Kleinverbrauch zugeordnet werden, in der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung jedoch nicht separat erfaßt werden. Deren Beschäftigtenzahl für 1989 wurde daher hier auf Grundlage spezieller Erhebungen des Statistischen Bundesamtes /Fachserie 4, Reihen 4.1.2 und 7.1/ geschätzt. Ebenfalls grob geschätzt wurde die Zahl der Beschäftigten bei den militärischen Dienststellen (vgl. Tab. 3.4-1).

Tab. 3.4-1: Energieverbrauch, Erwerbstätige und Bruttowertschöpfung der Kleinverbraucher nach Teilssektoren im Jahr 1989 (alte Bundesländer)

	Endenergie- verbrauch PJ	Erwerbstätige in 1000	Bruttowert- schöpfung ¹⁾ (Mrd. DM)
Öffentliche Dienstleistungen ²⁾	166,1	5.424	225,3
Private Dienstleistungen ³⁾	590,6	8.590	538,2
Industrielle Kleinbetriebe, Handwerk	160,3	2.200 *	
Baugewerbe	48,1	1.828	94,4
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	121,2	1.013	35,9
Militärische Dienststellen	94,3	500 *	

1) Preise von 1980

2) ohne private Haushalte (häusliche Dienste)

3) inkl. Handel, ohne Verkehr und Wohnungsvermietung

Quellen: Prognos, 1991/92; eigene Schätzungen (markiert mit *)

Sollte im Rahmen der vorgesehenen Aktualisierung des Detaillierungsgutachtens, das ebenfalls die Zahl der Beschäftigten als Hauptindikator für die ökonomische Aktivität verwendet und dabei die Arbeitsstättenzählung von 1987 (und nicht die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung) zugrunde gelegt wird, ein auch für diese Untersuchung geeigneteres Datengerüst ermittelt werden und rechtzeitig vorliegen, werden die Beschäftigtenzahlen noch entsprechend angepaßt.

3.5 Ökonomische Entwicklung im Sektor Kleinverbrauch bis 2005 bzw. 2020 (alte Bundesländer)

Neben technischen Einflußgrößen wird der zukünftige Energiebedarf der Kleinverbraucher wesentlich auch von der ökonomischen Entwicklung dieses Sektors beeinflußt. Auch strukturelle Veränderungen, d. h. die möglicherweise unterschiedliche wirtschaftliche Entwicklung einzelner Teilsektoren, haben Einfluß auf den Energiebedarf, da die Energieintensität dieser Wirtschaftsbereiche teilweise erheblich voneinander abweicht (vgl. Tab. 3.5-1).

Tab. 3.5-1: Spezifischer Energieverbrauch der Kleinverbraucher nach Teilsektoren im Jahr 1989 (alte Bundesländer)

	Endenergieverbrauch/ Erwerbstätige in GJ/1000 B.	Endenergieverbrauch/ Bruttowertschöpfung in GJ/Mrd. DM
Öffentliche Dienstleistungen	30,6	737
Private Dienstleistungen	68,7	1.097
Industrielle Kleinbetriebe, Handwerk	72,9	
Baugewerbe	26,3	510
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	119,6	3.376
Militärische Dienststellen	188,6	

Quellen: siehe Tab. 3.4-1

Eine vorläufige Schätzung der wirtschaftlichen Entwicklung im Sektor Kleinverbrauch (gemessen in der Zahl der Beschäftigten bzw. der Bruttowertschöpfung) für die Jahre 2005 und 2020 ist Tabelle 3.5-2 zu entnehmen. Diese Angaben wurden zunächst von der Prognos AG übernommen, die im Rahmen verschiedener Untersuchungen /Prognos, 1991/92; Prognos, 1990, A und B; Prognos/ISI, 1991/ in sich konsistente Schätzungen zur Produktions- und Beschäftigungsentwicklung bis zum Jahr 2050 (mit Angaben für 2005, 2010, 2020, 2030 und 2040) entwickelt hat.

Tab. 3.5-2: Schätzung der Zahl der Erwerbstätigen und der Bruttowertschöpfung im Sektor Kleinverbrauch für 2005 und 2020 (alte Bundesländer)

	Erwerbstätige in 1000 Mrd. DM, P. v. '80			Bruttowertschöpfung ¹⁾		
	1989	2005	2020	1989	2005	2020
Öffentliche Dienstleistungen ²⁾	5.424	6.500	6.600	225,3	306,0	410,0
Private Dienstleistungen ³⁾	8.590	9.700	10.182	538,2	822,6	1.116,0
Industrielle Kleinbetriebe, Handwerk	2.200	2.430				
Baugewerbe	1.828	1.660	1.340	94,4	121,6	150,0
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	1.013	650	540	35,9	42,6	40,0
Militärische Dienststellen	500					

1) Preise von 1980

2) ohne private Haushalte (häusliche Dienste)

3) inkl. Handel, ohne Verkehr und Wohnungsvermietung

Quellen: Prognos, 1991/92 (für 2005); Prognos, 1990, A und B und Prognos/ISI, 1991 (für 2020; "obere Variante", d. h. Entwicklung bei moderaten Energiepreissteigerungen; für 1989, siehe Tab. 3.4-1

Die von Prognos für das Jahr 2005 geschätzten Wachstumsraten der Bruttowertschöpfung weichen in einigen Sektoren des Kleinverbrauchs jedoch deutlich von den von der AGEP bisher für das Referenzszenario vorgelegten Wachstumsraten ab (vgl. Tabelle 3.5-3). Der größte Unterschied liegt beim Baugewerbe. Dementsprechend unterscheidet sich auch die von der AGEP geschätzte Entwicklung der Erwerbstätigen teilweise erheblich von Prognos. Diese Abweichungen werden zur Zeit intensiv diskutiert mit dem Ziel, noch im Laufe des Jahres 1992 ein konsistentes Gerüst der ökonomischen Rahmendaten für ein Referenzszenario bis zum Jahr 2005 zu erstellen, das bei der Erarbeitung der energietechnischen Fragestellungen zugrunde gelegt werden kann. Auch die Rahmendaten für das Jahr 2020, die seitens der AGEP bisher auf sektoraler Ebene noch nicht vorliegen, sollten bis Ende 1992 nach Möglichkeit festgelegt sein.

Tab. 3.5-3: Vergleich der Wachstumsraten 1989/2005 von Bruttowertschöpfung und Zahl der Erwerbstätigen zwischen Prognos und AGEP (in %/a, alte Bundesländer)

	Bruttowertschöpfung (real)		Erwerbstätige	
	Prognos	AGEP	Prognos	AGEP
Öffentliche Dienstleistungen	1,9	2,9	1,1	0,9
Private Dienstleistungen ¹⁾	2,7	2,9	0,8	0,5
Baugewerbe	1,6	3,9	-1,1	2,3
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	1,1	2,0	-1,9	-0,5

1) inkl. Handel, ohne Verkehr und Wohnungsvermietung

Quellen: Prognos, 1991/92; AGEP, 30.10.92

4 Weiteres Vorgehen

Nachdem die Datenermittlung weitgehend abgeschlossen ist, werden nun die internen Datenblätter ausgefüllt. Die folgenden Arbeitsabschnitte sind als nächstes geplant:

- Einbinden der Querschnittstechniken, Heizungen usw. Nachdem diese Werte vorläufig geschätzt wurden, müssen die Querschnittstechniken nun anhand des noch vom TP 8 zu liefernden Materials abgeglichen werden. Die Ausnahmen im Bereich Raumwärme und Heizungen sind noch innerhalb TP 5 sowie mit TP 6 abzustimmen, um miteinander vergleichbare Potentiale zu erhalten.
- Das bisher als Grobkonzept vorliegende "Werkzeug" zur Datenaufbereitung für die Datenbank und das Modell wird bis zum Frühjahr '93 entwickelt und getestet.
- Im Zusammenhang mit den "Werkzeug"-Tests werden Plausibilitätsüberprüfungen vorgenommen. Hierbei wird sich die Aufgabe stellen, die vom TP 5 ermittelten Kleinverbrauchsdaten mit der Energiebilanz abzugleichen. Dies wird um so fundierter geschehen können, je weiter die Arbeiten zur Detaillierungsstudie für die DBU fortgeschritten sind.
- In der voraussichtlich letzten Phase werden die Daten für die neuen Bundesländer und die Daten für 2020 erzeugt.

Probleme ergeben sich durch die starke Verzögerung des Beginns der Detaillierungsstudie für die DBU, da die dort ermittelten Daten zu Energieverbrauch und Geräteausstattung in den einzelnen Subsektoren des Kleinverbrauchs als Ausgangsbasis für TP 5 dienen sollte. Da auf diese Daten nicht verzichtet werden kann, wurden sie in einer stichprobenartigen Weise grob ermittelt. Sobald die Daten der Detaillierungsstudie vorliegen, sollen sie dann gegen die vorläufigen Werte ausgetauscht werden, wozu das "Werkzeug" den Arbeitsaufwand klein halten soll.

Literaturverzeichnis

- AGEP: Referenz-Szenario für die alten Bundesländer. Oldenburg, 30. 10. 1992
- Angerer, M.; G. Baumbach (Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD), Abteilung Reinhaltung der Luft an der Universität Stuttgart): Emissionssituation in Baden-Württemberg bei gewerblichen und industriellen Holzfeuerungen, 1992
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Energiebilanzen der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt a. M., verschiedene Jgg.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft): Dokumentation "Die Lages des Handwerks", 1989
- DIW/EWI/RWI (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Energiewirtschaftliches Institut, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung): Detaillierung des Energieverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland im HuK-Sektor nach homogenen Verbrauchergruppen sowie in den Sektoren HuK, Industrie und Verkehr nach Verwendungszwecken. Berlin, Essen, Köln, 1982
- DIW/EWI/RWI (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Energiewirtschaftliches Institut, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung): Endenergieverbrauch der Bundesrepublik Deutschland. Eine Disaggregation nach Sektoren, Energieträgern und Verwendungszwecken. Köln: TÜV Rheinland, 1986
- Gespräch mit dem Fachverband Holz und Kunststoff Baden-Württemberg, Stuttgart, April 1992
- Gespräch mit dem Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen (IVD), Stuttgart, Oktober 1992
- Gespräch mit der Innovationsstelle des holzverarbeitenden Handwerks, Wiesbaden, Oktober 1992
- GwE (Gesellschaft für wirtschaftliche Energienutzung): Energiebilanz 1989, DDR-Zahlendokumentation zur Abrechnung der Komplexbilanz Energie der DDR 1989. Leipzig, 1990
- Jochem, E. et al.: Programmstudie Rationelle Energieverwendung in Industrie und Kleinverbrauch. Teil IV. Karlsruhe: ISI 1992
- Morovic, T. et al.: Energy Conservation Indicators. Berlin u. a.: Springer 1987
- Morovic, T. et al.: Energy Conservation Indicators II. Berlin u. a.: Springer 1989
- Prognos AG: "Internationale Konvention zum Schutz der Erdatmosphäre sowie Vermeidung und Reduktion klimarelevanter Spurengase". Referenzszenario des Energiebedarfs und der Emissionen energiebedingter klimarelevanter Spurengase bis zum Jahr 2050 für die Bundesrepublik Deutschland ohne wesentliche Eingriffe aufgrund des Treibhauseffektes. Studienschwerpunkt D. Basel, 1990 (A)
- Prognos AG (Hrsg.): Energieprognose 2010. Die energiewirtschaftliche Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2010. Stuttgart: mi-Poller 1990 (B)

- Prognos AG/FhG-ISI: Konsistenzprüfung einer denkbaren zukünftigen Wasserstoffwirtschaft. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie. Basel: Prognos 1991
- Prognos AG: Die energiewirtschaftliche Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahre 2010 unter Einbeziehung der fünf neuen Bundesländer. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft. Basel: Prognos 1991 (Textband) und 1992 (Tabellenband)
- Ressel, J.: Energieanalyse der Holzindustrie der Bundesrepublik Deutschland 1986, BMFT-Forschungsbericht T 86-184
- Statistisches Bundesamt: Fachserie 18, Reihe 1.3. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Konten und Standardtabellen. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, verschiedene Jgg.
- Statistisches Bundesamt: Kostenstruktur im Handwerk, 1986
- Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 1987 für die Bundesrepublik Deutschland
- Statistisches Bundesamt: Fachserie 4, Reihe 4.1.1, 1989, 1990
- Statistisches Bundesamt: Fachserie 4, Reihe 4.1.2. Betriebe, Beschäftigte und Umsatz im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe nach Beschäftigtengrößenklasse 1989. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt 1990
- Statistisches Bundesamt: Fachserie 4, Reihe 7.1. Beschäftigte und Umsatz im Handwerk. 4. Vierteljahr 1989. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt 1990
- Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 1991, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt: Liste über produzierendes Handwerk 1989, Extraauszug vom 13.3.1992
- Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 1992 für die Bundesrepublik Deutschland
- Stratos Ventilation GmbH: Stratos-Industrietorluftschleieranlagen (Standard-Rentabilitätsberechnung), 1992
- Telefonische Befragung von 10 Schreinereien in Karlsruhe, Oktober 1992
- Wirtschaftsges. des Kfz-Gewerbes mbH: Energieeinsparung im Kfz-Betrieb, 1981
- ZDK (Zentralverband Deutsches Kfz-Gewerbe): Das Kfz-Gewerbe 1985, Zahlen und Fakten, Ausgabe 1986
- ZDK (Zentralverband Deutsches Kfz-Gewerbe): Das Kfz-Gewerbe 1989, Zahlen und Fakten, Ausgabe 1990
- ZDK (Zentralverband Deutsches Kfz-Gewerbe): Das Kfz-Gewerbe 1991, Zahlen und Fakten, Ausgabe 1992

