



werden dürfen, sondern immer als Teil eines ganzheitlichen Sanierungskonzepts. Ein Passivhaus braucht deshalb wenig Energie, weil eine hochgedämmte Gebäudehülle (ohne Lüftungswärmeverluste) mit effizienter Heizungs- und Lüftungstechnik kombiniert wird.

[©www.janssen-illustration.de](http://www.janssen-illustration.de)

Von der Bruchbude zum Passivhaus

Sanierungsmaßnahmen im Einzelnen

Aus einem alten Haus ein Gebäude im Passivhaus-Standard zu machen, ist keine einfache Aufgabe und in vielen realen Fällen auch unverhältnismäßig aufwendig.

Der Begriff „Passivhaus“ steht für einen besonders hohen energetischen Standard und soll hier als Sanierungsziel verschiedene Aspekte des energetischen Bauens thematisieren.

Ein wichtiger Aspekt ist, dass die Maßnahmen nicht einzeln betrachtet werden dürfen, sondern immer als Teil eines ganzheitlichen Sanierungskonzepts. Ein Passivhaus braucht deshalb wenig Energie, weil eine hochgedämmte Gebäudehülle (ohne Lüftungswärmeverluste) mit effizienter Heizungs- und Lüftungstechnik kombiniert wird.

Im Folgenden erhalten Sie Informationen zu den einzelnen Sanierungsmaßnahmen, die im Spiel möglich sind. Viele Informationen sind auch im Booklet enthalten, das den Spielern / Spielgruppen die zur Auswahl stehenden Möglichkeiten vorstellt.

Die Auswahlmöglichkeiten gliedern sich in energetische Sanierung der Gebäudehülle, Modernisierung der Gebäudetechnik und Modernisierungsmaßnahmen.

Inhaltsverzeichnis

Gebäudehülle.....	2
U-Wert.....	2
Dämmstoffe.....	2
Ökobilanz.....	2
Kosten.....	2
Bauteile.....	3
Gebäudetechnik.....	3
Heizung.....	3
Lüftung.....	5
Solare Wärme.....	5
Solarer Strom.....	5
Modernisierung.....	5



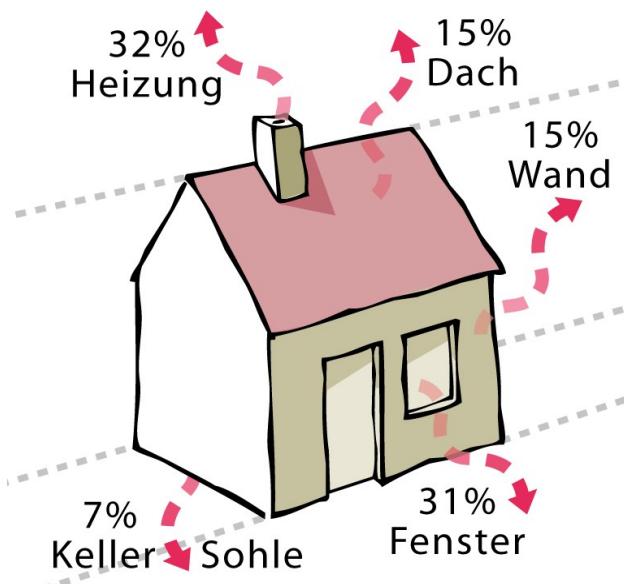
Gebäudehülle

Über die **Gebäudehülle** geht Wärmeenergie entweder durch die Bauteile selbst oder durch Luftundichtigkeiten verloren. Um einen Vergleichswert für die Wärmeverluste der einzelnen Bauteile Dach, Wand, Fenster oder Kellerdecke aufgrund von **Wärmeleitung** zu erhalten, betrachtet man die **U-Werte**, da sie Aufschluss über die Wärmeleitfähigkeit geben. Luftundichtigkeiten der Bauteile werden bei der Wärmebedarfsberechnung pauschal berücksichtigt.

U-Wert

Der **U-Wert**, auch **Wärmedurchgangskoeffizient** genannt, gibt den gesamten Wärmeenergietransport von der Luft im Innenraum durch das **Bauteil** hindurch bis zur Außenluft an. Dabei wird innerhalb des **Bauteils** die Wärme mittels **Wärmeleitung** übertragen, während der Übergang an den Bauteiloberflächen zur Luft durch **Wärmestrahlung** und **Konvektion** erfolgt.

Je kleiner der **U-Wert** desto besser die thermische Qualität des **Bauteils**.



© www.janssen-illustration.de

Dämmstoffe

Für die unterschiedlichen **Sanierungsmaßnahmen** stehen drei oder auch vier unterschiedliche Maßnahmen zur Auswahl. Die Vorauswahl berücksichtigt die Einsetzbarkeit in dem zu dämmenden Bereich. Für das Dach kommen andere Dämmstoffe in Frage als für die Kellerdecke oder die Wand. Bei der Vorauswahl kommen sowohl die konventionellen, kostengünstigen Baustoffe als auch alternative Baustoffe aus nachwachsenden **Rohstoffen** oder Recyclingmaterial vor. Die Materialien unterscheiden sich in ihrem **U-Wert**, in der **Ökobilanz** und den Kosten. Die Auswahl von ökologisch weniger belastenden Baustoffen schlägt sich durch einen Zusatzfaktor auf die Klimapunkte nieder.

Ökobilanz

Welchen ökologischen Fußabdruck haben die Materialien? Unter **Ökobilanz** wird zusammengefasst, wie viel Energie bereits in die Produktion des Baustoffs investiert werden musste (**Graue Energie**), die während des Lebenszyklus des Baustoffs erzeugten klimaschädlichen Emissionen (**CO₂-Äquivalent**) und die Nachhaltigkeit der Entsorgung (Recyclierbarkeit).

Kosten

Die Preise der **Sanierungs-** und **Modernisierungsmaßnahmen** orientieren sich an realen Preisen (Stand 2025). Im Programm kann die Inflationsrate verändert werden. Um die Komplexität der Aufgabenstellung zu reduzieren, haben wir in der Grundeinstellung die Inflationsrate auf 0% gesetzt, so dass die im Booklet angegebenen Preise auch noch in der fünften Runde (nach 25 Jahren) unverändert sind.

Ist eine realistische Inflationsrate gewünscht, kann der Spielleiter diese individuell bei den Spieleinstellungen vornehmen.



Bauteile

Dach

Über das Dach geht im Mittel 15 % der Wärmeenergie verloren. Für eine Dachdämmung eines klassischen Satteldachs – wie in unserem Fall - kann Dämmung zwischen die **Dachsparren** eingebracht werden. Wenn die **Sparrenhöhe** nicht ausreichend für die gewünschte Dämmstärke ist, wird entweder von unten – also im Dachraum – oder von oben zusätzlich gedämmt. Die Ergänzung der Dämmung von oben erfordert die Neueindeckung des Daches.



© EnergieBauZentrum
Zwischensparrendämmung

Fassade

Das Haus von Onkel Konstantin ist ein Putzbau. Daher kommt als Fassadendämmung ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) in Frage. Darunter versteht man eine Dämmenschicht in Kombination mit einer Gewebearmierung als Putzträger und eine geeignete Putzschicht. Es muss nicht zwangsläufig das gängige Polystyrol (aufgeschäumtes Erdölprodukt sein) als Dämmstoff sein, auch hier gibt es ökologische Alternativen.

Fenster

Über schlecht isolierte Fenster geht ebenfalls sehr viel Wärmeenergie (ca. 31%) verloren. Einfachverglasung hat im Prinzip keine Dämmwirkung. Bei Mehrfachverglasung wird der Dämmeffekt über die Luftzwischenräume zwischen den Glasscheiben und eine Wärmeschutzbeschichtung des Glases erzielt. Darüber hinaus muss auch der Fensterrahmen gut isoliert sein und der Randverbund (Abstandshalter der Scheiben) sollte möglichst schlecht wärmeleitend sein.

Um aus unserem Erbstück ein Passivhaus machen zu können, haben wir die Möglichkeit, einen **Wintergarten** anzubauen. Über einen Wintergarten mit Südausrichtung können solare Gewinne durch die großen Glasflächen erzielt werden. Die Wärme, die so gewonnen wird, kann von massiven Wand- und Bodenflächen gespeichert werden und in der Nacht wieder abgegeben werden. Da bei einem Wintergarten aufgrund des Treibhaus-Effekts mehr Energie eingefangen als abgegeben wird, dient er als Wärmepuffer. Ein Wintergarten wird aber nicht zwangsläufig geplant, wenn ein Gebäude einen Passivhausstandard erreichen soll, große Südfenster sind jedoch hilfreich.

Kellerdecke

In den meisten Fällen sind Keller unbeheizt. In Altbauten sind die Kellerdecken nicht oder nur unzureichend wärmegedämmt. Dadurch ist das Erdgeschoss unbequem und fußkalt und die Wärmeverluste in den unbeheizten Kellern sind hoch. Die Kellerdecke kann nachträglich von oben oder unten gedämmt werden, sie von oben zu dämmen, geht aber mit einem hohen Aufwand einher. Meistens ist es daher praktikabler, sie von unten zu dämmen. Herausfordernd können Elektro- und Wasserleitungen oder Leitungen der Heizungsanlage sein.

Gebäudetechnik

Heizung

Die vorhandene Gasheizung arbeitet mit einem Wirkungsgrad von nur 87% ineffizient. Aufgrund ihres Alters ist mit einem zeitnahen Defekt zu rechnen, ein baldiger Austausch sorgt für Versorgungssicherheit. Im Spiel stehen effiziente Heizungssysteme und Heizungen, die mit regenerativen Energien arbeiten, zur Wahl



© EnergieBauZentrum
Kellerdecke von unten gedämmt

- Brennwertheizung**

Die **Brennwertheizung** ist Stand der Technik für fossile Heizungen. Sie können aus der Abwärme der Abgase zusätzlich Energie gewinnen, daher sind sie vergleichsweise effizient. Ein weiterer Vorteil ist, dass



© EnergieBauZentrum



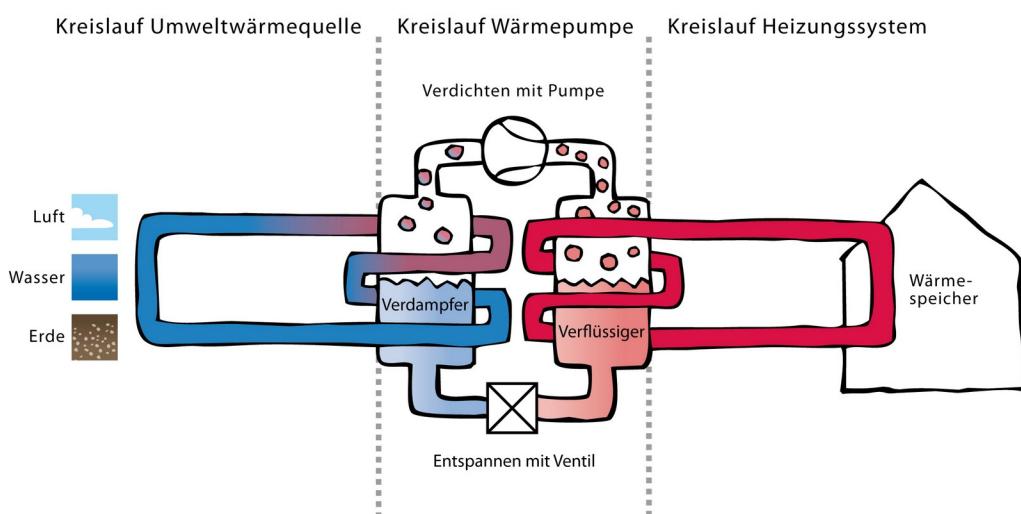
Brennwertheizungen klein sind und der Betrieb sauber ist. **Brennwertheizungen** sind in der Installation vergleichsweise günstig, allerdings nutzen sie keine erneuerbaren Energien. Man ist also maximal abhängig von Energieimporten und politischen Risiken ausgesetzt. Durch die CO₂-Bepreisung wird das Heizen zusätzlich verteuert.

- Pelletheizung**

Die **Pelletheizung** nutzt Holzpellets als Energieträger und ist damit klimaneutral. Nachteil ist, dass die **Pelletheizung** einen Raum als Pelletlager benötigt und damit viel Platz braucht. Zudem sind sie fehleranfälliger als herkömmliche Heizungsanlagen oder Wärmepumpen. Außerdem steigen die Preise der Holzpellets aufgrund der gestiegenen Nachfrage.

- Wärmepumpe**

Eine **Wärmepumpe** funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie ein Kühlschrank – nur „andersherum“. Im **Wärmepumpenkreislauf** befindet sich ein Kältemittel (z.B. Propan), das schon bei sehr geringen Temperaturen verdampft. Das geringe Temperaturniveau der Umweltwärme aus Luft, Wasser oder Erdreich genügt, um das Kältemittel dampfförmig werden zu lassen (**Wärmetauscher** = Verdampfer). Wenn der Dampf stark verdichtet wird (Kompressor oder Wärmepumpe) wird er deutlich wärmer und kann so die erforderliche Wärme für den Heizkreislauf bieten.



© www.janssen-illustration.de

Es gibt unterschiedliche **Wärmepumpen**, die gebräuchlichste ist die Luft-Wasser-Wärmepumpe. Sie nutzt die Umweltwärme aus der umgebenden Außenluft zur Hausbeheizung. Zu beachten ist, dass zum Betrieb des Kompressors elektrischer Strom genutzt wird. Je ökologischer dieser Strom ist, desto umweltfreundlicher ist das System. Idealerweise wird die Wärmepumpe mit einer PV-Anlage kombiniert.

Ein Gebäude, das gut gedämmt ist, hat einen sehr viel geringeren **Heizwärmebedarf**, somit kann die Heizungsanlage kleiner dimensioniert sein und verbraucht damit auch weniger Energie. In der Praxis ist es daher sinnvoll, erst nach der Dämmung der **Gebäudehülle** die Heizungsanlage zu erneuern.

Die **Wärmepumpe**, die ausgewählt werden kann, ist eine Luft-Wasser-Wärmepumpe. Sie nutzt also Umweltwärme aus der Außenluft. Der Strom, der für den Betrieb der Pumpe, benötigt wird, ist in unserem Fall Netzstrom, es entsteht daher weiterhin ein gewisser Primärenergiebedarf. Dieser Primärenergiebedarf kann mittels Ökostromtarif oder eigene PV-Lage reduziert werden.



Lüftung

Zugige Fugen bei der **Gebäudehülle** zu vermeiden, macht energetisch sehr viel Sinn. So werden ungewollte, unkontrollierbare Lüftungswärmeverluste vermieden. Auf der anderen Seite heißt das, dass man einen notwendigen Luftwechsel „organisieren“ muss. Unter freier Lüftung versteht man, dass der Luftaustausch über Fensteröffnungen erfolgt. Das ist oft schon wegen der Lärmbelastung unangenehm. Freie Fensterlüftung muss recht diszipliniert durchgeführt werden, was oft nicht durchzuhalten ist.

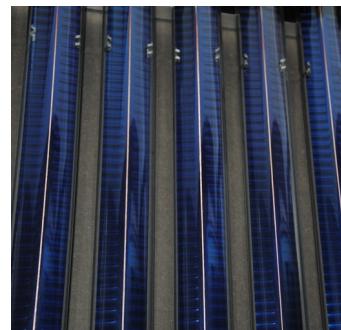
Daher empfiehlt sich bei gut gedämmten Gebäuden häufig eine kontrollierte **Lüftungsanlage**. Wenn zusätzlich ein **Wärmetauscher** vorgesehen wird, können bis zu 95 % der Wärme der verbrauchten Luft an die kalte Frischluft abgegeben werden.

Klassenräume, die mit ca. 30 Personen besetzt sind, brauchen einen zweifachen Luftwechsel je Stunde. Das bedeutet, dass die komplette Raumluft alle 30 Min. ausgetauscht werden sollte.

Solare Wärme

Meist werden **Solarthermieanlagen** zur Unterstützung der Warmwasserbereitung genutzt. Dabei wird die gewonnene Wärme über einen **Wärmetauscher** an das Wasser im Warmwasserspeicher abgegeben.

Wenn die Anlagen größer dimensioniert sind, kann zusätzlich auch Wärme an den Heizkreislauf abgegeben werden. Durch den jahreszeitlich unterschiedlichen Bedarf an Warmwasser (ganzjährig) und Heizungswärme (Winterhalbjahr) und die besonders effektive Ausnutzung der Solarenergie in den Sommermonaten kann auf eine Nacherwärmung des Warmwassers im Sommer verzichtet werden. Eine gute Strategie ist es, durch Dämmung der **Gebäudehülle** zuerst den **Heizwärmebedarf** zu senken, bevor man in eine Solaranlage investiert.



@ EnergieBauZentrum

Solarer Strom

Photovoltaik-Anlagen können durch eine Halbleitertechnologie aus der Lichtstrahlung der Sonne Strom generieren.

Um eine effiziente Anlage zu erhalten, müssen geeignete Flächen (Süd- oder Ost-West-Ausrichtung, Verschattungsfreiheit, etc.) gefunden werden. In unserem Fall kann eine Kleinstanlage in Form eines Stecker-Solargeräts oder eine vollwertige PV-Anlage mit einer Leistung von 10 kW, auf der südlichen Dachfläche installiert werden. Sie dient in erster Linie dem Eigenbedarf und amortisiert sich durch die eingesparten Stromkosten.

Modernisierung

Im Gegensatz zu energetischen **Sanierungsmaßnahmen** dienen **Modernisierungsmaßnahmen** lediglich dem Komfort und Werterhalt des Gebäudes. Sie wirken sich nicht auf den Energieverbrauch und die **Betriebskosten** aus. Ein Austausch der veralteten Hauselektrik und Wasserinstallation macht aus Sicherheitsgründen und Gesundheitsaspekten Sinn und wirkt sich auf den Hauswert aus.