



Energiekonzept Dorfstraße 75, 79312 Mundingen



Objekt: Wohnhaus mit zwei Wohneinheiten

Dorfstraße 75

79312 Emmendingen Mundingen

Auftraggeber: Frau Cáceras, Grundstücksmanagement Emmendingen

Bearbeiter: Max Jakob



Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	3
2	Aufnahme des Ist-Zustandes	4
2.1	Gebäudedaten und Aufnahme	4
2.2	Energiebilanz der Gebäudehülle	4
2.3	Wärmebrücken im Bestand	5
2.4	Thermische Gebäudehülle	5
3	Erneuerung der Heizungsanlage in Ihrem Fall.....	6
4	Bauteile im Bestand mit Sanierungsoptionen	7
5	Energie Effizienz Standard nach der Sanierung	12
6	Energiebedarf nach der Sanierung	13
7	Zu erwartende Energiekosten	14
8	Prognose der Investitionskosten (inkl. Zuschüsse).....	15
9	Co2 Einsparungen	16
10	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	17
11	Lüftung und Lüftungskonzept	19
12	Allgemeine Möglichkeiten der Lüftung:.....	20
13	Gesamtsanierung oder Schritt für Schritt Sanierung?	21
14	Wie geht es weiter nach der Energieberatung?	22
15	Übersicht: Staatliche Fördermittel für die Sanierung	23
16	Gesetzliche Grundlagen: EWärmeG Baden-Württemberg.....	24
17	Erneuerung der Heizungsanlage im Allgemeinen	25
18	Glossar.....	28
19	Erklärung.....	31



1 Vorbemerkungen

Wir freuen uns Ihnen hiermit Ihr Energiekonzept für das Gebäude der Dorfstraße 75, Mündingen präsentieren zu dürfen. In diesem Bericht sind enthalten:

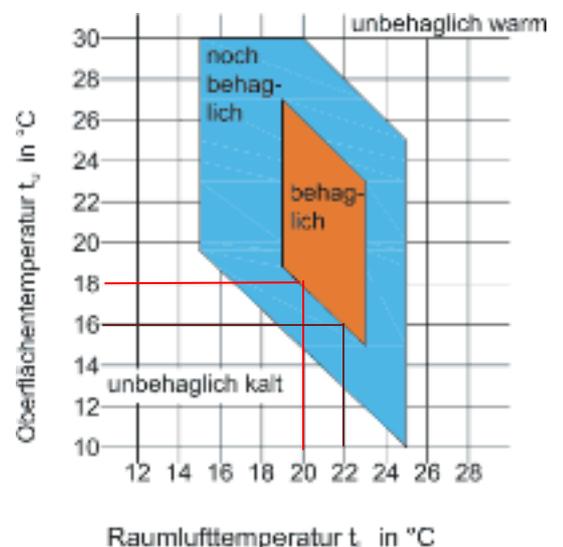
1. Eine Analyse des Energetisches Zustands des unsanierten Gebäudes inklusive einer Energiebedarfsberechnung.
2. Vorschläge zur Bauteilsanierung und Modernisierung der Anlagentechnik
3. Bedarfsberechnungen und Investitionskostenschätzungen für verschiedene Sanierungsvarianten.
4. Wirtschaftlichkeitsüberlegungen inklusive Möglichkeiten der Förderung
5. Allgemeine nützliche Informationen zu Sanierungen

Folgende Vorteile gelten für eine Sanierung im Allgemeinen:

- Hohe Energieverbrauchseinsparungen bezogen auf den vorherigen Verbrauch
- Langfristige Absicherung Ihres Lebensstandards durch überschaubare Heizkosten.
- Kostensicherheit durch geringere Abhängigkeit von Energiepreisschwankungen.
- Steigerung des Wohnkomforts und höhere Behaglichkeit durch Vermeidung von Luftzugerscheinungen durch undichte Fenster.
- Höhere Oberflächentemperaturen der Wände
- Bessere Temperaturverteilung im Raum
- Vermeidung von Fußkälte
- Verbessertes sommerlichen Wärmeschutz,
- Langfristige Sicherung der Vermietbarkeit durch höheren Wohnstandard.
- Geringere Gefahr von Schimmelpilzbildung durch höhere Oberflächentemperaturen.
- Wertsteigerung des Gebäudes durch Umwandlung von Energiekosten in Investitionen.
- Ggfs. ästhetische Aufwertung des Gebäudes.
- Durch eine komplette Modernisierung vergrößert sich der Wert und verlängert sich die Restnutzungsdauer des Gebäudes.

Behaglichkeit durch energetische Sanierung

Die Behaglichkeit in den Räumen wird gesteigert. Durch wärmere Temperaturen an der Innenseite der Fassadenflächen kann die Raumtemperatur gesenkt werden ohne dass die Behaglichkeit im Raum darunter leidet. An dem nebenstehenden Behaglichkeitsdiagramm kann man erkennen, dass z.B. man bei 16° kalten Wänden eine Raumtemperatur von ca. 22 °C benötigt, um sich wohl zu fühlen. Bei einer Temperatursteigerung der Umfassungswände auf 18° (bei Anbringung einer Fassadendämmung) reicht für gleiche Behaglichkeit eine Raumtemperatur von 20°. Pro Grad Senkung der Raumtemperatur wird ca. 6% Heizenergie eingespart.





2 Aufnahme des Ist-Zustandes

2.1 Gebäudedaten und Aufnahme

Gebäudedaten Bestand			
Gebäudetyp	Zweifamilienhaus	Beheiztes Gebäudevolumen V_e	665 m ³
Baujahr - Gebäude	1939	Beheiztes Luftvolumen	505 m ³
Baujahr - Heizungsanlage	1990	Fensterflächenanteil	8%
Anzahl Wohneinheiten	2	Gebäudenutzfläche	213 m ²
Verbrauchsfaktor	0,8	Transmissionswärme-verlust (H't)	1,24 W/m ² K
Bauweise	freistehend	Referenzwert (H't)	0,35 W/m ² K
Vollgeschosse	2	Endenergiebedarf	58.000 kWh
Wärmeübertragende Umfassungsfäche	496 m ²	Vorhandener Primärenergiebedarf (Qp)	303,0 kWh/m ² a
		Referenzwert (Qp)	77,6 kWh/m ² a

2.2 Energiebilanz der Gebäudehülle

Die Energiebilanz des Gebäudes wurde unter den vorgegebenen Randbedingungen des GEG 2020 rechnerisch ermittelt. Die folgende Tabelle zeigt die Gebäudebauteile mit dem U-Wert im Bestand, der zugehörigen thermischen Bauteilfläche, und dem Anteil des Wärmeverlustes LD.

Wärmeverluste der thermischen Gebäudehülle
(Ref-No 6.0.1)

Bauteil	U-Wert W/(m ² K)	U/U _{EnEV}	Fläche A m ²		L _D W/K	
Außenwand1939EG	1,311		74	15 %	105	17 %
Außenwand19390G-DG	1,579		66	13 %	111	18 %
Außenwand Anbau	1,389		82	16 %	122	20 %
Dachfenster	2,200		1	0 %	3	0 %
Decke über Eingang gegen A	1,028		1	0 %	1	0 %
Fenster Holz	2,700		18	4 %	50	8 %
Flachdach	0,973		29	6 %	31	5 %
Garagendecke	0,978		28	6 %	22	4 %
Haustüre	3,088		3	1 %	9	2 %
Kellerdecke	0,920		81	16 %	60	10 %
Steildach	0,789		113	23 %	100	16 %
			496	100 %	614	100 %

Es ist zu erkennen, dass über 50% der Wärme über die Außenwandflächen (wahrscheinlich überwiegend Vollsteine) entweicht. Eine Dämmung dieser Flächen ist also dringend zu empfehlen.



2.3 Wärmebrücken im Bestand

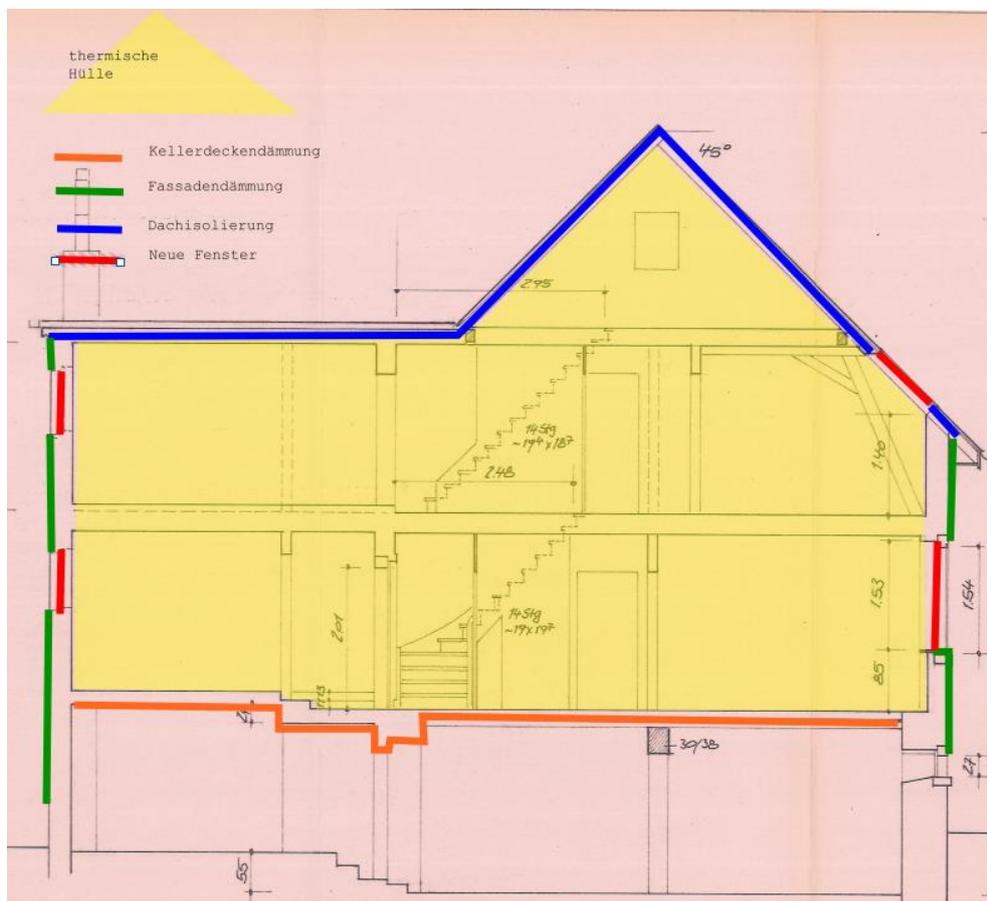
Wärmebrücken sind Stellen in der beheizten Gebäudehülle, die zu starken Wärmeverlusten führen. Typischerweise sind dies Balkonplatten oder Terrassen, die aus der Gebäudewand ragen, und nicht thermisch von der Außenwand getrennt sind. Die Wärme hat hier die Möglichkeit über diese Brücke von innen nach außen zu fließen und wird über eine sehr große Oberfläche abgegeben. Wärmebrücken werden in den Berechnungen typischerweise pauschal mit einem Wärmeverlust von $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ angesetzt. Sollten recht große Verluste dem Erreichen der nächstbesseren KfW-Effizienzklasse im Weg stehen (was höhere Fördermittel bedeutet), kann man Maßnahmen ergreifen, Wärmebrücken zu reduzieren. Das Gebäude in der Dorfstraße 75 ist relativ Wärmebrückenarm.

- Es sollte darauf geachtet werden, dass die steinernen Fensterbänke außen überdämmt werden
- Es ist auf einen guten Dämmanschluss an Ortgang und Traufe von Fassadendämmung zu Dachdämmung zu achten
- Die Fassadendämmung außen sollte möglichst weit nach unten gezogen werden. Unterkante Fassadendämmung sollte unterhalb des Niveaus der Kellerdecke liegen. Idealerweise werden Kellerwände mitgedämmt.

Kritisch bei Wärmebrücken sind nicht in erster Linie die Wärmeverluste, sondern die niedrigen Temperaturen an der Innenseite der Wärmebrücken. Dort bildet sich als erstes Tauwasser, bei unzureichender Lüftung. Mehr dazu im Abschnitt Lüftung und Lüftungskonzept.

2.4 Thermische Gebäudehülle

Hier sehen Sie in Gelb die thermische Gebäudehülle in ihrem Haus markiert. Bei einer Sanierung versucht man die unbeheizten von beheizten Bereichen „abzudämmen“. Wichtig für die Energieeffizienz ist auch, dass diese beiden Bereiche möglichst luftdicht voneinander getrennt werden, um Zugerscheinungen zu vermeiden.





3 Erneuerung der Heizungsanlage in Ihrem Fall

In ihrem Fall existiert eine alte Gastherme mit Niedertemperatur Technik. Diese muss auf jeden Fall ausgetauscht werden. Wir würden empfehlen in Zukunft ganz auf den Brennstoff Gas zu verzichten. Wenn dann nur in Kombination mit Solarthermie oder mit einer Brauchwasserwärmepumpe + Photovoltaikanlage. In beiden Fällen kann die Brauchwassererwärmung (Dusche, Waschbecken) im Sommer über kostenfreie Sonnenenergie zu fast 100% gedeckt werden. Dabei halte ich die Version mit PV Anlage und Brauchwasserwärmepumpe für wirtschaftlicher.

Da die Gaspreise steigen und in diesem Gebäude sowieso eine Kernsanierung ansteht, würden wir allerdings eine Heizungstechnologie empfehlen, bei der Sie unabhängig von Gaspreisen sind und gleichzeitig Klimagerechter heizen können. Die zu erwartenden Energiekosten sind wahrscheinlich sogar niedriger als beim Heizen mit Gas.

Installieren Sie Fußboden oder Deckenheizungen, statt neue Heizkörper. Diese Art der Flächenheizung ermöglicht sehr niedrige Heizkreistemperaturen. In Kombination mit einer guten Gebäudeisolierung können somit **Heizungswärmepumpen** verwendet werden. Diese heizen mit Strom, allerdings mit einer Effizienz die mind. 3-4x besser ist als die von Nachtspeicheröfen oder Heizlüftern. Sie können ein Teil dieses Stroms durch eine PV Anlage auf dem Dach selbst erzeugen. Idealerweise kommt der eingekaufte Netzstrom zunehmend aus regenerativen Energiequellen (Aktuell ca. 50% im Schnitt). Somit ist dies unserer Meinung nach die einzige Heizungstechnologie, die in Zukunft noch Klimagerecht und wirtschaftlich funktionieren kann.

Damit sie auch jetzt schon den Wirtschaftlichen Vorteil und die Hohe Effizienz der Wärmepumpen ausnutzen können empfehlen wir somit:

- Einbau von Flächenheizungen
- Fassadendämmung, Dachsanierung, Kellerdeckendämmung und Fenstertausch
- PV Anlage auf dem Dach
 - ➔ Heizungswärmepumpe

Für die Planung und genaue technische Details der Heizung müssen Sie einen Heizungsbauer hinzuziehen. Hier fehlen uns die technischen Erfahrungen der Umsetzbarkeit. **Sollte eine Wärmepumpe installiert werden sollte der Heizungsbauer unbedingt Erfahrungen mit diesen Geräten haben.**

Es gibt grundsätzlich drei Arten von Wärmepumpen unterschiedlicher Effizienz (Luft-, Erd- und Wasser-Wärmepumpen). Diese sind beschrieben im Kapitel „Erneuerung der Heizungsanlage im Allgemeinen“ auf den letzten Seiten dieses Berichts)



4 Bauteile im Bestand mit Sanierungsoptionen

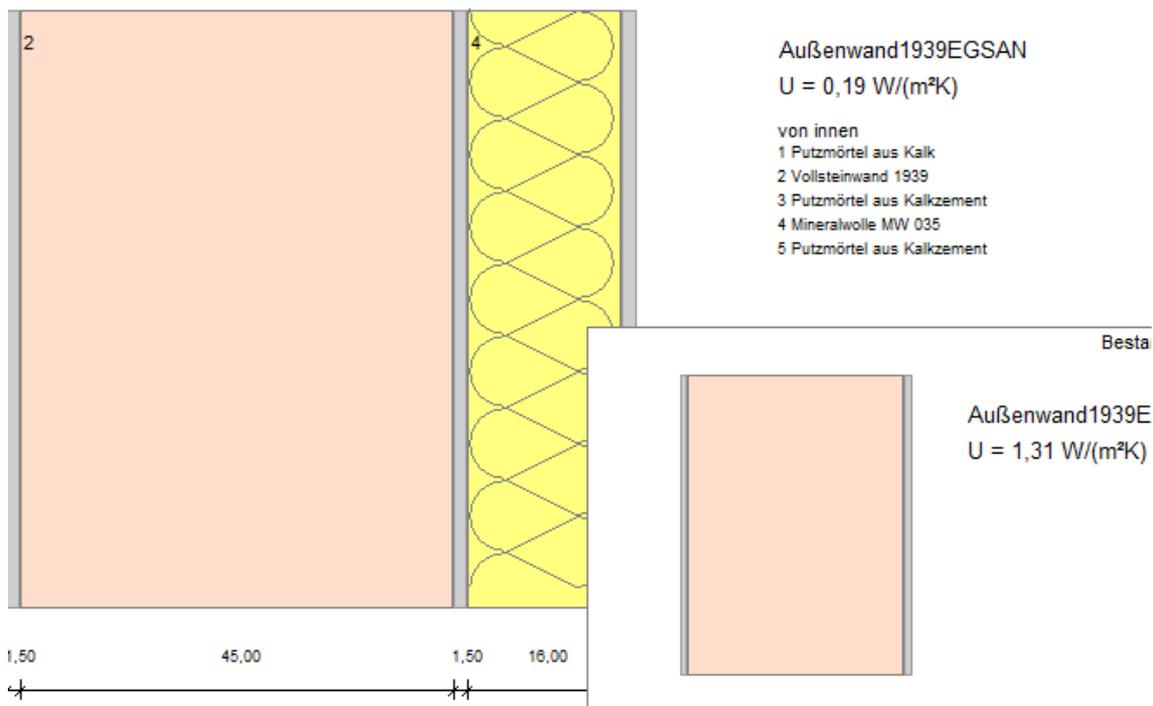
Der Kennwert für den Wärmeverlust durch ein Bauteil ist der sogenannte U-Wert. Diese Zahl gibt an, wie viel Watt (Energie pro Sekunde) pro Grad Temperaturdifferenz zwischen Innen und außen über eine Bauteilfläche von 1m² verloren geht.

Im Folgenden finden Sie die Bauteile ihres Hauses aufgelistet, deren energetische Sanierung wir empfehlen:

1. Bauteil: AußenwandSAN

Beschreibung:

Eine Dämmung der Fassade mit ca. 16cm Mineralfaserplatten macht Sinn. Es gibt auch weitere Materialien, die als Dämmstoff geeignet sind. Die Fassade kann nach abrufen der Dämmung wieder verputzt und gestrichen werden. Der Effekt durch diese Dämmung ist, dass der Wärmefluss durch die Fassadenflächen um den Faktor 6-7 (!!!) vermindert wird. Die Energie, die in das fertige Endprodukt geflossen ist, ist meist schon nach einem Jahr wieder eingespart. Aus energetischer Sicht lohnt sich diese Maßnahme also auf jeden Fall. Hier beispielhaft dargestellt die Wand des EG von 1939. Gleiches gilt für alle anderen Fassadenflächen.



Querschnitt (Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m ³	ρ kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R_{si}					0,130
01 Putzmörtel aus Kalk	1,50	1800	27,0	1,000	0,015
02 Vollsteinwand 1939	45,00	1600	720,0	0,800	0,563
03 Putzmörtel aus Kalkzement	1,50	1800	27,0	1,000	0,015
04 Mineralwolle MW 035	16,00	20	3,2	0,035	4,571
05 Putzmörtel aus Kalkzement	1,50	1800	27,0	1,000	0,015
R_{se}					0,040
d = 65,50 G = 804,2 R_T = 5,35					

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,187 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ohne Korrekturen)

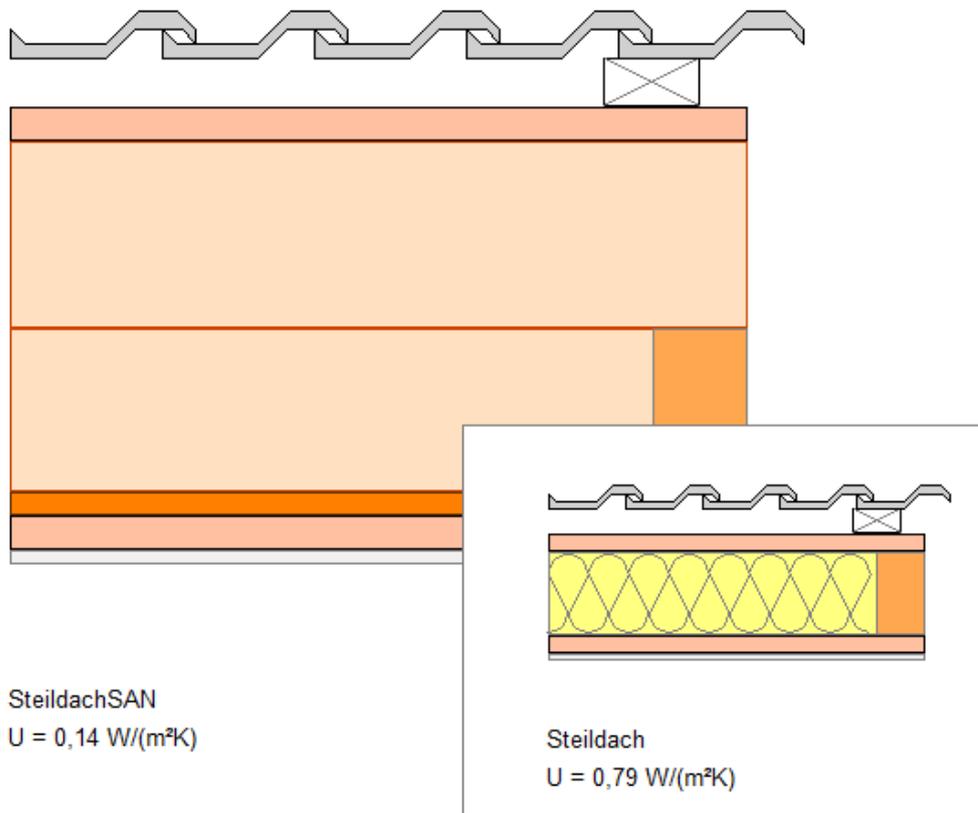


2. Bauteil: DachSAN

Beschreibung:

Das Dach ist mit 14cm Sparren belegt. Die Dämmung zwischen den Sparren ist alt und sollte ausgetauscht werden. Da das Dach wahrscheinlich auch baufällig ist lohnt sich eine Dachsanierung mit Aufsparrendämmung von außen.

In diesem Zug kann auch eine PV Anlage installiert werden. Hier ein Bauteilvorschlag:



Querschnitt (Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R _{si}					0,100
01 Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,25	800	10,0	0,250	0,050
02 Traglattung	3,00	-	2,0	-	-
03 OSB-Platten	2,00	650	13,0	0,130	0,154
04 isofloc L - Zellulose-Einblasdäm	14,00	60	8,4	0,040	3,500
05 Holzfaserdämmstoff WF 044	16,00	160	25,6	0,044	3,636
06 Traglattung	3,00	-	2,0	-	-
07 Konterlattung	4,00	-	-	-	-
08 Dachdeckung	4,00	-	40,0	-	-
R _{se}					0,040
d = 47,25 G = 101,0 R _T = 7,48					

$$U_{\text{Gefach}} = 0,134 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$



Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil				
8,0 cm	70,0 cm	11,4 %	109,6 kg/m ²			
Rahmenanteil von innen	s	ρ		λ	R	
	cm	kg/m ³	kg/m ²	W/(mK)	m ² K/W	
R _{si}					0,100	
01 Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,25	800	10,0	0,250	0,050	
02 Traglattung	3,00	-	2,0	-	-	
03 OSB-Platten	2,00	650	13,0	0,130	0,154	
04 Nadelholz	14,00	600	84,0	0,130	1,077	
05 Holzfaserdämmstoff WF 044	16,00	160	25,6	0,044	3,636	
06 Traglattung	3,00	-	2,0	-	-	
07 Konterlattung	4,00	-	-	-	-	
08 Dachdeckung	4,00	-	40,0	-	-	
R _{se}					0,040	
	47,25		176,6	R _T =	5,06	

$$U_{(R)} = 0,198 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Wärmedurchgangskoeffizient
(Ref-No 1.8)

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,144 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (ohne Korrekturen)



3. Bauteil: FensterSAN

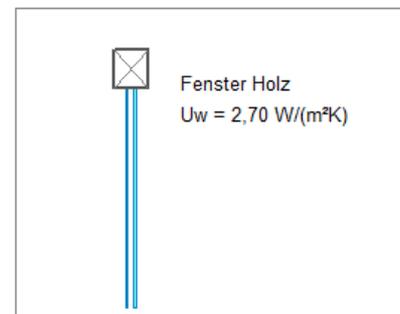
Beschreibung:

Der Fenstertausch bewirkt sicherlich einen wesentlich höheren Wohnkomfort. Der Wärmeverlust durch die Fenster würde mehr als gedrittelt werden. Die Fenster würden weniger schnell beschlagen und weniger kalt abstrahlen im Winter. Der Schallschutz einer Dreischiebenverglasung ist deutlich höher.

Da sich die Luftdichtheit bei einem Fenstertausch erhöht, ist der Mindestluftwechsel zum Feuchteschutz in der Wohnung nicht mehr ohne Fensterlüftung gewährleistet. Wir empfehlen eine der Lüftungsvarianten im Kapitel „Allgemeine Möglichkeiten der Lüftung“

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 0,900 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



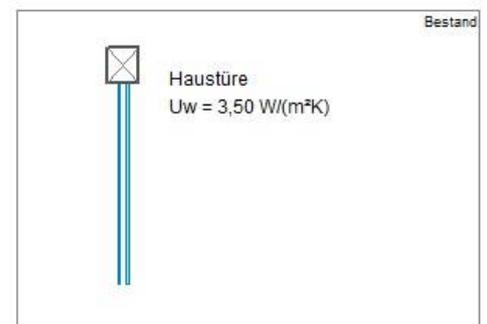
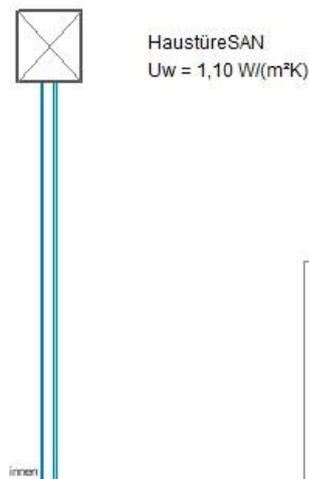
4. Bauteil: HaustüreSAN

Beschreibung:

Die Haustüre ist für starke Zugscheinungen und Wärmeverluste verantwortlich. Hier kann durch eine einfache Maßnahme viel Energie gespart werden.

Wärmedurchgangskoeffizient

Wärmedurchgangskoeffizient $U = 1,100 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

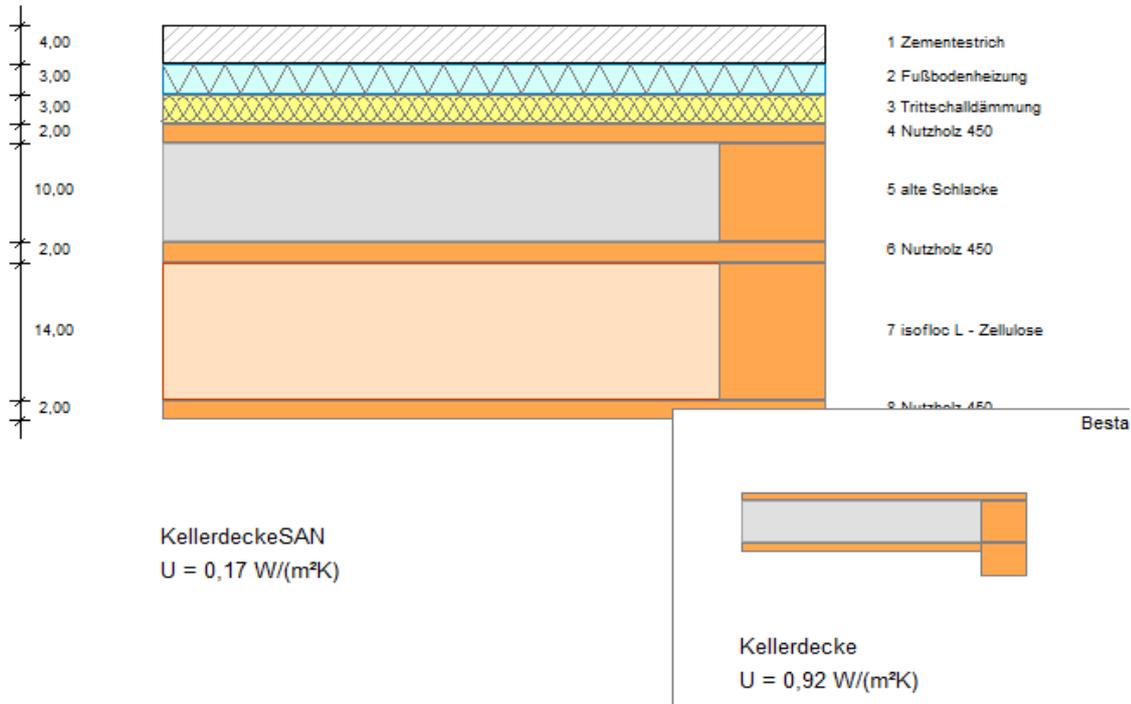




5. Bauteil: KellerdeckeSAN

Beschreibung:

Die Dämmung der Kellerdecke kann mit Dämmplatten aus Styropor oder Mineralwolle getätigt werden. Alternativ, wie hier im Bauteilvorschlag, kann auch mit Rauspundbrettern ein Holzraum geschaffen werden, der mit Zellulose Einblasdämmung gefüllt wird. Das ist günstig und ein ökologischer Dämmstoff.



Querschnitt (Ref-No 1.3)

von innen	s cm	ρ kg/m³	kg/m²	λ W/(mK)	R m²K/W
R _{si}					0,170
01 Zementestrich	4,00	2000	80,0	1,400	0,029
02 Fußbodenheizung	3,00	20	0,6	0,045	0,667
03 Trittschalldämmung	3,00	20	0,6	0,035	0,857
04 Nutzholz 450	2,00	450	9,0	0,120	0,167
05 alte Schlacke	10,00	1800	180,0	0,200	0,500
06 Nutzholz 450	2,00	450	9,0	0,120	0,167
07 isofloc L - Zellulose	14,00	60	8,4	0,040	3,500
08 Nutzholz 450	2,00	450	9,0	0,120	0,167
R _{se}					0,040
d = 40,00 G = 296,6 R _T = 6,26					



Rahmenbereich

Rahmenbreite	Achsabstand	zusammengesetztes Bauteil			
10,0 cm	80,0 cm	12,5 %	286,5 kg/m ²		
Rahmenanteil von innen	s cm	ρ kg/m ³	kg/m ²	λ W/(mK)	R m ² K/W
R _{si}					0,170
01 Zementestrich	4,00	2000	80,0	1,400	0,029
02 Fußbodenheizung	3,00	20	0,6	0,045	0,667
03 Trittschalldämmung	3,00	20	0,6	0,035	0,857
04 Nutzholz 450	2,00	450	9,0	0,120	0,167
05 Nutzholz 450	10,00	450	45,0	0,120	0,833
06 Nutzholz 450	2,00	450	9,0	0,120	0,167
07 Nutzholz 450	14,00	450	63,0	0,120	1,167
08 Nutzholz 450	2,00	450	9,0	0,120	0,167
R _{se}					0,040
	40,00		216,2	R _T =	4,26

Wärmedurchgangskoeffizient U = 0,174 W/(m²K) (ohne Korrekturen)

5 Energie Effizienz Standard nach der Sanierung

Bei der Sanierung der Anlagentechnik und Gebäudehülle so, wie auf den vorhergehenden Seiten beschrieben, erreichen Sie für das Gebäude den Effizienzhausstandard 55 EE. Diese Effizienzklasse ist besser als gesetzlicher Neubaustandard. Außer Energieeinsparungen haben Sie auch den Vorteil, Fördermittel des Bundes für diese Sanierung zu bekommen. Bei Erreichen des Effizienzhausstandards 55 EE können Sie mit 45% Zuschuss auf bis zu 300 000 Euro förderfähige Kosten rechnen.

Ein Energieberater, der die Sanierung begleitet und die Nachweise führt muss für die Förderung eingebunden werden (Wärmebrückenzuschlag von 0,04 W/m²K muss nachgewiesen werden). Mehr zum Förderprogramm lesen Sie im Kapitel „Staatliche Fördermittel in der Sanierung“ weiter hinten im Bericht.

BEG Förderung: Auszug aus der Berechnung:

Endenergieeinsparung	54.161 kWh/a				
Primärenergieeinsparung	56.884 kWh/a				
CO ₂ -Einsparung	11.768 kg/a				
		Q _p '		H _T '	
	REF %	kWh/(m ² a)	REF %	W/(m ² K)	
vorhanden	46 %	35,9	68 %	0,236	
Referenzwerte	100 %	77,6	100 %	0,348	
Effizienzhaus Denkmal	160 %	124,1	175 %	0,609	erfüllt
Effizienzhaus 100	100 %	77,6	115 %	0,400	erfüllt
Effizienzhaus 85	85 %	65,9	100 %	0,348	erfüllt
Effizienzhaus 70	70 %	54,3	85 %	0,296	erfüllt
Effizienzhaus 55	55 %	42,7	70 %	0,244	erfüllt
Effizienzhaus 40	40 %	31,0	55 %	0,191	nicht erfüllt

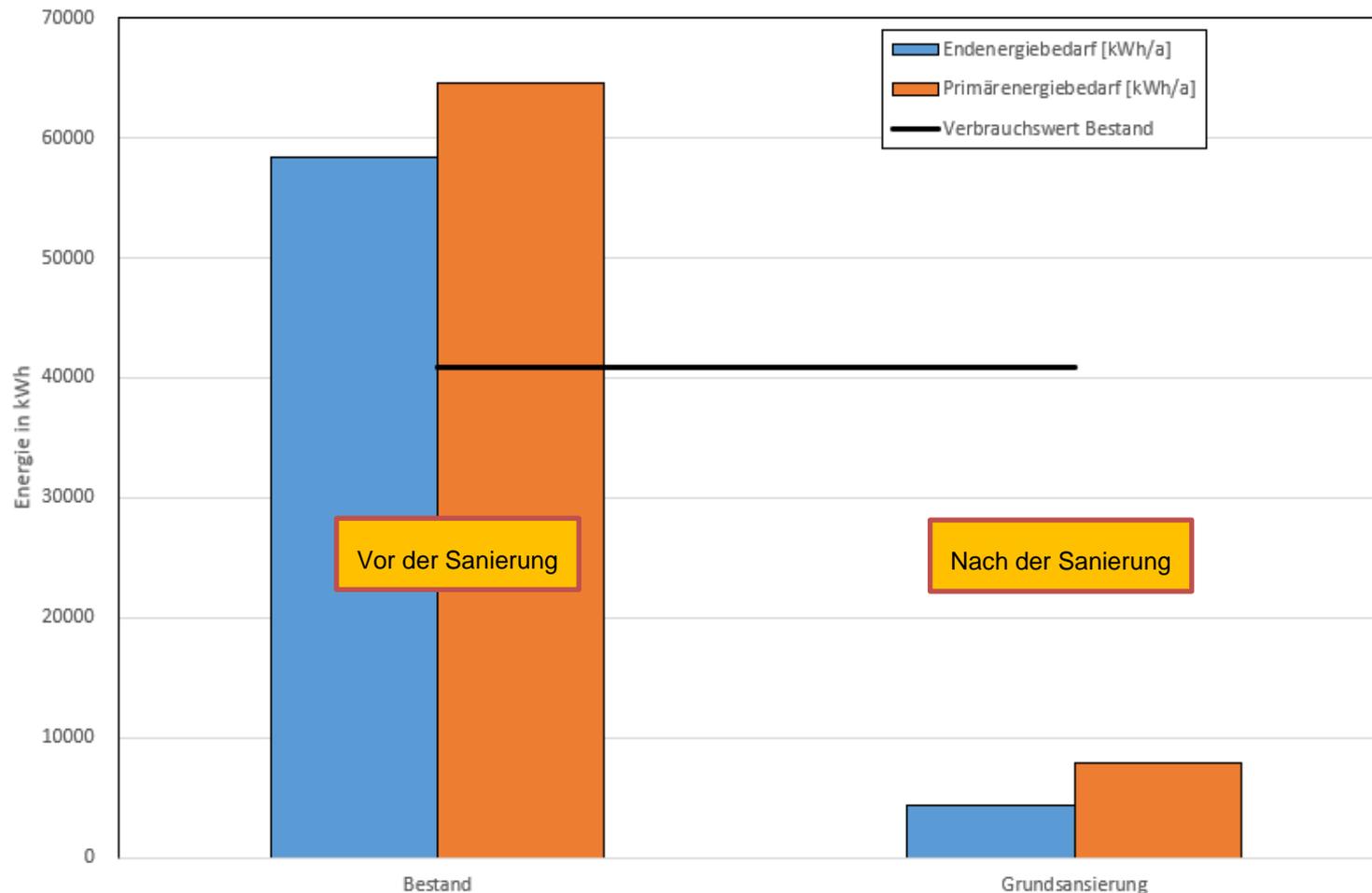
EE-Paket (Nutzung Erneuerbarer Energien)

vorhandene Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäude durch die Prozesse: Umweltwärme
 $EE_{\text{genutzt}} \geq EE_{\text{Soll}} (55\%)$, die Anforderung für das EE-Paket **wird erfüllt**
 Das Förderniveau **Effizienzhaus 55 EE** wird erreicht.

6 Energiebedarf nach der Sanierung

In der folgenden Grafik sind der Heizwärmebedarf, End- und Primärenergiebedarf dargestellt.

Jahresprimär- und Endenergiebedarf der Varianten



Bedarf vs. Verbrauch:

Der Energieverbrauch im Jahr 2018 lag bei 36 000 kWh Endenergiebedarf. Das entspricht etwa 62% des Energiebedarfs.

Die Abweichung erklärt sich durch:

- Bedarfsberechnung basiert auf Klimadaten Potsdam
- Dachspitz wurde bisher nicht beheizt
- Sparsamkeit durch hohen Verbrauch
- Nicht alle Räume wurden konstant auf 20 Grad beheizt.

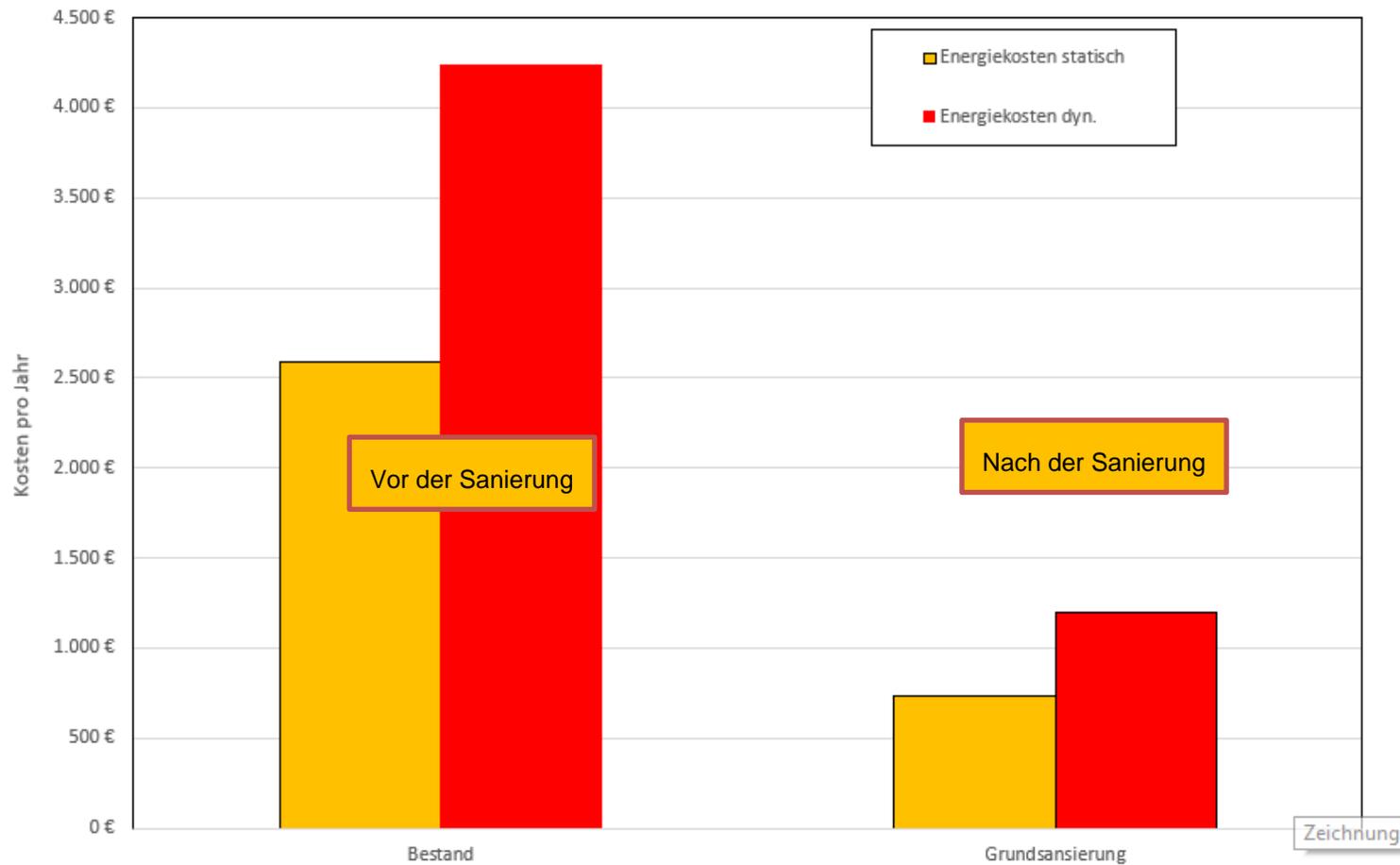
Der Verbrauchsfaktor von 0,62 wird für die Energiekostenrechnungen im Folgenden berücksichtigt.



7 Zu erwartende Energiekosten

Prognose der Endenergiekosten (statisch und dynamisch)

Prognose der Energiekosten pro Jahr



Annahmen:

Kosten aktuell:

- Gas 0,072 €/kWh
- Strom 0,31 €/kWh
- PV Strom 0€/kWh

Dynamisch bedeutet:

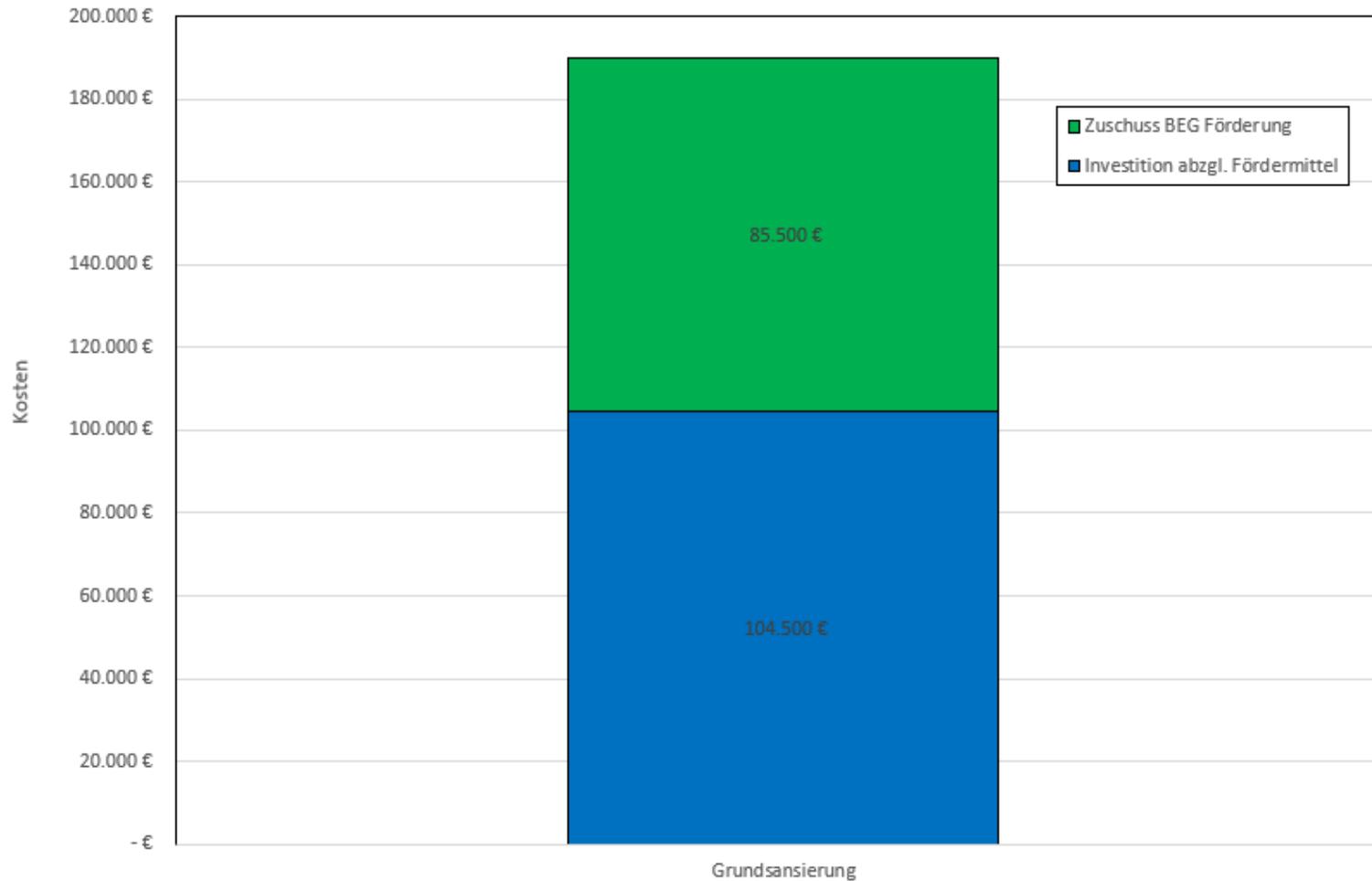
Energiepreissteigerung von 3% jährlich. Die Jahreskosten dynamisch sind damit ein Mittelwert über die nächsten 20 Jahre. Nicht berücksichtigt ist, dass die Energiekosten für Strom und Gas sich unterschiedlich entwickeln könnten (z.B. Co2 Steuer für Gas).

Fazit: bei einer dynamischen Preisentwicklung kann durch die Sanierung 2000-3000 Euro pro Jahr eingespart werden!!! Eine PV Anlage wurde hier noch nicht berücksichtigt. Sie würde zu einer noch höheren Energiekosteneinsparung führen.



8 Prognose der Investitionskosten (inkl. Zuschüsse)

Investitionskosten geschätzt



Hinweis: Die angegebenen Investitionskosten stellen eine Einschätzung aufgrund unserer Erfahrungswerte dar. Zur Ermittlung der detaillierten Sanierungskosten sind die Gewerke entsprechend der Sanierungs- und Detailplanung auszu-schreiben.

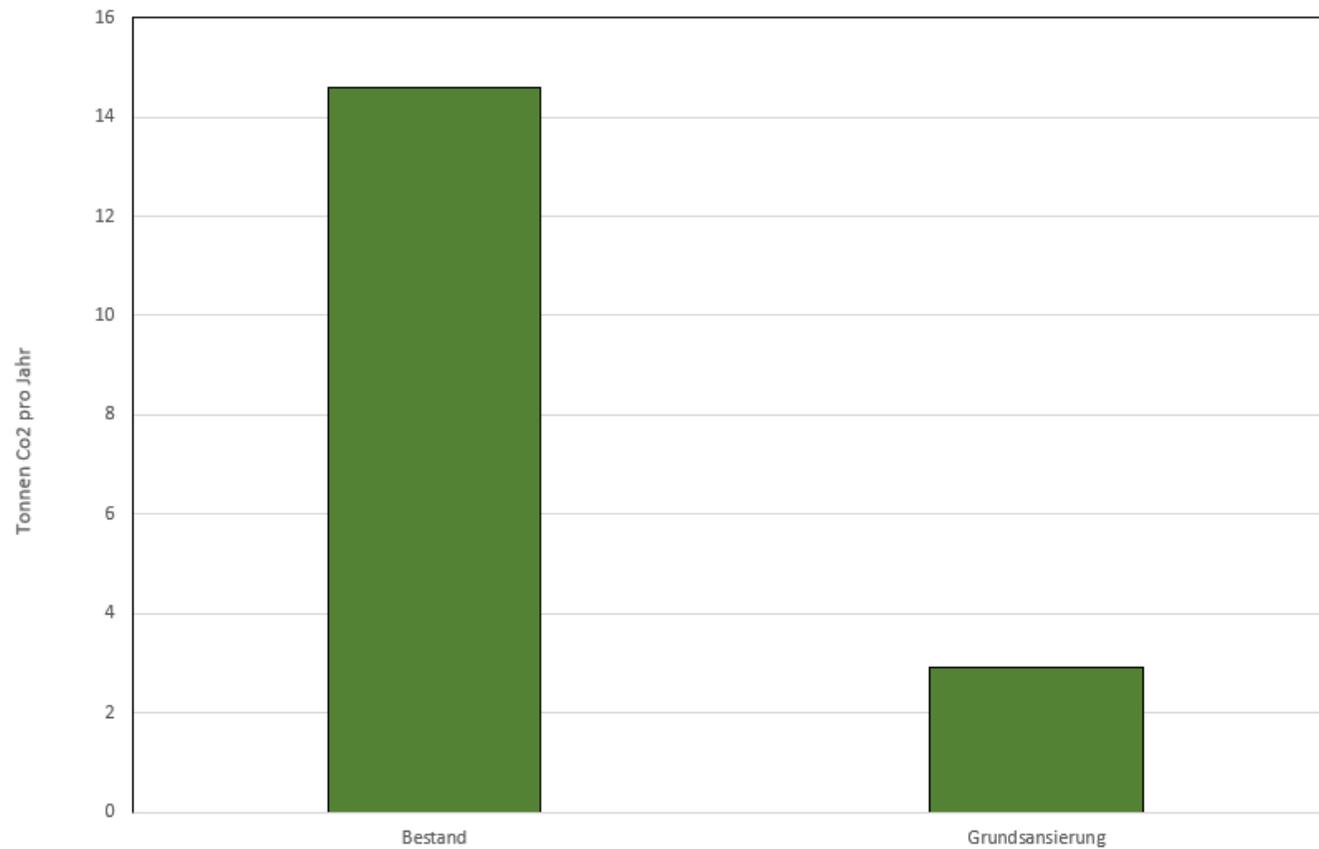


9 Co2 Einsparungen

In der folgenden Grafik sind die zu erwartenden CO₂-Einsparungen aller Varianten dargestellt. Es wird nur der CO₂ Ausstoß im Betrieb der Anlage berücksichtigt. Der CO₂ Ausstoß bei der Bereitstellung/Herstellung der Materialien und Anlagentechnik in den jeweiligen Sanierungsvarianten entsteht, ist nicht mitberücksichtigt.

Auch fehlt in dieser Darstellung die CO₂ Einsparung durch die PV Anlage. Dadurch wird die Bilanz noch etwas besser.

CO₂ Emmissionen im Betrieb pro Jahr



10 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

In einer Kosten/Nutzen Rechnung werden die Kosteneinsparungen und der Kostenaufwand verglichen. Da die Energiepreise sicherlich steigen werden, betrachten wir den Fall einer 3% Preissteigerung pro Jahr für alle Energieträger gleichermaßen. Eine andere wichtige Größe sind die Sowiesokosten. Das heißt Kosten, deren Wert nicht in einer Kosteneinsparung durch Energieeinsparung zu bemessen ist. Also zum Beispiel eine Erhöhung des Wohnkomforts oder Instandhaltungsmaßnahmen.

Die Energiekosteneinsparung der Sanierung im Vergleich zum Bestand liegt, unter Rücksichtnahme des Verbrauchsfaktors und bei einer Energiepreissteigerung von 3% bei ca. 3000 Euro.

Die Kostenschätzungen (inkl. Sowiesokostenschätzungen) finden Sie in der folgenden Tabelle:

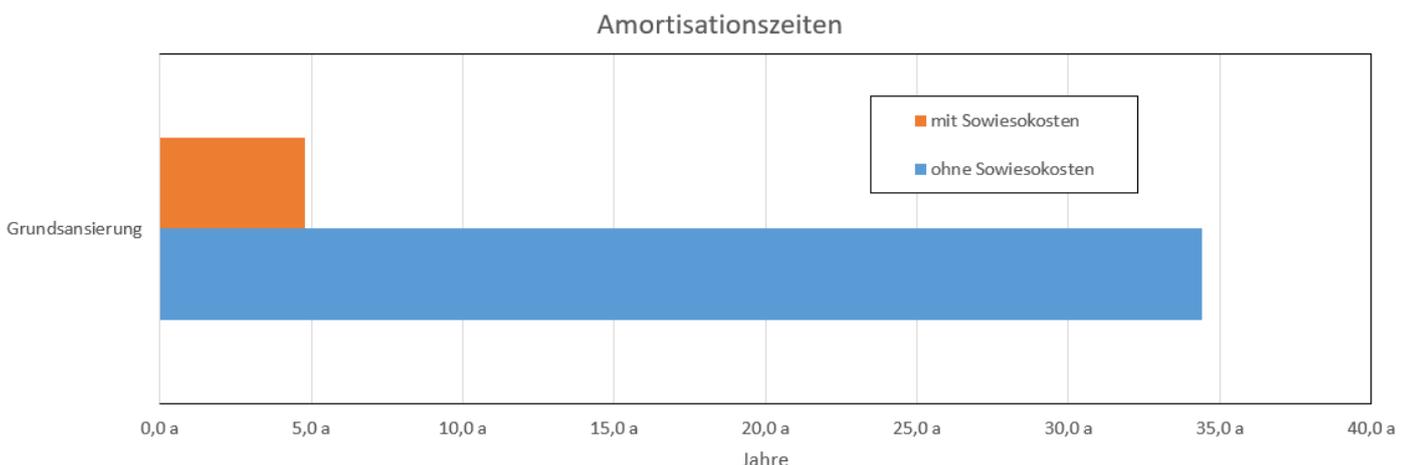
Gebäudehülle

Maßnahme	Kosten	Sowiesokosten
Fasadendämmung	40.000 €	5.000 €
Dachsanierung	70.000 €	40.000 €
Fenstertausch	40.000 €	30.000 €
Kellerdeckendämmung	5.000 €	0 €

Anlagentechnik

Maßnahme	Kosten	Sowiesokosten
Wärmepumpe	35.000 €	15000

Aufgrund dieser Werte kann der Rückfluss für die Investition berechnet werden. In der folgenden Grafik ist die Amortisationszeit in Jahren berechnet. Einmal mit und einmal ohne Einfluss von Sowiesokosten und abzüglich von Fördermitteln. Natürlich ist dies nur eine grobe Schätzung mit vielen Unsicherheiten (Inflation, Sowiesokosten, Energiepreisentwicklung, Verbrauchsverhalten, Wetter, ...)



Der Grund für die geringe Amortisationszeit bei einer Berücksichtigung von Sowiesokosten ist, dass die Investition für die Sanierung sehr gering ist, wenn man Sowiesokosten und Fördermittel abzieht.



Unterschied zwischen Endenergiebedarf und individuellem Endenergieverbrauch

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit ist es von Bedeutung, das Nutzerverhalten mit zu berücksichtigen. Deshalb wird den Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit der tatsächliche Energieverbrauch zugrunde gelegt. Der Bedarf ist die Menge an Energie, die das Gebäude nach normierten Randbedingungen benötigt, um eine durchschnittliche Innentemperatur von 19°C innerhalb der thermischen Gebäudehülle zu halten.

Der Verbrauch ist die tatsächlich gemessene oder angegebene Energiemenge, die die Bewohner im Durchschnitt für Heizung und Warmwasserbereitung benötigen.

Dieser Verbrauch ist u.A., abhängig von den Lebensgewohnheiten der Nutzer und der Witterung und damit sehr variabel. Im Rheintal liegt der durchschnittliche Verbrauch in der Regel ca. 20 – 30 % unter dem berechneten Bedarf unter normierten Bedingungen.

Der tatsächliche Verbrauch wurde in den Berechnungen für die Einschätzung der Wirtschaftlichkeit herangezogen. Nicht berücksichtigt ist der sogenannte Rebound-Effekt.

Kabinett beschließt CO₂-Preis von 25 Euro je Tonne



Fünf Monate nach Inkrafttreten des Klimaschutzgesetzes hat das Kabinett den erhöhten CO₂-Preis auf den Weg gebracht. Die Ministerrunde billigte eine stufenweise ansteigende Bepreisung klimaschädlicher Treibhausgase, wie Umweltministerium und Wirtschaftsministerium gemeinsam mitteilten.

Das geschieht über den Handel von Verschmutzungszertifikaten für die Bereiche Gebäude und Verkehr: Im Januar 2021 startet dieser mit 25 Euro pro Tonne CO₂. Das entspricht den Angaben nach brutto sieben Cent pro Liter Benzin, acht Cent pro Liter Diesel, acht Cent pro Liter Heizöl und 0,5 Cent pro Kilowattstunde Erdgas.

Im Jahr 2022 soll der CO₂-Preis 30 Euro betragen, ein Jahr später 35 Euro, 2024 wiederum 45 Euro und 2025 schließlich 55 Euro. Von 2026 an soll der Zertifikatepreis durch Versteigerungen zustande kommen. Dabei ist für 2026 ein Preiskorridor von 55 Euro bis 65 Euro pro Tonne CO₂ vorgegeben. Ursprünglich hatte die Bundesregierung geplant, mit einem CO₂-Preis von zehn Euro einzusteigen. Bei Verhandlungen mit den Bundesländern im Vermittlungsausschuss wurde dieser auf Druck der Grünen angehoben.

Um die Bürger dabei zu entlasten, soll beim Strompreis die sogenannte EEG-Umlage gesenkt werden. Über die Umlage finanzieren Stromkunden den Ausbau der erneuerbaren Energien mit. Das Kabinett hat nach Angaben der Ministerien nun eine Verordnung beschlossen, damit Einnahmen aus dem nationalen Emissionshandel zur Entlastung der EEG-Umlage eingesetzt werden können.



11 Lüftung und Lüftungskonzept

In Häusern die vor 30-40 Jahren oder früher erbaut wurden, gab es kaum Anforderungen an Luftdichtheit. Der natürliche Luftaustausch durch Infiltration ist bei diesen Häusern groß. Dies hat den Vorteil, einer guten Durchlüftung. Der Preis, den man dadurch zahlen muss, ist ein hoher Heizenergieverbrauch. In Zeiten steigender Energiepreise und wachsendem Bewusstsein um Ressourcenknappheit und Klimawandel ist dies nicht mehr zeitgemäß. Es gilt eine Balance zu finden zwischen

1. Luftdichtheit, um Energie zu sparen (für Geldbeutel und Klima) und
2. Notwendigem Luftwechsel zum Feuchteschutz und für den Wohnkomfort.

Die Beste Lösung derzeit ist ein Gebäude möglichst luftdicht zu bauen oder zu sanieren. Eine Lüftungsanlage sorgt idealerweise für genau den Luftaustausch, den man benötigt, um Feuchteschäden an Wärmebrücken sicher zu vermeiden (Mindestfeuchteschutzlüftung). Darüber hinaus kann die Lüftungsanlage auch auf Personenanzahl im Raum, CO₂-Konzentration oder Luftfeuchtigkeit im Raum reagieren und die gewünschte Luftzufuhr nutzerunabhängig herstellen. Die Installation einer Lüftungsanlage muss nicht unbedingt aufwändig sein. Eine manuelle Fensterlüftung kann diese Anforderungen nicht erfüllen. Sie fordert eine ständige Aufmerksamkeit und Präsenz der Bewohner. Dies ist vor allem in Mietsituationen nicht möglich.

Problematik vor allem in der Sanierung:

Bestandsgebäude sind oft Wärmebrückenreich (z.B. durchgehende, auskragende Balkonpatten und Terrassen, Rollladenkästen, ...) und haben ungedämmte Außenwände. Es gibt oft zahlreiche Stellen, an denen die Temperaturen an der Innenseite der Außenwände in Winter unter 13 Grad Celsius liegen. Es ist möglich, dass dies in der Vergangenheit nicht zu Feuchteschäden geführt hat, da die Nutzer aufmerksam gelüftet haben oder die Luftundichtheiten im Gebäude für ausreichend Luftwechsel gesorgt haben. Wird in diesen Gebäuden eine Dachsanierung oder ein Fenstertausch vorgenommen, so steigt die Luftdichtheit stark an. Ändert sich das Lüftungsverhalten der Nutzer nicht, kann es plötzlich an unerwarteten Stellen zu Schimmelbildung kommen. Maßnahmen, die hier präventiv wirken sind: Dämmung kritischer Stellen und/oder Einbau eines Lüftungssystems.

12 Allgemeine Möglichkeiten der Lüftung:

Art	Beschreibung	Vorteil	Nachteil
Fensterlüftung	Idealerweise Stoßlüftung in festen Zeitintervallen.	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Investition 	<ul style="list-style-type: none"> - Große Lüftungswärmeverluste durch gekippte Fenster - Gefahr durch auskühlen von Bauteilen durch gekippte Fenster - Um das richtige Maß an Lüftung zu finden für angenehme Raumluft, Minimale Wärmeverluste und Feuchteschutz ist ständige Anwesenheit und Lüftungsachtsamkeit erforderlich
Fensterfalzlüfter und Ablüfter im Bad/Küche	Ventile im Fensterrahmen sorgen für Zuluftstrom nach innen. Den Unterdruck im Raum verursacht der Ablüfter.	<ul style="list-style-type: none"> - Geringe Investition - Mindestlüftung zum Feuchteschutz ist nutzerunabhängig erfüllt 	<ul style="list-style-type: none"> - Der Effekt hochwärmedämmender Fenster wird zunichte gemacht - Kontrollierte, punktgenaue Luftzufuhr schwer möglich - Zuluft ist nach wie vor kalt.
Zu- und Abluftanlage	Ventilatorgesteuerte Zu und Abluft Auslässe an strategischen Stellen	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrollierte Lüftung möglich, wenn zu und Abluftauslässe an strategischen Stellen angeordnet sind. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nach wie vor ist die Zuluft kalt und die Wärme in der Raumluft geht nach außen verloren. - Investition
Dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	Einzelne Geräte als Wanddurchbrüche an strategischen Stellen. Die warme Abluft gibt ihre Wärme an die kalte Zuluft ab. (zu ca. 80%!!)	<ul style="list-style-type: none"> - In Vergleich zu zentraler Lüftungsanlage geringer Aufwand. - Energieeinsparung - Einzelraumregelung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Evtl. kleine Geräuschentwicklung. - Investition (800-1000,- pro Gerät)
Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	Zentrales Gerät im Haus, dass die Zuluft und Abluft über Kanäle durch das Haus leitet	<ul style="list-style-type: none"> - Energieeinsparung - Einzelraumregelung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Sehr hohe Investition und hoher Aufwand. In der Regel im Neubau zu empfehlen.

13 Gesamtsanierung oder Schritt für Schritt Sanierung?

Grundsätzlich ist es sinnvoll, eine Sanierung in einem Zug oder in möglichst großen Schritten zu planen und durchzuführen. Um die Sanierungsmaßnahmen

- baulich optimal aufeinander abstimmen zu können
- Synergieeffekte optimal zu nutzen, wie die Verwendung von Baugerüsten für mehrere Gewerke
- Förderprogramme optimal ausnutzen
- Heizsysteme und Anlagegrößen auf das sanierte Gebäude optimal auszulegen
- Gewerke-übergreifende Anschlüsse wie Dach an Mauerwerk oder Fenster an Mauerwerk besser herstellen zu können,
- Die Förderung für ein Effizienzhaus ist deutlich besser als die für Einzelmaßnahmen
- Die vollen Heizkosteneinsparungen wirken sich sofort aus.
- Durch Synergieeffekte fallen verschiedene Kosten nicht doppelt an wie Baustelleneinrichtung und Gerüst.
- Kostensteigerungen im Bereich der Sanierungskosten fallen weg, weil alles in einem Jahr beauftragt wurde.

Zur Förderung der Maßnahmen zum Effizienzhaus und bei Einzelmaßnahmen muss seit dem 01.05.2014 eine unabhängige Baubegleitung durch einen Sachverständigen, der in der Energie-Effizienz-Experten-Liste gelisteten Sachverständigen erfolgen. Eine Baubegleitung wird zudem mit bis zu 50% der Kosten - max. 4.000 € - von der KfW gefördert. Diese Baubegleitung würde nur einmal anfallen.

Für die Umsetzung eines KfW-geförderten Effizienzhauses haben Sie von der Zusage bis zum vollständigen Abruf des KfW-Darlehens bis zu 3 Jahre Zeit.

Allerdings macht eine Gesamtsanierung aller Bauteile nicht immer Sinn:

- Beispielsweise wenn die Bauteile noch nicht sanierungsbedürftig sind
- Oder wenn das Kapital nicht aufgebracht werden kann für eine Sanierung aller Komponenten

Seit 1.1.21 versucht der Bund Schritt für Schritt Sanierungen attraktiver zu machen. Seit diesem Jahr gibt es einen 5% Förderbonus auf Teilschritte einer Sanierung, wenn diese durch einen „individuellen Sanierungsfahrplan“ ausgewiesen wurden.



14 Wie geht es weiter nach der Energieberatung?

Eine Mögliche Herangehensweise wäre:

1. Angebote zu einzelnen Gewerken einholen, um die Baukosten besser einschätzen zu können. Teilen Sie beim Einholen der Angebote den Gewerken schon mit, welche Dämmstärken benötigt werden (Dach, Fassade) oder welche Fensterqualität nötig ist. Dafür ist die Bauteilliste in diesem Bericht hilfreich.
2. Auf Grundlage des Berichts und der Kosten in den Angeboten entscheiden Sie sich für Sanierung zum Effizienzhaus oder zu einer oder mehreren Einzelmaßnahmen.
3. Wie möchten Sie die Sanierung finanzieren?
 - Durch einen KFW Kredit mit Zuschuss als Tilgungszuschuss am Ende der Sanierung. Dann ist ein Gespräch bei der Hausbank sinnvoll.
 - Eigenfinanzierung und Zuschuss als Gutschrift am Ende der Sanierung
4. Beauftragen Sie einen Energieberater mit der Baubegleitung ihrer Sanierung. Dieser Für die Antragstellung der Förderung ist die Einbindung eines Energieberaters Pflicht. Die Kosten eines Energieberaters werden zu 50% bezuschusst.

Der Energieberater...

- Nennt ihnen die Bedingungen für die verschiedenen Förderstufen.
- Hilft ihnen bei der Antragstellung
- prüft die Angebote (und Rechnungen) auf die Energetische Qualität und Förderfähigkeit
- prüft die Energetische Qualität der Bauausführung
- Nennt notwendige Maßnahmen gegen die Gefahr von Feuchteschäden durch Tauwasseranfall
- Weist den Effizienzhausstandard rechnerisch nach und bürgt dafür beim Fördergeldgeber.

Bei einer schrittweisen Sanierung ist unbedingt darauf zu achten „sich nicht etwaige spätere Schritte zu verbauen“. (z.B. ausreichend Dachüberstand für WDVS bei Dach-Sanierung vor Außenwand-Sanierung, usw.)



15 Übersicht: Staatliche Fördermittel für die Sanierung

Bundesförderprogramm BEG

Sie können unter bestimmten Bedingungen Förderungen des Förderprogramms der BAFA und KfW in Anspruch nehmen: Das BEG. Im Folgenden geben wir eine kurze Übersicht. Detaillierte Infos finden Sie auf der Homepage des BAFA (unter Sanierung Wohngebäude) und der KfW (unter Förderprodukte Sanierung).

Das BEG ist aufgeteilt in:

1. BEG EM: Förderungen für Einzelmaßnahmen bei Sanierung einzelner Bauteile, die entsprechende energetische Qualität aufweisen. Sie können wählen, ob Sie einen Zuschuss möchten oder ein Zinsgünstiges Darlehen mit Tilgungszuschuss. Der Zinssatz beträgt aktuell 0,75% über 10 Jahre. Die Zuschüsse sind folgendermaßen:

- Gebäudehülle: 20% der Förderfähigen Kosten
- Heizungstausch: 30%-45% der Förderfähigen Kosten je nach Heizungsart.

Die Kosten sind gedeckelt auf maximal 60.000 Euro Förderfähigen Kosten pro Wohneinheit und pro Jahr

2. BEG WG: Förderungen für das Erreichen eines Effizienzhauses. Je höher der Effizienzhausstandard, desto höher der Zuschuss. Das Effizienzhaus 85 entspricht in etwa dem Gesetzlichen Neubaustandard. Unter welchen Bedingungen ein Effizienzhaus erreicht ist, kann ihnen ein Energieberater ausrechnen. Förderfähig sind im Prinzip alle Kosten für Sanierungen an Gebäudehülle und Anlagentechnik, die zum Erreichen des Effizienzhauses führen. Auch hier können Sie wählen, ob Sie einen Zuschuss möchten oder ein Zinsgünstiges Darlehen mit Tilgungszuschuss. Die Zuschüsse auf die Förderfähigen Kosten sind folgendermaßen:

- Effizienzhaus Denkmal: 25%
- Effizienzhaus 100: 27,5%
- Effizienzhaus 85: 30%
- Effizienzhaus 70: 35%
- Effizienzhaus 55: 40%
- Effizienzhaus 40: 45%

Höchstgrenze der Förderfähigen Kosten liegt bei 120.000 Euro pro Wohneinheit.

Zusätzlich gibt es einen 5% Bonus falls:

- ein im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderter individueller Sanierungsfahrplan (iSFP) erstellt wurde, und ist die energetische Sanierungsmaßnahme, für die eine Förderung beantragt wird, Bestandteil dieses iSFP ist. Die Maßnahme muss hierfür jedoch innerhalb eines Zeitraums von maximal 15 Jahren nach Erstellung des iSFP umgesetzt werden.

Achtung: Der Bonus wird nicht gewährt, wenn alle Sanierungsschritte in einem Zug durchgeführt werden.

- erneuerbare Energien einen Anteil von mindestens 55 % des für die Wärme- und Kälteversorgung des Gebäudes erforderlichen Energiebedarfs erbringen. In diesem Fall steigt die Höchstgrenze der Förderfähigen Kosten auf 150.000 Euro pro Wohneinheit.

Das Programm BEG kann bei einer Sanierung in Schritten auch mehrmals in Anspruch genommen werden. Der objektbezogene Förderhöchstbetrag darf jedoch insgesamt nicht überschritten werden.

Die tatsächliche Höhe der Förderung richtet sich nach den nachgewiesenen Kosten für die energetische Sanierung. Förderfähige Investitionen sind dabei nicht nur die durch die energetischen Maßnahmen unmittelbar bedingten „energetisch be-



dingten Investitionskosten“, sondern auch Planungs- und Baubegleitungsleistungen sowie Kosten notwendiger Nebenarbeiten, die zur ordnungsgemäßen Fertigstellung und Funktion des Gebäudes erforderlich sind. So werden bei einer förderfähigen energetischen Sanierung auch eventuell ohnehin fällige Instandhaltungskosten oder Nebenkosten, die auch bei nicht förderfähiger Sanierung anfallen würden, mitgefördert.

Pflicht zur Einbindung eines Energie Effizienz Experten bei Förderungen:

Die Einbindung eines Energieberaters für Förderungen der Gebäudehülle ist Pflicht. Lediglich reine Heizungsförderungen können auch ohne einen Energieberater beantragt werden. Die Kosten des Energieberaters werden mit 50% bezuschusst.

16 Gesetzliche Grundlagen: EWärmeG Baden-Württemberg

Bei einem Heizungstausch haben Sie die Pflicht mindestens zu 15% erneuerbare Energien in ihre Heizungsanlage mit einzubinden. Dabei gibt es verschiedene Erfüllungsoptionen. Die Erfüllung des Erneuerbare Wärme Gesetz Baden-Württemberg (EWärmeG-BW) ist in diesem Bericht in Varianten 2-5 erfüllt. In Variante 1 nur mit diesem Sanierungsfahrplan und dem Bezug von 10% Biogasanteil.

Schematische (vereinfachte) Übersicht zu den Erfüllungsoptionen des Erneuerbare-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg¹ für Wohngebäude

		Wohngebäude			
Erfüllungsoptionen		5 %	10 %	15 %	Anrechenbarkeit
Solarthermie ² [m ² Aperturfläche/m ² Wfl] (pauschalierter oder rechnerischer Nachweis)	EZFH	✓ (0,023 m ² /m ²)	✓ 0,047 (m ² /m ²)	✓ 0,07 (m ² /m ²)	0 bis 15 %
	MFH	✓ (0,02 m ² /m ²)	✓ 0,04 (m ² /m ²)	✓ 0,06 (m ² /m ²)	
Holzzentralheizung		✓	✓	✓	0 bis 15 %
Einzelraumfeuerung		-	(✓) bis 30.6.2015 ≥ 25 % Wfl	✓ ≥ 30 % Wfl	10,15 %
Wärmepumpe (JAZ ≥ 3,50; JHZ ≥ 1,20)		✓	✓	✓	0 bis 15 %
Biogas (i.V.m. Brennwert)		✓ ≤ 50 kW	✓ ≤ 50 kW	-	0 bis 10 %
Bioöl (i.V.m. Brennwert)		✓	✓	-	0 bis 10 %
Baulicher Wärmeschutz					
- Dachflächen, Decken und Wände gegen unbeheizte Dachräume ³		✓ > 8 VG	✓ 5 bis 8 VG	✓ ≤ 4 VG	0 bis 5,10,15 %
- Außenwände ^{3,4}		✓	✓	✓	0 bis 15 %
- Bauteile nach unten gegen unbeheizte Räume, Außenluft oder Erdreich ³		✓ 3 bis 4 VG	✓ ≤ 2 VG	-	5,10 %
- Transmissionswärmeverlust ⁵ (H _T)		✓	✓	✓	0 bis 15 %
- Bilanzierung des Wärmeenergiebedarf		-	-	-	-
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)					
≤ 20 kW _{el} (el. Nettoarb./m ² Wfl)		✓ (5 kWh _{el} /m ²)	✓ (10 kWh _{el} /m ²)	✓ (15 kWh _{el} /m ²)	0 bis 15 %
> 20 kW _{el} (min. 50 % Deckung des WEB)		✓ (16,7 % WEB)	✓ (33,3 % WEB)	✓ (50 % WEB)	0 bis 15 %
Anschluss an Wärmenetz		✓	✓	✓	0 bis 15 %
Photovoltaik [kW _p /m ² Wfl]		✓ (0,0067 kW _p /m ²)	✓ (0,0133 kW _p /m ²)	✓ (0,02 kW _p /m ²)	0 bis 15 %
Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen und Abwärmenutzung		-	-	-	-
Sanierungsfahrplan Baden-Württemberg		✓	-	-	5 %

² Beim Einsatz von Vakuumröhrenkollektoren verringert sich die Mindestfläche um 20 Prozent

³ EnEV -20%

⁴ Bei Dach und Außenwänden: nur flächenanteilige Anrechnung möglich

⁵ Abhängig von Datum des Bauantrages



17 Erneuerung der Heizungsanlage im Allgemeinen

Falls noch nicht geschehen oder falls es zum Einbau einer neuen Heizung kommt, empfehlen wir:

- die Wärmedämmung aller zugänglichen Verteilleitungen,
- den Einbau geregelter Pumpen Effizienzklasse A,
- den Einbau neuer Heizkörperventile und Thermostatköpfe mit hoher Regelgenauigkeit (sogenannte „1 K-Regler“ oder elektronische Regler)
- einen hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage,
- eine außentemperaturgesteuerte Vorlauftemperaturregelung mit Nachtabsenkung,
- Überprüfung der Vorlauftemperatur -> so niedrig einstellen wie möglich.
- Optional: Einbau einer dezentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG). Dies ist gerade im Fall einer Dachsanierung oder eines Fenstertauschs eine sinnvolle Maßnahme zum Feuchteschutz.

Grundsätzlich mögliche Heizvarianten:

➤ **Gas-Brennwert Heizung:**

Eine Gas Brennwertheizung erzeugt die Wärme durch Gasverbrennung sehr effizient. Durch moderne Brennwerttechnik sind kaum Wärmeverluste in Kauf zu nehmen. Die Wärmeerzeugung ist direkt und es sind keine großen Wasserspeicher für die Heizungsanlage notwendig. Der Nachteil liegt darin, dass ein Gasanschluss unter Umständen kostspielig ist. Außerdem stößt diese Heizungsart klimaschädliches CO₂ bei der Verbrennung aus. Aus diesem Grund wird dieses System nur von der Bafa gefördert (30%), falls 25% der Heizwärme durch erneuerbare Energie gedeckt wird. Dies kann beispielsweise als Kombilösung durch eine Solarthermieanlage oder Wärmepumpe geschehen.

Als Kamin für die Abluft braucht es einen Edelstahl-Kamin, der z.B. durch den gemauerten Kamin geführt wird. Dieser korrosionsresistente Kamin wird benötigt, um das Mauerwerk gegen Feuchteschäden zu schützen, denn bei der Brennwerttechnik fällt vermehrt Tauwasser im Abgas an.

➤ **Pelletheizung:**

Pelletsheizungen arbeiten effizient und können große Heizlasten decken. Sie arbeiten ähnlich wie Ölheizungen mit einem Heizkessel, in dem die Verbrennung stattfindet, und einem Pelletlager, in dem das Brennmaterial lagert. Auch die Beschickung des Kessels mit Brennstoff erfolgt automatisch durch Saugrohre oder Förderschnecken. Der Wärmebedarf des Gebäudes ist entscheidend für die Dimensionierung des Pelletlagerraums. Pro kW Nennwärmeleistung sind ca. 0,9 m³ Lagerraum einzukalkulieren. Optimalerweise sollte der Lagerraum das 1,2-1,5-fache der für ein Jahr benötigten Menge an Pellets fassen können.

Da Pellets in feuchter Umgebung zerfallen und dadurch unbrauchbar werden, ist unbedingt darauf zu achten, dass der Lagerraum niemals feucht werden kann. Zudem sollte der Lagerraum staubdicht und



belüftet sein. Sind keine Fenster vorhanden, muss eine Lüftungsanlage für wenige 100 Euro installiert werden. Große Mengen an losen Pellets werden mit einem Silowagen geliefert. Die Pellets werden mittels eines Schlauches in das Lager eingefüllt.

Pellets werden aus Sägemehl und Holzabfällen gewonnen. Das bei der Verbrennung freiwerdenden CO₂ wird durch Wiedernachwachsen der Bäume im Idealfall wieder gebunden. Deshalb gilt diese Heizvariante als fast CO₂ neutral. Die Förderung durch das BAFA ist aktuell mit 35%-45% Zuschuss sehr attraktiv.

Auch hier macht es Sinn die Pelletsheizung mit einer solarthermischen Anlage zu unterstützen, die Brauchwasser erwärmt. Gerade im Sommer kann der Trinkwasserbedarf meist gedeckt werden. Dadurch kann die Heizungsanlage im Sommer komplett ausgeschaltet bleiben.

➤ **Wärmepumpe:**

Wärmepumpen „pumpen“ Wärme aus der Umwelt ins Haus mit Zuhilfenahme von Strom. Vereinfacht gesagt wird die Außenluft oder die Erde vor/unter dem Haus abgekühlt. Die Energie, die dabei frei wird, dient zur Wärmeerzeugung im Haus. Die Umweltwärme ist kostenlos. Nur der Strom für den Betrieb der Pumpe muss gezahlt werden. Je nach System kann man 100 kW Wärme mit 25-40 kW Strom gewinnen. Im Vergleich: Bei der Gasheizung werden etwas mehr als 100 kW Gas benötigt, um die gleiche Wärmemenge bereitzustellen.

Wärmepumpen werden unterteilt, je nachdem wo aus der Umwelt die Wärme herkommt:

- Luft-Wärmepumpen: Einfacher in der Installation, geeignet als Grundlasterzeuger in Kombination mit Spitzenlastkesseln oder als alleiniger Wärmeerzeuger für Effizienzhäuser. Vorlauftemperaturen sollten klein gehalten werden, weshalb die Kombination mit Fußboden oder Deckenheizungen sehr geeignet ist. Diese Variante gibt es auch in klein, ausgelegt für die reine Trinkwassererwärmung. Die Brauchwasserwärmepumpe ist im Vergleich günstiger und bezieht ihre Umweltwärme z.B. aus der Kellerluft.
Inzwischen wurden Luft Wärmepumpensysteme entwickelt, die an die Effizienz von Erd-Wärmepumpen heranreichen. Dafür wird eine sogenannte PVT Anlage auf dem Dach installiert. Diese erzeugt Strom durch Sonnenergie. Die Abwärme bei diesem Prozess wird für den betrieb der Wärmepumpe verwendet. Durch dieses System braucht man auch keine Ventilatoren, die Störgeräusche verursachen können. (www.consolar.de)
- Erd-Wärmepumpen: Ein Kühlmittelkreislauf verläuft zum Teil in der Erde (Entweder in Schlangenhöhlen in 1,5m Tiefe oder mittels Tiefenbohrung in 80-100m Tiefe). In der Erde herrschen das ganze Jahr über relativ konstante Temperaturen über 0 Grad, weshalb immer genug Umweltwärme zur Verfügung steht. Erd-Wärmepumpen sind aufwendiger in der Investition, aber effizienter im Betrieb (-> niedrigere Heizkosten). Auch hier empfiehlt sich die Vorlauftemperatur zu senken für eine



Wirtschaftlichen betrieb, am besten in Kombination mit Flächenheizungen (Fußboden- und Deckenheizungen).

Falls im Garten kein Platz für Erdkollektoren ist und eine Tiefenbohrung zu aufwändig erscheint, kann die Wärme auch durch einen „Eispeicher“ bereitgestellt werden: Ein Wasserspeicher mit mehreren Kubikmetern Fassungsvermögen, der als Wärmereservoir für die Wärmepumpe dient.

- Wasser-Wärmepumpen: Diese ziehen die Umweltwärme aus dem Grundwasser ab. Dies ist die Wärmepumpenvariante mit dem höchsten Wirkungsgrad. Leider ist dies nicht überall möglich, da es Genehmigungen von offizieller Seite braucht, um Bohrungen bis ins Grundwasser vorzunehmen.

Wärmepumpen in der Sanierung:

Leider erreichen die oben genannten Wärmepumpe die hohe Effizienz nur, wenn die Vorlauftemperaturen in den Heizkreisen im Schnitt nicht über 40 Grad Celsius liegen. In unsanierten Altbauten mit Heizkörpern ist dies nicht möglich. Hier werden Heizkreistemperaturen von 55-70 Grad gebraucht. Wird in diesem Fall eine Wärmepumpe als alleiniger Wärmeerzeuger verwendet, muss mit hohen Stromkosten gerechnet werden. Zwei Faktoren können dazu führen, dass die Vorlauftemperatur gesenkt werden kann:

- Dämmung der Gebäudehülle. Damit sinkt die nötige Heizleistung des Gebäudes. Dadurch wird das Haus nun auch bei niedrigeren Vorlauftemperaturen warm, wenn die Heizkörper gleich groß bleiben.
- Tausch der Heizkörper zu Flächenheizungen (z.B Fußbodenheizung) oder Konvektionsheizkörpern. Dadurch wird die nötige Abstrahlleistung der Heizflächen auch mit niedrigen Temperaturen erreicht

Eine Möglichkeit in Grenzfällen eine Wärmepumpe einzusetzen ist eine Hybridheizung aus beispielsweise Wärmepumpe und Gasheizung. Siehe Hybridsysteme.

Wärmepumpen werden ebenfalls mit 35%-45% Zuschuss gefördert. Für den Betrieb bieten die meisten Stromanbieter einen günstigen Wärmepumpentarif von ca. 21 Cent pro kWh an. Eine stromerzeugende PV-Anlage auf dem Dach kann zusätzlich wirtschaftlich sein, da diese einen Teil des Heizstromes liefern kann.

➤ Brauchwasserwärmepumpe

Diese Wärmepumpe ist im Prinzip eine kleine Luft-Wasser-Wärmepumpe. Sie kann im Keller aufgestellt werden und hat nur eine geringe Leistungsaufnahme. Diese Wärmepumpe dient nur zur Brauchwassererwärmung durch Strom. Dies geschieht sehr effizient, wenn als Luftquelle für die Anlage die Kellerluft genutzt werden kann, denn diese ist auch im Winter ca. 15 Grad warm. Bedingung dafür ist ein nicht zu kleiner Keller, der unbeheizt ist. Als positiven Nebeneffekt wird der Keller trockener. Die Anlage ist ca. 2m hoch und braucht ca. 1-2m² Platz. Die Aufstellung ist einfach und kostengünstig. Ideal ist diese Art der Warmwassergewinnung in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage. Damit kann den ganzen Sommer über Brauchwasser durch Solarstrom erwärmt werden zum Nulltarif.



➤ **Solarthermie**

Hier wird Wasser über ein sonnenreiches Dach geführt. In Kollektoren wird dieses durch Sonnenstrahlung erwärmt und in einen Speicher (meist im Keller) geführt. Damit kann bis zu 60% der Trinkwasserwärme erzeugt werden. Im Sommer sogar 100%. Falls die Anlage viel Wärme bereitstellt, kann sie auch das Heizungssystem unterstützen. Solarthermie macht vor allem in Verbindung mit Heizkesseln (Öl, Gas, Pellets) Sinn, da diese dann im Sommer ausgeschaltet werden können. Also zu Zeiten, in denen die Heizung nur Trinkwasser erwärmen muss.

➤ **Hybridsysteme**

Manchmal macht es Sinn sich für eine Kombination von Heizungen zu entscheiden wie z.B. Gas-Hybrid-Heizungen: Eine Gasheizung kombiniert mit einer Wärmepumpe. Die Gasheizung wird nur zugeschaltet, wenn die Wärmepumpe die Heizleistung alleine nicht ausreicht. Viele Stunden im Jahr bleibt der Spitzenlastkessel ausgeschaltet.

Lüftungsanlage:

Durch Sanierung von Fenstern oder Dachstühlen werden Gebäude luftdichter. Das hat einen positiven Einfluss auf die Wärmeverluste, aber es muss auch darauf geachtet werden, dass die Mindestfeuchteschutzlüftung gewährleistet ist. Wird die Luftfeuchte im Raum zu hoch, schlägt sich die Feuchtigkeit irgendwann an kalten Ecken nieder. Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung macht unter Umständen Sinn, um die Mindestlüftung sicherzustellen. Wärmerückgewinnung bedeutet hier, dass die warme Abluft in einem Wärmetauscher die kalte Zuluft erwärmt, um Heizenergie zu sparen.

Dimensionierung der Heizungsanlage:

Es ist wichtig, zuerst die Gebäudehülle zu verbessern, bevor die Heizungsanlage ausgetauscht wird. Nur so kann diese richtig dimensioniert werden. Im umgekehrten Fall bezahlen Sie viel Geld für eine Anlage, die zu groß ausgelegt ist. Bei Sanierung der Heizungsanlage sollten auch Warmwasseranschlüsse für Wasch- und Spülmaschinen verlegt werden. Da in den Aufstellräumen bereits Warmwasser vorhanden ist, lässt sich der Anschluss sehr wirtschaftlich herstellen.

18 Glossar

Anlagen-Aufwandszahl	Faktor zur Umrechnung des Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser in einen >Primärenergiebedarf. Die Aufwandszahl fasst die Verluste der haustechnischen Anlagen und die Primärenergiefaktoren zusammen.
Brennwertkessel	Heizkessel mit Brennwerttechnik. Brennwertkessel sind die zurzeit energiefreundlichsten Heizkessel mit niedrigen >Heizkreistemperaturen und damit geringen Wärmeverlusten



Dichtheitsprüfung	Untersuchung der Dichtheit der >Gebäudehülle. Alle Fenster und Türen werden geschlossen. An der Eingangstür montiert man einen Luftsack mit Gebläse, der einen konstanten Luftüberdruck im Gebäude erzeugt. Die zugeführte / verloren gehende Luftmenge wird gemessen.
Endenergie	Die Energiemenge, die im Gebäude verbraucht wird. Im Gegensatz zur >Primärenergie entfällt die Bewertung der Vorlaufprozesse zur Bereitstellung des >Energieträgers am Hausanschluss.
Energieeinsparverordnung EnEV	Verordnung der Bundesregierung mit Anforderungen zur Energieeinsparung an Neubauten und bei Sanierungsmaßnahmen. Kurzbezeichnung „EnEV“, diverse Fassungen in den letzten Jahren / Jahrzehnten.
Energieträger	Der Rohstoff, aus dem die benötigte Wärme gewonnen wird, zum Beispiel Erdöl, Erdgas, Kohle, Holz, Sonnenenergie. Energieträger werden mit der >Primärenergiezahl hinsichtlich ihres Zugriffs auf fossile, nicht erneuerbare Rohstoffreserven bewertet.
Gebäudehülle	Die Gesamtheit der Bauteile, die den beheizten Gebäudebereich zur Außenluft und zum Erdreich hin abgrenzen (Dach, Außenwände, Fenster, Türen, Kellerdecke, Decken und Wände zu unbeheizten Gebäudebereichen) >thermische Hülle
Grundfläche	Die Bauteile der >Gebäudehülle, die den beheizten Bereich nach unten zum Erdreich hin abschließen (Kellerdecken, Fußböden auf dem Erdreich oder über Hohlräumen, Wände beheizter Kellerräume gegen Erdreich).
Heizkreistemperaturen	Die Temperatur des Mediums in den Heizungsrohren, in der Regel Wasser. Man unterscheidet die Vor- und die Rücklauftemperatur (Temperatur des Heizungswassers auf dem Weg zu den Heizkörpern und was wieder zurück kommt). Je höher die Heizkreistemperaturen gewählt werden, desto größer sind die Wärmeverluste. Früher 95°C Vorlauftemperatur, heute üblich 55 / 45 °C, in Fußbodenheizungen auch 35 / 28°C.
Hilfsenergie	Energie, die benötigt wird, um die elektronischen Regelungseinrichtungen der >haustechnischen Anlagen zu betreiben (elektrischer Strom).
interne Wärmegewinne	Energie aus den Abwärme erzeugenden Prozessen im Gebäudeinneren, zum Beispiel der Aufenthalt von Personen, der Betrieb von Beleuchtungseinrichtungen oder elektrischen Geräten.
Jahres-Heizwärmebedarf	Energiemenge in kWh, die in einem Jahr / in einer Heizperiode für die Raumheizung benötigt wird, Bemessungsgröße früherer >Wärmeschutzverordnungen, in der >EnEV nur noch Zwischenergebnis.
Lüftungswärmeverluste	Wärmeenergie, die mit der Fortluft (>Luftwechsel) verloren geht, bzw. Energie, die benötigt wird, um die zugeführte Frischluft zu erwärmen.
Passivhaus	Wohngebäude, das ohne Heizungsanlage auskommt. Der Energiebedarf des Gebäudes wird weitestgehend minimiert, der Restbedarf durch >Wärmerückgewinnung und >Wärmepumpen gedeckt. Definition der >KfW: der >Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes darf maximal 15 kWh/m ² a betragen.
Primärenergie	Energiereserve, die der Menschheit durch die Beheizung eines Gebäudes verloren geht, z.B. durch die Verbrennung fossiler Energieträger (Erdgas, Erdöl). Die Primärenergie umfasst auch sekundäre Energieverbräuche, die bei der Gewinnung, Verarbeitung und beim



Antransport des Brennstoffs entstehen. Die >Energieträger werden mit >Primärenergiefaktoren bewertet.

Rebound Effekt	Der Rebound-Effekt ist ein Anstieg des Energieverbrauchs aufgrund einer Effizienzsteigerung. Er ist ein prozentualer Anteil des theoretischen Einsparpotenzials von Effizienzsteigerungen, der durch das Verhalten der Verbraucher nicht eingespart werden kann. Falls beispielsweise die Effizienzsteigerung um 20 % zunimmt, wird erwartet, dass der Ressourcenverbrauch um 20 % abnimmt. Wenn der Ressourcenverbrauch aber nur um 10 % zurück geht, ist die Größe des Rebound-Effekt 50 %. Zum Rebound tragen mehrere Effekte bei. Um von Rebound zu sprechen, müssen diese Effekte von der Effizienzsteigerung verursacht sein. (Wikipedia)
solare Wärmegewinne	Sonnenenergie, die insbesondere durch transparente Außenbauteile, wie Fenster und >Wintergärten in das Gebäude eindringt und dort zur Raumerwärmung beiträgt
Transmissionswärmeverluste	Wärmeverluste durch die Außenbauteile. Wegen des Temperaturunterschieds zur Außenluft entsteht ein Wärmestrom durch die Außenbauteile, der durch gute Wärmedämmung gebremst werden kann".
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient von Bauteilen. Der U-Wert beschreibt, welche Energie in durch einen Quadratmeter Außenbauteil verloren geht. Ein guter Wert ist zum Beispiel 0,2 W/m ² K, bei 20°C Temperaturunterschied gleichbedeutend mit 4 W/m ² , in 24 Stunden 0,1 kWh je Quadratmeter. Veraltete Bezeichnung >k-Wert
Wärmebrücke	örtlich begrenzter, punktueller oder linienförmiger Bereich, an dem mehr Wärme verloren geht, als in der Fläche. Typische Wärmebrücken sind zum Beispiel die Anschlussbereiche der Fenster (Leibungen) mit einem kurzen Weg für die >Transmission oder auskragende Deckenplatten, die als Balkon genutzt werden.
Wärmedämmverbundsystem	Wärmedämmung, die von außen auf Außenwände aufgebracht und verputzt wird. Kurz WDVS
Wärmepumpe	elektrisch betriebenes Gerät, das aus einer größeren Menge Energie niedriger Temperatur eine kleinere Menge mit höherer Temperatur erzeugt, die für die Raumheizung genutzt werden kann. Wärmepumpen können aus der Abluft, der Außenluft, dem umgebenden Erdreich, oder Oberflächenwasser Wärme entnehmen und auf ein taugliches Raumniveau "pumpen".
Wärmerückgewinnung	Rückgewinnung der Wärme aus der Fortluft (der verbrauchten Abluft). Über einen >Wärmetauscher wird der Abluft die Wärme entzogen und zur Vorwärmung der Frischluft benutzt.



19 Erklärung

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage einer Bestandsaufnahme und der vom Hauseigentümer zur Verfügung gestellten Unterlagen erstellt.

Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung des Gebäudeeigentümers. Um den Erfolg zu sichern und Bauschäden aufgrund der bauphysikalischen Problematik im Altbau zu vermeiden, sollten eine sorgfältige fachliche Planung vor Durchführung sowie Überwachung während der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen erfolgen.

Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlung, Ausführungsplanung oder Bauphysik. Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des unsanierten Gebäudes. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten der Sanierungsplanung zugrunde zu legen. Die angegebenen Investitionskosten sind grobe Schätzungen. Die genauen Baukosten sollten durch Vergleichsangebote ermittelt werden. Die Annahmen zu Baukonstruktion und Anlagentechnik sind bei Durchführung der Maßnahmen vor Ort zu prüfen.