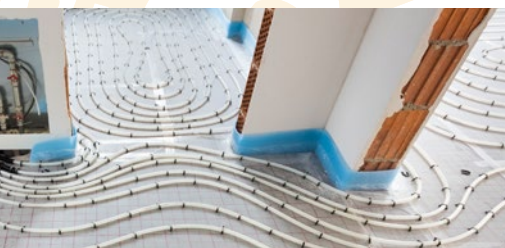


Nachhaltig energetisch sanieren



*Ein Ratgeber für Eigentümer:innen
von Berliner Wohngebäuden*

Gefördert durch:

Projektleitung:



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie
Landesverband Berlin Brandenburg e.V.

Über 70% des Energieverbrauchs privater Haushalte in Deutschland wird für das Heizen verwendet



Private Haushalte decken den überwiegenden Wohn-Energiebedarf immer noch durch Gas mit einem Anteil von 41 %. Erneuerbare Energien haben hingegen nur einen Anteil von 15 % ...

... hierbei spielt Biomasse mit 78,1 % (vor allem Holz) die bedeutendste Rolle, auf Solarthermie, Umweltwärme und Geothermie entfallen 21,9 %, das entspricht einem Gesamtanteil von lediglich 3,3 % für den gesamten Wohn-Energiebedarf.¹ Darum unterstützen wir die Bewohner:innen und Gebäudeeigentümer:innen beim Ausbau der Solarenergie für die Strom- und Wärmeversorgung in Berlin.

Das SolarZentrum Berlin wird vom Landesverband Berlin Brandenburg der DGS – Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. – betrieben und von der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe des Landes Berlin gefördert. Wir sind Teil des Masterplans Solarcity des Berliner Energie- und Klimaschutzprogramms 2030 (BEK 2030). Um dessen Ziele und die Klimaneutralität Berlins bis 2045 zu erreichen, müssen die Erneuerbaren Energien in der Stadt deutlich ausgebaut werden.

Auf dem Weg zur solaren Stadt beraten wir Berliner:innen rund um das Thema Sonnenenergie – unabhängig, produkt- und herstellerneutral. Die Basisberatung ist kostenlos. Unsere Schwerpunkte liegen in den Bereichen Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpen und Stromspeicher. Gebäudeeigentümer:innen, Mieter:innen, Schulungseinrichtungen bis hin zu Fachkräften und Expert:innen der Branche können von unserem Expertenwissen profitieren.

Unsere Partner:



¹ Energieverbrauch privater Haushalte für Wohnen 2019, Statistisches Bundesamt:
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/08/PD21_383_85.html



Eine energetische Sanierung und die Nutzung Erneuerbarer Energien reduziert
CO₂-Emissionen und Energiekosten!

1 Einleitung

Ein wesentlicher Anteil der CO₂-Emissionen in Deutschland ist auf den Gebäudesektor zurückzuführen: Dieser macht in Deutschland etwa 35% des gesamten Endenergieverbrauchs und 16% der Treibhausgasemissionen aus.² Der größte Teil dieser Energie wird für die Raumwärme benötigt. Deshalb ist es von größter Bedeutung für das Erreichen der Klimaziele, den Wärmebedarf von Gebäuden zu senken. Insbesondere bei Bestandsgebäuden muss durch energetische Sanierung der Energiebedarf gesenkt werden. Gleichzeitig müssen für die Wärmebereitstellung umweltfreundliche und energieeffiziente Technologien genutzt werden.

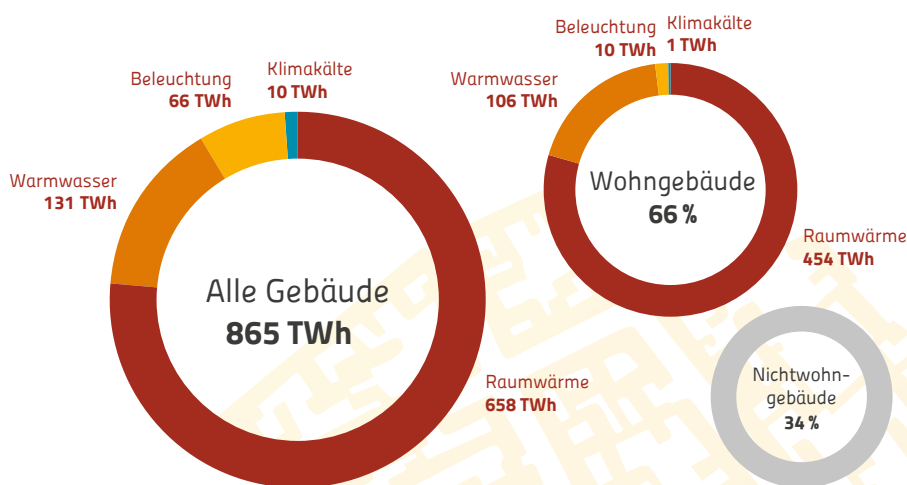


Abb. 1 | Endenergiebezogener Gebäudeenergieverbrauch /2/

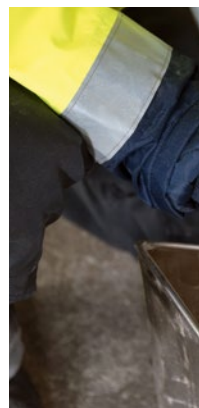
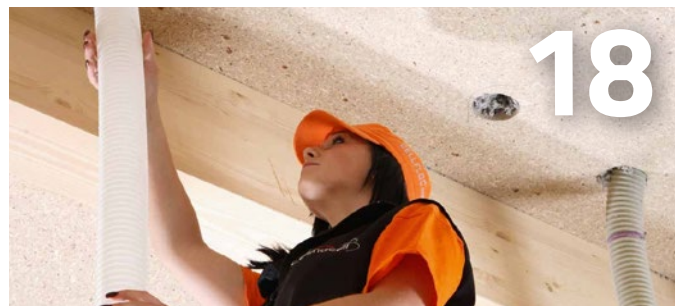
Informieren Sie sich, starten Sie mit der Unterstützung des SolarZentrums Ihr Projekt und werden Sie Teil der Berliner Solarwende!

Der Klimawandel, die rechtlichen Vorgaben und die steigenden Energiepreise bringen immer mehr Privatpersonen dazu, sich mit der energetischen Sanierung von Wohngebäuden auseinanderzusetzen. Dabei ist oft die Komplexität des Themas ein Hindernis bei der Umsetzung von Maßnahmen zur energetischen Sanierung. Was ist möglich? Was ist notwendig? Welche Förderungen gibt es? Diese und weitere Fragen werden in unserer Broschüre beantwortet. Sie soll eine Hilfestellung sein, um einen Überblick zu möglichen Maßnahmen und Förderprogrammen zu geben, Ihnen ein besseres Verständnis des Themas „energetische Sanierung“ zu vermitteln und Sie zu ermutigen, diesen Schritt zu gehen. Eine energetische Sanierung Ihres Hauses und die Nutzung erneuerbarer Energien für die Wärme- und Stromversorgung dient nicht nur der Reduzierung des CO₂-Austoßes Ihrer Immobilie, sondern auch der Senkung Ihrer Energiekosten und leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz für alle!





² dena, 2021b: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Partnerpublikationen/2021/Agenda_Waermewende_2021/2021-06-10_Waermewende_2021.pdf

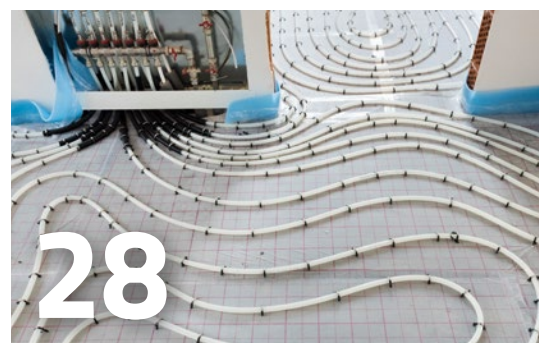
Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	3
2 Kurz erklärt: Sieben Punkte zur energetischen Sanierung	
2.1 Warum energetisch sanieren?	6
2.2 Welche Maßnahmen gehören zu einer energetischen Sanierung?	6
2.3 Welche Aspekte spielen bei der Wahl der Maßnahmen eine Rolle?	6
2.4 Wie läuft eine energetische Sanierung ab?	7
2.5 Gibt es Pflichten zur energetischen Sanierung?	7
2.6 Welche Fördermittel kann ich in Anspruch nehmen?	8
2.7 Was kostet eine energetische Sanierung?	8
3 Rechtliche Vorgaben bei Sanierung und Kauf von Immobilien	9
4 Welchen Wärmebedarf hat mein Gebäude und wie wird er ermittelt?	
4.1 Energiebilanz im Gebäude	10
4.1.1 Primärenergie – Endenergie – Nutzenergie	11
4.2 Wie effizient ist mein Gebäude?	11
4.2.1 Der Energieausweis	11
4.2.2 Bewertung nach Baujahr	12
4.2.3 Bewertung nach Energieverbrauch	13
4.2.4 Bewertung der Anlagentechnik und CO ₂ -Emissionen	14
5 Maßnahmen an der Gebäudehülle	
5.1 Dämmung	15
5.1.1 Welche Dämmmaterialien gibt es?	16
5.1.2 Welche Dämmmaterialien dürfen wo eingesetzt werden?	17
5.1.3 Welche Lieferformen gibt es?	18
5.1.4 Sind gedämmte Wände anfälliger für Schimmel?	19
5.2 Austausch von Fenstern und Türen	20
5.3 Lüftungskonzepte	21



Verwendete Symbole

-  Vorteile
-  gut zu wissen sowie Links zu Webseiten
-  Achtung, unverzichtbar – Voraussetzungen
-  Beispiele und Berechnungen





6 Maßnahmen an der Heiztechnik und die verbundenen Energieträger

6.1	Wärmeerzeugung	22
6.1.1	Wärmepumpe	22
6.1.2	Kombination einer Wärmepumpe mit Photovoltaik	24
6.1.3	Solarthermie	25
6.1.4	Kombinationen von Wärmepumpen und Solarthermie	26
6.1.5	Holzpellet	26
6.1.6	Weitere nachhaltige Technologien zur Wärmeerzeugung	27
6.2	Wärmeverteilung	27
6.2.1	Wärmeübertragung	27
6.2.2	Arten von Heizkörpern	28
6.2.3	Eignung der Heizkörper für neue Heiztechnik	28
6.2.4	Einfache Maßnahmen zur Energieeinsparung bei der Wärmeverteilung	29

7 Förderprogramme für die energetische Sanierung von Wohngebäuden

7.1	Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	30
7.1.1	Teilprogramm „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude“ (BEG WG)	30
7.1.2	Teilprogramm „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen“ (BEG EM)	32
7.1.3	Antragstellung	32
7.2	Förderprogramme auf Landesebene	34
7.2.1	Förderprogramm „Effiziente GebäudePLUS“	34
7.2.2	Darlehensprogramme der IBB	36



8 Fazit 37

Wie kann das SolarZentrum unterstützen? 38

Anhang

Abkürzungsverzeichnis und Weiterführende Informationen	39
Quellenangaben Abbildungen	40
Impressum	41



Aktuelle Broschüre letzter Stand: März 2023

Die Broschüre wird an die sich ändernde Rechtslage angepasst. Die aktuelle Fassung finden Sie hier:



www.solarzentrum.berlin



2 Kurz erklärt: Sieben Punkte zur energetischen Sanierung



Abb. 2 | l: Eingerüstete Fassade /3/, Befüllung von Einblasdämmung mit Schlauch /4/, m. u.: Erdsondenbohrung für eine Wärmepumpe /5/, l.o. die Thermografieaufnahme zeigt eine Wärmebrücke /6/, l. u. Verlegung einer Fußbodenheizung /7/

2.1 Warum energetisch sanieren?

Die Senkung des Energiebedarfs in Bestandsgebäuden ist die Mammutaufgabe und ein wichtiger Schlüssel zum Erfolg der Energiewende in Deutschland. Entsprechende Maßnahmen werden umfangreich gefördert. Aus persönlicher Sicht führt die energetische Sanierung der eigenen Immobilie langfristig zu hohen Kosteneinsparungen und Sicherheit der Energieversorgung.

2.2 Welche Maßnahmen gehören zu einer energetischen Sanierung?

Im Wesentlichen werden je nach Zustand der Immobilie folgende Maßnahmen geprüft und umgesetzt:

- Dämmung der Außenwände, des Kellers und des Dachs
- Austausch von Fenstern und Türen
- Umsetzung eines sinnvollen Lüftungskonzepts
- Austausch und / oder Optimierung der Heiztechnik

Die Reihenfolge der Maßnahmen erfolgt dabei sinnvollerweise nach folgendem Schema:

- Reduktion des Energiebedarfs durch Effizienzmaßnahmen
- Einbau einer CO₂-armen Heiztechnik



Mehr zu den einzelnen Maßnahmen und Möglichkeiten der regenerativen Wärmeversorgung finden Sie in den Kapiteln 5 und 6.



Einen ersten Überblick welche Maßnahmen welche Einsparpotentiale haben finden Sie hier:

www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/

2.3 Welche Aspekte spielen bei der Wahl der Maßnahmen eine Rolle?

Jedes Gebäude ist anders, eine allgemeingültige Aussage zum Umfang einer energetischen Sanierung gibt es daher nicht. Für jedes Gebäude müssen Maßnahmen individuell geprüft und aufeinander abgestimmt werden. Folgende Faktoren spielen bei der Auswahl der Maßnahmen eine Rolle:

- Bei einem sehr hohen spezifischen (Nutz-)Energiebedarf sollten Maßnahmen an der Gebäudehülle (Dämmung, Fenster, Türen) Priorität haben
- Die Heizungstechnologie muss auf die Art der Wärmeübertragung in den Wohnräumen abgestimmt sein
- Maßnahmen an der Gebäudehülle können Restriktionen beispielsweise durch Denkmalschutz unterliegen
- Umfangreiche Sanierungsmaßnahmen werden auch umfangreich gefördert und führen langfristig zu Verbrauchs- und Kostensenkungen
- Vorhandene Infrastruktur kann mögliche Heizungstechnik begünstigen (u. a. Wärmenetz in der Nähe, Platz für Brennstoffe und Speicher, Möglichkeiten für die Nutzung von oberflächennaher Geothermie)
- Alle Maßnahmen müssen ein Gesamtkonzept ergeben und können nicht getrennt voneinander betrachtet werden.

2.4 Wie läuft eine energetische Sanierung ab?

Möchte man eine umfangreiche Sanierung des Gebäudes angehen, sollte man sich den Rat einer/s Energieberater:in einholen. In vielen Fällen ist das auch Voraussetzung für eine Förderung, gleichzeitig wird auch die Energieberatung selber gefördert. An erster Stelle steht dann immer eine Bestandsaufnahme des derzeitigen Zustands. Wie effizient ist mein Gebäude und meine Heizungstechnik?

Die genaue Berechnung und darauf aufbauend die Planung von Maßnahmen übernimmt der/die Energieberater:in. Diese/r kann bspw. einen individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) erstellen, der entweder eine Komplettanierung oder eine Reihe von Einzelmaßnahmen in zeitlicher Abfolge beinhaltet. Die Maßnahmen eines Individuellen Sanierungsfahrplans sollten innerhalb von 15 Jahren umgesetzt werden, um eine höhere Förderung zu erhalten. Die Energieberatung beinhaltet auch die Beantragung von Fördermitteln oder die Unterstützung bei der fristgerechten Einreichung von Anträgen und Unterlagen.

 **Wie Sie die Effizienz Ihres Gebäudes und der Anlagentechnik abschätzen können erläutern wir in Kapitel 4.**



¹ Die angegebenen Investitionskosten beruhen auf einem Kostenüberschlag zum Zeitpunkt der Erstellung des Sanierungsfahrplans. Es handelt sich hierbei nicht um eine Kostenermittlung nach DIN 276. Zu den tatsächlichen Ausführungskosten können Abweichungen auftreten. Vor Ausführung sind konkrete Angebote von Fachfirmen einzuholen.

² Die Förderbeträge wurden anhand der Konditionen der zum Zeitpunkt der Erstellung des iSFP geltenden Förderprogramme berechnet und sind rein informativ. Es besteht kein Anspruch auf die genannte Förderhöhe. Fördermöglichkeiten können zum Umsetzungszeitpunkt höher oder niedriger ausfallen, daher bitte zum Umsetzungszeitpunkt nochmals prüfen.

³ Die Energiekosten wurden mit heutigen Energiepreisen und anhand des erwarteten Endenergieverbrauchs nach Umsetzung des jeweiligen Maßnahmenpakets berechnet. In der Langfristperspektive können Energiepreise schwanken.

Abb. 3 | Beispiel eines iSFP mit Einzelmaßnahmen / 8/

 **Mehr Infos zum iSFP-Bonus: isfp-bonus.info**

2.5 Gibt es Pflichten zur energetischen Sanierung?

Sowohl für Neubauten als auch bei der Sanierung und beim Kauf von Bestandsimmobilien müssen gesetzliche Anforderungen an den Energiebedarf erfüllt werden. Beim Kauf eines Gebäudes sind Sie also unter Umständen zur energetischen Sanierung verpflichtet. Nach 30 Jahren Laufzeit müssen Öl- und Gasheizungen ausgetauscht werden. In Berlin gilt außerdem ab 2023 eine Solarpflicht bei Neubau und wesentlichen Umbauten des Dachs.

 **Mehr zu den rechtlichen Vorgaben finden Sie in Kapitel 3.**

2.6 Welche Fördermittel kann ich in Anspruch nehmen?

Derzeit bestehen sehr attraktive Förderprogramme für energetische Sanierungen. Auf Bundesebene ist das die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). In Berlin gibt es zusätzlich das Förderprogramm Effiziente GebäudePLUS. Beide Programme sind kombinierbar. So können Sie eine Förderung von bis zu 60 % der förderfähigen Gesamtkosten erreichen.



Ausführliche Informationen zu den Fördermöglichkeiten finden Sie in Kapitel 7.

2.7 Was kostet eine energetische Sanierung?

Die Kosten einer energetischen Sanierung sind sehr individuell und abhängig vom Umfang der Maßnahmen. Eine Energieberatung liefert hierzu eine Abschätzung.



Einen ersten Überblick können Sie sich bspw. auf diesen beiden Internetseiten verschaffen:

www.sanierungskonfigurator.de/index.php

www.lbs.de/modernisieren/m/modernisierungs-kosten_ermitteln_2/index.jsp

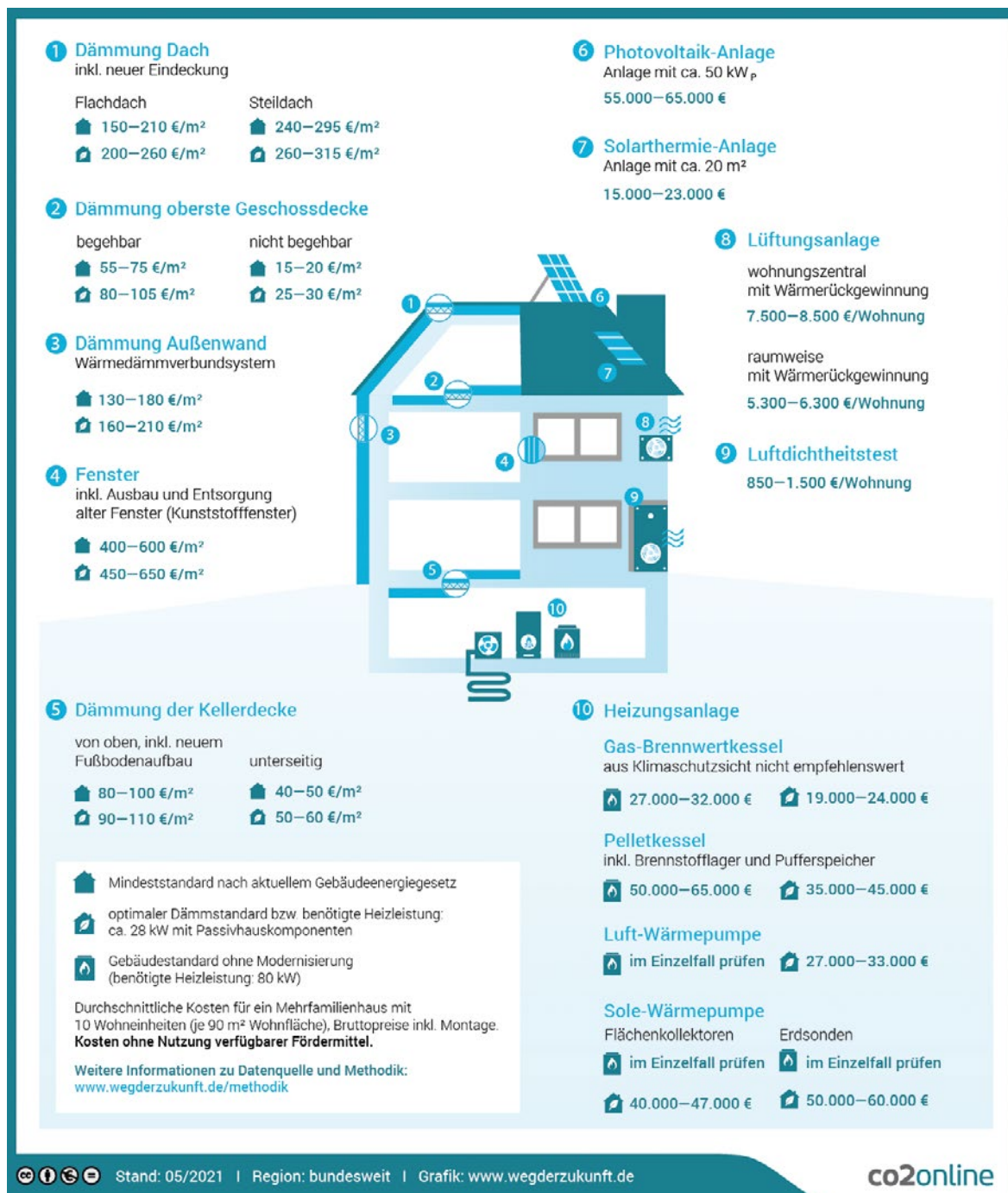


Abb. 4 | Kostenspanne für eine energetische Modernisierung eines Mehrfamilienhauses /9/

3 Rechtliche Vorgaben bei Sanierung und Kauf von Immobilien

Die energetischen Vorgaben für Gebäude sind im Bundesgesetz verankert. Insbesondere legt das Gebäudeenergiegesetz (GEG) die Anforderungen an beheizte oder gekühlte Gebäude fest.



Das GEG trat im November 2020 in Kraft, löste die Energieeinsparverordnung (EnEV) ab und wurde mit dem Energieeinsparungsgesetz (EnEG) und dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) zusammengeführt.

Das GEG legt sowohl für Neubauten als auch bei Sanierungen Anforderungen fest.



Auch beim Kauf einer bestehenden Immobilie – Ein- oder Zweifamilienhaus – sind Sie verpflichtet, die Anforderung des GEGs, z. B. an die Heizungstechnik und Dämmung, innerhalb von zwei Jahren zu erfüllen.

Alte Öl- und Gasheizungen (älter als 30 Jahre) müssen ausgetauscht werden. Neue Öl- oder Kohleheizungen dürfen bis 2026 zwar noch eingebaut werden, aber lediglich, wenn der Energiebedarf anteilig aus erneuerbaren Energien gedeckt wird (Kombiheizung). Dachböden müssen gedämmt werden, wenn sie keinen sogenannten „Mindestwärmeschutz“ aufweisen. Schließlich wird die Dämmung von Heizungs- und Warmwasserleitungen im unbeheizten Kellern vorgeschrieben. Vor dem Kauf von Ein- und Zweifamilienhäusern besteht eine Pflicht zur Energieberatung.

Falls Sie bereits seit Februar 2002 in einem Ein- oder Zweifamilienhaus wohnen, sind Sie zur Erfüllung dieser Anforderungen nicht verpflichtet. Wenn Sie jedoch eine Sanierung durchführen möchten, müssen Sie sich daran halten und die Anforderungen müssen innerhalb von zwei Jahren erfüllt werden. Möchten Sie Bauteile verändern oder modernisieren, gibt das GEG Mindeststandards vor, die erreicht werden müssen.

Wenn lediglich einzelne Sanierungsmaßnahmen umgesetzt werden, legt das GEG Anforderungswerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen vor. Falls Sie mehrere Maßnahmen planen, wird eine energetische Gesamtbilanzierung durchgeführt. Auch in diesem Fall gilt eine Verpflichtung zur Energieberatung.

Weiterhin besteht die Pflicht, bei der Vermietung oder beim Verkauf einer Immobilie einen Energieausweis vorzulegen (dieser muss auch die CO₂-Emissionen benennen).

Zusätzlich zum Bundesgesetz ist bei Sanierungen auch auf die Landesvorschriften zu achten.



In Berlin ist z. B. eine Solarpflicht ab Januar 2023 für Bestandsgebäude im Falle von wesentlichen Umbauten des Daches beschlossen worden.

Die Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) müssen bei Bestandsgebäuden mind. 30 Prozent der Nettodachfläche bedecken.³ Die Nettodachfläche ergibt sich aus der gesamten Dachfläche abzüglich bereits genutzter Flächen wie Fenstern oder Dachaufbauten. Bei Neubauten müssen mindestens 30 Prozent der Bruttodachfläche belegt werden.⁴ Die Solarpflicht ist Bestandteil des Solargesetzes, welches Erfüllungsoptionen vorsieht. Alternativ zu einer Dach-PV-Anlage, können auch Solarthermie-Anlagen oder gebäudeintegrierte PV-Anlagen (z. B. Fassadenanlagen) errichtet werden. Weiterhin sieht das Gesetz Ausnahmen vor, z. B. wenn das Dach nach Norden ausgerichtet ist oder wenn die Solarpflicht anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften widerspricht. Solche Ausnahmen müssen nicht beantragt, aber in einem Formular dokumentiert werden.⁵

Noch zu beachten sind die Landesbauordnung und die Brandschutzvorschriften. Grundsätzlich ist bei Maßnahmen für die Wärmedämmung keine Baugenehmigung verpflichtend (außer bei Hochhäusern). Hierbei müssen jedoch die Abstände zu Nachbargrundstücken beachtet werden. Bei Fenstern und Türen ist eine Baugenehmigung nur erforderlich, wenn gravierende Veränderungen des äußeren Erscheinungsbildes vorgesehen sind. Bei der Dachsanierung sind zum Beispiel Änderungen der Dachneigung und der Einbau von Gauben bewilligungspflichtig.

Eine erwähnenswerte Besonderheit der Berliner Bauordnung ist die Regelung zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen sowie zur Verwendung umweltverträglicher Roh- und Sekundärstoffe. Zudem müssen „verwendete Baustoffe und Teile des Bauwerks weitestmöglich nach dem Abbruch wiederverwendet oder recycelt werden können“

³ Alternativ zu der prozentualen Mindestgröße genügt es für bestimmte Gebäude, wenn die installierte Leistung mindestens die Werte gemäß § 4 Abs. 2 SolarG Bln erreicht.

⁴ § 4, Solargesetz Berlin vom 5. Juli 2021

⁵ Einen Praxisleitfaden, ein Online-Tool und weitere Informationen zum Solargesetz finden Sie hier: <https://www.berlin.de/sen/energie/erneuerbare-energien/solargesetz-berlin/artikel.1053243.php>

4 Welchen Wärmebedarf hat mein Gebäude und wie wird er ermittelt?

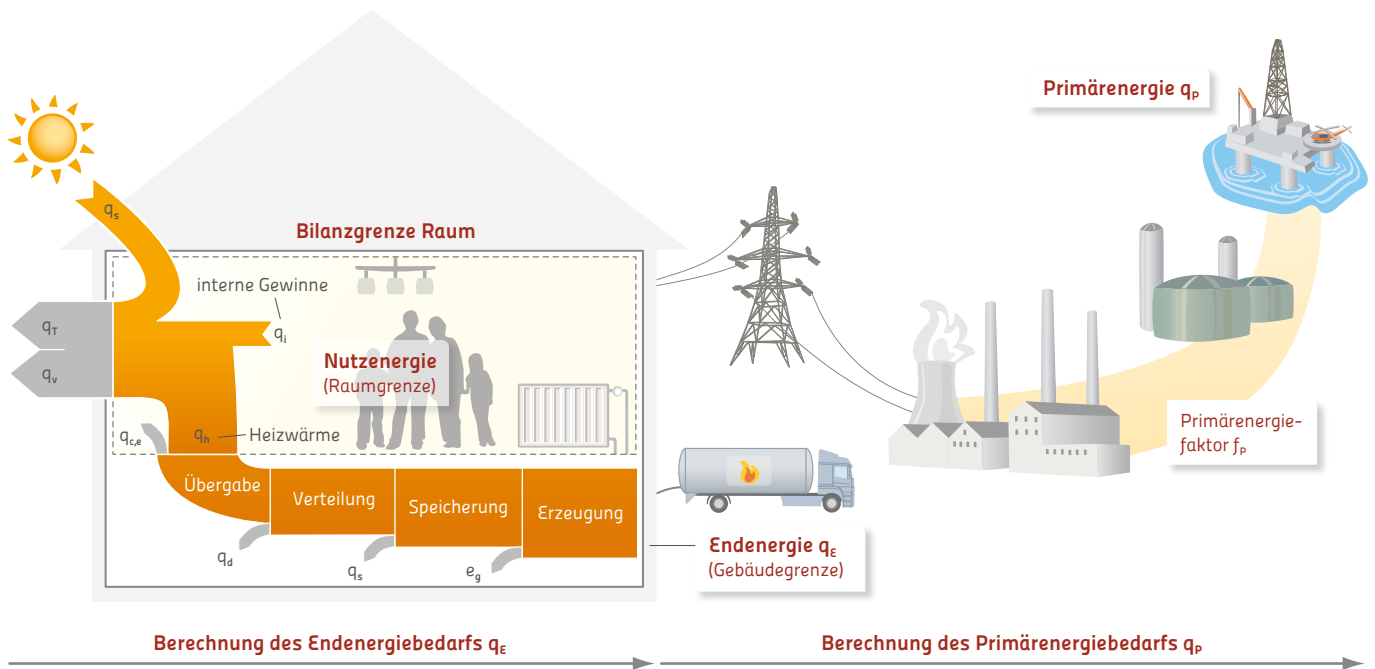


Abb. 5 | Rechenweg und Bilanzgrenze / Quelle: DIN 4108-6; eigene Darstellung DGS Berlin/

4.1 Energiebilanz im Gebäude

In Bestandsgebäuden wird ein großer Anteil der Gesamtenergie für die Wärmebereitstellung benötigt. In diesem Kapitel wird beschrieben, wo diese Energie herkommt und wo sie hin geht. Wir beziehen uns dabei nur auf die Heizenergie im Winter, da die meisten Wohngebäude so intelligent gebaut sind, dass sie bisher im Sommer ohne Kühlanlagen auskommen können.

Ein Gebäude verliert Energie im Wesentlichen auf zwei Arten: zum einen durch Wärmeleitung durch die Gebäudehülle (Decken, Wände und Fenster etc.) – diese Verluste werden „Transmissionsverluste“ genannt und mit Q_T abgekürzt. Und zum anderen, wenn wir Lüften und warme Luft nach außen strömt und kalte Luft ins Gebäude – dies sind die Lüftungsverluste Q_V (V von Ventilation).

Um die gewünschte Temperatur im Haus zu halten, muss die „verlorene“ Energie wieder zugeführt werden. Dafür finden sich im Gebäude verschiedene Quellen. Energiegewinne im Gebäude entstehen z. B. durch unsere Körperwärme als Nutzer – ein „Normmensch“ mit 75 kg gibt in etwa 120 W Heizleistung an den Raum ab – und auch durch technische Geräte und Kochstellen. Diese Quellen werden als interne Gewinne Q_i bezeichnet. Gleichzeitig gelangt Energie in das Innere der Gebäude durch Sonnenstrahlung, die durch Fenster eintritt. Dies sind die solaren Gewinne Q_s . Aber auch durch das Dach und die Wände gelangen solare Wärmegevinne in das Gebäude.

Nur bei ganz speziell ausgetüftelten Gebäuden reichen diese Gewinne, um die Verluste auszugleichen. In der Regel brauchen wir zusätzlich eine Heizungsanlage. Wie groß diese sein muss, wieviel aufgrund der Wärmeverluste zusätzlich mit ihr geheizt werden muss und welche Technologien für die Wärmeerzeugung angewandt werden, sind die entscheidenden Fragen, wenn es um die Vermeidung von Emissionen geht.

Die obere Abbildung stellt anschaulich dar, welche Wärmeströme bei einer energetischen Betrachtung der Wärmeversorgung eines Hauses berücksichtigt werden müssen. Neben den oben schon genannten, sind in der Abbildung auch noch Verluste in der Heizungsanlage dargestellt. Denn die Energie, die am Haus in Form von Brennstoffen, Strom oder schon als Wärme über das Fernwärmenetz ankommt (Endenergie), wird dort je nach verwendeter Technik noch umgewandelt, gespeichert und verteilt.

4.1.1 Primärenergie – Endenergie – Nutzenergie

Auch die Begrifflichkeiten können schnell durcheinandergebracht werden. Primärenergie – Endenergie – Nutzenergie, was wann wo wichtig ist, wird nachfolgend erklärt.

Endenergie ist das, was an der Gebäudegrenze ankommt bzw. in ein Gebäude in Form eines Energieträgers (Öl, Gas, Strom, Holz) eingebracht wird. Es fallen jedoch auch innerhalb des Gebäudes Verluste an, weshalb dieser Wert noch nicht beschreibt, wieviel Wärmeenergie mein Gebäude benötigt.

Nutzenergie ist ein nicht eindeutig definierter Begriff und meint die Energie, die für den jeweiligen Zweck letztendlich direkt genutzt wird. Beim Heizen ist es die Wärme, die von den Heizkörpern an die Räume abgegeben wird. Dieser Wert dient als Grundlage für die Auslegung der Heiztechnik, egal ob Öl, Gas oder Wärmepumpe. **Primärenergie** beinhaltet zusätzlich zur Endenergie auch noch die Energie, die aufgewendet werden muss, damit die kWh Strom, Wärme, Kohle, Öl oder Gas bei uns zu Hause bereitgestellt werden kann. Dort sind alle Verluste, die auf dem Weg von der Rohstoffgewinnung bis zur Gebäudegrenze auftreten, mit einberechnet. Dieser Wert wird z. B. bei der Beantragung von KfW-Krediten benötigt.

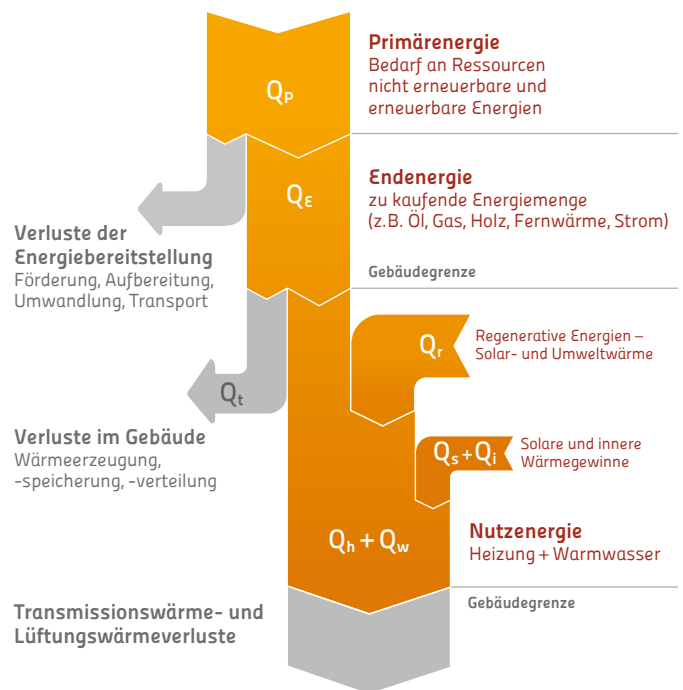


Abb. 6 | Energiefluss: Von Primärenergie bis Nutzenergie / DGS Berlin/

Kurz: Primärenergie – Verluste der Energiebereitstellung = Endenergie; Endenergie – Verluste der Anlagentechnik im Gebäude + regenerative Energien und Wärmegevinne = Nutzenergie

4.2 Wie effizient ist mein Gebäude?

Um die Energieeffizienz eines Gebäudes zu verbessern, muss zunächst dessen aktueller Zustand ermittelt werden. Es ist wichtig zu wissen, wieviel Energie in welchem Bereich verbraucht wird, damit ein Handlungsbedarf erkannt werden kann. Während beim Haushaltsstromverbrauch ein Blick auf die Stromrechnung genügt, um den eigenen Verbrauch abschätzen zu können, unterscheiden sich die Möglichkeiten beim Energieverbrauch zur Wärmebereitstellung individuell. Nachfolgend werden die verschiedenen Möglichkeiten der Ermittlung des energetischen Zustands eines Wohngebäudes vorgestellt.

4.2.1 Der Energieausweis

Erst seit 2009 ist im Neubau, sowie bei Vermietung oder Verkauf eines Gebäudes oder einzelner Wohnungen der Energieausweis Pflicht.

Somit liegt immer häufiger, aber noch nicht für alle Wohngebäude, ein Energieausweis vor. Liegt ein Ausweis vor, so zeigt er neben dem spezifischen Primär- und Endenergiebedarf bzw. -verbrauch auch eine Einordnung in einer Bewertungsskala von A+ (niedrig) bis H (hoch). So kann direkt eine Einschätzung erfolgen, ob das Gebäude mehr oder weniger energieeffizient aufgestellt ist. Die Zahlen in der Skala stehen für die jährlich benötigte End- bzw. Primärenergie je m² Gebäudenutzfläche und beinhalten sowohl die Energie für die Raumwärme unter Berücksichtigung der Heiztechnik als auch die Trinkwarmwasser (TWW)-Bereitung in einem Durchschnittsjahr.

Unterschied Verbrauch und Bedarf

Im Fachjargon wird zwischen Bedarf und Verbrauch unterschieden. Der Bedarf wird berechnet, anhand der Kennwerte von Gebäude und Technik bei durchschnittlichen Nutzungsbedingungen. Verbrauch bzw. Verbrauchsberechnungen beziehen sich auf gemessene oder anderweitig erhobene Werte des tatsächlichen Endenergieeinsatzes. Eine Bedarfsberechnung ordnet demnach als Vorausschau die energetische Qualität von Gebäude und Technik ein, während bei dem tatsächlichen Verbrauch auch das tatsächliche Nutzerverhalten einen mehr oder weniger starken Einfluss hat.

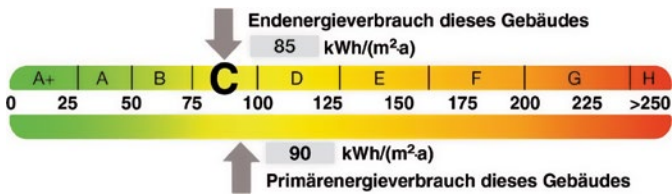


Abb. 7 | Beispielhafte Angabe des Energiebedarfs

a+b Berechnung Endenergiebedarf

Möchte man den gesamten Endenergieverbrauch bzw. -bedarf des Wohngebäudes ermitteln, muss der im Ausweis angegebene spezifische Wert mit der Gebäudenutzfläche multipliziert werden.

Beispiel: EFH mit 150 m² Gebäudenutzfläche und spezifischem Endenergiebedarf wie in Abbildung 7

Endenergiebedarf gesamt:

$$85 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \cdot 150 \text{ m}^2 = 12.750 \text{ kWh/a}$$

Liegt noch kein Energieausweis vor, kann dieser z. B. von einem/r Energieberater:in ausgestellt werden. Um vorab einen groben Überblick über den Energiebedarf zur Gebäude- und Trinkwassererwärmung zu bekommen, werden nachfolgend weitere Methoden beschrieben.

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom 1

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes Registriernummer: 3

Energieverbrauch

Treibhausgasemissionen kg CO₂-Äquivalent/(m²a)

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes kWh/(m²a)

Primärenergieverbrauch dieses Gebäudes kWh/(m²a)

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes (Pflichtangabe in Immobilienanzeigen) kWh/(m²a)

Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

Zeitraum		Energieträger ²	Primärenergiefaktor	Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klimafaktor
von	bis						

weitere Einträge in Anlage

Vergleichswerte Endenergie³

Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen die Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird. Soll ein Energieverbrauch eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15 bis 30 % geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung des Energieverbrauchs ist durch das GEG vorgegeben. Die Werte der Skala sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A) nach dem GEG, die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes. Der tatsächliche Energieverbrauch eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauch ab.

Abb. 8 | Energieausweis für Wohngebäude Seite 3 von 5

! Die Gebäudenutzfläche, die für den Energieausweis zugrunde gelegt wird, ist größer als die Wohnfläche und wird aus dem Gebäudevolumen und Multiplikation mit dem Faktor 0,32 berechnet. Diese wird auf dem Energieausweis angegeben.

4.2.2 Bewertung nach Baujahr

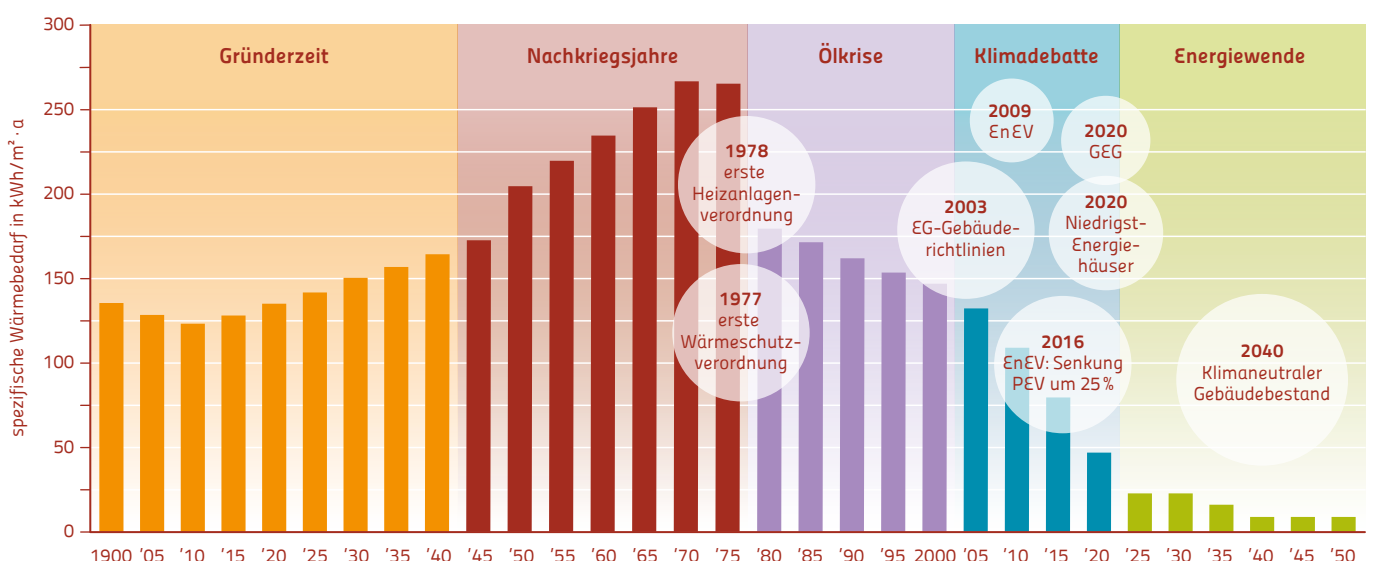


Abb. 9 | spezifischer Wärmebedarf von Gebäuden nach Baujahr /10/

Einfach, schnell, aber auch ungenau kann man den (Nutz-)Wärmebedarf anhand des Baujahres ermitteln. Hierfür wird der für das Baujahr typische spezifische Wärmebedarf aus Abbildung 9 entnommen. Dieser gilt natürlich nur, wenn nach dem Bau des Hauses keine energetische Sanierung vorgenommen wurde.

Technik	Nutzungsgrad ^{a)} / JAZ ^{b)}	Aufschlag für Endenergiebedarf
Kachelofen	70%	43%
Konstanttemperatur-Kessel	65%	54%
Niedertemperatur-Kessel	80%	25%
Brennwert-Kessel	95%	5%
Wärmepumpe Luft	3	-67%
Wärmepumpe Sole	4	-75%
Wärmepumpe Grundwasser	4	-75%

^{a)} Wieviel % thermische Energie kann aus der eingesetzten Endenergie gewonnen werden.

^{b)} Bei Wärmepumpen wird die Jahresarbeitszahl (JAZ) angegeben.

Tab. 1 | Nutzungsgrade verschiedener Heizungsarten

Dieser Wärmebedarf berücksichtigt allerdings nicht die Verluste durch die Heiztechnik. Um den besser vergleichbaren Endenergiebedarf zu ermitteln, muss ein Aufschlag für die Verluste der Heiztechnik hinzu gerechnet werden. Dieser ergibt sich aus dem Jahresnutzungsgrad der Heiztechnik und kann überschlägig gemäß Tabelle 1 angenommen werden.

Je nach Technologie können sich dadurch Aufschläge von über 50 % ergeben. Aber auch große Einsparungen können erreicht werden beim Einsatz von Wärmepumpen. Der ermittelte spezifische Endenergiebedarf kann nun wieder mit der Skala für Energieausweise (Abb. 8) bewertet werden. Auch hier kann der Gesamtenergiebedarf durch Multiplikation mit der Gebäudenutzfläche berechnet werden.

4.2.3 Bewertung nach Energieverbrauch

Etwas genauer, aber auch etwas aufwändiger als der pauschale Ansatz nach Baujahr, ist eine Berechnung nach Verbrauch – sei es nun Öl, Gas oder Strom.

Erster Schritt für die Verbrauchsberechnung ist, den Verbrauch des eingesetzten Energieträgers wie Öl, Gas oder Strom zu bestimmen. Je nach Ressource lässt sich die verbrauchte Energie wie folgt bestimmen:

- **Öl:** Haben Sie eine Ölheizung, liegt die gelieferte Menge Öl in Litern vor. Dieser Wert kann mit dem Faktor 10 kWh pro Liter Öl in dessen Energiegehalt umgerechnet werden. Es muss berücksichtigt werden, dass nicht jede Öllieferung immer genau für ein Jahr ausreicht und ggf. noch Öl im Tank vorhanden ist.

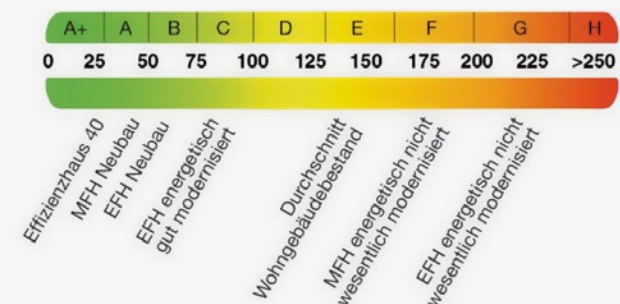
a+b Beispielberechnung

Angenommen wird ein Wohngebäude mit einer Gasheizung (Niedertemperaturkessel) aus dem Jahr 1980 mit einer Nutzfläche von 180 m². Der spezifische Wärmebedarf liegt (siehe Abb. 9) bei 170 kWh pro m² und Jahr. Der Aufschlag für die Verluste der Heiztechnik beträgt 25 % gemäß Tabelle 1.

spezifischer Endenergiebedarf des Gebäudes:

$$170 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \cdot 1,25 = 212,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Dies entspricht der Effizienzklasse G und stellt einen hohen Energieverbrauch dar.



Endenergiebedarf bei 180 m² Nutzfläche:

$$212,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) \cdot 180 \text{ m}^2 = 38.250 \text{ kWh/a}$$

- **Gas:** Beziehen Sie Gas, so können Sie die Jahresabrechnungen Ihres Gaslieferanten heranziehen und dort den Energiegehalt (Brennwert) des gelieferten Gases in kWh direkt ablesen.
- **Strom:** Wird mit Strom geheizt, z. B. mit einer Nachtspeicherheizung, kann der Endenergieverbrauch von der Stromrechnung abgelesen werden. Allerdings muss hierfür ein eigener Stromzähler für den Wärmeerzeuger vorhanden sein. Wird der Strom fürs Heizen über den gleichen Zähler wie der Haushaltsstrom abgerechnet, muss dieser noch überschlägig heraus gerechnet werden. Typische Haushaltsstromverbräuche abhängig von der Personenzahl im Haushalt erhält man im Internet, z. B. auf Strompreis-Vergleichsportalen.

Da der Wärmebedarf je nach Witterung sehr unterschiedlich sein kann, empfiehlt es sich, die Verbrauchsdaten von mehreren Jahren zu mitteln. Der ermittelte Jahresenergieverbrauch kann nun durch die Gebäudenutzfläche geteilt werden, um wieder den spezifischen, vergleichbaren Verbrauchswert zu erhalten, der mithilfe der Skala für Energieausweise (Abb. 8) bewertet werden kann.

Es handelt sich auch hierbei nur um eine grobe Berechnung. Es geht natürlich auch genauer – nach GEG muss beispielsweise eine Klimabereinigung vorgenommen werden, um die Abweichung der Heizperiode der betrachteten Jahre von dem Durchschnittsjahr zu berücksichtigen.

a+b Beispielberechnung

Die Gasabrechnungen der letzten drei Jahre weisen einen Verbrauch von 18.000 kWh, 16.000 kWh und 17.000 kWh auf.

Durchschnittlicher Endenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser:

$(18.000 + 16.000 + 17.000 \text{ kWh}) / 3 \text{ a} = 17.000 \text{ kWh/a}$

spezifischer Endenergiebedarf für

150 m² Gebäudenutzfläche:

$17.000 \text{ kWh/a} / 150 \text{ m}^2 = 113 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Dies entspricht der Effizienzklasse D und liegt im mittleren Bereich der Skala.

4.2.4 Bewertung der Anlagentechnik und CO₂-Emissionen

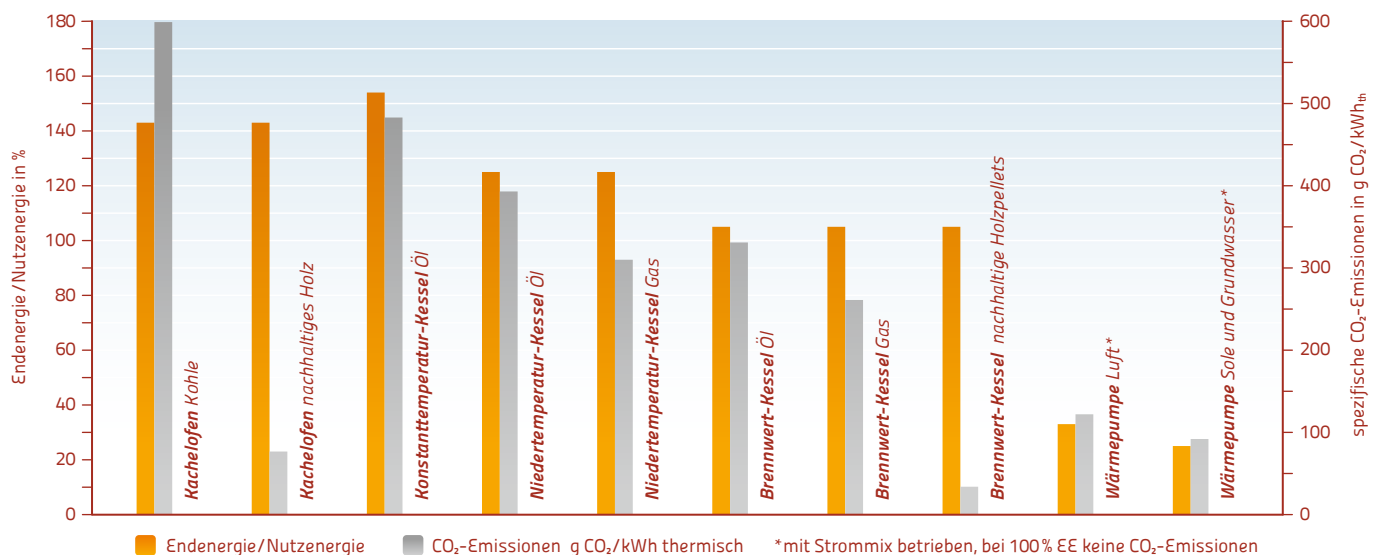


Abb. 10 | Verluste und CO₂-Emissionen verschiedener Heizsysteme /11/

Wie bereits unter 3.2.2 deutlich wurde, kann die eingesetzte Heiztechnik einen großen Einfluss auf den Endenergiebedarf des Gebäudes und damit auch die CO₂-Emissionen haben.

Abbildung 10 zeigt das Verhältnis von Endenergie zu Nutzenergie für verschiedene Heizarten sowie deren spezifische CO₂-Emissionen (pro kWh Nutzenergie). Es wird deutlich, dass insbesondere ältere Technologien wie Kachelöfen aber auch Konstant- und Niedertemperaturkessel deutlich geringere Nutzungsgrade und damit verbunden auch höhere CO₂-Emissionen aufweisen als moderne Heizungssysteme. Liegt eine besonders effiziente oder ineffiziente Heiztechnik vor, sollte man dies bei der Bewertung der Effizienzklasse des Gebäudes im Hinterkopf behalten.



Holz hat nur dann einen geringen CO₂-Fußabdruck, wenn es nachhaltig genutzt wird. Bei nicht nachhaltiger Nutzung ohne Wiederaufforstung sind die CO₂-Emissionen höher als die von Kohle!⁶



Die indirekte CO₂-Emission der Wärmepumpe hängt von der Herkunft des verwendeten Stroms ab. Wird eine PV-Anlage mit einbezogen, können bis zu 30% der CO₂-Emissionen eingespart werden. Auch der Strommix aus dem Netz hat maßgeblichen Einfluss. Sind mehr erneuerbare Energien im Mix vorhanden, so sinkt der Wert bei 100% EE sogar auf 0.

⁶ <https://www.volker-quaschnig.de/datserv/CO2-spez/index.php>

5 Maßnahmen an der Gebäudehülle



Abb. 11 | Sanierung eines 1950er Jahre-Gebäudes in Nürnberg mit Passivhaus-Komponenten und Aufstockung im Passivhaus-Standard, o. r.: Gebäude vor der Sanierung, u. r.: Thermografiebeispiel nach Sanierung / 12/

5.1 Dämmung

Eine sehr effiziente und kostengünstige Maßnahme, um den Heizwärmebedarf zu senken, ist die Dämmung der Gebäudehülle. Das Maß für die Fähigkeit einer Wand (oder Decke) Wärme nach außen zu transportieren und damit zu verlieren, ist der U-Wert und dieser wird in $W/(m^2 K)$ angegeben. Also wieviel Watt verliert ein Quadratmeter Wand, wenn der Temperaturunterschied zwischen Innen und Außen 1 Kelvin (entspricht $1\text{ }^\circ\text{C}$) beträgt.

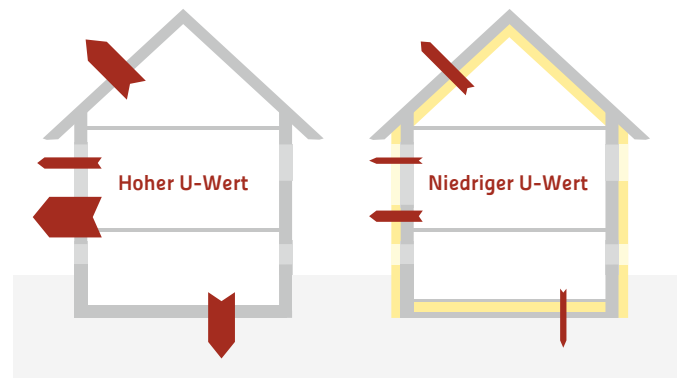


Abb. 12 | Je kleiner der U-Wert, desto geringer ist der Wärmeabfluss durch die Bauteile

a+b Beispiel Wärmedurchgang

Eine ungedämmte Ziegelwand (24 cm dick mit Gipsputz innen und Kalkzement-Putz außen) hat einen U-Wert von $1,99\text{ }W/(m^2 K)$. Eine solche Außenwand eines Zimmers mit einer Fläche von $12,5\text{ m}^2$ wird bei $0\text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur und $20\text{ }^\circ\text{C}$ Innentemperatur etwa einen Wärmestrom von 500 Watt an die Umgebung abgeben.

An einem Tag verliert dieses Zimmer also 12 kWh Energie an die Außenluft.

Um den U-Wert zu verbessern, müssen eine oder mehrere Schichten Dämmmaterial aufgebracht werden, das einen wesentlich besseren U-Wert hat, um so den gesamten Wärmestrom durch die Wand zu verringern.

Bei Dämmung auf einen U-Wert von 0,24 verringert sich der Wärmestrom auf 60 W und die täglich abgegebene Wärmemenge um 88% auf 1,44 kWh.

Das Gebäudeenergiegesetz fordert für die energetische Sanierung folgende U-Werte:

Bauteil	U-Wert*
Außenwand (Erdreich und unbeheizte Räume)	0,30
Außenwand (Außenluft)	0,24
Dachdämmung / oberste Geschossdecke	0,24
Fenster (Komplettersatz)	1,3
Außentüren	1,8

* in $W/(m^2 K)$ bei Modernisierung

Tab. 2 | U-Werte von Bauteilen

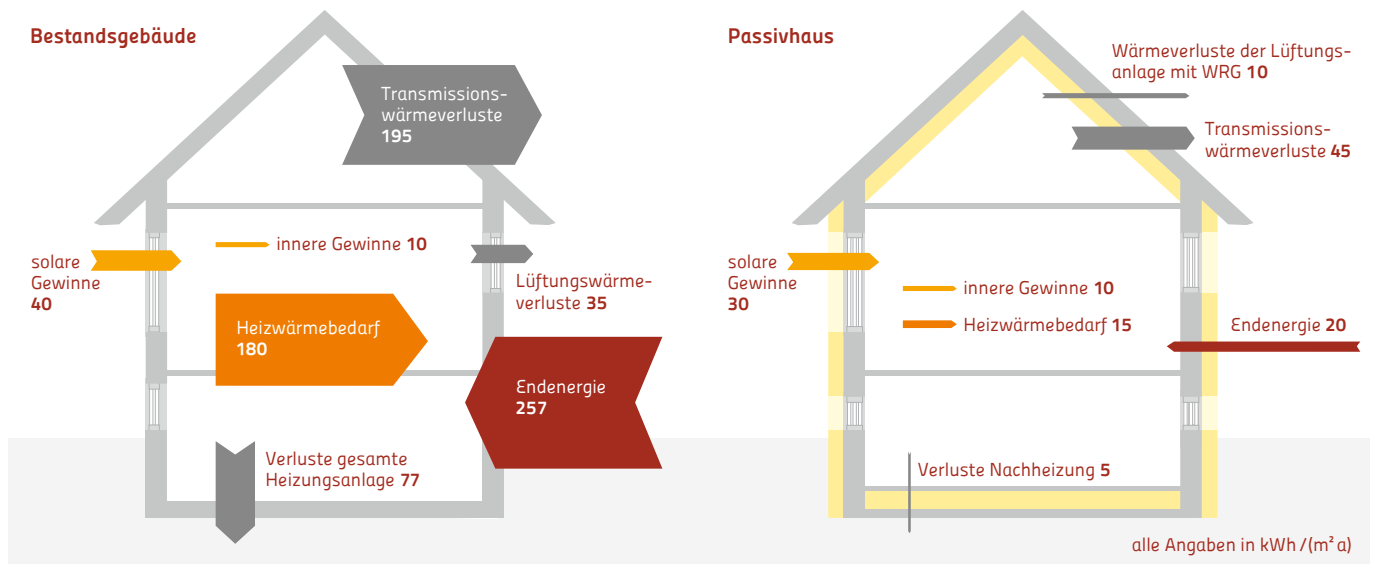


Abb. 13 | Vergleich der Wärmeverluste eines Bestandsgebäudes und eines Passivhauses

Eine Senkung des U-Werts der Gebäudehülle verringert also den Transmissions-Wärmestrom und damit die Energie, die das Gebäude in einer bestimmten Zeit verliert. Das bedeutet zum einen, dass der Heizenergiebedarf sinkt. Es bedeutet aber auch, dass es länger dauert, bis sich ein Raum um ein oder zwei Grad abkühlt. Die Wärmeerzeuger müssen also nicht so häufig und nicht so lange arbeiten, was zusätzlich noch die Lebensdauer der Wärmeerzeuger erhöht. Und es hat noch einen weiteren Effekt: die Wärmeübergabe vom Heizmedium an den Raum kann langsamer erfolgen, denn der Raum verliert ja auch langsamer seine Energie. Dadurch kann die Vorlauftemperatur des Heizmediums abgesenkt werden, ohne dass die Heizkörper getauscht werden müssen. Andernfalls müssten bei einer geringeren Temperatur der Heizkörper (bedingt durch eine geringere Vorlauftemperatur) die Flächen der Heizkörper erhöht werden, um die gleiche Wärmeleistung zu erreichen. Insbesondere bei einer schrittweisen Sanierung ist dies ein großer Effizienzvorteil.



Eine Absenkung der Vorlauftemperatur ist wünschenswert, weil dadurch der Energieverbrauch für die Erwärmung sinkt.



Was ist die Vorlauftemperatur?

Die Temperatur am „Eingang“ des Heizkörpers. Während der Wärmeträger (meist Wasser) den Heizkörper durchläuft, gibt er Energie ab und seine Temperatur sinkt. Die Temperatur am „Ausgang“ des Heizkörpers heißt Rücklauftemperatur.



Hier bekommen Sie einen ersten Überblick wie viel Heizenergie Sie mit den verschiedenen Dämmmaßnahmen sparen können: www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/daemmung/

5.1.1 Welche Dämmmaterialien gibt es?

Ganz grundsätzlich unterscheiden sich die verfügbaren Dämmstoffe in ihren Ausgangsmaterialien und der Lieferform.

1. Anorganische, mineralische Stoffe, wie:

- Mineralwolle
- Blähglas
- Blähperlite
- Vermiculite
- Calciumsilikat
- Hochleistungs-Materialien wie Aerogele oder Vakuum-Isolations-Paneele

2. Organische, synthetische Stoffe, wie:

- Expandierter Polystyrolschaum (EPS)
- Extrudierter Polystyrolschaum (XPS)
- Polyurethan-Hartschaum (PUR/PIR)
- Polyurethan-Spritzschaum

3. Organische, nachwachsende Stoffe, wie

- Baumwolle
- Flachs/Hanf
- Holzfaserdämmplatten
- Kokosfaser-Dämmplatten
- Zellulose
- Schafwolle

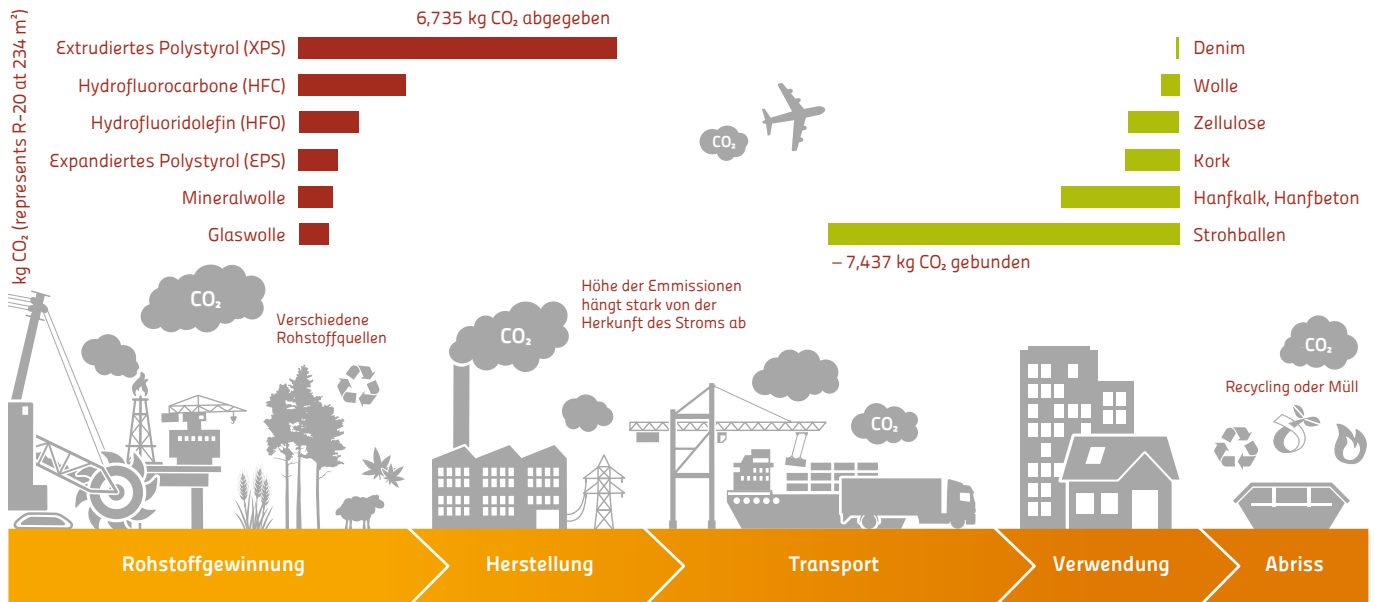



Abb. 14 | CO₂-Emissionen von verschiedenen Dämmmaterialien durch Rohstoffgewinnung, Herstellung, Transport und Abriss /13/

Mineralische und synthetische Dämmmaterialien sind hochverarbeitete Industrieprodukte. Bei ihrer Herstellung muss Energie aufgebracht werden und es werden CO₂-Äquivalente freigesetzt. Die durch die Dämmung eines Gebäudes vermiedenen CO₂-Emissionen sind jedoch deutlich größer als die zur Herstellung freigesetzten. Nachwachsende Rohstoffe aus pflanzlichen Materialien haben dagegen eine positive CO₂-Bilanz. Pflanzen nehmen bei ihrem Wachstum CO₂ auf und binden es. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind aus Klimasicht also noch günstiger zu bewerten.

 **Weitere Details zu den verschiedenen Dämmstoffen, wie Wärmeleitfähigkeit, Brandverhalten, Lieferform:**
www.waermedaemmstoffe.com/htm/uebersicht.htm

5.1.2 Welche Dämmmaterialien dürfen wo eingesetzt werden?

Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein.⁷ Brennbare Dämmstoffe sind nur in nichtbrennbaren geschlossenen Profilen der Außenwandkonstruktion zulässig. Dies betrifft bspw. Einblasdämmungen.⁸ Einfamilienhäuser fallen in aller Regel in die Gebäudeklassen 1–3. Mehrfamilienhäuser mit einer Höhe von 7–13 m in Gebäudeklasse 4. Und Stadthäuser, wie die klassische Berliner Blockrandbebauung fallen in Gebäudeklasse 5. Für diese gelten unterschiedliche Mindestanforderungen an die Feuerwiderstandsklassen für Baustoffe. Tabelle 3 zeigt, welche Dämmstoffe für welche Gebäude in Frage kommen.

Eigenschaft des Baustoffs	Dämmstoffe	Klassifizierung: DIN EN 13501-1	Klassifizierung: DIN 4102-1	Gebäudeklasse
Nicht brennbar	Glaswolle, Perlit, Steinwolle, Schaumglas, Calziumsilicat, Blähton	A1	A1	Hochhäuser (ab 22 m)
Nicht brennbar (mit Anteilen aus brennbaren Baustoffen)	Perlit, Steinwolle, Holzwolle	A2 - s1, d0	A2	Hochhäuser (ab 22 m)
Schwer entflammbar	Holzwolle-Leichtbauplatten, Styropor/ EPS, PUR, PIR, XPS, Kork	teilweise A2, B, C	B1	Gebäudeklasse 4–5 (7–22 m)
Normal entflammbar	Flachs, Holzfaser, Hanf, Seegras, Zellulose, Schilf, Schafwolle, Kokosfaser	D, E	B2	Gebäudeklasse 1–3 (bis 7 m)
Leicht entflammbar		F	B3	Nicht zulässig

Tab. 3 | Entflammbarkeit von Dämmstoffen und ihre Eignung für den Einsatz in den Gebäudeklassen /14/

⁷ § 28 Absatz 3 BauO Bln 2005; ⁸ § 28 Absatz 2 BauO Bln 2005

5.1.3 Welche Lieferformen gibt es?

Dämmstoffe können in verschiedenen Formen verwendet werden. Je nach Anwendungsgebiet:

Einblasdämmstoffe ...

... können sowohl mineralischen, synthetischen als auch natürlichen Ursprungs sein. Sie weisen eine lose Form auf und werden unter Zuhilfenahme von Luft in bereits vorhandene Hohlräume eingeblasen, wodurch diese Hohlräume vollständig mit Dämmmaterial ausgefüllt werden können.



Schüttdämmstoff ...

... besteht aus losem, fein gekörntem, trockenem Material, welches in vorhandene Hohlräume eingeschüttet wird. Bei Dachböden, die nicht begehbar sind, werden sie auch offen, das heißt freiliegend, verwendet. Unebene Fußböden können damit teilweise zusätzlich begradigt werden.



Mattendämmstoffe ...

... sind flexibel und finden primär im Dachraum, bei der Sparrendämmung und im Trockenbau Verwendung. Am häufigsten werden dabei Matten aus Glas- oder Steinwolle verlegt.



Vliesdämmstoffe ...

... bestehen aus einzelnen, (z. B. thermisch) miteinander verbundenen Fasern und sind in der Regel flexibel und oft sehr dünn.



Plattendämmstoffe ...

... gehören zu den gebundenen Dämmstoffen. Sie zeichnen sich durch eine höhere Druckfestigkeit aus.



2-Komponentenschaum ...

... findet vor allem in schwer zugänglichen Bereichen Verwendung. Durch Aufschäumen sorgt er für eine perfekte Ausfüllung von Hohlräumen.

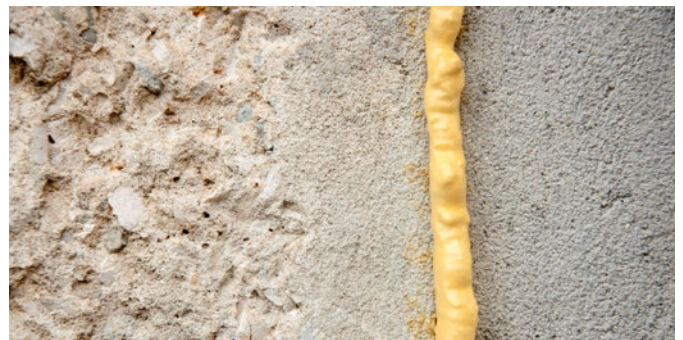


Abb. 15 | Verschiedene Lieferformen von Dämmstoffen / 15/



Alternativen zu Bauschaum: wohnglueck.de/artikel/pu-schaum-oekologische-alternative-29427

5.1.4 Sind gedämmte Wände anfälliger für Schimmel?

Die Gefahr einer Schimmelpilzbildung besteht dann, wenn Wände feucht sind. Feuchte Wände können durch eindringendes Regenwasser, defekte Rohrleitungen oder hohe Luftfeuchtigkeit hervorgerufen werden. Ab 80 % Luftfeuchte entwickelt sich Schimmelpilz. Besonders problematisch ist dabei Kondenswasser, das sich an kälteren Bauteilen absetzt.

Wärmedämmung führt dazu, dass weniger Wärme nach außen abgegeben wird und so die Wände im Innern wärmer bleiben. Das führt zu geringerer Luftfeuchtigkeit und zur Vermeidung von Kondenswasserbildung und damit auch der Vermeidung von Schimmelpilzbildung. Beim Dämmen muss darauf geachtet werden, sogenannte Wärmebrücken zu vermeiden. An solchen kälteren Bauteiloberflächen kann es zu Feuchtigkeit und Schimmelpilzproblemen kommen. Bei gut gedämmten Gebäuden mit dichten Fenstern und Türen muss außerdem eine ausreichende Lüftung sichergestellt werden, um Schimmelpilzbildung vorzubeugen.

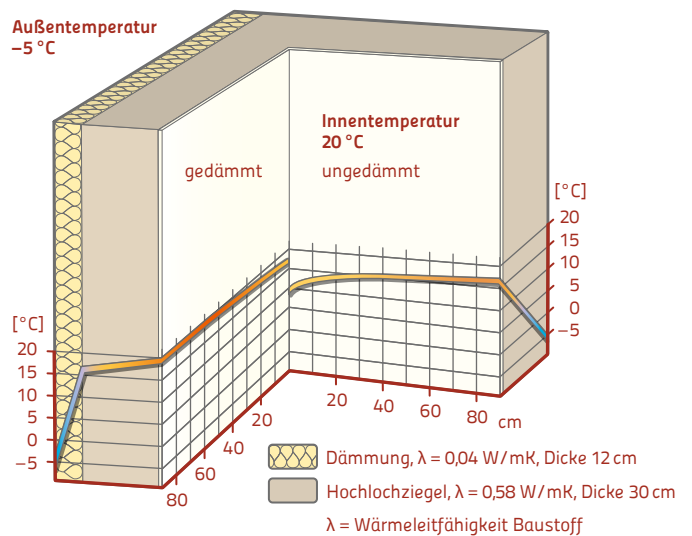


Abb. 16 | Temperaturverlauf einer gedämmten und einer ungedämmten Wand mit Außenwandecke /DGS Berlin/

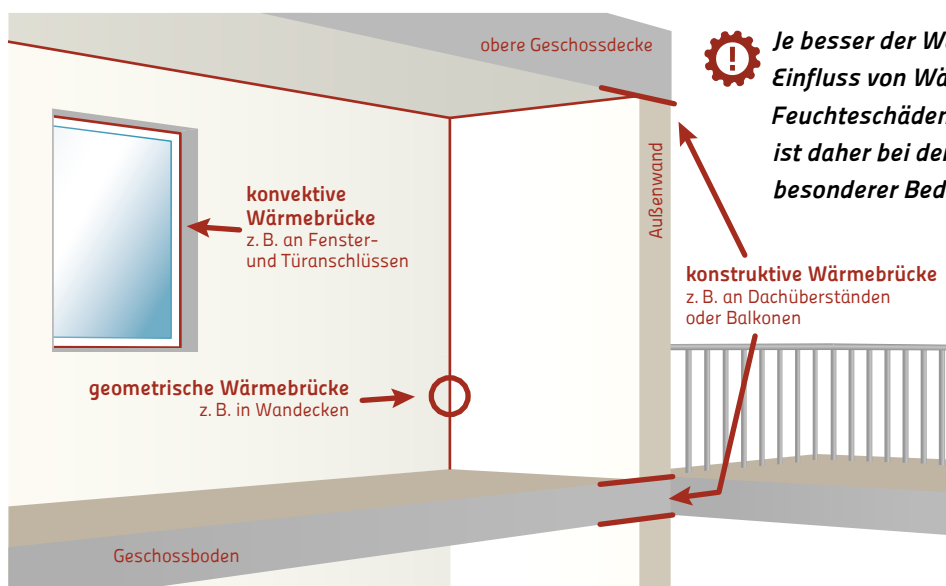
Man unterscheidet drei Arten von Wärmebrücken:

- geometrische Wärmebrücken: der Innenfläche von Bauteilen steht eine größere Außenfläche gegenüber (z. B. Außenwandecke).
- konstruktive Wärmebrücken: sie entstehen durch unterschiedliche Materialien mit verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten innerhalb eines Bauteils (z. B. Stützen in Außenwänden).
- konvektive Wärmebrücken: durch Ritzen und Bauteilfugen in Außenbauteilen strömt warme feuchte Luft nach außen. Dies führt im Winter zu Wärmeverlusten und Feuchteproblemen.



Was sind Wärmebrücken?

Wärmebrücken sind energetische Schwachstellen in der Gebäudehülle, an denen örtlich begrenzt ein größerer Wärmestrom auftritt als an den anderen Flächen. Dort verringern sich die Oberflächentemperaturen innen und damit die Temperaturen der angrenzenden Luftschichten, wodurch die relative Luftfeuchtigkeit steigt. Damit erhöht sich dort ab 80 % relativer Luftfeuchtigkeit das Risiko von Schimmelpilzbildung und ab 100 % entsteht Tauwasser.



Je besser der Wärmeschutz, umso größer ist der Einfluss von Wärmebrücken auf die Entwicklung von Feuchteschäden. Die Minimierung von Wärmebrücken ist daher bei der energetischen Sanierung von besonderer Bedeutung.

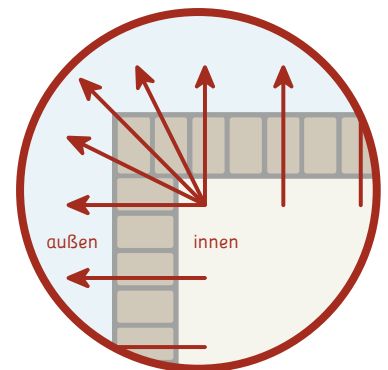


Abb. 17 | Drei Arten von Wärmebrücken

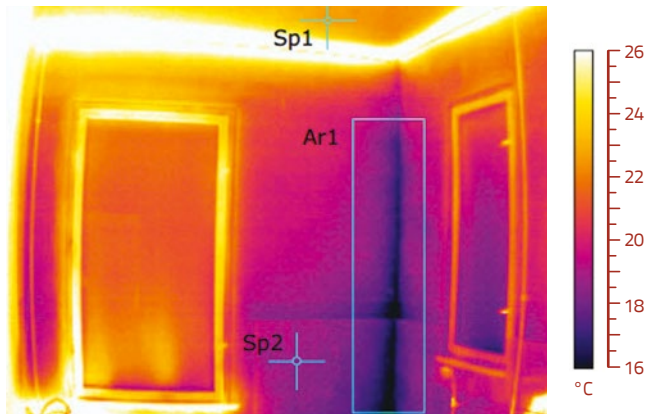


Abb. 18 | Thermographie, geometrische Wärmebrücke in der Raumecke mit kalter Wandoberfläche (dunkler markierter Bereich), eine Aufputz verlegte Warmwasserleitung (heller Bereich) und dazu gehöriges Realfoto /16/



Thermographie zur Ortung von Wärmebrücken

Die Thermographie ist sehr gut geeignet Wärmebrücken sichtbar zu machen. Spezielle Wärmebildkameras können Oberflächentemperaturen von Objekten anzeigen. Der Farbverlauf der Aufnahmen zeigt Fehlstellen sowie Undichtigkeiten auf und dokumentiert die Qualität der Sanierung.



Weitere Infos zu Mythen der Wärmedämmung:

www.energie-und-baukultur.de/themen/mythen/waermedaemmung/

5.2 Austausch von Fenstern und Türen

Auch der Austausch von alten Fenstern und Türen spielt bei der energetischen Sanierung eine tragende Rolle. Dadurch können bis zu 15% Heizkosten gespart werden.



Hier bekommen Sie einen ersten Überblick wie viel Energie Sie durch die Erneuerung Ihrer Fenster einsparen können und wann sich die Kosten amortisieren:

www.co2online.de/energie-sparen/heizenergiesparen/lueften-lueftungsanlagen-fenster/fenster-tauschen/

Denn alte Fenster und Türen sind oft undicht und sorgen damit für große Wärmeverluste. Moderne Fenster bieten neben geringeren Energieverlusten auch Wärmeschutz im Sommer sowie Lärmschutz und ggf. besseren Einbruchschutz. Der Austausch von Fenstern sollte wenn möglich gemeinsam mit anderen Dämmmaßnahmen vorgenommen werden. Unter Umständen ist es auch möglich, alte Fenster zu sanieren oder nur die Scheibe auszutauschen.

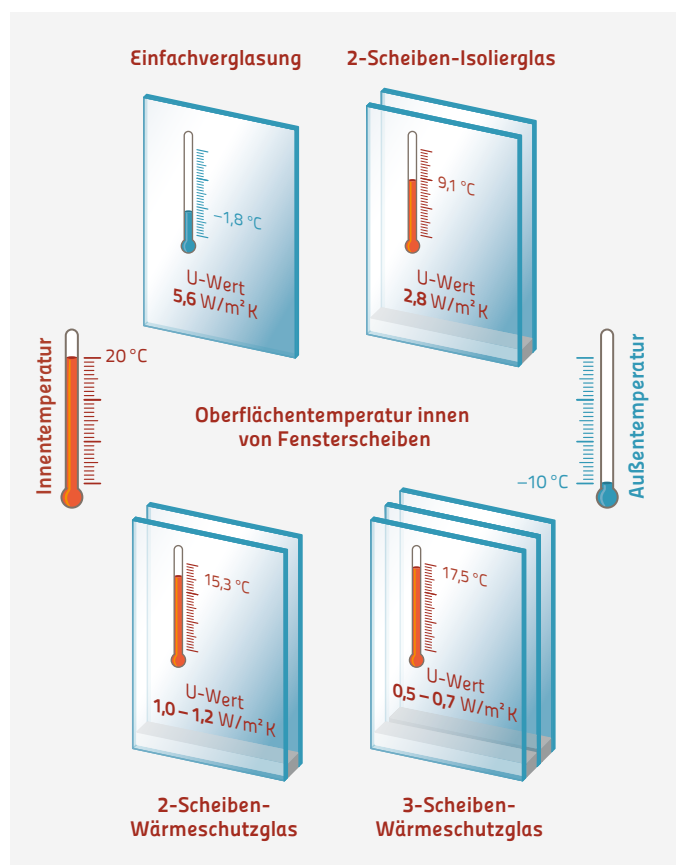


Abb. 19 | Oberflächentemperatur von Fensterscheiben bei einer Außentemperatur von $-10^{\circ}C$ und einer Raumtemperatur von $20^{\circ}C$



Als einfache und günstige Sofortmaßnahme können Fenster außerdem selber abgedichtet werden, eine Anleitung ist hier zu finden:

www.co2online.de/energie-sparen/heizenergiesparen/lueften-lueftungsanlagen-fenster/fenster-abdichten-anleitung/



Abb. 20 | v.l.n.r. Lüftungsanlage mit WRG /17/, Lüftungsverteilung im Bodenkanal (Bauphase), Abluft im Bad, Zuluft am Fenster und Fortluftöffnung in der Fassade

5.3 Lüftungskonzepte

Wenn Gebäude gut gedämmt sind und dichte Fenster und Türen haben, kann es bei unzureichender Lüftung zur Bildung von Schimmelpilzen kommen, da die Feuchtigkeit aus den Räumen nicht abgeführt wird. Ein weiterer Aspekt des Lüftens ist die Lufthygiene, also die Bereinigung von Gerüchen und Schadstoffen. Gleichzeitig stellt der Austausch der Raumluft gegen frische Außenluft zu kalten Jahreszeiten auch immer einen Wärmeverlust dar, der über die Heizung ausgeglichen werden muss.

Das Lüften von Wohnräumen hat also drei Aspekte:

- Lufthygiene → erfordert regelmäßiges Lüften
- Bautenschutz (Schimmelpilzvermeidung) → erfordert regelmäßiges Lüften und Heizen
- Wärmeverluste klein halten → erfordert effektives Lüften

Ziel muss also ein möglichst effektives Lüftungskonzept sein, um sowohl Schimmel vorzubeugen als auch den hygienischen Anforderungen gerecht zu werden und gleichzeitig im Winter möglichst wenig Wärme nach außen zu verlieren.

Grundsätzlich kann zwischen freier Lüftung (Fensterlüftung) und mechanischer Lüftung (ventilatorgestützte Lüftungsanlagen) unterschieden werden.

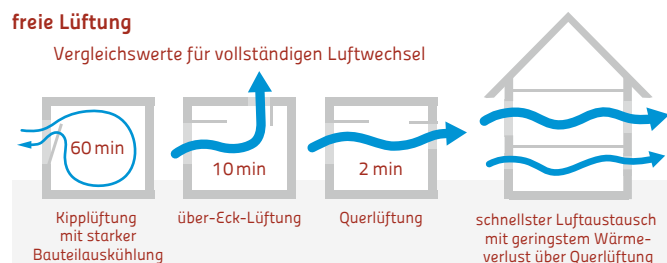
Bei der freien Lüftung (Fensterlüftung) ist zu beachten, dass bei Kipplüftung der Luftaustausch sehr langsam stattfindet und besonders viel Wärme verloren geht, da über einen längeren Zeitraum die warme Luft über der Heizung direkt nach außen wandert und durch kalte Außenluft ersetzt wird. Diese Art der Lüftung ist deshalb in der Heizperiode nicht zu empfehlen. Besser ist es, das Fenster ganz zu öffnen und wenn möglich eine Querlüftung zu erzeugen, indem mehrere Fenster im Gebäude gleichzeitig geöffnet werden.

Mechanische ventilatorgestützte Lüftungsanlagen haben eine gute Lüftungswirkung, erfordern aber unter Umständen die Verlegung von Lüftungsrohren. Diese Art der Lüftung findet automatisiert statt, beispielsweise sensorgesteuert. Die effek-

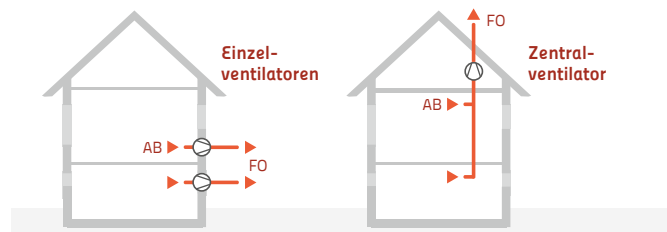
tivste Art der Lüftung bieten dabei Anlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG). Hier wird warme, „verbrauchte“ Luft über Wärmetauscher an der frischen Außenluft vorbeigeführt, so dass diese sich fast auf Zimmertemperatur erwärmt. Wärmeverluste können dadurch um bis zu 85 % gesenkt werden.

Problematisch bei der Lüftung mit Wärmerückgewinnung kann sein, dass warme Luft nicht als „frische Luft“ wahrgenommen wird und die Bewohner oftmals trotzdem mit geöffnetem Fenster lüften. Aufklärung ist daher sehr wichtig.

Die WRG kann auch als Quelle für eine Wärmepumpe genutzt werden.



mechanische Lüftung über Ventilatoren



mechanische Lüftung mit WRG

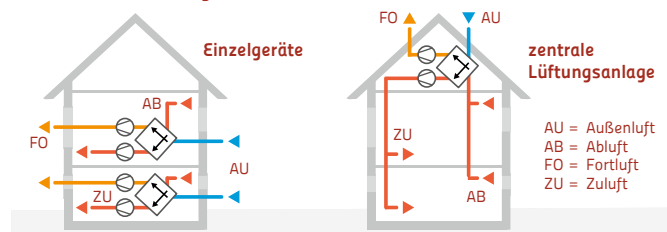


Abb. 21 | freie Fensterlüftung und mechanische Lüftungsanlagen

6 Maßnahmen an der Heiztechnik und die verbundenen Energieträger

In der Heiztechnik steckt ein hohes CO₂-Einsparpotenzial. Schon beim Umstieg von einer veralteten auf eine moderne konventionelle Heizung kann der ökologische Fußabdruck verkleinert werden. „Richtig grün“ wird es aber erst durch den Einsatz erneuerbarer Energien. Welche Möglichkeiten es hier gibt und wie diese zum Teil auch mit einer bestehenden oder neuen Heizanlage kombiniert werden können, zeigt dieses Kapitel in den Unterabschnitten Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung.

6.1 Wärmeerzeugung

Es gibt verschiedenste Möglichkeiten in Gebäuden Wärme zu erzeugen. Lange Zeit war in Berlin der Kohleofen weit verbreitet. Heute sind es vorwiegend Gas, Öl und Fernwärme. In Neubauten steht immer öfter eine Wärmepumpe, die aber auch für den Bestand eine Option sein kann.

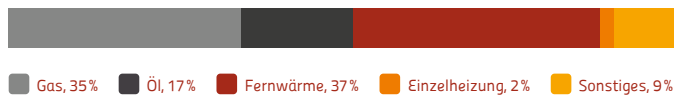


Abb. 22 | Anteile der Heizungssysteme am Wohngebäudebestand in Berlin /18/

6.1.1 Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe erhöht die Temperatur von Umgebungswärme so, dass sie als Heizenergie für die Raumwärme und/oder Trinkwarmwassererwärmung genutzt werden kann. Dabei entstehen vor Ort keine CO₂- oder Feinstaub-Emissionen.

Eine Wärmepumpe funktioniert im Prinzip wie ein gewöhnlicher Kühlschrank. In beiden Fällen liegt ein Kreisprozess vor, bei dem auf der einen Seite die Temperatur herabgesetzt und auf der anderen Seite erhöht wird (Abb. 23). Im Falle des Kühlschranks liegt die kalte Seite im Inneren. Von

dort wird die Wärme nach außen transportiert und an die Umgebung abgegeben. Bei der Wärmepumpe wird aus der Umgebung über die kalte Seite Wärme aufgenommen und nach innen transportiert, um dort die Räume zu beheizen. Das Prinzip ist das gleiche, nur die Seiten sind vertauscht. Der Vorteil der Wärmepumpe ist, dass man die elektrische Energie nicht 1 zu 1 in Wärme umsetzt, sondern mit Hilfe der eingesetzten elektrischen Energie vorhandene Umgebungswärme (Außenluft, Geothermie, Grund-, See- oder Flusswasser) durch ein Anheben des Temperaturniveaus nutzbar macht. So erreicht man im Schnitt eine Jahres-Arbeitszahl (JAZ) – in etwa vergleichbar mit einem über ein Jahr gemittelten Wirkungsgrad – von etwa 3 bis 4.

! Durch den Einsatz einer kWh elektrischer Energie können im Schnitt 3 bis 4 kWh thermische Energie gewonnen werden. Die Wärmepumpe ist damit die effizienteste derzeit verfügbare Heiztechnik.

👍 Um den Betrieb einer Wärmepumpe zu optimieren, können Pufferspeicher für die Wärmebereitstellung eingesetzt werden.

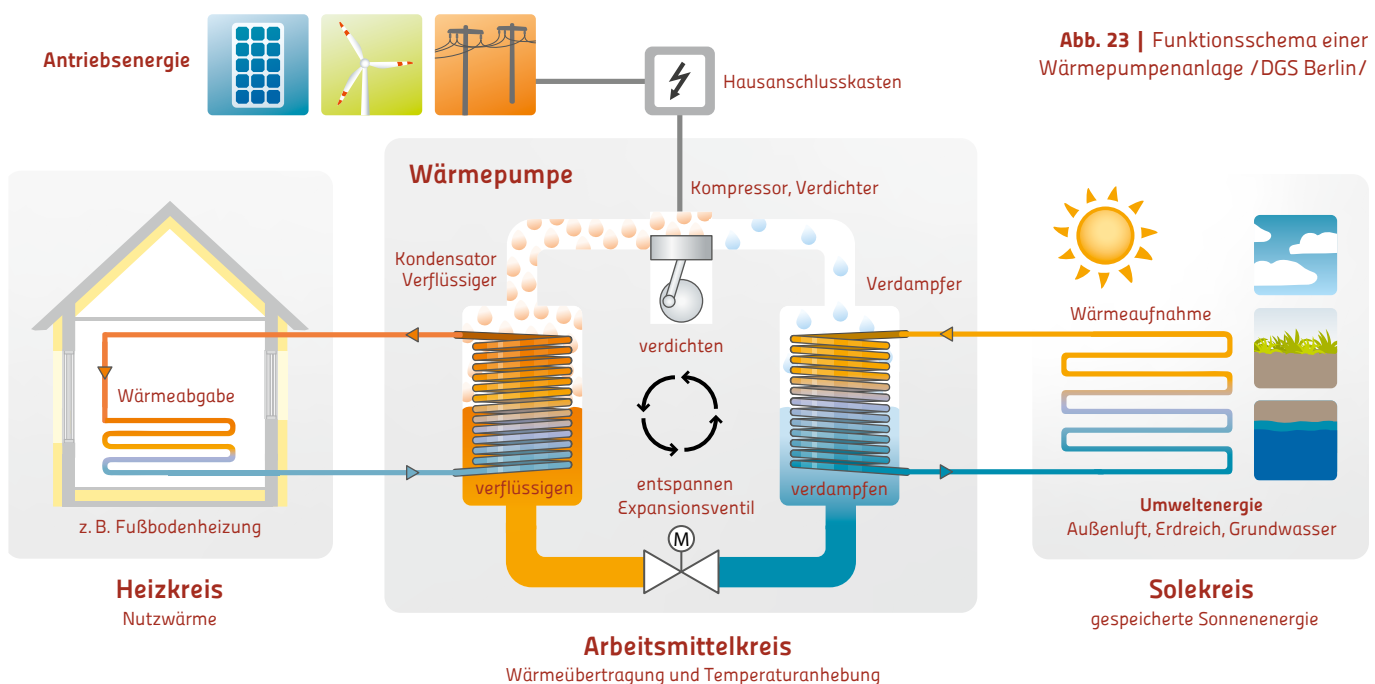


Abb. 23 | Funktionsschema einer Wärmepumpenanlage /DGS Berlin/



Abb. 24 | v. l. n. r.: Außeneinheit für Luftwärmepumpe, Bohrung für Erdsonden-Wärmepumpe /19/ und installierte Wärmepumpe im Heizraum

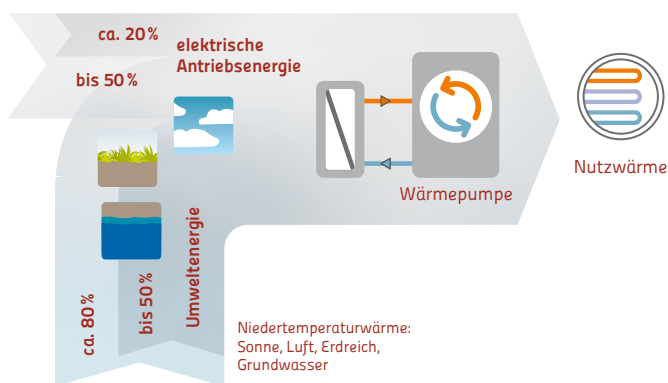


Abb. 25 | Gebäudeheizung mit Niedertemperaturwärme /DGS Berlin/

Luft/Wasser- und Luft/Luft-Wärmepumpe

Als Energiequelle dient in vielen Fällen die Außenluft, der die Wärme entzogen und über eine Luft/Wasser-Wärmepumpe dem Heizkreis zugeführt wird. Bei Luft/Luft-WP wird die Wärme direkt an die Raumluft übergeben, dafür muss das Gebäude einen sehr guten Dämmstandard haben. Dabei wird – ähnlich wie bei einer Klimaanlage – eine Außeneinheit mit Lüfter als Wärmeübertrager benötigt. Die Geräuschemissionen dieses Lüfters müssen bei der Planung und insbesondere bei der Platzierung der Außeneinheit berücksichtigt werden. Allerdings ist der Geräuschpegel moderner Anlagen inzwischen deutlich geringer als noch vor einigen Jahren.

Die folgenden drei Varianten benötigen im Gegensatz zur Luft-Wärmepumpe keinen Außenlüfter:

1. Wärmepumpe gekoppelt mit PVT-Modulen


Ist es aufgrund der Geräuschemissionen nicht gewünscht eine Wärmepumpe mit Lüfter zu betreiben oder wenn ohnehin eine PV-Anlage gebaut werden soll, können auch PVT-Module als Wärmequelle eingesetzt werden. Dies sind Module, die Solarenergie sowohl zur Erzeugung elektrischer als auch thermischer Energie nutzen. Die Solar- und Umgebungswärme wird dann über großflächige Wärmeübertrager auf der Rückseite von PV-Modulen aufgenommen. PVT-Module weisen daher eine hohe Flächeneffizienz auf.


2. Sole/Wasser- und 3. Grundwasser-Wärmepumpe

Eine weitere Variante ist die Sole/Wasser-Wärmepumpe, die das Erdreich als Energiequelle nutzt. Schon bei einigen Metern Tiefe liegen im Erdreich ganzjährig konstante Temperaturen von etwa 8–9 °C vor. In tieferen Schichten bis 100 m können es sogar bis 12 °C sein. Um dieses Temperaturniveau zu erreichen, sind Tiefenbohrungen nötig.


Auch bei der Grundwasser-Wärmepumpe ist eine Tiefenbohrung nötig. Außerdem kann aufgrund der konstanten Quelltemperatur eine höhere Jahresarbeitszahl als bei Luft-Wärmepumpen erreicht werden. Demgegenüber steht ein größerer baulicher Aufwand mit höheren Investitionskosten sowie eine Genehmigungspflicht bei Tiefenbohrungen.

 **PVT-, Sole/Wasser- und Grundwasser-Wärmepumpen erreichen eine höhere Jahresarbeitszahl.**

 **Wo Tiefenbohrungen in Berlin möglich sind, kann hier herausgefunden werden: energieatlas.berlin.de**

 **Für Tiefenbohrungen ist eine Genehmigung erforderlich. Weitere Informationen und den Antrag zur Errichtung von Erdwärmesonden bzw. -kollektoren finden Sie im Umweltportal des Landes Berlin: www.berlin.de/umwelt/themen/wasser/artikel.155571.php**

Wie CO₂-arm eine Wärmepumpe heizt, hängt am Ende auch von der eingesetzten elektrischen Energie ab. Stammt der Strom zumindest teilweise aus der eigenen PV-Anlage, fallen für diesen Anteil keine CO₂-Emissionen an. Beim normalen „Graustrom“ kommt es auf den Mix bei der Erzeugung an.

 **Ein Ökostrom-Tarif oder eine eigene PV-Anlage in Kombination mit einem Ökostrom-Tarif kann bilanziell für CO₂-freies Heizen sorgen.**

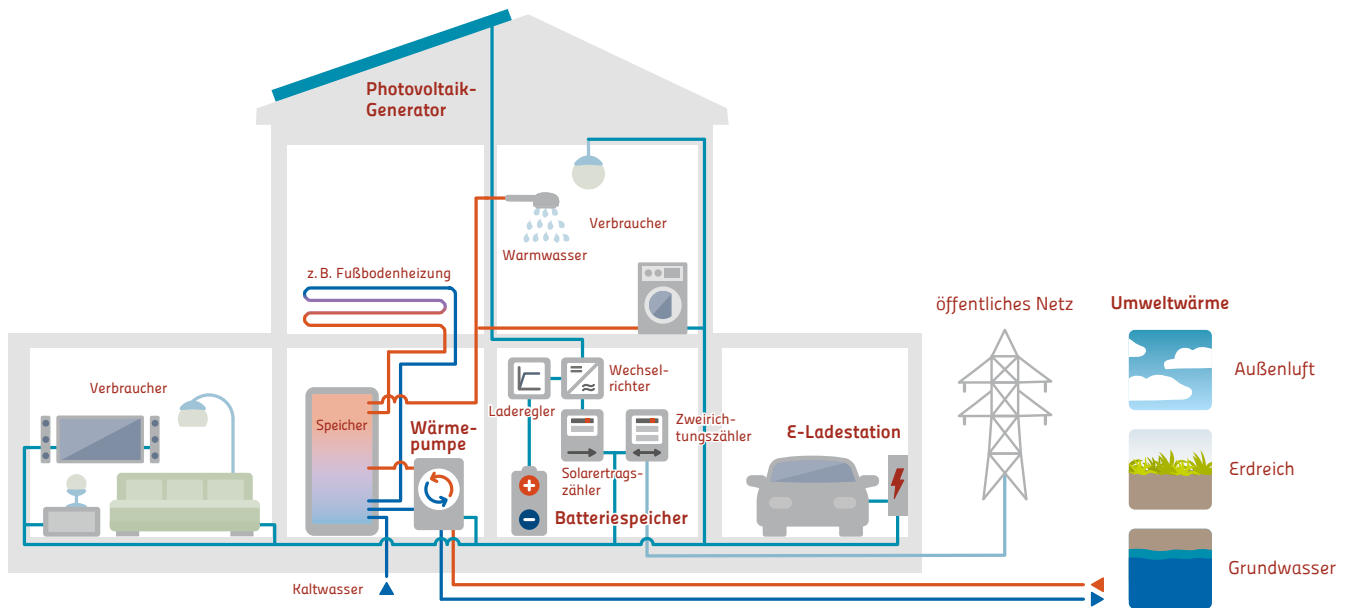


Abb. 26 | Wärmepumpe in Kombination mit einer eigenen PV-Anlage, Batterie- und Wärmespeicher

6.1.2 Kombination einer Wärmepumpe mit Photovoltaik

Eine Wärmepumpe nutzt bei einer JAZ von 4 drei Teile Umweltwärme und einen Teil Strom, wodurch sich der Endenergiebedarf bereits deutlich gegenüber einer konventionellen Heizung reduziert. Um den ökologischen Fußabdruck noch weiter zu verkleinern, kann die Wärmepumpe mit einer PV-Anlage zur Stromerzeugung aus Sonnenenergie kombiniert werden. Neben einem Teil des Haushaltsstroms kann so auch ein Teil der Wärmebereitung solar gedeckt werden. Um den solaren Anteil zu erhöhen, kann auch ein Strom- und/oder Wärmespeicher eingesetzt werden. So kann die Wärme auch dann mit dem eigenen Strom erzeugt werden, wenn sie nicht gleichzeitig mit der Stromerzeugung benötigt wird. Der Wärmespeicher kann zu Zeiten mit hohem Eigenstromertrag mit der Wärmepumpe aufgeladen werden und zu einem späteren Zeitpunkt die gespeicherte Wärme genutzt werden.

Strom ist also möglich.⁹ Außerdem kann der Strom aus der PV-Anlage in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Dafür bekommt man eine feste Einspeisevergütung, die von der Art der Nutzung, der Größe der Anlage und dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme abhängt. Soll eine Wärmepumpe teilweise mit eigenem PV-Strom betrieben werden, müssen beide über eine sogenannte Kaskadenschaltung angeschlossen werden, um einen vergünstigten Wärmepumpentarif vom Energieversorgungsunternehmen (EVU) nutzen zu können. Das sind spezielle Tarife, die für WP-Betreiber:innen aufgrund des hohen Strombedarfs angeboten werden. Im Gegenzug für einen vergünstigten Strompreis kann die Wärmepumpe dann vom Netzbetreiber für bestimmte Zeitfenster ausgeschaltet werden. Der Einsatz eines Speichers stellt auch in solchen Zeitfenstern die Wärmeversorgung sicher.

In Mehrfamilienhäusern kann beim Einsatz einer Wärmepumpe die elektrische Energie aus der PV-Anlage – in Wärme gewandelt – wenig bürokratisch und abgabefrei an Mieter:innen weitergegeben werden.

Das ist bei der Lieferung von Strom anders. Infos hierzu in unserer Mieterstrom-Broschüre: www.solarwende-berlin.de/solarzentrumberlin/informationsmaterial

Ein hoher solarer Anteil am Strom spart nicht nur CO₂, sondern auch Geld. Strom aus der eigenen PV-Anlage kostet auf die Vergütungsdauer von 20 Jahren gerechnet ca. 10 ct/kWh während beim Grundversorger über 30 ct/kWh fällig werden. Eine Ersparnis von über 20 ct/kWh für eigenverbrauchten

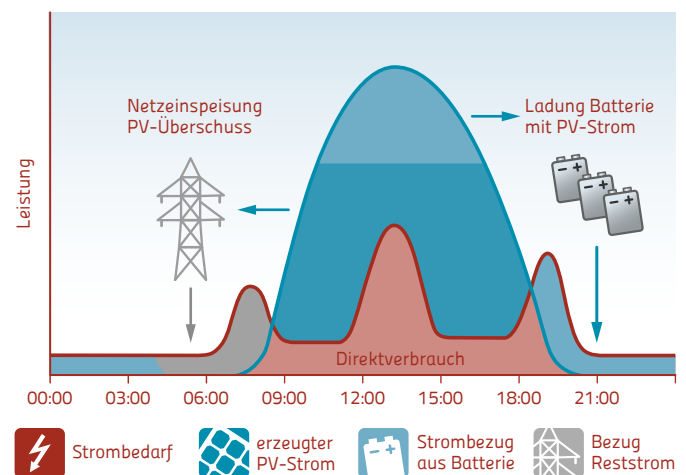


Abb. 27 | Erhöhung des Eigenverbrauchs mit Solarspeicher

⁹ Aufgrund der gestiegenen Strompreise, kann die Ersparnis noch höher ausfallen.



Abb. 28 | Solarthermie-Kollektoren an der Fassade befestigt und Pufferspeicher zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

6.1.3 Solarthermie

In Solarthermiekollektoren wird Solarstrahlung in Wärme umgewandelt und über Rohrleitungen zu einem Speicher transportiert. Dort wird sie z. B. für die Trinkwassererwärmung (TWE) genutzt. Standardanlagen im Ein- oder Zweifamilienhaus erreichen solare Deckungsanteile von 60% am Trinkwasserwärmebedarf übers Jahr. In den Sommermonaten kann der Bedarf sogar zu 100% gedeckt werden, was den Parallelbetrieb einer zusätzlichen Heizung in diesem Zeitraum unnötig macht und sich somit anlagenschonend auswirkt.

Da der Energiebedarf für die TWE im Bestand aber nur durchschnittlich etwa ein Fünftel des Gesamtwärmebedarfs ausmacht, kann damit allein meist keine hohe CO₂-Reduktion erreicht werden. Dimensioniert man die Solarthermie-Anlage größer, kann auch die Raumheizung unterstützt werden. Allerdings sind die Zeiträume, in denen die Solaranlage den größten Ertrag liefert, nicht deckungsgleich mit der Heizperiode. Es kommt im Sommer zu großen Überschüssen und im Winter kann nur ein geringer Teil des Heizwärmebedarfs gedeckt werden.

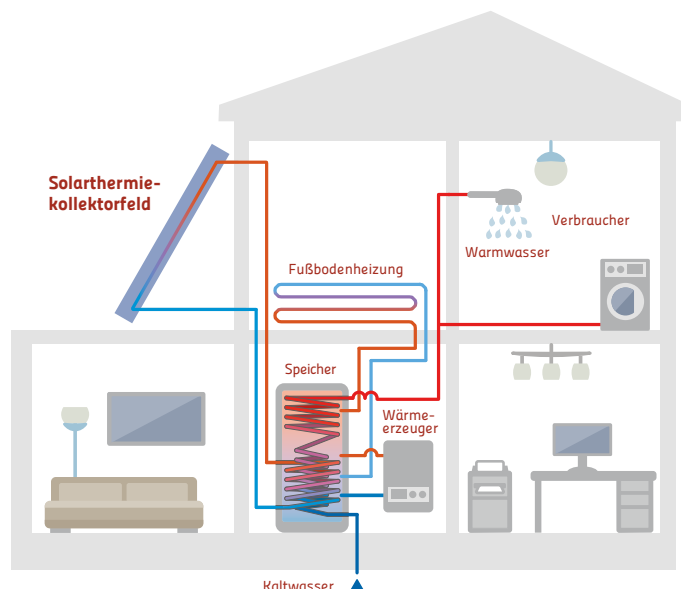





Abb. 29 | Solarthermie-Anlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

 **Eine saisonale Speicherung der Wärme oder die Kombination mit anderen Maßnahmen zur CO₂-Reduktion können Abhilfe schaffen.**

 **Außerdem lässt sich die Solarthermie gut mit anderen – auch konventionellen – Heizungsarten kombinieren oder dort nachrüsten.**

 **Über die Lebensdauer spart die Solarthermie-Anlage mehr Geld ein, als anfangs investiert werden muss. Die Investition kann durch Fördermittel reduziert werden.**

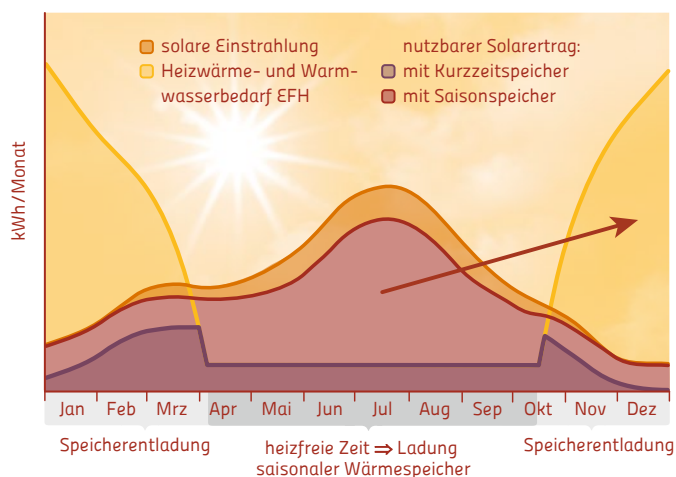


Abb. 30 | Erhöhung des nutzbaren Solarertrags mit Saisonspeicher



Abb. 31 | Pelletheizung und Kombispeicher sowie Holzpellets /20/



6.1.4 Kombinationen von Wärmepumpen und Solarthermie

Die Kombination von Wärmepumpen mit Solarthermieanlagen kann sehr sinnvoll sein, da:

- eine Solarthermieanlage im Winter oft nur Wärmemengen mit einem niedrigen Temperaturniveau liefert, die die Heizung oder Trinkwassererwärmung nur wenig unterstützen
- die Effektivität der Wärmepumpe signifikant steigt, wenn die Quellentemperatur erhöht wird
- in der warmen Jahreshälfte die Solarthermieanlage den gesamten Wärmebedarf decken kann, sodass die WP still steht und sie keinen Strom benötigt.



Die Solarthermieanlage kann die Quellentemperatur für die Wärmepumpe anheben und so deren Effizienz steigern. Zeitlich kann das ganze auch durch einen Niedertemperaturspeicher entkoppelt werden.

6.1.5 Holzpellet-Heizung

Auch Heizen mit fester Biomasse, sprich Holz, ist eine Form des Heizens mit erneuerbaren Energien. Als Zentralheizung gibt es die Holz-Pelletheizung. Da die Pellets gelagert werden müssen, sollte ausreichend Platz für Brennstoffspeicher zur Verfügung stehen.



Auch hier ist wieder eine Kombination mit Solarthermie möglich.

Holzpellets sind kleine Presslinge aus Holzabfällen, die eine automatische Beschickung des Kessels ermöglichen. Neben Pelletkesseln im Heizraum gibt es auch Pelletöfen mit kleinem Vorratsbehälter für mehrere Tage, die in Wohnräumen stehen. Wie ein Kamin haben sie ein sichtbares Feuer hinter einer Glasscheibe und erhöhen so die Behaglichkeit. Sie können als Einzelöfen betrieben werden oder in das Heizsystem hydraulisch eingebunden werden.

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff mit begrenztem Potenzial, d. h. es sollte nicht mehr verbraucht werden als nachwächst. Deshalb ist nur der sparsame Holzeinsatz – vorzugsweise von Alt- und Restholz – eine Alternative zur Verbrennung von fossilen Energieträgern.



Denn: Nur wenn Holz aus wirklich nachhaltigen Quellen mit Wiederaufforstung stammt, hat es einen geringen CO₂-Fußabdruck. Holz aus nicht nachhaltiger Bewirtschaftung hat extrem hohe Emissionswerte!

Für den massenhaften Einsatz in Heizungsanlagen ist Holz aufgrund der begrenzten Ressourcen und der Nutzungskonkurrenzen nicht geeignet. Außerdem sollten lange Transportwege vermieden werden. Können aber bspw. Reste aus einem nahe liegenden Holzverarbeitenden Betrieb für die Wärmebereitstellung genutzt werden, ist das eine sinnvolle Verwendung.

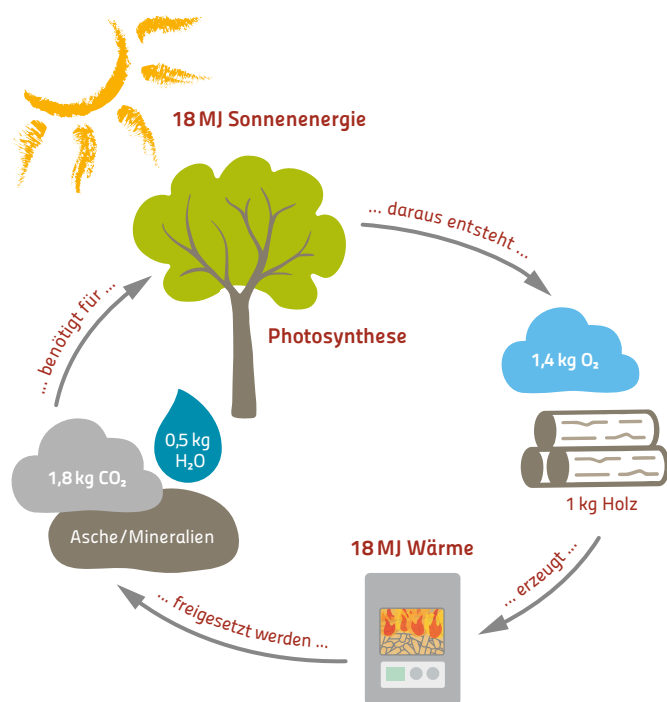


Abb. 32 | Kreislauf Holzenergie, angegebene Werte errechnet und gerundet aus mittlerer Zusammensetzung von Holz, 18 MJ = 5 kWh, Asche und Mineralien variieren je nach Holzart. /21/

6.1.6 Weitere nachhaltige Technologien zur Wärmeerzeugung

Neben den vorgestellten Technologien gibt es weitere Möglichkeiten einer nachhaltigen Wärmeversorgung. Wenn eine Wärmepumpe nicht in Frage kommt, kann regenerativ erzeugter Strom beispielsweise durch Nutzung eines Heizstabes oder einer Infrarotheizung zur Wärmeversorgung genutzt werden. Das ist weniger effizient als bei der Nutzung einer Wärmepumpe, da hier nur Strom und keine Umweltwärme zum Einsatz kommt. Neben Photovoltaik als regenerative Stromquelle ist auch die Verstromung von grünem Wasserstoff in einer Brennstoffzelle denkbar, hier kann außerdem die Abwärme genutzt werden. Eine weitere Variante zur Einbindung von Solarthermie sind solare Nahwärmenetze. Bei solar unterstützten Nahwärmesystemen wird die Wärme von einer oder mehreren Kollektorflächen über ein Solarnetz zu einer Heizzentrale transportiert und von dort an die angeschlossenen Haushalte verteilt. In die Heizzentrale ist meist

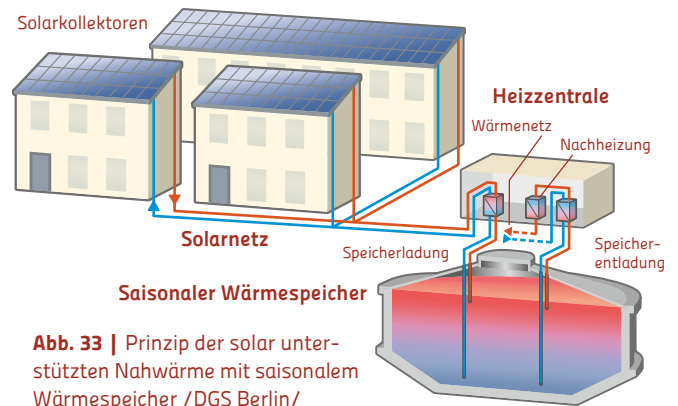


Abb. 33 | Prinzip der solar unterstützten Nahwärme mit saisonalem Wärmespeicher / DGS Berlin/

ein Kurzzeit- oder ein saisonaler Wärmespeicher eingebunden. Die Einbindung solarthermischer Wärme in ein Nahwärmesystem ermöglicht den Bau großer, zusammenhängender Kollektorflächen, die im Vergleich zu Kleinanlagen wesentlich kostengünstiger sind. Auch in Fernwärmenetze kann Solarthermie integriert werden

6.2 Wärmeverteilung

Die Wärmeverteilung im Gebäude muss auf die gewählte Heiztechnik abgestimmt sein. Bei bestehenden Gebäuden kann deshalb unter Umständen nicht jede Heiztechnik eingesetzt werden, ohne dass größere Umbaumaßnahmen nötig werden. Im Bestand wird Wärme meist über Wasser in einem Heizkreislauf im Gebäude verteilt. In einer Heizungsanlage

wird das Wasser erwärmt und über Rohrleitungen zu den Heizkörpern in allen Räumen des Hauses oder der Wohnung transportiert. Hier geht die Wärme dann auf die Raumluft über und sorgt für angenehme Temperaturen.

6.2.1 Wärmeübertragung

Wieviel Wärmeleistung ein Heizkörper an die Umgebung abgeben kann, wird maßgeblich von zwei Faktoren beeinflusst:

- der Oberfläche des Heizkörpers
- der Temperatur des Heizungswassers (Vorlauftemperatur)

Mit steigender Größe sowohl der Oberfläche des Heizkörpers als auch der Vorlauftemperatur steigt auch die Wärmeübertragungsleistung. Die Wärme wird dabei auf zwei verschiedene Arten übertragen. Über Wärmestrahlung wird die Wärme direkt an Gegenstände (auch Boden und Wände) und Personen in der direkten Umgebung abgegeben. Wird die Umgebungsluft erwärmt, nennt man das Konvektion.



Für mehr Behaglichkeit sorgt die Wärmestrahlung, da der Körper Energie zu großen Teilen über Strahlung verliert und es daher als angenehmer empfunden wird, wenn Energie auch wieder über Strahlung zugefügt wird.

Außerdem sorgt die Erwärmung von Luft für eine Luftzirkulation, die als unangenehm empfunden werden kann und Staub im Raum verteilt, was für Allergiker problematisch sein kann.

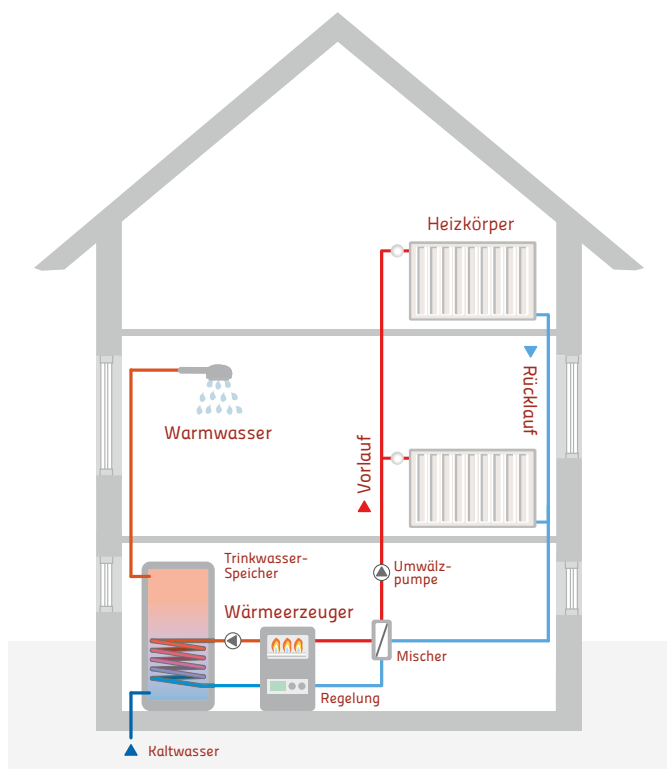


Abb. 34 | Wärmeverteilung im Gebäude



Gliederheizkörper

Vor allem Konvektion

Vorlauftemperatur = 50 bis 90 °C



Plattenheizkörper

Konvektion und Strahlung

Vorlauftemperatur = 50 bis 90 °C



Flächenheizung, z. B. Fußboden

Vor allem Strahlung

Vorlauftemperatur = 35 bis 40 °C

Abb. 35 | Arten von Heizkörpern und die Art der Wärmeübertragung sowie ihre typischen Vorlauftemperaturen /22/

6.2.2 Arten von Heizkörpern

In älteren Bestandsgebäuden ist der Gliederheizkörper weit verbreitet. Die Wärmeabgabe erfolgt dabei hauptsächlich über Konvektion. Etwas moderner ist der Plattenheizkörper, den es in vielen verschiedenen Ausführungen gibt.

Den größten Anteil an Strahlungswärme weisen Flächenheizungen auf. Auch hier gibt es verschiedene Ausführungen. Die bekannteste ist die Fußbodenheizung, die vor allem im Neubau aufgrund der größeren Behaglichkeit und niedriger Vorlauftemperatur eingesetzt wird.



Im Bestand ist der Umstieg auf eine Fußbodenheizung mit größeren Umbaumaßnahmen verbunden, allerdings lassen sich Flächenheizungen auch in der Decke oder an der Wand installieren, was sich etwas einfacher umsetzen lässt.

Um auch ohne große Umbaumaßnahmen eine niedrigere Vorlauftemperatur zu ermöglichen, können Niedertemperaturheizkörper verbaut werden. Diese bieten eine große Wärmeübertrager-Fläche bei gleichzeitig kompakter Bauweise. Die Wärme wird dann jedoch wieder hauptsächlich durch Konvektion übertragen. Um die Konvektion – und somit die Wärmeübertragung – bei niedrigen Temperaturen weiter zu verbessern, können auch interne Lüfter im Heizkörper verbaut werden.

6.2.3 Eignung der Heizkörper für neue Heiztechnik

Welche Heizkörper sind für die neue Heizung geeignet? Pauschal lässt sich diese Frage nicht beantworten, auch wenn es hin und wieder behauptet wird. Vielmehr hängt die Eignung des Heizkörpers für die eingesetzte Heiztechnik von vielen Faktoren ab.

Die Heizkörper müssen in der Lage sein, die erforderliche Wärmemenge in die Räume zu bringen. Bei alten, ungedämmten Gebäuden ist das jede Menge Energie und somit ist oft eine hohe Vorlauftemperatur nötig, um die nötige Wärme zu trans-

portieren. Werden im Zuge der Heizungserneuerung auch Dämmmaßnahmen umgesetzt, so sinkt der Energiebedarf. Es muss also weniger Energie transportiert werden und mit den gleichen Heizkörpern kann eine reduzierte Vorlauftemperatur gewählt werden. Das ist wichtig für den Betrieb von Wärmepumpen, die bei niedrigen VL-Temperaturen effizienter arbeiten.



Sind die Bestandsheizkörper jedoch relativ klein dimensioniert und werden keine oder nur wenige Dämmmaßnahmen ergriffen, so kann zum Betrieb einer Wärmepumpe ein Wechsel zu Flächenheizungen oder Niedertemperatur-Heizkörpern, die niedrige VL-Temperaturen ermöglichen, nötig sein.



Für Holzpellet-Heizungen sind keine neuen Heizkörper nötig und auch bei Solarthermieanlagen, die die bestehende Heizung unterstützen, sind keine Änderungen notwendig.

Grundsätzlich gilt:

- alte Heizkörper wurden oft zu groß dimensioniert (dann besteht Spielraum für geringere Vorlauftemperaturen)
- Dämmmaßnahmen ermöglichen i. d. R. bei Bestandsheizkörpern niedrigere VL-Temperaturen, das ermöglicht ggf. den Einsatz von Wärmepumpen auch ohne Einbau einer Flächenheizung
- Flächenheizungen können auch bei niedrigen VL-Temperaturen große Energiemengen transportieren
- Flächenheizungen können im Fußboden, an den Wänden oder in den Raumdecken nachinstalliert werden



Auch der Einbau neuer Heizkörper oder einer Flächenheizung wird gefördert, sofern er für den Betrieb einer neuen, geförderten Heizungsanlage notwendig ist.

6.2.4 Einfache Maßnahmen zur Energieeinsparung bei der Wärmeverteilung

Oft können auch ohne größere Veränderungen an der Heiztechnik oder den Heizkörpern mit einfachen Maßnahmen die Verluste bei der Wärmeübertragung im Gebäude gemindert werden. Diese Maßnahmen sind:

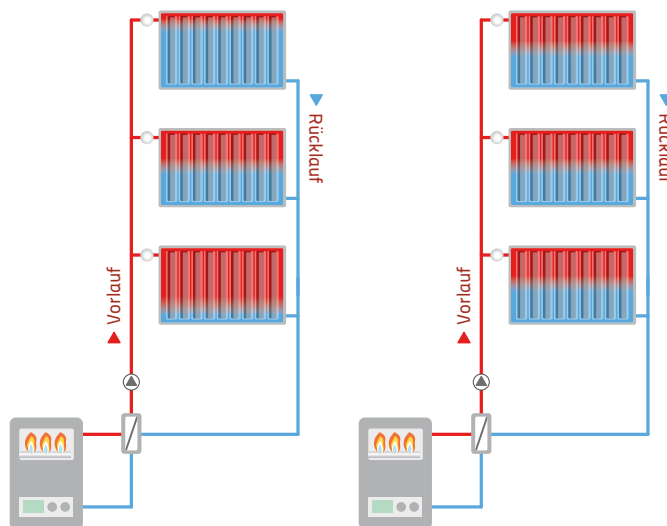
Hydraulischer Abgleich

Ein hydraulischer Abgleich sorgt dafür, dass alle Heizkörper bedarfsgerecht mit Wärme versorgt werden. Denn oft sind die Heizkörper, die sich in der Nähe des Wärmeerzeugers befinden, deutlich heißer als andere, die weit entfernt sind. Das führt zu Verlusten. Der hydraulische Abgleich wird durch Fachbetriebe vorgenommen, wird gefördert und rentiert sich oft nach wenigen Jahren.



Weitere Infos finden Sie beispielsweise hier:

www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/Standardartikel/Dossier/A-hydraulischer-abgleich-1.html



Ohne hydraulischen Abgleich

- Hohe Energiekosten
- Fließgeräusche an Ventilen
- Räume werden unterschiedlich schnell aufgewärmt

Mit hydraulischem Abgleich

- Heiz- und Stromkosten sparen
- keine Fließgeräusche
- gleichmäßig beheizte Räume

Abb. 36 | Vergleich vor und nach dem hydraulischen Abgleich



Abb. 37 | Tausch einer Heizungspumpe /23/



Abb. 38 | gedämmte Heizungsrohre

Pumpentausch

Alte Umwälzpumpen in Heizungsanlagen haben oft einen sehr hohen Stromverbrauch. Der Tausch gegen eine neue, effiziente Pumpe wird von Fachbetrieben durchgeführt und lohnt sich oft schon nach wenigen Jahren. Diese Maßnahme kann sinnvollerweise in Verbindung mit einem hydraulischen Abgleich erfolgen.



Weitere Infos finden Sie beispielsweise hier:

um.baden-wuerttemberg.de/de/energie/energieeffizienz/heizungspumpentausch/

Heizungsrohre dämmen

Sind bei alten Heizungsanlagen die Rohre in unbeheizten Räumen wie beispielsweise im Keller nicht gedämmt, sollte das dringend nachgeholt werden. Diese einfache Maßnahme kann auch selbst umgesetzt werden und führt meist zu großen Energieeinsparungen.



Außerdem ist die Dämmung von Heizungs- und Warmwasserrohren in nicht beheizten Räumen nach § 70 Gebäudeenergiegesetz (GEG) verpflichtend.

Weitere kleine Maßnahmen im Alltag:


- **Nachtsabsenkung:** Wenn Sie schlafen, brauchen Sie keine warmen Räume. Stellen Sie die Heizung in dieser Zeit aus oder regeln die Temperatur herunter.
- Sorgen Sie nachts für weniger Wärmeverluste, indem Sie Vorhänge schließen oder Rolläden und Rollos herunterlassen.
- Entlüften Sie zu Beginn der Heizperiode die Heizkörper, das führt zu Energieeinsparungen und kann selber gemacht werden.
- Beheizen Sie Räume nicht übermäßig. Jedes Grad Raumtemperatur weniger spart Energie.
- Stellen Sie keine Möbel direkt vor die Heizkörper.

7 Förderprogramme für die energetische Sanierung von Wohngebäuden

Die Sanierung von Wohngebäuden wird sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene gefördert. Auf Bundesebene ist die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) das Instrument für die energetische Gebäudeförderung. Die BEG ist im Januar 2021 gestartet und ersetzt die bis dahin bestehenden Programme zur Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien für Gebäude. Das Land Berlin bietet zusätzliche Fördermöglichkeiten für die Gebäudesanierung: Im August 2021 wurde das Förderprogramm Effiziente GebäudePlus gestartet. Darüber hinaus führt die Investitionsbank Berlin (IBB) das Darlehensprogramm „IBB Energetische Gebäudesanierung“ durch.

7.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)

Die BEG umfasst drei Hauptbereiche: Wohngebäude, Nichtwohngebäude (Systemische Maßnahmen) und Einzelmaßnahmen. Mit der BEG werden zum ersten Mal die Förderungen von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien in Gebäuden zusammengeführt. In dieser Broschüre wird auf das Thema Sanierung für Wohngebäude und auf die dafür relevanten Einzelmaßnahmen eingegangen.

 **Mit der BEG wurde die Antragstellung für Fördermaßnahmen vereinfacht, da zehn unterschiedliche Teilprogramme in einem vereint wurden. Sämtliche Förderungen können mit nur einem Antrag bei der KfW oder beim BAFA beantragt werden, abhängig von der Art der Förderung und der Maßnahme.**

7.1.1 Teilprogramm „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude“ (BEG WG)

Mit der BEG WG werden die Errichtung von Neubauten und die Sanierung von Wohngebäuden gefördert, die als Ziel die Erreichung bestimmter Effizienzhaus-Stufen¹⁰ für das Gebäude haben. Zusätzlich wird der Ersterwerb von Bestandsgebäuden gefördert. Ein Bestandsgebäude ist hierbei ein Gebäude, dessen Bauantrag bzw. Bauanzeige mind. fünf Jahre zurückliegt.


Folgende energetische Niveaus (unter Einhaltung der technischen Mindestanforderungen)¹¹ werden gefördert:

- Denkmal oder Denkmal EE¹²
- 85 oder 85 EE
- 70 oder 70 EE
- 55 oder 55 EE
- 40 oder 40 EE
- Alternativ zur EE-Klasse, kann auch eine NH-Klasse (NH: Nachhaltigkeit) erreicht werden¹³

In Tabelle 4 finden Sie eine Übersicht der Höhe der Förderung nach Effizienzhaus-Stufen und Maßnahmen. Auch die Baube-

gleitung wird in Form eines Kredits mit Tilgungszuschuss gefördert.

 **Die Planungs- und Baumaßnahmen müssen von Fachunternehmen der Branche umgesetzt werden.**

 **Insbesondere gilt als Kondition für den Erhalt der Förderung die Einbindung einer Energieeffizienz-Expertin oder eines Experten aus der Liste für Förderprogramme des Bundes:**

www.energie-effizienz-experten.de

Förderfähig sind „alle Ein-, Umbau- und Optimierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle oder der Anlagentechnik des Gebäudes, die am Gebäude oder im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zum Gebäude vorgenommen werden, und auf die Verringerung des Primärenergiebedarfs oder Transmissionswärmeverlustes gerichtet sind“.¹⁴

Zu diesen energetischen Sanierungsmaßnahmen zählen die Wärmedämmung, die Erneuerung von Fenstern und Außentüren, die Installation von Geräten zur digitalen Energie-

¹⁰ Auf der Seite der KfW finden Sie weiterführende Informationen über die Effizienzhaus-Stufen:

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/Energieeffizient-sanieren/Das-Effizienzhaus/?redirect=659648>

¹¹ https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/tma-beg-wg.pdf?__blob=publicationFile&v=4

¹² Eine EE Effizienzklasse wird erreicht, wenn mindestens 55 % des Energiebedarfs von erneuerbaren Energien erbracht wird.

¹³ Kumulierung von EE- und NH-Klasse nicht möglich. „Bei der NH-Klasse muss die akkreditierte Zertifizierungsstelle mit einer Nachhaltigkeitszertifizierung die Übereinstimmung der Maßnahme mit den Anforderungen des „Qualitätssiegels Nachhaltiges Gebäude“ (QNG) des BMWSB bestätigen. Die NH-Klasse kann erst ab Verfügbarkeit des QNG für den jeweiligen Gebäudetyp gewährt werden“. Quelle: Richtlinie BEG WG

¹⁴ Richtlinie BEG WG

Bundeshförderung effiziente Gebäude (BEG WG)

Gesamtkonzept Effizienzhaus (EH)	Maßnahmenpaket	Tilgungs- zuschuss ^{a)}	max. Betrag je WE	max. förder- fähige Kosten	Fachplanung / Baubegleitung
Altbau-Sanierung KfW / BAFA (Kredit / Zuschuss)	KfW EH Denkmal	5 %	24.000 €	120.000 € / WE	Die Fachplanung und Baubegleitung ^{c)} wird mit einem zusätz- lichen Kreditbetrag und Tilgungszuschuss (50%) gefördert
	KfW EH 85	5 %	24.000 €		
	KfW EH 70	10 %	30.000 €		
	KfW EH 55	15 %	36.000 €		
	KfW EH 40	20 %	42.000 €		
	KfW EH Denkmal EE ^{b)}	10 %	37.500 €	150.000 € / WE	
	KfW EH 85 EE ^{b)}	10 %	37.500 €		
	KfW EH 70 EE ^{b)}	15 %	45.000 €		
	KfW EH 55 EE ^{b)}	20 %	52.500 €		
	KfW EH 40 EE ^{b)}	25 %	60.000 €		

a) Tilgungszuschuss: reduziert den zurückzuzahlenden Kreditbetrag und verkürzt somit die Laufzeit, je besser die Effizienzhaus-Stufe, desto höher ist der Tilgungszuschuss

b) EE – Erneuerbare-Energien-Klasse: mind. 65 % des Energiebedarfs des Gebäudes müssen gedeckt sein durch:

- Einbau einer neuen Heizungsanlage auf Basis erneuerbarer Energien
- zum Teil oder ganz durch unvermeidbare Abwärme
- in Wärmepumpen genutzten, netzbezogenen Strom
- Abwärme aus Wärmerückgewinnungsanlagen

c) Zuschuss für Fachplanung / Baubegleitung:

- EFH / ZFH max. förderfähige Kosten 10.000 €, Betrag bis zu 5.000 €
- Eigentumswohnung max. förderfähige Kosten 4.000 €, Betrag bis zu 2.000 € (Voraussetzung: mind. 3 WE im Gebäude)
- MFH ab 3 WE max. förderfähige Kosten 4.000 € pro WE (max. 40.000 € pro Vorhaben), Betrag bis zu 20.000 €

Tab. 4 | Förderübersicht zur Bundeshförderung effiziente Gebäude (Wohngebäude)



Auf der Seite der KfW finden Sie alles zur Bundeshförderung für effiziente Gebäude (BEG):

www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundeshförderung-für-effiziente-Gebäude/

verbrauchsoptimierung, die Errichtung eines Wärmespeichers und der Einbau oder die Erneuerung von Lüftungs- und Heizungsanlagen.¹⁵ Anteilige Kosten für die sogenannten Umfeldmaßnahmen – „vorbereitende Maßnahmen im Zusammenhang mit der Durchführung der förderfähigen Maßnahme“¹⁶ – werden auch gefördert.

Als besonderer Anreiz zur Sanierung der energetisch schlechtesten Gebäude wird ein Bonus i. H. v. 10 % gewährt, wenn die Häuser auf das Niveau EH 40, EH 55 oder EH 70 saniert werden. Dieser Bonus, der sogenannte Worst Performing Building Bonus (WPB), ist mit der EE- oder NH-Klasse kumulierbar. Diese Gebäude gehören aufgrund des energie-

tischen Sanierungsstandes zu den schlechtesten 25 % des Gebäudebestandes Deutschlands. 15 % Extra (Tilgungs-)Zuschuss gibt es auch für eine serielle Sanierung. Als serielle Sanierungen werden energetische Gebäudesanierungen bezeichnet, die mit Hilfe von modular vorgefertigten Elementen durchgeführt werden.¹⁷



Ausführliche Informationen zur Antragsstellung:

[www.kfw.de/PDF/Download-Center/
Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-
Dokumente/6000004855_Infoblatt_261_
Antragstellung.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000004855_Infoblatt_261_Antragstellung.pdf)

¹⁵ Eine ausführliche Liste der förderfähigen Maßnahmen finden Sie hier:


https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg_infoblatt_foerderfaehige_kosten.pdf?__blob=publicationFile&v=10

¹⁶ Richtlinie BEG WG

¹⁷ <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Bundeshförderung-für-effiziente-Gebäude/>

7.1.2 Teilprogramm „Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen“ (BEG EM)


Durch das Teilprogramm BEG EM besteht die Möglichkeit auch Einzelmaßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz zu fördern. Insbesondere werden Maßnahmen an der Gebäudehülle, an der Anlagentechnik und an den Heizungsanlagen¹⁸ inkl. der Heizungsoptimierung gefördert. Bei der Maßnahmenumsetzung müssen bestimmte technische Mindestanforderungen erfüllt werden.¹⁹ In Tabelle 5 finden Sie eine Übersicht der geförderten Einzelmaßnahmen und der dazugehörigen Fördersätze.

 **Auch für dieses Teilprogramm ist die Einbindung von Energieeffizienz-Expert:innen bei den meisten Maßnahmen notwendig.**

Ausgenommen sind lediglich Maßnahmen für Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik) und/oder Heizungsoptimierung.²⁰ Zudem wird eine Erhöhung des Fördersatzes um 5 % gewährt, wenn eine energetische Sanierungsmaßnahme Teil eines geförderten iSFP ist (und innerhalb von fünfzehn Jahren nach Erstellung des iSFP umgesetzt wird).


Individueller Sanierungsfahrplan (iSFP)

Der iSFP wird von einem/r Energieberater:in erstellt und diese Dienstleistung wird durch ein anderes Förderprogramm gefördert: Die Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude vom BAFA. Die Förderhöhe beträgt 80% des förderfähigen Beratungshonorars (maximal 1.300 € bei Ein- oder Zweifamilienhäusern und 1.700 € bei Wohngebäuden ab drei Wohneinheiten). Die Antragsstellung für dieses Förderprogramm und die Erstellung des iSFPs muss von Energieberater:innen aus der „Energieeffizienz-Expert:innenliste für die Förderprogramme des Bundes“ übernommen werden.

 **Weiteres zu Programm und Antragstellung:**
www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Wohngebäude/energieberatung_wohngebäude_node.html


Wärmepumpen- und Heizungstausch-Bonus

Weitere Anreize bilden der Wärmepumpen- und der Heizungstausch-Bonus. Es ist jedoch zu beachten, dass die Wärmepumpe Grundwasser, Erde oder Abwasser als Wärmequelle nutzen muss.

 **Mit der Inbetriebnahme einer Wärmepumpe bekommt man einen Bonus i. H. v. 5% der förderfähigen Kosten.**


 **Luft-Wasser-Wärmepumpen, die die Luft als Wärmequelle erschließen, erhalten keinen zusätzlich Bonus.**

Der Heizungstausch-Bonus ersetzt seit August 2022 den Öl-Austausch-Bonus und beträgt 10% der förderfähigen Kosten. Die Gewährung des Bonus erfolgt beim Austausch von funktionstüchtigen Öl-, Kohle- und Nachtspeicherheizungen und beim Austausch von Gasheizungen, die mindestens 20 Jahre alt sind. Bei Gasetagenheizungen sind die Bedingungen noch attraktiver, da für die Auszahlung des Bonus der Zeitpunkt der Inbetriebnahme nicht relevant ist.


 **Das förderfähige Mindestinvestitionsvolumen beträgt 2.000 € brutto und der Fördersatz 15% der förderfähigen Ausgaben. Die max. förderfähigen Ausgaben für energetische Sanierungsmaßnahmen von Wohngebäuden liegen bei 60.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr (max. 600.000 € pro Gebäude).**

7.1.3 Antragstellung

Die BEG Förderung kann beim BAFA beantragt werden. Besonders zu beachten ist Folgendes:

 **Bei der Beantragung der BEG EM muss im Fall der Einbindung von Energieexpert:innen vor der Antragstellung eine sogenannte technische Projektbeschreibung (TPB) von den Expert:innen ausgefüllt werden.**

In der TPB wird die geplante Maßnahme erläutert. Das BAFA stellt das elektronische Formular zur Verfügung.²¹ Erst dann wird der Antragsteller eine sogenannte TPB-ID bekommen und den Antrag einreichen können. Ein Start der Maßnahme nach Antragstellung aber vor Erteilung des Zuwendungsbescheids ist möglich, erfolgt jedoch auf eigenes finanzielles Risiko.

 **Ausführliche Informationen zur Antragstellung finden Sie auf der Seite des BAFA. Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM):**
www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/beg_merkblatt_allgemein_antragstellung.pdf?__blob=publicationFile&v=8

¹⁸ Für die Anlagen- und Heizungstechnik zu beachten: Prototypen werden nicht gefördert

¹⁹ <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/WvQ8k3f3h17npi5nNo9/content/WvQ8k3f3h17npi5nNo9/BAanz%20AT%2007.06.2021%20B2.pdf?inline#page=19>

²⁰ Eine Antragstellung ohne die Einbindung von Energieeffizienz-Expert:innen ist lediglich bei Beantragung für Maßnahmen für Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik) und/oder Heizungsoptimierung möglich.

²¹ <https://fms.bafa.de/BafaFrame/login>

Bundeshförderung für effiziente Gebäude (BEG EM)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG)		Förder- satz	Fördersatz mit Heizungs-Tausch- Bonus	Fachplanung und Baubegleitung
Gebäudehülle^{a)}	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %	—	50 %
Anlagentechnik^{a)}	Einbau, Austausch und Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	15 %	—	50 %
Heizungsanlagen^{a)}	Solarthermieanlagen	25 %	—	50 %
	Wärmepumpen ^{c)}	25 %	35 %	
	Biomasseanlagen ^{b)}	10 %	20 %	
	Innovative Heizanlagen auf EE-Basis	25 %	35 %	
	EE-Hybridheizungen mit Biomasseheizung ^{b), c)}	20 %	30 %	
	EE-Hybridheizungen ohne Biomasseheizung ^{c)}	25 %	35 %	
	Errichtung, Erweiterung, Umbau eines Gebäudenetzes, min. 55 % Anteil EE im Wärmemix	25 %	—	
	Anschluss an ein Gebäudenetz, min. 25 % Anteil EE im Wärmemix	25 %	35 %	
	Anschluss an ein Wärmenetz, min. 25 % Anteil EE im Wärmemix oder Primärenergiefaktor höchstens 0,6	25 %	35 %	
Heizungs- optimierung^{a)}	z. B. hydraulischer Abgleich inkl. Einstellung der Heizkurve, Austausch der Heizungspumpe	15 %	—	50 %

a) iSFP-Bonus: Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundeshförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplanes (iSFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

b) Innovationsbonus Biomasse: Bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von max. 2,5 mg/m³ ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

c) Wärmepumpen-Bonus: Wenn als Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser erschlossen wird, ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

Tab. 5 | Förderübersicht für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, Stand: 15. August 2022)



Alle Fragen rund um BEG WG und BEG EM werden in den FAQ des BMWK beantwortet:


www.energiewechsel.de/KAENEf/Redaktion/DE/FAQ/FAQ-Uebersicht/BEG/fag-bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebäude.html

7.2 Förderprogramme auf Landesebene

Die Klimaziele des Landes Berlin können ohne deutliche Reduzierung der CO₂-Emissionen in Gebäudebereich nicht erreicht werden: der Gebäudesektor ist für ca. die Hälfte des CO₂-Austoßes in Berlin verantwortlich. Deshalb ist die Förderung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden von besonderer Bedeutung. Im Sommer 2021 wurde das Förderprogramm Effiziente GebäudePLUS beschlossen, es ist an die BEG angelehnt und eine Kumulierung beider Förderungen ist möglich. Dabei sind aber die Höchstgrenzen zu beachten.


 **Im Fall der BEG beträgt die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten 60%.**


7.2.1 Förderprogramm „Effiziente GebäudePLUS“

 **Antragstellung derzeit nur in Fördermodul 3 möglich!**
Aktuelle Informationen finden Sie auf der Seite der IBB (Stand Dez. 2022): www.ibb.de/de/foerderprogramme/effiziente-gebaeudeplus.html

Aufgrund der aktuellen Energiekrise hat die Berliner Senatsverwaltung entschieden, die derzeit noch zur Verfügung stehenden Fördermittel ausschließlich für den Austausch und die Optimierung der Anlagentechnik bereitzustellen.

Ein Antrag für dieses Förderprogramm kann von natürlichen und juristischen Personen des privaten und öffentlichen Rechts sowie rechtsfähigen Personengesellschaften gestellt werden.

 **Gefördert wird die energetische Sanierung von Gebäuden in Berlin, deren Bauantrag oder die Bauanzeige vor dem 01.02.2002 gestellt wurde.**

 **Der max. Zuschuss je Vorhaben und Kalenderjahr beträgt 500.000 € sowie der Mindestzuschuss 500 €.**

Der Umfang der förderfähigen Maßnahmen sowie die einzuhaltenden technischen Mindeststandards werden auf die Anforderungen der BEG aufgesetzt, daher ist eine detaillierte Auflistung dieser hier nicht notwendig. Die enge Verzahnung mit der Bundesförderkulisse zielt darauf ab, eine einfache Inanspruchnahme von BEG-Fördermitteln zu ermöglichen.

Es ist möglich, dass die im Sommer 2022 erfolgten Anpassungen der BEG – Gasheizungen werden nicht mehr gefördert – im kommenden Jahr übernommen werden. Wie bei der BEG, ist für das Berliner Förderprogramm die Einbindung von Energieberater:innen teilweise eine Voraussetzung für die Bewilligung. Die Antragstellung ohne Einbindung von Energieeffizienz-Expert:innen ist nur für Modul 3 und 4 möglich.

Fördermodul 1: Wärmeschutz der Gebäudehülle*

Erneuerung, Ersatz oder erstmaliger Einbau von Bauteilen der thermischen Gebäudehülle	Zuschuss förderfähiger Kosten	max. Zuschuss je Wohneinheit
Bauteile Außenwände (Dämmung)	20 %	20.000 €
Bauteile Fenster, Außentüren, Vorhangfassaden	20 %	15.000 €
Bauteilgruppe Decken und Wände gegen unbeheizte Räume sowie Bodenflächen	20 %	10.000 €
Bauteilgruppe Dachflächen	30 %	25.000 €
Sommerlicher Wärmeschutz	10 %	10.000 €

+ Nachhaltigkeitsbonus: Zuschusserhöhung um 10 %^{a)}

Fördermodul 2: Gebäudeindividueller Sanierungsfahrplan für Wohngebäude*, **

Wohngebäude	Zuschuss	Zuschuss Denkmal oder besonders erhaltenswerte Bausubstanz
Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern	750 €	1.350 €
Eigentümer oder WEG von Wohngebäuden mit 3 – 20 WE	1.000 €	2.000 €

* Antragstellung derzeit nicht möglich! (Stand Dez. 22) ** gefördert wird: Erstellung gebäudeindividueller Sanierungsplan für Bestandswohngebäude
^{a)} Fördersumme > 5.000 € für erste WE: hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage erforderlich. Erhöhung für jede weitere WE um 200 €.

Tab. 6 | Förderübersicht „Effiziente GebäudePLUS“ der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe Berlin, Fördermodule 1 und 2

Fördermodul 3: Austausch und Optimierung der Anlagentechnik

a) Austausch der Heizungsanlage

Zuschuss förderfähiger Kosten		Gefördert wird / Bedingungen
Gas-Brennwertheizungen ^{a)}	10%	<ul style="list-style-type: none"> es gelten die technischen Mindestanforderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) max. 15.000 € Zuschuss je WE bei WG
Gas-Hybridheizungen	15%	
Solarkollektoranlagen	20%	
Biomasseheizungen ^{b)}	25%	
EE Hybridheizungen	25%	
Innovative Heizungstechnik ^{c)}	25%	
Wärmepumpen	25%	

b) Optimierung der Heizungsanlage

Zuschuss förderfähiger Kosten		Gefördert wird / Bedingungen
Heizverteilungssystem	20%	<ul style="list-style-type: none"> alle Maßnahmen zur Optimierung der Heizverteilungssysteme in WG, mit denen die Energieeffizienz erhöht wird max. 15.000 € Zuschuss je WE bei WG

c) Gebäudenetz und Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz

min. Anteil EE im Gebäude- oder Fernwärmenetz	Zuschuss förderfähiger Kosten	Gefördert wird / Bedingungen
25 %	15 %	<ul style="list-style-type: none"> Anschluss oder Erneuerung eines Anschlusses an ein Wärmenetz Errichtung oder Erweiterung eines nicht öffentlichen Netzes (Gebäudenetz) zur ausschließlichen Eigenversorgung Anschluss oder Erneuerung eines Anschlusses an ein Gebäudenetz zur ausschließlichen Eigenversorgung; mind. zwei Gebäude auf einem oder mehreren Grundstücken eines Eigentümers max. 15.000 € Zuschuss je WE bei WG
55 %	20 %	

d) Einbau, Austausch oder Optimierung raumlufttechnischer Anlagen

Zuschuss förderfähiger Kosten		Gefördert wird / Bedingungen
Einbau, Austausch oder Optimierung raumlufttechnischer Anlagen inkl. Wärme-/Kälterückgewinnung	20%	<ul style="list-style-type: none"> Anlage älter als zehn Jahre es gelten die technischen Mindestanforderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) max. 15.000 € Zuschuss je WE bei WG

Fördermodul 4: Digitale Systeme

Zuschuss förderfähiger Kosten	Gefördert wird / Bedingungen
40%	<ul style="list-style-type: none"> Einbau digitaler Systeme in WG (z. B. Smart Meter, Mess- und Regelungstechnik) max. 15.000 € Zuschuss je WE bei WG

EE: Erneuerbare Energien, WE: Wohneinheiten, WG: Wohngebäude

^{a)} Renewable-Ready: Die Gas-Brennwertheizung muss bereits auf eine künftige Einbindung erneuerbarer Energien ausgelegt sein (z. B. Zuführung der Wärme in ein Wärmenetz oder Warmwasseraufbereitung)

^{b)} Innovationsbonus: Bei Einhaltung des Emissionsgrenzwertes für Feinstaub (max. 2,5 mg/m³) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

^{c)} Innovative Heizungstechnik: Effiziente Heizungsanlagen auf Basis EE, Wärmeerzeugung mit einem Anteil von mind. 80 % der Gebäudeheizlast

Tab. 7 | Förderübersicht „Effiziente GebäudePLUS“ der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe Berlin, Fördermodul 3 und 4

Fördermodul 5: Effizienzhaus*, **

Effizienzhaus Standard	Zuschuss förderfähiger Kosten	max. Zuschuss je WE	Gefördert wird / Bedingungen
Effizienzhaus Denkmal	10%	10.000 €	<ul style="list-style-type: none"> bei Erreichen einer Effizienzhaus EE-Klasse erhöht sich der Zuschuss um 5 % es gelten die technischen Mindestanforderungen der Bundesförderung für effiziente Gebäude – Wohngebäude (BEG WG)
Effizienzhaus 100	12,5%	12.500 €	
Effizienzhaus 85	15%	15.000 €	
Effizienzhaus 70	20%	20.000 €	
Effizienzhaus 55	25%	25.000 €	
Effizienzhaus 40	30%	30.000 €	

* Antragstellung derzeit nicht möglich! (Stand Dez. 22) ** gefördert wird eine umfangreiche Sanierung zum Effizienzhaus

Tab. 8 | Förderübersicht „Effizienzhaus“ der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe Berlin, Fördermodul 5



Die Anträge müssen vor Beginn des Vorhabens gestellt werden, und zwar vor Abschluss eines Lieferungs- oder Leistungsvertrags.

Beratungen und Planungsdienstleistungen zählen nicht dazu und können vor Vorhabenbeginn beauftragt werden. Der Zuschuss wird nach Prüfung der Verwendungsnachweise von der IBB ausgezahlt.



Auf der Seite der IBB können Sie Ihren Antrag stellen:
registrierung-eantrag.ibb.de/_layouts/15/eIBB/AnonymousApplication.aspx?page=1&productId=340

7.2.2 Darlehensprogramme der IBB

Zusätzlich zum Förderprogramm „Effiziente GebäudePlus“ bietet die IBB mehrere Darlehen für die Finanzierung einer Modernisierung:



Weitere Informationen zur Antragstellung und zu den Bedingungen finden Sie auf der Seite der IBB:

www.ibb.de/de/immobilienfoerderung/vorhaben/modernisierung-instandsetzung/modernisierung-instandsetzung.html

Darlehensprogramme der Investitionsbank Berlin

Programm	Was wird finanziert?	Konditionen	max. Höhe der Darlehen
IBB Förderergänzungsdarlehen	Individuelle Immobilienfinanzierung	Zinsbindung bis zu 20 Jahre, für Wohneigentümer bis zu 10 Jahre	je WE nach oben offen
IBB Energetische Gebäudesanierung	Energetisch sanieren und Energie sparen	Zinssubvention von bis zu 0,60% auf KfW-Zinssatz, Zinsbindung bis zu 10 Jahre	bis zu 150.000 € je WE (Energieeffizienzhaus)
IBB Altersgerecht Wohnen	Baumaßnahmen zur Barrierereduzierung, Erhöhung des Wohnkomforts und Einbruchschutz	Zinssubvention von bis zu 0,6% p. a. auf KfW-Zinssatz, Zinsbindung bis zu 10 Jahre	bis zu 50.000 € je WE
IBB Wohnraum modernisieren	Umbau und Modernisierung von Wohnimmobilien	individuelle Ermittlung des effektiven Jahreszins, Zinsbindung bis zu 20 und für Wohneigentümer bis zu 10 Jahre	bis zu 100.000 € je WE
KfW-Altersgerecht Umbauen (KfW-Nr. 159)	Baumaßnahmen zur Barrierereduzierung, Erhöhung des Wohnkomforts und Einbruchschutz	Zinsbindung bis zu 10 Jahre, Zins der KfW Bankengruppe	bis zu 50.000 € je WE

Tab. 9 | IBB-Darlehenprogramme für die Modernisierung von Wohngebäuden

8 Fazit



Egal ob Einfamilienhauseigentümer:in oder Vermieter:in von mehreren Mehrfamilienhäusern: Lassen Sie sich zur energetischen Sanierung beraten, starten Sie Ihr Vorhaben und werden Sie Teil der Berliner Wärmewende.

Durch die Umsetzung von passiven und aktiven Maßnahmen unter einer fachkundigen Begleitung kann der Energiebedarf eines Wohngebäudes deutlich gesenkt werden. Somit sparen Sie Energiekosten und werden unabhängiger von steigenden Energiepreisen. Die ökologische Auslegung eines Gebäudes durch entsprechende Sanierungsmaßnahmen wird sich langfristig auszahlen – in jedem Fall aus Sicht des Klimas und höchstwahrscheinlich auch für den eigenen Geldbeutel. Zudem bedeutet die energetische Sanierung Ihres Hauses auch eine Wertsteigerung der Immobilie. Die Investitionskosten sind zwar je nach Umfang sehr hoch, gleichzeitig können Sie aktuell aber von sehr attraktiven Förderprogrammen profitieren und durch die derzeitige Entwicklung der Energiepreise verkürzen sich die Amortisationszeiten.

Unsere Empfehlung ist klar: Energieeinsparungen maximieren und dabei zukunftsfähige Technologien bevorzugen. Für die Wahl der Heizungsanlage bedeutet das z. B.: Wärmepumpe statt Gasbrennwertheizung. Wärmepumpen können auch im Bestand eingesetzt werden, eine Fußbodenheizung ist dafür nicht zwingende Voraussetzung. Aktuell werden in Deutschland kaum noch Ölheizungen eingebaut und ab 2026 dürfen sie nicht mehr eingebaut werden. Auch Gasheizungen werden in Zukunft verschwinden müssen, um die Klimaziele zu erreichen. Treffen Sie wenn möglich schon jetzt eine nachhaltige Entscheidung und nutzen Sie die bestehenden Fördermittel, um die energetische Sanierung wirtschaftlicher zu gestalten.

Bevor Sie sich über einen möglichen Austausch der Heizungstechnik Gedanken machen, sollten Sie in jedem Fall die Gebäudehülle betrachten. Bei hohen spezifischen Verbräuchen sollte an erster Stelle eine energetische Sanierung der Gebäudehülle erfolgen. Denn: Bei schlecht gedämmten Gebäuden sorgt die energetische Sanierung für die größten Energieeinsparungen und ist Grundlage für den Einsatz effizienter und nachhaltiger Heizungstechnologien. Dabei sollte auch bei der Wahl des Dämmstoffs auf Nachhaltigkeit geachtet werden. Eine gute Dämmung schützt im Winter vor Kälte und im Sommer bleiben die Räume länger kühl. Zudem zeichnet sich ein gut gedämmtes Haus durch besseres Raumklima und dementsprechend bessere Wohnqualität aus. Und noch ein letzter Hinweis: In dieser Broschüre haben wir uns auf einzelne Gebäude fokussiert, aber Quartierlösungen sind natürlich genauso sinnvoll oder sogar noch sinnvoller, da hier ggf. Synergien besser genutzt werden können.



Für die energetische Quartiersentwicklung bieten Bund und Länder spezifische Förderprogramme und in Berlin können Sie sich hierzu von der Servicestelle für energetische Quartiersentwicklung beraten lassen:
www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/klimaschutz-in-der-umsetzung/projekte-monitoring/servicestelle-energetische-quartiersentwicklung/

Wie kann das SolarZentrum unterstützen?

Wir unterstützen Berliner:innen dabei, Berlin zur solaren Stadt zu entwickeln

Das SolarZentrum Berlin berät rund um das Thema Sonnenenergie – unabhängig, produkt- und herstellerneutral. Die Basisberatung ist kostenlos. Unsere Schwerpunkte liegen auf Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpen und Speichern. Wir sprechen ein breites Spektrum von Zielgruppen an, von Gebäudeeigentümer:innen und Mieter:innen, bis zu Fachkräften und Expert:innen der Branche sowie Schulen. Über technische Entwicklungen oder Nutzungs- und Fördermöglichkeiten informieren wir regelmäßig bei Veranstaltungen. Darüber hinaus finden Sie in unserer Anbieterliste kompetente Fachbetriebe für Ihr Solarprojekt.

Zusammen mit dem Informations- und Kompetenzzentrum für zukunftsgerechtes Bauen (IKzB: www.bauen-der-zukunft.de) befindet sich das SolarZentrum im Effizienzhaus Plus in Berlin Charlottenburg.



Die kostenlose Basisberatung steht ausschließlich für Berliner Immobilien zur Verfügung.

Veranstaltungskalender:

www.solarwende-berlin.de/allgemein/masterplan-solarcity-berlin/solarwendeveranstaltungen

Anbieterliste:

www.solarwende-berlin.de/solarzentrumberlin/anbieterliste-umsetzungspartner-finden

Diverse Informationsmaterialien:

www.solarwende-berlin.de/solarzentrumberlin/informationsmaterial

Podcasts:

www.solarwende-berlin.de/solarzentrumberlin/podcast

virtuelle Ausstellung:

www.solarzentrum-interaktiv.de



SolarZentrum Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 22 66 63 00

info@solarzentrum.berlin

www.solarzentrum.berlin

Ausführliche Beratungen sind nach Vereinbarung eines persönlichen Beratungstermins möglich.

telefonische Erreichbarkeit:

Di.: 9:00 – 17:00, Mi. u. Do.: 9:00 – 15:00

Pers. vereinbarte Termine:

Mo. – Fr. 9:00 – 17:00



Anhang

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEG EM	Einzelmaßnahmen
BEG WG	Wohngebäude
BEK 2030	Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030
BTB	Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin (Fernwärmebetreiber)
BzA	Bestätigung zum Antrag
EFH	Einfamilienhaus
EnEG	Energieeinsparungsgesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EPS	Expandierter Polystyrolschaum
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
GEG	Gebäudeenergiegesetz
IBB	Investitionsbank Berlin
iSFP	individueller Sanierungsfahrplan
JAZ	Jahresarbeitszahl
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
PUR/PIR	Polyurethan-Hartschaum
PV-Anlage	Photovoltaik-Anlage
PVT-Module	Photovoltaik- und Solarthermie-Hybridmodule
TPB	technische Projektbeschreibung
TWE	Trinkwassererwärmung
TWW	Trinkwarmwasser
VL-Temperatur	Vorlauftemperatur
WDVS	Wärmedämmverbundsysteme
WP	Wärmepumpe
WRG	Wärmerückgewinnung
XPS	Extrudierter Polystyrolschaum

Weiterführende Informationen

Fokusthema Wärme und Kälte, dena Gebäudereport 2021:
www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-Gebaeudereport_2021_-_Fokusthema_Waerme_und_Kaelte.pdf

Zahlen, Daten, Fakten, dena Gebäudereport 2022:
www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-Gebaeudereport_2022.pdf

Keine Energiewende ohne Wärmewende, dena 2021:
www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/gebaeude/

Der Klimaschutzplan 2050 – Die deutsche Klimaschutzlangfriststrategie (2021, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit):
www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/klimaschutzplan-2050/

Sozial-ökologische Wärmewende in Berlin:
ecornet.berlin/projekt/sozial-oekologische-waermewende-berlin

Heizen in bestehenden Wohngebäuden – Wärmepumpen in Kombination mit Wärmeübergabesystemen, BDH 2021:
www.bdh-industrie.de/fileadmin/user_upload/ISH2021/Broschueren/broschuere_maerz_2021_heizen_in_bestehenden_wohngebaeuden.pdf

Projekt Kommunale Wärmewende – Wie die Wärmeversorgung in Deutschland klimafreundlich gestaltet werden kann:
www.waermewende.de

Quellenangaben Abbildungen

Fotos Titelseite

- l. o. Ina Röpcke
- r. o. Dr. Burkhard Schulze Darup, Architekt,
www.schulze-darup.de
- l. u. DGS Berlin
- r. u. Dr. Burkhard Schulze Darup, Architekt,
www.schulze-darup.de

Fotos Umschlag Rückseite

- l. o. franconiaphoto/shutterstock.com
- l. m. Deutsches Pelletinstitut, www.depi.de
- unten v. l. n. r.:
- MUTZ Ingenieurgesellschaft mbH, www.mutz.de;
- iStock.com/Wolfgang Filser;
- sol-id-ar planungswerkstatt, www.solidar-pw.de;
- CWA Cellulose Werk Angelbachtal, www.climacell.de

Fotos Inhaltsverzeichnis

- 6 franconiaphoto/shutterstock.com
- 15 Dr. Burkhard Schulze Darup, Architekt,
www.schulze-darup.de
- 18 CWA Cellulose Werk Angelbachtal, www.climacell.de
- 21 sol-id-ar planungswerkstatt, www.solidar-pw.de
- 26 Deutsches Pelletinstitut, www.depi.de
- 28 iStock.com/Wolfgang Filser

Fotos und Grafiken, Tabellen Inhalt

- /1/ Ina Röpcke
- /2/ dena-Gebäudereport 2021, S.10:
https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-GEBAEUDE-REPORT_2021_Fokusthemen_zum_Klimaschutz_im_Gebaeudebereich.pdf
- /3/ franconiaphoto/shutterstock.com
- /4/ CWA Cellulose Werk Angelbachtal, www.climacell.de
- /5/ DGS Berlin
- /6/ MUTZ Ingenieurgesellschaft mbH, www.mutz.de
- /7/ iStock.com/Wolfgang Filser
- /8/ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
- /9/ co2online, www.wegderzukunft.de,
www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/daemmung/warum-daemmen-acht-gute-gruende

- /10/ ASUE, Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.:
asue.de/enev/grafiken/spezifischer_waermebedarf_von_gebaeuden_nach_baujahr
- /11/ Werte von: www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/3761.html
www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/bilanz-2019-co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom
- /12/ Dr. Burkhard Schulze Darup, Architekt,
www.schulze-darup.de
- /13/ Architecture 2030, <https://zeroenergyproject.org/2020/06/12/does-your-insulation-have-low-embodied-carbon/>; Daten CO₂-Werte: Builders for Climate Action, 2019 White Paper: „Low-Rise Buildings as a Climate Change Solution“, Chris Magwood, 2019; <https://www.buildersforclimateaction.org/report---whiet-paper.html>
- /14/ www.energieheld.de/daemmung/ratgeber/brandschutz
- /15/ v. l. o. n. r. u.:
- CWA Cellulose Werk Angelbachtal, www.climacell.de;
- CEMWOOD GmbH, www.cemwood.de; iStock.com/SnowMann; Serhii Krot/Shutterstock.com; Robert Poorten, stock.adobe.com; iStock.com/Volodymyr Plysiuk
- /16/ MUTZ Ingenieurgesellschaft mbH, www.mutz.de
- /17/ sol-id-ar planungswerkstatt, www.solidar-pw.de
- /18/ dena-Gebäudereport 2022, S.30:
www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-Gebaeudereport_2022.pdf
- /19/ DGS Berlin
- /20/ Deutsches Pelletinstitut, www.depi.de
- /21/ Deutsches Pelletinstitut, www.depi.de;
- Energie aus Biomasse, 2. Auflage, Springer Verlag
- /22/ v. l. n. r.: Peter Gudella/Shutterstock.com
Ruta Saulyte, stock.adobe.com
iStock.com/Wolfgang Filser
- /23/ Trischberger Rupert, stock.adobe.com
- /24/ SkyLine, stock.adobe.com

Alle weiteren Abbildungen: SolarZentrum Berlin

Impressum

Herausgeber

SolarZentrum Berlin
www.solarzentrum.berlin

Ein Projekt von

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie
Landesverband Berlin Brandenburg e.V.
Erich-Steinfurth-Straße 8
10243 Berlin
www.dgs-berlin.de

gefördert durch

Berliner Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie
und Betriebe

Autoren

Laura Ferreri, Elisa Förster, Lorenz Gross, Andreas Jurack

Layout und Grafiken: Manuela Meurer, movicom

Stand: März 2023

Haftungshinweis

Die Broschüre wurde mit größtmöglicher Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt. Da Fehler jedoch nie auszuschließen sind, kann keine Gewähr für Aktualität, Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben übernommen werden. Eine Haftung der Verfasser dieser Unterlagen für unsachgemäße, unvollständige oder falsche Angaben und aller daraus entstehenden Schäden wird grundsätzlich ausgeschlossen.

Nachdruck und Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des SolarZentrum Berlin, sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.

SolarZentrum Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 22 66 63 00

info@solarzentrum.berlin

www.solarzentrum.berlin

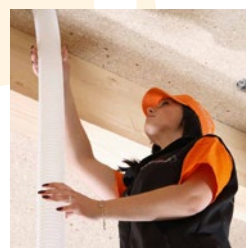
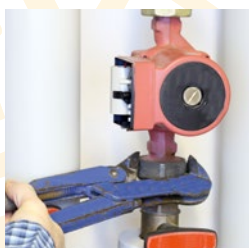
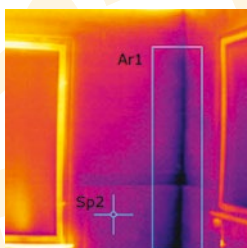
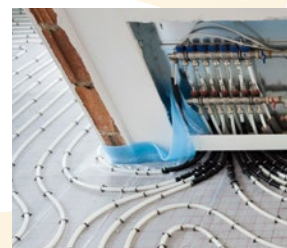
Ausführliche Beratungen sind nach Vereinbarung eines persönlichen Beratungstermins möglich.

telefonische Erreichbarkeit:

Di.: 9:00 – 17:00, Mi. u. Do.: 9:00 – 15:00

Pers. vereinbarte Termine:

Mo. – Fr. 9:00 – 17:00



Folgen Sie uns: