



# Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern

Aktualisierung Januar 2024 der Studie „Im neuen Licht:  
Energetische Modernisierung von alten Fenstern“

# Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern

---

Diese Hilfestellung wurde erarbeitet von:

Verband Fenster + Fassade, Frankfurt am Main, und Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf



© 2024

Bildnachweis: stock.adobe.com, iStockphoto.com

## Inhaltsverzeichnis

---

1. Vorwort: Ausgangspunkt, Verfahren und Zielsetzung.....	5
2. Zusammenfassung .....	6
3. Gesamtbestand und energetische Eigenschaften von Fenstertypen .....	6
4. Modernisierungspotenzial in Deutschland .....	8
5. Zur Wirtschaftlichkeit neuer Fenster.....	10
6. Zur Wirtschaftlichkeit von Mehrinvestitionen gegenüber „Ohnehin-Maßnahmen“ .....	12
7. Austausch von Fenstern lohnt sich .....	13

Anhang 1 Grunddaten zum Fenstermarkt in Deutschland (1971-2023) ..... 14

Anhang 2 Erläuterungen zur Berechnung..... 18

Anhang 3 Literatur ..... 19

# Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern

---



## 1. Vorwort: Ausgangspunkt, Verfahren und Zielsetzung

Diese Studie zur energetischen Sanierung im deutschen Fenstermarkt setzt eine Reihe von Untersuchungen fort, die VFF und BF seit vielen Jahren gemeinsam veröffentlichen.<sup>1</sup> Sie enthält die aktualisierten statistischen Grunddaten der Verbände und die sich daraus ergebenden Berechnungen zu Energieeinsparpotenzialen durch den Einsatz neuer Fenster im deutschen Wohngebäudebestand.<sup>2</sup> Wie bereits in früheren Versionen der Studie erfolgt eine Unterteilung des Fensterbestands nach Fenstertypen. Damit lässt sich die tatsächliche energetische Qualität des heutigen Fensterbestands in Deutschland zuverlässig ermitteln. Bei der Berechnung der Energieeinsparpotenziale werden die solaren Gewinne durch transparente Bauteile berücksichtigt.

Die Studie enthält weiterhin Angaben zur Kostenbetrachtung auf Vollkostenbasis und unter Berücksichtigung der Förderung

nach der aktuell ab 1.1.2024 gültigen Förderrichtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) in Höhe von bis zu 20 %, die für den Fenstertausch gewährt wird.<sup>3</sup> Außerdem werden die Kosten auch im Vergleich zu einer „Ohnehin-Maßnahme“ betrachtet.

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit müssen die Kosten für die Energieeinsparungen durch die neuen Fenster, bezogen auf eine kWh, mit den ansonsten zu erwartenden Kosten für den Energiebezug verglichen werden. Liegen die Kosten der Kilowattstunde eingesparter Energie unter dem Einkaufspreis, ist die Maßnahme wirtschaftlich.

Die vorliegende Studie will damit – bei weiter wachsender Bedeutung der energetischen Sanierung des deutschen Gebäudebestandes – allen Stakeholdern Ausgangsdaten zu den Sanierungspoten-

zialen im deutschen Fensterbestand liefern und eine seriöse Bewertung der Frage ermöglichen, wann sich der Austausch von Bestandsfenstern in wirtschaftlicher Hinsicht lohnt.

<sup>1</sup> Vgl. VFF (2002), VFF-BF (2005), VFF-BF (2007), VFF-BF (2008), VFF-BF (2010), VFF-BF (2011), VFF-BF (2014), VFF-BF (2017) sowie VFF-BF (2021).

<sup>2</sup> Die Studie wurde erarbeitet von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser (†), Technische Universität München, und Dr. Rolf-Michael Lüking, der auch für die Überarbeitungen verantwortlich zeichnet. Das betrifft insbesondere die Tabellendaten auf den Seiten 9, 11 und 12.

<sup>3</sup> Die Förderrichtlinie sieht 15 % Grundförderung zzgl. 5 % im Rahmen eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) vor.

# Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern

---

## 2. Zusammenfassung

---

Drei veraltete Fenstertypen finden sich noch in großen Mengen im Bestand deutscher Wohngebäude: Fenster mit Einfachglas (Typ 1; 6 Mio. Fenstereinheiten), Verbund- und Kastenfenster (Typ 2; 35 Mio. FE) und Fenster mit unbeschichtetem Isolierglas (Typ 3; 168 Mio. FE). Würden diese zusammen 209 Mio. Fenstereinheiten gegen moderne Fenster ausgetauscht, ließen sich rund 46 Milliarden Kilowattstunden Energie und rund 11 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr einsparen.<sup>4</sup>

Der Austausch veralteter Fenster lohnt sich aber nicht nur ökologisch, sondern ist auch in hohem Maße wirtschaftlich. Die Kosten, die es verursacht, durch Fenstertausch Energie einzusparen, liegen – auf die kWh Energie umgerechnet – in der Regel schon heute unter dem aktuellen Energiebezugspreis.

Wenn ein Fenster „sowieso“ ausgetauscht werden soll, weil es beispielsweise den

funktionalen Anforderungen nicht mehr entspricht, sind für den Planer und Bauherren zwei Aspekte relevant, die dafür sprechen, nach dem Prinzip „wenn schon, denn schon“ zu verfahren. Dann sollte man gleich energetisch hochwertige, energieeffizientere Fenster mit einem U<sub>W</sub>-Wert von 0,95 W/(m<sup>2</sup>K) oder besser einbauen. Die Umwelt profitiert von geringeren Emissionen; es wird aktiver Klimaschutz praktiziert. Und der Geldbeutel wird geschont, weil die Energiekosten sinken und Fördermaßnahmen nach Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) oder die steuerliche Abzugsfähigkeit der Sanierung nach § 35c EStG bares Geld wert sind.

Neben der reinen Energieeinsparung bewirkt die Investition in den Fenstertausch weitere Verbesserungen, wie z. B. bei Behaglichkeit, Komfort, Schallschutz oder Sicherheit. Der Austausch erhöht darüber hinaus den Substanzwert der Immobilie.

## 3. Gesamtbestand und energetische Eigenschaften von Fenstertypen

---

Seit Bestehen der Bundesrepublik ergeben sich vier Phasen im Fensterbau, die eng mit der ökonomischen Entwicklung und den veränderten Rahmenbedingungen im Wärmeschutz zusammenhängen. Von 1950 bis 1978 dominierten einfachverglaste Fenster sowie Kasten- und Verbundfenster mit zwei Einzelscheiben. Ab 1978 kamen mit der ersten Wärmeschutzverordnung (WSchVO) verstärkt Isolierglasfenster auf den Markt. Ab 1995 setzte sich dann das beschichtete Wärmedämmglas (Low-E) durch. Seit 2005 werden Fenster mit Dreifach-Wärmedämmglas eingesetzt (2 Low-E-Beschichtungen), deren Marktanteil seit 2009 stark steigt.

<sup>4</sup> Berechnung unter Berücksichtigung solarer Gewinne.

## Gesamtmenngen von Fenstern in Deutschland

Fensterbestand in Deutschland		2020 Mio. FE	2023 Mio. FE
Typ 1	Fenster mit Einfachglas	11	6
Typ 2	Verbund- und Kastenfenster	39	35
Typ 3	Fenster mit unbeschichtetem Isolierglas	185	168
Typ 4	Fenster mit Zweischeiben-Wärmedämmglas (Low-E)	309	323
Typ 5	Fenster mit Dreischeiben-Wärmedämmglas (Low-E)	90	119
<b>Gesamt</b>		<b>634</b>	<b>651</b>

Bestand in Festereinheiten (1 FE = 1,3 x 1,3 m = 1,69 m<sup>2</sup>). Angaben gerundet. Quelle: VFF / BF, Stand 2024

Die energetischen Eigenschaften eines Fensters werden beschrieben durch seinen Wärmedurchgangskoeffizienten<sup>5</sup> (U-Wert), aus dem sich die Transmissionswärmeverluste ergeben, und durch den Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert), von dem

die solaren Energiegewinne abhängen. Der U-Wert hat sich bei Fenstern in den letzten 55 Jahren um rund 75 % verbessert, wie die nachstehende Tabelle zeigt. Je niedriger der Koeffizient, umso geringer sind die Wärmeverluste.

<sup>5</sup> Die Einheit für den Wärmedurchgangskoeffizienten ist W/(m<sup>2</sup>K). Generell gilt: je niedriger der Wärmedurchgangskoeffizient, desto besser ist das Fenster gedämmt.

## Wärmedurchgangskoeffizienten U<sub>w</sub> und g-Werte nach Fenstertypen im Gebäudebestand

Fenstertyp	Hauptsächlich verbaut	Durchschnittlicher U <sub>w</sub> -Wert in W/(m <sup>2</sup> K)	Durchschnittlicher g-Wert in %
1 Fenster mit Einfachglas	bis 1978	4,7	87
2 Verbund- und Kastenfenster	bis 1978	2,4	76
3 Fenster mit unbeschichtetem Isolierglas	1978-1995	2,7	76
4 Fenster mit Zweischeiben-Wärmedämmglas (Low-E)	1995-2008	1,5	60
5 Fenster mit Dreischeiben-Wärmedämmglas (2 x Low-E)	ab 2005	1,1	50

Die angegebenen Werte sind als Durchschnittswerte des Bestands dieser Baujahre berechnet. Der Bestand setzt sich aus Fenstern mit Rahmen unterschiedlicher Bautiefe und Wärmedämmleistung sowie aus Verglasungen mit verschiedenen Wärmedurchgangskoeffizienten und g-Werten zusammen (s. Tabelle in Anhang 1). Quelle: VFF / BF

Moderne Wärmedämmfenster weisen Dreischeiben-Wärmedämmglas mit zwei beschichteten Scheiben (so genannte Low-E-Verglasung) auf. Sie besitzen in Verbindung mit der hochentwickelten Dämm- und Dichtungstechnik des Rahmens eine mehr als viermal bessere Wärmedämmung als Fenster mit Einfachglas. Durch die Beschichtungen sinkt auch der g-Wert gegenüber alten, schlecht wär-

medämmenden Gläsern, ein Effekt, der im Sommer Vorteile mit sich bringt, in der Heizperiode allerdings zu einer Reduktion der nutzbaren solaren Wärmegewinne führt. Generell sind diese kostenlosen solaren Energiegewinne bei den Berechnungen dieser Studie berücksichtigt.

Der Fensterbestand besteht aus Fenstern vieler Größen, deren Rahmen unterschiedliche Bautiefen und Bauarten aufweisen. Dazu kommen Isoliergläser mit verschiedenen Wärmedurchgangskoeffizienten. In die Berechnung durchschnittlicher U<sub>w</sub>-Werte gehen daher die Wärmedurchgangskoeffizienten von Glas und Rahmen ein, wobei der jeweilige Anteil der Rahmen- und Glasarten berücksichtigt wird (s. Anhang 1).

# Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern

---

## 4. Modernisierungspotenzial in Deutschland

---

Mehr denn je von hohem Interesse in der aktuellen umweltpolitischen Zielsetzung sind neben dem Neubau vor allem die Energieeinsparpotenziale im Gebäudebestand (Wohn- und Nichtwohnbau).

Im Folgenden betrachtet werden die Auswirkungen eines Austauschs von Fenstern im Wohngebäudebestand unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sowie hinsichtlich der Aspekte Energieeinsparung und CO<sub>2</sub>-Reduktion. Ausgehend von den zuvor dargestellten Fenstertypen, die im Gebäudebestand vorgefunden werden, wird der Ersatz durch ein modernes Fenster mit Dreischeiben-Wärmedämmglas betrachtet, welches über einen U<sub>W</sub>-Wert von 0,95 W/(m<sup>2</sup>K) und einen g-Wert von 62 % verfügt.<sup>6</sup>

Das Potenzial zur Energieeinsparung zeigt die nachfolgende Übersicht im Einzelnen auf. Es wird deutlich, dass vor allem die

Modernisierung des großen Bestandes der Fenster mit veraltetem, unbeschichtetem Isolierglas (Typ 3) lohnen würde, da hier das höchste Einsparpotenzial realisierbar ist. Aber selbst im Bereich der Fenster mit Einfachglas (Typ 1) bietet sich noch Potenzial.

Fenster mit Einfachglas machen nach Einschätzung von VFF und BF immer noch rund 6 Millionen Fenstereinheiten im Bestand aus. Dieser Bestand weist im Durchschnitt aller Baujahre einen sehr ungünstigen Wärmedurchgangskoeffizienten von 4,7 W/(m<sup>2</sup>K) und schlechter auf. Das moderne Fenster mit Dreischeiben-Low-E-Glas vom Typ 5, das zum Vergleich herangezogen wird, verfügt über einen U<sub>W</sub>-Wert von 0,95 W/(m<sup>2</sup>K) und einen g-Wert von 62 %. Pro Fenstereinheit würden bei einem Austausch der Fenster mit Einfachglas im Jahr rund 491 kWh Energie bzw. 49 m<sup>3</sup> Erdgas eingespart.

Das gesamte Einsparpotenzial für Fenster mit Einfachglas liegt damit immer noch bei 2,9 Milliarden Kilowattstunden und rund 0,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.

Aber auch der Austausch von Fenstern mit veraltetem, unbeschichtetem Isolierglas (Typ 3) ist geboten. Bei einem Austausch würden hier pro Fenstereinheit im Jahr rund 222 kWh Energie bzw. 22 m<sup>3</sup> Erdgas eingespart, hochgerechnet auf den enorm hohen Bestand von 168 Mio. Fenstereinheiten liegt das Einsparpotenzial für diese Fenster bei rund 37 Milliarden Kilowattstunden und fast 9 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.

<sup>6</sup> Der U<sub>W</sub>-Wert wurde in Anlehnung an die Anforderungen der BEG für die Förderung von Einzelmaßnahmen bei der energetischen Sanierung gewählt. Unter Umständen ist dieser U<sub>W</sub>-Wert von Fenstertüren, die Barrierefreiheit gewährleisten, nicht einzuhalten.

## Energetisches Sanierungspotenzial von Fenstern in Deutschland 2023

Energetisches Sanierungspotenzial von Fenstern in Deutschland 2023	Fenstertypen im Gebäudebestand					Summe der sanierungswürdigen Typen 1 bis 3	Einheiten
	Typ 5 Mit Wärmedämmglas 3-fach	Typ 4 Mit Wärmedämmglas 2-fach	Typ 3 Mit Isolierglas unbeschichtet	Typ 2 Verbund- und Kasten- fenster	Typ 1 Fenster mit Einfachglas		
Fensterbestand in Fenstereinheiten FE (1 FE = 1,69 m <sup>2</sup> )	119	323	168	35	6	209	Mio. FE
Hauptsächlich verbaut von ... bis ...							
U <sub>W</sub> -Wert bis 1978 g-Wert					4,7 87		W/(m <sup>2</sup> K) %
U <sub>W</sub> -Wert bis 1978 g-Wert				2,4 76			W/(m <sup>2</sup> K) %
U <sub>W</sub> -Wert 1978-1995 g-Wert			2,7 76				W/(m <sup>2</sup> K) %
U <sub>W</sub> -Wert bis 1995-2008 (2-fach) g-Wert		1,8 - 1,3 58 - 63					W/(m <sup>2</sup> K) %
U <sub>W</sub> -Wert bis 1995-2008 (3-fach) g-Wert	0,8 - 1,1 45 - 60						W/(m <sup>2</sup> K) %
Bei einem Gradtagszahlfaktor von 75 kWh u. einem Jahresnutzungsgrad der Heizungsanlage von 85 % (e <sub>g</sub> = 1,2) ergibt sich unter Berücksichtigung solarer Gewinne als Energieeinsparung in kWh bezogen auf FE (1,69 m <sup>2</sup> ):	Austausch energetisch wenig sinnvoll		222,0	176,0	491,0		kWh (FE*a)
Umrechnung in m <sup>3</sup> Erdgas			22,2	17,6	49,1		m <sup>3</sup> (FE*a)
Energetische Sanierungspotenziale in Mrd. kWh			37,3	6,2	2,9	46,4	Mrd. kWh/a
Umgerechnet in Mrd. Kubikmeter Erdgas		3,7	0,6	0,3	4,6	Mrd. Kubikmeter Erdgas/a	
Umgerechnet in Mio. Tonnen CO <sub>2</sub>		8,9	1,5	0,7	10,8	Mio. Tonnen CO <sub>2</sub> /a	

# Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern

---

## 5. Zur Wirtschaftlichkeit neuer Fenster

---

Die Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit erfolgen hier als dynamische Annuitätsrechnungen, in denen die Kosten für Energieeinsparungen ermittelt werden. Ausgewiesen wird ein Preis für eine Kilowattstunde eingesparter Energie (in €Cent/kWh). In diese Größe fließen neben den Annahmen zur Abschreibungszeit der Investition lediglich Ansätze zum Kapitalzins sowie der allgemeinen Inflationsrate ein (zur Methodik vgl. Anhang 2). Anders gesagt: Es wurde berechnet, wie viel Energie ein neues Fenster über seine Lebensdauer im Vergleich zu einem alten einsparen würde, und mit dem Preis des Fenstertausches wurden die Kosten pro einzusparender kWh ermittelt.

Als wirtschaftlich ist die Maßnahme dann anzusehen, wenn diese Kosten unter den zu erwartenden Kosten für die Energie liegen, die ansonsten – wenn die alten Fenster beibehalten werden – bezogen werden muss.

Die Preise für Energie sind in der aktuellen Situation volatil und werden voraussichtlich weiter steigen. Der Ukraine-Krieg und die eingeleiteten Sanktionen gegen Russland haben die Preise zunächst extrem steigen lassen, was die Bundesregierung zur Einführung eines Energiepreis-

deckels veranlasste. Aktuell, Ende 2023, liegen die Marktpreise zwar teils deutlich unter dieser Grenze. Durch andere Einflüsse können sie in der Zukunft aber wieder stark ansteigen. So steigt der CO<sub>2</sub>-Preis ab 1. Januar 2024 von 30 auf 45 Euro pro Tonne ausgestoßenes CO<sub>2</sub> und wird damit auch den Erdgaspreis erhöhen<sup>7</sup>. Die vorliegende Studie überlässt es daher dem Leser, aktuelle Preise zum Vergleich heranzuziehen und die weitere zukünftige Entwicklung des Energiepreises zu beurteilen.

Wir gehen bei unseren Berechnungen von modernen Fenstern aus Kunststoff, Holz, Holz-Aluminium und Aluminium mit marktüblicher, durchschnittlicher Ausstattung ohne Extras (z. B. Schlösser, besondere Sicherheitsmerkmale und mechanische Steuerung sowie Sprossen etc.) aus. Der durchschnittliche Marktpreis für ein modernes neues Fenster der Größe 1,3 x 1,3 m mit Dreischeiben-Wärmedämmglas wurde für alle Rahmenmaterialien (Kunststoff, Holz, Holz-Aluminium und Aluminium) erhoben und daraus ein mit den Marktanteilen dieser Rahmenmaterialien für das Jahr 2023 gewichteter Durchschnitt ermittelt. Da das Rahmenmaterial Aluminium für den Wohnungsbau kaum eine Rolle spielt, wurde auch ein ge-

wichteter Durchschnitt der anderen Rahmenmaterialien ohne Aluminium ermittelt. Berücksichtigt sind jeweils die Montagekosten ohne Ausbau und Entsorgung sowie die Mehrwertsteuer (derzeit 19%)<sup>8</sup>.

Nach der aktuellen Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) wird zum 1.1.2024 der Fenstertausch als Einzelmaßnahme mit einem Zuschuss von 15 % gefördert. Bei Vorliegen eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) ergeben sich weitere Zuschüsse von 5 %. In den folgenden Tabellen werden daher die entsprechend um 20 % reduzierten Preise sowie die daraus resultierenden Kosten der eingesparten Energie mit aufgeführt.

Die Auswertung zeigt, ab welchem Beschaffungspreis für bezogene Energie sich ein Fenstertausch wirtschaftlich lohnt. Liegt der Beschaffungspreis für Gas z. B. bei 10 €Cent/kWh, wäre er für alle Konstruktionsarten der Tabelle auf Seite 11 mit kleineren Werten als „10“ wirtschaftlich.

<sup>7</sup> Haushaltsfinanzierungsgesetz von Dezember 2023, [www.bgbl.de](http://www.bgbl.de)

<sup>8</sup> Durchschnittspreise gerundet auf volle Euro-Beträge. Stand Herbst 2023.

## Kosten der eingesparten Energie durch Fenstertausch (Vollkosten-Betrachtung)

Tausch gegen ein Fenster mit Dreifach-Wärmedämmglas ( $U_W = 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und $g = 62 \%$ )				Fenstertypen im Bestand									
Rahmenmaterial	Marktanteil in %	Preis je Fenster in €	Preis je Fenster in €	Typ 5 Mit Wärmedämmglas 3-fach	Typ 4 Mit Wärmedämmglas 2-fach	Typ 3 Mit Isolierglas unbeschichtet	Typ 2 Verbund- und Kastenfenster	Typ 1 Fenster mit Einfachglas					
		ohne Förderung	mit 20 % Förderung					ohne	mit	ohne	mit		
				Kosten der eingesparten Energie in €Cent/kWh ohne bzw. mit 20 % Förderung									
				Austausch energetisch wenig sinnvoll									
Holz	10,0	825 €	660 €					9,1	7,3	11,5	9,2	4,1	3,3
Holz-Aluminium	5,6	960 €	768 €					10,6	8,5	13,4	10,7	4,8	3,8
Kunststoff	59,7	598 €	478 €					6,6	5,3	8,3	6,7	3,0	2,4
Aluminium	24,7	1.153 €	922 €					12,8	10,2	16,1	12,9	5,8	4,6
Gewichteter Durchschnitt Wohnbaufenster ohne Aluminium	75,3	655 €	524 €					7,3	5,8	9,1	7,3	3,3	2,6
Gewichteter Durchschnitt alle Rahmenmaterialien	100	788 €	630 €					8,6	6,9	10,9	8,7	3,9	3,1

Der Austausch alter Fenster vom Typ 1 (Einfachglas) dürfte in jedem Fall, selbst ohne die 20 %ige Förderung, wirtschaftlich sein, da die Vergleichskosten der zu beziehenden Energie für alle im Wohnbau gängigen Rahmenmaterialien nach heutigem Stand über den Kosten der eingespar-

ten Energie liegen. Auch der Austausch von Fenstern vom Typ 2 (Verbund- und Kastenfenster) und vom Typ 3 (mit unbeschichtetem Isolierglas) ist – ggf. unter Berücksichtigung der 20 %igen Förderung – wirtschaftlich.

# Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern

## 6. Zur Wirtschaftlichkeit von Mehrinvestitionen gegenüber „Ohnehin-Maßnahmen“

Betrachtet wurden bislang die Vollkosten eines Fenstertausches. Von Interesse ist außerdem die Wirtschaftlichkeit der Investition in das beschriebene, hochwertige moderne Fenster ( $U_W$ -Wert  $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ; g-Wert 62 %) im Vergleich zu einer „Ohnehin-Maßnahme“, also einem Fenstertausch, der nicht aus energetischen, sondern aus funktionalen Gründen erforderlich ist (Funktionsstörung, Funktionsausfall, Verschleiß). Als Vergleichsmaßstab ziehen wir hierfür einen Fensterstandard heran, der vom Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2023 als Mindestanforderung für den Austausch verlangt wird:  $U_W$ -Wert  $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  (in der Praxis bedeutet das eine Ausführung mit Zweischeiben-Wärmedämmglas; g-Wert 60 %).

Die analogen Marktpreise für ein solches Fenster nach Mindestanforderung in der Größe  $1,3 \times 1,3 \text{ m}$  inkl. Montage und MwSt. wurden wie oben beschrieben ermittelt, und mit den Marktanteilen der Rahmenmaterialien wurden gewichtete Durchschnittspreise gebildet.<sup>9</sup>

Entscheidet man sich im Falle des „Ohnehin“ anstehenden Fenstertausches dazu, in das hochwertige moderne Fenster ( $U_W$ -Wert  $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ; g-Wert 62 %) statt des Fensters nach Mindestanforderung zu investieren, so betragen die Mehrkosten je Fenster in der Größe  $1,3 \times 1,3 \text{ m}$  bei den im Wohnbau üblichen Rahmenmaterialien zwischen 69,- und 86,- € inkl. Montage und MwSt.

Die Kosten für eine Kilowattstunde zusätzlich eingesparter Energie betragen dann, wie folgende Tabelle zeigt, je nach Rahmenmaterial zwischen 2,8 und 3,6 €Cent/kWh. Das liegt deutlich unter aktuellen Vergleichspreisen für zu beziehende Energie. Im Falle des ohnehin anstehenden Fenstertausches ist daher die Entscheidung für die Mehrinvestition in das beschriebene, hochwertige moderne Fenster in jedem Fall als wirtschaftlich anzusehen. Wenn für das hochwertige moderne Fenster die 20 %ige Förderung abgezogen wird, so liegen die geförderten Preise sogar durchgehend unter den Preisen für das Fenster nach Mindestanforderung, so dass sich negative Kosten für die höherwertige Maßnahme ergeben.

<sup>9</sup> Durchschnittspreise gerundet auf volle Euro-Beträge. Stand Herbst 2023.

### Kosten der eingesparten Energie gegenüber „Ohnehin-Maßnahmen“

**Tausch gegen ein Fenster mit Dreifach-Wärmedämmglas ( $U_W = 0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und  $g = 62 \%$ ) statt eines Fensters nach GEG-Mindestanforderung ( $U_W = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und  $g = 60 \%$ )**

Rahmenmaterial	Marktanteil in %	Preis je Fenster mit Dreifach-Wärmedämmglas in €		Preis je Fenster nach GEG-Mindestanforderung in €	Kosten der zusätzlich eingesparten Energie in €Cent/kWh	
		ohne Förderung	mit 20 % Förderung		ohne Förderung	mit 20 % Förderung
Holz	10,0	825 €	660 €	751 €	3,1	-3,8
Holz-Aluminium	5,6	960 €	768 €	874 €	3,6	-4,4
Kunststoff	59,7	598 €	478 €	529 €	2,8	-2,1
Aluminium	24,7	1.153 €	922 €	1.061 €	3,8	-5,7
Gewichteter Durchschnitt Wohnbaufenster ohne Aluminium	75,3	655 €	524 €	584 €	2,9	-2,5
Gewichteter Durchschnitt alle Rahmenmaterialien	100	788 €	630 €	702 €	3,1	-3,3

## 7. Austausch von Fenstern lohnt sich

---

Durch die Energieeinsparung rentiert sich der Fenstertausch wirtschaftlich. Er trägt durch CO<sub>2</sub>-Einsparung außerdem zum Erreichen der politischen Klimaziele im Gebäudebestand bei und wird daher auch im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) gefördert. Neben der Kostenersparnis durch den geringeren Energieverbrauch steigt auch die Versorgungssicherheit, denn sowohl Gas als auch Strom für moderne Heizsysteme werden nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen.

Die energetische Sanierung mit neuen Fenstern ist wichtig und richtig, um die Effizienz der Hülle zu verbessern um damit die Voraussetzungen für einen zukünftigen wirtschaftlichen Betrieb von Heizungssystemen zu gewährleisten.

Daneben erzielen hochwertige moderne Fenster gegenüber veralteten Bestandsfenstern eine Reihe weiterer Modernisierungseffekte, wie z. B. Gewinne an:

- Behaglichkeit (durch höhere Oberflächentemperaturen der besser gedämmten Glasflächen)
  - Bedienungskomfort
  - Pflegeleichtigkeit (z. B. der Oberflächen)
  - Sicherheit
  - Schalldämmung
- sowie
- Verbesserte Nachhaltigkeit / Ökologie
  - Steigerung des Substanzwertes der Immobilie
  - Verbesserung der Vermietbarkeit.

Investitionen in den Fenstertausch sind also auch Investitionen in diese Modernisierungseffekte. Der Austausch alter Fenster mit Einfachglas, umweltpolitisch ohnehin notwendig, drängt sich daher für jeden Haus- und Wohnungseigentümer sowie für Eigentümer von Nichtwohngebäuden geradezu auf.

Bei Fenstern der Generation vor 1995, deren Rahmen und Dichtungen noch in gutem Zustand sind, kann auch das Auswechseln von unbeschichtetem Isolierglas gegen modernes Low-E-Wärmedämmglas eine interessante Option sein. In der Regel wird es sich hier um Zweischeiben-Wärmedämmglas handeln, weil die vorhandenen Rahmen- bzw. Falzbreiten den Einsatz von Dreischeiben-Wärmedämmglas nicht erlauben.

In der aktuellen Förderrichtlinie zum 1. Januar 2024 bündelt die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) eine Vielzahl bestehender Förderprogramme und macht es damit leichter, die Förderung zu beantragen. Neben der BEG bleiben die steuerliche Förderung selbst genutzten Wohnraums nach § 35c EStG und die Förderung der Energieberatung bestehen.

# Anhang 1

Vermarktete Fenster in Deutschland <sup>10</sup> U-Werte, Stand 03-2023			1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
<b>Fenstermarkt Marktzahlen</b>											
Holz	In Mio. Einheiten*		5,6	6,8	7,0	7,6	7,0	6,7	6,4	6,3	7,0
Kunststoff			1,0	1,3	1,7	2,0	2,5	3,0	3,6	4,2	5,5
Aluminium	* 1 Einheit = 1,69 m <sup>2</sup>		5,7	6,3	6,1	6,0	5,5	4,9	5,1	4,8	5,0
Holz-Aluminium			0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Markt gesamt</b>			<b>12,3</b>	<b>14,4</b>	<b>14,8</b>	<b>15,6</b>	<b>15,0</b>	<b>14,6</b>	<b>15,1</b>	<b>15,3</b>	<b>17,5</b>
* Quelle: BF/VFF											
<b>Marktanteile Glastypen</b>											
Einfachglas	U <sub>g</sub> = 5,8	W/(m <sup>2</sup> K)	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	20,0%	0,0%
Kasten-/Verbundfenster	U <sub>g</sub> = 2,8	W/(m <sup>2</sup> K)	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	5,0%
Isolierglasglas 4/12/4 (unbeschichtet)	U <sub>g</sub> =2,8	W/(m <sup>2</sup> K)								10,0%	95,0%
2-fach Wärmedämmglas 1. Generation	U <sub>g</sub> = 1,4	W/(m <sup>2</sup> K)									
2-fach Wärmedämmglas 2. Generation	U <sub>g</sub> = 1,2	W/(m <sup>2</sup> K)									
2-fach Wärmedämmglas 3. Generation	U <sub>g</sub> = 1,1	W/(m <sup>2</sup> K)									
3-fach Wärmedämmglas	U <sub>g</sub> = 0,7	W/(m <sup>2</sup> K)									
<b>Glastypen in Mio. m<sup>2</sup></b>											
Einfachglas			4,4	5,1	5,3	5,5	5,3	5,2	5,4	3,6	0,0
Kasten-/Verbundfenster			10,2	11,9	12,3	12,9	12,4	12,1	12,5	12,7	1,0
Isolierglas 4/12/4 (unbeschichtet)			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	19,7
2-fach Wärmedämmglas 1. Generation			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-fach Wärmedämmglas 2. Generation			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-fach Wärmedämmglas 3. Generation											
3-fach Wärmedämmglas											
Anteil Verglasung mit „warmer Kante“ (Psi-Wert von 0,06)											
	<b>Mittl. U<sub>g</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>3,7</b>	<b>3,4</b>	<b>2,8</b>						
<b>U-Werte Rahmentypen</b>											
Holz-Einfachfenster (Hartholz)	U <sub>f</sub> = 1,9	W/(m <sup>2</sup> K)	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	95,0%
Holz-Einfachfenster (Weichholz)	U <sub>f</sub> = 1,5	W/(m <sup>2</sup> K)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Holz-Kastenfenster (Hartholz)	U <sub>f</sub> = 1,4	W/(m <sup>2</sup> K)	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	70,0%	5,0%
Holz-Einfachfenster (Typ 1)	U <sub>f</sub> = 1,1	W/(m <sup>2</sup> K)									
Holz-Einfachfenster (Typ 2)	U <sub>f</sub> = 0,9	W/(m <sup>2</sup> K)									
	<b>Mittl. U<sub>f</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>							
Kunststoff-Fenster 2-kammrig	U <sub>f</sub> = 2,2	W/(m <sup>2</sup> K)	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Kunststoff-Fenster 3-kammrig	U <sub>f</sub> = 1,8	W/(m <sup>2</sup> K)									
Kunststoff-Fenster mehr-kammrig (Typ 1)	U <sub>f</sub> = 1,4	W/(m <sup>2</sup> K)									
Kunststoff-Fenster mehr-kammrig (Typ 2)	U <sub>f</sub> = 1,1	W/(m <sup>2</sup> K)									
Kunststoff-Fenster mehr-kammrig (Typ 3)	U <sub>f</sub> = 0,9	W/(m <sup>2</sup> K)									
	<b>Mittl. U<sub>f</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>2,2</b>								
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 3	U <sub>f</sub> = 7,0	W/(m <sup>2</sup> K)	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	90,0%
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 2.3	U <sub>f</sub> = 5,0	W/(m <sup>2</sup> K)									10,0%
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 2.2	U <sub>f</sub> = 3,8	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 2.1	U <sub>f</sub> = 3,0	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 1	U <sub>f</sub> = 2,2	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster heute (Typ 1)	U <sub>f</sub> = 1,9	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster heute (Typ 2)	U <sub>f</sub> = 1,4	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster heute (Typ 3)	U <sub>f</sub> = 1,1	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster heute (Typ 4)	U <sub>f</sub> = 0,9	W/(m <sup>2</sup> K)									
	<b>Mittl. U<sub>f</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>7,0</b>	<b>6,8</b>							
Holz-Metall-Fenster (Typ 1)	U <sub>f</sub> = 1,7	W/(m <sup>2</sup> K)	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Holz-Metall-Fenster (Typ 2)	U <sub>f</sub> = 1,3	W/(m <sup>2</sup> K)									
Holz-Metall-Fenster (Typ 3)	U <sub>f</sub> = 1,1	W/(m <sup>2</sup> K)									
Holz-Metall-Fenster (Typ 4)	U <sub>f</sub> = 0,9	W/(m <sup>2</sup> K)									
	<b>Mittl. U<sub>f</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>1,7</b>								
<b>Alle Fensterrahmenmaterialien</b>	<b>Mittl. U<sub>f</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>3,9</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,4</b>	<b>3,4</b>
<b>Mittlerer U<sub>w</sub>-Wert aller Fenster nach Tabelle</b>		W/(m <sup>2</sup> K)	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,7	3,4	3,0
<b>Durchschnittlicher U<sub>w</sub>-Wert 1971 - 1978</b>							<b>3,7</b>				
<b>Durchschnittlicher U<sub>w</sub>-Wert 1979 - 1994</b>											



# Anhang 1

Vermarktete Fenster in Deutschland U-Werte, Stand 06-2021			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Fenstermarkt Marktzahlen</b>											
Holz	In Mio.Einheiten*		5,9	5,4	4,6	3,5	3,5	2,8	2,8	2,3	2,5
Kunststoff			12,1	12,1	10,7	8,6	8,1	7,2	7,2	6,5	7,2
Aluminium	* 1 Einheit = 1,69 m <sup>2</sup>		3,9	3,5	3,5	3,1	2,6	2,6	2,4	2,2	2,3
Holz-Aluminium			0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
<b>Markt gesamt</b>			<b>22,6</b>	<b>21,8</b>	<b>19,5</b>	<b>16,0</b>	<b>14,7</b>	<b>13,2</b>	<b>13,1</b>	<b>11,6</b>	<b>12,6</b>
* Quelle: VFF											
<b>Marktanteile Glastypen</b>											
Einfachglas	U <sub>g</sub> = 5,8	W/(m <sup>2</sup> K)									
Kasten-/Verbundfenster	U <sub>g</sub> = 2,8	W/(m <sup>2</sup> K)									
Isolierglas 4/12/4 (unbeschichtet)	U <sub>g</sub> = 2,8	W/(m <sup>2</sup> K)	15,0%	9,0%	5,0%	5,0%	4,0%				
2-fach Wärmedämmglas 1. Generation	U <sub>g</sub> = 1,4	W/(m <sup>2</sup> K)	85,0%	45,0%	30,0%	20,0%	6,0%				
2-fach Wärmedämmglas 2. Generation	U <sub>g</sub> = 1,2	W/(m <sup>2</sup> K)		46,0%	65,0%	75,0%	90,0%	100,0%	90,0%	75,0%	26,0%
2-fach Wärmedämmglas 3. Generation	U <sub>g</sub> = 1,1	W/(m <sup>2</sup> K)							10,0%	20,0%	65,0%
3-fach Wärmedämmglas	U <sub>g</sub> = 0,7	W/(m <sup>2</sup> K)								5,0%	9,0%
<b>Glastypen in Mio. m<sup>2</sup></b>											
Einfachglas			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kasten-/Verbundfenster			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Isolierglas 4/12/4 (unbeschichtet)			4,0	2,3	1,2	0,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
2-fach Wärmedämmglas 1. Generation			22,7	11,6	6,9	3,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2-fach Wärmedämmglas 2. Generation			0,0	11,9	15,0	14,2	15,7	15,7	13,9	10,3	3,9
2-fach Wärmedämmglas 3. Generation									1,5	2,7	9,7
3-fach Wärmedämmglas										0,7	1,3
Anteil Verglasung mit „warmer Kante“ (Psi-Wert von 0,06)											
	<b>Mittl. U<sub>g</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,2</b>	<b>1,1</b>
<b>U-Werte Rahmentypen</b>											
Holz-Einfachfenster (Hartholz)	U <sub>f</sub> = 1,9	W/(m <sup>2</sup> K)	60,0%	60,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%
Holz-Einfachfenster (Weichholz)	U <sub>f</sub> = 1,5	W/(m <sup>2</sup> K)	40,0%	40,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%	60,0%
Holz-Kastenfenster (Hartholz)	U <sub>f</sub> = 1,4	W/(m <sup>2</sup> K)									
Holz-Einfachfenster (Typ 1)	U <sub>f</sub> = 1,1	W/(m <sup>2</sup> K)									
Holz-Einfachfenster (Typ 2)	U <sub>f</sub> = 0,9	W/(m <sup>2</sup> K)									
	<b>Mittl. U<sub>f</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>1,7</b>								
Kunststoff-Fenster 2-kammrig	U <sub>f</sub> = 2,2	W/(m <sup>2</sup> K)									
Kunststoff-Fenster 3-kammrig	U <sub>f</sub> = 1,8	W/(m <sup>2</sup> K)	50,0%	40,0%	30,0%	20,0%	10,0%	5,0%	5,0%		
Kunststoff-Fenster mehr-kammrig (Typ 1)	U <sub>f</sub> = 1,4	W/(m <sup>2</sup> K)	50,0%	60,0%	70,0%	80,0%	90,0%	95,0%	95,0%	100,0%	100,0%
Kunststoff-Fenster mehr-kammrig (Typ 2)	U <sub>f</sub> = 1,1	W/(m <sup>2</sup> K)									
Kunststoff-Fenster mehr-kammrig (Typ 3)	U <sub>f</sub> = 0,9	W/(m <sup>2</sup> K)									
	<b>Mittl. U<sub>f</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 3	U <sub>f</sub> = 7,0	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 2.3	U <sub>f</sub> = 5,0	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 2.2	U <sub>f</sub> = 3,8	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 2.1	U <sub>f</sub> = 3,0	W/(m <sup>2</sup> K)	85,0%	80,0%	70,0%	65,0%	45,0%	30,0%	15,0%		
Alu-Fenster Rahmenmaterialgruppe 1	U <sub>f</sub> = 2,2	W/(m <sup>2</sup> K)	15,0%	20,0%	30,0%	35,0%	50,0%	55,0%	65,0%	50,0%	30,0%
Alu-Fenster heute (Typ 1)	U <sub>f</sub> = 1,9	W/(m <sup>2</sup> K)					5,0%	15,0%	20,0%	50,0%	70,0%
Alu-Fenster heute (Typ 2)	U <sub>f</sub> = 1,4	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster heute (Typ 3)	U <sub>f</sub> = 1,1	W/(m <sup>2</sup> K)									
Alu-Fenster heute (Typ 4)	U <sub>f</sub> = 0,9	W/(m <sup>2</sup> K)									
	<b>Mittl. U<sub>f</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>	<b>2,8</b>	<b>2,7</b>	<b>2,5</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	<b>2,1</b>	<b>2,0</b>
Holz-Metall-Fenster (Typ 1)	U <sub>f</sub> = 1,7	W/(m <sup>2</sup> K)	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Holz-Metall-Fenster (Typ 2)	U <sub>f</sub> = 1,3	W/(m <sup>2</sup> K)									
Holz-Metall-Fenster (Typ 3)	U <sub>f</sub> = 1,1	W/(m <sup>2</sup> K)									
Holz-Metall-Fenster (Typ 4)	U <sub>f</sub> = 0,9	W/(m <sup>2</sup> K)									
	<b>Mittl. U<sub>f</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>1,7</b>								
<b>Alle Fensterrahmenmaterialien</b>	<b>Mittl. U<sub>f</sub>-Wert</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>1,9</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>
<b>Mittlerer U<sub>w</sub>-Wert aller Fenster nach Tabelle</b>		W/(m <sup>2</sup> K)	<b>1,9</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>
<b>Durchschnittlicher U<sub>w</sub>-Wert 1995 - 2001</b>					<b>1,9</b>						
<b>Durchschnittlicher U<sub>w</sub>-Wert 2002 - 2007</b>										<b>1,5</b>	
<b>Durchschnittlicher U<sub>w</sub>-Wert 2008 - 2016</b>											
<b>Durchschnittlicher U<sub>w</sub>-Wert 2017 - 2023</b>											



## Erläuterungen zur Berechnung

### a) Annahmen für Heizperiode und Strahlungssummen

- Heizperiode nach DIN 4108-2; Gradtagszahlfaktor (FGT) 75 kWh (Annahme eines teilsanierten Gebäudes: Aktualisierte Werte der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen der betrachteten Energieträger nach GEMIS 5.0)
- Berechnungsansatz: Heizperiodenbilanzverfahren gemäß EnEV 2007: Jahresheizwärmebedarf:  
$$Q_h = F_{GT} * (H_T + H_V) - \eta_{HP}(Q_s + Q_i)$$
 [kWh/a]
- Die nutzbaren Wärmegewinne (Q<sub>s</sub>) aus solarer Einstrahlung ergeben sich orientierungsabhängig aus der solaren Strahlungssumme (I<sub>s,HP</sub>) in der Heizperiode unter Berücksichtigung von Reduktionsfaktoren zur Abbildung des Rahmenanteils der Fenster (einheitlich 30 %) sowie für Verschmutzung und Verschattung pro m<sup>2</sup> Fensterfläche aus:  $Q_s = 0,567 * I_{s,HP}$
- Ausnutzungsgrad der Wärmegewinne von  $\eta_{HP} = 0,9$
- Mittelwert der solaren Strahlungssummen in der Heizperiode pro Quadratmeter
- Fensterfläche aus südlichen, östlichen, westlichen und nördlichen Orientierungen:  
 $I_{s,HP,durchschnittl} = 306 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

### b) Annahmen zur Anlagentechnik

- Ausstattung mit Niedertemperatur- oder Brennwertkesseln: Endenergiebezogene Anlagenaufwandszahl 1,20
- Aus der Reduktion des Heizwärmebedarfs durch Fenstererneuerung ergibt sich somit die Reduktion des Heizenergiebedarfs als:  
$$\Delta Q_E = 1,2 * \Delta Q_h = 1,2 * (F_{GT} * \Delta U_W - \Delta g * \eta_{HP} * Q_s)$$
 [kWh/(m<sup>2</sup>FFa)]
- Energieträger für die Wärmeversorgung: fossiles Gas mit spezifischen Emissionen von 0,24 kg/kWh CO<sub>2</sub>-Äquivalent [Gebäudeenergiegesetz (GEG)].

### c) Grundlagen der Berechnung zur Wirtschaftlichkeit

- Kosten der eingesparten Energie (P<sub>Ein</sub> in e/kWh) ergeben sich aus der Energieeinsparung (ΔQ<sub>E</sub>) und den annuitätischen Kosten (K) der Investition:  $P_{Ein} = K/\Delta Q_E$
- Annuitätische Kosten für die Maßnahme ergeben sich als Produkt aus dem Annuitätsfaktor a und den Investitionskosten I:  $K = a * I$
- Der Annuitätsfaktor a ist von dem angesetzten Realzinssatz p und der Nutzungsdauer n der Investition nach folgender Formel abhängig:  
$$a = p/(1-(1+p)^{-n})$$
- Der Realzinssatz p ergibt sich aus den Annahmen zum Nominalzinssatz für die Investition und zur Inflationsrate nach folgender Formel:  $p = ((1+\text{Nominalzinssatz})/(\text{Inflationsrate}) - 1)$ . Der Realzinssatz wird hier mit  $p = 0,7 \%$  angenommen.
- Nutzungsdauer  $n = 48 \text{ Jahre}$

## Literatur

BF (2009), In Glas steckt Potenzial, Fachinformation, Herausgegeben vom Bundesverband Flachglas (BF), Troisdorf

BMWi (2020), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG), Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Nichtwohngebäude (BEG NWG), Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM), [www.bundesanzeiger.de](http://www.bundesanzeiger.de)

BMWK (2023), Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Förderrichtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) von Dezember 2023, [www.bundesanzeiger.de](http://www.bundesanzeiger.de)

Haushaltsfinanzierungsgesetz von Dezember 2023, [www.bgbl.de](http://www.bgbl.de)

VFF (2002), Aufschwung schaffen – Gesamtwirtschaftliche und ökologische Wirkungen der Förderung von Investitionen zur Verbesserung der Wärmedämmung von Fenstern, Gutachten von Meyer, B. und Wolter, M. I., Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbh (GWS Osnabrück). Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF), Frankfurt a. M.

VFF (2004), Grunddaten zum Fenstermarkt, Arbeitstabellen des Verbandes der Fenster- und Fassadenhersteller, unveröffentlicht. Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF), Frankfurt a. M.

VFF-BF (2005), Wirtschaftlichkeit von neuen Fenstern bei Nachrüstverpflichtung, Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF) und dem Bundesverband Flachglas (BF), Frankfurt a. M. und Troisdorf

VFF-BF (2007), In neuem Licht: Energetische Modernisierung von alten Fenstern, Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF) und dem Bundesverband Flachglas (BF), Frankfurt a. M. und Troisdorf

VFF-BF (2008), Amortisation von neuen Fenstern – Aktualisierung, Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF) und dem Bundesverband Flachglas (BF), Frankfurt a. M. und Troisdorf

VFF-BF (2010), Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern – Aktualisierung, Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF) und dem Bundesverband Flachglas (BF), Frankfurt a. M. und Troisdorf

VFF-BF (2011), Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern – Aktualisierung, Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF) und dem Bundesverband Flachglas (BF), Frankfurt a. M. und Troisdorf

VFF-BF (2014), Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern – Aktualisierung, Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF) und dem Bundesverband Flachglas (BF), Frankfurt a. M. und Troisdorf

VFF-BF (2017), Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern – Aktualisierung, Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF) und dem Bundesverband Flachglas (BF), Frankfurt a. M. und Troisdorf

VFF-BF (2021), Mehr Energie sparen mit neuen Fenstern – Aktualisierung, Herausgegeben vom Verband der Fenster- und Fassadenhersteller (VFF) und dem Bundesverband Flachglas (BF), Frankfurt a. M. und Troisdorf

Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280)



Walter-Kolb-Straße 1-7  
60594 Frankfurt  
Telefon +49 69 955054-0  
Telefax +49 69 955054-11  
[www.window.de](http://www.window.de)  
[vff@window.de](mailto:vff@window.de)



Mülheimer Straße 1  
53840 Troisdorf  
Telefon +49 2241 8727-0  
Telefax +49 2241 8727-10  
[www.bundesverband-flachglas.de](http://www.bundesverband-flachglas.de)  
[info@bundesverband-flachglas.de](mailto:info@bundesverband-flachglas.de)