

Kostenoptimierte Dämmung oberster Geschossdecken

Auswertung von Daten über 100.000 m² ausgeführter Objekte

unter Berücksichtigung
gesetzlicher Vorgaben,
der Physik des Wärmeschutzes,
von Energie- und Herstellkosten
und Energiepreissteigerung,
der Verzinsung, Förderung
und des Kapitaldienstes,
sowie des Gebäude-Lebenszyklus.



Institut für kostenoptimierte
energetische Gebäudemodernisierung GmbH.
Mönchebrede 16, 33102 Paderborn
September 2012

Verfasser:
Co-Autor:

Markus Patschke
Arnold Drewer

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung.....	4
1.1 Anlass der Studie.....	4
2. Rahmenbedingungen Markt	5
2.1 Gesetzliche Vorgabe	5
2.2 Datenbasis Gebäudebestand (IWU Darmstadt).....	8
2.3 Dämmkosten.....	11
2.4 Energieeinsparung.....	11
2.5 Wirtschaftlichkeit	12
3. IpeG-Untersuchung gedämmter OGD	13
3.1 Ausgangslage	13
3.2 Berechnungsgrundlagen	14
3.3 Rechengänge	15
3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse	16
4. Bauteiltypen	17
4.1 Offenes Aufblasen.....	18
4.1.1 Zusammenstellung „offenes Aufblasen“.....	21
4.1.2 Berechnung der erzielten Einsparung	21
4.1.3 Langfristige Kostenentwicklung in Abhängigkeit zur Finanzierung	22
4.1.4 Zusammenstellung der Kosten und Verbräuche über zehn Jahre	22
4.1.5 Feststellungen.....	23
4.2 Einblasen in Kehlbalkendecken	24
4.2.1 Füllen des Hohlraums.....	25
4.2.2 Zusammenstellung „Einblasen in Kehlbalkendecken“	25
4.2.3 Berechnung der erzielten Einsparung	26
4.2.4 Langfristige Kostenentwicklung in Abhängigkeit der Finanzierung	26
4.2.5 Zusammenstellung der Kosten und Verbräuche über zehn Jahre	27
4.2.6 Feststellungen.....	27
4.3 Begehbare Ausführung.....	28
4.3.1 Zusammenstellung „Begehbare Ausführung“	29
4.3.2 Berechnung der erzielten Einsparung	31
4.3.3 Langfristige Kostenentwicklung in Abhängigkeit der Finanzierung	31
4.3.4 Zusammenstellung der Kosten und Verbräuche über zehn Jahre	32
4.3.5 Feststellungen.....	32
5. Zusammenfassende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	33

5.1 Langfristige Kostenentwicklung in Abhängigkeit zur Finanzierung	33
5.2 Feststellungen.....	33
5.3 Zusammenstellung der Kosten und Verbräuche über zehn Jahre	34
5.4 Feststellungen.....	34
6. Vergleich mit der IWU-Untersuchung	35
6.1 Offen Aufgeblasen	35
6.2 Begehbare Ausführung.....	37
6.3 „Optimale“ Dämmdicke	39
6.4. Qualität	40
7. Übertragung auf den gesamten Markt.....	43
7.1 Gesamte Flächengröße „obere Geschoßdecke“ in Deutschland	43
7.2 Wirtschafts- und Einsparungspotenzial.....	44
7.3 Langfristige Potenzialabschätzung.....	45
8. Zusammenfassung.....	47
9. Politische Ziele.....	47
10. Schlussbemerkung.....	48
Literatur	49

1. Einführung

1.1 Anlass der Studie

Im Rahmen der sogenannten Energiewende sollte das Thema Energieeinsparung im Markt der Bestandsgebäude sehr weit oben auf der Prioritätenliste bauwirtschaftlicher Tätigkeit stehen. Doch Sanierungsquoten weit unterhalb 1% pro Jahr, die Klagen des Baustoffhandels über mangelhaften Absatz von Dämmstoffen insgesamt und speziell über einen Einbruch beim Verkauf von Materialien für die oberen Gebäudeabschlüsse, sowie die Stagnation des Energieverbrauchs für Gebäudeheizung auf einem angesichts der gesetzlichen Vorgaben erstaunlich hohen Niveau¹ sprechen eine Sprache, die völlig konträr zum politischen Willen steht.

Man kann bereits das andauernde Trommelfeuer deutscher Medien gegen jegliche Form von Wärmedämm-Maßnahmen als hinreichende Begründung heranziehen (Tenor: Dämmung ist „Teuer, hässlich, gesundheitsgefährlich, brandgefährlich“), doch die tatsächlichen Ursachen für die Stagnation des Marktes liegen tiefer.

Im ersten Teil der Studie beleuchten wir Ursachen, die in der Energie-Einsparverordnung (EnEV) selbst und deren offizieller Interpretation durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBT) liegen und untersuchen statistische Daten, die im Zuge der Evaluierung der EnEV2009 erhoben wurden. (Seite 3)

Im zweiten Teil werden die energetischen, ökologischen und vor allem ökonomischen Wirkungen von über 102.000 m² ausgeführter Dämmung der obersten Geschossdecke (OGD) in 736 Gebäuden untersucht. Die oberste Geschossdecke stellt nicht nur ein sehr wichtiges zu dämmendes Bauteil dar, sondern die Informationen, die der Öffentlichkeit vorliegen, wurden zum Teil falsch dargestellt. (Seite 11)

Im dritten Teil werden die Daten des IpeG-Institutes mit den Daten verglichen, die das IWU im Evaluierungsbericht zur EnEV 2009 zugrunde legt anhand der Rechengänge, die für die Auswertung in Teil 2 genutzt wurden. (Seite 28)

In Teil Vier werden die Ergebnisse auf die gesamten obersten Geschoßdecken in Deutschland hochgerechnet und Schlussfolgerungen und Empfehlungen dokumentiert. (Seite 34)

Die Autoren behalten sich vor, bei bestimmten Passagen eigene persönliche Kommentare einzufügen, die durch einen Kasten gekennzeichnet sind.

Hypothese: Die Dämmung der obersten Geschossdecke ist die mit Abstand effizienteste Maßnahme im Bereich der Gebäudesanierungsmaßnahmen.

- Sie ist zugleich die wirtschaftlichste Wärmeschutzmaßnahme mit Amortisationszeiten unter 5 Jahren und einem enormen Einsparpotenzial an Treibhausgasen.
- Einblas- und Aufblastechnik ist kostengünstiger und technisch sicherer als die üblicherweise verwendeten Applikationstechniken.
- Mit kostenoptimierten Verfahren ist jede oberste Geschossdecke nicht sanierter Gebäude (BJ vor 1994) auf Passivhaus-Niveau machbar und wirtschaftlich sinnvoll.

Es ist ein Gebot ökonomischer und ökologischer Vernunft, oberste Geschossdecken auf einen möglichst geringen Wärmedurchgangswert zu sanieren!

¹ Vgl. Pressemitteilung Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen Juli 2012

2. Rahmenbedingungen Markt

2.1 Gesetzliche Vorgabe

Zuerst werden die Gründe für das Auseinanderklaffen von politischem Willen und tatsächlicher Umsetzung untersucht, denn die Politiker bekräftigen die Wichtigkeit der Häuserdämmung - während der Gesetzestext eher unklar in seinen Aussagen bleibt. Ein Beispiel dafür liefert der Verordnungstext der Energieeinsparverordnung (EnEV). Seit der EnEV 2002 besteht die Pflicht zur nachträglichen Dämmung des mit Abstand am einfachsten zu dämmenden Bauteils, der obersten Geschossdecke (OGD) als „niedrigschwellige Maßnahme“. Zunächst war nur die Dämmung nicht begehbaren OGD vorgesehen, seit 2012 auch die der begehbaren.

Zitat 1

EnEV 2009: Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden

§ 10 EnEV 2009

(3) Eigentümer von Wohngebäuden sowie von Nichtwohngebäuden, die nach ihrer Zweckbestimmung jährlich mindestens vier Monate und auf Innentemperaturen von mindestens 19 Grad Celsius beheizt werden, müssen dafür sorgen, dass bisher ungedämmte, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken beheizter Räume so gedämmt sind, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der Geschossdecke $0,24 \text{ Watt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ nicht überschreitet. Die Pflicht nach Satz 1 gilt als erfüllt, wenn anstelle der Geschossdecke das darüber liegende, bisher ungedämmte Dach entsprechend gedämmt ist.

(4) Auf begehbare, bisher ungedämmte oberste Geschossdecken beheizter Räume ist Absatz 3 nach dem 31. Dezember 2011 entsprechend anzuwenden.

Soweit die Vorgabe. Bereits im selben EnEV-Paragraphen sind stark interpretierbare Ausnahmeregelungen aufgeführt, welche geeignet sind, die Vorschrift stark zu verwässern, wenn nicht ad absurdum zu führen:

Zitat 2

EnEV 2009: Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden

§ 10 EnEV 2009

(5) Bei Wohngebäuden mit nicht mehr als zwei Wohnungen, von denen der Eigentümer eine Wohnung am 1. Februar 2002 selbst bewohnt hat, sind die Pflichten nach den Absätzen 1 bis 4 erst im Falle eines Eigentümerwechsels nach dem 1. Februar 2002 von dem neuen Eigentümer zu erfüllen. Die Frist zur Pflichterfüllung beträgt zwei Jahre ab dem ersten Eigentumsübergang. Sind im Falle eines Eigentümerwechsels vor dem 1. Januar 2010 noch keine zwei Jahre verstrichen, genügt es, die obersten Geschossdecken beheizter Räume so zu dämmen, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der Geschossdecke $0,30 \text{ Watt}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ nicht überschreitet.

(6) Die Absätze 2 bis 5 sind nicht anzuwenden, soweit die für die Nachrüstung erforderlichen Aufwendungen durch die eintretenden Einsparungen nicht innerhalb angemessener Frist erwirtschaftet werden können.

Exakt dies ist der Tenor der die Fachkommission der Bundesinnenministerkonferenz, veröffentlicht in einem Papier des Deutschen Instituts für Bautechnik². Es hat bei den Vertretungsorganen der Gebäudeeigentümer starke Verbreitung und wohlwollende Zustimmung gefunden. Wir zitieren die für die OGD relevanten Passagen:

Zitat 3

**DIBT: Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz
Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung – Teil 15**

Leitsatz:

Es besteht keine Pflicht zur nachträglichen Dämmung im Sinne des § 10 Absatz 3 oder 4 EnEV 2009, wenn die oberste Geschossdecke oder das Dach bereits über eine durchgehende, allenfalls durch Balken oder Sparren unterbrochene Schicht eines Dämmstoffes verfügt. Die oberste Geschossdecke gilt auch als gedämmt, wenn sie dem Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2003-07 entspricht; davon kann bei massiven Deckenkonstruktionen, die seit 1969 errichtet wurden, und bei Holzbalkendecken aller Baualtersklassen ausgegangen werden.

Der Verordnungsgeber geht unter Beachtung der gesetzlichen Verordnungsermächtigung davon aus, dass der Zweck einer wesentlichen Verminderung von Energieverlusten zu wirtschaftlich vertretbaren Bedingungen im Sinne des § 4 Absatz 3 Satz 2 EnEG nicht erreicht werden kann, wenn die Geschossdecke bereits über eine durchgehende, allenfalls durch Balken (im Dach durch Sparren) unterbrochene Schicht eines Dämmstoffes verfügt. Die oberste Geschossdecke gilt auch als gedämmt, wenn sie dem Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 2:2003-07 entspricht; davon kann nach den vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung am 30.07.2009 bekanntgemachten Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohn- und Nichtwohngebäudebestand bei massiven Deckenkonstruktionen, die seit 1969 errichtet wurden, und bei Holzbalkendecken aller Baualtersklassen ausgegangen werden.

Für die nicht ausdrücklich in § 10 Absatz 3 und 4 EnEV 2009 geregelte umgekehrte Fallgestaltung (es liegt nur eine nicht anforderungsgerechte Dachdämmung vor) kann unter Beachtung der Verordnungsermächtigung und des Regelungszwecks nichts Anderes gelten. In beiden Fällen ist das Gebäude wenigstens geringfügig "nach oben" gegen Energieverluste gedämmt, so dass eine Nachrüstung in Form einer weiter verbesserten Dämmung zu wirtschaftlich vertretbaren Bedingungen nach der Wertung des Verordnungsgebers nicht möglich ist. Ein sachlicher Grund für eine unterschiedliche Behandlung der beiden Fälle ist nicht ersichtlich.

Es braucht nicht viel Phantasie, aus dieser offiziellen Auslegung herauszulesen, dass in den allermeisten Fällen schlichtweg nichts getan werden muss!

²DIBT-Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz, Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung – Teil 15, DIBT

Diesen Umstand greifen Haus- und Grundbesitzer natürlich gerne auf. In Zusammenspiel mit der von vielen Medien suggerierten Meinung, dass Wärmeschutz im Grunde zu teuer, gefährlich und dazu unnötig sei, spricht der Haus- und Grund-Report von „Spätere Entwarnung“ (Abb. 1).

Dämmpflicht: Spätere Entwarnung

In diesem Jahr sorgt eine Regelung der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 für Verwirrung unter vielen Hauseigentümern: § 10 Absatz 3 und 4. Danach sind Eigentümer verpflichtet, bis zum 31. Dezember 2011 begehbbare, bisher ungedämmte obere Geschossdecken zu dämmen. Alternativ kann das Dach entsprechend gedämmt werden.

In der Verordnung sind drei Ausnahmen von dieser Dämmpflicht beschrieben:

1. Für Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern besteht die Dämmpflicht nicht, wenn sie ihre Häuser am 1. Februar 2002 selbst bewohnt haben.
2. Wenn die oberste Geschossdecke oder das Dach bereits geringfügig gedämmt ist, muss nichts weiter unternommen werden.
3. Die Dämmpflicht gilt nicht, wenn die erforderlichen Aufwendungen nicht durch die Energieeinsparung innerhalb einer angemessenen Frist erwirtschaftet werden können.

Insbesondere die Ausnahmen 2 und 3 lassen Raum für Interpretationen und sorgen für Unsicherheit. Wann gilt eine Geschossdecke/ein Dach als bereits gedämmt? In welcher konkreten Zeitspanne müssen die Aufwendungen erwirtschaftet werden können? Einen Quadratmeter Geschossdecke zu dämmen, kostet etwa 80 Euro. Für einen Quadratmeter Dachschräge ist mit 120 bis 160 Euro zu rechnen.

Knapp zwei Jahre nach Inkrafttreten der EnEV und ein halbes Jahr vor Ablauf der Nachrüstpflicht veröffentlichte das Deutsche Institut für Bautechnik Interpretationen einzelner Regelungen der EnEV 2009 durch die Fachkommission „Bautechnik“ der Bauministerkonferenz. Zu § 10 Absatz 3 und 4 schreibt die Kommission: „Es besteht keine Pflicht zur nachträglichen Dämmung (...), wenn die oberste Geschossdecke oder das Dach bereits über eine durchgehende, allenfalls durch Balken oder Sparren unterbrochene Schicht eines Dämmstoffes verfügt. Die oberste Geschossdecke gilt auch als gedämmt, wenn sie dem Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2003-07 entspricht; davon kann (...) bei massiven Deckenkonstruktionen, die seit 1969 errichtet wurden, und bei Holzbalkendecken aller Baualtersklassen ausgegangen werden.“

Nach Expertenschätzungen verfügen etwa 90 Prozent aller Altbauten über Holzbalkendecken. Zahlreichen Eigentümern, die ihre Gebäude nicht erst in letzter Minute nachrüsten wollten und ihre Holzbalkendecken dämmen ließen, fehlen nun die Mittel für Investitionen an anderer Stelle. In puncto Wirtschaftlichkeit von Dämmmaßnahmen hat die Fachkommission keine Erläuterungen veröffentlicht.

Haus & Grund Report 21/2011 3

Abbildung 1: Reaktionen auf die EnEV (Quelle: Haus- und Grundreport 2011)

Das korreliert mit Berichten von Baustoffhändlern, die seit einer Veröffentlichung der DIBT-Auslegung in einschlägigen Fachzeitschriften und Newslettern beklagen, dass Anfang 2011 der Absatz von Produkten für die OGD-Dämmung „drastisch eingebrochen“ sei.

2.2 Datenbasis Gebäudebestand (IWU Darmstadt)

Ende 2010 veröffentlichte das Bremer-Energie-Institut in Zusammenarbeit mit dem IWU eine umfangreiche Datenerhebung zur energetischen Qualität des Gebäudebestands in Deutschland³. Leider wird in dieser Quelle nicht unterschieden zwischen oberster Geschossdecke und Dach. Demnach sind 71,2 % aller oberen Abschlüsse bereits gedämmt, davon 36,6 % nachträglich. In der für Sanierungsmaßnahmen wichtigen Baualtersstufe sind es etwa 62%, davon 47% nachträglich.

Tabelle 1: Zustand der deutschen Wohngebäude (Quelle: IWU 2010, S. 44)

Tabelle 4.1-1: Wärmedämmung: Zustand der deutschen Wohngebäude
OGD: Obergeschossdecke

	Außenwand	Dach / OGD	Fußboden/Kellerdecke
Gebäude mit Dämmung des jeweiligen Bauteils			
alle Wohngebäude	42,1% +/- 1,2%	76,4% +/- 1,0%	37,1% +/- 1,2%
Altbau mit Baujahr bis 1978	35,7% +/- 1,4%	68,2% +/- 1,3%	23,3% +/- 1,1%
Baujahr 1979 - 2004	53,2% +/- 1,9%	92,1% +/- 0,8%	62,1% +/- 2,0%
Neubau ab 2005	66,0% +/- 3,6%	98,5% +/- 0,5%	87,3% +/- 3,0%
gedämmte Flächenanteile (falls Dämmung vorhanden)			
alle Wohngebäude	84,9% +/- 0,7%	93,2% +/- 0,4%	91,3% +/- 0,6%
Altbau mit Baujahr bis 1978	77,8% +/- 1,1%	90,7% +/- 0,5%	85,4% +/- 1,0%
Baujahr 1979 - 2004	93,4% +/- 0,8%	96,6% +/- 0,4%	95,4% +/- 0,5%
Neubau ab 2005	97,0% +/- 1,0%	99,7% +/- 0,2%	97,6% +/- 0,6%
gedämmte Bauteilfläche (Gebäude gewichtet mit Flächenanteil)			
alle Wohngebäude	35,8% +/- 1,0%	71,2% +/- 0,9%	33,8% +/- 1,1%
Altbau mit Baujahr bis 1978	27,8% +/- 1,2%	61,9% +/- 1,2%	19,9% +/- 1,0%
Baujahr 1979 - 2004	49,7% +/- 1,8%	88,9% +/- 0,9%	59,2% +/- 2,0%
Neubau ab 2005	64,0% +/- 3,6%	98,2% +/- 0,6%	85,3% +/- 3,0%

Tabelle 2: Nachträgliche Wärmedämmung im deutschen Wohngebäudebestand (Quelle: IWU 2010, S. 46)

Tabelle 4.1-2: Überblick über die nachträgliche, d. h. im Zuge von Modernisierungsmaßnahmen installierte Wärmedämmung im deutschen Wohngebäudebestand

	Außenwand	Dach / OGD	Fußboden/Kellerdecke
Prozentsatz nachträglich gedämmter Bauteile (bezogen auf Gebäude mit Dämmung des Bauteils)			
alle Wohngebäude	49,4% +/- 1,6%	53,0% +/- 1,1%	25,6% +/- 1,3%
Altbau mit Baujahr bis 1978	77,2% +/- 1,9%	76,6% +/- 1,2%	53,4% +/- 2,2%
Nachträglich gedämmte Bauteile			
Gebäude mit nachträglicher Dämmung des Bauteils			
alle Wohngebäude	20,8% +/- 0,9%	40,5% +/- 1,0%	9,5% +/- 0,6%
Altbau mit Baujahr bis 1978	27,6% +/- 1,3%	52,2% +/- 1,2%	12,5% +/- 0,8%
gedämmte Flächenanteile (falls nachträgl. Dämmung vorhanden)			
alle Wohngebäude	77,5% +/- 1,2%	90,4% +/- 0,5%	80,3% +/- 1,4%
Altbau mit Baujahr bis 1978	76,5% +/- 1,3%	90,1% +/- 0,6%	80,1% +/- 1,5%
Nachträglich gedämmte Bauteilfläche (Gebäude x Flächenanteil)			
alle Wohngebäude	16,1% +/- 0,7%	36,6% +/- 0,9%	7,6% +/- 0,5%
Altbau mit Baujahr bis 1978	21,1% +/- 1,0%	47,0% +/- 1,2%	10,0% +/- 0,7%

Über die Dämmqualitäten erteilt dieselbe Quelle Auskunft. Alle gedämmten Wohngebäude sind im Dachbereich durchschnittlich mit 13,3 cm Dämmstoff versehen. Die für Sanierungstätigkeiten wichtigsten Gebäude vor 1978 sind mit durchschnittlich 12,2 cm gedämmt.

³Datenbasis Gebäudebestand, Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand, Darmstadt, den 9.12.2010, <http://www.iwu.de/?id=197>

Tabelle 3: Mittlere Dämmstoffdicken, Dach und OGD (Quelle: IWU 2010, S. 67)

Tabelle 4.8-3: Mittlere Dämmstoffdicken bei der Dämmung von Dach / Obergeschossdecke (OGD)

Gebäude mit Dämmung von Dach bzw. Obergeschossdecke	Dämmstoffdicke in cm
Alle Wohngebäude	13,3 +/- 0,1
Altbauten mit Baujahr bis 1978	12,2 +/- 0,2
Gebäude mit Baujahr 1979 - 2004	14,3 +/- 0,2
Neubauten mit Baujahr ab 2005	18,7 +/- 0,4
Altbauten, bei Errichtung gedämmt	10,3 +/- 0,3
Altbauten, nachträglich gedämmt	12,8 +/- 0,2
Altbauten mit nachträglicher Dämmung:	
Altbauten mit unbeheiztem Dachgeschoss	12,5 +/- 0,3
Altbauten mit voll beheiztem Dachgeschoss	13,4 +/- 0,2

Altbauten mit nachträglicher Dämmung von Dach bzw. OGD	Dämmstoffdicke in cm
Mittelwert über alle Gebäude	12,8 +/- 0,2
Dämmung bis 1999 durchgeführt	11,6 +/- 0,2
Dämmung von 2000 bis 2004	14,0 +/- 0,5
Dämmung nach 2005	16,2 +/- 0,3
Dämmung nach 2005, ohne Inanspruchnahme von Fördermitteln	15,5 +/- 0,4
Dämmung nach 2005, Inanspruchnahme von KfW-Fördermitteln*	18,4 +/- 0,7

* ohne Angabe zum Förderzweck (nicht unbedingt Dach- bzw. Obergeschossdeckendämmung)

Abbildung 4-6: Dämmstoffdicken im Dach bzw. auf der Obergeschossdecke (alle Gebäude mit vorhandener Dämmung)

Prozentwerte bezogen auf alle Häuser der jeweiligen Gebäudekategorie, die eine Dämmung des Fußbodens bzw. der Kellerdecke aufweisen, d.h. die Balken gleicher Farbe addieren sich zu 100 %.

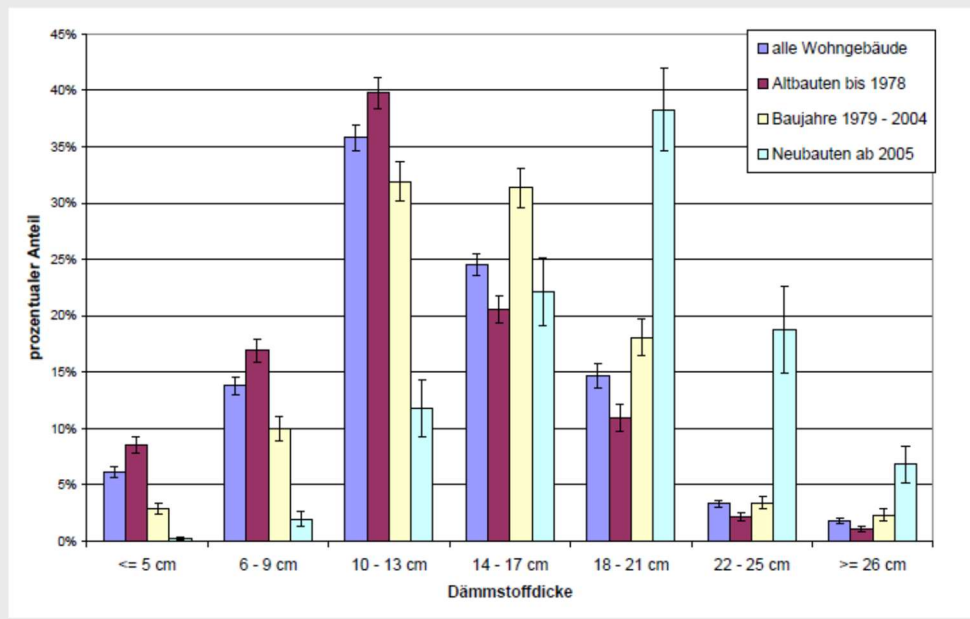


Abbildung 2: Dämmstoffdicken im Dach bzw. auf der OGD (Quelle: IWU 2010, S. 66)

Zusammenfassend ist festzustellen: Der obere thermische Abschluss des sanierungsrelevanten Gebäudebestands ist zu 62% mit durchschnittlich 12,2 cm Dämmung versehen.

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass 38% der OGD und Dächer des relevanten Gebäudebestandes noch nicht gedämmt wurden. Das heißt, in dieser Dämmmaßnahme liegt sehr hohes Potenzial.

Aus der Analyse derselben Datenquelle kann der Anteil der nicht gedämmten OGD abgeschätzt werden. Hierfür eignen sich Daten über die Anteile beheizter und nicht beheizter Dachgeschosse:

Tabelle 4: Situation im Dachgeschoss und Dachtypen (Quelle: IWU 2010, S. 57)

Tabelle 4.6-1: Situation im Dachgeschoss und Dachtypen

	Alle Wohngebäude	Altbau (Baujahr bis 1978)
Dachgeschoss		
unbeheizt	41,3% +/- 1,2%	48,5% +/- 1,4%
voll beheizt	42,4% +/- 1,3%	33,5% +/- 1,3%
teilweise beheizt	16,3% +/- 0,9%	17,9% +/- 1,0%
Dachtyp		
Flachdach	9,0% +/- 0,6%	8,7% +/- 0,7%
Steildach	91,0% +/- 0,6%	91,3% +/- 0,7%
Dachtyp bei voll beheiztem Dachgeschoss		
Flachdach	5,9% +/- 0,6%	5,7% +/- 0,8%
Steildach	94,1% +/- 0,6%	94,3% +/- 0,8%

Bei ca. 41,3% der Gebäude ist das Dachgeschoss unbeheizt, also bildet die OGD den oberen Abschluss. Bei den Altbauten liegt der Prozentsatz sogar bei 48,5%.

Hinzu kommt ein Anteil Kehlbalkendecken über beheizten Dachgeschossen mit darüber liegenden Spitzböden.

Welche Relevanz die OGD bezüglich nachträglicher Dämmung hat, wird ersichtlich, wenn wir den Anteil nachträglich gedämmter Flächen betrachten:

Tabelle 5: Nachträgliche Dämmung im Altbau, Dach und OGD (Quelle: IWU 2010, S. 57)

Tabelle 4.6-2: Nachträgliche Dämmung des Daches bzw. der Obergeschossdecke im Altbau (gewichtet mit dem gedämmten Flächenanteil)

Nachträglich gedämmte Fläche (Gebäude x Flächenanteil)	Dach bzw. OGD
Altbauten mit Baujahr bis 1978	
unbeheiztes Dachgeschoss	33,7% +/- 1,5%
voll beheiztes Dachgeschoss	62,2% +/- 1,9%

Nur ein Drittel der OGD wurde nachträglich gedämmt. (Tabelle 5)

Oder umgekehrt, 67% der obersten Geschossdecken haben ein Verbesserungspotenzial, da davon auszugehen ist, dass die Dämmmaßnahmen vor 1978 nicht ausreichend für den heutigen Standard sind.

Hinzu kommt noch ein Anteil Kehlbalkendecken, über die diese Quellen nichts aussagen.

Die Vermutung liegt nahe, dass bei Gebäuden vor BJ 1978, deren oberer Abschluss nicht gedämmt ist (37,8%), der Hauptanteil des Sanierungspotenzials im Bereich der OGD liegt.

Insgesamt sind mindestens 25% des gesamten Gebäudebestands betroffen. Das tatsächliche Potenzial liegt wahrscheinlich deutlich höher.

2.3 Dämmkosten

Aus den Daten der KFW-Förderungen und der DENA-Effizienzhaus-Datenbank ermittelte das IWU in seiner Evaluierungsstudie⁴ zur EnEV 2009 folgende Vollkosten für die OGD-Dämmung:

- Für begehbare OGD $1,92 \text{ €/cm} \cdot X \text{ cm Dämmstoff} + 26 \text{ €}$
- Für nicht begehbare OGD $1,167 \text{ €/cm} \cdot X \text{ cm Dämmstoff} + 0,213 \text{ €}$

Offensichtlich wurde bei „begehbaren“ Konstruktionen ein druckfester und teurerer Dämmstoff eingesetzt, bei „nicht begehbaren“ Konstruktionen ein nicht druckfester und damit preiswerterer Dämmstoff. Dazu kommt bei „begehbaren“ Konstruktionen noch die Installation von Spanplatten.

Für die mittlere Dämmdicke der sanierten Gebäude (13 cm) ergeben sich folgende Kosten:

- für begehbare OGD $50,96 \text{ €/m}^2$
- für nicht begehbare OGD $15,38 \text{ €/m}^2$

Werden die Daten und Rechengänge der IpeG-Dokumentation (s. Teil 2) auf die IWU-Zahlen übertragen, ergeben sich für alle OGD (IWU-Zahlen) mittlere Sanierungskosten von $33,28 \text{ €/m}^2$.

Diese ermittelten Kosten zeigen auf, dass die Angabe vom Haus- und Grundreport von $80,- \text{ €/m}^2$ nicht korrekt sind.

2.4 Energieeinsparung

Für die Bestandsbauteile wurde in der IpeG-Dokumentation ein mittlerer U-Wert der OGD von $2,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ ermittelt. Werden die Randbedingungen der Auswertung auf die IWU-Zahlen übertragen, ergeben sich für alle OGD eine Energie-, CO₂- und Wärmekosteneinsparungen von:

Tabelle 6: Energieeinsparung bei der OGD

Bauteil OGD (IWU)	Unsaniert	Saniert	Verbesserung
U-Wert	$2,26 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$	$1,98 \text{ W/m}^2\text{K}$
Endenergiebedarf	$174,87 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$20,99 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$153,88 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Wärmekosten	$11,37 \text{ €/m}^2\text{a}$	$1,36 \text{ €/m}^2\text{a}$	$10,00 \text{ €/m}^2\text{a}$
CO ₂ -Ausstoß	$49,5 \text{ kg/m}^2\text{a}$	$5,9 \text{ kg/m}^2\text{a}$	$43,6 \text{ kg/m}^2\text{a}$

⁴Endbericht Evaluierung und Fortentwicklung der EnEV 2009: Untersuchung zu ökonomischen Rahmenbedingungen im Wohnungsbau, IWU Darmstadt 2012

2.5 Wirtschaftlichkeit

Die Folgen für die Anwendung von §10 EnEV2009, Satz 6 (Wirtschaftlichkeitsgebot) liegen klar auf der Hand. Nach unseren Berechnungen (s.u.) wird mit den genannten Dämmdicken WLS 040 der mittlere U-Wert der OGD von 2,26 W/m²K auf 0,27 W/m²K gesenkt. Das ist mit einer Energiekosteneinsparung von 10,00 €/m²a verbunden. Der ROI beträgt

- Für begehbare OGD 5,09 Jahre
- Für nicht begehbare OGD 1,54 Jahre

Werden die Daten der IpeG-Dokumentation auf die IWU-Zahlen übertragen, ergibt sich für alle OGD ein mittlerer ROI von 3,3 Jahren.

Von mangelnder Wirtschaftlichkeit kann also keine Rede sein. Die Zahlen zeigen, dass die Dämmungen der OGD sehr wirtschaftliche Maßnahmen waren.

Das IWU bezieht sich auf tatsächlich ausgeführte Dämmungen in einem höheren Preissegment als die von uns untersuchten. Selbst hierbei ist das Argument, die Dämmung der oberen Geschossdecken sei unwirtschaftlich, nicht haltbar und eine Fehl-Interpretation.

3. IpeG-Untersuchung gedämmter OGD

3.1 Ausgangslage

Das IpeG-Institut unterhält eine Dokumentation ausgeführter Sanierungsobjekte aus ganz Deutschland und aus sämtlichen Markt-Segmenten (Privat-Gebäude, Wohnungsbau, Schulen und sonstige öffentliche Gebäude), die von Fachhandwerkern ständig erweitert und ergänzt wird.

In dieser Datenbank sind über 103.000 m² Oberste Geschoßdecken bei 736 Gebäuden enthalten. Daher ist sie als repräsentativ anzusehen. Bis auf wenige Ausnahmen wurden die Dämmungen mit dem Werkstoff Zellulose WLS 040 in Ein- bzw. Aufblastechnik ausgeführt.

Tabelle 7: Objekte der Untersuchung (eigene Werte)

OGD-Objekte gesamt	736
Gedämmte OGD	102.719 m ²
Fläche pro Objekt	139,6 m ²
Investition	2.236.192,60 €
Investition pro m ² (I)	21,77 €
Dämmstoffmenge	24.083m ³
Dämmdicke gemittelt(s)	0,23 m

3.2 Berechnungsgrundlagen

Folgende Klima-Referenzwerte wurden zugrunde gelegt:

Tabelle 8: Klima-Referenzwerte (Quelle: DWD)

Randbedingungen Klima		Referenzort Würzburg
Heiztage		264 d
Mittl. Außentemperatur		9,6 °C
Mittl. Außentemperatur Heizperiode		6,0 °C
Mittl. Innentemperatur		19,0 °C
Gradtagszahl		3.432 Kd
Gradtagszahlfaktor(f_{GT})		82,37 kWh/a

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Klimaemissionen wurden mit folgenden Kennwerten gerechnet:

Tabelle 9: Sonstige Bedingungen

Sonstige Randbedingungen		
Anlagennutzungsgrad	(η_{WEZ})	85%
Wärmepreis ¹⁾	(P_W)	0,0650 €
Mittlerer CO ₂ -Ausstoß ²⁾	(f_{CO_2})	0,283 kg/kWh
Heizkosteninflation ³⁾		6,45%
Kapitalzinsen	(Z)	5,00%
Tilgungszeit	(n)	10,0 a
Mittl. λ -Wert Dämmstoff		0,040 W/(m*K)
Lagefaktor lt. EnEV	(f_x)	0,8

1) $\sum(\text{Tatsächliche Brennstoffkosten} * \% \text{-Anteil Brennstoff lt. Stat. BA})$

2) $\sum(\text{CO}_2\text{-Äquivalent lt. GEMIS} * \% \text{-Anteil Brennstoff lt. Stat. BA})$

3) Mittlere Preissteigerung vorliegender realer Verbrauchsdaten über 40 Jahre.

3.3 Rechengänge

Aus der Abschätzung der ursprünglichen U-Werte wurden die erwirkten Verbesserungen ermittelt und die langfristige Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen abgeschätzt.

- Die **U-Werte** der Bauteile wurden mit den gängigen Rechenverfahren (DIN 4108) berechnet.
Rechenformel Sanierung: $U_{\text{San}} = 1/(1/U_{\text{Best}} + R)$ in $\text{W/m}^2\text{K}$ mit $R = s/\lambda$
- Der **Wärmeverlust** durch die Bauteile wurde entsprechend dem Heizperioden-Bilanzverfahren berechnet.
Rechenformel: $Q_W = U_{\text{OGD}} * 1/\eta_{\text{WEZ}} * f_x * f_{\text{GT}}$ in $\text{kWh/m}^2\text{a}$
- Der spezifische **CO₂- Ausstoß** wurden ermittelt durch Multiplikation des Wärmeverlusts mit dem CO₂-Faktor. $\text{CO}_2 = Q_W * f_{\text{CO}_2}$ in $\text{kg/m}^2\text{a}$
- Die spezifischen **Wärmekosten** wurden durch Multiplikation des Wärmeverlusts mit dem Wärmepreis berechnet. $K_W = Q_W * P_W$ in $\text{€/m}^2\text{a}$
- Die **Annuität** für die Beurteilung der langfristigen Wirtschaftlichkeit der Investition wurde mit der einfachen Formel ermittelt
 $A = I/n * \frac{1}{2}Z$ in €/a

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Der mittlere U-Wert ist das statistische Mittel der unten beschriebenen Bauteiltypen. Er wurde im Durchschnitt von 2,26 auf 0,16 W/m²K gesenkt.

Tabelle 10: Energieeinsparung bei der OGD laut IpeG

Bauteil OGD (IpeG)		Unsanier	Sanier	Verbesserung
Mittlerer U-Wert ⁴⁾ (U _{OGD})		2,26 W/m²K	0,16 W/m ² K	2,09 W/m ² K
Endenergiebedarf	(Q _w)	174,87 kWh/m ² a	12,54 kWh/m ² a	162,32 kWh/m ² a
Wärmekosten	(K _w)	11,37 €/m ² a	0,82 €/m ² a	10,55 €/m ² a
CO ₂ -Ausstoß	(CO ₂)	49,5 kg/m ² a	3,6 kg/m ² a	46,0 kg/m ² a
ROI				2,1 a
Investition/kWh-Einsparung				0,13 €/kWh
Investition/CO ₂ -Einsparung				0,47 €/kg

4) $\sum(\text{U-Wert} * \text{Anteil sanierter Bauteiltyp})$

Feststellung:

Mit Ein-/Aufblas-Technik kann auch mit kostengünstigen Dämmstoffen mittlerer Güte (Zellulose, Mineralwolle WLS 040) bei größeren Dämmdicken höhere Einsparungen bei geringeren Kosten erzielt werden

Die Einsparung beträgt 92,8 % des Ursprungszustandes.

Tabelle 11: Einsparung in der Summe aller OGD

Summe aller OGD (ca. 102 Tm ²)	Unsanier	Sanier	Verbesserung
Endenergiebedarf	17.962 MWh/a	1.288 MWh/a	16.674 MWh/a
Wärmekosten	1.167.540 €/a	83.752 €/a	1.083.788 €/a
CO ₂ -Ausstoß	5.086.407 kg/a	364.866 kg/a	4.721.541 kg/a

Insgesamt werden durch die sanierten Flächen etwa 4.700 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart.

4. Bauteiltypen

Im Folgenden werden die Daten getrennt nach drei unterschiedlichen Verfahren betrachtet, da sie je nach Technik unterschiedliche Ergebnisse liefern. Aus den Ergebnissen können Rückschlüsse auf die effektivsten Dämmtechniken gezogen werden. Die untersuchten Verfahren sind:

- I. Offenes Aufblasen
- II. Einblasen in Kehlbalkendecken
- III. Begehbar mit Tragekonstruktion

4.1 Offenes Aufblasen

Anwendung:

Keine Begehbarkeit erforderlich (keine Nutzung möglich oder nicht erwünscht)

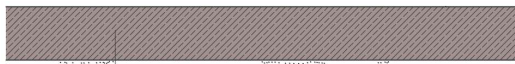
Kopfhöhe zu gering (Spitzboden)

Teilweise Begehbarkeit (unter flachen Dachschrägen)

Bautypen und deren Verteilung

Die Verteilung entspricht der Erfahrung aus vielen Baubegehungen und etlichen Energieberatungen. Sie ist eine Schätzung mangels belastbarer Daten. Dies erachten wir als zulässig, weil sich der Wert durch eine empirisch exakte Erfassung nur geringfügig ändern würde ohne wesentlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis.

50% Betondecken, bewehrt, teilw. mit Estrich,
mittlerer ursprünglicher U-Wert 3,0 W/m²K (2,5-3,5, je nach Bewehrung und Trittschallschutz)



(Querschnitt)

Abbildung 3: Betondecke vor der Dämmmaßnahme

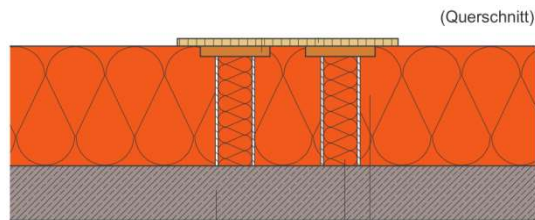


Abbildung 4: Betondecke nach der Dämmmaßnahme



Abbildung 6: Vorher



Abbildung 5: Nachher

Dies ist eine bevorzugte Bauweise in den 1960/70er Jahren, einer Zeit, in der die meisten Gebäude in Deutschland errichtet wurden.

30% Holzbalkendecken, Staken, Lehmfüllung, Schüttung,
mittlerer ursprünglicher U-Wert $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($1,5\text{-}2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, je nach Füllung)

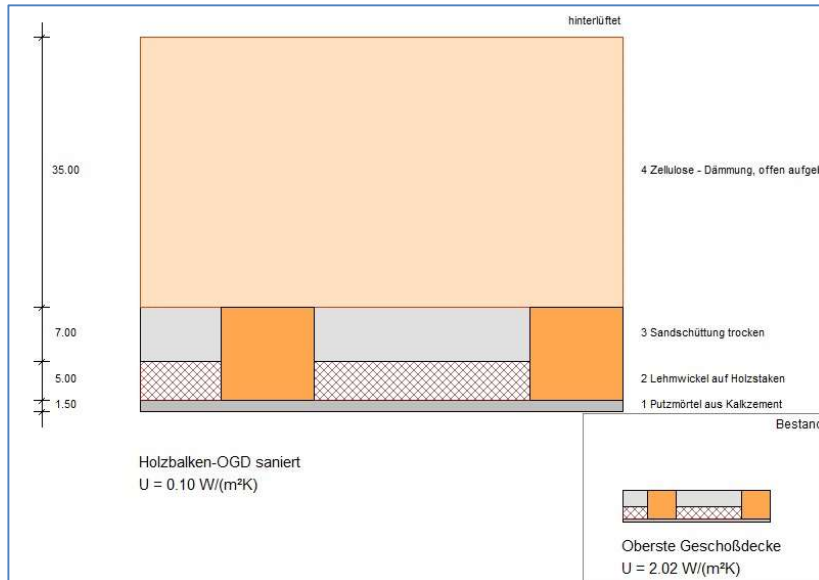


Abbildung 7: Dämmung von Holzbalkendecken

In nahezu allen älteren Gebäuden vor 1960 ist diese Bauweise zu finden. Die Gefache sind mit den unterschiedlichsten Materialien gefüllt. Der U-Wert ist wesentlich besser als der von Betondecken. Insofern war die Einführung der Betondecke ein energetischer Rückschritt.

20% Kehlbalkendecken unter Spitzböden, teilweise dünne Dämmung,
mittlerer ursprünglicher U-Wert $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($0,6\text{-}1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ je nach Dämmung)

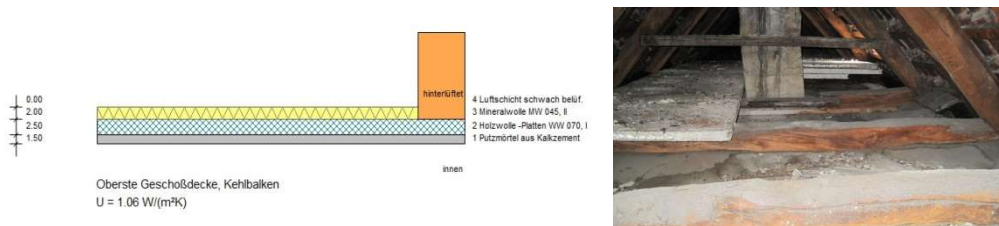


Abbildung 8: Kehlbalkendecken unter Spitzböden

Trotz relativ geringen Einzelflächen finden sich in sehr vielen Gebäuden mit ausgebautem Dachgeschoss Kehlbalkenlagen als oberer Abschluss, auf die Dämmstoff offen aufgeblasen werden kann.



Abbildung 9: Offenes Aufblasen

Durch die Mittelung der U-Werte aller drei Bautypen ergibt sich der Wert $U = 2,32 \text{ W/m}^2\text{K}$ für die Anwendung „offenes Aufblasen“.

4.1.1 Zusammenstellung „offenes Aufblasen“

Tabelle 12: Ausgeführte Objekte, offenes Aufblasen

Objekte gesamt	303
gedämmte Fläche	42.249 m ²
Fläche pro Objekt	139,4 m ²
Kosten	566.949 €
Kosten pro m ³	57,29 €/m ³
Kosten pro m ²	13,42 €/m ²
Dämmstoffmenge	9.895 m ³
Dämmdicke gemittelt	0,23 m

4.1.2 Berechnung der erzielten Einsparung

Tabelle 13: Erzielte Einsparung pro Objekt, offenes Aufblasen

Bauteil (offenes Aufblasen)	Unsanziert	Saniert	Verbesserung
U-Wert	2,32 W/m²K	0,16 W/m ² K	2,16 W/m ² K
Endenergiebedarf	179,85 kWh/m ² a	12,33 kWh/m ² a	167,52 kWh/m ² a
Wärmekosten	11,69 €/m ² a	0,80 €/m ² a	10,89 €/m ² a
CO ₂ -Ausstoß	50,9 kg/m ² a	3,5 kg/m ² a	47,4 kg/m ² a
ROI	1,2 a		
Investition/kWh-Einsparung	0,08 €/kWh		
Investition/CO ₂ -Einsparung	0,28 €/kg		

Tabelle 14: Erzielte Einsparung für alle Objekte, offenes Aufblasen

Alle Gebäude (303)	Unsanziert	Saniert	Verbesserung
Endenergiebedarf	7.599 MWh/a	521 MWh/a	7.078 MWh/a
Wärmekosten	493.905 €/a	33.864 €/a	460.041 €/a
CO ₂ -Ausstoß	2.151.706 kg/a	147.531 kg/a	2.004.176 kg/a

4.1.3 Langfristige Kostenentwicklung in Abhängigkeit zur Finanzierung

Die Wirtschaftlichkeit von Dämmmaßnahmen wird durch die zukünftige Kostenentwicklung bestimmt. Zu den Energiekosten müssen die Kapitalkosten gerechnet werden, die abhängig von der Finanzierungszeit sind:

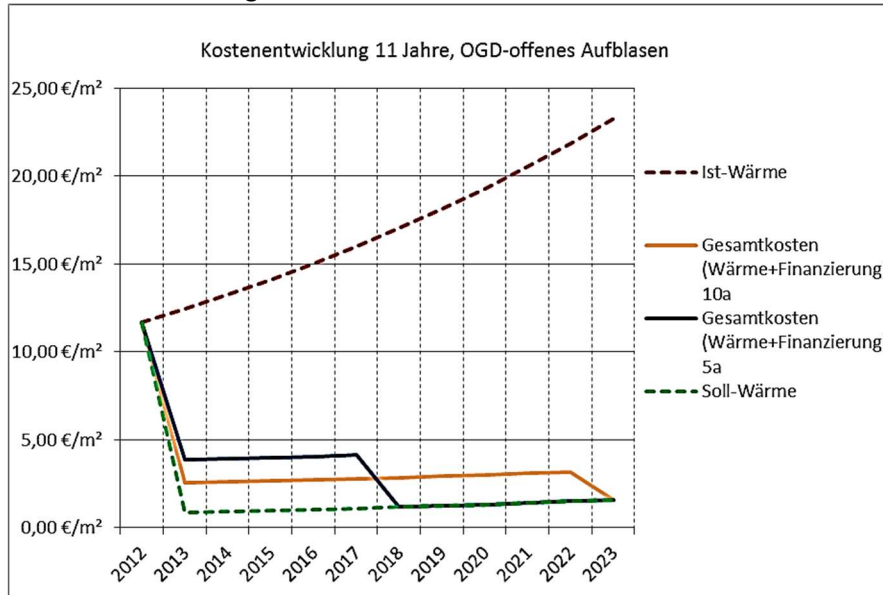


Abbildung 10: Kostenentwicklung über 11 Jahre, OGD- offenes Aufblasen

4.1.4 Zusammenstellung der Kosten und Verbräuche über zehn Jahre

Die Einsparung wird offenbar, wenn alle Kosten über einen bestimmten Zeitraum aufsummiert werden:

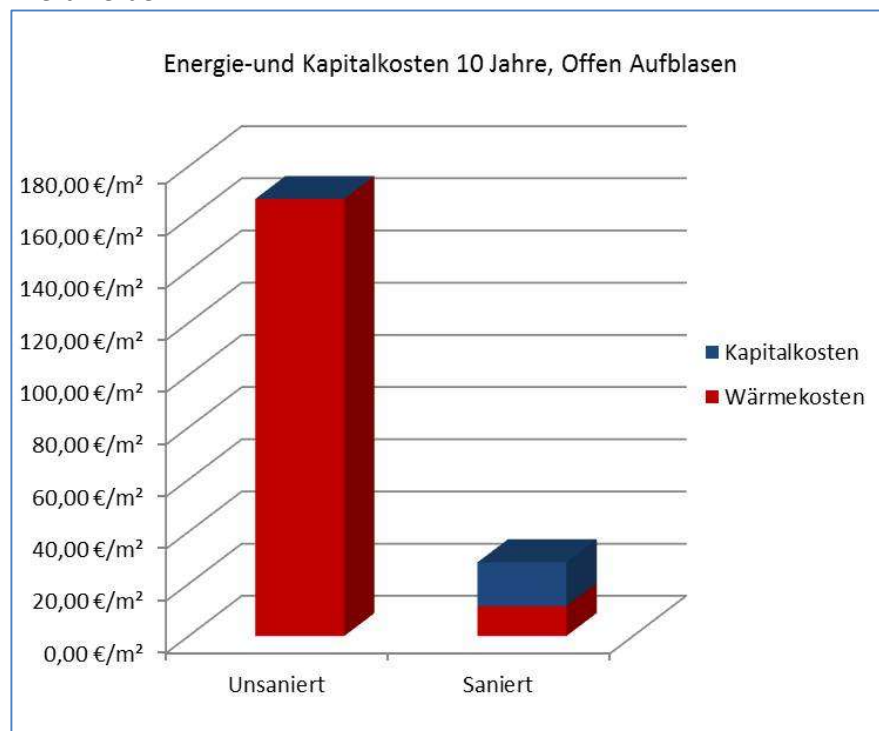


Abbildung 11: Energie- und Kapitalkosten bei 10 Jahren, offenes Aufblasen

4.1.5 Feststellungen

- Nach einer Sanierung werden die Kosten des vorherigen Wärmeverlusts in absehbarer Zeit nicht mehr erreicht.
- Der Wärmedurchgang, die Wärmekosten und der CO₂-Ausstoß werden um den Faktor 15 verringert.
- Der ROI beträgt etwas über ein Jahr.
- Als Einzelmaßnahme sollte die Investition spätestens nach 5 Jahren getilgt werden.
- Die Gesamtkosten aus Bedarfskosten und Kapitaldienst über zehn Jahre summiert betragen ein Achtel dessen, was die Belassung des Ursprungszustandes kosten würde.
- Diese Anwendung kann jederzeit nachgerüstet werden.

Das offene Aufblasen von Dämmstoff ist die wirksamste und effizienteste Wärmeschutzmaßnahme überhaupt.

4.2 Einblasen in Kehlbalkendecken

Anwendung

Kehlbalkendecken über ausgebauten und bewohnten Dachräumen sind die am häufigsten übersehenen Bauteile. Häufig sind sie von oben beplankt und begehbar. Ein Blick unter die Bretter zeigt, dass zwischen den Kehlbalken zwar Dämmstoff zu finden ist, häufig eine Schicht Holzwolle-Leichtbauplatten als Putzträger mit aufgelegter Mineralwolle. Damit gilt diese Konstruktion im Sinne der DIBT-EnEV-Auslegung als gedämmt und „nicht wirtschaftlich sanierungsfähig“.

Zwischen der Heraklith/Mineralwolle-Schicht und der Beplankung findet man jedoch mehr oder weniger hohe Luftschichten, die zu den Dachschrägen hin offen sind und ständig durchströmt werden. Entsprechend hoch sind die Wärmeverluste.

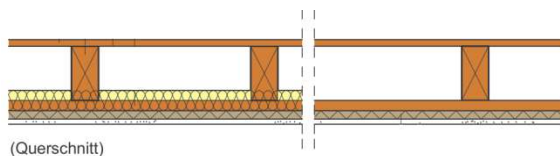


Abbildung 12: Holzkonstruktion mit Hohlraum vor der Dämmmaßnahme

Der Wärmedurchgangswert solcher Konstruktionen beträgt je nach vorhandener Dämmung 0,6-1,6W/m²K.

Mittlerer ursprünglicher U-Wert: $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Das ist ganz sicher kein Wert, der heutigen Ansprüchen (EnEV 2009: 0,20 W/m²K) genügen kann.

Sanierung?

In technischen Prospekten eines namhaften Herstellers von Dämmsystemen findet sich ein Sanierungsvorschlag, der völlig wirkungslos ist, sollte er so ausgeführt werden, wie dargestellt:

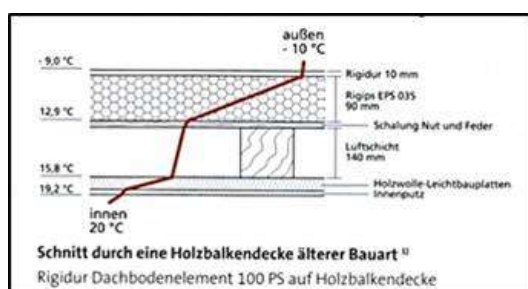


Abbildung 13: Schnitt durch eine Holzbalkendecke älterer Bauart (Quelle: Prospekt „Rigidur Dachbodenelement“)

Die dargestellte Temperaturkurve ist schlichtweg nicht korrekt. In der nach den Dachschrägen offenen Luftschicht herrschen nahezu Außentemperaturen, die durch den Wärmedurchgang durch die Putz- und Holzwolle-Leichtbauplattenschichten nur leicht angehoben werden. Solche Konstruktionen sind eine Bestätigung der Unwirtschaftlichkeits-Behauptung.

Die Dämmwirkung des relativ teuren begehbaren Systems über der belüfteten Schalung ist nahezu wirkungslos.

4.2.1 Füllen des Hohlraums

Das oben gezeigte Bauteil wäre zu retten gewesen, hätte man vorher die Luftschicht mit Dämmstoff ausgeblasen. Schon damit hätte man die Anforderungen der EnEV erfüllt, die ein vollständiges Ausblasen technisch begrenzter Hohlräume mit Dämmstoff fordert.

Beim Ausblasen ist die Bauphysik zu beachten:

Um Tauwasserbildung in Bereich der Schalungsebene und Fäulnis zu verhindern, sind aufgelegte Beläge vollständig zu entfernen.



Abbildung 14: 4 cm vorhandene Dämmung, 10 cm Hohlraum



Abbildung 16: 2 cm vorhandene Dämmung, 12 cm Hohlraum

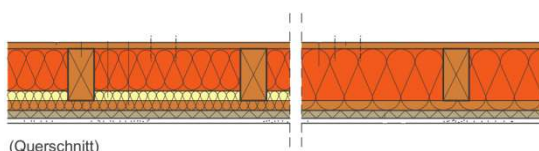


Abbildung 15: Holzkonstruktion mit Hohlraum nach der Dämmmaßnahme

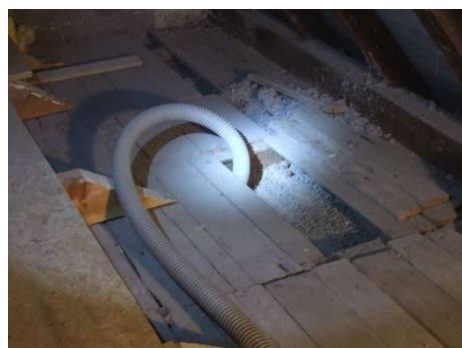


Abbildung 17: Keine Dämmung vorhanden

4.2.2 Zusammenstellung „Einblasen in Kahlbalkendecken“

Tabelle 15: Ausgeführte Objekte, Einblasen in Kahlbalkendecken

Objekte gesamt	221
gedämmte OGD	17.598 m ²
m ² pro Objekt	79,6 m ²
Kosten	243.839 €
Kosten pro m ³	97,15 €/m ³
Kosten pro m ²	13,86 €/m ²
Dämmstoffmenge	2.510 m ³
Dämmdicke gemittelt	0,14 m

4.2.3 Berechnung der erzielten Einsparung

Tabelle 16: Erzielte Einsparung pro Objekt, Einblasen in Kehlbalkendecken

Bauteil	Unsanziert	Saniert	Verbesserung
f_x (Lagefaktor lt. EnEV)	0,8	0,8	
U-Wert	1,10 W/m²K	0,22 W/m²K	0,88 W/m²K
Endenergiebedarf	85,28 kWh/m²a	17,32 kWh/m²a	67,95 kWh/m²a
Wärmekosten	5,54 €/m²a	1,13 €/m²a	4,42 €/m²a
CO ₂ -Ausstoß	24,1 kg/m²a	4,9 kg/m²a	19,2 kg/m²a
ROI			3,1 a
Investition/kWh-Einsparung			0,20 €/kWh
Investition/CO ₂ -Einsparung			0,72 €/kg

Tabelle 17: Erzielte Einsparung für alle Objekte, Einblasen in Kehlbalkendecken

Alle Gebäude (221)	Unsanziert	Saniert	Verbesserung
Endenergiebedarf	1.501 MWh/a	305 MWh/a	1.196 MWh/a
Wärmekosten	97.544 €/a	19.817 €/a	77.727 €/a
CO ₂ -Ausstoß	424.953 kg/a	86.333 kg/a	338.620 kg/a
Kosten/CO ₂			0,72 €/Kg

4.2.4 Langfristige Kostenentwicklung in Abhängigkeit der Finanzierung

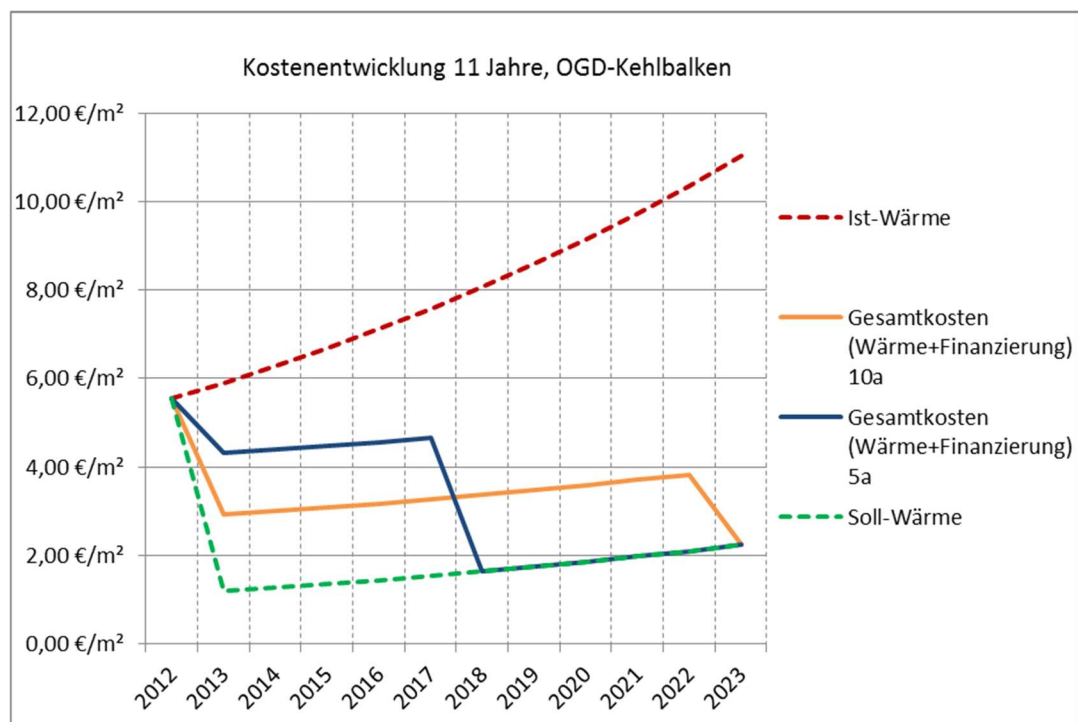


Abbildung 18: Kostenentwicklung über 11 Jahre, OGD- Kehlbalken

4.2.5 Zusammenstellung der Kosten und Verbräuche über zehn Jahre

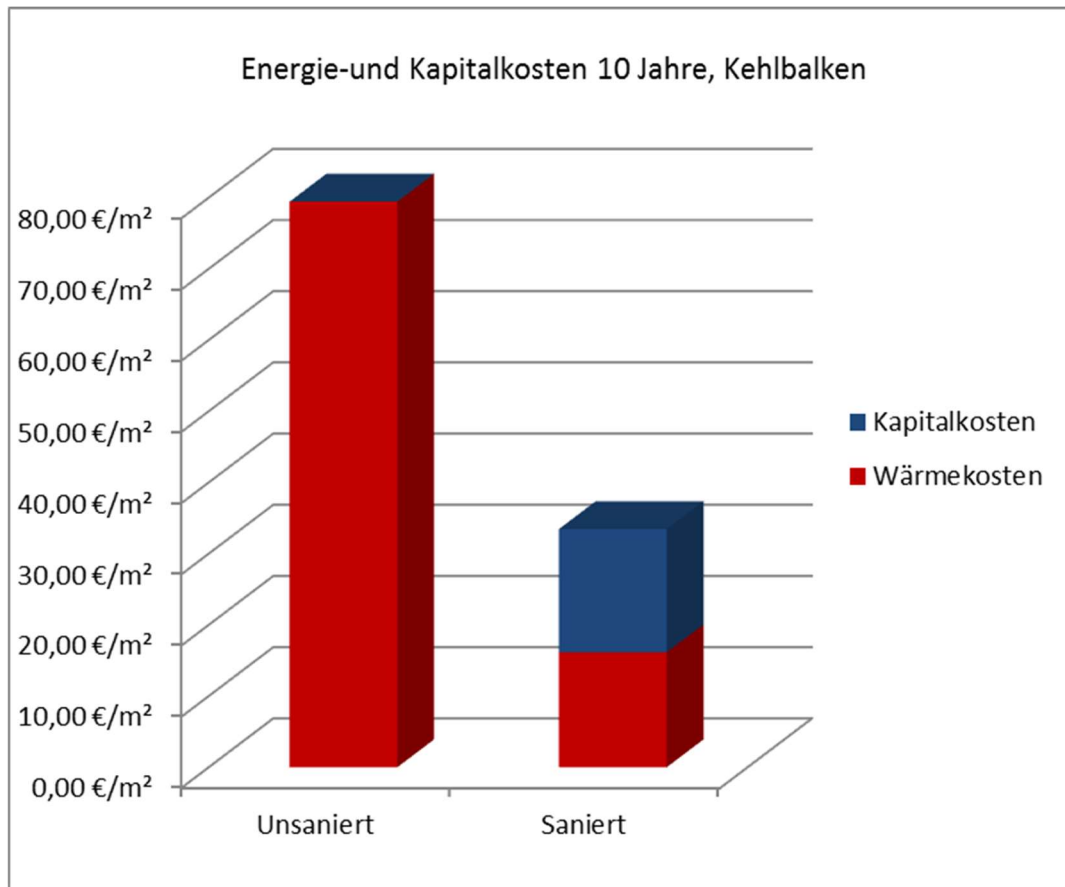


Abbildung 19: Energie- und Kapitalkosten 10 Jahre, Kehlballen

4.2.6 Feststellungen

- Der Wärmedurchgang, die Wärmekosten und der CO₂-Ausstoß werden um den Faktor 5 verringert.
 - Der ROI beträgt etwas über drei Jahre.
 - Als Einzelmaßnahme sollte die Investition möglichst nach 5 Jahren getilgt werden.
 - Die Gesamtkosten der Belassung des Ursprungszustandes kostet über zehn Jahre summiert das 2,4-fache der Bedarfskosten und des Kapitaldienstes nach der Sanierung.
- **Das Füllen von Hohlräumen mit Dämmstoff ist eine hoch-wirksame Wärmeschutzmaßnahme.**
 - **Eine oberliegende Dämmschicht ohne Verfüllung des Hohlraumes ist sinnlos.**
- Die Maßnahme erfüllt auch mit einem mittelmäßigen Dämmstoff die generelle Anforderung der EnEV an oberste Geschossdecken.
 - Eine weitere Sanierung durch Aufbringen einer Dämmschicht auf die Schalung ist ohne viel Aufwand möglich, jedoch nur bei stark angestiegenen Wärmepreisen sinnvoll.

4.3 Begehbare Ausführung

Anwendung:

Die Begebarkeit oberster Geschossdecken ist nur dann erforderlich, wenn der darüber liegende Dachraum auch tatsächlich genutzt wird, z.B. als Lager- oder Trockenraum. Ab einer bestimmten Kopfhöhe ist Begebarkeit unter Dachschrägen nicht sinnvoll. Dort und für alle anderen Fälle sollte das wesentlich kostengünstigere offene Aufblasen von Dämmstoff gewählt werden.

Zugänge für Schornsteinfeger und andere Laufwege können partiell begehbar ausgeführt werden.



Abbildung 20: Obere Geschossdecke, begehbar (Projekt „OGD 55 Schulen Köln Passivhaus-Standard“)

Bautypen und deren Verteilung

Die Verteilung entspricht der Erfahrung aus vielen Baubegehungen und etlichen Energieberatungen. Sie ist eine Schätzung mangels belastbarer Daten. Dies erachten wir als zulässig, weil sich der Wert durch eine empirisch exakte Erfassung nur geringfügig ändern würde ohne wesentlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis.

67% Betondecken, bewehrt, teilw. mit Estrich,
mittlerer ursprünglicher U-Wert $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (2,5-3,5, je nach Bewehrung und Trittschallschutz)

33% Holzbalkendecken, Staken, Lehmfüllung, Schüttung,
mittlerer ursprünglicher U-Wert $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (1,5-2,5 $\text{W/m}^2\text{K}$, je nach Füllung)

Mittlerer ursprünglicher U-Wert der Decken für die Anwendung „Begehbare Ausführung“
 $U = 2,67 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sanierung

Auf die vorhandene Deckenkonstruktion werden üblicherweise Plattendämmstoffe mit einer begehbaren Auflage oder ein entsprechendes System verlegt. Diese Lösung ist verhältnismäßig kostenintensiv und birgt das Risiko offener Fugen.

Oder es wird aufwändig eine Kreuzbalken-Konstruktion hergestellt, die mit Mattendämmstoff gefüllt und mit einem begehbaren Belag versehen wird. Auch diese Lösung ist verhältnismäßig teuer und rechtfertigt Aussagen von 80 €/m² Sanierungskosten.

Eine sehr kostengünstige Alternative sind Abstandhalter, die mit einer begehbaren Auflage belegt werden. Der Zwischenraum wird mit einem Einblas-Dämmstoff gefüllt.



Abbildung 21: Verfüllung des Hohlraumes mit Abstandhaltern

Geeignete Systeme

- Isofloc-Dämmhülsen-System⁵
- Woodyfix-System des Herstellers Isocell⁶
- Sparrenexpander-System der Firma Dämmraum⁷

4.3.1 Zusammenstellung „Begehbare Ausführung“

Tabelle 18: Ausgeführte Objekte, begehbare Ausführung

Objekte gesamt	212
gedämmte OGD	42.873 m ²
m ² pro Objekt	202,2 m ²
Kosten	1.425.364 €
Kosten pro m ³	122,06 €/m ³
Kosten pro m ²	33,25 €/m ²
Dämmstoffmenge	11.677 m ³
Dämmdicke gemittelt	0,27 m

Alle Objekte wurden mit dem Isofloc-Dämmhülsensystem saniert. Praxisberichte und Alternativangebote der anderen Systeme lassen darauf schließen, dass mit diesen ähnliche Wirtschaftlichkeitskennndaten umgesetzt werden können.

⁵<http://isofloc.de/index.php?das-isofloc-daemmhuelzensystem-waermedaemmung-fuer-oberste-geschoss-decken>

⁶<http://www.isocell.at/hauptmenue/produkte/daemmstoffe/daemmstoffkonstruktionen/woodyfix.html>

⁷<http://www.daemmraum.de/bauteile/boden/obere-geschossdecke.html>

Das Prinzip der einfach zu montierenden Abstandhalter in Verbindung mit hoch effektiver Einblastechnik ist entscheidend für die Kosten- und Nutzenoptimierung begehbare oberster Geschossdecken.

4.3.2 Berechnung der erzielten Einsparung

Tabelle 19: Erzielte Einsparung pro Objekt, begehbbare Ausführung

Bauteil	Unsanziert	Saniert	Verbesserung
f_x (Lagefaktor lt. EnEV)	0,8	0,8	
U-Wert	2,67 W/m²K	0,14 W/m²K	2,53 W/m²K
Endenergiebedarf	206,73 kWh/m²a	10,79 kWh/m²a	195,94 kWh/m²a
Wärmekosten	13,44 €/m²a	0,70 €/m²a	12,74 €/m²a
CO ₂ -Ausstoß	58,5 kg/m²a	3,1 kg/m²a	55,5 kg/m²a
ROI			2,6 a
Investition/kWh-Einsparung			0,17 €/kWh
Investition/CO ₂ -Einsparung			0,60 €/kg

Tabelle 20: Erzielte Einsparung für alle Objekte, begehbbare Ausführung

Alle Gebäude	Unsanziert	Saniert	Verbesserung
Endenergiebedarf	8.863 MWh/a	463 MWh/a	8.400 MWh/a
Wärmekosten	576.090 €/a	30.070 €/a	546.020 €/a
CO ₂ -Ausstoß	2.509.748 kg/a	131.002 kg/a	2.378.746 kg/a
Kosten/CO ₂			0,60 €/Kg

4.3.3 Langfristige Kostenentwicklung in Abhängigkeit der Finanzierung

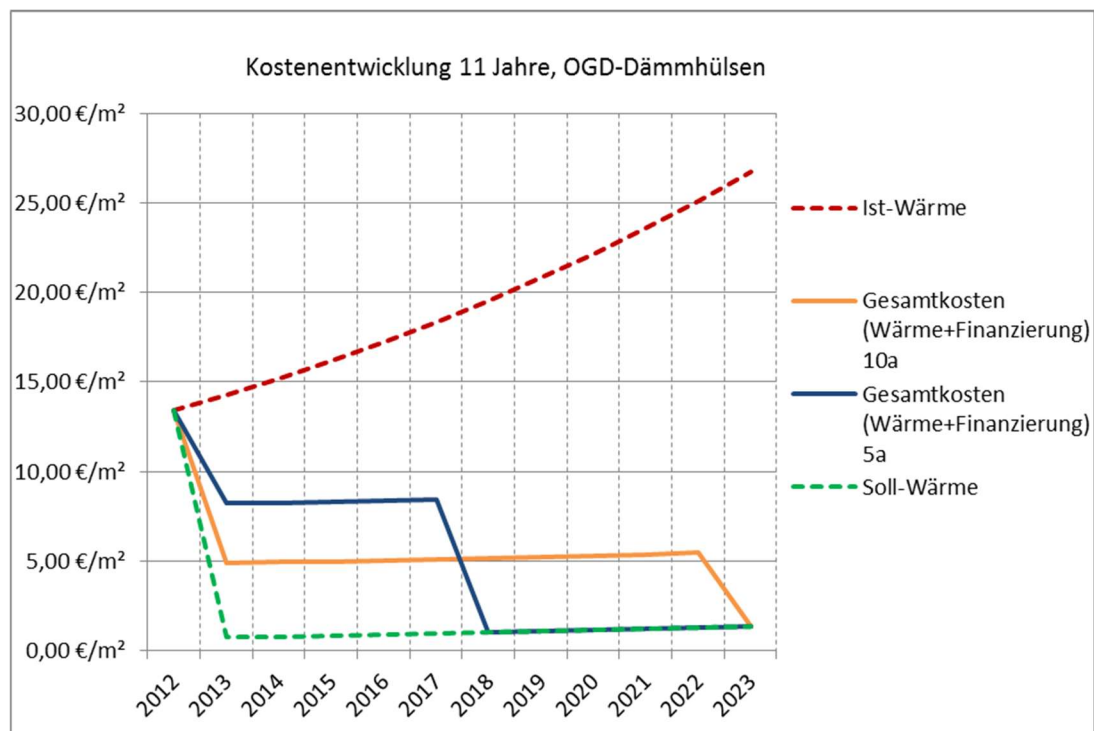


Abbildung 22: Kostenentwicklung über 11 Jahre, OGD- Dämmhüllen

4.3.4 Zusammenstellung der Kosten und Verbräuche über zehn Jahre

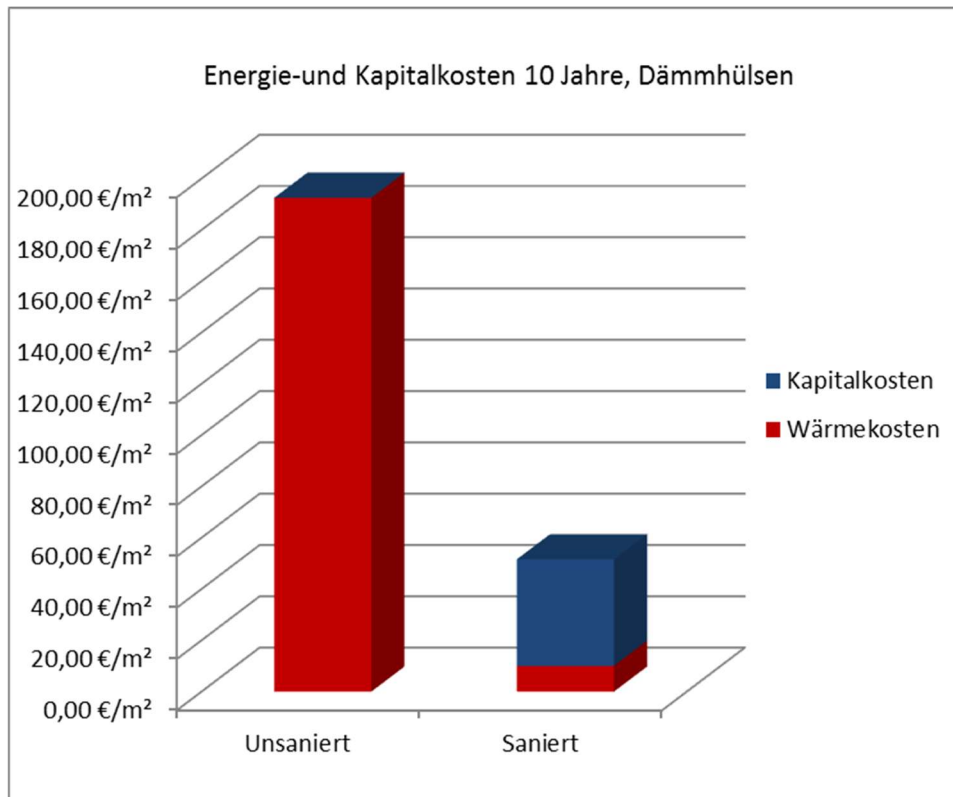


Abbildung 23: Energie- und Kapitalkosten 10 Jahre, Dämmhülsen

4.3.5 Feststellungen

- Der Wärmedurchgang, die Wärmekosten und der CO₂-Ausstoß werden um den Faktor 19 verringert.
- Der ROI beträgt etwas über zweieinhalb Jahre.
- Als Einzelmaßnahme sollte die Investition möglichst nach 5 Jahren getilgt werden.
- Die Gesamtkosten der Belassung des Ursprungszustandes kostet über zehn Jahre summiert das 3,7-fache der Bedarfskosten und des Kapitaldienstes nach der Sanierung.
- Eine weitere Sanierung ist nur schwer umsetzbar und wirtschaftlich nicht zu rechtfertigen.
- Die begehbaren Ausführungen zogen eine größere Verbesserung nach sich als das offene Aufblasen. In diese Statistik gingen die großflächigen Sanierungen der Kölner Schulen ein. Dort wurde nach dem Wenn-Schon-Denn-Schon-Prinzip gehandelt: „Wenn schon eine relativ teure begehbare Ausführung gewählt wird, dann sanieren wir mit kostenoptimierten Verfahren auf einen möglichst guten U-Wert.“
- Die Maßnahme erfüllt auch mit einem mittelmäßigen Dämmstoff die Anforderungen der KfW-Förderung an oberste Geschossdecken.

5. Zusammenfassende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Alle dokumentierten 736 Objekte zusammen mit 103.000 Quadratmetern

- mindern den Endenergieverbrauch um 16,7 Gigawattstunden
- reduzieren die Heizkosten anfänglich um etwa 1,1 Millionen €
- verringern den CO₂-Ausstoß um 4,7 Kilotonnen

Die Gesamtinvestition für 24.000 m³ eingebrachten Dämmstoff lag bei 2,24 Millionen €.

Die folgenden Grafiken zeigen die langfristigen wirtschaftlichen Effekte der Maßnahmen.

5.1 Langfristige Kostenentwicklung in Abhängigkeit zur Finanzierung

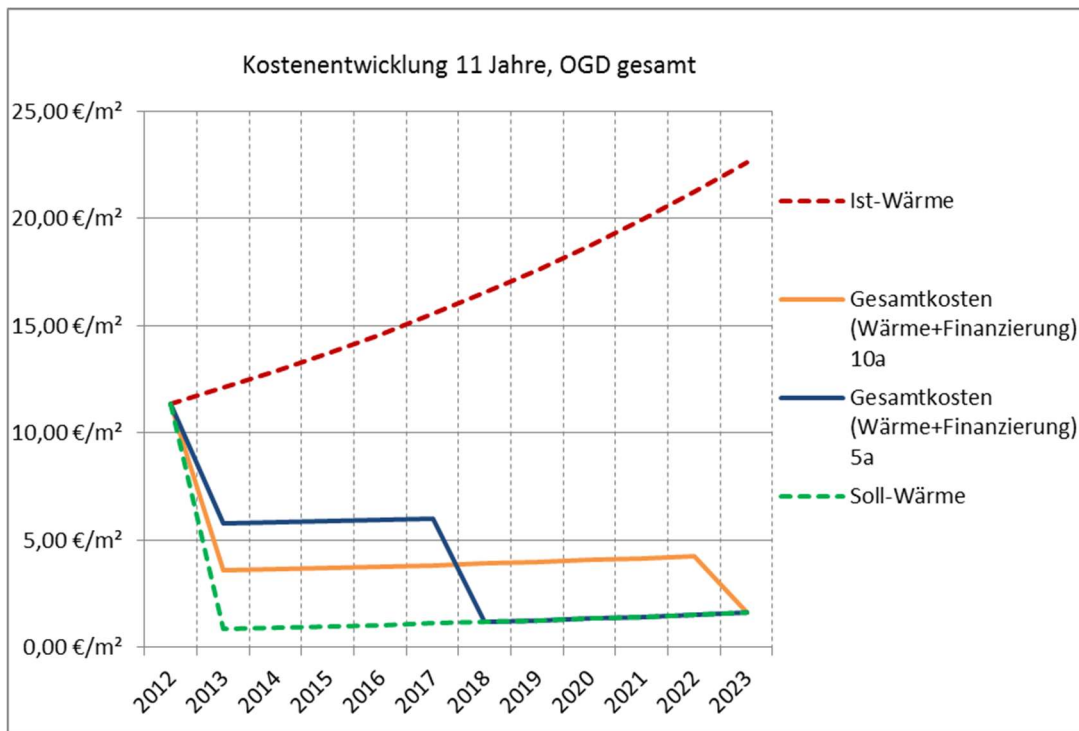


Abbildung 24: Kostenentwicklung 11 Jahre, OGD gesamt

5.2 Feststellungen

- Nach der Sanierung wurde der Wärmebedarf um den Faktor 14 verringert.
- Die Wärmebedarfskosten werden den heutigen Stand in absehbarer Zeit nicht mehr erreichen.
- Auch bei einer Tilgungszeit von 5 Jahren sinken die Gesamtkosten auf die Hälfte der ursprünglichen Wärmekosten.
- Der niedrige Wärmebedarf für dieses sanierte Bauteil garantiert langfristige Kostenstabilität.

5.3 Zusammenstellung der Kosten und Verbräuche über zehn Jahre

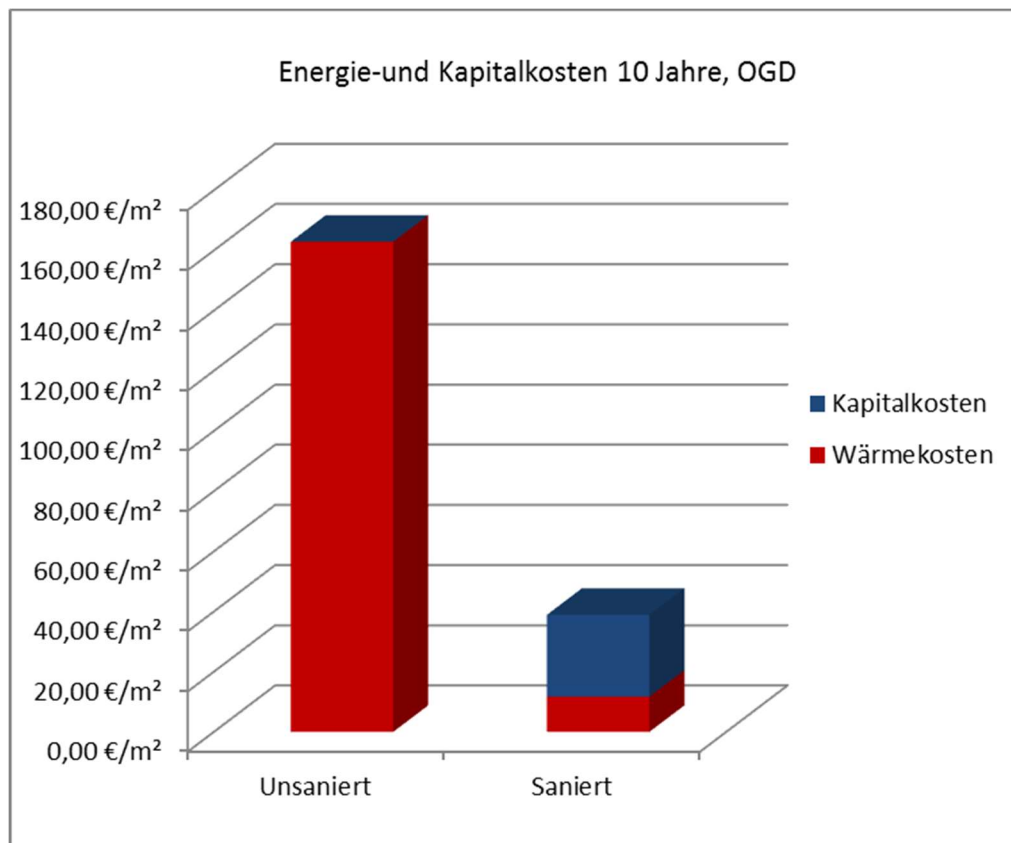


Abbildung 25: Energie- und Kapitalkosten 10 Jahre, OGD

5.4 Feststellungen

- Der Wärmedurchgang, die Wärmekosten und der CO₂-Ausstoß werden um den Faktor 14 verringert.
- Der ROI beträgt etwas über zwei Jahre.
- Als Einzelmaßnahme sollten die Investitionen möglichst nach 5 Jahren getilgt werden.
- Über zehn Jahre summiert betragen die Gesamtkosten der Belassung des Ursprungszustandes das 4,2-fache der Bedarfskosten und des Kapitaldienstes nach der Sanierung.
- Die Kapitalkosten sind höher als die zukünftigen Verbrauchskosten.

6. Vergleich mit der IWU-Untersuchung

Die IWU-Untersuchung im Rahmen der Evaluierung der EnEV 2009 bilden sehr gut die üblichen Ausführungspraktiken ab. Werden die Auswertungs-Rechengänge auf die IWU-Daten übertragen, ergibt sich ein durchaus bemerkenswerter Vergleich zwischen kostenoptimierten Techniken zur Dämmung oberster Geschossdecken mit der allgemeinen deutschen Dämmrealität.

6.1 Offen Aufgeblasen

1. Kostenentwicklung über 20 Jahre

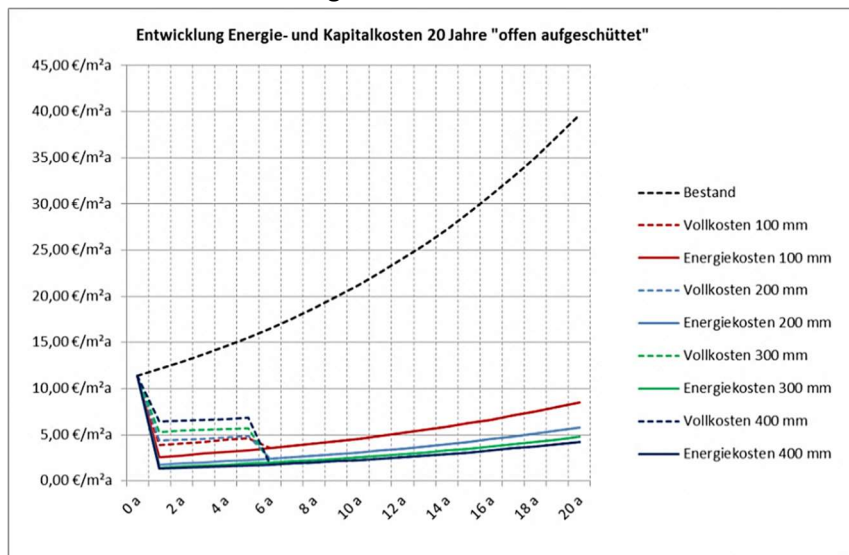


Abbildung 27: Entwicklung Energie- und Kapitalkosten 20 Jahre offen aufgeblasen, IpeG, 5 Jahre Tilgungszeit

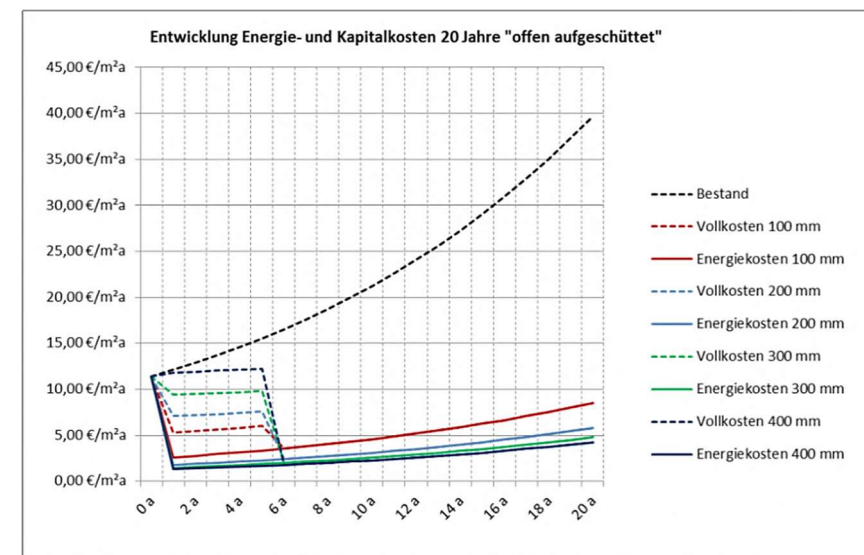


Abbildung 26: Entwicklung Energie- und Kapitalkosten 20 Jahre offen aufgeblasen, IWU, 5 Jahre Tilgungszeit

Auffällig sind die unterschiedlichen Belastungen während der Tilgungszeit. Die üblichen Verfahren ziehen einen etwa doppelt so hohen Kapitaldienst nach sich als das kostenoptimierte Aufblas-Verfahren.

2. Gesamtkosten nach ... Jahren

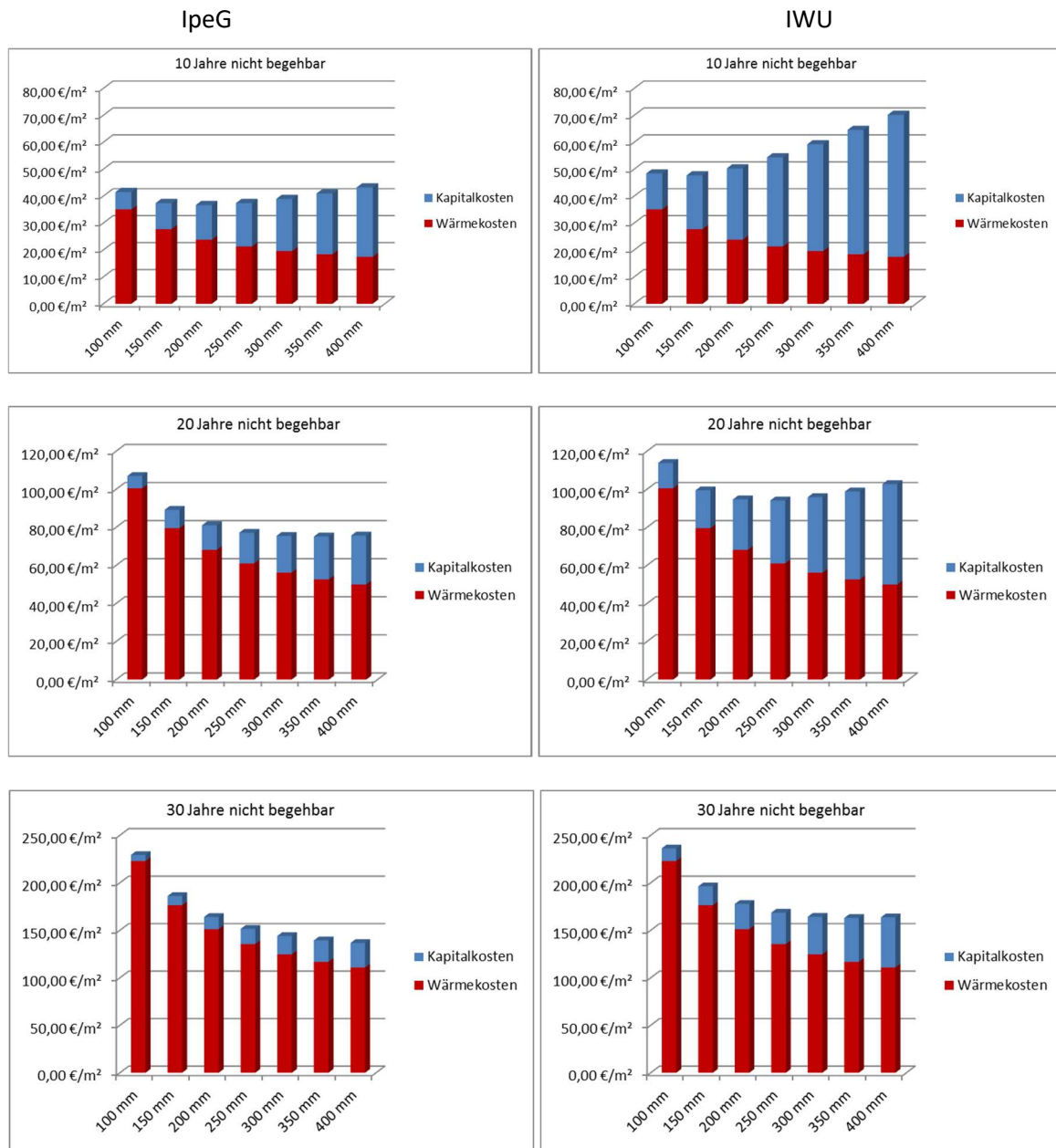


Abbildung 28: Vergleich der Gesamtkosten nach Jahren von IpeG und IWU, nicht begehbare OGD

- Im Vergleich der Kostenentwicklungslinien (1.) zeigt sich, dass die IpeG-Lösungen auch während der Tilgungszeit deutlich geringere Gesamtkosten nach sich ziehen.
- Im Vergleich der Gesamtkosten über lange Zeit (2.) ist auffällig, dass viele normalerweise ausgeführten „offenen“ Dämm Lösungen relativ hohe Kapitalkosten nach sich ziehen.
- Über zehn Jahre betrachtet rechnet sich die übliche Dämmpraxis bei etwa 150 mm Dämmdicke. Dies korreliert mit der vom IWU genannten mittleren Dämmdicke von 122-133 mm (s. S. 7/8). Bei IpeG sind es 200-250 mm, was in etwa dem KfW-Förderstandard entspricht.
- Erst über einen längeren Zeitraum betrachtet werden größere Dicken wirtschaftlich.

6.2 Begehbare Ausführung

1. Kostenentwicklung über 20 Jahre

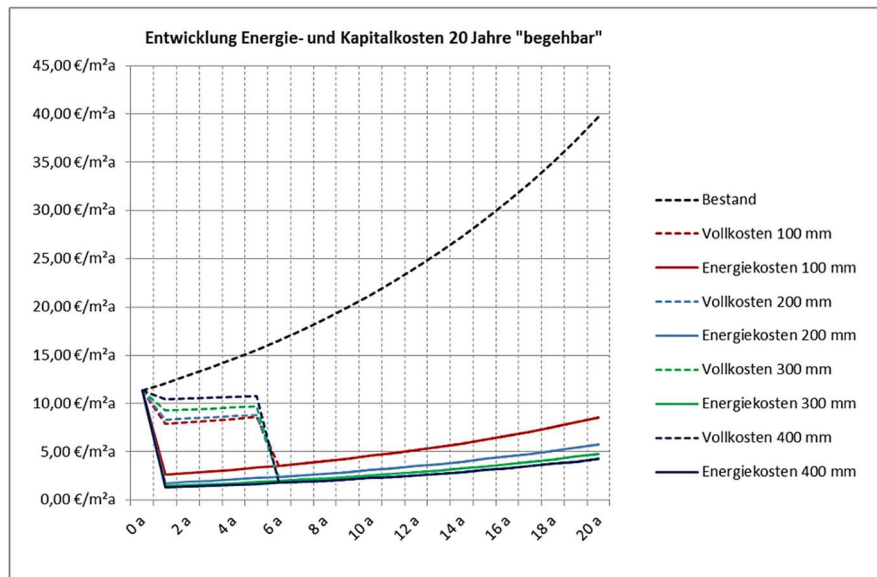


Abbildung 29: Entwicklung Energie- und Kapitalkosten 20 Jahre begebar, IpeG, 5 Jahre Tilgungszeit

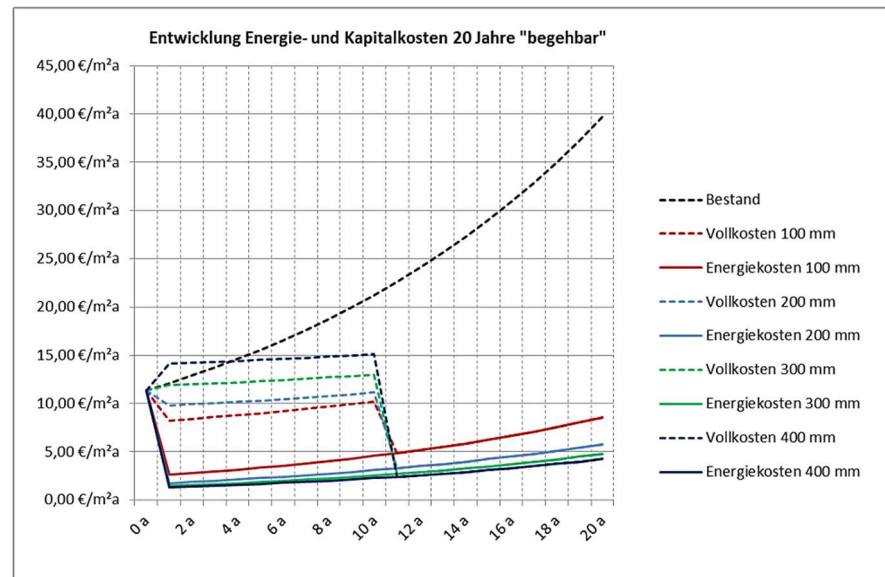


Abbildung 30: Entwicklung Energie- und Kapitalkosten 20 Jahre begebar, IWU, 10 Jahre Tilgungszeit¹⁾

- 1) Nach der statistischen Rechenformel des IWU-Instituts wären begehbare Ausführungen, die innerhalb fünf Jahren getilgt werden, während der Tilgungszeit mit erheblicher finanzieller Mehrbelastung für den Investor verbunden. Daher wurde die Tilgungszeit auf 10 Jahre verlängert.

Die kostenoptimierten Verfahren, die das IpeG-Institut untersuchte, können alle innerhalb von 5 Jahren getilgt werden ohne Mehrbelastung gegenüber der Kostenbelastung des Ist-Zustands. Jegliche Kostenentwicklungen bleiben unter der Kurve des Bestandes. Im Gegensatz dazu zeigt der Graph der IWU-Studie, dass selbst bei einer Tilgungszeit von 10 Jahren die Kostenkurve der Vollkosten bei 400 mm Dämmung in den ersten Jahren über der des Bestandes liegt.

2. Gesamtkosten nach ... Jahren

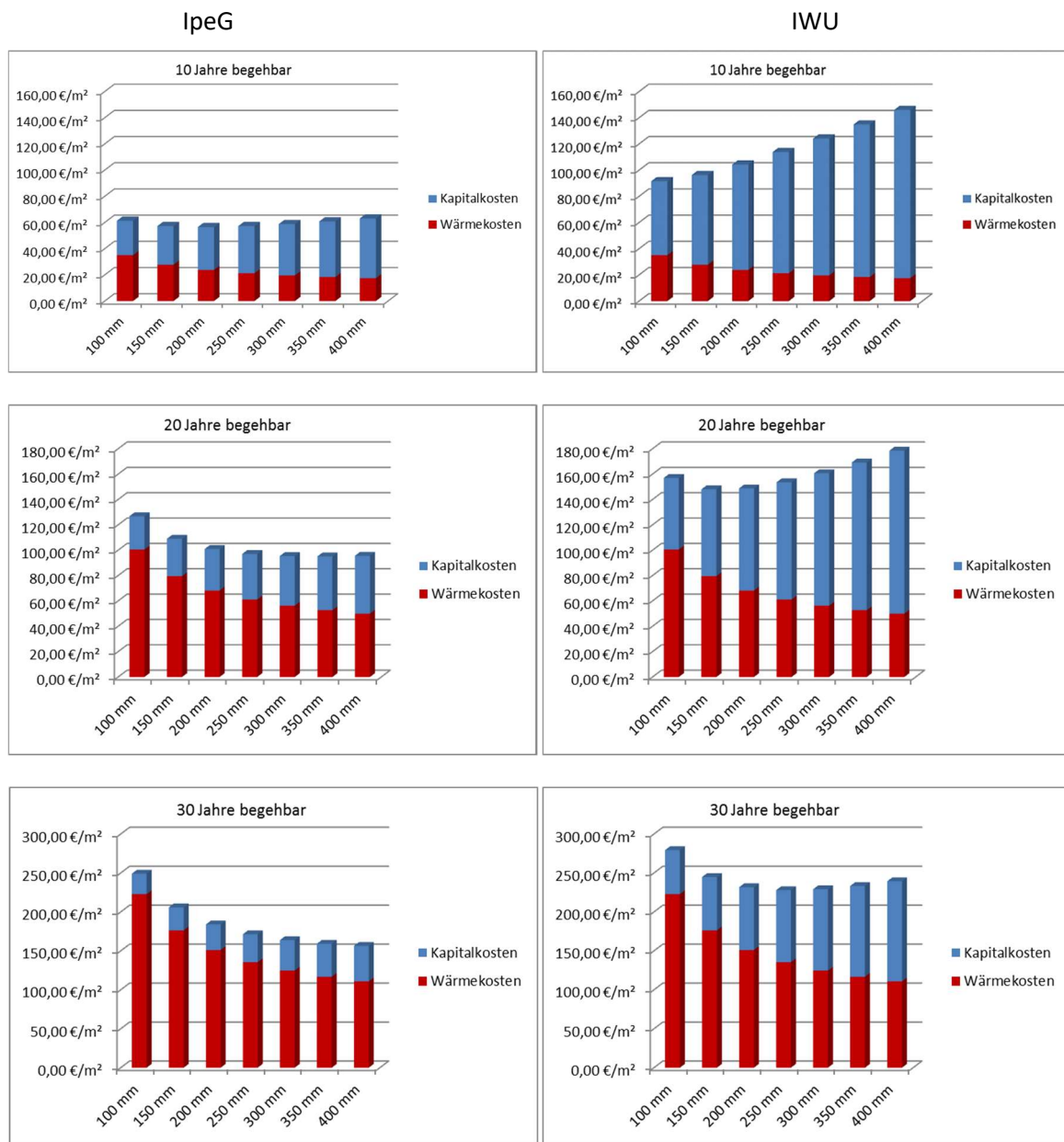


Abbildung 31: Vergleich der Gesamtkosten nach Jahren von IpeG und IWU, begehbare OGD

- Der Vergleich der Kostenentwicklungslinien (1.) zeigt, dass die IpeG-Lösungen auch mit 5 Jahren Tilgung geringere Gesamtkosten während der Tilgungszeit nach sich ziehen. Das ist bei den üblichen Verfahren nur mit einer 10-jährigen Tilgungszeit zu erreichen.
- Im Vergleich der Gesamtkosten über lange Zeit (2.) ist auffällig, dass viele normalerweise ausgeführten begehbaren Dämm Lösungen so hohe Kapitalkosten nach sich ziehen, dass der EnEV-Standard (150 mm) erst nach 20 Jahren die günstigste Lösung ist.
- KfW-Förderstandard (250 mm) ist üblicherweise erst über 30 Jahre betrachtet wirtschaftlich. Im kostenoptimierten Verfahren mit Einblasdämmung ist dieser schon innerhalb von 10 Jahren wirtschaftlich.
- Passivhausstandard (>350 mm) ist mit kostenoptimierten Lösungen schon innerhalb von 20 Jahren die wirtschaftlichste Lösung. Das ist mit den üblichen Verfahren auch innerhalb von 30 Jahren nicht zu erreichen.

6.3 „Optimale“ Dämmdicke

Die Berechnung des ROI für unterschiedliche Dämmdicken offenbart das Problem der üblichen Dämmpraxis. Die Kurven dieser Verfahren sind relativ steil. Die Zeiten des Return-of-Invest für die üblichen Verfahren steigen bei zunehmenden Dämmstoffdicken schnell an.

Markierungen: ■ Rot: EnEV 2009 ■ Gelb: KFW-Förder-Standard ■ Grün: Passivhausstandard

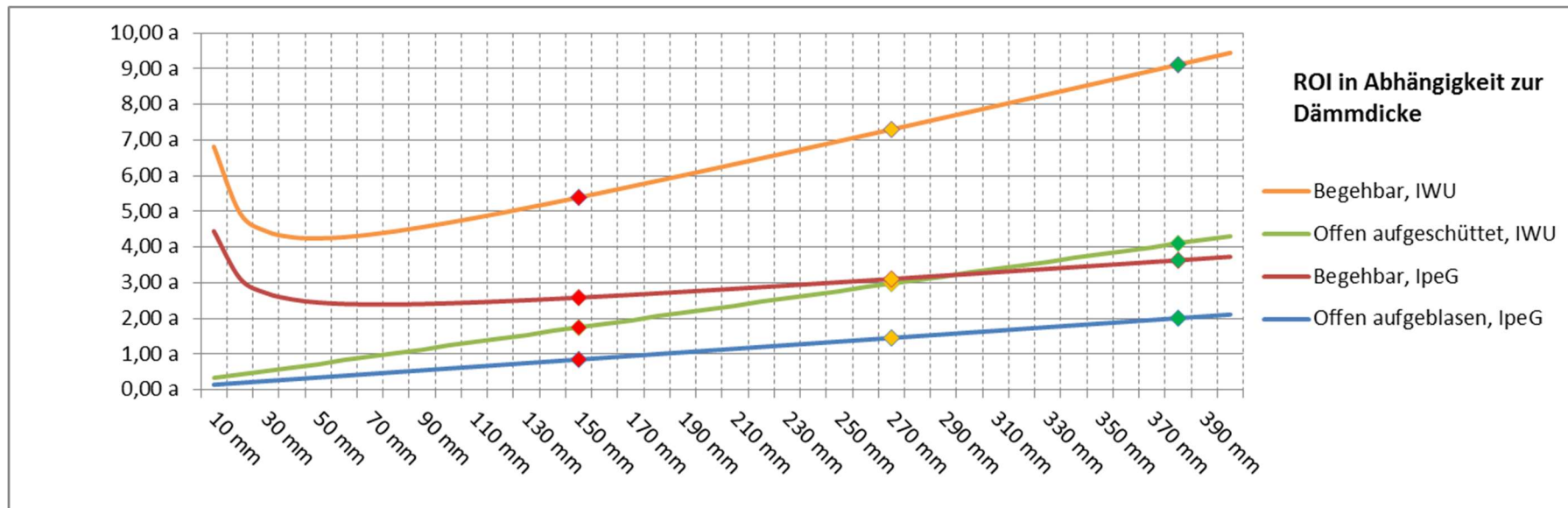


Abbildung 32: ROI in Abhängigkeit zur Dämmdicke

- Bei begehbaren Verfahren liegt der mindeste ROI der üblichen Verfahren bei etwa 50 mm Dämmdicke. EnEV-Standard ist erst ab einem ROI von 5 Jahren zu erreichen, KFW-Förderstandard mit einem ROI von über 7 Jahren, Passivhausstandard mit über 9 Jahren.
- Kostenoptimierte begehbare Verfahren mit Passivhausstandard zeigen einen ROI von weniger als 4 Jahren.
- Interessant ist, dass die üblichen „offenen“ Verfahren im KFW-Förderstandard den gleichen ROI wie die hochwertigere kostenoptimierte begehbare Ausführung zeigen.

6.4. Qualität

Bei dem Vergleich wurde davon ausgegangen, dass die vom IWU dokumentierten Ausführungen ordnungsgemäß ausgeführt wurden und die berechneten Einsparungen nach sich ziehen. Nach vielen Bau-
begehungen muss jedoch festgestellt werden, dass bei einer relativ großen Anzahl von Sanierungen nicht das eintritt, was rechnerisch zu erwarten ist. Insbesondere die Sanierungen mit Platten- und Mat-
tendämmstoffen zeigen häufig erhebliche Mängel, die wie folgt aufgelistet sind:

- Wärmebrücken an offenen Fugen (Schrumpfungerscheinungen von Plattendämmstoffen),
- Mangelnde Sorgfalt der Fugenbehandlung,
- Nicht fachgerechte Anschlüsse von Durchdringungen.
- Lücken an Anschlüssen zum Tragwerk werden nahezu niemals verstopft. Die Fugen bleiben offen, was wiederum Wärmebrückeneffekte verstärkt.
- Dämmplatten und Matten werden ohne jegliche Sorgfalt einfach lose hingelegt.
- Aufdopplungs-Konstruktionen bilden erhebliche Wärmebrücken.
- Luftspalten werden nicht verschlossen.
- Konstruktive Mängel (Dämmen auf Hohlschichten)



Abbildung 34: Mattendämmstoff mit Lücken verlegt



Abbildung 33: Nicht druckbelastbare Dämmung als Abstellraum



Abbildung 35: Aufsteigende Balken mit Mattendämmung



Abbildung 36: Nagelbinderkonstruktion mit Mattendämmstoff



Abbildung 37: Dachdämmung



Abbildung 38: Deckendämmung

(alle Fotos wurden vom IPEG-Institut in verschiedenen öffentlichen Objekten – Schulen – erstellt. Bei 60 untersuchten Dachböden wurden 2 vorgefunden, deren Dämmung perfekt war. Alle anderen ähnelten den oben abgebildeten. Alle Objekte waren öffentlich ausgeschrieben, wurden von Architekten begleitet und von Fach-Handwerkern ausgeführt. Die Schäden/Pfuscharbeiten können als repräsentativ angesehen werden)

Gegen diese Mängel bieten Auf- und Einblasdämmstoffe eine hohe Ausführungssicherheit. Sie werden ohne großen Aufwand und zusätzliche Arbeiten vollflächig und fugenfrei aufgetragen.



Abbildung 40: Aufsteigende Hölzer: fugenfrei



Abbildung 39: Homogene Dämmschicht ohne Lücken

Natürlich können auch mit diesen Dämmstoffen Ausführungsmängel nicht ausgeschlossen werden. Doch das Risiko ist vergleichsweise gering.

Die Ausführungsqualität kann in dieser statistischen Arbeit nicht berücksichtigt werden. Doch es steht zu vermuten, dass die energetischen Effekte, welche die üblichen Verfahren nach sich ziehen, bei weitem nicht das bewirken, was die Berechnungen erwarten lassen.

Auf- und Einblasdämmungen sind dies bezüglich wesentlich robuster und weniger fehlerbehaftet.

7. Übertragung auf den gesamten Markt

7.1 Gesamte Flächengröße „obere Geschossdecke“ in Deutschland

Die Gesamtfläche der obersten Geschossdecken in Deutschland ist unbekannt und muss geschätzt werden.

Die Gesamt-Wohnfläche in Deutschland beträgt ca. 3,4 Mrd. m². Pro Person stehen 42,5 m² Wohnfläche zur Verfügung. 52,9% wohnen in Mehrfamilienhäusern und 47,1 % in Ein- und Zweifamilienhäusern⁸.

Eine durchschnittliche Geschosshöhe von 3,0 m und ein durchschnittliches Verhältnis von Länge zur Breite einer Wohnung von 7,0 m / 6,1 m = 1,153 unterstellt, kann man den Anteil der obersten Geschossflächen an den Hüllflächen des Wohnungsbestands abschätzen.

Aus den Erhebungsdaten des Gebäudebestands⁹ wird geschätzt, dass 41,3% der oberen Abschlüsse OGD sind, davon 67% völlig ungedämmt (s. S. 6ff).

Tabelle 21: Abschätzung der gesamten OGD- Fläche in Deutschland

Abschätzung gesamte OGD-Fläche	
Wohnfläche	3.479.042.000 m ²
Bewohner	81.844.000
Fläche pro Bewohner	42,5 m ²
Gesamte Hüllfläche einer Wohnung	163,5 m ²
Flächenverhältnis	26,0%
Mehrfamilienhäuser, 4 Etagen ^{*)}	52,90%
Flächenverhältnis MFH	6,5%
EZH, 1,5 Etagen ^{*)}	47,10%
Flächenverhältnis EZH	17,3%
Mittel	11,6%
Obere Abschlüsse	403.757.317 m²
Davon OGD	41,3%
Davon nicht gedämmt	67,0%
Flächenpotenzial Wohngebäude	111.723.687 m²

^{*)} Die Anzahl der Etagen pro Gebäude ist geschätzt

Das Potenzial nicht gedämmter und wirtschaftlich sanierungsfähiger obersten Geschossdecken in Wohngebäuden wird auf mindestens 100 Mio. m² geschätzt.

Dazu kommen noch OGD in Nichtwohngebäuden (Schulen, Gewerbe-, Kommunal- und Verwaltungsgebäude) und jene, die nur geringfügig oder mangelhaft gedämmt sind.

Insgesamt kann man von einem OGD-Flächenpotenzial von mindestens 200 Mio. m² ausgehen.

Wahrscheinlich ist es weitaus größer.

⁸ Statistisches Bundesamt, Fachserie 5, R. 3, 2009, Wohnungsbestand Deutschlands in den Jahren 1997 bis 2009 *)

⁹ Datenbasis Gebäudebestand, Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand, Darmstadt, den 9.12.2010

7.2 Wirtschafts- und Einsparungspotenzial

Abschließend werden die Ergebnisse der Untersuchung auf das oben abgeschätzte Mindest-Flächenpotenzial übertragen. Dabei werden die Ergebnisse unserer eigenen Studie (IpeG) mit der Hochrechnung auf die IWU-Daten (IWU) verglichen bezüglich

- Endenergieeinsparung
- Wärmekostenminderung
- CO₂-Reduzierung
- Kennzahlen
- Return of Invest
- Kosten der CO₂-Vermeidung über 10 Jahre betrachtet.

Der ursprüngliche durch die 200 Mio. m² ungedämmte OGD bedingte Wärmebedarf beträgt 34.973 GWh/a, die Kosten dafür betragen 2,273 Mrd. €, der CO₂-Ausstoß beträgt 9,903 Mio. Tonnen.

Der mittlere λ -Wert der Dämmung für beträgt 0,040 W/(m*K)

Die Ergebnisse dieser Hochrechnung liefern unabhängig von der Kostenoptimierung beachtliche Zahlen:

Tabelle 22: Vergleich Einsparung IpeG und IWU

Ausführung	IpeG	IWU
Dämmdicke	0,23 m	0,13 m
Mittlere Einsparung	162,32 kWh/m ² a	153,88 kWh/m ² a
Mittlere Herstellkosten	21,77 €/m ²	33,28 €/m ²
Dämmstoffvolumen	46.890.396 m ³	25.500.000 m ³
Investitionsvolumen	4.353.910.742 €	6.656.007.590 €
Einsparung		
Endenergie	32.465 GWh/a	30.775 GWh/a
Wärmekosten	2.110.194.630 €/a	2.000.394.023 €/a
CO ₂ -Ausstoß	9.193.100 To/a	8.714.751 To/a
ROI	2,1 a	3,3 a
CO ₂ -Vermeidungskosten 10 a	47,36 €/To	76,38 €/To

Alles ist besser, als das in der Eingangsbetrachtung beschriebene Beharren auf dem energetisch ungenügenden Bestand.

7.3 Langfristige Potenzialabschätzung

Die Auswirkungen der teureren deutschen Dämmrealität lassen sich graphisch zeigen. Dafür werden in einem Gedankenexperiment alle Kosten bilanziert unter der Prämisse, dass jedes Jahr 10% der noch nicht gedämmten obersten Geschossdecken saniert werden, das ein Mindestziel sein sollte. Da die Maßnahme für sich genommen einen nachweislich sehr guten ROI hat (IpeG-2,1 Jahre und IWU 3,3 Jahre), können die Investitionen in 5 Jahren getilgt werden.

Daraus ergibt sich ein volkswirtschaftlich durchaus beachtliches Potenzial.

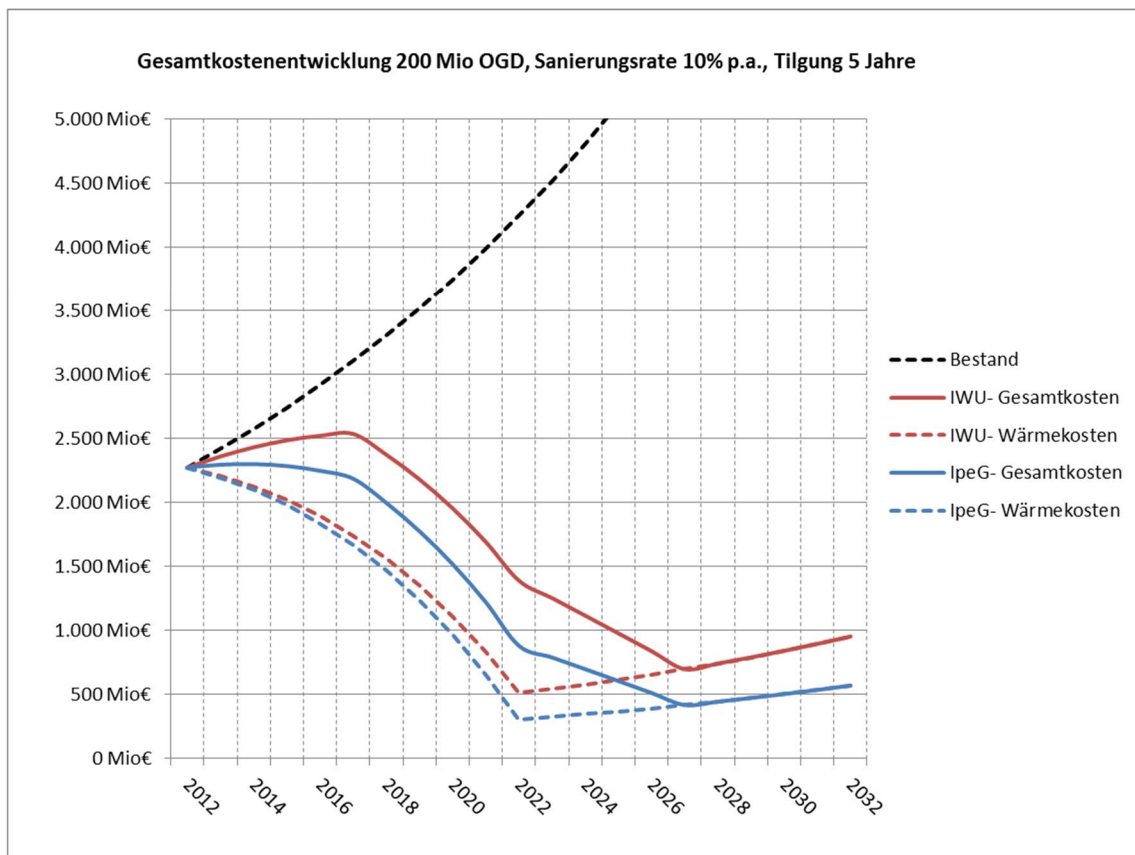


Abbildung 41: Gesamtkostenentwicklung

Feststellungen für Energie-Preissteigerungsraten von 6,45%, Inflation von 2% für Investitionskosten, Tilgung 5 Jahre bei 5% Kapitalverzinsung, Sanierungsrate 10% p.a..

- Die reinen Wärmekosten sinken jährlich ab bis auf ca. 1/8 dessen, was die Belassung des Bestands kosten würde.
- Die Gesamtkosten aus Wärme- und Kapitalkosten ziehen bei den üblichen Dämmmethoden (IWU) zwar insgesamt Mehrkosten nach sich, doch auch diese liegen unter den Kostensteigerungen bei Belassung des Bestands.
- Die kostenoptimierten Dämmmethoden (IpeG) führen sofort zu einer Stabilisierung der Gesamtkosten.

In der Gesamtbilanz über 10 Jahre summiert, reduzieren die üblichen Dämmmethoden die Gesamtkosten für die noch nicht sanierten OGD um ca. 10,7 Mrd. € (IWU) bis 13,9 Mrd. € (IpeG):

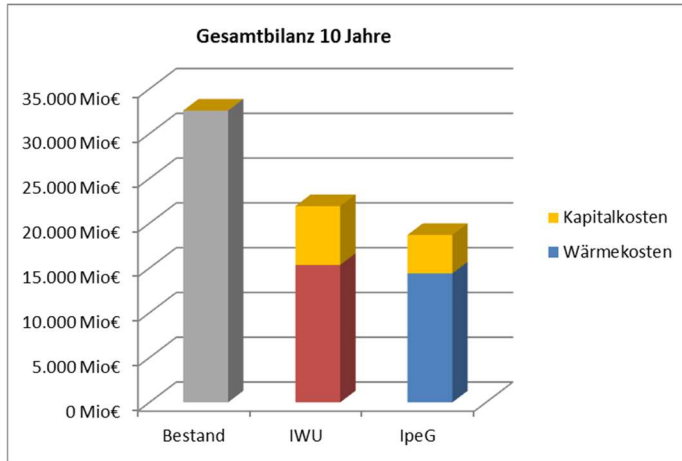


Abbildung 42: Gesamtbilanz 10 Jahre

Über 15 Jahre bilanziert ergeben sich Einsparungen von 31,5 Mrd. € (IWU) bis 36,6 Mrd. € (IpeG)

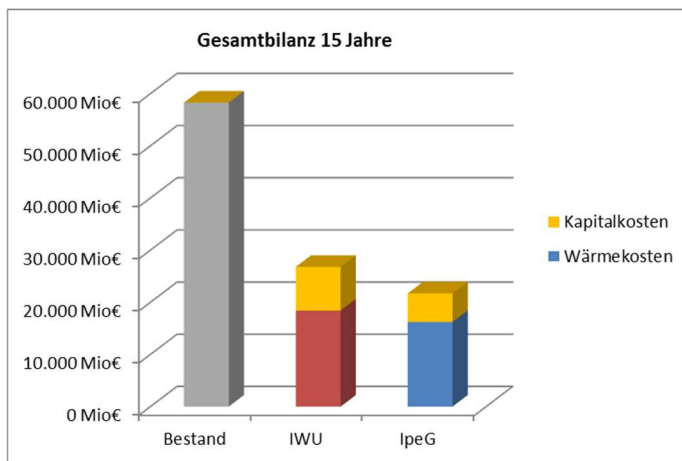


Abbildung 43: Gesamtbilanz 15 Jahre

Über 20 Jahre betrachtet beträgt die Einsparung 62,4 Mrd. € (IWU) bis 69,2 Mrd. € (IpeG)

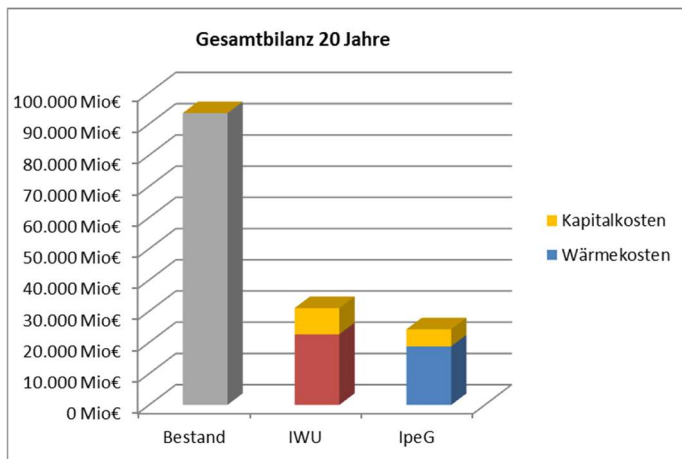


Abbildung 44: Gesamtbilanz 20 Jahre

8. Zusammenfassung

- Die öffentlich diskutierte Datenlage bzgl. der Dämmkosten der oberen Geschossdecke spiegelt nicht die Bau-Wirklichkeit wieder
- Der existierende EnEV-Standard ist sub-optimal.
- Essentielle bauphysikalische Grundlagen werden i.d.R. bei der Dämmung der oberen Geschossdecke ignoriert
- Die Sanierung des einfachsten Bauteils droht durch Falsch-Informationen unterschiedlicher Art zum Misserfolg zu werden.

9. Politische Ziele

Szenario „IPEG-Standard“

Wenn 10% der oberen Geschossdecken in Deutschland auf einen durchschnittlichen Dämmstandard von 23 cm Dämmung (IpeG-Mittelwert) gebracht würden,

- würden jährlich ein Fläche von 20 Mio. m² gedämmt.
- Das entspricht 4,6 Mio. m³ Dämmstoff.
- Es würden CO₂-Einsparungen in Höhe von 900.000 Tonnen pro Jahr zusätzlich generiert.
- Das jährliche Investitionsvolumen beträgt 435 Mio. €
- Jährliche Endenergieeinsparung: 3.250 GWh
- Jährliche (Heiz-)Kostenreduktion: 200 Mio. €.
- Eine Förderung (Subvention) ist nicht erforderlich!
- Eine Kampagne „Dämmung obere Geschossdecken“ sollte zum Initial für niederschwellige Maßnahmen insgesamt werden.

Szenario „Passivhaus-Standard“ vs. „EnEV-Standard“:

Wenn die geschätzt verbliebenen 200 Mio m² oberer Geschossdecken (statt auf EnEV-Niveau) auf „Passivhaus-Standard“ (40 cm Dämmdicke) gedämmt würden,

- Müssten insgesamt 2,1 Mrd. € mehr investiert werden
- Es ergäbe sich bei einer jährlichen Zusatz-Energieeinsparung von 2,7 Mrd. kWh
- Eine Zusatz-Heizkosteneinsparung von 174 Mio €
- Ein ROI der Zusatz-Investition von 12 Jahren
- Und eine Zusatz-CO₂-Einsparung von 760.000 to pro Jahr.

10. Schlussbemerkung

Die ermittelten Zahlen waren auch für die Autoren beeindruckend. Jährlich gehen allein durch nicht gedämmte oberste Geschossdecken fast 2,3 Mrd. € an Heizkosten verloren. Es bleibt zu hoffen, dass sie Eingang finden in die Überlegungen der Hersteller geeigneter Dämmstoffe, der Kommunen, der politischen Entscheidungsträger und vor allem bei den Eigentümern und Nutzern der Gebäude, die diese Rechnung bezahlen. Ohne solche hocheffizienten Maßnahmen wie die Dämmung der obersten Geschossdecken ist einerseits die Energiewende nicht zu bewältigen. Andererseits ist der überhöhte Energieverbrauch dieses Bauteils eine Kostenfalle mit volkswirtschaftlicher Relevanz.

Einige Entscheider haben das bereits erkannt und dämmen ihre obersten Gebäudedecken mit kosten-optimierten Verfahren konsequent auf Passivhausniveau. Die Stadt Köln sanierte damit ihre gesamten Schulen. Der Landkreis Marburg-Biedenkopf schreibt entsprechende Maßnahmen gerade aus und wird sie in der nächsten Zeit umsetzen. Andere Kommunen werden folgen.

Wir hoffen, dass sie Vorbilder sind für diejenigen, die sich nicht länger durch Fehlbehauptungen in die Irre führen lassen wollen.

Die Dämmung der obersten Geschossdecke ist zumindest derzeit die wohl effizienteste Energiesparmaßnahme, die es gibt!

Sie ist ein Gebot der wirtschaftlichen Vernunft.

Paderborn, September 2012

Literatur

Kostenoptimierte Verfahren

<http://www.isocell.at/hauptmenue/produkte/daemmstoffe/daemmstoffkonstruktionen/woody-fix.html>

<http://www.daemmraum.de/bauteile/boden/obere-geschossdecke.html>

<http://isofloc.de/index.php?das-isofloc-daemmhuelsensystem-waermedaemmung-fuer-oberste-geschossdecken>

Untersuchungen zum Thema Gebäudesanierung

<http://www.iwu.de/downloads/veroeffentlichungen/wohnen/>

Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden, BMVBS-Online-Publikation 07/2012, Hrsg.: BMVBS, Juni 2012

http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_340582/BBSR/DE/FP/ZB/Auftragsforschung/5EnergieKlima-Bauen/2012/KostenAnlagenteile/Endbericht.html?__nnn=true