

Klimaschutz und Beschäftigung durch das KfW-Programm zur CO₂-Minderung und das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm

M. Kleemann, R. Heckler, A. Kraft, W. Kuckshinrichs



Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Umwelt/Environment

Band/Volume 34

Forschungszentrum Jülich GmbH
Programmgruppe Systemforschung und
Technologische Entwicklung

Klimaschutz und Beschäftigung
durch das
KfW-Programm zur CO₂-Minderung
und das
KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm

M. Kleemann, R. Heckler, A. Kraft, W. Kuckshinrichs

Durchgeführt im Auftrag der
Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) in Frankfurt

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Umwelt/Environment

Band/Volume 34

ISSN 1433-5530 ISBN 3-89336-326-2

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte Bibliografische Daten sind im Internet
über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Herausgeber Forschungszentrum Jülich GmbH
und Vertrieb: ZENTRALBIBLIOTHEK
 D-52425 Jülich
 Telefon (02461) 615368 · Telefax (02461) 61-6103
 e-mail: zb-publikation@fz-juelich.de
 Internet: <http://www.fz-juelich.de/zb>

Umschlaggestaltung: Grafische Betriebe, Forschungszentrum Jülich GmbH

Druck: Grafische Betriebe, Forschungszentrum Jülich GmbH

Copyright: Forschungszentrum Jülich 2003

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Umwelt/Environment Band/Volume 34

ISSN 1433-5530
ISBN 3-89336-326-2

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder
in einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder
unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Anlass und Zielsetzung der Studie	1
2. Die Bedeutung der Gebäudesanierung für den Klimaschutz	2
2.1 Volumen und Potenzial des Gebäudesektors	2
2.2 Warum Altbau­sanierung wichtig ist	3
2.3 Bisherige Entwicklung der CO ₂ -Emission im Haushaltssektor	5
3. Die KfW-Programme zur Gebäudesanierung und CO ₂ -Minderung	7
3.1 Ausgestaltung der KfW-Programme	7
3.2 Kreditzusagen und angestoßene Investitionen bis Ende 2001	9
3.3 Szenarien für die Kreditentwicklung bis 2010	12
3.4 Geförderter Wohnraum bis Ende 2001	13
3.5 Anteil der KfW-sanierten Gebäude am Bestand und am gesamten Sanierungs­volumen	14
3.6 Wohnraumspezifische Kreditzusagen und Investitionen	15
3.7 Geförderte Sanierungsmaßnahmen im Programm96	16
3.8 Geförderte Sanierungsmaßnahmen im Programm01	18
4. Energie- und CO ₂ -Einsparungen bei den Konsumenten	22
4.1 Methodisches Vorgehen mit dem Raumwärmemodell	22
4.2 Flächenspezifische Endenergieeinsparungen der Maßnahmen	23
4.2.1 Einzelmaßnahmen im Programm96 für den Altbaubereich	23
4.2.2 Einsparungen und Mehrverbrauch im Neubaubereich des Programms96	24
4.2.3 Maßnahmenpakete des Programms01	26
4.3 Kumulative Energieeinsparungen	28
4.4 CO ₂ -Einsparungen bei den Konsumenten	31
4.5 Kosten-Nutzen Aspekte	32
4.5.1 Einsparkennzahlen der Programme	32
4.5.2 Vergleich der Kredite und Investitionen mit Bauteilkosten aus der Literatur	33
4.5.3 CO ₂ -Minderungskosten der Sanierungsmaßnahmen	37
5. CO ₂ -Einsparung bei Berücksichtigung des Produktionsbereichs	41
5.1 Methodisches Vorgehen der Input-Output Analyse	41
5.2 Netto-CO ₂ -Einsparung	41
5.2.1 Entwicklung bis 2001	41
5.2.2 Fortschreibung der Entwicklung bis 2010	43
6. Beschäftigungseffekte der KfW-Programme	45
6.1 Beschäftigung im Altbaubereich bis 2001	45
6.2 Beschäftigung im Alt- und Neubaubereich bis 2001	45
6.3 Entwicklung der Beschäftigung im Altbaubereich bis 2010	46
7. Zusammenfassende Bewertung und wirtschaftliche Einordnung	48
Referenzen	52

1. Anlass und Zielsetzung der Studie

Anfang 1999 wurde von der Programmgruppe STE des Forschungszentrums Jülich im Auftrag der KfW eine erste Studie mit dem Titel „*CO₂-Reduktion und Beschäftigungseffekte durch das CO₂-Minderungsprogramm der KfW*“ abgeschlossen [1, 2]. Ziel dieser Untersuchung war es, für die Laufzeit des Programms von 1996 bis Ende 1998 durch eine modellgestützte Analyse die folgenden Wirkungen zu schätzen: Energieeinsparung, CO₂-Minderung und Arbeitsplatzeffekte. Die Studie wurde als Langfassung in der Reihe „Schriften des Forschungszentrums Jülich“ und als Kurzfassung in verschiedenen Zeitschriften veröffentlicht sowie auf einer Reihe von Veranstaltungen der Öffentlichkeit vorgestellt. Dabei zeigten eine Vielzahl von Fachleuten, Wissenschaftlern, Journalisten und politischen Entscheidungsträgern ein großes Interesse an den Ergebnissen.

Inzwischen hat sich der Kreditrahmen erweitert und die Kreditbedingungen sind ebenfalls verändert worden. Seit Anfang 2001 wurde neben dem schon seit 1996 laufenden Programm ein weiteres Förderprogramm eingerichtet. Die beiden jetzt existierenden Programme heißen:

- **KfW-Programm zur CO₂-Minderung**, im folgenden **Programm96** genannt und
- **KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm**, im folgenden **Programm01** genannt.

Der Untersuchungszeitraum der ersten Studie, der nur bis 1998 reicht, deckt die neueren Entwicklungen nicht mehr ab. Im Rahmen dieser zweiten Studie wird deshalb eine Aktualisierung und Anpassung an die veränderte Datenlage bis Ende 2001 durchgeführt. Darüber hinaus wird die Entwicklung bis 2010 prognostiziert.

Angesichts der ungelösten Probleme im Klimaschutz und am Arbeitsmarkt zeichnet sich ab, dass die Nachfrage nach zuverlässigen, wissenschaftlichen Abschätzungen für CO₂-Minderungen und Arbeitsplatzeffekte im politischen Raum weiter steigen wird. Gerade der Altbaumodernisierung kommt dabei eine zentrale Rolle zu, weil hier große Einsparpotenziale vorliegen und weil gleichzeitig die Arbeitsplatzintensität im Vergleich zu anderen Wirtschaftssektoren hoch ist. Mit den aktuellen Ergebnissen dieser Untersuchung können die klima- und arbeitsmarktpolitischen Diskussionen wirkungsvoll unterstützt werden.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, eine modellgestützte Wirkungsanalyse für die bisherige Laufzeit der Programme durch zu führen mit einem Ausblick auf das Jahr 2010. Folgende Effekte der von KfW geförderten Altbausanierung werden rechnerisch geschätzt:

- Die jährliche Energieeinsparung durch die investiven Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmedämmung und zur Heizungserneuerung.
- Die jährliche CO₂-Einsparung infolge des veränderten Energieträgerbedarfs unter Berücksichtigung des Mehrausstoßes im Produktionsbereich.
- Die Wirkung der programminduzierten Impulse hinsichtlich bauwirtschaftlicher und gesamtwirtschaftlicher Beschäftigung.

Zur Berechnung der Einsparungen bei den Konsumenten wird ein technisches Raumwärmemodell eingesetzt und zur Schätzung der Effekte bei den Produzenten ein volkswirtschaftliches Input-Output-Modell.

2. Die Bedeutung der Gebäudesanierung für den Klimaschutz

2.1 Volumen und Potenzial des Gebäudesektors

Der Gebäudesektor als größter Verbrauchssektor

Bedeutung und Dimension des Wärmemarktes für den Gebäudebereich werden in Tabelle 2.1-1 veranschaulicht. Danach beläuft sich der Anteil des Endenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasser 1995 in den Sektoren Haushalte und Kleinverbraucher auf 3.326 PJ. Bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch in Deutschland entspricht das einem Anteil von 35,4 %. Mehr als ein Drittel des deutschen Endenergiekonsums gehen in den Gebäudebereich, der damit der größte Verbrauchssektor vor Verkehr und Industrie ist. Damit wird klar, dass diesem Sektor auch bei den Klimaschutzbemühungen eine erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen ist.

Tabelle 2.1-1: Gesamter Endenergieverbrauch und Raumwärmeanteil [3]

	Gesamter Verbrauch		Raumwärmeanteil	
	PJ	%	PJ	%
Privathaushalte	2.689	28,7	2.375	25,3
Kleinverbraucher	1.603	17,1	951	10,1
Industrie	2.474	26,4	148	1,6
Verkehr	2.614	27,9	0	0
Summe	9.380	100,0	3.326	37,1

Sanierungspotenzial im Altbaubereich

Es ist aber nicht nur der große Energieverbrauch, der diesen Sektor für den Klimaschutz so wichtig und interessant macht. Gleichzeitig bestehen sehr hohe Einsparpotenziale. Insbesondere der energetischen Sanierung der älteren Gebäude kommt eine Schlüsselrolle zu.

Deutschland verfügte in Jahr 2001 über rund 4 Mrd. m² an Gebäudeflächen. Davon entfallen rund 3 Mrd. m² auf Wohngebäude mit insgesamt 37 Mio. Wohnungen. Der Rest von knapp 1 Mrd. m² sind gewerblich genutzt Nichtwohngebäude. Alle Gebäude, die vor Einführung der zweiten Wärmeschutzverordnung 1984 gebaut wurden, entsprechen bei weitem nicht mehr den heutigen Anforderungen und sind energetisch sanierungsbedürftig, sofern sie nicht schon modernisiert wurden. Tatsächlich sind rund 75 % der heute vorhandenen Gebäude vor 1985 gebaut worden. Dies zeigt das große Energie- und CO₂-Einsparpotenzial des Gebäudebereichs.

Bezogen auf den Bestand von 2001 wird das realistische, langfristige CO₂-Einsparpotenzial im Altbaubereich durch Heizungserneuerung und verbesserte Wärmedämmung auf 50 bis 70 Mio. Tonnen CO₂ geschätzt. Im Vergleich zum Gesamtausstoß des Haushaltssektors im Jahr 1990 entspricht das einem Minderungspotenzial von 40 bis 55 %.

Mehremission durch Neubauten

Durch Neubauten kommt eine zusätzlich zu beheizende Gebäudefläche zum Bestand dazu, die vorher nicht vorhanden war. Dies bedeutet einen Mehrverbrauch an Energieträgern und

eine erhöhte CO₂-Emission. Neubauaktivitäten wirken sich kontraproduktiv auf die CO₂-Minderungsbemühungen aus, sofern es sich nicht um Nullenergiehäuser handelt oder sofern nicht entsprechende Altbauten mit höherem Verbrauch abgerissen werden. Beides ist aber in der Praxis nicht der Fall.

Sind die Neubauten jedoch besser gedämmt als es die bestehende Verordnung vorschreibt, wie z.B. bei den KfW-Energiesparhäusern 60¹ und den KfW-Energiesparhäusern 40¹, dann fällt die Mehremission deutlich geringer aus und man kann von einer Einsparung gegenüber den Anforderungen der Verordnung sprechen.

2.2 Warum Altbausanierung wichtig ist

Sanierung schafft bessere Lebensräume für morgen

Sanierung statt Neubau trägt mit dazu bei, bestehende ökologische, soziale sowie sonstige Strukturen und Abläufe z.B. in einem Stadtgebiet zu erhalten. Außerdem wird das kulturelle Erbe durch die Sanierung gepflegt und erhalten. Die Gebäude werden durch eine Renovierung ästhetisch aufgewertet und technisch weitgehend auf den aktuellen Stand gebracht. Die Wohnqualität wird erheblich verbessert. Der Nutzer genießt eine höhere thermische Behaglichkeit durch die bessere Wärmedämmung, hat meist verbesserte Lichtverhältnisse und weniger Feuchtigkeits- und Schimmelprobleme. Durch die Sanierung wird aber auch nach außen ein positives Wohnumfeld geschaffen. Alles zusammen führt zu einer höheren Wohnzufriedenheit und schafft Lebensräume für morgen, wodurch ein wesentlicher Beitrag zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung geleistet wird.

Sanierung erhält die Bausubstanz und schont Ressourcen

Wohngebäude haben in Deutschland eine Lebensdauer von 150 bis 200 Jahren mit einem Renovierungszyklus von 30 bis 60 Jahren (Mittelwert 50 Jahre). Innerhalb eines solchen Renovierungszykluses werden alle Gebäudeteile (Dach, Außenwände, Fenster) mindestens einmal renoviert oder ganz erneuert. Die Heizungsanlage wird in diesem Zeitraum mindestens zweimal ersetzt. Der Restwert eines Gebäudes ist in der Regel nach einem und z.T. auch nach mehreren Renovierungszyklen noch so hoch, dass eine weitere Renovierung immer noch wirtschaftlich günstiger ist als ein Abriss mit anschließendem Neubau. Aber auch ökologisch ist die Erhaltung bestehender Gebäude die sinnvollste Maßnahme, weil sie den sparsamsten Umgang mit den Ressourcen darstellt.

Bis 2050 werden noch rund 75 % der heutigen Bausubstanz existieren [4]. Altbausanierung ist deshalb ein Thema, das die Bauwirtschaft und den Klimaschutzpolitik noch sehr lange und intensiv beschäftigen wird.

Sanierung spart Energie und Geld

Durch eine energetische Sanierung entsprechend dem derzeitigen Stand der Technik und der Verordnungen können an alten Gebäuden, je nach Baualter, Zustand und Gebäudetyp, mit einer Vollsanierung von Gebäudehülle und Heizungsanlage Energieeinsparungen von 50

¹ Der Jahresprimärenergiebedarf beträgt nicht mehr als 60 oder 40 kWh/m².

bis 75 % erreicht werden. Damit wird insbesondere der Einsatz fossiler Energieträger wie Erdgas und Heizöl reduziert und ein wesentlicher Beitrag zur Ressourcenschonung, zur Umweltentlastung und zur Verringerung der Energieimporte geleistet.

Die Güter und Dienstleistungen, die bei der Sanierung eingesetzt werden, entstehen fast ausschließlich im Inland. Volkswirtschaftlich leistet die Altbausanierung einen Beitrag zur Erhöhung des Bruttoinlandproduktes.

In vielen Fällen kommt die energetische Altbausanierung entgegen der landläufigen Meinung dann in den Bereich der Wirtschaftlichkeit, wenn sie zusammen mit der ohnehin anstehenden baulichen Instandsetzung durchgeführt wird. Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der energetischen Modernisierung sind dann nur die Zusatzkosten als Differenz zwischen den Gesamtkosten und den ohnehin fälligen Ausgaben für die rein bauliche Renovierung anzusetzen.

Unter wirtschaftlichen Aspekten ist für den Gebäudebesitzer die Wertsteigerung der Immobilie durch die Sanierung wesentlich.

Sanierung mindert die Emission von Luftverunreinigungen und CO₂

Die Verringerung des Energieverbrauchs in sanierten Gebäuden wirkt sich unmittelbar in einer geringeren Emission von Luftverunreinigungen wie Stickoxiden, Kohlenwasserstoffen und Schwefeldioxid aus. Damit wird ein direkter Beitrag zur Verbesserung der Umgebungsluftqualität geleistet, die Ozonvorläufersubstanzen Kohlenwasserstoffe und Stickoxide werden gemindert und die Möglichkeit der Bildung von saurem Regen aus Schwefeldioxid und Stickoxid wird verringert.

Für den Klimaschutz ist jedoch wesentlich, dass mit jeder Einheit nicht verbrannter fossiler Energie eine entsprechende Menge an CO₂ eingespart wird. Die Altbausanierung kann daher einen sehr wirksamen Beitrag zum Klimaschutz liefern. Wie oben ausgeführt betragen die langfristigen, realistischen Potenziale für den gesamten Gebäudebestand rund 50 bis 70 Mio. Tonnen CO₂.

Sanierung schafft Arbeitsplätze

Insgesamt ist die Bauwirtschaft geprägt durch einen hohen Anteil von Klein- und Mittelbetrieben. So beträgt z.B. der Anteil des Umsatzes im Bauhauptgewerbe, der in Betrieben unter 100 Beschäftigten erwirtschaftet wird, ca. 74 %. Die von dieser Betriebsgrößengruppe geleisteten Arbeitsstunden belaufen sich auf ca. 84 %. Die energetische Sanierung und Modernisierung im Gebäudebereich erfolgt durch einen hohen Anteil von Klein- und Mittelbetrieben. Eine umfassende, verstärkte Sanierungsaktivität würde gerade dieser Gruppe zugute kommen.

Der Bereich der Gebäudesanierung ist im Vergleich zu anderen Wirtschaftssektoren sehr arbeitsplatzintensiv. Hier wird pro Einheit Bruttoproduktion wesentlich mehr Arbeitsleistung benötigt als z.B. in der Industrie.

Würden bei Zugrundelegung eines 50-jährigen Renovierungszyklusses pro Jahr im Mittel rund 2 % des Wohngebäudebestandes saniert, dann entspräche dies einer Wohnungsmenge von knapp 720.000 Stück. Bei einer baulichen und energetischen Vollsaniierung würden bei diesem Volumen dauerhaft rund 300.000 Arbeitsplätze geschaffen bzw. erhalten.

2.3 Bisherige Entwicklung der CO₂-Emission im Haushaltssektor

Auf die Entwicklung des zukünftigen Wärmebedarfs im Gebäudebereich wirken verschiedene gegenläufige Trends, die teils eine Verringerung des Energiebedarfs hervorrufen und teils eine verstärkte Energienachfrage verursachen.

Verbrauchsmindernde Trends

So wird von vielen Politikern und Energiewirtschaftlern erwartet, dass der Energiebedarf zur Wärmeversorgung von Gebäuden im Zuge der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV), einer zunehmenden Verbreitung der Niedrigenergie- und Passivhausbauweise sowie insbesondere wegen der zu erwartenden Altbausanierung sinken wird. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass im Falle einer stringenteren Klimaschutzpolitik langfristig mit einer weiteren Verschärfung der Wärmeschutzstandards, einer wirksameren Vollzugskontrolle bei der Altbausanierung und einer verstärkten Nutzung regenerativer Energiequellen zu rechnen ist. Dies kann den Bedarf der fossilen Energieträger und damit die CO₂-Emission im Gebäudebereich zusätzlich verringern.

Verbrauchssteigernde Trends

Auf der anderen Seite weisen Praktiker immer wieder darauf hin, dass durch Neubauten zusätzlich zu beheizende Wohnflächen entstehen. Neubauten, auch wenn sie entsprechend den geltenden Verordnungen gedämmt sind, verursachen immer einen zusätzlichen Anstieg der Energienachfrage. Die neue Nachfrage wird in der Regel nicht durch einen entsprechenden Gebäudeabriss kompensiert. Belegt wird diese Entwicklung durch das seit Jahren leichte Ansteigen des Energieverbrauchs der Haushalte in der deutschen Energiebilanz. Außerdem zeigt sich in der Praxis häufig, dass zum Teil durch eine unzureichende energetische Sanierung im Altbaubereich und einen teilweise unzureichenden Vollzug der Wärmeschutzverordnung Einsparpotenziale verschenkt werden. Die Energienachfrage sinkt dadurch weniger stark als erwartet.

Welche der vorstehend genannten nachfragebremsenden oder nachfragebeschleunigenden Trends am wirksamsten sind, hängt u. a. stark von der politischen Weichenstellung ab.

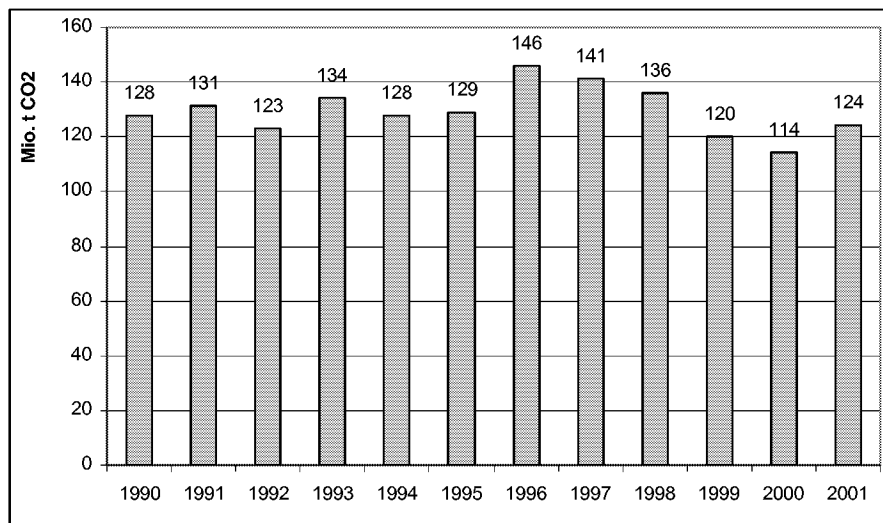
Der tatsächliche Verlauf in den letzten 10 Jahren

Abbildung 2.3-1 zeigt, dass die Bemühungen zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes im Haushaltssektor, gemessen an den ehrgeizigen politischen Minderungszielen, bisher noch nicht erfolgreich genug waren. Von 1990 bis 1996 ist keine Verringerung, sondern ein mehr oder weniger steigender Trend des CO₂-Ausstoßes, zu erkennen. Erst ab 1996 setzt eine Trendwende ein und die Emissionen fallen stetig ab bis 2000. Dies wird sicher auch durch die KfW-Förderprogramme unterstützt, denn das Programm96 ja gerade im Jahr der Trendumkehr in Kraft getreten.

Allerdings hat sich dieser abnehmende Trend offensichtlich noch nicht stabilisiert, da 2001 die Emission offensichtlich wieder ansteigt, wobei sie aber unter dem Wert von 1990 bleibt. Da die Emission für 2001 noch vorläufig ist, wird eine abschließende Beurteilung des Trends erst möglich sein, wenn der endgültige Wert vorliegt.

Würden statt der hier verwendeten unbereinigten Werte die temperaturbereinigten CO₂-Emissionen zugrunde gelegt, so ergäben sich keine grundsätzlichen Änderungen.

Abbildung 2.3-1: Entwicklung der realen, unbereinigten CO₂-Emission des Haushaltssektors von 1990 bis 2001 [5,6,7]



3. Die KfW-Programme zur Gebäudesanierung und CO₂-Minderung

3.1 Ausgestaltung der KfW Programme

Die KfW-Programme dienen der zinsgünstigen, langfristigen Finanzierung von Investitionen zur Energieeinsparung und zur CO₂-Reduzierung in Wohngebäuden sowie der Errichtung von Passivhäusern, wobei der Zinssatz verbilligt wird und tilgungsfreie Anlaufjahre gewährt werden. Gefördert werden bis zu 100 % der Investitionskosten einschließlich der Nebenkosten. Die Anträge können von Privatpersonen, Wohnungsunternehmen, Gemeinden, Kreisen sowie sonstigen Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts gestellt werden. Die vollständigen und derzeit verbindlichen Konditionen sind bei der KfW zu erfragen.

Die folgende Tabelle 3.1-1 zeigt eine vereinfachte Gegenüberstellung der Hauptcharakteristika der beiden Programme.

Tabelle 3.1-1: Vergleich der beiden KfW-Programme (vereinfacht)

Programm96	Programm01
Laufzeit: seit Anfang 1996	Laufzeit: seit Anfang 2001
Bis 1999 nur für die alten Bundesländer, danach für alle Bundesländer	Für alle Bundesländer
Förderung von Einzelmaßnahmen	Förderung von Maßnahmenpaketen
Anforderungen: Keine besonderen Anforderungen, außer der Einhaltung der Wärmeschutzverordnung von 1995 (Untersuchung nur bis Ende 2001), bzw. der Energieeinsparverordnung nach deren in Kraft treten.	Anforderungen: Einhaltung der Verordnungen und einer Jahres-Mindesteinsparung von 40 kg CO ₂ /m ² (Mindestanforderungen an Heizung und Dämmung)
Finanzierungsumfang: Maximal 5 Mio. EUR, 30.000 bis 50.000 EUR für Energiespar- und Passivhäuser	Finanzierungsumfang: Maximal 250 EUR/m ² Wohnfläche
Aktueller effektiver Zinssatz ¹⁾ ca. 4,96 %	Aktueller effektiver Zinssatz ¹⁾ ca. 2,93 %
Umgesetzte Kredite 2001: 820 Mio. EUR	Umgesetzte Kredite 2001: 495 Mio. EUR

1) Stand Februar 2002

Für die folgenden Untersuchungen sind insbesondere die mit den Programmen geförderten Maßnahmen von Interesse, weil damit die Energieeinspar- und CO₂-Minderungsrechnungen durchgeführt werden.

Finanzierte Maßnahmen im Programm96

Gefördert werden Klimaschutzinvestitionen in Wohngebäuden sowie die Errichtung von KfW-Energiesparhäusern [8]. Im Einzelnen können finanziert werden:

A) Maßnahmen an bestehenden Wohngebäuden zum Zwecke der CO₂-Minderung und der Energieeinsparung:

1. Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudeaußenhülle.

2. Installation von Brennwertkesseln einschließlich der unmittelbar dadurch veranlassten Maßnahmen.
3. Installation von Niedertemperaturheizkesseln einschließlich der unmittelbar dadurch veranlassten Maßnahmen.
4. Installation von Wärmeübergabestationen für eine Fern- oder Nahwärmeversorgung einschließlich der unmittelbar dadurch veranlassten Maßnahmen.
5. Installation von solar unterstützter Nahwärmeversorgung einschließlich der unmittelbar durch die Nahwärmeversorgung veranlassten Maßnahmen.
6. Installation von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen einschließlich der unmittelbar durch die Nutzung veranlassten Maßnahmen.

Dabei sind die Anforderungen der Wärmeschutzverordnung von 1995 bzw. der Energieeinsparverordnung einzuhalten.

B) Maßnahmen an bestehenden und neuen Wohngebäuden zur Nutzung von erneuerbaren Energien einschließlich der unmittelbar durch die Nutzung der Anlage veranlassten Maßnahmen, und zwar die Installation von:

1. Wärmepumpen,
2. Biomasse- und Biogas-Anlagen,
3. Geothermischen Anlagen,
4. Wärmetauschern (Erdwärmetauscher),
5. Wärmerückgewinnungsanlagen sowie
6. Solarthermischen und Photovoltaik-Anlagen (Geeignete Maßnahmen können auch im Förderprogramm zur Nutzung erneuerbarer Energien bzw. im 100.000 Dächer-Solarstrom-Programm finanziert werden.)

C) Die Errichtung und der Ersterwerb von KfW-Energiesparhäusern 40 und 60 mit einem maximalen Jahres-Primärenergiebedarf von 40 bzw. 60 kWh/m².

Finanzierte Maßnahmen im Programm01

Gefördert werden Investitionen in Wohngebäuden, die im Jahr 1978 oder vorher fertiggestellt wurden [8]. Gefördert werden folgende Maßnahmenpakete:

Maßnahmenpaket 1

- Erneuerung der Heizung und
- Wärmedämmung des Daches und
- Wärmedämmung der Außenwände

Maßnahmenpaket 2

- Erneuerung der Heizung und
- Wärmedämmung des Daches und
- Wärmedämmung des Kellers und
- Erneuerung der Fenster

Maßnahmenpaket 3

- Erneuerung der Heizung und
- Umstellung des Heizenergieträgers und
- Erneuerung der Fenster

Die einzelnen Maßnahmenpakete können im Rahmen des Kredithöchstbetrages um weitere Einzelmaßnahmen aus einem der anderen Pakete 1 bis 3 ergänzt werden. Für die Durchführung der Maßnahmen nach Paket 1 bis 3 sind technische Mindestanforderungen zu erfüllen, die aus den Veröffentlichungen der KfW zu entnehmen sind [8].

Maßnahmenpaket 4

Kombinationen außerhalb der Pakete 1 bis 3. Abweichende Maßnahmen oder Maßnahmenkombinationen sowie Maßnahmen mit abweichenden technischen Spezifikationen können gefördert werden, wenn der Darlehensnehmer durch Bestätigung eines nach Landesrecht Bauvorlageberechtigten (z.B. Architekt) oder eines in Bundes- oder Landesprogrammen für den Gebäudebereich als Energieberater zugelassenen Ingenieurs nachweist, dass mit den Maßnahmen eine CO₂-Einsparung von mindestens 40 kg/m² Wohnfläche und Jahr erreicht wird. Bei Durchführung der Maßnahmen nach Paket 4 sind auch technische Mindestanforderungen zu erfüllen, die den Veröffentlichungen der KfW zu entnehmen sind [8].

Gefördert werden im Einzelnen:

- Erneuerung der Heizung,
- Umstellung des Heizenergeträgers,
- Wärmedämmung des Daches,
- Wärmedämmung der Außenwände,
- Wärmedämmung des Kellers,
- Erneuerung der Fenster,
- Lüftungsanlagen,
- Erdwärmetauscher,
- Transparente Wärmedämmung,
- Photovoltaik-Anlagen,
- Kraft-Wärme-Kopplung,
- Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien.

3.2 Kreditzusagen und angestoßene Investitionen bis Ende 2001

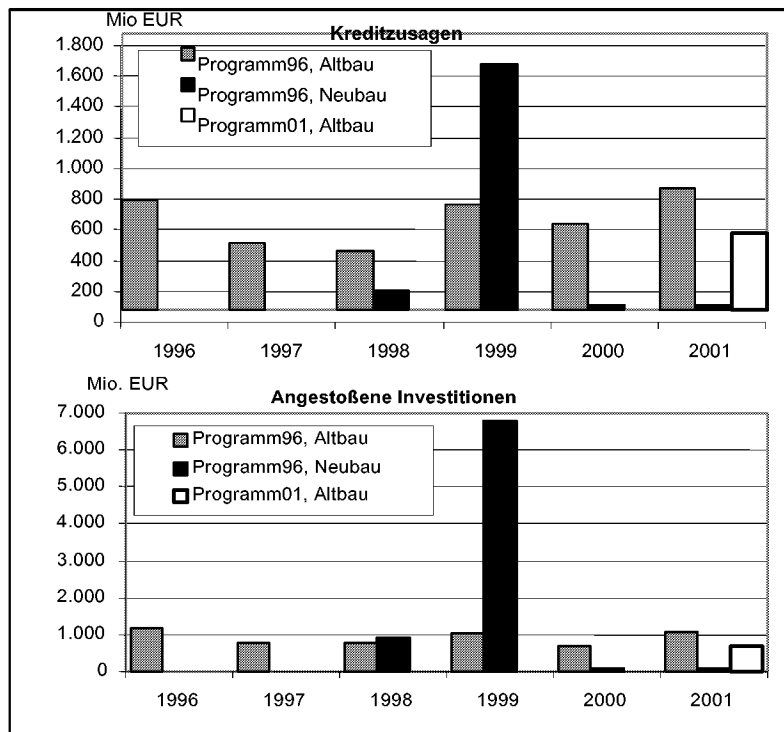
Die insgesamt mit den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen angestoßenen Investitionen setzen sich aus den zugesagten Krediten zusammen und den finanziellen Eigenleistungen der Kreditnehmer, die auf dem Kreditantrag angegeben werden müssen. Beide Größen, die jährlichen Kreditzusagen und die insgesamt angestoßenen Investitionen, sind als kennzeichnende Parameter der Programmumsetzung von 1996 bis 2001 in Tabelle 3.2-1 zusammengestellt.

Die Zahlen beziehen sich sowohl auf die Altbausanierung als auch auf die Förderung von Neubauten in Form von Niedrigenergiehäusern, KfW-Energiesparhäusern 40 und 60 sowie Passivhäusern. Die Zahlen für das Programm96 gelten für den Zeitraum vom 1.1. 1996 bis zum 30.11. 2001. Die Daten des Programms01 reichen nur von Februar 2001 bis zum 30.11. 2001.

Tabelle 3.2-1: Jährliche Kreditzusagen und angestoßene Investitionen in Mio. EUR zu laufenden Preisen [9]

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	Summe
Kreditzusagen								
Programm96	Altbau	716	436	386	685	564	786	3.573
Programm96	Neubau	0	0	127	1.598	30	33	1.788
Programm96	Alt- und Neubau	716	436	513	2283	594	819	5361
Programm01	Altbau	0	0	0	0	0	495	495
Beide Programme	Altbau	716	436	386	685	564	1281	4.068
Beide Programme	Alt- und Neubau	716	436	513	2283	594	1314	5856
Angestoßene Investitionen								
Programm96	Altbau	1.152	767	798	1.032	697	1.092	5.538
Programm96	Neubau	0	0	916	6.771	105	85	7.877
Programm96	Alt- und Neubau	1.152	767	1.714	7.803	802	1.177	13.415
Programm01	Altbau	0	0	0	0	0	694	694
Beide Programme	Altbau	1.152	767	798	1.032	697	1.786	6232
Beide Programme	Alt- und Neubau	1.152	767	1.714	7.803	802	1.871	14.109

Die folgende Abbildung 3.2-1 zeigt die Zahlen der Tabelle 3.2-1 in graphischer Darstellung. Das obere Bild enthält die Entwicklung der Kreditzusagen für die beiden Programme, getrennt nach Altbau und Neubau.

Abbildung 3.2-1: Kreditzusagen und Investitionen zu laufenden Preisen [9]

Programm96: Kreditzusagen im Altbaubereich

Die Kreditzusagen für den Altbaubereich im Programm96 sinken von 716 Mio. EUR im Startjahr 1996 auf ein absolutes Minimum von 386 Mio. EUR im Jahre 1998. Danach ist ein deutlich aufsteigender Trend zu verzeichnen. Die Kreditzusagen wachsen bis 2001 auf den Höchstwert der bisherigen Laufzeit von 786 Mio. EUR. Bezogen auf den Tiefststand von 1998 bedeutet dies eine Verdoppelung des Kreditvolumens. Der Anstieg bleibt offensichtlich unberührt davon, dass im Rahmen des Programms01 im Jahr 2001 zusätzlich 495 Mio. EUR nachgefragt werden. Die Kreditvolumina des Programms01 gehen also nicht zu Lasten des Programms96. Die steigende Kreditnachfrage ist insgesamt als positiv zu werten. Sie lässt den Schluss zu, dass immer mehr Gebäudeeigentümer willens sind, energiegerecht zu sanieren.

Programm96: Kreditzusagen im Neubaubereich

Ab 1998 beginnt im Programm96 die Förderung der Niedrigenergiebauweise mit einem Kreditvolumen von 127 Mio. EUR. Damit wird das Programm96 erstmalig auf den Neubaubereich ausgedehnt. Die Niedrigenergiehausförderung erreicht dann 1999 den beachtlichen Betrag von 1.598 Mio. EUR. Danach wird diese Maßnahme nicht mehr gefördert. Die verbleibenden, relativ geringen Beträge für den Neubaubereich in den Jahren 2000 und 2001 von 29,6 und 32,7 Mio. EUR werden für die Errichtung von Passivhäusern und KfW-Energiesparhäusern 40 und 60 eingesetzt.

Programm01: Kreditzusagen im Altbaubereich

Für das Programm01 werden 2001 erstmalig rund 495 Mio. EUR an Krediten zugesagt. Interessant ist, dass der Betrag für das Programm01 deutlich geringer ausfällt als für das Programm96, obwohl der Zinssatz mit 2,93 % erheblich günstiger ist (vgl. Tabelle 3.1-1). Dies lässt erkennen, dass der überwiegende Teil der Kreditnehmer offensichtlich Einzelmaßnahmen gegenüber Maßnahmenpaketen bevorzugt. Ein wesentlicher Grund dafür könnte aber auch sein, dass die erheblichen Energieeinsparpotenziale, die mit den Maßnahmenpaketen erzielt werden können, im ersten Laufjahr des Programms01 noch zu wenig bekannt sind.

Angestoßene Investitionen

Im unteren Teil von Abbildung 3.2-1 ist der Verlauf der angestoßenen Investitionen gezeigt. Sie verlaufen für den Altbaubereich etwa proportional zu den Krediten für die Altbausanierung. Das Verhältnis von Investitionen zu Kreditzusagen liegt im Mittel bei rund 1,5. Diese Zahl bedeutet, dass rund zwei Drittel der gesamten Investitionssumme durch KfW Kredite abgedeckt werden. Für die Investitionen im Neubaubereich beläuft sich diese Relation im Durchschnitt auf einen Wert von 5. Die Ursache hierfür ist, dass im Neubaubereich der Anteil der KfW-Kredite an den höheren Gesamtinvestitionen durch die Förderhöchstbeträge stärker begrenzt wird.

3.3 Szenarien für die Kreditentwicklung bis 2010

Für die Fortschreibung der Kreditentwicklung bis 2010 werden zwei Szenarien unterstellt:

- **Moderate Kreditnachfrage:** Hier wird die Kreditnachfrage des Jahres 2001 für beide Programme mit konstanten Jahresbeträgen bis 2010 fortgeschrieben.
- **Stärkere Kreditnachfrage:** In diesem Fall wird angenommen, dass im Programm01 im Zeitraum von 2001 bis 2005 insgesamt 5 Mrd. EUR nachgefragt werden und von 2006 bis 2010 rund 6 Mrd. EUR. Dies bedeutet gegenüber dem vorgenannten Szenario eine Verdoppelung des Kreditvolumens in Programm01. Das Kreditvolumen von 5 Mrd. EUR bis 2005 kann für das Programm01 aufgrund der vom Bund für die Zinsverbilligung bereit gestellten Mittel mobilisiert werden. Insofern ist das Szenario „Stärkere Kreditnachfrage“ durchaus als realistisch anzusehen. Für das Programm96 wird eine konstante Nachfrage entsprechend dem Niveau im Jahre 2001 angenommen.

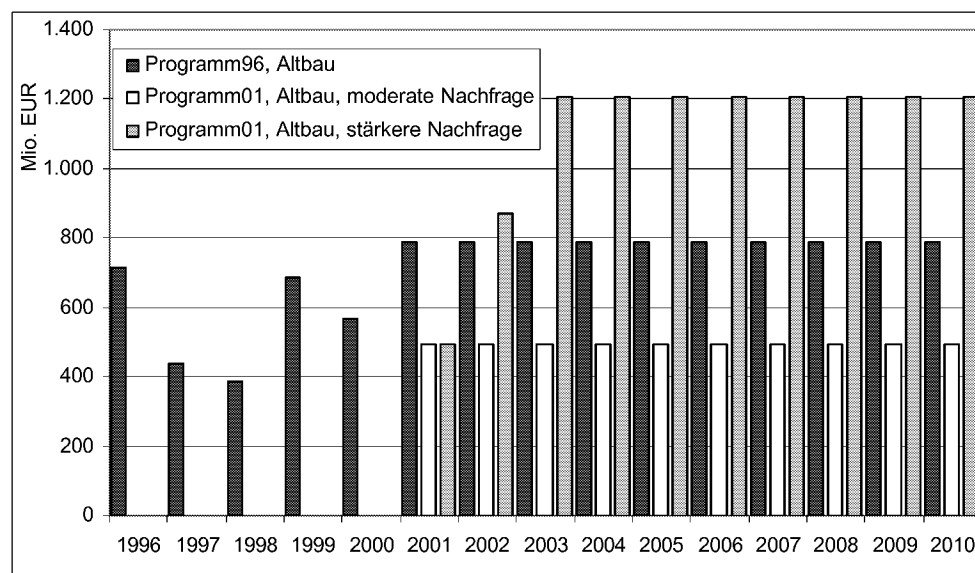
Die Kreditvolumina der beiden Szenarien sind in der folgenden Tabelle 3.3-1 summarisch für Perioden von jeweils fünf Jahren zusammengestellt.

Tabelle 3.3-1: Kreditentwicklung von 2001 bis 2010 für die beiden Szenarien

		Moderate Kreditnachfrage		Stärkere Kreditnachfrage	
		2001 - 2005	2006 - 2010	2001 - 2005	2006 - 2010
Programm96	Mio. EUR	4.000	4.000	4.000	4.000
Programm01	Mio. EUR	2.500	2.500	5.000	6.000
Summe	Mio. EUR	2.5	2.5	9.000	10.000

Die Entwicklung der jährlichen Kreditvolumina ist für die beiden Szenarien in der folgenden Abbildung 3.3-1 gezeigt.

Abbildung 3.3-1: Kreditentwicklung von 1996 bis 2010 in Jahresschritten



Die angestoßenen Investitionen, die hier nicht gezeigt sind, werden von 2002 bis 2010 mit dem in Kapitel 3.2 angegebenen Faktor von 1,5 hoch gerechnet.

3.4 Geförderter Wohnraum bis Ende 2001

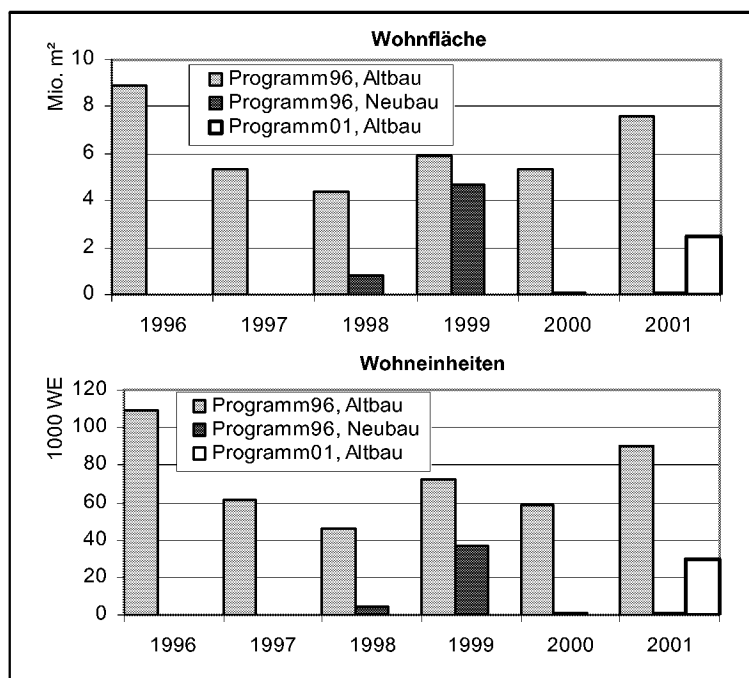
Jährliche Entwicklungen

Die Entwicklung der jährlich geförderten Wohnflächen und Wohneinheiten ist sowohl in Tabelle 3.4-1 als auch in Abbildung 3.4-1 für die beiden Programme nach Alt- und Neubau zusammengestellt.

Tabelle 3.4-1: Jährlich geförderte Wohnfläche und Wohneinheiten von 1996 bis 2001 [9]

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	Summe
Wohnflächen in Mio. m²								
Programm96	Altbau	8,9	5,3	4,4	5,9	5,3	7,6	37,4
Programm96	Neubau	0	0	0,8	4,7	0,1	0,1	5,7
Programm96	Altbau + Neubau	8,9	5,3	5,2	10,6	5,4	7,7	43,1
Programm01	Altbau	0	0	0	0	0	2,5	2,5
Wohneinheiten in 1000								
Programm96	Altbau	109,5	61,5	46,0	72,6	58,5	89,9	438,0
Programm96	Neubau	0	0	4,7	36,7	0,8	1,1	43,3
Programm96	Altbau + Neubau	109,5	61,5	50,7	109,3	59,3	91,0	481,3
Programm01	Altbau	0	0	0	0	0	29,9	29,9

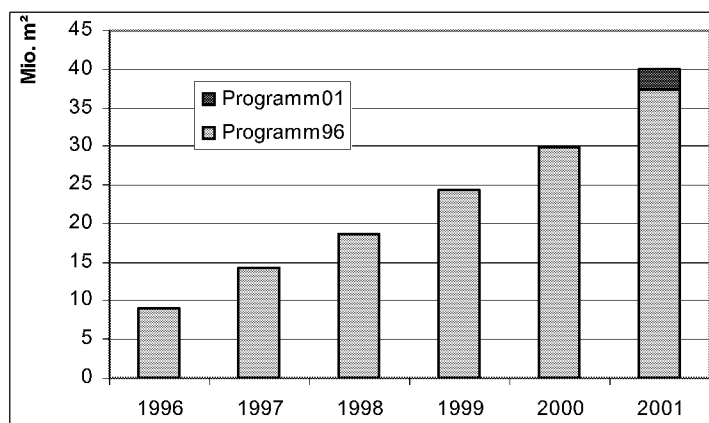
Abbildung 3.4-1: Das jährlich geförderte Gebäudevolumen von 1996 bis 2001 [9]



Kumulative Förderung im Alt- und Neubaubereich bis 2001

Im Rahmen des Programms96 wurden in der Laufzeit von 1996 bis 2001 insgesamt 37,4 Mio. m² an Wohnfläche oder 438.000 Wohneinheiten saniert. Das entspricht im Jahresmittel rund 6,2 Mio. m² oder 73.000 Wohneinheiten. Im Jahr 2001 kommen dann Sanierungen im Rahmen des Programms01 von 2,5 Mio. m² oder 29.900 Wohneinheiten dazu.

Abbildung 3.4-2: Kumulative Entwicklung der sanierten Altbau-Wohnfläche bis 2001 [9]



Für den Neubaubereich ergeben sich entsprechend der Kreditverteilung in Tabelle 3.2-1 die höchsten Werte 1999 als das Niedrigenergiehaus besonders intensiv gefördert wurde. Insgesamt wurden bis 2001 rund 5,7 Mio. m² oder 43.000 WE gefördert.

3.5 Anteil der KfW-sanierten Gebäude am Bestand und am gesamten Sanierungsvolumen

Bis 2001 wurden insgesamt rund 40 Mio. m² an Altbau-Wohnfläche saniert. Bezogen auf den gesamten Wohnflächenbestand von rund 3 Mrd. m² entspricht die sanierte Menge immerhin schon einem Anteil von 1,3 %. Dieser Anteil wird mit der Fortsetzung des Programms im Szenario „Stärkere Kreditnachfrage“ bis 2010 auf 5,2 % ansteigen. Aussagekräftiger als der Anteil am Bestand ist der Anteil der KfW-geförderten Sanierungen am gesamten Sanierungsvolumen.

Aus der Sanierungspraxis ergibt sich ein mittlerer Renovierungszyklus für Wohngebäude von etwa 50 Jahren. In diesem Zeitraum sind alle Teile der Gebäudehülle einmal erneuert worden. Rein rechnerisch bedeutet diese Zahl, dass pro Jahr ca. 2% des Bestandes saniert werden, was einer Wohnfläche von 60 Mio. m² entspricht. Im Jahr 2001 wurden nach Tabelle 3.4-1 im Rahmen der beiden Programme im Altbaubereich rund 10 Mio. m² saniert. Der Anteil KfW geförderter Wohnflächen am rechnerischen Sanierungsvolumen liegt damit 2001 bei rund 16 %. Der geringste Anteil der bisherigen Laufzeit wurde 1998 mit 4,4 Mio. m² oder 7,3 % erreicht.

3.6 Wohnraumspezifische Kreditzusagen und Investitionen

Mittlere Wohnungsgrößen

Die mittlere Wohnungsgröße der im Altbaubereich mit KfW Mitteln sanierten Gebäude liegt bei 84 bis 85 m². Das entspricht ungefähr der mittleren Wohnungsgröße im gesamten deutschen Gebäudebestand. Bei den Neubauten, die im KfW Programm gefördert werden, dürfte es sich im wesentlichen um Einfamilien-Reihenhäuser handeln, deren mittlere Wohnfläche sich aus Tabelle 3.4-1 mit rund 132 m² berechnen lässt.

Förderung pro Wohneinheit

Die Kreditzusagen je Wohneinheit (WE) für die Altbausanierung im Programm96 haben nach Tabelle 3.6-1 im Mittel einen steigenden Trend. Mit Hilfe einer linearen Trendlinie lässt sich zeigen, dass die Kreditzusagen pro Wohneinheit im Mittel um 6 bis 8 % pro Jahr zunehmen. Diese Zunahme kann nicht alleine durch den Preisanstieg erklärt werden.

Tatsächlich ändert sich im Laufe der Zeit auch das Verhältnis von angestoßenen Investitionen zu Krediten. Dieses Verhältnis zeigt einen sinkenden Trend, d. h. es werden relativ mehr Kredite eingesetzt und weniger Eigenmittel. Dies dürfte den Anstieg der Kreditzusagen im Programm96 bis 2001 mit verursachen.

Tabelle 3.6-1: Kreditzusagen je Wohneinheit in EUR zu laufenden Preisen

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	Mittel
Programm96	Altbau	6.539	7.089	8.391	9.439	9.647	8.747	8.160
Programm01	Altbau	-	-	-	-	-	16.555	16.555
Programm96	Neubau	-	-	27.025	43.536	37.039	29.688	41.272

Interessant ist der Vergleich der Mittelwerte in der Spalte rechts außen von Tabelle 3.6-1. So sind die Kredite für Altbauten im Programm01 mit 16.555 EUR/WE doppelt so hoch wie im Programm96 (8.160 EUR/WE). Ursache hierfür ist, dass im Programm01 nur Maßnahmenpakete zugelassen sind, die natürlich mehr kosten als die Einzelmaßnahmen im Programm96. Bei den Krediten für den kostenintensiveren Neubaubereich in Programm96 werden nach Tabelle 3.6-1 im Mittel 41.272 EUR eingesetzt.

Die Mittelwerte der angestoßenen spezifischen Investitionen liegen entsprechend höher:

- Programm 96 im Altbaubereich auf 12.642 EUR/WE (Kredite 8.160 EUR/WE),
- Programm 96 im Neubaubereich auf 181.917 EUR/WE (Kredite 41.272 EUR/WE),
- Programm01 auf 23.211 EUR/WE (Kredite 16.555 EUR/WE).

Förderung pro Quadratmeter Wohnfläche

Die mittleren flächenspezifischen Kreditzusagen und Investitionen sind in Tabelle 3.6-2 zusammengestellt. Die Kreditzusagen in Programm96 liegen im Altbau bei knapp 100 EUR/m² und die Investitionen bei rund 150 EUR/m². Die entsprechenden Zahlen im Programm01 sind etwa doppelt so groß. Der zulässige Kreditrahmen von 250 EUR/m² wird im Programm01 mit 198 EUR/m² im Mittel nur zu etwa 80 % ausgeschöpft.

Die Zahlen für den Neubaubereich sind wegen des höheren finanziellen Aufwands größer. Die Kreditzusagen liegen bei 313 EUR/m² während sich die Investitionen, die den gesamten Baukosten entsprechen, auf 1.380 EUR/m² belaufen.

Tabelle 3.6-2: Kreditzusagen und angestoßene Investitionen je Quadratmeter Wohnfläche

		Zeitbezug	Kredite EUR/m ²	Investitionen EUR/m ²
Programm96	Altbau	1996 - 2001	96	148
Programm01	Altbau	2001	198	278
Programm96	Neubau	1998 - 2001	313	1380

3.7 Geförderte Sanierungsmaßnahmen im Programm96

In Tabelle 3.7-1 und Abbildung 3.7-1 sind die jährlichen Kreditzusagen für die einzelnen Verwendungszwecke bei der Altbauanierung dargestellt. Durch die laufende Erweiterung des Programms ist die Anzahl der Verwendungszwecke in den ersten Jahren angestiegen.

Die Maßnahmen lassen sich folgenden drei Hauptkategorien zuordnen:

1. Nur Dämmmaßnahmen (Nr. 1 bis 4)
2. Dämmmaßnahmen in Kombination mit Heizungserneuerung (Nr. 6 und 8)
3. Erneuerung oder Verbesserung der Heizungsanlage (Nr. 5, 7 und 9 bis 12)

Tabelle 3.7-1: Entwicklung der Kredite für Sanierungen im Altbaubereich im Rahmen des Programms96 in Mio. EUR zu laufenden Preisen [9]

Maßnahmen	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Summe	Anteil ²⁾ %
1. Außenwanddämmung	280,6	149,2	118,5	173,1	156,0	191,5	1.068,9	29,9
2. Fensteraustausch	163,2	64,4	69,8	150,8	119,5	154,7	722,4	20,2
3. Dachdämmung	58,8	27,8	37,5	112,6	86,8	123,7	447,2	12,5
4. Kellerdämmung	4,1	1,8	2,9	13,6	15,7	29,7	67,8	1,9
Zwischensumme 1 - 4								87
5. Brennwertkessel (BWK)	208,8	149,2	116,8	113,1	85,5	116,7	790,1	22,1
6. NTK ¹⁾ +Dämmung	-	38,3	29,8	54,3	34,5	47,2	204,1	5,7
Zwischensumme 1 - 6								209
7. BWK+Solaranlage	-	2,5	5,5	12,0	11,0	13,8	44,8	1,3
8. NTK+Solar+Dämmung	-	0,5	1,3	3,1	2,6	1,8	9,3	0,3
9. Nah-, Fernwärme	-	2,5	3,1	9,0	8,7	20,7	44,0	1,2
10. Wärmepumpe (WP)	-	-	0,4	5,8	11,0	19,9	37,1	1,0
11. Regenerative Energien	-	-	0,5	36,3	32,2	64,8	133,8	3,7
12. Kraft-Wärmekopplung	-	-	-	-	1,1	0,8	1,9	0,1
13. Keine Zuordnung	-	-	0,2	1,6	0,2	1,2	3,2	0,1
Summe 1 -13	715,5	436,2	386,3	685,3	564,8	786,5	3.574,5	100,0

1) NTK = Niedertemperaturkessel

2) Anteil bezogen auf die Summe

Bei den Dämmmaßnahmen fließen die meisten Kredite in die Außenwanddämmung (29,9 %), dann folgen die Fenstererneuerung (20,2 %) und danach die Dachdämmung (12,5 %). Diese Reihenfolge zieht sich durch die ganze Laufzeit des Programms. Die Kellerdämmung macht nur einen kleinen Anteil von 1,9 % aus. Insgesamt werden für die Dämmmaßnahmen Nr. 1 bis 4 im Mittel rund 65 % der Kredite verbraucht (vgl. auch Abbildung 3.7-1).

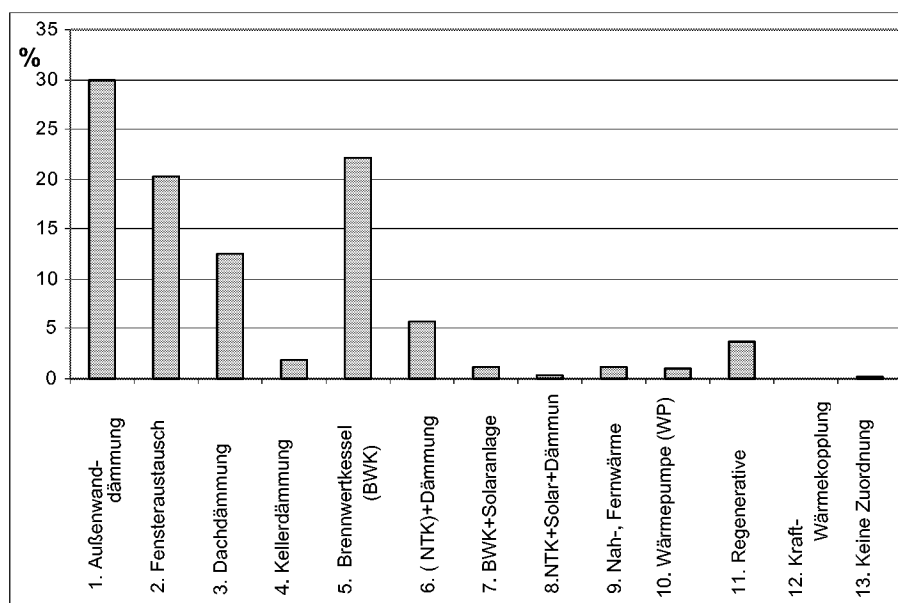
Ein erheblicher Teil des verbleibenden Restes entfällt auf die Installation eines Brennwertkessels. Sie beansprucht im Mittel rund 22 % des Kreditvolumens. Zu erwähnen ist, dass sich der jährliche Anteil der Brennwertkessel am jeweiligen jährlichen Kreditvolumen über die Laufzeit erheblich verringert hat.

In die „konventionellen“ Maßnahmen Nr. 1 bis 6 zur Wärmedämmung und zur Heizungserneuerung fließt mit 92,3 % der weitaus größte Teil der Kredite.

Auf die regenerativen Technologien Nr. 10 und 11 sowie die Kombimaßnahmen Nr. 7 und 8 entfallen zusammengekommen nur rund 6,4 %. Ihr Anteil ist jedoch von Jahr zu Jahr angestiegen. Außerdem ist hier darauf hin zu weisen, dass die KfW regenerative Energien zusätzlich mit dem „100.000 Dächer Solarstrom-Programm“ fördert und mit dem „Marktanreizprogramm zur Förderung regenerativer Energien“ unterstützt.

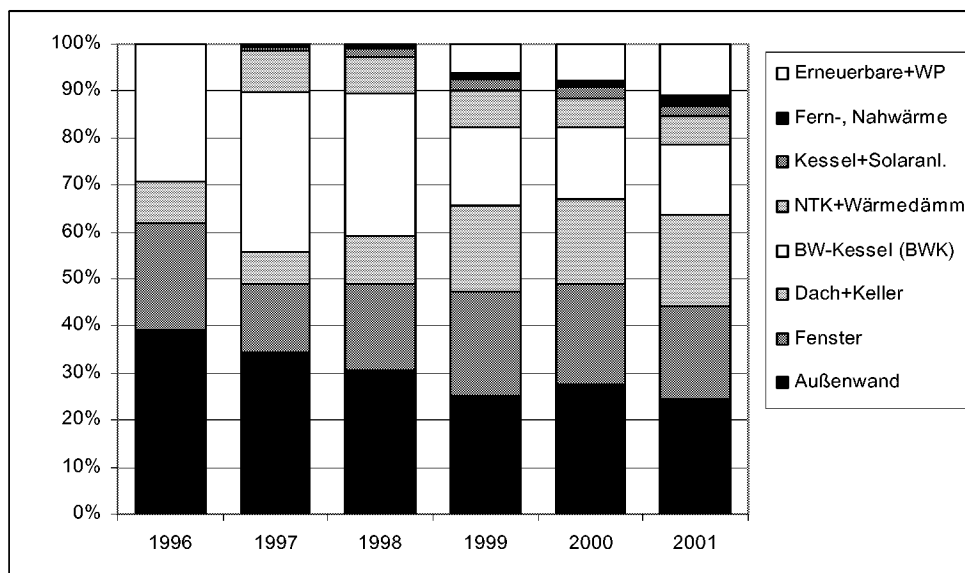
Nah- und Fernwärmesysteme beanspruchen im Programm96 rund 1,2 % der Kredite, allerdings mit steigender Tendenz. Kraft-Wärmekopplung liegt mit lediglich 0,1 % am Schluss.

Abbildung 3.7-1: Relative Kreditanteile der Einzelmaßnahmen zur Sanierung der Altbau-Wohnfläche im Programm96 (Mittelwerte 1996 – 2001)



Während Abbildung 3.7-1 die über sechs Jahre gemittelten prozentualen Anteile der Einzelmaßnahmen an den Krediten zeigt, wird in Abbildung 3.7-2 die jährliche Entwicklung dargestellt.

Abbildung 3.7-2: Jährliche Entwicklung der Kreditanteile der Einzelmaßnahmen im Programm 96 von 1996 bis 2001



Aus Abbildung 3.7.2 lassen sich folgende Trends erkennen:

- Der Anteil aller vier Dämmmaßnahmen zusammen schwankt im Bereich von 55 bis 70 %, d.h. er bleibt mehr oder weniger konstant. Die Dämmmaßnahmen werden also in der Summe von den Kreditnehmern über die ganze Programmlaufzeit als die wichtigsten Maßnahmen angesehen. Allerdings gibt es innerhalb der einzelnen Dämmmaßnahmen Verschiebungen. Während der Anteil Fenstererneuerung ungefähr konstant bleibt, nimmt der Anteil für Dach- und Kellerdämmung stetig zu und der Anteil der Außenwanddämmung sinkt. Eine Erklärung hierfür lässt sich aus den Daten nicht ableiten.
- Bemerkenswert ist, dass der Anteil der Brennwertkessel (BWK) stark abnimmt. Er fällt von 30 % im Jahr 1996 auf 15 % bis 2001. Der Brennwertkessel verliert im wesentlichen Anteile an die erneuerbaren Energien (Solarthermik und Photovoltaik), deren Anteil von rund 0 % im Jahr 1998 auf 9 % im Jahr 2001 ansteigt. Diese Entwicklung wird durch das zunehmend positive Image der erneuerbaren Energien in der Öffentlichkeit unterstützt.

3.8 Geförderte Sanierungsmaßnahmen im Programm01

Art und Anzahl der Zusatzmaßnahmen für die Pakete 1 bis 3

Im Programm01 können bei den Paketen 1 bis 3 zusätzlich weitere Einzelmaßnahmen aus einem der Maßnahmenpakete 1 bis 3 mit finanziert werden, soweit der Höchstbetrag dies zulässt. Von dieser Möglichkeit macht ein Teil der Kreditnehmer Gebrauch.

Im Jahr 2001 wurden im Rahmen des Programms01 die in Tabelle 3.8-1 aufgelisteten Zusatzmaßnahmen durch KfW registriert. Dabei ist zu beachten, dass zu einem Darlehen mehr als eine Zusatzmaßnahme gehören kann. Die Anzahl der in Tabelle 3.8-1 aufgeführten Darlehen enthält deshalb Mehrfachnennungen.

Tabelle 3.8-1: Anzahl und Art der Zusatzmaßnahmen für die Pakete 1 bis 3 [9]

Paket	Anzahl Darlehen	Art der Zusatzmaßnahme
1	853	zusätzlich Fenstererneuerungen
1	106	zusätzliche Dämmungen an Kellerdecke/erdberührter Außenfläche
1	29	zusätzlich Umstellung des Heizenergieträgers
1	3	zusätzlich mechanische Lüftungsanlage
1	120	zusätzlich Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien
1	2	zusätzlich Installation Wärmepumpe
1	1	zusätzlich PV-Anlage
1	1114	Zwischensumme
2	465	zusätzlich Dämmung Außenwände
2	29	zusätzlich Umstellung des Heizenergieträgers
2	2	zusätzlich mechanische Lüftungsanlage
2	96	zusätzlich Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien
2	1	zusätzlich PV-Anlage
2	593	Zwischensumme
3	245	zusätzlich Dämmung Außenwände
3	355	zusätzliche Dämmung Dach
3	74	zusätzlich Dämmung Kellerdecke/erdberührter Außenwände
3	98	zusätzlich Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien
3	2	zusätzlich Installation Wärmepumpe
3	1	zusätzlich PV-Anlage
3	775	Zwischensumme

Vergleicht man die nach den Kreditbedingungen erforderlichen Pflichtmaßnahmen mit den Zusatzmaßnahmen, dann ergeben sich folgende Zusammenhänge:

- Paket 1: Interessant ist, dass bei Paket 1 (Pflichtmaßnahmen: Heizungserneuerung, Dach- und Außenwanddämmung) die meisten Zusatzmaßnahmen in einer Fenstererneuerung bestehen. Für die insgesamt 2.054 Kreditzusagen des Paketes 1 werden nach Tabelle 3.8-1 zusätzlich noch 853 Fenstererneuerungen durchgeführt. Die gleichzeitige Durchführung von Außenwand- und Dachdämmung mit Fenstererneuerung ist offensichtlich eine grundsätzlich bevorzugte Sanierungsoption.
- Dies bestätigt sich auch beim Paket 2, das als Pflichtmaßnahme eine Fenstererneuerung und eine Dachdämmung enthält, aber keine Außenwanddämmung. Die größte Anzahl bei den Zusatzmaßnahmen bezieht sich hier auf eine gekoppelte Außenwanddämmung.
- Bei Paket 3 ist nur eine Fenstererneuerung als Pflichtmaßnahme enthalten, aber keine Außenwand- und keine Dachdämmung. Die meisten Zusatzmaßnahmen beziehen sich daher in diesem Paket auf die Außenwand- und die Dachdämmung.

Bereinigung der Pakete

Für die in Tabelle 3.8-1 zusammengestellten Zusatzmaßnahmen sind die zugehörigen Kredite nicht direkt verfügbar, weil das Krediterfassungssystem der KfW die Zusatzmaßnahmen für die Pakete 1 bis 3 den Einzelmaßnahmen des Paketes 4 zuordnet. Es kann nicht unterschieden werden, ob eine Maßnahme im Zusammenhang mit dem Paket 4 durchgeführt wurde oder als zusätzliche Maßnahme zu den Paketen 1 bis 3 gehört. Es ist deshalb sinnvoll, die Zusatzmaßnahmen aus dem Paket 4 zu isolieren und den entsprechenden Paketen 1 bis 3 zu zuordnen. Dieser Vorgang wird im folgenden durchgeführt und als Bereinigung bezeichnet.

In Tabelle 3.8-2 werden die Kredite auf zweierlei Weise (unbereinigt und bereinigt) gezeigt:

a) *Zusatzmaßnahmen unbereinigt:*

- Paket 1 (ohne Zusatzmaßnahmen),
- Paket 2 (ohne Zusatzmaßnahmen),
- Paket 3 (ohne Zusatzmaßnahmen),
- Paket 4 (plus Zusatzmaßnahmen aus den Paketen 1 bis 3).

b) *Zusatzmaßnahmen bereinigt:*

- Paket 1 (mit Zusatzmaßnahmen),
- Paket 2 (mit Zusatzmaßnahmen),
- Paket 3 (mit Zusatzmaßnahmen),
- Paket 4 (ohne Zusatzmaßnahmen aus den Paketen 1 bis 3).

Tabelle 3.8-2: Unbereinigte und bereinigte Kredite im Programm01 für Sanierungen im Altbereich [9]

	Zusatzmaßnahmen unbereinigt		Zusatzmaßnahmen bereinigt		Differenz (bereinigt minus unbereinigt)
	Mio. EUR	%	Mio. EUR	%	Mio. EUR
Paket 1 (2.054 Zusagen)	84,7	17,1	98,0	19,8	13,3
Paket 2 (2.742 Zusagen)	121,8	24,6	131,0	26,5	9,2
Paket 3 (1.886 Zusagen)	77,2	15,6	87,7	17,7	10,5
Paket 4 (3.206 Zusagen)	211,3	42,7	178,3	36,0	-33,0
4.1 Außenwanddämmung	64,8	13,1	52,9	10,7	-11,9
4.2 Fenstererneuerung	43,8	8,9	33,1	6,7	-10,7
4.3 Dachdämmung	41,8	8,4	37,2	7,5	-4,6
4.4 Kellerdeckendämmung	14,4	2,9	12,8	2,6	-1,6
4.5 Heizungserneuerung	34,2	6,9	34,2	6,9	0,0
4.6 Umstellung Energie	3,2	0,6	2,6	0,5	-0,6
4.7 Mechanische Lüftung	0,2	0	0,2	0,0	0,0
4.8 Regenerative Energie	8,4	1,7	4,8	1,0	-3,6
4.9 Kraft- Wärmekopplung	0,4	0,1	0,4	0,1	0,0
4.10 Sonstige	0,1	0	0,1	0,0	0,0
Zwischensumme 4.1–4.10	211,3	42,7	178,3	36,0	-33,0
Summe	495,0	100	495,0	100,0	0,0

Die bereinigten Kredite wurden mit Hilfe einer Stichprobenauswertung und weiteren Detailinformationen aus der KfW Datenbank geschätzt und auf die Pakete umgelegt. Die letzte Spalte in Tabelle 3.8-2 enthält die Differenzen, die sich durch die Bereinigung ergeben.

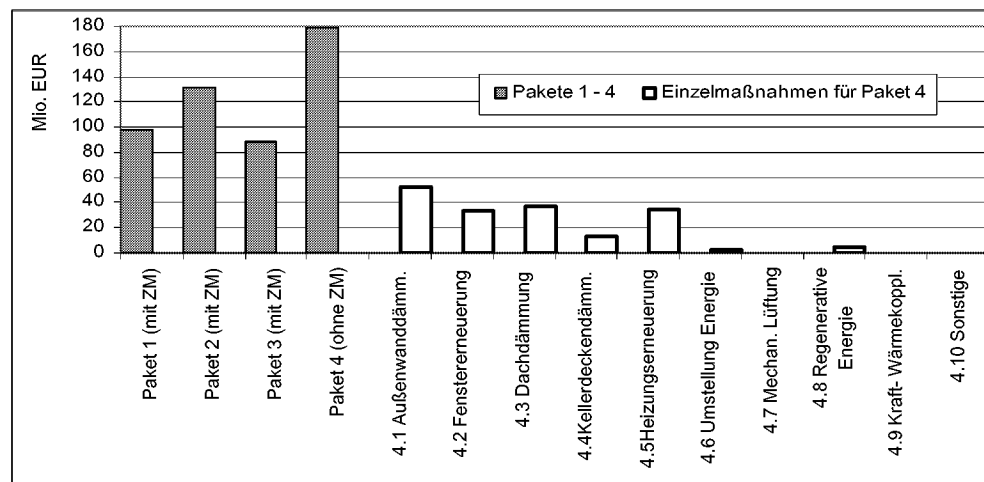
Die Zahlen zeigen, dass die Kredite für die Zusatzmaßnahmen der Pakete 1 bis 3 nicht unerheblich sind. Sie liegen im Bereich von 7 bis 14 % der Kredite für die Pakete 1 bis 3 ohne Zusatzmaßnahmen. Dies zeigt, dass die Option der Zusatzmaßnahmen von den Kreditnehmern gerne genutzt wird.

Bereinigte Pakete werden für die weitere Analyse verwendet

Für die weitere Analyse der Pakete ist es sinnvoll, die bereinigten Daten zu verwenden, weil dadurch eine eindeutige Zuordnung der Maßnahmen gegeben ist.

Aus Tabelle 3.8-2 und Abbildung 3.8-1 geht hervor, dass mit 178,3 Mio. EUR oder 36 % der größte Teil der Kredite in das Paket 4 fließt. Auffallend ist dabei, dass die konventionellen Dämmmaßnahmen und die Heizungserneuerung in diesem Paket ganz deutlich vor allen anderen Maßnahmen bevorzugt werden. Die große Beliebtheit des Paketes 4 kann mit der Flexibilität der relativ frei wählbaren Maßnahmen zusammenhängen. An zweiter Stelle auf der Beliebtheitsskala folgt das Paket 2 mit 131 Mio. EUR (26,5 %). Danach kommt dann Paket 1 und mit dem geringsten Volumen schließlich Paket 3.

Abbildung 3.8-1: Verwendung der bereinigten Kredite im Programm01



ZM = Zusatzmaßnahmen

4. Energie- und CO₂-Einsparungen bei den Konsumenten

4.1 Methodisches Vorgehen mit dem Raumwärmemodell

Schätzung ohne direkte Verbrauchsdaten

Eine direkte Bestimmung der Einsparungen, die in den sanierten Gebäuden erreicht werden, ist nicht möglich, da im Rahmen der KfW Programme vor und nach der Sanierung wegen des hohen Aufwandes keine Verbrauchsdaten erhoben werden. Deshalb ist es erforderlich, die Einsparungen mit einem indirekten Verfahren an repräsentativen Ersatzgebäuden zu schätzen.

Verwendung einer Gebäudetypologie

Im Rahmen der beiden KfW Programme wurden bis Ende 2001 knapp 470.000 Wohnungen modernisiert. Bezogen auf den Bestand von rund 37 Mio. entspricht dies einem Anteil von rund 1,3 %. Die mit KfW Förderung sanierten Gebäude können bei dieser Menge als eine repräsentative Stichprobe des gesamten Bestandes betrachtet werden. Darauf baut der folgende methodische Ansatz auf.

Der heutige Wohngebäudebestand setzt sich aus rund 10 Mio. einzelnen Gebäuden zusammen, mit einer scheinbar unüberschaubaren Vielfalt von Gebäudetypen. Um diese Vielfalt zu reduzieren und für Modellrechnungen zugänglich zu machen, wurde von namhaften Instituten eine Gebäudetypologie entwickelt, in welcher der Bestand systematisch auf rund 60 repräsentative Gebäudetypen reduziert wird [14, 15, 16]. Die Typologie enthält alle relevanten Alters- und Größenklassen der realen Gebäude. Jedes Typgebäude repräsentiert ein mittleres Gebäude seiner Klasse und ist durch einen Satz von baulichen und energetischen Daten gekennzeichnet, mit denen gerechnet werden kann. Mit dem IKARUS-Raumwärmemodell werden an diesen einzelnen Typgebäuden die unterschiedlichsten Sanierungsmaßnahmen und deren Wirkungen auf den Verbrauch rechnerisch ermittelt. Die Wirkungen der Maßnahmen werden dann über die Anzahl der insgesamt sanierten Gebäude hoch gerechnet [1, 4].

Das IKARUS-Raumwärmemodell berechnet den Heizwärmebedarf nach der europäischen Norm EN 832 und ermittelt unter Einbeziehung der Heizungsanlage den Brennstoffbedarf sowie die CO₂-Emissionen für den Zustand vor und nach der Sanierung. Für die Heizungsanlage werden im unsanierten Zustand alte Referenzanlagen unterstellt (alter Ölkessel mit Nutzungsgrad 77 % oder alter Gaskessel mit Nutzungsgrad 80 %). Für die erneuerten Kessel werden Niedertemperaturkessel und Brennwertkessel entsprechend dem Stand der Technik für die Rechnungen zugrunde gelegt [1].

Festlegung der Zustände vor und nach der Sanierung

Für den unsanierten Zustand der Gebäudehülle wird vom Urzustand der Gebäude im Baujahr ausgegangen. Konkret heißt das, die unsanierte Gebäudehülle besitzt keine zusätzliche Wärmedämmung und die Fenster haben noch Einfachverglasung. Etwaige zwischenzeitliche Verbesserungen an der Gebäudehülle werden nicht unterstellt. Zum einen liegen hierüber keine Informationen vor und zum anderen wird ein Gebäudebesitzer, der in der Vergangenheit schon Dämmmaßnahmen vorgenommen hat, weniger geneigt sein, jetzt schon wieder

Verbesserungen durchzuführen. Man kann deshalb mit großer Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass am KfW-Programm Gebäude beteiligt sind, bei denen der Bedarf nach einer energetischen Sanierung besonders dringend ist.

Für den Zustand nach der Sanierung wird unterstellt, dass bis 2001 die Wärmeschutzverordnung von 1995 eingehalten wird. Die Energieeinsparverordnung, die Anfang 2002 in Kraft getreten ist, spielt für die hier betrachtete Laufzeit von 1996 bis 2001 noch keine Rolle.

4.2 Flächenspezifische Endenergieeinsparungen der Maßnahmen

4.2.1 Einzelmaßnahmen im Programm96 für den Altbaubereich

Unterscheidung nach Gebäudetypen

Die Rechenergebnisse in Tabelle 4.2.1-1 zeigen, dass von den Dämmmaßnahmen (Nr. 1 bis 4) die Außenwanddämmung bei freistehenden Einfamilienhäusern (EFH) und bei kleinen und großen Mehrfamilienhäusern (KMH und GMH) die höchste Endenergieeinsparung erzielt. Im Falle der Reihendoppelhäuser (RDH) ist wegen des kleinen Verhältnisses von Außenwandfläche zu Fensterfläche der Fensteraustausch wesentlich energiesparender als die Außenwanddämmung. Wegen des relativ hohen Anteils von RDH am Bestand werden die Einsparungen des gewichteten Durchschnittsgebäudes stark von diesem Gebäudetyp geprägt. Für die Berechnung der Einsparungen wurden folgende Kennwerte zugrunde gelegt:

- Außenwanddämmung 8 cm Stärke,
- Fensteraustausch mit $k = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- Dachdämmung 12 cm Stärke, Kellerdeckendämmung 8 cm Stärke.

Tabelle 4.2.1-1: Berechnete jährliche Endenergieeinsparung der Einzelmaßnahmen an verschiedenen Typgebäuden in kWh/m^2 Wohnfläche (Programm96, Altbaubereich) [1]

Maßnahme	EFH	RDH	KMH	GMH	Gewichtetes Mittel
1. Außenwanddämmung	89	43	80	109	72
2. Fensteraustausch	85	111	64	71	88
3. Dachdämmung	86	37	62	7	48
4. Kellerdeckendämmung	19	40	8	4	22
5. Brennwertkessel (BWK) ²⁾	107	96	89	78	94
6. NT-Kessel + Dämmung	302	251	238	207	252
7. BWK+ WP+Solaranlage	136	124	118	107	122
8. NTK+Solar +Dämmung	331	279	267	236	280
9. Nah-, Fernwärme	≈ 20	≈ 20	≈ 20	≈ 20	≈ 20
10. Wärmepumpe (WP)	≈ 20	≈ 20	≈ 20	≈ 20	≈ 20
11. Regenerative Energien ¹⁾	29	29	29	29	29

1) gerechnet für solare Warmwasserbereitung mit 66 % solarem Deckungsgrad

2) gerechnet gegen alten Ölkessel

Bemerkenswert ist, dass durch den Einbau eines Gas-Brennwertkessels bei den Gebäudetypen EFH, RDH und KMH, die 83 % des Bestandes ausmachen, mehr Energie eingespart wird als durch eine Außenwanddämmung. Es wurde allerdings vorausgesetzt, dass die Vorteile des Brennwertkessels bei der Sanierung voll ausgenutzt werden können, was in der

Praxis nicht immer erreichbar ist. Die Installation eines neuen Brennwertkessels kann also eine sehr effektive Maßnahme sein, die darüber hinaus auch noch relativ kostengünstig zu realisieren ist.

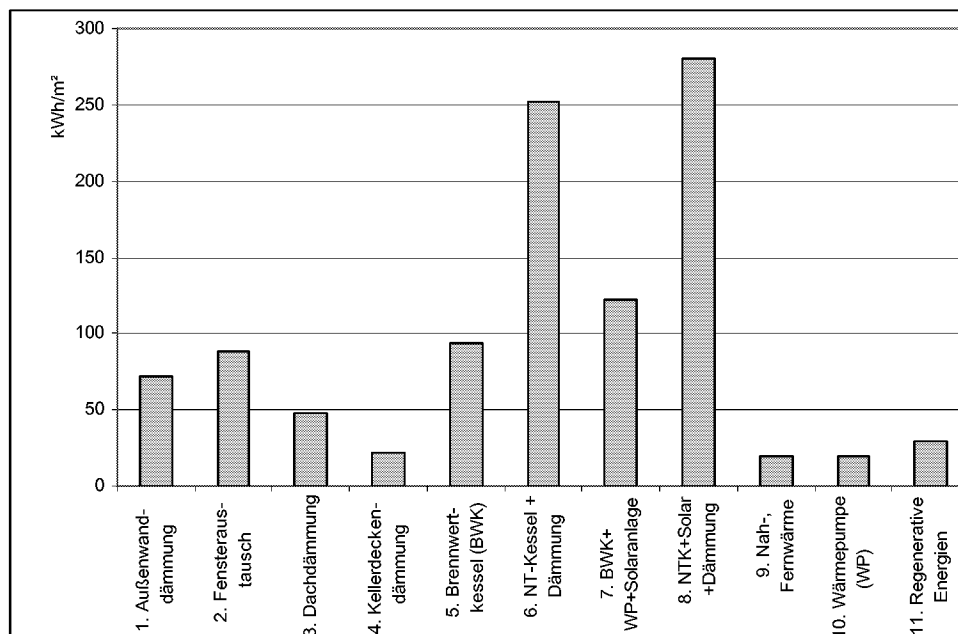
Die höchsten Einsparungen werden erreicht, wenn alle vier Dämmmaßnahmen zusammen durchgeführt werden und gleichzeitig noch der Kessel erneuert wird (Nr. 6) oder zusätzlich noch eine solare Warmwasserbereitung installiert wird (Nr. 8).

Für elektrische Wärmepumpen und für konventionelle Nah- und Fernwärmesysteme wird eine pauschale Einsparung unterstellt. Da beide Systeme nur in sehr geringem Maße nachgefragt werden, ist der Einfluss auf das Gesamtergebnis vernachlässigbar. Letzteres gilt auch für die Kraft- Wärmekopplung.

Mittlere Einsparung über alle Gebäudetypen

Die weiteren Rechnungen werden mit dem gewichteten Mittel in der Spalte rechts außen von Tabelle 4.2.1-1 durchgeführt. Diese Einsparungen sind in Abbildung 4.2.1-1 dargestellt.

Abbildung 4.2.1-1: Gewichtete jährliche Endenergieeinsparung der verschiedenen Einzelmaßnahmen des Programms96 im Altbaubereich in kWh/m²



4.2.2 Einsparungen und Mehrverbrauch im Neubaubereich des Programms96

Fiktive Einsparung durch Neubauten

Im Rahmen des Programms96 werden zwei Typen von Energiesparhäusern als Neubau gefördert. Dabei muss gewährleistet sein, dass der Jahres-Primärenergiebedarf beim KfW-

Energiesparhaus 60 nicht mehr als 60 kWh/m² beträgt sowie beim KfW-Energiesparhaus 40 nicht mehr als 40 kWh/m². Die Frage ist, wie solche, gegenüber der Verordnung verbesserte Neubauten bei einer ganzheitlichen CO₂-Bilanzierung zu bewerten sind.

Werden Neubauten gegenüber der existierenden Verordnung energetisch besser ausgeführt, dann ergibt sich eine sogenannte fiktive Einsparung aus folgender Differenz:

$$\begin{array}{l}
 + \text{ Rechnerischer Verbrauch nach der existierenden Verordnung (EnEV)} \\
 - \text{ Tatsächlicher Verbrauch des besser ausgeführten Neubaus} \\
 \hline
 = \text{ Fiktive Einsparung gegenüber der Verordnung}
 \end{array}$$

Tabelle 4.2.2-1 zeigt die Werte für die im Programm96 geförderten KfW-Energiesparhäuser, gerechnet am Beispiel eines freistehenden Einfamilienhauses. Als Bezug dient die Energieeinsparverordnung (EnEV). Alle Verbrauchszahlen sind auf Primärenergie (PE) bezogen.

Tabelle 4.2.2-1: Jährliche Verbräuche und fiktive Einsparungen am Beispiel eines freistehenden Einfamilienhauses (Programm96, Neubaubereich)

	Mittlerer PE-Verbrauch entsprechend EnEV	Tatsächlicher PE-Verbrauch (Mehrverbrauch)	Fiktive PE-Einsparung gegenüber WSchV95
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
KfW-Energiesparhaus 60	125 ¹⁾	60	65
KfW-Energiesparhaus 40	125 ¹⁾	40	85

1) Umgerechnet von Heizwärme in Primärenergie, Raumwärme und Warmwasser überwiegend aus Strom [17]

Mehrverbrauch durch Neubauten

Im Gegensatz zur Sanierung eines Altbaus führt jeder Neubau real zu einem Mehrverbrauch im Bestand. Eine Einsparung käme im Bestand nur dann zustande, wenn für jeden Neubau ein entsprechender Altbau mit höherem Verbrauch abgerissen würde. Dies ist jedoch nicht der Fall, weil die jährliche Neubaurate in Deutschland größer ist als die Abrissrate.

Die fiktive Primärenergieeinsparung entsprechend Tabelle 4.2.2-1 tritt bei der energetischen Bilanzierung des gesamten Gebäudebestandes nicht direkt in Erscheinung, während der tatsächliche Primärenergieverbrauch der Neubauten als Mehrverbrauch registriert wird. Durch Neubauten, die besser sind als es die Verordnung vorschreibt, wird zunächst nur der Zuwachs an Energieverbrauch und CO₂-Emission gemindert. Je besser Neubauten gedämmt sind, um so geringer ist der Zuwachs. Langfristig führen verbrauchsarme Neubauten dazu, dass der durchschnittliche Verbrauch pro Quadratmeter Wohnfläche im Bestand immer weiter sinkt.

Um die langfristigen Wirkung von Neubauten im Zusammenhang mit anderen Parametern wie Altbauanierung, Heizungsaustausch, Bestandsentwicklung usw. beurteilen zu können, bedarf es umfangreicher Szenariorechnungen, wie sie z.B. in [4] durchgeführt wurden. Da dies den Rahmen dieser Untersuchung übersteigt und konzentrieren sich die folgenden Ausführungen bevorzugt auf den Altbaubereich.

4.2.3 Maßnahmenpakete des Programms01

Energieeinsparung der Pakete 1 bis 3

Für die Berechnung der Endenergieeinsparungen der Maßnahmenpakete 1 bis 3 wurden folgende Dämmdicken der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 040, entsprechend den technischen Mindestanforderungen des Programms01, zugrunde gelegt:

- Außenwanddämmung 12 cm Stärke,
- Fensteraustausch mit $k = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- Dachdämmung 14 cm Stärke,
- Kellerdeckendämmung 8 cm Stärke.

Dabei wurde für die Pakete 1 bis 3 berücksichtigt, dass eine Heizungserneuerung gleichzeitig mit den entsprechenden Dämmmaßnahmen kombiniert wird. Die Berechnung der Einsparungen der Pakete erfolgt deshalb als ganzes und simultan. Würde statt der Kombination nur die Addition der Einsparungen der separaten Einzelmaßnahmen gerechnet, dann ergäbe sich ein zu großer Wert für die Einsparungen, weil sich die Maßnahmen der Pakete in ihrer Wirkung z.T. kompensieren.

Energieeinsparung des Pakets 4

Bei der Berechnung der Einsparungen für das Paket 4 im Jahre 2001 wurde entsprechend den technischen Mindestanforderungen unterstellt, dass die Maßnahmen die Wärmeschutzverordnung 1995 erfüllen (die EnEV war noch nicht in Kraft). Damit ergeben sich für die einzelnen Dämmmaßnahmen Nr. 4.1 bis 4.4 in Tabelle 4.2.3-1 die gleichen Einsparungen wie für die Einzelmaßnahmen 1 bis 4 in Tabelle 4.2.1-1.

Tabelle 4.2.3-1: Jährliche Endenergie- und CO₂-Einsparung der Maßnahmenpakete und Einzelmaßnahmen des Programms01

	Endenergie in kWh/m ²	CO ₂ in kg/m ²
Paket 1 (ohne Zusatzmaßnahmen)	160	43,1
Paket 1 (mit Zusatzmaßnahmen)	199	53,8
Paket 2 (ohne Zusatzmaßnahmen)	192	51,7
Paket 2 (mit Zusatzmaßnahmen)	206	55,3
Paket 3 (ohne Zusatzmaßnahmen)	160	43,1
Paket 3 (mit Zusatzmaßnahmen)	181	48,7
Paket 4		
4.1 Außenwanddämmung	72	19,4
4.2 Fenstererneuerung	88	23,7
4.3 Dachdämmung	48	12,9
4.4 Kellerdeckendämmung	22	5,9
4.5 Heizungserneuerung	64	19,2
4.6 Umstellung Energieträger	94	50,3
4.7 Mechanische Lüftung ¹⁾	5	1,3
4.8 Erdwärmetauscher ¹⁾	20	5,4
4.9 Regenerative Energien	30	8,1

1) geschätzt

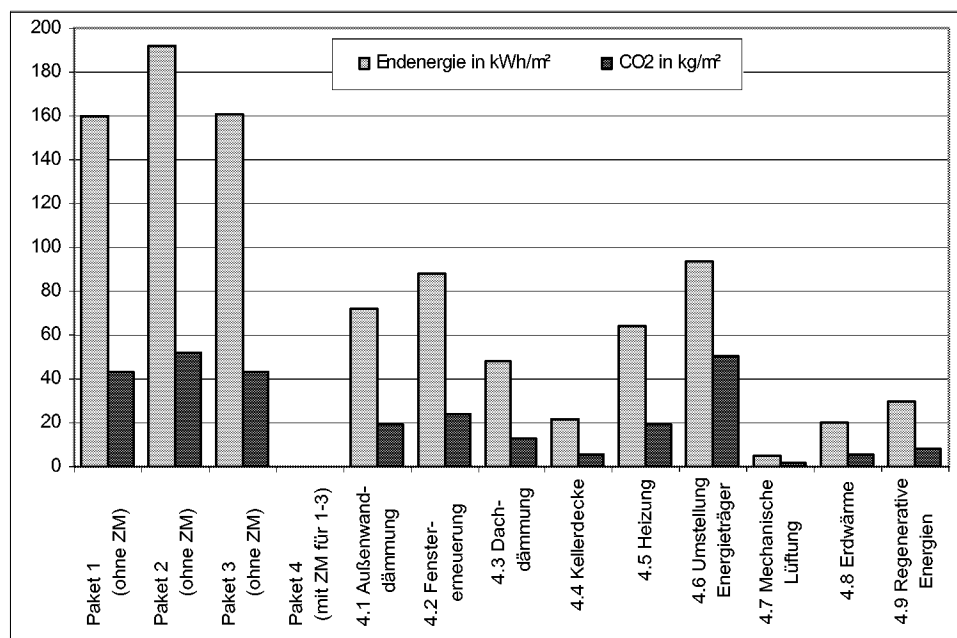
Durch Auswertung einer Stichprobe von 130 Kreditanträgen aus dem Paket 4 hat sich gezeigt, dass in 95 % aller Fälle die Erneuerung der Heizung mit Dämmmaßnahmen kombiniert war. Außerdem hat die Stichprobe ergeben, dass 90 % der erneuerten Heizkessel Brennwertkessel waren. Deshalb wird die Einsparung bei der Heizungserneuerung (Nr. 4.5 in Tabelle 4.2.3-1) auf der Basis eines Brennwertkessels berechnet und es wird berücksichtigt, dass diese Maßnahme nur simultan mit anderen Dämmmaßnahmen durchgeführt werden kann, um die CO₂-Mindesteinsparung von 40 kg/m² zu erreichen.

Die Berechnung der Einsparung durch die Umstellung auf einen anderen Energieträger (Maßnahme 4.6 in Tabelle 4.2.3-1) geht von einem alten Ölkessel vor der Sanierung aus und es wird unterstellt, dass dieser durch einen Gasbrennwertkessel ersetzt wird. Die Einsparung dieser Maßnahme ist ohne die Koppelung mit einer Dämmmaßnahme berechnet worden.

CO₂ Einsparung der Pakete 1 bis 4

Die flächenspezifischen CO₂-Einsparungen wurden aus den Energieeinsparungen mit Hilfe der aktuellen Heizungsstruktur und den entsprechenden CO₂-Koeffizienten berechnet. Tabelle 4.2.3-1 und Abbildung 4.2.3-1 zeigen, dass die geforderte Mindesteinsparung von 40 kg/m²a mit den Paketen 1 bis 3 auch ohne Zusatzmaßnahmen erreicht wird.

Abbildung 4.2.3-1: Jährliche Endenergie- und CO₂-Einsparung im Programm01



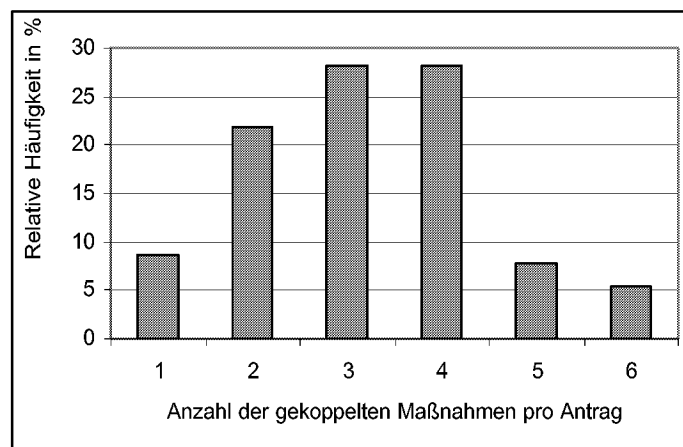
Bei Paket 4 kann die Maßnahme 4.6 „Umstellung des Energieträgers“ alleine die Grenze von 40 kg/m² überschreiten, wenn die bei der Berechnung von Tabelle 4.2.3-1 unterstellten Bedingungen eingehalten werden (alter Ölkessel wird durch modernen Gasbrennwertkessel ersetzt).

Häufigkeit gekoppelter Maßnahmen in Paket 4

In der Regel werden bei einer Sanierung nach Paket 4 immer mehrere Maßnahmen zusammengefasst, um die geforderte CO₂-Mindesteinsparung von 40 kg/m²a zu erzielen, wie Abbildung 4.2.3-2 zeigt. Hier ist die Häufigkeitsverteilung der Maßnahmenkombination dargestellt. Dazu wurde die oben schon erwähnte Stichprobe für Paket 4 verwendet.

In nur 9 % der Anträge für Paket 4 war lediglich eine Maßnahme enthalten, während der Rest von 91 % zwei bis sechs Maßnahmen in Kombination enthielt. Die meisten Anträge (78 %) haben zwei bis vier Maßnahmen. Der Anteil mit mehr als vier Maßnahmen beträgt nur noch 13 %.

Abbildung 4.2.3-2: Häufigkeit gekoppelter Maßnahmen im Paket 4



4.3 Kumulative Energieeinsparungen

Die jährlichen Gesamteinsparungen ergeben sich aus den spezifischen Einsparungen der einzelnen Maßnahmen, multipliziert mit den zugehörigen Wohnflächen. Werden diese jährlichen Gesamteinsparungen über die Laufzeit des Programms addiert, dann ergibt sich die kumulative Einsparung. Tatsächlich liegen die Daten für das Programm01 erst ab Februar 2001 bis 31. November 2001 vor. In den folgenden Analysen wurde auf den 31. 12. 2001 proportional hoch gerechnet.

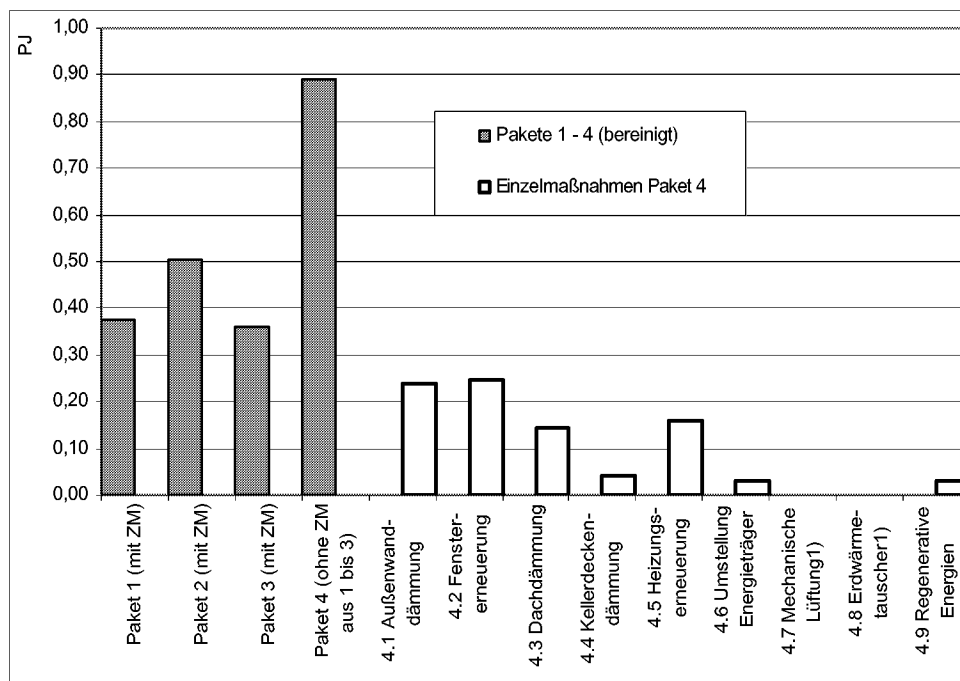
Kumulative Einsparungen im Programm01

Die „kumulative“ Endenergieeinsparung der einzelnen Maßnahmen des Programms01 ist in Tabelle 4.3-1 und in Abbildung 4.3-1 dargestellt. Auf das Maßnahmenpaket 4 entfallen 41,8 % oder 0,89 PJ. Hier sind es die Außenwanddämmung, der Fensteraustausch und die Dachdämmung, die den Hauptbeitrag liefern.

An zweiter Stelle liegt Paket 2 mit 23,6 % (0,5 PJ), dann folgen die Pakete 1 und 3, die sich in ihrem Volumen nur unwesentlich unterscheiden. Insgesamt wird durch die vier Pakete im Programm01 eine Endenergiemenge von 2,13 PJ eingespart.

Tabelle 4.3-1: Endenergieeinsparung der Maßnahmenpakete und der Einzelmaßnahmen des Programms01 im Altbaubereich (2001)

	PJ	%
Paket 1 (mit Zusatzmaßnahmen)	0,38	17,6
Paket 2 (mit Zusatzmaßnahmen)	0,50	23,6
Paket 3 (mit Zusatzmaßnahmen)	0,36	17,0
Paket 4 (ohne Zusatzmaßnahmen aus 1 bis 3)	0,89	41,8
Gliederung von Paket 4		
4.1 Außenwanddämmung	0,24	11,3
4.2 Fenstererneuerung	0,25	11,6
4.3 Dachdämmung	0,14	6,8
4.4 Kellerdeckendämmung	0,04	1,9
4.5 Heizungserneuerung	0,16	7,5
4.6 Umstellung Energieträger	0,03	1,4
4.7 Mechanische Lüftung ¹⁾	0,00	0,0
4.8 Erdwärmetauscher ¹⁾	0,00	0,0
4.9 Regenerative Energien	0,03	1,4
Summe	2,13	100,0

Abbildung 4.3-1: Endenergieeinsparung der Maßnahmenpakete und Einzelmaßnahmen des Programms01 im Altbaubereich (2001)

ZM = Zusatzmaßnahmen

Kumulative Einsparungen im Altbaubereich des Programms96

Die folgenden Einzelmaßnahmen tragen nach Tabelle 4.3-2 mit 95,5 % zur kumulativen Gesamteinsparung bei:

- Außenwanddämmung 20,8 %,
- Fensteraustausch 26,4 %,
- Brennwertkessel 24,9 % und
- NT-Kessel plus Dämmung 14,1 %.
- Dach- und Kellerdämmung 9,3 %

Auf Maßnahmen, die regenerative Energien in irgendeiner Form nutzen, entfallen lediglich 3,8 %. Der überwiegende Teil der Maßnahmen wird also für „konventionelle“ Maßnahmen eingesetzt.

Tabelle 4.3-2: Kumulative Endenergieeinsparung der Einzelmaßnahmen des Programms96 im Altbaubereich von 1996 bis 2001

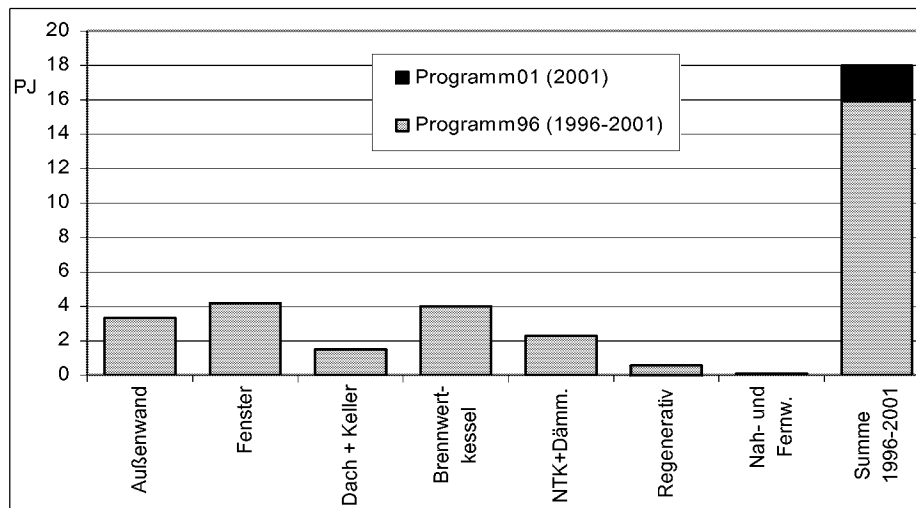
	PJ	%
1. Außenwanddämmung	3,31	20,8
2. Fensteraustausch	4,19	26,4
3. Dachdämmung	1,30	8,2
4. Kellerdeckendämmung	0,18	1,1
5. Brennwertkessel (BWK)	3,96	24,9
6. NTK-Kessel+Dämmung	2,24	14,1
7. BWK+Solaranlage	0,23	1,5
8. NTK+Solar+Dämmung	0,08	0,5
9. Nah- und Fernwärme	0,11	0,7
10. Wärmepumpe (Elektro)	0,02	0,2
11. Regenerative Energien	0,25	1,6
Gesamt	15,9	100

Kumulative Gesamteinsparungen bei den Konsumenten im Altbaubereich

Die folgende Abbildung 4.3-2 zeigt die kumulative Endenergieeinsparung im Altbaubereich für Programm96 von 1996 bis 2001 und für Programm01 für 2001.

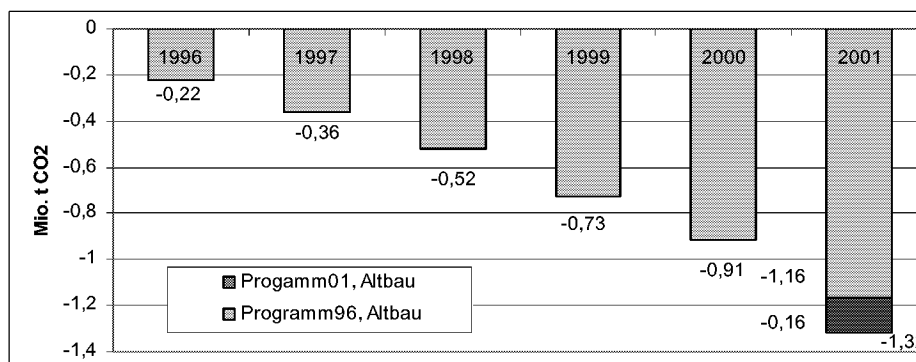
Die kumulative Einsparung des Programms96 im Altbaubereich über alle Maßnahmen beläuft sich auf 15,9 PJ. Dazu kommt noch die Einsparung des Programms01 im Altbaubereich von 2,1 PJ, so dass sich eine gesamte Energieeinsparung im Altbaubereich von 18 PJ ergibt (vgl. Abbildung 4.3-2).

Bezogen auf den heutigen Verbrauch im Haushaltssektor für Raumwärme und Warmwasser von rund 2.300 PJ entspricht die Einsparung von 18 PJ einem Anteil von 0,8 %.

Abbildung 4.3-2: Kumulative Endenergieeinsparung der beiden Programme

4.4 CO₂-Einsparungen bei den Konsumenten

Die jährlichen CO₂-Einsparungen in den sanierten Gebäuden ergeben sich aus den oben ermittelten Energieeinsparungen, die mit den zugehörigen CO₂-Koeffizienten multipliziert werden. Abbildung 4.4-1 zeigt die jährliche CO₂-Minderung im Gebäudebereich infolge der Wärmeschutzmassnahmen für die beiden Programme. Die Einsparungen sind in der Abbildung als negative Zahlenwerte dargestellt.

Abbildung 4.4-1: CO₂-Einsparung bei den Konsumenten durch Gebäudesanierung

Die kumulative CO₂-Einsparung bei den Konsumenten steigt von 0,22 Mio. t/a im Jahr 1996 stetig auf insgesamt 1,32 Mio. t/a im Jahre 2001. Der Anteil des Programms01 im Jahr 2001 beläuft sich auf 0,16 Mio. t CO₂. Die Einsparungen bei den Konsumenten in Abbildung 4.4-1 müssen noch mit den Einsparungen und den Mehremissionen bei den Produzenten zu einer Netto-Gesamteinsparung verrechnet werden. Dies erfolgt in Kapitel 5.2.

4.5 Kosten-Nutzen Aspekte

4.5.1 Einsparkennzahlen der Programme

Als Maß für die Kosten-Nutzen Beurteilung der Kreditprogramme werden die pro Geldeinheit eingesparte Energie und die verringerte CO₂-Emission verwendet. Die Berechnung der Kennzahlen basiert auf den Daten für das Jahr 2001 in Tabelle 4.5-1.

Tabelle 4.5-1: Ausgangsdaten für die Kennzahlberechnung (Altbau, Referenzjahr 2001)

	Kreditzusagen EUR	Wohneinheiten WE	Energieeinsparung PJ	Mio. kWh	CO ₂ -Einsparung t CO ₂
Programm96	786.000.000	89.900	3,4	944	253.000
Programm01	495.000.000	29.900	2,13	592	156.000

Die Kennzahlen in der zweiten, dritten und vierten Spalte von Tabelle 4.5-2 zeigen, dass die aufgewendeten Kredite pro Wohneinheit (WE) und die Einsparungen pro Wohneinheit beim Programm01 doppelt so groß sind wie im Programm96. Die Erklärung hierfür ist, dass im Programm01 nur Maßnahmenpakete ausgeführt werden, während die Kreditnehmer im Programm96 überwiegend Einzelmaßnahmen umsetzen (vgl. auch Tabelle 3.8-2).

Tabelle 4.5-2: Kennzahlen je Wohneinheit (Altbau, Referenzjahr 2001)

	Kredite pro WE EUR/WE	Jährliche Einsparung kWh/WE	Jährliche Einsparung t CO ₂ /WE
Programm96	8.743	10.505	2,81
Programm01	16.555	19.788	5,22

Mit den in Tabelle 3.1-1 angegebenen Zinssätzen und einer beispielhaften Laufzeit von 10 Jahren wurden die in Tabelle 4.5-2 angegebenen Annuitäten berechnet. Werden diese auf die Energie- und CO₂-Einsparungen bezogen, dann ergeben sich die in den beiden letzten Spalten dargestellten Einsparkennzahlen. Dabei schneidet das Programm01 wegen der geringeren Zinssätze etwas günstiger ab.

Die Kennzahlen dienen nur zum Vergleich der beiden Programme. Weiterhin ist zu beachten, dass die in der letzten Spalte gezeigten CO₂-Einsparkennzahlen nicht mit den CO₂-Minderungskosten, die Kapitel 4.5.3 behandelt, verwechselt werden dürfen. Hier werden die gesamten Investitionen eingesetzt und in Kapitel 4.5.3 nur der energetisch bedingte Anteil.

Tabelle 4.5-3: Einspar-Kennzahlen der Kosten-Nutzen Analyse (Altbau, Referenzjahr 2001)

	Kredite pro WE EUR/WE	Jährliche Einsparung kWh/WE	Jährliche Einsparung t CO ₂ /WE	Zins- Satz ¹⁾ %	Lauf- zeit Jahre	Annuität EUR/WE	Einsparkennzahlen	
							EUR/kWh	EUR/t CO ₂
Programm96	8.743	10.505	2,81	4,96	10	1.130	0,108	402
Programm01	16.555	19.788	5,22	2,93	10	1.934	0,098	371

1) vgl. Tabelle 3.1-1

Vorteile von Programm01 gegenüber Programm96

Die Vorteile der Maßnahmenpakete des Programms01 gegenüber den Einzelmaßnahmen in Programm96 lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Pro Gebäude wird im Durchschnitt eine doppelt so hohe Einsparung erreicht.
- Mit den Maßnahmenpaketen werden eher die alten Hochverbraucher im Gebäudebestand saniert, weil der finanzielle Anreiz höher ist.
- Ein Maßnahmenpaket ist bauphysikalisch günstiger als eine Einzelmaßnahme.
- Leistung der Heizung ist besser auf Dämmung abgestimmt.
- Die Gefahr, die bei Sanierungen einzelner Gebäudeteile auftritt, dass die unsanierten Komponenten danach unsaniert bleiben (Problem der vertanen Chancen), wird vermieden.
- Eine energetische Vollsanierung lässt sich aus planerischer und wirtschaftlicher Sicht besser mit einer baulichen Vollsanierung verbinden.

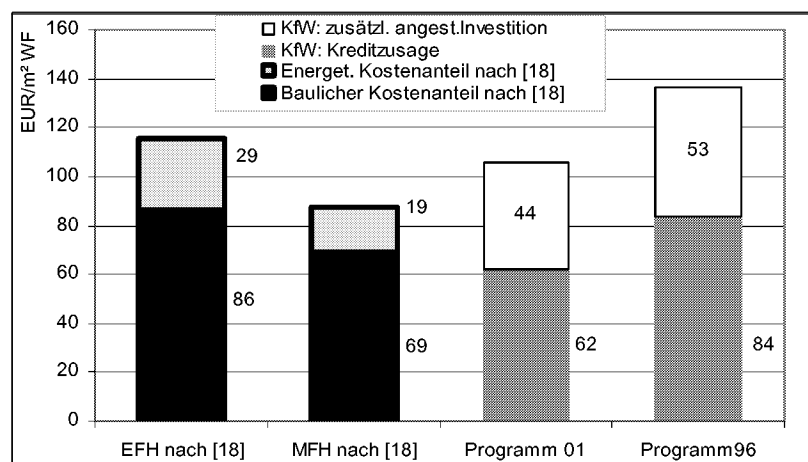
4.5.2 Vergleich der Kredite und Investitionen mit Bauteilkosten aus der Literatur

Im folgenden werden die mittleren, bauteilbezogenen Kredite und angestoßenen Investitionen mit mittleren Bauteilkosten aus der Literatur verglichen. Dabei werden nur die Hauptbauteile der Gebäudehülle und die Heizung betrachtet. Die Kostendaten wurden dem IKARUS Projekt entnommen und auf 2001 umgerechnet [18].

Außenwanddämmung

Abbildung 4.5.2-1 zeigt den Vergleich für die Außenwanddämmung, wobei alle Kosten, Kredite und angestoßenen Investitionen auf die Wohnfläche (WF) bezogen sind. Die gesamten Bauteilkosten ergeben sich als Summe aus den „baulichen“ und den „energetischen“ Kostenanteilen. Die Kreditzusage plus die zusätzlich angestoßene Investition bilden die insgesamt angestoßene Investition.

Abbildung 4.5.2-1: Außenwanddämmung, Vergleich von Kosten, Krediten und angestoßenen Investitionen



Für die Kostenschätzungen der beiden linken Säulen liegt ein Wärmedämmverbundsystem mit einer Dämmschichtdicke von 8 cm zugrunde. Die Kosten gelten für ein mittleres Einfamilienhaus (EFH) und ein mittleres Mehrfamilienhaus (MFH). Nach Abbildung 4.5.2-1 entfallen etwa 75 bis 80 % der Gesamtkosten auf die bauliche Erneuerung. Dazu gehören die Errichtung des Gerüsts, die Reinigung der Fassade, die Erneuerung des Putzes und ein Anstrich. Der energetische Anteil der Kosten umfasst das zusätzliche Anbringen der Dämmung. Die Gesamtkosten sind beim Mehrfamilienhaus aufgrund von Degressionseffekten deutlich niedriger.

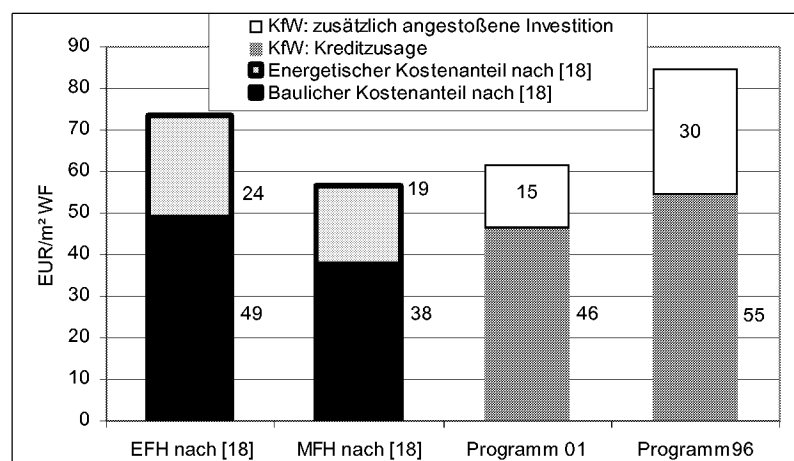
Die beiden rechten Säulen in Abbildung 4.5.2-1 zeigen die Kreditzusagen und die zusätzlichen Investitionen pro Quadratmeter Wohnfläche für beide KfW-Programme. Die Werte aus dem Programm96 sind etwas größer als die im Programm 01. Dieser Trend findet sich bei den andern Bauteilen auch, wie die folgenden Abbildungen zeigen.

Die Summe aus Kreditzusagen und zusätzlichen Investitionen ergibt die insgesamt angestoßenen Investitionen. Diese liegen nach Abbildung 4.5.2-1 leicht über den Gesamtkosten. Dies hat wahrscheinlich damit zu tun, dass ein Teil der Kreditnehmer weitergehende bauliche Reparaturen unter dem Posten „Außenwanddämmung“ durchführt, oder dass zum Teil schwere Schäden an den Außenwänden vorgelegen haben, die einen höheren Sanierungsaufwand erforderten.

Fenstererneuerung

Abbildung 4.5.2-2 zeigt die entsprechenden Zahlen für die Fenstererneuerung. Hier wurden Kunststoff-Blendrahmen und Argon Wärmeschutzverglasung (zwei Scheiben) mit $k = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ unterstellt.

Abbildung 4.5.2-2: Fenstererneuerung, Vergleich von Kosten, Krediten und angestoßenen Investitionen



Die Gesamtkosten wurden [18] entnommen. Eine Unterscheidung von baulichen und energetischen Teilkosten ist hier nicht mehr so eindeutig wie bei der Außenwanddämmung. Deshalb wurde folgendes Vorgehen vereinbart:

- Als baulicher Kostenanteil werden die geschätzten Kosten für eine Einscheibenverglasung mit Rahmen festgelegt (2/3 der Gesamtkosten).
- Der energetische Kostenanteil ist dann die Differenz der Kosten zwischen einer Wärmeschutzverglasung ($k = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) und einer Einscheibenverglasung.

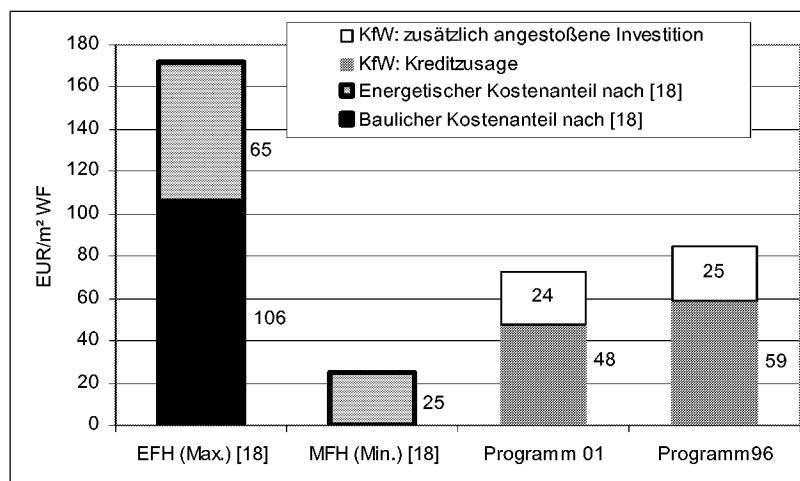
Die insgesamt angestoßenen Investitionen für die Fenstererneuerung liegen im Falle des KfW Programms 01 zwischen den Gesamtkosten nach [18]. Im Programm 96 sind die insgesamt angestoßenen Investitionen etwas höher, was darauf hin deutet, dass einige Kreditnehmer unter dem Posten „Fenstererneuerung“ weitere bauliche Instandsetzungen und Kleinreparaturen durchführen.

Dachdämmung

Im Gegensatz zu den vorgenannten Bauteilen schwanken die Kosten der Dachdämmung in ganz erheblichem Umfang. Nach [18] wurden folgende Fälle für die Ermittlung der Kosten betrachtet:

- EFH und MFH: Steildach mit nachträglicher Aufsparrendämmung, 14 cm Dämmdicke, incl. Dachziegelerneuerung.
- EFH und MFH: Steildach mit nachträglicher Zwischensparrendämmung von innen, Dämmdicke 12 cm.
- EFH und MFH: Flachdach Dämmung (12 cm) auf vorhandene Dachhaut auflegen.
- EFH und MFH: Flachdach Wärmedämmung verstärkt mit neuer Feuchtigkeitsabdeckung, Dämmdicke 12 cm.

Abbildung 4.5.2-3: Dachdämmung, Vergleich von Kosten, Krediten und angestoßenen Investitionen

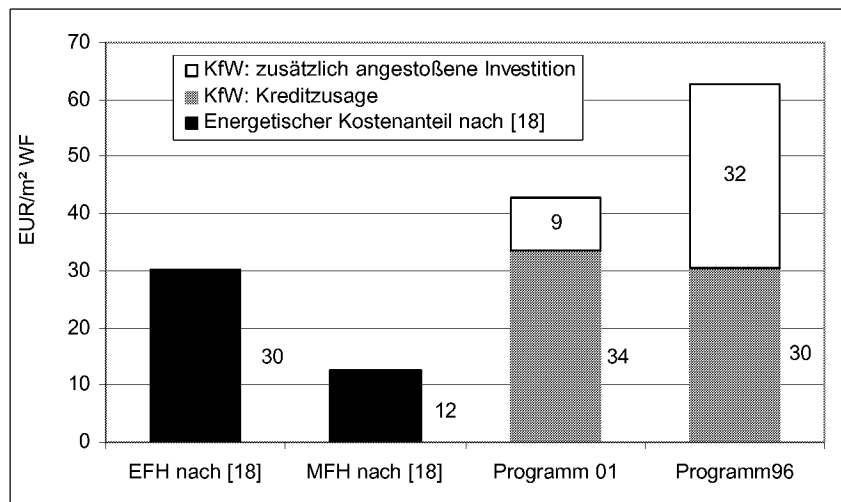


Die maximalen Kosten treten im Fall a. für das Einfamilienhaus auf. Die Fälle b. und c., die etwa gleiche Kosten aufweisen, liegen im Vergleich zu a. und d. am niedrigsten, wobei der minimale Wert beim Mehrfamilienhaus auftritt. Die beiden linken Säulen in Abbildung 4.5.2-3 zeigen mit den dargestellten Extremwerten die gesamte Spannweite der Kosten. Die mit den KfW-Programmen insgesamt angestoßenen Investitionen liegen etwa im Mittelfeld der Spannweite.

Kellerdeckendämmung

Die angestoßenen Investitionen für die Kellerdeckendämmung sind im Mittel zwei- bis dreimal höher als die Kosten nach [18], die für eine Dämmdicke von 12 cm ermittelt wurden. Ursache für diese Abweichung dürfte sein, dass die Kreditnehmer unter dem Posten „Kellerdeckendämmung“ z.T. weitere bauliche Instandsetzungen durchführen, was nach den Bestimmungen der KfW zulässig ist. Weiterhin umfasst der Verwendungszweck Kellerdeckendämmung auch die Dämmung erdberührter Außenflächen beheizter Räume.

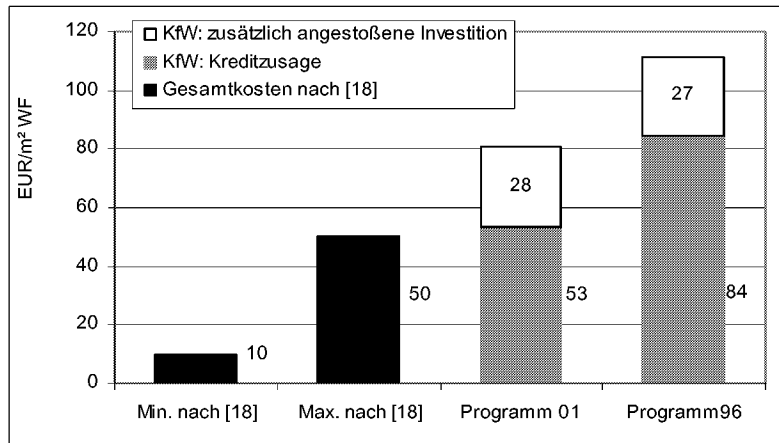
Abbildung 4.5.2-4: Kellerdeckendämmung, Vergleich von Kosten, Krediten und angestoßenen Investitionen



Kesselerneuerung

Die wohnflächenbezogenen Kosten für die Kesselerneuerung können stark schwanken. Sie hängen ab von der Art des Kessels, der Art der Heizung (zentral oder dezentral) und der Gebäudegröße. Abbildung 4.5.2-5 zeigt für übliche Niedertemperatur- und Brennwertkessel Anhaltswerte für den Schwankungsbereich (Min./Max.). Bei der Erneuerung sind je nach Zustand und räumlicher Situation ergänzende Bauarbeiten für die Aufstellung des Kessels oder für die Reparatur und die Anpassung des Schornsteins notwendig. Bei der Umstellung auf Gas sind noch Anschlusskosten zu berücksichtigen und eventuell Entsorgungskosten für die alten Öltanks. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass die angestoßenen Investitionen erheblich über den bloßen Kosten für die Kesselerneuerung liegen. Zusätzlich wird ein Teil der Kreditnehmer unter dem Posten „Kesselerneuerung“ noch weitergehende bauliche Instandsetzungen durchführen.

Abbildung 4.5.2-5: Kesselerneuerung, Vergleich von Kosten, Krediten und angestoßenen Investitionen



4.5.3 CO₂-Minderungskosten der Sanierungsmaßnahmen

Der Rechenansatz

Die CO₂-Minderungskosten werden nach folgender Formel berechnet:

$$K_{\text{Mind}_{\text{CO}_2}} = \frac{K_{\text{ap}_a} - K_{\text{Brenn}_a}}{\text{CO}_2\text{Einsp}_a}$$

$K_{\text{Mind}_{\text{CO}_2}}$ CO₂-Minderungskosten (EUR/t)

K_{ap_a} Kapitalkosten (EUR/a), werden aus der energierelevanten Investition mit einem Zinssatz und einer Nutzungsdauer berechnet (Annuität).

K_{Brenn_a} Jährliche Brennstoffkosten-Einsparung (EUR/a)

$\text{CO}_2\text{Einsp}_a$ Jährliche CO₂-Einsparung (t/a)

Der Zähler der obigen Formel kann in folgenden Bereichen liegen:

1. >0: Die energiebedingten Kapitalkosten sind höher als die Brennstoffkosteneinsparungen, die Investition ist nicht wirtschaftlich und die CO₂-Minderungskosten sind deshalb positiv.
2. =0: Kapitalkosten und Brennstoffeinsparungen sind gleich, so dass die Minderungskosten den Wert Null annehmen. Es handelt sich hier um einen Grenzfall zwischen Wirtschaftlichkeit und Unwirtschaftlichkeit.
3. <0: Sind die Brennstoffeinsparungen größer als die Kapitalkosten, dann liegt Wirtschaftlichkeit vor und die CO₂-Minderungskosten der betreffenden Maßnahmen liegen im negativen Bereich.

Da sich der energierelevante Kostenanteil aus den von der KfW angegebenen Kreditzusagen nicht ermitteln lässt, werden die CO₂-Minderungskosten mit Hilfe von Kostendaten aus dem IKARUS Projekt berechnet [18].

Einflußparameter

Folgende Parameter beeinflussen die Minderungskosten:

- **Art des Gebäudes:**
Freistehende Einfamilienhäuser (EFH) erfordern höhere flächenspezifische Investitionen für den Wärmeschutz als die kompakten Mehrfamilienhäuser (MFH). Die Minderungskosten sind deshalb bei EFH höher. Als Referenz für die folgenden Untersuchungen dient ein über den Bestand gemitteltes Gebäude.
- **Zustand vor und nach der Sanierung:**
Als Referenzzustand vor der Sanierung wird hier der Urzustand der Gebäude (Zustand im Baujahr) angenommen. Der Zustand nach der Sanierung entspricht der jeweils geltenden Verordnung. Die hier zugrunde gelegten Einsparungen sind der Tabelle 4.2.1-1 entnommen (Spalte „Gewichtetes Mittel“).
- **Alter und Zustand der Heizung:**
Für den unsanierten Zustand wird ein alter Öl- oder Gaskessel unterstellt und für die Heizungserneuerung ein dem Stand der Technik entsprechender Niedertemperatur-, oder Brennwertkessel.
- **Art des Energieträgers:**
Öl und Gas haben unterschiedliche CO₂-Emissionskoeffizienten, was sich natürlich entsprechend auf die Minderungskosten auswirkt, besonders im Falle eines Brennstoffwechsels. Wenn keine anderen Angaben gemacht werden, sind die folgenden Minderungskosten mit einem den realen Verhältnissen entsprechenden Brennstoffmix gerechnet.
- **Kosten der Sanierungsmaßnahme:**
Hier werden soweit wie möglich nur die energierelevanten Kosten angesetzt. Die sowieso fällige bauliche Sanierung wird nicht den Minderungskosten angerechnet. In einigen Fällen ist die genaue Festlegung der energierelevanten Investitionsanteile problematisch. Hier werden dann die getroffenen Annahmen ausgewiesen. Die Kostenbasis ist in Kapitel 4.5.2 nach [18] zusammengestellt.
- **Brennstoffkosten:**
Es wird mit einem mittleren konstanten Wert von 0,035 EUR/kWh gerechnet.
- **Finanzmathematische Parameter:**
Für den Zinssatz und die Nutzungsdauer werden folgende Kombinationen gerechnet: 5% und 10 Jahre für die Obergrenze der Minderungskosten sowie 3% und 45 Jahre für die Untergrenze.

Berechnete CO₂-Minderungskosten

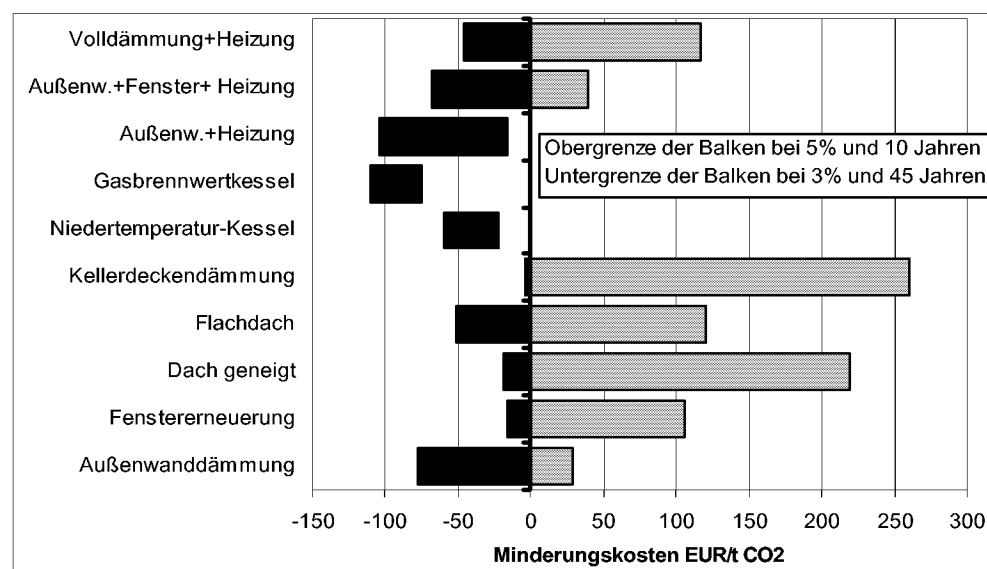
Tabelle 4.5.3-1 zeigt die berechneten CO₂-Minderungskosten für die üblichen Sanierungsmaßnahmen. Die jeweilige Bandbreite ergibt sich aus der Variation der finanzmathematischen Parameter. Eine finanzielle Förderung der Maßnahmen wurde nicht mit berücksichtigt.

Abweichend von den in Kapitel 4.5.2 dargestellten Kosten werden für die Heizungserneuerung 33 % der Gesamtkosten als energetische Kosten angenommen. Dies wird als Restwert des alten Kessels bei der vorgezogenen Erneuerung interpretiert.

Tabelle 4.5.3-1: Berechnung der CO₂-Minderungskosten für verschiedene Sanierungsmaßnahmen und verschiedene finanzmathematische Parameter

	Gesamtkosten	Davon energiebedingt	Jährliche Energieeinsparung	Jährliche CO ₂ Minderung	Jahreskosten 5%, 10 Jahre	Jahreskosten 3%, 45 Jahre	Jährliche Geldeinsparung	Minderungskosten 5%, 10 Jahre	Minderungskosten 3%, 45 Jahre
	EUR/m ²	EUR/m ²	kWh/a m ²	kg CO ₂ /m ²	EUR/m ²	EUR/m ²	EUR/m ²	EUR/t CO ₂	EUR/t CO ₂
Außenwand	101	24	72	20	3,1	1,0	-2,5	29	-77
Fenster austausch	65	43	88	24	5,6	2,7	-3,1	106	-17
Dach geneigt	95	35	48	13	4,5	1,4	-1,7	219	-19
Flachdach	25	25	48	13	3,2	1,0	-1,7	120	-51
Keller	20	20	24	7	2,6	0,8	-0,8	260	-4
Heizkessel, NT Kessel	30	10	45	12	1,3	0,8	-1,6	-22	-59
Gasbrennwertkessel	33	11	71	14	1,4	0,9	-2,5	-75	-110
Außenw.+ Heizung	134	35	122	30	4,5	1,9	-5,0	-16	-104
Außenw.+ Fenster+ Heizung	199	78	199	52	10,1	4,6	-8,1	40	-68
Vollämmung+ Heizung	314	133	271	72	17,3	6,8	-10,6	93	-53

Die mittlere Anhaltswerte für die CO₂-Minderungskosten sind in Abbildung 4.5.3-1 graphisch dargestellt. Für den Fall der dreiprozentigen Verzinsung über 45 Jahre sind die Minderungskosten für alle Einzelmaßnahmen negativ.

Abbildung 4.5.3-1: Mittlere CO₂-Minderungskosten für verschiedene Sanierungsmaßnahmen (ohne Förderung)

Sensitivitätsanalyse am Beispiel der Außenwanddämmung

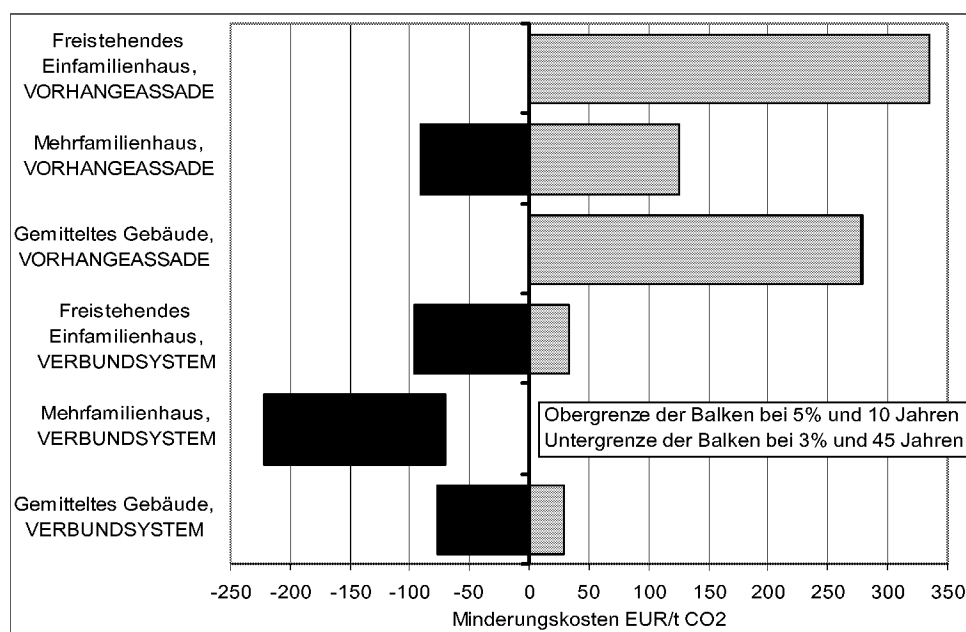
Es zeigt sich, dass die Minderungskosten sehr empfindlich auf eine Änderung der Einflussparameter reagieren. Deshalb dürfen die hier berechneten Zahlen nicht verallgemeinert werden. Sie gelten nur für die festgelegten Bedingungen. Eine Sensitivitätsanalyse für die Außenwanddämmung zeigt in Abbildung 4.5.3-2, wie stark sich die Minderungskosten verändern können. Es wurden verändert:

- Der Gebäudetyp: Zusätzlich zu dem in Abbildung 4.5.3-1 zugrunde liegenden gemittelten Gebäude wurden ein freistehendes Einfamilienhaus und ein Mehrfamilienhaus betrachtet. Die Veränderungen entstehen durch unterschiedliche Energie- und CO₂-Einsparungen und durch unterschiedliche Kosten für die Sanierungsmaßnahmen. Das Mehrfamilienhaus schneidet dabei weitaus am besten ab.
- Die Art der Fassadendämmung: Neben dem Wärmedämmverbundsystem, das als Referenz dient, wurde eine vorgehängte, hinterlüftete Fassade mit gleicher Dicke betrachtet. Die energiebedingten Kosten für das zweite System sind rund 2,6 mal höher, wodurch sich ein ganz erheblicher Anstieg der Minderungskosten ergibt (vgl. Abbildung 4.5.3-2).

Wegen der hohen Sensitivität der Minderungskosten auf Parameteränderungen macht ein Vergleich mit Minderungskosten aus anderen Bereichen nur Sinn, wenn ein sorgfältiger Abgleich der Eingangsparameter und der Annahmen erfolgt ist. Da jedoch zu den in der Literatur verfügbaren Minderungskosten in der Regel keine erklärenden Angaben gemacht werden, sind sie für einen Vergleich wenig brauchbar. Aus diesem Grund wird hier auf einen solchen Vergleich verzichtet.

Was fehlt ist eine allgemeingültige und allgemein anerkannte Rechenvorschrift für die Ermittlung vergleichbarer CO₂-Minderungskosten.

Abbildung 4.5.3-2: Sensitivitätsanalyse für den Fall der Außenwanddämmung



5. CO₂-Einsparung bei Berücksichtigung des Produktionsbereichs

5.1 Methodisches Vorgehen der Input-Output Analyse

Die Input-Output-Methodik erlaubt die Bestimmung der Produktions-, Beschäftigungs- und Emissionswirkungen einer durch die KfW-Programme induzierten zusätzlichen Endnachfrage und der damit verbundenen Vorleistungen. Die hierfür notwendige Datenbasis ist die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichte Input-Output-Tabelle. Die Berechnungen werden nicht mit den Krediten durchgeführt, sondern mit den angestoßenen Investitionen.

Das KfW-Programm induziert investive Maßnahmen und weitere Effekte, die als zusätzliche Endnachfrage Aktivitäten der Produktionssektoren anregen. Diese zusätzliche Endnachfrage ergibt sich als Summe z. T. gegenläufiger Einzeleffekte:

- *Investitionseffekt*: Investitionen für die Gebäude- und Heizungssanierung lösen Produktionseffekte direkt in den produzierenden Sektoren aus. Der Investitionseffekt führt während der Programmlaufzeit zu einer Erhöhung der CO₂-Emission und der Beschäftigung.
- *Verdrängungseffekt*: Bisher genutzte Energieträger werden durch Kapitalgüter oder andere Energieträger substituiert. Der Verdrängungseffekt verringert CO₂-Emission und Beschäftigung. Die Wirkungskdauer entspricht der technischen Lebensdauer der Anlagen.
- *Budgeteffekt*: Eine Nettobelastung (-entlastung) der Haushalte verdrängt (ermöglicht) konsumtive Ausgaben. Der Nettoeffekt kann über die eingesparten Energieträger und die laufende Kredittilgung ermittelt werden. Für die Wohnungswirtschaft kann nach Maßgabe der Wirtschaftlichkeit von Investitionen eine Nettoentlastung unterstellt werden. Eine solche Nettoentlastung kann zu höheren Investitionen im Wohnungsbau führen.

Die folgende Analyse konzentriert sich auf den Investitions- und den Verdrängungseffekt. Der Budgeteffekt lässt sich anhand der vorliegenden Informationen nicht hinreichend quantifizieren. Bei der derzeitigen Energiepreissituation kann es in den privaten Haushalten zu gewissen Nettobelastungen durch die Investition kommen, was Arbeitsplatzverluste auslösen kann. Auf der anderen Seite werden durch das KfW-Programm Arbeitsplätze geschaffen, was zu zusätzlichen Einkommen und damit zu zusätzlichem Konsum führt, der durch erhöhte Produktion wieder einen positiven Beschäftigungseffekt hat. Diese beiden hier vernachlässigten Effekte dürften sich tatsächlich in einem bestimmten Umfang kompensieren, so dass der methodische Fehler wahrscheinlich nicht sehr groß ist.

Bei der Berechnung der Arbeitsplatzzahlen wird gelegentlich kritisiert, dass die alternative Verwendung der Kreditmittel nicht berücksichtigt wird. Tatsächlich stellt sich das Problem so nicht, denn die Mittel werden nicht anderen Verwendungszwecken entzogen, sondern am internationalen Kapitalmarkt beschafft. Ohne die Programme würde es die Mittel gar nicht geben. Dies trifft jedoch nicht für den relativ kleinen Betrag der Zinsverbilligungen zu, der aus dem Bundeshaushalt stammt.

5.2 Netto-CO₂-Einsparung

5.2.1 Entwicklung bis 2001

Die Netto-CO₂-Einsparung ergibt sich aus folgenden drei Komponenten, wobei Mehremissionen mit dem Pluszeichen "+" und Einsparungen mit dem Minuszeichen "-" bezeichnet sind:

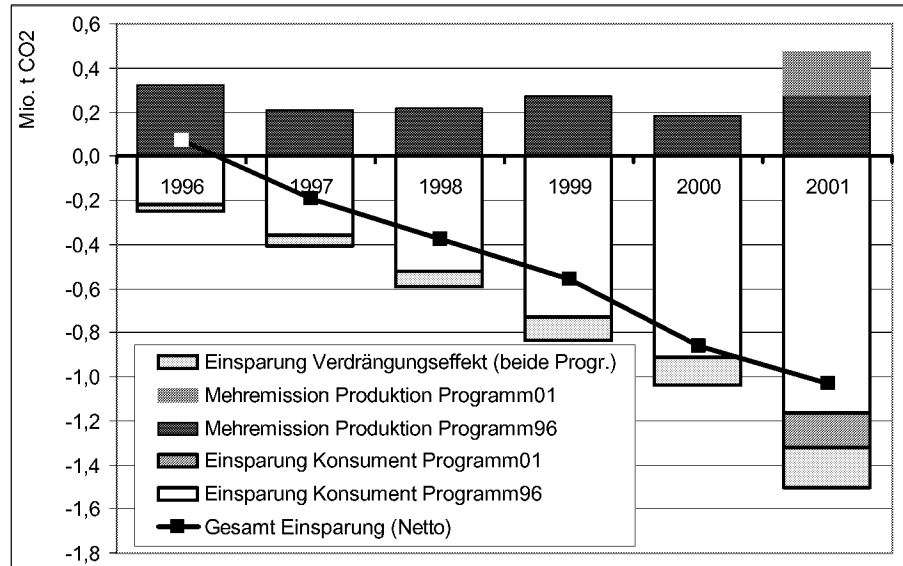
- + Mehremissionen bei den Produzenten (Investitionseffekt), inkl. der Vorleistungen
- Einsparungen aufgrund des Verdrängungseffektes, inklusive der Vorleistungen
- Einsparungen bei den Konsumenten durch Verbesserung des Wärmeschutzes
- = Netto-CO₂-Einsparung

Investitionseffekt

Die angestoßenen Investitionen entsprechend Tabelle 3.2-1 erstrecken sich für das Programm96 über den Zeitraum von 1996-2001. Das Programm01 liefert nur 2001 einen Beitrag. Die aus dem Investitionseffekt resultierende Mehremission bei den Produzenten ist in Abbildung 5.2.1-1 und in Tabelle 5.2.1-1 als „Mehremission Produktion“ für die beiden Programme dargestellt. Dabei sind die gesamten Vorleistungsaktivitäten mit eingeschlossen.

Die investitionsbedingte Mehremission beträgt 1996 ca. 0,32 Mio. t, pendelt dann in den folgenden Jahren um 0,2 Mio. t und erreicht 2001 infolge des Programms01 insgesamt 0,47 Mio. t. Diese Emissionen treten nur einmal in dem jeweiligen Jahr auf und werden nicht über die folgenden Jahre kumuliert.

Abbildung 5.2.1-1: Entwicklung der Netto-CO₂-Einsparung im Altbaubereich für den Zeitraum von 1996 bis 2001



Verdrängungseffekt

Der wirtschaftliche Impuls aus dem Verdrängungseffekt unterscheidet sich vom Investitionsimpuls in mehrfacher Hinsicht. Er ist in seinem Ausmaß geringer, hat eine andere Wirkungsrichtung (verringert die Emission) und wirkt im wesentlichen auf die Energie bereitstellenden Produktionssektoren, d.h. die Energiewirtschaft.

Die aufgrund des Produktionsausfalls in der Energiewirtschaft vermiedenen CO₂-Emissionen steigen von ca. 0,03 Mio. t in 1996 auf 0,19 Mio. t in 2001. Im Jahr 2001 ist der Anteil des

Programms01 in Höhe von 0,021 Mio. t mit enthalten. Die Zahlen enthalten auch die Minderungen aufgrund der vermiedenen Produktion von Vorleistungen. Die Einsparungen aus dem Verdrängungseffekt kumulieren sich von Jahr zu Jahr. Sie sind in Abbildung 5.2.1-1 und in Tabelle 5.2.1-1 als „Einsparung Verdrängungseffekt“ eingetragen.

Tabelle 5.2.1-1: Zusammenstellung der programmbedingten Einsparungen und Mehrmissionen in Mio. t CO₂ über die Programmlaufzeit von 1996 bis 2001

	Einsparung Konsument (Abb. 4.4-1) Programm96	Einsparung Konsument (Abb. 4.4-1) Programm01	Mehrmission Produktion Programm96	Mehrmission Produktion Programm01	Einsparung Verdrängungs- effekt Programm96	Einsparung Verdrängungs- effekt Programm01	Gesamt Einsparung (Netto)
1996	-0,22	0	0,32	0	-0,03	0	0,07
1997	-0,36	0	0,21	0	-0,05	0	-0,20
1998	-0,52	0	0,21	0	-0,07	0	-0,38
1999	-0,73	0	0,27	0	-0,10	0	-0,56
2000	-0,91	0	0,18	0	-0,13	0	-0,86
2001	-1,16	-0,16	0,28	0,19	-0,16	-0,02	-1,03

Netto-CO₂-Einsparung bis 2001

Tabelle 5.2.1-1 und Abbildung 5.2.1-1 zeigen die Zusammenfassung der CO₂-Effekte bei den Konsumenten durch geringeren Raumwärmebedarf und bei den Produzenten durch Mehrmission und Verdrängungswirkung.

Für die Netto-Emission ergibt sich dann im Jahre 1996 ein Wert, der mit 0,07 Mio. t nur geringfügig über Null liegt, d.h. im ersten Jahr der Programmlaufzeit finden noch keine Einsparungen statt. Sie werden noch von den produktionsbedingten Mehrmissionen kompensiert. In den folgenden Jahren nehmen die Einsparungen bei den Konsumenten und die Einsparungen durch den Verdrängungseffekt kumulativ zu, so dass die Netto-Einsparung bis 2001 laufend steigt und 1,03 Mio. t erreicht wird. Diese Einsparung wird sich in Zukunft weiter vergrößern.

5.2.2 Fortschreibung der Entwicklung bis 2010

Schreibt man die jährliche CO₂-Einsparung mit den beiden Kreditnachfrage-Szenarien, die in Kapitel 3.3 erläutert sind, fort, dann ergibt sich die in Abbildung 5.2.2-1 gezeigte Entwicklung der Netto-CO₂-Einsparung. Sie steigt bei moderater Kreditnachfrage bis 2005 auf den Wert von 2,8 Mio. Tonnen pro Jahr an und erreicht bei stärkerer Nachfrage sogar 3,5 Mio. Tonnen. Bezogen auf die Emission im Haushaltssektor von rund 125 Mio. Tonnen im Jahre 1990 entspricht dies einem Anteil von 2,2 bis 2,8 %. Die entsprechenden Minderungen für 2010 betragen 5,0 und 7,1 Mio. Tonnen.

Die mit der EU im Rahmen des Kyoto-Protokolls eingegangene Verpflichtung der Deutschen Regierung verlangt eine Minderung von -21 % bis 2008/2010. Überträgt man dieses Minderungsziel auf den Haushaltsbereich, dann bedeutet das eine absolute Reduktion von rund 26

Mio. Tonnen. Davon könnten bis 2010 im Falle einer stärkeren Kreditnachfrage immerhin 7,1 Mio. Tonnen oder 27 % mit den KfW Programmen realisiert werden.

Abbildung 5.2.2-1: Fortschreibung der Netto-CO₂-Einsparung im Altbaubereich bis 2010

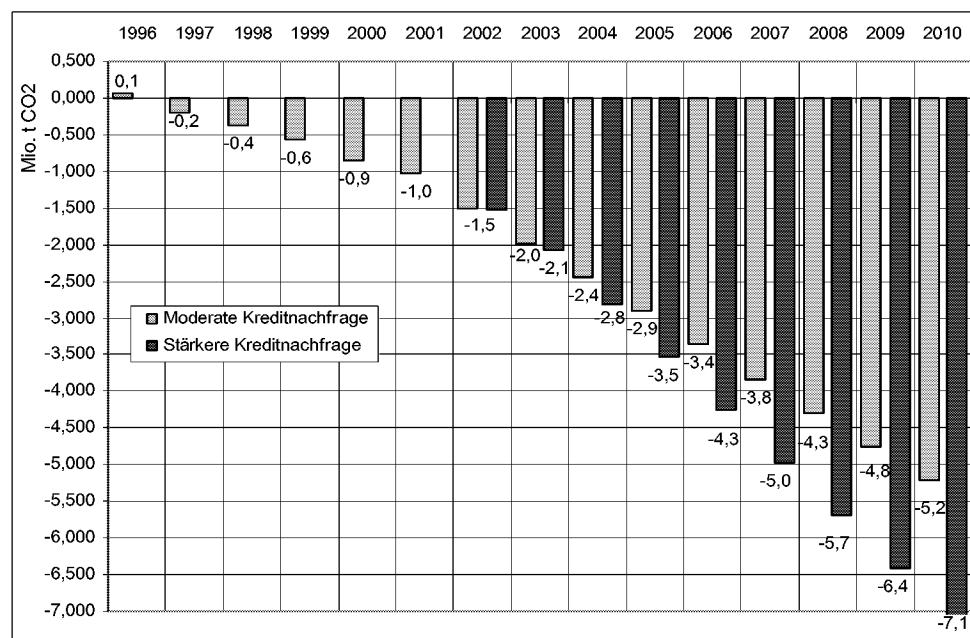


Tabelle 5.2.2-1: Fortschreibung der Netto-CO₂-Einsparung im Altbaubereich bis 2010, gegliedert nach Programmen

Kreditnachfrage	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
P96	-1,0	-1,3	-1,6	-1,9	-2,2	-2,5	-2,8	-3,0	-3,3	-3,6
P01 Moderat	0,0	-0,2	-0,3	-0,5	-0,7	-0,9	-1,1	-1,2	-1,4	-1,6
P01 Stärker	0,0	-0,2	-0,5	-0,9	-1,3	-1,8	-2,2	-2,7	-3,1	-3,5
Moderat Summe	-1,0	-1,5	-2,0	-2,4	-2,9	-3,4	-3,8	-4,3	-4,8	-5,2
Stärker Summe	-1,0	-1,5	-2,1	-2,8	-3,5	-4,3	-5,0	-5,7	-6,4	-7,1

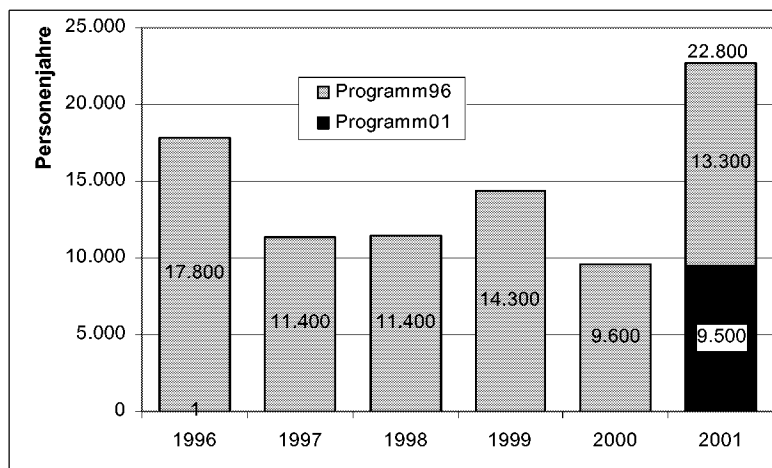
6. Beschäftigungseffekte der KfW Programme

6.1 Beschäftigung im Altbaubereich bis 2001

Die Ermittlung der Netto-Beschäftigungseffekte erfolgt mit Hilfe der Input/Output Tabelle des statistischen Bundesamtes (vgl. Kapitel 5.1). Von den Beschäftigungszahlen, die durch investive Maßnahmen entstehen, inklusive der Produktion der Vorleistungsgüter, werden die Arbeitsplatzverluste aufgrund des Verdrängungseffektes abgezogen. Der aus dem Impuls des Verdrängungseffektes resultierende Rückgang der Beschäftigung beträgt 1996 rund 125 Personenjahre und wächst bis 2001 auf knapp 800 Personenjahre an. Die Entwicklung der Nettobeschäftigung im Altbaubereich ist in der Abbildung 6.1-1 dargestellt.

Für das Programm96 schwankt der jährliche Wert während der Laufzeit zwischen 17.800 und 9.600 Personenjahren, mit einem Durchschnittswert von rund 13.000 Personenjahren. Durch das Programm01 werden im Jahre 2001 noch 9.500 Arbeitsplätze zusätzlich geschaffen.

Abbildung 6.1-1: Entwicklung der Netto-Beschäftigung im Altbaubereich bis 2001



6.2 Beschäftigung im Alt- und Neubaubereich bis 2001

Durch die Förderung von Niedrigenergiehäusern, insbesondere im Jahr 1999, wird ein sehr starker Impuls auf die Beschäftigung ausgelöst. Tabelle 6.2-1 und Abbildung 6.2-1 zeigen die Entwicklung unter Einbeziehung des Neubaubereichs. Die Werte für 2000 und 2001 sind dabei durch den Passivhausbau und durch die KfW-Energiesparhäuser 40 und 60 verursacht worden.

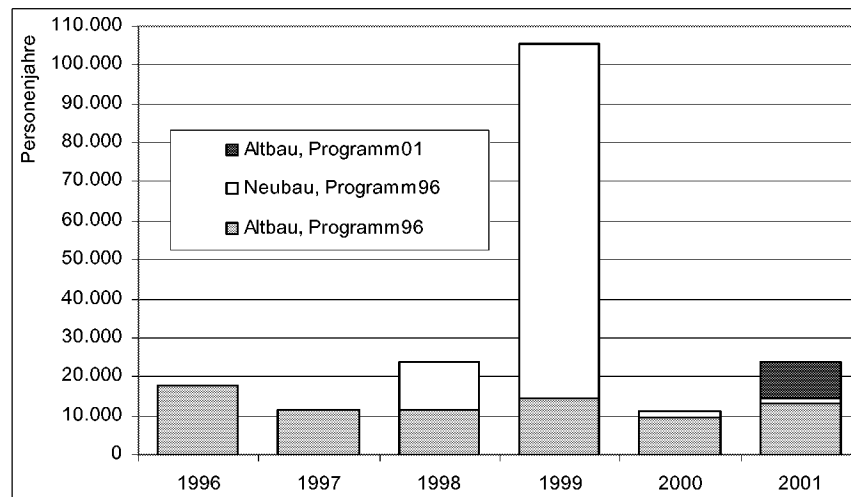
Die von der Neubauförderung ausgelösten Arbeitsplatzeffekte belaufen sich 1998 auf 12.300 Personenjahre, 1999 wird dann der Spitzenwert von ca. 91.200 Personenjahren erreicht. Danach fällt die Anzahl der Arbeitsplätze auf 1.400 bzw. 1.100 ab. Werden diese Arbeits-

platzzahlen zu den Jahreswerten für den Altbau addiert, dann ergeben sich die in Tabelle 6.2-1 und Abbildung 6.2-1 gezeigten Gesamtzahlen.

Tabelle 6.2-1: Entwicklung der Netto-Arbeitsplatzzahlen für den Alt- und Neubaubereich in Personenjahren bis 2001

	Altbau, Programm96	Neubau, Programm96	Altbau, Programm01	Gesamt
1996	17.800	0	0	17.800
1997	11.400	0	0	11.400
1998	11.400	12.300	0	23.700
1999	14.300	91.200	0	105.500
2000	9.600	1.400	0	11.000
2001	13.300	1.100	9.500	23.900

Abbildung 6.2-1: Entwicklung der Netto-Beschäftigung für den Alt- und Neubaubereich von 1996 bis 2001



6.3 Entwicklung der Beschäftigung im Altbaubereich bis 2010

Die Entwicklung der Netto-Arbeitsplatzzahlen wird für beide Programme zusammen auf der Basis der Kreditnachfrage-Szenarien, die in Kapitel 3.3 erläutert sind, bis 2010 fortgeschrieben. Im Falle des Szenarios „Moderate Kreditnachfrage“ ergibt sich nach Abbildung 6.3-1 für den Zeithorizont bis 2010 ein Netto-Beschäftigungseffekt der von 22.600 Personenjahren auf rund 19.000 abfällt. Die Verringerung resultiert aus einer Steigerung der Arbeitsproduktivität von rund 1 % pro Jahr. Zusätzlich sind die Arbeitsplatzverluste aufgrund der Verdrängungswirkung abzuziehen, die sich von Jahr zu Jahr kumulieren.

Für das Szenario „Stärkere Kreditnachfrage“ steigt die Netto-Arbeitsplatzzahl auf rund 35.700 Personenjahre an und fällt bis 2010 auf etwa 30.500.

Abbildung 6.3-1: Entwicklung der Netto-Beschäftigung im Altbaubereich bis 2010 für die Szenarien „Moderate Kreditnachfrage“ und „Stärkere Kreditnachfrage“ (Programm96 und Programm01)

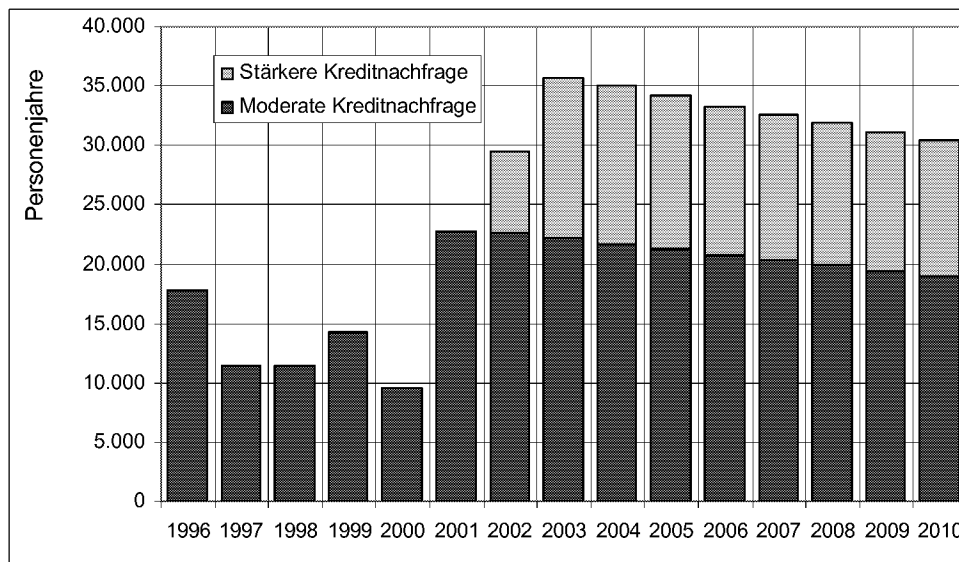


Tabelle 6.3-1: Entwicklung der Netto-Beschäftigung im Altbaubereich bis 2010 für moderate und stärkere Kreditnachfrage (Programm96 und Programm01)

	Programm96	Moderat Programm01	Stärker Programm01	Moderat Summe	Stärker Summe
1996	17.800	0	0	17.800	17.800
1997	11.400	0	0	11.400	11.400
1998	11.400	0	0	11.400	11.400
1999	14.300	0	0	14.300	14.300
2000	9.600	0	0	9.600	9.600
2001	13.400	9.300	9.300	22.700	22.700
2002	13.600	9.100	15.900	22.700	29.500
2003	13.400	8.900	22.300	22.300	35.700
2004	13.200	8.700	21.800	21.900	35.000
2005	12.900	8.600	21.400	21.500	34.300
2006	12.600	8.400	20.700	21.000	33.300
2007	12.300	8.200	20.200	20.500	32.500
2008	12.100	8.000	19.800	20.100	31.900
2009	11.800	7.800	19.400	19.600	31.200
2010	11.600	7.700	19.000	19.300	30.600

7. Zusammenfassende Bewertung und wirtschaftliche Einordnung

Steigende Kreditvolumina für mehr Modernisierungen

Das gesamte Kreditvolumen des Programms⁹⁶ im Altbaubereich betrug für die Laufzeit von 1996 bis 2001 etwa 3,7 Mrd. EUR (rund 620 Mio. EUR im Jahresmittel). Dazu kommen noch 1,7 Mrd. EUR für den Neubau, wovon allerdings 1,6 Mrd. EUR auf die Niedrigenergiehausförderung nur im Jahre 1999 fallen. Die Niedrigenergiehausförderung wurde in dieser Form von KfW nicht fortgesetzt.

Besonders zu begrüßen ist das 2001 neu eingerichtete Programm⁰¹³, bei dem mit Maßnahmenpaketen die Einsparpotenziale im Wohngebäudebereich effektiver umgesetzt werden. Allerdings wurde es im ersten Jahr noch nicht in dem Umfang von den Gebäudeeigentümern angenommen, wie es wünschenswert wäre. So wurden 2001 im Rahmen des Programms⁹⁶ Kredite von 800 Mio. EUR nachgefragt während es im Programm⁰¹ nur ca. 500 Mio. EUR waren. Es wäre günstiger, wenn sich die Verhältnisse umkehren würden. Ein wesentlicher Grund für die moderate Nachfrage dürfte sein, dass die erheblichen Einsparpotenziale, die mit Maßnahmenpaketen erzielt werden können, noch zu wenig bekannt sind.

Die gelegentlich geäußerte Kritik, das Kreditvolumen des KfW-Programms sei angesichts der großen Potenziale im Altbaubereich nicht ausreichend, wird durch folgende Entwicklungen abgeschwächt:

- Die in den letzten drei Jahren bereit gestellten Kreditmittel durch die KfW haben im Programm⁹⁶ so zugenommen, dass sich die Kreditzusagen von 1998 bis 2001 auf fast 800 Mio. EUR verdoppelten.
- Durch die Einrichtung des Programms⁰¹ wurden 2001 rund 500 Mio. EUR an zusätzlichen Kreditmitteln nachgefragt.
- Außerdem ist das Volumen für das Programm⁰¹ bei weitem noch nicht ausgeschöpft. So hat der Bund im Rahmen des nationalen Klimaschutzprogramms für die Zinsverbilligung Mittel in einem Umfang bereit gestellt, die bis 2005 ein Kreditvolumen von 5 Mrd. EUR erlauben. Die Kreditnachfrage im Programm⁰¹ könnte sich also in den nächsten Jahren gegenüber 2001 noch mehr als verdoppeln.

Die steigende Kreditnachfrage der letzten Jahre ist insgesamt als positiv zu werten. Sie lässt auch den Schluss zu, dass immer mehr Gebäudeeigentümer willens sind, energiegerecht zu sanieren.

Verbesserung der energetischen Sanierungsqualität

In den vergangenen Jahren wurden in Deutschland jährlich insgesamt 75 bis 80 Mrd. EUR in die Erhaltung und Erweiterung bestehender Gebäude investiert [10]. Eine breite Umsetzung von Energiesparmaßnahmen ist dabei bis jetzt nur unzureichend erfolgt [11]. Das zeigt sich an dem immer noch leicht steigenden Energieverbrauch der Haushalte in Deutschland. Die Umsetzungshemmnisse wurden und werden immer noch unterschätzt. Die KfW-Programme sind aber geeignet, diese Umsetzungshemmnisse zu mindern.

² KfW Programm zur CO₂-Minderung, hier Programm⁹⁶ genannt

³ KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm, hier Programm⁰¹ genannt

Obwohl die KfW-Programme an der Gesamtinvestition für die Erhaltung und Erweiterung bestehender Gebäude im Jahre 2001 nur einen rechnerischen Anteil von knapp 2 % haben, besitzen sie entscheidende Qualitätsvorteile, weil insbesondere und ausdrücklich Wärmeschutzmaßnahmen gefördert werden und nicht nur die bauliche Renovierung. Dadurch wird die Aufmerksamkeit bei der Sanierung besonders auf die Energieeinsparung gelenkt. Der Gebäudeeigentümer muss sich für den Kreditantrag ein relativ genaues Bild von der energetischen Situation seines Gebäudes machen. Auf diese Weise liefern die KfW-Programme auch einen nicht zu vernachlässigenden Beitrag zur Änderung der Bewusstseinslage bei den Gebäudeeigentümern. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Bauherr im Rahmen der KfW-Programme sein Dach neu eindeckt ohne eine Wärmedämmung aufzubringen oder seine Fassade nur optisch saniert ohne sie ausreichend zu isolieren, ist dadurch wesentlich geringer.

Insbesondere wird mit der Kombination von mehreren Maßnahmen im Rahmen des Programms01 eine Reihe von vorteilhaften Qualitätsverbesserungen erreicht:

- Durch die Möglichkeit der Maßnahmenpakete und durch den deutlich verringerten Zinssatz werden eher Hochverbraucher, d.h. Gebäude mit schlechter Wärmedämmung und veralteter Heizung ins Programm einbezogen.
- Bei einer gleichzeitigen Durchführung können die Maßnahmen zur Wärmedämmung und Heizungserneuerung optimal aufeinander abgestimmt werden. Eine solche Sanierung erzielt höhere Einsparungen als eine bloße, zeitlich versetzte Einzelteilsanierung.
- Durch die Einschaltung eines Energieberaters wird eine bessere Planung der Sanierungsmaßnahmen garantiert und dadurch wird letztendlich eine höhere Einsparung erzielt.
- Durch die Festlegung von Mindestanforderungen bei der jährlichen CO₂-Minderung von 40 kWh/m² wird automatisch von vorne herein eine gute energetische Qualität der Sanierung gewährleistet. Tatsächlich zeigte sich bei der Auswertung einer Stichprobe, dass von den Kreditnehmern durchschnittlich rund 60 kWh/m² geplant wurden, also deutlich mehr als verlangt wird.

Verbesserung der Flexibilität

Durch die beiden Programme der KfW ist bezüglich der durchzuführenden Maßnahmen eine hohe Flexibilität möglich. Mit dem Programm96 ist dafür Sorge getragen, dass energiege-rechte Einzelmaßnahmen, die der Gebäudeeigentümer aus irgendwelchen Gründen durchführen muss oder durchführen will, mit zinsverbilligten Krediten gefördert werden können. Das Programm01 ermöglicht es, gängige Maßnahmenkombinationen in Form von drei unterschiedlichen Paketen durch zu führen. Diese Pakete können mit freiwilligen Zusatzmaßnahmen ergänzt werden, wovon ein erheblicher Teil der Kreditnehmer auch Gebrauch macht. Ein viertes Maßnahmenpaket kann innerhalb des Programms01 vom Kreditnehmer unter Beachtung der Mindestanforderungen beliebig zusammengeschnürt werden. Damit ist die gesamte Palette der Möglichkeiten verfügbar.

Höherer finanzieller Anreiz durch Programm01

Im Programm01 wird eine rund 2 % Punkte höhere Zinsverbilligung gewährt, was eine deutliche Verbesserung des Anreizes bedeutet. Damit ist die gelegentlich geäußerte Kritik, dass

der Anreiz der zinsverbilligten KfW-Programme zu gering sei, zumindest etwas entkräftet worden.

Grundsätzlich bietet das Instrument des zinsverbilligten Kredits den Vorteil, dass jedem Gebäudeeigentümer die benötigten Mittel zu jeder Zeit zur Verfügung stehen. Eigenkapital zur Durchführung der Sanierung ist nicht erforderlich. Dies ist von Vorteil für Gebäudebesitzer ohne Eigenkapital, die andernfalls die Sanierung eventuell in gebäude- und klimaschädigender Weise hinauszögern würden. Aber auch für Eigenkapitalbesitzer kann das Instrument von Vorteil sein, denn diese Gruppe von Gebäudebesitzern kann ihr Kapital anderweitig ertragsbringender einsetzen.

Das Instrument des zinsverbilligten Kredits erlaubt es auf der anderen Seite den Geldgebern, verantwortungsvoll mit den knappen finanziellen Ressourcen des Staates umzugehen und gleichzeitig einen angemessenen Anreiz für den Gebäudeeigentümer zu bieten.

Wirksamer Beitrag zu den Klimaschutzzielen

Die gesamte kumulative Netto-CO₂-Minderung, die von den KfW-Programmen während der bisherigen Laufzeit bewirkt wurde, beläuft sich im Jahr 2001 auf rund 1 Mio. t CO₂ pro Jahr. Bezogen auf den Ausstoß des Haushaltssektors für Raumwärme und Warmwasser im Jahre 1990 entspricht das einer relativen Minderung von rund 0,8 %. Allerdings wird die eingesparte Menge CO₂ im weiteren Verlauf des Programms noch deutlich ansteigen.

Angesichts der Tatsache, dass der Raumwärmebedarf in der letzten Dekade wegen der Zunahme der Bevölkerung und der Zunahme der Wohnfläche immer noch leicht gestiegen ist, kann die bisher erreichte Minderung durch die KfW Programme als wichtiger Beitrag zu einer beginnenden Trendumkehr bei der Verbrauchsentwicklung der Haushalte gesehen werden.

Schreibt man die jährliche CO₂-Einsparung mit einem realistischen Kreditnachfrage-Szenarium fort, dann ergibt sich bei moderater Kreditnachfrage bis 2005 eine Einsparung von 2,8 Mio. Tonnen pro Jahr und bei stärkerer Nachfrage sogar von 3,5 Mio. Tonnen. Bezogen auf die Emission im Haushaltssektor von rund 125 Mio. Tonnen im Jahre 1990 entspricht dies einem Anteil von 2,2 bis 2,8 %.

Die im Rahmen der EU in Kyoto eingegangene Minderungsverpflichtung der deutschen Regierung von -21 % bis 2008/2010 verlangt eine absolute Minderung im Haushaltsbereich von rund 26 Mio. Tonnen. Davon könnten bis 2010 im Falle einer stärkeren Kreditnachfrage immerhin bis zu 7,1 Mio. Tonnen oder 27 % realisiert werden.

Diese Zahlen zeigen, dass die KfW Programme durchaus einen deutlich spürbaren Beitrag zur Erreichung der nationalen CO₂-Minderungsziele liefern können.

Schaffung und Erhaltung von Arbeitsplätzen

Die wohnungspolitischen Förderprogramme der Bundesregierung, die diese in Zusammenarbeit mit der KfW initiiert hat, haben in den vergangenen Jahren zur Stabilisierung der Bauwirtschaft beigetragen. Insgesamt ist die Bauwirtschaft durch einen hohen Anteil von Klein-

Klein- und Mittelbetrieben geprägt. So werden rund 3/4 des Umsatzes im Bauhauptgewerbe durch Betriebe mit unter 100 Beschäftigten erwirtschaftet. Die energetische Sanierung und Modernisierung im Wohngebäudebereich erfolgt durch einen hohen Anteil von Klein- und Mittelbetrieben. Damit darf auch für einen großen Teil der durch das KfW-Programm induzierten Wohnungserneuerung eine Auftragsvergabe an diese Betriebsgrößengruppe erwartet werden.

Durch das Programm96 wurden während der Laufzeit von 1996 bis 2001 im Mittel fast 13.000 Arbeitsplätze gesichert bzw. geschaffen. Das Programm01 verursacht einen kräftigen Impuls und erhöht 2001 die Zahl um weitere 10.000 Arbeitsplätze. Damit ergibt sich für dieses Jahr im Bereich der Altbaumodernisierung ein Arbeitsplatzvolumen von rund 23.000 Personenjahren. Bei einer Fortschreibung der derzeitigen Trends könnte sich die Zahl der Arbeitsplätze in den nächsten Jahren auf einem Niveau von 20.000 bis 22.000 stabilisieren. Wird jedoch das Kreditvolumen des Programms01 ganz ausgeschöpft dann dürften sich die Arbeitsplatzzahlen in Zukunft auf einem Niveau von 35.000 bis 30.000 einpendeln.

Angesichts eines jährlichen Bauvolumens für bestehende Gebäude von ca. 75 bis 80 Mrd. EUR ist die durch das KfW-Programm induzierte Bauleistung zu gering, um deutlichere Effekte am gesamten Arbeitsmarkt zu hinterlassen. Aber gemessen an der relativen Entwicklung der Arbeitsplätze im Baugewerbe ergibt sich ein anderes Bild.

Von 2000 auf 2001 wurden in der deutschen Bauwirtschaft 121.000 Arbeitsplätze abgebaut [12]. Rund zwei Drittel der von KfW Programmen geschaffenen Arbeitsplätze entfallen auf die Bauwirtschaft, d.h. 2001 wurden durch die KfW Programme konkret 14.700 Arbeitsplätze in der Bauwirtschaft erhalten bzw. geschaffen. Auf diese Weise wurde ein um 12 % höherer Verlust an Arbeitsplätzen im Baugewerbe durch das KfW Programm verhindert.

Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Punkt ist, dass durch die Teilnahme an den KfW Programme auch ein Beitrag zur Reduzierung der Schwarzarbeit geleistet wird.

Herausragende Bedeutung der KfW Programme

Neben den KfW Programmen zur Wohngebäudemodernisierung gibt es eine Reihe von ähnlichen aber kleineren Förderprogrammen auf Länder- und Kommunenebene. Die Länder und Kommunen mit eigenen Förderprogrammen weisen in ihren Informationsdiensten sowohl auf die eigenen Programme hin als auch auf die KfW Programme. Länder und Kommunen ohne eigene Programme weisen in der Regel ausdrücklich auf die KfW Programme hin. Allein schon an dieser Tatsache zeigt sich die große Bedeutung der KfW Programme.

Als Förderinstrument werden von den Ländern und Kommunen – sofern eigene Programme bestehen - bevorzugt zinsverbilligte Darlehen eingesetzt. Die Konditionen variieren jedoch von Land zu Land. In Einzelfällen werden von Ländern und Kommunen auch begrenzte Investitionszuschüsse gewährt. Die Bemessungsgrenze ist auch hier nicht einheitlich. Gelegentlich wird die Förderhöhe nach der konkret erzielten Einsparung bemessen. Die bevorzugte und breite Anwendung „zinsverbilligter Kredite“ zur Förderung der Gebäudemodernisierung auf Landes- und Kommunalebene zeigt, dass dies ein zeitgemäßes und allgemein verwendetes Instrument ist.

Über die Fördervolumina in den Ländern und Kommunen werden in den allgemeinen Informationsdiensten in der Regel keine Angaben gemacht. Ein Vergleich mit den in diesen Ländern aus dem KfW Programm eingesetzten Kreditvolumina ist deshalb im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich. Eine Ausnahme ist Hamburg. Hier wurden 2001 mit dem lokalen Förderprogramm durchschnittlich doppelt soviel Wohneinheiten saniert wie mit den KfW Programmen [13].

Gemessen am Gesamtvolumen sind die KfW Programme die größten in Deutschland existierenden Förderprogramme zur Altbaumodernisierung im Wohnungsbereich. Vorteilhaft ist, dass sie für jedermann flächendeckend zur Verfügung stehen und inzwischen auch mit mehr Mitteln ausgestattet sind. Weiterhin ist günstig, dass im Rahmen des Programms⁰¹ die energetische Sanierung mit einer deutlich besseren Qualität durchgeführt werden kann. Die Programme sind über Länder- und Kommunengrenzen hinweg einheitlich gestaltet und erfordern in der Praxis ein relativ wenig aufwendiges Antragsverfahren. Außerdem ergänzen sie sich sehr gut mit den lokalen Förderprogrammen. Ohne die KfW-Programme käme es zu ernststen Rückschlägen bei den Klimaschutzbemühungen im Gebäudebereich, zu negativen Auswirkungen auf die Beschäftigung in der Bauwirtschaft und zu einem stärkeren Verfall der Bausubstanz.

Referenzen

- [1] M. Kleemann, W. Kuckshinrichs, R. Heckler: CO₂-Reduktion und Beschäftigungseffekte im Wohnungssektor durch das CO₂-Minderungsprogramm der KfW, Eine Modellgestützte Wirkungsanalyse, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt Band 17, Jülich 1999.
- [2] M. Kleemann, W. Kuckshinrichs, M. Müller: Emissionsreduzierung und Beschäftigungseffekte durch Gebäudedämmung, Energiewirtschaftliche Tagesfragen 50. Jg. (2000) Heft 6.
- [3] PROGNOSE 1999: Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt, Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Basel.
- [4] Kleemann M. et al.(2000): Die Entwicklung des Wärmemarktes für den Gebäudesektor bis 2050, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Band 23.
- [5] BMWi 2000: Energie Daten 2000, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie Bonn.
- [6] Schiffer H.-S. 2002: Deutscher Energiemarkt 2001, Energiewirtschaftliche Tagesfragen 52. Jg. 2002, Heft 3.
- [7] Ziesing H.-J. 2001: CO₂-Emissionen: Trendwende noch nicht in Sicht, DIW-Wochenbericht 45/01, Berlin.

[8] www.kfw.de

[9] KfW: Daten zum CO₂-Minderungsprogramm und zum CO₂-Gebäudesanierungsprogramm bis 2001

[10] Bartholomai B. (2001): Schlechte Aussichten für den Wohnungsbau, DIW-Wochenbericht 3/01, Berlin.

[11] Ehm H. (1999): Energiesparendes Bauen – eine Schlüsselrolle in der Energiepolitik, aber Mängel in der Umsetzung, Bauphysik 21 (1999), Heft 5.

[12] Deutscher Bundestag: Zehn-Punkte-Programm zur Wiederbelebung der deutschen Wirtschaft und des Arbeitsmarktes, Drucksache 14/6436, 26.06.2001

[13] M. Sandrock: 3 Jahre Initiative Arbeit und Klimaschutz in Hamburg, Behörde für Umwelt und Gesundheit, Freie und Hansestadt Hamburg, 12/2001.

[14] R. Rosin, P. Glitz, H. Borges, G. Lorenz: Gebäudetypologie und spezifischer Energiebedarf für den Wohnungsbestand in den neuen Bundesländern, IKARUS-Bericht Nr. 5-06, Forschungszentrum Jülich GmbH, November 1991, ISSN 0946-0012.

[15] T. Gülec, S. Kolmetz, L. Rouvel: Nutzenergiebedarf für Raumwärme in der Bundesrepublik Deutschland (alte und neue Bundesländer, 1989), IKARUS-Bericht Nr. 5-11, Forschungszentrum Jülich GmbH, Oktober 1993, ISSN 0946-0012.

[16] W. Ebel, W. Eicke, W. Feist, W. Gabler: Ergänzungen zur Studie „Energiesparpotential im Gebäudebestand“, Bericht BMFT TP 5.02.1, Oktober 1991, Institut Wohnen und Umwelt (IWU) Darmstadt, 1991.

[17] A. Maas et al.: Die Energieeinsparverordnung, Bauphysik 24 (2000), Heft 1, S. 26 ff.

[18] C. Hoffmann et al.: Kostenermittlung für wärmetechnische Maßnahmen an der Gebäudehülle (Neuaufgabe des Berichtes 1-10), Teilprojekt 5, Bericht 5-35, Teil 2 Anlagenband, IKARUS Instrumente für Klimagas-Reduktionsstrategien, Forschungsvorhaben des BMBF, November 2000.

1. Energiemodelle in der Bundesrepublik Deutschland. Stand der Entwicklung

IKARUS-Workshop vom 24. bis 25. Januar 1996
herausgegeben von S. Molt, U. Fahl (1997), 292 Seiten
ISBN 3-89336-205-3

2. Ausbau erneuerbarer Energiequellen in der Stromwirtschaft

Ein Beitrag zum Klimaschutz
Workshop am 19. Februar 1997, veranstaltet von der Forschungszentrum Jülich GmbH und der Deutschen Physikalischen Gesellschaft
herausgegeben von J.-Fr. Hake, K. Schultze (1997), 138 Seiten
ISBN 3-89336-206-1

3. Modellinstrumente für CO₂-Minderungsstrategien

IKARUS-Workshop vom 14. bis 15. April 1997
herausgegeben von J.-Fr. Hake, P. Markewitz (1997), 284 Seiten
ISBN 3-89336-207-X

4. IKARUS-Datenbank - Ein Informationssystem zur technischen, wirtschaftlichen und umweltrelevanten Bewertung von Energietechniken

IKARUS. Instrumente für Klimagas-Reduktionsstrategien
Abschlußbericht Teilprojekt 2 „Datenbank“
H.-J. Laue, K.-H. Weber, J. W. Tepel (1997), 90 Seiten
ISBN 3-89336-214-2

5. Politikszzenarien für den Klimaschutz

Untersuchungen im Auftrag des Umweltbundesamtes
Band 1. Szenarien und Maßnahmen zur Minderung von CO₂-Emissionen in Deutschland bis zum Jahre 2005
herausgegeben von G. Stein, B. Strobel (1997), 410 Seiten
ISBN 3-89336-215-0

6. Politikszzenarien für den Klimaschutz

Untersuchungen im Auftrag des Umweltbundesamtes
Band 2. Emissionsminderungsmaßnahmen für Treibhausgase, ausgenommen energiebedingtes CO₂
herausgegeben von G. Stein, B. Strobel (1997), 110 Seiten
ISBN 3-89336-216-9

7. Modelle für die Analyse energiebedingter Klimagasreduktionsstrategien

IKARUS. Instrumente für Klimagas-Reduktionsstrategien
Abschlußbericht Teilprojekt 1 „Modelle“
P. Markewitz, R. Heckler, Ch. Holzapfel, W. Kuckshinrichs, D. Martinsen, M. Walbeck, J.-Fr. Hake (1998), VI, 276 Seiten
ISBN 3-89336-220-7

8. Politiksszenarien für den Klimaschutz

Untersuchungen im Auftrag des Umweltbundesamtes
Band 3. Methodik-Leitfaden für die Wirkungsabschätzung von Maßnahmen zur Emissionsminderung
herausgegeben von G. Stein, B. Strobel (1998), VIII, 95 Seiten
ISBN 3-89336-222-3

9. Horizonte 2000

6. Wolfgang-Ostwald-Kolloquium der Kolloid-Gesellschaft
3. Nachwuchstage der Kolloid- und Grenzflächenforschung
Kurzfassungen der Vorträge und Poster
zusammengestellt von F.-H. Haegel, H. Lewandowski, B. Krah-Urban (1998), 150 S.
ISBN 3-89336-223-1

10. Windenergieanlagen - Nutzung, Akzeptanz und Entsorgung

von M. Kleemann, F. van Erp, R. Kehrbaum (1998), 59 Seiten
ISBN 3-89336-224-X

11. Policy Scenarios for Climate Protection

Study on Behalf of the Federal Environmental Agency
Volume 4. Methodological Guideline for Assessing the Impact of Measures for Emission Mitigation
edited by G. Stein, B. Strobel (1998), 103 pages
ISBN 3-89336-232-0

12. Der Landschaftswasserhaushalt im Flußeinzugsgebiet der Elbe

Verfahren, Datengrundlagen und Bilanzgrößen
Analyse von Wasserhaushalt, Verweilzeiten und Grundwassermilieu im Flußeinzugsgebiet der Elbe (Deutscher Teil). Abschlußbericht Teil 1.
von R. Kunkel, F. Wendland (1998), 110 Seiten
ISBN 3-89336-233-9

13. Das Nitratabbauvermögen im Grundwasser des Elbeeinzugsgebietes

Analyse von Wasserhaushalt, Verweilzeiten und Grundwassermilieu im Flußeinzugsgebiet der Elbe (Deutscher Teil). Abschlußbericht Teil 2.
von F. Wendland, R. Kunkel (1999), 166 Seiten
ISBN 3-89336-236-3

14. Treibhausgasminderung in Deutschland zwischen nationalen Zielen und internationalen Verpflichtungen

IKARUS-Workshop am 27.05.1998, Wissenschaftszentrum Bonn-Bad Godesberg.
Proceedings
herausgegeben von E. Läge, P. Schaumann, U. Fahl (1999), ii, VI, 146 Seiten
ISBN 3-89336-237-1

15. Satellitenbilddauswertung mit künstlichen Neuronalen Netzen zur Umweltüberwachung

Vergleichende Bewertung konventioneller und Neuronaler Netzwerkalgorithmen und Entwicklung eines integrierten Verfahrens
von D. Klaus, M. J. Canty, A. Poth, M. Voß, I. Niemeyer und G. Stein (1999), VI, 160 Seiten
ISBN 3-89336-242-8

16. Volatile Organic Compounds in the Troposphere

Proceedings of the Workshop on Volatile Organic Compounds in the Troposphere held in Jülich (Germany) from 27 - 31 October 1997
edited by R. Koppmann, D. H. Ehhalt (1999), 208 pages
ISBN 3-89336-243-6

17. CO₂-Reduktion und Beschäftigungseffekte im Wohnungssektor durch das CO₂-Minderungsprogramm der KfW

Eine modellgestützte Wirkungsanalyse
von M. Kleemann, W. Kuckshinrichs, R. Heckler (1999), 29 Seiten
ISBN 3-89336-244-4

18. Symposium über die Nutzung der erneuerbaren Energiequellen Sonne und Wind auf Fischereischiffen und in Aquakulturbetrieben

Symposium und Podiumsdiskussion, Izmir, Türkei, 28.-30.05.1998.
Konferenzbericht
herausgegeben von A. Özdamar, H.-G. Groehn, K. Ülgen (1999), IX, 245 Seiten
ISBN 3-89336-247-9

19. Das Weg-, Zeitverhalten des grundwasserbürtigen Abflusses im Elbeeinzugsgebiet

Analyse von Wasserhaushalt, Verweilzeiten und Grundwassermilieu im Flußeinzugsgebiet der Elbe (Deutscher Teil). Abschlußbericht Teil 3.
von R. Kunkel, F. Wendland (1999), 122 Seiten
ISBN 3-89336-249-5

20. Politiksszenarien für den Klimaschutz

Untersuchungen im Auftrag des Umweltbundesamtes
Band 5. Szenarien und Maßnahmen zur Minderung von CO₂-Emissionen in Deutschland bis 2020
herausgegeben von G. Stein, B. Strobel (1999), XII, 201 Seiten
ISBN 3-89336-251-7

21. Klimaschutz durch energetische Sanierung von Gebäuden. Band 1

von J.-F. Hake, M. Kleemann, G. Kolb (1999), 216 Seiten
ISBN 3-89336-252-2

22. Electroanalysis

Abstracts of the 8th International Conference held from 11 to 15 June 2000 at the University of Bonn, Germany
edited by H. Emons, P. Ostapczuk (2000), ca. 300 pages
ISBN 3-89336-261-4

23. Die Entwicklung des Wärmemarktes für den Gebäudesektor bis 2050

von M. Kleemann, R. Heckler, G. Kolb, M. Hille (2000), ii, 94 Seiten
ISBN 3-89336-262-2

24. Grundlegende Entwicklungstendenzen im weltweiten Stoffstrom des Primäraluminiums

von H.-G. Schwarz (2000), XIV, 127 Seiten
ISBN 3-89336-264-9

25. Klimawirkungsforschung auf dem Prüfstand

Beiträge zur Formulierung eines Förderprogramms des BMBF
Tagungsband des Workshop „Klimaforschung“, Jülich, vom 02. bis 03.12.1999
von J.-Fr. Hake, W. Fischer (2000), 150 Seiten
ISBN 3-89336-270-3

26. Energiezukunft 2030

Schlüsseltechnologien und Techniklinien
Beiträge zum IKARUS-Workshop 2000 am 2./3. Mai 2000
herausgegeben von U. Wagner, G. Stein (2000), 201 Seiten
ISBN 3-89336-271-1

27. Der globale Wasserkreislauf und seine Beeinflussung durch den Menschen

Möglichkeiten zur Fernerkundungs-Detektion und -Verifikation
von D. Klaus und G. Stein (2000), 183 Seiten
ISBN 3-89336-274-6

28. Satelliten und nukleare Kontrolle

Änderungsdetektion und objektorientierte, wissensbasierte Klassifikation von Multispektralaufnahmen zur Unterstützung der nuklearen Verifikation
von I. Niemeyer (2001), xiv, 206 Seiten
ISBN 3-89336-281-9

29. Das hydrologische Modellsystem J2000

Beschreibung und Anwendung in großen Flußgebieten
von P. Krause (2001), xiv, 247 Seiten
ISBN 3-89336-283-5

30. Aufwands- und ergebnisrelevante Probleme der Sachbilanzierung

von G. Fleischer, J.-Fr. Hake (2002), iv, 64 Blatt
ISBN 3-89336-293-2

31. Nachhaltiges Management metallischer Stoffströme

Indikatoren und deren Anwendung
Workshop, 27.-28.06.2001 im Congresscentrum Rolduc, Kerkrade (NL)
herausgegeben von W. Kuckshinrichs, K.-L. Hüttner (2001), 216 Seiten
ISBN 3-89336-296-7

32. Ansätze zur Kopplung von Energie- und Wirtschaftsmodellen zur Bewertung zukünftiger Strategien

IKARUS-Workshop am 28. Februar 2002, BMWi, Bonn. Proceedings
herausgegeben von S. Briem, U. Fahl (2003), IV, 184 Seiten
ISBN 3-89336-321-1

33. TRACE. Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology

Volume 1: Proceedings of the Dendrosymposium 2002,
April 11th - 13th 2002, Bonn/Jülich, Germany
edited by G. Schleser, M. Winiger, A. Bräuning et al., (2003), 135 pages, many partly coloured illustrations
ISBN: 3-89336-323-8

34. Klimaschutz und Beschäftigung durch das KfW-Programm zur CO₂-Minderung und das KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramm

von M. Kleemann, R. Heckler, A. Kraft u. a., (2003), 53 Seiten
ISBN: 3-89336-326-2

Forschungszentrum Jülich
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Band 34
ISBN 3-89336-326-2

Umwelt
Environment