



© [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**.

### Inhalt

GEBÄUDEHÜLLE .....	2
U-Wert.....	2
Dämmstoffe.....	2
Ökobilanz .....	2
Kosten .....	2
Bauteile .....	3
Dach.....	3
Fassade .....	3
Fenster.....	3
Sohle.....	3
GEBÄUDETECHNIK.....	4
Heizung.....	4
Lüftung .....	5
Solare Wärme.....	5
Solarer Strom.....	5
MODERNISIERUNG.....	5





## Gebäudehülle

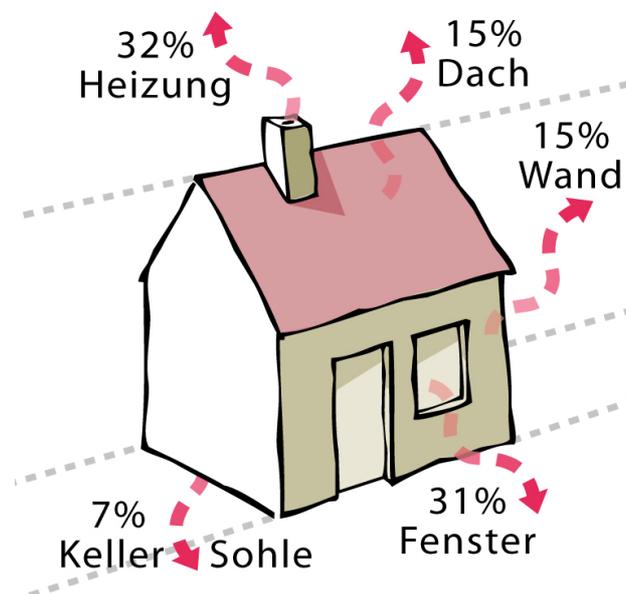
Über die **Gebäudehülle** geht Wärmeenergie entweder durch die Bauteile selbst oder durch Luftundichtigkeiten verloren. Um einen Vergleichswert für die Wärmeverluste der einzelnen Bauteile Dach, Wand, Fenster oder Sohle aufgrund von **Wärmeleitung** zu erhalten, betrachtet man die **U-Werte**, da sie 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 Wärmeenergie-transport 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**.

(s. auch „Bauen und Klimaschutz – Schulbaustelle als Lernorte“ Lernmodul „**Bautechnik** / Bauphysik/ U-Wert\_A“)



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

### Dämmstoffe

Für die unterschiedlichen **Sanierungsmaßnahmen** stehen drei oder auch vier unterschiedliche Dämmstoffe zur Auswahl. Die Vorauswahl berücksichtigt die Einsetzbarkeit in dem zu dämmenden Bereich. Für das Dach kommen andere Dämmstoffe in Frage als für die Sohle 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 (**CO<sub>2</sub>-Äquivalent**) und die Nachhaltigkeit der Entsorgung (Recyclierbarkeit).

### Kosten

Die Preise der **Sanierungs-** und **Modernisierungsmaßnahmen** orientieren sich an realen Preisen (Stand 2013). 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 50 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. (s. auch „Bauen und Klimaschutz – Schulbaustelle als Lernorte“ Lernmodul „**Bautechnik** / Baukonstruktion / Dach\_SI“)



© SchulBaustelle Klima  
Zwischensparrendämmung



© SchulBaustelle Klima  
WDVS – Dämmung vor Putzauftrag

### Fassade

Das Haus von Onkel Konstantin ist ein Putzbau. Daher kommt als Fassadendämmung ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) in Frage. Darunter versteht man eine Dämmschicht 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.

(s. auch „Bauen und Klimaschutz – Schulbaustelle als Lernorte“ Lernmodul **Bautechnik\_11\_Außenwand\_SI**)

### 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 erzielt. Darüber hinaus muss auch der Fensterrahmen gut isoliert sein und der Randverbund dicht.

(s. auch „Bauen und Klimaschutz – Schulbaustelle als Lernorte“ Lernmodul „**Bautechnik\_11\_Fenster\_Türen\_SI**“)

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 Treibhauseffekts 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.



© SchulBaustelle Klima  
Kunststofffensterprofil mit Dreifachverglasung



© SchulBaustelle Klima  
Sohlendämmung bei Anbau

### Sohle

Die Sohlplatte ist die unterste Bodenplatte eines Hauses. In den meisten Fällen wird die Sohle nachträglich von oben gedämmt (Maßnahme Sohlendämmung 5cm). Bauphysikalisch besser wäre es, sie von der Außenseite – also von unten - zu dämmen. Dafür muss dann die komplette Sohlplatte ausgebaut und nach Einbau der wasserdichten Dämmung (Perimeterdämmung) wieder eingebaut werden (Maßnahme Sohle 14 oder 22 cm). Der Aufwand schlägt sich natürlich im Preis nieder.

(s. auch „Bauen und Klimaschutz – Schulbaustelle als Lernorte“ Lernmodul „**Bautechnik\_11\_Keller\_Sohle\_SI**“)





## Gebäudetechnik

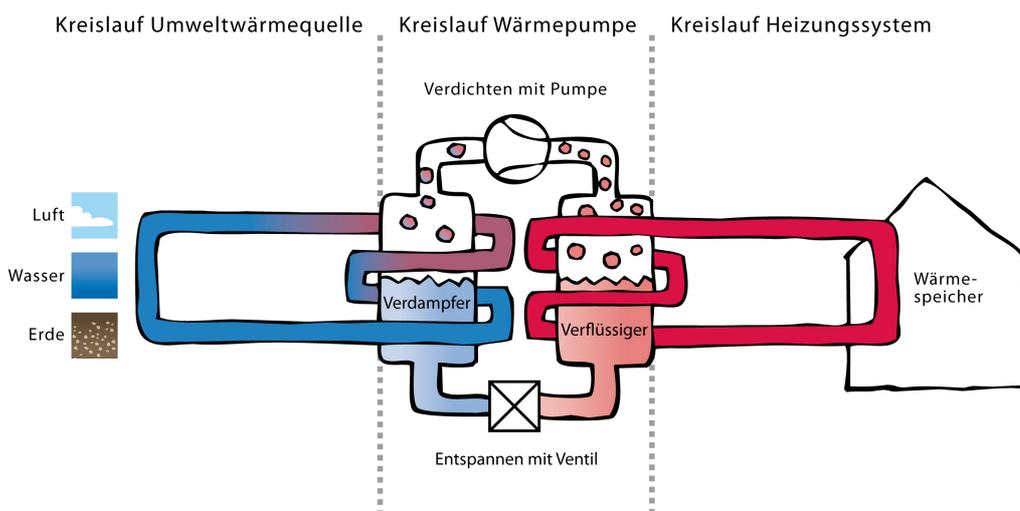
### Heizung

Die vorhandene Ölheizung arbeitet mit einem Wirkungsgrad von nur 60% sehr ineffizient. Auch nach der **Energieeinsparverordnung (EnEV)** sind Hauseigentümer angehalten, veraltete Heizungsanlagen auszutauschen. Im Spiel stehen effiziente Heizungssysteme und Heizungen, die mit regenerativen Energien arbeiten, zur Wahl. („Bauen und Klimaschutz – Schulbaustellen als Lernorte“ Lernmodul „Gebäudetechnik\_14\_Heizsysteme\_SI“).

- Brennwertheizung:**  
 Die **Brennwertheizung** ist zurzeit die gängige Technik. Der Vorteil der Brennwerttechnik ist, dass die Abwärme der Abgase genutzt wird. Auf diese Weise kann man mit einem Brennwertkessel einen Wirkungsgrad von an die 100 % erzielen. Ein weiterer Vorteil ist, dass Brennwertkessel klein sind und der Betrieb sauber ist. **Brennwertheizungen** sind jedoch nicht ganz billig (ca. 5.000 € nur für den Kessel). Außerdem benötigen sie große Heizflächen (z.B. Fußbodenheizung), um mit niedrigen Temperaturen betrieben werden zu können und so den hohen Wirkungsgrad erzielen zu können.
- 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. 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. CO<sub>2</sub>), das schon bei sehr geringen Temperaturen verdampft. Die geringe Umweltwärme aus Luft, Wasser oder Erde reicht dafür aus, 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.



© SchulBaustelle Klima



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

Es gibt unterschiedliche **Wärmepumpen**, die gebräuchlichste ist wahrscheinlich die **Erdwärmepumpe**. Sie nutzt die Geothermie aus den Tiefen der Erde zur Hausbeheizung. Nachteil dieser Technologie ist, dass zum Betrieb die Pumpe mit Strom betrieben werden muss. Klimafreundlich ist diese Technologie also nur dann, wenn auch der Strom für die Pumpe klimaneutral erzeugt wurde. Hinzu kommt, dass diese Technik nur bei Effizienzhäusern wirtschaftlich ist.





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 **Erdwärmepumpe**. Sie nutzt also Umweltwärme aus der Erde. Der Strom, der für den Betrieb der Pumpe, benötigt wird, ist in unserem Fall Ökostrom. Auf diese Weise wird der **ressourcenschonende** Aspekt der **Wärmepumpenidee** unterstützt. Leider konnten wir im Spiel nicht berücksichtigen, dass in der Realität eine **Wärmepumpe** nur bei einem gut gedämmten Haus effektiv ist.

## Lüftung

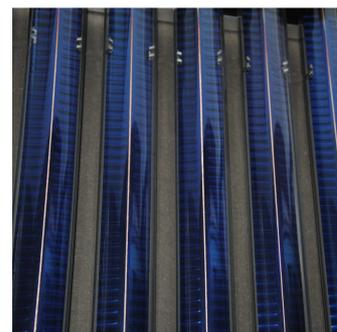
Zugige Fugen bei der **Gebäudehülle** zu vermeiden, macht energetisch sehr viel Sinn. So werden ungewollte/unkontrollierbare Lüftungswärmeverluste vermieden. Auf der anderen Seite heißt das, dass man einen notwendigen Luftwechsel „organisieren“ muss. Unter freier Lüftung versteht man, dass der Luftaustausch 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 90% 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. (s. auch „Bauen und Klimaschutz – Schulbaustelle als Lernorte“ Lernmodul „**Gebäudetechnik\_14\_Frischluft\_SI**“)

## 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.



(s. auch [www.agenturschulbaustelleklima.de](http://www.agenturschulbaustelleklima.de) Download (mit Anmeldung) „iBauLex\_ **Gebäudetechnik** –Spot Solarthermie“)

## Solarer Strom

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

Um eine effiziente Anlage zu erhalten, müssen geeignete Flächen (Südausrichtung, Verschattungsfreiheit, etc.) gefunden werden. In unserem Fall kann eine PV-Anlage von 12 oder 36 qm auf der südlichen Dachfläche installiert werden. Sie dient in erster Linie dem Eigenbedarf und amortisiert sich durch die eingesparten Stromkosten bereits nach 10 Jahren.

(s. auch [www.agenturschulbaustelleklima.de](http://www.agenturschulbaustelleklima.de) download (mit Anmeldung) „iBauLex\_ **Gebäudetechnik** –Spot **Photovoltaik**“)

## 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.

