

Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen im Berliner Mietwohnungsbestand

Endbericht

Verfasser:

Prof. Dr. Harald Simons (empirica)

Dr. Ulrich Baum, Alexander Peischl (LUWOGÉ consult)

empirica

Forschung und Beratung

Kurfürstendamm 234
10719 Berlin

Tel. (030) 88 47 95-0
Fax (030) 88 47 95-17

www.empirica-institut.de
berlin@empirica-institut.de



LUWOGÉ consult GmbH

Donnersbergweg 2
67059 Ludwigshafen

Tel. (0621) 55 90 989-0
Fax (0621) 55 90 989-99

www.luwoqe-consult.de
info@luwoqe-consult.de

Projektnummer: 2008174
März 2010

Im Auftrag der



Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkung	1
2.	Grobrechnungen zur Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen	3
2.1	Fall 0: „Wohnkostenneutrale Sanierung“ bzw. Selbstnutzer in WEG	3
2.2	Fall 1: Warmmietenneutrale Sanierung bei Mietwohnungen	4
2.3	Fall 2: Zusätzliche Erträge durch Einkommensteuer/Körperschaftsteuer	5
2.4	Fall 3: Zusätzliche Erträge durch Erhöhung der Miete im Verhältnis zur Wohnwertsteigerung	5
2.5	Fall 4: Zinsgünstige Kredite	6
2.6	Fall 5: Zusätzliche Erträge durch Erhöhung der Miete	7
2.6.1	Aktuelle Miete = Neuvertragsmiete	8
2.6.2	Aktuelle Miete = Mietspiegelmiete	8
2.6.3	Aktuelle Miete unter Mietspiegelmiete	10
2.7	Fall 6: Energetische Sanierung mit Mieteraustausch („Luxusmodernisierung“)	13
2.8	Fall 7: Zusätzliche Erträge durch eine Reduzierung der Leerstände?	14
2.9	Fall 8: Rechnerische Absenkung der Kosten durch „Sowieso“ Kosten/Instandhaltung	14
2.10	Zum weiteren Vorgehen: Stufenweise Berücksichtigung anderer Erträge	16
3.	Feinrechnungen zur Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen (LUWOG CONSULT)	18
3.1	Vorgehensweise bei der Feinrechnung	18
3.2	Gebäudetypen	19
3.3	Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Energiebedarfswerte	19
3.4	Modernisierungsmaßnahmen	25
3.5	Gebietstypen	28
3.6	Berücksichtigung verschiedener Ertragsbeträge	31
3.7	Eigentübertypen	32
3.8	Rechenmodell	32
4.	Schlussfolgerungen	36
5.	Anhang I: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen	41
6.	Anhang II	43
6.1	Definition der Gebäudetypen	43
6.1.1	Definition des Gebäudetyps „Jahrhundertwendegebäude“	43
6.1.2	Definition des Gebäudetyps „Vorkriegsgebäude“	54
6.1.3	Definition des Gebäudetyps „Nachkriegsgebäude“	62

6.1.4	Definition des Gebäudetyps „1970er-Gebäude“	71
6.1.5	Definition des Gebäudetyps „Plattenbau“	81
6.2	Baukosten	91
6.2.1	Jahrhundertwendegebäude	91
6.2.2	Vorkriegsgebäude	95
6.2.3	Nachkriegsgebäude	99
6.2.4	1970er-Gebäude	103
6.2.5	Plattenbau	107
6.3	Gebietstypen	113
6.3.1	Der Berliner Mietspiegel	113
6.3.2	„Warme“ Betriebskosten	114
6.3.3	Anpassen der Mieten für die Gebietstypen an den Berliner Mietspiegel	114
6.4	Definition der Mieterhöhungen in den jeweiligen Gebietstypen	115
6.4.1	Mieterhöhungsparameter für Gebietstyp 1	115
6.4.2	Mieterhöhungsparameter für Gebietstyp 2	115
6.4.3	Mieterhöhungsparameter für Gebietstyp 3	115
6.4.4	Mieterhöhungsparameter für Gebietstyp 4	116
7.	Anhang III Erläuterungen zur Berechnung	117
7.1	Berechnung der Spalte F1	119
7.2	Berechnung Spalte F2: Zusätzliche Erträge durch Einkommensteuer/Körperschaftsteuer	122
7.3	Berechnung Spalte F3: Zusätzliche Erträge durch Erhöhung der Miete im Verhältnis zur Wohnwertsteigerung	125
7.4	Berechnung Spalte F4	128
7.5	Berechnung Spalte F5: Zinsgünstige Kredite	129
7.6	Berechnung Spalte F6: Mietänderung	131

1. Vorbemerkung

Die energetische Sanierung von (Wohn-) Gebäuden genießt derzeit viel politische Aufmerksamkeit. Der Gebäudebereich soll bundesweit für rund $1/3^1$ bis $40\%^2$, in Berlin für $37\%^3$, des Endenergieverbrauchs in Deutschland verantwortlich sein und soll entsprechende Beiträge zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung liefern. Notwendig ist dafür – angesichts der geringen Neubautätigkeit in Berlin wie bundesweit, die auch demographisch bedingt in Zukunft nicht wieder deutlich ansteigen wird⁴ – eine schnelle energetische Sanierung des Gebäudebestandes. Nach Schätzungen werden derzeit bundesweit nur zwischen $0,75\%^5$, $1\%^6$ und $3\%^7$ der Gebäude saniert. Die Unterschiede ergeben sich u.a. durch unterschiedliche Definitionen von „energetischer Sanierung“.⁸ In jedem Falle ist die Sanierungsquote zu gering um den Kohlendioxidausstoß der Wohnimmobilien zu senken, schon allein da die Zunahme der Wohnflächen bislang die Einsparungen wieder ausglich.⁹ Eine deutliche Erhöhung der Sanierungsquote wird politisch gefordert.

Da die energetischen Sanierungsinvestitionen von den Eigentümern der Gebäude getätigt werden sollen, müssen energetische Sanierungsmaßnahmen aus Sicht der Eigentümer wirtschaftlich sein. Wirtschaftlichkeit ist die Voraussetzung für eine höhere Sanierungsquote. Die vorliegende Studie ist daher am einfachsten zu lesen, wenn sich der Leser in die Position des Wohnungseigentümers hineinversetzt.

Wirtschaftlichkeit muss im Sinne einer betriebswirtschaftlichen Rentabilität verstanden werden. Die Erträge aus der energetischen Sanierung müssen mindestens die Investitionskosten inkl. aller dadurch entstehenden weiteren Kosten (Finanzierungskosten, Managementkosten, Ausgleich für Ertragsunsicherheiten) decken. Im Gegensatz dazu steht die volkswirtschaftliche Rentabilität, die in der Regel

¹ Vahlenkamp, T., „Kosten und Potentiale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland – Sektorperspektive Gebäude“, McKinsey-Studie im Auftrag der BDI-Initiative Wirtschaft für Klimaschutz, 2007. <http://ww2.bdi.eu/initiativen/klimaschutz/initiative/Documents/Sektorbericht%20Geb%C3%A4ude.pdf>.

² Friedrich, M. et al., „CO₂ Gebäudereport 2007“, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin, 2007. www.bmvbs.de/Anlage/original_1032130/CO2-Gebaeudereport.pdf.

³ SenStadt 2009, zitiert nach Sieberg, U., „Prima Klima – Für noch ökologischere Berliner Gebäude“, Impulsvortrag auf der Tagung „Klimaschutz im Berliner Wohnungsbestand“ am 11.2.2010 an der TU Berlin.

⁴ Simons, H. et al., „Deutschland bis 2040 – Langfristige Trends und ihre Bedeutung für den Immobilienmarkt“, empirica-Studie im Auftrag der Bayerischen Landesbank AG, München, 2009.

⁵ Vahlenkamp, T. (s.o.).

⁶ Institut Wohnen und Umwelt, „Wirtschaftlichkeit energiesparender Maßnahmen für die selbstgenutzte Immobilie und den vermieteten Bestand“, Bericht im Auftrag der Bundesvereinigung Spitzenverbände der Immobilienwirtschaft (BSI), Darmstadt, 2008. http://www.bsi-web.de/download/080623_BSI_Bericht_und_Bewertung.pdf sowie http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/Wirtschaftlichkeit_EnEV_Bestand.pdf.

⁷ Deutscher Verband für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung e.V., „Die Klimaschutzpolitik der Bundesregierung und der Europäischen Union – Auswirkungen auf die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft – Handlungsempfehlungen der Kommission“, Kommissionsbericht, Berlin, 2009. www.deutscher-verband2.org/cms/fileadmin/medias/PDF_Verband/DV_Kommissionsbericht_Klimaschutzpolitik_kurz_end_01.pdf.

⁸ Mithilfe von KfW-Krediten aus dem CO₂-Sanierungsprogramm wurden in Berlin 2007 rund 0,6% des Wohnungsbestandes zumindest teilweise im Rahmen der Maßnahmenpakete der KfW saniert.

⁹ Friedrich, M. (s.o.).

höher liegen dürfte als die betriebswirtschaftliche Rentabilität. Zentrales Ziel der energetischen Sanierung von Wohngebäuden ist der Schutz des Weltklimas durch die Reduzierung des Kohlendioxidausstoßes. Die volkswirtschaftlichen Erträge eines geringeren Kohlendioxidausstoßes durch die Sanierung eines Gebäudes sind aber zum einen kaum zu beziffern, zum anderen verteilen sie sich weltweit und sind für den einzelnen Investor praktisch Null. Die Wirtschaftlichkeit der energetischen Sanierung ist daher von vornherein eingeschränkt, da das Hauptziel nicht zur Refinanzierung der Investition beiträgt.

Die vorliegende Studie untersucht die Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen im Berliner Mietwohnungsbestand. Sie ist in zwei Abschnitte gegliedert. In einem ersten Abschnitt werden zunächst mit groben Faustrechnungen die Dimensionen verschiedener Ertragsbeiträge (gesparte Energiekosten, steuerliche Subventionen, Erhöhung der Warmmieten im Rahmen der Wohnwerterhöhung) abgeschätzt. Diese Berechnungen dienen dem Ziel, die Suche nach der Wirtschaftlichkeit einzugrenzen. Es zeigt sich, dass die eingesparten Energiekosten allein niemals ausreichen, die Investitionen zu refinanzieren. Weitere Ertragsquellen müssen hinzugezogen werden. Diskutiert werden:

- steuerliche Förderung durch die Absetzbarkeit der Investitionen als Werbungskosten;
- Mieterhöhungen im angemessenen Verhältnis zur Wohnwerterhöhung durch die energetische Sanierung;
- Möglichkeiten weiterer Mieterhöhungen in Bestandsverträgen;
- Leerstandsreduktion;
- Mieterhöhungen durch Mieteraustausch und
- Verminderung der Kosten durch Instandhaltungsaufwendungen.

Im Ergebnis liegt ein Vorschlag für ein Berechnungsverfahren vor, das als Grundlage für eine Beurteilung von typischen Investitionsvorhaben dienen kann. Das Berechnungsverfahren ist zudem durch seinen Aufbau in Stufen transparent genug, um auch die Auswirkungen und Belastungen der Eigentümer und Mieter in den einzelnen Fällen abschätzen zu können.

In einem zweiten Schritt erfolgt dann die Anwendung dieses Berechnungsverfahrens. Es werden sowohl die Kosten als auch die Erträge verschiedener energetischer Maßnahmen in verschiedenen Gebäuden und in verschiedenen Gebietstypen sehr detailliert berechnet. Die Ergebnisse werden in übersichtlichen Tabellen dargestellt, aus denen schnell abzulesen ist, unter welchen Voraussetzungen welche Maßnahme in die Wirtschaftlichkeit führen können.

Im Rahmen der Studie wurden eine Reihe von Wohnungseigentübertypen (WEG-Eigentümer, Einzel-eigentümer von Gebäuden, Wohnungsgenossenschaften, kommunale und private Wohnungsgesellschaften) befragt, die im Grundsatz die Herangehensweise und auch die Ergebnisse bestätigen. Vereinzelt werden aber auch anders strukturierte Wirtschaftlichkeitsüberlegungen angestellt. Einige Ei-

gentümer gehen beispielsweise von einem erheblichen Anstieg der Heizkosten aus, ohne aber den Anstieg zu beziffern oder ein Verfahren zu skizzieren, wie die zukünftigen Energiepreisteigerungen dem Eigentümer zugute kommen können. Vereinzelt wird auch argumentiert, dass zukünftig Mieter aus ökologischen Gründen bereit sein werden, deutliche Mietsteigerungen in Kauf zu nehmen oder dass energetisch ungünstige Wohnungen bereits in naher Zukunft nicht mehr vermietbar sein werden. Allen befragten Eigentümern mit anders strukturierten Wirtschaftlichkeitsüberlegungen ist gemein, dass sie noch keine energetischen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt haben, sondern sich bestenfalls in einem frühen Planungsstadium befinden.

2. Grobrechnungen zur Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen

2.1 Fall 0: „Wohnkostenneutrale Sanierung“ bzw. Selbstnutzer in WEG

Die „Einnahmen“ aus einer energetischen Sanierung sind zunächst die gesparten Energiekosten bewertet zu Marktpreisen. Bei selbstgenutzten Wohnungen sind im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung diese ersparten Energiekosten den Investitionskosten gegenüber zu stellen. Nach unserer Auffassung ist es dieser Fall („Eingesparte Energiekosten refinanzieren die Investitionen“), den die Öffentlichkeit vor Augen hat, wenn die Wirtschaftlichkeit von Energiesparinvestitionen diskutiert wird. Dieser Fall entspricht dem des Selbstnutzers.

Die Größenordnung des durch die Energieeinsparungen finanzierbaren Investitionsvolumens lässt sich in etwa abschätzen. Ausweislich der im Rahmen des Berliner Mietspiegels veröffentlichten Betriebskostenübersicht zahlten im Jahre 2007 die dort erfassten Mieterhaushalte¹⁰ im Mittel 0,72 €/m²/Monat an Heizkosten. Unterstellt man, dass eine energetische Sanierung in der Lage ist, die Heizkosten um (sehr hohe) 50 % zu senken, so betragen die heutigen monatlichen eingesparten Energiekosten 0,36 €/m².¹¹ Damit könnte – unter den Annahmen: 5 % nominale Kapitalverzinsung, 2,5 % nominale Energiepreisteigerungen, 25 Jahre Lebensdauer – eine Investition von rund 82 €/m² finanziert werden.

Diese Größenordnung zeigt, angesichts üblicher Sanierungskosten von 300 €/m² bis 500 €/m² für eine Gesamtsanierung (vgl. Anhang), dass eine energetische Sanierung im Berliner Geschosswohnungsbestand im Mittel nicht aus den Energieeinsparungen zu refinanzieren ist. Die Ursache für diese sehr eindeutige Aussage ist letztlich der bereits geringe Heizenergieverbrauch in den Berliner Geschosswohnungen, die wiederum u.a. eine Folge der hohen Bebauungsdichte, aber auch der bereits erfolgten Sanierungsmaßnahmen ist. Vor diesem Hintergrund wird für die Feinrechnungen nicht mehr von dem

¹⁰ Mieterhaushalte in ungeförderten Geschosswohnungen.

¹¹ Berücksichtigt wurde ein Anstieg der Heizkosten um nominal 2,5 % p.a. oder real 1 %. Für eine ausführliche Begründung dieses Wertes, siehe Simons, H. et al., „Deutschland bis 2040 – Langfristige Trends und ihre Bedeutung für den Immobilienmarkt“, empirica-Studie im Auftrag der Bayerischen Landesbank, München, 2009.
www.bayernlb.de/internet/de/kunden/Immobilien/immobilienmarkt2040/immobilienmarkt2040.html.

„mittleren“ Berliner Wohnhaus ausgegangen, sondern von un- oder teilsanierten Gebäuden, die tendenziell eine schlechtere Energiebilanz aufweisen als das mittlere Gebäude.

2.2 Fall 1: Warmmietenneutrale Sanierung bei Mietwohnungen

Die direkte Übertragung des Selbstnutzerfalls auf Mietwohnungen, d.h. „Eingesparte Energiekosten = Refinanzierung der Investition“, wird derzeit durch das Mietrecht behindert. Das Mietrecht erlaubt zwar mit der Modernisierungsumlage jährlich maximal 11 % der anrechenbaren Investitionskosten auf die Miete umzulegen und diese Summe dürfte in aller Regel ausreichen, um die Erhöhung der Kaltmiete um die gesparten Energiekosten abzudecken. Bei steigenden Energiekosten ist es aber nicht möglich, den Sparvorteil der Mieter in den Folgejahren über weitere Kaltmietenerhöhungen dem Eigentümer zukommen zu lassen, das Gesetz schließt weitere Kaltmietenerhöhungen in den nächsten Jahren explizit aus und erklärt davon abweichende Verträge für ungültig. Im Ergebnis ist es nicht möglich, dass Vermieter und Mieter eine „Warmmietenneutrale Modernisierungsvereinbarung“ schließen, die dem Eigentümer in jedem Jahr die eingesparten Energiekosten zufließen lässt und den Mieter weder belastet noch begünstigt. In der Kalkulation des Eigentümers führt dies dazu, dass steigende Energiepreise unberücksichtigt bleiben müssen. Zukünftig steigende Energiekosten verbessern die Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen im Mietwohnungsbestand daher nicht. Entsprechend beträgt das maximal wirtschaftliche Investitionsvolumen nur noch 64 €/m².

Exkurs: Umsetzungsprobleme einer warmmietenneutralen Modernisierungsvereinbarung

Im Koalitionsvertrag der CDU-FDP-Bundesregierung für die 17. Legislaturperiode (2009-2013) wurde formuliert, dass „die Hürden im Mietrecht für eine energetische Sanierung zum gemeinsamen Vorteil von Eigentümern und Mietern gesenkt werden“. Abgesehen davon, dass der gemeinsame Vorteil – wie die Beispielrechnung zeigt – gering bzw. nicht vorhanden ist, dürften in der praktischen Umsetzung noch eine Reihe erheblicher Probleme zu lösen sein:

- *Glaubwürdigkeitsproblem: Selbst wenn gegeben wäre, dass die energetische Sanierung sich warmmietenneutral bewerkstelligen ließe, so müsste der Mieter vor Abschluss einer entsprechenden „Warmmietenneutralen Modernisierungsvereinbarung“ dem Vermieter die vorgelegte Kalkulation glauben. Die interviewten Vermieter betonten allerdings, dass in aller Regel ein hohes Misstrauen der Mieter gegenüber den Vermietern vorherrscht und kaum ein Mieter entsprechenden Kalkulationen vertrauen dürfte („Ich habe es noch nie erlebt, dass ein Mieter gesagt hätte: Toll, ich freue mich, dass Sie energetisch sanieren“). Möglicherweise zu recht: Vermieter mit Sanierungserfahrung haben wiederholt betont, dass die tatsächlich eingesparten Energiekosten in aller Regel geringer sind, als die z.B. im Rahmen der Ausstellung der Energieausweise prognostizierten Einsparungen.*
- *Kalte und warme Winter/Volatilität der Energiepreise: Selbst bei im Prinzip korrekter ex ante Ermittlung der Energieeinsparungen durch eine energetische Sanierung bestehen eine Reihe von*

Gründen (unterschiedlich strenge Winter, volatile Energiepreise, Änderung der Haushaltsstruktur, Änderung der Heizgewohnheiten), warum die Heizkosten höher ausfallen können. Gerichtsfeste warmmietenneutrale Modernisierungsvereinbarungen sind damit praktisch unmöglich.

- *Zurechenbarkeit: Der Austausch von Gasetagenheizungen durch zentrale Heizsysteme reduziert i.d.R. den Energieverbrauch. Damit einher geht allerdings der Verzicht auf eine vollständige Zurechnung der Heizkosten, da bei zentralen Heizsystemen zwischen 30 % und 50 % der Heizkosten über die beheizte Fläche umgelegt werden. Damit sinkt zum einen der Anreiz zum Energiesparen, zum anderen können bei einzelnen Haushalten, die bislang sehr sparsam geheizt haben, die Heizkosten trotz Sanierung auch steigen.*

Im Ergebnis wäre selbst bei einer möglichen warmmietenneutralen Sanierung, die Warmmietenneutralität nur im Durchschnitt, nicht aber für jeden Haushalt in jedem Jahr möglich. Gerichtsfeste gesetzliche Grundlagen fehlen hierfür bislang, die verhindern müssen, dass das Risiko steigender Heizkosten vom Eigentümer übernommen werden muss. Die weiteren Berechnungen gehen daher davon aus, dass das Mieter-Investoren-Dilemma bestehen bleibt.

2.3 Fall 2: Zusätzliche Erträge durch Einkommensteuer/Körperschaftsteuer

Die Aufwendungen für die energetische Sanierung können grundsätzlich steuerlich geltend gemacht werden. Soweit sie als (nachträglicher) Herstellungsaufwand gewertet werden, können sie nur linear mit 2 % jährlich abgeschrieben werden. Angesichts einer technischen Lebensdauer, die zwar abhängig von den gewählten Maßnahmen ist, aber in der Regel kürzer als 50 Jahren sein dürfte, ist damit keine Subvention verbunden. Entsprechend verbessert sich die Nach-Steuer-Wirtschaftlichkeit der energetischen Sanierung nicht. Wirtschaftlich könnten daher nur 64 €/m² investiert werden, falls damit eine Energieeinsparung von 50 % einhergehen kann.

In der Regel können allerdings energetische Sanierungsmaßnahmen als Erhaltungsaufwand (bzw. Werbungskosten) geltend gemacht und sofort vollständig abgeschrieben werden. Wird von einem Grenzsteuersatz von 35 % für natürliche Personen ausgegangen, erhöht sich die maximal investierbare Summe auf 99 €/m² – falls andere steuerpflichtige Einkünfte vorhanden sind. Wohnungsunternehmen und Genossenschaften mit einem Körperschaftsteuersatz von 15 % können dann 76 €/m² wirtschaftlich investieren – ebenfalls unter der Voraussetzung, dass positive steuerpflichtige Einkünfte vorhanden sind.

2.4 Fall 3: Zusätzliche Erträge durch Erhöhung der Miete im Verhältnis zur Wohnwertsteigerung

Die beiden vorgenannten Fälle unterstellten jeweils, dass sich die Warmmiete für den Mieter nicht erhöht („Warmmietenneutralität“). Unter bestimmten Bedingungen ist aber eine Erhöhung der Warmmiete möglich, sodass der Mieter die Investition zum Teil mitfinanziert.

So kann eine rein energetische Sanierung auch zu einer begrenzten Erhöhung des Wohnwertes führen, für die die Mieter u.U. bereit sein könnten einen etwas erhöhten Mietzins zu zahlen, z.B.

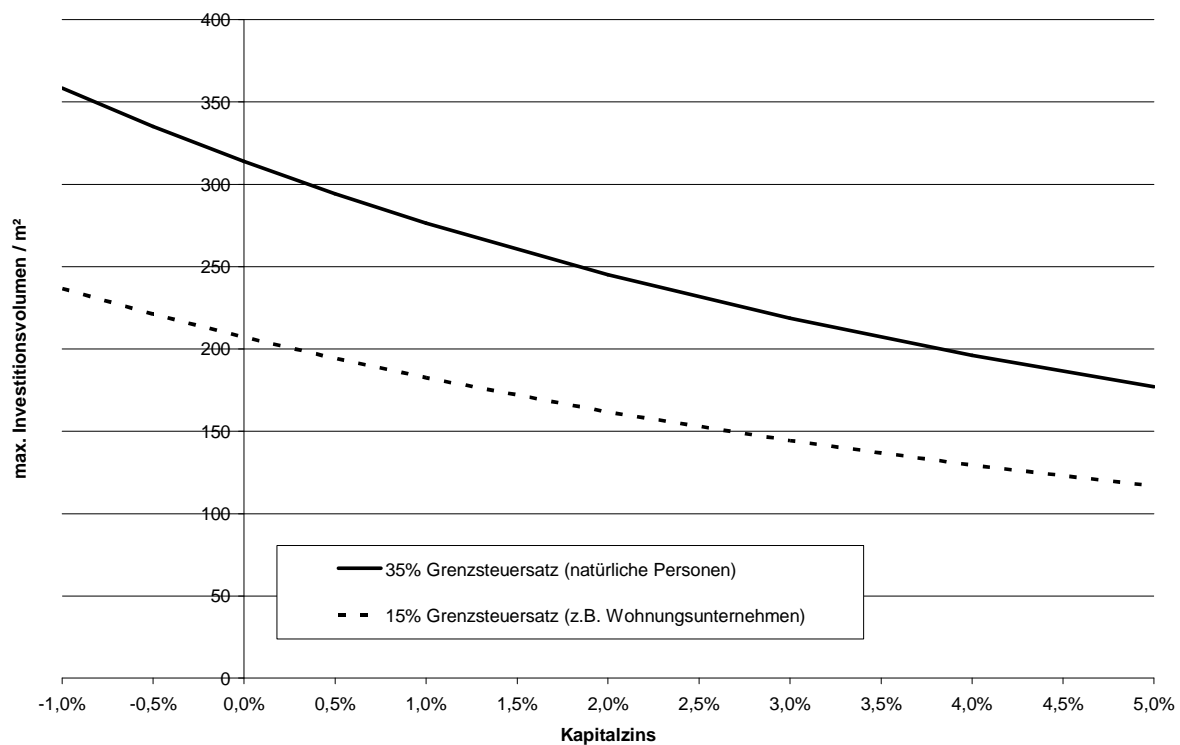
- Austausch zugiger Altbau Fenster durch moderne Fenster
- Dämmung der Kellerdecke, keine Fußkälte mehr in unterster Wohnung
- Dämmung der Außenwände, geringere Strahlungskälte in den Wohnräumen.

Als Anhaltswert für die zusätzliche Zahlungsbereitschaft der Mieter soll hier der Mietspiegel herangezogen werden. Der Mietspiegel Berlin erfasst u.a. einfachverglaste Fenster als wohnwertminderndes Merkmal. Durch den Austausch der Fenster wird aus einem wohnwertmindernden Merkmal (Einfachverglasung) ein wohnwerterhöhendes Merkmal (Isolierverglasung). Die ortsübliche Miete kann dann um 20 % der Differenz vom unteren Spannenwert zum Mittelwert sowie um 20 % der Differenz vom Mittelwert zum oberen Spannenwert erhöht werden. Sind 0,80 €/m² jeweilige Differenz gegeben (d.h. 1,60 € zwischen unterem und oberem Spannenwert) ergibt dies 0,32 €/m². Dieser Wert ist nicht nur als Ausgleich für den höheren Wohnwert, sondern auch für geringere Heizkosten anzusehen, der aber in dieser Berechnung bereits berücksichtigt wurde. Als dem Wohnwert angemessene Mieterhöhung setzen wir daher 0,15 €/m² für neue Fenster an. Für eine Gesamtsanierung inkl. Dämmung der Außenwände und Kellerdecke setzen wir insgesamt 0,30 €/m² an. Unter Berücksichtigung von 0,38 €/m² Energiekosteneinsparung und einem Grenzsteuersatz von 35 % erhöht sich die Maximal investierbare Summe auf 177 €/m² (135 €/m² bei 15 % Grenzsteuersatz). Auch diese Summe dürfte in der Regel noch nicht ausreichen, um ein Gebäude vollständig energetisch zu sanieren.

2.5 Fall 4: Zinsgünstige Kredite

Bislang wurde von einer Kapitalverzinsung von 5 % ausgegangen. Wird von einer geringeren Kapitalverzinsung ausgegangen, so erhöht sich die maximal investierbare Summe. Abbildung 1 zeigt unter den bisherigen Annahmen (Erhöhung der Kaltmiete um Heizkostenersparnis und Wohnwertsteigerung, 35 % bzw. 15 % Grenzsteuersatz), wie eine niedrigere Kapitalverzinsung die maximal investierbare Summe erhöht.

Abbildung 1: Zinsniveau und Investitionsvolumen



Quelle: eigene Berechnung

empirica

Die Berechnungen zeigen eindrücklich, dass nur bei sehr geringen Kapitalkosten realistische Investitionssummen finanzierbar sind. Die Kapitalverzinsung bezieht sich hierbei auf die Gesamtkapitalverzinsung, nicht auf eine etwaige Eigenkapitalrentabilität. Die Gesamtkapitalverzinsung ist durch geeignete Kombinationen von Fremd- und Eigenkapital erreichbar. Für die folgenden Berechnungen (Fall 5 bis 8) wird von einer Gesamtkapitalrentabilität von 3 % ausgegangen. Diese ist z.B. durch einen Fremdkapitalanteil von 80 %, einen Fremdkapitalzinssatz von 2,5 % und eine Eigenkapitalrentabilität von 5 % oder andere Kombinationen erreichbar.

2.6 Fall 5: Zusätzliche Erträge durch Erhöhung der Miete

Im komplizierten Mietwohnungsmarkt mit seinen ineinandergreifenden Markt- und gesetzlichen Regeln ist es möglich, dass die Miete stärker erhöht wird als der Wohnwert und die Energieeinsparungen. Nach § 559 BGB kann die Kaltmiete in bestehenden Mietverträgen dauerhaft um jährlich 11 % der Modernisierungskosten – bereinigt um Instandhaltungskosten sowie öffentliche Subventionen außerhalb der Einkommensteuer – erhöht werden, d.h. jeder eingesetzte Euro hat sich nach neun Jahren amortisiert. Zunächst einmal ist damit jede beliebig teure energetische Sanierung wirtschaftlich (Gesamtkapitalrentabilität nach 25 Jahren: ~10 %).

Allerdings verfügt das Mietrecht, dass weitere Mieterhöhungen unzulässig sind, sofern die erhöhte Miete höher als die ortsübliche Miete (oberer Spannenwert) ist. Im Falle steigender ortsüblicher Mie-

ten reduziert sich damit der Aufschlag auf die ohne Modernisierung angemessene Miete sukzessive bis die modernisierungsbedingt erhöhte Miete wieder der ortsüblichen Miete entspricht. Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme ist damit auch rechtlich abhängig von der Entwicklung der ortsüblichen Vergleichsmiete. Dabei gilt: die Wirtschaftlichkeit der energetischen Sanierung ist umso geringer je stärker die ortsübliche Vergleichsmiete steigt. In der Umkehrung gilt grundsätzlich auch, dass die Wirtschaftlichkeit einer energetischen Sanierungsmaßnahme steigt, wenn die ortsübliche Vergleichsmiete sinkt. Rechtlich betrachtet könnte sich der Vermieter in diesem Falle durch die energetische Sanierung einen dauerhaften Aufschlag auf die Kaltmiete sichern.

Diese rechtliche Sichtweise vernachlässigt allerdings die Marktseite, d.h. welche Mieterhöhungen sich überhaupt durchsetzen lassen. Wird mit der Modernisierungsumlage die Miete zu stark erhöht, ohne dass dies vom Mieter goutiert wird, kann der Mieter kündigen oder mit Kündigung drohen. Dies kann in Einzelfällen sogar ein Nebenziel des Eigentümers sein („Verdrängungsmodernisierung“), in der Regel dürfte der Eigentümer allerdings nur ein Interesse an einer möglichst hohen Miete haben, unabhängig davon, wer sie zahlt.

Im Ergebnis sind viele Fallkonstellationen möglich, abhängig von der aktuellen Miete, der Neuvertragsmiete und der Vergleichsmiete des Mietspiegels. Diese werden im Folgenden dargestellt. In allen Fällen gilt, dass die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit durch eine Mieterhöhung eine Belastung der Mieter darstellt, die nicht durch Energieeinsparungen (vgl. Fall 0 oder 1) oder Wohnwerterhöhungen (vgl. Fall 3) gerechtfertigt werden kann. In allen Fällen gilt zudem, dass die Mieterhöhungen im Rahmen der rechtlichen Möglichkeiten nach §559 BGB bleiben.

2.6.1 Aktuelle Miete = Neuvertragsmiete

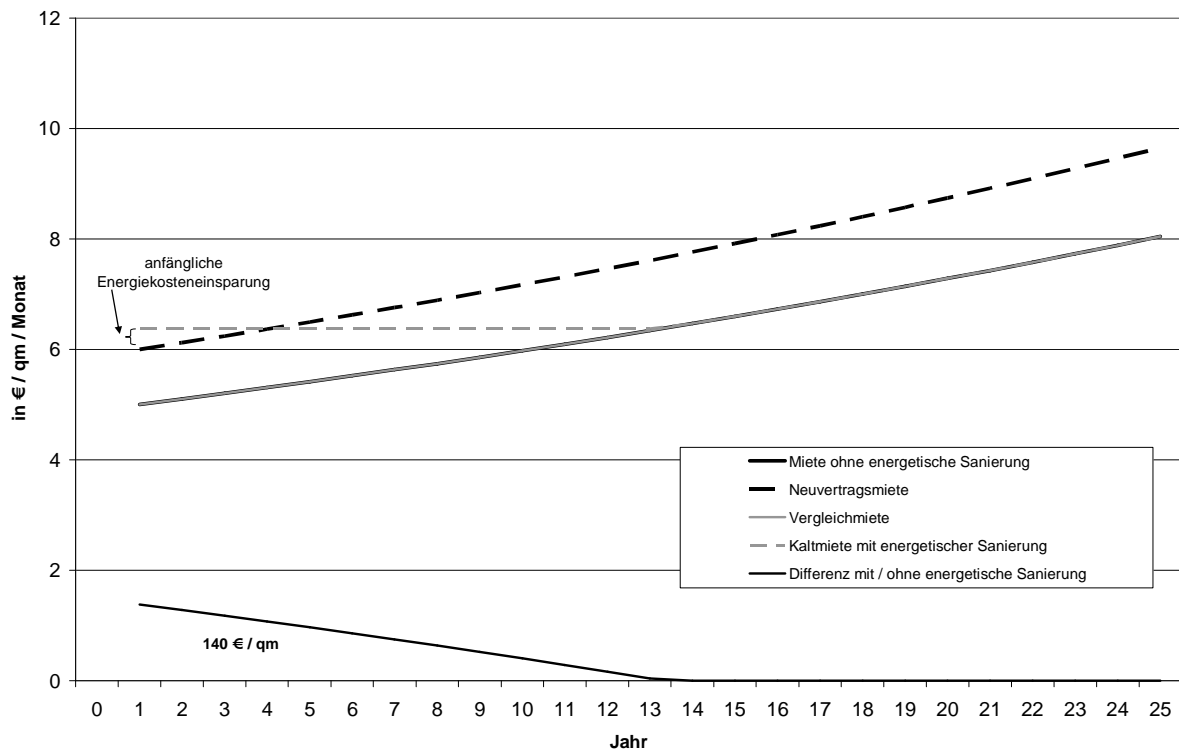
Erzielt der Eigentümer bereits eine Miete vergleichbar zur aktuell üblichen Neuvertragsmiete, kann er die Modernisierungsumlage nicht durchsetzen. Voraussetzung eines Ertragsbeitrags durch Mietsteigerung ist daher eine Miete, die aktuell niedriger als die Neuvertragsmiete ist.

2.6.2 Aktuelle Miete = Mietspiegelmiete

Hier wird angenommen, dass die aktuelle Miete (nur) der Vergleichsmiete aus dem Mietspiegel (oberer Spannenwert) entspricht. Um die Größenordnungen zu ermitteln, wird von folgenden Werten ausgegangen: die Neuvertragsmiete soll bei 6 €/m² liegen, der obere Spannenwert des Mietspiegels bei 5 €/m². Beide Mieten steigen mit 2 % p.a., d.h. die Neuvertragsmiete ist stets höher als der obere Spannenwert des Mietspiegels. Für eine graphische Darstellung siehe Abbildung 2. Ohne energetische Sanierung würde der Vermieter die Miete jährlich im Rahmen des Mietspiegels erhöhen, sodass die geforderte Miete stets identisch zur Mietspiegelmiete ist. Mit energetischer Sanierung erzielt der Eigentümer zunächst einen höheren Mieterlös, der aufgrund des Anstiegs des Mietspiegels sukzessive sinkt und nach 13 Jahren verschwindet. Insgesamt kann ein Eigentümer in diesem Falle (3 % Gesamt-

kapitalverzinsung, 35 % Grenzsteuersatz) 153 €/m² investieren, falls er über andere positive steuerpflichtige Einkünfte mit einem Grenzsteuersatz von 35 % verfügt (bei 15 % Grenzsteuersatz: 117 €/m²). Dabei wurde unterstellt, dass der Mieter bereit ist, eine Miete zu entrichten, die um die anfängliche Heizkostensparnis höher ist als die Neuvertragsmiete. Wieder hat die zukünftige Energiepreisentwicklung keine Auswirkungen auf das Ergebnis.

Abbildung 2: Mieterhöhung über Mietspiegelmiete und steigende Neuvertragsmiete

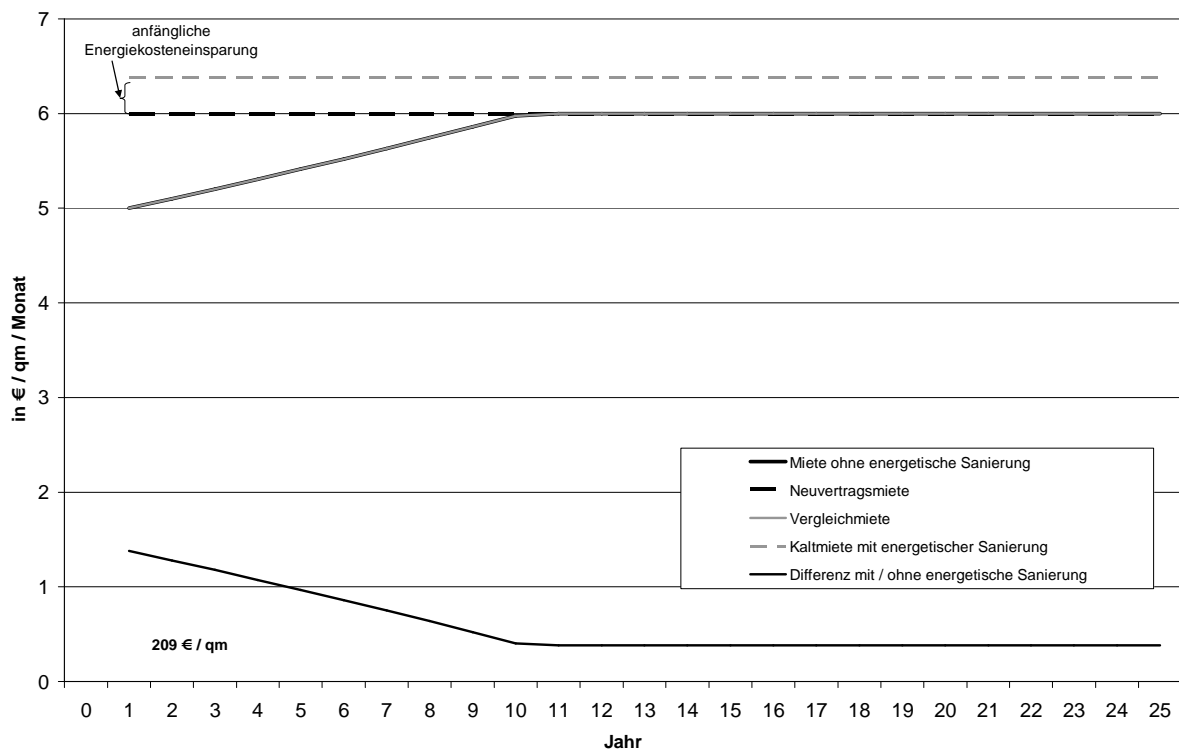


Quelle: eigene Berechnung

empirica

Etwas höher ist die wirtschaftlich investierbare Summe wenn die Neuvertragsmiete konstant ist. In diesem Fall verschwindet der Mietaufschlag durch die Modernisierungumlage nicht vollständig, allerdings muss sich bei einer konstanten Neuvertragsmiete die Mietspiegelmiete langsam an die Neuvertragsmiete angleichen. Basis des Mietspiegels sind Mietverträge, die in den letzten vier Jahren geschlossen wurden. Eine dauerhaft niedrigere Mietspiegelmiete im Vergleich zu den Neuvertragsmieten ist unmöglich, wenn die Neuvertragsmieten nicht steigen. Wir unterstellen daher einen Anstieg der Mietspiegelmiete von 2 % p.a. In diesem Fall kann unter den gegebenen Annahmen eine Summe von 209 €/m² wirtschaftlich investiert werden. Wiederum ist die zukünftige Entwicklung der Energiepreise irrelevant für das Ergebnis.

Abbildung 3: Mieterhöhung über Mietspiegelmiete und konstante Neuvertragsmiete



Quelle: eigene Berechnung

empirica

Die höchste investierbare Summe würde erreicht werden, wenn die Mietspiegelmiete nicht steigt. Da aber die Mietspiegelmiete unterhalb der Neuvermietungsmiete liegen muss (Vgl. 2.6.1), ist dieser Fall nicht möglich. Wenn die Neuvertragsmiete oberhalb der Mietspiegelmiete liegt, dann muss die Mietspiegelmiete steigen. Nur im Übergang von einem Markt mit zunächst steigenden Mieten zu sinkenden Mieten, kann vorübergehend die Mietspiegelmiete scheinbar konstant sein.

2.6.3 Aktuelle Miete unter Mietspiegelmiete

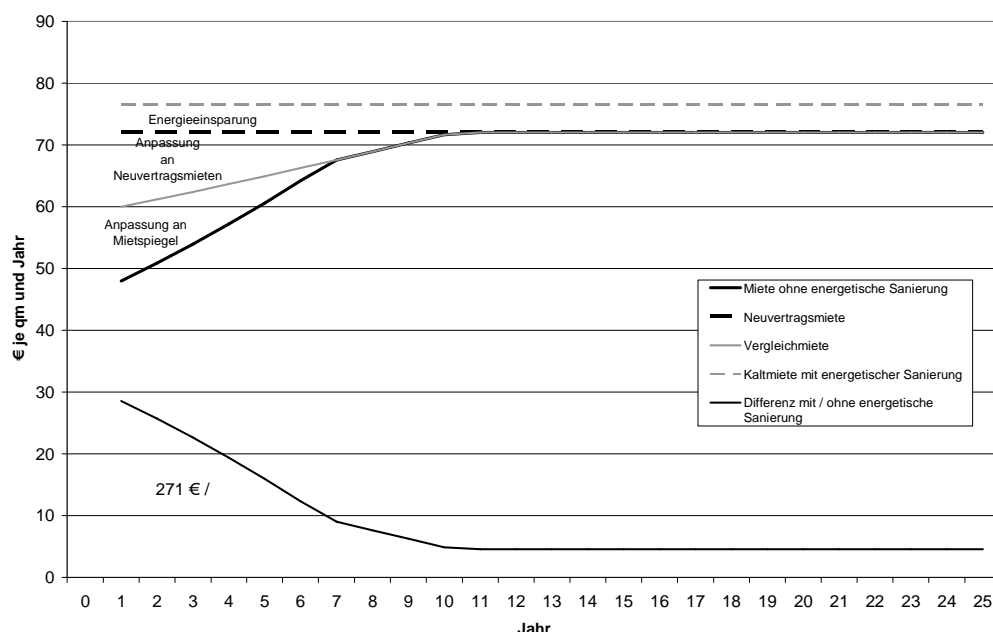
Bislang hat der Eigentümer das Ertragspotenzial seiner Immobilie nicht voll ausgenutzt, warum auch immer. Jetzt allerdings soll – z.B. nach einem Eigentümerwechsel – das Ertragspotenzial voll ausgenutzt werden. Um die maximalen Größenordnungen abzugreifen, wird von folgenden Werten ausgegangen. Die Neuvertragsmiete soll bei 6 €/m² liegen, der obere Spannenwert des Mietspiegels bei 5 €/m² und die aktuell gezahlte Miete bei 4 €/m². Der (neue) Eigentümer wird zunächst die Kaltmieten im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten erhöhen, d.h. 20 % über drei Jahre oder 6 % pro Jahr bis die Vergleichsmiete erreicht ist. Die Frage ist, ob durch eine energetische Sanierung, das Ertragspotenzial nochmals gesteigert werden kann, indem die Mieten über eine Modernisierungsumlage weiter und schneller erhöht werden, d.h. die Kaltmiete auf die Höhe der Neuvertragsmiete zzgl. der einge-

sparten Energiekosten erhöht. Wiederum wird unterstellt, dass der Mieter eine anfängliche Kaltmiete hinnimmt, die höher als vergleichbare Kaltmieten ist, wenn die Warmmieten identisch sind.¹²

Die Wirtschaftlichkeit ist in diesem Falle abhängig von der allgemeinen Mietentwicklung, d.h. über welchen Zeitraum die per Modernisierungumlage erhöhte Miete oberhalb der laut Mietspiegel ortsüblichen Vergleichsmiete liegt. Grundsätzlich sind drei Fälle zu unterscheiden:

1. (Nominal) konstantes Neuvermietungsniveau. Der Vermieter wird zunächst schnellstmöglich die Bestandsmieten auf die Vergleichsmiete erhöhen. Da der obere Spannenwert des Mietspiegels unterhalb der (konstanten) Neuvertragsmieten liegt, muss in der Folgezeit der obere Spannenwert des Mietspiegels steigen. Wir gehen von einem sehr langsamen Anstieg von 2 % des oberen Spannenwert des Mietspiegels aus, da die Neuvertragsmieten annahmegemäß konstant sind, d.h. der Mietwohnungsmarkt in dieser Lage zwar ausgeglichen ist, aber die Mietspiegelmiete noch nicht dem Neuvermietungsniveau entspricht. Ohne energetische Sanierung kann der Eigentümer die Kaltmiete innerhalb von 7 Jahren auf die Vergleichsmiete erhöhen. Falls er allerdings energetisch saniert, kann der (neue) Eigentümer über eine Modernisierungumlage sofort die Miete um 2 €/m² plus Energieeinsparung auf die Neuvertragsmieten erhöhen. Für den obigen Fall (steuerlicher Instandhaltungsanteil: 30 %, Grenzsteuersatz: 35 %, 0,38 €/m² anfängliche Energiekosteneinsparung) wäre dies wirtschaftlich, wenn er höchstens 174 €/m² für die energetische Sanierung investieren muss.

Abbildung 4: „Nachholende Mieterhöhung und konstante Neuvertragsmiete“



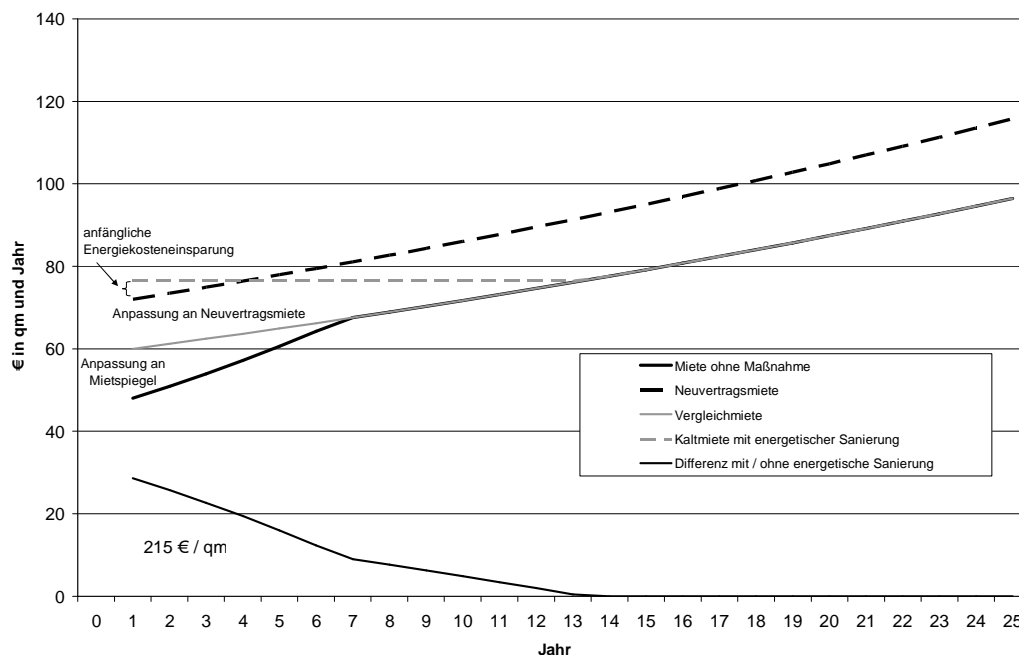
Quelle: eigene Berechnung

empirica

¹² Die Miete kann dann bereits im Bereich des Mietwuchers sein, wenn die eingesparten und aufgeschlagenen Energiekosten über den Zuschlägen für energetische Sanierung des Mietspiegels liegen.

2. (Nominal) steigendes Neuvermietungsniveau: Der (neue) Vermieter versucht, die bislang zurückgebliebene Miete so schnell wie möglich zu erhöhen. Wiederum stellt er sich die Frage, ob dies mit einer Modernisierungsumlage einer energetischen Sanierung schneller gehen könnte. Es wird von einem langsamen 2 %-Anstieg der Neuvertrags- sowie der Mietspiegelmiete ausgegangen. Die Mieter kündigen nicht, solange die Warmmiete vergleichbar ist mit der ortsüblichen Warmmiete. In diesem Fall kann der Eigentümer 215 €/m² investieren. Der im Vergleich zum vorgenannten Fall (konstante Neuvertragsmiete) niedrigere Wert entsteht durch den mit dem steigenden Mietspiegel sukzessive sinkenden Energieeinsparungsaufschlag auf die Kaltmiete.

Abbildung 5: Mietverlaufsmodell „nachholende Mieterhöhung und sinkende Neuvertragsmiete“



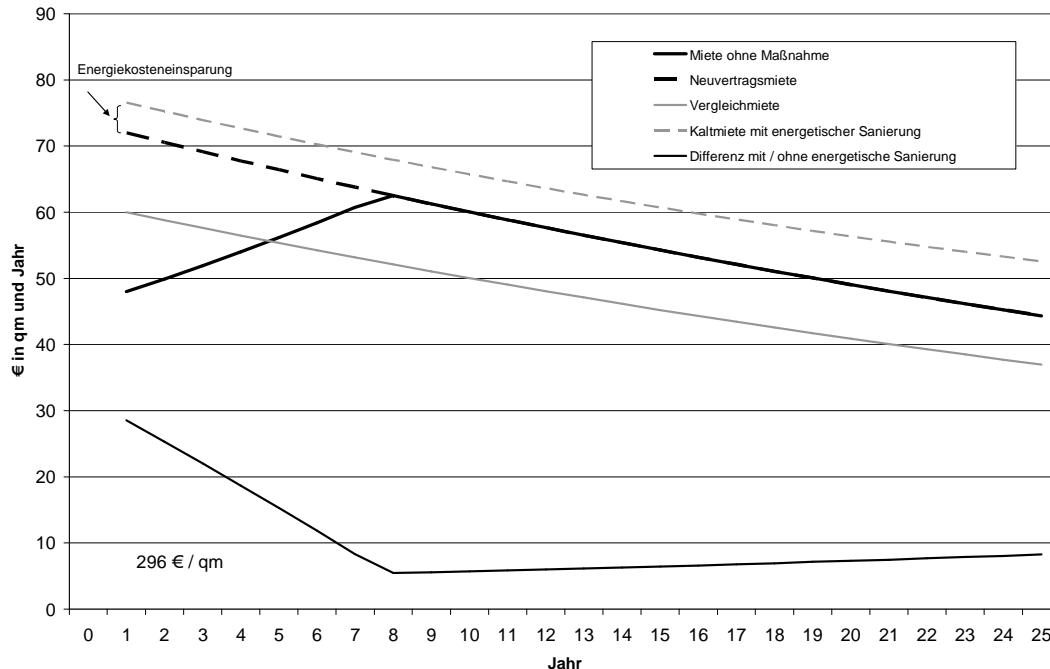
Quelle: eigene Berechnung

empirica

3. (Nominal) sinkendes Neuvermietungsniveau. Auch in diesem Fall kann der Eigentümer die Miete zunächst mit einer Modernisierungsumlage um 2 €/m² plus Energiekosteneinsparung erhöhen. Aufgrund der sinkenden Neuvertragsmieten hat der Eigentümer rein rechtlich die Möglichkeit, dauerhaft die Kosten der Sanierung mit der Modernisierungsumlage zu refinanzieren. Durch die sinkenden Neuvertragsmieten würden aber die Bestandsmieten plus Modernisierungsumlage bald die Neuvertragsmieten plus Energieeinsparung übersteigen und der Vermieter muss mit Kündigungen bzw. Kündigungsdrohungen rechnen und seine Miete nach unten anpassen. Gegeben die Neuvertragsmieten sinken um 2 % pro Jahr, kann er 296 €/m² wirtschaftlich investieren. Dies ist der einzige Fall, in dem sich die Wirtschaftlichkeit durch steigende Energiepreise erhöht. Allerdings dürfte die Voraussetzung für nominal sinkende Neuvertragsmieten ein hoher und steigender Leerstand in der Region sein, so dass die langfristige Vermietbarkeit der Wohnungen nicht gewährleistet ist. Rationale Vermieter werden kaum bereit sein in Wohnungen zu investieren, deren

Vermietbarkeit nicht zu erwarten ist. Zur Diskussion „Leerstandsreduktion durch energetische Sanierung“ (vgl. Kapitel 2.8).

Abbildung 6: Mietverlaufsmodell „nachholende Mieterhöhung und sinkende Neuvertragsmiete“



Quelle: eigene Berechnung

empirica

2.7 Fall 6: Energetische Sanierung mit Mieteraustausch („Luxusmodernisierung“)

Die vorherigen Fälle zeigen, dass eine energetische Sanierung i.d.R. nur dann zumindest in die Nähe der Wirtschaftlichkeit gelangt, wenn die Miete erhöht werden kann. Die deutlichsten Mieterhöhungen sind im Rahmen umfassender Modernisierungen erzielbar. Der typische Fall dürfte der eines Wohngebäudes mit deutlichem Substandard und sehr niedrigen (Bestands-) Mieten in einer grundsätzlich begehrten Lage sein, dass vollumfänglich saniert und modernisiert wird. Hier sind Mietsteigerungen von zwei oder drei Euro auf acht oder neun Euro durchaus möglich. In der Regel dürfte dies nur durch einen Mieterwechsel erreicht werden. Die Wirtschaftlichkeit solch einer umfassenden Sanierung, die auch energetische Komponenten enthält, kann in diesem Rahmen angesichts der erheblichen Unterschiede im Aufwand (Standardsanierung, Luxussanierung) nicht geprüft werden, dürfte aber in der Regel gegeben sein. Hierbei noch von einer energetischen Sanierung zu sprechen, wäre allerdings unangemessen.

2.8 Fall 7: Zusätzliche Erträge durch eine Reduzierung der Leerstände?

In Wohnungsmärkten mit strukturellem Leerstand, der über die übliche Fluktuationsreserve hinausgeht, kann – so wird argumentiert – der Leerstand durch eine energetische Sanierung gesenkt werden. Dies blendet allerdings aus, dass eine rein energetische Sanierung den Wohnwert einer Wohnung nur marginal erhöht (vgl. Kapitel 2.4) und insofern auch die Vermietungswahrscheinlichkeit nicht gesteigert werden kann.

Unabhängig von diesem Argument dürften die Ertragsbeiträge einer geringeren Leerstandsquote ohnehin gering sein. Die Leerstandsquote in Berlin ist etwas höher als im Bundesdurchschnitt, sodass die Leerstandsquote gar nicht deutlich durch eine energetische Sanierung sinken kann. Bei einer 5 % Leerstandsreduzierung und 5 €/m² Miete erhöhen sich die Erträge nur um 0,25 €/m², wirtschaftlich wären damit zusätzliche Sanierungskosten von 65 €/m² darstellbar.

Für den Gesamtmarkt Berlin gilt zudem, dass die Wohnungsnachfrage insgesamt gegeben ist und eine Leerstandsreduktion auf der einen Seite zu einem Anstieg der Leerstände an anderer Stelle führen muss. Im Ergebnis kann eine sanierungsbedingte Leerstandsreduktion nicht die Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen des Gesamtbestandes erhöhen.

2.9 Fall 8: Rechnerische Absenkung der Kosten durch „Sowieso“ Kosten/Instandhaltung

Häufig wird argumentiert, dass die Kosten der energetischen Sanierung nicht vollständig angesetzt werden dürften, da ein Teil der Kosten als Instandhaltungsaufwand ohnehin fällig gewesen wäre. Ein typisches Beispiel ist die Außenwanddämmung bei der das sowieso notwendige Neuverputzen der Außenwand sowie die Gerüstkosten von den Kosten der energetischen Sanierung abzuziehen wären. Dieses Argument ist richtig, zumindest falls der Eigentümer an einem Werterhalt des Gebäudes und nicht an einem möglichst hohen kurzfristigen Cash-Flow („Ausbrennen“) orientiert ist. Im Folgenden wird die Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen grob abgeschätzt.

Unterstellt man, dass ein funktionsuntüchtiger alter Heizkessel (z.B. Niedertemperaturkessel) ohnehin ausgetauscht werden muss, bedeutet dies, dass der bisherige Heizkessel einen Restwert von 0 € hat. Der Einbau eines sparsameren Brennwertkessels statt eines neuen Niedertemperaturkessels kostet dann kaum mehr mit der Folge, dass die zusätzlichen Kosten ebenfalls gering sind. Im Ergebnis ist der Einbau eines Brennwertkessels immer wirtschaftlich, wenn der alte Heizkessel funktionsuntüchtig ist. Ähnlich ist der Fall beim Austausch schadhafter, einfachverglaster Fenster durch Fenster mit Wärmeschutzverglasung.

Etwas ungünstiger ist die Dämmung der Außenwände (20 cm, bislang ungedämmt). Es wird wiederum davon ausgegangen, dass der Putz seine maximale Nutzungsdauer überschritten hat. Unsere Kalkulation geht beispielhaft von einem kleineren Mehrfamilienhaus mit 265 m² beheizbarer Wohnfläche aus (bei größeren Gebäuden sind die Energieeinsparungen pro Quadratmeter aufgrund des niedrigeren

Außenwand/Wohnflächenverhältnisses geringer) aus. Die gesamten Investitionskosten betragen in dieser Beispielrechnung gut 36.000 €, davon wären ohnehin rund 19.000 € fällig, sodass sich die Kosten der zusätzlichen Energiesparmaßnahmen auf nur rund 17.000 €³ oder 64 €/m² belaufen. Dies dürfte zumindest in der Nähe der Refinanzierungsmöglichkeiten sein, die sich über eingesparte Energie und wohnwertsteigernde Mieterhöhungen ergeben.

Bei der Dämmung der oberen Geschossdecke oder der Kellerdecke kann nicht von ohnehin anfallenden Instandhaltungskosten ausgegangen werden, da diese Bauteile i.d.R. nicht funktionsuntüchtig werden können.

Im Ergebnis können bei Berücksichtigung von Instandhaltungskosten einzelne energetische Sanierungsmaßnahmen wirtschaftlich sein, z.T. sind sie dann sogar zu sehr niedrigen zusätzlichen Kosten möglich. Allerdings setzt die Berücksichtigung von Instandhaltungskosten voraus, dass die bisherigen Bauteile funktionsuntüchtig sind. Bei einer technischen Lebensdauer von 30 Jahren, würde es entsprechend dauern, bis der Berliner Wohnungsbestand zumindest bei Fenstern, Außenwänden und Heizungskesseln energetisch saniert ist. Bei guter Pflege z.B. der Fenster kann zudem die technische Lebensdauer beträchtlich verlängert werden. Eine beschleunigte energetische Sanierung des Berliner Wohnungsbestandes ist damit nicht zu erreichen, dies ist nur möglich, wenn Bauteile ausgetauscht/saniert werden, die noch funktionstüchtig sind.

Insbesondere wird bei einer rechnerischen Verminderung der Investitionskosten um „Sowieso-Kosten“ nicht berücksichtigt, ob diese „Sowieso-Sanierung“ an sich wirtschaftlich ist. Davon kann aber nicht ausgegangen werden. Insbesondere in Regionen und Stadtvierteln mit geringer Wohnungsnachfrage und Kaufkraft, dürften häufig „Sowieso-Sanierungen“ unwirtschaftlich sein und somit unterbleiben. Dieses Problem wird erheblich verschärft durch die Energieeinsparverordnung (ENEV 09), die vorschreibt, dass bei erheblichen Veränderungen der Bauteile (z.B. großflächige Ausbesserungen am Außenputz) eine hochwertige energetische Sanierung der Bauteile durchgeführt werden muss. Dieses Investitionsgebot kann bei unwirtschaftlichen energetischen Sanierungsmaßnahmen dazu führen, dass Hauseigentümer z.B. ein eigentlich erforderliches Neuverputzen der Außenwände unterlassen. Dies wird insbesondere in Stadtvierteln mit geringen Mieten und unsicheren/negativen Mietaussichten der Fall sein, sodass zukünftig mit einem sichtbaren Sanierungsstau z.B. in Teilen des Weddings oder Teilen Neuköllns zu rechnen ist.

Wirtschaftlichkeitsberechnungen, die sich nur auf die maximal 3 % p.a.¹⁴ der Gebäude mit akutem Instandhaltungs- oder besser Instandsetzungsbedarf – ausgehend von einer Bauteilslebensdauer von 30

¹³ Datenbasis Energieberechnungsprogramm Hottgenroth Energieberater 7.0 Plus.

¹⁴ Vorliegende Schätzungen gehen von einer Sanierungsquote von 2,2 % p.a. bis 3 % p.a. aus, vgl. Friedrich, M. et al., „CO₂ Gebäudereport 2007“, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin, 2007. http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1032130/CO2-Gebaedudereport.pdf, S. 42. Oder Vahlenkamp, T., „Kosten und Potentiale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland – Sektorperspektive Gebäude“, McKinsey-Studie im Auftrag der BDI-Initiative Wirtschaft für Klimaschutz, 2007.

Jahren – beziehen, sind weder für die aktuelle öffentliche Debatte noch für die Beratung von Eigentümern mit „funktionierenden“ Gebäuden eine geeignete Informationsbasis. Ziel dieser Studie ist es, die Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen im gesamten Berliner Mietwohnungsbestand abzuschätzen, nicht nur auf solche mit Instandsetzungsbedarf. Daher wird ein Vollkostenansatz angewendet und die Kosten werden nicht rein rechnerisch um „Sowieso“-Kosten vermindert. Die Klimaschutzziele sind nicht erreichbar, wenn nur Gebäude energetisch saniert werden, die Instandsetzungsbedarf haben.

2.10 Zum weiteren Vorgehen: Stufenweise Berücksichtigung anderer Erträge

Die beispielhaften Grobrechnungen zur Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungen zeigen, dass energetische Sanierungen sich nicht aus den eingesparten Heizkosten refinanzieren lassen. Allenfalls bei extrem ineffizienten Wohnungen kann dies im Einzelfall möglich sein. Ursache dieses eindeutigen Ergebnisses ist die relativ hohe energetische Qualität des Berliner Mietwohnungsbestandes, der sich durch sehr hohe Dichten und entsprechend geringe Anteile an Außenwänden auszeichnet und in sehr niedrigen Heizkosten von im Mittel 0,76 €/m²/Monat äußert. Die Heizkosten sind schlicht zu gering, als dass durch (weitere) Einsparungen eine energetische Sanierung für sich genommen wirtschaftlich wird. Notwendig für eine Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen sind weitere Erträge.

Im zweiten Teil des Gutachtens werden daher stufenweise weitere Erträge berücksichtigt:

1. Energiekostensparnis. Dabei wird von Gebäuden im Urzustand ausgegangen. Bei älteren Gebäuden (Jahrhundertwende bzw. Vorkriegsgebäuden) wurden zwischenzeitlich die Heizungsanlagen erneuert. Dies ist jedoch schon vor einigen Jahrzehnten geschehen und man kann deshalb zum jetzigen Zeitpunkt von einem erneuten Ersatzbedarf ausgehen.
2. Steuerliche Subventionen (Werbungskosten)
3. Warmmietenerhöhungen im Verhältnis zur Erhöhung des Wohnwertes durch die energetische Sanierung (Zugluft, Strahlungskälte)
4. Zinsgünstige Kredite
5. Zusätzliche Warmmietenerhöhungen

Die Ergebnisse werden wie folgt ausgewiesen: Für die Stufen 1 bis 3 wird eine Gesamtkapitalrentabilität berechnet und ausgewiesen, diese kann bei vollständiger Eigenkapitalfinanzierung auch als Eigenkapitalrendite interpretiert werden. In Stufe 4 wird zum einen der maximal mögliche Fremdkapitalzins bei einer 80 % Finanzierung ausgewiesen, der dem Eigentümer gerade eine Eigenkapitalrendite von 5 % belässt. Zum anderen wird der maximal mögliche Fremdkapitalzins bei einer 100 % Finanzierung ausgewiesen, der den Eigentümer genau neutral stellt. In der letzten Stufe wird von einem

Fremdkapitalzins von 0,5 % ausgegangen und die notwendige zusätzliche Warmmietenerhöhung berechnet, um den Eigentümer wiederum neutral zu stellen.

3. **Feinrechnungen zur Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen (LUWOG CONSULT)**

3.1 **Vorgehensweise bei der Feinrechnung**

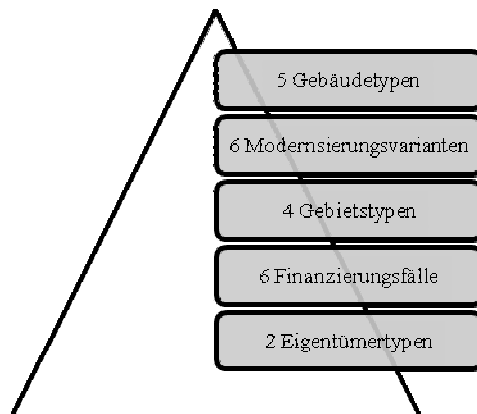
In der Feinrechnung wurden zunächst typische Gebäude des Berliner Mietwohnungsbestandes definiert. Die energetischen Kenngrößen dieser Gebäudetypen wurden für den Ausgangszustand¹⁵, d.h. ohne dass bereits aktuelle Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden, ermittelt.

Ausgehend von diesen Ausgangszuständen sind für jeden dieser Gebäudetypen energetische Sanierungsmaßnahmen entwickelt worden, die die Besonderheiten der jeweiligen Typen berücksichtigen.

Die Baukosten dieser Sanierungsmaßnahmen wurden auf analytischem Wege detailliert ermittelt.

Auf Grundlage der technischen Ausgangsdaten wurde ein Rechenmodell entwickelt, mit dem Aussagen zur Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen getroffen werden können. Um weitere Rahmenbedingungen mit einzubeziehen, wurden außerdem verschiedene Gebiets- und Eigentübertypen sowie Finanzierungsfälle definiert.

Die Feinrechnungen bauen sich demnach wie folgt auf:



Aus der Kombinatorik der zu berücksichtigenden Parameter ergaben sich 1440 Einzelaussagen zur Wirtschaftlichkeit. Aus dieser Vielzahl von Einzelergebnissen wurden durch Clusterbildung dann generelle Aussagen abgeleitet.

Zur Veranschaulichung des Berechnungsprozesses werden in den folgenden Kapiteln am Beispiel des Gebäudetyps „Jahrhundertwendegebäudes“ Maßnahmen definiert und jeweils näher beschrieben.

¹⁵ Der Ausgangszustand, so wie er hier verwendet wird, beschreibt das Gebäude vor Beginn der aktuell geplanten Maßnahmen. Dies bedeutet z.B. dass frühere Maßnahmen durchaus schon an dem Gebäude durchgeführt worden sind. Im Jahrhundertwendegebäude sind beispielsweise die um das Jahr 1900 verwendeten Kohleeinzelöfen in den 1970er Jahren gegen Gaseinzelöfen getauscht worden oder es wurden in den 1980er Jahren beim Vorkriegsgebäude (damals) moderne Kunststofffenster eingesetzt. Diese Umstände sind bei den jeweiligen Gebäudetypen berücksichtigt.

3.2 Gebäudetypen

Um die Gesamtheit des Berliner Wohnungsbestandes besser abbilden zu können, wurden aus dem Berliner Mietwohnungsbestand für die Feinrechnung fünf exemplarische Typgebäude entwickelt:

- Jahrhundertwendegebäude (etwa 1890 – 1915)
- Vorkriegsgebäude (etwa 1920 – 1935)
- Nachkriegsgebäude (etwa 1949 – 1960)
- Gebäude der 1970er Jahre (etwa 1960 – 1985)
- Plattenbau (etwa 1949 – 1978)

Jedem dieser Gebäudetypen liegt ein fiktives Gebäude zugrunde, das eine repräsentative Annäherung an typische Berliner Gebäude darstellt. Alle Gebäudetypen weisen unterschiedliche Charakteristika und technische Randbedingungen auf. Für die unterschiedlichen Gebäudetypen wurden dann die energetischen Kennwerte bestimmt und zugeordnet. Die Modernisierungsmaßnahmen wurden für jeden Gebäudetyp individuell angepasst. Die auf den Berechnungen basierenden Aussagen sind spezifisch für die Gebäudetypen, jedoch nicht absolut gebäudespezifisch.

3.3 Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Energiebedarfswerte

Das Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Energiebedarfswerte, hier insbesondere des Endenergiebedarfs, entspricht der normierten und vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Verfahrensweise. Basis ist dabei die derzeit gültige Energieeinsparverordnung EnEV vom 29. April 2009. Es wurde nach dem Monatsbilanzierungsverfahren gerechnet. In Bezug auf die dem Verfahren zugrunde liegenden Klimarandbedingungen und Standardansätze wie interne Wärmegewinne, solares Strahlungsangebot, Luftwechsel einschließlich Dichtheitsvorgaben für Infiltration und Exfiltration, Anlagenbewertung und weiterer Ansätze wurden keine abweichenden Parameter gewählt. Bedarfsberechnungen nach EnEV gelten in Deutschland als anerkannt und die jeweils berechneten Kennzahlen sind entsprechend institutionalisiert, das Berechnungsverfahren gilt darüber hinaus als angemessen validiert.

Die EnEV 2009 bietet für Wohngebäude die Auswahl aus zwei unterschiedlichen Nachweisverfahren; einerseits das bisher übliche Berechnungsverfahren nach DIN 4108-6, andererseits das aus dem Nichtwohngebäudebereich stammende Berechnungsverfahren nach DIN V 18599. Das Berechnungsverfahren nach DIN V 18599 bezieht neben den Energiebedarfswerten für Heizung und Warmwassererzeugung auch mögliche Kühllasten sowie den Nutzenergiebedarf für Beleuchtung mit ein. Da keine zu bewertenden Modernisierungsmaßnahmen für Beleuchtung oder Kühllasten vorliegen und eine entsprechende Gebäudezonierung aufgrund der Typbetrachtungen nicht sinnvoll ist, wird nach dem bisherigen Berechnungsverfahren gemäß DIN 4108-6 berechnet. Neben der zuvor genannten Norm stellen folgende Normierungen den Kern der Berechnungsmethodik dar: DIN V 4701-10/A1:2006-12

- Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen, DIN EN ISO 6946:2003-10 – Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren, DIN EN ISO 13789: 1999-10 Wärmeschutztechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient – Berechnungsverfahren. Darüber hinaus gültige Normungen und Verordnungsparameter wurden gewahrt.

Die unter Punkt 3.4 festgelegten Modernisierungsmaßnahmen werden in der energetischen Berechnung anhand ihrer spezifischen Wirkungsweise unterschieden und lassen sich energetisch folgendermaßen unterscheiden:

- Maßnahmen zur Reduktion von Transmissionswärmeverlusten
- Maßnahmen zur Reduktion von Erzeugungsverlusten und zur Reduktion von Primärenergiefaktoren

Tabelle 1: Wirkung der Modernisierungsmaßnahmen

Maßnahmen (Modernisierungsvarianten)	Red. von Transmissions- wärmeverlusten	Reduktion von Erzeugungsverlusten
Dämmen der Außenwände	x	
Dämmen der Kellerdecke	x	
Dämmen der obersten Geschossdecke / des Dachs	x	
Austausch der Fenster	x	
Einbau eines modernen Heizungssystems		x

Sämtliche Dämmmaßnahmen und die damit einhergehende Verbesserung der U-Werte führen zur Reduktion der Transmissionswärmeverluste und senken den Heizwärme- und Endenergiebedarf. In diesem Zusammenhang werden auch Energieverluste der Leitungsstränge verbessert bilanziert, was zu reduzierten anlagentechnischen Verlusten führt. Solare Wärmegewinne auf opaken Bauteilen werden aufgrund ihrer Geringfügigkeit vernachlässigt. Durch den Fenstertausch verbessert sich der Gesamtwärmedurchgangskoeffizient des Fensters, was ebenso zu reduzierten Transmissionswärmeverlusten führt. Der Gesamtwärmedurchgangskoeffizient eines Fensters wird durch folgende Parameter determiniert: Qualität der Verglasung, Qualität des Rahmens und dem Wärmebrückenverlustkoeffizient des Randverbundes. Der Wärmebrückenverlustkoeffizient der Einbausituation wird nicht berücksichtigt, da gemäß EnEV mit pauschalem Wärmebrückenzuschlag gerechnet wird und die konkrete Einbausitu-

ation nicht typologisiert werden kann. Neben den Transmissionswärmeverlusten werden die Solargewinne der Fenster bilanziert. Der verbesserte Wärmeschutz der Verglasung reduziert den Gesamtergiegedurchlassgrad und damit die nutzbaren Solargewinne, jedoch übertreffen die Einsparungen die reduzierten Gewinne erheblich. Die Abminderungsfaktoren und Verschattungsfaktoren entsprechen den vorgegebenen Pauschalwerten der Norm.

Der Einfluss eines Fenstertausches auf die energetisch wirksame Luftwechselrate wird nicht bilanziert. Keiner der Gebäudetypen verfügt über eine Lüftungsanlage, die für einen stetigen und steuerbaren Luftwechsel sorgt. Demzufolge führt ein reduzierter Infiltrationsluftwechsel zur Notwendigkeit einer verstärkten Fensterlüftung. Anderenfalls steigt die Gefahr von Schimmelbildung an schlecht gedämmten Bauteilen bzw. stofflichen, geometrischen oder konstruktiven Wärmebrücken. Darüber hinaus ist eine wirkliche Regulierbarkeit des Luftwechsels mittels Fensterlüftung ist nicht gegeben. In Verbindung mit dem Fenstertausch sind die Bewohner daher auf die Notwendigkeit der gezielten Wohnungslüftung hinzuweisen, da ansonsten der jeweilig spezifisch Frisch- und/ oder Abluftbedarf unterschritten werden kann.

Neben der Problematik der unregelmäßigen, aber notwendigen Fensterlüftung ist eine Bewertung der Luftdichtigkeit nur durch entsprechend anerkannte Testverfahren zulässig. In diesem Kontext wurde vom Normgeber der Standardfall gemäß DIN 4108-6 definiert: „Als mittlere Standard – Luftwechselrate n kann für nicht luftdichtheitsgeprüfte Gebäude ein Wert von $n = 0,7 \text{ h}^{-1}$ und für luftdichtheitsgeprüfte Gebäude ($n_{50} \leq 3 \text{ h}^{-1}$) ein Wert von $n = 0,6 \text{ h}^{-1}$ angenommen werden [...]“. Zum Ansatz eines reduzierten Luftwechsels muss die Luftdurchlässigkeit entsprechend EnEV nach DIN EN 13829 gemessen werden, andernfalls ist mit dem eher ungünstigeren Wert zu rechnen. Diese Regulierung macht nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch Sinn, da neben einer hypothetischen Verbesserung der Flügellippendichtung auch die Einbau- und Anschlusssituationen und der Zustand der gesamten luftdichten Hülle von Bedeutung sind.

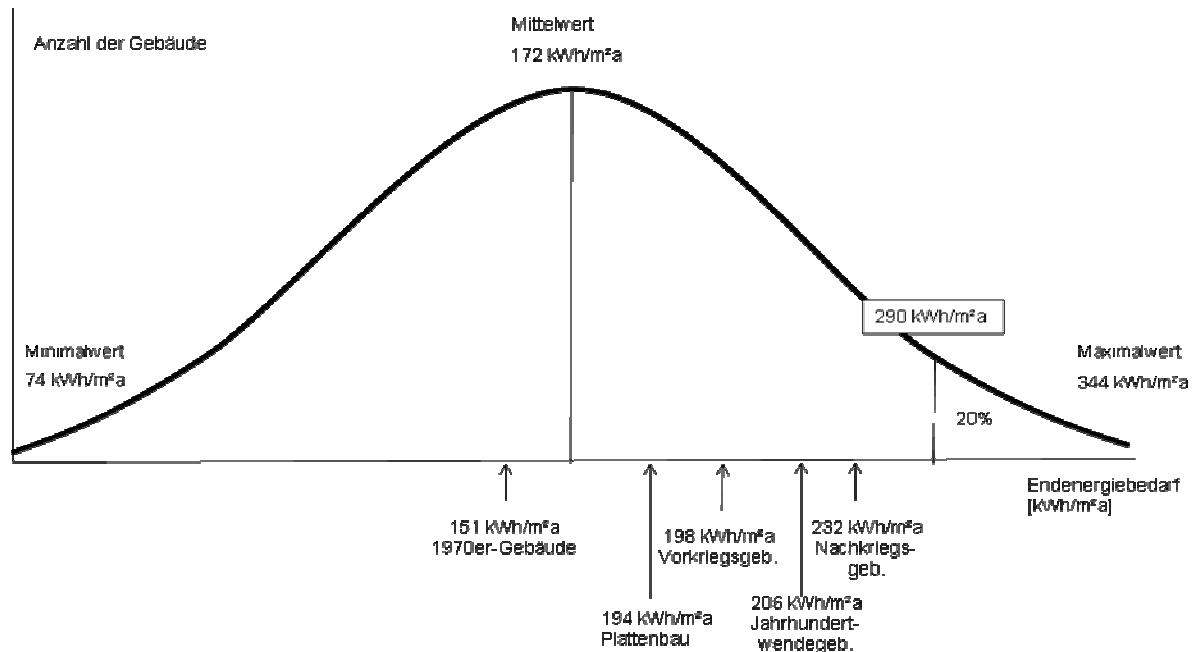
Die haustechnischen Maßnahmen umfassen im wesentlichen die Modernisierung der Erzeuger und Verbesserung der Verteilungen. Durch die Umstellung der Erzeugungseinheiten auf Fernwärmeübergabestationen und der Nutzung primärenergetisch günstiger Fernwärme verbessert sich die ökologische Bilanz maßgeblich. Der den Berechnungen zugrunde gelegte Primärenergiefaktor wurde mit $f_p = 0,7$ angenommen. Neben der primärenergetischen Verbesserung durch die Umstellung des Energieträgers werden durch Maßnahmen zur Dämmung des Verteilnetzes die Energieverluste des Heizungs- und Trinkwassererwärmungsstranges reduziert. Dementsprechend verbessert sich die Anlagenaufwandszahl maßgeblich.

Eine Plausibilisierung der Gebäudetypen und ihrer Energiekennwerte erfolgte durch einen Abgleich mit der Berliner Betriebskostenübersicht 2007¹⁶. Ein Umrechnen der in der Betriebskostenübersicht

¹⁶ Berliner Betriebskostenübersicht 2007. <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/wohnen/betriebskosten/>

genannten „warmen Betriebskosten“ je m² in kWh/m²a ergab, dass die angenommenen Gebäudetypen den energetisch schlechteren Teil des Berliner Gebäudebestands abbilden. Abbildung 7 zeigt die Einstufung des Endenergiebedarfes der Gebäudetypen.

Abbildung 7: Darstellung des Endenergiebedarfes der Gebäudetypen



Quelle: eigene Berechnung und Darstellung

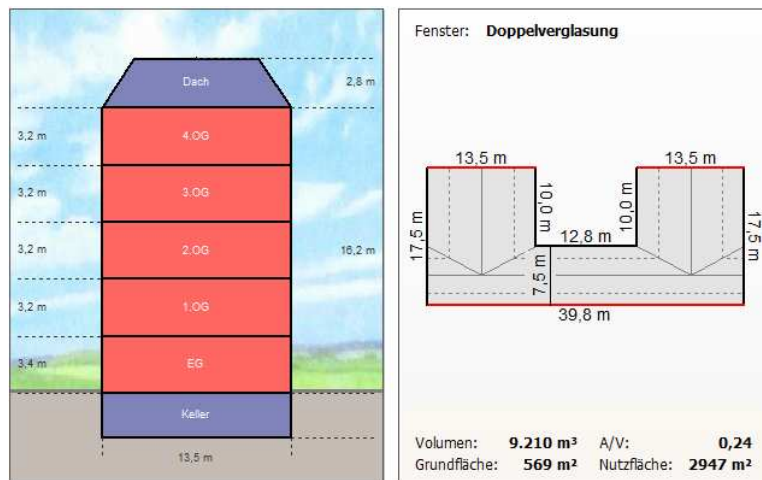
LUWOG consult

Beispiel: Definition des Gebäudetyps Jahrhundertwendegebäude und dessen energetischer Ausgangszustand

Der Gebäudetyp Jahrhundertwende ist ein um 1900 gebautes fünfgeschossiges Mehrfamilienhaus mit 25 Wohnungen. Es besteht aus einem Vorder-, einem Mittel- und einem Hinterhaus. Die Gebäudeteile haben Berührungsflächen zu Nachbargebäuden und stehen um einen Innenhof. Das Gebäude weist zur Straßenseite eine erhaltenswerte Fassade auf. Eine Besonderheit stellen die Kastenfenster dar, die bei der Sanierung besonders berücksichtigt werden müssen.

Das in Abbildung 7 gezeigte Gebäude wurde in der folgenden technischen Beschreibung erfasst:

Abbildung 8: Abmessungen und Grundriss Jahrhundertwendegebäude¹⁷



Gebäudegeometrie

Entsprechend der Gebäudegeometrie berechnete Größen:

Bruttovolumen $V_e = 9209,70 \text{ m}^3$
 Energiebedarfsfläche $A_N = 0,32 * V_e = 2947,10 \text{ m}^2$
 Gebäudehüllfläche $\sum A_i = 2281,44 \text{ m}^2$

Nach der Definition der Gebäudegeometrie wurden die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile bestimmt.

¹⁷ Quelle: Energieberater 7 plus, Hottgenroth Software.

Tabelle 2: Bauteile mit ihren Wärmedurchgangskoeffizienten

<i>Ausrichtung und Bauteil</i>	<i>Fläche A_i [m²]</i>	<i>U_i-Wert [W/m²K]</i>
Dach		
SO Dach unbeheizt – Dachfläche	177,32	2,60
NO Dach unbeheizt – Dachfläche	100,71	2,60
SW Dach unbeheizt – Dachfläche	100,71	2,60
NW Dach unbeheizt – Dachfläche	88,55	2,60
NO Dach unbeheizt – Dachfläche	100,71	2,60
SW Dach unbeheizt – Dachfläche	100,71	2,60
Obere Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)		
Oberste Geschossdecke	568,50	2,60
Wand gegen Außenluft		
NO Außenwand	156,50	1,45
SW Außenwand	90,00	1,45
NW Außenwand	114,36	1,45
NO Außenwand	90,00	1,45
SW Außenwand	156,50	1,45
SO Wand Loggia	10,24	1,45
NW Wand Loggia	10,24	1,45
SO Erker	12,80	1,45
NW Erker	12,80	1,45
Wand gegen Außenluft		
NO Dach unbeheizt – Giebel	9,38	1,45
SW Dach unbeheizt – Giebel	9,38	1,45
Fenster (nach außen)		
NO 2-Scheiben-Kastenfenster	127,00	2,70
SW 2-Scheiben-Kastenfenster	72,00	2,70
NW 2-Scheiben-Kastenfenster	93,00	2,70
NO 2-Scheiben-Kastenfenster	72,00	2,70
SW 2-Scheiben-Kastenfenster	127,00	2,70
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum		
Kellerdecke	568,50	1,37

Im nächsten Schritt erfolgte die Definition des Heizungs- und Warmwasserbereitungssystems. Das Gebäude im Ausgangszustand wird dezentral über Gaseinzelöfen beheizt. Es werden pro Wohnung vier Gaseinzelöfen angenommen. Die Warmwasserbereitung erfolgt ebenfalls dezentral über Gas-Durchlauferhitzer im Bad und elektrische Kleinspeicher in der Küche.

3.4 Modernisierungsmaßnahmen

Ein Gebäude kann an seinen Außenwänden, am Dach, an der Kellerdecke, an den Fenstern und an der Heizungsanlage energetisch optimiert werden. Die energetische Wirkung und Berechnung der Modernisierungsmaßnahmen wurden unter 3.3 beschrieben. Es wurden für jeden Gebäudetyp folgende energetische Sanierungs- Modernisierungsmaßnahmen definiert und die dazugehörigen Baukosten ermittelt:

- Dämmen der Außenwände
- Dämmen der Kellerdecke
- Dämmen der obersten Geschossdecke / des Dachs
- Austausch der Fenster
- Einbau eines modernen Heizungssystems
- Energetische Gesamtsanierung, d.h. Modernisierung aller betreffenden Bauteile

In ihren Grundprinzipien werden dieselben Modernisierungsmaßnahmen auf alle Gebäudetypen angewandt. In die Berechnungen gingen die für den jeweiligen Gebäudetyp abgewandelten Maßnahmen ein. Alle dargestellten Maßnahmen sind für die jeweiligen Gebäudetypen sinnvoll und technisch machbar. Als Ergebnis der Studie finden sich daher keine individuell gebäudespezifischen, sondern typspezifische Aussagen.

Beispiel: Maßnahmen der energetischen Gesamtsanierung des „Jahrhundertwendegebäudes“

Unter der Annahme, dass das Jahrhundertwendegebäude (zumindest an der straßenseitigen Gebäude-seite) eine erhaltenswerte Fassadenansicht hat, lassen sich nicht alle sonst üblichen Modernisierungsmethoden anwenden. Sämtliche Maßnahmen halten die in der EnEV 2009 vorgeschriebenen Mindest-U-Werte ein.

Im Folgenden wird nur auf die energetische Gesamtsanierung eingegangen. Diese enthält jedoch alle Einzelmaßnahmen, d.h. die Maßnahmen 1 bis 5.

1. Dämmung der Außenwände

Die strasenseitige Fassade kann aus optischen Gründen nicht von außen gedämmt werden. Deshalb wird an diesen Wänden eine Innendämmung mit einer Stärke von 6 cm angebracht. Dies ist im Gegensatz zur Außendämmung mit höheren Kosten und vor allem mit erheblichen Eingriffen in den privaten Wohnbereich der Mieter verbunden.¹⁸ Die Hof- und Rückseiten des Gebäudes werden mit einem Wärmedämmverbundsystem mit einer Dämmstärke von 20 cm versehen.

¹⁸ In der Berechnung bleiben eine Mietminderung durch die Baumaßnahme und die Verminderung der zukünftigen Mieteinnahmen durch Reduktion der Wohnfläche durch die Innendämmung unberücksichtigt.

2. Dämmung der Kellerdecke

Im Typgebäude ist die Kellerdecke eine Kappendecke.¹⁹ Eine Dämmung von unten ist möglich, jedoch mit höherem Aufwand und Kosten verbunden als bei einer flachen Betondecke. Es wird eine 20 cm dicke Wärmedämmung angebracht.

3. Dämmung der obersten Geschossdecke

Der Dachraum ist nicht ausgebaut und wird als Speicher genutzt. Ein Dämmen der obersten Geschossdecke von oben ist somit möglich. Es wird eine begehbare Wärmedämmung mit einer Stärke von 20 cm aufgebracht.

4. Einbau von Fenstern mit Wärmeschutzverglasung

Die vorhandenen Kastenfenster werden durch Fenster mit Wärmeschutzverglasung mit einem U_w von 1,3 W/m²K ersetzt. Eventuell kann das innere alte Kastenfenster erhalten bleiben. Durch den wahrscheinlich nicht zerstörungsfrei möglichen Einbau sind zusätzliche Maßnahmen im Bereich der Fensterlaibung nicht zu vermeiden.

5. Einbau eines modernen Heizungssystems

Die Modernisierung des Heizungs- und Warmwasserbereitungssystems erfordert in diesem Typgebäude einen sehr hohen baulichen und finanziellen Aufwand. Um eine nachhaltige Verbesserung zu erzielen, muss die Heizwärmeversorgung auf ein zentrales System umgestellt werden. Dies erfordert einen kompletten Neueinbau eines Rohrleitungsnetzes im Gebäude. Das Gebäude wird an das Fernwärmenetz angeschlossen. Die Warmwasserversorgung wird wohnungszentral belassen. Hier erfolgt nur der Austausch der alten Gasdurchlauferhitzer.

¹⁹ Eine Kappendecke (auch Preußische Kappendecke oder Berliner Gewölbe genannt) ist eine Deckenkonstruktion, die aus sich wiederholenden flachen Rundtonnengewölben besteht.

Durch die energetische Gesamtsanierung ergeben sich folgende Energieeinsparungen:

Abbildung 9: Energiebilanz des Gebäudes²⁰

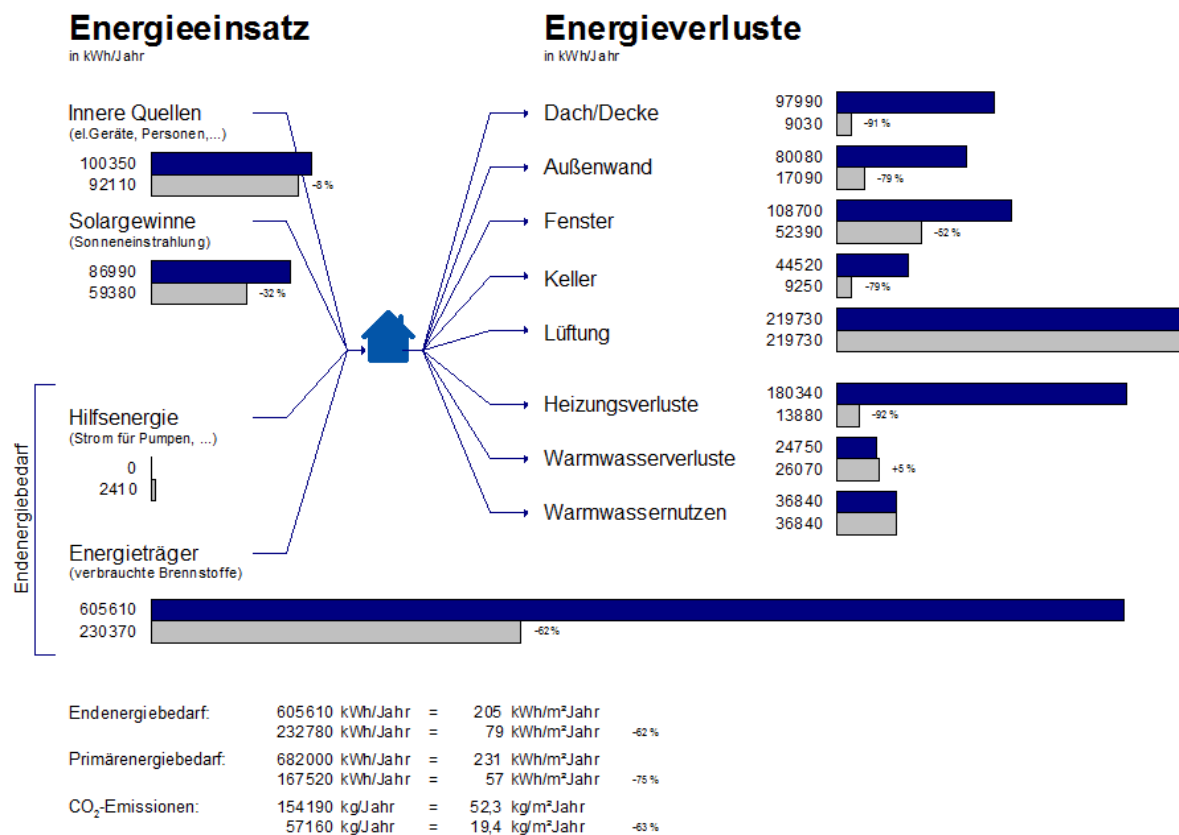


Abbildung 9 stellt die Energieverbräuche vor (blau) und nach der Sanierung (grau) für die einzelnen Bauteile einander gegenüber.

Bei der Ausführung aller Einzelmaßnahmen in einer Gesamtmodernisierung kann der Endenergiebedarf um 62 % reduziert werden. Der Primärenergiebedarf sinkt wegen des besseren Primärenergiefaktors der Vattenfall-Fernwärme²¹ gegenüber Erdgas sogar um 75 %.

Die Baukosten wurden detailliert auf Bauteilebene ermittelt. Neben den eigentlichen energetischen Sanierungsmaßnahmen wurden zusätzlich notwendige Arbeiten wie die Baustelleneinrichtung, Baunebenkosten und Kosten für Unvorhergesehenes berücksichtigt. Die Baukosten wurden mit Hilfe von gängigen Quellen wie den dynamischen BauDaten²², BKI Baukosten²³ sowie eigenen aktuellen Baukosten von LUWOG CONSULT Projekten ermittelt. Regionale Baukostenunterschiede wurden berücksich-

²⁰ Quelle: Energieberater 7 plus, Hottgenroth Software.

²¹ In den energetischen Berechnungen wird Fernwärme von Vattenfall mit einem Primärenergiefaktor von 0,7 angesetzt. Für Berlin besitzt Vattenfall sogar eine Zertifizierung für den Primärenergiefaktor von 0,567; http://www.vattenfall.de/www/vf/vf_de/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/154192vatt/307925wxrm/307933wxrm/P0277654.pdf.

²² Dynamische BauDaten, Dr. Schiller & Partner GmbH, www.dbd.de, 2009.

²³ BKI Baukosteninformationszentrum (Hrsg.): BKI Baukosten 2009: Teil 2: Statistische Kostenkennwerte für Positionen, Stuttgart. BKI Baukosteninformationszentrum (Hrsg.): BKI Baukosten 2009: Teil 3. ebenda.

BKI Baukosteninformationszentrum (Hrsg.): BKI Objektdaten. G 1 Technische Gebäudeausrüstung. Stuttgart 2006.

sichtigt. Die Baukosten wurden sowohl als Gesamtbruttobaukosten wie auch als Kosten pro m² Wohnfläche ermittelt.

Beispiel: Ermittlung der Baukosten der „energetischen Gesamtmodernisierung Jahrhundertwendegebäude“

Tabelle 3: Baukostenaufstellung „energetische Gesamtsanierung Jahrhundertwendegebäude“

Kalkulation					Sowiesokosten		energ. Mehrkosten	
Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Dach					-		-
	SO Dach unbeheizt - Dachfläche		177,32	m ²		-		-
	NO Dach unbeheizt - Dachfläche		100,71	m ²		-		-
	SW Dach unbeheizt - Dachfläche		100,71	m ²		-		-
	NW Dach unbeheizt - Dachfläche		88,55	m ²		-		-
	NO Dach unbeheizt - Dachfläche		100,71	m ²		-		-
	SW Dach unbeheizt - Dachfläche		100,71	m ²		-		-
	Oberste Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)					-		-
	Oberste Geschossdecke	Wärmedämmung von oben, begehbar	568,50	m ²		-	37,80	21.489,30
	Wand gegen Außenluft					-		-
	NO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	283,50	m ²	40,00	11.340,00	72,00	20.412,00
	SW Außenwand	Inndämmung 6 cm	162,00	m ²			250,00	40.500,00
	NW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	207,36	m ²	40,00	8.294,40	72,00	14.929,92
	NO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	162,00	m ²	40,00	6.480,00	72,00	11.664,00
	SW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	283,50	m ²	40,00	11.340,00	72,00	20.412,00
	SO Wand Loggia	Inndämmung 6 cm	10,24	m ²		-	250,00	2.560,00
	NW Wand Loggia	Inndämmung 6 cm	10,24	m ²		-	250,00	2.560,00
	SO Erker	Inndämmung 6 cm	12,80	m ²		-	250,00	3.200,00
	NW Erker	Inndämmung 6 cm	12,80	m ²		-	250,00	3.200,00
	Wand gegen Außenluft					-		-
	NO Dach unbeheizt - Giebel	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	9,38	m ²	40,00	375,20	72,00	675,36
	SW Dach unbeheizt - Giebel	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	9,38	m ²	40,00	375,20	72,00	675,36
	Fenster (nach außen)					-		-
	NO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung uw=1,5	127,00	m ²	406,00	51.562,00	33,00	4.191,00
	SW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung uw=1,5	72,00	m ²	556,00	40.032,00	33,00	2.376,00
	NW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung uw=1,5	93,00	m ²	406,00	37.758,00	33,00	3.069,00
	NO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung uw=1,5	72,00	m ²	406,00	29.232,00	33,00	2.376,00
	SW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung uw=1,5	127,00	m ²	406,00	51.562,00	33,00	4.191,00
	Boden gegen Keller/unbeheizten Raum					-		-
	Kellerdecke	WD von unten 20cm, Kappendecke	568,50	m ²	155,00	88.117,50	45,00	25.582,50
5	Heizung/Warmwasser					-		-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	psch	10.000,00	10.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Heizkörper (100 Stück)	100,00	Stck	350,00	35.000,00	-	-
	Verteilungen Heizung und WW		875,00	m	50,00	43.750,00	100,00	87.500,00
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Loggien	15,00	Stck	500,00	7.500,00	500,00	7.500,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		67,80	m	10,00	678,00	40,00	2.712,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach		1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		1.200,06	m ²	15,00	18.000,90	15,00	18.000,90
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00
ZS	Zwischensumme					458.397,20		320.276,34
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					55.007,66		38.433,16
13	Unvorhergesehenes (10%)					45.839,72		32.027,63
NP	Nettokosten					559.244,58		390.737,13
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					106.256,47		74.240,06
BP	Bruttokosten					665.501,05		464.977,19
	Gesamtbruttokosten							1.130.478,25

Bruttokosten Sowiesokosten / m ² Wohnfläche	270,98
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m ²	189,33
Bruttokosten / m ² Wohnfläche	460,31

Quelle: eigene Berechnung

LUWOG consult

3.5 Gebietstypen

Die Gebietstypen wurden nach Standort- und Marktattraktivität unterschieden. Unter Zuhilfenahme des Berliner Mietspiegels 2009²⁴ und der Berliner Betriebskostenübersicht des Jahres 2007²⁵ wurden vier Gebietstypen definiert:

²⁴ <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/wohnen/mietspiegel/de/download/Mietspiegel2009.pdf>

- Gebietstyp 1: einfache Wohnlage
- Gebietstyp 2: mittlere Wohnlage mit konstanten Mietpreisen
- Gebietstyp 3: mittlere Wohnlage mit steigenden Mietpreisen
- Gebietstyp 4: gute Wohnlage mit steigenden Mietpreisen

Die Gebietstypen haben Einfluss auf die in der Feinrechnung zu ermittelnden Parameter „Mieterhöhungsspielraum“ und „Leerstand“. Unterschiedliche Gebietstypen führten in der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu abweichenden Rentabilitäten. In den Berechnungen wurden die durch Mietspiegel und BGB vorgegebenen Rahmenbedingungen berücksichtigt.

Mit dem möglichen Energieeinsparpotenzial und den Baukosten lässt sich die mögliche warmmietneutrale Mieterhöhung bestimmen. Dazu wird noch die anzunehmende Miete abhängig von den Gebietstypen benötigt. Nach Gebietstypen ergeben sich folgende Kaltmieten²⁶:

Tabelle 4: Kaltmieten nach Mietspiegel für Gebietstypen und Gebäudetypen

	Wohnlage nach Mietspiegel / Gebietstypen ²⁷	Jahrhundertwende- bau / bis 1918	Vorkriegsbau / 1919 -1949	Nachkriegsbau / 1956 - 1964	70er Jahre Bau / 1973 - 1983 West	Plattenbau / 1973 - 1990 Ost
Kaltmiete [€/m²]	einfach / Gebietstyp 1	4,60	4,95	4,18	5,38	6,13
	mittel / Gebietstyp 2	4,85	4,70	4,51	5,56	6,87
	mittel / Gebietstyp 3	4,85	4,70	4,51	5,56	6,87
	gut / Gebietstyp 4	5,08	5,38	4,70	7,44	7,35

Beispiel: Mietparameter für Jahrhundertwendegebäude im Gebietstyp 3

Das Jahrhundertwendegebäude hat im Gebietstyp 3 eine Kaltmiete von 4,85 €/m². Im nächsten Schritt wurden die mögliche warmmietneutrale Mieterhöhung und die Mieterhöhung durch die zusätzliche Wohnwertsteigerung berechnet.

²⁵ <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/wohnen/betriebskosten/>

²⁶ Die Miethöhen sind mit dem Berliner Mietspiegel 2009 abgeglichen.

²⁷ Der Berliner Mietspiegel nennt drei Wohnlagen: einfach, mittel und gut

Tabelle 5: Berechnung mögliche Mieterhöhung pro m², Gebietstyp 3

Energetische Kenngrößen		
Referenzverbrauch unsanierter Altbau	[kWh/(m ² a)]	205
Energieverbrauch saniert	[kWh/(m ² a)]	79
Endenergieeinsparung	[kWh/(m ² a)]	126
aktueller Energiepreis	[€/kWh]	0,06
Investitionskosten		
Vollkosten der (energiesparenden) Maßnahmen	[€]	1.130.478,25
Miete vor Modernisierung		
Nettomiete vor Sanierung	[€/ (m ² Mon)]	4,85
Miete nach Modernisierung		
warmmietenneutrale Erhöhung	[€/ (m ² Mon)]	5,61
Miete § 559 BGB (11 % Umlage)	[€/ (m ² Mon)]	6,37
Fall 1: Warmmietneutrale Erhöhung	[€/ (m ² Mon)]	5,61
Fall 2: zusätzliche Erträge durch Steuer	[€/ (m ² Mon)]	5,61
Fall 3: zusätzlich Wohnwertsteigerung	[€/ (m ² Mon)]	5,94
Fall 4: zusätzlich 100 % Fremdkapital	[€/ (m ² Mon)]	5,94
Differenzen		
Fall 1: Warmmietneutrale Erhöhung	[€/ (m ² Mon)]	0,76
Fall 2: zus. Erträge durch Steuer	[€/ (m ² Mon)]	0,76
Fall 3: zusätzlich Wohnwertsteigerung	[€/ (m ² Mon)]	1,09
Fall 4: zusätzlich 100 % Fremdkapital	[€/ (m ² Mon)]	1,09
(Wohnwertsteigerung)		0,33

Für die Finanzierungsfälle 1 und 2 ergibt sich eine mögliche warmmietneutrale Erhöhung der Miete von 0,76 €/m² und für die Finanzierungsfälle 3 eine Erhöhung inklusive einem Betrag für die Wohnwertsteigerung von 1,09 €/m².

Über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren unterliegen die Mieten einer Steigerung. Diese Mieterhöhungsparameter sind im Wesentlichen durch die Gebietstypen determiniert:

Mieterhöhungsparameter für Gebietstyp 3:

- Mieterhöhungsabstand 3 Jahre
- Mieterhöhung 6,12 % (entspricht einer Mieterhöhung von 2 % p.a.)
- Leerstand: 3 %

Dies bedeutet, dass die Mieten alle drei Jahre um 6,12 % angehoben werden. Der die Mieteinnahmen reduzierende Leerstand beträgt konstant 3 %.

3.6 Berücksichtigung verschiedener Ertragsbeträge

Die Feinrechnung bildet die Fälle 1 bis 6 der Grobrechnung ab.

- **Fall 1: Warmmietenneutrale Sanierung bei Mietwohnungen**

In diesem Fall wurde die Miete um den Teil der Energieeinsparung erhöht, der zuvor errechnet wurde. Es wurde eine entsprechende Anpassungsmöglichkeit des Mietzinses um die eingesparten Nebenkosten unterstellt. Der Eigentümer finanziert die Maßnahmen zu 100 % mit Eigenkapital.

- **Fall 2: Zusätzliche Erträge durch Einkommensteuer/Körperschaftsteuer**

Dieser Fall berücksichtigt die steuerliche Geltendmachung der Sanierungsmaßnahmen als Erhaltungsaufwendungen²⁸. Die Erhaltungsaufwendungen wurden als voll steuerlich wirksam in der ersten Betrachtungsperiode angenommen. Wenn die Steuerersparnis größer ist als der zu versteuernde Einnahmenüberschuß, wurde dennoch die gesamte Steuerersparnis als Rückzahlung in Periode 1 angesetzt. Es wurde die Annahme getroffen, dass der Eigentümer seinen Instandhaltungsaufwand mit seinen Erträgen verrechnen kann.

- **Fall 3: Zusätzliche Erträge durch Erhöhung der Miete im Verhältnis zur Wohnwertsteigerung**

Die Miete der Finanzierungsfälle 1 und 2 wurde zusätzlich um einen Betrag für die Wohnwertsteigerung erhöht. Die Beträge wurden nach den jeweiligen Sanierungsmaßnahmen unterschiedlich hoch angesetzt.

- **Fall 4: Sicherstellung einer Eigenkapitalrentabilität von 5 % bei einer 80 % Fremdfinanzierungsquote**

Ermittlung des Fremdfinanzierungszinssatzes, der dem Investor bei einer 80 % Fremdfinanzierungsquote bzw. 20 % Eigenfinanzierungsanteil eine Eigenkapitalrendite von 5 % ermöglicht.

- **Fall 5: Zinsgünstige Kredite**

Dieser Finanzierungsfall übernimmt die Parameter des Falls 3, jedoch wurde jetzt von einer 100 %-igen Fremdfinanzierung ausgegangen. Das Kapital wird als Annuitätendarlehen mit einer Laufzeit von 30 Jahren aufgenommen. Der Zinssatz ist als über die Laufzeit konstant definiert. Es wurde der Fremdfinanzierungszinssatz berechnet, der den Investor neutral stellt (d.h. Kapitalendwert der Investition beträgt den Wert Null).

²⁸ Maßnahmen zur Verbesserung der Energiebilanz eines Wohngebäudes führen bei vermieteten Objekten in der Regel zu einem Erhaltungsaufwand, der sofort und in vollem Umfang berücksichtigt werden kann. Dabei macht es keinen Unterschied, ob eine alte Heizungsanlage durch eine neue Heizungstechnologie ersetzt wird oder die bisherigen Fenster durch mehrfach verglaste Fenster mit besseren Wärmedämmeigenschaften ausgetauscht werden. Auch die Verbesserung der Außendämmung eines vermieteten Gebäudes führt regelmäßig zu einem Erhaltungsaufwand. (Quelle: Landtag von Baden-Württemberg, Drucksache 14/3076 vom 24.07.2008: „Antrag des Abg. Dr. Hans-Ulrich Rülke u.a. FDP/DVP und Stellungnahme des Wirtschaftsministeriums, Energetische Mietraumsanierung“, Seite 3 ff.)

▪ **Fall 6: Zusätzliche Warmmietenerhöhungen**

Unter der Annahme, dass ein Fremdfinanzierungszinssatz von 0,5 % bei einer 100 % Fremdfinanzierung zur Verfügung steht, wird die notwendige zusätzliche Mietenanpassung in € pro Quadratmeter berechnet, die notwendig wäre, um einen Investor neutral zu stellen (d.h. Kapitalendwert der Investition beträgt den Wert Null). Negative Berechnungsergebnisse sind Indikatoren dafür, dass entweder ein potientiellles Mietsenkungspotenzial vorhanden ist oder ein höherer Fremdfinanzierungszinssatz zur Neutralstellung des Investors möglich wäre.

3.7 Eigentübertypen

Aufgrund unterschiedlicher Besteuerung lassen sich die grundsätzlich relevanten fünf Eigentübertypen in zwei Gruppen zusammenfassen betrachten, die unterschiedlichen Besteuerungen unterliegen.

- Natürliche Personen mit Einkünften aus Vermietung und Verpachtung
- Kapitalgesellschaften

Natürliche Personen unterliegen dem Einkommensteuergesetz, Kapitalgesellschaften unterliegen dem Körperschaftsteuergesetz. Die energetischen Maßnahmen in dieser Untersuchung sind zu 100 % Erhaltungsaufwand. Sie können also im ersten Jahr abgeschrieben werden. Es wurde unterstellt, dass genügend positive Einkünfte vorliegen, um die volle Investitionssumme im ersten Jahr steuerlich geltend zu machen. Falls keine steuerpflichtigen positiven Einnahmen vorliegen, entfällt entsprechend dieser Ertragsbestandteil. Von folgenden Steuersätzen wurde ausgegangen:

- Kommunale Wohnungsgesellschaften, private Wohnungsgesellschaften, Wohnungsbaugenossenschaften: 15 %
- Einzeleigentümer, Wohnungseigentümergeinschaften: 35 %

3.8 Rechenmodell

Basis für alle Berechnungen ist ein vollständiger Finanzplan. Ein wesentlicher Bestandteil ist die periodenbezogene Erfassung aller im Zusammenhang mit der Investition stehenden Zahlungsströme.

In Abhängigkeit von den unterschiedlichen Finanzierungsfällen wurden entsprechende Ergebnisgrößen berechnet. Bei den Finanzierungsfällen 1-3 wurden Kapitalrenditen berechnet, während für die Finanzierungsfälle 4 und 5 ein Fremdkapitalzins unter den genannten Prämissen ermittelt wurde. Der Finanzierungsfall 6 weist als Ergebnisgröße eine absolute Zahl aus, die die notwendige Mietenanpassung in € pro Quadratmeter kennzeichnet.

Der allen Berechnungen zugrunde liegende vollständige Finanzplan hat folgende globale Parameter:

- Der Betrachtungszeitraum, an dessen Ende der Kapitalendwert errechnet wird, beträgt 30 Jahre
- Originäre Zahlungsströme²⁹: Eingesetztes Kapital, Mieteinnahmen
- Derivative Zahlungsströme³⁰: Annuitäten, Reinvestition (oder Zwischenfinanzierung), steuerliche Auswirkungen (nicht im Finanzierungsfall 1)

Im Bereich der derivaten Zahlungsströme sind Parameter definiert, mittels derer die periodengerechte Abbildung innerhalb der vollständigen Finanzpläne gewährleistet werden kann.

- Zinssatz für Kapitalaufnahme³¹ (6,5 % p.a.³²) und Kapitalanlage (2 % p.a.)
- Steuersätze gemäß der Definition der Eigentübertypen

Die Darlehen in den Finanzierungsfällen 4 bis 6 werden als Annuitätendarlehen mit einem über die gesamte Laufzeit konstanten Zinssatz angenommen.

Mit den ermittelten Baukosten und Mietparametern können zusammen mit den Eigentümerparametern für die verschiedenen Finanzierungsfälle die Ergebnisse mit Hilfe von vollständigen Finanzplänen berechnet werden.³³

Um die komplexe Ermittlung einer Aussage über die Wirtschaftlichkeit einer energetischen Sanierungsmaßnahme deutlich zu machen, wird im Folgenden für eine Kombination aus Gebäude-, Eigentümer-, Gebietstypen und Finanzierungsfällen die Ermittlung des Ergebnisses aufgezeigt. Als Beispiel soll die energetische Gesamtmodernisierung eines Jahrhundertwendegebäudes im Gebietstyp 2 dienen.

²⁹ Unter den originären Zahlungsströmen sind alle Ein- und Auszahlungen zu verstehen, die direkt mit der Investition in Zusammenhang stehen.

³⁰ Als derivative Zahlungsströme werden alle Ein- und Auszahlungen bezeichnet, die sich als Konsequenz aus der Investition ergeben.

³¹ Eine Kapitalaufnahme während des Betrachtungszeitraumes wird dann erforderlich, wenn ein negativer Cash-Flow auftritt. Bei einer wirtschaftlichen Maßnahme mit einer positiven Eigenkapitalrendite wird es in der Regel nicht notwendig sein, periodenweise auftretende Unterdeckungen durch die Aufnahme von Zwischenfinanzierungen auszugleichen. Die hier unterstellten 6,5% Zinsen fallen nur bei ohnehin schon unwirtschaftlichen Maßnahmen ins Gewicht. Hier wird dann eine jährliche Unterdeckung jeweils zu 6,5% Zinsen refinanziert und in der nächsten Periode mit gegebenenfalls vorhandenen Überschüssen verrechnet und dann erneut für ein Jahr als Fremdkapital aufgenommen. Dies kann dazu führen, dass die Zinsbelastung durch eine laufende jährliche Unterdeckung und das Refinanzieren derselben einen großen Anteil der Kapitalkosten einnimmt.

³² Die Zinshöhe von 6,5 % stellt einen gemittelten prognostizierten Zinssatz über die 30 Jahre Betrachtungszeitraum dar.

³³ Anmerkung zu Betriebskosten: In der vorliegenden Berechnung werden keine Betriebskosten berücksichtigt. Es wird unterstellt, dass die Betriebskosten vor und nach den Maßnahmen gleich sind. Beispielsweise gibt es durch den Austausch einer Heizungsanlage keine signifikanten Änderungen in den Wartungskosten.

Tabelle 6: Ausschnitt aus der Ergebnistabelle für "energetische Gesamtanierung Jahrhundertwendegebäude"

			Variante 6: Energetische Gesamtmodernisierung					
			F1	F2	F3	F4	F5	F6
			warmmiet-neutral	zus. Erträge durch Steuer	plus Wohnwertsteigerung	5% EK Rendite, 80% LTV	100 % FK	Mietänderung
			GKR	GKR	GKR	FKZ	FKZ	[€/m²]
Gebietstyp 2	Gebäudetyp B1 Jahrhundertwendegebäude	E1 - E3	-0,61%	-0,27%	0,65%	-0,44%	-0,46%	0,18
		E4 - E5	-0,61%	-0,01%	0,63%	-0,46%	-0,05%	0,10

Quelle: eigene Berechnung

LEGENDE:

GKR = Gesamtkapitalrendite

FKZ = Fremdfinanzierungszinssatz in %

LTV = Loan-to-value

F_i = Finanzierungsfall i

E_j = Eigentümerklasse j

Zur Veranschaulichung der Interpretation der Auswertungsergebnisse, die tabellarisch zusammengefasst sind, soll die Tabelle 6 dienen. Die Ergebnisse in Spalte F1 bis F3 repräsentieren die Gesamtkapitalrenditen für die ersten drei Finanzierungsfälle. In der Spalte F4 ist entsprechend der Definition des Finanzierungsfalles 4 der Fremdkapitalzins ausgewiesen, der notwendig wäre, damit ein Investor bei einem 20 % Eigenkapitaleinsatz eine Eigenkapitalrendite von 5 % erzielen kann. In der Spalte F5 findet sich analog der berechnete Fremdkapitalzins, der bei einer 100 % Fremdfinanzierungsquote den Investor neutral stellt. Zuletzt findet sich in der letzten Spalte F6 der berechnete potentielle Mietanpassungsbetrag in € pro Quadratmeter, der bei einer 100%-igen Fremdfinanzierung zu einem Fremdkapitalzins von 0,5 % einen potentiellen Investor gerade neutral stellt.

Tabelle 6 zeigt zum Beispiel, dass der Eigentübertyp E2 (Grenzsteuersatz 35%) eine energetische Gesamtmodernisierung eines Nachkriegsgebäudes bei kompletter bzw. teilweiser Fremdfinanzierung nicht wirtschaftlich darstellen kann, da die errechneten Zinssätze negative Werte aufweisen. Nur durch eine zusätzliche potentielle Mieterhöhung von 0,18 € pro Quadratmeter könnte bei einer 100 % Fremdfinanzierung mit einem Fremdkapitalzins von 0,5 % die Investition ergebnisneutral für den Investor dargestellt werden.

Aus den Berechnungsergebnissen und den Eingangsparametern wie den Sanierungsmaßnahmen und den Baukosten lassen sich tendenzielle Aussagen für die Typgebäude ableiten.

Generelle Ableitungen für Jahrhundertwendegebäude

Das Dämmen der Fassade ist wegen erhaltenswerter Fassadenteile meist aufwändiger. Hier muss in Teilbereichen der Fassade unter Umständen eine Innendämmung vorgesehen werden. Das Dämmen der Kellerdecke kann ebenfalls sehr umfangreich werden (Instandsetzung einer Kappendecke). Die oberste Geschossdecke lässt sich dagegen mit geringem Aufwand dämmen. Der Austausch der Kastenfenster erfordert wahrscheinlich zusätzliche Arbeiten in den Fensterlaibungen, da nicht von einem völlig zerstörungsfreien Ausbau ausgegangen werden kann. Wenn bisher noch Einzelöfen für die Heizung eingesetzt werden, muss das Heizungs- und Warmwassersystem mit hohem baulichem und finanziellem Aufwand auf ein haus- oder wohnungszentrales System umgestellt werden.

Generelle Ableitungen für Vorkriegsgebäude

Wie beim Jahrhundertwendegebäude können auch bei diesem Gebäudetyp erhaltenswerte Fassaden vorhanden sein. Dies erhöht den Aufwand von Dämmmaßnahmen. Wenn das Vorkriegsgebäude ein Steildach aufweist, ist das Dämmen der obersten Geschossdecke einfach umzusetzen. Die Kellerdecke, die aus ausgefachten Stahlträgern besteht, ist mit normalem Aufwand zu dämmen.

Generelle Ableitungen für Nachkriegsgebäude

Das Dämmen der Fassade ist hier recht einfach umzusetzen. Das Dämmen des Daches ist zwar kostenintensiv, aber aufgrund des schlechten energetischen Ausgangszustands dennoch voraussichtlich wirtschaftlich.

Generelle Ableitungen für 70er Jahre und Plattenbauten

Der energetische Ausgangszustand ist im Vergleich zu den anderen Gebäudetypen (Jahrhundertwende-, Vorkriegs- und Nachkriegsgebäude) besser, so dass die möglichen Einsparungen kleiner ausfallen und damit die Wirtschaftlichkeit einer Sanierung schlechter ist.

4. Schlussfolgerungen

Zum politischen Ziel niedrigerer Kohlendioxidemission soll auch der Gebäudesektor durch eine Minderung des Energieverbrauchs beitragen. Die energetische Sanierung des Wohnungsbestandes gilt als eine der Schlüsselmaßnahmen zur Erreichung der Klimaziele.

Voraussetzung für eine hohe Sanierungsquote des Gebäudebestandes ist die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen aus Sicht des Investors. Wichtig für die Interpretation der Ergebnisse ist die korrekte Definition von Wirtschaftlichkeit. Wirtschaftlichkeit soll sich hier auf die betriebswirtschaftliche Wirtschaftlichkeit der energetischen Sanierung beziehen. Damit sind zwei wesentliche Einschränkungen verbunden:

- Externe Effekte – d.h. auch und gerade die Schäden der Klimaerwärmung – müssen bei dieser Rechnung unberücksichtigt bleiben, da sie nur sehr indirekt und nicht zurechenbar den Eigentümer betreffen.
- Mögliche komplementäre Investitionen in den Wohnungen (z.B. neue Bäder, neue Fußböden), in den Gebäuden (z.B. Streichen des Hausflurs, Anlegen eines Gartens) oder im Wohnumfeld bei größeren Wohnsiedlungen bleiben ebenfalls unberücksichtigt, obwohl diese weitere Mieterhöhungen rechtfertigen und damit die energetische Sanierung quersubventionieren könnten. Eine Berücksichtigung von komplementären Investitionen würde zum einen zu einer unüberschaubaren Vielzahl von Kombinationen führen, zum anderen würde dann überwiegend die Wirtschaftlichkeit der komplementären Maßnahmen und nicht die der energetischen Sanierung bewertet werden. Dabei stellt sich dann stets die Frage, warum der Eigentümer nicht ausschließlich die werthaltigen komplementären Investitionen tätigt und auf die energetische Sanierung verzichtet.

Wären energetische Sanierungsmaßnahmen wirtschaftlich, wäre eine hohe Sanierungsquote erreichbar. Die aktuell niedrige Sanierungsquote ließe sich dann durch Informationsdefizite oder Liquiditätsbeschränkungen erklären. Eine Reihe von Instrumenten wie Informationskampagnen, Liquiditätshilfen oder auch – in angemessenem Rahmen – Auflagen wären erfolgsversprechende Instrumente. Wären aber energetische Sanierungsmaßnahmen unwirtschaftlich, so würden Informationskampagnen ins Leere laufen, Kredite nicht abgerufen und Auflagen unerwünschte Nebenwirkungen verursachen.

Die Ergebnisse der detaillierten Kosten- und Ertragsrechnungen zeichnen zunächst kein einheitliches Bild. Wird nur die Energiekosteneinsparung zur Refinanzierung herangezogen („Warmmietenneutralität im ersten Jahr“), existieren einerseits einzelne Maßnahmen mit einer Vor-Steuer-Gesamtkapitalrendite (vor Steuern und vor Mieterhöhungen) von 6 % (Dämmung oberster Geschossdecke in Jahrhundertwendegebäuden mit zugänglichem, ungeheiztem Dachgeschoss in guten Lagen), andererseits aber auch grob unwirtschaftliche Maßnahmen (Dämmung oberster Geschossdecke in Gebäuden der 1970er Jahre ohne Dachgeschoss in einfachen Lagen), die jährlich über 7 % des eingesetzten Kapitals vernichten. Die Gesamtsanierung der Gebäude ist dabei der Summe der Einzelmaß-

nahmen überlegen, da sowohl die Kosten als auch die Energieeinsparungen bei einer aufeinander abgestimmten Sanierung niedriger bzw. höher ausfallen als bei „Stückwerk“. Die Gesamtsanierung liefert Gesamtkapitalrentabilitäten zwischen -2,7 % und +1,8 % p.a., abhängig von Gebäudetyp und Lage.³⁴

Dass Mieter-Investoren-Dilemma ist nur zum Teil für diese letztlich geringen Werte verantwortlich, da bereits unterstellt wurde, dass sich Vermieter und Mieter über eine Kaltmietenerhöhung einigen, die die Warmmiete im ersten Jahr unverändert lässt. Einerseits steht dem Vermieter mit der Modernisierungsumlage zwar ein Rechtsmittel zur Durchsetzung der Kaltmietenerhöhung zur Verfügung, andererseits ist auf dem Berliner Wohnungsmarkt mit marktaktiven Wohnungsleerständen von über 4 %³⁵ und den umfangreichen Verzögerungsinstrumenten des Mietrechts nur bedingt eine Kaltmietenerhöhung im Dissens mit den Mietern möglich. Um eine Diskussion über die Schwierigkeiten einer warmmietenneutralen Modernisierungsvereinbarung zwischen Mietern und Vermietern zu entwickeln, siehe auch den Exkurs „Umsetzungsprobleme einer warmmietenneutralen Modernisierungsvereinbarung“. Obwohl hier bereits von einer gütlichen Einigung zwischen Mietern und Vermietern ausgegangen wurde, bleibt trotzdem ein partielles Mieter-Investoren-Dilemma bestehen. Das Mietrecht untersagt Modernisierungsvereinbarungen die mehrfache Kaltmietenerhöhungen vereinbaren mit der Folge, dass zukünftige Energiepreissteigerungen die Rentabilität von energetischen Sanierungsmaßnahmen nicht erhöhen.

Das Steuerrecht erlaubt, energetische Sanierungen als Erhaltungsaufwand (Werbungskosten) sofort abzuschreiben. Durch die Berücksichtigung des Steuersystems erhöht sich die Nach-Steuer-Wirtschaftlichkeit etwas, falls die Maßnahmen negative Vorsteuerrenditen erwirtschaftet haben. Bei positiven Vorsteuerrenditen sinkt die Rendite leicht, da jetzt die Erträge besteuert werden. Die Gesamtkapitalrenditen der Gesamtsanierung erhöhen sich um rund 0,3 % bis 1,1 %-Punkte bei negativen Vorsteuerrenditen. Die Bandbreite liegt nun bei -1,7 % und +1,7 %. Dabei gilt, dass die Förderung umso höher ist, je höher der Steuersatz des Eigentümers.

Mit Ausnahme der Dämmung zugänglicher oberer Geschossdecken ist aber keine Maßnahme allein durch die Energiekosteneinsparung und die steuerliche Förderung so wirtschaftlich, dass die Rendite wettbewerbsfähig gegenüber alternativen Anlageformen wie z.B. Sparbuch, festverzinsliche Anleihen oder Tagesgeld wäre. Da der Eigentümer sich zudem einem erheblichen Aufwand gegenüber sieht (Organisation der Sanierung sowie Mieterhöhung im Rahmen der Heizkostenreduktion) und die Kosten- und Ertragsrisiken der Investition trägt, kann zunächst nicht davon ausgegangen werden, dass die Sanierungsgeschwindigkeit in Berlin zunimmt. Weiterhin dürften bestenfalls nur dann energetische

³⁴ Die Berechnungen sind für typisierte Gebäude vorgenommen worden und ersetzen keineswegs eine individuelle Berechnung der Kosten und Erträge im konkreten Einzelfall.

³⁵ Vgl. empirica-Techem-Leerstandsindex, www.empirica-institut.de.

Sanierungen vorgenommen werden, wenn sowieso eine Sanierung des Gebäudes oder der Bauteile ansteht.

Die Berechnungen haben aber auch gezeigt, dass mit moderaten Warmmietenerhöhungen, die in einem angemessenen Verhältnis zum erhöhten Wohnwert³⁶ der sanierten Wohnungen stehen, die Wirtschaftlichkeit deutlich verbessert werden kann. Unterstellt wurde, dass der Einbau neuer Fenster (Zugluft und Strahlungskälte) eine Mieterhöhung um 0,15 €/m², die Dämmung der Außenwände (Strahlungskälte) ebenfalls eine Mieterhöhung um 0,15 €/m² und die Dämmung der Kellerdecke (Fußkälte) eine Mieterhöhung um ebenfalls 0,15 €/m², allerdings nur in den unteren Wohnungen, rechtfertigt.³⁷ Insbesondere bei der Außenwanddämmung führt die Berücksichtigung von moderaten Mieterhöhungen häufig dazu, dass vorher negative Gesamtkapitalrenditen nun schwach positiv werden. Auch bei der Gesamtsanierung werden nun mehrfach schwach positive Gesamtkapitalrentabilitäten erreicht, auch wenn weiterhin die Rendite noch nicht wettbewerbsfähig ist. Die Durchsetzung der Warmmietenerhöhung dürfte vor allem bei Mieterwechseln möglich sein, wenn der Eigentümer die potenziellen Mieter bei den Wohnungsbesichtigungen entsprechend darauf hinweist. Bei Bestandsmieten ist eine Durchsetzung zwar rechtlich über eine Modernisierungsumlage möglich, allerdings gilt es, Missverständnisse zwischen Mietern und Vermietern zu vermeiden. Hilfreich wäre es in diesem Zusammenhang sicherlich, wenn die Mieterverbände unterstützend für eine Akzeptanz dieser wohnwertorientierten Warmmietenerhöhungen werben würden.

Unter Berücksichtigung der Heizkostenersparnis, der steuerlichen Förderung und einer Warmmietenerhöhung im angemessenen Verhältnis zur Wohnwertsteigerung erhöht sich die Gesamtkapitalrentabilität in 161 der 240 Kombinationen auf positive Werte, weiterhin erwirtschaftet aber nur die Dämmung zugänglicher oberster Geschossdecken eine Rendite von über 5 %. Da aber positive Gesamtkapitalrentabilitäten die Voraussetzung für eine Hebelwirkung („Leverage“) der Eigenkapitalrentabilitäten auf kompetitive Werte ist, eröffnet sich in diesen Fällen nun die Möglichkeit mit zinsgünstigen Krediten einen Anreiz für energetische Sanierungen zu schaffen. Wird von einer Ziel-Eigenkapitalrentabilität von 5 % und einem 80 % Beleihungsauslauf ausgegangen, gelingt es in 11 von 240 Fallkonstellationen mit Fremdkapitalzinsen von mindestens 2 %, die Investition aus Sicht der Eigentümer wirtschaftlich durchzuführen.³⁸ Wirtschaftlich wird dann auch die Dämmung der obersten Geschossdecken in Vorkriegsgebäuden. Wird der geforderte Fremdkapitalzins nochmals z.B. auf 0,5% gesenkt, so sind 38 von 240 Fallkonstellationen wirtschaftlich. Insbesondere der Einbau neuer Heizungssysteme und die Gesamtsanierungen der besonders ineffizienten Nachkriegsgebäude sind dann wirtschaftlich durchführbar.

³⁶ Kaltmieterhöhungen aufgrund Energieeinsparungen wurden bereits vorher berücksichtigt.

³⁷ Der Einbau eines neuen Heizungssystems und die Dämmung der obersten Geschossdecke erhöhen nach unserer Auffassung den Wohnwert nicht.

³⁸ Explizit nicht Bestandteil des Auftrages war es die Mengengerüste zu ermitteln, d.h. welche Gebäudetypen wie häufig in Berlin vorkommen. Daher kann auch keine Aussage über die quantitative Wirkung der Maßnahmen getroffen werden.

Nach Absprache mit dem Auftraggeber sollte zudem ermittelt werden, unter welchen Bedingungen auch die übrigen 202 Fallkonstellationen aus Sicht der Eigentümer wirtschaftlich werden können. Dabei wurde – in Absprache mit dem Auftraggeber – von einer 100 % Fremdfinanzierung ausgegangen. Da bei einer 100 % Fremdfinanzierung keine Eigenkapitalrentabilität berechnet werden kann, wurde die Berechnung wie folgt verändert: ausgewiesen wird nun zunächst der Fremdkapitalzins, bei dem der Eigentümer rechnerisch neutral gestellt wird, d.h. weder ein Vor- noch einen Nachteil aus der Investition hat. Negative Zinsen sind dabei ebenso möglich und häufig wie sehr hohe Zinsen von über 10 %. Da der Eigentümer weiterhin das wirtschaftliche Risiko der Investition trägt, markiert dieser Fremdkapitalzins die Obergrenze der Wirtschaftlichkeit. Bei einem geringeren Zins erzielt mithin der Eigentümer einen Vorteil, sofern die Kosten und Erträge den Planungen entsprechen.

Da sehr niedrige Zinsen oder gar negative Zinsen nicht realistisch sind, wurde in Absprache mit dem Auftraggeber eine Untergrenze von 0,5 % eingeführt, sodass weiterhin viele Fallkonstellationen existieren, die aus Sicht der Eigentümer nicht wirtschaftlich finanziert werden können. Um auch diese Fälle in die Wirtschaftlichkeit führen zu können, muss die Warmmiete nochmals erhöht werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Kaltmiete bereits in der ersten Stufe um die Energiekostenersparnis im ersten Jahr und in der dritten Stufe um die Wohnwerterhöhung angehoben wurde. Der Mieter müsste eine höhere Miete zahlen, für die er keine weitere Gegenleistung erhält. Der ausgewiesene Wert ist daher wie folgt zu lesen: „Die Miete müsste um $x \text{ €/m}^2$ erhöht werden, damit der Eigentümer gerade keinen rechnerischen Vor- oder Nachteil durch die Investition hat“. Die Tabelle beantwortet damit nicht die Frage, ob eine solche Mieterhöhung auf dem Markt realisierbar ist. Dies ist abhängig von der aktuellen Miete im Vergleich zur Marktmiete (vgl. hierzu auch die Ausführungen in Kapitel 2.6). Die Tabelle soll eine Orientierung geben, um wie viel die Warmmiete mindestens angehoben werden müsste, wenn sämtliche denkbare Ertragspotenziale bereits gehoben wurden. Die höchsten Mieterhöhungserfordernisse von rund $0,5 \text{ €/m}^2$ ergeben sich bei ursprünglich besonders unwirtschaftlichen Maßnahmen, insbesondere beim Austausch der Fenster und bei der Dämmung der obersten Geschossdecke bei Gebäuden ohne Dachböden. Bei bereits auf niedrigeren Stufen wirtschaftlichen Maßnahmen kann die Miete rechnerisch auch gesenkt werden.

Selbst wenn der Eigentümer erwartet, die notwendigen Mieterhöhungen durchsetzen zu können, so kann trotzdem nicht erwartet werden, dass er die Investition tatsächlich durchführt. Das Mieterhöhungspotenzial könnte er grundsätzlich auch ohne energetische Sanierung ausnutzen und so seine Einkünfte erhöhen. Zwar mag ein Mietermilieu existieren, das dauerhaft bereit und in der Lage ist, eine höhere Miete zu zahlen, um individuell zum Klimaschutz beizutragen. Wir sind aber skeptisch, ob dieses Milieu groß genug ist, um darauf langfristige Investitionsentscheidungen aufzubauen. Die letzte Berechnungsstufe ist daher streng genommen nicht mehr als Wirtschaftlichkeitsberechnung zu sehen, sondern als Orientierungshilfe für Mieter, Eigentümer, Öffentlichkeit und Politik über die Kosten des Klimaschutzes an Gebäuden.

Es überrascht nicht, dass auch unter Ausnutzung aller denkbaren Ertragspotenziale, eine energetische Sanierung häufig noch unwirtschaftlich ist. Wirtschaftlich kann Klimaschutz nur in einer volkswirtschaftlichen Betrachtung sein, in der neben den eingesparten Energiekosten auch der monetarisierte Nutzen, der durch die energetischen Sanierungen möglicherweise verminderten Klimaerwärmung berücksichtigt wird. Dieser Nutzen kann nur durch die Gewährung von Zuschüssen (oder indirekt in Form höherer Steuern/Abgaben auf Energie) gehoben werden. Derzeit liegen zwar noch keine Schätzungen zu den (Grenz-) Schadenskosten des Kohlendioxids vor. Im aktuellen Bundesverkehrswegeplan von 2003 wird daher ein Vermeidungskostenansatz von € 205/t Kohlendioxid verwendet.³⁹ Angesichts der – mit der wesentlichen Ausnahme der Fenstererneuerung – nur geringen notwendigen Mieterhöhungen dürften die Grenzvermeidungskosten von Kohlendioxid bei der Sanierung des Berliner Mietwohnungsbestandes geringer sein. Es stellt sich daher die Frage, ob die verfügbaren öffentlichen Mittel im „Klimaschutzbudget“ optimal eingesetzt werden.

³⁹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (Hrsg.), „Bundesverkehrswegeplan – die gesamtwirtschaftliche Bewertungsmethodik“, S.88. www.bmvbs.de/Anlage/original_913029/Anwenderhandbuch-Bewertungskomponenten.pdf.

5. Anhang I: Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen

			Variante 1: Dämmung Außenwände						Variante 2: Dämmung Kellerdecke						Variante 3: Dämmung oberste Geschoßdecke bzw. Dach						Variante 4: Austausch der Fenster						Variante 5: Einbau modernes Heizungssystem						Variante 6: Energetische Gesamtmodernisierung					
			F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1	F2	F3	F4	F5	F6
			Wärmiet-neutral GKR	zus. Erträge durch Steuer GKR	plus Wohnwert- steigerung GKR	5% EK Rendite, 80% LTV FKZ	100 % FK FKZ	Mietänderung [€/m²]	Wärmiet-neutral GKR	zus. Erträge durch Steuer GKR	plus Wohnwert- steigerung GKR	5% EK Rendite, 80% LTV FKZ	100 % FK FKZ	Mietänderung [€/m²]	Wärmiet-neutral GKR	zus. Erträge durch Steuer GKR	plus Wohnwert- steigerung GKR	5% EK Rendite, 80% LTV FKZ	100 % FK FKZ	Mietänderung [€/m²]	Wärmiet-neutral GKR	zus. Erträge durch Steuer GKR	plus Wohnwert- steigerung GKR	5% EK Rendite, 80% LTV FKZ	100 % FK FKZ	Mietänderung [€/m²]	Wärmiet-neutral GKR	zus. Erträge durch Steuer GKR	plus Wohnwert- steigerung GKR	5% EK Rendite, 80% LTV FKZ	100 % FK FKZ	Mietänderung [€/m²]	Wärmiet-neutral GKR	zus. Erträge durch Steuer GKR	plus Wohnwert- steigerung GKR	5% EK Rendite, 80% LTV FKZ	100 % FK FKZ	Mietänderung [€/m²]
Gebietstyp 1	Gebäudetyp B1 Jahrhundert- wendegebäude	E1 - E3	-1,89%	-1,17%	0,40%	-0,75%	-1,02%	0,09	-1,37%	-0,82%	-0,14%	-1,43%	-2,22%	0,07	5,16%	4,66%	4,66%	4,58%	10,89%	-0,08	-3,52%	-2,14%	-2,21%	-4,01%	-6,88%	0,29	1,47%	1,37%	1,37%	0,46%	1,20%	-0,03	-0,68%	-0,33%	0,59%	-0,51%	-0,59%	0,21
		E4 - E5	-1,89%	-0,58%	0,45%	-0,68%	-0,59%	0,06	-1,37%	-0,37%	0,08%	-1,15%	-1,77%	0,06	5,16%	3,91%	3,91%	3,64%	11,24%	-0,09	-3,52%	-1,14%	-1,17%	-2,72%	-6,20%	0,27	1,47%	1,17%	1,17%	0,21%	1,59%	-0,05	-0,68%	-0,05%	0,59%	-0,51%	-0,17%	0,13
	Gebäudetyp B2 Vorkriegs- gebäude	E1 - E3	-1,07%	-0,61%	0,61%	-0,49%	-0,56%	0,07	-2,29%	-1,43%	-0,61%	-2,01%	-3,25%	0,09	2,26%	2,04%	2,04%	1,30%	2,85%	-0,02	-3,50%	-2,13%	-2,07%	-3,84%	-6,56%	0,15	1,44%	1,34%	1,34%	0,43%	1,14%	-0,04	-0,60%	-0,27%	0,64%	-0,45%	-0,48%	0,19
		E4 - E5	-1,07%	-0,23%	0,60%	-0,50%	-0,14%	0,04	-2,29%	-0,74%	-0,23%	-1,54%	-2,76%	0,08	2,26%	1,69%	1,69%	0,86%	3,22%	-0,02	-3,50%	-1,13%	-1,10%	-2,63%	-5,90%	0,13	1,44%	1,15%	1,15%	0,18%	1,53%	-0,07	-0,60%	-0,01%	0,63%	-0,47%	-0,07%	0,11
	Gebäudetyp B3 Nachkriegs- gebäude	E1 - E3	-0,94%	-0,52%	0,66%	-0,42%	-0,43%	0,06	-1,12%	-0,64%	0,21%	-0,99%	-1,45%	0,03	-0,30%	-0,05%	-0,05%	-1,31%	-2,02%	0,09	-3,46%	-2,11%	-2,11%	-3,89%	-6,66%	0,09	0,89%	0,89%	0,89%	-0,14%	0,08%	0,00	1,01%	0,99%	1,88%	1,10%	2,44%	-0,30
		E4 - E5	-0,94%	-0,17%	0,64%	-0,45%	-0,02%	0,04	-1,12%	-0,25%	0,32%	-0,85%	-1,01%	0,02	-0,30%	0,14%	0,14%	-1,07%	-1,56%	0,07	-3,46%	-1,12%	-1,12%	-2,65%	-5,99%	0,08	0,89%	0,81%	0,81%	-0,24%	0,49%	0,00	1,01%	0,88%	1,56%	0,70%	2,81%	-0,35
	Gebäudetyp B4 1970er Gebäude	E1 - E3	-3,29%	-2,02%	-0,53%	-1,91%	-3,07%	0,25	-3,07%	-1,90%	-0,62%	-2,03%	-3,28%	0,05	-7,32%	-3,65%	-3,65%	-5,81%	-11,13%	0,45	-3,63%	-2,20%	-2,02%	-3,77%	-6,43%	0,28	0,90%	0,89%	0,89%	-0,13%	0,09%	0,01	-2,66%	-1,65%	-0,50%	-1,87%	-3,00%	0,66
		E4 - E5	-3,29%	-1,07%	-0,18%	-1,47%	-2,59%	0,22	-3,07%	-1,00%	-0,24%	-1,55%	-2,79%	0,04	-7,32%	-1,86%	-1,86%	-3,58%	-9,94%	0,42	-3,63%	-1,17%	-1,07%	-2,59%	-5,78%	0,26	0,90%	0,81%	0,81%	-0,24%	0,50%	0,00	-2,66%	-0,87%	-0,16%	-1,45%	-2,52%	0,57
	Gebäudetyp B5 Plattenbau	E1 - E3	-2,66%	-1,66%	-0,39%	-1,74%	-2,78%	0,26	-1,82%	-1,12%	0,12%	-1,10%	-1,64%	0,03	-5,92%	-3,22%	-3,22%	-5,27%	-9,64%	0,23	-3,36%	-2,06%	-2,02%	-3,77%	-6,43%	0,28	0,90%	0,89%	0,89%	-0,13%	0,09%	0,00	-0,70%	-0,34%	0,60%	-0,50%	-0,58%	0,20
		E4 - E5	-2,66%	-0,87%	-0,09%	-1,36%	-2,30%	0,22	-1,82%	-0,56%	0,26%	-0,93%	-1,20%	0,02	-5,92%	-1,67%	-1,67%	-3,34%	-8,68%	0,21	-3,36%	-1,09%	-1,07%	-2,59%	-5,78%	0,26	0,90%	0,81%	0,81%	-0,24%	0,50%	0,00	-0,70%	-0,06%	0,59%	-0,51%	-0,17%	0,12
Gebietstyp 2	Gebäudetyp B1 Jahrhundert- wendegebäude	E1 - E3	-1,82%	-1,12%	0,46%	-0,68%	-0,90%	0,08	-1,30%	-0,77%	-0,09%	-1,36%	-2,11%	0,07	5,24%	4,73%	4,73%	4,67%	11,16%	-0,09	-3,45%	-2,11%	-0,06%	-1,32%	-2,04%	0,13	1,54%	1,43%	1,43%	0,54%	1,35%	-0,04	-0,61%	-0,27%	0,65%	-0,44%	-0,46%	0,18
		E4 - E5	-1,82%	-0,55%	0,49%	-0,63%	-0,47%	0,06	-1,30%	-0,34%	0,11%	-1,11%	-1,65%	0,05	5,24%	3,97%	3,97%	3,72%	11,50%	-0,09	-3,45%	-1,12%	0,14%	-1,08%	-1,58%	0,11	1,54%	1,21%	1,21%	0,27%	1,73%	-0,06	-0,61%	-0,01%	0,63%	-0,46%	-0,05%	0,10
	Gebäudetyp B2 Vorkriegs- gebäude	E1 - E3	-1,00%	-0,56%	0,66%	-0,42%	-0,43%	0,06	-2,22%	-1,38%	-0,56%	-1,95%	-3,14%	0,09	2,33%	2,10%	2,10%	1,38%	3,01%	-0,02	-3,43%	-2,10%	-2,03%	-3,79%	-6,47%	0,14	1,51%	1,40%	1,40%	0,50%	1,28%	-0,05	-0,53%	-0,22%	0,70%	-0,38%	-0,35%	0,16
		E4 - E5	-1,00%	-0,20%	0,64%	-0,45%	-0,02%	0,03	-2,22%	-0,71%	-0,20%	-1,50%	-2,65%	0,07	2,33%	1,74%	1,74%	0,93%	3,38%	-0,02	-3,43%	-1,11%	-1,08%	-2,60%	-5,82%	0,13	1,51%	1,19%	1,19%	0,24%	1,67%	-0,07	-0,53%	0,03%	0,67%	-0,42%	0,06%	0,08
	Gebäudetyp B3 Nachkriegs- gebäude	E1 - E3	-0,87%	-0,47%	0,72%	-0,35%	-0,30%	0,05	-1,05%	-0,59%	0,27%	-0,92%	-1,33%	0,03	-0,23%	0,01%	0,01%	-1,24%	-1,90%	0,08	-3,39%	-2,07%	-2,07%	-3,84%	-6,57%	0,09	0,96%	0,95%	0,95%	-0,07%	0,21%	0,00	1,08%	1,05%	1,94%	1,18%	2,60%	-0,32
		E4 - E5	-0,87%	-0,14%	0,68%	-0,40%	0,11%	0,03	-1,05%	-0,22%	0,36%	-0,80%	-0,89%	0,02	-0,23%	0,18%	0,18%	-1,03%	-1,45%	0,07	-3,39%	-1,10%	-1,10%	-2,63%	-5,90%	0,08	0,96%	0,85%	0,85%	-0,19%	0,62%	0,00	1,08%	0,92%	1,61%	0,76%	2,97%	-0,37
	Gebäudetyp B4 1970er Gebäude	E1 - E3	-3,22%	-1,98%	-0,48%	-1,85%	-2,96%	0,24	-3,00%	-1,86%	-0,57%	-1,97%	-3,18%	0,05	-7,25%	-3,63%	-3,63%	-5,79%	-11,07%	0,44	-3,56%	-2,16%	-2,09%	-3,86%	-6,60%	0,28	0,97%	0,95%	0,95%	-0,06%	0,23%	0,00	-2,59%	-1,61%	-0,44%	-1,81%	-2,89%	0,63
		E4 - E5	-3,22%	-1,05%	-0,15%	-1,43%	-2,48%	0,21	-3,00%	-0,98%	-0,21%	-1,51%	-2,69%	0,04	-7,25%	-1,85%	-1,85%	-3,57%	-9,89%	0,41	-3,56%	-1,15%	-1,11%	-2,64%	-5,94%	0,25	0,97%	0,85%	0,85%	-0,18%	0,63%	0,00	-2,59%	-0,84%	-0,13%	-1,41%	-2,41%	0,54
	Gebäudetyp B5 Plattenbau	E1 - E3	-2,59%	-1,61%	-0,34%	-1,68%	-2,67%	0,25	-1,75%	-1,08%	0,18%	-1,03%	-1,52%	0,02	-5,85%	-3,19%	-3,19%	-5,24%	-9,57%	0,23	-3,29%	-2,02%	-1,98%	-3,73%	-6,34%	0,27	0,97%	0,95%	0,95%	-0,06%	0,23%	0,00	-0,63%	-0,29%	0,65%	-0,43%	-0,46%	0,17
		E4 - E5	-2,59%	-0,85%	-0,06%	-1,32%	-2,19%	0,21	-1,75%	-0,53%	0,30%	-0,88%	-1,08%	0,02	-5,85%	-1,66%	-1,66%	-3,33%	-8,62%	0,21	-3,29%	-1,07%	-1,05%	-2,56%	-5,70%	0,25	0,97%	0,85%	0,85%	-0,18%	0,63%	0,00	-0,63%	-0,02%	0,63%	-0,46%	-0,04%	0,10
Gebietstyp 3	Gebäudetyp B1 Jahrhundert- wendegebäude	E1 - E3	-1,14%	-0,65%	1,02%	0,03%	0,37%	0,01	-0,62%	-0,28%	0,45%	-0,69%	-0,93%	0,03	5,96%	5,42%	5,42%	5,53%	13,74%	-0,09	-2,79%	-1,72%	0,48%	-0,65%	-0,85%	0,06	2,24%	2,03%	2,03%	1,29%	2,80%	-0,09	0,07%	0,25%	1,22%	0,28%	0,84%	-0,06
		E4 - E5	-1,14%	-0,25%	0,91%	-0,11%	0,81%	-0,02	-0,62%	-0,01%	0,49%	-0,63%	-0,47%	0,02	5,96%	4,60%	4,60%	4,51%	14,44%	-0,09	-2,79%	-0,90%	0,52%	-0,60%	-0,40%	0,04	2,24%	1,69%	1,69%	0,87%	3,23%	-0,11	0,07%	0,35%	1,06%	0,08%	1,27%	-0,13
	Gebäudetyp B2 Vorkriegs- gebäude	E1 - E3	-0,31%	-0,05%	1,24%	0,30%	0,88%	-0,02	-1,55%	-0,94%	-0,05%	-1,31%	-2,03%	0,05	3,04%	2,73%	2,73%	2,16%	4,62%	-0,03	-2,77%	-1,71%	-1,64%	-3,30%	-5,56%	0,11	2,21%	2,01%	2,01%	1,26%	2,73%	-0,12	0,15%	0,31%	1,27%	0,34%	0,96%	-0

6. Anhang II

6.1 Definition der Gebäudetypen

6.1.1 Definition des Gebäudetyps „Jahrhundertwendegebäude“

Dieses Gebäude stellt ein typisches Berliner Gebäude dar, das um die Jahrhundertwende gebaut wurde (etwa 1890 – 1915). Es besteht aus einem Vorder-, einem Mittel- und einem Hinterhaus. Die Gebäude haben Berührungsflächen zu Nachbargebäuden und bilden einen Innenhof.

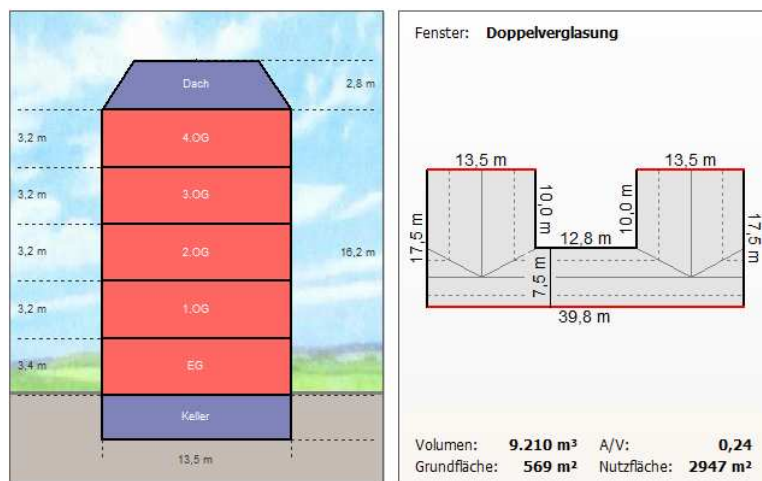
Wie alle Gebäudetypen dieser Studie stellt das „Jahrhundertwendegebäude“ ein fiktives Gebäude dar, das die Abmessungen und den energetischen Zustand eines typischen Berliner Wohnhauses dieser Epoche abbildet.

Ein Beispiel für ein Jahrhundertwendegebäude könnte ein Gebäude an der Schillerpromenade in Neukölln sein.

6.1.1.1 Gebäudegeometrie und U-Werte

Das Gebäude wird mit folgenden Maßen definiert:

Abbildung 10: Abmessungen und Grundriss Jahrhundertwendegebäude



Gebäudegeometrie

Entsprechend der Gebäudegeometrie berechnete Größen:

Bruttovolumen	$V_e = 9209,70 \text{ m}^3$
Energiebedarfsfläche	$A_N = 0,32 * V_e = 2947,10 \text{ m}^2$
Gebäudehüllfläche	$\sum A_i = 2281,44 \text{ m}^2$

Tabelle 7

Ausrichtung und Bauteil	Fläche A _i [m²]	U _f -Wert [W/m²K]
Dach		
SO Dach unbeheizt - Dachfläche	177,32	2,60
NO Dach unbeheizt - Dachfläche	100,71	2,60
SW Dach unbeheizt - Dachfläche	100,71	2,60
NW Dach unbeheizt - Dachfläche	88,55	2,60
NO Dach unbeheizt - Dachfläche	100,71	2,60
SW Dach unbeheizt - Dachfläche	100,71	2,60
Obere Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)		
Oberste Geschossdecke	568,50	2,60
Wand gegen Außenluft		
NO Außenwand	156,50	1,45
SW Außenwand	90,00	1,45
NW Außenwand	114,36	1,45
NO Außenwand	90,00	1,45
SW Außenwand	156,50	1,45
SO Wand Loggia	10,24	1,45
NW Wand Loggia	10,24	1,45
SO Erker	12,80	1,45
NW Erker	12,80	1,45
Wand gegen Außenluft		
NO Dach unbeheizt - Giebel	9,38	1,45
SW Dach unbeheizt - Giebel	9,38	1,45
Fenster (nach außen)		
NO 2-Scheiben-Kastenfenster	127,00	2,70
SW 2-Scheiben-Kastenfenster	72,00	2,70
NW 2-Scheiben-Kastenfenster	93,00	2,70
NO 2-Scheiben-Kastenfenster	72,00	2,70
SW 2-Scheiben-Kastenfenster	127,00	2,70
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum		
Kellerdecke	568,50	1,37

6.1.1.2 Heizung und Warmwasserbereitung im Ausgangszustand

Das Gebäude im Ausgangszustand wird dezentral über Gaseinzelöfen beheizt. Es werden pro Wohnung vier Gaseinzelöfen angenommen. Die Warmwasserbereitung erfolgt ebenfalls dezentral über Gas-Durchlauferhitzer im Bad und elektrische Kleinspeicher in der Küche.

6.1.1.3 Energetische Maßnahmen beim Jahrhundertwendegebäude

Für jedes Typgebäude werden fünf Einzelmaßnahmen und eine Gesamtmaßnahme entwickelt. Die Maßnahmen sind:

1. Dämmung Außenwände
2. Dämmung Kellerdecke
3. Dämmung oberste Geschossdecke bzw. Dach
4. Einbau Fenster mit Wärmeschutzverglasung
5. Einbau modernes Heizungssystem
6. Energetische Gesamtmodernisierung (Gesamtheit der genannten Einzelmaßnahmen)

Unter der Annahme, dass das Jahrhundertwendegebäude (zumindest an der straßenseitigen Gebäude-seite) eine erhaltenswürdige Fassadenansicht hat, lassen sich nicht alle Standard-Modernisierungsmethoden anwenden. Sämtliche Maßnahmen halten die in der EnEV 2009 vorgeschriebenen Mindest-U-Werte ein.

6.1.1.4 Dämmung Außenwände

Die Fassade zur Straße hin kann aus optischen Gründen nicht von außen gedämmt werden. Deshalb wird an diesen Wänden eine Innendämmung mit einer Stärke von 6 cm angebracht. Dies ist im Gegensatz zur Außendämmung mit höheren Kosten und vor allem mit erheblichen Eingriffen in die Wohnungen der Mieter verbunden.

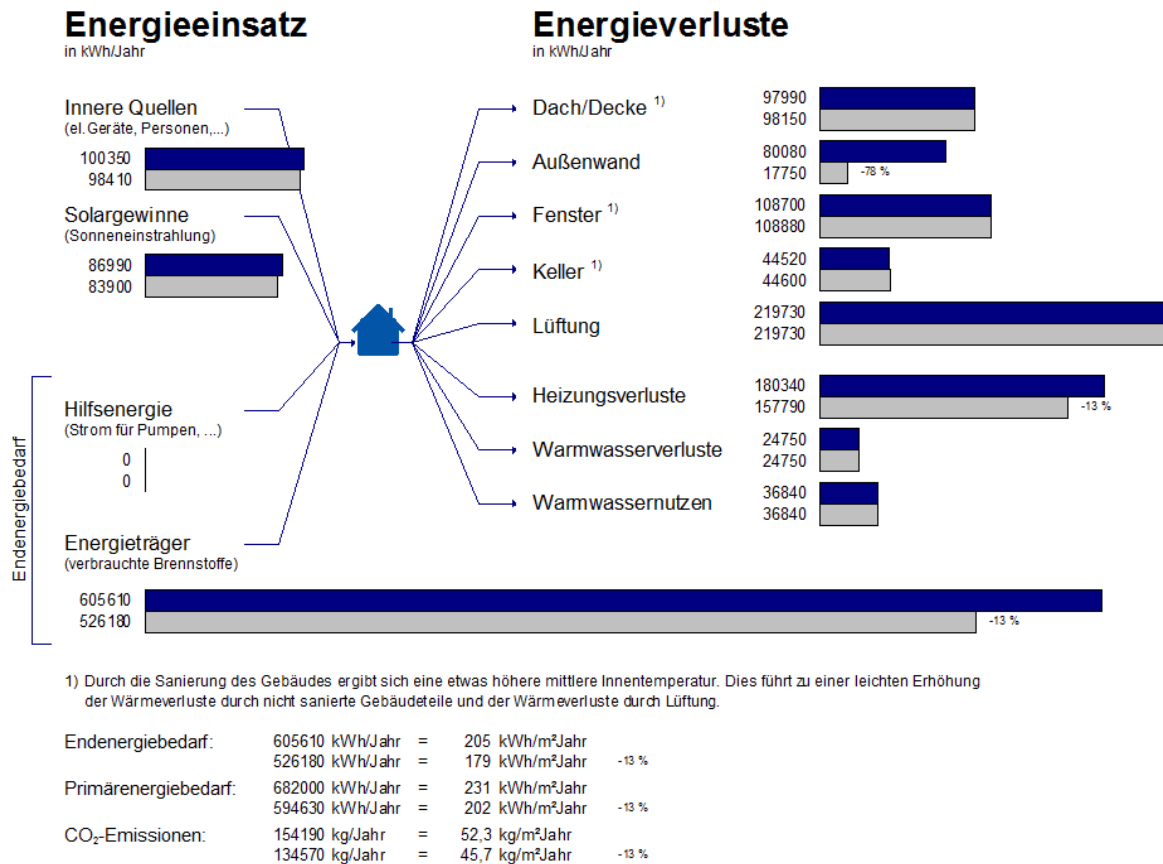
Die Hof- und Rückseiten des Gebäudes werden mit einem Wärmedämmverbundsystem mit einer Dämmschicht von 20 cm versehen.

Unberücksichtigt bleibt bei dieser Maßnahme die Problematik der möglichst wärmebrückenfreien Anschlusslösungen. Besonders Details beim Anschluss an die vorhandenen Fenster könnten problematisch sein und es könnte hier zu Tauwasseranfall kommen.

Alle anderen Außenbauteile und die Heizung/Warmwasserbereitung bleiben bei dieser Einzelmaßnahme unverändert.

Diese Maßnahme ergibt folgende Veränderungen in der Gebäude-Energiebilanz:

Abbildung 11: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 1 – Dämmung Außenwände, Jahrhundertwendegebäude



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

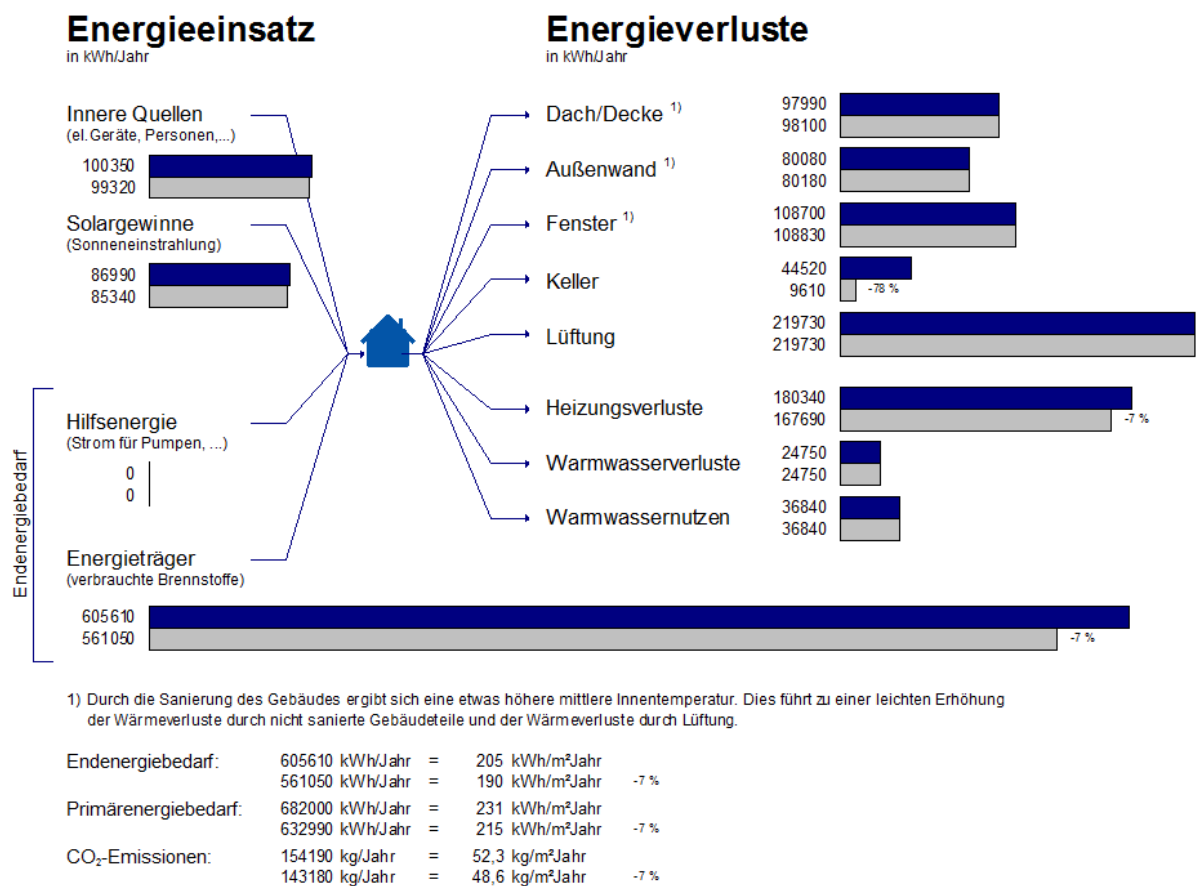
Obwohl hier nur die Außenwände gedämmt werden, reduzieren sich auch die Heizungsverluste. Dies kommt daher, dass bei einer besseren Hülle auch die Leitungsverluste der Heizung innerhalb des Gebäudes reduziert werden.

6.1.1.5 Dämmung Kellerdecke

Berliner Gebäude aus der Zeit um die Jahrhundertwende weisen zumeist gewöhnliche Kellerdecken, zum Teil aber auch sogenannte Kappendecken auf. Beide Typen könne von unten gedämmt werden und erreichen dieselben Energieeinsparungen. Bei einer Kappendecke sind die Kosten dafür allerdings wesentlich höher. In der Feinrechnung wurde vom teureren Fall der Dämmung einer Kappendecke ausgegangen. Es wurde mit einer Dämmstärke von 20 cm gerechnet. Im Normalfall sind die Kosten der Kellerdeckendämmung niedriger – die energetischen Einsparungen sind dieselben.

Das Dämmen der Kellerdecke verändert die Gebäudeenergiebilanz folgendermaßen:

Abbildung 12: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 2 – Dämmung Kellerdecke, Jahrhundertwendegebäude



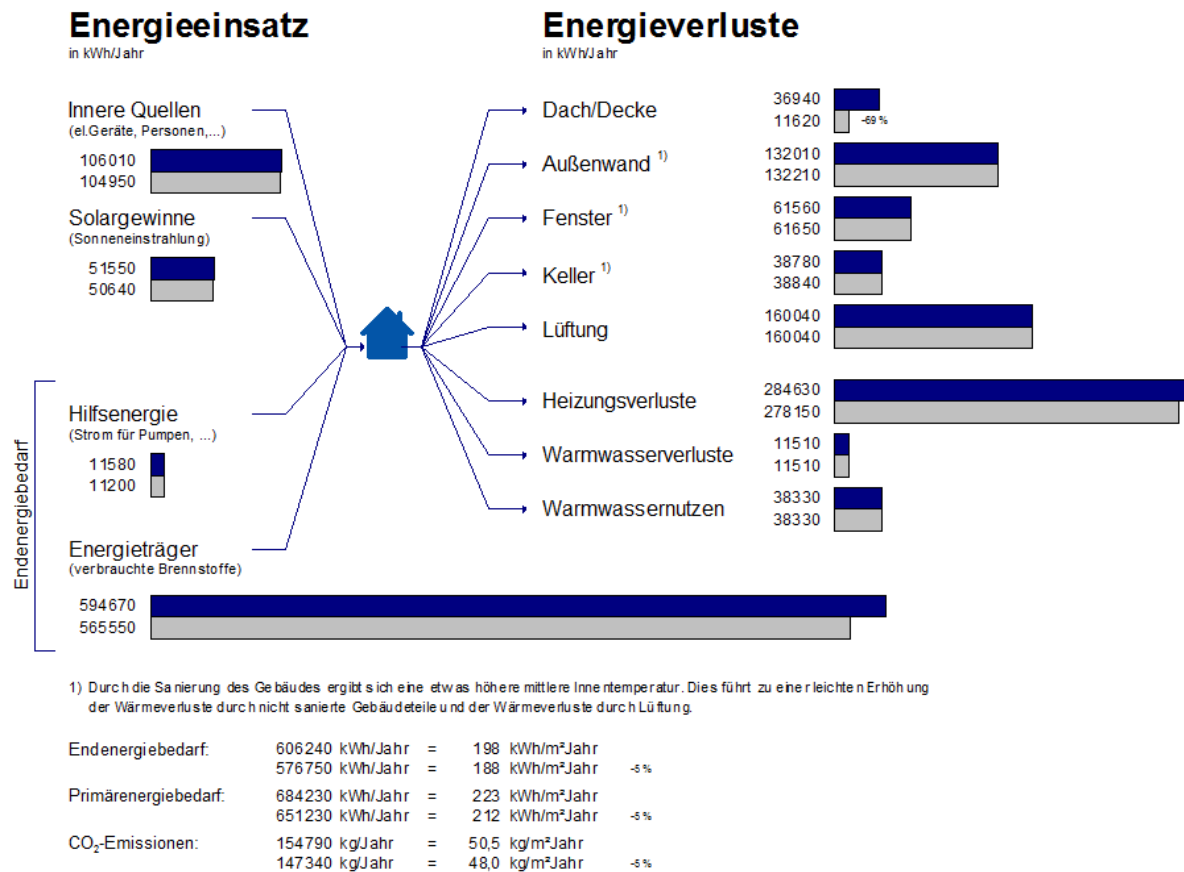
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Das Dämmen der Kellerdecke reduziert den Endenergiebedarf um 7%.

6.1.1.6 Dämmung oberste Geschossdecke

Im Typgebäude ist der Dachraum nicht ausgebaut und wird als Speicher genutzt. Ein Dämmen der obersten Geschossdecke von oben ist somit möglich. Es wird eine begehbare Wärmedämmung mit einer Stärke von 20 cm aufgebracht.

Abbildung 13: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 3 Dämmung oberste Geschossdecke, Jahrhundertwendegebäude



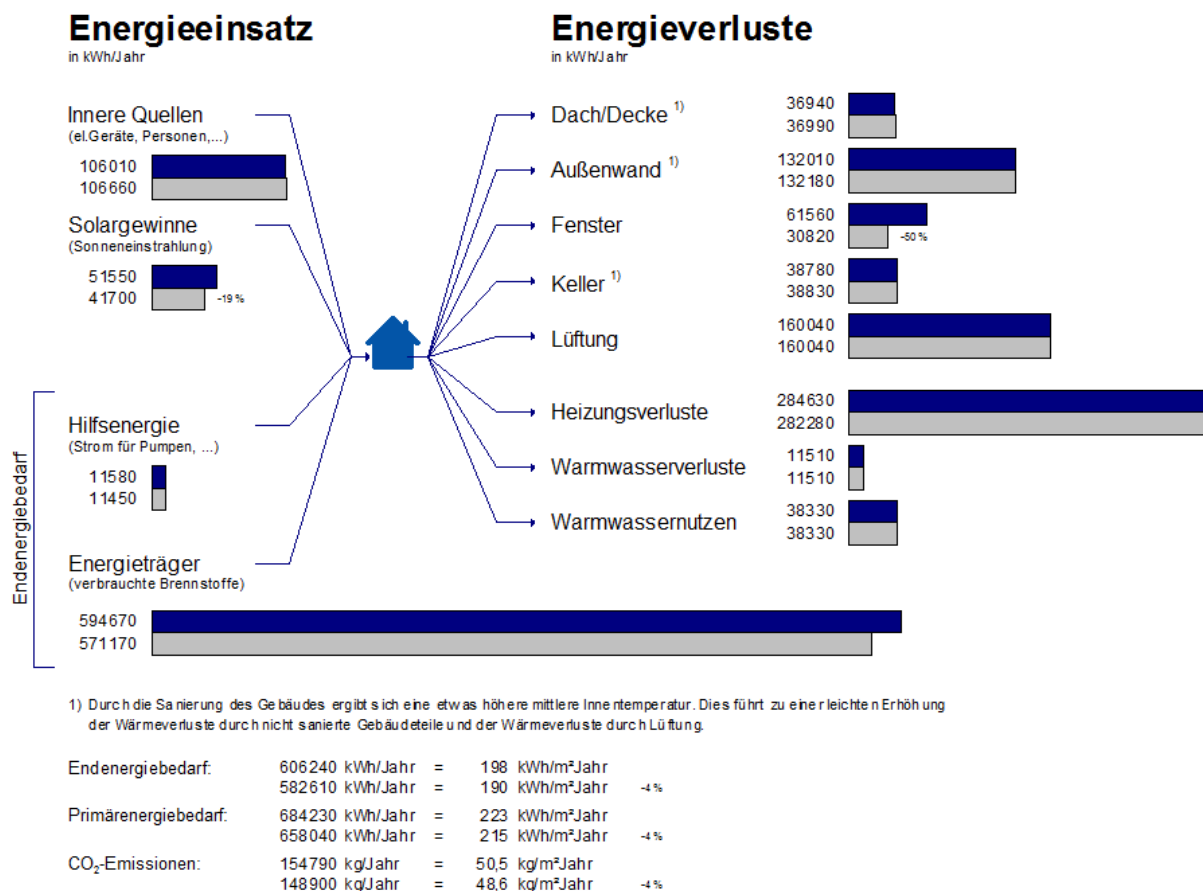
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Das Dämmen der obersten Geschossdecke reduziert den Energiebedarf um 5 %.

6.1.1.7 Einbau von Fenstern mit Wärmeschutzverglasung

Für das Jahrhundertwendegebäude“ wurde im Ausgangszustand von Kastenfenstern ausgegangen. Diese Kastenfenster werden durch Fenster mit Wärmeschutzverglasung mit einem U_W^{40} von 1,3 W/m²K ersetzt. Durch den nicht zerstörungsfrei möglichen Einbau sind zusätzliche Maßnahmen (z.B. Beputzen der Laibung) im Bereich der Fensterleibung wahrscheinlich nicht zu vermeiden.

Abbildung 14: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 4 Einbau von neuen Fenstern, Jahrhundertwendegebäude



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Durch den Ersatz von Kastenfenstern durch Fenster mit Wärmeschutzverglasung verringert sich der Energieverlust durch die Fenster(flächen) um 50%. Die Gesamtenergieeinsparung des Gebäudes verringert sich jedoch bei dieser Einzelmaßnahme um lediglich 4%.

⁴⁰ U_W : Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters (Glas und Rahmen)

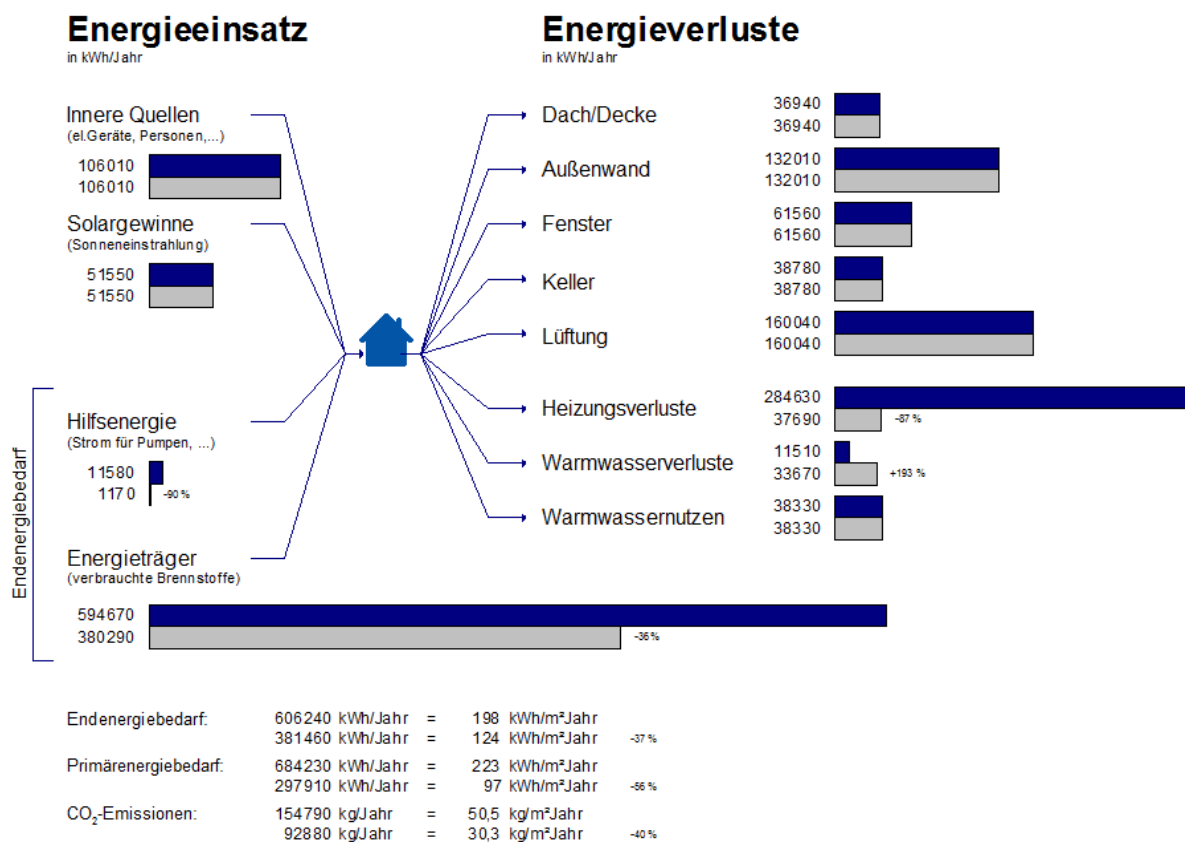
6.1.1.8 Einbau eines modernen Heizungssystems

Die Modernisierung des Heizungs- und Warmwasserbereitungssystems erfordert im „Jahrhundertwendegebäude“ einen sehr hohen baulichen und finanziellen Aufwand. Für den Ausgangszustand geht diese Studie von einer dezentralen Heizung mit vier Gas-Einzelöfen pro Wohnung aus.

Um hier eine nachhaltige Verbesserung zu erzielen, muss die Heizwärmeversorgung auf ein zentrales System umgestellt werden. Dies erfordert einen kompletten Neueinbau eines Rohrleitungsnetzes im Gebäude. Für das Typgebäude wurde außerdem davon ausgegangen, dass ein Fernwärmeanschluss möglich ist und umgesetzt wird. Die Warmwasserversorgung wird wohnungszentral belassen. Hier erfolgt nur der Austausch der alten Gasdurchlauferhitzer.

Mit einer zentralen Warmwasserbereitung für Trinkwasser könnten weitere Energieeinsparpotenziale genutzt werden. Eine solche Lösung wäre technisch gesehen das Optimum. Allerdings müsste dann auch ein komplettes Trinkwarmwassernetz im Gebäude eingebaut werden. Aufgrund der hohen Kosten wurde diese Maßnahme in dieser Studie nicht als Teil der Einzelmaßnahme „modernes Heizungssystem“ gerechnet.

Abbildung 15: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 5 modernes Heizungssystem, Jahrhundertwendegebäude



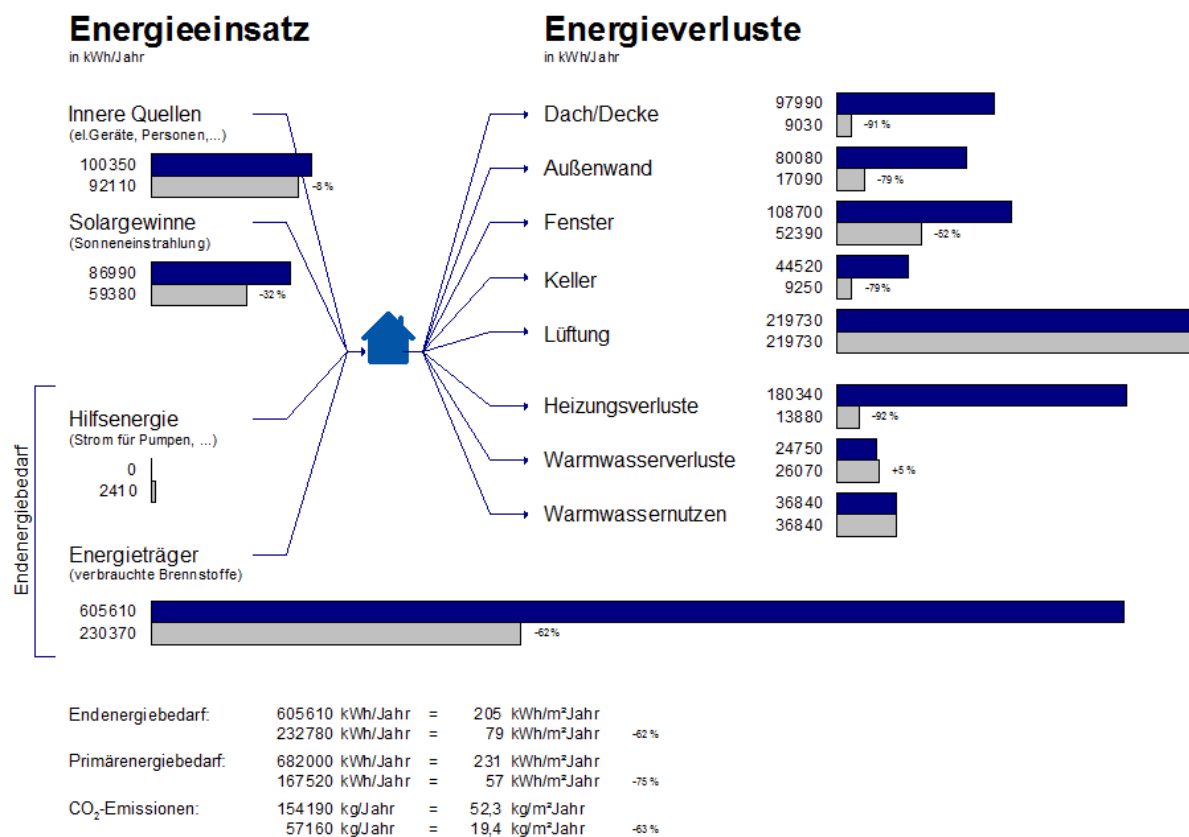
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Der Umstellung auf ein zentrales Heizungssystem reduziert die immensen Verluste der Einzelöfen. Die Einsparung an Endenergie beläuft sich auf 37 %.

6.1.1.9 Energetische Gesamtmodernisierung

Alle zuvor aufgeführten Einzelmaßnahmen werden in einer energetischen Gesamtmodernisierung zusammen geführt und berechnet.

Abbildung 16: Gebäude-Energiebilanzen energetische Gesamtmodernisierung, Jahrhundertwendegebäude



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils sanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den sanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Bei der Ausführung aller Einzelmaßnahmen in einer Gesamtmodernisierung kann der Endenergiebedarf im Vergleich zum Ausgangszustand um 62 % reduziert werden. Der Primärenergiebedarf sinkt wegen des besseren Primärenergiefaktors der Vattenfall-Fernwärme⁴¹ gegenüber Erdgas sogar um 75 %.

⁴¹ In den energetischen Berechnungen wird Fernwärme von Vattenfall mit einem Primärenergiefaktor von 0,7 angesetzt. Für Berlin besitzt Vattenfall sogar eine Zertifizierung für den Primärenergiefaktor von 0,567 (http://www.vattenfall.de/www/vf/vf_de/Gemeinsame_Inhalte/DOCUMENT/154192vatt/307925wxrm/307933wxrm/P0277654.pdf).

6.1.1.10 U-Werte der sanierten Außenbauteile

Tabelle 8

Ausrichtung und Bauteil	Fläche A _i [m²]	U _f -Wert [W/m²K]
Obere Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)		
Oberste Geschossdecke, Wärmedämmung von oben	568,50	0,135
Wand gegen Außenluft		
NO Außenwand, Wärmedämmverbundsystem	156,50	0,176
SW Außenwand, Wärmedämmverbundsystem	90,00	0,176
NW Außenwand, Wärmedämmverbundsystem	114,36	0,176
NO Außenwand, Wärmedämmverbundsystem	90,00	0,176
SW Außenwand, Innendämmung	156,50	0,457
SO Wand Loggia, Wärmedämmverbundsystem	10,24	0,176
NW Wand Loggia, Wärmedämmverbundsystem	10,24	0,176
SO Erker, Wärmedämmverbundsystem	12,80	0,176
NW Erker, Wärmedämmverbundsystem	12,80	0,176
Wand gegen Außenluft		
NO Dach unbeheizt – Giebel, Wärmedämmverbundsystem	9,38	0,176
SW Dach unbeheizt – Giebel, Wärmedämmverbundsystem	9,38	0,176
Fenster (nach außen)		
NO 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	127,00	1,30
SW 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	72,00	1,30
NW 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	93,00	1,30
NO 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	72,00	1,30
SW 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	127,00	1,30
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum		
Kellerdecke, Wärmedämmung von unten	568,50	0,175

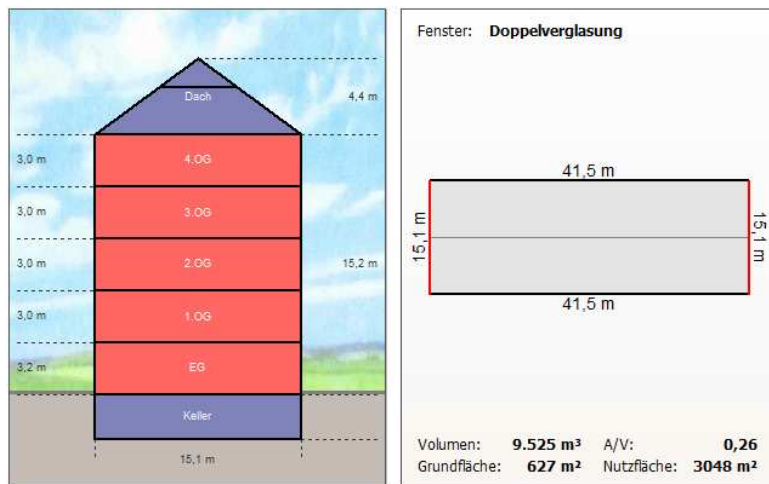
6.1.2 Definition des Gebäudetyps „Vorkriegsgebäude“

Das Vorkriegsgebäude wurde zwischen 1920 und 1935 errichtet. Die Fassade ist erhaltenswert. Eine Außendämmung ist möglich, erfordern aber zusätzliche Maßnahmen, die der erhaltenswürdigen Fassade geschuldet sind. Diese Maßnahmen sind dann mit höheren Kosten verbunden.

Beispielhaft wurde ein mittelgroßes Mehrfamilienhaus gewählt. Es hat bei einer Gesamtbreite von 41,50 m fünf Vollgeschosse mit 30 Wohneinheiten. Das Haus hat insgesamt drei Treppenhäuser und ebenso viele Hauseingänge. Der Dachboden ist begehrbar aber nicht ausgebaut. Beispiele für diesen Gebäudetyp sind die Mehrfamilienhäuser in der Soorstraße.

6.1.2.1 Gebäudegeometrie und U-Werte

Abbildung 17: Abmessungen und Grundriss Vorkriegsgebäude



Gebäudegeometrie

Entsprechend der Gebäudegeometrie berechnete Größen:

$$\begin{aligned}\text{Bruttovolumen} & V_e = 9582,70 \text{ m}^3 \\ \text{Energiebedarfsfläche} & A_N = 0,32 * V_e = 3066,50 \text{ m}^2 \\ \text{Gebäudehüllfläche} & \sum A_i = 2569,30 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Tabelle 9

Ausrichtung und Bauteil	Fläche A_i [m²]	U_i -Wert [W/m²K]
Dach		
NW Dach unbeheizt - Dachfläche	361,80	2,00
SO Dach unbeheizt - Dachfläche	361,80	2,00
Obere Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)		
Oberste Geschossdecke	626,65	0,78
Wand gegen Außenluft		
NW Außenwand	630,80	1,45
NO Loggia	12,00	1,45
SW Loggia	12,00	1,45
SO Außenwand	630,80	1,45
NO Rückseite	15,20	1,45
SW Rückseite	15,20	1,45
Fenster (nach außen)		
NW Doppelverglasung	135,00	2,70
SO Doppelverglasung	135,00	2,70
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum		
Kellerdecke	626,65	1,20

6.1.2.2 Heizung und Warmwasserbereitung im Ausgangszustand

Bei diesem Typgebäude wird Gas-Etagenheizungen, d.h. einer Heiztherme pro Wohnung und einer wohnungszentralen Warmwassererzeugung (Gas-Durchlauferhitzer, elektrische Zündflamme) ausgegangen.

6.1.2.3 Energetische Maßnahmen beim Vorkriegsgebäude

Für das Vorkriegsgebäude werden fünf Einzelmaßnahmen und eine Gesamtmaßnahme entwickelt. Die Maßnahmen sind:

1. Dämmung Außenwände
2. Dämmung Kellerdecke
3. Dämmung oberste Geschossdecke bzw. Dach
4. Einbau Fenster mit Wärmeschutzverglasung
5. Einbau modernes Heizungssystem
6. Energetische Gesamtmodernisierung (Gesamtheit der genannten Einzelmaßnahmen)

Dieses Gebäude hat ebenfalls eine erhaltenswerte Fassade. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass unter der Erhaltung der Ansichten ein Dämmen von außen möglich ist.

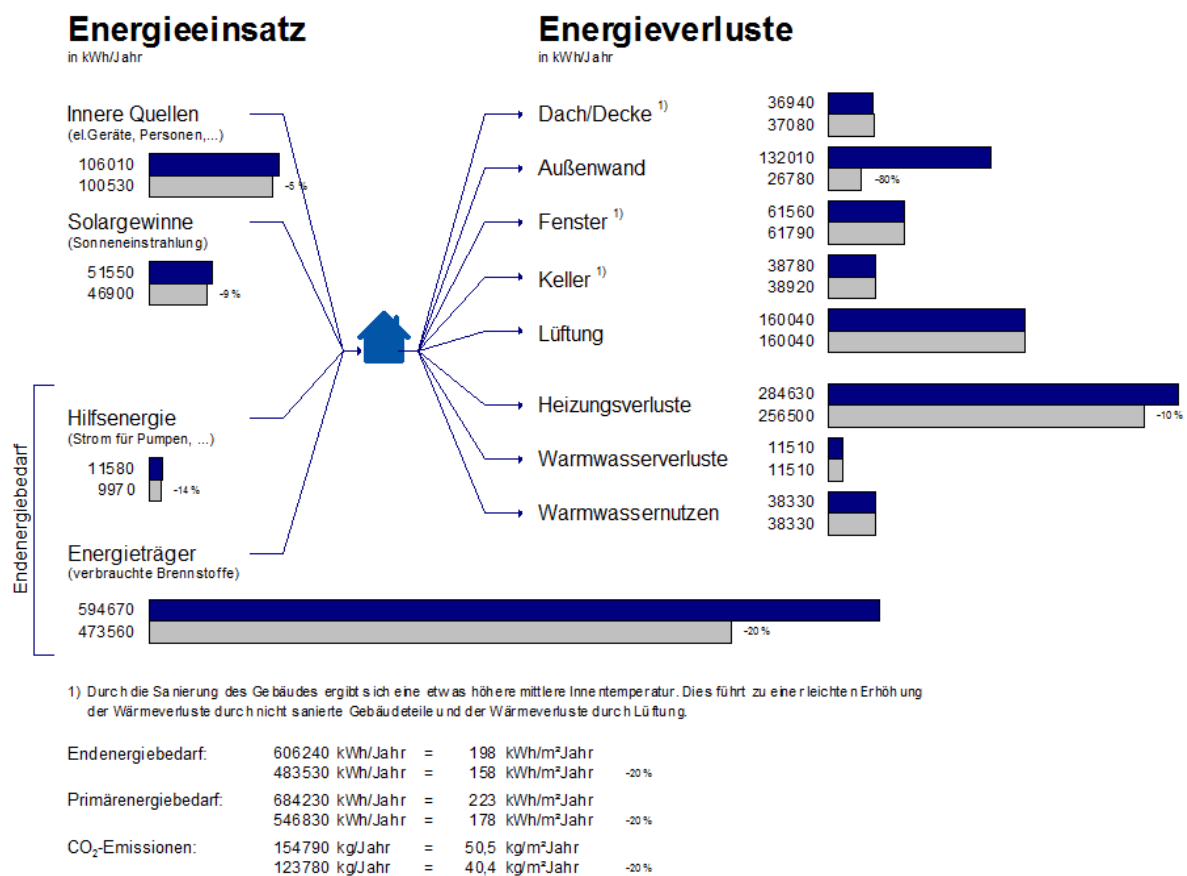
Auch hier halten alle Einzelmaßnahmen die in der EnEV 2009 vorgeschriebenen Mindest-U-Werte ein.

6.1.2.4 Dämmung Außenwände

An allen Außenwänden des Gebäudes wird der alte Putz abgeschlagen und ein Wärmedämmverbundsystem mit einer Dämmstärke von 20cm aufgebracht. Hier ist mit einem erhöhten Aufwand zu kalkulieren, um den Anforderungen an eine Erhaltung der Fassadenoptik nach zu kommen.

Die Gebäudeenergiebilanz sieht nach dem Dämmen der Außenwände wie folgt aus:

Abbildung 18: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 1 - Dämmung Außenwände, Vorkriegsgebäude



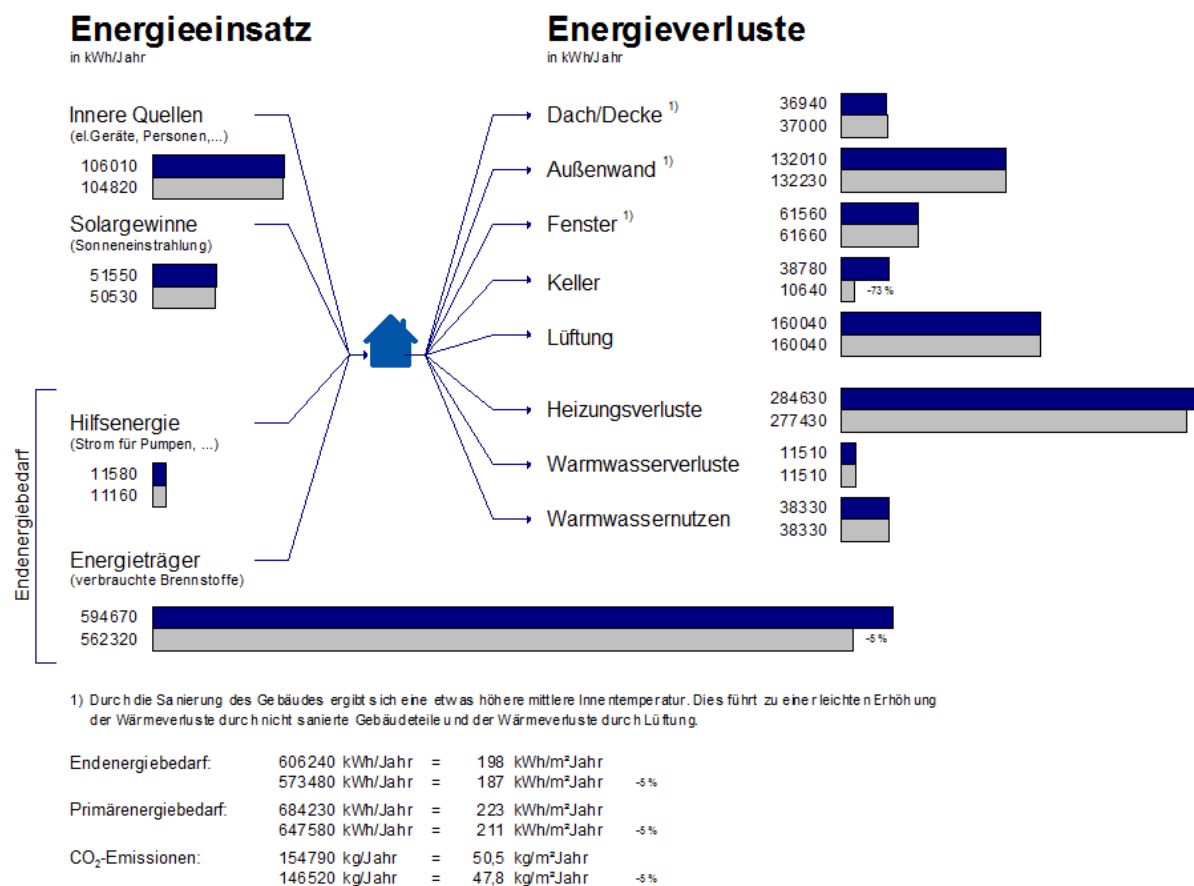
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Das Dämmen der Außenwände reduziert den Endenergiebedarf um 20 %.

6.1.2.5 Dämmung Kellerdecke

Die Kellerdecke im Bestand besteht aus ausgefachten Stahlträgern. Die Dämmung kann von unten geklebt oder gedübelt werden. Es wird eine 17cm starke Dämmung angebracht. Dies ergibt einen Wärmedurchgangskoeffizienten für die Kellerdecke von 0,20 W/m²K.

Abbildung 19: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 2 - Dämmung Kellerdecke, Vorkriegsgebäude



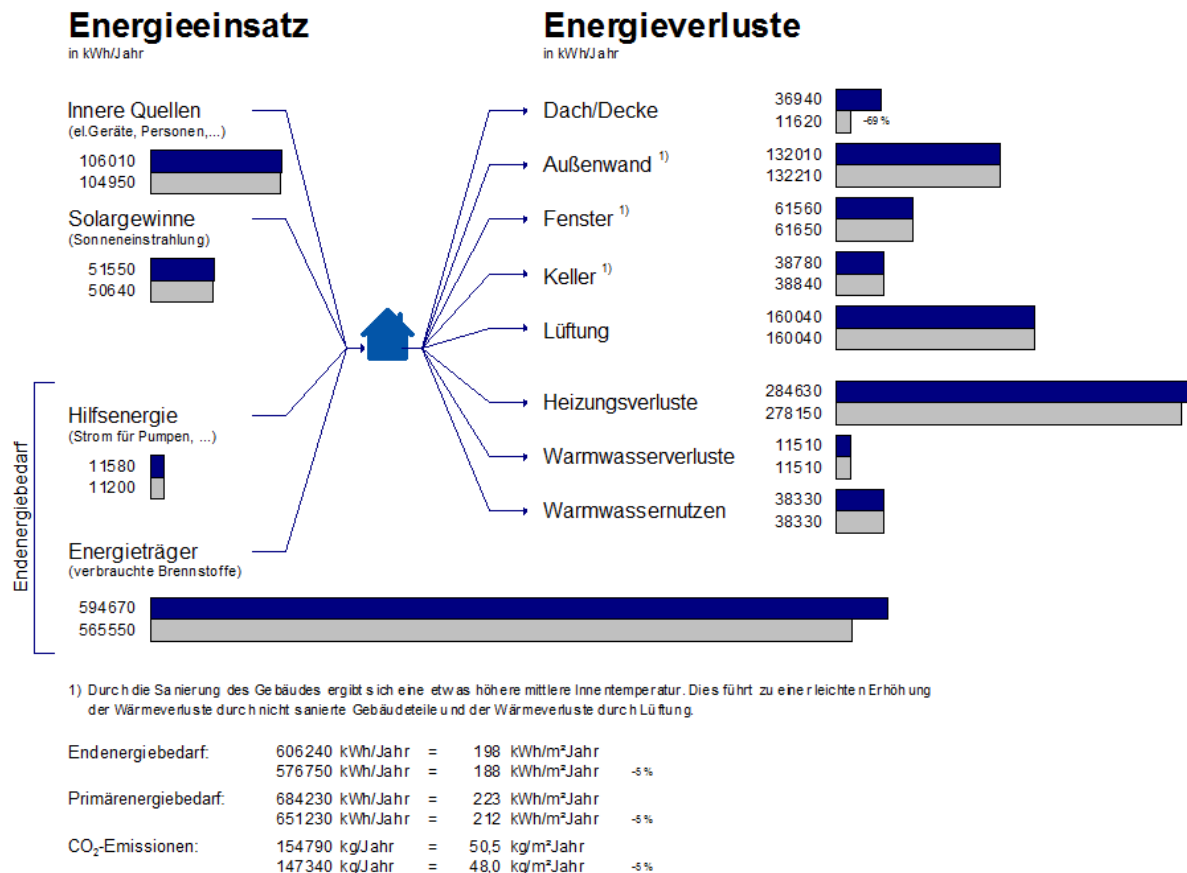
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Das Dämmen der Kellerdecke reduziert die Energieverluste der Kellerdecke um 73 %. Der gesamte Endenergiebedarf des Gebäudes sinkt dadurch um 5 %.

6.1.2.6 Dämmung oberste Geschossdecke

Die oberste Geschossdecke wird von oben gedämmt. Es wird eine 20 cm starke begehbare Dämmung aufgebracht. Die Dämmung verbessert den Wärmedurchgangskoeffizienten auf 0,16 W/m²K für die oberste Geschossdecke.

Abbildung 20: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 3 - Dämmung oberste Geschossdecke, Vorkriegsgebäude



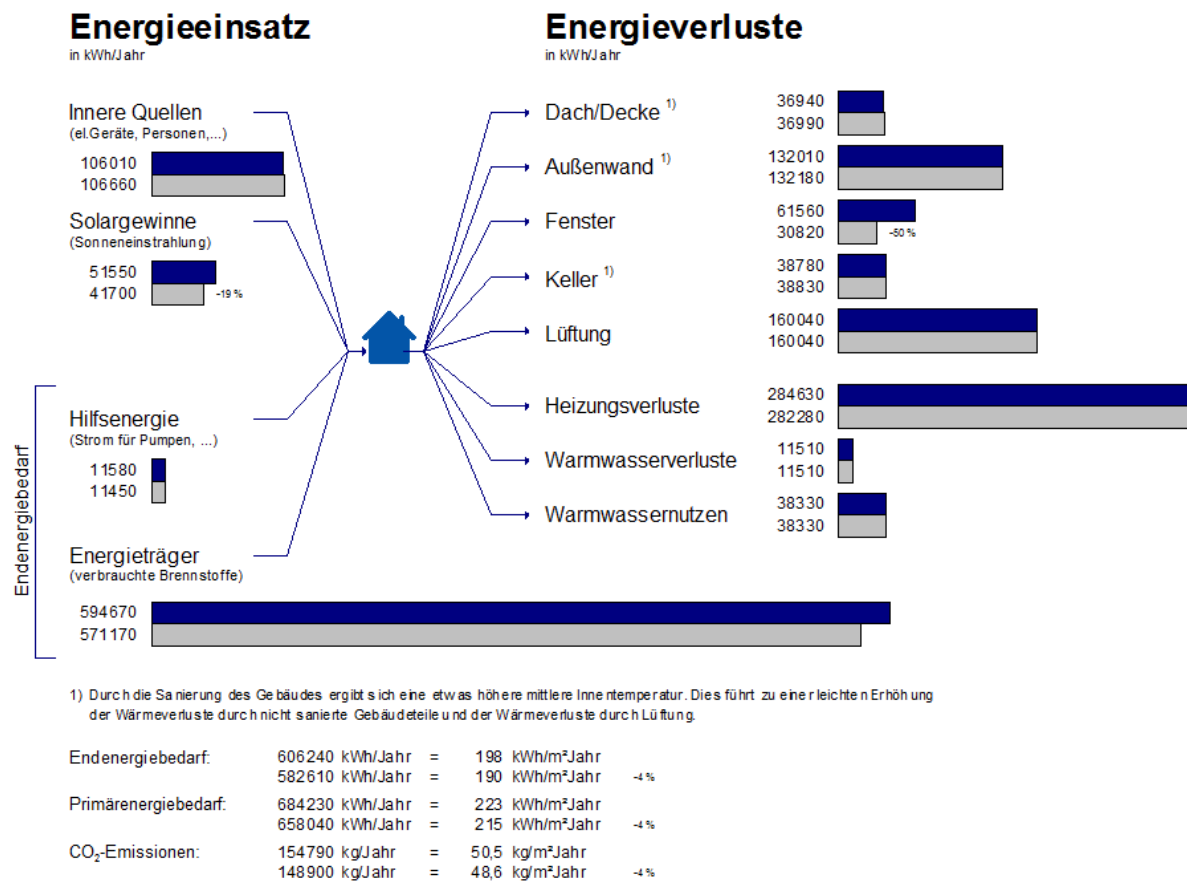
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Das Dämmen der obersten Geschossdecke reduziert die Verluste durch diese um 69 %, der Endenergiebedarf des Gebäudes sinkt um 5 %.

6.1.2.7 Einbau von Fenstern mit Wärmeschutzverglasung

Die vorhandenen alten Kunststofffenster werden durch moderne Fenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ($U_w=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) ersetzt.

Abbildung 21: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 4 - Einbau von neuen Fenstern, Vorkriegsgebäude



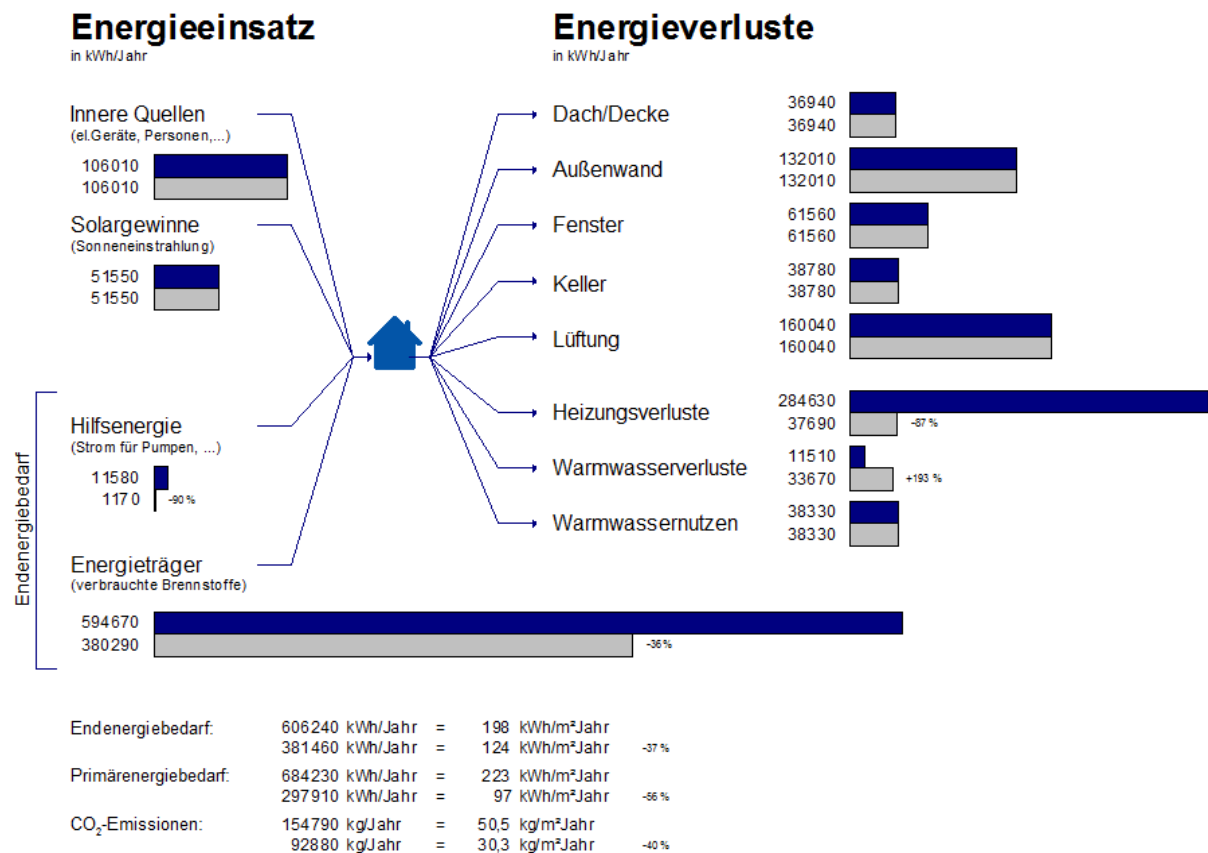
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Der Einbau neuer Fenster bringt nur 4 % Einsparung beim Endenergiebedarf.

6.1.2.8 Einbau eines modernen Heizungssystems

Die Heizung wird auf eine warmwasserbasierte Zentralheizung umgestellt. Das Gebäude wird an das Fernwärmenetz angeschlossen. Hierzu wird im Keller ein Heizraum mit einer Fernwärme-Kompaktstation hergestellt. Ein Zweikreis-Rohrleitungssystem mit Heizkörpern wird neu installiert. Auf der Warmwassererzeugungsseite werden die alten Gas-Durchlauferhitzer gegen moderne Geräte ausgetauscht.

Abbildung 22: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 5 - modernes Heizungssystem, Vorkriegsgebäude



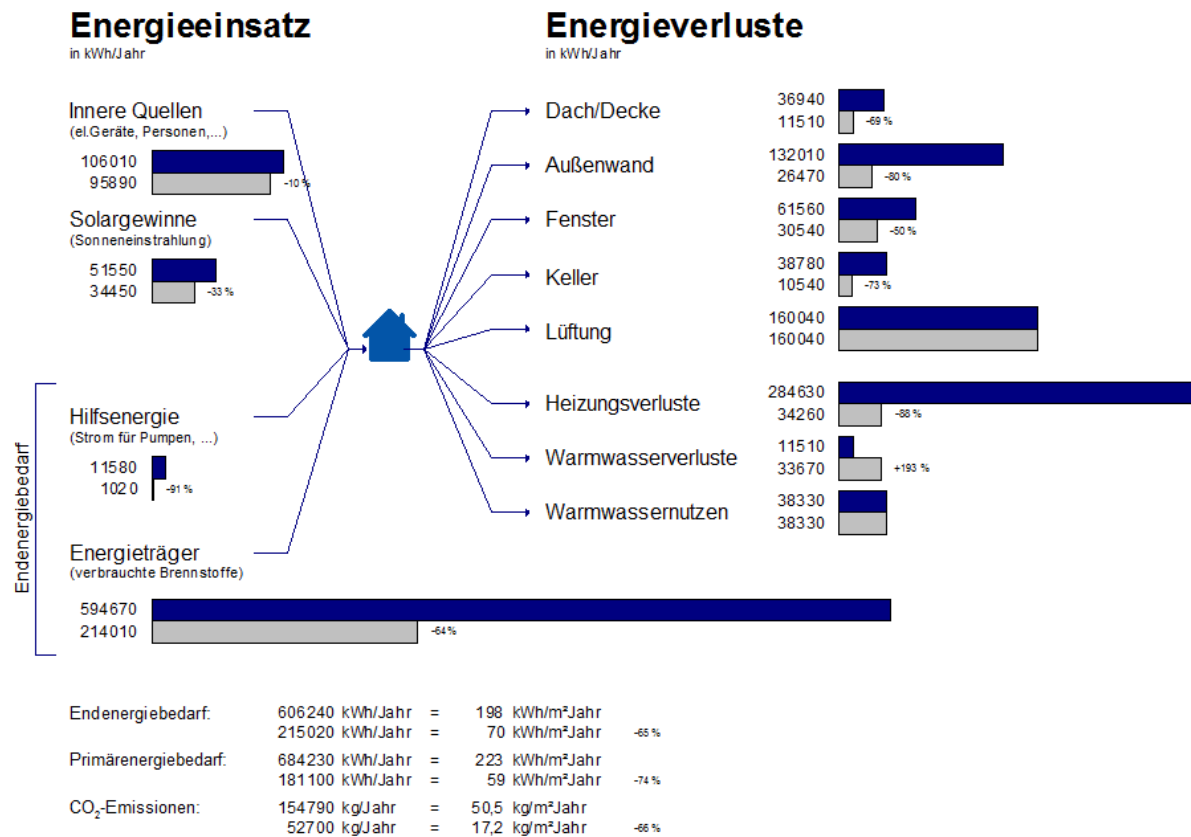
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils sanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Die Erneuerung des Heiz- und Warmwassersystems reduziert den Endenergiebedarf um 37 %. Durch das Umstellen auf Fernwärme mit deren besserem Primärenergiefaktor wird der Primärenergiebedarf um 56 % verringert.

6.1.2.9 Energetische Gesamtmodernisierung

Alle zuvor aufgeführten Einzelmaßnahmen werden in einer energetischen Gesamtmodernisierung zusammengeführt.

Abbildung 23



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Der Endenergiebedarf reduziert sich um 65 %, der Primärenergiebedarf um 74 %.

6.1.3 Definition des Gebäudetyps „Nachkriegsgebäude“

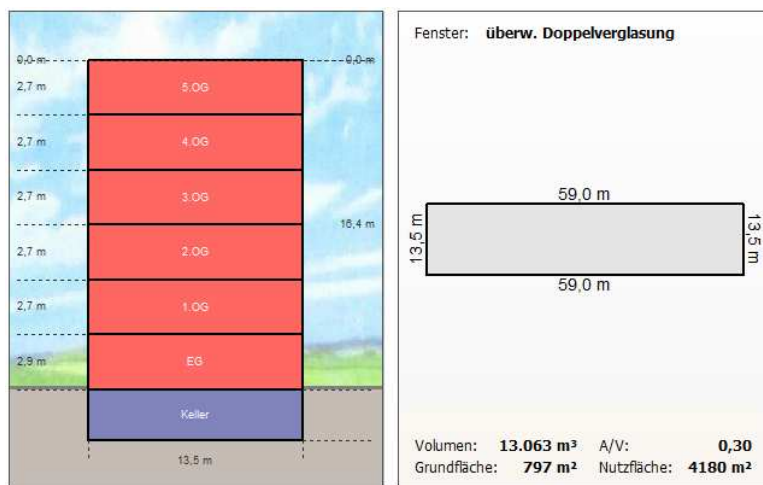
Das Typgebäude „Nachkriegsgebäude“ ist ein fünfgeschossiges Gebäude in Massivbauweise. Es hat 36 Wohneinheiten und wurde zu Beginn der 1950er Jahre gebaut.

6.1.3.1 Gebäudegeometrie und U-Werte

Das Gebäude wird mit folgenden Maßen definiert:

Abbildung 24:

Tabelle 10: Abmessungen und Grundriss Nachkriegsgebäude



Wenn man die vereinfachte Darstellung berücksichtigt ergibt sich abzüglich der Berührungsflächen zu Nachbargebäuden folgende Hüllflächentabelle.

Gebäudegeometrie

Aus der angenommenen Gebäudegeometrie ergeben sich folgende Größen:

Bruttovolumen	$V_e = 13.063 \text{ m}^3$
Energiebedarfsfläche	$A_N = 0,32 * V_e = 4180 \text{ m}^2$
Gebäudehüllfläche	$\sum A_i = 3971,0 \text{ m}^2$

Tabelle 11

Ausrichtung und Bauteil	Fläche A_i [m²]	U_i -Wert [W/m²K]
Dach		
Dachfläche	796,50	2,08
Wand gegen Außenluft		
SW Außenwand	967,60	1,21
NW Außenwand	221,40	1,21
SO Außenwand	967,60	1,21
NO Außenwand	221,40	1,21
Fenster (nach außen)		
Einfachverglasung Dach	10,00	5,00
NW Doppelverglasung	86,40	2,70
SW Doppelverglasung	7,20	2,70
SO Doppelverglasung	117,60	2,70
NO Doppelverglasung	7,20	2,70
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum		
Kellerdecke	796,50	1,50

6.1.3.2 Heizung und Warmwasserbereitung im Ausgangszustand

Das Gebäude im Ausgangszustand wird zentral über Heizkörper mit Fernwärme beheizt. Die Warmwasserbereitung erfolgt ebenfalls zentral über Fernwärme.

6.1.3.3 Energetische Maßnahmen beim Nachkriegsgebäude

Für jedes Typgebäude werden fünf Einzelmaßnahmen und eine Gesamtmaßnahme entwickelt. Die Maßnahmen sind:

1. Dämmung Außenwände
2. Dämmung Kellerdecke
3. Dämmung oberste Geschossdecke bzw. Dach
4. Einbau Fenster mit Wärmeschutzverglasung
5. Einbau modernes Heizungssystem
6. Energetische Gesamtmodernisierung (Gesamtheit der genannten Einzelmaßnahmen)

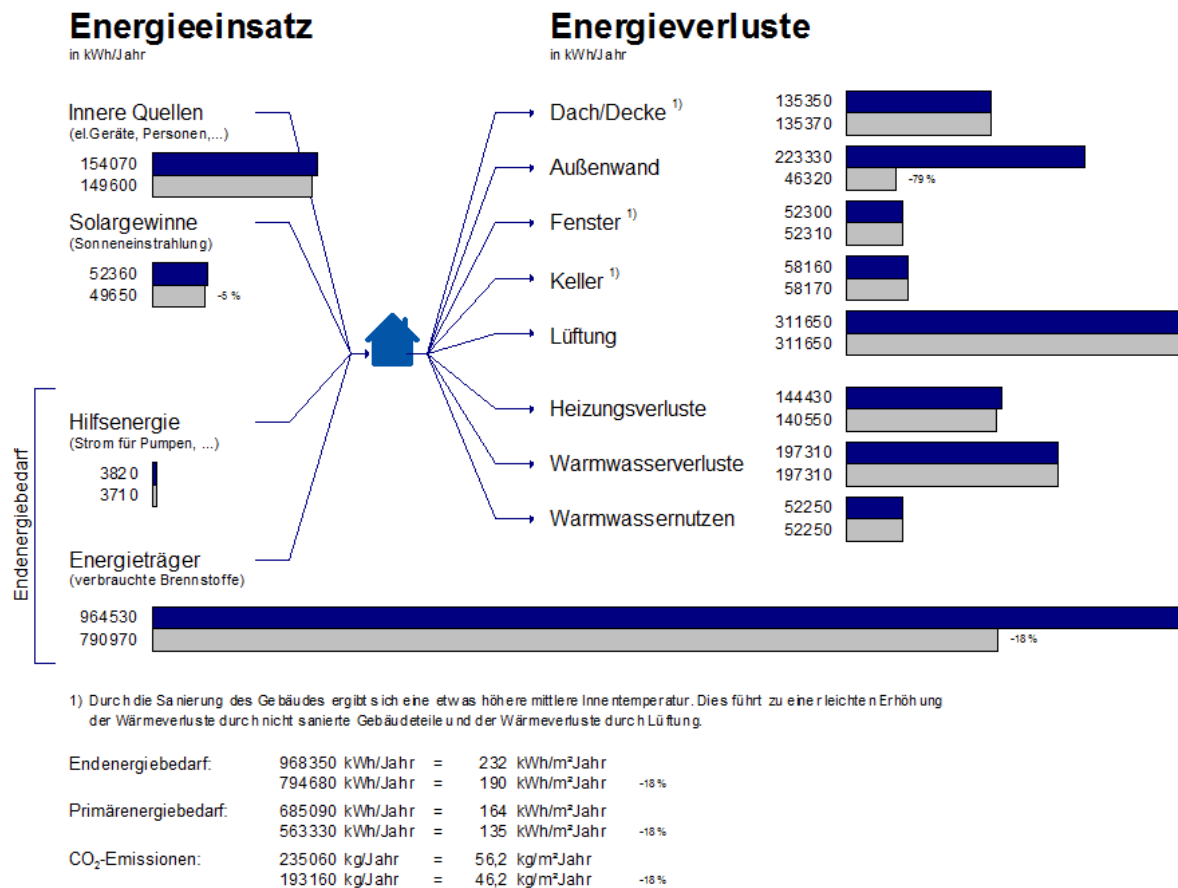
Bei dem Nachkriegsgebäude liegen keine besonders erhaltenswerten Fassadenteile o.ä. vor. Deshalb kann energetisch optimal mittels einer Außendämmung modernisiert werden.

6.1.3.4 Dämmung Außenwände

Das Gebäude wird mit einem Wärmedämmverbundsystem der Wärmeleitgruppe 040 mit einer Stärke von 20 cm versehen. Die Brandschutzanforderungen werden beachtet (nichtbrennbare mineralische Streifen auf Höhe jeder Geschossdecke und um die Fenster).

Diese Maßnahme ergibt folgende Veränderungen in der Gebäude-Energiebilanz:

Abbildung 25: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 1 - Dämmung Außenwände, Nachkriegsgebäude



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

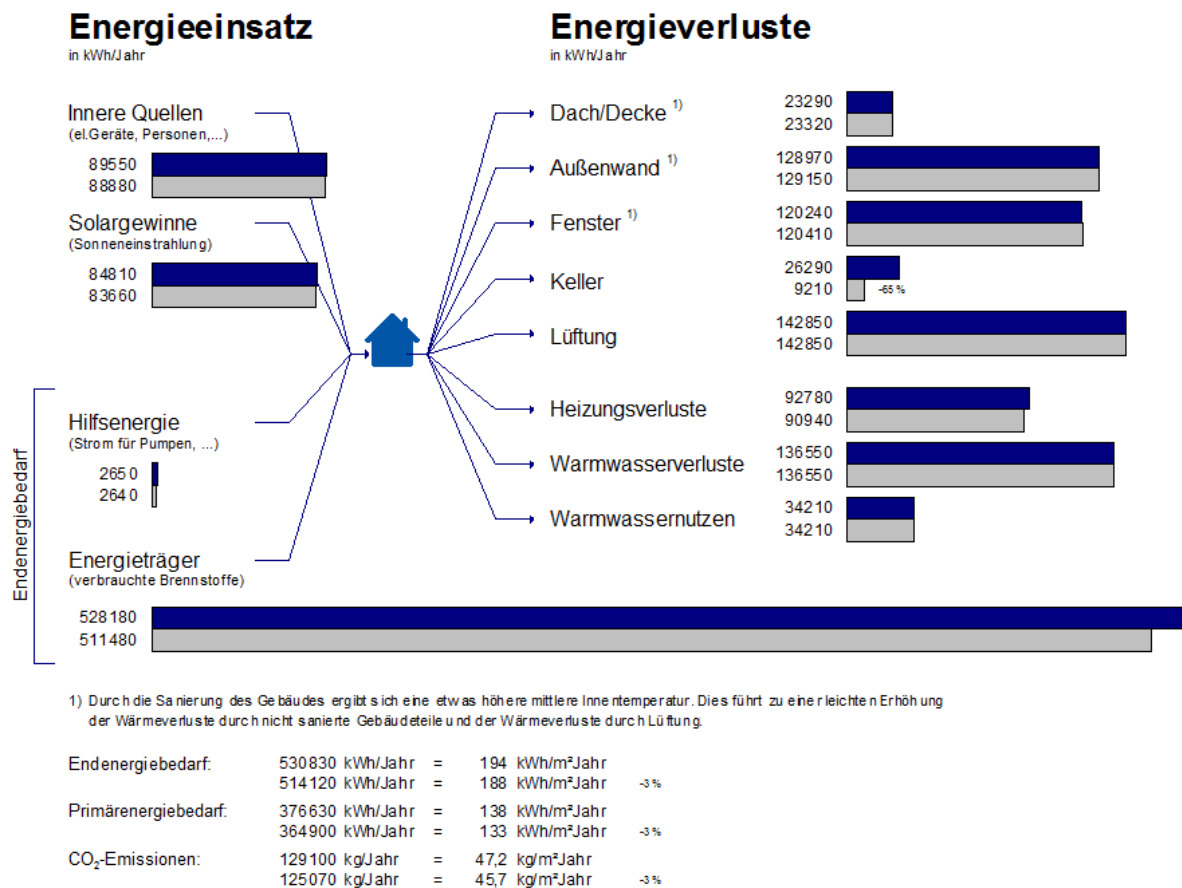
Der Energieverlust der Außenwände reduziert sich um 79 %, der Endenergiebedarf des Gebäudes reduziert sich um 18 %.

6.1.3.5 Dämmung Kellerdecke

Für das Typgebäude wurde eine Kellerdeckendämmung von unten mit 12 cm Dämmstärke als Einzelmaßnahme empfohlen und berechnet.

Dies verändert die Gebäudeenergiebilanz folgendermaßen:

Abbildung 26: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 2 - Dämmung Kellerdecke, Nachkriegsgebäude



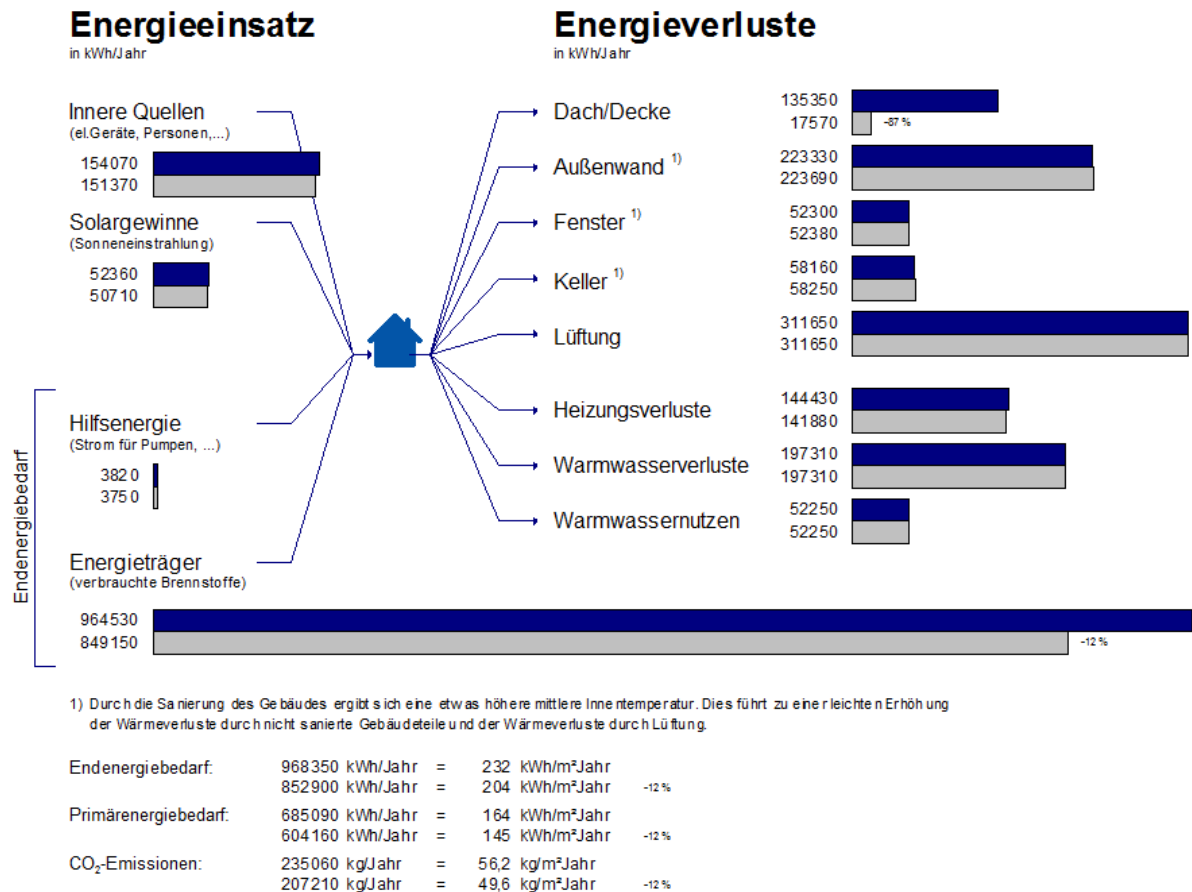
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Der Energieverlust der Kellerdecke reduziert sich um 65 %, der Endenergiebedarf des Gebäudes reduziert sich um 3 %.

6.1.3.6 Dämmung oberste Geschossdecke

Beim „Nachkriegsgebäude“ wird im Ausgangszustand von einem unbelüfteten Flachdach ausgegangen. Darauf wird als Einzelmaßnahme eine Wärmedämmung mit einer Stärke von 20 cm aufgebracht.

Abbildung 27: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 3 - Dämmung Dach, Nachkriegsgebäude



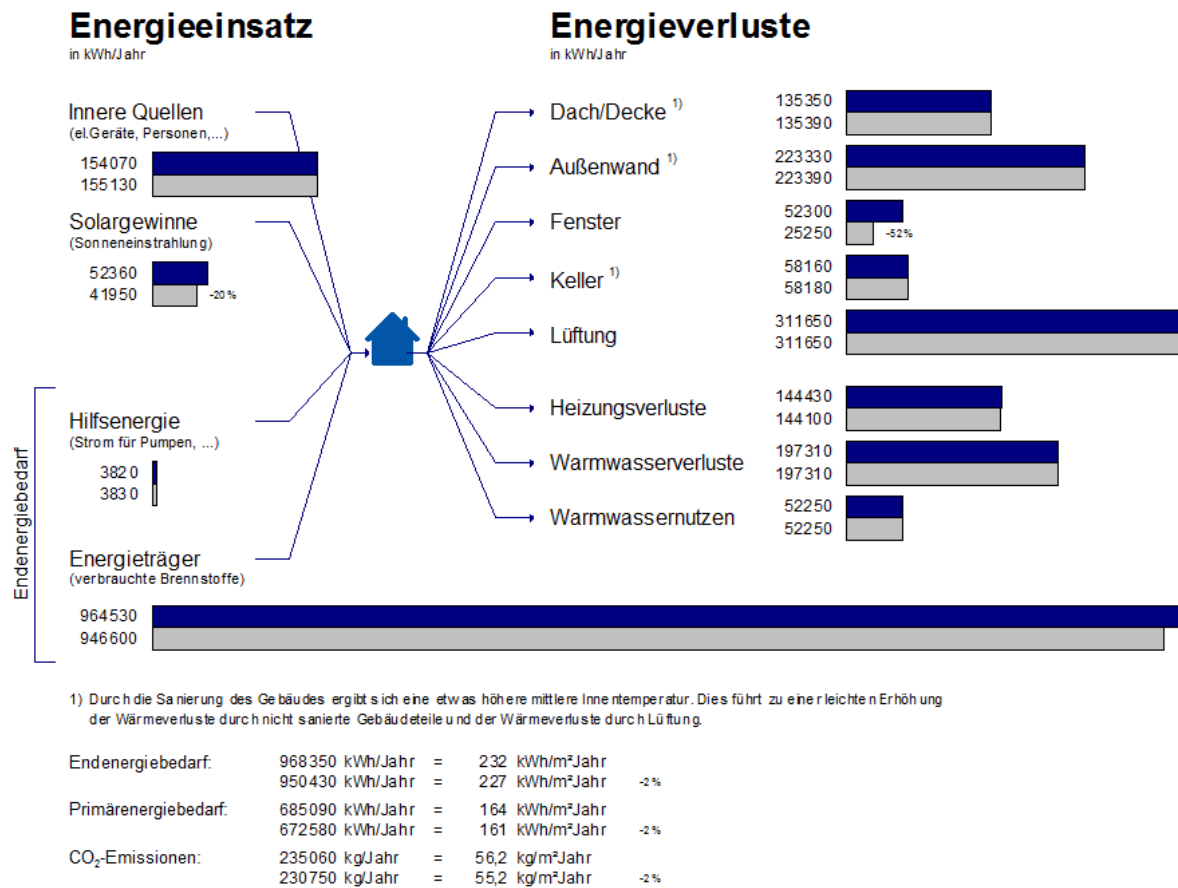
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Der Energieverlust des Daches reduziert sich um 87 %, der Endenergiebedarf des Gebäudes reduziert sich um 12 %.

6.1.3.7 Einbau von Fenstern mit Wärmeschutzverglasung

Die vorhandenen Fenster werden durch Fenster mit Wärmeschutzverglasung mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten U_W von 1,3 W/m²K ersetzt.

Abbildung 28: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 4 - Einbau von neuen Fenstern, Nachkriegsgebäude



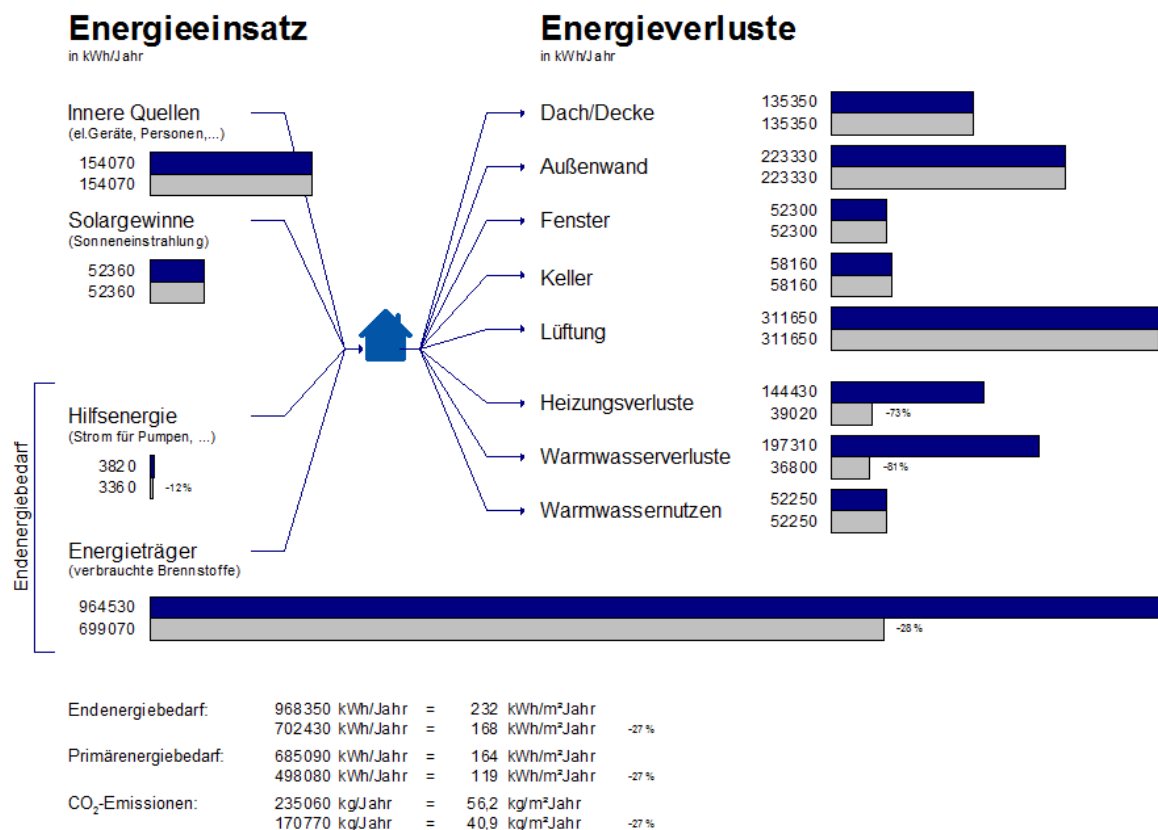
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Die Fenster sparen 52 % gegenüber den alten Fenstern ein, die Gesamtenergieeinsparung beträgt lediglich 2%.

6.1.3.8 Einbau eines modernen Heizungssystems

Die alte Fernwärmestation wird durch eine moderne Kompaktstation ausgetauscht. Verteilleitungen werden nach doppelter EnEV gedämmt.

Abbildung 29: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 5 - modernes Heizungssystem, Nachkriegsgebäude



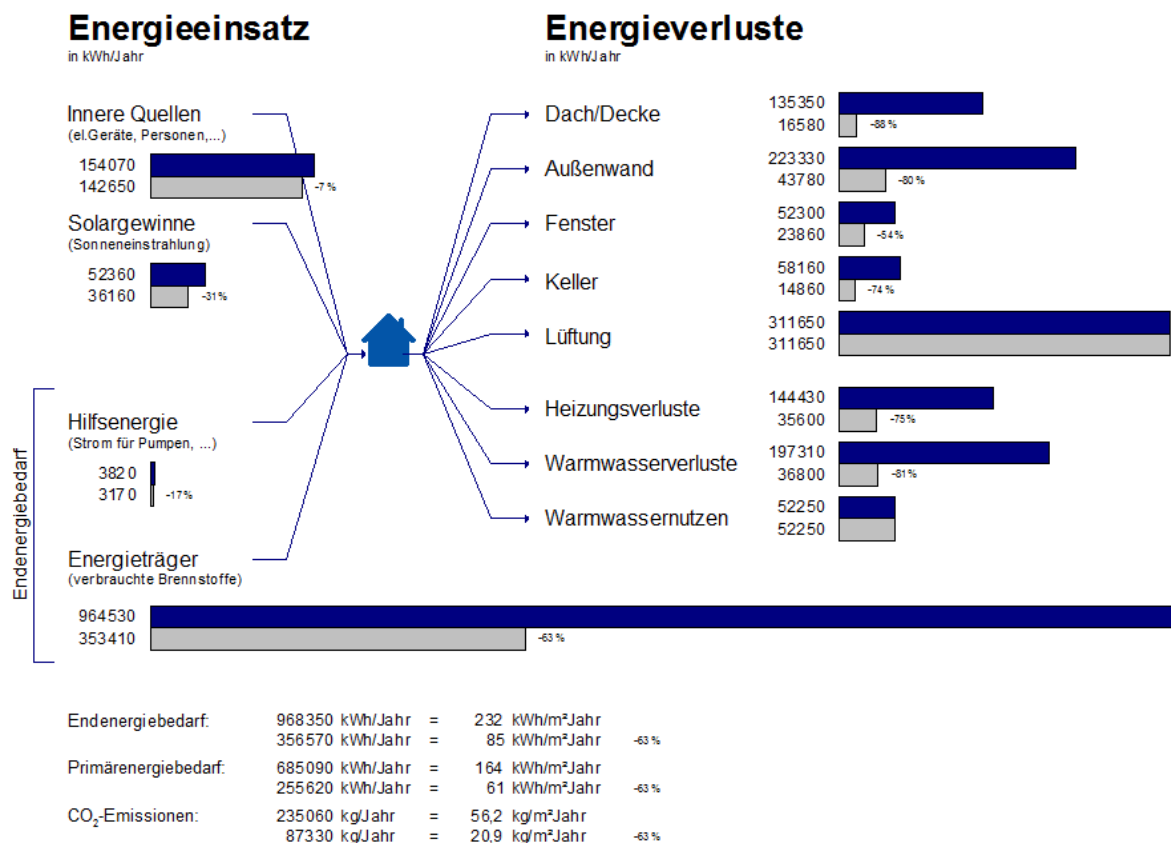
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils sanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Diese Maßnahmen haben ein großes Einsparpotenzial. Die Gesamtenergieeinsparung beträgt 27 %, die Energieeinsparungen am Heizungssystem belaufen sich auf 73 % gegenüber dem Ausgangszustand.

6.1.3.9 Energetische Gesamtmodernisierung

Alle zuvor aufgeführten Einzelmaßnahmen werden in einer energetischen Gesamtmodernisierung zusammengeführt.

Abbildung 30: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 6 - energetische Gesamtmodernisierung, Nachkriegsgebäude



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Bei der Ausführung aller Einzelmaßnahmen in einer Gesamtmodernisierung kann der Endenergiebedarf um 63% reduziert werden.

6.1.3.10 U-Werte der sanierten Außenbauteile

Tabelle 12

Ausrichtung und Bauteil	Fläche A_i [m²]	U_i-Wert [W/m²K]
Dach		
Dachfläche	796,50	0,18
Wand gegen Außenluft		
SW Außenwand	967,60	0,17
NW Außenwand	221,40	0,17
SO Außenwand	967,60	0,17
NO Außenwand	221,40	0,17
Fenster (nach außen)		
Einfachverglasung Dach	10,00	1,30
NW Doppelverglasung	86,40	1,30
SW Doppelverglasung	7,20	1,30
SO Doppelverglasung	117,60	1,30
NO Doppelverglasung	7,20	1,30
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum		
Kellerdecke	796,50	0,27

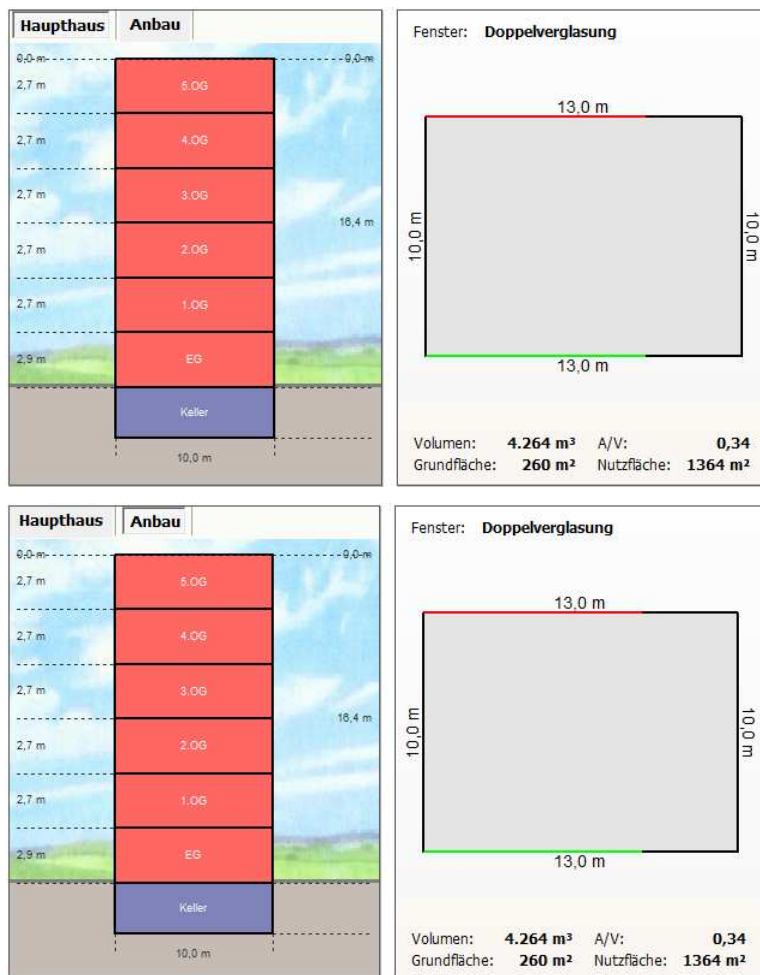
6.1.4 Definition des Gebäudetyps „1970er-Gebäude“

Das Typgebäude „1970er-Gebäude“ ist ein fiktives Gebäude, das um das Jahr 1975 errichtet wurde. Es ist konventionell gebaut, d.h. es ist kein Plattenbau. Das Gebäude hat ein Flachdach, das als Warmdach ausgeführt ist. Das Gebäude hat fünf Vollgeschosse und ist komplett unterkellert. Die 12 Wohneinheiten werden über ein Treppenhaus erschlossen. Die linken und rechten Haushälften stehen um drei Meter versetzt. Das Gebäude hat Berührungsflächen zu den Nachbargebäuden.

6.1.4.1 Gebäudegeometrie und U-Werte

Das Gebäude wird mit folgenden Maßen definiert:

Abbildung 31: Abmessungen und Grundriss 1970er-Gebäude⁴²



Gebäudegeometrie

⁴² Durch den Gebäudeversatz muss bei dem verwendeten Energieberechnungsprogramm mit einem Haupthaus und einem Anbau gerechnet werden. Dies entspricht genau dem 1970er-Typgebäude.

Aus der angenommenen Gebäudegeometrie ergeben sich folgende Größen:

Bruttovolumen $V_e = 4264,00 \text{ m}^3$

Energiebedarfsfläche $A_N = 0,32 * V_e = 1364,50 \text{ m}^2$

Gebäudehüllfläche $\sum A_i = 1438,40 \text{ m}^2$

Tabelle 13

Ausrichtung und Bauteil	Fläche A_i [m ²]	U_i -Wert [W/m ² K]
Dach		
Dachfläche	130,00	0,60
Anbau: Dachfläche	130,00	0,60
Wand gegen Außenluft		
N Außenwand	65,60	0,80
W Außenwand	164,00	0,80
S Außenwand	65,60	0,80
O Außenwand	164,00	0,80
S Anbau: Außenwand	65,60	0,80
O Anbau: Außenwand	164,00	0,80
N Anbau: Außenwand	65,60	0,80
W Anbau: Außenwand	164,00	0,80
Fenster (nach außen)		
Doppelverglasung Dach	5,00	2,70
N Doppelverglasung	16,00	2,70
W Doppelverglasung	41,00	2,70
S Doppelverglasung	16,00	2,70
O Doppelverglasung	41,00	2,70
Anbau: Doppelverglasung Dach	5,00	2,70
S Anbau: Doppelverglasung	16,00	2,70
O Anbau: Doppelverglasung	41,00	2,70
N Anbau: Doppelverglasung	16,00	2,70
W Anbau: Doppelverglasung	41,00	2,70
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum		
Kellerdecke	130,00	0,80
Anbau: Kellerdecke	130,00	0,80

6.1.4.2 Heizung und Warmwasserbereitung im Ausgangszustand

Das Gebäude im Ausgangszustand wird zentral mit Fernwärme beheizt. Die Warmwasserbereitung erfolgt ebenfalls zentral über Fernwärme.

6.1.4.3 Energetische Maßnahmen beim Typgebäude „1970er-Gebäude“

Für jedes Typgebäude werden fünf Einzelmaßnahmen und eine Gesamtmaßnahme entwickelt. Die Maßnahmen sind:

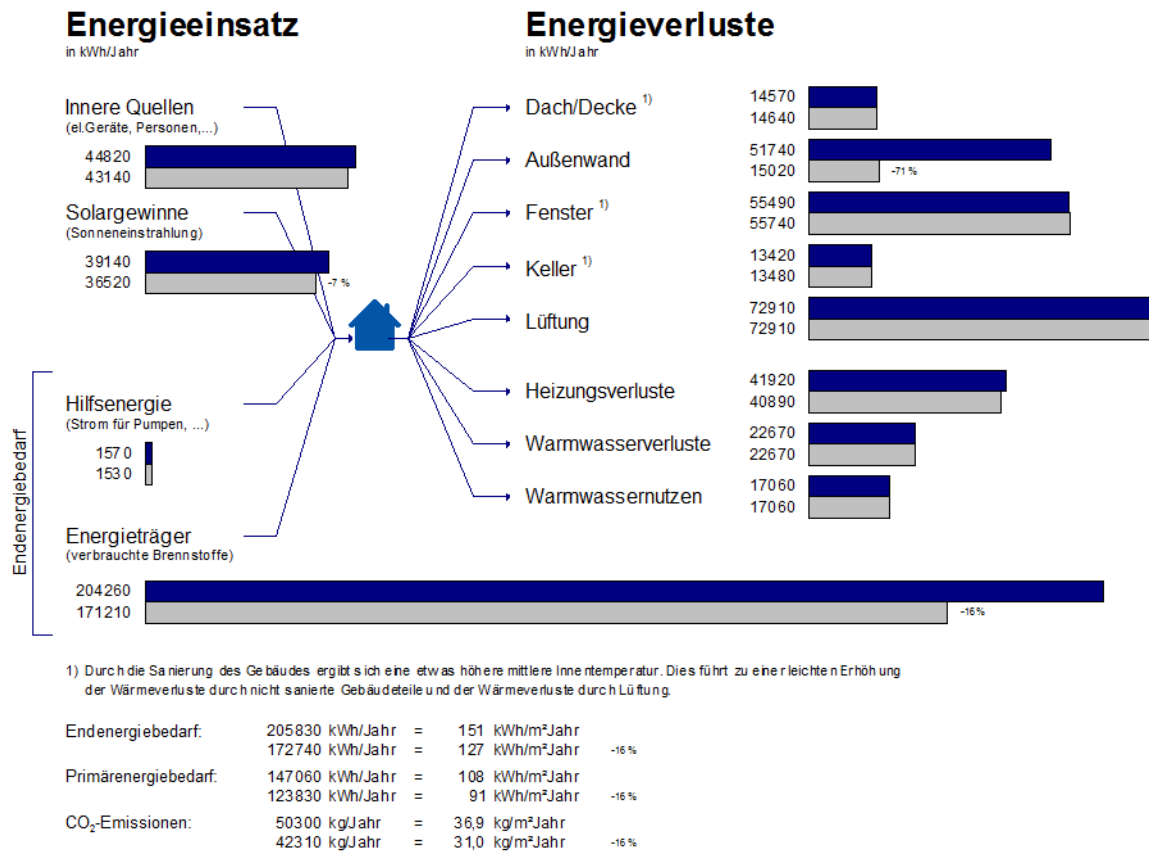
1. Dämmung Außenwände
2. Dämmung Kellerdecke
3. Dämmung oberste Geschossdecke bzw. Dach
4. Einbau Fenster mit Wärmeschutzverglasung
5. Einbau modernes Heizungssystem
6. Energetische Gesamtmodernisierung (Gesamtheit der genannten Einzelmaßnahmen)

6.1.4.4 Dämmung Außenwände

Das Gebäude wird mit einem Wärmedämmverbundsystem mit einer Stärke von 20 cm versehen. Aufgrund von Brandschutzanforderungen werden nichtbrennbare mineralische Streifen auf Höhe jeder Geschossdecke und um die Fenster.

Diese Einzelmaßnahme ergibt folgende Veränderungen in der Gebäude-Energiebilanz:

Abbildung 32: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 1 - Dämmung Außenwände, 1970er-Gebäude



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

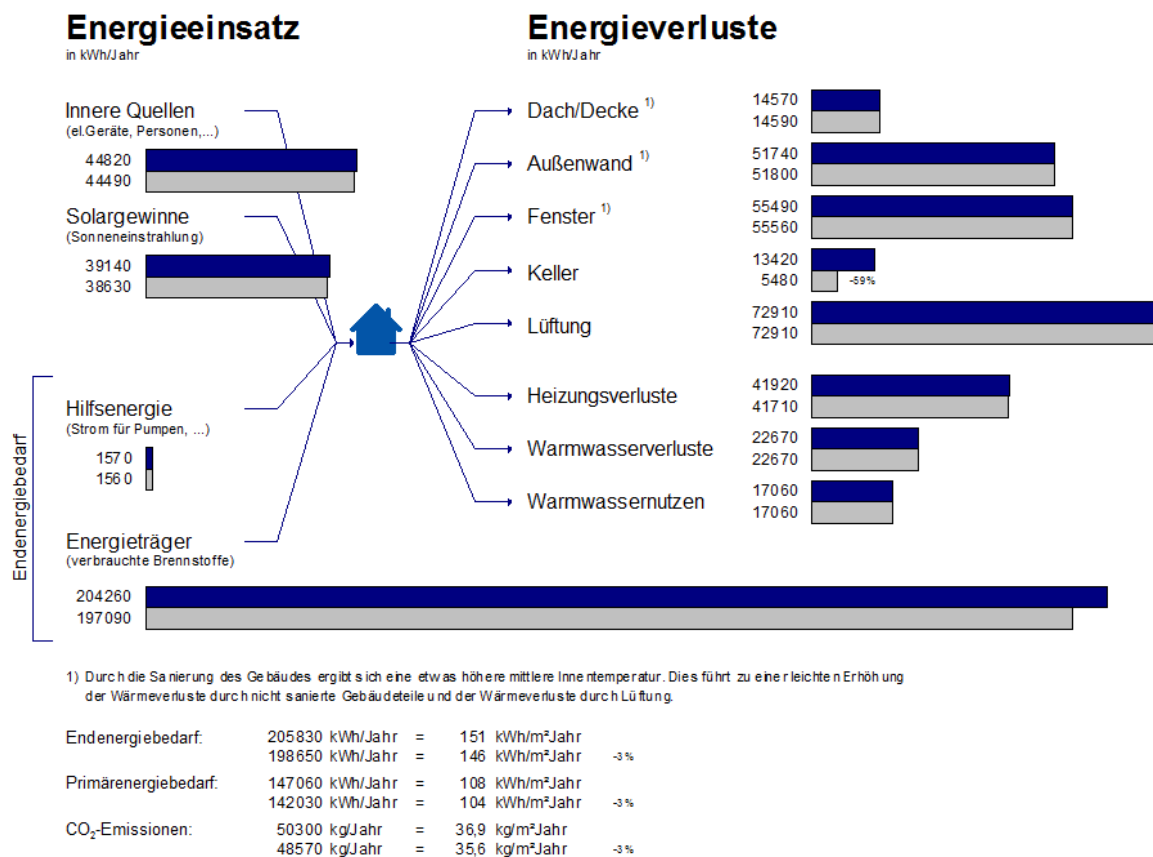
Der Energieverlust der Außenwände reduziert sich um 71 %, der Endenergiebedarf des Gebäudes reduziert sich um 16 %.

6.1.4.5 Dämmung Kellerdecke

Im Typgebäude wird eine Wärmedämmung von unten (12 cm) auf die Stahlbetondecke aufgebracht.

Dies verändert die Gebäudeenergiebilanz folgendermaßen:

Abbildung 33: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 2 - Dämmung Kellerdecke, 1970er-Gebäude



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

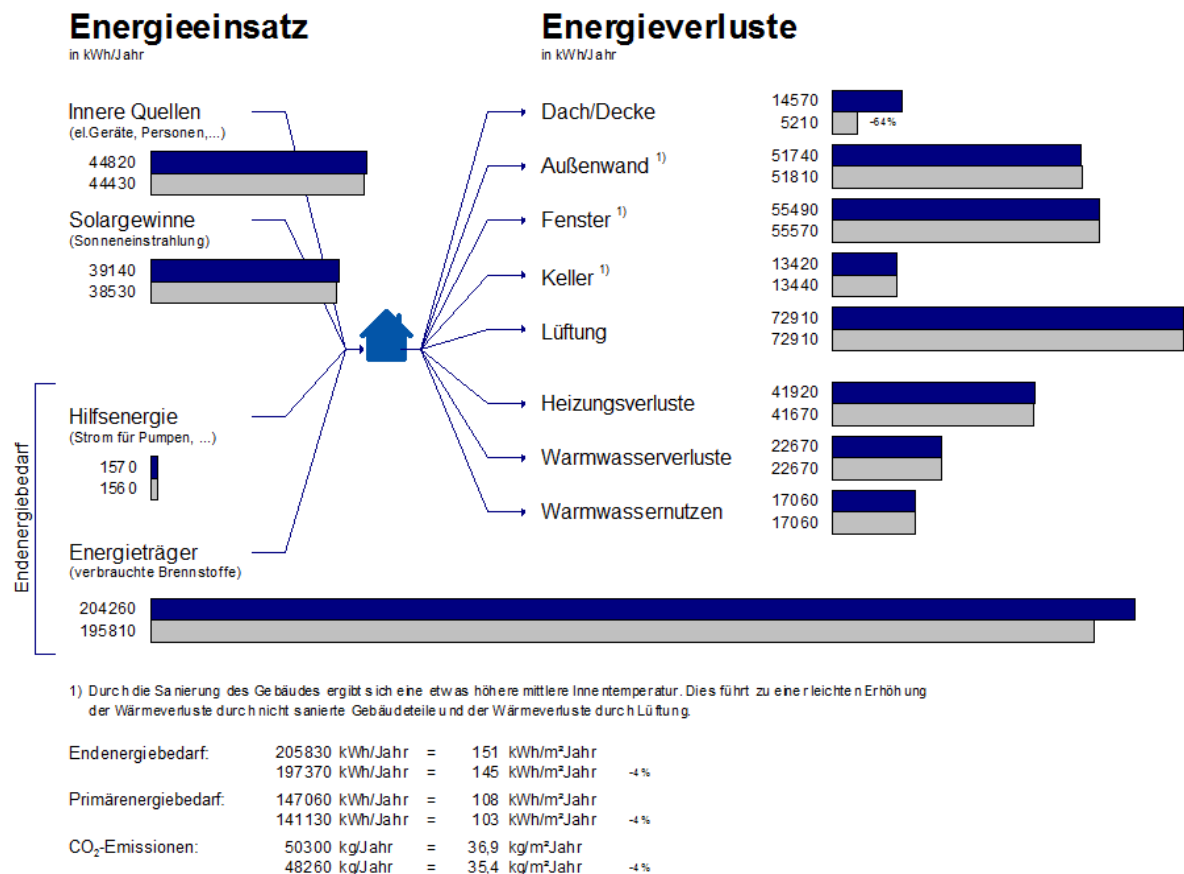
Der Energieverlust der Kellerdecke reduziert sich um 59 %, der Endenergiebedarf des Gebäudes reduziert sich um 3 %.

6.1.4.6 Dämmung oberste Geschossdecke

Für den Ausgangszustand geht die Studie von einem unbelüfteten Flachdach aus. Darauf wird eine zusätzliche Wärmedämmung mit einer Stärke von 20 cm aufgebracht.

Abbildung 34:

Tabelle 14: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 3 - Dämmung Dach, 1970er-Gebäude



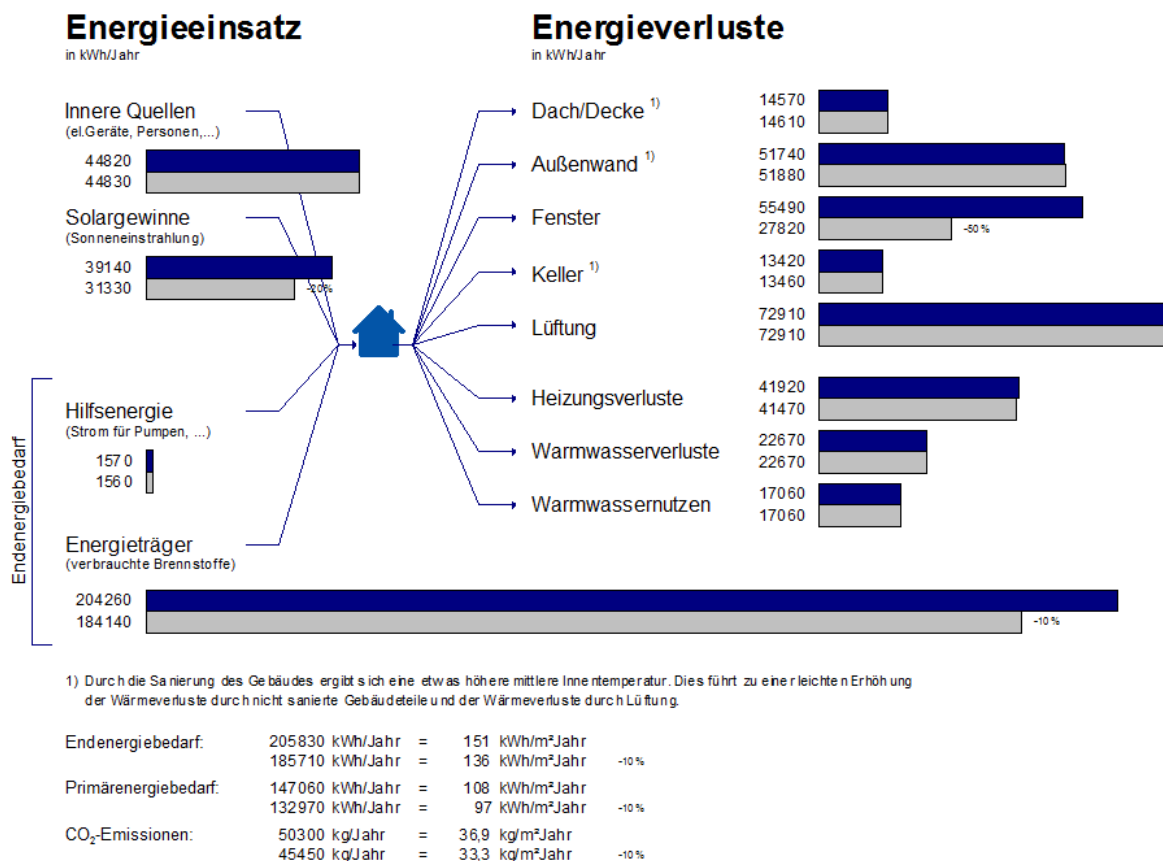
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Der Energieverlust des Dachs reduziert sich um 64 %, der Endenergiebedarf des Gebäudes reduziert sich um 4 %.

6.1.4.7 Einbau von Fenstern mit Wärmeschutzverglasung

Die vorhandenen Fenster werden durch Fenster mit Wärmeschutzverglasung mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten U_W von 1,3 W/m²K ersetzt.

Abbildung 35: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 4 - Einbau von neuen Fenstern, 1970er-Gebäude



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

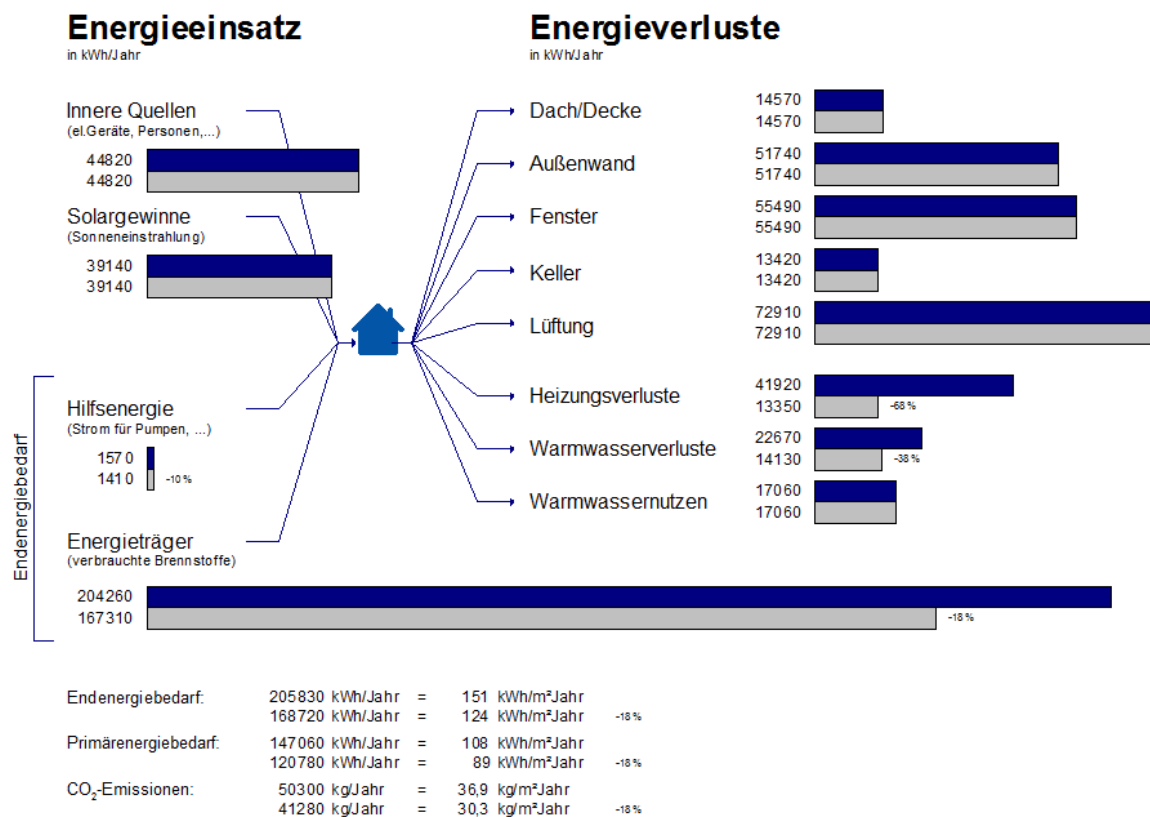
Die Fenster sparen 50 % gegenüber den alten Fenstern ein, aber die Gesamtenergieeinsparung beträgt nur 10 %.

6.1.4.8 Einbau eines modernen Heizungssystems

Die alte Fernwärmestation wird durch eine moderne Kompaktstation ersetzt. Die Verteilleitungen im Gebäude werden gedämmt.

Abbildung 36:

Tabelle 15: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 5 - modernes Heizungssystem, 1970er-Gebäude



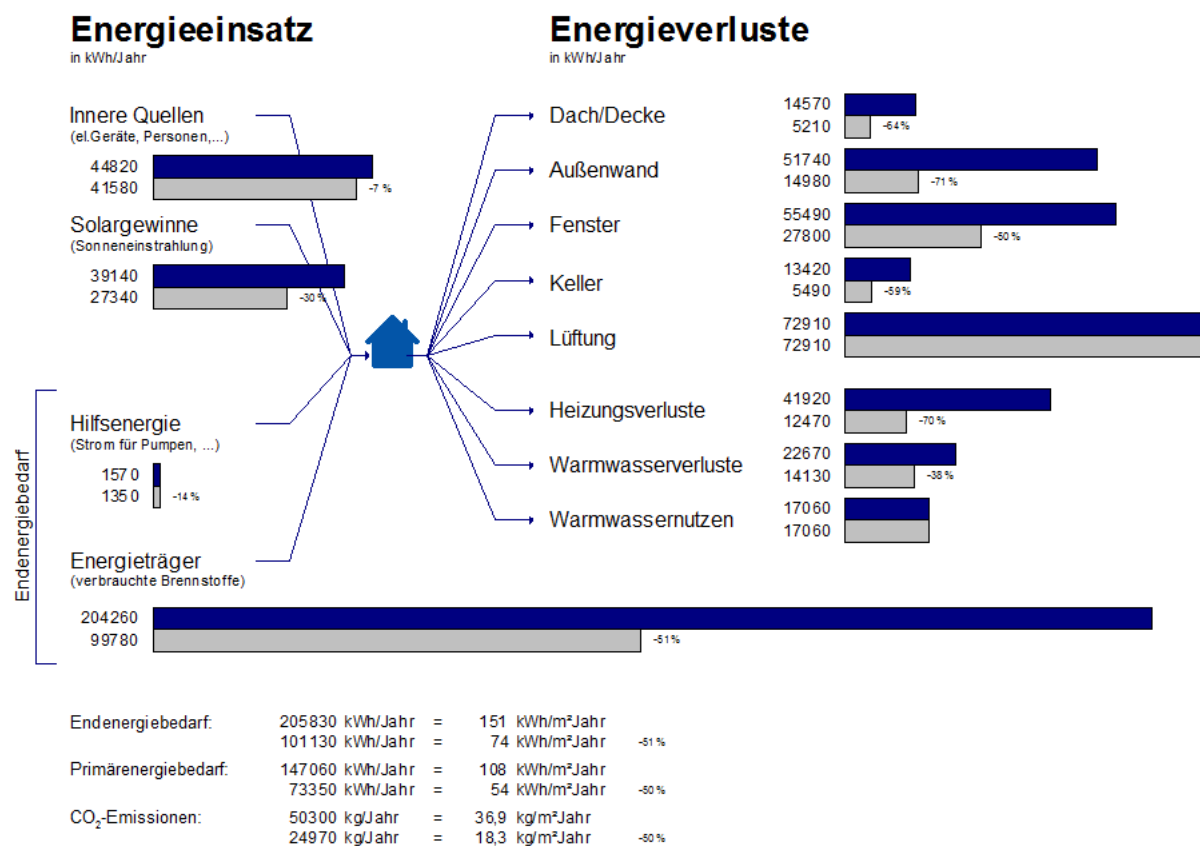
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Diese Maßnahmen haben ein großes Einsparpotenzial von 65 % bei den Heizungsverlusten bzw. 36 % bei den Warmwasserverlusten. Die Gesamtenergieeinsparung des Gebäudes beträgt 18%.

6.1.4.9 Energetische Gesamtmodernisierung

Alle zuvor aufgeführten Einzelmaßnahmen werden in einer energetischen Gesamtmodernisierung zusammengeführt und berechnet.

Abbildung 37: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 6 - energetische Gesamtmodernisierung, 1970er-Gebäude



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Bei der Ausführung aller Einzelmaßnahmen in einer Gesamtmodernisierung kann der Endenergiebedarf um 51 % reduziert werden.

6.1.4.10 U-Werte der sanierten Außenbauteile

Tabelle 16

Ausrichtung und Bauteil	Fläche A _i [m²]	U _i -Wert [W/m²K]
Dach		
Dachfläche	130,00	0,15
Anbau: Dachfläche	130,00	0,15
Wand gegen Außenluft		
N Außenwand	65,60	0,16
W Außenwand	164,00	0,16
S Außenwand	65,60	0,16
O Außenwand	164,00	0,16
S Anbau: Außenwand	65,60	0,16
O Anbau: Außenwand	164,00	0,16
N Anbau: Außenwand	65,60	0,16
W Anbau: Außenwand	164,00	0,16
Fenster (nach außen)		
Doppelverglasung Dach	5,00	1,30
N Doppelverglasung	16,00	1,30
W Doppelverglasung	41,00	1,30
S Doppelverglasung	16,00	1,30
O Doppelverglasung	41,00	1,30
Anbau: Doppelverglasung Dach	5,00	1,30
S Anbau: Doppelverglasung	16,00	1,30
O Anbau: Doppelverglasung	41,00	1,30
N Anbau: Doppelverglasung	16,00	1,30
W Anbau: Doppelverglasung	41,00	1,30
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum		
Kellerdecke	130,00	0,24
Anbau: Kellerdecke	130,00	0,24

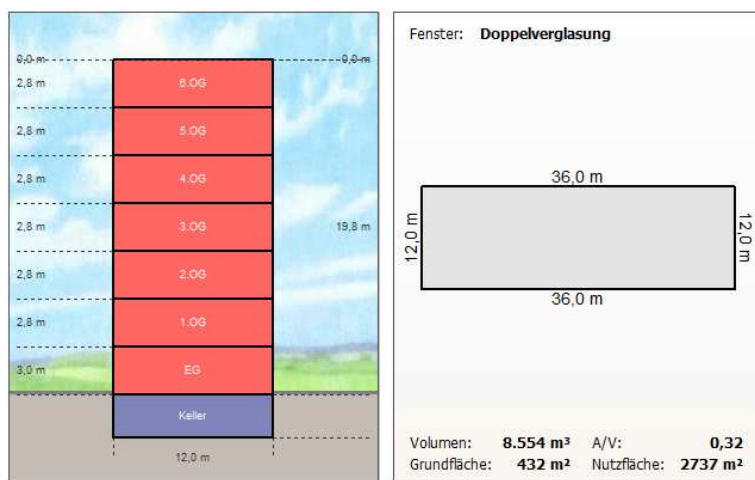
6.1.5 Definition des Gebäudetyps „Plattenbau“

Als Typgebäude wird ein sechsgeschossiger Plattenbau definiert. Dieser ist um 1973 errichtet worden. Das Gebäude befindet sich energetisch in dem Zustand wie zu der Zeit der Errichtung. Die Fenster wurden um das Jahr 1990 durch Kunststofffenster mit Doppelverglasung ersetzt.

6.1.5.1 Gebäudegeometrie und U-Werte

Das Gebäude wird mit folgenden Maßen definiert:

Abbildung 38: Abmessungen und Grundriss des Typgebäudes „Plattenbau“



Gebäudegeometrie

Aus der angenommenen Gebäudegeometrie ergeben sich folgende Größen:

Bruttovolumen $V_e = 8553,60 \text{ m}^3$
Energiebedarfsfläche $A_N = 0,32 * V_e = 2737,20 \text{ m}^2$
Gebäudehüllfläche $\sum A_i = 2764,80 \text{ m}^2$

Tabelle 17

Ausrichtung und Bauteil	Fläche A_i [m²]	U_f-Wert [W/m²K]
Dach		
Dachfläche	432,00	0,60
Wand gegen Außenluft		
NW Außenwand	712,80	1,00
SW Außenwand	237,60	1,00
SO Außenwand	721,80	1,00
NO Außenwand	237,60	1,00
Fenster (nach außen)		
Doppelverglasung Dach	22,00	3,00
NW Doppelverglasung	171,00	3,00
SW Doppelverglasung	57,00	3,00
SO Doppelverglasung	171,00	3,00
NO Doppelverglasung	57,00	3,00
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum		
Kellerdecke	432,00	1,00

6.1.5.2 Heizung und Warmwasserbereitung im Ausgangszustand

Das Gebäude wird im Ausgangszustand zentral mit Fernwärme beheizt. Die Warmwasserbereitung erfolgt ebenfalls zentral über Fernwärme.

6.1.5.3 Energetische Maßnahmen beim Nachkriegsgebäude

Für dieses Typgebäude werden fünf Einzelmaßnahmen und eine Gesamtmaßnahme entwickelt. Die Maßnahmen sind:

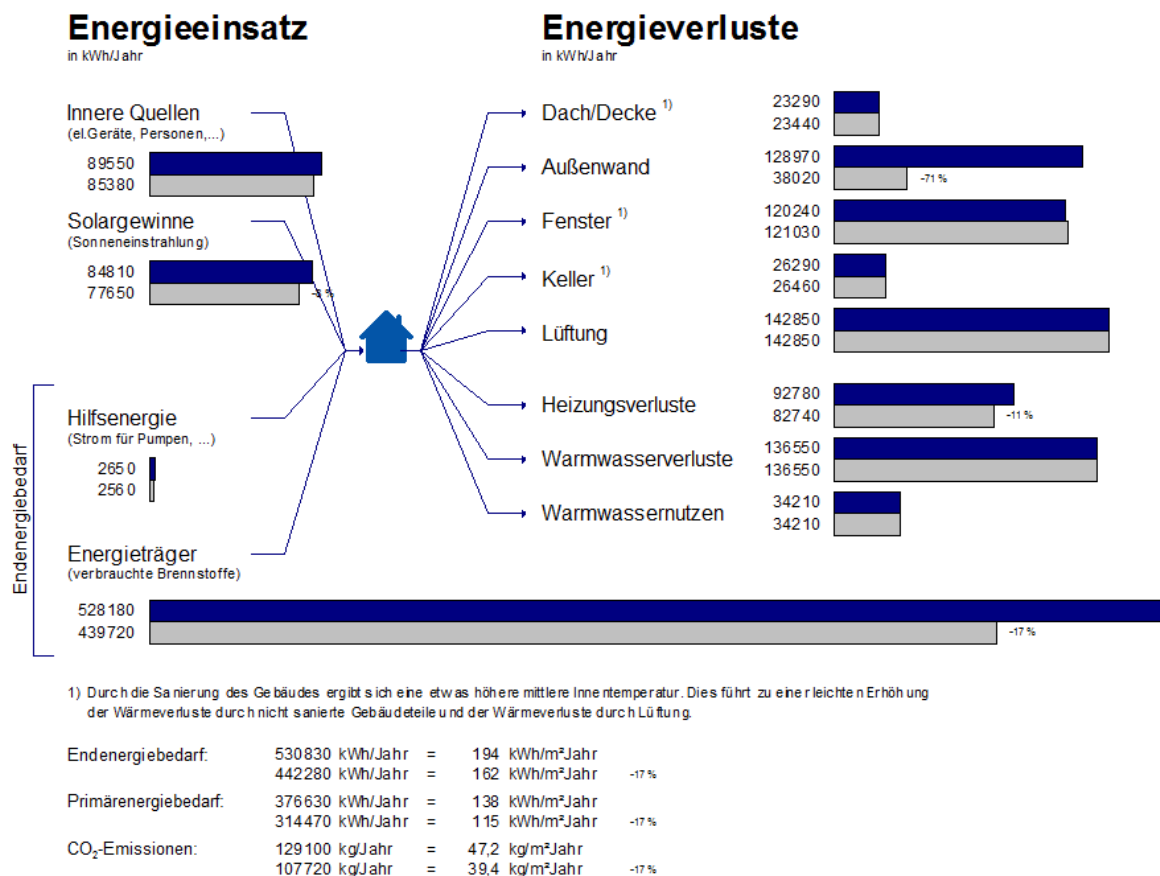
1. Dämmung Außenwände
2. Dämmung Kellerdecke
3. Dämmung oberste Geschossdecke bzw. Dach
4. Einbau Fenster mit Wärmeschutzverglasung
5. Einbau modernes Heizungssystem
6. Energetische Gesamtmodernisierung (Gesamtheit der genannten Einzelmaßnahmen)

6.1.5.4 Dämmung Außenwände

Beim Typgebäude „Plattenbau“ wird von Außenwänden aus einer Beton-Sandwichkonstruktion ausgegangen. Darauf wird ein mineralisches⁴³ Wärmedämmverbundsystem der Wärmeleitgruppe 040 mit einer Stärke von 14 cm aufgebracht.

Diese Maßnahme ergibt folgende Veränderungen in der Gebäude-Energiebilanz:

Abbildung 39: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 1 - Dämmung Außenwände, Plattenbau



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils sanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Der Energieverlust der Außenwände reduziert sich um 71 %, der Endenergiebedarf des Gebäudes reduziert sich um 11 %.

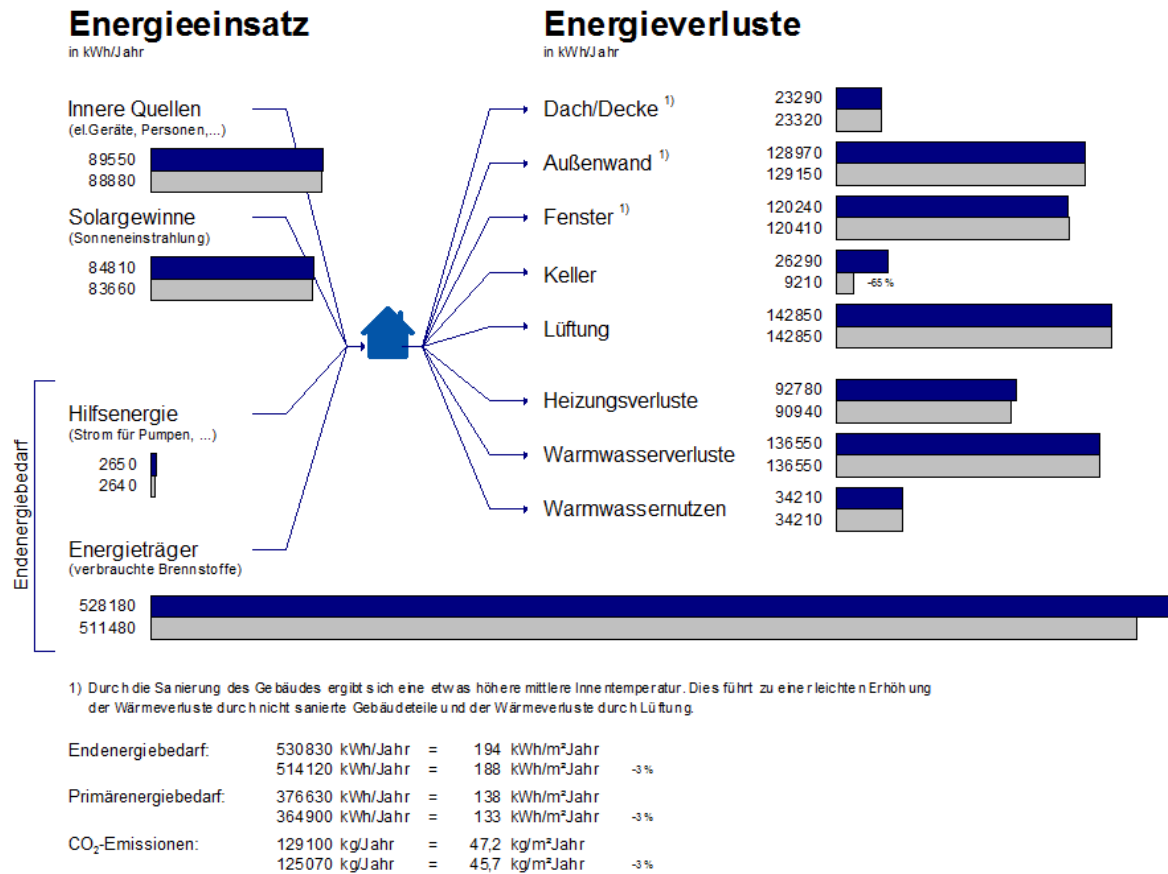
⁴³ Aus Brandschutzgründen wird bei diesem Gebäude eine mineralische Dämmung vorgesehen.

6.1.5.5 Dämmung Kellerdecke

Im Typgebäude wird eine Wärmedämmung mit einer Stärke von 12 cm von unten auf die Stahlbetondecke aufgebracht.

Dies verändert die Gebäudeenergiebilanz folgendermaßen:

Abbildung 40: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 2 - Dämmung Kellerdecke, Plattenbau



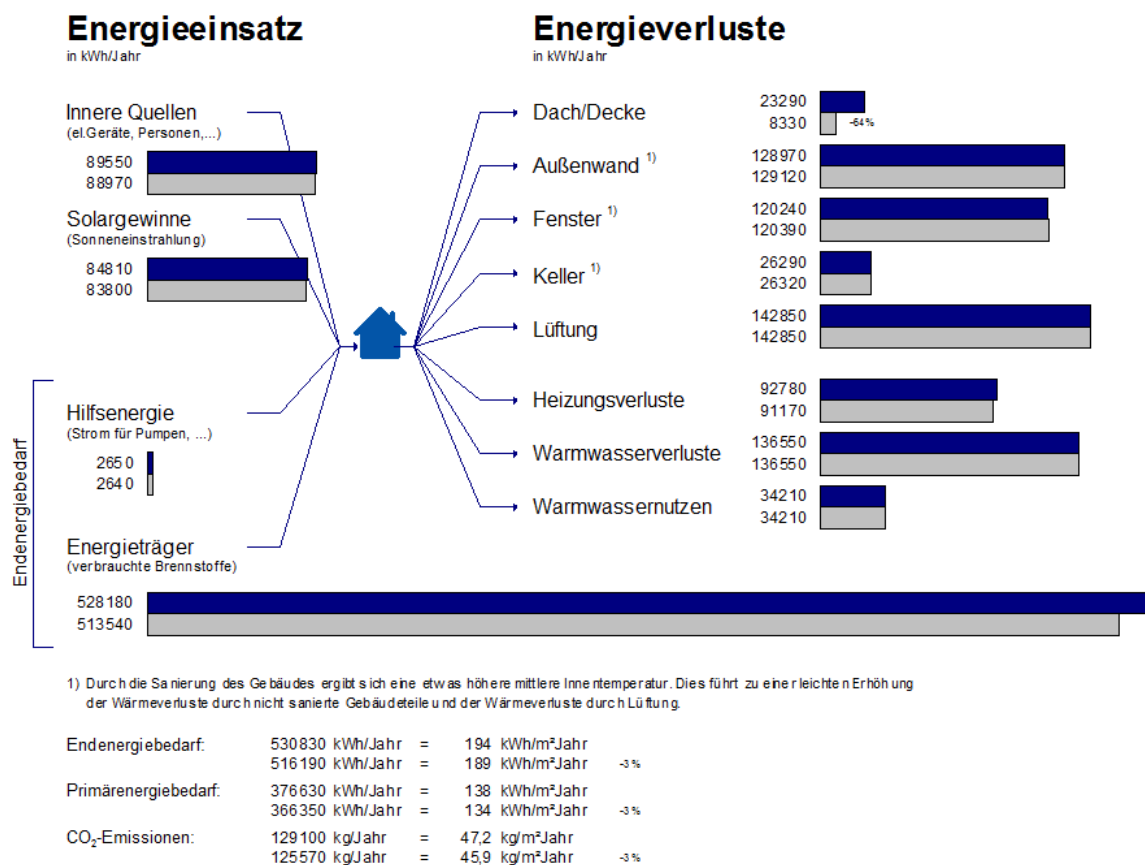
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Der Energieverlust der Kellerdecke reduziert sich um 65 %, der Endenergiebedarf des Gebäudes reduziert sich um 3 %.

6.1.5.6 Dämmung oberste Geschossdecke

Der Beispiel-Plattenbau hat im Ausgangszustand ein flachgeneigtes Kaltdach mit bituminösen Dachbahnen. Auf dem Dach kam es zu Rissen und Durchfeuchtungen aufgrund des fehlenden UV-Schutzes. Infolge der unzureichenden Belüftung des Dachraumes kam es zu Kondensatbildung und zu Schädigungen der Holzunterkonstruktion durch Fäulnis und pflanzlichen Befall. Aus diesen Gründen wird die Kaltdachkonstruktion komplett abgetragen und durch eine neue Warmdachkonstruktion ersetzt. Das Warmdach wird mit einer Dämmung von 20 cm hergestellt.

Abbildung 41: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 3 - Dämmung Dach, Plattenbau



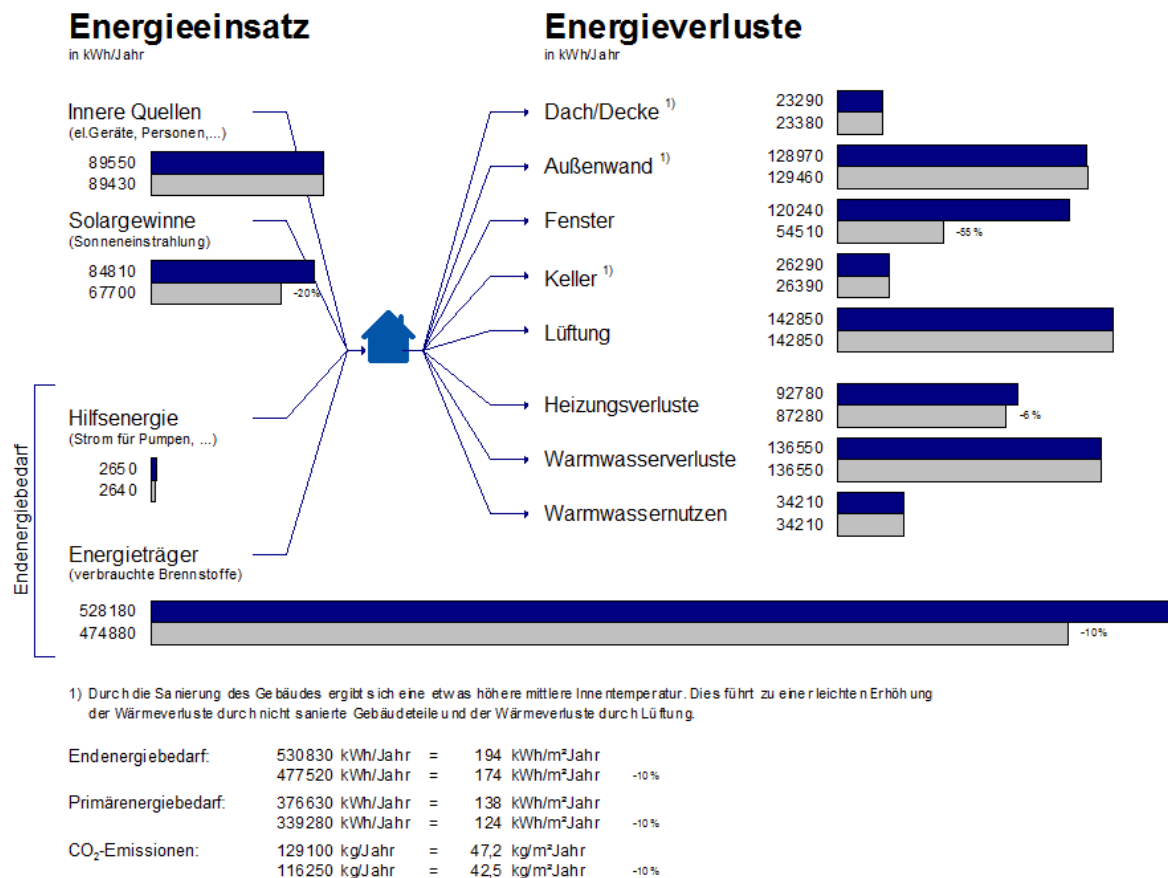
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Der Energieverlust des Dachs reduziert sich um 64 %, der Endenergiebedarf des Gebäudes reduziert sich um 3 %.

6.1.5.7 Einbau von Fenstern mit Wärmeschutzverglasung

Die vorhandenen Fenster werden durch Fenster mit Wärmeschutzverglasung mit einem Wärmedurchgangskoeffizienten U_w von 1,3 W/m²K ersetzt. Für diese Einzelmaßnahme errechnet sich folgende Energiebilanz:

Abbildung 42: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 4 - Einbau von neuen Fenstern, Plattenbau



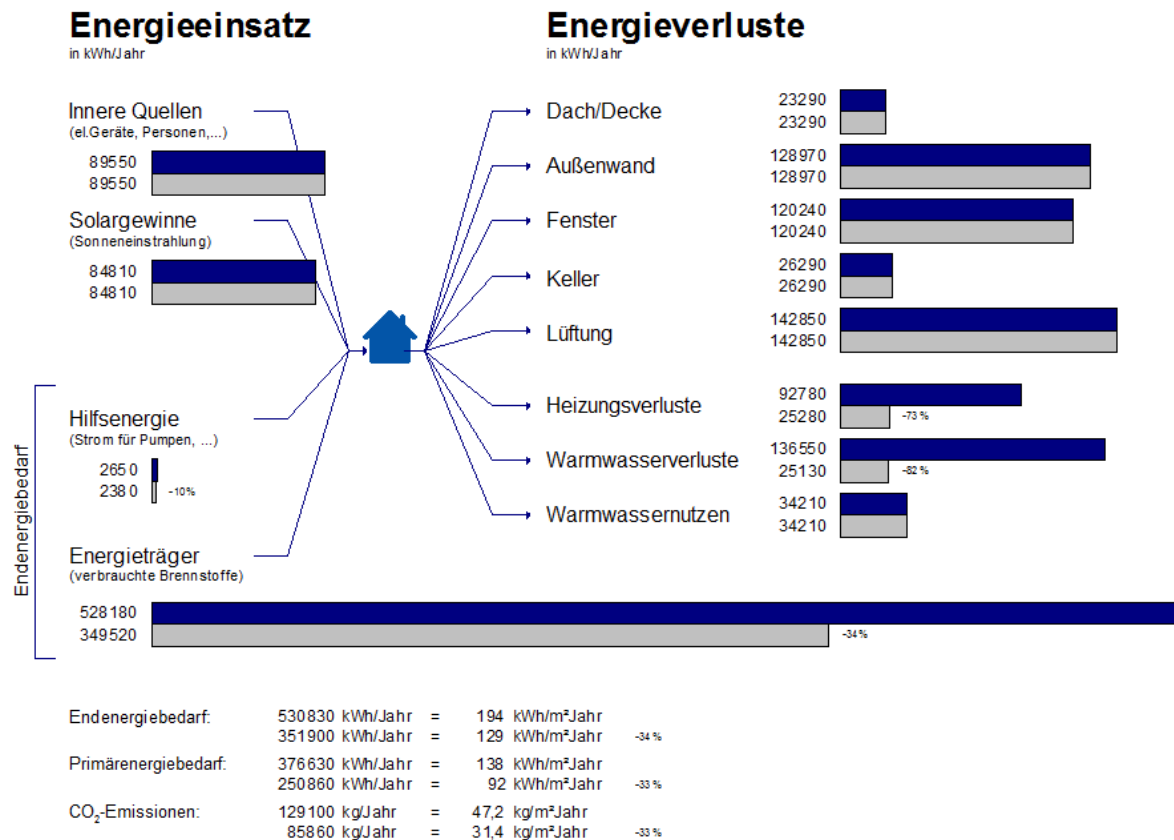
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Die Fenster sparen 50 % gegenüber den alten Fenstern ein, aber die Gesamtenergieeinsparung beträgt 10 %.

6.1.5.8 Einbau eines modernen Heizungssystems

Die alte Fernwärmestation wird durch eine moderne Kompaktstation ausgetauscht. Die Verteilleitungen im Gebäude werden gedämmt.

Abbildung 43: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 5 - modernes Heizungssystem, Plattenbau



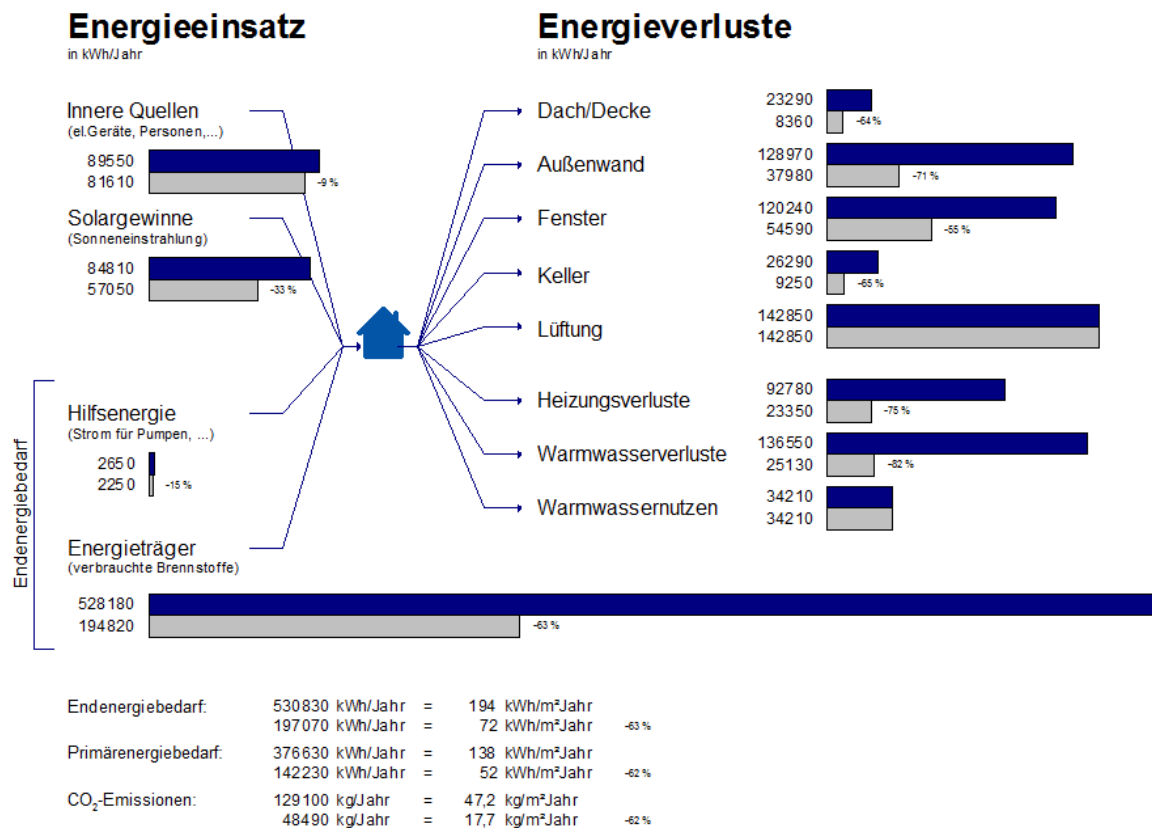
In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Diese Maßnahmen haben ein großes Einsparpotenzial von 73 % bei den Heizungsverlusten bzw. 82 % bei den Warmwasserverlusten. Die Gesamtenergieeinsparung des Gebäudes beträgt 34%.

6.1.5.9 Energetische Gesamtmodernisierung

Alle zuvor aufgeführten Einzelmaßnahmen werden in einer energetischen Gesamtmodernisierung zusammengeführt und berechnet.

Abbildung 44: Gebäude-Energiebilanz Maßnahme 6 - energetische Gesamtmodernisierung, Plattenbau



In dieser Abbildung der Energiebilanz stellen die blauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für den jeweils unsanierten Zustand dar. Die grauen Balken und die Werte neben diesen, die Werte für die jeweilige Maßnahme. Bei Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen stellt der erste Wert den unsanierten Zustand dar, und der zweite den Wert für die jeweilige Maßnahme.

Bei der Ausführung aller Einzelmaßnahmen in einer Gesamtmodernisierung kann der Endenergiebedarf um 62 % reduziert werden.

6.1.5.10 U-Werte der sanierten Außenbauteile

Tabelle 18

Ausrichtung und Bauteil	Fläche A_i [m²]	U_i-Wert [W/m²K]
Dach		
Dachfläche	432,00	0,15
Wand gegen Außenluft		
NW Außenwand	712,80	0,22
SW Außenwand	237,60	0,22
SO Außenwand	721,80	0,22
NO Außenwand	237,60	0,22
Fenster (nach außen)		
Doppelverglasung Dach	22,00	1,30
NW Doppelverglasung	171,00	1,30
SW Doppelverglasung	57,00	1,30
SO Doppelverglasung	171,00	1,30
NO Doppelverglasung	57,00	1,30
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum		
Kellerdecke	432,00	0,25

6.2 Baukosten

Im Folgenden werden die ermittelten Baukosten detailliert dargestellt.

6.2.1 Jahrhundertwendegebäude

6.2.1.1 Einzelmaßnahme 1: Dämmung Außenwände

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Wand gegen Außenluft							
	NO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	283,50	m²	40,00	11.340,00	72,00	20.412,00
	SW Außenwand	Innendämmung 6 cm	162,00	m²		-	250,00	40.500,00
	NW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	207,36	m²	40,00	8.294,40	72,00	14.929,92
	NO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	162,00	m²	40,00	6.480,00	72,00	11.664,00
	SW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	283,50	m²	40,00	11.340,00	72,00	20.412,00
	SO Wand Loggia	Innendämmung 6 cm	10,24	m²		-	250,00	2.560,00
	NW Wand Loggia	Innendämmung 6 cm	10,24	m²		-	250,00	2.560,00
	SO Erker	Innendämmung 6 cm	12,80	m²		-	250,00	3.200,00
	NW Erker	Innendämmung 6 cm	12,80	m²		-	250,00	3.200,00
	Wand gegen Außenluft							
	NO Dach unbeheizt - Giebel	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	9,38	m²	40,00	375,20	72,00	675,36
	SW Dach unbeheizt - Giebel	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	9,38	m²	40,00	375,20	72,00	675,36
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Loggien	15,00	Stck	500,00	7.500,00	500,00	7.500,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		67,80	m	10,00	678,00	40,00	2.712,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach		1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		1.200,06	m²	15,00	18.000,90	15,00	18.000,90
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00
ZS	Zwischensumme					71.383,70		168.501,54
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					8.566,04		20.220,18
13	Unvorhergesehenes (10%)					7.138,37		16.850,15
NP	Nettokosten					87.088,11		205.571,88
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					16.546,74		39.058,66
BP	Bruttokosten					103.634,86		244.630,54
	Gesamtbruttokosten							348.265,39

Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche	42,20
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	99,61
Bruttokosten / m² Wohnfläche	141,81

6.2.1.2 Einzelmaßnahme 2: Dämmung Kellerdecke

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Boden gegen Keller/unbeheizten Raum					-		-
	Kellerdecke	WD von unten 20cm, Kappendecke	568,50	m²	155,00	88.117,50	45,00	25.582,50
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	-	-	1.000,00	1.000,00
ZS	Zwischensumme					88.117,50		26.582,50
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					10.574,10		3.189,90
13	Unvorhergesehenes (10%)					8.811,75		2.658,25
NP	Nettokosten					107.503,35		32.430,65
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					20.425,64		6.161,82
BP	Bruttokosten					127.928,99		38.592,47
	Gesamtbruttokosten							166.521,46
	Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche		52,09					
	Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²		15,71					
	Bruttokosten / m² Wohnfläche		67,80					

Wie bereits im Text beschrieben, wurden die Kosten für die Dämmung einer Kappendecke ermittelt, um auch im finanziell schlechteren Fall einer Kappendecke zu haben.

6.2.1.3 Einzelmaßnahme 3: Dämmung Dach

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Obere Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)					-		-
	Oberste Geschossdecke	Wärmedämmung von oben, begehbar	568,50	m²		-	37,80	21.489,30
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	-	-	1.000,00	1.000,00
ZS	Zwischensumme					-		22.489,30
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					-		2.698,72
13	Unvorhergesehenes (10%)					-		2.248,93
NP	Nettokosten					-		27.436,95
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					-		5.213,02
BP	Bruttokosten					-		32.649,97
	Gesamtbruttokosten							32.649,97
	Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche		-					
	Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²		13,29					
	Bruttokosten / m² Wohnfläche		13,29					

6.2.1.4 Einzelmaßnahme 4: Austausch Fenster

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Fenster (nach außen)					-		-
	NO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,5	127,00	m²	406,00	51.562,00	33,00	4.191,00
	SW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,5	72,00	m²	556,00	40.032,00	33,00	2.376,00
	NW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,5	93,00	m²	406,00	37.758,00	33,00	3.069,00
	NO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,5	72,00	m²	406,00	29.232,00	33,00	2.376,00
	SW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,5	127,00	m²	406,00	51.562,00	33,00	4.191,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
ZS	Zwischensumme					211.146,00		17.203,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					25.337,52		2.064,36
13	Unvorhergesehenes (10%)					21.114,60		1.720,30
NP	Nettokosten					257.598,12		20.987,66
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					48.943,64		3.987,66
BP	Bruttokosten					306.541,76		24.975,32
	Gesamtbruttokosten							331.517,08
	Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche		124,82					
	Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²		10,17					
	Bruttokosten / m² Wohnfläche		134,99					

6.2.1.5 Einzelmaßnahme 5: Modernes Heizungssystem

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
5	Heizung/Warmwasser				-	-	-	-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	psch	10.000,00	10.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Heizkörper (100 Stück)	100,00	Stck	350,00	35.000,00	-	-
	Verteilleitungen Heizung und WW		875,00	m	50,00	43.750,00	100,00	87.500,00
10	Gerüst		1.200,06	m²	-	-	-	-
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
ZS	Zwischensumme					89.750,00		89.500,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					10.770,00		10.740,00
13	Unvorhergesehenes (10%)					8.975,00		8.950,00
NP	Nettokosten					109.495,00		109.190,00
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					20.804,05		20.746,10
BP	Bruttokosten					130.299,05		129.936,10
	Gesamtbruttokosten							260.235,15
	Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche		53,06					
	Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²		52,91					
	Bruttokosten / m² Wohnfläche		105,96					

6.2.1.6 Gesamtmaßnah 6: Energetische Gesamtsanierung

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Dach					-		-
	SO Dach unbeheizt - Dachfläche		177,32	m²		-		-
	NO Dach unbeheizt - Dachfläche		100,71	m²		-		-
	SW Dach unbeheizt - Dachfläche		100,71	m²		-		-
	NW Dach unbeheizt - Dachfläche		88,55	m²		-		-
	NO Dach unbeheizt - Dachfläche		100,71	m²		-		-
	SW Dach unbeheizt - Dachfläche		100,71	m²		-		-
	Obere Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)					-		-
	Oberste Geschossdecke	Wärmedämmung von oben, begehrbar	568,50	m²		-	37,80	21.489,30
	Wand gegen Außenluft					-		-
	NO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	283,50	m²	40,00	11.340,00	72,00	20.412,00
	SW Außenwand	Innendämmung 6 cm	162,00	m²		-	250,00	40.500,00
	NW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	207,36	m²	40,00	8.294,40	72,00	14.929,92
	NO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	162,00	m²	40,00	6.480,00	72,00	11.664,00
	SW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	283,50	m²	40,00	11.340,00	72,00	20.412,00
	SO Wand Loggia	Innendämmung 6 cm	10,24	m²		-	250,00	2.560,00
	NW Wand Loggia	Innendämmung 6 cm	10,24	m²		-	250,00	2.560,00
	SO Erker	Innendämmung 6 cm	12,80	m²		-	250,00	3.200,00
	NW Erker	Innendämmung 6 cm	12,80	m²		-	250,00	3.200,00
	Wand gegen Außenluft					-		-
	NO Dach unbeheizt - Giebel	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	9,38	m²	40,00	375,20	72,00	675,36
	SW Dach unbeheizt - Giebel	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	9,38	m²	40,00	375,20	72,00	675,36
	Fenster (nach außen)					-		-
	NO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,5	127,00	m²	406,00	51.562,00	33,00	4.191,00
	SW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,5	72,00	m²	556,00	40.032,00	33,00	2.376,00
	NW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,5	93,00	m²	406,00	37.758,00	33,00	3.069,00
	NO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,5	72,00	m²	406,00	29.232,00	33,00	2.376,00
	SW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,5	127,00	m²	406,00	51.562,00	33,00	4.191,00
	Boden gegen Keller/unbeheizten Raum					-		-
	Kellerdecke	WD von unten 20cm, Kappendecke	568,50	m²	155,00	88.117,50	45,00	25.582,50
5	Heizung/Warmwasser				-	-	-	-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	psch	10.000,00	10.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Heizkörper (100 Stück)	100,00	Stck	350,00	35.000,00	-	-
	Verteilleitungen Heizung und WW		875,00	m	50,00	43.750,00	100,00	87.500,00
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Loggien	15,00	Stck	500,00	7.500,00	500,00	7.500,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		67,80	m	10,00	678,00	40,00	2.712,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach		1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		1.200,06	m²	15,00	18.000,90	15,00	18.000,90
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00
ZS	Zwischensumme					458.397,20		320.276,34
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					55.007,66		38.433,16
13	Unvorhergesehenes (10%)					45.839,72		32.027,63
NP	Nettokosten					559.244,58		390.737,13
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					106.256,47		74.240,06
BP	Bruttokosten					665.501,05		464.977,19
	Gesamtbruttokosten							1.130.478,25

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	270,98
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	189,33
Bruttokosten / m² Wohnfläche	460,31

6.2.2 Vorkriegsgebäude

6.2.2.1 Einzelmaßnahme 1: Dämmung Außenwände

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Wand gegen Außenluft					-		-
	NW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	630,80	m²	40,00	25.232,00	112,00	70.649,60
	NO Loggia	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	12,00	m²	40,00	480,00	112,00	1.344,00
	SW Loggia	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	12,00	m²	40,00	480,00	112,00	1.344,00
	SO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	630,80	m²	40,00	25.232,00	112,00	70.649,60
	NO Rückseite	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	15,20	m²	40,00	608,00	112,00	1.702,40
	SW Rückseite	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	15,20	m²	40,00	608,00	112,00	1.702,40
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Loggien	20,00	Stck	500,00	10.000,00	500,00	10.000,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		83,00	m	15,00	1.245,00	60,00	4.980,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach		1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		1.440,50	m²	15,00	21.607,50	15,00	21.607,50
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00
ZS	Zwischensumme					88.492,50		199.479,50
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					10.619,10		23.937,54
13	Unvorhergesehenes (10%)					8.849,25		19.947,95
NP	Nettokosten					107.960,85		243.364,99
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					20.512,56		46.239,35
BP	Bruttokosten					128.473,41		289.604,34
	Gesamtbruttokosten							418.077,75

Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche	50,58
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	114,02
Bruttokosten / m² Wohnfläche	164,60

6.2.2.2 Einzelmaßnahme 2: Dämmung Kellerdecke

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Boden gegen Keller/unbeheizten Raum					-		-
	Kellerdecke	Wärmedämmung von unten 17, Stahlträger mit Ausfachung	626,65	m²	146,00	91.490,90	33,00	20.679,45
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					92.990,90		22.179,45
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					11.158,91		2.661,53
13	Unvorhergesehenes (10%)					9.299,09		2.217,95
NP	Nettokosten					113.448,90		27.058,93
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					21.555,29		5.141,20
BP	Bruttokosten					135.004,19		32.200,13
	Gesamtbruttokosten							167.204,31
	Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche		53,15					
	Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²		12,68					
	Bruttokosten / m² Wohnfläche		65,83					

6.2.2.3 Einzelmaßnahme 3: Dämmung Dach

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Obere Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)					-		-
	Oberste Geschossdecke	Wärmedämmung von oben, begehbar, 20cm	626,65	m²		-	37,80	23.687,37
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					1.500,00		25.187,37
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					180,00		3.022,48
13	Unvorhergesehenes (10%)					150,00		2.518,74
NP	Nettokosten					1.830,00		30.728,59
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					347,70		5.838,43
BP	Bruttokosten					2.177,70		36.567,02
	Gesamtbruttokosten							38.744,72
	Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche		0,86					
	Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²		14,40					
	Bruttokosten / m² Wohnfläche		15,25					

6.2.2.4 Einzelmaßnahme 4: Austausch Fenster

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Fenster (nach außen)					-		-
	NW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	135,00	m²	406,00	54.810,00	33,00	4.455,00
	SO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	135,00	m²	406,00	54.810,00	33,00	4.455,00
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					111.120,00		10.410,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					13.334,40		1.249,20
13	Unvorhergesehenes (10%)					11.112,00		1.041,00
NP	Nettokosten					135.566,40		12.700,20
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					25.757,62		2.413,04
BP	Bruttokosten					161.324,02		15.113,24
	Gesamtbruttokosten							176.437,25

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	63,51
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	5,95
Bruttokosten / m² Wohnfläche	69,46

6.2.2.5 Einzelmaßnahme 5: Modernes Heizungssystem

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
5	Heizung/Warmwasser				-	-	-	-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	psch	15.000,00	15.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Gas-Durchlauferhitzer 30St.+30x5 Heizkörper	30,00	Stck	3.250,00	97.500,00	-	-
	Verteilleitungen Heizung und WW		900,00	m	50,00	45.000,00	100,00	90.000,00
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					159.000,00		92.500,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					19.080,00		11.100,00
13	Unvorhergesehenes (10%)					15.900,00		9.250,00
NP	Nettokosten					193.980,00		112.850,00
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					36.856,20		21.441,50
BP	Bruttokosten					230.836,20		134.291,50
	Gesamtbruttokosten							365.127,70

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	90,88
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	52,87
Bruttokosten / m² Wohnfläche	143,75

6.2.2.6 Gesamtmaßnahme 6: Energetische Gesamtanierung

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Dach					-		-
	NW Dach unbeheizt - Dachfläche		361,80	m²		-		-
	SO Dach unbeheizt - Dachfläche		361,80	m²		-		-
	Obere Geschossdecke (zum unbeheizten Dach)					-		-
	Oberste Geschossdecke	Wärmedämmung von oben, begehrbar, 20cm	626,65	m²		-	37,80	23.687,37
	Wand gegen Außenluft	unter Beachtung Denkmalschutz (+40 Euro)				-		-
	NW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	630,80	m²	40,00	25.232,00	112,00	70.649,60
	NO Loggia	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	12,00	m²	40,00	480,00	112,00	1.344,00
	SW Loggia	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	12,00	m²	40,00	480,00	112,00	1.344,00
	SO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	630,80	m²	40,00	25.232,00	112,00	70.649,60
	NO Rückseite	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	15,20	m²	40,00	608,00	112,00	1.702,40
	SW Rückseite	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	15,20	m²	40,00	608,00	112,00	1.702,40
	Fenster (nach außen)					-		-
	NW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	135,00	m²	406,00	54.810,00	33,00	4.455,00
	SO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	135,00	m²	406,00	54.810,00	33,00	4.455,00
	Boden gegen Keller/unbeheizten Raum					-		-
	Kellerdecke	Wärmedämmung von unten 17, Stahlträger mit Ausfachung	626,65	m²	146,00	91.490,90	33,00	20.679,45
5	Heizung/Warmwasser					-		-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	psch	15.000,00	15.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Gas-Durchlauferhitzer 30St.+30x5 Heizkörper	30,00	Stck	3.250,00	97.500,00	-	-
	Verteilleitungen Heizung und WW		900,00	m	50,00	45.000,00	100,00	90.000,00
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Loggien	20,00	Stck	500,00	10.000,00	500,00	10.000,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		83,00	m	15,00	1.245,00	60,00	4.980,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach		1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		1.440,50	m²	15,00	21.607,50	15,00	21.607,50
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
ZS	Zwischensumme					452.103,40		348.756,32
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					54.252,41		41.850,76
13	Unvorhergesehenes (10%)					45.210,34		34.875,63
NP	Nettokosten					551.566,15		425.482,71
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					104.797,57		80.841,71
BP	Bruttokosten					656.363,72		506.324,43
	Gesamtbruttokosten							1.162.688,14

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	258,41
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	199,34
Bruttokosten / m² Wohnfläche	457,75

6.2.3 Nachkriegsgebäude

6.2.3.1 Einzelmaßnahme 1: Dämmung Außenwände

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Wand gegen Außenluft unter Beachtung Denkmalschutz (+40 Euro)					-		-
	SW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	967,60	m²	40,00	38.704,00	72,00	69.667,20
	NW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	221,40	m²	40,00	8.856,00	72,00	15.940,80
	SO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	967,60	m²	40,00	38.704,00	72,00	69.667,20
	NO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	221,40	m²	40,00	8.856,00	72,00	15.940,80
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Loggien	35,00	Stck	500,00	17.500,00	500,00	17.500,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		145,00	m	15,00	2.175,00	60,00	8.700,00
10	Gerüst		2.595,50	m²	15,00	38.932,50	15,00	38.932,50
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
ZS	Zwischensumme					157.227,50		239.848,50
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					18.867,30		28.781,82
13	Unvorhergesehenes (10%)					15.722,75		23.984,85
NP	Nettokosten					191.817,55		292.615,17
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					36.445,33		55.596,88
BP	Bruttokosten					228.262,88		348.212,05
	Gesamtbruttokosten							576.474,94

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	65,53
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	99,96
Bruttokosten / m² Wohnfläche	165,49

6.2.3.2 Einzelmaßnahme 2: Dämmung Kellerdecke

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Boden gegen Keller/unbeheizten Raum					-		-
	Kellerdecke	Wärmedämmung von unten 12 cm, Rippendecke	796,50	m²	83,00	66.109,50	41,00	32.656,50
10	Gerüst		-	m²	15,00	-	15,00	-
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					66.609,50		33.156,50
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					7.993,14		3.978,78
13	Unvorhergesehenes (10%)					6.660,95		3.315,65
NP	Nettokosten					81.263,59		40.450,93
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					15.440,08		7.685,68
BP	Bruttokosten					96.703,67		48.136,61
	Gesamtbruttokosten							144.840,28

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	27,76
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	13,82
Bruttokosten / m² Wohnfläche	41,58

6.2.3.3 Einzelmaßnahme 3: Dämmung Dach

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Dach					-		-
	Dachfläche	Flachdach, unbelüftet - zusätzliche Wärmedämmung, 20 cm	796,50	m²	50,00	39.825,00	108,00	86.022,00
6	Zusätzliche Arbeiten		-	psch	6.000,00	-	6.000,00	-
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach	z.B. Attika	1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		2.595,50	m²	15,00	38.932,50	15,00	38.932,50
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
ZS	Zwischensumme					79.757,50		138.454,50
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					9.570,90		16.614,54
13	Unvorhergesehenes (10%)					7.975,75		13.845,45
NP	Nettokosten					97.304,15		168.914,49
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					18.487,79		32.093,75
BP	Bruttokosten					115.791,94		201.008,24
	Gesamtbruttokosten							316.800,18

Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche	33,24
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	57,70
Bruttokosten / m² Wohnfläche	90,95

6.2.3.4 Einzelmaßnahme 4: Austausch Fenster

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Fenster (nach außen)					-		-
	Einfachverglasung Dach	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	10,00	m²	406,00	4.060,00	33,00	330,00
	NW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	86,40	m²	406,00	35.078,40	33,00	2.851,20
	SW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	7,20	m²	406,00	2.923,20	33,00	237,60
	SO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	117,60	m²	406,00	47.745,60	33,00	3.880,80
	NO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	7,20	m²	406,00	2.923,20	33,00	237,60
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
ZS	Zwischensumme					93.730,40		8.537,20
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					11.247,65		1.024,46
13	Unvorhergesehenes (10%)					9.373,04		853,72
NP	Nettokosten					114.351,09		10.415,38
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					21.726,71		1.978,92
BP	Bruttokosten					136.077,79		12.394,31
	Gesamtbruttokosten							148.472,10

Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche	39,06
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	3,56
Bruttokosten / m² Wohnfläche	42,62

6.2.3.5 Einzelmaßnahme 5: Modernes Heizungssystem

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
5	Heizung/Warmwasser				-	-	-	-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	psch	18.000,00	18.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Heizkörper (100 Stück)	-	Stck	350,00	-	-	-
	Verteilungen Heizung und WW		60,00	m	50,00	3.000,00	100,00	6.000,00
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	2.000,00	2.000,00	2.000,00	2.000,00
10	Gerüst		-	m²	15,00	-	15,00	-
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					23.500,00		9.500,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					2.820,00		1.140,00
13	Unvorhergesehenes (10%)					2.350,00		950,00
NP	Nettokosten					28.670,00		11.590,00
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					5.447,30		2.202,10
BP	Bruttokosten					34.117,30		13.792,10
	Gesamtbruttokosten							47.909,40

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	9,79
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	3,96
Bruttokosten / m² Wohnfläche	13,75

6.2.3.6 Gesamtmaßnahme 6: Energetische Gesamtsanierung

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Dach					-		-
	Dachfläche	Flachdach, unbelüftet - zusätzliche Wärmedämmung, 20 cm	796,50	m²	50,00	39.825,00	108,00	86.022,00
	Wand gegen Außenluft	unter Beachtung Denkmalschutz (+40 Euro)				-		-
	SW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	967,60	m²	40,00	38.704,00	72,00	69.667,20
	NW Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	221,40	m²	40,00	8.856,00	72,00	15.940,80
	SO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	967,60	m²	40,00	38.704,00	72,00	69.667,20
	NO Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	221,40	m²	40,00	8.856,00	72,00	15.940,80
	Fenster (nach außen)					-		-
	Einfachverglasung Dach	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung uw=1,3	10,00	m²	406,00	4.060,00	33,00	330,00
	NW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung uw=1,3	86,40	m²	406,00	35.078,40	33,00	2.851,20
	SW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung uw=1,3	7,20	m²	406,00	2.923,20	33,00	237,60
	SO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung uw=1,3	117,60	m²	406,00	47.745,60	33,00	3.880,80
	NO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung uw=1,3	7,20	m²	406,00	2.923,20	33,00	237,60
	Boden gegen Keller/unbeheizten Raum					-		-
	Kellerdecke	Wärmedämmung von unten 12 cm, Rippendecke	796,50	m²	83,00	66.109,50	41,00	32.656,50
5	Heizung/Warmwasser				-	-	-	-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	psch	18.000,00	18.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Heizkörper (100 Stück)	-	Stck	350,00	-	-	-
	Verteilleitungen Heizung und WW		60,00	m	50,00	3.000,00	100,00	6.000,00
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Loggien	35,00	Stck	500,00	17.500,00	500,00	17.500,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		145,00	m	15,00	2.175,00	60,00	8.700,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach	z.B. Attika	1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		2.595,50	m²	15,00	38.932,50	15,00	38.932,50
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
ZS	Zwischensumme					382.392,40		391.064,20
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					45.887,09		46.927,70
13	Unvorhergesehenes (10%)					38.239,24		39.106,42
NP	Nettokosten					466.518,73		477.098,32
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					88.638,56		90.648,68
BP	Bruttokosten					555.157,29		567.747,01
	Gesamtbruttokosten							1.122.904,29

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	159,37
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	162,99
Bruttokosten / m² Wohnfläche	322,36

6.2.4 1970er-Gebäude

6.2.4.1 Einzelmaßnahme 1: Dämmung Außenwände

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Wand gegen Außenluft	unter Beachtung Denkmalschutz (+40 Euro)				-		-
	N Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	65,60	m²	40,00	2.624,00	72,00	4.723,20
	W Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	164,00	m²	40,00	6.560,00	72,00	11.808,00
	S Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	65,60	m²	40,00	2.624,00	72,00	4.723,20
	O Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	164,00	m²	40,00	6.560,00	72,00	11.808,00
	S Anbau: Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	65,60	m²	40,00	2.624,00	72,00	4.723,20
	O Anbau: Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	164,00	m²	40,00	6.560,00	72,00	11.808,00
	N Anbau: Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	65,60	m²	40,00	2.624,00	72,00	4.723,20
	W Anbau: Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	164,00	m²	40,00	6.560,00	72,00	11.808,00
6	Zusätzliche Arbeiten		-	psch	6.000,00	-	6.000,00	-
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Balkonen	-	Stck	500,00	-	500,00	-
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		50,00	m	15,00	750,00	60,00	3.000,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach	z.B. Attika	1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		993,40	m²	15,00	14.901,00	15,00	14.901,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
ZS	Zwischensumme					53.887,00		98.025,80
12	Baunebenkosten (HOAI- Leistungen, 12%)					6.466,44		11.763,10
13	Unvorhergesehenes (10%)					5.388,70		9.802,58
NP	Nettokosten					65.742,14		119.591,48
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					12.491,01		22.722,38
BP	Bruttokosten					78.233,15		142.313,86
	Gesamtbruttokosten							220.547,00

Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche	68,80
Bruttokosten energ. Mehr- kosten / m²	125,16
Bruttokosten / m² Wohnflä- che	193,96

6.2.4.2 Einzelmaßnahme 2: Dämmung Kellerdecke

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Kellerdecke	Wärmedämmung von unten, 12 cm	130,00	m²	78,00	10.140,00	32,00	4.160,00
	Anbau: Kellerdecke	Wärmedämmung von unten, 12 cm	130,00	m²	78,00	10.140,00	32,00	4.160,00
6	Zusätzliche Arbeiten		-	psch	6.000,00	-	6.000,00	-
10	Gerüst		-	m²	15,00	-	15,00	-
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					20.780,00		8.820,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					2.493,60		1.058,40
13	Unvorhergesehenes (10%)					2.078,00		882,00
NP	Nettokosten					25.351,60		10.760,40
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					4.816,80		2.044,48
BP	Bruttokosten					30.168,40		12.804,88
	Gesamtbruttokosten							42.973,28

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	26,53
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	11,26
Bruttokosten / m² Wohnfläche	37,79

6.2.4.3 Einzelmaßnahme 3: Dämmung Dach

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Dach					-		-
	Dachfläche	Flachdach, unbelüftet, Plus-Dach, 20 cm	130,00	m²	50,00	6.500,00	108,00	14.040,00
	Anbau: Dachfläche	Flachdach, unbelüftet, Plus-Dach, 20 cm	130,00	m²	50,00	6.500,00	108,00	14.040,00
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Balkonen	35,00	Stck	500,00	17.500,00	500,00	17.500,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		50,00	m	15,00	750,00	60,00	3.000,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach	z.B. Attika	1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		993,40	m²	15,00	14.901,00	15,00	14.901,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
ZS	Zwischensumme					53.151,00		82.981,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					6.378,12		9.957,72
13	Unvorhergesehenes (10%)					5.315,10		8.298,10
NP	Nettokosten					64.844,22		101.236,82
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					12.320,40		19.235,00
BP	Bruttokosten					77.164,62		120.471,82
	Gesamtbruttokosten							197.636,44

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	67,86
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	105,95
Bruttokosten / m² Wohnfläche	173,81

6.2.4.4 Einzelmaßnahme 4: Austausch Fenster

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Fenster (nach außen)					-		-
	Doppelverglasung Dach	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	5,00	m²	406,00	2.030,00	33,00	165,00
	N Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	16,00	m²	406,00	6.496,00	33,00	528,00
	W Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	41,00	m²	406,00	16.646,00	33,00	1.353,00
	S Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	16,00	m²	406,00	6.496,00	33,00	528,00
	O Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	41,00	m²	406,00	16.646,00	33,00	1.353,00
	Anbau: Doppelverglasung Dach	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	5,00	m²	406,00	2.030,00	33,00	165,00
	S Anbau: Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	16,00	m²	406,00	6.496,00	33,00	528,00
	O Anbau: Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	41,00	m²	406,00	16.646,00	33,00	1.353,00
	N Anbau: Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	16,00	m²	406,00	6.496,00	33,00	528,00
	W Anbau: Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	41,00	m²	406,00	16.646,00	33,00	1.353,00
6	Zusätzliche Arbeiten		-	psch	6.000,00	-	6.000,00	-
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					97.128,00		8.354,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					11.655,36		1.002,48
13	Unvorhergesehenes (10%)					9.712,80		835,40
NP	Nettokosten					118.496,16		10.191,88
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					22.514,27		1.936,46
BP	Bruttokosten					141.010,43		12.128,34
	Gesamtbruttokosten							153.138,77

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	124,01
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	10,67
Bruttokosten / m² Wohnfläche	134,67

6.2.4.5 Einzelmaßnahme 5: Modernes Heizungssystem

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
5	Heizung/Warmwasser				-	-	-	-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	psch	15.000,00	15.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Heizkörper (100 Stück)	-	Stck	350,00	-	-	-
	Verteilleitungen Heizung und WW		60,00	m	50,00	3.000,00	100,00	6.000,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					18.500,00		7.500,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					2.220,00		900,00
13	Unvorhergesehenes (10%)					1.850,00		750,00
NP	Nettokosten					22.570,00		9.150,00
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					4.288,30		1.738,50
BP	Bruttokosten					26.858,30		10.888,50
	Gesamtbruttokosten							37.746,80

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	23,62
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	9,58
Bruttokosten / m² Wohnfl.	33,20

6.2.4.6 Gesamtmaßnahme 6: Energetische Gesamtanierung

Pos. Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Dach					-		-
	Dachfläche	Flachdach, unbelüftet, Plus-Dach, 20 cm	130,00	m²	50,00	6.500,00	108,00	14.040,00
	Anbau: Dachfläche	Flachdach, unbelüftet, Plus-Dach, 20 cm	130,00	m²	50,00	6.500,00	108,00	14.040,00
	Wand gegen Außenluft	unter Beachtung Denkmalschutz (+40 Euro)				-		-
	N Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	65,60	m²	40,00	2.624,00	72,00	4.723,20
	W Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	164,00	m²	40,00	6.560,00	72,00	11.808,00
	S Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	65,60	m²	40,00	2.624,00	72,00	4.723,20
	O Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	164,00	m²	40,00	6.560,00	72,00	11.808,00
	S Anbau: Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	65,60	m²	40,00	2.624,00	72,00	4.723,20
	O Anbau: Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	164,00	m²	40,00	6.560,00	72,00	11.808,00
	N Anbau: Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	65,60	m²	40,00	2.624,00	72,00	4.723,20
	W Anbau: Außenwand	Wärmedämmverbundsystem, 20 cm	164,00	m²	40,00	6.560,00	72,00	11.808,00
	Fenster (nach außen)					-		-
	Doppelverglasung Dach	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	5,00	m²	406,00	2.030,00	33,00	165,00
	N Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	16,00	m²	406,00	6.496,00	33,00	528,00
	W Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	41,00	m²	406,00	16.646,00	33,00	1.353,00
	S Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	16,00	m²	406,00	6.496,00	33,00	528,00
	O Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	41,00	m²	406,00	16.646,00	33,00	1.353,00
	Anbau: Doppelverglasung Dach	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	5,00	m²	406,00	2.030,00	33,00	165,00
	S Anbau: Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	16,00	m²	406,00	6.496,00	33,00	528,00
	O Anbau: Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	41,00	m²	406,00	16.646,00	33,00	1.353,00
	N Anbau: Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	16,00	m²	406,00	6.496,00	33,00	528,00
	W Anbau: Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	41,00	m²	406,00	16.646,00	33,00	1.353,00
	Boden gegen Keller/unbeheizten Raum					-		-
	Kellerdecke	Wärmedämmung von unten, 12 cm	130,00	m²	78,00	10.140,00	32,00	4.160,00
	Anbau: Kellerdecke	Wärmedämmung von unten, 12 cm	130,00	m²	78,00	10.140,00	32,00	4.160,00
5	Heizung/Warmwasser				-	-	-	-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	psch	15.000,00	15.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Heizkörper (100 Stück)	-	Stck	350,00	-	-	-
	Verteileitungen Heizung und WW		60,00	m	50,00	3.000,00	100,00	6.000,00
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Balkonen	35,00	Stck	500,00	17.500,00	500,00	17.500,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		50,00	m	15,00	750,00	60,00	3.000,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach	z.B. Attika	1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		993,40	m²	15,00	14.901,00	15,00	14.901,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
ZS	Zwischensumme					226.795,00		174.279,80
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					27.215,40		20.913,58
13	Unvorhergesehenes (10%)					22.679,50		17.427,98
NP	Nettokosten					276.689,90		212.621,36
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					52.571,08		40.398,06
BP	Bruttokosten					329.260,98		253.019,41
	Gesamtbruttokosten							582.280,39
	Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	289,56						
	Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	222,51						
	Bruttokosten / m² Wohnfläche	512,07						

6.2.5 Plattenbau

6.2.5.1 Einzelmaßnahme 1: Dämmung Außenwände

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Wand gegen Außenluft					-		-
	NW Außenwand	WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion	712,80	m²	70,00	49.896,00	49,00	34.927,20
	SW Außenwand	WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion	237,60	m²	70,00	16.632,00	49,00	11.642,40
	SO Außenwand	WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion	721,80	m²	70,00	50.526,00	49,00	35.368,20
	NO Außenwand	WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion	237,60	m²	70,00	16.632,00	49,00	11.642,40
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	psch	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Balkonen	24,00	Stck	500,00	12.000,00	500,00	12.000,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		96,00	m	15,00	1.440,00	60,00	5.760,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach	z.B. Attika	-	psch	-	-	12.500,00	-
10	Gerüst		2.053,80	m²	15,00	30.807,00	15,00	30.807,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
ZS	Zwischensumme					185.433,00		149.647,20
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					22.251,96		17.957,66
13	Unvorhergesehenes (10%)					18.543,30		14.964,72
NP	Nettokosten					226.228,26		182.569,58
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					42.983,37		34.688,22
BP	Bruttokosten					269.211,63		217.257,80
	Gesamtbruttokosten							486.469,43

Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche	118,02
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	95,25
Bruttokosten / m² Wohnfläche	213,27

6.2.5.2 Einzelmaßnahme 2: Dämmung Kellerdecke

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Boden gegen Keller/unbeheizten Raum					-		-
	Kellerdecke	Wärmedämmung von unten, 12 cm	432,00	m²	78,00	33.696,00	32,00	13.824,00
6	Zusätzliche Arbeiten		-	psch	6.000,00	-	6.000,00	-
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					34.196,00		14.324,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					4.103,52		1.718,88
13	Unvorhergesehenes (10%)					3.419,60		1.432,40
NP	Nettokosten					41.719,12		17.475,28
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					7.926,63		3.320,30
BP	Bruttokosten					49.645,75		20.795,58
	Gesamtbruttokosten							70.441,34

Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche	21,76
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	9,12
Bruttokosten / m² Wohnfläche	30,88

6.2.5.3 Einzelmaßnahme 3: Dämmung Dach

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Dach					-		-
	Dachfläche	Flachdach, unbelüftet, Plus-Dach, 20 cm	432,00	m²	50,00	21.600,00	108,00	46.656,00
6	Zusätzliche Arbeiten		-	psch	6.000,00	-	6.000,00	-
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach	z.B. Attika	1,00	psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		2.053,80	m²	15,00	30.807,00	15,00	30.807,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
ZS	Zwischensumme					53.907,00		91.463,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					6.468,84		10.975,56
13	Unvorhergesehenes (10%)					5.390,70		9.146,30
NP	Nettokosten					65.766,54		111.584,86
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					12.495,64		21.201,12
BP	Bruttokosten					78.262,18		132.785,98
	Gesamtbruttokosten							211.048,17

Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche	34,31
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	58,21
Bruttokosten / m² Wohnfläche	92,52

6.2.5.4 Einzelmaßnahme 4: Austausch Fenster

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Fenster (nach außen)					-		-
	Doppelverglasung Dach	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	22,00	m²	406,00	8.932,00	33,00	726,00
	NW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	171,00	m²	406,00	69.426,00	33,00	5.643,00
	SW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	57,00	m²	406,00	23.142,00	33,00	1.881,00
	SO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	171,00	m²	406,00	69.426,00	33,00	5.643,00
	NO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	57,00	m²	406,00	23.142,00	33,00	1.881,00
6	Zusätzliche Arbeiten		-	psch	6.000,00	-	6.000,00	-
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
ZS	Zwischensumme					195.068,00		16.774,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					23.408,16		2.012,88
13	Unvorhergesehenes (10%)					19.506,80		1.677,40
NP	Nettokosten					237.982,96		20.464,28
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					45.216,76		3.888,21
BP	Bruttokosten					283.199,72		24.352,49
	Gesamtbruttokosten							307.552,22

Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche	124,16
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	10,68
Bruttokosten / m² Wohnfläche	134,83

6.2.5.5 Einzelmaßnahme 5: Modernes Heizungssystem

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
5	Heizung/Warmwasser				-	-	-	-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	psch	15.000,00	15.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Heizkörper (100 Stück)	-	Stck	350,00	-	-	-
	Verteilleitungen Heizung und WW		60,00	m	50,00	3.000,00	100,00	6.000,00
6	Zusätzliche Arbeiten		-	psch	6.000,00	-	6.000,00	-
11	Baustelleneinrichtung		1,00	psch	500,00	500,00	500,00	500,00
ZS	Zwischensumme					18.500,00		7.500,00
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					2.220,00		900,00
13	Unvorhergesehenes (10%)					1.850,00		750,00
NP	Nettokosten					22.570,00		9.150,00
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					4.288,30		1.738,50
BP	Bruttokosten					26.858,30		10.888,50
	Gesamtbruttokosten							37.746,80

Bruttokosten Sowiesokosten / m² Wohnfläche	11,77
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	4,77
Bruttokosten / m² Wohnfläche	16,55

6.2.5.6 Gesamtmaßnahme 6: Energetische Gesamtsanierung

Pos.Nr.	Bauteil	Maßnahme	Menge	Einheit	EP	GP	EP	GP
	Dach					-		-
	Dachfläche	Flachdach, unbelüftet, Plus-Dach, 20 cm	432,00	m²	50,00	21.600,00	108,00	46.656,00
	Wand gegen Außenluft					-		-
	NW Außenwand	WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion	712,80	m²	70,00	49.896,00	49,00	34.927,20
	SW Außenwand	WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion	237,60	m²	70,00	16.632,00	49,00	11.642,40
	SO Außenwand	WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion	721,80	m²	70,00	50.526,00	49,00	35.368,20
	NO Außenwand	WDVS 14cm, auf Betonsandwich-Konstruktion	237,60	m²	70,00	16.632,00	49,00	11.642,40
	Fenster (nach außen)					-		-
	Doppelverglasung Dach	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	22,00	m²	406,00	8.932,00	33,00	726,00
	NW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	171,00	m²	406,00	69.426,00	33,00	5.643,00
	SW Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	57,00	m²	406,00	23.142,00	33,00	1.881,00
	SO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	171,00	m²	406,00	69.426,00	33,00	5.643,00
	NO Doppelverglasung	2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung Uw=1,3	57,00	m²	406,00	23.142,00	33,00	1.881,00
	Boden gegen Keller/unbeheizten Raum					-		-
	Kellerdecke	Wärmedämmung von unten, 12 cm	432,00	m²	78,00	33.696,00	32,00	13.824,00
5	Heizung/Warmwasser				-	-	-	-
	Heizkessel	neue FW-Kompaktstation	1,00	Psch	15.000,00	15.000,00	1.000,00	1.000,00
	Heizkörper	neue Heizkörper (100 Stück)	-	Stck	350,00	-	-	-
	Verteileitungen Heizung und WW		60,00	M	50,00	3.000,00	100,00	6.000,00
6	Zusätzliche Arbeiten		1,00	Psch	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00
6.1	Balkonarbeiten	Arbeiten an Balkonen	24,00	Stck	500,00	12.000,00	500,00	12.000,00
6.2	Abdichtungsarbeiten Perimeter		96,00	M	15,00	1.440,00	60,00	5.760,00
6.3	Zusätzliche Arbeiten am Dach	z.B. Attika	1,00	Psch	-	-	12.500,00	12.500,00
10	Gerüst		2.053,80	m²	15,00	30.807,00	15,00	30.807,00
11	Baustelleneinrichtung		1,00	Psch	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
ZS	Zwischensumme					454.297,00		246.901,20
12	Baunebenkosten (HOAI-Leistungen, 12%)					54.515,64		29.628,14
13	Unvorhergesehenes (10%)					45.429,70		24.690,12
NP	Nettokosten					554.242,34		301.219,46
MwSt	Mehrwertsteuer 19%					105.306,04		57.231,70
BP	Bruttokosten					659.548,38		358.451,16
	Gesamtbruttokosten							1.017.999,55

Bruttokosten Sowiekosten / m² Wohnfläche	289,15
Bruttokosten energ. Mehrkosten / m²	157,15
Bruttokosten / m² Wohnfläche	446,30

6.3 Gebietstypen

Die Gebietstypen werden nach Standort- und Marktattraktivität unterschieden. Unter Zuhilfenahme des Berliner Mietspiegels 2009⁴⁴ und der Berliner Betriebskostenübersicht des Jahres 2007⁴⁵ werden die Gebiete nach den vier Gebietstypen definiert:

- Gebietstyp 1: Gebiete mit unterdurchschnittlichem Mietniveau
- Gebietstyp 2: Gebiete mit durchschnittlichem Mietniveau und konstanten Mietpreisen
- Gebietstyp 3: Gebiete mit durchschnittlichem Mietniveau und steigenden Mietpreisen
- Gebietstyp 4: Gebiete mit überdurchschnittlichem Mietniveau und steigenden Mietpreisen

6.3.1 Der Berliner Mietspiegel

Bei den im Mietspiegel ausgewiesenen Beträgen handelt es sich um die monatliche Miete je Quadratmeter Wohnfläche. Die Beträge stellen die »Netto-Kaltniete« dar. Das ist die Miete ohne alle Betriebskosten (§ 556 Abs. 1 BGB), also die Miete

- ohne Kosten für Sammelheizung und Warmwasserversorgung,
- ohne die so genannten »kalten« Betriebskosten,
- ohne etwaige Möblierungs- und Untermietzuschläge,
- ohne etwaige Zuschläge wegen der Nutzung von Wohnraum zu anderen als Wohnzwecken.

⁴⁴ Berliner Mietspiegel 2009; <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/wohnen/mietspiegel/de/download/Mietspiegel2009.pdf>

⁴⁵ Berliner Betriebskostenübersicht 2007; <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/wohnen/betriebskosten/>

6.3.2 „Warme“ Betriebskosten

Tabelle 19: "warme" Betriebskosten nach Berliner Betriebskostenübersicht⁴⁶

Abrechnungsjahr 2007 (Angaben in EUR/m² monatlich)		unterer Wert 4/5- Spanne	Mittelwert	oberer Wert 4/5- Spanne
„warme“ Betriebskosten gesamt		0,35	0,99	1,75
davon	Heizung	0,25	0,72	1,25
	Warmwasser	0,08	0,22	0,36
	sonstige warme Betriebskosten (z.B. Wartung Heizungsanlage)	0,02	0,05	0,14

6.3.3 Anpassen der Mieten für die Gebietstypen an den Berliner Mietspiegel

Der Berliner Mietspiegel unterscheidet einfache, mittlere und gute Wohnlagen. Die Wohnlagen werden wie folgt den Gebietstypen und Typgebäuden zugeordnet:

Tabelle 20: Zuordnung der Mietspiegelmieten zu Gebietstypen und Typgebäuden

	Jahrhundert- wendebau / bis 1918	Vorkriegsbau / 1919 -1949	Nachkriegsbau / 1956 - 1964	1970er- Gebäude / 1973 - 1983 West	Plattenbau / 1973 - 1990 Ost
einfach / Gebietstyp 1	4,60	4,95	4,18	5,38	6,13
mittel / Gebietstyp 2	4,85	4,70	4,51	5,56	6,87
mittel / Gebietstyp 3	4,85	4,70	4,51	5,56	6,87
gut / Gebietstyp 4	5,08	5,38	4,70	7,44	7,35

Die Zuordnungen für die Gebietstypen 2 und 3 sind gleich, da der Mietspiegel nur drei Wohnlagen unterscheidet.

⁴⁶ Berliner Betriebskostenübersicht 2007

6.4 Definition der Mieterhöhungen in den jeweiligen Gebietstypen

Über die Gebietstypen werden die Mieterhöhungsspielräume während des Betrachtungszeitraums definiert. Für jeden Gebietstyp werden folgende Parameter festgelegt:

- Mieterhöhungsabstand: Der Zeitraum in Jahren in dem Mieterhöhungen erfolgen.
- Mieterhöhung: Die Mieterhöhung in % zum Mieterhöhungszeitpunkt.
- Leerstand: Der Leerstand in Prozent. Er reduziert die Mieteinnahmen. Der Leerstand ist sowohl durch Fluktuation als auch durch echten Leerstand bedingt.

6.4.1 Mieterhöhungsparameter für Gebietstyp 1

In diesem Gebiet sind (wenn überhaupt) nur geringe Mieterhöhungen durchsetzbar. Bei der Annahme von Mieterhöhungen alle drei Jahre ergeben sich diese Parameter:

- Mieterhöhungsabstand: 3 Jahre
- Mieterhöhung: 2 % (entspricht einer mittleren jährlichen Erhöhung von weniger als 0,6 %)
- Leerstand: 8 %

6.4.2 Mieterhöhungsparameter für Gebietstyp 2

In diesem Gebiet sind moderate Mieterhöhungen möglich. Die Leerstände sind geringer als in Gebiet 1.

- Mieterhöhungsabstand: 3 Jahre
- Mieterhöhung: 5 %
- Leerstand: 5 %

6.4.3 Mieterhöhungsparameter für Gebietstyp 3

Hier ist der Mieterhöhungsspielraum größer als in den Gebieten 1 und 2. Die größere Attraktivität des Gebiets spiegelt sich in einer geringen Leerstandsquote wider.

- Mieterhöhungsabstand: 3 Jahre
- Mieterhöhung: 6,12 % (entspricht einer Mieterhöhung von 2 % p.a.)
- Leerstand: 3 %

6.4.4 Mieterhöhungsparameter für Gebietstyp 4

In der Modellrechnung wird von einem nochmals größeren Mieterhöhungspotenzial ausgegangen. Der Leerstand ist nun praktisch nur noch durch fluktuationsbedingten Leerstand definiert.

- Mieterhöhungsabstand: 3 Jahre
- Mieterhöhung: 7,7 % (entspricht einer Mieterhöhung von 2,5 % p.a.)
- Leerstand: 1,5 %

7. Anhang III Erläuterungen zur Berechnung

Im Folgenden wird die der Studie zugrundegelegte Berechnungsmethodik noch etwas genauer beschrieben.

Die Ergebnisse der Ergebnistabelle werden generell in sechs Spalten F1 bis F6 dargestellt.

Die Spalten charakterisieren dabei die folgenden Szenarien:

- F1: Gesamtkapitalrendite bei nur warmmietneutraler Mieterhöhung
- F2: Gesamtkapitalrendite wie F1, jedoch unter Berücksichtigung von Steuern
- F3: Gesamtkapitalrendite wie F2 jedoch inklusive der Wohnwertsteigerung
- F4: Fremdkapitalzins bei Eigenkapitalverzinsung von 5%
- F5: Fremdkapitalzins bei 100% Fremdkapital bei Ergebnisneutralität für den Investor
- F6: Mietänderung, um einen Fremdkapitalzins von 0,5% zu erhalten (bei 100% Fremdkapital)

Die Ergebnisse werden exemplarisch für den Gebietstyp 3, den Gebäudetyp B3, den Eigentübertyp E2 und die Variante 6 (energetische Gesamtmodernisierung) erläutert.

Tabelle 21: Ergebnisse für Gebietstyp 3, Gebäudetyp 3, Eigentübertyp E1-E3 und Variante 6

			Variante 6: Energetische Gesamtmodernisierung					
			F1	F2	F3	F4	F5	F6
			Warmmiet-neutral	zus. Erträge durch Steuer	plus Wohnwertsteigerung	5% EK Rendite, 80% LTV	100 % FK	Mietänderung
			GKR	GKR	GKR	FKZ	FKZ	[€/m²]
Gebietstyp 3	Gebäudetyp B3 Nachkriegsgebäude	E1 - E3	1,78%	1,64%	2,56%	1,95%	4,17%	-0,48

Quelle: eigene Berechnung

LEGENDE:

GKR = Gesamtkapitalrendite

FKZ = Fremdfinanzierungszinssatz in %

LTV = Loan-to-value

F_i = Finanzierungsfall i

E_j = Eigentümerklasse j

Basis für alle Berechnungen ist ein vollständiger Finanzplan. Ein wesentlicher Bestandteil ist die periodenbezogene Erfassung aller im Zusammenhang mit der Investition stehenden Zahlungsströme.

Die Ergebnisse in Spalte F1 bis F3 repräsentieren die Gesamtkapitalrenditen für die ersten drei Finanzierungsfälle. In der Spalte F4 ist entsprechend der Definition des Finanzierungsfalles 4 der Fremdkapitalzins bei 5% Eigenkapitalverzinsung dargestellt.

pitalzins ausgewiesen, der notwendig wäre, damit ein Investor bei einem 20 % Eigenkapitaleinsatz eine Eigenkapitalrendite von 5 % erzielen kann. In der Spalte F5 findet sich analog der berechnete Fremdkapitalzins, der bei einer 100 % Fremdfinanzierungsquote den Investor neutral stellt. Zuletzt findet sich in der letzten Spalte F6 der berechnete potentielle Mietanpassungsbetrag in € pro Quadratmeter, der bei einer 100%-igen Fremdfinanzierung zu einem Fremdkapitalzins von 0,5 % einen potentiellen Investor gerade neutral stellt.

Der allen Berechnungen zugrunde liegende vollständige Finanzplan hat folgende Parameter:

- Der Betrachtungszeitraum, an dessen Ende der Kapitalendwert errechnet wird, beträgt 30 Jahre
- Originäre Zahlungsströme⁴⁷: Eingesetztes Kapital, Mieteinnahmen
- Derivative Zahlungsströme⁴⁸: Annuitäten, Reinvestition (oder Zwischenfinanzierung), steuerliche Auswirkungen (nicht im Finanzierungsfall 1)

Im Bereich der derivativen Zahlungsströme sind Parameter definiert, mittels derer die periodengerechte Abbildung innerhalb der vollständigen Finanzpläne gewährleistet werden kann.

- Zinssatz für Kapitalaufnahme⁴⁹ (6,5 % p.a.⁵⁰) und Kapitalanlage (2 % p.a.)
- Steuersätze gemäß der Definition der Eigentümertypen

Die Darlehen in den Finanzierungsfällen F4 bis F6 werden als Annuitätendarlehen mit einem über die gesamte Laufzeit konstanten Zinssatz angenommen. Mit den ermittelten Baukosten und Mietparametern können zusammen mit den Eigentümerparametern für die verschiedenen Finanzierungsfälle die Ergebnisse mit Hilfe von vollständigen Finanzplänen berechnet werden.

⁴⁷ Unter den originären Zahlungsströmen sind alle Ein- und Auszahlungen zu verstehen, die direkt mit der Investition in Zusammenhang stehen.

⁴⁸ Als derivative Zahlungsströme werden alle Ein- und Auszahlungen bezeichnet, die sich als Konsequenz aus der Investition ergeben.

⁴⁹ Eine Kapitalaufnahme während des Betrachtungszeitraumes wird dann erforderlich, wenn ein negativer Cash-Flow auftritt. Bei einer wirtschaftlichen Maßnahme mit einer positiven Eigenkapitalrendite wird es in der Regel nicht notwendig sein, periodenweise auftretende Unterdeckungen durch die Aufnahme von Zwischenfinanzierungen auszugleichen. Die hier unterstellten 6,5% Zinsen fallen nur bei ohnehin schon unwirtschaftlichen Maßnahmen ins Gewicht. Hier wird dann eine jährliche Unterdeckung jeweils zu 6,5% Zinsen refinanziert und in der nächsten Periode mit gegebenenfalls vorhandenen Überschüssen verrechnet und dann erneut für ein Jahr als Fremdkapital aufgenommen. Dies kann dazu führen, dass die Zinsbelastung durch eine laufende jährliche Unterdeckung und das Refinanzieren derselben einen großen Anteil der Kapitalkosten einnimmt.

⁵⁰ Die Zinshöhe von 6,5 % stellt einen gemittelten prognostizierten Zinssatz über die 30 Jahre Betrachtungszeitraum dar.

7.1 Berechnung der Spalte F1

In den vollständigen Finanzplan gehen folgende Eingangsparameter ein:

Tabelle 22: Parameter F1

Variante 6		
Urspr. Wohnfläche nach II.BV	[m²]	3483,4
Anzahl der Wohnungen		35
Betrachtungszeitraum		30
Investitionskosten		
Investitionskosten	[€/m²]	322
Gesamtumfang der Maßnahme	[€]	1.122.904
Finanzierung		
Höhe des Darlehens	[€]	0
Eigenkapital	[€]	1.122.904
Darlehen 1	Bez.	Darlehen
Darlehenssumme	[€]	0
Laufzeit	[a]	30
Zins bis Periode 10	[%]	4,00%
Zins ab Periode 11	[%]	6,50%
Sollzins Zwischenfinanzierung	[%]	6,50%
Habenzins Kapitalanlage	[%]	2,00%
Mieteinnahmen		
Miete	[€/m²]	0,88
Mieterhöhungsabstand	[a]	3
Mieterhöhung	[%]	6,12%
Leerstand Periode 1-10	[%]	3,0%
Leerstand ab Periode 11	[%]	3,0%

Aus der untenstehenden Tabelle mit den Parametern aus Tabelle 22 kann der vollständige Finanzplan entnommen werden. Exemplarisch werden die Jahre 0 bis 2 und 27 bis 30 abgebildet. (Die Jahre 3-26 weisen eine gleichmäßige Entwicklung ohne größere Sprünge auf)

Tabelle 23: VoFi für den Finanzierungsfall F1

t Variante 6	0	1	2	27	28	29	30
Betrachtungszeitraum (max. 30 Jahre)	30						
Direkte Zahlungen							
a0	-1.122.904,29						
it		35.761,57	35.761,57	61.036,80	61.036,80	61.036,80	64.772,25
Rn	0,88						0,00
Indirekte Zahlungen							
EK	1.122.904,29						
FK	0,00						
Zinsen FK		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tilgung		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Steuerzahlung		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sollzinsen			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rückzahlung Zwischenfinanzierung			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zwischenfinanzierung		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Habenzinsen		0,00	715,23	30.488,46	32.318,96	34.186,08	36.090,53
Rückzahlung Reinvestition		0,00	35.761,57	1.524.422,77	1.615.948,03	1.709.303,79	1.804.526,67
Reinvestition	0,00	-35.761,57	-72.238,38	-1.615.948,03	-1.709.303,79	-1.804.526,67	0,00
Endwert	0	0	0	0	0	0	1.905,389
Kredit nach Tilgung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sollzins zwischen	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%
Habenzins kurz	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Mieteinnahmen		36.867,60	36.867,60	62.924,54	62.924,54	62.924,54	66.775,52
sonstige Einnahmen		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Instandhaltungskosten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verwaltungskosten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wohnungswechselkosten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mietausfall		1.106,03	1.106,03	1.887,74	1.887,74	1.887,74	2.003,27
Energiekosten Heizung		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten Hilfs		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jahresüberschuß		35.761,57	35.761,57	61.036,80	61.036,80	61.036,80	64.772,25
Verkaufserlös							
Abschreibungsplan							
Afa-Satz Altsubstanz	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Afa auf Mod./Inst.	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Afa auf Inst.	0%						
Afa-Grundlage (Altbausubstanz)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Afa Betrag Altsubstanz		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erhaltungsaufwand		0,00					
Mod-Afa-Betrag		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert Gebäude	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert Grund	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert gesamt (t=0=kalk. EK)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Steuerl. Nebenrechnung							
Jahresüberschuß (NOI)		35.762	35.762	61.037	61.037	61.037	64.772
Abschreibungen		-	-	-	-	-	-
Sonder-Afa							
Habenzinsen zwischen		0	715	30488	32319	34186	36091
Sollzinsen zwischen		0	0	0	0	0	0
Sollzinsen		0	0	0	0	0	0
Veräußerungserlös		0	0	0	0	0	0
Restbuchwert		0	0	0	0	0	0
Ergebnis vor Steuer		35.762	36.477	91.525	93.356	95.223	100.863
x Steuersatz	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Steuerzahlung		0	0	0	0	0	0
VOFI-Rendite (Kapitalrentabilität EK)		1,78%					

Mit dem vollständigen Finanzplan errechnet sich eine Eigenkapitalrendite von 1,78%.

Tabelle 24: Ergebnisse F1

Variante 6	
Eigenkapital	1.122.904 €
Kapitalendwert	1.905.389 €
VOFI-Eigenkapitalrentabilität	1,78%

Die VOFI-Rentabilität auf eingesetztes Eigenkapital wird nach folgender Formel berechnet:

$$r_{VOFI} = \sqrt[T]{\frac{C_T}{EK}} - 1$$

wobei C_T den Vermögensendwert am Ende des Betrachtungszeitraumes (T) und EK die Eigenkapitalbasiszahlung in Periode 0 darstellt.

Als Entscheidungskriterien werden der Vermögensendwert und die VOFI-Rendite verwendet. Der Vermögensendwert (Mittel am Ende des Betrachtungszeitraums) eignet sich nur für den Vergleich von Alternativen, da er für die Beurteilung von Einzelentscheidungen keinen Maßstab darstellt. Die VOFI-Rentabilität ist als durchschnittliche Rendite des eingesetzten Eigenkapitals zu verstehen. Sie kann mit einer geforderten Mindestrendite verglichen werden und erlaubt so auch eine Bewertung von Einzelentscheidungen. Die Eigenkapitalrendite kann generell nur berechnet werden, wenn Eigenkapital eingesetzt wird.

7.2 Berechnung Spalte F2: Zusätzliche Erträge durch Einkommensteuer/Körperschaftsteuer

Dieser Fall berücksichtigt die steuerliche Geltendmachung der Sanierungsmaßnahmen als Erhaltungsaufwendungen. Die Erhaltungsaufwendungen wurden als voll steuerlich wirksam in der ersten Betrachtungsperiode angenommen. Wenn die Steuerersparnis größer ist als der zu versteuernde Einnahmenüberschuss, wurde dennoch die gesamte Steuerersparnis als Rückzahlung in Periode 1 angesetzt. Es wurde die Annahme getroffen, dass der Eigentümer seinen Instandhaltungsaufwand mit seinen Erträgen verrechnen kann.

Tabelle 25: Parameter F2

Variante 6		
Urspr. Wohnfläche nach II.BV	[m²]	3483,4
Anzahl der Wohnungen		35
Betrachtungszeitraum		30
Investitionskosten		
Investitionskosten	[€/m²]	322,36
Gesamtumfang der Maßnahme	[€]	1.122.904
Finanzierung		
Höhe des Darlehens	[€]	0
Eigenkapital	[€]	1.122.904
Darlehen 1	Bez.	Darlehen
Darlehenssumme	[€]	0
Laufzeit	[a]	30
Zins bis Periode 10	[%]	4,00%
Zins ab Periode 11	[%]	6,50%
Sollzins Zwischenfinanzierung	[%]	6,50%
Habenzins Kapitalanlage	[%]	2,00%
Mieteinnahmen		
Miete	[€/m²]	0,88
Mieterhöhungsabstand	[a]	3
Mieterhöhung	[%]	6,12%
Leerstand Periode 1-10	[%]	3,0%
Leerstand ab Periode 11	[%]	3,0%
Steuer		
Steuersatz	[%]	15,00%

Die Berechnung erfolgt als vollständiger Finanzplan:

Tabelle 26: VoFi für den Finanzierungsfall F2

t Variante 6	0	1	2		27	28	29	30
Betrachtungszeitraum (max. 30)	30							
Direkte Zahlungen								
a0	-1.122.904,29							
Üt		35.761,57	35.761,57		61.036,80	61.036,80	61.036,80	64.772,25
Rn	0,88							0,00
Indirekte Zahlungen								
EK	1.122.904,29							
FK	0,00							
Zinsen FK		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Tilgung		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Steuerzahlung		163.071,41	-5.960,73		-13.673,31	-13.905,75	-14.142,15	-14.942,89
Sollzinsen			0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Rückzahlung Zwischenfinanzie-			0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Zwischenfinanzierung		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Habenzinsen		0,00	3.976,66		30.118,58	31.668,22	33.244,20	34.846,98
Rückzahlung Reinvestition		0,00	198.832,98		1.505.928,76	1.583.410,83	1.662.210,09	1.742.348,95
Reinvestition	0,00	-198.832,98	-232.610,48		-1.583.410,83	-1.662.210,09	-1.742.348,95	0,00
Endwert								1827025
Kredit nach Tilgung	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Sollzins zwischen	6,50%	6,50%	6,50%		6,50%	6,50%	6,50%	6,50%
Habenzins kurz	2,00%	2,00%	2,00%		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Mieteinnahmen		36.867,60	36.867,60		62.924,54	62.924,54	62.924,54	66.775,52
sonstige Einnahmen		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Instandhaltungskosten		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Verwaltungskosten		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Wohnungswechselkosten		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Mietausfall		1.106,03	1.106,03		1.887,74	1.887,74	1.887,74	2.003,27
Energiekosten Heizung		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten Hilfs		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Jahresüberschuß		35.761,57	35.761,57		61.036,80	61.036,80	61.036,80	64.772,25
Verkaufserlös								
Abschreibungsplan								
Afa-Satz Altsubstanz	2%	2%	2%		2%	2%	2%	2%
Afa auf Mod./Inst.	2%	2%	2%		2%	2%	2%	2%
Afa auf Inst.	100%							
Afa-Grundlage (Altbaustanz)	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Afa Betrag Altsubstanz		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Erhaltungsaufwand		1.122.904,29						
Mod-Afa-Betrag		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert Gebäude	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert Grund	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert gesamt (t=0=kalk.	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Steuerl. Nebenrechnung								
Jahresüberschuß (NOI)		35.762	35.762		61.037	61.037	61.037	64.772
Abschreibungen		- 1.122.904	-		-	-	-	-
Sonder-Afa								
Habenzinsen zwischen		0	3977		30119	31668	33244	34847
Sollzinsen zwischen		0	0		0	0	0	0
Sollzinsen		0	0		0	0	0	0
Veräußerungserlös		0	0		0	0	0	0
Restbuchwert		0	0		0	0	0	0
Ergebnis vor Steuer		-1.087.143	39.738		91.155	92.705	94.281	99.619
x Steuersatz	15%	15%	15%		15%	15%	15%	15%
Steuerzahlung		-163.071	5.961		13.673	13.906	14.142	14.943
VOFI-Rendite (Kapitalrenta-		1,64%						

Tabelle 27: Ergebnisse F2

Variante 6	
Eigenkapital	1.122.904 €
Kapitalendwert	1.827.025 €
VOFI-Eigenkapitalrentabilität	1,64%

Unter Berücksichtigung der zusätzlichen Erträge oder Belastungen durch Steuerzahlungen errechnet sich eine Gesamtkapitalrendite (=Eigenkapitalrendite) von 1,64%.

Die Berücksichtigung der Steuer wirkt sich je nach Höhe der Rentabilität unterschiedlich aus. Bei ohnehin schon wirtschaftlichen Varianten fallen mehr Steuerzahlungen an als bei Varianten, bei denen z.B. periodenweise Verluste auftreten.

7.3 Berechnung Spalte F3: Zusätzliche Erträge durch Erhöhung der Miete im Verhältnis zur Wohnwertsteigerung

Die Miete der Finanzierungsfälle 1 und 2 wurde zusätzlich um einen Betrag für die Wohnwertsteigerung erhöht. Die Beträge wurden in Abhängigkeit von Sanierungsmaßnahmen unterschiedlich hoch angesetzt.

Tabelle 28: Ermittlung der Mieten

Variantenbezeichnung	[-]	Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 4	Mod. 5	Mod. 6
Wohnfläche nach ILBV	[m²]	3.483,40	3.483,40	3.483,40	3.483,40	3.483,40	3.483,40
Energiebezugsfläche An	[m²]	4.180,00	4.180,00	4.180,00	4.180,00	4.180,00	4.180,00

Energetische Kenngrößen (bezogen auf Wohnfläche)							
Referenzverbrauch unsanierter Altbau	[kWh/(m²a)]	278	278	278	278	278	278
Energieverbrauch saniert	[kWh/(m²a)]	228	266	245	272	202	102
Endenergieeinsparung	[kWh/(m²a)]	50	12	34	6	77	176
aktueller Energiepreis	[€/kWh]	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

Investitionskosten							
Vollkosten der (energiesparenden) Maßnahmen	[€]	576.474,94	144.840,28	316.800,18	148.472,10	47.909,40	1.122.904,29
davon "Sowiesokosten"	[€]	228.262,88	96.703,67	115.791,94	136.077,79	34.117,30	555.157,29
(Energiebedingte) Mehrkosten	[€]	348.212,05	48.136,61	201.008,24	12.394,31	13.792,10	567.747,01
davon umlagefähig	[€]	348.212,05	48.136,61	201.008,24	12.394,31	13.792,10	567.747,01
(Energiebedingte) Mehrkosten	[€/m²]	99,96	13,82	57,70	3,56	3,96	162,99
davon umlagefähig	[€/m²]	99,96	13,82	57,70	3,56	3,96	162,99

Miete vor Modernisierung							
Nettomiete vor Sanierung	[€/m²Mon]	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70

Miete nach Modernisierung							
Fall 1: Warmmietneutrale Erhöhung	[€/m²Mon]	4,95	4,76	4,87	4,73	4,74	5,58
Fall 2: zus. Erträge durch Steuer	[€/m²Mon]	4,95	4,76	4,87	4,73	4,74	5,58
Fall 3: Wohnwertsteigerung	[€/m²Mon]	5,10	4,78	4,87	4,73	4,74	5,91
Fall 4: 100 Fremdkapital	[€/m²Mon]	5,10	4,78	4,87	4,73	4,74	5,91

Differenzen							
Fall 1: Warmmietneutrale Erhöhung	[€/m²Mon]	0,25	0,06	0,17	0,03	0,04	0,88
Fall 2: zus. Erträge durch Steuer	[€/m²Mon]	0,25	0,06	0,17	0,03	0,04	0,88
Fall 3: Wohnwertsteigerung	[€/m²Mon]	0,40	0,08	0,17	0,03	0,04	1,21
Fall 4: 100 Fremdkapital	[€/m²Mon]	0,40	0,08	0,17	0,03	0,04	1,21

Wohnwertsteigerung		0,15	0,025	-	0,15	-	0,33
--------------------	--	------	-------	---	------	---	------

Mit der Wohnwertsteigerung ergeben sich folgende Eingangsgrößen in dem vollständigen Finanzplan:

Tabelle 29: Parameter F3

Variante 6		
Urspr. Wohnfläche nach II.BV	[m²]	3483,4
Anzahl der Wohnungen		35
Betrachtungszeitraum		30
Investitionskosten		
Investitionskosten	[€/m²]	322
Gesamtumfang der Maßnahme	[€]	1.122.904
Finanzierung		
Höhe des Darlehens	[€]	0
Eigenkapital	[€]	1.122.904
Darlehen 1	Bez.	Darlehen
Darlehenssumme	[€]	0
Laufzeit	[a]	30
Zins bis Periode 10	[%]	4,00%
Zins ab Periode 11	[%]	6,50%
Sollzins Zwischenfinanzierung	[%]	6,50%
Habenzins Kapitalanlage	[%]	2,00%
Mieteinnahmen		
Miete	[€/m²]	1,21
Mieterhöhungsabstand	[a]	3
Mieterhöhung	[%]	6,12%
Leerstand Periode 1-10	[%]	3,0%
Leerstand ab Periode 11	[%]	3,0%
Steuer		
Steuersatz	[%]	15,00%

Hieraus resultiert der vollständige Finanzplan:

Tabelle 30: VoFi für den Finanzierungsfall F3

t Variante 6	0	1	2		27	28	29	30
Betrachtungszeitraum (max. 30 Jahre)	30							
Direkte Zahlungen								
a0	-1.122.904,29							
üt		48.939,27	48.939,27		83.528,12	83.528,12	83.528,12	88.640,04
Rn	1,21							0,00
Indirekte Zahlungen								
EK	1.122.904,29							
FK	0,00							
Zinsen FK		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Tilgung		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Steuerzahlung		161.094,75	-7.970,99		-18.427,96	-18.741,23	-19.059,84	-20.150,64
Sollzinsen			0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Rückzahlung Zwischenfinanzierung			0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Zwischenfinanzierung		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Habenzinsen		0,00	4.200,68		39.324,95	41.413,45	43.537,46	45.697,57
Rückzahlung Reinvestition		0,00	210.034,03		1.966.247,33	2.070.672,43	2.176.872,76	2.284.878,50
Reinvestition	0,00	-210.034,03	-255.202,99		-2.070.672,43	-2.176.872,76	-2.284.878,50	0,00
Endwert								2399065
Kredit nach Tilgung	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Sollzins zwischen	6,50%	6,50%	6,50%		6,50%	6,50%	6,50%	6,50%
Habenzins kurz	2,00%	2,00%	2,00%		2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Mieteinnahmen		50.452,86	50.452,86		86.111,46	86.111,46	86.111,46	91.381,48
sonstige Einnahmen		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Instandhaltungskosten		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Verwaltungskosten		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Wohnungswechselkosten		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Mietausfall		1.513,59	1.513,59		2.583,34	2.583,34	2.583,34	2.741,44
Energiekosten Heizung		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten Hilfs		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Jahresüberschuß		48.939,27	48.939,27		83.528,12	83.528,12	83.528,12	88.640,04
Verkaufserlös								
Abschreibungsplan								
Afa-Satz Altsubstanz	2%	2%	2%		2%	2%	2%	2%
Afa auf Mod./Inst.	2%	2%	2%		2%	2%	2%	2%
Afa auf Inst.	100%							
Afa-Grundlage (Altbausubstanz)	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Afa Betrag Altsubstanz		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Erhaltungsaufwand		1.122.904,29						
Mod-Afa-Betrag		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert Gebäude	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert Grund	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert gesamt (t=0=kalk. EK)	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
Steuerl. Nebenrechnung								
Jahresüberschuß (NOI)		48.939	48.939		83.528	83.528	83.528	88.640
Abschreibungen		- 1.122.904	-		-	-	-	-
Sonder-Afa								
Habenzinsen zwischen		0	4201		39325	41413	43537	45698
Sollzinsen zwischen		0	0		0	0	0	0
Sollzinsen		0	0		0	0	0	0
Veräußerungserlös		0	0		0	0	0	0
Restbuchwert		0	0		0	0	0	0
Ergebnis vor Steuer		-1.073.965	53.140		122.853	124.942	127.066	134.338
x Steuersatz	15%	15%	15%		15%	15%	15%	15%
Steuerzahlung		-161.095	7.971		18.428	18.741	19.060	20.151
VOFI-Rendite (Kapitalrentabilität EK)		2,56%						

Als Ergebnis errechnet sich eine Gesamtkapitalrendite (in diesem Fall gleich einer Eigenkapitalrendite) von 2,56%.

Tabelle 31: Ergebnisse F3

Variante 6	
Eigenkapital	1.122.904 €
Endwert	2.399.065 €
VOFI-Eigenkapitalrentabilität	2,56%

7.4 Berechnung Spalte F4

In der Spalte F4 sind nicht wie in F1 bis F3 Gesamtkapitalrenditen aufgeführt. Hier wird die Höhe des Fremdkapitalzinses ausgewiesen, der nötig wäre, um mit 20 % Eigenkapitaleinsatz eine Eigenkapitalrendite von 5 % zu erzielen. Vereinfachend wurde hier der Fremdfinanzierungszins mit folgender Formel (statische Betrachtung) aus der Gesamtkapitalrendite zurückgerechnet.

$$F4 = \frac{F3 - 5\% \cdot 20\%}{80\%}$$

Tabelle 32: Ergebnisse für Gebietstyp 3, Gebäudetyp 3, Eigentübertyp E1-E3 und Variante 6

			Variante 6: Energetische Gesamtmodernisierung					
			F1	F2	F3	F4	F5	F6
			Warmmiet-neutral	zus. Erträge durch Steuer	plus Wohnwertsteigerung	5% EK Rendite, 80% LTV	100 % FK	Mietänderung
			GKR	GKR	GKR	FKZ	FKZ	[€/m²]
Gebietstyp 3	Gebäudetyp B3 Nachkriegsgebäude	E1 - E3	1,78%	1,64%	2,56%	1,95%	4,17%	-0,48

Quelle: eigene Berechnung

LEGENDE:

GKR = Gesamtkapitalrendite

FKZ = Fremdfinanzierungszinssatz in %

LTV = Loan-to-value

F_i = Finanzierungsfall i

E_j = Eigentümerklasse j

7.5 Berechnung Spalte F5: Zinsgünstige Kredite

Dieser Finanzierungsfall übernimmt die Parameter von F3, jedoch wurde jetzt von einer 100 %-igen Fremdfinanzierung ausgegangen. Das Kapital wird als Annuitätendarlehen mit einer Laufzeit von 30 Jahren aufgenommen. Der Zinssatz wurde für die gesamte Laufzeit als konstant definiert.

Die Rechnung wird so umgestellt, dass anstelle eines Eigenkapitaleinsatzes von 100 % die Maßnahme völlig fremdfinanziert wird, und man als Ergebnis nicht die Kapitalrendite sondern den Fremdkapitalzinssatz erhalten will, der nötig ist um einen Kapitalendwert von Null zu erreichen. Das Berechnungsergebnis wird in der Spalte F5 dargestellt.

Variable ist hier der Fremdkapitalzins, der über eine Zielwertsuche ermittelt („Endwert=0“) wird.

Die Eingangsparameter sind:

Tabelle 33: Eingangsparameter VoFi F5

Variante 6		
Urspr. Wohnfläche nach II.BV	[m²]	3483,4
Anzahl der Wohnungen		35
Betrachtungszeitraum		30
Investitionskosten		
Investitionskosten	[€/m²]	322
Gesamtumfang der Maßnahme	[€]	1.122.904
Finanzierung		
Höhe des Darlehens	[€]	1.122.904
Eigenkapital	[€]	0
Darlehen 1	Bez.	Darlehen
Darlehenssumme	[€]	1.122.904
Laufzeit	[a]	30
Zins bis Periode 10	[%]	4,17%
Zins ab Periode 11	[%]	4,17%
Sollzins Zwischenfinanzierung	[%]	6,50%
Habenzins Kapitalanlage	[%]	2,00%
Mieteinnahmen		
Miete	[€/m²]	1,21
Mieterhöhungsabstand	[a]	3
Mieterhöhung	[%]	6,12%
Leerstand Periode 1-10	[%]	3,0%
Leerstand ab Periode 11	[%]	3,0%
Steuer		
Steuersatz	[%]	15,00%

Nach der Zielwertsuche ergibt sich folgender vollständige Finanzplan.

Tabelle 34: VoFi für den Finanzierungsfall F5

t Variante 6	0	1	2		28	29	30
Betrachtungszeitraum (max. 30 Jahre)	30						
Direkte Zahlungen							
a0	-1.122.904,29						
Üt		48.939,27	48.939,27		83.528,12	83.528,12	88.640,04
Rn	1,21						0,00
Indirekte Zahlungen							
EK	0,00						
FK	1.122.904,29						
Zinsen FK		-46.819,58	-46.008,15		-7.644,58	-5.199,74	-2.652,97
Tilgung		-19.461,18	-20.272,61		-58.636,18	-61.081,02	-63.627,79
Steuerzahlung		168.117,69	-892,00		-11.201,70	-11.615,62	-12.810,64
Sollzinsen			0,00		-1.205,54	-890,93	-582,78
Rückzahlung Zwischenfinanzierung			0,00		-18.546,78	-13.706,66	-8.965,86
Zwischenfinanzierung		0,00	0,00		13.706,66	8.965,86	0,00
Habenzinsen		0,00	3.015,52		0,00	0,00	0,00
Rückzahlung Reinvestition		0,00	150.776,20		0,00	0,00	0,00
Reinvestition	0,00	-150.776,20	-135.558,25		0,00	0,00	0,00
Endwert							0
Kredit nach Tilgung	1.122.904,29	1.103.443,11	1.083.170,50		124.708,81	63.627,79	0,00
Sollzins zwischen	6,50%	6,50%	6,50%		6,50%	6,50%	6,50%
Habenzins kurz	2,00%	2,00%	2,00%		2,00%	2,00%	2,00%
Mieteinnahmen		50.452,86	50.452,86		86.111,46	86.111,46	91.381,48
sonstige Einnahmen		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Instandhaltungskosten		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Verwaltungskosten		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Wohnungswechselkosten		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Mietausfall		1.513,59	1.513,59		2.583,34	2.583,34	2.741,44
Energiekosten Heizung		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Energiekosten Hilfs		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Jahresüberschuß		48.939,27	48.939,27		83.528,12	83.528,12	88.640,04
Verkaufserlös							
Abschreibungsplan							
Afa-Satz Altsubstanz	2%	2%	2%		2%	2%	2%
Afa auf Mod./Inst.	2%	2%	2%		2%	2%	2%
Afa auf Inst.	100%						
Afa-Grundlage (Altbaustanz)	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Afa Betrag Altsubstanz		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Erhaltungsaufwand		1.122.904,29					
Mod-Afa-Betrag		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Buchwert Gebäude	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Buchwert Grund	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Buchwert gesamt (t=0=kalk. EK)	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Steuerl. Nebenrechnung							
Jahresüberschuß (NOI)		48.939	48.939		83.528	83.528	88.640
Abschreibungen		- 1.122.904	-		-	-	-
Sonder-Afa							
Habenzinsen zwischen		0	3016		0	0	0
Sollzinsen zwischen		0	0		-1.206	-891	-583
Sollzinsen		-46.820	-46.008		-7.645	-5.200	-2.653
Veräußerungserlös		0	0		0	0	0
Restbuchwert		0	0		0	0	0
Ergebnis vor Steuer		-1.120.785	5.947		74.678	77.437	85.404
x Steuersatz	15%	15%	15%		15%	15%	15%
Steuerzahlung		-168.118	892		11.202	11.616	12.811
VOFI-Rendite (Kapitalrentabilität EK)							

Als Ergebnis errechnet sich ein Fremdkapitalzins von 4,17%.

Tabelle 35: Ergebnisse F5

Variante 6	
Eigenkapital	0
Endwert	0
FK-Zins	4,17%

7.6 Berechnung Spalte F6: Mietänderung

In der Spalte F6 wird die Mieteranpassung ausgewiesen, die zusätzlich zu der ohnehin schon angesetzten Mieterhöhung (warmmietneutral plus Wohnwerterhöhung) notwendig wäre, um einen Kredit bei Ergebnisneutralität für den Investor mit einem Zinssatz von 0,5 % zu bedienen. Der Fremdkapitaleinsatz beträgt 100%.

Hier wird, ausgehend vom Finanzierungsfall 5, eine Zielwertsuche durchgeführt (Variable ist die zusätzliche Mieterhöhung), um einen Fremdkapitalzins von 0,5% zu erzielen.

Die Eingangsparameter in den VoFi sind:

Tabelle 36: Eingangsparameter VoFi F6

Variante 6		
Urspr. Wohnfläche nach II.BV	[m²]	3483,4
Anzahl der Wohnungen		35
Betrachtungszeitraum		30
Investitionskosten		
Investitionskosten	[€/m²]	322
Gesamtumfang der Maßnahme	[€]	1.122.904
Finanzierung		
Höhe des Darlehens	[€]	1.122.904
Eigenkapital	[€]	0
Darlehen 1	Bez.	Darlehen
Darlehenssumme	[€]	1.122.904
Laufzeit	[a]	30
Zins bis Periode 10	[%]	0,50%
Zins ab Periode 11	[%]	0,50%
Sollzins Zwischenfinanzierung	[%]	6,50%
Habenzins Kapitalanlage	[%]	2,00%
Mieteinnahmen		
Miete	[€/m²]	0,72
Mieterhöhungsabstand	[a]	3
Mieterhöhung	[%]	6,12%
Leerstand Periode 1-10	[%]	3,0%
Leerstand ab Periode 11	[%]	3,0%
Steuer		
Steuersatz	[%]	15,00%

Tabelle 37: VoFi für den Finanzierungsfall F6

t Variante 1	0	1	2	28	29	30
Betrachtungszeitraum (max. 30 Jahre)	30					
Direkte Zahlungen						
a0	-1.122.904,29					
üt		29.337,69	29.337,69	50.072,72	50.072,72	53.137,17
Rn	0,72					0,00
Indirekte Zahlungen						
EK	0,00					
FK	1.122.904,29					
Zinsen FK		-5.614,52	-5.440,59	-600,00	-401,00	-201,00
Tilgung		-34.786,36	-34.960,29	-39.800,88	-39.999,88	-40.199,88
Steuerzahlung		164.877,17	-4.046,01	-7.340,87	-7.388,24	-7.896,11
Sollzinsen			0,00	-533,58	-416,75	-295,41
Rückzahlung Zwischenfinanzierung			0,00	-8.208,98	-6.411,60	-4.544,76
Zwischenfinanzierung		0,00	0,00	6.411,60	4.544,76	0,00
Habenzinsen		0,00	3.076,28	0,00	0,00	0,00
Rückzahlung Reinvestition		0,00	153.813,98	0,00	0,00	0,00
Reinvestition	0,00	-153.813,98	-141.781,06	0,00	0,00	0,00
Endwert						0
Kredit nach Tilgung	1.122.904,29	1.088.117,93	1.053.157,64	80.199,77	40.199,88	0,00
Sollzins zwischen	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%
Habenzins kurz	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Mieteinnahmen		30.245,05	30.245,05	51.621,36	51.621,36	54.780,58
sonstige Einnahmen		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Instandhaltungskosten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verwaltungskosten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wohnungswechselkosten		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mietausfall		907,35	907,35	1.548,64	1.548,64	1.643,42
Energiekosten Heizung		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energiekosten Hilfs		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jahresüberschuß		29.337,69	29.337,69	50.072,72	50.072,72	53.137,17
Verkaufserlös						
Abschreibungsplan						
Afa-Satz Altsubstanz	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Afa auf Mod./Inst.	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Afa auf Inst.	100%					
Afa-Grundlage (Altbaustanz)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Afa Betrag Altsubstanz		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Erhaltungsaufwand		1.122.904,29				
Mod-Afa-Betrag		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert Gebäude	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert Grund	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Buchwert gesamt (t=0=kalk. EK)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Steuerl. Nebenrechnung						
Jahresüberschuß (NOI)		29.338	29.338	50.073	50.073	53.137
Abschreibungen		- 1.122.904	-	-	-	-
Sonder-Afa						
Habenzinsen zwischen		0	3076	0	0	0
Sollzinsen zwischen		0	0	-534	-417	-295
Sollzinsen		-5.615	-5.441	-600	-401	-201
Veräußerungserlös		0	0	0	0	0
Restbuchwert		0	0	0	0	0
Ergebnis vor Steuer		-1.099.181	26.973	48.939	49.255	52.641
x Steuersatz	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Steuerzahlung		-164.877	4.046	7.341	7.388	7.896
VOFI-Rendite (Kapitalrentabilität EK)						

Die Miete könnte demnach bei einem Fremdkapitalzins von 0,5% um 0,48 €/m² gesenkt werden.

Tabelle 38: Ergebnisse F6

Variante 6	
Endwert	0
FK-Zins	0,50%
Miete zusätzlich	-0,48 €/m²
Miete	1,21 €/m ²
Miete gesamt	0,72 €/m ²