



Evaluation des Online-Modernisierungsratgebers von co2online

Beiträge des Wuppertal Instituts

Bearbeitung
Dr. Ralf Schüle
Dipl.-Ing. Thomas Hanke

Wuppertal, 18.04.2006

Gliederung

1	EINLEITUNG	2
2	ALLGEMEINE EINORDNUNG UND BEWERTUNG	3
2.1	Klimaschutzkampagne und energetische Gebäudemodernisierung	3
2.2	Klimaschutzkampagne des Bundesumweltministeriums und Anlage des Modernisierungsratgebers	4
2.3	Besonderheiten des Modernisierungsratgebers	5
3	WIRKUNGSANALYSEN	7
3.1	Wirkungsanalyse durch co2online	7
3.2	Wirkungsanalyse durch das Wuppertal Institut	11
3.2.1	Berechnung der CO ₂ -Vermeidung	11
3.2.2	Berechnung der Investitionen und Arbeitsplatzeffekte	16
3.2.3	Verhältnis des Samples zur Grundgesamtheit	16
3.2.4	Vergleich der Berechnungen von co2online und Wuppertal Institut	17
4	SCHLUSSFOLGERUNGEN	18
5	ANHANG	20
5.1	Pfad 1: Berechnung der CO ₂ -Vermeidung aus Angaben zum Energieverbrauch (n=13.294)	20
5.2	Pfad 2: Berechnung der CO ₂ -Vermeidung aus Angaben zum Energieverbrauch (Sample: n=245)	23
5.3	Pfad 3: Berechnung der CO ₂ -Vermeidung aus den Kostenangaben (Sample, n=245)	25
5.3.1	Exkurs: Erreichbarkeitsindex - Läßt sich mit den angegebenen Kosten der EnEV-Standard erreichen?	25
5.3.2	Kostenbasis: Berechnung der CO ₂ -Vermeidung aus den Kostenangaben	28

1 Einleitung

co2online gGmbH beauftragte das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie (WI) mit der Unterstützung der Evaluation des Online-Modernisierungsratgebers. Folgende Elemente wurden dabei beauftragt:

- Abschätzung der CO₂-Emissions-Minderung,
- Abschätzung der ausgelösten Investitionen, getrennt in Instandsetzungs- und Modernisierungsanteile,
- grobe Abschätzung der durch die Investitionen induzierten Beschäftigungseffekte.

Alle Abschätzungen sollten sowohl für das bereitgestellte Sample als auch auf die Grundgesamtheit aller Beratungen zwischen 1.7.2004 und 13.02.2006 vorgenommen werden. Zudem wurde das WI gebeten, eine Qualitätssicherung und ggf. Überarbeitung der schon bestehenden Evaluation vorzunehmen.

Die Evaluation durch das Wuppertal Institut enthält folgende Elemente:

1. Allgemeine Bewertung und Einordnung des Online-Modernisierungsratgebers
2. Bewertung der Berechnungen durch co2online
3. Abschätzungen der Wirkungen durch das Wuppertal Institut
 - Berechnung der CO₂-Einsparungen
 - Berechnung der Investitions- und Arbeitsplatzeffekte
 - Vergleich der Berechnungen von co2online und Wuppertal Institut

2 Allgemeine Einordnung und Bewertung

2.1 Klimaschutzkampagne und energetische Gebäudemodernisierung

Die energetischen Modernisierungen im Gebäudebestand sind ein wichtiger Baustein einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Energiepolitik. Auf die privaten Haushalte entfielen im Jahre 2003 knapp 30% des bundesdeutschen Energieverbrauchs¹; darin dominiert mit ca. drei Vierteln die Raumwärme. Vor 1984 erbaute Gebäude (etwa 75% des Gebäudebestands) in der Bundesrepublik verbrauchen etwa 94 % des gesamten Heizenergieverbrauchs.

Aber: So sehr forcierte Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich sowohl zu einer Erfüllung der bundesdeutschen Klimaschutzverpflichtungen beitragen, als auch unter arbeitsmarktpolitischen Gesichtspunkten eine große Bedeutung erlangen², so sehr hinkt die Realisierung (integrierter) energetischer Sanierungen den tatsächlichen ökologischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten hinterher.

Die Bundesregierung hat jedoch mit ihrem im Jahre 2005 aktualisierten Klimaschutzprogramm und der im Jahre 2006 umgesetzten Aufstockung des CO₂-Gebäudemodernisierungsprogramms einen wichtigen Schritt unternommen, zusätzliche Anreize für die Erhöhung der Anzahl und der Qualität energetischer Modernisierungen im Gebäudebestand zu geben. Flankiert von einer Reihe weiterer Maßnahmen (z.B. Klimaschutzkampagne des BMU, Erneuerbare Energien Gesetz, geplante EnEV-Novelle 2006, Förderung von Vor-Ort-Energiesparberatungen etc.) ist nunmehr auf Bundesebene ein breites Portfolio von Instrumenten und Maßnahmen entwickelt. Die Einführung des verpflichtenden Energiepasses auch für den Gebäudebestand kann auch hier zusätzliche Impulse auslösen.

Neben der Gestaltung ordnungsrechtlicher Rahmenbedingungen und dem Angebot monetärer Anreize ist die Bereitstellung von Information und niedrigschwelligem Beratungsangebot ein weiteres Element von Maßnahmen auf Bundesebene, Anzahl und Qualität energetischer Gebäudemodernisierungen zu erhöhen.

¹ <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Energiestatistiken/energiedaten.html>

² Forschungszentrum Jülich. 2003. Klimaschutz und Beschäftigung durch das KfW-Programm zur CO₂-Minderung und das CO₂-Gebäudemodernisierungsprogramm. Bearb. M. Kleemann, R. Heckler, A. Kraft, W. Kuckshinrichs. Schriften des Forschungszentrums Jülich. Reihe Umwelt. Bd. 34. Jülich;

Wuppertal Institut. 1999. Systemweit denken - lokal handeln. Die Sanierung des Wohngebäudebestandes - eine Chance für Klimaschutz und Arbeitsmarkt. Im Auftrag von Greenpeace und IG Bauen, Agrar, Umwelt. Wuppertal. Mai 1999.

2.2 Klimaschutzkampagne des Bundesumweltministeriums und Anlage des Modernisierungsratgebers

Zusammenfassung:

Der Modernisierungsratgeber ist trotz seiner strukturell bedingten Nachteile im Bereich der Datenerfassung insbesondere für Kommunen und andere wichtige Multiplikatoren ein hilfreiches und niedrigschwelliges Instrument der Zielgruppenerreichung und Erstberatung. Das Instrument ist durch die Vielzahl seiner Links zu den Internet-Präsenzen der Portalpartner jederzeit und mit minimalem Aufwand der Nutzer verfügbar. Erste grobe Bewertungen der energetischen Gebäudequalität werden vorgenommen und mit Hinweisen zu weitergehenden Beratungen bzw. Förderungen ergänzt.

Die vom Bundesumweltministerium geförderte Kampagne „Klima sucht Schutz“ (www.klima-sucht-schutz.de) setzt bei Informations- und Wissensdefiziten von privaten Haushalten, Handel und Gewerbe an und versucht, Zielgruppen in diesen Sektoren zu Klimaschutzaktivitäten zu motivieren und gleichzeitig Kostenreduktionen zu initiieren („Geld sparen – Klima schützen“). Zum Portfolio der Gesamtkampagne, die in den ersten 20 Monaten mit ca. 4,5 Mio. Euro gefördert wurde, gehören u.a. folgende Maßnahmen:

- **Online-Beratung.** Die Kampagne bietet sechs Online-Ratgeber rund um das Thema Raumwärme, energetische Modernisierung und Fördermittel an. Der *PumpenCheck* liefert Informationen zu Stromverbrauch und möglichen Einsparpotenzialen von Heizungspumpen. Ein *BestPractice* Archiv energetisch modernisierter Gebäude versucht zur Nachahmung zu motivieren, der *Modernisierungsratgeber* vermittelt eine erste Diagnose des energetischen Zustands eines Gebäudes und formuliert erste Empfehlungen für interessierte Eigenheimbesitzer, der *HeizCheck* überprüft den Heizenergieverbrauch und die Heizkosten von Gebäuden.
- **Medienaktionen:** Die Kampagne führt kontinuierlich Medienaktionen durch. Z.B. haben sich 36 Kommunen dem (unterdessen abgeschlossenen) Heizspiegel-Projekt angeschlossen, das in Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren interessierten Eigenheimbesitzern kostenlos schriftliche Heizgutachten erstellt.
- **Klimaschutz-Partner:** Die Kampagne arbeitet mit Klimaschutzpartnern aus Politik, Verwaltung und Wirtschaft zusammen. Bisher haben ca. 700 Partner die Online-Ratgeber auf ihren eigenen Internetportalen eingebunden – darunter das ZDF, Immobilienscout24, DZ-Bank, KfW etc.

Im Online-Ratgeberportfolio der Klimaschutzkampagne spielt der Modernisierungsratgeber neben den beiden Ratgebern zu Heizkosten und Heizungsanlagen (*HeizCheck* bzw. *Heizkosten im Neubau*) eine wichtige Rolle. Seit Juli 2004 wurde er über 90.000 mal (Stand: 30.03.2006)³ genutzt, das entspricht ca. 11% aller Nutzungen der angebotenen Online-Ratgeber.

Das Prinzip des Modernisierungsratgebers ist einfach: Der Ratgeber wird sog. *Portalpartnern* kostenlos oder gegen einen geringen Beitrag zu den Kampagnenkosten zur Verfügung gestellt. Der Zugang zum Ratgeber wird in den jeweiligen Internet-Präsenzen der Partner integriert. Portalpartner sind gegenwärtig 76 Kreise und Kommunen, weiterhin Banken und Bausparkassen, Bau- und Immobilienportale, Energieberater, Ingenieure und Handwerker, Energieversorger, Verbände und Vereine, Verbraucherzentralen, Abgeordnete, Medienunternehmen etc. Die Eigenevaluation des Ratgebers weist aus, dass ca. ein Viertel der NutzerInnen Modernisierungsmaßnahmen maßgeblich beeinflusst durch den Modernisierungsratgeber umgesetzt hat.⁴

Das Instrument ist für seine Breitenwirkung kostengünstig angelegt: Die Gesamtkosten des Instruments belaufen sich auf ca. 200.000€ im Jahr, das sind ca. 7% der jährlichen Mittel der Gesamtkampagne.

2.3 Besonderheiten des Modernisierungsratgebers

Von seiner Anlage zeichnet sich der Modernisierungsratgeber gegenüber anderen Internet-ratgebern durch besondere **Vorteile** aus:

- (1) Der Ratgeber ist integraler Bestandteil einer bundesweiten Dachkampagne zur energetischen Gebäudemodernisierung und zur Steigerung der Energieeffizienz in den Bereichen Haushalte, Handel und Gewerbe.
- (2) Der Ratgeber reiht sich in ein breites Spektrum von Maßnahmen ein, die die Bundesebene im politischen Mehrebenensystem Akteuren auf der Landes- und kommunalen Ebene, aber auch gewerblichen und zivilgesellschaftlichen Akteuren anbietet: In der Arbeitsteilung der verschiedenen politischen Ebenen (Bund–Länder–Kommunen) bietet der Bund über das Bundeswirtschaftsministerium bzw. das Bundesumweltministerium Förderungen und Maßnahmen zur energetischen Gebäudemodernisierung (z.B. KfW-Förderungen, Vor-Ort-Energiesparberatung, Energiepass, Klimaschutzkampagne) an, die vor allen Dingen auf eine breite Inanspruchnahme zielen, etwa durch die Zielgruppen der Eigenheimbesitzer (KfW-Mittel für Eigenheimbesitzer) oder durch wichtige Multiplikatoren wie z.B. Kommunen, Medienunternehmen, Verbände und Energieversorger. Eine ähnliche Strategie verfolgt die Deutsche Energieagentur etwa über die

³ http://www.klima-sucht-schutz.de/fileadmin/statistik/stats/20060330_report.pdf

⁴ co2online. 2006. Evaluation des Modernisierungsratgebers. Ergebnisbericht. Ausgewertet von Dipl.-Soz. Malte Friedrich. Institut für soziologische Meinungsforschung, Berlin. Stand 15.02.2006: S. 45ff.

Entwicklung eines bundesweiten Energiepasses. Der Modernisierungsratgeber entspricht diesem Prinzip, indem er entweder direkt bzw. vermittelt über wichtige Multiplikatoren Informationsangebote für ein sehr breites Spektrum von Zielgruppen anbietet.

- (3) Der Ratgeber ist über seine Portalpartner mit relevanten Akteuren des Bau- und Modernisierungssektors vernetzt, d.h. der Modernisierungsratgeber ist in die bestehenden Internet-Präsenzen und Aktivitäten dieser Partner systematisch integriert. Die Partner rekrutieren sich aus einem breiten Spektrum gesellschaftlicher Akteure. Die größte Gruppe bilden Kommunen und Landkreise, die meisten Nutzungen geschehen allerdings auf Medienportalen (TV und Print) sowie auf kampagneneigenen Websites.
- (4) Der Ratgeber ist ein Informationstool für eine Internet-basierte Erstberatung. Es enthält einfache Wirtschaftlichkeitsberechnungen und unterbreitet im Rahmen seiner Berichterstattung auch typische Handlungsempfehlungen für dessen NutzerInnen. Zugänge zu Handwerkern und Energieberatern sowie weiter gehenden Beratungsangeboten und Fördermitteln werden angeboten.

Der Ratgeber hat allerdings auch einige in seiner Struktur begründete **Nachteile**:

- (1) In einem „schnellen“ Internet-Beratungstool wie dem Modernisierungsratgeber kann eine detaillierte Datenaufnahme von Gebäuden nicht vorgenommen werden. Daher muss das Instrument von allgemeinen und typologischen Annahmen von Gebäuden ausgehen, die von den tatsächlichen Gebäudeenergieverbräuchen der NutzerInnen abweichen können.
- (2) Auch die Erhebung von detaillierten und robusten Informationen für eine Wirkungsanalyse bei den Nutzer des Modernisierungsratgebers ist dadurch erschwert, dass die Qualität der Daten durch die Eingaben der Nutzer bestimmt wird: Auch hier lassen sich detaillierte Basisinformationen über durchgeführte bzw. durchzuführende Maßnahmen (wie z.B. Wärmestandards eingebauter Fenster) nur in sehr beschränktem Maße erheben.

Eine Vor-Ort-Erhebung von Daten zur Evaluierung der Wirkungen durch Experten wäre jedoch auch für eine Stichprobe unverhältnismäßig kostenträchtig und systemwidrig für ein Instrument, das mit geringem finanziellem und personellem Aufwand große Beratungszahlen zu erzielen versucht. Die co2online gGmbH steuert diesen in seiner Grundstruktur begründeten Nachteilen des Modernisierungsratgebers entgegen, in dem in das Tool mehrere Plausibilitätsprüfungen (z.B. zum typischen Energieverbrauch von Gebäuden) integriert worden sind, die ein gewisses Mindestmaß an Datenkonsistenz gewährleisten. Zudem wurden bei einer Nachbefragung per Fragebogen von den Nutzern des Ratgebers zusätzliche Daten zu Modernisierungseffekten etc. erhoben.

3 Wirkungsanalysen

3.1 Wirkungsanalyse durch co2online

Zusammenfassung:

Positiv hervorzuheben ist, dass co2online eine Wirkungsabschätzung und Evaluation in die Projektumsetzung und somit ein Element der Qualitätssicherung systematisch integriert.

Die Wirkungsanalyse vermittelt ein gleichermaßen ausführliches wie qualitativ hochwertiges Bild über die Motivationen und Beweggründe der NutzerInnen, der Einflüsse des Ratgebers auf Modernisierungsentscheidungen, über die Art und den Umfang bereits realisierter bzw. geplanter Maßnahmen, über die demografische Struktur der NutzerInnen etc. co2online versucht, über integrierte Plausibilitätsprüfungen ein Minimum an Datenkonsistenz zu gewährleisten.

Die methodische Vorgehensweise zur Grobabschätzung der vermiedenen Emissionen sowie der Modernisierungskosten und deren Beschäftigungswirkungen können vor dem Hintergrund der „weichen“ Qualität der Basisdaten als plausibel und methodisch angemessen angesehen werden.

Allerdings schlagen wir folgend methodische Präzisierungen vor: (1) längere durchschnittliche Abschreibungszeit der Maßnahmen als Grundlage nehmen bzw. Integration Bauteilbezogener Abschreibungszeiträume vornehmen, (2) Differenzierung nach Fixkosten und leistungsbezogenen Arbeitspreisen bei angenommenen Energiepreisen, (3) Berücksichtigung von Diskontraten (Barwertmethode) bei der Berechnung von Kosteneinsparungen.

Anlage der Wirkungsanalyse

co2online beauftragte das Institut für soziologische Meinungsforschung (Berlin) u.a. mit der Ermittlung der Wirkungen des Ratgebers auf Energieverbrauch, Emissionen und Beschäftigung.⁵ Im Rahmen einer Nacherhebung wurden 873 NutzerInnen des Online-Modernisierungsratgebers per Email angeschrieben. Den bereit gestellten Online-Fragebogen haben 325 Personen besucht (37%). Vollständig ausgefüllt haben diesen Fragebogen 244 Nutzerinnen, d.h. 28% der angeschriebenen Personen.

⁵ co2online. 2006. Evaluation des Modernisierungsratgebers. Ergebnisbericht. Ausgewertet von Dipl.-Soz. Malte Friedrich. Institut für soziologische Meinungsforschung, Berlin. Stand 15.02.2006: S. 45ff.

Bewertung der Wirkungsanalyse

Die Bewertung der Wirkungsabschätzung unterscheidet zwischen 1.) der Qualität der Datenerhebung und Datenauswertung, 2.) der Qualität der berechneten CO₂- und Arbeitsplatzwirkungen sowie der 3.) Qualität der Dokumentation der Ergebnisse.

Ad 1.) Die sehr ausführliche Wirkungsanalyse enthält neben demografischen und Gebäude spezifischen Angaben u.a. folgende Elemente:

- Bewertung des Modernisierungsratgebers durch die NutzerInnen (Kap. 5)
- Modernisierungsmaßnahmen im Anschluss an die Erstberatung (Kap. 6)
- Art und Umfang der durchgeführten bzw. geplanten Maßnahmen (Kap. 7)
- CO₂- und ökonomische Wirkungsabschätzung (Kap. 10)

Die Wirkungsanalyse vermittelt ein gleichermaßen ausführliches wie qualitativ hochwertiges Bild über die Motivationen und Beweggründe der NutzerInnen, der Einflüsse des Ratgebers auf Modernisierungsentscheidungen, über die Art und den Umfang bereits realisierter bzw. geplanter Maßnahmen, über die demografische Struktur der NutzerInnen etc. Allerdings muss im Rahmen der Online-Befragung naturgemäß von „weichen“ Daten in dem Sinne ausgegangen werden, als von einer gewissen Fehlerwahrscheinlichkeit bei der Eingabe durch die NutzerInnen ausgegangen werden muss. Allerdings versucht co2online, über integrierte Plausibilitätsprüfungen ein Minimum an Datenkonsistenz zu gewährleisten. Die Wirkungsabschätzung ist ein schönes *piece of work*, das jenseits der unmittelbaren Wirkungen im Zusammenhang mit dem Ratgeber eine wichtige Datenbasis für weitergehende Auswertungen darstellt.

Ad 2.) Die methodische Vorgehensweise zur Grobabschätzung der vermiedenen Emissionen sowie der Modernisierungskosten und deren Beschäftigungswirkungen können vor dem Hintergrund der „weichen“ Qualität der Basisdaten als plausibel und methodisch angemessen angesehen werden.

Folgende Schritte werden für die Abschätzung der Beschäftigungseffekte unternommen (Kap. 10.2):

- Berechnung der realisierten bzw. geplanten Umsatzimpulse
- Integration von Schätzwerten für Baukosten nach Maßnahmen und Gebäudegröße (Basis: BKI Baukosten)
- Berechnung des Anteils von Modernisierung und Instandsetzung für einzelne Maßnahmen
- Abschätzung des Beschäftigungspotentials in Personenjahren (Basis: STBA 1995)

Folgende Schritte werden für die Abschätzung der CO₂-Effekte unternommen (Kap. 10.3):

- Festlegung der Minderung des Energieverbrauchs durch Modernisierungen

- Emissionsfaktoren einzelner Energieträger (Basis: Gemis)
- Ermittlung von CO₂-Reduktionen

Die Abschätzungen sind auf die Gebäude mit einem hohem Energieverbrauchskennwert (>140) beschränkt. Eine Berechnung der Kosteneinsparung schließt diesen Teil ab.

Tabelle 1: Hochrechnung der CO₂-Minderung auf begutachtete Gebäude mit EVKW 140 oder höher, in Tonnen CO_{2,a} (co2online. 2006 :91)

Tabelle T28 – Hochrechnung der CO₂-Minderung auf begutachtete Gebäude mit EVKW 140 oder höher, in Tonnen CO_{2,a}		
	1 Jahr	20 Jahre
CO ₂ -Minderung	911	18.223
Hochgerechnet auf 24.704 zu modernisierende Gebäude, mit EVKW>=140	85.263	1.705.268
Davon 8,5%	7.247	144.948
Davon 26,5%	22.595	451.896

Allerdings schlagen wir zu folgenden Punkten methodische Präzisierungen vor:

- Die Abschreibungsdauer aller Maßnahmen sollte nicht mit einem Durchschnittswert, sondern bauteilbezogen (etwa nach VDI 2067) sein. Wenn jedoch weiterhin ein Durchschnittswert die Basis bilden soll, erscheint uns eine längere durchschnittliche Abschreibungsdauer (25 Jahre) realistischer (co2online. 2006. **T28**, pp. 89)
- Die Berechnung der Kostenersparnis beruht auf Annahmen über Endpreise in Cent pro kWh. Eine Differenzierung nach Fixkosten und leistungsbezogenen Arbeitspreisen senkt bei Fernwärme und Erdgas die angenommenen Durchschnittspreise (co2online. 2006. **T30**: pp. 90)
- Die durch die ermittelte Energieverbrauchssenkung ersparten Brennstoffkosten enthalten lediglich Annahmen über inflationsbedingte Preiserhöhungen. Eine Diskontierung der erzielten Einsparungen z.B. über die Barwertmethode bzw. eine Zinsbelastung der Modernisierungskosten wird in der Evaluierung nicht vorgenommen. Der Modernisierungsratgeber selbst berücksichtigt jedoch Zinseffekte bei den ersparten Brennstoffkosten wie bei den Modernisierungskosten. Die vereinfachte Rechnung in der Evaluation beeinträchtigt also nicht die genaueren Aussagen des Ratgebers, sondern unterschätzt allenfalls die Amortisationsdauer der Modernisierungsmaßnahmen, weil sie die Nettoeinsparungen (Differenz Modernisierungskosten zu ersparten Brennstoffkosten) leicht überschätzt. (co2online. 2006. **T31**: pp. 91).

Ad 3) Die Dokumentation der Ergebnisse zielt auf eine umfassende, deskriptive Übersicht der erzielten Ergebnisse. Eine gekürzte, auf einzelne Zielgruppen (Auftraggeber, interessierte Multiplikatoren, Portalpartner etc.) ausgerichtete Berichterstattung mit jeweils angepasstem Datenanhang würde die Aussagekraft des Berichts erhöhen.

Empfehlungen

Folgende allgemeine Empfehlungen lassen sich formulieren:

Der überwiegende Tenor der Evaluation zielt auf eine Hervorhebung der isolierten Wirkungen des Modernisierungsratgebers. Unserer Ansicht nach würde der eigentliche Mehrwert des Instruments adäquater dargestellt, wenn die Rolle des Ratgebers in einem breiten Spektrum von Beratungsdienstleistungen (Initialberatung vor Ort, kommunale Angebote, Stadtwerke, BAFA-Beratung, etc.) gesehen würde. Der Modernisierungsratgeber dient als erste Online-Initialberatung. Seine Zielsetzung besteht in der Bereitstellung erster Information und Verweise auf Förderungen und detaillierte Beratungen bzw. Beratungsdienstleistungen. Erfahrungen in anderen Evaluationsprojekten zeigen, dass eine isolierte Betrachtung der Wirkungen von Initialberatungen kaum möglich ist.

Es wäre hilfreich, in zukünftigen Evaluationen eine Typisierung und somit eine Differenzierung der Zielgruppen (5-6 Gruppen) vorzunehmen. Es empfiehlt sich, die Typen von den Extremen her zu konstruieren:

- *Beispiel Typ 1:* Note 6; Maßnahmen zu teuer, hoher Anteil von geplanten Maßnahmen, Bank vergibt keine Kredite, hoher Anteil von Eigenleistung etc.
- *Typ 5:* Note 3 bzw. 4, keine Inanspruchnahme von Krediten, Heizungsanlage ggf. bereits erneuert, kaum Modernisierungsstau, hoher Handwerkeranteil etc.

Eine derartige Typisierung ist mit den zur Verfügung stehenden Daten bereits jetzt möglich. Sie ermöglicht die Ableitung differenzierter, zielgruppenspezifischer Schlussfolgerungen für die Weiterentwicklung des Instruments. Derartige Analysen lassen sich auch als Studien- bzw. Qualifikationsarbeiten o. ä. kostengünstig vergeben.

3.2 Wirkungsanalyse durch das Wuppertal Institut

Zusammenfassung:

Die Berechnung der CO₂-Vermeidung durch das WI erfolgte über drei verschiedene methodische Vorgehensweisen. Diese drei Vorgehensweisen ermitteln eine jährliche Vermeidung von CO₂-Emissionen zwischen 28.233 t CO₂ (ohne Heizung und Solar) und 51.934 t CO₂ (ohne Heizung und Solar)⁶. Die berechnete Emissionsminderung der Evaluation von co2online weicht vom direkten Vergleichswert des WI nur um ca. 2.550 t CO₂ ab. Die Daten von co2online können somit für den Bereich der Gebäudehülle als validiert gelten.

Die ermittelten Arbeitsplatzeffekte liegen bei geschätzten 1.865 Personenjahren. Die grobe bottom-up Abschätzung enthält allerdings keine Nettowirkungen.

Das Wuppertal Institut unternahm im März 2006 eine eigene Abschätzung der potentiellen Emissionsminderungen durch den Modernisierungsratgeber. Die Zielsetzung dieser Abschätzung bestand in einer Validierung der durch co2online erhobenen Daten.

3.2.1 Berechnung der CO₂-Vermeidung

Die Ermittlung der CO₂-Vermeidung erfolgt über drei Pfade:

- **Pfad 1:** Berechnung der CO₂-Vermeidung aus Angaben zum Energieverbrauch aller NutzerInnen des Ratgebers
- **Pfad 2:** Berechnung der CO₂-Vermeidung aus Angaben zum Energieverbrauch im Sample
- **Pfad 3:** Berechnung der CO₂-Vermeidung aus Kostenangaben über Modernisierungsmaßnahmen im Sample

Die Berechnungen beziehen sich allerdings nur auf Maßnahmen der Gebäudehülle. Die Angaben zu den Maßnahmen im Heizungsbereich waren in den Grunddaten zu unspezifisch.

⁶ n=13.294

Pfad 1: Berechnung CO₂-Vermeidung aus Angaben zum Energieverbrauch

Das jährliche Gesamtaufkommen der CO₂-Emissionen **aller NutzerInnen** des Modernisierungsratgebers (EZFH und MFH) beträgt **188 Mio kg CO₂**. Folgende CO₂-Vermeidung wurde aus Angaben der Nutzer des Modernisierungsratgebers ermittelt (Tabelle 2).⁷

Tabelle 2: CO₂-Emissionen vor den angegebenen oder durchgeführten Sanierungsmaßnahmen

CO ₂ -Emissionen - vor der Sanierung -		
Baujahr/-abschnitt	EZFH kg CO ₂	MFH kg CO ₂
vor 1918	9.223.231	7.468.193
1919 - 1948	13.895.006	6.032.818
1949 - 1957	12.146.957	6.088.009
1958 - 1968	25.373.154	13.411.849
1969 - 1978	27.268.264	22.751.718
1979 - 1983	12.251.574	3.688.291
1984 - 1987	5.141.917	1.652.833
1988 - 1995	7.935.633	2.627.468
1996 - 2002	2.753.901	387.241
ab 2002	430.255	7.468.193
Zwischensumme	116.419.891	71.576.613
Gesamtsumme	187.996.504	kg CO₂

Werden nun die in der Datenbank angegebenen (teilweise geschätzten) Einsparungen und die oben aufgeführte Emissionsberechnung zusammengeführt, ermitteln sich die CO₂-jährlichen Emissionen nach der Sanierung – unter der Prämisse, dass alle angegebene Einsparpotenziale auch realisiert wurden bzw. werden.

Unter Annahme der Richtigkeit der Angaben lässt sich ein Emissionswert nach bereits umgesetzten bzw. geplanten Maßnahmen ermitteln. Die Berechnungen ergeben, dass diese Maßnahmen ca. **28 % der CO₂-Emissionen** potenziell einsparen, also ein Wert von ca. **136 Mio. kg CO₂** erreicht werden kann.

⁷ siehe Anhang Kap. 5.1

Tabelle 3: CO₂-Emissionen – nach der erfolgten Sanierungsmaßnahme

CO₂-Emissionen - nach der Sanierung*)		
	EZFH	MFH
Baujahr/-abschnitt	kg CO₂	kg CO₂
vor 1918	6.750.506	5.568.527
1919 - 1948	9.942.126	4.293.244
1949 - 1957	8.469.716	3.894.549
1958 - 1968	17.802.210	8.798.309
1969 - 1978	19.550.766	15.547.858
1979 - 1983	9.490.250	2.756.587
1984 - 1987	4.475.201	1.526.139
1988 - 1995	6.424.866	2.174.452
1996 - 2002	2.331.624	356.396
ab 2002	339.679	5.568.527
Zwischensumme	85.576.945	50.484.587
Gesamtsumme		136.061.531
Einsparung %	26,5 %	29,5 %
Gesamteinsparung		27,6 %

*) Geschätzte Angaben zum Einsparpotenzial

Pfad 2: Berechnung der CO₂-Vermeidung aus Angaben zum Energieverbrauch (Sample)⁸

Im Vergleich zum gesamten Datensatz zeigten die Sample-Daten eine breitere Verteilung der Einsparungen hinsichtlich der Verteilung auf Ein- und Mehrfamilienhäuser. Im Sample wurde ein Vermeidungspotenzial von 32,2% im Bereich der Einfamilienhäuser erzielt, wobei im gesamten Datensatz ein Einsparpotenzial von 27% möglich war. Im Bereich der Mehrfamilienhäuser (MFH) konnten im Sample bis zu 24% der CO₂-Emissionen vermeiden, der einer Einsparung der Gesamtheit von über 29% entgegenstand. Insgesamt glichen sich diese Verhältnisse wieder an. So konnten im gesamten ‚Sample‘ bis zu 30% der CO₂-Emissionen vermieden werden; im gesamten Datensatz ca. 28 %.

⁸ siehe Anhang Kap. 5.2

Tabelle 4: CO₂-Emissionen vor und nach den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen im Sample-Datensatz

CO ₂ -Emissionen	Vor der Sanierung		Nach der Sanierung	
	EFH kg CO ₂	MFH kg CO ₂	EFH kg CO ₂	MFH kg CO ₂
Baujahr/-abschnitt				
vor 1918	157.879	151.739	105.507	98.403
1919 - 1948	329.276	235.960	225.121	230.087
1949 - 1957	241.728	123.050	148.945	85.325
1958 - 1968	646.978	292.360	433.938	206.965
1969 - 1978	435.829	241.584	281.344	182.419
1979 - 1983	167.134	17.043	118.585	12.953
1984 - 1987	70.137	0	52.047	0
1988 - 1995	126.874	0	109.345	0
1996 - 2002	0	0	0	0
ab 2002	0	0	0	0
Summe	2.175.835	1.061.736	1.474.831	816.152
Gesamt	kg CO₂	3.237.571		2.290.982
Einsparung (EFH/MFH)			32,2 %	23,9 %
Einsparung Gesamt				29,9%
Hochrechnung auf alle Fälle (n=13294) kg CO₂				124.311.489

Quelle: Daten aus co2nline; eigene Berechnung; Gemis 4.13

Pfad 3: Ermittlung CO₂-Vermeidung aus den Kostenangaben (Sample)⁹

Die Angaben der Datenbank zu den erzielten Einsparpotenzialen beruhen auf den individuellen Einschätzungen der im Modernisierungsratgeber befragten Personen. Diese Einschätzungen sind aber starken Schwankungen (im Gas- oder Heizölverbrauch, Temperaturbereinigung unterschiedlicher Bezugsjahre, usw.) ausgesetzt oder basieren auf möglichen Fehlangaben bei der Beurteilung der erzielten Einspareffekten durch die NutzerInnen. Daher wurden die entsprechenden Gebäudemaßnahmen für die **Modernisierung der Gebäudehülle** einem sog. Erreichbarkeitstest unterzogen. Dass heißt, das im Folgenden versucht worden ist, durch die entsprechenden Kostenangaben eine Erreichbarkeit der Einsparungen zu ermittelt („Kostenvariante“). Maßgeblich dafür stand die Errechnung des Erreichbarkeitsindex (vgl. Kap. 5.3). Dieser Index macht deutlich, wie weit eine getätigte Investition (nach Abzug der Instandhaltungs- und Ohnehin-Kosten) in Relation zu einem Dämm- oder Wärmeschutzstandard (wie der EnEV 2000) reicht.

Diese Vorgehensweise führt für das Sample zu folgenden Ergebnissen:

⁹ siehe Anhang Kap. 5.3

Tabelle 5: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach der Sanierung in der „Kostenvariante“ (Sample)

CO ₂ -Emissionen – nach der Sanierung – „Kostenvariante“ *)				
kg CO ₂	EZFH	MFH	Einsparung % **)	
			EZFH	MFH
Baujahr/-abschnitt				
vor 1918	132.973,5	155.027,2	15,8%	12,7%
1919 - 1948	243.336,6	206.815,1	26,1%	12,4%
1949 - 1957	217.451,7	83.857,4	19,3%	31,9%
1958 - 1968	467.328,9	248.052,5	30,1%	26,4%
1969 - 1978	430.428,5	187.403,0	13,2%	22,4%
1979 - 1983	142.232,4	13.934,1	21,0%	18,2%
1984 - 1987	71.951,5	0,0	4,3%	0,0%
1988 - 1995	131.781,6	0,0	5,0%	0,0%
1996 - 2002	0,0	0,0	0,0%	0,0%
ab 2002	0,0	0,0	0,0%	0,0%
Summe	1.837.485	895.089		
	2.927.074			
CO₂ - Emissionen vor der Sanierung	2.315.401	1.132.006		
	3.447.407			
(Theoretische) CO₂-Emissionen lt. Angabe der befragten Personen	1.614.396	894.731		
	2.509.127			

*) Einsparpotenzial errechnet aus den Mehrkosten der Einsparmaßnahmen

***) In Bezug CO₂-Emissionen vor der Sanierung

Auf 13.294 hochgerechnet ergeben sich folgende CO₂-Werte:

- **187.060.525** kg CO₂ vor der Modernisierung
- **158.826.619** kg CO₂ nach der Modernisierung

Die Differenz der ermittelten Emissionen zwischen der Vorgehensweise von **Pfad 1 und 2** (Ermittlung über Angaben zu Energieeinsparungen) und **Pfad 3** (Ermittlung über angegebene Kosten für Maßnahmen an der Gebäudehülle) kann folgende Ursachen haben:

- Die Vorkenntnisse der befragten Personen im Sample sind im Vergleich zu den NutzerInnen des Online-Ratgebers deutlich höher.
- Die benötigten Angaben zu Einsparmaßnahmen sowie deren Potenziale und Kosten wurden realistischer abgeschätzt.
- Die Verfahren zur Ermittlung der (temperaturneutralen/-bereinigten) Heizenergiebedarfe und – einsparpotenziale im Sample beruhen auf gebäude- und bau-teilscharfen Berechnungen.

Auf der Basis der durchgeführten Berechnungen ergibt sich für alle NutzerInnen ein möglicher Korridor von potenziellen Emissionen, der zwischen 124 und 159 Mio. t CO₂ liegt.

3.2.2 Berechnung der Investitionen und Arbeitsplatzeffekte

Die Aufteilung der angegebenen Investitionen/Umsätze für bereits realisierte bzw. geplante Modernisierungsmaßnahmen ergibt folgendes Bild:

Tabelle 6: Aufteilung der aufgewendeten Investitionen/Umsätze für nachträgliche Modernisierungsmaßnahmen nach Arbeit- und Materialaufwendungen (in 1000 €)

Investitionen/Umsätze (in 1000 €)						
Bauteil	EZFH		MFH		Summe	
	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material
Dach	31.196,09	31.196,09	11.114,39	11.114,39	42.310,47	42.310,47
Außenwand	17.777,27	41.480,29	6.973,91	27.895,63	24.751,17	69.375,92
Kellerdecke	31.196,09	31.196,09	5.509,82	12.856,24	36.705,90	44.052,32
Fenster	16.347,92	16.347,92	9.183,03	9.183,03	25.530,95	25.530,95
OGD	1.528,40	1.528,40	821,99	821,99	2.350,39	2.350,39
Mehrere Bauteile						
Summe	98.046	121.749	33.603	61.871	131.649	183.620
€/ m²	51,82	64,35	27,86	51,29	42,49	59,27

Quelle: Eigene Berechnung Wuppertal Institut (2006)

Für diese Maßnahmen wurden/werden ca. **132 Mio. €Arbeitskosten** und **184 Mio. €Materialkosten eingesetzt**.

Zur Grobabschätzung der Arbeitsplatzeffekte wird vom Arbeitsanteil an der Investitionssumme ausgegangen. Basis sind Angaben des statistischen Bundesamtes (konservative Schätzung), die für ein Personenjahr im Baugewerbe 70.573€ ansetzen.¹⁰ Die ermittelte Investitionssumme entspricht daher **1.865 Personenjahren** an ausgelösten direkten Bruttoarbeitsplatzeffekten. In dieser stark vereinfachten Rechnung werden allerdings Nettowirkungen (z.B. geringere Beschäftigung im Energiesektor aufgrund von Energieeinsparungen) auf den Arbeitsmarkt nicht berücksichtigt.

3.2.3 Verhältnis des Samples zur Grundgesamtheit

Der Vergleich des Samples mit den Basisdaten ergibt:

- Im Sample ist der Anteil der MFH leicht überrepräsentiert.
- Die durchschnittlichen spezifischen Heizenergieverbräuche sind in den EZFH-Gebäuden des Samples etwas höher als in den der Basisdaten (Ausnahme: Gebäude mit Baujahr zwischen 1984-1987)
- Anders die MFH: hier sind insbesondere in den alten Beständen (Baujahr vor 1918 bis 1968) die durchschnittlichen spezifischen Heizenergieverbräuche des Samples

¹⁰ <http://www.destatis.de/basis/d/prohan/hand2.htm>

geringer als in allen Datensätzen (Ausnahme: Gebäude mit Baujahr zwischen 1984-1987). Nur in den Baualtersklassen zwischen 1969 und 1983 liegen sie höher.

- Im Vergleich zum gesamten Datensatz zeigten die Sample-Daten eine breitere Verteilung der Einsparungen auf Ein- und Mehrfamilienhäuser. Im Sample wurde ein Einsparpotenzial von 32,2% für Ein- oder Zweifamilienhäuser (EZFH) erzielt, wobei im gesamten Datensatz ein Einsparpotenzial von 27% möglich war. Mehrfamilienhäuser (MFH) konnten im Sample bis zu 24% der CO₂-Emissionen vermeiden gegenüber mehr als 29% bei der Gesamtheit. Insgesamt glichen sich diese Verhältnisse wieder an. So konnten im gesamten ‚Sample‘ bis zu 30% der CO₂-Emissionen vermieden werden; im gesamten Datensatz ca. 28 %.
- Der spezifische Kostenvergleich je Quadratmeter modernisierte Wohnfläche zeigt, dass im Sample-Datensatz - mit Ausnahme der Modernisierungsarbeitskosten im MFH - leicht teurere Maßnahmen umgesetzt wurden (zwischen 18 und 23%) als im Gesamtdatensatz.

3.2.4 Vergleich der Berechnungen von co2online und Wuppertal Institut

Jährliche CO ₂ -Emissionen			
Basis der Berechnung	vor Modernisierung kg CO ₂	nach Modernisierung kg CO ₂	Vermeidung kg CO ₂
Wuppertal Institut			
(1) Angaben zum Energieverbrauch (n=13.294)	187.996.504	136.061.531	51.934.973
(2) Angaben zum Energieverbrauch (n=245)	175.674.567	124.311.489	51.363.078
(3) Angaben zu Kosten, o. Hzg. u. Solar (n=245)	187.060.525	158.826.619	28.233.906
<i>(2) und (3) hochgerechnet auf n=13.294</i>			
co2online			
(1) Angaben zu Energieverbräuchen (n=264)			
<i>(1) hochgerechnet auf n=24.704</i>			
incl. Heizung und Solar			85.283.000
ohne Heizung und Solar			57.229.623
Vergleichswert zu n= 13294			30.797.062

Die Berechnung der CO₂-Vermeidung durch das WI erfolgte über drei verschiedene methodische Vorgehensweisen. Diese drei Vorgehensweisen ermitteln eine jährliche Vermeidung von CO₂-Emissionen zwischen 28.233 t CO₂ (ohne Heizung und Solar) und 51.934 t CO₂ (ohne Heizung und Solar). Die berechnete Emissionsminderung der Evaluation von co2online weicht vom direkten konservativen Vergleichswert des WI aus Pfad 3 nur um ca. 2.550 t CO₂ ab. Die Daten von co2online können somit für Berechnungen für die Gebäudehülle als validiert gelten.

4 Schlussfolgerungen

Die Analyse der Anlage des Ratgebers, der Qualitätscheck des Evaluationsberichts und der Evaluation der Wirkungen durch das Wuppertal Institut ergeben folgende Schlussfolgerungen:

1. Ergänzende Rolle des Instruments: Als freiwillige Aufgabe unterliegen die Aktivitäten zum Klimaschutz und die darin gebundenen finanziellen bzw. personellen Ressourcen der Kommunen und Landkreise einem kontinuierlichen Legitimationsdruck. Darüber hinaus sind die Internet-basierten bzw. telefonischen Aktivitäten der Erstberatung auf kommunaler Ebene nur selten koordiniert: Internet-Checks (z.B. bei den Internet-Präsenzen von Stadtwerken) werden ergänzt durch Angebote für telefonische Initialberatungen der kommunalen Umweltämter, Beratungen der Verbraucherzentralen, durch Handwerker (z.B. Gebäude-Check Energie des Handwerks in NRW), Verbänden (z.B. Haus und Grund e.V.) und Vor-Ort Energiesparberatern. In diesen Rahmenbedingungen unterstützen kostengünstige Instrumente wie der Online-Modernisierungsratgeber Akteure auf kommunaler, Landes- und Bundesebene in ihren Aktivitäten zum Klimaschutz.

2. Strategische Konsequenzen für die Evaluation: Die Evaluation enthält eine Reihe von Ergebnissen, auf die der Modernisierungsratgeber z.B. im Rahmen seiner Handlungsempfehlungen stärker eingehen kann:

- Die Evaluation zeigt einen hohen Anteil von Nutzern, die zwar Maßnahmen der energetischen Modernisierung durchgeführt haben, jedoch weder qualifizierte Beratungsleistungen (co2online. 2006: **T75**, pp. 64) noch Fördermittel in Anspruch genommen haben (co2online. 2006: **T91**, pp. 67)
- Die erhobenen Daten und Informationen geben Aufschluss über zu bildende Typen von Zielgruppen. Einige Muster wiederkehrender Typen lassen sich bereits mit den vorhandenen Daten erkennen. Eine Typisierung ermöglicht die Ableitung differenzierter, zielgruppen-spezifischer Schlussfolgerungen für die Weiterentwicklung des Instruments und der Maßnahmenvorschläge des Ratgebers. 4-5 Typen von Zielgruppen könnten aus folgenden Kriterien (heuristisch) gebildet werden:

Kriterium	Typ 1	Typ 2
Finanzielle Hemmnisse für Maßnahmen	Hoch	Gering
Kreditwürdigkeit	Keine	Gegeben
Modernisierungsbedarf	Hoch	Mittel
Anteil von Eigenleistung	Hoch	Gering
Etc.

Studien- und Forschungsarbeiten zur Zielgruppen- und Hemmnisanalyse können hier wertvolle Hinweise auf das Marketing für die entsprechenden Zielgruppen liefern.

3. Mögliche Weiterentwicklung der Datenerhebung: Es empfiehlt sich, insbesondere bei Kosten und Einsparungen stärker Plausibilitätschecks in die Datenerhebung einzubauen. Beispiel: zwischen den einzelnen Datensätzen gibt es Kostenunterschiede von bis zu 25% pro m². Die Spannbreiten der angegebenen Energieverbräuche für gleiche Gebäudetypen sind teilweise sehr groß. Es empfiehlt sich zudem, die Angaben zu Modernisierungsmaßnahmen detaillierter zu erheben (Dämmstärke, u-Werte etc.), falls bei den NutzerInnen entsprechende Kenntnisse zu erwarten sind.

5 Anhang

5.1 Pfad 1: Berechnung der CO₂-Vermeidung aus Angaben zum Energieverbrauch (n=13.294)

Die Version der vorliegenden Datensätze (SPSS-Datei: ‚ModRat-Datensatz-v1-05.sav‘) war vom 13.02.2006. Die vorliegende Datenbank besteht aus 13.294 Datensätzen.

Die Daten sind für die weiteren Berechnungen in einem ersten Schritt nach Haustypen gegliedert worden, die sich in Gebäudealtersklassen und Gebäudegrößenklassen aufteilen.

Tabelle 7: Gebäudetypologie der untersuchten Datensätze

Verteilung der ausgezählten DB-Einträge auf Bautypen			
Baujahr/-abschnitt	Summe	EZFH	MFH
vor 1918	1.041	768	273
1919 - 1948	1.483	1.260	223
1949 - 1957	1.393	1.179	214
1958 - 1968	2.938	2.502	436
1969 - 1978	3.224	2.757	467
1979 - 1983	1.276	1.166	110
1984 - 1987	580	541	39
1988 - 1995	939	859	80
1996 - 2002	365	346	19
ab 2002	55	53	2
Summe	13.294	11.431	1.863

Quelle: Datensatz co2online; Berechnung Wuppertal Institut (2006)

Aus den Angaben der Heizenergieverbräuche und den Wohnflächen aus der Datenbank konnte somit der spezifische Energiebedarf je Gebäudetyp ermittelt werden. Diese lassen sich mit typischen spezifischen Energiekennzahlen des bundesdeutschen Durchschnitts vergleichen und erlauben erste Rückschlüsse auf den bautechnischen Standard der Gebäude. Dabei ist zu beobachten, dass die Gebäude älteren Baujahrs besser sind als der deutsche Durchschnitt, die Gebäude jüngeren Baualters schlechter als ihre vergleichbaren Vertreter im Bundesdurchschnitt.

Tabelle 8: Vergleich der spezifischen Nutzenergieverbräuche aus Angaben aus der Datenbank und Kennziffern typischer Gebäude in Deutschland.

Spezifische Heizenergieverbräuche				
Baujahr/-abschnitt	Vor der Sanierung		Typische Kennwerte	
	EZFH kWh/m ²	MFH kWh/m ²	EZFH kWh/m ²	MFH kWh/m ²
vor 1918	207	173	256	204
1919 - 1948	193	191	230	168
1949 - 1957	179	185	251	206
1958 - 1968	166	189	192	188
1969 - 1978	141	194	180	145
1979 - 1983	134	167	159	123
1984 - 1987	179	162	162	98
1988 - 1995	166	152	96	78
1996 - 2002	141	181	70	50
ab 2002	134	173	64	47

Quelle: Datensatz co2online; Berechnung Wuppertal Institut (2006)

Über die angegebenen Kennziffern, welche Heizungsanlage bzw. welcher Energieträger verwendet worden ist, kann eine Zuordnung zum jeweiligen Emissionsfaktor vorgenommen werden. Abgefragt wurden über die Variable v201 die Energieträger: Erdgas (1), Fernwärme (2) und Heizöl (3). Alle weiteren Eingaben wurden mit einer mittleren Emission bewertet.

Zur Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen sind Emissionsfaktoren aus Gemis (Version 4.13) entnommen worden.

Somit konnten die summarischen Emissionen je Gebäudetyp errechnet werden. In der Tabelle 9 sind die CO₂-Emissionen aufgezeigt, die bei unsaniertem Gebäudebestand der in der Datenbank enthaltenen Datensätze entstehen.

Tabelle 9: CO₂-Emissionen vor den angegebenen oder durchgeführten Sanierungsmaßnahmen

CO ₂ -Emissionen - vor der Sanierung -		
	EZFH	MFH
Baujahr/-abschnitt	kg CO ₂	kg CO ₂
vor 1918	9.223.231	7.468.193
1919 - 1948	13.895.006	6.032.818
1949 - 1957	12.146.957	6.088.009
1958 - 1968	25.373.154	13.411.849
1969 - 1978	27.268.264	22.751.718
1979 - 1983	12.251.574	3.688.291
1984 - 1987	5.141.917	1.652.833
1988 - 1995	7.935.633	2.627.468
1996 - 2002	2.753.901	387.241
ab 2002	430.255	7.468.193
Zwischensumme	116.419.891	71.576.613
Gesamtsumme	187.996.504	kg CO₂

Werden nun die in der Datenbank angegebenen (teilweise geschätzten) Einsparungen und die oben aufgeführte Emissionsberechnung zusammengeführt, ermitteln sich die CO₂-Emissionen nach der Sanierung – unter der Prämisse, dass alle angegebenen Einsparpotenziale auch realisiert wurden bzw. werden.

Tabelle 10: CO₂-Emissionen – nach der erfolgten Sanierungsmaßnahme

CO ₂ -Emissionen - nach der Sanierung*)		
	EZFH	MFH
Baujahr/-abschnitt	kg CO ₂	kg CO ₂
vor 1918	6.750.506	5.568.527
1919 - 1948	9.942.126	4.293.244
1949 - 1957	8.469.716	3.894.549
1958 - 1968	17.802.210	8.798.309
1969 - 1978	19.550.766	15.547.858
1979 - 1983	9.490.250	2.756.587
1984 - 1987	4.475.201	1.526.139
1988 - 1995	6.424.866	2.174.452
1996 - 2002	2.331.624	356.396
ab 2002	339.679	5.568.527
Zwischensumme	85.576.945	50.484.587
Gesamtsumme	136.061.531	
Einsparung %	26,5 %	29,5 %
Gesamteinsparung		27,6 %

*) Geschätzte Angaben zum Einsparpotenzial

→ Die Berechnungen führen zu dem Ergebnis, dass sich knapp 28 % der CO₂-Emissionen potentiell vermeiden lassen.

5.2 Pfad 2: Berechnung der CO₂-Vermeidung aus Angaben zum Energieverbrauch (Sample: n=245)

Tabelle 11: Gebäudetypologie der untersuchten Sample-Datensätze

Anzahl & Verteilung der ausgezählten DB-Einträge auf Bautypen			
Baujahr/-abschnitt	Summe	EZF H	MF H
vor 1918	22	14	8
1919 - 1948	33	23	10
1949 - 1957	30	25	5
1958 - 1968	68	58	10
1969 - 1978	54	46	8
1979 - 1983	17	16	1
1984 - 1987	7	7	0
1988 - 1995	13	13	0
1996 - 2002	0	0	0
ab 2002	0	0	0
Summe	244	202	42
Untersuchungsausschnitt des Samples % (13.294 = 100%)	1,84	1,77	2,25

Quelle: Eigene Berechnung

→ **Im Sample ist der Anteil der MFH leicht überrepräsentiert.**

Tabelle 12: Vergleich der spezifischen Heizenergieverbräuche des ‚Sample-Datensatzes‘ und der Grundgesamtheit der Datenbank

Spezifische Heizenergieverbräuche				
(kWh/m ²)	EZFH		MFH	
Baujahr/-abschnitt	Sample	Alle Datensätze	Sample	Alle Datensätze
vor 1918	248	207	160	173
1919 - 1948	228	193	146	191
1949 - 1957	205	179	183	185
1958 - 1968	220	166	170	189
1969 - 1978	205	141	220	194
1979 - 1983	191	134	221	167
1984 - 1987	171	179	0	162
1988 - 1995	181	166	0	152
1996 - 2002	0	141	0	181
ab 2002	0	134	0	173

Quelle: Datenbank co2online; eigene Berechnungen

Die Berechnung der CO₂-Emissionen erfolgte mit den Emissionsfaktoren aus **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Tabelle 13: CO₂-Emissionen vor und nach den durchgeführten bzw. geplanten Sanierungsmaßnahmen im Sample-Datensatz

CO ₂ -Emissionen	Vor der Sanierung		Nach der Sanierung	
	EZFH kg CO ₂	MFH kg CO ₂	EZFH kg CO ₂	MFH kg CO ₂
Baujahr/-abschnitt				
vor 1918	157.879	151.739	105.507	98.403
1919 - 1948	329.276	235.960	225.121	230.087
1949 - 1957	241.728	123.050	148.945	85.325
1958 - 1968	646.978	292.360	433.938	206.965
1969 - 1978	435.829	241.584	281.344	182.419
1979 - 1983	167.134	17.043	118.585	12.953
1984 - 1987	70.137	0	52.047	0
1988 - 1995	126.874	0	109.345	0
1996 - 2002	0	0	0	0
ab 2002	0	0	0	0
Summe	2.175.835	1.061.736	1.474.831	816.152
Gesamt	kg CO₂	3.237.571		2.290.982
Einsparung (EZFH/MFH)			32,2 %	23,9 %
Einsparung Gesamt				29,9%

Quelle: Daten aus co2online; eigene Berechnung; Gemis 4.13

Folgende Ergebnisse lassen sich daraus erkennen:

- Die durchschnittlichen spezifischen Heizenergieverbräuche sind in den EZFH-Gebäuden des Samples höher als in allen Datensätzen (Ausnahme: Gebäude mit Baujahr zwischen 1984-1987)
- Dies trifft nicht für die MFH zu: hier sind insbesondere in den alten Beständen (Baujahr vor 1918 bis 1968) die durchschnittlichen spezifischen Heizenergieverbräuche des Samples geringer als in allen Datensätzen (Ausnahme: Gebäude mit Baujahr zwischen 1984-1987). Nur in den Baualtersklassen zwischen 1969 und 1983 liegt er höher.
- Im Vergleich zum gesamten Datensatz zeigten die Sample-Daten eine breitere Verteilung der Einsparungen hinsichtlich der Verteilung auf Ein- und Mehrfamilienhäuser. Im ‚Sample‘ wurde ein Einsparpotenzial von 32,2 im Bereich der Einfamilienhäuser erzielt, wobei im gesamten Datensatz ein Einsparpotenzial von 27% möglich war. Im Bereich der Mehrfamilienhäuser (MFH) konnten im Sample bis zu 24% der CO₂-Emissionen vermieden werden, dem eine Vermeidung bei der Gesamtheit von über 29% entgegenstand. Insgesamt glichen sich diese Verhältnisse wieder an. So konnten im gesamten ‚Sample‘ bis zu 30% der CO₂-Emissionen vermieden werden; im gesamten Datensatz ca. 28 %.

5.3 Pfad 3: Berechnung der CO₂-Vermeidung aus den Kostenangaben (Sample, n=245)

5.3.1 Exkurs: Erreichbarkeitsindex - Läßt sich mit den angegebenen Kosten der EnEV-Standard erreichen?

Aus den Angaben der Datensätze lassen sich Kosten für Sanierungsmaßnahmen ermitteln, die sich bestimmten Bauteilen (Dach, Außenwand, Fenster usw.) zuordnen lassen. Dies war aber nur dann eindeutig möglich, wenn nur ein Bauteil saniert wurde, da das angegebene Einsparpotenzial immer nur für die Gesamtheit der durchgeführten Maßnahmen gilt und zwischen verschiedenen Bauteilen nicht weiterhin differenziert wird. Für diese Fälle ergeben sich Investition/Umsätze in Höhe von 315,3 Mio. € Diese Kosten sind in zwei weiteren Schritten aufgeteilt worden, in

- (1) Kosten für die Instandhaltung eines Bauteils – sie umfassen i.d.R. Aufwendungen, die nichts mit der wärmetechnischen Modernisierung des Bauteils oder der Heizungsanlage zu tun haben (Rohrerneuerungen) und denen auch keine Einsparungen anzurechnen sind (Variable Instandhaltungsanteil), und
- (2) Kosten für Modernisierung/Sanierung, d.h. darunter sind Kosten zu subsumieren, bei denen ein wärme(energie-)einsparender Effekt angenommen werden kann (Residuum nach Herausrechnung des Instandhaltungsanteils).

Mittels Händlerbefragung kann für jedes Bauteil eine Aufteilung typischer energiesparender Sanierungskosten in Arbeits- und Materialaufwendungen vorgenommen werden (vgl. Tabelle 14)¹¹.

Tabelle 14: Splitfaktoren der Sanierungskosten in Arbeits- und Materialkosten

Kostenaufteilung				
Bauteil	EZFH		MFH	
	Arbeit	Material	Arbeit	Material
Dach	0,5	0,5	0,5	0,5
Außenwand	0,3	0,7	0,2	0,8
Kellerdecke	0,5	0,5	0,3	0,7
Fenster	0,5	0,5	0,5	0,5
OGD	0,5	0,5	0,5	0,5

Quelle: Händlerbefragung (1999 - 2003) durch das Wuppertal Institut

¹¹ Die Faktoren müssen in der Regel nach Schadensklassen der sanierten Gebäude eingeteilt werden. Dies war nicht möglich, da aus den Angaben der Datenbank **keine** qualitative Beurteilung einzelner Bauteile möglich war. Daher wurde mit Durchschnittswerten gerechnet.

Die in der Tabelle 14 aufgeführten Kostensplitfaktoren sind durch Händlerbefragungen und Evaluierungen von Sanierungskonzepten im Zeitraum von 1999 – 2003 durch das WI ermittelt worden. Abweichungen können bei Einzelfallbetrachtungen auftreten.

Über die oben genannten Splitfaktoren lassen sich die aus den Datensätzen herauslesbaren Gesamtkosten der Sanierungsmaßnahmen für einzelne Bauteile nach Arbeits- und Materialkosten differenzieren. Dies ist in Tabelle 15 dokumentiert.

Tabelle 15: Aufteilung der aufgewendeten Investitionen/Umsätze für nachträgliche Sanierungsmaßnahmen nach Arbeit- und Materialaufwendungen (in 1000 €)

Investitionen/Umsätze (in 1000 €)						
Bauteil	EZFH		MFH		Summe	
	Arbeit	Material	Arbeit	Material	Arbeit	Material
Dach	31.196,09	31.196,09	11.114,39	11.114,39	42.310,47	42.310,47
Außenwand	17.777,27	41.480,29	6.973,91	27.895,63	24.751,17	69.375,92
Kellerdecke	31.196,09	31.196,09	5.509,82	12.856,24	36.705,90	44.052,32
Fenster	16.347,92	16.347,92	9.183,03	9.183,03	25.530,95	25.530,95
OGD	1.528,40	1.528,40	821,99	821,99	2.350,39	2.350,39
Mehrere Bauteile						
Summe	98.046	121.749	33.603	61.871	131.649	183.620
€/ m²	51,82	64,35	27,86	51,29	42,49	59,27

Quelle: Eigene Berechnung Wuppertal Institut (2006)

Durch die somit ermittelten Kosten für Sanierungsmaßnahmen der jeweiligen Bauteile konnte in einem nächsten Schritt die so genannte Reichweite (Erreichbarkeitsindex) der Maßnahme abgeschätzt werden, das heißt es wurde der Frage nachgegangen, in welcher Höhe eine Einsparung mit den gegebenen Ausgaben für Material erreicht werden kann. Wenn man die durchschnittlichen Kosten für die ab 01.02.2002 geltende Energieeinsparverordnung (EnEV) als ‚Eichmaß‘ anlegt, lässt sich über die Kosten die jeweilige wärmeschützende Wirkung einschätzen. Die Tabelle 16 enthält typische Kennwerte des bestehenden Bestandes, des erwarteten Neubautrends und die Mindestwerte der EnEV (bezogen auf die jeweilige Bauteilfläche).

Tabelle 16: Vergleich der spezifischen Nutzwärmeverbräuche und zugehörigen Mehrkosten für die Einhaltung der durch die EnEV vorgegebenen Bauteil bezogenen Mindest-U-Werte

	U-Wert W/(m ² K)	Gesamt- kosten € m ²	- darunter: Mehrkosten €m ²	Dämmschicht- Dicke (m) (Steinwolle)	Beschreibung
Kellerdecke - <i>IST</i>	1,31				
- Trend	0,421	30		0,06	Ortbeton mit schw. Estrich (unterseitig)
- ENEV	0,35	44	14	0,08	
Dach - <i>IST</i>	1,16				
- Trend	0,289	60		0,16	Zwischensparren- Steildach, belüftet
- ENEV	0,2	85	25	0,24	
Außenwand - <i>IST</i>	1,45				
- Trend	0,388	190		0,08	Außendämmung mit WDVS
- ENEV	0,300	200	10	0,12	
Fenster - <i>IST</i>	2,73			-	
- Trend	1,8	215		-	
- ENEV	1,4	240	25	-	g-Wert: 0,62

Quellen: Wuppertal Institut (1999, 2003), Kostenangaben aus Händlerbefragung

Der ‚anlegbare‘ Erreichungsgrad über die Ermittlung der angesetzten Materialkosten (ohne Instandhaltungsanteile) wurde als Mittelwerte errechnet und ist in der Tabelle 17 dokumentiert.

Tabelle 17: Erreichbarkeitsindex der Sanierungsmaßnahmen bei Anlegung der EnEV

Erreichbarkeitsindex	
Bauteil	Faktor
Dach	0,964
Außenwand	0,626
Kellerdecke	1,664
Fenster	0,620
OGD	0,211

→ Daraus wird in der ersten Näherung ersichtlich, dass die Erreichung der Energieeinsparverordnung mit den angegebenen ökonomischen Daten größtenteils nicht möglich ist. Die Daten zeigen jedoch, dass insbesondere die Dachdämmung und die Dämmung der Kellerdecke die besten Werte aufweist.

5.3.2 Kostenbasis: Berechnung der CO₂-Vermeidung aus den Kostengaben

Die Angaben der Datenbank zu den erzielten Einsparpotenzialen beruhen auf den individuellen Einschätzungen der im Modernisierungsratgeber befragten Personen. Diese Einschätzungen sind aber starken Schwankungen (im Gas- oder Heizölverbrauch, Temperaturbereinigung unterschiedlicher Bezugsjahre, usw.) ausgesetzt oder Unkenntnisse bei der Beurteilung der erzielten Einspareffekte. Daher wurden die entsprechenden Gebäudemaßnahmen auf Grund der aus empirischer Erfahrung (Händlerbefragung, Praxisbeispielen usw.) gewonnenen Erkenntnisse einem Erreichbarkeitstest unterzogen. Das heißt, dass im Folgenden versucht worden ist, durch die entsprechenden Kostengaben eine Erreichbarkeit der Einsparungen zu ermitteln („Kostenvariante“). Maßgeblich dafür stand die Errechnung des Erreichbarkeitsindex (siehe Kap. 5.3.1). Dieser Index macht deutlich, wie weit eine getätigte Investition (nach Abzug der Instandhaltungs- und Ohnehin-Kosten) in Relation zu einem Dämm- oder Wärmeschutzstandard (wie der EnEV 2000) reicht.

Durch eine gebäude- und bauteilscharfe Wärmebedarfsberechnung ergaben sich die in der Tabelle 18 ersichtlichen spezifischen Heizenergieverbräuche.

Tabelle 18: Entwicklung der spezifischen Heizenergieverbräuche

Spezifische Heizenergieverbräuche – Nach der Sanierung – „Kostenvariante“ *)				
kWh/m ² Baujahr/-abschnitt	EFH	MFH	Einsparung %	
			EFH	MFH
vor 1918	208	188	16,3%	11,1%
1919 - 1948	173	120	24,1%	17,8%
1949 - 1957	181	127	18,3%	30,5%
1958 - 1968	166	144	28,3%	25,4%
1969 - 1978	199	174	12,6%	21,1%
1979 - 1983	169	181	17,6%	18,2%
1984 - 1987	185	0	4,3%	0,0%
1988 - 1995	185	0	5,1%	0,0%
1996 - 2002	0	0	0,0%	0,0%
ab 2002	0	0	0,0%	0,0%

*)Einsparpotenzial errechnet aus den Mehrkosten der Einsparmaßnahmen

In einem folgenden Schritt sind die CO₂-Emissionen errechnet worden, die bei Sanierung der Gebäude durch die „Kostenvariante“ entstehen würden.

Das Bild zeigt zwei unterschiedliche Tendenzen. Zum einen, dass die (über die Sanierungskosten ermittelten) Einsparpotenziale unter den Erwartungen der befragten Personen bleibt (Mehremission von ca. 223.000 kg CO₂). Dieser Fall ist im Bereich der Einfamilienhäuser deutlich zu beobachten, wohin gegen bei den Mehrfamilienhäusern eine große Übereinstimmung der errechneten mit den erfragten Werten zu verzeichnen ist.

Dies ist wohl dadurch zu erklären,

- dass die Vorkenntnisse der befragten Personen (etwa Wohnungseigentümer, Hausmeister, Immobiliengesellschaften usw.) deutlich besser als bei den Personen in Einfamilienhäusern waren,
- dass die benötigten Angaben zu Einsparmaßnahmen, deren Potenziale und Kosten realistischer abgeschätzt worden sind, bzw.
- dass die Verfahren zur Ermittlung der (temperaturneutralen/-bereinigten) Heizenergiebedarfe und – einsparpotenziale auf gebäude- und bauteilscharfen Berechnungen beruhen.

Tabelle 19: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach der Sanierung in der „Kostenvariante“

CO₂-Emissionen – nach der Sanierung – „Kostenvariante“ *)					
kg CO₂	Baujahr/-abschnitt	EFH	MFH	Einsparung %	
				EFH	MFH
	vor 1918	132.973,5	155.027,2	15,8%	12,7%
	1919 - 1948	243.336,6	206.815,1	26,1%	12,4%
	1949 - 1957	217.451,7	83.857,4	19,3%	31,9%
	1958 - 1968	467.328,9	248.052,5	30,1%	26,4%
	1969 - 1978	430.428,5	187.403,0	13,2%	22,4%
	1979 - 1983	142.232,4	13.934,1	21,0%	18,2%
	1984 - 1987	71.951,5	0,0	4,3%	0,0%
	1988 - 1995	131.781,6	0,0	5,0%	0,0%
	1996 - 2002	0,0	0,0	0,0%	0,0%
	ab 2002	0,0	0,0	0,0%	0,0%
	Summe	1.837.485	895.089		
	CO₂ - Emissionen vor der Sanierung	2.315.401	1.132.006		
	(Theoretische) CO₂-Emissionen lt. Angabe der befragten Personen	1.614.396	894.731		

*) Einsparpotenzial errechnet aus den Mehrkosten der Einsparmaßnahmen

Sensitivitätsrechnung

Die unten aufgeführten Ergebnisse der Kostenberechnung (Tabelle 14) wurden nach der im Kapitel 5.3.1 dargelegten Methodik über Kostensplitfaktoren erzielt. Der spezifische Kostenvergleich je sanierte Wohnfläche zeigt, dass im ‚Sample-Datensatz‘, mit Ausnahme der Sanierungsarbeitskosten im MFH, leicht teurere Maßnahmen umgesetzt wurden (zwischen 18 und 23 %) als im Gesamtdatensatz.

Tabelle 20: Kostenaufteilung des Sample-Datensatzes der nachträglichen Sanierungsmaßnahmen nach Arbeits- und Materialkosten (in 1000 €)

Entstandene Investitionen/Umsätze (in 1000 €)				
Bauteil	EFH		MFH	
	Arbeit	Material	Arbeit	Material
Dach	617,21	617,21	195,38	812,59
Außenwand	362,56	845,96	132,53	1.376,08
Kellerdecke	617,21	617,21	86,48	818,99
Fenster	387,45	387,45	144,13	531,58
OGD	32,32	32,32	8,47	40,79
Summe	2.017	2.500	567	3.580
Sample €/m²	63,69	78,96	26,07	67,02
<i>Vergleich zum Gesamtdatensatz</i>				
Durchschnittskosten Gesamt €/m²	51,82	64,35	27,86	51,29
Abweichung %	18,6371	18,503	-6,8661	23,4706

Quelle: Eigene Berechnungen