

Holzkastenfenster in Wien - noch zeitgemäß? Eine Analyse unter Berücksichtigung wirtschaftlicher, rechtlicher, technischer und historischer Aspekte

Masterthese zur Erlangung des akademischen Grades
“Master of Science”

eingereicht bei
Dipl. Ing. Werner Auer

Cordula Biermayer

09202870

Eidesstattliche Erklärung

Ich, **CORDULA BIERMAYER**, versichere hiermit

1. dass ich die vorliegende Masterthese, "HOLZKASTENFENSTER IN WIEN - NOCH ZEITGEMÄSS? EINE ANALYSE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG WIRTSCHAFTLICHER, RECHTLICHER, TECHNISCHER UND HISTORISCHER ASPEKTE", 93 Seiten, gebunden, selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe, und
2. dass ich das Thema dieser Arbeit oder Teile davon bisher weder im In- noch Ausland zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, 29.01.2024

Unterschrift

Kurzfassung

Die historisch verbauten Holzkastenfenster sind von wesentlicher Bedeutung für die Funktionalität und für das Erscheinungsbild vieler Gebäude in Wien und prägen das Stadtbild im Altbestand. Die Arbeit stellt eine ganzheitliche Betrachtung von Holzkastenfenstern im Vergleich zu Isolierglasfenstersystemen unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit und der Klimaziele 2050 dar. Hierbei werden wirtschaftliche und technische Faktoren wie Investitionskosten, technische Spezifikationen, öffentliche Förderungen, steuer- und bestandsrechtliche Bestimmungen sowie Bewertungsfragen der Immobilie untersucht. Kastenfenster werden oftmals nicht nach ihrem Lebenszyklus beurteilt, sondern in einer Momentaufnahme mit Isolierglassystemen verglichen. Das technische System Holzkastenfenster unterscheidet sich wesentlich von Fenstern mit nur einer Ebene. Holzkastenfenster sind langlebig und bestehen häufig seit über 100 Jahren. Demgegenüber sind Holzkastenfenster aufgrund der zwei Fensterebenen aufwändig in der Reinigung und in der Wartung, was aufgrund der bestandsrechtlichen Bestimmungen der unterschiedlichen Zuständigkeit von Eigentümer und Nutzer für die Außen- und der Innenebene zusätzlich erschwert wird. Die beiden Fensterebenen funktionieren jedoch bauphysikalisch nur zusammen. Die Verbesserungsmöglichkeiten von Holzkastenfenstern hinsichtlich Wärmeschutz und Sonnenschutz sind sehr vielfältig. Die Wirkungsweise und Performance dieser Fensterart wird laufend erforscht. Neue technische Innovationen wie z.B. das Vakuumisolierglas können dazu beitragen, bestehende Fenster im Einklang mit den Klimazielen thermisch zu verbessern. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung kann gezeigt werden, dass Holzkastenfenster ohne thermische Ertüchtigung auf Basis einer dauerhaften Energiepreiserhöhung von 7% p.a. gegenüber Kunststoffisolierglasfenstern gleichwertig sind. Bei Erwartung höherer, dauerhafter Energiepreissteigerungen ist eine thermische Ertüchtigung vorzuziehen. Aus heutiger Sicht ist der Erhalt von Holzkastenfenstern eine zeitgemäße, nachhaltige und langfristig wirtschaftliche Alternative zum Fenstertausch und ist darüber hinaus aus architektonischer und kulturhistorischer Sicht erstrebenswert.

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Geschichtliche Aspekte	3
3	Technische Grundlagen.....	7
3.1	Wirtschaftliche und Technische Lebensdauer	8
3.2	Aufbau eines Kastenfensters	9
3.2.1	Rahmenmaterial und Oberfläche.....	11
3.2.2	Lichteinfall – Belichtung.....	12
3.2.3	Schallschutz.....	13
3.2.4	Wärmedurchgang bei Doppelfenstern	13
3.3	Erhaltung des Kastenfensters	14
3.4	OIB-Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz	17
3.5	Thermische Verbesserungsmöglichkeiten	18
3.5.1	Verbesserung der Dichtheit der Fensterebenen	19
3.5.2	Thermische Ertüchtigung mittels Einbau von Isolierverglasung.....	21
3.5.3	Thermische Ertüchtigung mit Vakuumglas	23
3.5.4	Sommerlicher Wärmeschutz.....	25
3.6	Isolierglasfenster.....	32
4	Rechtliche Grundlagen.....	34
4.1	Bestandsrecht	34
4.1.1	ABGB – Allgemein bürgerliches Gesetzbuch.....	34
4.1.2	MRG - Mietrechtsgesetz	35
4.1.3	WEG - Wohnungseigentumsgesetz.....	38
4.1.4	WGG - Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz.....	39
4.2	Nachhaltigkeit und Rechtsgrundlagen Klimaschutz.....	41
4.2.1	Nachhaltigkeit	41
4.2.2	Abgrenzung Green- und Blue Buildings – graue Energie	43
4.2.3	Internationale Klimaziele – rechtliche Grundlage.....	43
4.2.4	EU Klimaschutzinstrumente.....	44
4.2.5	EU Taxonomieverordnung 2020/852 – EU Offenlegungsverordnung.....	46
4.2.6	ESG – Environmental Social Governance	47
4.2.7	KSG Klimaschutzgesetz.....	47

4.2.8	Klimafahrplan Wien	47
4.3	Landes- und Bundesförderungen.....	49
4.3.1	Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz	50
4.3.2	Sanierungsverordnung.....	50
4.3.3	Förderungen des Bundesdenkmalamtes	51
4.3.4	Umwelt- und Bundesförderungen	52
4.4	Wiener Bauordnung.....	53
4.5	Denkmalschutz.....	56
5	Wirtschaftliche Aspekte	58
5.1	Steuerrecht – EstG Einkommensteuergesetz	58
5.2	Gebäudebewertung	60
5.2.1	Einfluss von Holzkastenfenstern in der Gebäudebewertung	61
5.2.2	Green – Building – Zertifizierungen	63
5.3	SWOT-Analyse.....	64
5.4	Wirtschaftlichkeitsrechnung	66
5.4.1	Grundlagen und Annahmen.....	66
5.4.2	Nomineller Kostenvergleich.....	68
5.4.3	Vorteilhaftigkeitsvergleich mittels Discounted Cashflow Methode	68
6	Conclusio.....	74
	Literaturverzeichnis	77
	Abkürzungsverzeichnis.....	81
	Abbildungsverzeichnis	82
	Anhang.....	84

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Masterarbeit das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

1 Einleitung

Geht der aufmerksame Betrachter durch meinen Wiener Wohnbezirk Wieden, erkennt er rasch, welche Unterschiede im Erscheinungsbild der Gebäude aus dem 18. und 19. Jahrhundert entstehen, wenn im Zuge einer Gebäudesanierung die historischen Holzkastenfenster mit großer Sorgfalt erhalten werden oder mit oftmals ästhetisch unzulänglichen Ersatzlösungen wie Kunststofffenstern ausgestattet wurden. Es interessierte mich immer schon welche Entscheidungsgrundlagen diesen unterschiedlichen Gestaltungsmaßnahmen durch technische, wirtschaftliche und rechtliche Strukturen zu Grunde liegen. Es interessierte mich, inwiefern der Fenstertausch eine notwendige Maßnahme bzw. ein notwendiges Übel ist, um den Anforderungen einer klimagerechten Haussanierung gerecht zu werden, oder ob eine behutsame und aufwändige Erhaltung der historischen Holzkastenfenster diesen Anforderungen auch gerecht wird, bzw. oder ob eine Erhaltung der Holzkastenfenster mit klimagerechter Haussanierung auch in ökonomischer Sicht möglich ist. Denn einmal getroffene Austauschmaßnahmen müssen als unwiederbringlich angesehen werden.

Holzkastenfenster sind von wesentlicher Bedeutung für die Funktionalität und für das Erscheinungsbild der Gebäude und prägen das Wiener Stadtbild im Altbestand. Aufgrund der aktuellen Bedeutung von Themen wie Klimaschutz, Energiekrise, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit wird die Berechtigung dieser Fensterart in der Nutzung hinterfragt und verstärkt nach Möglichkeiten für eine thermische Verbesserung gesucht. Die gesetzlich verpflichtende Vorlage eines Energieausweises seit 2012 bei Vermietung, Verpachtung und Verkauf von Gebäuden oder Nutzungsobjekten hebt die scheinbare Ineffizienz von Kastenfenstern hervor und gibt oftmals dazu Anstoß schnelle, auf den ersten Blick nachvollziehbare energetische Verbesserungen durch den Austausch von Fenstern zu erzielen. Das hat zur Folge, dass Holzkastenfenster zusehends durch moderne Fensterkonstruktionen ersetzt werden und das Stadtbild verändern. Die Handhabung von Kastenfenstern unterscheidet sich wesentlich von den heute gängigen Fenstern mit nur einer Ebene. Kastenfenster sind aufwändig in der Reinigung und in der Instandhaltung. Hinzu kommt, dass das Bestandsrecht in der Instandhaltung zwischen Außenfenstern, die in der Verantwortung des Eigentümers bzw. der Wohnungseigentümergeinschaft liegen, und den Innenfenstern, die dem jeweiligen Mieter bzw. Wohnungseigentümer (Nutzer) obliegen, unterscheidet. Die beiden Fensterebenen funktionieren bauphysikalisch nur zusammen. Oftmals scheitert es an der Konsequenz und Verständnis aller Beteiligten, um eine

einwandfreie Funktion zu gewährleisten. Ein Tausch auf Kunststofffenster erscheint für viele Beteiligte günstiger als die Erhaltung und thermische Ertüchtigung. Kastenfenster werden oftmals nicht nach ihrer Gesamtnutzungsdauer, sondern in einer Momentaufnahme mit fabrikneuen Isolierglassystemen beurteilt.

In der Arbeit sollen die zuvor beschriebenen Themen anhand der Wiener Altgebäude untersucht, aufgearbeitet und dargestellt werden. Die Einschränkung auf Wien erfolgt aus dem Grund der unterschiedlichen landesgesetzlichen Bestimmungen und Förderungen. Zur Untersuchung wird zuerst die Geschichte, Entwicklung, Bestand und historische Bedeutung aufgearbeitet. Die wesentlichsten Rechtsgrundlagen wie Bundesgesetze (Denkmalschutz – Bundesdenkmalamt), Landesgesetze (Wiener Bauordnung, Schutzzonen, Ensembleschutz;) Bestandsrecht (MRG, WEG, WGG, ABGB;) Richtlinien (wie z.B. die OIB-RL 6) und relevante Normen werden dargestellt. Im Vergleich mit modernen Isolierglasfenstersystemen wird eine technische und bauphysikalische Analyse, sowie die Erfüllung thermischer Anforderungen im Hinblick auf die Klimaziele 2050, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit (ESG) im Sinne der Ressourcenschonung ausgearbeitet und stellt die Überleitung zu den wirtschaftlichen Aspekten dar.

Wirtschaftliche Faktoren, wie Förderungen, steuerliche Absetzbarkeit und Wertsteigerung der Immobilie spielen eine Rolle, sowie technische Analysen im Vergleich zum Isolierglasfenster unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien. Diese finden sich im Steuerrecht hinsichtlich der Absetzbarkeit der Aufwendungen in der Instandhaltung, mögliche Bundes- und Landesförderungen, deren Voraussetzungen und Förderhöhen. Mögliche wertbeeinflussende Faktoren für die Gebäudebewertung werden ergänzend untersucht. Anhand einer SWOT-Analyse sollen die wichtigsten technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Faktoren zusammengefasst dargestellt werden. In einer Wirtschaftlichkeitsrechnung wird untersucht, inwieweit Holzkastenfenster auch ohne thermische Ertüchtigung unter Einbeziehung von zu erwartenden wesentlichen und dauerhaften Energiepreiserhöhungen gegenüber Kunststoffisolierglasfenstern ökonomisch gerechtfertigt werden können.

Mit der Arbeit soll versucht werden, Hauseigentümern, Hausverwaltern bzw. Investoren eine rechtliche, wirtschaftliche und technische Hilfestellung/Beurteilungshilfe zu geben, inwiefern der Erhalt von historischen Holzkastenfenstern oder dem Tausch auf Isolierglasfenstern der Vorzug zu geben ist.

2 Geschichtliche Aspekte

Das Kastenfenster ist ein wesentliches Merkmal im Stadtgefüge, das zur Einheitlichkeit des Straßenbildes beiträgt und verrät anhand des Erscheinungsbildes das Alter des Gebäudes.

Die Entwicklung des Kastenfensters erstreckt sich über 200 Jahre und ist geprägt von der Entstehung der Glasherstellung. Erst mit der Erfindung des Zugverfahrens zur Glasherstellung konnte im 19. Jahrhundert mit einer kostengünstigeren industriellen Fertigung die Belichtung und Belüftung der Gebäude verbessert werden.

Aus den barocken Einfachfenstern entwickelte sich ab 1760 eine frühe Variante des Kastenfensters: *Barockfenster mit abnehmbaren Winterflügeln*. Dabei wurden dem eigentlichen Fenster außen zwei nebeneinanderstehende Flügel vorgesetzt bzw. in weiterer Entwicklung zwei nach außen aufschlagende Flügel mit eigenem Rahmenstock, der entweder mit abnehmbar oder fest mit dem Fenster verbunden war. Durch den entstehenden Zwischenraum konnte zusätzlich Wärmedämmung erzielt werden.¹

Altwiener Kastenfenster – Erstes Kastenfenster: 1800 - 1860 wurde an Straßenfronten und in Höfen bis nach dem 1. Weltkrieg das Altwiener Kastenfenster, auch Grazer Typ genannt, verbaut. Das Fenster sitzt an der äußeren Kante der Laibung, somit bündig zur Fassade, dadurch entsteht das charakteristische Reflexionsbild. Die Außenflügel wurden nach außen geöffnet, die Innenflügel nach innen, beide Ebenen sind gleich groß und mit einem Holzfutter verbunden.²

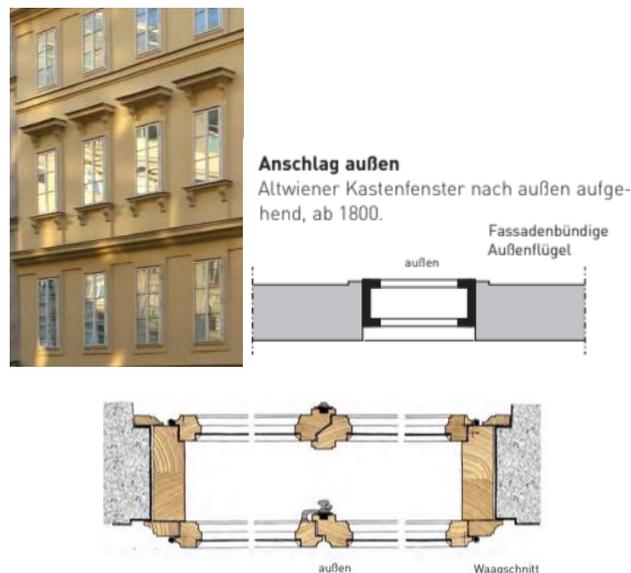


Abbildung 1 Reflexionsbild 1040 Wien, Mozartgasse 3 und Waagschnitt Altwiener Kastenfenster (Bernard & Nezval, 2014) S12, 23, 24

¹ (Bernard & Nezval, 2014) S8, 22

² a.a.O., S22, 23, 24,25

Wiener Kastenfenster – gründerzeitliches Kastenfenster: Ab 1860 bis zum ersten Drittel des 20. Jahrhunderts war das Wiener Kastenfenster in Verwendung. Im Unterschied zum Altwiener Kastenfenster, das bündig an der Fassade saß, wurden diese Fenster in die Laibung gesetzt. Beide Fensterflügel gehen nach innen auf. Durch diese beiden Änderungen waren die hölzernen Teile besser vor der Witterung geschützt. Da alle Flügel von innen anschlugen, mussten diese mit Wetterschenkeln versehen werden.³

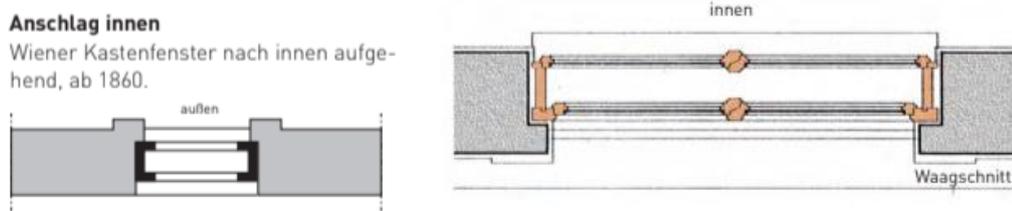


Abbildung 2 Waagschnitt Wiener Kastenfenster (Bernard & Nezval, 2014) S 12, 27

Das Wiener Kastenfenster entwickelte sich in der Gründerzeit mit zahlreichen Varianten weiter. Anhand der unterschiedlichen Ausprägungen kann in Früh-, Hoch- und Spätgründerzeit unterschieden werden.

Jugendstil und Heimatstil: ab 1900 gab es bei gleichbleibender Konstruktion stilistische Neuerungen wie kleinteilige Sprossenteilungen in der Oberlichte, Rauteneinsätze, die Glasflächen wurden größer und um Flügel, drei oder mehrflügelig erweitert. Bay Windows, die Anlehnung an einen Fenstererker finden und dreidimensionale, raumbildende oft verandaartige Fensterelemente darstellen, setzten Akzente in der Fassade. Durch das Zurücknehmen des Fassadendekors war das prägende Gestaltungselement an der Straßenfassade das Fenster.⁴



1150, Kriemhildplatz 3. 1914.
Bay Window: Oberlichten mit kleinen Quadraten, mittig ursprünglich mit einer Raute.



1040, Schleifmühlgasse 3. 1911. Ernst Epstein.
Bay Windows mit dahinterliegenden verandaartigen Räumen.

Abbildung 3 Jugendstil und Heimatstilfenster (Bernard & Nezval, 2014) S33 und Abbildung 4 Baywindow (Bernard & Nezval, 2014) S34

³ (Bernard & Nezval, 2014) S 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

⁴ a.a.O., S 33

Vorläufer der Moderne: ab 1910 wurden die Fenster nicht mehr so tief in die Laibung gesetzt. Das Fenster war Resultat innenräumlicher Überlegungen.⁵

Norm-Kastenfenster: 1920 – 1940 wurden zwei- und dreiflügelige Kastenfenster vor allem in den Gemeindebauten des Roten Wiens verbaut. Aufgrund der geringen Wandstärken saßen die Fenster nur wenig in die Laibung gerückt. Mit der geringeren Raumhöhe konnte auf den Kämpfer verzichtet werden. Ab 1930 wurden die Raumhöhen wieder größer und die Kastenfenster erhielten einen Kämpfer mit beweglichen Oberlichtern. Die Fenster wurden im Wohnprogramm des Roten Wiens standardisiert.⁶



Abbildung 5 Norm-Kastenfenster (Bernard & Nezval, 2014) S 36

Kastenfenster von 1940-1955 wurden als standardisierter Bauteil vor allem für den Wiederaufbau von der Gemeinde Wien eingesetzt.⁷



Abbildung 6 Normtypus 1945 – 1955 (Bernard & Nezval, 2014) S38

Nachkriegsmoderne: ab 1955 verlor das Kastenfenster an Bedeutung, es wurde mit neuen Materialien und Konstruktionen angewendet. Anstelle des Kastenfensters wurde das

⁵ (Bernard & Nezval, 2014) S34

⁶ a.a.O., S35, 36

⁷ a.a.O., S37, 38

Verbundfenster und in weiterer Folge das Isolierglasfenster eingesetzt. Ab 1965 wurden Kastenfenster nur mehr untergeordnet verbaut.⁸

Die *Farbgestaltung* war im Verlauf der Epochen unterschiedlich. Die Farbe Weiß im Klassizismus, Biedermeier und Neoklassizismus, im Historismus die Farbe Braun, mitunter auch naturbelassene Eiche. Für Villen wurde seit dem Barock auch Grün und auch im Jugendstil zusätzlich zu Weiß Grün verwendet. Ab 1920 waren die Fenster vor allem in der Farbe Weiß.⁹

Die Fenster wurden ursprünglich mit Ölfarbe gestrichen. Diese wurde nach drei Jahren nochmals überstrichen, weil das Öl als Bindemittel vom neuen Holz aufgesaugt und damit die Lebensdauer des Holzes verlängert werden konnte.¹⁰ Zur Vermeidung hoher Oberflächentemperaturen wurden fast ausschließlich weiße, grüne oder hellblaue Farbtöne verwendet. Aufgrund der sehr langen Trocknungszeiten der einzelnen Anstrichlagen kamen ab den 1950er Jahren Kunstharzanstriche zur Ausführung.¹¹

Prägend für das Stadtbild sind die verbauten *historischen Gläser*. Maschinengläser waren technisch noch nicht ausgereift und hatten eine Vielzahl von Unregelmäßigkeiten. Diese bewirken Verzerrungen bei den Spiegelungen, die ein modernes Glas nicht wiedergeben kann. In den Stiegenhäusern, Gängen und Entreés wurden oftmals Butzenscheiben oder geätzte Gläser verwendet. Ab den 1960er Jahren begann die Floatglasherstellung, ein kostengünstiges, glattes Glas.¹²

Der Einsatz der Holzkastenfenster über 200 Jahre hindurch prägen die Gebäude und somit das Stadtbild wesentlich und lassen den kundigen Betrachter dieses Gebäudedetails den genaueren Zeitpunkt der Erbauung feststellen.

⁸ (Bernard & Nezval, 2014), S39

⁹ a.a.O., S 16

¹⁰ (Rau & Braune, 2013) S192

¹¹ (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 37

¹² (Bernard & Nezval, 2014) S 15

3 Technische Grundlagen

Holzkastenfenster hatten sich wie oben dargestellt über eine lange Zeit als die beste technische Fensterlösung durchgesetzt, wurden regional allerdings aufgrund unterschiedlicher Fassadenausbildungen und klimatischer Verhältnisse verschiedenartig verbaut. Die aktuelle Meinung ist, dass Kastenfenster hinter neuen, zeitgenössischen Fenstern zurückstehen.

Aufgrund des thermischen Komforts, der Anforderungen der Nutzer und der Energieeinsparungen werden Kastenfenster vermehrt gegen "effizientere" Fenster ausgetauscht. Als negativ beurteilt wird neben der Haltbarkeit der Oberflächenbeschichtung, der hohe Wärmedurchgang. Dieser wird jedoch vom Verhalten des Luftpolsters zwischen Innen- und Außenflügel bestimmt. Im Neubau werden oftmals energetisch hocheffiziente Fenster kombiniert mit einer automatischen Raumlüftung eingebaut, um Schimmelbildung zu vermeiden. Diese Lüftungen sind mittels Lüftungsgitter in der Fassade neben dem Fenster angebracht und beeinträchtigen die Optik des Gebäudes.

Bei Holzkastenfenstern findet ein ständiger Luftaustausch statt, der mit der Dichtheit des Innenflügels reguliert werden kann. Diese geringfügige Lüftung dient dem positiven Raumklima und bedarf keiner zusätzlichen kostenverursachenden und wartungsintensiven Einrichtung. Der mäßige Luftaustausch von außen nach innen findet auch umgekehrt statt. Dies ist essentiell für den Kondensatschutz im ungedämmten Ziegelbau, wie bei Gründerzeithäusern üblich. Im Vergleich zu Isolierglasfenster erfolgt ein geringer Wärmedurchgang über die Fensterkonstruktion, die Ableitung der Wärme erfolgt hauptsächlich durch die Mauer. Nachstehende Abbildung veranschaulicht, dass bei Einbau von Isolierglasfenstern in einen massiven Ziegelbau im Bereich der inneren Laibung die Oberflächentemperatur im Winter soweit absinkt, dass durch Wärmebrücken Kondenswasser auftreten und Schimmelbildung an der inneren Laibung erfolgen kann und in Folge keine Isolierglasfenster bei Ziegelmassivbauten ohne Wärmedämmung verbaut werden sollen.¹³

¹³ (Bernard & Nezval, 2014) S46

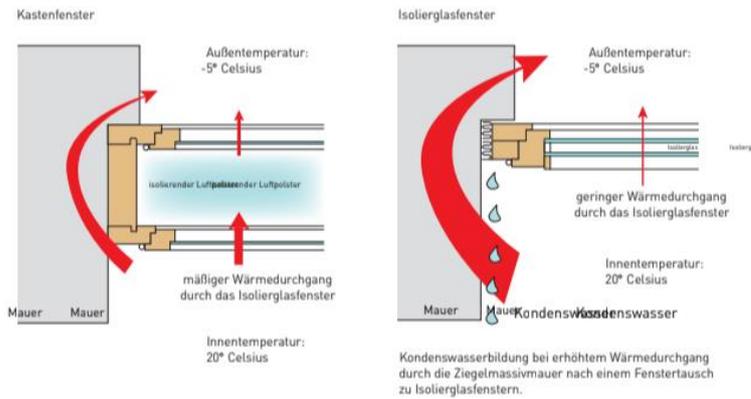


Abbildung 7 Kondenswasserbildung bei Tausch von Kastenfenster auf Isolierglasfenster (Bernard & Nezval, 2014) S 46

3.1 Wirtschaftliche und Technische Lebensdauer

Die Nutzungsdauer von Kastenfenstern ist abhängig von der regelmäßigen Wartung und Instandhaltung und kann 100 Jahre und länger sein. Die Fenster auf Süd- und Westseite werden aufgrund der Witterung stärker beansprucht und das Instandhaltungsintervall muss auf diesen Seiten verkürzt werden. Im Vergleich dazu haben moderne Kunststofffenster aufgrund der raschen Alterung des Kunststoffes und Thermofenster im Allgemeinen bedingt durch die aufwändigen Drehkippbeschläge eine kürzere Lebensdauer von ca. 30 Jahren und müssen öfter ausgetauscht werden. Ersatzteile sind nur auf bestimmte Zeit erhältlich und müssen erst angefertigt werden oder sind gar nicht mehr erhältlich. Die Gläser müssen aufgrund des Entweichen des zwischen den Scheiben befindlichen Gases alle 15-20 Jahre getauscht werden, um den U-Wert zu erhalten. Zumeist können Kunststofffenster nicht mehr repariert werden und müssen komplett getauscht werden. Dies verursacht einen hohen Ressourcenaufwand und produziert unnötigerweise Müll- bzw. wird einem Recyclingprozess zugeführt. Innerhalb von 60 Jahren amortisieren sich die Kosten der Anschaffung, Erhaltung und Reparatur eines Kastenfensters bei einem zweimaligen Fenstertausch von Kunststofffenstern. Das resultiert aus der einfachen Bauweise des Kastenfensters und der Reparaturmöglichkeiten. Der Hauptkostenfaktor bei Reparaturen von Kastenfenstern sind die Personalkosten, aufgrund überwiegend manueller Arbeitsabläufe. Der Materialeinsatz ist gering. Die energieaufwändige Erzeugung von Fenster Alternativen wie Kunststofffenster, Holz-Alufenster oder Alufenster und die damit verbundene Abhängigkeit von den Erzeugerfirmen für Jahre zur Verfügung stehenden Ersatzteile fließen in die Amortisationsrechnung mit ein.¹⁴

¹⁴ (Bernard & Nezval, 2014) S 43

Kastenfenster in Gründerzeithäusern wurden aus hochwertigen Materialien gefertigt, die Baustoffe wurden zumeist regional auf kurzen Transportwegen beschafft. Diese sogenannte graue Energie lässt sich über einen Nutzungszeitraum von über 100 Jahre verteilen und wirkt sich auf die Gesamtbilanz eines Gebäudes aus. Die einzelnen Bauteile sind wiederverwertbar und müssen nicht aufwändig entsorgt werden.¹⁵

Bei laufender Wartung und Pflege können Holzkastenfenster eine sehr lange Lebensdauer erreichen, die bei modernen Thermofenstern nicht erzielt werden kann. Laufende Wartung und regelmäßige Instandhaltung der Kastenfenster vermindern das Risiko eines hohen Investitionsbedarfs in Folge eines Instandhaltungsrückstaus.

3.2 Aufbau eines Kastenfensters

Das Kastenfenster besteht aus zwei Ebenen, die mit einer Holzverkleidung in der Laibung verbunden sind. Im Unterschied zu Thermofenstern ist der Abstand der beiden Fensterebenen wesentlich größer. Es gibt verschiedene Anschlagsarten, die ausschlaggebend für Dichtheit und Vermeidung von Kältebrücken sind. Hierbei bestimmen die Materialwahl von Flügel und Stock und die Aufschlagrichtung den architektonischen Charakter.¹⁶

Es werden zwei Konstruktionsarten beim Holzkastenfenster unterschieden:

Beim Pfostenstock öffnet der Außenflügel nach außen und der Innenflügel nach innen. Das Fenster sitzt vor der Fassade, Außen- und Innenflügel sind gleich groß. Verkleidungs- und Falzleisten decken die Fuge zwischen Stock und Mauer ab, dadurch entsteht der Falz.

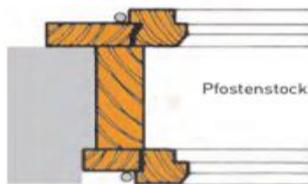


Abbildung 8 Pfostenstockfenster (Bernard & Nezval, 2014) S 12

Der Rahmenpfosten kommt bei nach innen aufgehenden Außen- und Innenflügeln zur Anwendung.

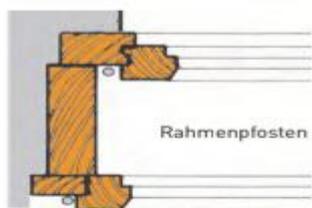


Abbildung 9 Rahmenstockfenster (Bernard & Nezval, 2014) S 12

¹⁵ (Swittalek, 2023) S 16

¹⁶ (Bernard & Nezval, 2014) S 12

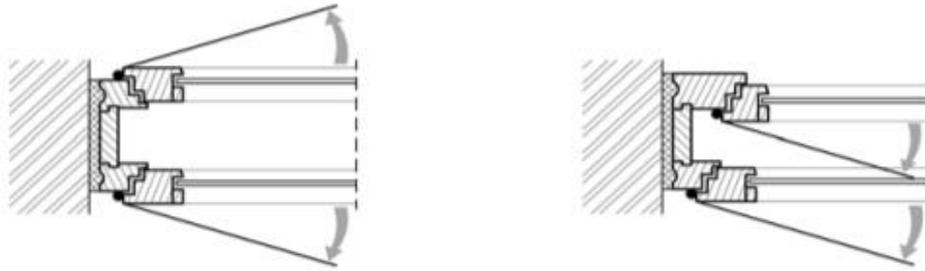
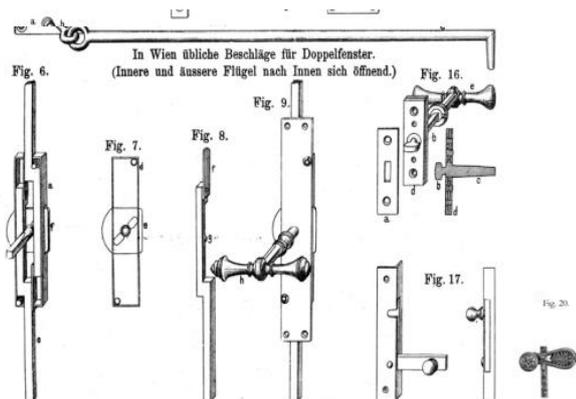


Abbildung 10 Öffnungsarten von Fenstern (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 30

Nach außen zu öffnende Fenster werden als Alt-Wiener bzw. Grazer Kastenfenster bezeichnet.

Es wird bei der Erläuterung der Begrifflichkeiten bei Fenstern zwischen unbeweglichen Teilen und beweglichen Teilen des Fensters unterschieden. Zu den unbeweglichen Teilen zählen die Fenstereinfassung und die Rahmung. Bei der Fenstereinfassung wird weiters zwischen Werksteinfassaden und Putzfassaden unterteilt. Im Unterschied zu der Putzfassade wird die Fensterlaibung als Fenstergewände bezeichnet. Die Rahmung dient zur Verbindung von Mauerwerk und der eigentlichen Fensterkonstruktion. Der Fensterrahmen übernimmt im Holz- und Mauerwerksbau im Gegensatz zur Putzfassade auch Außenlasten. Die beweglichen Teile des Fensters sind Fensterflügel und –rahmen. Die Verbindung zwischen Rahmen und Fensterflügel sind Band und Angel. Die Art der Beschläge ist verantwortlich für die Dichtungsqualität der Fenster, bei Fenstern mit beweglichen Mittelpfosten wurden Stangenverschlüsse verbaut im Unterschied zu den Fenstern mit feststehendem Mittelpfosten, die mit sogenannten Vorreibern ausgestattet wurden. Beschlagteile wurden offen oder verdeckt ausgeführt in vielen Varianten und unterschiedlichen Materialien.¹⁷



„Beschläge des 19. Jahrhunderts“. aus: Siccardsburg „Die Thür- und Fensterverschlüsse“

Abbildung 11 historische Beschläge (Bernard & Nezval, 2014) S 14

¹⁷ (Bernard & Nezval, 2014) S 9

Oftmals wurden Fensterflügel, bewegliche Fensterläden oder Jalousien vorgesetzt.¹⁸

Der Zwischenraum zwischen den Fensterebenen wird auch als Kavität bezeichnet, ein anderer Begriff für Kastenzwischenraum. Für diese Kavität bestehen keine Regelwerke oder Vorgaben. Die Konstruktion "innere Ebene dicht" – "äußere Ebene undicht" sind überlieferte Vorgaben für die Dichtheit des Fensters.¹⁹

3.2.1 Rahmenmaterial und Oberfläche

Historische Kastenfenster wurden aus bis zu 10 Jahre gelagerten Holz gefertigt. Die heimische Föhre ist aufgrund des hohen Harzanteils und der damit verbundenen Witterungsbeständigkeit das bestgeeignetste Holz für den Fensterbau. Die ÖNORM B 5312 zählt als geeignete Holzarten Fichte, Kiefer, Lärche, Tanne, Eiche und Douglasie auf. Holz ist ein organischer Werkstoff und benötigt aufgrund seines Alterungsprozesses regelmäßige Pflege. Es ist leicht bearbeitbar und kostengünstig in der Produktion. Problematisch sind die Quell- und Schwindeigenschaften, die auch als "Arbeiten" des Holzes bezeichnet werden und sind vom Feuchtigkeitsgehalt und Orientierung der Fasern beeinflusst. Für die Fensterverarbeitung ist die Rohdichte des Holzes maßgeblich. Der Schutz des Holzes vor Feuchtigkeit ist essentiell für die Bewahrung vor tierischen Schädlingen und Pilzen.²⁰

Seit den 1950er Jahren werden zur Beschichtung der Kastenfenster Alkydharzlacke verwendet. Eine Variante ist die Dickschichtlasur, die kein deckender Anstrich ist. Zum Schutz vor UV-Strahlung werden Farbpigmente beigegeben. UV-Strahlen schädigen die Zellulose und es kann in weiterer Folge zu einer Schädigung des Verbunds, Lasierung und Deckbeschichtung kommen. Bei direkter Sonneneinstrahlung beträgt die Oberflächentemperaturen bei der Wahl von dunklen Anstrichfarben bis zu 80° C, dies kann bei harzreichen Holzarten Harzaustritt zur Folge haben. Außerdem verursacht die starke thermische Beanspruchung eine Schädigung des Verbundes der Beschichtung und der Holzoberfläche. Das Holz trocknet an der Oberfläche schneller aus, als im Kern. Die Folge eines mangelhaften Anstrichs sind Feuchtigkeitsschwankungen im Holz, es entstehen Spannungen, die zu Rissbildungen führen und es von außen zu Feuchtigkeitseintritt kommt, die in weiterer Folge Holz und Anstrich schädigen.²¹

¹⁸ (Bernard & Nezval, 2014) S 9

¹⁹ (Weller & Scheuring, 2021) S 205

²⁰ (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 32,33,34,35,36

²¹ a.a.O., S38

Für den Denkmalschutz werden heute noch Leinölanstriche verwendet und von der MA 39 Prüf- Inspektions- und Zertifizierungsstelle als nachhaltige, langlebige Maßnahme empfohlen.

Die Rahmenbreiten von historischen Holzkastenfenstern sind aufgrund der Leichtigkeit der Einfachverglasung schmal und lassen dadurch eine gute Belichtung zu. Moderne Holzfenster weisen aufgrund der Tiefe der Verglasung größere Dimensionen von Fensterstock und Flügelprofilen auf und es müssen große Brettdicken für die Verarbeitung herangezogen werden. Das führt zu Schwierigkeiten in der Beschaffung und es wird auf die Herstellung von lamellierten Fensterkanteln (Verleimung von drei längsorientierten Holzschichten) ausgewichen.²²

3.2.2 Lichteinfall – Belichtung

Fenster sind Wandöffnungen, durch die Räume Luft und Licht erhalten. Die Belichtung ist die wichtigste Funktion des Fensters. Die Rahmen des Kastenfensters sind sehr zart ausgeführt. Diese schmalen Rahmen können aufgrund des Gewichts der Isolierverglasungen bei modernen Thermofenstern nicht nachgebaut werden. Dadurch kommt es beim Austausch der Fenster zu einer wesentlichen Reduktion der Belichtung der Innenräume und aufgrund der großen Raumtiefen und Höhen im Gründerzeitbau kann die gesetzlich vorgeschriebene Belichtung von mindestens 1/10 der Wohnfläche oftmals nicht eingehalten werden. Damit einhergehend verliert sich die räumliche Wirkung in den Innenräumen und das äußere Erscheinungsbild ist in den meisten Fällen beeinträchtigt. Stockmontagen bewirken zusätzlich eine Verbreiterung des Fensterrahmens. Bei Stockmontagen wird der neue Stock in den bestehenden Stock montiert.²³



Abbildung 12 Beeinflussung der Belichtung bei Fenstertausch (Bernard & Nezval, 2014) S 47

²² (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021), S 35

²³ (Bernard & Nezval, 2014) S 47, 65

3.2.3 Schallschutz

Die zwei Ebenen der Kastenfenster und der Kastenstockzwischenraum bewirken sehr gute Schallschutzeigenschaften. Diese Eigenschaften sind abhängig von der Glasstärke, der Größe des Scheibenabstandes und der Dichtheit der Fugen. Je nach Ausführung erreichen Kastenfenster 30-34 dB, bei ausreichender Abdichtung und Tausch des Innenflügels auf Isolierverglasung können 48-52 dB erreicht werden. Im Vergleich dazu haben neue Isolierglasfenster ein Schalldämm-Maß von rund 33 dB und sind daher in diesem Punkt keine Verbesserung gegenüber Holzkastenfenster.²⁴

	Glasart und -dicke außen [mm]	Scheiben- zwischenraum [mm]	Glasart und -dicke innen [mm]	Schall- schutz [dB]
Außenflügel und Innenflügel ohne Dichtung	Einfachglas 3	165	Einfachglas 3	34
Außenflügel ohne Dichtung, Innenflügel 1 Dichtung	Einfachglas 4	70	Einfachglas 4	37
Außenflügel ohne Dichtung, Innenflügel 1 Dichtung	Einfachglas 5	150	Isolierglas 6/14/4	48
Außenflügel 1 Dichtung, Innen- flügel 2 Dichtungen	Gießharz 9/12/6	145	Isolierglas 6/14/4	52

Abbildung 13 Schallmesswerte – Kastenfenster (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 30

3.2.4 Wärmedurchgang bei Doppelfenstern

Der U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizienten) eines Kastenfensters wird lt. Leitfaden der OIB RL 6 mit 2,5 W/m² K angenommen.

"Lt. Wiener Bauordnung § 118 (4) sind Gebäude unter Denkmalschutz, Schutzzonen und mit erhaltungswürdig gegliederten Fassaden betreffend Energieeinsparung ausgenommen: (1) Bauwerke und all ihre Teile müssen so geplant und ausgeführt sein, dass die bei der Verwendung benötigte Energiemenge nach dem Stand der Technik begrenzt wird. Auszugehen ist von der bestimmungsgemäßen Verwendung des Bauwerks; die damit verbundenen Bedürfnisse (insbesondere Heizung, Warmwasserbereitung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung) sind zu berücksichtigen."

... "(4) Bei folgenden Gebäuden genügt die Einhaltung bestimmter Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte):

Gebäude, die unter Denkmalschutz stehen, bestehende Gebäude in Schutzzonen sowie erhaltungswürdige gegliederte Fassaden an bestehenden Gebäuden; dies gilt nicht für Zubauten mit einer Gesamtnutzfläche von mehr als 50 m²; ... " (§118 WrBO aus RIS)

²⁴ (Bernard & Nezval, 2014) S 44

Die Bestimmung des Wärmedurchganges bei Kastenfenstern erfolgt bei der Berechnung von Energieausweisen mittels normativ festgelegtem Default-Wert²⁵. Diese sind um das eineinhalb bis zweifache höher als bei Thermofenstern und damit möglicherweise unterbewertet. Ein Thermo-Fenstertausch kann zu bauphysikalischen Problemen wie Schimmelbildung führen. Die HTBLA Hallstatt hat ein Messkonzept entwickelt, wobei am Fenster Sensoren angebracht werden, damit werden Lufttemperatur, Oberflächentemperatur und Luftbewegung gemessen. Aus diesen Profilen ermitteln sich die Wärmedurchgangskoeffizienten. Angeglichen an die maßgeblichen U-Wert Rechenmodelle werden nur die Wärmeleitfähigkeit und nicht die weiteren beeinflussenden Faktoren Konvektion und Wärmestrahlung betrachtet. Die Aussage des U-Wertes ist nur bei stationären Temperaturbedingungen gültig, ist jedoch ein Kennwert zum Vergleich von Bauteilen. Untersucht wurde ein Kastenfenster in Hallstatt, das Ende des 20. Jahrhunderts saniert worden sein dürfte. Die Auswertung ergab einen U-Wert der Gesamtkonstruktion von 1,1 W/m²K und somit wesentlich geringer als der für Kastenfenster normativ angenommene Default-Wert von 2,5 W/m²K. Festgestellt wurde, dass der Wärmedurchlasswiderstand des Luftpolsters zwischen Innen- und Außenflügel wesentlich bessere Werte aufgewiesen hat, als in den Regelwerken angenommen. Aufgrund der geringen Konvektion in der Kavität wurde ein deutlich niedriger Wert gemessen.²⁶

In Zusammenarbeit des Bundesdenkmalamtes, der Magistratsabteilung 39 in Wien, der Architektenkammer, der FH Salzburg und der HTBLA Hallstatt findet derzeit das Forschungsprojekt "Kastenfenster simple smart" statt. Betrachtet werden Lebenszyklus, Nachhaltigkeit und Reparaturfähigkeit. Erste Messungen wurden an den Kastenfenstern im Naturhistorischen Museum Wien durchgeführt.²⁷ Zur Zeit der Erstellung der Masterthesis lag noch keine Publikation vor.

3.3 Erhaltung des Kastenfensters

Fenster sind die am meisten beanspruchten Bauteile der Gebäudehülle. Die Inspektion, Wartung und Instandhaltung von Fenstern ist in der ÖNORM B 5305 geregelt. Unter Inspektion/Kontrolle wird die Feststellung des Ist-Zustandes bezeichnet. Instandhaltung/Wartung sind Maßnahmen oder Tätigkeiten, die durchgeführt werden, um eine bestehende Funktionstüchtigkeit zu erhalten, z.B.

- Einstellen, Reinigen und Schmieren von Beschlagsteilen,

²⁵ (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023)

²⁶ (Kain, Gschwandtner, & Idam, 2017) S 144, 145, 146

²⁷ (Bundesdenkmalamt, 2023)

- Nachziehen von Befestigungsmitteln,
- Freilegen von Wasserablauföffnungen,
- Wartung der Oberfläche nach Herstellerangaben (z. B. durch Aufbringen eines Wartungsanstrichs)

Instandsetzung/Reparatur bedeutet Rückführung in den funktionsfähigen Zustand z.B.:

- Austausch von Beschlagteilen, Glasleisten u. dgl.,
- komplette Erneuerung der Beschichtung oder des Beschichtungssystems,
- Ergänzung bzw. Erneuerung von Fugenabdichtungen

"Die Inspektion hat regelmäßig lt. ÖNORM B 1300 und ÖNORM B 1301 einmal jährlich zu erfolgen. Die Maßnahmen werden in der Norm tabellarisch dargestellt und können anhand dessen abgearbeitet werden." (Austrian Standards International Standardisierung und Innovation, 2018)

Durch *Rütteln am Fenster* kann festgestellt werden, ob der Fenster- bzw. Blendrahmen locker ist und im geschlossenen Zustand, ob bei den Fensterflügeln Spiel besteht. Meist müssen die Lockerungen wieder festgeschraubt werden, notfalls Bänder neu eingesetzt oder Beschlagteile erneuert werden. Aufgrund der einfachen Bauteile ist gewährleistet, dass es hier im Gegensatz zu modernen Thermofenstern immer Ersatzteile geben wird und der Kostenaufwand gering ist.

Eine *Sichtprüfung* des Anstrichs untersucht das Vorliegen von Fäulnis an Fenster- und Flügelrahmen, den Zustand des Wetterschenkels, der Verzug des Fensterflügels, die Putzanschlüsse innen und außen.²⁸

Die Mängel bei *Anstrich und Oberflächenbehandlung* entstehen durch schlechte Pflege der Oberfläche und falsche Anstriche. Kittfalze müssen überprüft werden, neuer Kitt muss nach kurzer Trocknungszeit gestrichen werden, da er sonst austrocknet und herausbricht. Heute werden hauptsächlich synthetische Anstrichmittel, die hautbildend sind, verwendet und den Nachteil haben, eingetretene Feuchtigkeit nicht diffundieren zu lassen. Leinölanstriche sind im Gegensatz dazu diffundierend und weisen eine lange Haltbarkeit auf. Empfohlen wird eine jährliche Prüfung der Fenster, vor allem Wetterschenkel und horizontale Rahmenteile und Fensterkitt sind die sensiblen Teile eines Kastenfensters²⁹ Für die Erhaltung des Anstriches ist die Wartung wichtig. In Intervallen von zwei bis fünf Jahren je nach Lage des Fensters empfiehlt sich die Beschichtung zu kontrollieren und auszubessern, da kleine Risse zu einer

²⁸ (Rau & Braune, 2013) S 191

²⁹ a.a.O., S 192

Durchfeuchtung des Holzes führen können und es schlimmstenfalls zu Pilzbildung und in weiterer Folge zu einer Schädigung des Holzes kommen kann.³⁰

Die Schichtdicken für den Anstrich sind nach ÖNORM B 3803 vorgegeben und stehen in Abhängigkeit der Bewitterung.

Ein wesentlicher Beitrag zur Optimierung der Dichtheit eines Kastenfensters ist die Überprüfung und Erneuerung der Bauanschlussfuge. Darunter wird die Verbindung des Fensters ins Mauerwerk verstanden.

Im Verhältnis stellt sich der Aufwand für die Instandhaltung und Sanierung einer Kastenfensterkonstruktion über einen Zeitraum von 15 Jahren zu einem Fenstertausch auf Kunststofffenster hinsichtlich Energieverbrauch im gleichen Zeitraum geringer dar.³¹

Die MA 19 hat in ihrem Werkstattbericht anhand von durchgeführten Projekten Sanierungsmöglichkeiten dokumentiert und beschrieben. Alt-Wiener Kastenfenster sind aufgrund ihrer Lage vor der Fassade besonders der Witterung ausgesetzt. Mit Hilfe von Kunstharzventilationsfarbe dreifach aufgetragen, traten Beschichtungsschäden erst nach 15 Jahren auf, ein Neuanstrich musste erst nach 20 Jahren durchgeführt werden.³²

Ein Nachteil der Alt-Wiener Kastenfenster ist die Reinigung. Einfacher in der Nutzung sind nach innen aufgehende Flügel. Es gibt die Möglichkeit eines Umbaus der Außenflügel nach innen, die sogenannte Geißfußkonstruktion bzw. der Umbau zu Leistenpfostenfenstern.



Abbildung 14 Umbau eines Altwiener Kastenfensters auf Geißfußkonstruktion, (Bernard & Nezval, 2014) S 58

Damit kann die Optik erhalten bleiben und der Verlust der Glasflächen beträgt ca. 10 – 15%. Nachteil dieser Lösung ist, dass die Oberlichter nur als Steckflügel ausgeführt werden können, da sonst der Innenkämpfer stört, darunter wird die horizontale Verstrebung zwischen Oberlichter und Fenster bezeichnet. Außerdem muss zum Öffnen der Außenflügel der Außenkämpfer abgesenkt oder ein kämpferloses Innenfenster hergestellt werden. Das charakteristische bei Alt-Wiener Kastenfenster ist die gleiche Teilung und Größe der Glasscheiben. Bei Absenkung des Kämpfers wird dieses Verhältnis gestört.³³

³⁰ (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S39

³¹ (Kain, Gschwandtner, & Idam, 2017) S 146

³² (Bernard & Nezval, 2014) S 52

³³ a.a.O., S57

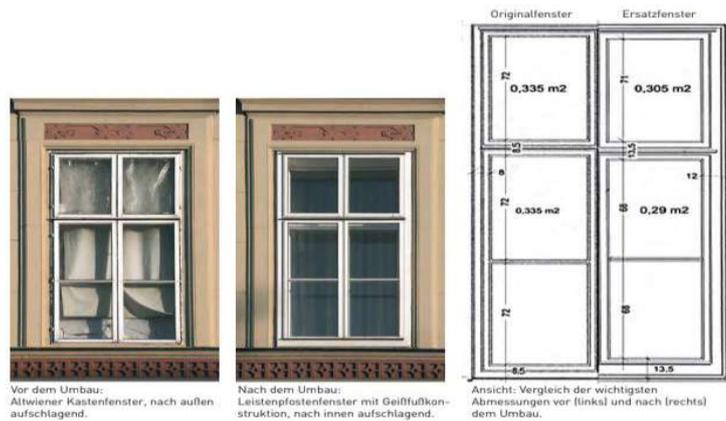


Abbildung 15 Vergleich Geißfußkonstruktion und Alt-Wiener Kastenfenster, (Bernard & Nezval, 2014) S 59

Die zwei Ebenen des Kastenfensters in Einfachverglasung ermöglichen die Ausbildung von schmalen Rahmen. Dies vergrößert die potentielle Glasfläche mit der Konsequenz, dass die hohen und großen Räume im Altbau optimal belichtet werden. Der Luftraum zwischen den Ebenen dient einem hohen Maß an Schallschutz, der im städtischen Bereich essentiell ist und modernen Fensterarten nicht nachsteht. Hervorzuheben ist, dass Kastenfenster mit einfachen Mitteln repariert und Ersatzteile aufgrund der einfachen Konstruktion leicht nachgefertigt werden können. Eine Notwendigkeit des Fenstertauschs entsteht nur bei dauerhaften Vernachlässigung einfacher Maßnahmen. Regelmäßige Einstellungen bewirken, dass der Schallschutz und der Wärmeschutz bestehen bleibt.

3.4 OIB-Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz

Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik sind Leitfäden und dienen der landesweiten Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften. Sie werden vom Institut für Bautechnik herausgegeben und stehen allen Bundesländern zur Verfügung. Von den Richtlinien kann in Verordnungen abgewichen werden, wenn das gleiche Schutzniveau erreicht werden kann. Insgesamt gibt es 6 OIB-Richtlinien für einzelne Themenbereiche. Die OIB-Richtlinie 6 behandelt das Thema Energieeinsparung und Wärmeschutz und definiert die Anforderungen von Bauteilen im Neubau und nach umfassenden Sanierungen. Von der Richtlinie nicht betroffen sind Instandhaltungen und Reparaturen. Die Anforderungen bei Einzelmaßnahmen wie bei der Erneuerung von Fenstern bedarf eines Sanierungskonzeptes für die gesamte Gebäudehülle. Eine Einzelmaßnahme darf diesem Konzept nicht widersprechen. Unbeachtlich ist der prozentuelle Anteil der Fenster an der Gebäudehülle. Auf das Sanierungskonzept kann verzichtet werden, wenn die maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten der Fenster um 24% unterschritten werden. Die maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten für Fenster betragen in Wohngebäuden gegen Außenluft

1,40 W/m²K und in Nicht-Wohngebäuden 1,70 W/m²K. Für den sommerlichen Wärmeschutz soll nach Renovierungen von Wohngebäuden und Nicht-Wohngebäuden die Temperatur von 21,8 ° C Tagesmittelwert nicht überschritten werden. Berücksichtigt wird, dass offenbare Fenster zwischen 6.00 – 22.00 solange geöffnet sind, wie die Außentemperatur geringer ist als die Raumtemperatur. Bei Nicht-Wohngebäuden kann zusätzlich eine Nachtlüftung bei einbruchssicheren und vor der Witterung geschützten Fensterflügeln berücksichtigt werden. Alternativ dazu ist die Anbringung eines außenliegenden Sonnenschutzes bei allen Fenstern eines Aufenthaltsraumes. Gegen Norden gerichtete Seiten dürfen unberücksichtigt bleiben. Bei dieser Variante müssen bei Nicht-Wohngebäuden zusätzlich vor Witterung geschützte und einbruchssichere Lüftungsflügel vorgesehen werden.³⁴

Die OIB – Richtlinie 6 geht von Rechenwerten aus und nicht vom tatsächlichen Energiebedarf eines Gebäudes. Beeinflussende Faktoren, wie der Wartungszustand oder der sich mit der Abnutzung verändernde Wärmedurchgang bleiben unberücksichtigt.³⁵

3.5 Thermische Verbesserungsmöglichkeiten

Die Erhaltung und energetische Verbesserung von historischen Gebäuden kann nicht mit Standardlösungen - wie durch eine thermische Verbesserung der Gebäudehülle - erfolgen. Eine schwer quantifizierbare Wertkomponente dieser Gebäude liegt in der historischen und visuellen Authentizität, welche erhalten werden sollte. Außen- wie auch Innendämmungen ändern die räumlichen und optischen Dimensionen und eignen sich nicht für den Altbestand. Über den Lebenszyklus betrachtet weisen historische Bestandsgebäude eine positive Energiebilanz auf. Der Energieaufwand von der Errichtung bis zur Sanierung ist verhältnismäßig gering zur gesamten Lebensdauer, auch "graue Energie" genannt. Dieser Kennwert ist aufwändig zu ermitteln und bleibt zur einfachen Berechnung unberücksichtigt. In Ansatz gebracht werden Default-Werte "vor 1900". Die Verzerrung besteht darin, dass die im Energieausweis ausgewiesene Gesamtenergieeffizienz sich auf Neubauforderungen von 2007 ausrichtet.³⁶

In der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) legt der Artikel 18 fest: *"es gilt, die Erforschung und Erprobung von neuen Lösungen, mit denen die Energieeffizienz von historischen Gebäuden und Stätten verbessert werden kann, zu fördern"*

³⁴ (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2023)

³⁵ (Swittalek, 2023) S 16

³⁶ (Seuschek, 2021) S 7, 8, 9

und gleichzeitig das kulturelle Erbe zu schützen und zu bewahren." (Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden)

Weiters wird im Artikel 15 festgehalten: *"Es ist wichtig, dafür zu sorgen, dass Maßnahmen zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sich nicht nur auf die Gebäudehülle konzentrieren, sondern alle relevanten Elemente und technischen Anlagen in einem Gebäude umfassen, etwa passive Elemente, die an passiven Techniken beteiligt sind, mit denen der Energiebedarf für Heizung oder Kühlung und der Energieverbrauch für Beleuchtung und Lüftung reduziert und so der thermische und visuelle Komfort verbessert werden sollen."* (Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden)

3.5.1 Verbesserung der Dichtheit der Fensterebenen

Eine Studie des Fraunhofer – Institut für Bauphysik, Zentrum energetische Altbausanierung und Denkmalpflege beschäftigte sich 2018 mit Bestandsfenstern mit Einfachverglasung, die zu Kastenfenstern energetisch saniert wurden. Mittels Tracergas-Messungen wurden die Luftströme und Luftaustauschraten vorort bei realen Bedingungen gemessen. Untersucht wurden die U-Werte (Wärmedurchgang), Wärmebrücken und Wärmeströme bei unterschiedlichen Dichtheiten der jeweiligen Ebenen. Damit sollte die überlieferte Konstruktionsvorgabe "innen dicht – außen offen" verifiziert und die damit verbundene Veränderung des Feuchtigkeitsgehalts in der Kavität analysiert werden. Grundlage der Untersuchung waren zwei einflügelige und ein zweiflügeliges Kastenfenster, die an der Innenseite mit einer Wärmeschutzverglasung und Falz-Gummidichtungen ausgestattet wurden. Die einflügeligen Fenster wurden mit einem Glas mit einem U_g -Wert von $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ und das zweiflügelige Fenster mit einem U_g -Wert von $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ertüchtigt. Alle drei Fenster befanden sich auf einer Ebene mit nordseitiger Ausrichtung – die Messungen fanden im Winter statt.³⁷

Bei der Messung der Mischungsverhältnisse der Feuchtigkeit in der Kavität konnte festgestellt werden, dass sich der Feuchtegehalt zwischen Raumluft und Außenluft bewegt. Bei ansteigenden Temperaturen im Frühjahr sank das Mischungsverhältnis bei allen Fenster ab.³⁸

³⁷ (Weller & Scheuring, 2021) S 205, 207, 208

³⁸ a.a.O. S 209, 210, 211

Der gemessene U-Wert des gesamten Kastenfensters betrug 1,34 W/m²K beim zweiflügeligen Fenster mit der Verglasung mit dem höheren U-Wert und 0,94 W/m²K bzw. 0,95 W/m²K bei dem einflügeligen Fenster mit der Verglasung mit dem niedrigeren U-Wert.³⁹

Ermittlung U-Wert	Fensterebene/ Bauteil	F.1.25 [W/(m ² K)]	F.1.26 [W/(m ² K)]	F.1.27 [W/(m ² K)]
U _{w,e} (Flixo, DIN 10077)	Fensterebene außen	4,59	4,36	4,34
U _{w,i} (Flixo, DIN 10077)	Fensterebene innen	1,75	1,48	1,48
U _{w,ges} (Flixo)	Kastenfenster ges.	1,25	1,09	1,09
U _{w,ges} (DIN 10077-1)	Kastenfenster ges.	1,41	1,10	1,10
U _{w,Mess.}	Kastenfenster ges.	1,34	0,94	0,95
U _g (lt. Hersteller)	Wärmeschutzglas	1,3	1,1	1,1

Abbildung 16 U-Wertermittlung Kastenfenster, (Weller & Scheuring, 2021) S 212

In weiterer Folge wurden die Wärmebrückenverluste der Bauteilanschlüsse der Fenster betrachtet. Dabei wurde in der Ausführung mit Wandinnendämmung und ohne Innendämmung unterschieden. Das Resultat war, dass eine Innendämmung Wärmebrückenverluste bewirkt, die den effektiven U-Wert der Fensterkonstruktion verschlechtern.⁴⁰

Fenster F 1.26	U _{w,ges} ; U _w [W/(m ² K)]	Δ U _{wB} [W/(m ² K)]	U _{w,eff.} [W/(m ² K)]
Kastenfenster ohne Innendämmung	1,09	- 0,24	0,85
Kastenfenster mit Innendämmung	1,09	0,57	1,66
Bestandsfenster ohne Innendämmung	4,60	4,21	8,81
Bestandsfenster mit Innendämmung	4,60	5,31	9,91

Abbildung 17 Auswirkungen von Innendämmung auf U-Werte, (Weller & Scheuring, 2021) S 212

Bei der rechnerischen Untersuchung der Auswirkung des Klimas in der Kavität bei Austausch der Dichtungsebenen zeigte sich, dass bei einer dichten Außenebene die absolute Feuchtigkeit substanziell ansteigt, umgekehrt sinkt die absolute Luftfeuchtigkeit in der Kavität bei einer dicht ausgeführten inneren Fensterebene. Somit ist die allgemein bekannte Konstruktionsregel "innen dicht und außen offen" bestätigt. Die Verbesserung der inneren Verglasung bewirkt eine Erhöhung der absoluten Feuchtigkeit, mit optimierter Außenscheibe sinkt die Feuchtigkeit. In weiterer Folge wurde festgestellt, dass eine zusätzliche Optimierung der Außenverglasung einen niedrigeren U-Wert zur Folge hat - siehe Abbildung 18.⁴¹

³⁹ (Weller & Scheuring), 2021, S 211, 212, 213

⁴⁰ a.a.O., S 211, 212, 213

⁴¹ a.a.O. S 213, 214, 215

Var.	Parameteränderung	U-Wert Fenster [W/(m²K)]		
		Innen $U_{w,i}$	Außen $U_{w,e}$	$U_{w,ges}$
V10	Grundvariante	1,48	4,36	1,09
V50	Außen dicht (Luftwechsel 0 h^{-1})	1,48	4,36	1,09
V90	Innen dicht (Luftwechsel 0 h^{-1})	1,48	4,36	1,09
V120	Innenscheibe $U_g = 0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	1,08	4,36	0,86
V130	Außenscheibe $U_g = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$	1,48	1,78	0,80

Abbildung 18 Auswirkung aufgrund der thermischen Ertüchtigung der Fenstergläser (Weller & Scheuring, 2021) S 213

Die Messungen haben ergeben, dass das Klima in der Kavität vom Raum- und Außenklima und von der Dichtheit der beiden Fensterebenen in Abhängigkeit steht. Die U-Werte der Verglasungen der Fensterebenen wirken sich auf die Temperatur des Luftwechsels und des Mischungsverhältnisses im Kastenzwischenraum aus. Je höher der U-Wert der inneren Fensterscheibe ist, desto dichter muss diese sein. Bei zusätzlicher Verbesserung der äußeren Fensterscheibe erhöht sich die Temperatur im Kastenraum, gleichzeitig sinkt die relative Feuchte und bringt eine Änderung des Mischungsverhältnisses und eine niedrigere absolute Feuchte mit sich.⁴²

"Für Gebäude unter Denkmalschutz stellt die Ertüchtigung der Einfachverglasung eine geringe Beeinträchtigung der Gebäudesubstanz dar." Wie in den Standards des BDAs angeführt, erfordert die Optimierung der Einfachverglasung nachfolgende Voraussetzungen:

- *Das Aufbringen von reflektierenden Folien oder das Ersetzen der Verglasung durch beschichtete Einfachgläser führt zu keinem Verlust historischer Gläser (z. B. mundgeblasenes Glas) und zu keiner Beeinträchtigung des überlieferten Erscheinungsbildes (Spiegeleffekt, Färbung, Transparenz).*
- *Der Profilquerschnitt und die Stabilität der Rahmenkonstruktion erlauben den Tausch der Einfachverglasung."* (Seuschek, 2021) S 36

3.5.2 Thermische Ertüchtigung mittels Einbau von Isolierverglasung

Durch den Einbau von Isolierglasscheiben an den Innenflügeln wird der Schall- und Wärmeschutz verbessert. Isoliergläser bestehen aus 2 Einfachgläsern mit einem Zwischenraum und sind folglich stärker und schwerer als normales Einfachglas. Der Einbau erfolgt in der Regel bei den Innenflügeln mit rundum laufenden Abdeckleisten oder die Innenflügel werden komplett getauscht.⁴³

⁴² (Weller & Scheuring), 2021., S 213, 214, 215

⁴³ (Seuschek, 2021) S 36



Ansicht der neuen Innenflügel mit Isolierverglasung.

Abbildung 19 Isolierverglasung an Innenflügel (Bernard & Nezval, 2014) S56

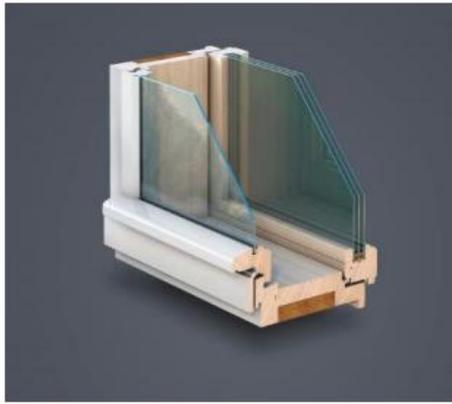
"Baudenkmäler haben sehr oft erhaltenswerte historische Innenflügel, daher erfordert ein Tausch auf Isolierglasfenster folgende Voraussetzungen:

- *Ein Wechsel auf der Innenseite eines Kastenfensters führt zu keinem Verlust historischer Fensterkonstruktionen, Gläser und Beschläge. Der Glasaustausch hat keine ästhetische Beeinträchtigung der Fensterelemente und der Innenraumgestaltung zur Folge.*
- *Die thermische Qualität des Isolierglases ist so zu wählen, dass es im Winter nicht zu einem massiven Abkühlen des Fensterkastens und zur Entstehung von Kondensat an der Außenscheibe führt.*
- *Die Dimensionierung der Flügelhölzer erlaubt den Einbau des Isolierglases mit entsprechenden Adaptierungen (z. B. Tausch von Beschlägen). Zur bestmöglichen Integration sind Isoliergläser mit geringen Glasabständen und farblich passenden Stegen zu verwenden." (Seuschek, 2021) S 36*

"Die komplette Erneuerung der Fensterkonstruktion im Baudenkmal erfordert nachfolgende Voraussetzungen:

- *Ein Fenstertausch ist denkmalfachlich bei historischen Fensterkonstruktionen nur im Falle nicht reparierbarer Schäden vertretbar.*
- *Je nach Objekt ist festzulegen, ob eine Nachbildung des historischen Fenstertypus oder eine neue Interpretation im Kontext zum überlieferten Erscheinungsbild angemessen ist. Die neuen Fenster sind im Detail zu planen.*
- *Das gewählte Material des neuen Elementes ist wartbar und weist eine zum Bestand passende Alterungsfähigkeit auf.*
- *Bauphysikalische Auswirkungen auf den Bestand sind besonders zu berücksichtigen (z.B. Sicherstellung der Luftwechselrate, Vermeidung von Kondensat und Schimmelbildung)" (Seuschek, 2021) S 36*

Alternativ werden neue Kastenfenster hochwärmedämmend mit einem U-Wert von 0,697 W/m²K angeboten. Die Fenster haben auf der Außenebene eine Einfachverglasung und an der Innenebene eine Dreifachverglasung – siehe nachstehende Abbildung.



© pro Passivhausfenster GmbH



Abbildung 20 Aufbau neues Kastenfenster Passivhausqualität

3.5.3 Thermische Ertüchtigung mit Vakuumglas

Die Holzforschung Austria und die TU-Wien hat mit Tischlerbetrieben eine Möglichkeit im Projekt VAMOS gefunden, Holzkastenfenster thermisch zu verbessern. Dabei wurde eine Glasebene auf hochwärmedämmendes Vakuumglas getauscht.⁴⁴

Bei Vakuumisolierverglasungen (VIG) wird statt der Edelgasfüllung Vakuum im Scheibenzwischenraum eingesetzt. Die Vorteile sind eine erhebliche Verbesserung der Dämmwirkung und Gewichtsreduktion der Fensterflügel. Dabei werden mindestens zwei Glasscheiben mittels eines 6-10 bar hohen Innendrucks (Vakuum) getrennt. Dadurch entfällt die Luftzirkulation und Kondensatbildung im Hohlraum. Mit geeigneten Beschichtungen, können Wärmedurchgangskoeffizienten von unter $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreicht werden. Eine rasterartige Klotzung (Abstandhaltung) mit kleinen kaum sichtbaren Abstandhaltern ermöglicht den Abstand der Scheiben unter 1 mm und die Gesamtscheibenstärke auf unter 10 mm zu reduzieren. Die Technologie gibt es seit der Jahrtausendwende. Zur Zeit besteht für Vakuumverglasung noch kein Regelwerk und eine CE-Kennzeichnung (Europäische Konformität) ist aufgrund fehlender Basisnormen in Entwicklung.⁴⁵

Schwachpunkte der Vakuumverglasung stellen die massive Wärmebrücke am Rand der Verglasung dar und eine festgestellte Empfindlichkeit gegenüber dynamischen Lasten. Aufgrund der geringen Stärke und Gewichts der Glasscheiben eignen sich diese besonders für den Einbau in historische Kastenfenster ohne die Fensterrahmen verstärken zu müssen.⁴⁶

⁴⁴ (Schober, et al., 2022) S 44

⁴⁵ (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 116

⁴⁶ (Schober, et al., 2022) S 45

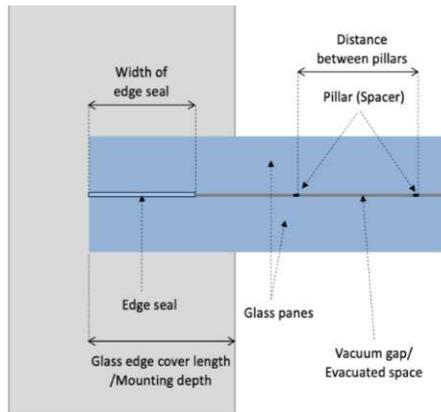


Abbildung 21 Aufbau eines Vakuumglases (Schuss, Pont, Wölzl, Schober, & Mahdavi, 2021)

Im Zuge dieses Projektes wurden Fenster in sechs historisch bedeutenden Gebäuden saniert und mit Vakuumglas ertüchtigt, um die Wissenslücke der Auswirkungen der Wärmebrücke im Randverband der Gläser zu erforschen. In den Objekten wurden jeweils drei Fenster in unterschiedlicher Ausführung untersucht. Ein Fenster mit Vakuumverglasung an der äußeren Ebene, eines an der inneren Ebene und ein Fenster im Originalzustand. Es wurden praktische Prüfungen im Labor, sowie ein Monitoring der verbauten Fenster Vorort durchgeführt und ein Logbuch der Nutzer Vorort hinsichtlich Kondensatbildung geführt. Alle Fenster wurden saniert, um die Dichtheit der Innenebene möglichst zu optimieren.⁴⁷

	Location					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
	Puchberg Wels	Wien Grinzing	Wien TU	Wilhering	Salzburg	Innsbruck
						
Retrofit action	Glass replacement	Refurbishment with new outer wings	Outer or inner wing replacement with VIG	New with Box-type windows VIG or IG	New with Box-type windows VIG or IG	New with Box-type windows VIG or IG
Monitoring setting	standard	standard	detailed	standard	standard	Detailed
F1: VIG inside	✓	-	✓	✓	✓	✓
F2: VIG outside	✓	✓	✓	-	✓	✓
F3: reference	Original float/float	-	Original float/float	✓	IG inside	IG inside

Abbildung 22 Überblick u. Spezifikationen der untersuchten Fenster (Schuss, Pont, Wölzl, Schober, & Mahdavi, 2021)

Zur Frage welche Ebene für Vakuumglas die optimale für den Einbau ist, wurde festgestellt, dass bei nach außen öffnenden Pfostenstockfenstern (Alt-Wiener und Grazer Kastenfenster)

⁴⁷ (Schober, et al., 2022) S 45, 47

empfiehlt sich das Vakuumglas in der Innenebene einzubauen, da beim Einbau in die Außenebene und somit vor der Fassade liegend, beim Anschluss zum Mauerwerk wegen des zarten Fensterrahmens eine Wärmebrücke entsteht. Auch bei Kastenfenstern, die in stark wärmeleitenden Steingewänden (unverkleidete Werksteinen) verbaut sind, sollte die Vakuumverglasung innen angebracht werden. Bei nach innen aufgehenden Kastenfenstern, die nicht in Steingewänden verbaut sind, können Vakuumgläser in beiden Ebenen verbaut werden. Der Vorteil beim Einbau in der inneren Ebene ist die Erzielung von besseren Energiewerten, da der Stockrahmen der Laibung als zusätzliche Dämmung dient und die Ebene mit dem verbauten Vakuumglas weiter innen liegt. Jedoch ist der Temperaturunterschied in der Kavität größer. Beim Einbau in die äußere Fensterebene ist der Temperaturunterschied in der Kavität und das Kondensatrisiko geringer, jedoch ist der Wärmeabfluss größer, da dieser über die Stocklaibung verloren geht. Der U-Wert kann durch den Einbau auf unter $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ verbessert werden. Aus bauphysikalischer und hochbautechnischer Sicht können diese Gläser verbaut werden. Es benötigt jedoch ein Zusammenspiel mit zusätzlichen Abdichtungen an den Fensterrahmen durch Kleben oder Einfräsen von Kunststoffdichtungen. Des Weiteren bedarf es der Einstellung und Wartung der Fenster hinsichtlich des Anpressdrucks und der Gestaltung der Laibung des Fensters.⁴⁸

3.5.4 Sommerlicher Wärmeschutz

Das Kastenfenster entwickelte sich aus dem Barockfenster mit Winterflügel. Der Winterflügel war der erste Wärmeschutz bei Fenstern im Barock. Dieser wurde im Winter außen eingehängt und im Sommer entfernt. Der Winterflügel wurde später durch eine zweite Fensterebene ersetzt und es entstand das Kastenfenster. Der Kastenzwischenraum bot eine zusätzliche Wärmedämmung, aber auch die Möglichkeit zum Einbau von Rollos oder Läden, meist in weißer Farbe für eine bestmögliche Reflexion.⁴⁹

Die Funktionen von Sonnenschutzsystemen sind der Schutz vor Überwärmung, Tageslichtversorgung ohne Blendwirkung und der Bezug nach Außen. In den Sommermonaten soll das Gebäude vor Überhitzung geschützt werden, in den Wintermonaten soll die Sonneneinstrahlung zur Nutzung der Raumtemperatur dienen. Ein weiterer Faktor ist die menschliche Psyche, helle Räume wirken stimmungsaufhellender als abgedunkelte Räumlichkeiten und tragen zur mentalen Leistungsfähigkeit bei.⁵⁰

⁴⁸ (Schober, et al., 2022) S 48, 49

⁴⁹ (Gerstmann, 2022) S 22

⁵⁰ a.a.O., S 23

Variable Sonnenschutzsysteme erweisen sich am wirksamsten in bauphysikalischer und psychologischer Hinsicht. Nicht unbeachtet werden sollte der Einfluss der diffusen Sonneneinwirkung der sonnenabgewandten Seiten. Der thermische Komfort ist in Normen wie der EN ISO 7730 und der ÖN EN 15251 geregelt. Das Behaglichkeitsempfinden ist sehr subjektiv und von der gesellschaftlichen Kultur und den verbundenen Arbeitsstilen, von der Belüftung sowie Kühlung eines Gebäudes abhängig. Faktoren wie Verhaltensanpassung, Gewöhnung und Erwartung beeinflussen dieses Empfinden. Leichte Bekleidung kann 1-2° C kompensieren. Des Weiteren hat das Aktivitätsniveau Einfluss auf den thermischen Komfort. Nach Studien von D.P. Wyon nimmt die geistige Leistungsfähigkeit bereits bei 28° C um 20% ab.⁵¹

Ziel des Sonnenschutzes bei Fenstern ist das Eindringen der Strahlung in den Raum und der damit verbundenen Entstehung von Wärme zu reduzieren. Der g-Wert (Gesamtenergiedurchlassgrad) dient zum Vergleich der Wirksamkeit des Sonnenschutzes. Der optimale Sonnenschutz hat einen hohen Reflexionsgrad und damit einen kleinen g-Wert zur Folge. Energetisch nicht optimal wäre es jedoch den Raum komplett abzudunkeln und mit Kunstlicht zu arbeiten. Ein weiterer Aspekt beim Wegfall des Tageslichts ist der Verlust der Aussicht aus dem Fenster. Daher ist der optimale Raffstore mit gleichmäßiger Lochung für Tageslicht und Ausblick mit einer dunklen Innenseite.^{52,53}

Sonnenschutzsysteme lassen sich in außen und innenliegende Systeme unterteilen. Der außenliegende Sonnenschutz ist wesentlich effektiver, da die Reflexion der Einstrahlung vor der Glasscheibe erfolgt und die Wärme erst gar nicht ins Innere dringt. Innenliegender Sonnenschutz dient mehr als Blendschutz als zur Kühlung.⁵⁴

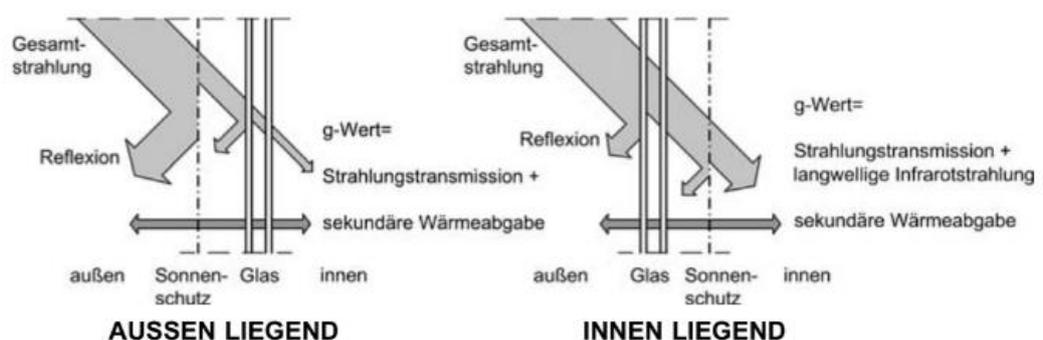


Abbildung 23 Wirkungweise Sonnenschutz (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 66

⁵¹ (Schneider, 2021) S 12

⁵² a.a.O., S 14

⁵³ (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 65

⁵⁴ a.a.O., S 65

Nachstehend die wichtigsten Sonnenschutzsysteme, die für historische Kastenfenster geeignet sind:

- Raffstores mit einer hohen Abschattungswirkung, Durchsicht und Einfall von Tageslicht kann variiert werden, Kosten- und Wartungsintensiv und mit einem relativ hohen Kasten
- Rollläden mit einer sehr hohen Abschattungswirkung, einbruchhemmend, U-Wertverbesserung, jedoch mit geringer Tageslichtnutzung, hoher Kunstlichtbedarf und hohe Kastentiefe, daher in historische Fassaden aufwändig zu integrieren⁵⁵

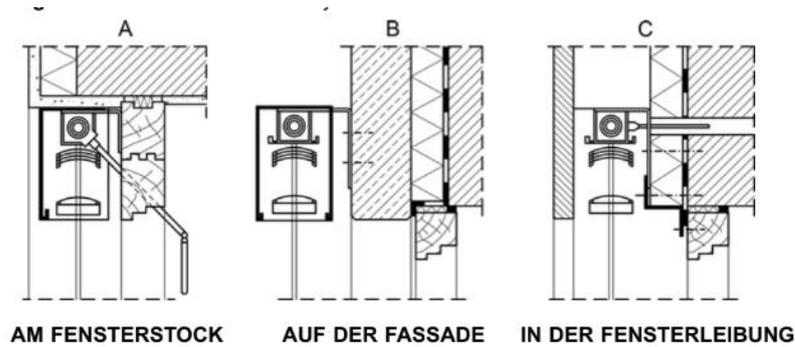


Abbildung 24 Montagemoöglichkeiten Raffstores (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 71

- Senkrecht und Ausstellmarkisen mit Durchsicht bei Behängen mit 15% Perforation, gutes Preis-Leistungsverhältnis, kleinste Ausmaße für die nachträgliche Integration gut anwendbar, leicht zu beschädigen und wenig veränderbar im Tagesverlauf;⁵⁶

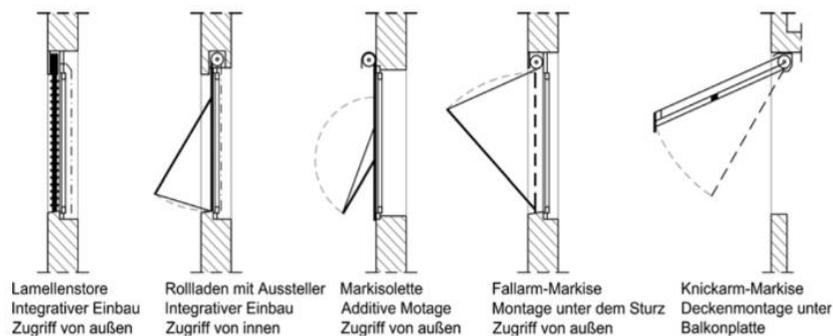


Abbildung 25 Markisenarten im Vergleich (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 70

⁵⁵ (Schneider, 2021) S18, 19, 20, 21, 22, 23

⁵⁶ a.a.O., S18, 19, 20, 21, 22, 23

- Fensterläden sind robust, saisonal und tageszeitlich veränderbar, geringe Wartungskosten, historisches Element, jedoch teurer als Raffstores und nur manuell zu bedienen.⁵⁷

Angeboten werden auch *Sonnenschutzfolien*, die auf der Innenseite des Außenflügels angebracht werden. Der Nachteil besteht darin, dass der Strahlungseintrag höher ist als bei außenliegenden Sonnensystemen und im Winter die Strahlungswärme teilweise verloren geht. Aufgrund der Färbung der Folie ergibt sich eine trübe Stimmung im Raum. Folien werden nach einer bestimmten Zeit aufgrund Vergilbungen unansehnlich und müssen erneuert werden.⁵⁸

Sonnenschutzgläser und Sonnenschutzfolien filtern das nahe Infrarot fast zur Gänze, das jedoch für den Menschen essentiell für die Durchblutung und die Anregung von Heilungsprozessen ist und entspannend wirkt.⁵⁹ Wesentlich für den Sonnenschutz sind die Tageslichtversorgung und der Sichtkontakt nach außen.⁶⁰ Die Wahl des richtigen Sonnenschutzes hängt von der Bedeutsamkeit und architektonischen Einzigartigkeit des Gebäudes und von den Parametern: Fenstertyp, Fassadenornamentik, Fenstertausch, Fassadenkonzept oder Einzelmaßnahme, Schutzzone oder denkmalgeschütztes Gebäude, ab. Weitere Einflussfaktoren sind die Nutzung, Windanfälligkeit und notwendige Tageslichtversorgung der Räumlichkeiten.⁶¹

Der Werkstättenbericht der MA 19 Sonnenschutz und Stadtbild zeigt Varianten für Lösungen bei historischen Kastenfenstern für Einzelmaßnahmen und Lösungen für Fassadenkonzepte: *Senkrecht oder Fallarmmarkise – Montage im Gewände*

Die Kästen können in das Gewände gesetzt werden, sodass die Markise hinter der Vorderkante positioniert ist, mit senkrechten Schienen wird das Fenster komplett abgedeckt. Die Farbe der Markise sollte in der Fassadenfarbe sein, damit die Markise in die Fassade integriert wird. Diese Lösungsvariante wird auch seitens des Bundesdenkmalamtes positiv gesehen und ist nach Abstimmung auch genehmigungsfähig.⁶²

⁵⁷ (Schneider, 2021), S18, 19, 20, 21, 22, 23

⁵⁸ a.a.O., S18, 19, 20, 21, 22, 23

⁵⁹ (Gerstmann, 2022) S 27,28

⁶⁰ (Schneider, 2021) S 85

⁶¹ a.a.O., S 38

⁶² a.a.O., S 46

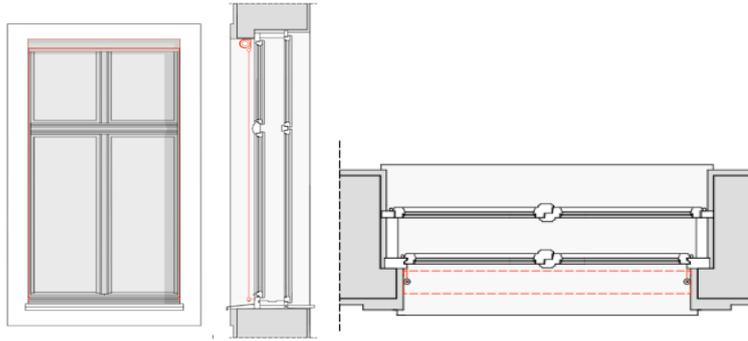


Abbildung 26 Senkrecht- und Fallarmmarkise - Montage im Gewände (Schneider, 2021) S 46

Bei außen aufgehenden Fenstern muss die Markise oberhalb des Fensterrahmens montiert werden. Der Markisenrollkörper soll anstatt eines Kastens mit einem Vordach geschützt werden.⁶³

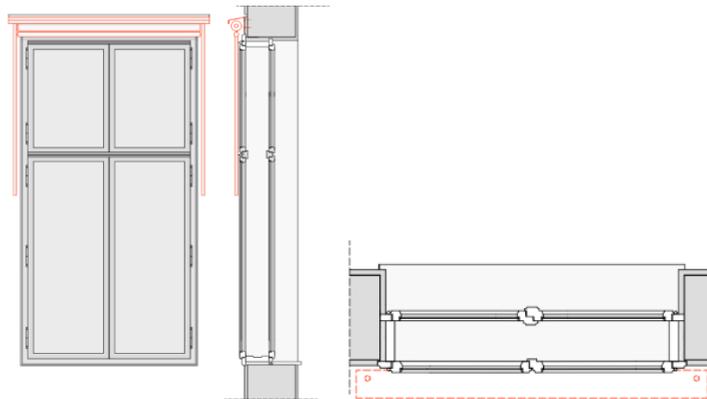


Abbildung 27 Markisenkasten mit Vordach (Schneider, 2021) S 47

Blumenkisten mit Kletterpflanzen - mithilfe von schlanken Rankstäben lassen sich Fenster beschatten, durch die Begrünung kommt es zu einer Verbesserung des städtischen Mikroklimas. Als Sonnenschutz muss sie dicht zuwachsen, der Ausblick wird zwar blockiert, jedoch ist der grüne Vorhang schön anzusehen und hat einen psychologischen positiven Effekt. Im Herbst kann die Bepflanzung zurückgeschnitten werden. Die Bepflanzung ist nicht nur ein Witterungsschutz, sondern ermöglicht auch eine Nachtlüftung. Die Begrünung ist einjährig, muss deshalb im Frühjahr rechtzeitig erneuert und täglich gegossen werden.⁶⁴

⁶³ (Schneider, 2021), S 47

⁶⁴ a.a.O., S 48



Abbildung 28 Blumenkasten mit Rankstäben (Schneider, 2021) S 48

Fix-Screens auf Flügeln, Fenster nach außen öffnend - bei außen aufgehenden Fensterflügeln ist die Anbringung eines Vordaches für das Rollo oberhalb des Fensters eine optische Beeinträchtigung, eine Lösung stellen Rahmen, die in der Fensterfarbe gestrichen sind, bespannt mit "High-Tech-Tüchern". Die Tücher sollen innen dunkel sein und außen hell, für die Durchsicht ist ein Lochanteil von 5% notwendig. Nach Abstimmung mit dem Bundesdenkmalamt wird diese Lösung positiv gesehen und ist genehmigungsfähig.⁶⁵

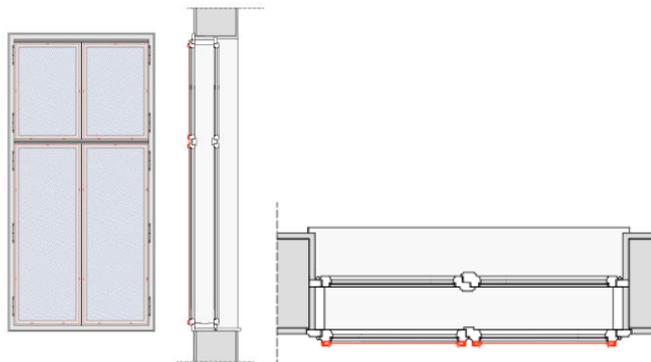


Abbildung 29 Fixscreens (Schneider, 2021) S 49

Eine Variante der vorher beschriebenen Lösungen ist die Kombination von Markise vor dem Kämpfer und Fix-Screen vor der Oberlichte aufgrund der Form des Fensters.⁶⁶

⁶⁵ (Schneider, 2021), S 49

⁶⁶ a.a.O., S 50

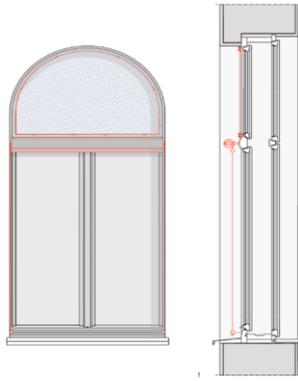


Abbildung 30 Variante Fixscreens mit Markise (Schneider, 2021) S 50

Bei Fenstertausch der gesamten Fassade sind auch Lösungen mit Raffstores, Rollläden, Markisen, etc. möglich. Das Fassadenkonzept sollte mit dem BDA bzw. der MA 19 abgestimmt werden. Kastenfenster, die an der Innenseite mit einer Isolierverglasung nachgerüstet wurden, ist die Anbringung einer Jalousie im Kasten Zwischenraum einer Anbringung an der Außenseite gleichzusetzen. Auf eine Überhitzung des Kastens ist jedoch zu achten.⁶⁷

Sonnenschutz und Denkmalschutz – Aufgrund des wesentlichen Einflusses der Fenster auf die Gesamterscheinung des Gebäudes liegt das Ziel in der Erhaltung der historischen Konstruktionen. Sämtliche thermische Verbesserungen sind im Gesamtkontext der vorhandenen historischen Substanz und der damit verbundenen Veränderungen des Erscheinungsbildes des Bauwerkes zu sehen. Grundsätzlich sollte mit dem Sonnenschutz innerhalb der Laibung geblieben werden und ist eine farbliche Angleichung an die Fassadenfarbe notwendig. Technische und energetische Verbesserungen bedarf einer bauphysikalischen Abklärung, jedoch wird ein Fenstertausch nur genehmigt, wenn der Altbestand irreparabel ist.⁶⁸

Im Werkstattbericht der MA 19 Sonnenschutz und Stadtbild wird eine Studie mit Messungen angeführt. Es wurden Räumlichkeiten unterschiedlicher Nutzungsarten (Wohnen, Büro und Schule) und Raumgrößen mit historischen Kastenfenstern untersucht. Die Szenarien wurden mit und ohne Sonnenschutz, mit und ohne Nachtlüftung und mit und ohne Innendämmung gemessen und berechnet. Gezeigt hat sich, dass die von der MA 19 und BDA favorisierten Fallarm- und Ausstellmarkisen nur begrenzt effizient sind. Auch wenn die Behänge eine optimale Sonnenschutzwirkung aufweisen, müssen diese mit anderen Maßnahmen kombiniert werden. Sonnenschutzsysteme, Nachtlüftung und Innendämmung ergaben das

⁶⁷ (Schneider, 2021), S 50

⁶⁸ a.a.O., S 7

beste Ergebnis und es kam zu einer erheblichen Absenkung der Raumtemperatur. Bei Nutzungen mit vielen Personen wie in Schulen und Universitäten oder hohen inneren Lasten, wie in Büros durch Computer und Personen ist auch diese Kombination nicht ausreichend. Sonnenschutzsysteme für Kastenfenster sind nur ein Teil zur energetischen Verbesserung eines Gebäudes. Sonnenschutzkonzepte sollten daher immer für ein gesamtes Gebäude entwickelt werden, um den Gesamtkühlbedarf optimal zu senken.⁶⁹ Maßnahmen zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz sollten immer im Einklang mit visuellen und biologischen Schutzzielen erfolgen.⁷⁰

Die Verbesserungsmöglichkeiten von Kastenfenstern hinsichtlich Wärmeschutz und Sonnenschutz sind sehr vielfältig. Die zahlreichen publizierten Studien zeigen, dass die Wirkungsweise und Performance dieser Fensterart laufend erforscht wird. Neue technische Innovationen wie z.B. das Vakuumisoliertglas können dazu beitragen, bestehende Fenster im Einklang mit den Klimazielen thermisch zu ertüchtigen. Ein wesentlicher Fortschritt zur Bewahrung von Holzkastenfenstern ist zu erzielen, wenn Wissens- und Erfahrungsaustausch über funktionierende Techniken zwischen Architekturbüros, Hauseigentümer bzw. Hausverwalter und Handwerk intensiviert wird.

3.6 Isolierglasfenster

Isolierglasfenster werden aufgrund ihrer Rahmenmaterialien in Holz, Holz-Alu, Alu und Kunststoff unterschieden. Isolierglasfenster bestehen aus einer Ebene und sollten so wie Kastenfenster regelmäßig gewartet werden. Das Wartungsintervall ist abhängig von der Größe und des Gewichts des Fensters. Durch das oftmalige Öffnen und Schließen können sich die Fenster verziehen, die Dichtungen schließen nicht mehr ab und die Fenster werden undicht.⁷¹

Angeboten werden 2- Scheiben- und 3- Scheibenisoliertgläser. 3-Scheibenverglasungen entsprechen heute dem Stand der Technik für energetische Verbesserungen. Bei Dreifachisoliertglas verdoppelt sich der U-Wert zur Zweifachverglasung. Für den Schallschutz sollen die Scheiben außerdem unterschiedliche Stärken aufweisen. Isoliergläser haben einen Luftraum zwischen den Scheiben. Aufgrund der geringen Tiefe des Luftraumes wird zur Verbesserung des Wärmedurchganges das Gas Argon oder Krypton eingebracht. Damit werden U-Werte von bis zu $0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ erreicht. Im Zuge des Alterungsprozesses der

⁶⁹ (Schneider, 2021), S 64 - 85

⁷⁰ (Gerstmann, 2022) S 28

⁷¹ (Swittalek, 2023)

Isoliergläser entweichen diese Gase und verschlechtern den U-Wert. In die Jahre gekommene, nicht gewartete Fenster müssen nach relativ kurzer Zeit instandgesetzt bzw. ausgetauscht werden.⁷²

Das Kunststofffenster ist das bei weitem häufigste Fenster, welches bei einem Fenstertausch zum Einsatz kommt. Das Rahmenmaterial eines Kunststofffensters ist überwiegend ein Erdölprodukt, dem Weichmacher zugefügt werden. Der Kunststoff wird durch das Entweichen der Weichmacher mit der Zeit spröde. Ein großer Nachteil von Kunststofffenstern ist, dass sie in der Substanz nicht repariert werden können und regelmäßig Ersatz- und Verschleißteile nicht mehr erhältlich sind. Die Lebensdauer von Kunststofffenstern ist im Verhältnis zu anderen Fenstern mit durchschnittlich 30 Jahren kurz und damit auf eine langfristige, an der Gebäudenutzungsdauer orientierte Wirtschaftlichkeit gemessen, relativ teuer. Weiters sind die Möglichkeiten einer Wiederverwertbarkeit der Fenster oder deren Bestandteile beschränkt.^{73 74}

⁷² (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021)

⁷³ (Swittalek, 2023) S 16, 17

⁷⁴ (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021)

4 Rechtliche Grundlagen

In diesem Kapitel sollen die rechtlichen Aspekte im Zusammenhang mit Holzkastenfenstern dargestellt werden. Behandelt wird das Bestandsrecht, Nachhaltigkeit und Klimaschutz, Landes- und Bundesförderungen, die Wiener Bauordnung und der Denkmalschutz.

4.1 Bestandsrecht

Für die bestandsrechtliche Betrachtung von Holzkastenfenster werden die relevanten Bestimmungen von ABGB, MRG, WEG und WGG beleuchtet.

4.1.1 ABGB – Allgemein bürgerliches Gesetzbuch

Im Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuch ist der Eigentümer, wenn nicht anders vertraglich vereinbart, gesetzlich verpflichtet, Kastenfenster in brauchbarem Zustand zu übergeben UND zu erhalten. Diese Rechtsnorm ist nachgiebiges Recht, d.h. die Parteien können davon abweichen. Die Erhaltung von Kastenfenster kann im Anwendungsbereich des ABGB vertraglich zur Gänze dem Mieter/Pächter oder dem Vermieter überbunden werden. Schutznormen wie das KSchG und Regelungen zur Sittenwidrigkeit müssen berücksichtigt werden. Der § 1096 ABGB wird bei der Vollaussnahme und der Teilaussnahme des MRG angewendet.

Teilaussnahmen bzw. Vollaussnahmen betreffen Freizeitwohnungen, Ein- und Zweiobjekthäuser, Gebäude, die freifinanziert und nach dem 30.6.1953 baubewilligt wurden, Mietgegenstände, die im Wohnungseigentum stehen und mit nach dem 8.5.1945 erteilten Baubewilligung neu errichtet worden sind – förderungsrechtliche Normen können jedoch die Anwendung der Bestimmungen des MRGs vorschreiben.

§ 1096 (1) ABGB: Vermieter und Verpächter sind verpflichtet, das Bestandstück auf eigene Kosten in brauchbarem Stande zu übergeben und zu erhalten und die Bestandinhaber in dem bedungenen Gebrauche oder Genusse nicht zu stören.

Mietzinsbeschränkungen gelten nur im Vollenwendungsbereich des MRGs. Besteht keine Beschränkung in der Höhe, kann ein "freier Mietzins" vereinbart werden, welcher allenfalls mit dem Rechtsinstrument wie Wucher bzw. laesio enormis beschränkt ist.⁷⁵ Vereinbarung hinsichtlich Wartung und Erhaltung von Fenstern kann im Mietzins einkalkuliert oder individuell geregelt werden.

Kastenfenster wurden bis 1965 verbaut, daher ist für die Mehrzahl der Mietverhältnisse mit historischen Fenster der Vollenwendungsbereich des MRGs anzuwenden.

⁷⁵ (Richter, 2023)

4.1.2 MRG - Mietrechtsgesetz

Im Vollenwendungsbereich des MRGs wird vom dispositiven Recht des §1096 ABGB in der Erhaltung der allgemeinen Teile und der Beseitigung von Gesundheitsgefahren abgewichen. Seit der Wohnrechtsnovelle (WRN) 2006 ist der Vermieter im Mietgegenstand für die Abwendung des ernststen Schadens des Hauses und die Beseitigung von Quellen der Gesundheitsgefährdung verantwortlich. Das bedeutet im Fall der Kastenfenster, dass in den allgemeinen Bereichen der Vermieter/Eigentümer zuständig ist. Im Mietgegenstand obliegt dem Mieter, sofern es sich nicht um einen ernststen Schaden des Hauses handelt, oder eine Gesundheitsgefährdung vorliegt, die Instandhaltung. In weiterer Folge wurde die Abgrenzung des Mietgegenstandes bei Kastenfenster in der Judikatur vorgenommen. Obwohl Kastenfenster eine technische Einheit bilden und beide Ebenen bauphysikalisch in Abhängigkeit stehen, wird das Innenfenster der Mieteinheit und somit der Erhaltungspflicht durch den Mieter zugeordnet und das Außenfenster der Fassade, die einen allgemeinen Teil des Hauses darstellt und damit in die Erhaltungspflicht des Vermieters/Eigentümers fällt.

Im Unterschied dazu werden Verbundfenster, die aus nur einer Ebene bestehen, den allgemeinen Teilen und damit der Erhaltungspflicht des Vermieters/Eigentümers zugeordnet. Die Erhaltungspflicht des Vermieters im ortsüblichen Standard lt. § 3 Abs. 1 MRG ist am Vorliegen eines Mangels und an die technische, rechtliche und wirtschaftliche Umsetzbarkeit gebunden. Ein ortsüblicher Standard wird in der Judikatur einem dynamischen Erhaltungsbegriff gleichgesetzt. Die Anpassung an den ortsüblichen Standard muss nur vorgenommen werden, wenn eine Reparatur unwirtschaftlich oder technisch unmöglich geworden ist⁷⁶, d.h. bei Erneuerung von Kastenfenstern ist der Eigentümer dazu verpflichtet, zeitgemäße Standards einzuhalten. Innerhalb von Schutzzonen ist ein Austausch auf zeitgemäße Fenster an der Straßenfassade rechtlich nicht möglich, außerhalb von Schutzzonen und an den hofseitigen Fassaden muss die technische Machbarkeit in Abwägung der Wirtschaftlichkeit erfolgen. Bei notwendigem Austausch von Kastenfenstern wird dies der Fall sein. Der Gesetzgeber verlangt somit vom Vermieter den Tausch von Kastenfenster auf zeitgemäße Isolierglasfenster, sollte eine Reparatur nicht mehr möglich sein. Zur Frage, ob Kastenfenster oder der Tausch von Kastenfenstern zeitgemäß ist, bestehen keine gesetzlichen Normen.

Eine thermische Verbesserung von Fenstern im Allgemeinen soll in Abwägung der Wirtschaftlichkeit erfolgen - § 3 Abs. 5 MRG. Komplex ist hier die Vorgehensweise aufgrund

⁷⁶ (Denk & Pelinka, 2022) S 181, 182

der zweigeteilten Zuständigkeit bei Kastenfenstern, da eine sinnvolle thermische Verbesserung nur an der Innenebene vorgenommen werden kann, die in der Verantwortung des Mieters liegt. Oftmals wird in der Praxis eine Kostenteilung vereinbart.

Siehe dazu nachstehender Gesetzestext und Judikatur.

§3 MRG (1) Der Vermieter hat nach Maßgabe der rechtlichen, wirtschaftlichen und technischen Gegebenheiten und Möglichkeiten dafür zu sorgen, dass das Haus, die Mietgegenstände und die der gemeinsamen Benützung der Bewohner des Hauses dienenden Anlagen im jeweils ortsüblichen Standard erhalten und erhebliche Gefahren für die Gesundheit der Bewohner beseitigt werden. Im Übrigen bleibt § 1096 des allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuchs unberührt.

(...)

(2) Die Erhaltung im Sinn des Abs. 1 umfasst:

- 1. die Arbeiten, die zur Erhaltung der allgemeinen Teile des Hauses erforderlich sind,*
- 2. die Arbeiten, die zur Erhaltung der Mietgegenstände des Hauses erforderlich sind; diese Arbeiten jedoch nur dann, wenn es sich um die Behebung von ernsten Schäden des Hauses oder um die Beseitigung einer vom Mietgegenstand ausgehenden erheblichen Gesundheitsgefährdung handelt oder wenn sie erforderlich sind, um einen zu vermietenden Mietgegenstand in brauchbarem Zustand zu übergeben;*

(...)

5. ... die der Senkung des Energieverbrauchs sonst dienenden Ausgestaltungen des Hauses, von einzelnen Teilen des Hauses oder von einzelnen Mietgegenständen, wenn und insoweit die hierfür erforderlichen Kosten in einem wirtschaftlich vernünftigen Verhältnis zum allgemeinen Erhaltungszustand des Hauses und den zu erwartenden Einsparungen stehen;

(...)

§3 MRG Abs. 2 Z 1 Unter allgemeine Teile fallen nach der Judikatur etwa die Wohnungseingangstüre, die Hausbrieffachanlage sowie Verbundfenster (und zwar insgesamt). Kastenfenster bei dem an einer Zarge zwei Fenster hintereinander montiert sind obliegt die Erhaltung der Innenfensterflügel als Teil des Mietobjektes grundsätzlich dem Mieter, sofern es sich nicht um einen ernsten Schaden des Hauses handelt. (Wobl Heft 34/2021 V.Hoti/M.Scharmer IWD – die gesetzlichen Erhaltungspflichten des Vermieters – ein Update zur Judikatur der letzten Jahre)

TE OGH 2008-11-04 5 Ob 154/08w

Vgl; Beisatz: Bei der Beurteilung, was im Einzelnen zu dieser „Außenhaut“ gehört, hat die Rechtsprechung bislang neben räumlichen, auch (ansatzweise) funktionelle (wertende) Kriterien einfließen lassen. (T3)

TE OGH 1997-07-08 5 Ob 107/97i

Beisatz: Die Erhaltung von Innenfensterflügeln obliegt als Teil des Mietobjektes grundsätzlich nicht dem Vermieter, sofern es sich nicht um einen ernsten Schaden des Hauses handelt. (T1)

TE OGH 2010-08-31 5 Ob 123/10i

Vgl; Beisatz: Zu den allgemeinen Teilen des Hauses gehört, was sich außerhalb eines Mietgegenstands befindet, worunter insbesondere Außenfenster fallen. (T2); Bem: Zu Verbundfenstern siehe auch RS0126206. (T3)

Nützliche Verbesserungen sind im § 4 MRG aufgezählt, in Bezug auf Fenster sind hier schalldämmende Maßnahmen angeführt, die gesetzlich durchgesetzt werden können. Die Anbringung eines Sonnenschutzes ist sowohl im § 3 und 4 nicht betroffen. Die Erhaltungspflicht lt. § 3 Abs. 5. betrifft die energetische Verbesserung bestehender Bauteile, ob die Neuerrichtung eines Sonnenschutzes unter Ausgestaltung der bestehenden Bauteile fällt, wirtschaftlich darstellbar und durchsetzbar ist, ist noch nicht ausjudiziert und eine Grauzone.

§ 4. (1) Der Vermieter hat nützliche Verbesserungen des Hauses oder einzelner Mietgegenstände nach Maßgabe der rechtlichen, wirtschaftlichen und technischen Gegebenheiten und Möglichkeiten durchzuführen, soweit dies im Hinblick auf den allgemeinen Erhaltungszustand des Hauses zweckmäßig ist; hierbei ist nützlichen Verbesserungen des Hauses gegenüber nützlichen Verbesserungen einzelner Mietgegenstände der Vorrang einzuräumen.

(...)

3. Maßnahmen, die eine dem jeweiligen Stand der Technik entsprechende Erhöhung der Schalldämmung bewirken, wie die Verbesserung der Schalldämmung von Fenstern, Außentüren, Außenwänden, Dächern, Kellerdecken und obersten Geschoßdecken.

Die Wartungsverpflichtung des Mieters ist im § 8 Abs. 1 MRG geregelt. Abgegrenzt wird die Wartung, die die Entstehung von Schäden verhindern soll, zur Instandhaltung, wo bereits ein Schaden vorliegt. Zur Beurteilung der Häufigkeit von Wartungen werden Herstellerangaben und Normen herangezogen, die Höhe von Instandhaltungsarbeiten ist mit dem Begriff der Bagatellreparatur gedeckelt.⁷⁷

Gemäß § 8 Abs. 1 MRG hat der Mieter den Mietgegenstand und die für das Bestandsobjekt bestimmten Einrichtungen zu warten und abgesehen vom ernststen Schaden des Hauses so instand zu halten, dass dem Vermieter kein Nachteil daraus erwächst. Das Gebrauchsrecht des Bestandnehmers sind neben dem Mietgegenstand die allgemeinen Teile des Hauses und notwendige Teile (z.B. Fenster), die für die Benützung des Mietgegenstandes erforderlich sind.⁷⁸ Die den Mietgegenstand umfassenden Einrichtungen sind vom Mieter zu warten. Kastenfenster sind für das Bestandsobjekt bestimmte Einrichtungen und daher sowohl die Außenebene als auch die Innenebene regelmäßig vom Mieter zu warten.

Im Vollenwendungsbereich des MRG gilt eine gesetzlich geregelte Mietzinsbeschränkung (§ 16 MRG). Diese steht in Abhängigkeit der Größe und Ausstattungskategorie des Objektes. Für den Großteil der Wohnungen im Vollenwendungsbereich des MRG in Wien ist der

⁷⁷ (Denk & Pelinka, 2022) S 192, 193

⁷⁸ a.a.O., S 190, 191

Richtwertmietzins (§ 16 Abs. 2 bis 4 MRG) anzuwenden. Dieser wird aufgrund des verlautbarten Richtwertes lt. Richtwertgesetz mittels Zu- und Abschlägen ermittelt. Mit hohen Investitionskosten verbundene energetische Sanierungen des Gebäudebestandes, welche zu Energiekosten Einsparungen bei Mietern führen, können im Richtwertmietzins nicht abgebildet werden.

Bei unbefristeten Mietverhältnissen im Vollenwendungsbereich des MRG kann nach einem Jahr in beiderseitigem Einvernehmen eine neue Mietzinsvereinbarung abgeschlossen werden. Das soll beiden Seiten ermöglichen, zusätzliche Leistungen, Arbeiten bzw. Verbesserungen im Mietgegenstand im Mietzins abzubilden. Das ist für beide Seiten von Vorteil, es kommt zu einer Energiekostenverbesserung für den Mieter und der Vermieter erhält für seine Investitionen einen höheren laufenden Mietzins.

Für denkmalgeschützte Gebäude, für die der Vermieter für die Erhaltung erhebliche Eigenmittel aufgewendet hat, kann ein angemessener Mietzins vereinbart werden (§ 16 Abs. 1 Z 3 MRG). Die Erhaltungsmaßnahmen müssen über das normale Maß der Erhaltung hinausgehen und die aufgewendeten Mittel wesentlich ins Gewicht fallen. Eigenmittel dürfen nicht aus der Mietzinsreserve lt. § 20 MRG entnommen werden.

Der angemessene Mietzins wird von Vergleichsobjekten in ähnlicher Größe, Art, Beschaffenheit, Lage und Ausstattungs- und Erhaltungszustand über die Vergleichswertmethode durch einen Sachverständigen ermittelt und kommt dem freien Mietzins nahe.⁷⁹ Der angemessene Mietzins wird neben dem vorher erwähnten Denkmalschutz bei der Vermietung zu Geschäftszwecken und Wohnungen über 130 m² Nutzfläche, die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes vermietet werden (6 Monate, mit Verbesserungsmaßnahmen 18 Monate) angewendet.

Mietrechtlich sind die Möglichkeiten aufwändige, substanzschonende energetische Verbesserungen für ein Gebäude, die auch dem Mieter zum Vorteil gelangen, über den Mietzins zu finanzieren sehr beschränkt. Nur mittels Einzelvereinbarungen nach § 16 Abs. 1 Z 5 MRG können Erhöhungen abgeschlossen werden.

4.1.3 WEG - Wohnungseigentumsgesetz

Das Wohnungseigentumsgesetz bezieht sich im § 28 bzgl. der Erhaltungsarbeiten in Angelegenheiten der ordentlichen Verwaltung auf § 3 MRG. Auch hier wird wie im Mietrechtsgesetz bei Kastenfenstern, sofern im Wohnungseigentumsvertrag nicht anders geregelt, zwischen Außenebene – allgemeiner Teil und Zuständigkeit der

⁷⁹ (Richter, 2023) S 220

Wohnungseigentümergeinschaft und Innenebene – Zuordnung zum einzelnen Wohnungseigentumsobjekt und Zuständigkeit der einzelne Wohnungseigentümer unterschieden. Ausnahme stellt analog zum Mietrecht der ernste Schaden des Hauses dar. Hinsichtlich des Sonnenschutzes erfolgte mit der Wohnrechtsnovelle (WRN) 2022 eine Änderung in Bezug auf die die Beschattung eines Wohnungseigentumsobjektes. Vor der Novelle bedurfte es der Zustimmung aller Wohnungseigentümer, nun tritt eine Zustimmungsfunktion ein, wenn die informierten Miteigentümer nicht binnen zweier Monate ab der angezeigten Änderung widersprechen.

"§ 16 (1) Die Nutzung des Wohnungseigentumsobjekts kommt dem Wohnungseigentümer zu.

(2) Der Wohnungseigentümer ist zu Änderungen (einschließlich Widmungsänderungen) an seinem Wohnungseigentumsobjekt auf seine Kosten berechtigt. Die Änderungen bedürfen der Zustimmung aller anderen Wohnungseigentümer, sofern die Beeinträchtigung schutzwürdiger Interessen anderer Wohnungseigentümer möglich ist. Unter den folgenden Voraussetzungen darf eine Zustimmung nicht verweigert und kann eine nicht erteilte Zustimmung gerichtlich ersetzt werden:"

(...)

(5) (...) "der Anbringung von sich in das Erscheinungsbild des Hauses harmonisch einfügenden Vorrichtungen zur Beschattung eines Wohnungseigentumsobjekts ... gilt die Zustimmung eines Wohnungseigentümers als erteilt, wenn er von der geplanten Änderung durch Übersendung auf die in § 24 Abs. 5 bestimmte Weise verständigt worden ist und der Änderung nicht innerhalb von zwei Monaten nach Zugang der Verständigung widerspricht. In der Verständigung muss die geplante Änderung klar und verständlich beschrieben und müssen die Rechtsfolgen des Unterbleibens eines Widerspruchs genannt werden. Ein Widerspruch muss dem die Änderung anstrebenden Wohnungseigentümer auf Papier oder in dauerhaft speicherbarer elektronischer Form übermittelt werden. Eine wesentliche und dauernde Beeinträchtigung seines Wohnungseigentums- oder Zubehörobjekts muss ein Wohnungseigentümer allerdings auch dann nicht dulden, wenn er einen Widerspruch unterlassen hat."

4.1.4 WGG - Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz

Die Erhaltung im WGG ist im § 14a geregelt. Die Bauvereinigung hat das Gebäude inkl. Wohnungen, Geschäftsräume und allgemeine Teile im ortsüblichen Standard zu erhalten und Gesundheitsgefahren zu beseitigen. Weitere Ansprüche aus § 1096 ABGB bleiben davon unberührt, sofern sie nicht unter § 8 MRG Abs. 1 fallen. § 8 MRG Abs. 1 sieht die Verpflichtung des Mieters zur Wartung der im Mietgegenstand befindlichen Einrichtungen, sofern es sich nicht um einen ernsten Schaden des Hauses handelt, während der Dauer des Mietverhältnisses.

In Wohnungen muss die Bauvereinigung das Mietobjekt während der Mietdauer im vereinbarten Zustand erhalten, Reparaturen durchführen und bei Unwirtschaftlichkeit einen Austausch vornehmen. Nicht davon betroffen sind Bagatellreparaturen, Maler und

Tapezierarbeiten und Beleuchtungsmittel-Tausch. Abnützungen der Innenflächen, sofern sie nicht die Brauchbarkeit beeinflussen, sind nicht davon betroffen.

Das bedeutet im Fall der Erhaltung von Kastenfenstern, dass die Bauvereinigung in Wohnungen für die Erhaltung, Reparatur und Austausch des gesamten Kastenfensters zuständig ist. Optische Verbesserungen, Wartung der Fenster und Abdichtungsmaßnahmen gegen Zuluft und Wassereintritte obliegen dem Mieter. Unter Wartung fällt auch die Ausbesserung von Dichtungen am Innenflügel eines Holzkastenfensters.⁸⁰ Geschäftsräume sind vom §14a Abs. 2b ausgenommen, wie im Fall der Reparatur von Kastenfenstern vorgegangen wird, ist unklar.

§ 14a. (1) *"Bei der Überlassung des Gebrauchs einer Wohnung oder eines Geschäftsraumes aus dem Titel eines Miet- oder sonstigen Nutzungsvertrages hat die Bauvereinigung nach Maßgabe der rechtlichen, wirtschaftlichen und technischen Gegebenheiten und Möglichkeiten dafür zu sorgen, dass die Baulichkeit, die vermieteten oder zur Nutzung überlassenen Wohnungen oder Geschäftsräume und die der gemeinsamen Benützung der Bewohner der Baulichkeit dienenden Anlagen im jeweils ortsüblichen Standard erhalten und erhebliche Gefahren für die Gesundheit der Bewohner beseitigt werden. Weitergehende Ansprüche nach § 1096 ABGB – sofern sich nicht aus den dem Mieter in § 8 Abs. 1 MRG aufgetragenen Pflichten Gegenteiliges ergibt – bleiben unberührt und können im Vorhinein nicht abbedungen werden." (...)*

2b. *"In Wohnungen die Arbeiten, die während der Dauer der Mietverhältnisse erforderlich sind, um die Miet- oder sonstigen Nutzungsgegenstände, ihre Ausstattung, die für sie bestimmten Einrichtungen und die mitvermieteten Einrichtungsgegenstände im vereinbarten Zustand zu erhalten, also sie zu reparieren oder – im Fall der Unwirtschaftlichkeit einer Reparatur – zu erneuern. Davon ausgenommen sind jene Maßnahmen, die nach § 8 Abs. 1 MRG dem Mieter obliegen. Überdies obliegen der Ersatz von Beleuchtungsmitteln, die Vornahme von Bagatellreparaturen sowie die Erhaltung von Malerei und Tapeten nicht der Bauvereinigung. Die Beseitigung normaler Abnützungen der sonstigen Innenflächen des Miet- oder sonstigen Nutzungsgegenstandes (wie insbesondere Bodenbelag und Verfliesung) obliegt der Bauvereinigung nur dann, wenn deren Brauchbarkeit wesentlich beeinträchtigt ist, (...)"*

Die bestandsrechtlichen Normen sind im Hinblick auf Wartung und Instandhaltung von Kastenfenstern insbesondere unter den Aspekten von Nachhaltigkeit und Erreichung von Klimazielen verbesserungswürdig. Die beiden Ebenen dieser Fensterkonstruktion bilden ein technisches System, dass nur im Einklang optimal funktionsfähig ist und daher eine rechtliche Trennung der Ebenen zwangsläufig zu suboptimalen Ergebnissen führt. Für den Mieter ist es kostensparender in einer Wohnung nur mit einer Fensterebene zu leben, die zu Lasten des Vermieters geht. Das führt dazu, dass Wohnungen mit modernen Fenstern unter Umständen leichter und schneller zu vermieten sind. Der Mieter trägt die Kosten der Wartung, welche in der Regel nicht durchgeführt wird. Auch führt der "gedeckelte" Mietzins im Altbau dazu, dass

⁸⁰ (Schwetz, 2021), e-Book

Eigentümer aufwändige Sanierung von Kastenfenstern meiden. In der Folge führen die Kosten einer großen Reparatur, die laufenden Kosten für Wartung und Instandhaltung und die ungünstigen Default - Werte des Energieausweises dazu, auf andere Fenstersysteme zu wechseln.

Damit das sehr langlebige System Kastenfenster funktioniert, sollte die laufende Fensterwartung, die derzeit in der Zuständigkeit des Mieters liegt, in die Zuständigkeit des Hauseigentümers übertragen werden. Dabei können Schäden erfasst bzw. sofort ausgebessert werden. Die dem Mieter obliegende Kosten könnten einerseits über Verrechnung der Betriebskosten erfolgen, oder als Zuschlag zum Mietzins eingepreist werden. Der Vorteil für den Mieter besteht in Energieeinsparungen, der Vorteil für den Eigentümer besteht in einer laufenden Zustandsdokumentation und in der Vermeidung hoher Sanierungskosten. Die Angleichung an die Mietzinsgestaltung von Gebäuden, die nach 1953 errichtet wurden und ein angemessener Mietzins (Marktmiete) verrechnet wird, hätte vermutlich zur Folge historische Architektur zu bewahren und von der kurzfristigen Erneuerung der Fenster Abstand zu nehmen.

4.2 Nachhaltigkeit und Rechtsgrundlagen Klimaschutz

Die Errichtung, Erhaltung und der Betrieb von Immobilien benötigen erhebliche Ressourcen und sind ein wesentlicher Verursacher von Schadstoff-Emissionen. Entsprechend birgt der Immobilienbereich ein hohes Einsparungspotential. Das Thema Energieeffizienz von Gebäuden ist seit langem ein allgemein bedeutsames gesellschaftspolitisches Thema. Daraus entwickelten sich Anfang des 21. Jahrhunderts Grundlagen der Gebäudezertifizierungen, die beim Neubau mittlerweile schon zum Standard geworden sind und auch für Bestandsgebäude immer bedeutsamer werden. Aufgrund von Berichtspflichten international agierender Kapitalinvestmentfonds gerät das Thema Nachhaltigkeit in der Immobilienbranche verstärkt in den Fokus und entwickelt sich stetig weiter.⁸¹

4.2.1 Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit in der Bau- und Immobilienbranche bezeichnet den Gleichklang von Ökonomie, Ökologie und Sozialem. Diese Drei-Säulen der Nachhaltigkeit sind gleichberechtigte Schutzziele, keines dieser Ziele soll überwiegen, da eine nachhaltige

⁸¹ (Artner & Richter-Schöllner, 2023) S 545

Entwicklung nur bei gleichzeitiger Umsetzung erfolgen kann. Die Ziele stehen in Abhängigkeit zueinander und können nur unter diesen Bedingungen erfüllt werden.⁸²



Abbildung 31 Das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit (Oebbecke, 2023) S55

Ökologische Nachhaltigkeit setzt sich zum Ziel, natürliche Ressourcen hinsichtlich Wasser, Energie und allen endlichen Rohstoffen zu schonen und zu schützen. Es sollen nur so viele nicht nachwachsende Rohstoffe entnommen werden, wie durch erneuerbare Rohstoffe ersetzt werden können. Dies dient zur Vermeidung von Umweltemissionen und fördert den Erhalt von Ökosystemen. Auf die Immobilie umgelegt bedeutet das eine Reduktion der Luft- und Wasserverunreinigung, Vermeidung von Abfall und Reduktion versiegelter Flächen. Unter *sozialer Nachhaltigkeit*, bei der der Mensch im Fokus ist, wird Gerechtigkeit, Fairness und Sicherheit verstanden. Arbeitnehmerrechte, Aus- und Weiterbildung, selbstbestimmte berufliche Orientierung sind Anker dieses Zieles. Barrierefreiheit, Erhaltung schützenswerter Güter (Baudenkmäler), Minimierung von Gesundheitsrisiken betreffen unter anderen Immobilien. *Ökonomische Nachhaltigkeit* bedeutet nachhaltiges Wirtschaften. Erreichen von stabilen Finanzstrukturen zur Ausübung des Wirtschaftsgegenstandes bei fairer Entlohnung der Arbeit und Fortbildung der Mitarbeiter sind die Inhalte dieses Zieles. Das erwirtschaftete Kapital soll für gleiche Lebensbedingungen für kommende Generationen eingesetzt werden können. Mietzinsoptimierung, flexible Nutzungsmöglichkeiten und die Reduzierung von Lebenszykluskosten sind bei Gebäuden in der ökonomischen Nachhaltigkeit relevant.^{83 84}

⁸² (Oebbecke, 2023) S 54-55

⁸³ (Artner & Richter-Schöllner, 2023) S 512

⁸⁴ (Oebbecke, 2023) S63

4.2.2 Abgrenzung Green- und Blue Buildings – graue Energie

Für nachhaltige Gebäude wird oftmals der Begriff Green Buildings verwendet. Green Buildings haben den Fokus auf die effiziente Nutzung von Energie und Wasser. Im ganzheitlichen Ansatz von nachhaltigen Gebäuden soll jedoch neben den energetischen Aspekten und der thermischen Gebäudequalität, ökologische und soziale Merkmale sowie der gesamte Lebenszyklus einer Immobilie beleuchtet werden. Bezeichnet werden diese Gebäude als Blue Buildings. Hochwertige, langlebige und nachwachsende Baustoffe, umweltschonender Betrieb, Ressourcenschonung unter Beachtung der Nutzeranforderungen, Rückbaufähigkeit und Recyclingaspekte werden betrachtet, um negative Einflüsse auf die Umwelt möglichst zu minimieren.⁸⁵

In der Entwicklung von nachhaltigen Gebäuden geht der Fokus weg von der Optimierung der Energiebilanz hin zur Betrachtung des gesamten Lebenszyklus im Hinblick auf die aufgewendete Energie in der Errichtung und Betrieb, der sogenannten "Grauen Energie" und der Dauer bis zum Ausgleich der aufgewendeten Energie.⁸⁶

Für den historischen Gebäudebestand kann eine Aufrechnung der grauen Energie mit den höheren Energieverbräuchen dieser Immobilien zu einer positiven Gesamtenergiebilanz führen im Verhältnis zu alternativen Lösungen wie Neubau.

4.2.3 Internationale Klimaziele – rechtliche Grundlage

Auf der UN-Klimakonferenz 2015 in Paris wurde eine internationale Klimaschutzvereinbarung aufbauend auf das Kyoto Protokoll verabschiedet und dient als juristische Grundlage für die Signatar Staaten. Anhand von Klimamodellen wurde der Zeitpunkt, wann sich der Klimawandel nicht mehr aufhalten lässt, bis Mitte des Jahrhunderts, somit für 2050 bestimmt. Es wird davon ausgegangen, dass es bis Mitte des Jahrhunderts global noch möglich ist, den Klimawandel durch Setzen von Maßnahmen zu beeinflussen. Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, auch die Erklärung von Paris genannt, wurde von allen UN-Mitgliedsstaaten angenommen und ratifiziert. Die Agenda 2030 umfasst 17 Ziele, die sogenannten Sustainable Development Goals, SDG's.⁸⁷

- Ziel 1: Armut in jeder Form und überall beenden
- Ziel 2: Ernährung weltweit sichern
- Ziel 3: Gesundheit und Wohlergehen
- Ziel 4: *Hochwertige Bildung weltweit*
- Ziel 5: Gleichstellung von Frauen und Männern

⁸⁵ (Bienert & Holzapfel, 2022) S 697,698

⁸⁶ a.a.O., S 699

⁸⁷ (Oebbecke, 2023) S95, 96, 97

- Ziel 6: Ausreichend Wasser in bester Qualität
- Ziel 7: *Bezahlbare und saubere Energie*
- Ziel 8: *Nachhaltig wirtschaften als Chance für alle*
- Ziel 9: *Industrie, Innovation und Infrastruktur*
- Ziel 10: Weniger Ungleichheiten
- Ziel 11: *Nachhaltige Städte und Gemeinden*
- Ziel 12: *Nachhaltig produzieren und konsumieren*
- Ziel 13: Weltweit Klimaschutz umsetzen
- Ziel 14: *Leben unter Wasser schützen*
- Ziel 15: Leben an Land
- Ziel 16: Starke und transparente Institutionen fördern
- Ziel 17: Globale Partnerschaften (Oebbecke, 2023) S 97, 98

8 von den 17 Zielen betreffen auch die Immobilienwirtschaft – diese sind kursiv hervorgehoben.

In Paris 2015 haben sich alle Mitglieder der UN dazu deklariert, die steigende Durchschnittstemperatur bis zur Mitte des Jahrhunderts auf unter 2°C, jedoch möglichst unter 1,5°C zu halten. Gemessen wird dies am vorindustriellen Niveau von ca. 1850 bis 1900.⁸⁸

4.2.4 EU Klimaschutzinstrumente

Aus den Klimazielen 2050 Paris 2015 entwickelte sich der europäische "Green Deal" (EGD). Ziel ist bis 2050 der erste klimaneutrale Kontinent zu werden und die Treibhausgasneutralität zu erreichen. Damit nimmt die EU die Vorreiterrolle im Klimaschutz ein.⁸⁹



Abbildung 32 Der grüne Deal (European Green Deal, EGD) der Europäischen Kommission (Oebbecke, 2023) S 101

Im Jahr 2019 haben sich alle europäischen Staaten verpflichtet alle menschengemachten Treibhausgasemissionen deutlich zu reduzieren und aus den damit verbundenen

⁸⁸ (Oebbecke, 2023), S95, 96, 97

⁸⁹ a.a.O., S 100

Technologien aussteigen. Die Restemissionen müssen mit geeigneten Maßnahmen kompensiert werden.⁹⁰

Ende 2020 haben sich die EU-Staaten auf die Nationally Determined Contributions (NDC's) verständigt, eine etappenweise Umsetzung des Klimaziels 2050. Diese Ziele sind ambitionierter als die festgelegten UN-Ziele. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um 55% reduziert werden. Dieses Ziel wurde bei der UN eingereicht und hatte 2021 Vorschläge zur Anpassung der EU Klima- und Energiegesetzgebung zur Folge.⁹¹

Österreich hat zur Erreichung der Ziele einen erheblichen Aufholbedarf.

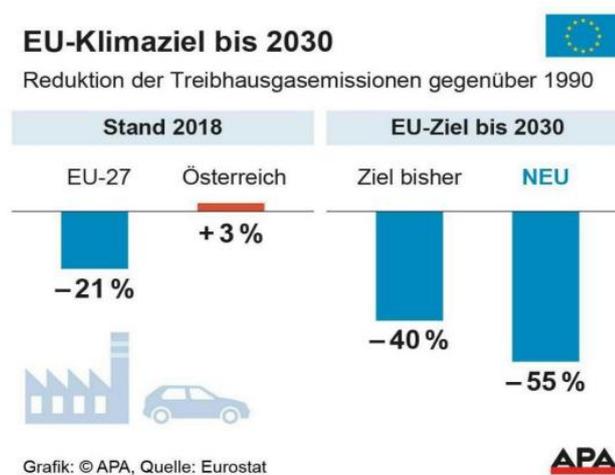


Abbildung 33 EU - Klimaziel 2030

Die EU definiert zwei Klimaschutzinstrumente:

- EU-Emissionshandel betrifft den Energiesektor und die Industrie
- EU-Klimaschutzverordnung betrifft die Sektoren Verkehr, Gebäude, Abfall und Landwirtschaft⁹²

Die EU-Klimaschutzverordnung verankert die Ziele für 2030 rechtlich verbindlich in allen EU-Ländern. Gemeinsam mit einem Fortschrittsmonitoring soll der Weg zur Klimaneutralität 2050 reguliert werden.⁹³

⁹⁰ (Oebbecke, 2023), S 101

⁹¹ a.a.O., S 99

⁹² a.a.O. S 102, 103, 104, 105

⁹³ a.a.O., S 102, 103, 104, 105

4.2.5 EU Taxonomieverordnung 2020/852 – EU Offenlegungsverordnung

Die Verordnung trat mit Juli 2020 in Kraft und ist ein verbindliches juristisches Regelwerk mit dem Schwerpunkt auf Energieverbrauch und CO²Emissionen. Die Verordnung beinhaltet vier übergreifende Prinzipien, sowie sechs Schutzziele, die eine wirtschaftliche Tätigkeit erfüllen muss, damit sie als ökologisch nachhaltig gilt.⁹⁴

1. "Es ist ein wesentlicher Beitrag zur Erfüllung mindestens eines der sechs nachfolgenden Umweltziele der EU zu leisten:
 - a. Klimaschutz
 - b. Anpassung an den Klimawandel
 - c. nachhaltige Nutzung und Schutz der Wasser- und Meeresressourcen
 - d. Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft
 - e. Vermeidung und Kontrolle der Umweltverschmutzung
 - f. Schutz und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme
2. Das Handeln darf keinem der oben genannten Umweltziele erheblichen Schaden zufügen
3. Einhaltung der sozialen Mindestgarantien gemäß den OECD-Leitsätzen für multinationale Unternehmen und den UN-Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte
4. Einhaltung technischer Bewertungskriterien" (Oebbecke, 2023) S 106

Daraus entwickelte sich 2022 die EU-Offenlegungsverordnung, die einen großen Einfluss auf die Immobilienbranche haben wird. Technische Bewertungskriterien wurden festgelegt, um die Gebäudeperformance zu messen und kategorisieren zu können. Damit wird der Forderung nach Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung bei Immobilieneigentümern, Investoren, Banken und Mietern nachgekommen.⁹⁵

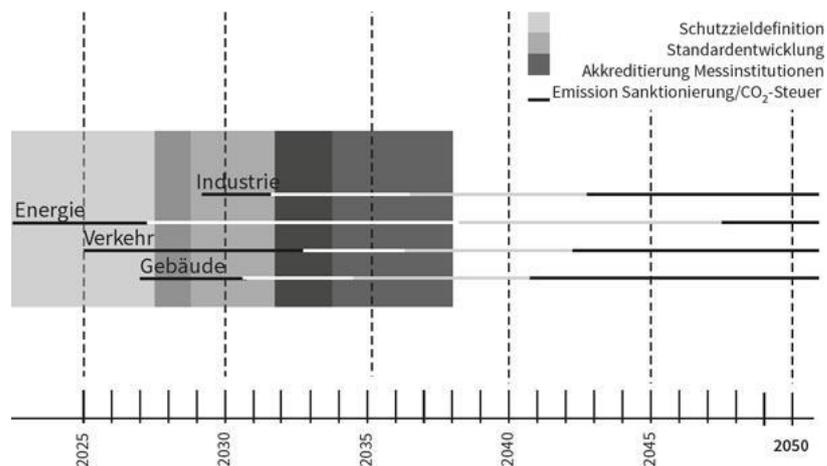


Abbildung 34 Vereinfachtes Phasenmodell zur Umsetzung der Taxonomie und Offenlegungsverordnung pro Branche bis 2050 (Oebbecke, 2023) Seite 107

⁹⁴ (Oebbecke, 2023), S 105

⁹⁵ a.a.O. S 106

In Österreich ist die Finanzmarktaufsicht (FMA) für die Vollziehung der Offenlegungs-VO verantwortlich. Verstöße werden mit bis zu € 60.000,00 bestraft. Bei falschen Offenlegungen kann es zu Schadensersatz Forderungen kommen.⁹⁶

4.2.6 ESG – Environmental Social Governance

ESG steht im Zusammenhang mit der Unternehmensverantwortung und ist Teil der Corporate Social Responsibility (CSR) und somit eine übergeordnete Verantwortung der Unternehmensführung. Ziel ist die gleichberechtigte Integration sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit in das Geschäftsmodell. CSR benötigt eine Implementierungs-, Mess- und Berichtspflicht. Es handelt sich nicht um eine obligatorische Regulierung, sondern es beruht auf Freiwilligkeit. ESG geht über gesetzliche Anforderungen hinaus und setzt, wie in der Definition für Nachhaltigkeit oben beschrieben, auf den Gleichklang von Schutz- und Förderzielen mit Auswirkung auf den Lebenszyklus.⁹⁷

Im Fall der Immobilienwirtschaft steht ESG für nachhaltige Investitionen und Kapitalisierung von Gebäuden. ESG gibt die Zielrichtung vor, die im Rahmen der Unternehmensverantwortung für Mensch, Kapital und Umwelt eingesetzt werden.⁹⁸

4.2.7 KSG Klimaschutzgesetz

"Das Klimaschutzgesetz, ist ein österreichisches Bundesgesetz dessen Langtitel Bundesgesetz zur Einhaltung von Höchstmengen von Treibhausgasemissionen und zur Erarbeitung von wirksamen Maßnahmen zum Klimaschutz (Klimaschutzgesetz – KSG) lautet. Erstmals beschlossen wurde es im Jahr 2011. Es regelt wirksame Maßnahmen zum Klimaschutz. Dargelegt werden die Emissionshöchstmengen für sechs Sektoren, darunter der Sektor Gebäude. Der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hat dem Nationalrat jährlich einen Bericht vorzulegen. Überschreitungen der jeweiligen Länder sind unter Einhaltung des jeweils geltenden Bundesfinanzrahmengesetzes zu bedecken." (KSG - RIS www.ris.bka.gv.at)

"Im Jahr 2020 lagen die Treibhausgasemissionen aus dem Sektor Gebäude um 0,1 Mio. Tonnen über der Höchstmenge. Jedoch haben sich diese seit 2005 stark reduziert. Dies beruht auf Maßnahmen der thermischen Sanierungen, der Erneuerungen von Heizungen und Ausstieg aus fossilen Brennstoffen." (aus dem Fortschrittsbericht 2022 des BM für Klimaschutz)

4.2.8 Klimafahrplan Wien

Wien setzt sich zum Ziel, bereits 2040 klimaneutral zu sein. Im Fokus des Klimafahrplanes ist der Ausstieg aus fossilen Brennstoffen hin zu Fernwärme bzw. erneuerbarer Energie. Wien benötigt im Vergleich zu den anderen Bundesländern aufgrund der verdichteten Bauweise

⁹⁶ (Artner & Richter-Schöller, 2023) S 542,543

⁹⁷ (Oebbecke, 2023) S60

⁹⁸ a.a.O. S 60

weniger Energie und weist einen geringeren Heizenergieverbrauch pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche auf. Dennoch fielen in den Jahren 2014-2018 30% der leitzielrelevanten Treibhausgasemissionen in Wien auf den Gebäudesektor, konkret auf Heizen, Kühlen und Warmwasserbereitung. Es kommen zwei Hebel zur Anwendung:

- Ausstieg aus fossilen Heizsystemen
- Energieverbrauch senken und erneuerbare Heizformen nutzen⁹⁹

Thermische Sanierungsmaßnahmen von Gebäuden hängen u.a. von der Art des Gebäudes ab. Differenziert betrachtet werden historische Gebäude. Informations- und Förderungsprogramme sollen Sanierungsmaßnahmen und -möglichkeiten erleichtern.¹⁰⁰

Zur Erreichung der Klimaziele müssen sich Bund und Länder hinsichtlich ihrer jeweiligen Gesetzgebungs- und Verwaltungskompetenz zur Erleichterungen für thermische Sanierungen auf Basis eines Gesamtkonzeptes abstimmen.¹⁰¹

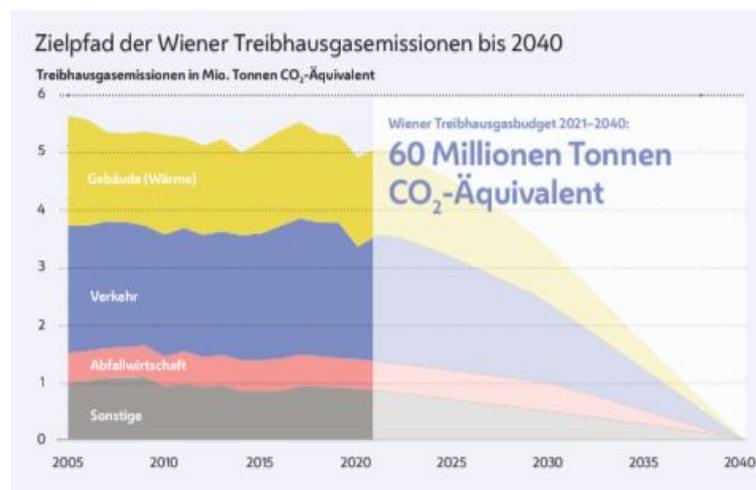


Abbildung 35 Zielpfad der Wiener Treibhausgasemissionen bis 2040 (Wien, 2023) S 45

Das Hauptaugenmerk liegt auf den leitzielrelevanten Treibhausgasemissionen. Die nachstehende Grafik macht deutlich, dass diese hauptsächlich von den fossilen Heizsystemen herrühren. Maßnahmen fokussieren sich auf Energieverbrauchsreduzierung und dem Ausstieg aus Öl, Kohle und Gas. In diesem Zusammenhang ist der Umgang mit historischen Holzkastenfenstern von geringer Bedeutung. Gesamtheitlich gesehen ist das hier erzielbare Energieeinsparungspotential aufgrund hoher Investitionskosten in Relation zu alternativen

⁹⁹ (Wien, 2023)

¹⁰⁰ a.a.O.

¹⁰¹ a.a.O.

Energieeinsparungsmaßnahmen Kapital ineffizient. Wie im Klimafahrplan beschrieben, soll mit Hilfe eines ganzheitlichen Sanierungskonzeptes Einsparungsmöglichkeiten im Gebäudebestand unter wirtschaftlicher Abwägung erhoben werden, um ineffiziente Einzelmaßnahmen zu vermeiden. Nachstehende Grafik zur Veranschaulichung der Treibhausgassituation und der Ziele bis 2040 des Wiener Klimafahrplanes. 30% der Treibhausgasemissionen in Wien sind dem Gebäudesektor zuzuordnen.¹⁰² Rund 40% des Energieverbrauchs kann der Immobilienwirtschaft zugeordnet werden.¹⁰³

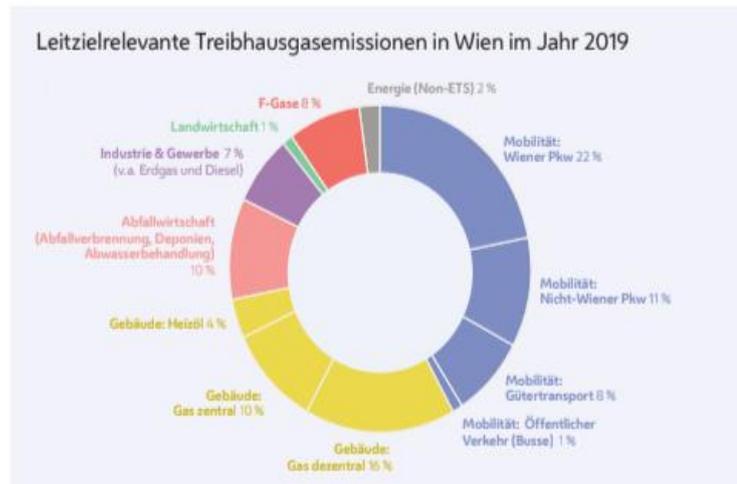


Abbildung 36 Leitzielrelevante Treibhausgasemissionen in Wien im Jahr 2019 (Wien, 2023) S 44

4.3 Landes- und Bundesförderungen

Bund und das Land Wien fördern Fenstersanierungen in Verbindung mit einer thermischen Ertüchtigung. Nur in Fällen wie Denkmalschutz und bei Überwiegen von Substandardwohnungen der Kategorien D (ohne WC oder Wasserentnahmestelle) und C (mit WC und Wasserentnahmestelle, jedoch ohne Küche oder Bad) in einem Gebäude und für den sozialen Wohnbau der Stadt Wien und Objekte, die dem WGG unterliegen werden Instandhaltungsarbeiten an Kastenfenstern ohne thermische Ertüchtigung gefördert. Für den Hauseigentümer stellt sich ein Austausch von Kastenfenstern aufgrund der Höhe und Vielfalt der angebotenen Förderungen auf den ersten Blick wirtschaftlicher dar. Kritiker betrachten dies als Forcierung von Wegwerfprodukten und Missachtung von ressourcenschonenden Reparaturen. Dadurch kommen Kastenfenster ungerechtfertigter Weise immer mehr in Misskredit und unter Druck.¹⁰⁴

¹⁰² (Wien, 2023)

¹⁰³ (Bienert & Holzzapfel, 2022) S 840

¹⁰⁴ (Swittalek, 2023) S 16

4.3.1 Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz WWFSG 1989

Das WWFSG ist die landesgesetzliche Grundlage für den geförderten Wohnbau. Es besteht aus sechs Hauptstücken. Die Förderung von Wohnhaussanierungen ist im zweiten Hauptstück in den §§ 33 bis 59 geregelt. Gefördert werden Wohnungen und Gebäude mit mindestens 50% Anteil zu Wohnzwecken, zur Deckung eines dringenden Wohnbedürfnisses und das Gebäude darf nicht im Eigentum des Bundes, eines Landes oder ausländischen Staates sein. Es besteht kein Rechtsanspruch auf Förderungen. Die Baubewilligung muss 20 Jahre zurückliegen, der Bestand mit dem Flächenwidmungs- und Bebauungsplan vereinbar und die Sanierung wirtschaftlich vertretbar sein. Mit Ausnahme einer thermischen Sanierung werden Gebäude mit einem überwiegenden Anteil von Wohnungen unter 22 m² und über 150 m² nicht gefördert.

Im § 37 werden die geförderten Sanierungsmaßnahmen aufgezählt. Diese beziehen sich auf Erhaltungs- und Verbesserungsmaßnahmen im Sinne des Mietrechtsgesetzes. Im Absatz 4 und 5 sind Maßnahmen zur Erhöhung des Schall- und Wärmeschutzes bei Fenstern und zur Reduzierung von Wärmeverlusten bei Heizungen und Warmwasserbereitungen aufgeführt. Im § 38 werden Maßnahmen mit einem hohen Anteil von Verbesserungsarbeiten und thermischen Sanierungen geregelt.

Förderungen können über Landesdarlehen, Annuitätenzuschüsse, laufende und einmalige nicht rückzahlbare Zuschüsse und Bürgschaftsübernahmen erfolgen. Die Art der Förderungen wird mittels Verordnung festgelegt.

4.3.2 Sanierungsverordnung

Die Wiener Sanierungsverordnung baut auf dem zweiten Hauptstück des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes auf und regelt die Rahmenbedingungen der Förderungen. Für historische Kastenfenster relevante Förderungen werden unterschieden in Maßnahmen für das gesamte Gebäude wie

- Umfassende thermisch-energetische Sanierungen - § 5 San VO
- Deltaförderung und Förderung von Einzelbauteilsanierungen - § 6 San VO
- Sockelsanierungen - § 11 San VO
- Totalsanierungen - § 13 San VO

und Einzelmaßnahmen mit oder ohne thermisch-energetischer Verbesserung (§ 8, 8a und 10 San VO).

Von den thermisch-energetischen Mindestanforderungen sind erhaltungswürdige Fassaden, Gebäude in einer Schutzzone und unter Denkmalschutz ausgenommen. (§ 1 Abs. 6 San VO) Die U-Wert Anforderungen bei einer Einzelbauteilsanierung im mehrgeschossigen Wohnbau beträgt bei Fenstern $1,00 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ bei Gläsertausch $0,80 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. (§ 2 Abs. 3 San VO) Im § 5 wird die umfassende thermische-energetische Sanierung geregelt. Abgrenzung zu § 6 Deltaförderung bzw. Einzelbauteilsanierung ist die Sanierung von zumindest drei Bauteilen der im § 1 der SanVO aufgezählten Bauteile (Fensterflächen, Dach oder oberste Geschoßdecke, Fassadenfläche, Kellerdecke, energetisch relevantes Haustechniksystem) Die Förderungshöhen richten sich nach dem Umfang und den Kosten der Sanierungsmaßnahmen, sowie der jeweiligen Sanierungsart und liegen in einem Bereich von 20% der Kosten bei Einzelbauteilsanierung und bis ca. 50% der Kosten bei einer umfassenden Sanierung (Sockelsanierung). Daher wird in weiterer Folge in der Arbeit auf weitere Details verzichtet.

Zusammenfassend gibt es nachfolgende Landesförderungsmöglichkeiten bei der thermischen Verbesserung von Kastenfenstern in Wohngebäuden:

- Umfassende thermische Ertüchtigung (THEWOSAN) des gesamten Gebäudes oder als Einzelmaßnahme
- Umfassende Sanierung des gesamten Gebäudes (Sockelsanierung oder Totalsanierung)
- Sanierung ohne thermische Ertüchtigung nur bei Wohngebäuden mit überwiegenden Wohnungen der Kat. C und D
- Außenliegender Sonnenschutz

Zum Zeitpunkt der Erstellung der Masterthesis befand sich die Sanierungsverordnung hinsichtlich der Voraussetzungen und Förderhöhen in Überarbeitung. Die Veröffentlichung soll im ersten Quartal 2024 erfolgen.

4.3.3 Förderungen des Bundesdenkmalamtes

Das Bundesdenkmalamt gewährt lt. § 32 Abs. 1 DMSG im Rahmen der finanzgesetzlichen Möglichkeiten Zuschüsse. Berücksichtigt werden Kosten, die über die normale Instandhaltung hinausgehen. Dazu zählen Kosten durch Materialwahl, Technologie oder

Methodik und die erforderlichen Untersuchungen wie z. B. im Zuge der Fensterinstandsetzungen.¹⁰⁵

4.3.4 Umwelt- und Bundesförderungen

Wie bei den Landesförderungen muss das Gebäude älter als 20 Jahre sein. Unterschieden wird zwischen Privaten zu Wohnzwecken und Unternehmen zu betrieblichen Zwecken. Seit 3.1.2023 gibt es die Aktion "*Sanierungsbonus für Private*" vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Gefördert werden Gebäudeeigentümer eines mehrgeschossigen Wohnbaus mit mindestens 3 Wohneinheiten. Private Wohnungseigentümer können einen Förderantrag für eine thermische Ertüchtigung von Fenstern stellen.¹⁰⁶

Bei einer umfassenden Sanierung nach Klimaaktivstandard muss ein bestimmter HWB Heizwärmebedarfswert erfüllt werden. Die Förderhöhe ist mit max. 30% der förderungsfähigen Investitionskosten begrenzt.¹⁰⁷

Bei Erzielung des HWB-Wertes nur aufgrund eines Fenstertauschs müssen mindestens 75% der bestehenden Fenster getauscht werden. Als Einzelmaßnahme für Wohnungen im Wohnungseigentum darf der max. U-Wert des gesamten Fensters 1,1 W/m² K betragen. Die Förderung ist ein einmal nicht rückzahlbarer Investitionskostenzuschuss mit max. 50% der förderungsfähigen Investitionskosten, betraglich begrenzt mit € 3.000,00 pro Wohnung.¹⁰⁸

Für die Förderung von denkmalgeschützten Gebäuden muss der HWB nachweislich um mindestens 25% gesenkt werden und dem Förderungsantrag eine Bestätigung des Bundesdenkmalamtes beigelegt werden.¹⁰⁹

Förderungsfähige Sanierungskosten bei Fenstern sind der Austausch von Fenstern, Tausch bestehender Verglasungen, außenliegende Beschattungen im Zuge eines Fenstertauschs.¹¹⁰

Die "DE-MINIMIS" *Förderung von Betrieben* und unternehmerisch tätigen Organisationen wird zwischen Einzelmaßnahmen und umfassender Sanierung unterschieden: Gefördert werden max. 30% der Investitionskosten, jedoch gedeckelt mit einem Gesamtausmaß von € 200.000,00 innerhalb von 3 Steuerjahren. Dieser Betrag inkludiert auch andere Förderungen.¹¹¹

¹⁰⁵ (Seuschek, 2021) S 57

¹⁰⁶ (Kommunalkredit Public Consulting GmbH, 2023)

¹⁰⁷ a.a.O.

¹⁰⁸ a.a.O.

¹⁰⁹ a.a.O.

¹¹⁰ a.a.O.

¹¹¹ a.a.O.

Bei der umfassenden Sanierung von überwiegend betrieblich genutzten Gebäuden ist die Förderungshöhe abhängig von der Gebäudegröße und Sanierungsqualität bzw. der Begrünung und abhängig von der Unternehmensgröße und kann bis zu 50% betragen. Voraussetzung ist die Unterschreitung des HWB gem. OIB RL 6 ODER Reduktion des HWB um mindestens 50% bzw. 25% bei denkmal- und ensembleschutzten Gebäuden.¹¹²

Im Hinblick auf einen ressourcenschonenden Umgang mit Rohstoffen sind Förderungen für Sanierung von Holzkastenfenstern im Vollarwendungsbereich des MRGs als ein Beitrag zur Erhaltung der Substanz und der historischen Baugeschichte anzustreben.

In der nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsberechnung werden Förderungen aufgrund der unbestimmten betragslichen Höhe nicht einbezogen.

4.4 Wiener Bauordnung

In der Wiener Bauordnung werden im Flächenwidmungs- und Bebauungsplan Gebiete festgelegt, deren Stadtbild und Erscheinungsbild als erhaltungswürdig erachtet werden. Die Zonen sind rot im Flächenwidmungs- und Bebauungsplan ausgewiesen – siehe dazu Abbildung unten und können mit Fluchtlinien zusammenfallen. Für Schutzzonen gelten strengere Richtlinien und Auflagen¹¹³. Insgesamt gibt es aktuell lt. MA 19 157 Schutzzonen mit rund 16.000 Gebäuden in Wien.

Die zuständige Behörde ist die Magistratsabteilung 19 (MA 19) Architektur und Stadtgestaltung. Aufgabe der MA 19 ist es für ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Erhaltung und Innovation zu sorgen. Eine weitere Aufgabe ist die Datenerfassung des historisch wertvollen Gebäudebestandes. Die MA 19 ist im Zuge des Baubewilligungsverfahrens für die stadtbildrelevante Begutachtung sämtlicher Bauvorhaben verantwortlich.¹¹⁴

¹¹² (Kommunalkredit Public Consulting GmbH, 2023)

¹¹³ (Bernard & Nezval, 2014) S 78

¹¹⁴ (Debelak, 2015)

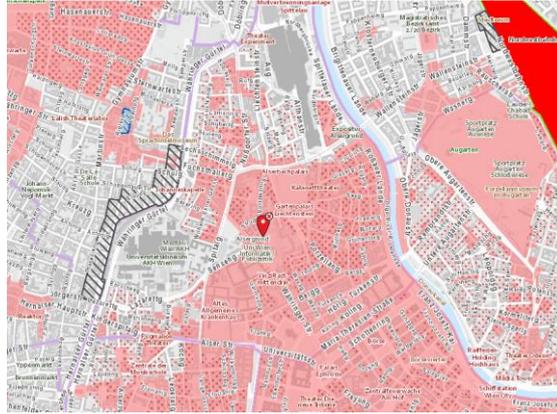


Abbildung 37 Schutzzonen in Wien lt. Flächenwidmungs und Bebauungsplan

Historische Kastenfenster in Schutzzonen müssen erhalten oder gemäß § 129 Wr. BO nachgebaut werden. Ausnahmen können in geschlossenen Innenhöfen berücksichtigt werden. Änderungen des äußeren Erscheinungsbildes werden von der MA 19 begutachtet und an die MA 37 Baupolizei der Stadt Wien weitergeleitet. Für Gebäude, die vor dem 1.1.1945 errichtet wurden, ist eine Bauanzeige zwingend notwendig, bei Änderungen des äußeren Erscheinungsbildes ist jedenfalls eine behördliche Baubewilligung aufgrund der architektonischen Begutachtung erforderlich. Bei denkmalgeschützten Gebäuden ist zusätzlich auch ein Bescheid des Bundesdenkmalamtes (BDA) – Landeskonservatorat für Wien zu erwirken.¹¹⁵

Bei der Begutachtung werden die neuen Fenster nicht nur im Kontext mit dem Gebäude gesehen, sondern auch im gesamten Straßenzug.

Die Wiener Bauordnung gibt vor, dass aufgrund von Baumaßnahmen das örtliche Stadtbild nicht gestört werden darf, Veränderungen an bedeutenden Bauwerken dürfen das Gesamtbild nicht beeinträchtigen. Noch strenger gesehen wird dies in Schutzzonen bzgl. baulicher Ziergegenstände, hier darf der Charakter des Gebäudes nicht beeinträchtigt werden. In Schutzzonen müssen diese stilgerecht erhalten werden. Fenster haben generell ein einheitliches Erscheinungsbild aufzuweisen, explizit wird die Farbgebung, die Profilstärke, die Teilung und die Konstruktion aufgezählt.

Der Austausch von Fenstern und die Anbringung von Sonnenschutz (Außenjalousien, Markisen) ist baubewilligungsfrei. Bei Änderung des äußeren Erscheinungsbildes für Gebäude in Schutzzonen ist eine Baugenehmigung nach § 60 BO für Wien notwendig. Der Austausch von Fenstern von Gebäuden außerhalb von Schutzzonen, die vor dem 1.1.1945 errichtet wurden bedarf jedoch nur einer Bauanzeige nach § 62 BO für Wien. Das bedeutet,

¹¹⁵ (Bernard & Nezal, 2014) S 78

dass auch bei Gebäuden außerhalb der Schutzzonen, die vor 1945 errichtet wurden, bei einem Fenstertausch eine Bauanzeige notwendig wird. In weiterer Folge ist im Gegensatz zum Fenstertausch die Anbringung von außenliegendem Sonnenschutz in Schutzzonen baubewilligungspflichtig.

Die Einhaltung von Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) nach Stand der Technik ist bei Gebäuden, die unter Denkmalschutz stehen, oder sich in Schutzzonen befinden, oder erhaltungswürdige gegliederte Fassaden aufweisen, ausgenommen.

In den Entscheidungen der Bauoberbehörde wird die Bedeutung der Fenster für die Fassade und das Stadtbild hervorgehoben. Das Fenster ist neben der Gliederung der Fassade das wichtigste Element in einem Gebäude. Die Änderung von Fenstern beeinflusst den Gesamteindruck eines Bauwerkes und beeinträchtigt das dahinterstehende Architekturkonzept. Charakteristisch ist die Lage am Gewände und die Konstruktion mit zwei Ebenen. Ein kausaler Zusammenhang besteht zwischen Material und Form des Fensters. Die Erhaltung von charakteristischen Fenstern hat in Schutzzonen zur Erhaltung der Wiener Bausubstanz Priorität.¹¹⁶

Nachstehend die wichtigsten Auszüge betreffend die Sanierung von historischen Kastenfenstern aus der Wiener Bauordnung:

§ 60 (1) "Bei folgenden Bauvorhaben ist, soweit nicht die §§ 62, 62a, 70a oder 70b zur Anwendung kommen, vor Beginn die Bewilligung der Behörde zu erwirken: (...)

e) Änderungen an Gebäuden in Schutzzonen, die die äußere Gestaltung, den Charakter oder den Stil eines Gebäudes beeinflussen.

f) Veränderungen oder Beseitigungen von dem örtlichen Stadtbild oder die äußere Gestaltung, den Charakter oder den Stil eines Gebäudes beeinflussenden baulichen Ziergegenständen in Schutzzonen. (...)

§ 62 (1) Eine Bauanzeige genügt für (...)

(3) den Austausch von Fenstern und Fenstertüren in Schutzzonen und bei Gebäuden, die vor dem 1.1.1945 errichtet wurden;

(4) alle sonstigen Änderungen und Instandsetzungen von Bauwerken (§ 60 Abs. 1 lit. c), die keine wesentliche Änderung der äußeren Gestaltung des Bauwerkes bewirken, nicht die Umwidmung von Wohnungen oder die Schaffung von Stellplätzen betreffen und keine Verpflichtung zur Schaffung von Stellplätzen auslösen (...)

§62a (1) Bei folgenden Bauführungen ist weder eine Baubewilligung noch eine Bauanzeige erforderlich:

(33) Außenjalousien, Markisen und dergleichen außerhalb von Schutzzonen und Gebieten mit Bausperre;

(34) der Austausch von Fenstern und Fenstertüren, sofern er nicht unter § 62 Abs. 1 Z 3 fällt;

§ 85 (1) Das Äußere der Bauwerke muss nach Bauform, Maßstäblichkeit, Baustoff und Farbe so beschaffen sein, dass es die einheitliche Gestaltung des örtlichen Stadtbildes nicht

¹¹⁶ (Bernard & Nezval, 2014), S 77

stört. Dauernd sichtbar bleibende Feuermauern sind dem Ortsbild entsprechend zu gestalten.

(...)

(3) Baumaßnahmen an einzelnen Bauwerken von geschichtlicher, kultureller oder künstlerischer Bedeutung sowie die Errichtung von Bauwerken und Baumaßnahmen in der Umgebung solcher Bauwerke sind unzulässig, wenn deren Eigenart oder künstlerische Wirkung oder das örtliche Stadtbild beeinträchtigt würde. Hierbei bleiben die besonderen, den Denkmalschutz betreffenden gesetzlichen Bestimmungen unberührt, (...)

(6) Durch die Errichtung, Veränderung oder Beseitigung baulicher Ziergegenstände in Schutzzonen darf die äußere Gestaltung, der Charakter und Stil des betroffenen Gebäudes beziehungsweise des dem baulichen Ziergegenstand benachbarten örtlichen Bereiches in seiner Wirkung im örtlichen Stadtbild nicht verändert werden.

(7) Fenster und Fenstertüren eines Gebäudes haben hinsichtlich Konstruktion, Teilung, Profilstärke, Farbe und dergleichen ein einheitliches Erscheinungsbild aufzuweisen, es sei denn, die Unterschiede sind in der besonderen Gestaltung des Gebäudes begründet.

§ 129 (2) (...) Für Gebäude in Schutzzonen besteht darüber hinaus die Verpflichtung, das Gebäude, die dazugehörigen Anlagen und die baulichen Ziergegenstände in stilgerechtem Zustand und nach den Bestimmungen des Bebauungsplanes zu erhalten.

§ 118 (4) Bei folgenden Gebäuden genügt die Einhaltung bestimmter Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte):

1. Gebäude, die unter Denkmalschutz stehen, bestehende Gebäude in Schutzzonen sowie erhaltungswürdige gegliederte Fassaden an bestehenden Gebäuden; dies gilt nicht für Zubauten mit einer Gesamtnutzfläche von mehr als 50 m²; (...)"

4.5 Denkmalschutz

Grundlage des Denkmalschutzes ist das österreichische Denkmalschutzgesetz (DMSG). Das DMSG ist ein Bundesgesetz, eine Bewilligung ist kumulativ zur Wiener Bauordnung zu erwirken (Kumulationsprinzip). Die Erstfassung stammt aus dem Jahr 1923. Unterschutzstellungen basieren auf geschichtlichen, künstlerischen oder sonstigen kulturellen Bedeutungen und erfolgen mittels Bescheid. Die Liste der geschützten Objekte ist unter www.bda.gv.at abrufbar. In der Regel bedeutet eine Unterschutzstellung, dass sämtliche mit dem Gebäude verbundene Teile und Zubehör davon betroffen sind. Ein Sonderfall ist die Teilunterschutzstellung, die nur klar abgrenzbare Teilbereiche umfasst.¹¹⁷ Das Bundesdenkmalamt hat keine Sanktionsmöglichkeiten gegen Zuwiderhandeln.

Jede Veränderung der Substanz, der Erscheinung oder künstlerischen Wirkung eines Baudenkmals bedarf einer Bewilligung durch das Bundesdenkmalamt. Maßnahmen zur energetischen Verbesserung benötigen jedenfalls einer denkmalbehördlichen Genehmigung.¹¹⁸

¹¹⁷ (Seuschek, 2021) S 12, 13

¹¹⁸ a.a.O., S 13

Thermische Verbesserungen am Baudenkmal im Sinne des DMSG sind auf eine bestmögliche Nutzung ausgerichtet und nicht auf die Einhaltung von U- oder HWB - Werten für den Neubau. Vielmehr ist vorab zu prüfen, ob eine Verbesserung nicht durch Änderung des Nutzerverhaltens möglich ist. Das BDA gibt in seinen Standards einen Überblick über denkmalverträgliche Maßnahmen anhand von Ampelfarben – siehe dazu untenstehende Abbildung. Die Farbe Grün bedeutet einen geringen Eingriff in die Gebäudesubstanz, Gelb einen gewissen nachteiligen Eingriff in die Gebäudesubstanz und einen erhöhten Planungsaufwand und rot sind gravierend nachteilige Veränderungen am Baudenkmal. Für Sanierung und thermische Ertüchtigung von historischen Kastenfenstern im Denkmalschutz bedeuten Optimierungen wie Instandhaltungsmaßnahmen und Anbringen von Dichtungen, sowie Aufbringen von Folien einen geringfügigen Eingriff, Erweiterung einer zusätzlichen Fensterebene, Wechsel zu Isolierglas und Erneuerung der Fensterkonstruktion einen nachteiligen Eingriff in die Gebäudesubstanz und bedarf einer entsprechenden Bestandsanalyse und Planung zur Bewilligung.¹¹⁹

4.5. Fenster	Optimierung der Fensterkonstruktion (z. B. Reparieren, Einsetzen von Dichtungen)	■
	Optimierung der Einfachverglasung (z. B. Aufbringen beschichteter Folien)	■
	Erweiterung um eine zusätzliche Fensterebene	■
	Wechsel zu Isolierglas (Wärmeschutzverglasung)	■
	Erneuerung der Fensterkonstruktion	■

Abbildung 38 Standards denkmalverträglicher Maßnahmen, Seuschek, 2021 S 10

¹¹⁹ (Seuschek, 2021), S 10

5 Wirtschaftliche Aspekte

Die wirtschaftlichen Aspekte sollen in Bezug auf das Einkommenssteuerrecht, der Gebäudebewertung anhand einer SWOT-Analyse und Wirtschaftlichkeitsrechnung dargestellt werden.

5.1 Steuerrecht – EstG Einkommensteuergesetz

Das EstG unterscheidet die Anwendungsbereiche des MRG, Betriebs- und Privatvermögen und die Art der Nutzung – für Wohnzwecke, nicht zu Wohnzwecken. Die Erhaltung und Verbesserungsmaßnahmen fallen bei der Vermietung von Grundstücken unter Werbungskosten bzw. Betriebsausgaben und bleiben bei privater Nutzung außer Ansatz.

Im Gesetz sind Werbungskosten als Aufwendungen bzw. Ausgaben zur Erwerbung, Sicherung oder Erhaltung der Einnahmen definiert (§ 16 Abs. 1 EStG). Diese sind im Herstellungsjahr voll steuerwirksam. Demgegenüber sind aktivierungspflichtige Aufwendungen über eine Zeitspanne verteilt anzusetzen. Aktivierungspflichtige Aufwendungen liegen bei einer Änderung der Wesensart vor. Eine Wiederherstellung der ursprünglichen Nutzung ohne Erweiterung oder wesentliche Verbesserung ist ein nicht aktivierungspflichtiger Erhaltungsaufwand und damit im Jahr der Herstellung steuerlich abzusetzen. Aktivierungspflichtiger Herstellungsaufwand wird bei Immobilien im Betriebs- und Privatvermögen auf die Restnutzungsdauer verteilt. Ausgenommen davon ist der begünstigte Herstellungsaufwand gem. § 8 (2) und § 28 (3) EStG. Im außerbetrieblichen Vermögen kann der begünstigte Herstellungsaufwand auf 15 Jahre abgeschrieben werden, wenn es sich um Aufwendungen nach §§ 3-5 MRG (ernster Schaden des Hauses, Gesundheitsgefährdung, nützliche Verbesserung und Zusammenlegung von Wohnungen) handelt, das Gebäude im Vollarwendungsbereich des MRG liegt, oder Sanierungsmaßnahmen für die eine Förderung vorliegt bzw. nach § 19 DMSG (Denkmalschutzgesetz). Kommt es zu einer Erhöhung nach § 18 ff MRG (Sockelsanierung) kann der Herstellungsaufwand über den Erhöhungszeitraum abgesetzt werden, zumindest 10 Jahre.¹²⁰ Im Betriebsvermögen ist ein begünstigter Herstellungsaufwand nur für Herstellungsaufwand im Interesse der Denkmalpflege möglich und auf 10 Jahre zu verteilen.

Bei Einkünften aus Vermietung und Verpachtung kann Erhaltungsaufwand sofort abgesetzt werden, bei Gebäuden zu Wohnzwecken muss jedoch zwischen Instandhaltung und Instandsetzung unterteilt werden.

¹²⁰ (Wahrlich, 2021) S 296

Instandhaltung liegt bei Austausch unwesentlicher Gebäudeteile vor, wie bei Wartungs- und Reparaturarbeiten. Der Instandhaltungsaufwand ist sofort absetzbar oder kann freiwillig auf Antrag gleichmäßig auf 15 Jahre verteilt werden. Instandsetzungsaufwendungen sind Aufwände, die den Nutzungswert des Gebäudes wesentlich erhöhen und die Nutzungsdauer wesentlich verlängern. Diese Aufwände müssen auf 15 Jahre verteilt werden (§ 4 Abs. 7 und § 28 Abs. 2 EStG). Als Beispiel angeführt ist der Austausch von Fenstern (EStR Rz 6469). Eine Erhöhung des Nutzungswertes und der Nutzungsdauer liegt ab einem 25% Austausch vor (EStR Rz 6463).

Herstellungs- und Instandsetzungsaufwand wird folgendermaßen abgegrenzt: Herstellungsaufwand liegt bei erstmaliger Herstellung oder Änderung der Wesensart vor. Es handelt sich um einen Aufwand, bei dem etwas Neues geschaffen wird, auch geringfügige Erweiterungen fallen unter Herstellungsaufwand. Abgestellt wird hier auf den Bauteil und nicht das gesamte Gebäude. Modernisierungen bzw. zeitgemäße Erneuerungen fallen nicht darunter. Bei Instandsetzungsaufwendungen wird die Wesensart des Gebäudes bzw. Bauteiles nicht verändert, jedoch wird der Nutzungswert wesentlich erhöht und die Nutzungsdauer verlängert. Aufgrund dessen werden Erhaltungsaufwendungen nicht den Herstellungskosten zugeordnet.¹²¹

Die Wesentlichkeitsgrenze wird überschritten, wenn mehr als 25% der Gebäudeteile ausgetauscht werden oder sich die Nutzungsdauer des Gebäudes im Verhältnis zur Restnutzungsdauer um mehr als 25% verlängert. In weiterer Folge wird die Wesentlichkeitsgrenze für ein gesamtes Sanierungskonzept betrachtet, egal ob es auf mehrere Jahre verteilt durchgeführt wird. Diese Beurteilung gilt auch für denkmalgeschützte Gebäude.¹²²

Zur Feststellung eines Erhaltungsaufwandes nach § 3 MRG zählen lt. OGH das Vorliegen eines Mangels im Sinne einer Reparaturbedürftigkeit, Einschränkung der Funktionsfähigkeit, Brauchbarkeit oder zumindest Schadensgeneigtheit.¹²³ Im § 4 sind die Verbesserungsmaßnahmen taxativ aufgezählt.

Bei gleichzeitiger Durchführung von Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten muss klar dokumentiert werden, dass diese in keinem Zusammenhang stehen, um diese steuerlich unabhängig voneinander betrachten zu können.

¹²¹ (Wahrlich, 2021), S 284, 285, 286

¹²² a.a.O., S 290

¹²³ a.a.O., S 298

Subventionen sind keine Einnahmen aus Vermietung und Verpachtung. Die geförderten Aufwendungen stellen keine Werbungskosten dar. Förderungszahlungen kürzen die Basis der Herstellungs-, Instandsetzungs-, und Instandhaltungsaufwände für die Berechnung der Abschreibungsmöglichkeiten.¹²⁴

Wartung, Reparatur und Sanierung der bestehenden Kastenfenster stellen einen Instandhaltungsaufwand dar, der steuerlich sofort absetzbar ist. Darüber hinaus ist die Wartung der Fenster, Innen- und Außenflügel, inkl. kleiner Bagatellreparaturen eine Verpflichtung des Mieters. Selbst der Austausch von Fensterflügeln stellt einen Instandhaltungsaufwand dar. Die thermische Optimierung von Innenfensterflügel wird analog zu den OGH Entscheidungen der Fassade als Instandsetzungsaufwand zugeordnet werden müssen, wie auch der komplette Austausch von Fenstern, in beiden Fällen sobald die 25% Grenze überschritten wird.

Die Erhaltung und Sanierung von Holzkastenfenstern ist steuerlich begünstigt, da der Aufwand dafür sofort abgesetzt werden kann, auch der Austausch einzelner Fenster kann sofort abgesetzt werden. Thermische Ertüchtigungen sind bei Kastenfenstern entweder mit der Verbesserung der Innenebene verbunden und müssen ab 25% Verbesserung auf 15 Jahre abgeschrieben werden. Das ist auch der Fall, wenn die Verbesserungen auf mehrere Jahre aufgeteilt werden. Mietrechtlich und damit verbunden auch steuerlich begünstigt wird der Tausch von Kastenfenster auf moderne Isolierglasfenster. Die erstmalige Anbringung von außenliegenden Sonnenschutz an Fenstern stellt einen Herstellungsaufwand dar, der auf die Restnutzungsdauer des Gebäudes aktiviert werden muss.

Steuerliche Erleichterungen für die Erhaltung bzw. thermische Verbesserungen von historischen Kastenfenstern und für Gebäude in Schutzzonen bzw. unter Denkmalschutz stehend, werden vom Gesetzgeber nicht gesondert berücksichtigt. Steuerlich ergibt sich kein Unterschied in der Ertüchtigung gegenüber einem Austausch auf Isolierglasfenster.

5.2 Gebäudebewertung

Bei alten oder historischen Gebäuden mit einem gebäudetechnischen, hohen Energiegrundverbrauch besteht ein überdurchschnittliches Abwertungsrisiko bei sich ändernden Marktverhältnissen und Rahmenbedingungen wie Preissteigerungen für Energie, Besteuerung von CO² Emissionen und möglicher gesetzlicher Einschränkungen bei der Vermietung bzw. Verkauf von Gebäuden mit schlechter Energiebilanz. Für diese Gebäude bedarf es in Relation zum Mietertrag hoher Investitionskosten, um die

¹²⁴ (Denk & Pelinka, 2022) S 451

Energieverbrauchsstandards zu erreichen. Notwendiger oder drohender thermischer Investitionsbedarf der am Mieten regulierten Wiener Wohnungsmarkt bei alten oder historischen Gebäuden zumeist mit Mietanpassungen nicht gedeckt wird, kann in der Folge zu einer Minderung des Verkehrswertes führen.¹²⁵

5.2.1 Einfluss von Holzkastenfenstern in der Gebäudebewertung

Die Gesetzeslage lässt es derzeit nicht zu, für nachhaltig optimierte Gebäude eine höhere Miete zu verlangen. Für alle Gebäude ist davon auszugehen, dass es bei Gebäuden mit einer schlechten Energiebilanz zu Abschlägen bei der Miete kommen wird. Die Nachfrage von institutionellen Anlegern für nicht nachhaltige Gebäude wird sinken und damit kommt es zu Abschlägen vom bisherigen Verkehrswert.¹²⁶

Zertifizierungen und der Energieausweis des Gebäudes unterstützen bei der Beurteilung und Bewertung von Immobilien. Bei einem unzureichenden HWB-Wert im Energieausweis wird als eine der ersten Maßnahmen der Einbau von energieeffizienten Fenstern empfohlen. Der Austausch von Fenstern ist in den Bauordnungen der Länder verankert. Der Austausch von Fenstern ist in Wien abseits von Schutzzonen und Denkmalschutz ohne Bauverfahren durchzuführen, für Gebäude, die älter als 1.1.1945 sind, bedarf es einer Bauanzeige. Dieser wichtige Hebel zur Energieverbesserung eines Gebäudes steht nicht im Fokus der Behörden. In einem ersten Zugang der Entscheidungsfindung erscheint der Fenstertausch der effektivste Weg, den Werterhalt einer Immobilie zu gewährleisten, da es im historischen Altbestand alternativ nur wenige Möglichkeiten zu sonstigen Maßnahmen gibt und öffentliche Mittel zur Verfügung gestellt werden. Allerdings bleiben hierbei der Lebenszyklus und eine mögliche Kreislaufwirtschaft unberücksichtigt.¹²⁷

In der Immobilienbewertung wurden für die Bewertung von Gebäuden zwei Begriffe geprägt, die durch die Kaufbereitschaft des Marktes bestimmt werden:

Green Value stellt die Zahlungsbereitschaft, den wertmäßigen Vorteil (Zuschlag) eines nachhaltigen Gebäudes im Vergleich zu einem herkömmlich nach heutigen Standards errichteten Gebäudes dar. Grey Discount ist ein Abschlag für die Nichterfüllung gesetzlich geforderter Nachhaltigkeitskriterien. Beide Begriffe sind Teil des Marktwertes und werden im Bewertungsgutachten regelmäßig nicht separat ausgewiesen.¹²⁸

¹²⁵ (Bienert & Holzapfel, 2022) S 681, 682

¹²⁶ a.a.O., S 681, 682

¹²⁷ a.a.O., S 681,682

¹²⁸ a.a.O., S 701,702

Im Zuge der Gebäudebewertung wird das Marktgeschehen beobachtet und Gebäude spezifisch abgeleitet. Dabei führen aufwändige Sanierungskosten nicht zwangsläufig zu einer den Investitionsausgaben entsprechenden Wertsteigerung am jeweiligen Markt. Eine Einpreisung von energetischen Sanierungsmaßnahmen im Bewertungsprozess kann nur auf Basis von Daten realer Transaktionen erfolgen. Erst wenn bei Transaktionspreisen Zuschläge bzw. Abschläge für Nachhaltigkeitsaspekte festgestellt werden, dürfen sich diese in der Gebäudebewertung niederschlagen¹²⁹

Studien lassen Wertzuschläge zwischen 5% und 10% des Marktwertes bzw. bei Marktmieten erkennen. Dafür wurden u.a. als Variablen die Energieeffizienz, das Nachhaltigkeitsniveau und abnehmende Betriebskosten genommen. Die Wertzuschläge sind abhängig vom Immobilienmarkt, dem Zeitpunkt der Erhebungen und der Zahlungsbereitschaft für die jeweilige Immobilie und werden sich aufgrund von gesetzlichen und wirtschaftlichen Einflüssen laufend verändern.¹³⁰

Die Auswirkungen auf den Verkehrswert bei vorhandenen Kastenfenstern sind noch schwer abschätzbar. Eine Abkehr von der Immobilienklassifizierung durch den Energieausweis hin zu einer ganzheitlichen Betrachtung des Lebenszyklus einer Immobilie würde die Wertstellung von Kastenfenster im Rahmen der Gebäudebewertung verbessern. Ein solches Umdenken ist aktuell lediglich in Ansätzen zu bemerken. Die Durchsetzung einer ganzheitlichen Lebenszyklus-Klassifizierung bedarf neben wissenschaftlich fundierten Ansätzen auch einer politischen Willensbildung und legislatischer Umsetzung.

Anders verhält es sich im Bereich des *Denkmalschutzes*, der im Bewertungsverfahren behandelt wird und einen Vermögenswerten Vor- bzw. Nachteil ergeben kann. Abhängig ist dieser von der Art der Unterschutzstellung. Diese kann auch wertneutral ausfallen, wenn Wertminderung und Werterhöhung spezifisch bewertet werden. Positive Einflussgrößen sind dabei steuerliche Vergünstigungen, Fördermittel, Verrechnung einer höheren Miete, geschichtlicher Hintergrund und Umgebung, Besonderheiten aufgrund des Alleinstellungsmerkmals im Vergleich zu anderen Gebäuden und eine gewisse Außenwirkung und Imagebildung. Negative Aspekte des Denkmalschutzes sind der höhere Instandhaltungsbedarf gelenkt durch das BDA und die anteilmäßig geringen Förderungshöhen und Steuererleichterungen.¹³¹

¹²⁹ (Bienert & Holzapfel, 2022), S 703, 704

¹³⁰ a.a.O., S 707

¹³¹ (Stocker, 2022) S 501, 502, 503, 517

Nach Auffassung des Bundesdenkmalamtes soll ein Denkmal alle 20 Jahre grundsaniert werden. Die kunsthistorische Bedeutung, die aufwändige Architektur, verlangen nach einem höheren Ansatz der Instandhaltungskosten. In Österreich ist der Eigentümer lediglich zu Instandhaltungsarbeiten, die der Sicherung des Bauwerkes dienen, verpflichtet, es besteht keine denkmalgerechte Instandsetzungsverpflichtung. Deshalb kann der Ansatz einer ewigen Erhaltungspflicht in der Bewertung relativiert werden. In Abwägung einer endlichen wirtschaftlichen Restnutzungsdauer, bei der die Instandhaltungskosten in der Bewertung niedriger anzusetzen sind, sind bei Annahme einer 100-jährigen bzw. unendlichen Nutzungsdauer, die Grundsanierungen bereits berücksichtigt.¹³²

Die Bewertungskriterien von denkmalgeschützten Gebäuden könnten auch in der Bewertung von Holzkastenfenstern übernommen werden. Ein historisches Gebäude mit ursprünglicher Bausubstanz hat eine andere Außenwirkung als ein historisches Gebäude mit neuartigen, die Optik beeinflussenden Isolierglasfenstern. Ob dieses Merkmal den Marktwert beeinflusst, bleibt abzuwarten.

5.2.2 Green – Building – Zertifizierungen

Green – Building – Zertifizierungen dienen zur Bewertung für nachhaltiges Bauen im Sinne der EU-Taxonomie, der ESG-Kriterien und der EU Offenlegungsverordnung. Das erste Zertifizierungssystem hat sich in den 1990er Jahren entwickelt, Anfang der 2000er Jahre folgten viele nationale Zertifizierungen. Für internationale Unternehmen dienen diese Zertifizierungen zum Vergleich der Performance der Assets. Allen Zertifizierungen ist gemein, dass sie auf den Schutzziele der Nachhaltigkeit aufbauen und der Bewertungskatalog quantifizierbar ist. Final wird die Bewertung von einer akkreditierten Zertifizierungsstelle geprüft, um Greenwash zu vermeiden.¹³³

In Österreich gibt es zwei große Anbieter. Das ÖGNI dessen Kriterienkatalog aufbauend auf der DGNB an die österreichischen Baustandards angepasst wurde und seit 2009 zertifiziert und seit 2005 klimaaktiv, das Gebäudebewertungssystem des Bundesministeriums für Klimaschutz (BMK). Weitere Anbieter sind IBO Ökopass, BREEAM und LEED.

Auszugsweise soll die Bedeutung der Bewertungskriterien der BREEAM Zertifizierung für historische Kastenfenster aufgezählt werden. Dazu wird der Kriterienkatalog Bestand Teil 1 und 2 herangezogen:

¹³² (Stocker, 2022), S 520,521

¹³³ (Oebbecke, 2023) S 143

- *Energieverbrauch*
- *Verringerung der CO₂-Emissionen*
- *Qualität der Gebäudehülle*
- *Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle*
- *Lüftung*
- *thermische Behaglichkeit*
- *Schutz vor Blendung durch Sonnenlicht*

Zertifizierungen haben Einzug in die Gebäudebewertung gehalten, werden jedoch hinsichtlich Zu- oder Abschläge in die Wertermittlung noch nicht integriert, da diese von der Nachfrage am Markt stark in Abhängigkeit stehen. Die Tendenz bei Kaufentscheidungen geht jedoch dahin, dass bei Angebot zweier identer Gebäude der Zuschlag zu Gunsten des zertifizierten Gebäudes erfolgen wird.

Die Bedeutung von Kastenfenstern wird durch Betonung der Nachhaltigkeit bei Berücksichtigung des effizienten Lebenszyklus gestärkt, das negative Image als Energiefresser ist in einer ganzheitlichen Betrachtung damit relativiert und wird sich in den Zertifizierungen positiv auswirken.

5.3 SWOT-Analyse

In der nachfolgenden SWOT-Analyse soll ein Überblick über die Vor- und Nachteile sowie die Chancen und Risiken im Zusammenhang mit dem Umgang von Kastenfenstern übersichtlich dargestellt werden.

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> - Lange Lebensdauer - Gute und einfache Reparaturmöglichkeiten - Verfügbarkeit von Ersatzteilen bzw. einfache Nachfertigung - Glasschaden leicht ersetzbar - Keine Gasfüllungsverluste - Nachwachsende regionale Rohstoffe keine langen Transportwege - Bei Beeinträchtigung einer Ebene gibt es noch eine zweite Ebene - Aus nicht fossilen Rohstoffen - Große Belichtungsfläche aufgrund des verhältnismäßig zarten Holzrahmens - Kontinuierlicher Lufteintrag, keine automatische Wohnraumlüftung notwendig - Keine Wärmebrückenproblematik, da abgestimmtes System 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Kippfunktion - Eingeschränkte Anbringungsmöglichkeiten von Sonnenschutz - Gläser leicht zerbrechlich - Regelmäßiger aufwändiger Anstrich alle 15 Jahre - Schlechtes Image als Energiefresser - Negative Wirkung auf den Energieausweis für das Gebäude aufgrund Ansatz hoher Default-Werte der Kastenfenster - Aufwändige Reinigung
Möglichkeiten	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> - Thermische Ertüchtigungen mittels Isolier- bzw. Vakuumverglasung - Förderung des örtlichen Handwerks - Imagebildung durch gelungene Sanierung und Erhaltung der Architekturgeschichte - Nachhaltig im Sinne von Lebensdauer, eingesetzten Materialien und Reparaturfähigkeit - Hoher, regionaler Wertschöpfungsanteil aufgrund des relativ geringen Materialeinsatzes - Recycle bare Basismaterialien - Forcierung der Kreislaufwirtschaft - Positive Effekte bei einer Lebenszyklusbetrachtung 	<ul style="list-style-type: none"> - Bestandsrechtliche Teilung der Verantwortung für Innen- und Außenfenster - Wenige Förderungsmöglichkeiten und steuerliche Vorteile für die Erhaltung der Kastenfenster - Aufwändige Sanierung im Denkmalschutz - Erhaltung von Kastenfenstern bei Gebäuden außerhalb der Schutzzonen - Unverständnis für die Notwendigkeit einer undichten Außen- und dichten Innenebene - Mietzinsbeschränkungen im Vollarwendungsbereich des MRGs - Überwindung des altmodischen Images

Die SWOT-Analyse zeigt, dass die Stärken gegenüber den Schwächen überwiegen. Es gibt viele Möglichkeiten und Herausforderungen zur Bewusstseins- und Imagebildung für historische Holzkastenfenster. Letztlich obliegt es den Eigentümern den Fokus auf Holzkastenfenster so zu legen, dass es für die Nutzer von Wert ist, in einem Gebäude mit Kastenfenstern zu leben. Die notwendigen Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben können vom Eigentümer auf Kosten des Mieters übernommen werden, um eine einwandfreie Funktion zu gewährleisten. In Folge schlägt sich das in der Miethöhe des Objektes und der Werthaltigkeit des Gebäudes nieder.

5.4 Wirtschaftlichkeitsrechnung

Zielsetzung der Wirtschaftlichkeitsrechnung ist festzustellen, ob eine Verwendung von Holzkastenfenster in einer Investitionskosten Analyse über einen Zeitraum von 60 Jahren gegenüber thermisch effizienteren Alternativen gerechtfertigt werden kann. Aufgrund des notwendig langen Betrachtungszeitraumes und der erforderlichen Prämissen im Berechnungsmodell sind die erzielten Ergebnisse und Schlussfolgerungen primär als Richtgrößen anzusehen. Der Betrachtungszeitraum für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wird aufgrund des Vorzuges der langen Lebensdauer von Holzkastenfenstern bei korrekter, laufender Wartung mit 60 Jahren festgelegt.

5.4.1 Grundlagen und Annahmen

Ausgangspunkt der Untersuchung ist eine Investitionsentscheidung im Zeitpunkt einer notwendigen Totalsanierung von Holzkastenfenstern. Verglichen werden Holzkastenfenster mit U-Wert $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ und U-Wert $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ in unterschiedlicher Sanierungsvarianten mit Tausch auf Kunststoffisoliertglasfenster mit U-Wert $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ in einem nominellen Kostenvergleich und im Rahmen eines Discounted Cashflow Modells.

Als Grundlage der Berechnungen dienen aktuelle Preiserhebungen vom Oktober 2023 für eine vorgegebene Fenstergröße, die von einem Architektur Büro in Wien und von der Holzforschung Austria zur Verfügung gestellt wurden. Eine Plausibilisierung dieser Preise erfolgte auf Basis von Erfahrungswerten der Autorin, welche im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit mit Wartung, Sanierung und Tausch von Fenstern von Gebäuden Einblick in die Marktlage besitzt. In den Kosten sind Planungskosten, Behördenwege und eventuell notwendige Gerüstkosten nicht berücksichtigt.

Betrachtet wird ein 6- flügeliges Kastenfenster mit einer Größe von $150 \text{ cm} \times 260 \text{ cm}$ und einer Beheizung des Objektes mit einem Gaskessel.

Datenbasis

	Preis in € inkl. Ust.
Sanierung des Kastenfensters	
Größe 150 x 260cm	
Sanierung schwer: gängig machen, sanieren (nötigenfalls Austausch von Teilen), neu beschichten	3.800,00
Sanierung außen schwer, Neuanfertigung Innenflügel mit 2-Scheiben Isolierglas	5.600,00
Einzeleleistungen	
Anstrich Außenfenster	1.000,00
Anstrich Außenfenster und Innenfenster	1.700,00
Isolierglastauch 2-fach Verglasung	960,00
Isolierglastauch 3-fach Verglasung	1.400,00
Glastausch bestehender Innenflügel auf Vakuumglas	1.600,00
jährliche Wartung	50,00
Austausch des Fensters	
Größe 150 x 260cm	
Kunststofffenster inkl. Einbau	3.200,00
jährliche Wartung	60,00

Bei den Preisen handelt es sich um Letztverbraucherpreise inklusive Umsatzsteuer. Es wird ein Holzkastenfenster mit einem Kunststoffisolierglasfenster verglichen, da letztere die gebräuchlichste Isolierglasfenstervariante ist. Folgende Sanierungsverfahren werden über den Zeitraum von 60 Jahren angesetzt:

1. *Fenstertausch auf Kunststofffenster U-Wert 1 W/m²K*: Fenstertausch im Jahr 0, 30 und 60, Isolierglastauch im Jahr 15 und 45, jährliche Wartung 58-mal, da bei Tausch nicht gewartet werden muss.
2. *Holzkastenfenster U-Wert 1 W/m²K*: Neuanfertigung des Innenflügels mit 2-Scheibenisolierglas und Sanierung außen schwer im Jahr 0. In Folge werden die Kosten für Außenanstriche alle 15 Jahre, Innenanstrich nach 30 und 60 Jahren und ein Isolierglastauch alle 15 Jahre des Innenflügels angenommen. Die Wartung erfolgt alle 2 Jahre.
3. *Holzkastenfenster U-Wert 1 W/m²K*: Einbau Vakuumglas in den bestehenden Innenflügel und Sanierung außen und innen schwer im Jahr 0. In Folge werden die Kosten für Außenanstriche alle 15 Jahre, Innenanstrich und Glastausch des Innenflügels nach 30 und 60 Jahren angenommen. Die Wartung erfolgt alle 2 Jahre.
4. *Holzkastenfenster U-Wert 2,5 W/m²K*: Sanierung schwer im Jahr 0. In Folge werden die Kosten für Außenanstriche alle 15 Jahre, Innenanstrich nach 30 und 60 Jahren und die Wartung alle 2 Jahre angenommen. Unter Einrechnung eines Energiemehrverbrauches von U-Wert 1 W/m²K zu U-Wert 2,5 W/m²K. In der Discounted Investmentmethode werden die Energiemehrkostensteigerungen mit 2% bzw. 7% bzw. 10% per anno

angesetzt (somit werden 3 Varianten des Holzkastenfensters U-Wert 2,5 W/m²K aufgezeigt).

5.4.2 Nomineller Kostenvergleich

Folgende nominelle Ausgabenstruktur kann verglichen werden:

Ausgabenstruktur

	U-Wert 1 Isolierglas	U-Wert 1 Vakuumglas	U-Wert 2,5
Holzkastenfenster			
1. Sanierung t0	5.600,00	5.400,00	3.800,00
2x Außenanstriche t15, t45+ 2x Außen-/Innenanstrich t30, t60	5.400,00	5.400,00	5.400,00
laufende Wartung alle 2 Jahre	1.500,00	1.500,00	1.500,00
4x Isolierglastausch 2-fach Verglasung t15, t30, t45, t60	3.840,00		
2x Vakuumglastausch t30, t60		3.200,00	
Energiemehrkosten nominell für 60 Jahre			1.868,53
Gesamtkosten nach 60 Jahren	16.340,00	15.500,00	12.568,53
Kunststofffenster			
3x Tausch t0, t30, t60	9.600,00		
2x Isolierglastausch 3-fach Verglasung	2.800,00		
laufende Wartung jährlich	3.480,00		
2x Entsorgung (15% Anschaffungspreis) t30, t60	960,00		
Gesamtkosten nach 60 Jahren	16.840,00		

Vorteilhaftigkeitsberechnung (Basis nominelle Gesamtkosten)

	U-Wert 1 Isolierglas	U-Wert 1 Vakuumglas	U-Wert 2,5
Gesamtkosten Kastenfenster	16.340,00	15.500,00	12.568,53
Gesamtkosten Kunststofffenster	16.840,00	16.840,00	16.840,00
Vorteilhaftigkeit Kastenfenster gegenüber Kunststofffenster	500,00	1.340,00	4.271,47

In der nominellen Ausgabenstruktur ergibt sich eine Vorteilhaftigkeit in jeder Holzkastensanierungsvariante gegenüber dem Einbau von Kunststoffisolierglasfenstern. Diese Aussage kann einer ökonomischen Betrachtung nicht genügen. Um eine Näherung an die wirtschaftliche Realität zu erarbeiten, wird das Discounted Cashflow Modell verwendet.

5.4.3 Vorteilhaftigkeitsvergleich mittels Discounted Cashflow Methode

Im Rahmen der Discounted Cashflow Methode werden die jeweiligen Ausgaben jeder Sanierungsvariante, wie sie in der Tabelle Ausgabenstruktur angesetzt sind mit ihren inflationierten Zeitwert herangezogen und auf einen Barwert mit der angesetzten Immobilienveranlagungsrendite diskontiert.

Für die Inflationierung und Diskontierung im Modell werden folgende Annahmen getroffen:

- langfristige allgemeine Inflationsrate gem. dem EZB-Ziel (Europäische Zentralbank) 2% p.a.¹³⁴
- Baukostensteigerungen von 3% p.a.
- Varianten Energiekostensteigerung von 2%, 7% und 10% p.a.
- risikoloser Veranlagungsbasiszinssatz entspricht der aktuellen Rendite von österreichischen Bundesanleihen 3% p.a.¹³⁵
- Risikoaufschlag für langfristige Immobilienveranlagung 2% p.a.

Die Formeln hierzu sind:

- der Diskontierungsfaktor (q) ergibt sich aus der Formel: $q = 1/(1+i)^n$
i = Zinssatz, n = Zeitspanne in Jahren
- der Aufzinsungsfaktor errechnet sich gemäß der Formel: $r = (1+i)^n$

Im Modell wird daher davon ausgegangen, dass:

- es eine langfristige Mindestrealverzinsung von 1% p.a. gibt (risikoloser Veranlagungszinssatz 3% p.a. abzüglich allgemeine Inflation 2% p.a.)
- die Baukostensteigerung langfristig über der allgemeinen Inflation liegt
- die langfristige Immobilienveranlagung und damit der Diskontierungssatz 5% p.a. beträgt (risikoloser Veranlagungszinssatz 3% p.a. plus Risikoaufschlag für langfristige Immobilienveranlagung)
- unterschiedliche Energiepreissteigerungen angesetzt werden. Mit 2% p.a. entsprechend der allgemeinen Inflation, mit 7% p.a. bzw. 10% p.a. und damit 5% - bzw. 8% - Punkte über der allgemeinen Inflation.

Die Berücksichtigung von Energiemehrkosten ist im Berechnungsmodell (Discounted Cashflow) erforderlich, um eine Vergleichbarkeit zwischen Sanierungen mit U-Wert 1 W/m²K mit Sanierungen mit U-Wert 2,5 W/m²K herzustellen.

¹³⁴ (Zentralbank/Eurosystem, 2024)

¹³⁵ (OeNB, 2024)

Energiemehrverbrauch

Raumtemperatur	°C	20,00
Außentemperatur gem. Energieausweismethodik	°C	-10,80
Heizstunden/Volllast	h/a	1400,00
Fensterfläche (1 Fenster 260x150)	m ²	3,90
Bestands- U-Wert	W/m ² K	2,50
U-Wert Sanierung	W/m ² K	1,00
delta U	W/m ² K	1,50
W/m ² , Max Delta Temperatur	W/m ²	46,20
Energiemehrverbrauch pro m ² & Jahr	kWh/m ² a	64,68
Energiemehrverbrauch pro Jahr & Fenster	kWh/a	252
Energiemehrverbrauch	kWh/60 Jahre	15.135
Energiepreis (angenommen Gas)	€/kWh	0,1
Wirkungsgrad Energiewandlung	in %	90%
Wirkungsgrad Wärmeverteilung	in %	90%
Mehrverbrauch Energieträger (Gas)	kWh/a	311
Mehrverbrauch Energieträger	kWh/60 Jahre	18.685,33
Kosten Energiemehrverbrauch	€/1.Jahr	31,14
Kosten Energiemehrverbrauch nominell	€/60 Jahre	1.868,53
Kosten Energiemehrverbrauch dynamisch 2%/5%	€/60 Jahre	898,52
Kosten Energiemehrverbrauch dynamisch 7%/5%	€/60 Jahre	3.437,01
Kosten Energiemehrverbrauch dynamisch 10%/5%	€/60 Jahre	10.006,38
CO2 Emissionen	kg/kWh	0,268
CO2-Mehrverbrauch pro Jahr	kg/a	83,46
CO2-Mehrverbrauch für 60 Jahre	kg/60 Jahre	2.503,83

Für die Berechnung des Energiemehrverbrauches wurde eine Raumtemperatur von 20°C und die Außentemperatur gemäß der Energieausweiskonvention angesetzt. Die 20°C Raumtemperatur erscheint ein plausibler Ansatz, da davon ausgegangen werden kann, dass mittel- und langfristig sich aufgrund der zu erwartenden Energiepreissteigerungen eine niedrige Raumtemperatur in Haushalten und Büros gegenüber den heutigen üblichen Raumtemperaturen durchsetzen wird.

Die Außentemperatur gem. Energieausweis geht von -10,8° C und von 1.400 Heizstunden im Vollastbetrieb aus. Der Wirkungsgrad Energiewandlung (Heizkessel) und der Wärmeverteilung wird mit jeweils 90% angenommen. Der Energiemehrbedarf pro Fenster erhöht sich mit dem Wirkungsgrad von unter 100%. Je geringer der Wirkungsgrad (der Energieumwandlung in Wärme und der Zuführung an die Energieverbrauchsstelle) je höher ist der tatsächliche Energiemehrbedarf in kWh/a der Energiequelle. Bei Wirkungsgraden von 90% wird aus dem jährlichen Energiemehrbedarf pro Fenster von 252 kWh/a eine tatsächlich benötigte Energiemenge von 311 kWh/a ($311 = [(252/90\%)/90\%]$).

In der Berechnung wird die Fensterfläche inklusive Rahmen herangezogen und von einem Default-U-Wert von 2,5 W/m² K für das sanierte Bestandsfenster ausgegangen. Die Differenz der Raumtemperatur und Außentemperatur multipliziert mit der Differenz des U-Wertes von Bestand (U-Wert 2,5 W/m²K) zu thermischer Ertüchtigung (U-Wert 1,0 W/m²K) ergibt das

Delta der Temperatur in $\text{W/m}^2 \text{ K}$. Bei einer Außentemperatur von $-10,8^\circ\text{C}$ zu 20°C Innentemperatur beträgt dieser Wert $46,20 \text{ W/m}^2$ (= $30,8^\circ\text{C}$ Temperaturdifferenz x 1,5 U-Wert-Verbesserung). Dieser Wert wird in kWh/m^2 pro Jahr und kW umgerechnet indem der Wert mit den Heizstunden multipliziert und anschließend auf die Modellfensterfläche ($3,9 \text{ m}^2$) umgelegt wird. Das Ergebnis ist der Energiemehrverbrauch pro Jahr und Fenster. Nachfolgend wird der gesamte Energiemehrverbrauch für 60 Jahre errechnet.

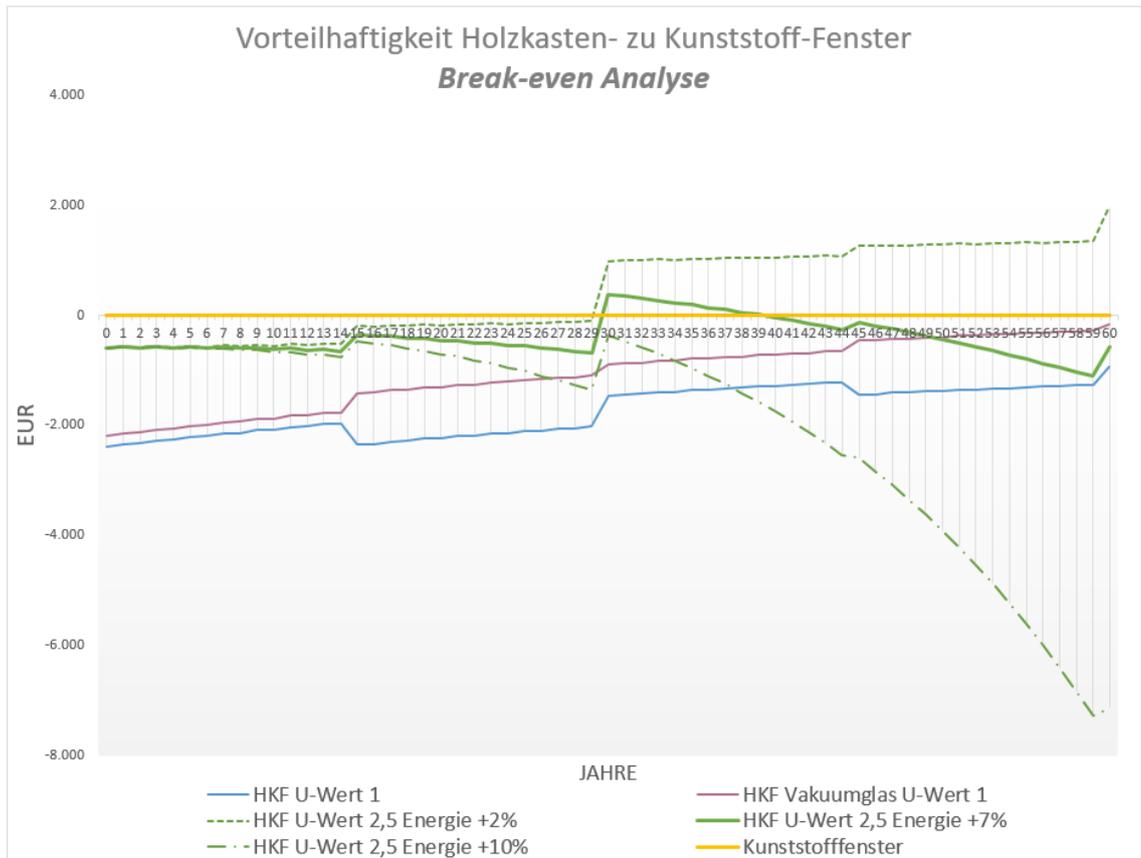
Für die Energiekosten ist die Ausgangsbasis der aktuelle Marktpreis (November 2023 von 10 Cent pro kWh) für Erdgas in Wien inkl. Netzgebühren, Steuern und CO^2 – Abgabe. Diese Kosten werden für 60 Jahre errechnet. Daher beinhaltet der Energiepreis und die angesetzte Energiepreissteigerung auch allfällige überproportionale Erhöhungen von CO^2 -Abgaben. Die CO^2 Emissionen wurden mit dem CO^2 -Konversionsfaktor für Erdgas vom Umweltbundesamt ermittelt¹³⁶. Die Höhe der CO^2 -Emissionen fließen in die Berechnung der Energieersparnis in € nicht ein, da wie oben angeführt diese im Energiepreis enthalten sind.

Die Wirtschaftlichkeit einer energetischen Ertüchtigung steht in starker Abhängigkeit zur Entwicklung der Energiepreise. Da diese nicht vorhersehbar ist, werden mögliche Veränderungen mit unterschiedlichen Preissteigerungen (2%, 7% und 10% p.a.) simuliert.

In der nachfolgenden Grafik wird die Vorteilhaftigkeit von Holzkastenfenstern gegenüber dem Kunststofffenstertausch in der Form dargestellt, dass die Barwerte der Holzkastenfenstersanierungsvarianten auf den Barwert des Kunststofffenstertausches bezogen wird. Das bedeutet, dass die Abweichung von der x-Achse "0" (Kunststofffenster) die relative Vorteilhaftigkeit grafisch aufzeigt. Demzufolge sind in jenen Zeitabschnitten der Holzkastenfenstersanierungsvarianten, welche oberhalb der 0-Linie liegen gegenüber dem Kunststofffenster im Vorteil, unterhalb im Nachteil.

Die Datenbasis und Berechnungen befinden sich aufgrund des Umfanges im Anhang.

¹³⁶ (Umweltbundesamt, 2023)



Gegenüber dem nominellen Vergleich der Ausgaben, welcher alle Holzkastenfenstersanierungsvarianten im Vorteil sieht, ergibt die dynamische Betrachtung im Rahmen der Discounted Cashflow Methode ein differenziertes Bild.

Das Holzkastenfenster ohne thermische Ertüchtigung ist im Zeitabschnitt bis 30 Jahre gegenüber dem Kunststofffenster wirtschaftlich vertretbar. In der Hauptvariante bei welcher eine Energiepreissteigerung von 7% p.a. (damit 5%-Punkte über der allgemeinen Inflation) angesetzt wurde, beträgt der Barwertnachteil nach 30 Jahren € 679,96 bzw. nach 60 Jahren € 576,65, das sind rund 4% Mehrkosten gegenüber den nominellen Ausgaben für das Kunststofffenster. Setzt man Energiepreissteigerungen in Höhe der allgemeinen Inflation von 2% p.a. an ergibt sich ein Vorteil für das nicht thermisch sanierte Holzkastenfenster. Bei einer Erhöhung der Energiepreise von 10% p.a. (damit 8%-Punkte über der allgemeinen Inflation) ist eine Holzkastensanierung ohne thermische Ertüchtigung nur in den ersten 15 Jahren ökonomisch vertretbar und ab dem 30. Jahr steigen die Energiemehrkosten aufgrund der Exponentialfunktion stark anwachsend nachteilig. Holzkastenfenster mit thermischer Ertüchtigung auf U-Wert 1 W/m²K sind aufgrund der hohen Ausgaben in der Sanierungsphase gegenüber dem Kunststofffenster, welches deutlich geringere Erstinvestitionen aufweist, über den gesamten Untersuchungszeitraum nachteilig. Aufgrund mangelnder

Erfahrungswerte bei Vakuumgläsern im Hinblick auf deren U-Wertbeständigkeit sind die diesbezüglichen Ergebnisse eingeschränkt zu werten.

Angemerkt soll an dieser Stelle werden, dass die mit dem U-Wert 1 bei Kunststofffenstern verbundene erhöhte Lüftungsnotwendigkeit in die Berechnung nicht berücksichtigt werden konnte. Die Lüftungsnotwendigkeit einzubeziehen würde sich zum Vorteil der nicht thermisch ertüchtigten Holzkastenfenster auswirken.

Anhand eines nominellen Vergleiches der Ausgaben und eines Vergleiches mittels Discounted Cashflow Methode konnte gezeigt werden, dass mit einem vertretbaren kurzfristigen Mehrkostenaufwand gegenüber anderen Lösungen langfristig gesamtwirtschaftlich beurteilt eine Grundsanierung und laufende Wartung einen kompletten Fenstertausch auf Kunststofffenster ökonomisch gleichgestellt ist. Bei einer Erwartung von einer durchschnittlichen höheren, dauerhaften Energiepreissteigerung von über 5%-Punkte über der Inflationsrate bzw. von Energiepreisschocks ist eine thermische Ertüchtigung vorzuziehen.

6 Conclusio

Holzkastenfenstern kommt architekturgeschichtlich eine hohe Bedeutung zu und prägen bis heute große Teile des Wiener Stadtbildes. In einer Zeit großer technischer und gesellschaftspolitischer Umbrüche mit der Ausrichtung auf international vereinbarte Klimaziele stellt sich jedoch zwangsläufig die Frage inwiefern Holzkastenfenster zeitgemäß bzw. erhaltungswürdig sind.

In technischer Hinsicht konnte gezeigt werden, dass die zwei Ebenen des Kastenfensters in Einfachverglasung die Ausbildung von schmalen Rahmen ermöglichen. Dies vergrößert die potentielle Glasfläche mit der Konsequenz, dass die hohen und großen Räume im Altbau optimal belichtet werden. Der Luftraum zwischen den Ebenen dient einem hohen Maß an Schallschutz, der im städtischen Bereich essentiell ist und modernen Fensterarten nicht nachsteht. Die einfache Konstruktion ermöglicht, dass Kastenfenster unkompliziert repariert und Ersatzteile aufgrund der einfachen Bauart leicht nachgefertigt werden können. Eine Notwendigkeit des Fenstertauschs entsteht nur bei Vernachlässigung einfacher Instandhaltungsmaßnahmen. Regelmäßige Einstellungen bewirken, dass der Schallschutz und der Wärmeschutz erhalten bleiben.

Die Verbesserungsmöglichkeiten von Holzkastenfenstern hinsichtlich Wärmeschutz und Sonnenschutz sind sehr vielfältig. Die zahlreichen Studien zeigen, dass die Wirkungsweise und Performance dieser Fensterart laufend erforscht wird. Neue technische Innovationen wie z.B. das Vakuumisolierglas können dazu beitragen, bestehende Fenster im Einklang mit den Klimazielen thermisch zu ertüchtigen. Ein wesentlicher Fortschritt zur Bewahrung von Holzkastenfenstern ist zu erzielen, wenn Wissens- und Erfahrungsaustausch über funktionierende Techniken zwischen Architekturbüros, Hauseigentümern bzw. Hausverwaltern und Handwerk intensiviert wird.

Die bestandsrechtlichen Normen sind im Hinblick auf Wartung und Instandhaltung von Kastenfenstern insbesondere unter den Aspekten von Nachhaltigkeit und Erreichung von Klimazielen verbesserungswürdig. Die beiden Ebenen dieser Fensterkonstruktion bilden ein einheitliches technisches System und führen aufgrund einer rechtlichen Trennung der Erhaltungszuständigkeit zwangsläufig zu suboptimalen Ergebnissen für Nutzer und Eigentümer. Damit das sehr langlebige System Kastenfenster funktioniert, sollte die laufende Fensterwartung, die derzeit in der Zuständigkeit des Nutzers liegt, in die Zuständigkeit des Hauseigentümers übertragen werden. Dabei können Schäden aufgenommen bzw. sofort

ausgebessert werden. Die dem Mieter obliegende Kosten könnten einerseits über Verrechnung der Betriebskosten erfolgen, oder als Zuschlag zum Mietzins eingepreist werden. Die Vorteile für den Mieter sind eine Verbesserung des Wohnkomforts und möglichen damit verbundenen Energieeinsparungen, der Eigentümer erhält eine laufende Zustandsdokumentation und vermeidet bei laufender Instandhaltung hohe Sanierungskosten. Die Angleichung an die Mietzinsgestaltung von Gebäuden, die nach 1953 errichtet wurden und ein angemessener Mietzins (Marktmiete) verrechnet wird, hätte vermutlich zur Folge historische Architektur zu bewahren und von der kurzfristigen Erneuerung Abstand zu nehmen.

Im Hinblick auf einen ressourcenschonenden Umgang mit Rohstoffen sind Förderungen und/oder steuerliche Erleichterungen für die Sanierung von Holzkastenfenstern im Vollanwendungsbereich des MRGs als ein Beitrag zur Erhaltung der Substanz und der historischen Baugeschichte anzudenken. Steuerlich ergibt sich aktuell kein Unterschied in der thermischen Ertüchtigung von Holzkastenfenstern gegenüber einem Austausch auf Isolierglasfenster.

Die Auswirkungen auf den Wert eines Objektes mit Kastenfenstern sind noch schwer abschätzbar. Eine Abkehr von der Immobilienklassifizierung durch den Energieausweis hin zu einer ganzheitlichen Betrachtung des Lebenszyklus einer Immobilie würde die Wertstellung von Kastenfenstern im Rahmen der Gebäudebewertung verbessern. Ein solches Umdenken ist aktuell lediglich in Ansätzen zu bemerken. Die Durchsetzung einer ganzheitlichen Lebenszyklus-Klassifizierung bedarf neben wissenschaftlich fundierten Ansätzen auch einer politischen Willensbildung und legislatischer Umsetzung. Für den historischen Gebäudebestand kann eine Aufrechnung der grauen Energie mit den höheren Energieverbräuchen dieser Immobilien zu einer positiven Gesamtenergiebilanz führen im Verhältnis zu alternativen Lösungen wie Neubau.

Die Bewertungskriterien von denkmalgeschützten Gebäuden könnten auch in die Bewertung von Holzkastenfenstern übernommen werden. Ein historisches Gebäude mit ursprünglicher Bausubstanz hat eine andere Außenwirkung als ein historisches Gebäude mit neuartigen, die Optik beeinflussenden Isolierglasfenstern.

Die SWOT-Analyse verdeutlicht zusammenfassend, dass die Stärken gegenüber den Schwächen bei Holzkastenfenstern überwiegen. Es gibt viele Möglichkeiten und Herausforderungen für Verbesserungen und eines Imagewandels. Letztlich obliegt es den

Eigentümern den Fokus auf Holzkastenfenster so zu legen, dass es für die Nutzer von Wert ist, in einem Gebäude mit Kastenfenstern zu leben.

In der Wirtschaftlichkeitsrechnung konnte mit einem nominellen Vergleich der Fenstersanierungs- bzw. Fenstertauschungen und mit einem Vergleich mittels Discounted Cashflow Methode gezeigt werden, dass eine Lösung mittels Holzkastenfenstersanierung ohne thermischer Ertüchtigung ökonomisch vertretbar ist. Während der nominelle Vergleich einen eindeutigen Vorteil bei Holzkastenfenstern aufzeigt, ist, wie im wirtschaftlich realistischeren Szenario mittels Discounted Cashflow Methode dargestellt, eine Holzkastenfenstersanierung unter der Annahme einer dauerhaften Energiepreissteigerung bis zu 7% p.a. mit einem daraus resultierenden Mehrkostenaufwand von bis zu 4% gegenüber den nominellen Ausgaben von Kunststofffenstern als gleichwertig anzusehen.

In der Gesamtschau von Architektur und Wirtschaftlichkeit sollte ein Erhalten von gut sanierbaren Holzkastenfenstern angestrebt werden.

Für den historischen Gebäudebestand kann eine Aufrechnung der grauen Energie mit den höheren Energieverbräuchen dieser Immobilien zu einer positiven Gesamtenergiebilanz führen im Verhältnis zu alternativen Lösungen wie Neubau.

Literaturverzeichnis

Bücher und Zeitschriften

- Artner, S., & Richter-Schöllner, C. (2023). Nachhaltigkeit in der Immobilienwirtschaft. In S. Artner, & K. Kohlmaier, *Praxishandbuch Immobilienrecht* (S. 512-545). Wien: Linde Verlag.
- Austria, G. (30. 11 2023).
<https://www.wien.gv.at/statistik/lebensraum/tabellen/lufttemperatur.html>. Von <https://www.wien.gv.at/statistik/lebensraum/tabellen/lufttemperatur.html> abgerufen
- Austria, G. (30. 11 2023). *Lufttemperaturen November 2021 bis November 2023*. Von <https://www.wien.gv.at/statistik/lebensraum/tabellen/lufttemperatur.html> abgerufen
- Austrian Standards International Standardisierung und Innovation. (01. 05 2018). ÖNORM B 5305. Wien: Austrian Standards International.
- Bernard, E., & Nezval, B. (2014). *Wiener Fenster: Gestaltung und Erhaltung*. Wien: Stadtentwicklung Wien, MA18.
- Bienert, S., & Holzapfel, A. (2022). Nachhaltigkeit, ESG und Klimarisiken im Rahmen der Immobilienbewertung. In S. Bienert, & M. Funk, *Immobilienbewertung Österreich* (S. 678 - 713). Wien: ÖVI Immobilienakad.
- Bundesdenkmalamt. (21. 07 2023). *Kampagne Denkmalschutz ist Klimaschutz*. Von www.bda.gv.at/service/aktuelles/kampagne-denkmalschutz-ist-klimaschutz.html abgerufen
- Bundesdenkmalamt. (21. 07 2023). www.bda.gv.at. Von www.bda.gv.at/service/aktuelles/kampagne-denkmalschutz-ist-klimaschutz.html abgerufen
- Debelak, S. (12 2015). MA 19 Architektur und Stadtgestaltung. Wien: Magistrat der Stadt Wien, MA19 - Architektur und Stadtgestaltung.
- Denk, P., & Pelinka, M. (2022). *Handbuch Mietrecht 1. Auflage*. Wien: Linde Verlag. Von <http://www.lindedigital.at/doc-id/hb-mietrecht> abgerufen
- Europäische Union. (08 2023). *Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD)*. Von eur-lex.europa.eu: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:en0021> abgerufen
- Gerstmann, H. (06 2022). *Manche mögen's nicht heiß - Fenster - Türen - Treff 2022*. Wien: Holzforschung Austria.

- Hoti, V., & Scharmer, M. (2021). IWD - Die gesetzlichen Erhaltungspflichten des Vermieters - ein Update zur Judikatur der letzten Jahre. *Wobl - Wohnrechtliche Blätter* 34, 271-274.
- Kain, G., Gschwandtner, F., & Idam, F. (2017). Der Wärmedurchgang bei Doppelfenstern - Konzept zur In-situ-Bewertung historischer Konstruktionen. *Bauphysik Vol. 39*, S. 144-147.
- Klimaschutz, B. f. (2022). *Fortschrittsbericht 2022*.
- Kommunalkredit Public Consulting GmbH. (01. 08 2023). www.umweltfoerderung.at. Von <https://www.umweltfoerderung.at/privatpersonen/sanierungsscheck-mehrgeschossiger-wohnbau-2023/2024> abgerufen
- Oebbecke, T. (2023). *Nachhaltigkeit in der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft*. Freiburg: Haufe-Lexware GmbH & Co.KG.
- OeNB, O. N. (06. 01 2024). *Oesterreichische Nationalbank OeNB*. Von <https://www.oenb.at/Statistik/Standardisierte-Tabellen/zinssaetze-und-wechselkurse/renditen-oesterreichischer-bundesanleihen.html> abgerufen
- Österreichisches Institut für Bautechnik. (03. 05 2023). *OIB Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-036/23*. Von www.oib.or.at. abgerufen
- Pech, A., Pommer, G., & Zeininger, J. (2021). *Fenster*. Basel: Birkhäuser Verlag GmbH.
- Rau, O., & Braune, K. (2013). *Der Altbau: renovieren, restaurieren, modernisieren*. Echterdingen: Leinfelden-Echterdingen: DRW-Verl.
- Richter, D. (2023). Mietrecht. In S. Artner, & K. Kohlmaier, *Praxishandbuch Immobilienrecht* (S. 185- 248). Wien: Linde Verlag.
- Schneider, U. (2021). *Sonnenschutz und Stadtbild - Sonnenschutzvarianten für historische Bauten - Simulationen zur Innenraumtemperatur*. Wien: Stadt Wien Architektur und Stadtgestaltung.
- Schober, P., Hauer, K., Haberl, J., Pont, U., Wölzl, M., & Schuss, M. (2022). *Fenster Türen Treff 2022 - Kastenfenster gestern, heute, morgen - Thermische Optimierung richtig gemacht*. Wien: Holzforschung Austria.
- Schuss, M., Pont, U., Wölzl, M., Schober, P., & Mahdavi, A. (2021). In-situ performance evaluation of historic box-type windows with vacuum glazing. *Journal of Physics: Conference Series Vol. 2069*, S. 12128.
- Schwetz, W. (2021). *WGG: Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz*. Wien: Linde Verlag Ges.m.b.H. Von <http://www.lindedigital.at/doc-id/ko-wgg> abgerufen
- Seuschek, D. I. (1. 09 2021). *Standards für Energieeffizienz am Baudenkmal*. Wien: Bundesdenkmalamt.

Stocker, G. (2022). Denkmalschutz. In S. Bienert, & M. Funk, *Immobilienbewertung Österreich* (S. 486 - 528). Wien: ÖVI Immobilienakad.

Swittalek, M. (04 2023). Über die Vorzüge von historischen Gebäuden am Beispiel von Fensterkonstruktionen. *der Plan 58*, S. 16-17.

Umweltbundesamt. (12 2023). *Umweltbundesamt*. Von <https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html> abgerufen

Wahrlich, R. (2021). Die einkommensteuerliche Behandlung von Maßnahmen und Abrechnung nach dem Mietrechtsgesetz im Rahmen der Einkünfte aus Vermietung und Verpachtung. In H. (Hrsg), *Immobilienbesteuerung*. Linde Verlag. Von <http://www.lindedigital.at/fb-immobilienbesteuerung-2020> abgerufen

Weller, B., & Scheuring, L. (2021). *Denkmal und Energie 2021: Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Nutzerkomfort* (1. Ausg.). Wiesbaden: Springer Fachmedien. Von 978-3-658-32248-9 abgerufen

Wien, S. (2023). *Wiener Klimafahrplan*. Wien: Stadt Wien.

Zentralbank/Eurosystem, E. (06. 01 2024). *Europäische Zentralbank/Eurosystem*. Von <https://www.ecb.europa.eu/ecb/tasks/monopol/html/index.de.html> abgerufen

Elektronische Quellen

Austrian Standards International Standardisierung und Innovation. (01. 05 2018). *ÖNORM B 5305*. Wien: Austrian Standards International.

Debelak, S. (12 2015). *MA 19 Architektur und Stadtgestaltung*. Wien: Magistrat der Stadt Wien, MA19 - Architektur und Stadtgestaltung.

Klimaschutz, B. f. (2022). *Fortschrittsbericht 2022*.

Österreichisches Institut für Bautechnik. (03. 05 2023). *OIB Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz OIB-330.6-036/23*. Von www.oib.or.at abgerufen

Wien, S. (2023). *Wiener Klimafahrplan*. Wien: Stadt Wien.

Websites

Austria, G. (30. 11 2023). *Lufttemperaturen November 2021 bis November 2023*. Von <https://www.wien.gv.at/statistik/lebensraum/tabellen/lufttemperatur.html> abgerufen

Bundesdenkmalamt. (21. 07 2023). *Kampagne Denkmalschutz ist Klimaschutz*. Von www.bda.gv.at/service/aktuelles/kampagne-denkmalschutz-ist-klimaschutz.html abgerufen

Europäische Union. (08 2023). *Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD)*. Von eur-lex.europe.eu: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:en0021> abgerufen

Kommunalkredit Public Consulting GmbH. (01. 08 2023). *www.umweltfoerderung.at*. Von <https://www.umweltfoerderung.at/privatpersonen/sanierungsscheck-mehrgeschossiger-wohnbau-2023/2024> abgerufen

OeNB, O. N. (06. 01 2024). *Oesterreichische Nationalbank OeNB*. Von <https://www.oenb.at/Statistik/Standardisierte-Tabellen/zinssaetze-und-wechselkurse/renditen-oesterreichischer-bundesanleihen.html> abgerufen

Zentralbank/Eurosystem, E. (06. 01 2024). *Europäische Zentralbank/Eurosystem*. Von <https://www.ecb.europa.eu/ecb/tasks/monpol/html/index.de.html> abgerufen

Gesetze

MRG	Mietrechtsgesetz
WEG	Wohnungseigentumsgesetz
WGG	Wohngemeinnützigkeitsgesetz
ABGB	Allgemein bürgerliches Gesetzbuch
BO für Wien	Wiener Bauordnung
KSG	Klimaschutzgesetz
WWFSG 1989	Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz
San VO	Sanierungsverordnung
DMSG	Denkmalschutzgesetz
ESTG	Einkommenssteuergesetz

Abkürzungsverzeichnis

°C	Grad Celsius
ABGB	Allgemein bürgerliches Gesetzbuch
Abs.	Absatz
BDA	Bundesdenkmalamt
BM	Bundesministerium
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
CO ₂	Kohlendioxid
CSR	Corporate Social Responsibility
dB	Dezibel
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DMSG	Denkmalschutzgesetz
EGD	European Green Deal
EN ISO	Europäische Norm - International Organization for Standardization
EPBD	Energy performance of buildings directive
ESG	Environmental Social Governance
EStG	Einkommenssteuergesetz
EStR Rz	Einkommenssteuerrichtlinie Randzahl
EU	Europäische Union
EZB	Europäische Zentralbank
fGEE	Gesamtenergieeffizienz-Faktor
FH	Fachhochschule
FMA	Finanzmarktaufsicht
HTBLA	Höhere technische Bundeslehranstalt
HWB	Heizwärmebedarf
IBO	Institut für Baubiologie und –ökologie
IG	Isolierverglasung
KSchG	Konsumentenschutzgesetz
KSG	Klimaschutzgesetz
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MA	Magistratsabteilung
MRG	Mietrechtsgesetz
NDC	Nationally Determined Contributions
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
OGH	Oberster Gerichtshof
ÖGNI	Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft
OIB-RL	Österreichisches Institut für Bautechnik Richtlinie
ÖN EN	Österreichische und europäische Norm
ÖNORM	Österreichische Norm
RIS	Rechtsinformationssystem
SanVO	Sanierungsverordnung
SDG	Sustainable Development Goals
SWOT	Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken
THEWOSAN	Thermischenergetische Wohnhaussanierung
UN	United Nations
UV	Ultraviolett
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
VIG	Vakuumisolierverglasung
W/m ² K	Watt pro Quadratmeter Kelvin
WEG	Wohnungseigentumsgesetz
WGG	Wohngemeinützigkeitsgesetz
Wr. BO	Wiener Bauordnung
WWFSG	Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz
Z	Ziffer

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Reflexionsbild 1040 Wien, Mozartgasse 3 und Waagschnitt Altwiener Kastenfenster (Bernard & Nezval, 2014) S12, 23, 24.....	3
Abbildung 2 Waagschnitt Wiener Kastenfenster (Bernard & Nezval, 2014) S 12, 27	4
Abbildung 3 Jugendstil und Heimatstilfenster (Bernard & Nezval, 2014) S33 und Abbildung 4 Baywindow (Bernard & Nezval, 2014) S34	4
Abbildung 5 Norm-Kastenfenster (Bernard & Nezval, 2014) S 36.....	5
Abbildung 6 Normtypus 1945 – 1955 (Bernard & Nezval, 2014) S38.....	5
Abbildung 7 Kondenswasserbildung bei Tausch von Kastenfenster auf Isolierglasfenster (Bernard & Nezval, 2014) S 46	8
Abbildung 8 Pfostenstockfenster (Bernard & Nezval, 2014) S 12	9
Abbildung 9 Rahmenstockfenster (Bernard & Nezval, 2014) S 12	9
Abbildung 10 Öffnungsarten von Fenstern (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 30	10
Abbildung 11 historische Beschläge (Bernard & Nezval, 2014) S 14	10
Abbildung 12 Beeinflussung der Belichtung bei Fenstertausch (Bernard & Nezval, 2014) S 47	12
Abbildung 13 Schallmesswerte – Kastenfenster (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 30 ..	13
Abbildung 14 Umbau eines Altwiener Kastenfensters auf Geißfußkonstruktion, (Bernard & Nezval, 2014) S 58.....	16
Abbildung 15 Vergleich Geißfußkonstruktion und Alt-Wiener Kastenfenster, (Bernard & Nezval, 2014) S 59.....	17
Abbildung 16 U-Wertermittlung Kastenfenster, (Weller & Scheuring, 2021) S 212	20
Abbildung 17 Auswirkungen von Innendämmung auf U-Werte, (Weller & Scheuring, 2021) S 212	20
Abbildung 18 Auswirkung aufgrund der thermischen Ertüchtigung der Fenstergläser (Weller & Scheuring, 2021) S 213	21
Abbildung 19 Isolierverglasung an Innenflügel (Bernard & Nezval, 2014) S56	22
Abbildung 20 Aufbau neues Kastenfenster Passivhausqualität	23
Abbildung 21 Aufbau eines Vakuumglases (Schuss, Pont, Wölzl, Schober, & Mahdavi, 2021)	24
Abbildung 22 Überblick u. Spezifikationen der untersuchten Fenster (Schuss, Pont, Wölzl, Schober, & Mahdavi, 2021)	24
Abbildung 23 Abbildung 23 Wirkungsweise Sonnenschutz (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 66	26
Abbildung 24 Montagemöglichkeiten Raffstores (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 71 ..	27
Abbildung 25 Markisenarten im Vergleich (Pech, Pommer, & Zeininger, 2021) S 70	27
Abbildung 26 Abbildung 26 Senkrecht- und Fallarmmarkise - Montage im Gewände (Schneider, 2021) S 46	29
Abbildung 27 Markisenkasten mit Vordach (Schneider, 2021) S 47.....	29
Abbildung 28 Abbildung 28 Blumenkasten mit Rankstäben (Schneider, 2021) S 48	30
Abbildung 29 Fixscreens (Schneider, 2021) S 49	30
Abbildung 30 Abbildung 30 Variante Fixscreens mit Markise (Schneider, 2021) S 50	31
Abbildung 31 Das Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit (Oebbecke, 2023) S55	42

Abbildung 32 Der grüne Deal (European Green Deal, EGD) der Europäischen Kommission (Oebbecke, 2023) S 101	44
Abbildung 33 EU - Klimaziel 2030	45
Abbildung 34 Vereinfachtes Phasenmodell zur Umsetzung der Taxonomie und Offenlegungsverordnung pro Branche bis 2050 (Oebbecke, 2023) Seite 107	46
Abbildung 35 Zielpfad der Wiener Treibhausgasemissionen bis 2040 (Wien, 2023) S 45	48
Abbildung 36 Leitzielrelevante Treibhausgasemissionen in Wien im Jahr 2019 (Wien, 2023) S 44.....	49
Abbildung 37 Schutzzonen in Wien lt. Flächenwidmungs und Bebauungsplan	54
Abbildung 38 Standards denkmalverträglicher Maßnahmen, Seuschek, 2021 S 10	57

Anhang

Berechnung für Discounted Cashflow Methode Seiten 85 - 88

Jahr	Baukostensteigerung in % p.a.		Kunststofffenster			
	3%	5%	Ausgaben	Ausgaben inflationiert mit 3%	Barwert der Ausgaben mit 5%	Ausgaben kumuliert
0			3.200,00	3.200,00	3.200,00	3.200,00
1	1,00	1,00	60,00	60,00	60,00	3.260,00
2	1,03	0,95	60,00	61,80	58,86	3.318,86
3	1,06	0,91	60,00	63,65	57,74	3.376,59
4	1,09	0,86	60,00	65,56	56,64	3.433,23
5	1,13	0,82	60,00	67,53	55,56	3.488,79
6	1,16	0,78	60,00	69,56	54,50	3.543,29
7	1,19	0,75	60,00	71,64	53,46	3.596,75
8	1,23	0,71	60,00	73,79	52,44	3.649,19
9	1,27	0,68	60,00	76,01	51,44	3.700,63
10	1,30	0,64	60,00	78,29	50,46	3.751,10
11	1,34	0,61	60,00	80,63	49,50	3.800,60
12	1,38	0,58	60,00	83,05	48,56	3.849,16
13	1,43	0,56	60,00	85,55	47,64	3.896,80
14	1,47	0,53	60,00	88,11	46,73	3.943,52
15	1,51	0,51	1.460,00	2.208,38	1.115,38	5.058,91
16	1,56	0,48	60,00	93,48	44,96	5.103,87
17	1,60	0,46	60,00	96,28	44,11	5.147,98
18	1,65	0,44	60,00	99,17	43,27	5.191,25
19	1,70	0,42	60,00	102,15	42,44	5.233,69
20	1,75	0,40	60,00	105,21	41,64	5.275,33
21	1,81	0,38	60,00	108,37	40,84	5.316,17
22	1,86	0,36	60,00	111,62	40,06	5.356,23
23	1,92	0,34	60,00	114,97	39,30	5.395,53
24	1,97	0,33	60,00	118,42	38,55	5.434,09
25	2,03	0,31	60,00	121,97	37,82	5.471,90
26	2,09	0,30	60,00	125,63	37,10	5.509,00
27	2,16	0,28	60,00	129,40	36,39	5.545,39
28	2,22	0,27	60,00	133,28	35,70	5.581,09
29	2,29	0,26	60,00	137,28	35,02	5.616,11
30	2,36	0,24	3.680,00	8.672,16	2.106,87	7.722,98

Holzkastfenster Innenflügel Isolierglas U-Wert 1				
Ausgaben	Ausgaben inflationiert mit 3%	Barwert der Ausgaben mit 5%	Ausgaben kumuliert	Vorteil zu Kunststofffenster
5.600,00	5.600,00	5.600,00	5.600,00	-2.400,00
0,00	0,00	0,00	5.600,00	-2.340,00
50,00	51,50	49,05	5.649,05	-2.330,19
0,00	0,00	0,00	5.649,05	-2.272,45
50,00	54,64	47,20	5.696,24	-2.263,02
0,00	0,00	0,00	5.696,24	-2.207,46
50,00	57,96	45,42	5.741,66	-2.198,37
0,00	0,00	0,00	5.741,66	-2.144,91
50,00	61,49	43,70	5.785,36	-2.136,17
0,00	0,00	0,00	5.785,36	-2.084,73
50,00	65,24	42,05	5.827,42	-2.076,32
0,00	0,00	0,00	5.827,42	-2.026,82
50,00	69,21	40,47	5.867,88	-2.018,72
0,00	0,00	0,00	5.867,88	-1.971,09
50,00	73,43	38,94	5.906,82	-1.963,30
1.960,00	2.964,68	1.497,36	7.404,19	-2.345,28
50,00	77,90	37,47	7.441,66	-2.337,78
0,00	0,00	0,00	7.441,66	-2.293,68
50,00	82,64	36,06	7.477,71	-2.286,47
0,00	0,00	0,00	7.477,71	-2.244,02
50,00	87,68	34,70	7.512,41	-2.237,08
0,00	0,00	0,00	7.512,41	-2.196,24
50,00	93,01	33,39	7.545,80	-2.189,56
0,00	0,00	0,00	7.545,80	-2.150,26
50,00	98,68	32,13	7.577,92	-2.143,84
0,00	0,00	0,00	7.577,92	-2.106,02
50,00	104,69	30,91	7.608,84	-2.099,84
0,00	0,00	0,00	7.608,84	-2.063,44
50,00	111,06	29,75	7.638,59	-2.057,49
0,00	0,00	0,00	7.638,59	-2.022,48
2.710,00	6.386,29	1.551,53	9.190,11	-1.467,13

Holzkastfenster Innenflügel Vakuumglas U-Wert 1				
Ausgaben	Ausgaben inflationiert mit 3%	Barwert der Ausgaben diskontiert mit 5%	Ausgaben kumuliert	Vorteil zu Kunststofffenster
5.400,00	5.400,00	5.400,00	5.400,00	-2.200,00
0,00	0,00	0,00	5.400,00	-2.140,00
50,00	51,50	49,05	5.449,05	-2.130,19
0,00	0,00	0,00	5.449,05	-2.072,45
50,00	54,64	47,20	5.496,24	-2.063,02
0,00	0,00	0,00	5.496,24	-2.007,46
50,00	57,96	45,42	5.541,66	-1.998,37
0,00	0,00	0,00	5.541,66	-1.944,91
50,00	61,49	43,70	5.585,36	-1.936,17
0,00	0,00	0,00	5.585,36	-1.884,73
50,00	65,24	42,05	5.627,42	-1.876,32
0,00	0,00	0,00	5.627,42	-1.826,82
50,00	69,21	40,47	5.667,88	-1.818,72
0,00	0,00	0,00	5.667,88	-1.771,09
50,00	73,43	38,94	5.706,82	-1.763,30
1.000,00	1.512,59	763,96	6.470,78	-1.411,88
50,00	77,90	37,47	6.508,25	-1.404,38
0,00	0,00	0,00	6.508,25	-1.360,27
50,00	82,64	36,06	6.544,31	-1.353,06
0,00	0,00	0,00	6.544,31	-1.310,62
50,00	87,68	34,70	6.579,01	-1.303,68
0,00	0,00	0,00	6.579,01	-1.262,84
50,00	93,01	33,39	6.612,39	-1.256,16
0,00	0,00	0,00	6.612,39	-1.216,86
50,00	98,68	32,13	6.644,52	-1.210,43
0,00	0,00	0,00	6.644,52	-1.172,62
50,00	104,69	30,91	6.675,44	-1.166,43
0,00	0,00	0,00	6.675,44	-1.130,04
50,00	111,06	29,75	6.705,18	-1.124,09
0,00	0,00	0,00	6.705,18	-1.089,07
3.350,00	7.894,49	1.917,94	8.623,12	-900,14

Jahr	Baukostensteigerung in % p.a.		Kunststofffenster			
	3%	5%	Ausgaben	Ausgaben inflationiert mit 3%	Barwert der Ausgaben mit 5%	Ausgaben kumuliert
31	2,43	0,23	60,00	145,64	33,70	7.756,68
32	2,50	0,22	60,00	150,00	33,05	7.789,73
33	2,58	0,21	60,00	154,50	32,43	7.822,16
34	2,65	0,20	60,00	159,14	31,81	7.853,96
35	2,73	0,19	60,00	163,91	31,20	7.885,17
36	2,81	0,18	60,00	168,83	30,61	7.915,77
37	2,90	0,17	60,00	173,90	30,02	7.945,80
38	2,99	0,16	60,00	179,11	29,45	7.975,25
39	3,07	0,16	60,00	184,49	28,89	8.004,14
40	3,17	0,15	60,00	190,02	28,34	8.032,48
41	3,26	0,14	60,00	195,72	27,80	8.060,29
42	3,36	0,14	60,00	201,59	27,27	8.087,56
43	3,46	0,13	60,00	207,64	26,75	8.114,31
44	3,56	0,12	60,00	213,87	26,24	8.140,55
45	3,67	0,12	1.460,00	5.360,32	626,41	8.766,97
46	3,78	0,11	60,00	226,90	25,25	8.792,22
47	3,90	0,11	60,00	233,70	24,77	8.816,99
48	4,01	0,10	60,00	240,71	24,30	8.841,29
49	4,13	0,10	60,00	247,94	23,84	8.865,13
50	4,26	0,09	60,00	255,37	23,38	8.888,51
51	4,38	0,09	60,00	263,03	22,94	8.911,45
52	4,52	0,08	60,00	270,93	22,50	8.933,95
53	4,65	0,08	60,00	279,05	22,07	8.956,02
54	4,79	0,08	60,00	287,42	21,65	8.977,67
55	4,93	0,07	60,00	296,05	21,24	8.998,91
56	5,08	0,07	60,00	304,93	20,83	9.019,75
57	5,23	0,07	60,00	314,08	20,44	9.040,19
58	5,39	0,06	60,00	323,50	20,05	9.060,23
59	5,55	0,06	60,00	333,20	19,67	9.079,90
60	5,72	0,06	3.680,00	21.049,61	1.183,25	10.263,15
SUMME			16.840,00	49.478,04	10.263,15	

Holzkastenfenster Innenflügel Isolierglas U-Wert 1				
Ausgaben	Ausgaben inflationiert mit 3%	Barwert der Ausgaben mit 5%	Ausgaben kumuliert	Vorteil zu Kunststofffenster
0,00	0,00	0,00	9.190,11	-1.433,44
50,00	125,00	27,55	9.217,66	-1.427,93
0,00	0,00	0,00	9.217,66	-1.395,50
50,00	132,62	26,51	9.244,16	-1.390,20
0,00	0,00	0,00	9.244,16	-1.359,00
50,00	140,69	25,51	9.269,67	-1.353,90
0,00	0,00	0,00	9.269,67	-1.323,87
50,00	149,26	24,54	9.294,21	-1.318,96
0,00	0,00	0,00	9.294,21	-1.290,07
50,00	158,35	23,62	9.317,83	-1.285,35
0,00	0,00	0,00	9.317,83	-1.257,55
50,00	167,99	22,73	9.340,56	-1.253,00
0,00	0,00	0,00	9.340,56	-1.226,25
50,00	178,23	21,87	9.362,43	-1.221,88
1.960,00	7.196,05	840,94	10.203,37	-1.436,40
50,00	189,08	21,04	10.224,41	-1.432,19
0,00	0,00	0,00	10.224,41	-1.407,42
50,00	200,59	20,25	10.244,66	-1.403,37
0,00	0,00	0,00	10.244,66	-1.379,53
50,00	212,81	19,49	10.264,15	-1.375,64
0,00	0,00	0,00	10.264,15	-1.352,70
50,00	225,77	18,75	10.282,90	-1.348,95
0,00	0,00	0,00	10.282,90	-1.326,88
50,00	239,52	18,04	10.300,94	-1.323,27
0,00	0,00	0,00	10.300,94	-1.302,03
50,00	254,11	17,36	10.318,30	-1.298,56
0,00	0,00	0,00	10.318,30	-1.278,12
50,00	269,58	16,71	10.335,01	-1.274,78
0,00	0,00	0,00	10.335,01	-1.255,11
2.710,00	15.501,21	871,36	11.206,37	-943,22
16.340,00	41.380,97	11.206,37		

Holzkastenfenster Innenflügel Vakuumbglas U-Wert 1				
Ausgaben	Ausgaben inflationiert mit 3%	Barwert der Ausgaben diskontiert mit 5%	Ausgaben kumuliert	Vorteil zu Kunststofffenster
0,00	0,00	0,00	8.623,12	-866,45
50,00	125,00	27,55	8.650,67	-860,94
0,00	0,00	0,00	8.650,67	-828,51
50,00	132,62	26,51	8.677,17	-823,21
0,00	0,00	0,00	8.677,17	-792,01
50,00	140,69	25,51	8.702,68	-786,91
0,00	0,00	0,00	8.702,68	-756,88
50,00	149,26	24,54	8.727,22	-751,97
0,00	0,00	0,00	8.727,22	-723,08
50,00	158,35	23,62	8.750,84	-718,36
0,00	0,00	0,00	8.750,84	-690,56
50,00	167,99	22,73	8.773,57	-686,01
0,00	0,00	0,00	8.773,57	-659,26
50,00	178,23	21,87	8.795,44	-654,89
1.000,00	3.671,45	429,05	9.224,49	-457,52
50,00	189,08	21,04	9.245,53	-453,31
0,00	0,00	0,00	9.245,53	-428,54
50,00	200,59	20,25	9.265,78	-424,49
0,00	0,00	0,00	9.265,78	-400,65
50,00	212,81	19,49	9.285,27	-396,76
0,00	0,00	0,00	9.285,27	-373,82
50,00	225,77	18,75	9.304,02	-370,07
0,00	0,00	0,00	9.304,02	-348,00
50,00	239,52	18,04	9.322,06	-344,39
0,00	0,00	0,00	9.322,06	-323,15
50,00	254,11	17,36	9.339,42	-319,68
0,00	0,00	0,00	9.339,42	-299,24
50,00	269,58	16,71	9.356,13	-295,90
0,00	0,00	0,00	9.356,13	-276,23
3.350,00	19.162,01	1.077,14	10.433,27	-170,12
15.500,00	41.373,30	10.433,27		

Jahr	Holzkastenfenster U-Wert 2,5										
	Baukostensteigerung in % p.a.		Ausgaben	Ausgaben inflationiert mit 3%	Barwert der Ausgaben mit 5%	Ausgaben kumuliert 2%	Ausgaben kumuliert 7%	Ausgaben kumuliert 10%	Vorteil zu Kunststoff-fenster 2%	Vorteil zu Kunststoff-fenster 7%	Vorteil zu Kunststoff-fenster 10%
	3%	5%									
0			3.800,00	3.800,00	3.800,00	3.800,00	3.800,00	3.800,00	-600,00	-600,00	-600,00
1	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	3.831,14	3.831,14	3.831,14	-571,14	-571,14	-571,14
2	1,03	0,95	50,00	51,50	49,05	3.910,44	3.911,93	3.912,82	-591,59	-593,07	-593,96
3	1,06	0,91	0,00	0,00	0,00	3.939,83	3.944,27	3.946,99	-563,24	-567,67	-570,40
4	1,09	0,86	50,00	54,64	47,20	4.015,58	4.024,42	4.030,00	-582,35	-591,19	-596,77
5	1,13	0,82	0,00	0,00	0,00	4.043,31	4.058,00	4.067,51	-554,52	-569,21	-578,72
6	1,16	0,78	50,00	57,96	45,42	4.115,66	4.137,64	4.152,22	-572,38	-594,35	-608,94
7	1,19	0,75	0,00	0,00	0,00	4.141,84	4.172,52	4.193,39	-545,09	-575,77	-596,64
8	1,23	0,71	50,00	61,49	43,70	4.210,96	4.251,76	4.280,22	-561,77	-602,57	-631,03
9	1,27	0,68	0,00	0,00	0,00	4.235,66	4.287,97	4.325,41	-535,02	-587,34	-624,77
10	1,30	0,64	50,00	65,24	42,05	4.301,70	4.366,93	4.414,79	-550,60	-615,84	-663,70
11	1,34	0,61	0,00	0,00	0,00	4.325,01	4.404,54	4.464,38	-524,41	-603,94	-663,78
12	1,38	0,58	50,00	69,21	40,47	4.388,11	4.483,34	4.556,80	-538,95	-634,17	-707,64
13	1,43	0,56	0,00	0,00	0,00	4.410,11	4.522,39	4.611,22	-513,31	-625,59	-714,43
14	1,47	0,53	50,00	73,43	38,94	4.470,41	4.601,13	4.707,18	-526,89	-657,61	-763,66
15	1,51	0,51	1.000,00	1.512,59	763,96	5.255,13	5.405,65	5.530,87	-196,22	-346,74	-471,96
16	1,56	0,48	50,00	77,90	37,47	5.312,76	5.484,45	5.630,92	-208,89	-380,58	-527,04
17	1,60	0,46	0,00	0,00	0,00	5.332,34	5.526,57	5.696,47	-184,36	-378,59	-548,49
18	1,65	0,44	50,00	82,64	36,06	5.387,42	5.605,54	5.801,20	-196,18	-414,30	-609,96
19	1,70	0,42	0,00	0,00	0,00	5.405,91	5.649,28	5.873,15	-172,21	-415,59	-639,46
20	1,75	0,40	50,00	87,68	34,70	5.458,56	5.728,55	5.983,22	-183,23	-453,22	-707,89
21	1,81	0,38	0,00	0,00	0,00	5.476,00	5.773,97	6.062,18	-159,83	-457,80	-746,01
22	1,86	0,36	50,00	93,01	33,39	5.526,33	5.853,64	6.178,29	-170,09	-497,40	-822,06
23	1,92	0,34	0,00	0,00	0,00	5.542,78	5.900,80	6.264,95	-147,25	-505,27	-869,42
24	1,97	0,33	50,00	98,68	32,13	5.590,90	5.980,99	6.387,87	-156,81	-546,91	-953,78
25	2,03	0,31	0,00	0,00	0,00	5.606,43	6.029,97	6.482,98	-134,53	-558,07	-1.011,07
26	2,09	0,30	50,00	104,69	30,91	5.652,43	6.110,80	6.613,53	-143,43	-601,80	-1.104,53
27	2,16	0,28	0,00	0,00	0,00	5.667,09	6.161,66	6.717,92	-121,70	-616,27	-1.172,52
28	2,22	0,27	50,00	111,06	29,75	5.711,08	6.243,25	6.857,02	-129,98	-662,15	-1.275,93
29	2,29	0,26	0,00	0,00	0,00	5.724,91	6.296,07	6.971,58	-108,80	-679,96	-1.355,47
30	2,36	0,24	1.750,00	4.123,99	1.001,91	6.740,25	7.351,80	8.093,51	982,73	371,18	-370,53

Jahr	Energienmehrverbrauch Kastenfenster U-Wert 2,5										
	Mehrverbrauch p.a.	Energie preis	Energie kostenfaktor Preisanstieg in % p.a.	Energie kostenfaktor Preisanstieg in % p.a.	Energie kosten-faktor Preisanstieg in % p.a.	Energie preis inflationiert 2%	Energie preis inflationiert 7%	Energie preis inflationiert 10%	Mehrverbrauch Inflation 2%	Mehrverbrauch Inflation 7%	Mehrverbrauch Inflation 10%
0											
1	311,42	0,10	1,00	1,00	1,00	31,14	31,14	31,14	31,14	31,14	31,14
2	311,42	0,10	1,02	1,07	1,10	31,77	33,32	34,26	30,25	31,74	32,63
3	311,42	0,10	1,04	1,14	1,21	32,40	35,65	37,68	29,39	32,34	34,18
4	311,42	0,10	1,06	1,23	1,33	33,05	38,15	41,45	28,55	32,96	35,81
5	311,42	0,10	1,08	1,31	1,46	33,71	40,82	45,60	27,73	33,58	37,51
6	311,42	0,10	1,10	1,40	1,61	34,38	43,68	50,15	26,94	34,22	39,30
7	311,42	0,10	1,13	1,50	1,77	35,07	46,74	55,17	26,17	34,88	41,17
8	311,42	0,10	1,15	1,61	1,95	35,77	50,01	60,69	25,42	35,54	43,13
9	311,42	0,10	1,17	1,72	2,14	36,49	53,51	66,76	24,70	36,22	45,18
10	311,42	0,10	1,20	1,84	2,36	37,22	57,25	73,43	23,99	36,91	47,33
11	311,42	0,10	1,22	1,97	2,59	37,96	61,26	80,77	23,31	37,61	49,59
12	311,42	0,10	1,24	2,10	2,85	38,72	65,55	88,85	22,64	38,33	51,95
13	311,42	0,10	1,27	2,25	3,14	39,50	70,14	97,74	21,99	39,06	54,42
14	311,42	0,10	1,29	2,41	3,45	40,29	75,05	107,51	21,36	39,80	57,02
15	311,42	0,10	1,32	2,58	3,80	41,09	80,30	118,26	20,75	40,56	59,73
16	311,42	0,10	1,35	2,76	4,18	41,91	85,92	130,09	20,16	41,33	62,57
17	311,42	0,10	1,37	2,95	4,59	42,75	91,94	143,10	19,58	42,12	65,55
18	311,42	0,10	1,40	3,16	5,05	43,61	98,37	157,41	19,03	42,92	68,68
19	311,42	0,10	1,43	3,38	5,56	44,48	105,26	173,15	18,48	43,74	71,95
20	311,42	0,10	1,46	3,62	6,12	45,37	112,63	190,46	17,95	44,57	75,37
21	311,42	0,10	1,49	3,87	6,73	46,28	120,51	209,51	17,44	45,42	78,96
22	311,42	0,10	1,52	4,14	7,40	47,20	128,95	230,46	16,94	46,28	82,72
23	311,42	0,10	1,55	4,43	8,14	48,15	137,97	253,51	16,46	47,17	86,66
24	311,42	0,10	1,58	4,74	8,95	49,11	147,63	278,86	15,99	48,06	90,79
25	311,42	0,10	1,61	5,07	9,85	50,09	157,96	306,74	15,53	48,98	95,11
26	311,42	0,10	1,64	5,43	10,83	51,09	169,02	337,42	15,09	49,91	99,64
27	311,42	0,10	1,67	5,81	11,92	52,11	180,85	371,16	14,66	50,86	104,38
28	311,42	0,10	1,71	6,21	13,11	53,16	193,51	408,27	14,24	51,83	109,36
29	311,42	0,10	1,74	6,65	14,42	54,22	207,06	449,10	13,83	52,82	114,56
30	311,42	0,10	1,78	7,11	15,86	55,30	221,55	494,01	13,44	53,83	120,02

Jahr	Holzkastfenster U-Wert 2,5										
	Baukostensteigerung in % p.a.		Ausgaben	Ausgaben inflationiert mit 3%	Barwert der Ausgaben mit 5%	Ausgaben kumuliert 2%	Ausgaben kumuliert 7%	Ausgaben kumuliert 10%	Vorteil zu Kunststoff-fenster 2%	Vorteil zu Kunststoff-fenster 7%	Vorteil zu Kunststoff-fenster 10%
	t	3%									
31	2,43	0,23	0,00	0,00	0,00	6.753,30	7.406,65	8.219,24	1.003,37	350,03	-462,57
32	2,50	0,22	50,00	125,00	27,55	6.793,53	7.490,09	8.378,51	996,20	299,64	-588,78
33	2,58	0,21	0,00	0,00	0,00	6.805,84	7.547,05	8.516,50	1.016,31	275,11	-694,35
34	2,65	0,20	50,00	132,62	26,51	6.844,32	7.631,60	8.687,57	1.009,65	222,36	-833,61
35	2,73	0,19	0,00	0,00	0,00	6.855,94	7.690,75	8.839,02	1.029,23	194,41	-953,86
36	2,81	0,18	50,00	140,69	25,51	6.892,74	7.776,54	9.023,19	1.023,04	139,24	-1.107,42
37	2,90	0,17	0,00	0,00	0,00	6.903,70	7.837,96	9.189,40	1.042,09	107,83	-1.243,61
38	2,99	0,16	50,00	149,26	24,54	6.938,90	7.925,10	9.388,08	1.036,35	50,15	-1.412,83
39	3,07	0,16	0,00	0,00	0,00	6.949,25	7.988,89	9.570,50	1.054,89	15,25	-1.566,36
40	3,17	0,15	50,00	158,35	23,62	6.982,93	8.077,51	9.785,23	1.049,56	-45,03	-1.752,74
41	3,26	0,14	0,00	0,00	0,00	6.992,69	8.143,75	9.985,44	1.067,59	-83,47	-1.925,15
42	3,36	0,14	50,00	167,99	22,73	7.024,91	8.233,98	10.217,91	1.062,65	-146,43	-2.130,35
43	3,46	0,13	0,00	0,00	0,00	7.034,13	8.302,77	10.437,64	1.080,18	-188,46	-2.323,33
44	3,56	0,12	50,00	178,23	21,87	7.064,95	8.394,74	10.689,70	1.075,60	-254,19	-2.549,15
45	3,67	0,12	1.000,00	3.671,45	20,95	7.502,70	8.895,23	11.359,91	1.264,27	-128,26	-2.592,94
46	3,78	0,11	50,00	189,08	21,04	7.532,19	8.989,06	11.633,59	1.260,03	-196,84	-2.841,37
47	3,90	0,11	0,00	0,00	0,00	7.540,40	9.063,25	11.898,26	1.276,59	-246,25	-3.081,27
48	4,01	0,10	50,00	200,59	20,25	7.568,62	9.159,09	12.195,79	1.272,67	-317,80	-3.354,50
49	4,13	0,10	0,00	0,00	0,00	7.576,37	9.236,13	12.486,27	1.288,76	-371,00	-3.621,14
50	4,26	0,09	50,00	212,81	19,49	7.603,38	9.334,11	12.810,06	1.285,13	-445,60	-3.921,55
51	4,38	0,09	0,00	0,00	0,00	7.610,69	9.414,11	13.128,86	1.300,76	-502,66	-4.217,41
52	4,52	0,08	50,00	225,77	18,75	7.636,54	9.514,38	13.481,59	1.297,41	-580,43	-4.547,64
53	4,65	0,08	0,00	0,00	0,00	7.643,44	9.597,45	13.831,48	1.312,58	-641,43	-4.875,46
54	4,79	0,08	50,00	239,52	18,04	7.668,18	9.700,15	14.216,07	1.309,49	-722,48	-5.238,39
55	4,93	0,07	0,00	0,00	0,00	7.674,69	9.786,42	14.600,07	1.324,22	-787,51	-5.601,16
56	5,08	0,07	50,00	254,11	17,36	7.698,38	9.891,70	15.019,72	1.321,37	-871,95	-5.999,97
57	5,23	0,07	0,00	0,00	0,00	7.704,52	9.981,28	15.441,16	1.335,66	-941,10	-6.400,98
58	5,39	0,06	50,00	269,58	16,71	7.727,20	10.089,28	15.899,38	1.333,04	-1.029,05	-6.839,15
59	5,55	0,06	0,00	0,00	0,00	7.732,99	10.182,31	16.361,92	1.346,91	-1.102,41	-7.282,02
60	5,72	0,06	1.750,00	10.010,01	562,69	8.301,31	10.839,80	17.409,16	1.961,84	-576,65	-7.146,02
SUMME			10.700,00	26.850,79	7.402,79						

Energiemehrverbrauch Kastenfenster U-Wert 2,5											
Mehrverbrauch p.a.	Energiepreis	Energiekostenfaktor Preisanstieg in % p.a.			Energiepreis inflationiert			Mehrverbrauch Inflation			
		2%	7%	10%	2%	7%	10%	2%	7%	10%	
kWh/a	in EUR	2%	7%	10%	in EUR	in EUR	in EUR	in EUR	in EUR	in EUR	
311,42	0,10	1,81	7,61	17,45	56,41	237,06	543,41	13,05	54,85	125,73	
311,42	0,10	1,85	8,15	19,19	57,54	253,66	597,75	12,68	55,90	131,72	
311,42	0,10	1,88	8,72	21,11	58,69	271,41	657,53	12,32	56,96	137,99	
311,42	0,10	1,92	9,33	23,23	59,86	290,41	723,28	11,96	58,05	144,56	
311,42	0,10	1,96	9,98	25,55	61,06	310,74	795,61	11,62	59,15	151,45	
311,42	0,10	2,00	10,68	28,10	62,28	332,49	875,17	11,29	60,28	158,66	
311,42	0,10	2,04	11,42	30,91	63,53	355,77	962,69	10,97	61,43	166,22	
311,42	0,10	2,08	12,22	34,00	64,80	380,67	1.058,96	10,65	62,60	174,13	
311,42	0,10	2,12	13,08	37,40	66,09	407,32	1.164,85	10,35	63,79	182,42	
311,42	0,10	2,16	13,99	41,14	67,41	435,83	1.281,34	10,05	65,00	191,11	
311,42	0,10	2,21	14,97	45,26	68,76	466,34	1.409,47	9,77	66,24	200,21	
311,42	0,10	2,25	16,02	49,79	70,14	498,98	1.550,42	9,49	67,50	209,74	
311,42	0,10	2,30	17,14	54,76	71,54	533,91	1.705,46	9,22	68,79	219,73	
311,42	0,10	2,34	18,34	60,24	72,97	571,28	1.876,01	8,95	70,10	230,19	
311,42	0,10	2,39	19,63	66,26	74,43	611,27	2.063,61	8,70	71,43	241,16	
311,42	0,10	2,44	21,00	72,89	75,92	654,06	2.269,97	8,45	72,79	252,64	
311,42	0,10	2,49	22,47	80,18	77,44	699,85	2.496,97	8,21	74,18	264,67	
311,42	0,10	2,54	24,05	88,20	78,99	748,84	2.746,67	7,97	75,59	277,27	
311,42	0,10	2,59	25,73	97,02	80,57	801,26	3.021,33	7,75	77,03	290,48	
311,42	0,10	2,64	27,53	106,72	82,18	857,34	3.323,47	7,52	78,50	304,31	
311,42	0,10	2,69	29,46	117,39	83,82	917,36	3.655,81	7,31	80,00	318,80	
311,42	0,10	2,75	31,52	129,13	85,50	981,57	4.021,39	7,10	81,52	333,98	
311,42	0,10	2,80	33,73	142,04	87,21	1.050,28	4.423,53	6,90	83,07	349,89	
311,42	0,10	2,86	36,09	156,25	88,95	1.123,80	4.865,89	6,70	84,66	366,55	
311,42	0,10	2,91	38,61	171,87	90,73	1.202,47	5.352,47	6,51	86,27	384,00	
311,42	0,10	2,97	41,32	189,06	92,55	1.286,64	5.887,72	6,32	87,91	402,29	
311,42	0,10	3,03	44,21	207,97	94,40	1.376,71	6.476,49	6,14	89,59	421,44	
311,42	0,10	3,09	47,30	228,76	96,29	1.473,08	7.124,14	5,97	91,29	441,51	
311,42	0,10	3,15	50,61	251,64	98,21	1.576,19	7.836,56	5,80	93,03	462,54	
311,42	0,10	3,22	54,16	276,80	100,18	1.686,52	8.620,21	5,63	94,80	484,56	
Kosten Energiemehrverbrauch dynamisch								898,52	3.437,01	10.006,38	