

## Inhalt

Allgemeines .....	2
Effekte energetischer Sanierung .....	2
Abschätzung von Einsparpotenzialen aufgrund von Bauteilflächenanteilen.....	4
Stufeneffekte aufeinander aufbauender Sanierungsschritte.....	5
Einsparungen grob abschätzen .....	6
Unterschutzstellungskriterien für schützenswerte Bausubstanz.....	7
Tafelwerk – Sanierungseffekte Typmustergebäude.....	10

Stand: 12.05.2019

Autor: Eileen Menz

E-Mail: [Eileen.Menz@Energieberatung-Menz.de](mailto:Eileen.Menz@Energieberatung-Menz.de)

## Allgemeines

Der Schutz historischer Gebäude folgt eigenen Regeln. Sie prägen das Gesicht eines Straßenzugs, eines ganzen Ortes oder sogar einer Region. Doch auf Dauer lassen auch sie sich nur erhalten, wenn den Nutzern die Kosten für Energieverbrauch und Gebäudeunterhalt nicht über den Kopf wachsen. Eine achtsame, an den schützenswerten Eigenarten des einzelnen Gebäudes orientierte energetische Sanierung eröffnet Chancen.

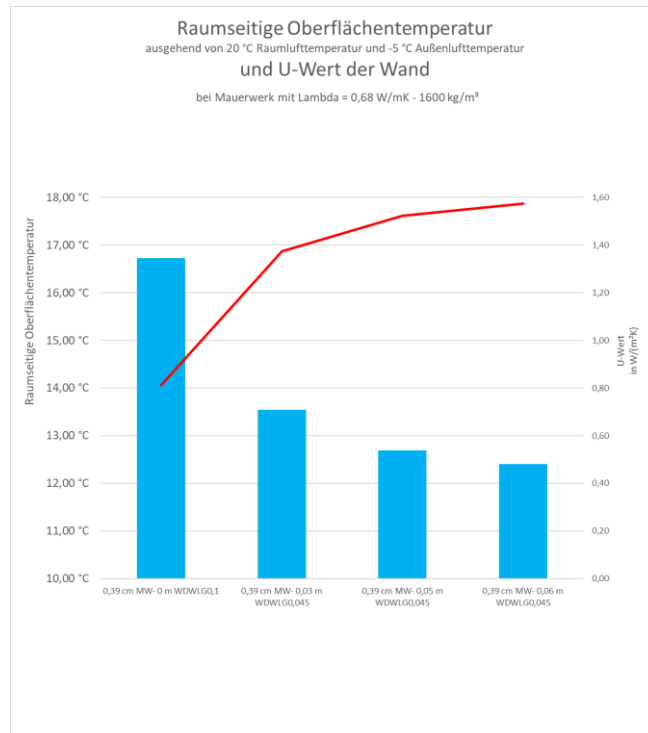
Sobald ein Gebäude zumindest als besonders schützenswerte Bausubstanz definiert ist, darf nach §24 EnEV von den energetischen Anforderungen gemäß Anlage 3 abgewichen werden, wenn Maßnahmen „die Substanz oder das Erscheinungsbild beeinträchtigen oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen“. Die Ausnahmen betreffen in aller Regel insbesondere die historischen Fassaden, womit zumindest eine Außendämmung ausgeschlossen ist, und die Fenster (Sonderverglasungen oder Kastendoppelfenster), die nach historischem Vorbild energetisch zu ertüchtigen sind (z.B. Fensterdichtungen, Ersatz des inneren Kastenfensters durch Wärmeschutzverglasung).

## Effekte energetischer Sanierung

Dennoch kann auch bei einem geschützten Gebäude viel für die Energieeinsparung getan werden. Wie groß der Effekt einzelner Maßnahmen tatsächlich ist, hängt davon ab:

- wie groß der Flächenanteil eines Bauteils an der gesamten Hüllfläche ist und
- wie stark die einzelnen Bauteile gedämmt werden (dürfen).

Insgesamt dürften alle noch nicht sanierten Gebäude, die vor 1978 errichtet wurden, energetisch hohe Einsparpotenziale aufweisen. Wird unterstellt, dass bei der Mehrzahl der Gebäude zumindest schon das Dach bzw. die oberste Geschossdecke und die Fenster erneuert wurden, kommt als weitere denkmalverträgliche, wenn auch im Einzelfall aufwendige Maßnahme noch die Wärmedämmung des Fußbodens in Betracht. Weiterhin ist zumindest die nicht gestaltete hofseitige Fassade energetisch zu ertüchtigen. Auch die straßenseitige Fassade sollte möglichst mit einer Innendämmung versehen werden. Dies ist neben der Energieeinsparung mit der Erhöhung der Behaglichkeit aufgrund der höheren Oberflächentemperaturen begründet.



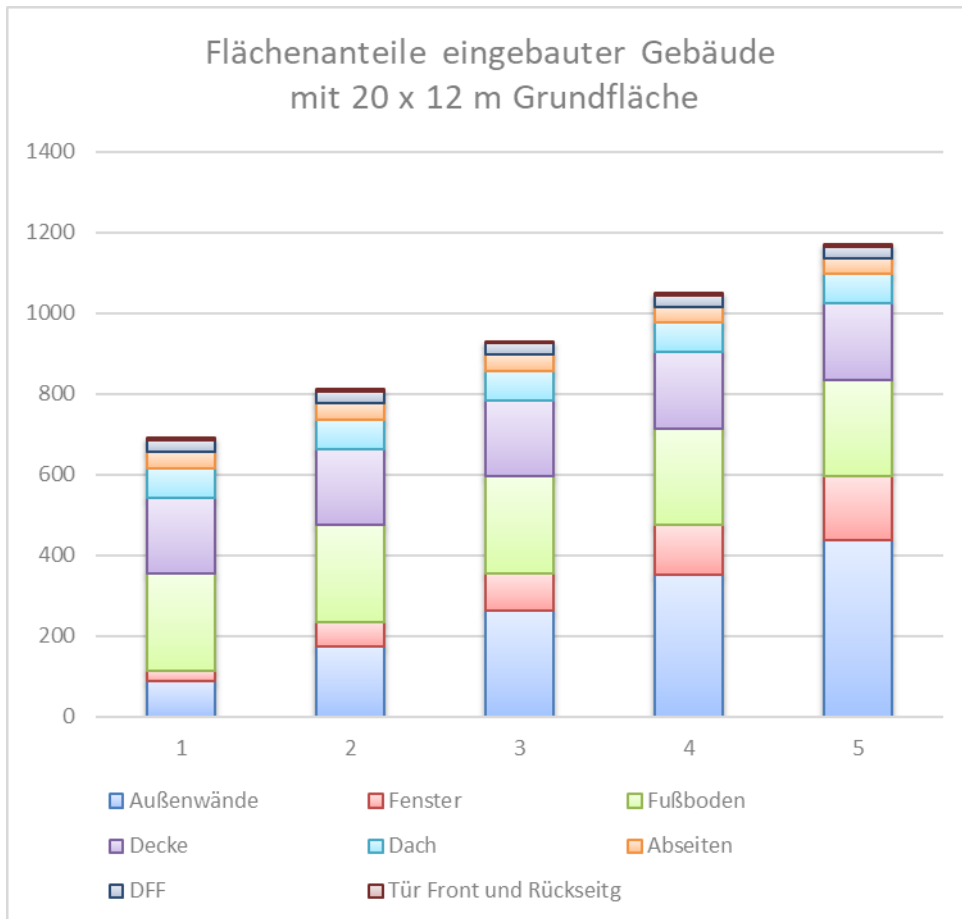
Den besonderen Anforderungen bei der Arbeit mit historischer Bausubstanz trägt auch die KfW-Förderbank Rechnung. Zum einen gelten für Baudenkmäler und erhaltenswerte Bausubstanz vereinfachte technische Anforderungen, denn vieles technisch Machbare lässt sich nicht mit Denkmalschutzaufgaben vereinbaren. Deshalb ist es wichtig, dass sich während des gesamten Planungsprozesses der Planer und die Denkmalbehörde abstimmen.

Deshalb wurde der Effizienzhausstandard Denkmal definiert. Die Anforderungen der KfW beziehen sich sowohl auf die Gebäudehülle ( $H'_T$  – zu verstehen als durchschnittlicher U-Wert der Gebäudehülle) als auch auf den Primärenergiebedarf  $Q_P$  jeweils in Bezug auf das Referenzgebäude nach Anlage 1 EnEV.

Zur Erreichung des KfW-Effizienzhausstandards sollten möglichst  $H'_T / H'_{T \text{ Ref}} = 175 \%$  und  $Q_P / Q_{P \text{ Ref}} = 160 \%$  nicht überschritten werden. Wenn die Einhaltung der Grenzwerte nicht möglich ist, muss dies mit Vorgaben bzw. Auflagen der Denkmalschutzbehörde dokumentiert werden.

## Abschätzung von Einsparpotenzialen aufgrund von Bauteilflächenanteilen

Folgende Tabelle zeigt in Abhängigkeit von der Gebäudegröße die Flächenanteile eingebauter Gebäude mit 20 x 12 m Grundfläche, woraus sich entsprechend die Einspareffekte energetischer Ertychtungsmaßnahmen ergeben. Die Einspareffekte sind umso größer, je größer ein Flächenanteil an der Gesamthüllfläche ist.



## Stufeneffekte aufeinander aufbauender Sanierungsschritte

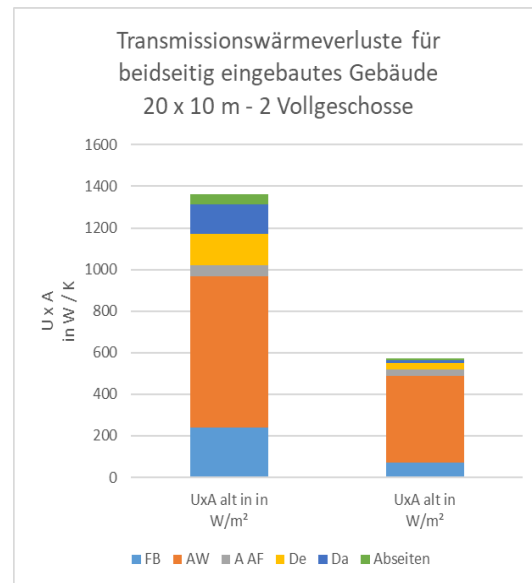
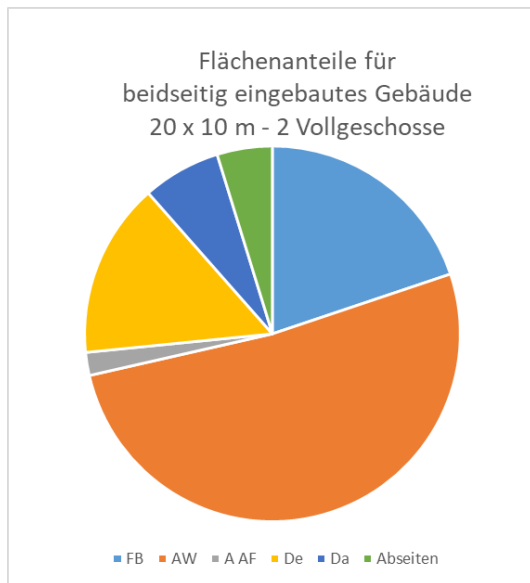
Folgende Effekte ergeben sich für ein Einfamilienhaus mit einer Grundfläche von 10 x 10 m und 2 Vollgeschossen:

	Ausgangszustand	Sanierungsfahrplan aufeinander aufbauende Sanierungsschritte				
		Etappe 1	Etappe 2	Etappe 3	Etappe 4	Etappe 5
Bauliche Maßnahmen		Wärmedämmung oberste Geschossdecken	Wärmedämmung oberste Geschossdecken	Wärmedämmung oberste Geschossdecken	Wärmedämmung oberste Geschossdecken	Wärmedämmung oberste Geschossdecken
			Wärmedämmung Steildach	Wärmedämmung Steildach	Wärmedämmung Steildach	Wärmedämmung Steildach
				Wärmedämmung Kellerdecke / Fußboden	Wärmedämmung Kellerdecke / Fußboden	Wärmedämmung Kellerdecke / Fußboden
					Fensterertüchtigung und Anschlüsse	Fensterertüchtigung und Anschlüsse
					Wärmedämmung der Außenwände	Wärmedämmung der Außenwände
Gebäude-technische Maßnahmen					Heizungserneuerung, Wärmedämmung von Verteilungen in unbeheizten Räumen, Hydraulischer Abgleich	



## Einsparungen grob abschätzen

Für ein konkretes Gebäude kann eine erste Abschätzung der Einsparungen anhand der Hüllflächen erfolgen. Dazu sind die einzelnen Flächen von Fußboden, Außenwand/Fenster, oberster Geschossdecke und Dach zu ermitteln. Im nächsten Schritt sind die U-Werte des Bestandes und die U-Werte nach energetischer Sanierung zu ermitteln. Die U-Werte des Bestandes lassen sich anhand baualterstypischer Konstruktionen [www.altbaukonstruktionen.de](http://www.altbaukonstruktionen.de) oder anhand der U-Wert-Tabelle der Bekanntmachungen für Datenaufnahme im Wohngebäudebestand / Nichtwohngebäudebestand ansetzen.



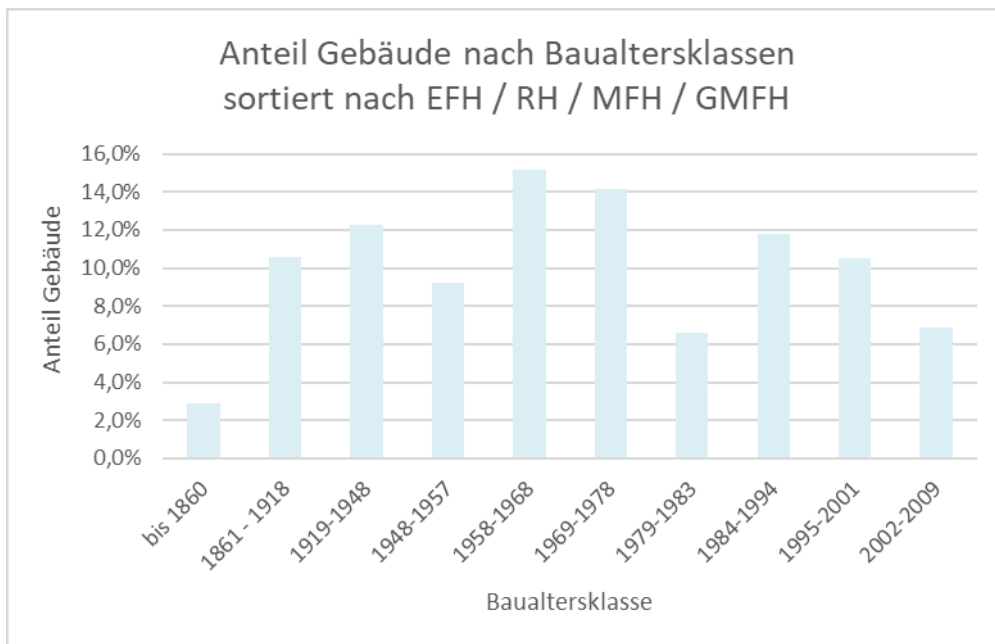
	A Bauteil in m²	U alt in W/m²K	U neu in W/m²K	UxA alt in in W/m²	UxA alt in W/m²	U neu/u alt
FB	200	1,20	0,35	240	70	29%
AW	520	1,40	0,8	728	416	57%
AAF	20	2,60	1,6	52	32	62%
De	152	1,00	0,2	152	30	20%
Da	68	2,10	0,2	143	14	10%
Abseiten	48	1,00	0,2	48	10	20%
<b>gesamt</b>	<b>1008</b>	<b>1,35</b>	<b>0,57</b>	<b>1363</b>	<b>572</b>	<b>42%</b>

Die KfW-Anforderungen an  $H_T$  werden durch Dämmung der Gebäudehülle erfüllt, die Anforderungen an  $Q_P$  durch den Einsatz erneuerbarer Energien oder einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

Die energetische Fachplanung und Baubegleitung zur Umsetzung des KfW-Programms Energieeffizient Sanieren (KfW-Programme 151 (Darlehen) / 430 (Zuschuss bis max. 2 WE) muss ein anerkannter „Energieberater für Baudenkmale“ durchführen. Die Fachplanung und Baubegleitung wird über das KfW-Programm 431 Baubegleitung mit einem Zuschuss von 50 % - max. mit 4.000 € gefördert.

## Unterschutzstellungskriterien schützenswerte Bausubstanz

Eingetragene Einzel-Baudenkmäler nehmen einen Anteil von ca. 3 % des Gebäudebestandes ein. Der Anteil besonders schützenswerter Bausubstanz – beispielsweise von Gebäuden eines historischen Altstadtkerns, die als Flächendenkmal ebenfalls in den Denkmallisten der einzelnen Landkreise eingetragen sind – ist deutlich größer. Bemerkenswerterweise deckt sich der Anteil von Wohngebäuden bis 1860 von 3 % mit dem Anteil von Baudenkmälern am Gebäudebestand.



Quelle: IWU –Gebäudetypologie Oktober 2013

Der Anteil von Wohngebäude bis Baujahr 1860 beträgt bezogen auf die Gesamtzahl von Wohngebäuden 3 %, nach der Wohnfläche beträgt ihr Anteil 2 %.

Der Anteil von Wohngebäuden der Baujahre 1861-1918 beträgt sowohl auf die Gesamtzahl von Wohngebäuden als auch auf die Gesamtwohnfläche bezogen 11 %. Daraus resultiert die Frage, in welchem Umfang diese Gebäude energetisch zu ertüchtigen sind, wenn unterstellt wird, dass diese Gebäude größtenteils als sonstige schützenswerte Gebäudesubstanz gelten können.

## Einstufung als besonders schützenswerte Bausubstanz

Entsprechend dem Memorandum der Expertengruppe Städtebaulicher Denkmalschutz „Besonders erhaltenswerte Bausubstanz und Stadtidentität in der integrierten Stadtentwicklung“ vom 24. August 2015 sind Gebäude als besonders schützenswerte Bausubstanz einzustufen, wenn:

- das Gebäude durch die Kommune durch Satzung, öffentliche Listung bzw. im Rahmen eines Quartierskonzeptes ausdrücklich als sonstige besonders erhaltenswerte Bausubstanz ausgewiesen ist,
- das Gebäude Teil eines durch **Satzung geschützten Denkmalbereiches** ist,
- das Gebäude sich in einem Gebiet mit einer **Erhaltungssatzung gemäß § 172 Abs. 1 Nr. 1 BauGB** befindet,
- das Gebäude sich in **einem Sanierungsgebiet gemäß § 142 BauGB**, zu dessen **besonderen Sanierungszielen die Erhaltung der baukulturell wertvollen Bausubstanz** gehört (§ 136 Abs. 4 Nr. 4 BauGB) befindet,
- das Gebäude auf **sonstige Weise durch örtliche Bauvorschriften (z.B. Gestaltungssatzung, Altstadtsatzung, Satzung zum Erhalt des Stadtbildes oder entsprechende Festsetzungen örtlicher Bauvorschriften im Bebauungsplan) auf Basis der Landesbauordnung** geschützt ist,
- das Gebäude sich in einem **Gebiet der Liste Stadtkerne und Stadtbereiche mit besonderer Denkmalbedeutung der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger** befindet,
- das Gebäude **wegen seines Baualters oder seiner besonderen (städtebaulichen) Lage ortsbild- oder landschaftsprägend** ist,
- das Gebäude wegen seiner spezifischen Materialität, Gestalt, Bauweise und seines architektonischen Erscheinungsbildes **als Teil regionaler Bautradition ortsbild- oder landschaftsprägend ist, sowie aus**
- sonstigen **künstlerisch-gestalterischen, historischen**, volkskundlichen oder technikgeschichtlichen Gründen.

Gerade in Hinblick auf die Inanspruchnahme von Fördermitteln über das KfW-Programm 151 – „Energieeffizient sanieren“ ist zu prüfen, ob für das Erreichen des Effizienzhausstandards „Denkmal“ gerade letztgenannte ortsbildprägende, künstlerisch-gestalterische und historische Kriterien herangezogen werden, um diese besonders schützenswerte Bausubstanz entsprechend den Anforderungen an KfW-Effizienzhausstandard Denkmal zu sanieren.

So sollte es einem Bauherrn, der ortstypische Gebäude energetisch sanieren möchte, wie z.B. alte verzierte Bauern- oder Bürgerhäuser bzw. ortstypische Ensembles von Stadthäusern einer bestimmten Bauepoche, möglich sein, zum Schutze des ortstypischen Erscheinungsbildes eine Einstufung als besonders schützenswerte Bausubstanz zu erwirken. Dies ist insbesondere aus Gründen der energetischen Machbarkeit – was insbesondere die Wärmedämmung der Fassade betrifft – ratsam. Hier ist ein enger Dialog zwischen dem Bauherrn, seinem Planer und der unteren Denkmalbehörde unerlässlich. Auch wenn ortstypische Nebengebäude, die zuvor eher als Nutzgebäude dienten, zu Wohngebäuden umgebaut werden sollen, ist eine vom Bauherrn beantragte Einstufung als besonders schützenswerte Bausubstanz ggf. auch aus baukulturellen wie energetischen Gründen zu erwägen. Allerdings scheuen einige Bauherren davor zurück, weil sie befürchten, weitere Auflagen von der Denkmalbehörde auferlegt zu bekommen.



Ein Beispiel: Das Vorderhaus ist aufgrund seiner ortstypischen Bauweise in der Denkmalliste als Einzeldenkmal eingetragen. Der Bauherr möchte aber auch das Seitengebäude der ortstypischen Hofanlage als Wohnraumerweiterung nutzen, dessen Obergeschoss als Fachwerkkonstruktion ausgeführt ist. Gleiches könnte für Seitengelasse gelten, die in Ziegelbauweise errichtet sind. Auch hier ist ein Entgegenkommen der Denkmalbehörde im Interesse des Bauherrn erstrebenswert, damit der „gemilderte“ Effizienzhausstandard „Denkmal“ realisiert werden kann, was der Erhaltung der Baukultur typischer Hofstrukturen insbesondere im ländlichen Bereich dient.

Doch auch umgekehrt sind energetische und bauphysikalische Grundlagen (Mindestwärmeschutz!) bei der Sanierung von Baudenkmalern und besonders schützenswerter Bausubstanz bei der Entwicklung eines Sanierungskonzeptes zu berücksichtigen. Dies gilt besonders für den Wärmeschutz der Fassade. Während bei Gebäuden in historischen Innenstädten insbesondere die straßenzugewandten Fassaden nur mit einer Innenwärmedämmung oder im günstigsten Fall einer geringen Außendämmung z.B. in Form einer Mineraldämmplatte oder Wärmedämmputz gedämmt werden dürfen, kann die hofseitige Fassade auch mit einer stärkeren Außendämmung bekleidet werden. Hier sollten allerdings ebenfalls aus Brandschutzgründen eher mineralische Dämmstoffe eingesetzt werden. Die Wärmedämmung ist gerade aus Gründen der Erhöhung der Oberflächentemperaturen und damit als Schimmelprävention grundsätzlich sinnvoll.

Allerdings gibt es auch Situationen, wo auch keine Innendämmung möglich ist, beispielsweise dort, wo Wände textil oder mit Holzvertäfelungen verkleidet wurden. Bei abgerundeten Deckenanschlüssen, die ggf. sogar mit Stuck versehen sind, sind ebenfalls gleichermaßen denkmalgerechte und energieeffiziente Lösungen zu entwickeln.

## Tafelwerk – Sanierungseffekte Typmustergebäude

Zur Erreichung des KfW-Effizienzhausstandards wurden als Empfehlung für die Begrenzung der Hüllflächenverluste und des Primärenergiebedarfs gegenüber dem Referenzgebäude als Maßstab definiert:

$$H'_T / H'_{T\text{Ref}} = 175 \% \text{ und}$$

$$Q_P / Q_{P\text{Ref}} = 160 \%$$

Wenn die Einhaltung der Grenzwerte nicht möglich ist, muss dies mit Vorgaben bzw. Auflagen der Denkmalschutzbehörde dokumentiert werden.

Wie schnell diese Anforderung im Hinblick auf die Anforderungen an  $H'_T / H'_{T\text{Ref}} = 175 \%$  erfüllt sind, zeigen folgende Tabellen in Abhängigkeit davon, ob ein Gebäude eingebaut oder freistehend ist und wie groß es ist.

Tabelle 1 - Gebäude freistehend - 20 x 10 m Grundfläche

H'T / H'T<sub>Ref</sub>

freistehend	1-20-10	2-20-10	3-20-10	4-20-10
Geschosse	1	2	3	4
Referenzgebäude	100%	100%	100%	100%
Bauteilverfahren	97%	95%	94%	94%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da2,1 - WBR0,1	346%	359%	367%	372%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	294%	317%	333%	343%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	294%	317%	332%	342%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,2 - WBR0,1	291%	315%	330%	341%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	252%	284%	305%	319%
AW1,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	205%	247%	274%	293%
AW1 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	173%	200%	217%	230%
AW0,9 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	165%	188%	203%	214%
AW0,8 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	156%	176%	189%	198%
AW0,7 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	148%	164%	175%	182%
AW0,6 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	140%	153%	161%	166%
AW0,5 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	132%	141%	146%	150%
AW0,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	124%	129%	132%	134%

H'T / H'T<sub>Bestand</sub>

freistehend	1-20-10	2-20-10	3-20-10	4-20-10
Geschosse	1	2	3	4
H'T gegenüber Ausgangsfall				
Referenzgebäude	29%	28%	27%	27%
Bauteilverfahren	28%	26%	25%	25%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da2,1 - WBR0,1	100%	99%	99%	99%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	85%	88%	90%	91%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	84%	88%	89%	91%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,2 - WBR0,1	84%	87%	89%	90%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	73%	79%	82%	85%
AW1,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	59%	68%	74%	78%
AW1 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	50%	55%	59%	61%
AW0,9 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	47%	52%	55%	57%
AW0,8 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	45%	49%	51%	52%
AW0,7 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	43%	45%	47%	48%
AW0,6 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	40%	42%	43%	44%
AW0,5 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	38%	39%	39%	40%
AW0,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	36%	36%	36%	36%

Zeilen: Energetische Anpassung verschiedener Bauteile, beginnend der Ausgangsvariante – angegeben sind jeweils die U-Werte der einzelnen Bauteile: AW = Außenwand (U=1,40 W/m²K), F = Fenster, FB = Fußboden, De = oberste Geschossdecke, Da = Dach

Tabelle 2 - Gebäude beidseitig eingebaut - 20 x 10 m Grundfläche

$H'_T / H'_{T\text{Ref}}$  für Gebäude

beidseitig	1-20-10	2-20-10	3-20-10	4-20-10
Geschosse	1	2	3	4
Referenzgebäude	100%	100%	100%	100%
Bauteilverfahren	98%	97%	96%	95%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da2,1 - WBR0,1	331%	341%	347%	352%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	272%	291%	305%	316%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	271%	291%	304%	314%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,2 - WBR0,1	268%	288%	302%	312%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	224%	252%	271%	286%
AW1,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	170%	208%	234%	253%
AW1 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	150%	174%	191%	204%
AW0,9 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	145%	166%	181%	192%
AW0,8 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	140%	158%	170%	179%
AW0,7 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	135%	150%	160%	167%
AW0,6 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	130%	141%	149%	155%
AW0,5 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	125%	133%	138%	142%
AW0,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	120%	125%	128%	130%

$H'_T / H'_{T\text{Bestand}}$

beidseitig	1-20-10	2-20-10	3-20-10	4-20-10
Geschosse	1	2	3	4
$H'_T$ gegenüber Ausgangsfall				
Referenzgebäude	30%	29%	28%	28%
Bauteilverfahren	30%	28%	27%	27%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da2,1 - WBR0,1	100%	99%	99%	98%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	82%	85%	87%	88%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	82%	84%	86%	88%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,2 - WBR0,1	81%	84%	86%	87%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	67%	73%	77%	80%
AW1,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	51%	60%	66%	71%
AW1 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	45%	51%	54%	57%
AW0,9 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	44%	48%	51%	53%
AW0,8 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	42%	46%	48%	50%
AW0,7 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	41%	43%	45%	47%
AW0,6 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	39%	41%	42%	43%
AW0,5 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	38%	39%	39%	40%
AW0,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	36%	36%	36%	36%

Tabelle 3 - Gebäude freistehend - 10 x 10 m Grundfläche

$H'_T / H'_{T\text{Ref}}$  für Gebäude

freistehend	1-10-10	2-10-10	3-10-10	4-10-10
Geschosse	1	2	3	4
Referenzgebäude	100%	100%	100%	100%
Bauteilverfahren	97%	95%	94%	94%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da2,1 - WBR0,1	313%	333%	347%	357%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	272%	301%	320%	334%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	272%	300%	319%	333%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,2 - WBR0,1	270%	299%	318%	332%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	242%	276%	299%	316%
AW1,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	208%	249%	277%	296%
AW1 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	174%	201%	218%	231%
AW0,9 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	165%	188%	204%	215%
AW0,8 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	157%	176%	189%	199%
AW0,7 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	148%	164%	175%	182%
AW0,6 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	139%	152%	160%	166%
AW0,5 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	131%	140%	146%	150%
AW0,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	122%	128%	131%	134%

$H'_T / H'_{T\text{Bestand}}$

freistehend	1-10-10	2-10-10	3-10-10	4-10-10
Geschosse	1	2	3	4
$H'_T$ gegenüber Ausgangsfall				
Referenzgebäude	32%	30%	29%	28%
Bauteilverfahren	31%	28%	27%	26%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da2,1 - WBR0,1	100%	100%	99%	99%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	87%	90%	92%	93%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	87%	90%	91%	92%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,2 - WBR0,1	86%	89%	91%	92%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	77%	83%	86%	88%
AW1,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	66%	74%	79%	82%
AW1 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	56%	60%	63%	64%
AW0,9 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	53%	56%	58%	60%
AW0,8 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	50%	53%	54%	55%
AW0,7 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	47%	49%	50%	51%
AW0,6 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	45%	45%	46%	46%
AW0,5 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	42%	42%	42%	42%
AW0,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	39%	38%	38%	37%

Tabelle 4 - Gebäude beidseitig eingebaut - 10 x 10 m Grundfläche

$H'_T / H'_T \text{ Ref}$  für Gebäude

beidseitig	1-10-10	2-10-10	3-10-10	4-10-10
Geschosse	1	2	3	4
Referenzgebäude	100%	100%	100%	100%
Bauteilverfahren	99%	98%	97%	96%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da2,1 - WBR0,1	282%	296%	307%	316%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	232%	254%	270%	283%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	232%	253%	269%	282%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,2 - WBR0,1	230%	251%	268%	280%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	196%	222%	242%	257%
AW1,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	154%	187%	211%	230%
AW1 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	139%	160%	176%	188%
AW0,9 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	135%	153%	167%	178%
AW0,8 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	131%	147%	158%	167%
AW0,7 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	128%	140%	150%	157%
AW0,6 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	124%	134%	141%	147%
AW0,5 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	120%	127%	132%	136%
AW0,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	116%	120%	124%	126%

$H'_T / H'_T \text{ Bestand}$

beidseitig	1-10-10	2-10-10	3-10-10	4-10-10
Geschosse	1	2	3	4
	H'T gegenüber Ausgangsfall			
Referenzgebäude	36%	34%	32%	31%
Bauteilverfahren	35%	33%	31%	30%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da2,1 - WBR0,1	100%	99%	99%	99%
AW1,4 - F1,8 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	82%	85%	87%	88%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,3 - WBR0,1	82%	85%	87%	88%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De1 - Da0,2 - WBR0,1	82%	84%	86%	87%
AW1,4 - F1,6 - FB1,2 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	70%	75%	78%	80%
AW1,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	55%	63%	68%	72%
AW1 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	49%	54%	57%	59%
AW0,9 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	48%	51%	54%	56%
AW0,8 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	47%	49%	51%	52%
AW0,7 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	45%	47%	48%	49%
AW0,6 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	44%	45%	45%	46%
AW0,5 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	43%	43%	43%	43%
AW0,4 - F1,6 - FB0,35 - De0,2 - Da0,2 - WBR0,1	41%	40%	40%	39%