



Stadt  
Hauzenberg  
Granitstadt  
Luftkurort

# ENERGIEFIBEL

Für private Bauherren



## ENERGIEFIBEL DER STADT HAUZENBERG

RATSCHLÄGE FÜR  
ENERGIEEFFIZIENTES  
& RESSOURCENSCHONENDES  
BAUEN & RENOVIEREN



# Vorwort | Regierung von Niederbayern

Niederbayern ist in Sachen erneuerbarer Energien Vorreiter. 80 Prozent unseres Stromverbrauchs sind durch sie gedeckt. Damit haben wir rein rechnerisch den höchsten Anteil an erneuerbaren Energien am Gesamtstromverbrauch in Bayern. Dennoch gibt es noch viel zu tun!

Der Klimawandel schreitet voran und seine Folgen werden unser Leben in den nächsten Jahren immer stärker beeinflussen. Fossile und nukleare Brennstoffe sind endlich und können nicht unsere Zukunft sein. Es ist höchste Zeit, die Energiewende voranzutreiben.

Nicht nur große Unternehmen und Wirtschaftsvertreter stehen in der Verantwortung, unsere Ressourcen zu schonen. Das Thema Energie- und Ressourcenwende ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, zu dessen Lösung jeder einzelne etwas beitragen kann.

Ob Wind, Wasser, Solar, Biomasse oder Erdwärme - es gibt viele Möglichkeiten zur nachhaltigen Energiegewinnung. Die vorliegende Umweltfibel gibt Ihnen wertvolle Informationen an die Hand, indem sie energieeffiziente Bauweisen, Energiestandards und Heizsysteme neutral miteinander vergleicht.

Informieren Sie sich und setzen Sie sich für die Energiewende ein!  
Das ist Ihr Beitrag, damit Sie und folgende Generationen auch in Zukunft ein gutes Leben führen können.



**Rainer Haselbeck**  
Regierungspräsident





## Liebe Bürgerinnen, liebe Bürger der Stadt Hauzenberg,

nach einer langen Phase der Skepsis ist die Energie- und Klimaproblematik nun endlich in der breiten Öffentlichkeit angekommen und akzeptiert. Nun gilt es Lösungen für den fortschreitenden Klimawandel zu finden und umzusetzen. Ohne die Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger wird es jedoch nicht möglich sein, die Energiewende in Deutschland voranzutreiben. Um die Energiewende erfolgreich umzusetzen, sollte dort angesetzt werden, wo die größten Einsparpotenziale liegen und diese wirtschaftlich und nachhaltig erschlossen werden können.

Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei auf dem Gebäudesektor, in welchem ein immenser Teil der Endenergie in Deutschland verbraucht wird. Ziel ist es, durch eine Reduzierung des Energiebedarfs und die verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energien die Umwelt zu entlasten, weniger CO<sub>2</sub> zu produzieren und den Bedarf an fossilen Brennstoffen zu verringern. Ebenso ist es wichtig, das Verbraucherverhalten an die sich ändernden Bedingungen anzupassen.

Die Stadt Hauzenberg hat es sich zum Ziel gesetzt, die Potenziale zur Einsparung von Energie zu nutzen und zur Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes dauerhaft in allen Liegenschaften beizutragen. Doch nicht nur in öffentlichen Einrichtungen sollte auf Energieeffizienz geachtet werden.

**Gudrun Donaubaer**  
Erste Bürgermeisterin  
der Stadt Hauzenberg





# THEMEN

Vor dem Bau 1

Bauweisen 2

Wärme -, Heizungstechnik 3

Wärmeübergabesysteme 4

Elektrotechnik 5

Lüftungstechnik 6

Raumklima, Behaglichkeit 7

Ökologie, Ressourcenschonung 8

# Inhalt

Seite

Die Stadt Hauzenberg.....	3
Einleitung.....	8
Gesetzliche Rahmenbedingungen EU / National.....	10

## 1 Vor dem Bau

1.1	Bebauungsplan.....	12
1.2	Energetische Anordnung und Himmelsausrichtung der Räume.....	12
1.3	Flächenverbrauch.....	16

## 2 Bauweisen

2.1	Grundlagen und Definitionen.....	18
2.2	Ziegelmassivbau.....	20
2.3	Holzrahmenbau.....	21
2.4	Sonderformen.....	22

## 3 Wärme-, Heizungstechnik

3.1	Pelletheizung.....	26
3.2	Hackschnitzelheizung.....	28
3.3	Wärmepumpen.....	29
3.4	Solarthermie und aktive Solarnutzung.....	31
3.5	Scheitholzvergaserkessel und Stückholzkessel.....	32
3.6	Grundofen.....	32
3.7	Fernwärme.....	33
3.8	Gastherme.....	34
3.9	Warmwasserversorgung.....	35
3.10	Fazit.....	35

## 4 Wärmeübergabesysteme

4.1	Strahlung und Konvektion.....	36
4.2	Radiatoren und Heizkörper.....	37
4.3	Fußbodenheizung.....	38
4.4	Wandheizung.....	39

## 5 Elektrotechnik

5.1	Beleuchtung.....	40
5.2	Photovoltaik.....	43
5.3	Elektroladesäulen.....	44

<b>6</b>	<b>Lüftungstechnik</b>	
6.1	Lüftung.....	45
<b>7</b>	<b>Raumklima, Behaglichkeit</b>	
7.1	Raumtemperatur.....	47
7.2	Luftfeuchtigkeit.....	48
7.3	Heizungsklima.....	50
<b>8</b>	<b>Ökologie, Ressourcenschonung</b>	
8.1	Baustoffinformationssysteme.....	52
8.2	Zertifikate.....	53
8.3	Regionale Baustoffe, regionale Firmen.....	54
	Förderungen.....	54
	Nützliche Links.....	56
	Abbildungsverzeichnis.....	57

## Neueste Ausgabe der Energiefibel auch online! Immer verfügbar, immer aktuell!

Die Energiefibel finden Sie auch online auf der Website [www.energiefibel.de](http://www.energiefibel.de). Sie finden zu jedem Kapitel einen QR-Code, der Sie direkt auf die entsprechende digitale Seite führt. Die Online-Ausgabe wird in regelmäßigen Intervallen aktualisiert und enthält die aktuellsten Informationen zu Energieeffizienz und Ressourcenschonung rund ums Bauen - Reinschauen lohnt sich!



# Einleitung

Ein Eigenheim zu planen ist keine leichte Aufgabe. Ständig sind Entscheidungen zu treffen, deren langfristige Folgen sich nicht immer sofort überblicken lassen. Dabei fühlt man sich als Bauherr schnell erschlagen von der Vielzahl der Möglichkeiten: Welche Baumaterialien? Ziegel oder Holz? Welche Heizung? Und was ist mit der Farbgestaltung? Diese Fibel soll Ihnen die wichtigsten dieser Fragen beantworten und die Vor- und Nachteile verschiedener Bauweisen und Bauelemente aufzeigen.

Im Dezember 2015 fand die Pariser Klimakonferenz statt. Eine Jahr später hat die Bundesregierung im Klimaschutzplan beschlossen, dass bis zum Jahr 2030 die Treibhausgas-Emissionen um mindestens 55 % gegenüber 1990 gemindert werden müssen. Bis zum Jahr 2050 sollte diese Minderung 80 - 95 % betragen – speziell im Gebäudesektor wurde für diesen Zeitpunkt vollständige Klimaneutralität als Ziel gesetzt. Diese angestrebte Senkung der Emissionen ist von zentraler Bedeutung für das Vorhaben, den globalen Temperaturanstieg auf unter 2 °C zu halten.

## **Der Freistaat Bayern hat für seinen Klimaschutzplan folgende Ziele definiert:**

- Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen: Bis 2021 sollen 50 % des elektrischen Stroms aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden (70 % bis 2025).
- Senkung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen: Bis 2020 sollen diese auf deutlich unter 6 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Kopf und Jahr reduziert werden (5,5 Tonnen bis 2025).
- Reduzierung des Wärmebedarfs: Bis 2021 soll der Wärmebedarf von Gebäuden um 20 % und der industrielle und gewerbliche Prozesswärmebedarf um 15 % gesenkt werden.

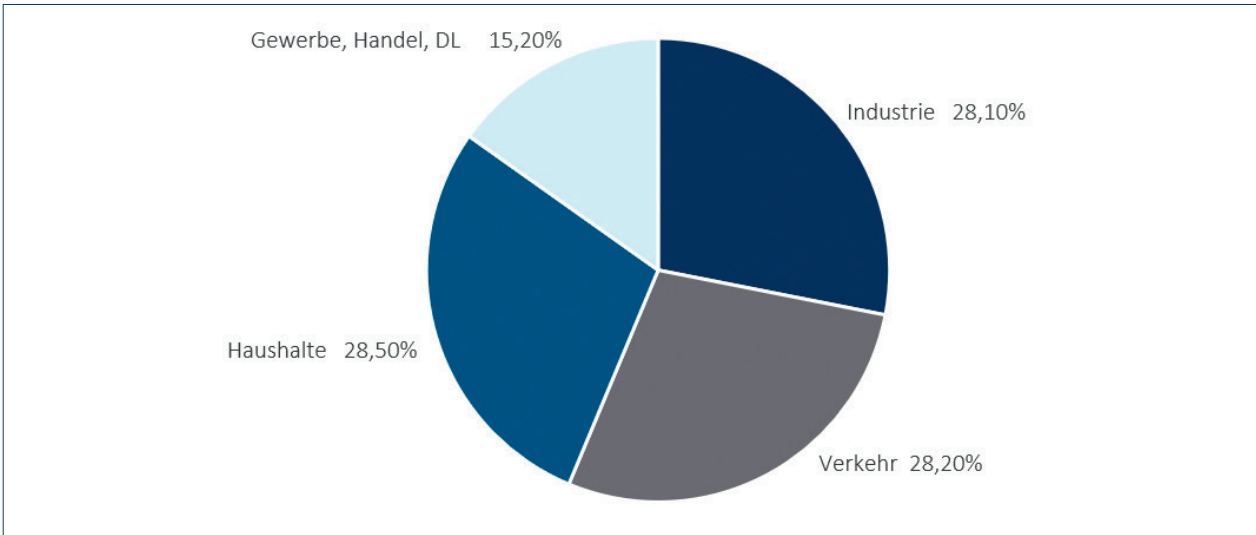
Das wohl bekannteste Treibhausgas CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) entsteht vor allem bei der Erzeugung von Strom durch unsaubere Quellen wie Kohlekraftwerke, bei der Beheizung von Gebäuden, durch Flugzeugverkehr, Massentierhaltung und unreflektierten Konsum. CO<sub>2</sub> verbleibt im Durchschnitt 120 Jahre lang in der Atmosphäre. Als weitere Folge der konstanten Klimaerwärmung durch Treibhausgase gelten verheerende Wetterphänomene und Naturkatastrophen sowie das Ansteigen der Meeresspiegel, das viele Regionen entlang des Äquators für Menschen unbewohnbar macht.

Ein möglichst energieeffizientes Haus spart nicht nur Stromkosten ein, sondern leistet durch seine günstige CO<sub>2</sub>-Bilanz auch einen wertvollen Beitrag zum Umweltschutz. Für Bauherren ist es daher nur logisch, mit wohl überlegten Entscheidungen die Energieeffizienz ihres Bauprojekts zu optimieren. Zu diesen Entscheidungen gehört beispielsweise die Herkunft der Baumaterialien. Lange, umweltbelastende Transportwege für Tropenholz aus Südamerika lassen sich vermeiden, wenn sich der Bauherr stattdessen für Holz aus der Region entscheidet. Fensterrahmen aus Aluminium weisen im Vergleich zu Holzfenstern einen 7-8 mal höheren Energieaufwand bei der Herstellung auf. Handwerker aus der Umgebung haben kürzere Anfahrtswege und sind somit bei Problemen auch schneller vor Ort. In dieser Energiefibel finden Sie viele ähnliche Beispiele. Häuser werden als bleibende Investition an die nächsten Generationen weitergegeben – und wer möchte seinen Kindern schon eine finanzielle Last weitervererben? In privaten Haushalten entfallen 85 - 90 % des Energieverbrauchs auf die Heizung (Wärmeversorgung) und Warmwasserbereitstellung. Die Wärmeenergie spielt daher eine entscheidende Rolle beim Energieverbrauch.



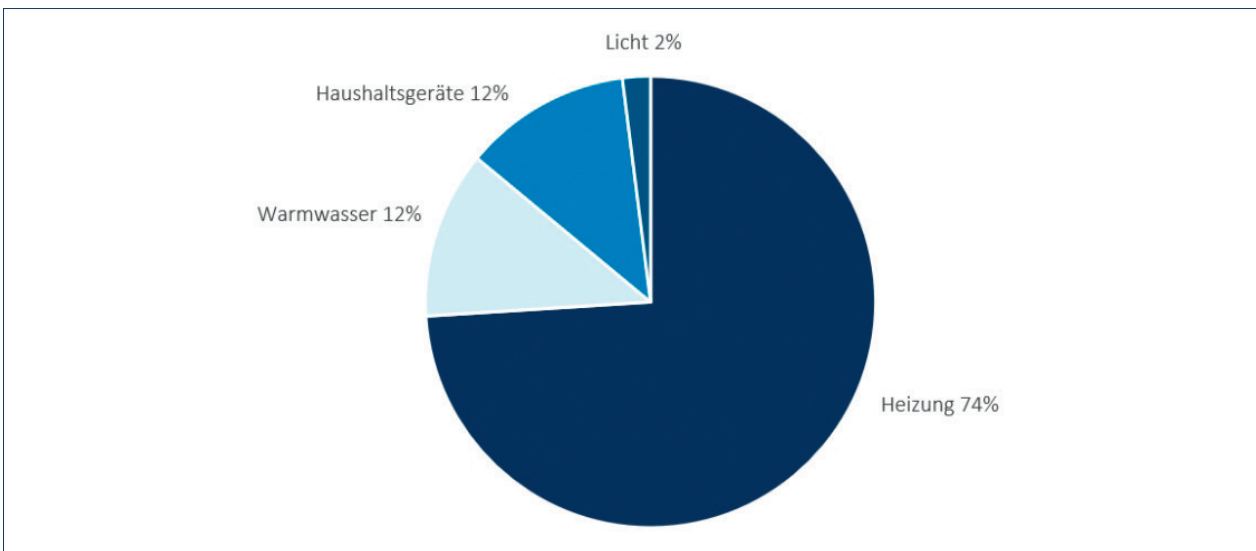
Um die Konzentration der Treibhausgase auf einem verträglichen Niveau zu stabilisieren und der Umwelt keinen unnötigen Schaden zuzufügen gilt es für private Häuser, folgende 3 Hauptpunkte zu beachten:

- Minimierung des Wärmebedarfs
- Bereitstellung der benötigten Wärme aus besonders energieeffizienten und regenerativen Quellen
- Ressourcenschonendes Bauen und Wohnen



**Abb. 1: Energieverbrauch deutscher Haushalte**

Vergleicht man den Gesamtenergieverbrauch in Deutschland, wird ersichtlich, dass der Bedarf der Haushalte mit ca. 28 % auf gleicher Ebene mit den Sektoren Industrie und Verkehr steht.



**Abb. 2: Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs Deutschlands**

Um privaten Bauherren einen Überblick über die Möglichkeiten des energiesparenden und ressourcenschonenden Bauens und Renovierens zu ermöglichen, zeigt Ihnen diese Energiefibel einige Vorschläge über technisch mögliche Systeme des Bauens und Heizens auf. Wir sind heute an einem Wendepunkt angelangt, an welchem es gilt, jetzt zu handeln, um kommenden Generationen keine Folgelasten zu hinterlassen und ihnen stattdessen ein Leben in einer intakten Natur zu erlauben.

# Gesetzliche Rahmenbedingungen im Überblick (EU/National)

## Artikel 20a GG (Klimaschutz)

Laut Grundgesetz obliegt dem Staat die Aufgabe, sorgsam mit den vorhandenen Lebensgrundlagen umzugehen: „Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßgabe von Gesetz und Recht durch die vollziehende Gewalt und die Rechtsprechung.“

Die Bewahrung von Umwelt und Klima ist also grundlegender staatlicher Auftrag, und demnach auch die damit verbundene Einsparung und effiziente Nutzung von Energie. Klimaschutz ist somit ein verbrieftes Grundrecht zum Schutz der Lebensgrundlage für zukünftige Generationen.

## Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderung

In diesem 1992 in New York unterzeichneten Abkommen bestätigen die Vereinten Nationen offiziell die Existenz des durch Menschen verursachten Klimawandels. In der sogenannten Klimarahmenkonvention bringen sie die Absicht zum Ausdruck, dieser Klimaveränderung und ihren negativen Folgen entgegenzuwirken.

## Das Kyoto-Protokoll

Eine 1997 getroffene Zusatzvereinbarung zum Rahmenübereinkommen der UN. Es verpflichteten sich die unterzeichnenden Industriestaaten, die Emissionen von Treibhausgasen bis zum Jahr 2020 gegenüber 1990 um 18 - 20 % zu senken.

## EU-Gebäuderichtlinie: Die Richtlinie 2010/31/EU

Diese Richtlinie des Europäischen Parlaments und Rats beschreibt, wie die Energieeffizienz von Gebäuden zu berechnen ist und welche Bedingungen dabei einzuhalten sind. Sie legt Maßnahmen zur Verbesserung der Energienutzung in Gebäuden fest; etwa Energieausweise oder die Prüfung von Heizkesseln, die nicht mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Diese Richtlinie wird von den Staaten in nationales Recht überführt. In Deutschland entstand das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) und davon abgeleitet die Energieeinsparverordnung (EnEV). In der EU-Gebäuderichtlinie von 2010 ist Folgendes festgehalten: „Neue Gebäude sind ab 2021 als Niedrigstenergiegebäude zu erstellen (Fast-Nullenergiegebäude); öffentliche Gebäude ab 2019.“

## Das Energieeinsparungsgesetz (EnEG)

Dieses Gesetz gilt seit 1976 und schreibt unter anderem die Verwendung von Wärmeschutz und energiesparender Anlagentechnik vor. Die aktuelle EnEV 2014 (s.u.) konkretisiert die Vorgaben aus dem Energieeinsparungsgesetz weiter.

## Die Energieeinsparverordnung (EnEV)

Im Kern regelt diese Verordnung die energiesparenden Aspekte von Wärmeschutz und Anlagentechnik in Gebäuden. Derzeit gültig ist die EnEV 2014; Die EnEV stellt Anforderungen an zu errichtende Gebäude, einschließlich ihrer heizungs- und raumluftechnischen Anlagen und der Warmwasserbereitung. Sie definiert Mindestanforderungen für den Wärmeschutz (durch Begrenzung des Transmissionswärmeverlustes, also den Wärmeverlust durch Wände und Fenster) und legt Maximalwerte für den Primärenergiebedarf hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Anlagentechnik fest.

## Das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Dieses 2008 verabschiedete Gesetz zur Förderung regenerativer Energien wurde 2014 aktualisiert und gilt seitdem in dieser Form. Eigentümern von neuen Gebäuden wird darin vorgegeben, zu welchem Anteil die benötigte Wärme aus erneuerbaren Energien stammen muss. Hierbei ist ein gewisser Handlungsspielraum gegeben; so lässt sich diese Maßgabe durch solare Strahlungswärme, Biomasse, Geothermie, Abwärmenutzung, Dämmung oder andere Maßnahmen erfüllen. Es kann also die individuell ökonomisch sinnvollste Lösung ermittelt und umgesetzt werden.

## Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

Hier sind Abnahme und Vergütung von rein aus erneuerbaren Energiequellen erzeugtem Strom geregelt, also Wind, Sonne (Photovoltaik), Wasser und Biomasse. Der Anteil erneuerbarer Energien an der bundesweiten Stromversorgung soll bis 2020 auf 20 % erhöht werden.



### **Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)**

2019 wird die EnEV, das EnEG und das EEWärmeG zu einem Dokument, dem Gebäudeenergiegesetz, zusammengefasst und dabei komplett überarbeitet. Über die aktuellen Gesetze und Anforderungen informiert Sie Ihr Energieberater.

# 1 Vor dem Bau



Bereits in der Konzeptionierung des Projektes Neubau / Sanierung empfiehlt es sich, im Vorfeld einen zertifizierten Energieberater einzubinden. Nähere Informationen finden Sie hierzu unter [www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de)

## 1.1 Bebauungsplan

Im Rahmen des Bebauungsplans sind gewisse Festsetzungen geregelt. Beispielsweise die Ausrichtung des Hauses und ein bestimmtes Fenster für den Aufstellort des Gebäudes auf dem jeweiligen Grundstück. Somit unterliegt der Bauherr gewissen Regeln, hat aber trotzdem einige Freiheiten.

## 1.2 Energetische Anordnung und Himmelsausrichtung der Räume

Mit einem sorgsam ausgearbeiteten Baukonzept lässt sich schon in der Planungsphase Einfluss auf den späteren Energieverbrauch und die Behaglichkeit eines neuen Hauses nehmen. Eine durchdachte Raumaufteilung schützt die Räume im Sommer vor Überhitzung – und wenn die Morgensonne direkt ins Schlafzimmer strahlt, fällt das Aufstehen gleich viel leichter. Eine optimal abgestimmte Größe spart Energie und lässt das Haus auch nach dem Auszug der Kinder nicht überdimensioniert erscheinen.

Die folgenden Ausrichtungen der Räume sollten als Vorschlag verstanden werden, sofern sich dies mit dem Grundstück und den Rahmenbedingungen vor Ort vereinbaren lässt. Je nach Wunsch oder Notwendigkeit ergibt sich eine stets individuelle Raumaufteilung und -ausrichtung nach den Himmelsrichtungen.



### Wohnräume: Südwesten/Westen

In den Nachmittags- und Abendstunden hat man dort den gewünschten Sonnenschein in den Räumen. Zudem hilft die tiefstehende Sonne bei der Erwärmung der Räume mit (passive Solarenergienutzung).

### Arbeitsräume: Süden

Durch viel Tageslicht spart man die künstliche Beleuchtung.

### Kochen, Bad: Osten

Am Frühstückstisch ist die Morgensonne erwünscht, zu den Kochzeiten mittags oder nachmittags ist eine zusätzliche Erwärmung durch Sonneneinstrahlung aber meist nicht nötig. Die Sonneneinstrahlung ins Badezimmer hingegen wird morgens meist als sehr angenehm empfunden.

### Elternschlafzimmer: Osten

Morgensonne hilft beim Aufstehen und wach werden.

### Kinderschlafzimmer: Westen

Zum Spielen und für Hausaufgaben gibt die Nachmittagssonne Licht.

### Treppenhaus, Vorratskammer, Heizraum: Norden

Ein Treppenhaus muss nicht unbedingt beheizt werden und die Lagerung von Nahrungsmitteln verlangt einen kühleren Raum.

Die wärmsten Räume sollten innen (Kernzone), die kühlen Räume und Verkehrsflächen außen angeordnet sein, wobei Räume mit gleichen Temperaturanforderungen idealerweise nebeneinander liegen. In Abbildung 3 bilden Abstellraum, Heizraum, Treppenhaus usw. eine Pufferzone nach Norden hin.

Die EnEV berücksichtigt reduzierte Energieverluste durch unbeheizte Pufferräume folgendermaßen: Während beim Referenzgebäude für Außenwände und Geschossdecken gegen Außenluft ein U-Wert von  $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$  gefordert wird, beträgt dieser bei Wänden und Decken zu unbeheizten Räumen  $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$  – also ein Viertel mehr.

Ein Beispiel für eine Raumanordnung nach Pufferfunktion zeigt folgende Grafik:

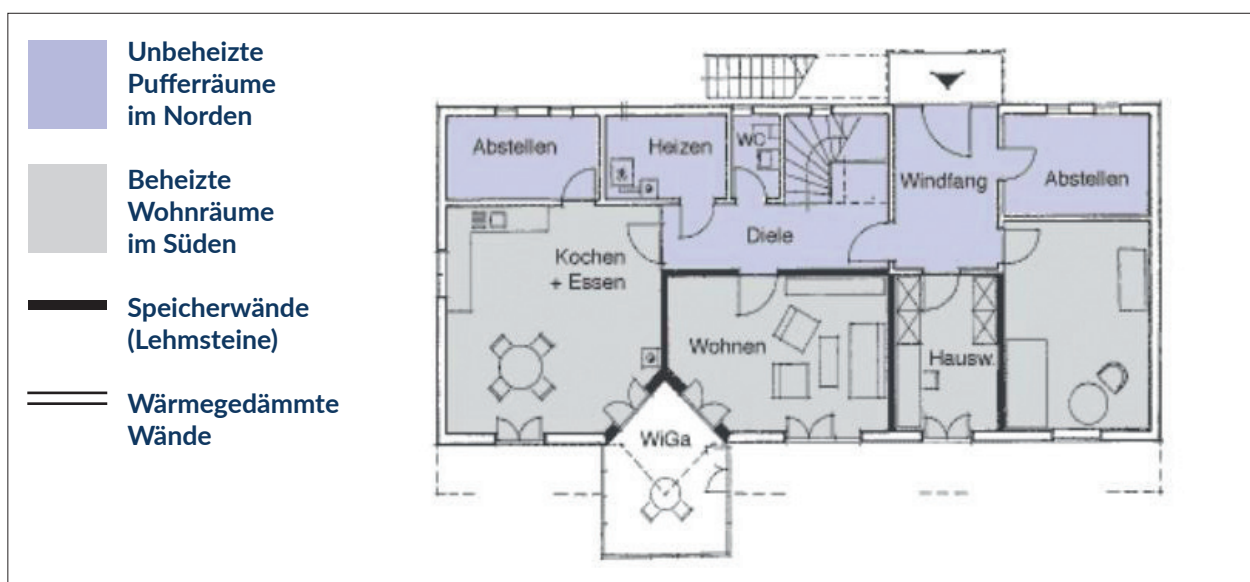


Abb. 3: Raumanordnung nach Pufferfunktion

In den Sommermonaten sollte auf eine sinnvolle Verschattung geachtet werden, um die Häuser nicht zu überhitzen. Dazu zählen neben geeigneten Materialien (Amplitudenverschiebung – siehe Materialien) z. B. auch Laubbäume, welche im Sommer durch Blätter die Fenster verschatten, während sie im Winter die Blätter abwerfen und Sonnenlicht durchlassen. Klassisch kann dies natürlich auch durch an den Fenstern angebrachte Verschattungselemente erfolgen. Bautechnisch helfen auch Balkone und größere Dachüberstände, um im Sommer die hochstehende Sonne abzuschatten. Durch den tieferen Stand der Sonne fällt im Winter dagegen mehr Licht in die Räume (siehe Skizze).

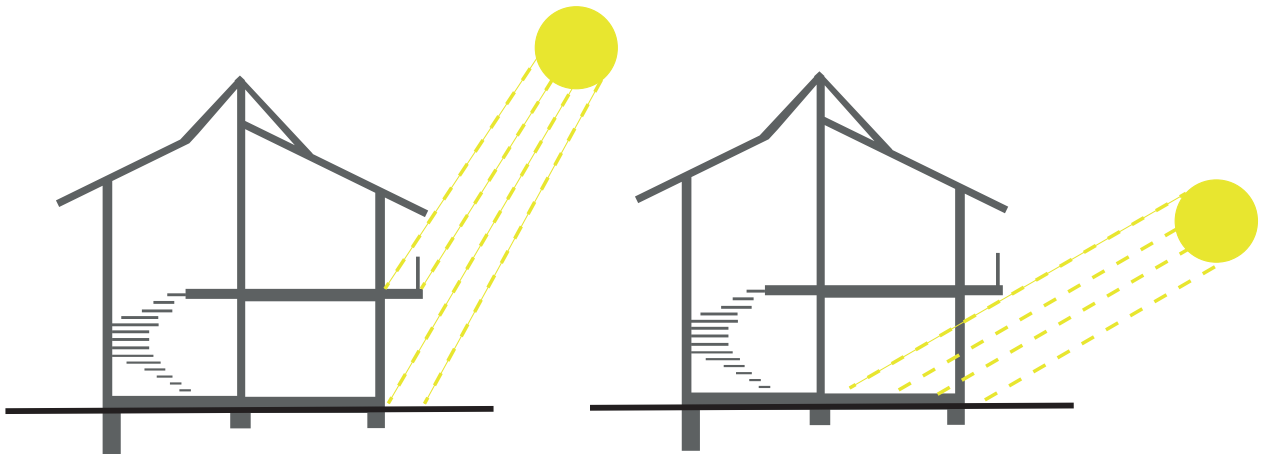


Abb. 4: Verschattung der Fenster- und Fassadenflächen durch Dach- und Balkonüberstände

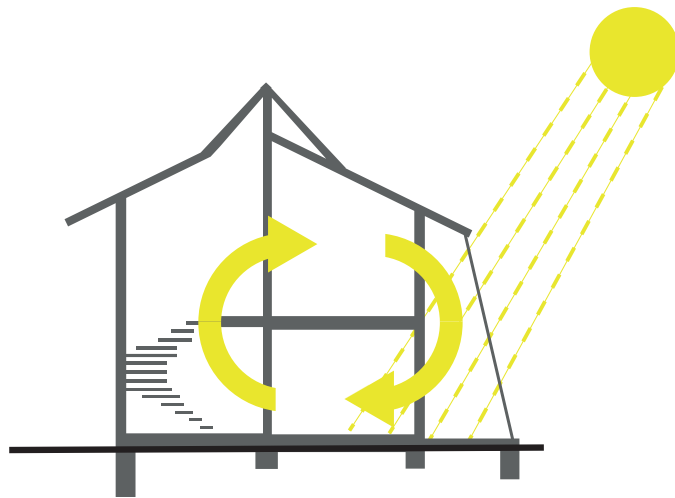


Abb. 5: Solare Wärmeengewinnung mit zweistöckigem Wintergarten durch das Schwerkraftprinzip



Abb. 6: Lichtumlenkung mit Tageslicht-Raffstores

## A/V - Verhältnis

Das A/V-Verhältnis ist das Verhältnis der Umfassungsfläche eines Gebäudes (A) zum Bauwerksvolumen (V). Die Umfassungsflächen schließen alle Flächen ein, welche wärmeübertragend sind, also Fenster, Außenwände, Grundflächen, Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Keller etc. Ein Gebäude mit minimiertem Volumen (Vermeidung unnötiger Raumflächen, Verkehrsflächen und Raumhöhen) begünstigt einen geringen Energiebedarf des Gebäudes. Folglich sollte auf eine gewisse Kompaktheit des Gebäudes geachtet werden. Folgende Werte teilen erfahrungsgemäß das A/V-Verhältnis für ein freistehendes Einfamilienhaus in drei Bereiche ein:

Günstig	Mittel	Schlecht
0,64 - 0,76	0,77 - 0,93	> 0,93

Abb. 7: A/V-Verhältnis.

Es sollte eine unnötige Vergrößerung der Umfassungsfläche vermieden werden, z. B. durch Erker, Türme, Vor- und Rücksprünge. Als vorteilhaft haben sich hingegen unbeheizte Wintergärten und Nebenräume erwiesen, welche als Pufferräume wirken.

## 1.3 Flächenverbrauch

### Gebäude

In den fünfziger Jahren standen jedem Bundesbürger ca. 20 m<sup>2</sup> Wohnraum zu Verfügung, heute sind es 46 m<sup>2</sup>. Für eine 4-köpfige Familie bedeutet das eine Fläche von 184 m<sup>2</sup>. Wenn mit 18 Jahren die Kinder ausziehen, müssen die Eltern trotzdem weiterhin das ganze Haus beheizen, putzen und instand halten. Ziel eines sinnvollen Flächenverbrauchs sollte sein, knappe Flächen nachhaltig umweltschonend, ökonomisch effizient und sozial gerecht mit Rücksicht auf künftige Generationen zu nutzen. Daher stellt sich für unsere Beispielfamilie die Frage, ob nicht auch z. B. 140 m<sup>2</sup> Wohnfläche ausreichend wären. Geringere Baukosten und mehr Gartenfläche wären positive Zusatzeffekte dieses niedrigeren Flächenverbrauchs.

### Terrasse und Einfahrt

Darüber hinaus sollte möglichst wenig Grünfläche versiegelt werden, vor allem aufgrund der immer häufiger und immer stärker auftretenden Regenfälle. Pro m<sup>2</sup> versiegelte Fläche sind Abwassergebühren zu bezahlen, da das Regenwasser dadurch in die Kanalisation abgeführt wird. Keine Gebühren fallen bei Rasengittersteinen (genaue Vorgaben sind bei der jeweiligen Gemeinde einzuholen) an. Alternativ kann das Regenwasser von Dach und Einfahrt in Regenwasserspeichern gesammelt werden. Die Nutzung von Regenwasser zur Toilettenspülung o. ä. sollte allerdings auf Wirtschaftlichkeit hin überprüft werden. Ein gewisser Kostenmehraufwand bezüglich hygienischer Aspekte ist bei fachgerechter Installation zu berücksichtigen. Dagegen gibt es wenig Gründe, warum ein Grillabend unbedingt auf einer versiegelten Terrasse erfolgen muss statt auf einer grünen Wiese.



**Abb. 8: Rasengittersteine als Alternative zu versiegelten Flächen**

### Sanieren oder Neubauen

Aus Flächenspargründen und ökologisch gesehen ist die Sanierung von Bestandsimmobilien (fast) immer günstiger. Es muss natürlich abgewägt werden, ob durch die Sanierung ein gewisser energetischer Standard mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand zustande kommt.



# 2 Bauweisen



Bereits bei der Auswahl der Bauweise sollte voraus geplant werden. Die Entscheidung zwischen Massivbau und diversen Holzbauweisen kann nur teilweise nach objektiven Kriterien getroffen werden. Ob man sich in einem Massivhaus oder einem Holzbau wohler fühlt, hängt vor allem vom persönlichen Geschmack des Bewohners ab. Jede Konstruktionsweise zeichnet sich durch spezifische Vor- und Nachteile aus:

	Ziegelbauweise	Holzrahmenbauweise
Baustil	Anpassungsfähig (verschiedene Putzstrukturen und Farben, Verkleidungen usw.)	Sehr anpassungsfähig (verschiedene Verkleidungen, Putze usw.)
Qualifikation der Handwerker	Lange Tradition	Komplexe Bauweise, handwerklich anspruchsvoll
Neubaufeuchte	Austrocknungszeit mehrere Monate	Von Anfang an trocken (Trockenbauweise)
Wärmespeicherung	Lange Anheizzeit, gute Wärmespeicherung	Kurze Anheizzeit, schlechtere Wärmespeicherung, durch Speichermasse ausgleichbar (massive Innenwände)
Primärenergiebedarf, Herstellung	ca. 150 kWh/m <sup>2</sup>	ca. 35 kWh/m <sup>2</sup>
Bauzeit Rohbau	4 - 8 Wochen	2 Wochen
Konstruktionsflächenverbrauch	Wanddicke ca. 40 cm: Wohnfläche bei gleicher Kubatur: Ziegelhaus 147 m <sup>2</sup> , Holzhaus 165 m <sup>2</sup>	Wanddicke ca. 28 cm: Flächengewinn oder kleinere Grundfläche bei gleicher Wohnfläche möglich.

Die in der Tabelle beschriebenen Punkte können nach Belieben erweitert werden, etwa um die Punkte Brandverhalten, Schallschutz, Herstellungsprozess, Oberfläche oder Ökobilanz, und mit etwas Grundwissen selbst beantwortet werden. Den perfekten Baustil gibt es nicht, daher ist immer eine Abwägung notwendig. Allen Bauweisen gemeinsam ist ein hoher Standard an Energieeffizienz und Ressourcenschonung.

### Über folgende Regeln des Bauens sollte nachgedacht werden:

- Ausgewogenes Maß an Wärmespeicherung und Wärmedämmung
- Optimale Oberflächen- und Raumlufttemperaturen
- Strahlungswärme zur Beheizung
- Minimierung des Energieverbrauchs unter weitgehender Nutzung erneuerbarer Energiequellen
- Vermeidung von Umweltproblemen

## 2.1 Grundlagen und Definitionen

### Jahresheizwärmebedarf

Mit dem Jahresheizwärmebedarf wird der jährliche Heizwärmebedarf eines Gebäudes angegeben. Gemessen wird er in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr (kWh/m<sup>2</sup>a). Beim Jahresheizwärmebedarf handelt es sich um die Energie, welche von der heizungstechnischen Anlage unter den vorgegebenen Randbedingungen jährlich zur Beheizung eines Gebäudes ohne Warmwasserbereitung bereitzustellen ist. Der Jahresheizwärmebedarf resultiert aus den Wärmeverlusten durch Transmission und Lüftung, reduziert um die internen und solaren Gewinne. Die Kenngröße, die sich daraus ergibt, vermittelt somit die Qualität der Gebäude-Außenhülle und ist für den Wärmeschutznachweis eines Gebäudes erforderlich.

### Jahresprimärenergiebedarf

Der Jahresprimärenergiebedarf gibt an, wie viel Energie im Verlauf eines durchschnittlichen Jahres für das Heizen und Lüften sowie für die Warmwasserbereitung verbraucht wird (ohne Strom). Hierbei wird auch die Herstellung des Brennstoffs mit eingerechnet – also die nötige Energie, um den Brennstoff für die Heizung (z. B. Öl oder Pellets) zu gewinnen, vom Rohzustand in den fertigen Brennstoff umzuwandeln und zu transportieren. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) legt hierfür die Höchstwerte fest.

### Niedrigenergiehaus / Energiesparhaus

Der Begriff Niedrigenergiehaus ist nicht klar definiert und gesetzlich nicht verankert. Der Heizenergiebedarf liegt hier zwischen 30 und 70 kWh/m<sup>2</sup>a. Energiesparhaus ist als Begriff ebenfalls nicht verbindlich definiert.

### KfW-Effizienzhaus

Je kleiner die Zahl hinter der Bezeichnung, desto niedriger und damit besser ist das Energieniveau. Diese Zahl gibt an, wie hoch der Jahresprimärenergiebedarf im Verhältnis zu einem vergleichbaren Neubau nach den Vorgaben der EnEV sein darf. Ein KfW-Effizienzhaus 55 beispielsweise weist höchstens 55 % des Jahresprimärenergiebedarfs des entsprechenden Referenzgebäudes auf. Die KfW vergibt zinsverbilligte Darlehen und Tilgungszuschüsse für KfW-Effizienzhäuser. Je niedriger das Energieniveau, desto höher die Zuschüsse.

### Passivhaus

Folgende Vorgaben sind für ein Passivhaus (Definition entwickelt vom Passivhaus-Institut Darmstadt) zu erfüllen:

- Jahresheizwärmebedarf  $\leq 15$  kWh/m<sup>2</sup>a
- Primärenergiebedarf  $\leq 120$  kWh/m<sup>2</sup>a (inkl. Warmwasser und Strom)

In der Regel ist hierbei eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung erforderlich.

### Nullenergiehaus / Plusenergiehaus:

Meist wird im Sommer ein Energieüberschuss erzielt (z.B. über Photovoltaik), welcher gleich groß oder höher ist als der Energiebedarf im Winter. Über das ganze Jahr gesehen erzeugen solche Häuser rechnerisch so viel Energie wie sie verbrauchen (Nullenergiehaus) oder sogar mehr (Plusenergiehaus). Für Außenstehende ist jedoch schwer prüfbar, ob diese Kriterien in der Praxis erfüllt werden. Daher sollten sich Bauherren bescheinigen lassen, dass solche Gebäude zumindest dem Passivhaus-Standard entsprechen.



## 2.2 Ziegelmassivbau

Ausgangsmaterialien für den Ziegelstein sind Lehm, Ton oder tonige Masse, welche zu einem Mauerstein gebrannt wird. Der Hochleichtlochziegel, der unter Zusatz von Porenbildnern gebrannt wird, entspricht den heutigen Ansprüchen an die Wärmedämmung von Außenwänden. Porenbildner können sein: Sägespäne, Polystyrol-Kügelchen oder Zellulose. Diese Ziegelsteine werden auch Wärmedämmziegel oder Porenziegel genannt und erreichen Wärmeleitzahlen von ca.  $0,08 \text{ W/mK}$ . Ziegelhersteller bieten auch Produkte an, deren Lochanteile mit Perlite gefüllt sind, um noch kleinere Wärmeleitzahlen zu erreichen. Mit einer Außenwanddicke von  $40 \text{ cm}$  inkl. Putz ist somit ein U-Wert von  $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  (Wärmedurchgangskoeffizient) erreichbar, was die EnEV-Anforderungen sogar übertrifft.

Bei der Wahl des Mauerziegels sollte darauf geachtet werden, dass mit abnehmender Dichte zwar die Wärmedämmung steigt, dafür aber die Wärmespeicherung und das Feuchteausgleichsvermögen geringer werden.



**Abb. 9: Ziegelhaus Rohbau**

Ein Nachteil der Massivbauweise besteht in ihrer hohen Neubaufeuchte. Kommen begünstigende Faktoren wie zu schneller Bau, ungenügende Trocknungszeiten und voreiliger Einzug ins Haus hinzu, wird die Feuchte eingeschlossen. Die Folge: Schimmelbildung.

## 2.3 Holzrahmenbau

Hausbau in Holzrahmenbauweise ist eine handwerklich anspruchsvolle und ganzheitlich komplexe Bauweise. Spezialisierte Fachfirmen bieten hier hervorragende Komplettlösungen an. Dabei ist insbesondere auf die Anschlussdetails großer Wert zu legen. Wichtigste Vorteile sind die kurze Bauzeit (da große Teile vorgefertigt werden können) und die sehr niedrige Neubaufeuchte. Ein möglicher Nachteil liegt in der leicht zu verletzenden Hülle der Dampfbremse. Tritt hier eine Leckage auf, strömt Luft mit hohem Wasserdampfgehalt in die Dämmebene und Kondensat fällt aus. Die Folge: Schimmelbildung. Im Vergleich zur Massivbauweise fällt die Wärmespeicherung geringer aus, kann jedoch durch die kürzere Anheizzeit und weitere bauliche Maßnahmen gut kompensiert werden.



**Abb. 10: Aufstellung eines Hauses in Holzrahmenbauweise**

### Wichtige Qualitätskriterien für den Holzbau

- Trockenes Bauholz (Holzfeuchte < 18 %) und je nach Einsatzzweck definierte Gütebedingungen
- Weitgehender Verzicht auf chemischen Holzschutz, Bevorzugung von konstruktivem Holzschutz
- Weitgehender Verzicht auf Klebeverbindungen
- Guter Wärme-, Brand- und Schallschutz (Prüfzeugnisse verlangen)
- Holz aus der Region und aus nachhaltiger Holzwirtschaft

## 2.4 Sonderformen

### 2.4.1 Varianten im Holzbau

Einige Firmen haben sich auf Sonderbauformen spezialisiert, beispielsweise werden die Wände dieser Häuser vollständig ohne Leim und Nägel gefertigt. Eine Wand besteht aus mehreren Schichten Holzbrettern, welche vertikal, horizontal und diagonal aufeinandergeschichtet und mit Holzdübeln verbunden werden. Die Bauteile werden in der Fertigungshalle vorgefertigt und auf der Baustelle in kürzester Zeit zusammengestellt.

Hinweis: Dieser Abschnitt ist nicht als Produktempfehlung zu verstehen, sondern soll lediglich die Varianz der auf dem Markt angebotenen Arten des Bauens aufzeigen.



**Abb. 11: Aufbau Holzwand mit Buchendübel**

Weitere Wandaufbauten anderer Firmen: Mit Aluminiumnägeln oder Holzgewindestiften verbundene Brettstapel, Rundholzblockbauweise, senkrecht stehende Holzbalken als Wände u. v. m.

## 2.4.2 Beton- und Stahlbetonbau

Beton und Stahlbeton übernimmt viele Bauaufgaben und hat sich insbesondere im Straßen-, Brücken-, Tief- und Industriebau bewährt. Im Hochbau und vor allem im Wohnungsbau sollte diese Bauweise jedoch aus folgenden Gründen möglichst sparsam verwendet werden:

- Vergleichsweise schlechtes Raumklima (Feuchtausgleichsverhalten, Wärmeleitung und Oberflächentemperatur)
- Hohe Neubaufeuchte mit mehrjähriger Austrocknungszeit
- Häufig Verzerrung des Erdmagnetfeldes, mögliche Verschleppung niederfrequenter Felder oder Antennenwirkung für hochfrequente Wellen
- Hoher Energiebedarf bei der Herstellung. Der nicht erneuerbare Primärenergieinhalt von Stahlbeton liegt je nach Zement- oder Stahlanteil bei rund 1.100 bis 1.600 kWh/m<sup>3</sup>. Werden z. B. in einem Einfamilienhaus für Keller, Decken und Ringanker rund 70 m<sup>3</sup> Stahlbeton verbaut, kommen so ca. 100.000 kWh zusammen. Das entspricht dem Heizwert von rund 10.000 Litern Öl oder 10.000 m<sup>3</sup> Erdgas.
- Stahl dehnt sich bei Hitze stark aus, im Brandfall können Stahlbetondecken deshalb schnell einknicken.

Beim in Stahlbeton enthaltenen Bewehrungsstahl handelt es sich um einen gerippten oder profilierten Rundstahl mit hoher Zugfestigkeit. Ohne diesen Bewehrungsstahl könnte Beton keine Zugkräfte, wie sie z. B. bei Decken auftreten, aufnehmen. Der Anteil des Betonstahls an der gesamten Stahlproduktion in Deutschland beträgt ca. 12 % (ca. 6 Millionen Tonnen).

Häufig sind Alternativen zu Stahlbeton möglich: Keller können auch aus Mauersteinen gebaut werden, Decken können als Holzdecken oder Ziegeldecken ausgeführt werden, Stahltreppen können oft durch Holztreppen ersetzt werden. Ringanker aus Stahlbeton sind nicht immer nötig oder können nach Berechnung durch Statiker auch aus Holzbalken erstellt werden.

Um den gesetzlichen Vorgaben zur Energieeinsparung gerecht zu werden, müssen Beton- bzw. Stahlbetonwände mit einem WDVS (Wärmedämmverbundsystem) ausgestattet werden.



Abb. 12: Beispiel für Stahlbetonbau

# 3 Wärme-, Heizungstechnik



Aktuell werden in ca. 70 % der privaten Wohnhäuser Wärmepumpen eingebaut. Die restlichen Gebäude werden über Gasheizung, Pelletheizung und ähnliche Systeme beheizt. Das Prinzip ist simpel: Eine teure Wand – also eine optimal gedämmte Gebäudehülle – erlaubt eine günstige Heizung. Wird mehr Technik gewünscht, bietet sich stattdessen beispielsweise eine Pelletheizung mit Stirlingmotor an.

Ein Kriterium zur Auswahl einer Heizanlage sind die verschiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, also wie viel Gramm CO<sub>2</sub> die Heizung pro kWh in die Umgebung ausstößt.

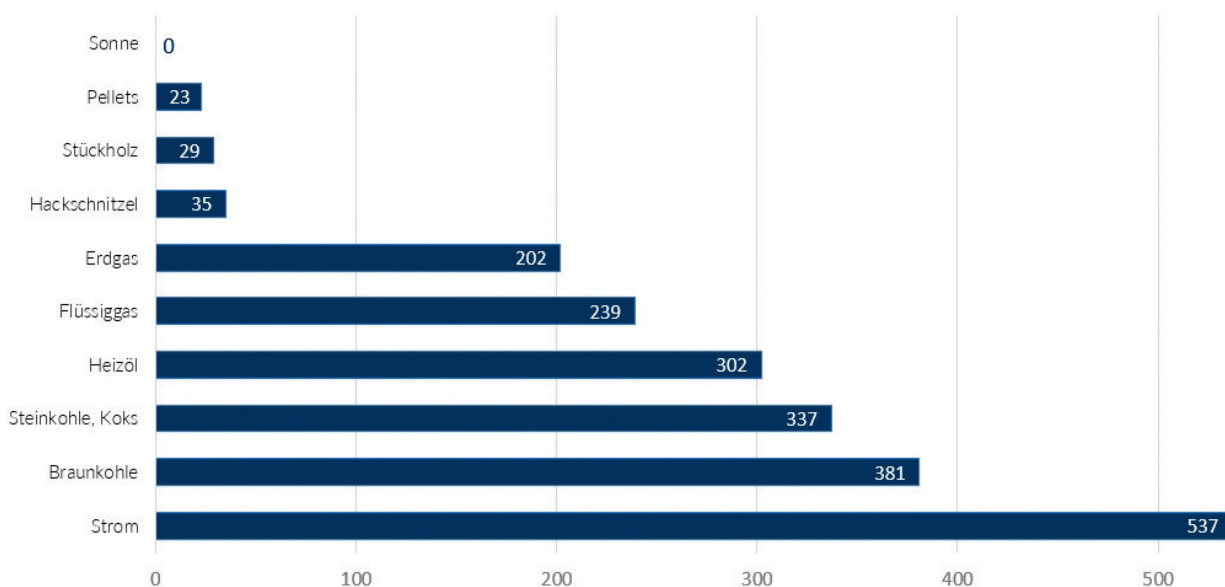


Abb. 13: Energieerzeuger und CO<sub>2</sub>-Ausstoß

## Bsp: jährlicher Energiebedarf für Wärme und Warmwasser, Durchschnittswerte:

Neubau: 25 kWh/m<sup>2</sup>a bei 180 m<sup>2</sup>: 4.500 kWh im Jahr, bei Erdgas: 1,1 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr.

Neubau: 25 kWh/m<sup>2</sup>a bei 180 m<sup>2</sup>: 4.500 kWh im Jahr, bei Pellets: 0,18 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr.

Altbau: 170 kWh/m<sup>2</sup>a bei 180 m<sup>2</sup>: 30.600 kWh im Jahr, bei Erdgas: 7,5 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr.

Altbau: 170 kWh/m<sup>2</sup>a bei 180 m<sup>2</sup>: 30.600 kWh im Jahr, bei Pellets: 1,3 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr.

## Wie viel sind eigentlich 1,1 Tonnen CO<sub>2</sub>?

1,1 t sind umgerechnet 4.565 blaue Müllsäcke (je 120 Liter) gefüllt mit CO<sub>2</sub> jedes Jahr.

Oder: 12,5 blaue Müllsäcke jeden Tag.

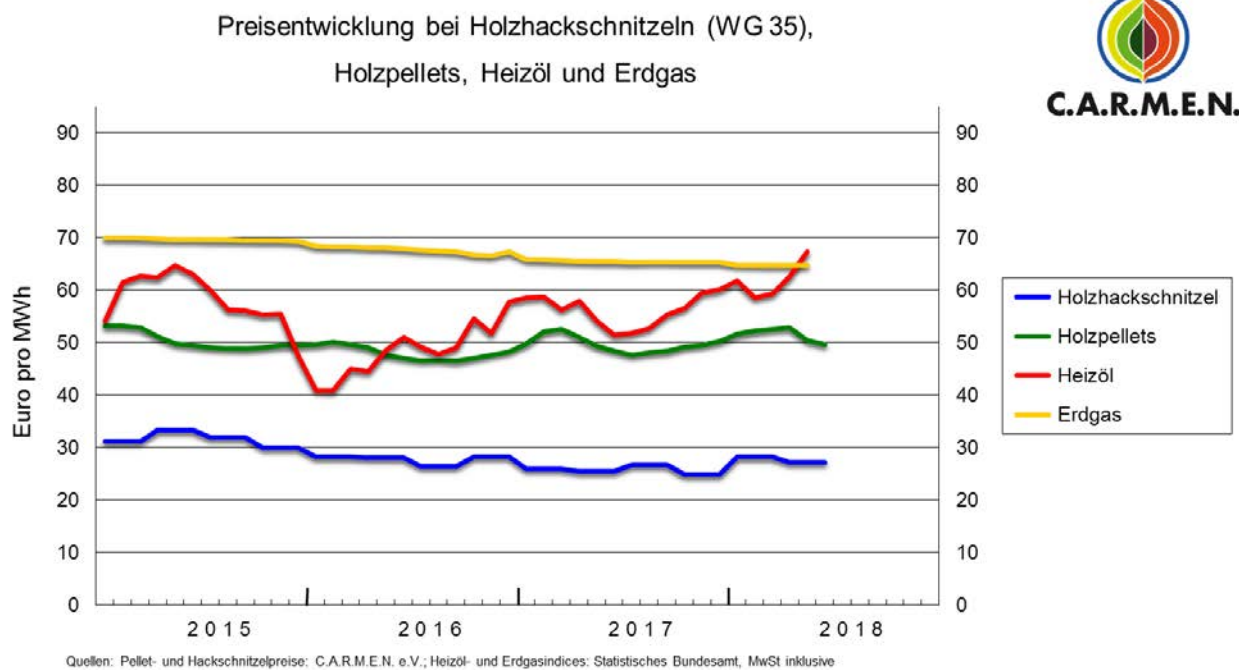




## Heizwert und Brennwert

Heizwert (auch unterer Heizwert genannt) bezeichnet die reine Verbrennungswärme.

Brennwert (oberer Heizwert) bezeichnet die Verbrennungswärme zuzüglich der Wärmeenergie, die durch kondensierenden Wasserdampf im Abgas entsteht. Brennwerttechnik ist somit immer effizienter als Heizwerttechnik, da sie die im Abgas enthaltene Wärme ebenfalls nutzt.



**Abb. 14: Brennstoffkosten**

Unter folgendem Link können Heizungen und insbesondere Heizkosten untereinander verglichen werden:



Abwärmeinformationsbörse:  
[www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de)  
 (Rubrik Abwärme)

Im Folgenden werden Vor- und Nachteile der verschiedenen Heizsysteme umrissen, zudem eine kurze Funktionsbeschreibung.

Hinweis: Bei der Auswahl der Heizungsanlage sollten nicht nur die Investitionskosten betrachtet werden, sondern ebenso die jährlichen Betriebs- und Verbrauchskosten sowie die Gesamtkosten nach 20 Jahren. So ist ein realer Vergleich sichergestellt.

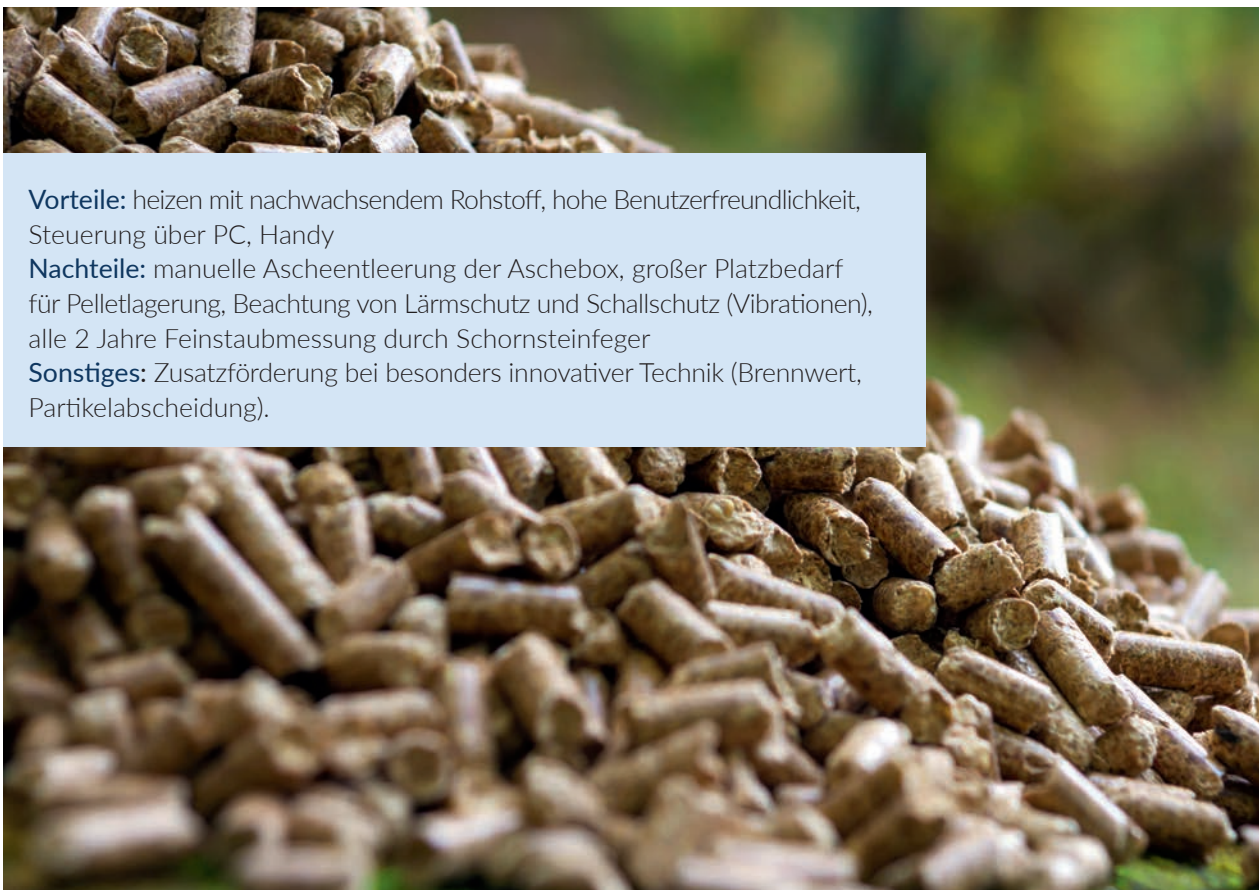
### 3.1 Pelletheizung

Pellets bestehen aus Säge- und Hobelspänen, die unter hohem Druck und ohne Bindemittel zu kleinen Röllchen gepresst wurden. Diese Pellets verfügen über den halben Brennwert von Öl. Beim Kauf sollte auf die Zertifizierung nach ENplus (z.B. ENplus A1) geachtet werden.

Die Technik ist heutzutage so weit fortgeschritten, dass sich Heizungen automatisch an- und ausschalten und über Computer bzw. Smartphone gesteuert werden können. Auf diese Weise lassen sich zuverlässig und ohne großen Aufwand z. B. die Heizintervalle einstellen. Einmal jährlich ist eine Reinigung nötig, um den Ruß aus der Brennkammer zu entfernen.

Pelletheizungen lassen sich auch mit Brennwerttechnologie betreiben, wodurch zusätzlich Wärme aus dem Abgas gewonnen und damit der Wirkungsgrad der Heizung gesteigert wird. Die Entaschung erfolgt teilautomatisch in einen Behälter und wird vom System überwacht. Steht eine Leerung an, schickt dieses einen Hinweis per E-Mail oder SMS. Bei der Installation einer Pelletheizung mit Pelletbunker sollte beachtet werden, dass durch die Lüftung der Heizung sowie die Förderung der Pellets vom Bunker zur Heizung ein gewisses Maß an Lärm entsteht. Schallschutz-Maßnahmen sollten daher von Beginn an eingeplant werden. Zur Lagerung der Pellets eignet sich entweder ein Lagerraum (dieser muss absolut trocken sein) oder ein Sacksilo.

Eine weitere Variante der Pelletheizung ist die Ausführung als Kombikessel – also einem Zentralheizkessel, der mit Pellets und Stückholz betrieben wird. Auch als Einzelraumheizungen können kleinere Pelletanlagen installiert werden (Pellet-Kaminöfen). Diese werden auch mit Wassertaschen angeboten und arbeiten somit heizungsunterstützend. Wird ein Pelletkaminofen im Raum aufgestellt, sollte beachtet werden, dass das Flammenbild durch die gebläseunterstützte Verbrennung hektischer und aggressiver wirkt als etwa bei einem gemächlich purrendem Schwedenofen.



**Vorteile:** heizen mit nachwachsendem Rohstoff, hohe Benutzerfreundlichkeit, Steuerung über PC, Handy

**Nachteile:** manuelle Ascheentleerung der Aschebox, großer Platzbedarf für Pelletlagerung, Beachtung von Lärmschutz und Schallschutz (Vibrationen), alle 2 Jahre Feinstaubmessung durch Schornsteinfeger

**Sonstiges:** Zusatzförderung bei besonders innovativer Technik (Brennwert, Partikelabscheidung).

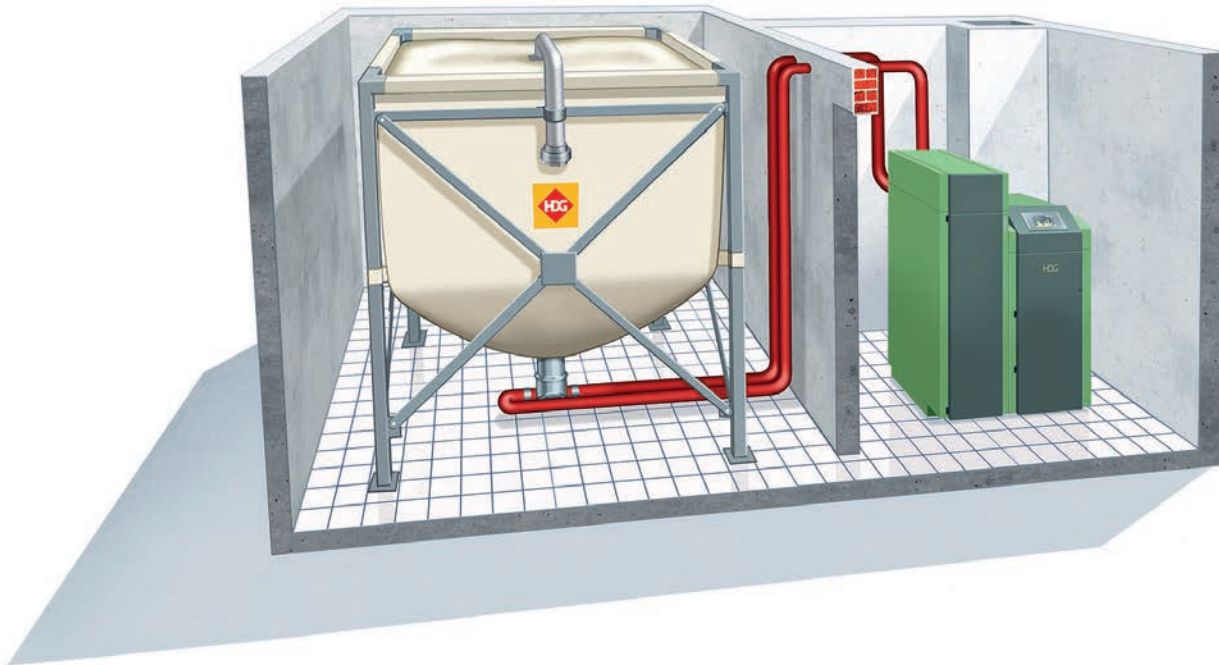
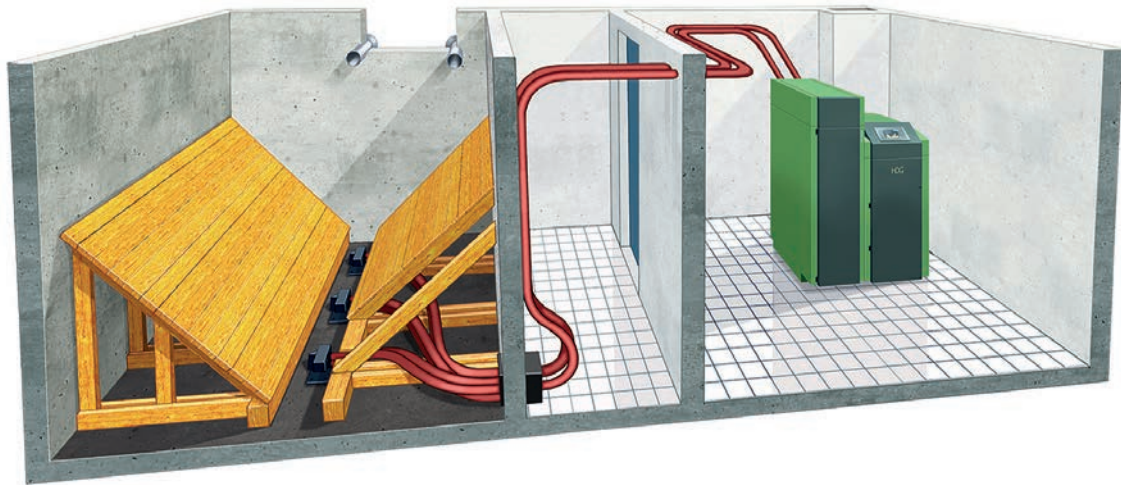


Abb. 15: Räume für Öltanks können zu Pelletbunkern umgerüstet werden

## 3.2 Hackschnitzelheizung

Ähnlich wie bei einer Pelletheizung werden bei diesem Heizungstyp die Holzhackschnitzel automatisch zugeführt, jedoch ist für die Lagerung des Brennstoffes ein dreimal so großer Lagerraum einzuplanen. Die Ascheentleerung erfolgt entweder über eine Aschebox oder ein Ascheaustragsystem. Benutzerfreundlichkeit und Komfort sind vergleichbar mit denen von Pelletheizungen, als problematisch erweist sich aber häufig die Qualität der gelieferten Hackschnitzel, insbesondere beim Feuchtigkeits- und Aschegehalt. Je nach Anlagentechnik können auch andere biogene Brennstoffe eingesetzt werden (Getreide, Stroh, Heu, Pellets).



Abb. 16: Hackschnitzelheizung mit Fördersystem



**Vorteile:** günstiger Brennstoff, vollautomatischer Betrieb, technisch ausgereift  
**Nachteile:** hoher Platzbedarf, größere Störanfälligkeit als Pelletheizungen, regelmäßige Ascheentsorgung (Aschebox) und gelegentliche Reinigung nötig  
**Sonstiges:** auf Qualität der Hackschnitzel achten, Zusatzförderung bei besonders innovativer Technik (Brennwert, Partikelabscheidung)

### 3.3 Wärmepumpen

Eine Wärmepumpe kann ihre Energie aus Luft, Wasser oder Erde beziehen. Auch wenn Kosten, Leistungskennzahlen und Fördermöglichkeiten hierbei variieren, so gelten folgende Eigenschaften sowohl für die Luftwärmepumpe, die Wasserwärmepumpe als auch für die Erdwärmepumpe

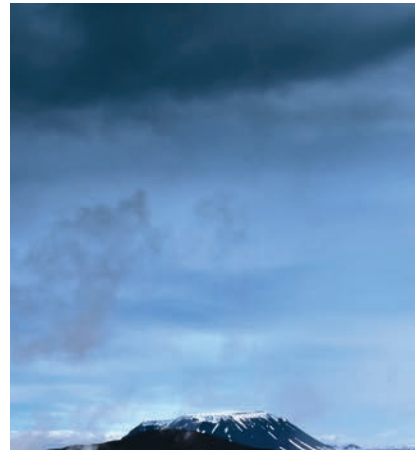
#### Luftwärme



#### Wasserwärme



#### Erdwärme



#### Grundlegende Eigenschaften gelten für alle Ausführungen:

**Vorteile:** Geringer Platzbedarf, Aufstellung im Freien, hohe Benutzerfreundlichkeit, Steuerung über PC oder Handy

**Nachteile:** Einsatz von klimaschädlichen Kältemitteln, bei Wasser-Wasser- und Sole-Wasser-Pumpen hoher Installationsaufwand (Grabungen, Bohrungen).

**Sonstiges:** Es sollte unbedingt auf eine schallentkoppelte Aufstellung geachtet werden, da sich die entstehenden Vibrationen über die Erde und das Mauerwerk bis ins Innere des Hauses übertragen können.



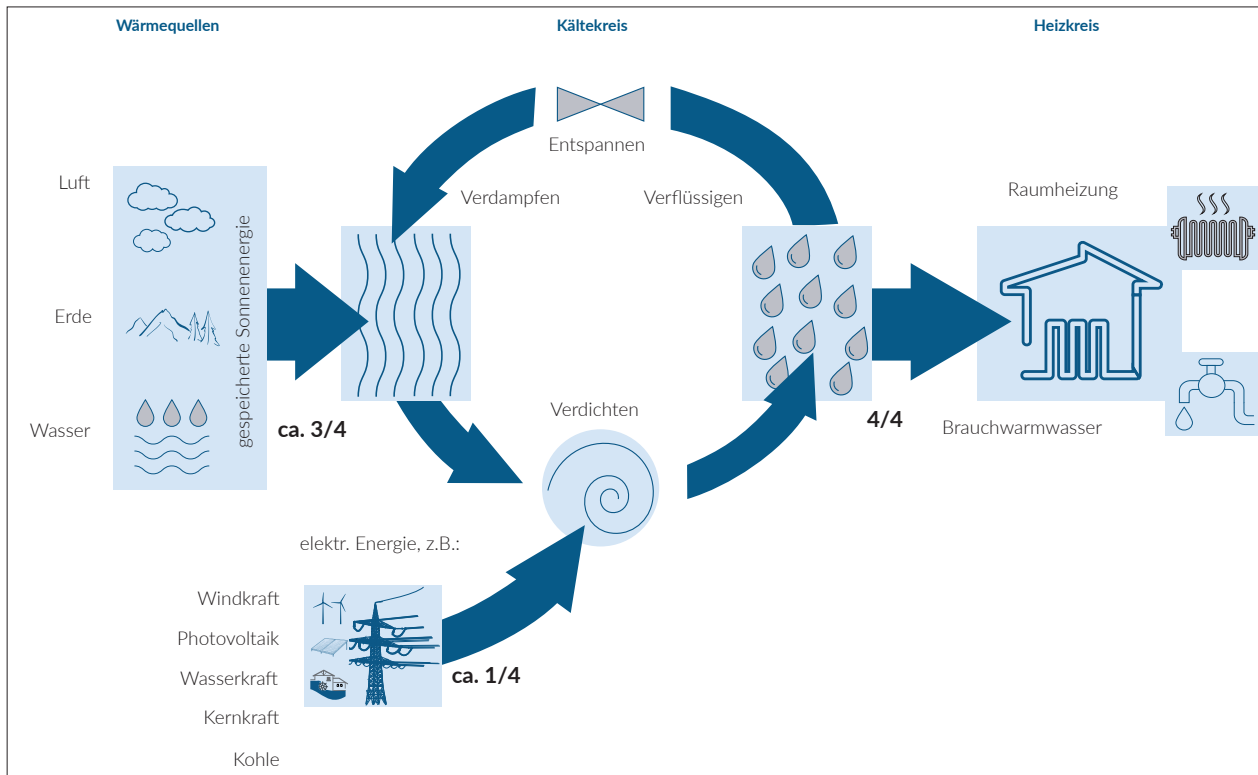


Abb. 17: Schema Wärmepumpe

### Leistungszahl (COP-Wert) / Jahresarbeitszahl (JAZ)

Eine Wärmepumpenheizung arbeitet wirtschaftlich, sobald die Leistungszahl einen Wert von  $\geq 3,5$  aufweist. Die Leistungszahl (der sogenannte Coefficient-for-performance- oder COP-Wert) beschreibt das Verhältnis von nutzbarer thermischer Energie zur aufgewendeten (meist elektrischen) Leistung. Das bedeutet: Aus 1 kWh aufgewendeter Energie (Strom) werden 3,5 kWh nutzbare Energie (Wärme) erzeugt.

Der **COP-Wert** allein ist jedoch wenig aussagekräftig, da er nur für einen bestimmten Betriebspunkt (wie z. B. eine Außentemperatur von  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) gültig ist. Ist es kälter, wird auch der COP-Wert schlechter.

Eindeutiger ist der saisonale COP-Wert oder **SCOP-Wert**: Dieser bezeichnet den Durchschnittswert von verschiedenen Leistungszahlen gemessen an mehreren Betriebspunkten (also bei verschiedenen Temperaturen). Anhand dieses Durchschnitts lässt sich der Wirkungsgrad zuverlässiger benennen.

Die Jahresarbeitszahl **JAZ** ist die über den Zeitraum eines Jahres ermittelte Kennzahl für die Effizienz einer Wärmepumpe inklusive der gesamten Hausheizanlage. Somit bildet sie also auch auftretende Temperaturschwankungen ab. Die JAZ sollte deutlich über 3,5 liegen, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu gewährleisten.

### Wärme- und Heizungstechnik

Welche Wärmequelle sinnvoll eingesetzt werden kann, sollte vor Ort von einem Fachmann untersucht werden. Luftwärmepumpen haben im Vergleich die schlechtesten JAZ-Werte, sind jedoch am günstigsten in der Anschaffung. Wasser- und Erdwärmepumpen sind teurer, weisen dafür aber bessere JAZ-Werte auf (bei Wasser  $> 5$ ), da die Temperatur von Grundwasser und Erdreich über das Jahr betrachtet nahezu konstant bleibt.

Die Temperatur der Umgebungsluft hingegen liegt im Winter oft bei unter  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Unter diesen Umständen kann die Wärmepumpe zwar weiterhin Wärme erzeugen, sie arbeitet aber weniger effizient. Wird das Grundwasser als Wärmequelle genutzt, sind hierzu die gegebenenfalls erforderlichen Genehmigungen einzuholen (Wasserschutzgebiet etc.)

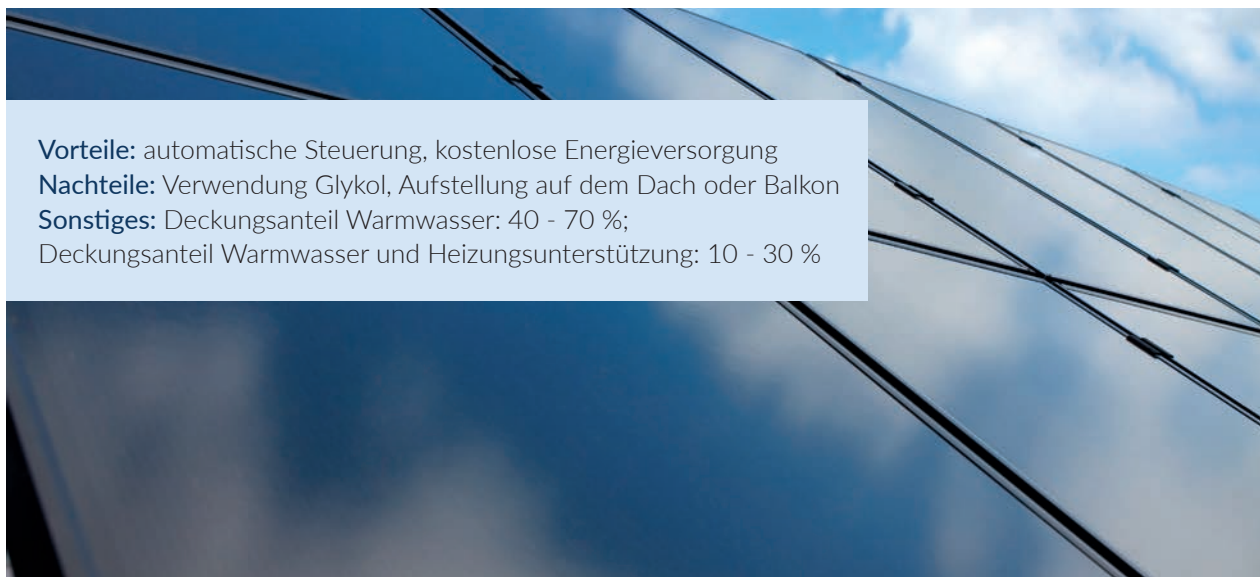
### Kombination mit Photovoltaik-Anlage

Da sich die aufgewendete Leistung einer Wärmepumpe aus Wärmeenergie der Umgebung (kostenlos) und elektrischer Energie (Stromverbrauch durch Verdichter) zusammensetzt, ist die Koppelung mit einer PV-Anlage ein logischer Denkansatz.

### Weiterhin zu beachten

Im Winter können Luftwärmepumpen nur bis zu einer gewissen Außenlufttemperatur arbeiten, daher empfiehlt sich eine bivalente Betriebsweise, d.h. die Zuschaltung einer zusätzlichen Heizung (z. B. Elektroheizstab), die bei Bedarf das Heizungs- und Warmwasser im Pufferspeicher erwärmt.

## 3.4 Solarthermie und aktive Solarnutzung



**Vorteile:** automatische Steuerung, kostenlose Energieversorgung  
**Nachteile:** Verwendung Glykol, Aufstellung auf dem Dach oder Balkon  
**Sonstiges:** Deckungsanteil Warmwasser: 40 - 70 %;  
 Deckungsanteil Warmwasser und Heizungsunterstützung: 10 - 30 %

### Typen von Solarkollektoren

#### Flachkollektoren:

- Günstiges Preis-/Leistungsverhältnis
- Niedriger Wirkungsgrad
- Höheres Gewicht

#### Vakuumröhrenkollektoren:

- Höhere Kosten
- Höherer Wirkungsgrad
- Geringeres Gewicht

### Wärmeträger Glykol oder Wasser

Häufig wird Glykol (Propylenglykol-Wasser-Gemisch) als Solarflüssigkeit verwendet, die den Vorteil der Frostsicherheit mit sich bringt. Jedoch kann dieses Gemisch weniger Wärme aufnehmen und übertragen als Wasser. Dieses wiederum ist dafür nicht frostsicher, daher muss im Winter bei Frostgefahr aktiv vorgewärmt werden. Laut Herstellerangaben ist der dafür notwendige Anteil an Wärme geringer als der Vorteil der Nutzung von Wasser als Wärmeträger.

### Überhitzung

Durch Stromausfall, ausbleibende Wasserentnahme im Sommer oder andere Umstände kann es zur Überhitzung des Systems kommen. Damit Schäden an der Solarthermieanlage vermieden werden, sollte das System ein gutes Konzept zum Schutz vor Überhitzung besitzen (Drain-Back-System, Extraeinbindung eines Heizkörpers im Keller, Wärmeabfuhr über die Heizung in Bädern o. ä.).

### 3.5 Scheitholzvergaserkessel und Stückholzkessel

Ist konstant Brennholz in ausreichender Menge verfügbar, liegt es nahe, sich für eine Holzheizung zu entscheiden. Mit Wirkungsgraden bis zu 93 % und ohne nennenswerte Verschmutzung des Heizraums sind diese heutzutage sehr modern und funktionieren automatisiert. Meist ist es ausreichend, einmal pro Tag den Befeuungsraum zu befüllen. Scheitholzvergaserkessel haben im Gegensatz zu Stückholzkesseln eine zweite Brennkammer, in der das Holzgas verbrannt wird.



**Vorteile:** regenerative Energiequelle, wenige Befüllungen  
**Nachteile:** Handbefüllung  
**Sonstiges:** Zusatzförderung bei besonders innovativer Technik (Brennwert, Partikelabscheidung)

### 3.6 Grundofen



**Vorteile:** angenehme Strahlungswärme, regenerative Energiequelle  
**Nachteile:** keine Automation, Holzarbeiten notwendig

#### Beschreibung

Für Bauherren mit leichtem Zugang zu Brennholz bietet sich ein Grundofen im Zentrum des Hauses an. Die Räume werden um den Ofen herum angeordnet, damit die Strahlungswärme ins ganze Haus gelangt. Dabei ist auch eine Anbindung an den Pufferspeicher möglich, um diesen aufzuheizen. Als Ergänzung bietet sich hierbei Solarthermie für den Sommer an, um Warmwasser zu erzeugen.



## 3.7 Fernwärme

### Funktionsweise

Fernwärme bezeichnet die Versorgung mehrerer Gebäude mit Wärme durch einen Erzeuger. Diese Wärme wird meist in großen Blockheizkraftwerken, in durch Biomasse, Müll oder fossile Brennstoffe befeuerten Heizkraftwerken, oder durch Abwärme aus Industrieprozessen erzeugt. Im Heizraum ist lediglich eine Übergabestation nötig, die das benötigte Heiz- und Warmwasser im Durchlauf erwärmt.

**Vorteile:** hohe Zuverlässigkeit, gute Ökobilanz bei Nutzung regenerativer Energiequellen, wenig Technik im Haus, keine Kaminkehrergebühren, geringe Investitionskosten

**Nachteile:** Bindung an den Energielieferanten, Wärmenetz muss errichtet werden



Abb. 18: Einbaubeispiel Wärmeübergabestation.

Die meisten Gemeinden bieten Informationen über vorhandene Wärmenetze an. Auch die Abwärme-Informationsbörse des Energieatlas Bayern eignet sich zur Recherche geeigneter Wärmelieferanten.

Diese finden Sie online unter folgendem Link:



[www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de)

### 3.8 Gastherme

Gasthermen werden gewöhnlich als Gasbrennwerttherme ausgeführt, d. h. dass die im Abgas enthaltene Wärme ebenfalls genutzt wird. Eine Therme ist kompakt und besitzt keinen Warmwasserspeicher. Das Wasser wird bei Bedarf im Durchlauf direkt am Gasbrenner erhitzt. Wird dabei auch das Heizungswasser erwärmt, spricht man von einer Kombitherme. Ein Gaskessel besitzt zudem einen integrierten Wasserspeicher.

**Förderung:** nur in Kombination mit regenerativen Energien (z.B. Solar)

**Vorteile:** automatische Steuerung über Regelungssystem, geringer Platzbedarf, kein Tanksystem bei Fernanschluss, evtl. Nutzung von Power to Gas

**Nachteile:** bisher fossiler Brennstoff, ohne vorhandenen Fernanschluss, unterirdischer Gastank im Garten nötig, preislich steigender und begrenzt verfügbarer Rohstoff



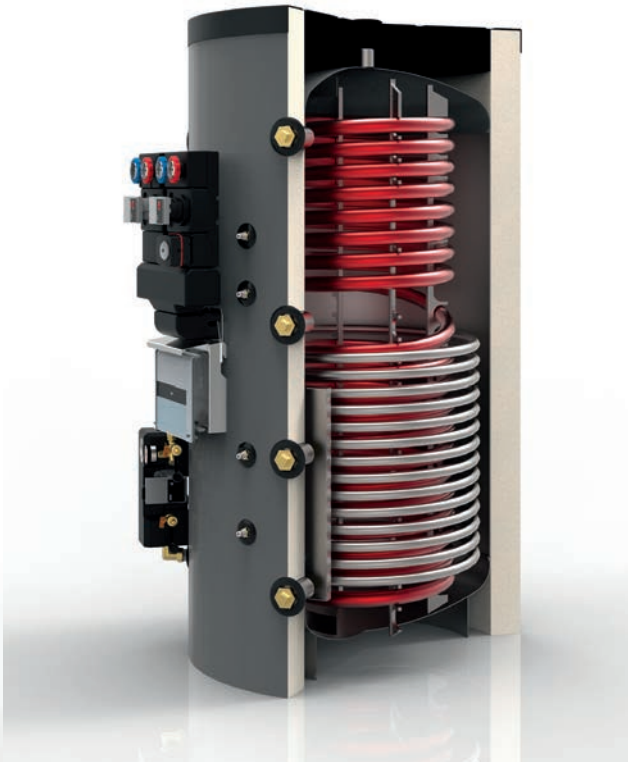
Abb. 19: Gastherme

### 3.9 Warmwasserversorgung

Wird ein eigener Pufferspeicher für das Warmwasser installiert, sollte das Wasser zur Vermeidung von Legionellenbildung regelmäßig auf über 60 °C erhitzt werden. Ein Frischwassermodul ist hier die hygienisch beste Variante, da kein Warmwasser bevorratet wird. Es arbeitet im Durchflussprinzip ähnlich einem Durchlauferhitzer und verfügt über einen Wärmetauscher. Das benötigte Warmwasser fließt in kaltem Zustand durch den Wärmetauscher und wird beim Durchfluss erwärmt. Angebracht wird das System seitlich am Pufferspeicher.



**Abb. 20: Pufferspeicher mit Frischwassermodul (seitlich rechts angebracht)**



**Abb. 21: Pufferspeicher mit Wellrohr-Wärmetauscher**

Auch In-Rohr-Systeme haben sich bewährt. Hier ist im Pufferspeicher schlangenförmig ein Rohr verlegt. Das durchfließende Wasser wird vom umgebenden Warmwasser erwärmt.

### 3.10 Fazit

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die verwendete Heiztechnik zum Gebäude und Nutzerverhalten passen muss. Sie sollte als ein effizientes System funktionieren, das zusätzlich auf erneuerbare Energien ausgerichtet ist. Nicht die Investitionskosten allein sollten bei der Entscheidung für einen Heizungstyp ausschlaggebend sein, sondern die Gesamtkosten, die aus Investition und laufendem Betrieb entstehen.

# 4 Wärmeübergabesysteme



Als Wärmeübergabe bezeichnet sich das Zuführen von erzeugter Heizwärme in die zu beheizenden Räume. Dieser Vorgang kann über unterschiedliche Systeme erfolgen, die jeweils spezifische Vor- und Nachteile mit sich bringen.

## 4.1 Strahlung und Konvektion

Generell ist Strahlungswärme der Konvektion vorzuziehen. Das Prinzip von Konvektionswärme ist meist geläufig durch Heizkörper, welche die Raumluft erwärmen und dabei die Luft verwirbeln. Hierbei entsteht eine höhere Staubbelastung in den Räumen. In Gebäuden trifft die Strahlungswärme von Heizung, Ofen o. ä. auf Menschen, Wände und Einrichtung, wodurch diese erwärmt werden und ihrerseits Wärme abgeben. Wer schon einmal nur mit T-Shirt bekleidet den strahlenden Sonnenschein vor einer verschneiten Skihütte genossen hat, kennt dieses Funktionsprinzip.

Je wärmer das Heizsystem, desto höher ist der Konvektionsanteil. Eine Strahlungsheizung im Haus kann als Wand- oder Deckenheizung, durch eine Sockelleistenheizung oder auch durch einen Kachelofen bzw. einen gemauerten Grundofen realisiert werden. Bei einem Heizsystem, das mit Strahlung arbeitet, kann die Raumlufttemperatur zudem um 2 - 3 °C niedriger gehalten werden als bei einer Konvektionsheizung, sodass zusätzlich Energie eingespart wird.

Die grundsätzlichen Eigenschaften einer mit Strahlungswärme arbeitenden Heizung sollten vor der Entscheidung beachtet werden.

### Vorteile

- Behaglicheres Wohngefühl durch höheren Anteil an Wärmestrahlung
- Freiere Raumgestaltung
- Günstigere Temperaturverteilung im Raum durch geringere Temperaturschichtung der Raumluft
- Energieeffiziente Heiztechnologien möglich durch niedrige Heizmitteltemperaturen

### Nachteile

- Träges System (lange Aufheiz- und Abkühlzeiten)
- Einschränkung bei der Wahl der Fußbodenbeläge (bei Fußbodenheizung)
- Einschränkung bei der Wandgestaltung (bei Wandheizung)
- Teure Reparaturen bei Rohrbrüchen
- Hohe Installationskosten

Die Befürchtung, dass der warme Fußboden einer Fußbodenheizung zu Venenerkrankungen und hoher Staubbelastung führt, ist bei gut gedämmten Gebäuden überholt. Die Fußbodentemperaturen sind mit 23 °C Oberflächentemperatur eher niedrig und sollten speziell in Sitz- und Schreibtischbereichen nicht maßgeblich erhöht werden.

Heizkörper gibt es inzwischen in unterschiedlichsten Ausführungen. Sogenannte Handtuchradiatoren lassen sich relativ einfach reinigen und sind in verschiedensten Abmessungen erhältlich. Beliebte sind auch Plattenheizkörper, welche im Vergleich zu älteren Heizkörpern einen eher hohen Strahlungsanteil aufweisen (50 %).

## 4.2 Radiatoren und Heizkörper

Die „klassische“ Variante, die sich in einigen Variationen aktuell noch in vielen Wohngebäuden findet. Standard-Heizkörper bzw. Radiatoren geben Wärme vorwiegend durch Konvektion ab und werden häufig wegen ihrer kostengünstigen Anschaffung sowie vergleichsweise niedrigen Komplexität eingesetzt.

### Vorteile

- Günstigste Anschaffungskosten
- Auch in Niedertemperaturlösung möglich

### Nachteile

- Staubfänger
- Staubverwirbelung
- Hohe Vorlauftemperaturen



Abb. 22: Standard Heizkörper



Abb. 23: Langer Heizkörper an breiter Fensterfront

## 4.3 Fußbodenheizung

Eine Fußbodenheizung kann entweder als Nassverlegung im Estrich oder als Trockenverlegung in dafür vorgesehenen Halterungen erfolgen, z. B. ausgefräste Dämmplatten. Im Falle einer Trockenverlegung sind sehr niedrige Aufbauhöhen realisierbar. Gewisse Einschränkungen gelten bei der Auswahl des Fußbodens. So sind Parkett- oder schwimmend verlegte Holzböden nicht sinnvoll, da sie durch ihre dämmenden Eigenschaften die Wärme nicht optimal in den Raum leiten. Allgemein sind Fliesen oder dünne Böden zu bevorzugen.

### Vorteile

- Unsichtbar
- Günstigere Temperaturverteilung
- Bei Neubauten niedrige Vorlauftemperatur
- 2/3 Strahlungswärme

### Nachteile

- Träges System (lange Aufheiz- und Abkühlzeiten)
- Einschränkung bei der Wahl der Fußbodenbeläge
- Teure Reparaturen bei Rohrbrüchen
- Staubaufwirbelungen durch Inversion (Bildung eines warmen Luftpolsters am Boden und Umdrehen der Luftschichten)
- Bei schlecht gedämmten Häusern hohe Vorlauftemperatur



Abb. 24: Fußbodenheizung mit Noppensystem im Badezimmer

## 4.4 Wandheizung

### Vorteile

- Unsichtbar
- Angenehme Strahlungswärme
- Trockene Wände
- Günstige Temperaturverteilung im Raum
- Niedrige Vorlauftemperaturen
- Teils Eigenleistung möglich

### Nachteile

- Hohe Anschaffungskosten
- Erschwerung von Bohrungen (mit Hitzefolie können die Rohre in der Wand geortet werden)

Durch die niedrigen Heizlasten stellt die Wandheizung energetisch und physiologisch betrachtet eine sehr empfehlenswerte Heizungsart dar.

### Technische Möglichkeiten:

- Wandheizflächen auf Mauerwerk mit unter Putz verlegten Heizregistern
- Vorwandheizflächen als Wandelemente (z. B. Lehm- oder Gipsbauplatten mit integrierten Heizschleifen)

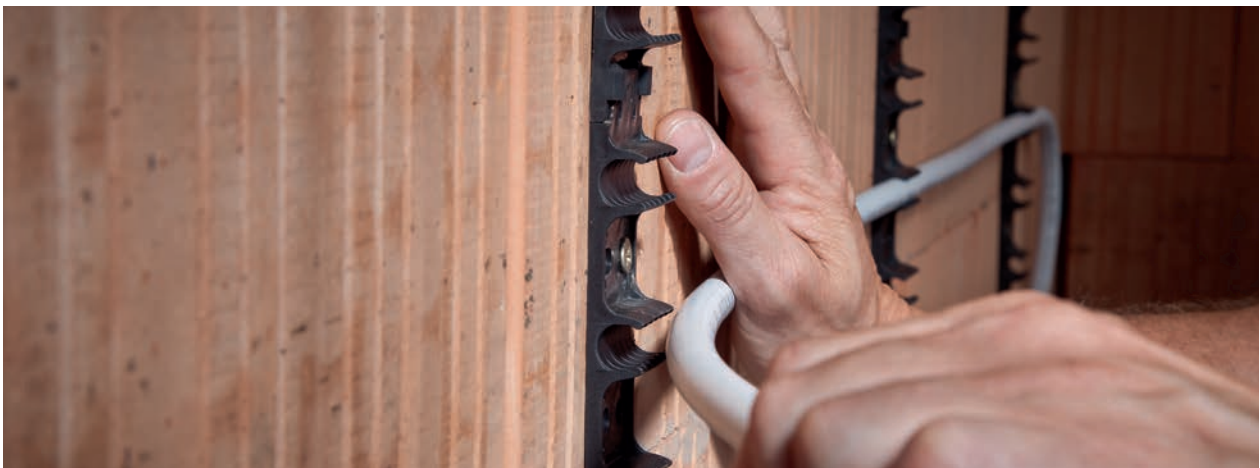


Abb. 25: Rohrverlegung auf Ziegelwand vor dem Verputzen

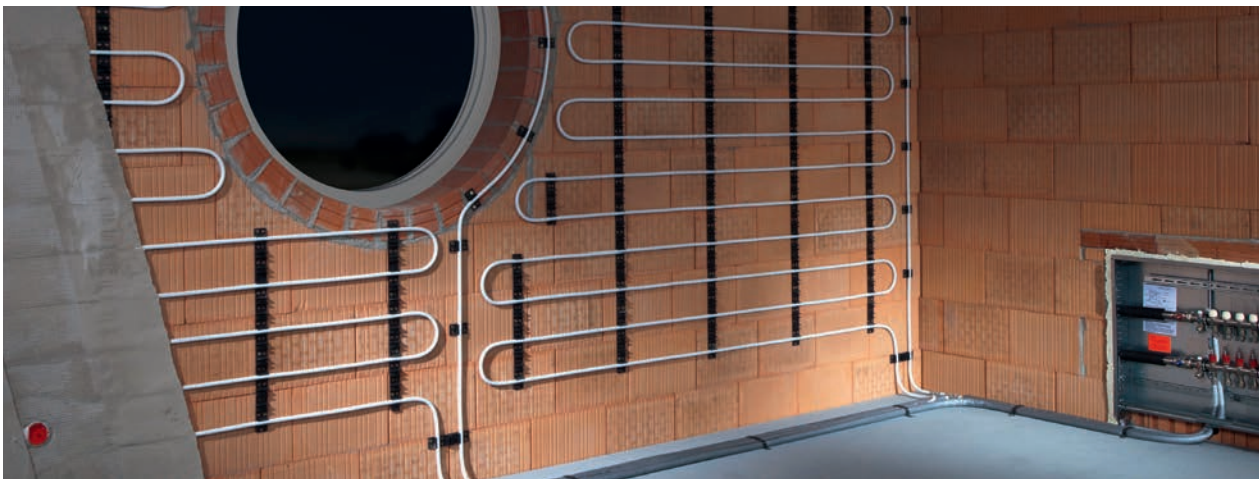


Abb. 26: Klippsystem für Wandheizung

# 5 Elektrotechnik



## 5.1 Beleuchtung

Bei der Lichtplanung sollte in erster Linie auf die Raumnutzung geachtet werden, also ob es sich um private oder um öffentlich bzw. gewerblich genutzte Räume handelt. LED-Lampen und -Leuchten haben sich heutzutage als Beleuchtungsstandard durchgesetzt. Dabei wird unterschieden zwischen Leuchten mit fest verbauten LED-Chips und solchen, in die die Lampe als Retrofit-Leuchtmittel eingesetzt wird.

Wichtig: LED-Chips und LED-Lampen sind im Gegensatz zu Glüh- oder Halogenlampen nicht genormt. Die Lichtqualität von LEDs kann sich also von Lampe zu Lampe deutlich unterscheiden.

Auf diese Eigenschaften und Qualitätsmerkmale sollte beim Kauf von LED-Leuchten geachtet werden:

### Lichtverteilung

Eine diffuse Lichtverteilung erhellt den Raum gleichmäßig, setzt jedoch keine Akzente. Eine gerichtete Lichtverteilung hingegen erzeugt durch Licht und Schatten mehr Dreidimensionalität und setzt Bereiche oder Objekte in Szene.

Die optimale Raumbeleuchtung entsteht aus einer Kombination beider Lichtverteilungen.

### Lichtfarbe

Die Lichtfarbe wird in Kelvin [K] angegeben. Je höher die Kelvinzahl ist, desto weißer die Lichtfarbe. Eine ungedimmte Halogen-Niedervoltlampe mit 50 W weist hier einen Wert von ca. 3.200 K auf. Bei LED-Lampen mit 3.000 Kelvin spricht man von neutral-weißem Licht. Tagsüber empfehlenswert im privaten Wohnbereich

Für die Abendstunden empfiehlt sich ein wärmeres Licht von 2.700 Kelvin, vor allem in privaten Wohnräumen. In Büroräumen hingegen werden hauptsächlich Lampen mit 4.000 K für den Tag gewählt.

Das hat folgenden Hintergrund: Wenn man den Lichtverlauf über den Tag hinweg beobachtet, ist das Licht gegen Mittag sehr hell (ca. 5.000 bis 6.000 Kelvin) bei einer sehr hohen Lichtmenge (Beleuchtungsstärke). Zum Abend hin verändert sich die Lichtfarbe langsam, das Tageslicht wird rötlicher und wärmer, und auch die Lichtmenge nimmt stark ab.

Die hohe Lichtmenge mit seiner sehr kühlen Lichtfarbe wirkt sich förderlich auf das Aktivitätsniveau von Menschen aus; eine warme Lichtfarbe mit weniger Lichtmenge hingegen hat einen beruhigenden Effekt.

Neuen Studien zufolge sollte deshalb die Lichtfarbe der Lampen auch in Büroräumen ab sehr späten Nachmittag nur noch 3.000 Kelvin haben.

### LED Lampen und Dimmen

Eine herkömmliche LED-Lampe verändert beim Dimmen (Reduzierung der Lichtmenge) nicht ihre Lichtfarbe, in dem das Licht wärmer wird, wie beispielsweise bei den Glühfadenlampen.

Neuerdings gibt es einige wenige LED-Lampen auf dem Markt, welche die Zusatzbezeichnung „Dim to warm“ haben. Nur bei diesem Lampentyp wird beim Dimmen der Lampen die Lichtfarbe wärmer.

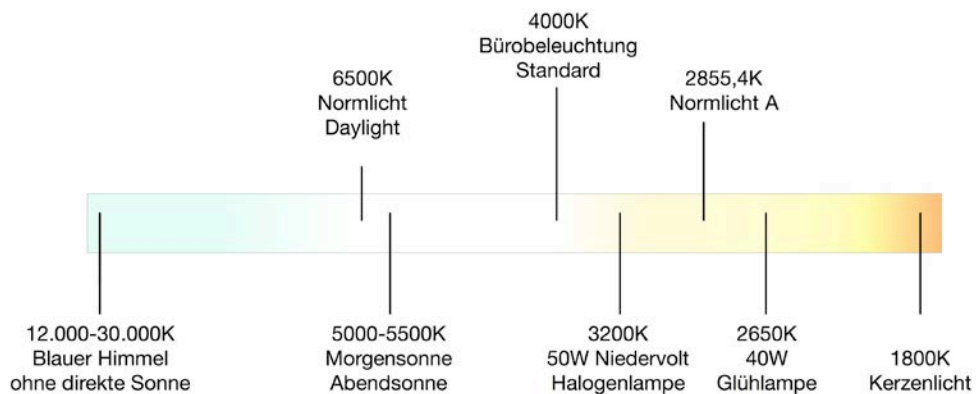




Abb. 27: Wohnraum 3000 Kelvin



Abb. 28: Büro 4000 Kelvin



### Farbwiedergabe

Ein weiterer wesentlicher Aspekt bei der Wahl der Leuchtmittel ist die Farbwiedergabe. Diese ist ein Qualitätsmerkmal von Licht. Sonnenlicht enthält alle Spektralfarben und kann daher alle Farben eines beispielsweise beleuchteten Objekts oder Materials natürlich aussehen lassen.

Das weiße Licht von LED-Chips wird durch Lichtmischungen monochromatischer Farben erzeugt. Fehlt eine Farbe dabei ganz, kann ein Material oder Objekt nicht natürlich wiedergegeben werden.

Die Farbwiedergabe eines Leuchtmittels wird als Ra- oder CRI-Wert (Colour Rendering Index) angegeben. Dieser sollte möglichst 90 übersteigen. Insgesamt sollte bei der Planung von Licht in Innenräumen nicht nur auf Funktion, sondern auch auf den Aspekt des Wohlbefindens geachtet werden.

„ Zuviel Licht ist zum Sehen ebenso unbequem als zu wenig „ (Christoph Martin Wieland)



Abb. 29: Farbwiedergabe Ra > 90



Abb. 30: Farbwiedergabe Ra < 90

### Anmerkung

Leuchtstofflampen sollten wegen ihres hohen Quecksilbergehalts (15 mg) vermieden werden, genauso wie Energiesparlampen (5 mg). Quecksilber ist hochgiftig, daher kann es bei einem Bruch zu gesundheitlichen Schäden kommen. Ferner verursacht die Entsorgung als Sondermüll einen zusätzlichen Mehraufwand.

### Bewegungsmelder und Präsenzmelder

Präsenzmelder registrieren im Gegensatz zu Bewegungsmeldern auch kleinste Bewegungen, etwa das Tippen auf einer Tastatur. Ein weniger empfindlicher Bewegungsmelder reduziert die Brenndauer einer Lampe, was zu geringeren Energiekosten und erhöhter Lebensdauer des Leuchtmittels führt. Daher empfiehlt sich der Einsatz von Bewegungsmeldern vor allem in wenig genutzten Bereichen wie Flur, Abstellkammer oder Keller. Für Außenbereiche können diese zusätzlich mit Tiererkennung ausgestattet werden. In Wohn- und Arbeitsbereichen sollte die Lichtregelung weiterhin manuell erfolgen.

## 5.2 Photovoltaik



**Vorteile:** Eigennutzung des kostenlos erzeugten Stroms, Einspeisevergütung, regenerative Energie  
**Nachteile:** Platzbedarf für Wechselrichter, gelegentliche Reinigung durch Fachfirma

### Funktionsweise

Photovoltaik ist die direkte Umsetzung von Licht in elektrische Energie mithilfe von Solarzellen. Besonders lukrativ ist derzeit ein möglichst hoher Anteil an Eigennutzung des erzeugten Stroms, da die Preise für die Einspeisung immer weiter fallen. Hier bietet sich der Einsatz eines Stromspeichers an. Bis zu einer Anlagengröße von 9,9 kWp entstehen keine Kosten durch die EEG-Umlage. Ab 10 kWp sind für den selbst genutzten Anteil 40 % EEG-Umlage zu leisten. Weiterhin gilt eine Befreiung von der EEG-Umlage bei Inselanlagen ohne Verbindung mit dem öffentlichen Stromnetz oder Einspeisern ohne Vergütung (komplette Solarstromversorgung). Möglich sind auch Ausführungen als In-Dach-, Auf-Dach- und gebäudeintegrierte Photovoltaik-Module.

### kWp

Kilowatt peaks oder kWp bemessen die Nennleistung einer Photovoltaikanlage unter genormten Bedingungen, welche in der Praxis jedoch meist abweichen. Die Leistung in kWp wird im Labor in fest definierter Umgebung gemessen, um Module untereinander vergleichen zu können.

### Arten

**Polykristalline Siliziumzellen:** Wirkungsgrad ca. 18 %, teurer und schwerer als Dünnschicht, verliert weniger Leistung über die Lebenszeit als Mono, weiter verbreitet und preiswerter als Mono, Optik eher bläulich

**Monokristalline Siliziumzelle:** Wirkungsgrad ca. 20 %, etwas teurer als Poly, besseres Schwachlichtverhalten als Poly, höherer Ertrag bei schlechtem Wetter, weniger Dachfläche notwendig als bei Poly, Optik eher schwarz bis dunkelblau

**Dünnschicht:** besseres Preis-Leistungs-Verhältnis bei diffusen Lichtverhältnissen oder ungünstiger Dachausrichtung, jedoch mehr Dachfläche notwendig; geringerer Wirkungsgrad, bis ca. 10 %, geringeres Gewicht.

Weitere Modularten existieren, können aber aufgrund ihrer Neuartigkeit noch nicht qualifiziert beurteilt werden oder befinden sich derzeit noch im Entwicklungsstadium. Es empfiehlt sich, den technologischen Fortschritt zu beobachten. Sogenannte Hybridkollektoren liefern beispielsweise sowohl elektrischen Strom als auch thermische Energie für Warmwasser. Positiver Zusatzeffekt: Durch die Kühlung der Module lässt sich ein höherer Wirkungsgrad erzielen.

### Geldfluss

Da mittlerweile die Einspeisevergütungen für selbst erzeugten Strom stark gesunken sind, ist eine Eigennutzung des Stroms besonders rentabel geworden. Bei Gesprächen über Photovoltaik-Anlagen ist oft die Rede von der Eigenverbrauchsquote, welche besagt, welcher Anteil des erzeugten Stroms selbst verwendet wird. Je höher der Verbrauch des gerade produzierten Stroms, desto höher ist die Eigenverbrauchsquote.

### Beispielrechnung:

Anlagengröße: 9,9 kWp

Stromverbrauch im Jahr: 4.000 kWh (= 1.000 €), bei 25 Cent/kWh Strompreis

Ertrag PV-Anlage: 9.500 kWh

Eigenverbrauchsquote: 30 % (=2.850 kWh)

Ersparnis: 2.850 kWh \* 0,25 € / kWh = 712,50 €

Einspeisung: 6.650 kWh (9.500 kWh – 2.850 kWh)

Einspeisevergütung: 6.650 kWh \* 0,11 € / kWh = 731,50 €

Stromkosten: 4.000 kWh – 2.850 kWh = 1.150 kWh \* 0,25 €/kWh = 287,50 €

Gewinn: 731,50 € - 287,50 € = 444 € (Einspeisevergütung minus Stromkosten)

- Eine PV-Anlage amortisiert sich in der Regel nach 10 Jahren.
- Zudem reduziert sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 537 g/kWh \* 2.850 kWh = 1.530 kg.
- Stromspeicher ist förderbar

## 5.3 Elektroladesäulen

Im Zuge der Verbreitung von Elektrofahrzeugen (Autos, E-Bikes) ist es ratsam, eine Station zur Aufladung in der Garage einzurichten. Hierfür sollte eine Starkstromleitung, ein Netzkabel oder zumindest ein Leerrohr von der Elektroverteilung bis in die Garage gelegt werden, um ohne große Umstände eine Ladesäule nachrüsten zu können.

Es existieren bereits Konzepte, die Elektroautos mit dem Stromnetz interagieren lassen. Das bedeutet, dass die Akkus in den Elektrofahrzeugen als Stromspeicher und auch Stromlieferant für das Stromnetz dienen. Ein intelligentes Steuerungssystem regelt dabei die Lade- und Entladevorgänge in den Fahrzeugen, damit zu vordefinierten Zeiten ein geladenes Auto zur Verfügung steht. Das Fahrzeug kann auf diese Weise als Stromspeicher für den Haushalt dienen: Wird gerade kein Strom durch die Photovoltaik-Anlage erzeugt, kann dieser aus dem Speicher des Elektrofahrzeugs entnommen werden. Auch Elektrofahräder und andere Geräte können in dieses Netzwerk eingebunden werden.



# 6 Lüftungstechnik



## 6.1 Lüftung

Für jede Wohnsituation ist es wichtig, ein Lüftungssystem zu finden, das die individuellen Ansprüche optimal bedient. Der Mensch selbst reichert die Innenräume durch Atmung mit Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) an, welches bei ungenügender Lüftung zu Ermüdung, Kopfschmerzen und Konzentrationsschwierigkeiten führt. Kontinuierliche Frischluftzufuhr sichert dabei eine hohe Raumluftqualität und dient dem notwendigen Abtransport von Luftfeuchtigkeit. Zudem werden belastende Stoffe aus Einrichtungsgegenständen und Baumaterialien abgeführt.

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) gibt vor, dass die Hülle eines neu erbauten Gebäudes dauerhaft luftundurchlässig sein muss. Eine natürliche Lüftung über undichte Türspalte und Fensterfugen, wie es im Bestandsbau üblich ist, findet in Neubauten keine Anwendung mehr. Jedoch muss der für Gesundheit und Bautenschutz erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt werden. Das kann durch die Erstellung eines Lüftungskonzeptes einfach nachgewiesen werden.

In folgenden Sanierungsfällen benötigen auch Besitzer von Bestandsbauten ein Konzept zur Wohnungslüftung:

- Austausch von mehr als einem Drittel der Fenster bei einem Mehrfamilienhaus
- Austausch von mehr als einem Drittel der Fenster oder des Dachs bei einem Einfamilienhaus

Bei der Wohnraumlüftung wird zwischen dezentralen und zentralen Systemen unterschieden. Beide Systeme können den Lüftungswärmebedarf senken, indem sie Wärme zurückgewinnen.

### Zentrale Wohnungslüftung

Hierbei versorgt ein einziges Lüftungsgerät die einzelnen Räume mit Frischluft. Benötigt wird dazu ein Luftverteilssystem (Kanäle), welches im Fußboden- oder Deckenaufbau installiert wird. Vorwiegend kommen zentrale Systeme im Neubau zum Einsatz, da der Planungsaufwand vergleichsweise hoch ist.

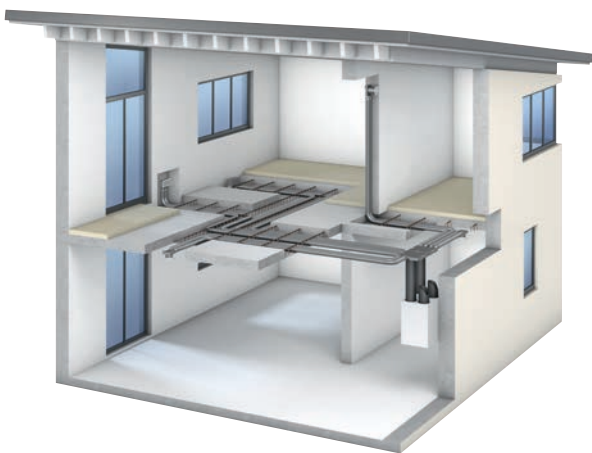


Abb. 31: Zentrale Wohnraumlüftung in der Betondecke eingebaut

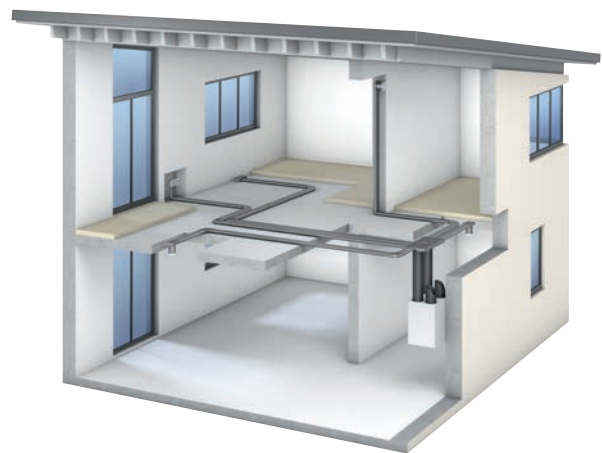


Abb. 32: Zentrale Wohnraumlüftung im Fußbodenaufbau integriert

### Dezentrale Wohnungslüftung

Diese Systeme werden gezielt in einzelne Räume verbaut und sind eher für Altbauten geeignet, da sie sich mit geringem Aufwand nachträglich in die Außenwand installieren lassen. Hier sollte auf den Geräuschpegel geachtet werden. Dezentrale Systeme sind immer lauter als zentrale, daher sollten für Schlafbereiche zusätzliche Schallschutzmaßnahmen ergriffen werden.



Abb. 33: Dezentrale Lüftungsgerät.

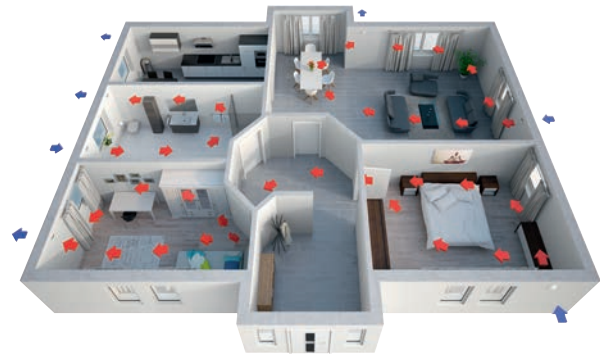


Abb. 34: Beispielschema für dezentrales Lüftungskonzept.

### Verkeimung

Um Verkeimung vorzubeugen, kommt es auf die richtige Planung, sachgerechten Einbau und ordnungsgemäßen Betrieb an. Die Rohre und Wärmetauscher müssen stets hygienisch einwandfrei sein und dürfen keine mikrobielle Belastungen durch Schmutz oder Feuchte aufweisen.

### Filter

Die Filter von Lüftungsanlagen müssen regelmäßig gereinigt und ausgetauscht werden, weil dort Feuchtigkeit und Verschmutzung auftreten. Informationen über Kosten und Wechselintervall können beim Hersteller eingeholt werden. Der Wechsel kann i. d. R. vom Hausbesitzer selbst vorgenommen werden. Es sollten stets hochwertige Filter verwendet werden – die erforderliche Filterklasse ist vom Hersteller vorgegeben.

### Ventilatoren und Wärmerückgewinnung

Eine Wärmerückgewinnung mit hoher Energieeffizienz ist in jedem Fall empfehlenswert. Durch die Rückgewinnung von Wärme aus der Abluft lässt sich eine beträchtliche Menge an Heizkosten einsparen. Ventilatoren sollten ebenfalls einen hohen Effizienzgrad aufweisen und möglichst geräuscharm sein. Die Hersteller geben Auskunft über beide Aspekte.

# 7 Raumklima, Behaglichkeit



## 7.1 Raumtemperatur

Entscheidend für die Behaglichkeit ist die Temperatur der Raumluft und der Umgebungsflächen (v. a. der Außenwände). Ist die Wand relativ kühl, so fühlt sich der Raum trotz hoher Raumlufttemperatur kalt an. Kalte Außenwände erzeugen eine sogenannte Kältestrahlung, und Zugluft verstärkt diesen Effekt.

Die Temperatur der Raumluft sollte von der Wandtemperatur um maximal 5 °C abweichen. Darüber hinaus sollte im Raum eine konstante Temperaturverteilung herrschen, sodass sich keine Schichten bilden (oben 24 °C, unten 20 °C).

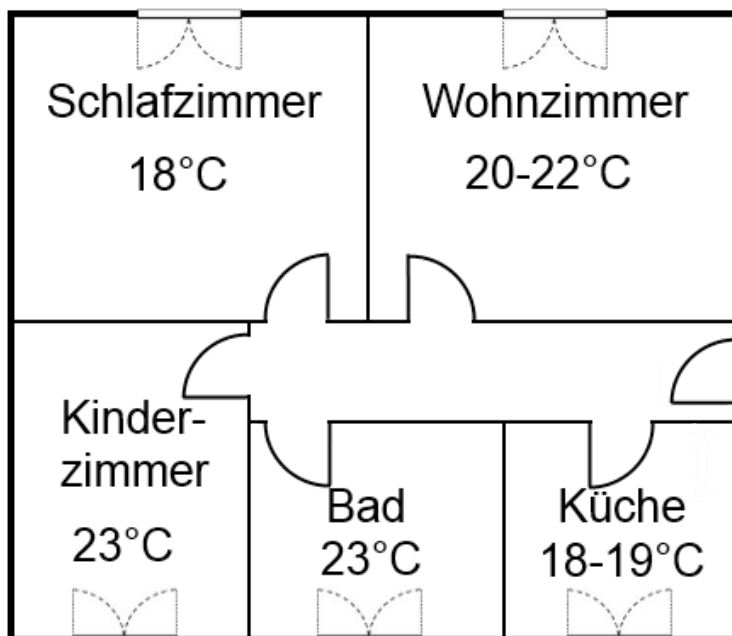


Abb. 35: Empfehlung Raumtemperaturen

## 7.2 Luftfeuchtigkeit

Das richtige Maß an Luftfeuchtigkeit ist entscheidend für das Wohlbefinden in Räumen und die Lebensdauer des Gebäudes. Zu trockene Raumluft wirkt gesundheitsschädlich, während eine zu hohe Luftfeuchte zusätzlich das Mauerwerk schädigt. Der Mensch fühlt sich wohl bei Temperaturen zwischen 20 und 22 °C und einer relativen Feuchte von 35-65 %. Dauerhaft sollte sich die Luftfeuchtigkeit nicht unter 35 % bewegen.

Trockene Luft erhöht die Staubaufwirbelung und hält sie länger schwebefähig. Daraus können Reizungen der Haut und Atemwege entstehen. Andererseits ist eine zu hohe Luftfeuchtigkeit für den Menschen ebenso ungesund, weil der Körper kaum mehr Feuchte abgeben kann und dadurch auf lange Sicht sich selbst vergiftet.

Als optimal gilt bei normaler Raumlufttemperatur eine relative Luftfeuchte zwischen 45 und 50 %. Diese kann mit einem Hygrometer einfach und kostengünstig im Auge behalten werden.

### Grundlegende Informationen zur Luftfeuchtigkeit

Je höher die Temperatur, desto mehr Wasserdampf kann die Luft aufnehmen. Das bedeutet im Umkehrschluss: Wenn warme Luft ins Haus strömt (z. B. beim Lüften des Kellers im Sommer) und die Luft sich im Keller abkühlt, dann steigt die relative Luftfeuchtigkeit bis zur Sättigung. Die kältere Luft kann weniger Luftfeuchtigkeit aufnehmen, und daher fällt der Wasserdampf in Form von Kondensat an der kältesten Stelle im Keller aus. Die Folge sind feuchte Wände und schlimmstenfalls Schimmelbildungen.

### Relative Luftfeuchtigkeit

Ein Hygrometer gibt stets die relative Feuchtigkeit der Luft in Prozent an. Dieser Wert beschreibt den prozentualen Anteil der momentanen Feuchte in Bezug auf die maximal aufnehmbare Feuchte bei einer bestimmten Temperatur.

### Formel: Relative Feuchte

$$\text{rel. LF} = \frac{\text{abs. LF}}{\text{max. LF}}$$

### Absolute Luftfeuchtigkeit

Dieser Wert wird in  $\text{g/m}^3$  angegeben und beschreibt den momentanen Wassergehalt in Gramm pro Kubikmeter Raumluft - also konkret wie viel Wasser jetzt gerade in der Luft ist.

### Maximale Luftfeuchtigkeit

Diese wird ebenfalls in  $\text{g/m}^3$  gemessen und gibt die maximal aufnehmbare Menge an Wasser pro Kubikmeter Luft bei einer bestimmten Temperatur an. Hier gilt: Je höher die Temperatur, desto mehr Wasser kann die Luft aufnehmen.

### Beispiel

Die Raumluft hat bei 22 °C beispielsweise eine relative Luftfeuchtigkeit von 50 % (d. h. sie ist zu 50 % mit Wasserdampf gesättigt). Kühlt die Luft nun auf 18 °C ab, so steigt die relative Luftfeuchtigkeit auf 64 %, weil kältere Luft weniger Wasserdampf aufnehmen kann. Die absolute Luftfeuchtigkeit ist gleichgeblieben, aber die maximale Luftfeuchtigkeit ist gesunken. In Folge steigt die relative Luftfeuchtigkeit (siehe Formel).

Luft mit einer Temperatur von 22 °C kann maximal  $16,5 \text{ g/m}^3$  Wasserdampf aufnehmen. Bei einer Temperatur von 18 °C liegt diese Grenze bei  $13 \text{ g/m}^3$ ; 26 °C ermöglichen  $21 \text{ g/m}^3$ .





### Empfehlungen für eine gesunde Luftfeuchtigkeit

- Relative Luftfeuchte zwischen 40 - 60 %.
- Die Vermeidung zu feuchter Luft ist wichtiger als die Vermeidung zu trockener Luft. Feuchte Luft wird als ermüdend empfunden, führt häufig zu Geruchsbelästigungen und begünstigt die Entwicklung von bau- und gesundheitsschädlichen Mikroorganismen wie Schimmel und Bakterien.
- Staubarme Luft: Dies kann durch die Verwendung von staubarmen Materialien (z. B. Teppichböden), Staubsauger mit HEPA-Filter und regelmäßige Reinigung der Heizkörper erreicht werden.
- Verwendung von Materialien mit feuchteausgleichenden Eigenschaften, z. B. Holz, Lehm-, Kalkprodukte ohne Lacke oder Dispersionsfarben.
- Zur Luftbefeuchtung können einfach Pflanzen aufgestellt werden, da Luftbefeuchter stets die Gefahr der Verkeimung mit sich bringen.

Lufttemperatur (°C)	Relative Luftfeuchte									
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
+ 25	2,3	4,6	6,9	9,2	11,5	13,8	16,1	18,4	20,7	23,0
+ 20	1,7	3,5	5,2	6,9	8,7	10,4	12,1	13,8	15,6	17,3
+ 15	1,3	2,6	3,9	5,1	6,4	7,7	9,0	10,3	11,5	12,8

Abb. 36: Maximale Luftfeuchtigkeit [g/m<sup>3</sup>] in Abhängigkeit der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit

## 7.3 Heizungsklima

Das richtige Heizungsklima zu finden ist ein Balanceakt. Dabei gilt es, nicht nur für Gesundheit und Behaglichkeit, sondern auch für den Erhalt der Baustruktur ein möglichst ideales Klima herzustellen.

### Kriterien für ein gesundheitlich optimales Heizungsklima

- Hoher Anteil an Strahlungswärme bei kühler, angenehmer Atemluft
- Niedrige Oberflächentemperaturen der Heizkörper
- Hohe Oberflächentemperaturen der Wände (keine kalten Außenwände)
- Geringe Zirkulation von Luft und Staub
- Keine thermische Monotonie (für den Kreislauf ist es günstig, wenn es beispielsweise im Flur oder Treppenhaus kälter ist)
- Leichte Regulierbarkeit und bequeme Reinigung
- Keine Geruchsbelästigung
- Keine Lärmbelästigung
- Austrocknung des Hauses, v. a. der Außenwände

Eine optimale Heizung gibt es nicht, jedoch kommen der Grundofen, der echte Kachelofen und die Wandflächenheizung dem am nächsten. Orientieren sollte man sich an der Natur, also an den Verhältnissen im Freien bei angenehmer Witterung und Sonnenschein.

## 7.4 Baustoffe

Auch Baustoffe, Möbel oder Wandfarben können Einfluss auf das Raumklima nehmen. Holz und viele andere Naturbaustoffe können selbst Feuchtigkeit aufnehmen und bei Bedarf wieder abgeben. Lackierte Möbel und Böden besitzen diese Eigenschaft nicht mehr – sie können durch Feuchtigkeit sogar Schaden nehmen.

Möglichst alle Materialien in einem Wohnraum (Putz, Wandfarbe, Böden, Decken, Möbel etc.) sollten diffusionsoffen und hygroskopisch sein. Diffusionsoffen bedeutet, dass die Oberfläche eines Materials durchlässig für die Luft samt Wasserdampf ist. Unter Hygroskopie versteht man die Eigenschaft, Wasser flüssig oder dampfförmig aufnehmen, weiterleiten und wieder abgeben zu können.

Eine verputzte Wand mit herkömmlicher Dispersionsfarbe aus dem Baumarkt würde die Wand quasi versiegeln und somit dem Putz die Eigenschaft nehmen, Dampf aus der Raumluft aufzunehmen und bei Bedarf wieder abzugeben. Dispersionsfarbe beinhaltet Kunstharzpartikel, die sich wie eine Folie auf die Wand legen. Hygroskopisch sind vor allem natürliche Baustoffe so wie Holz, Ziegel, Schafwolle, Kalk, Lehm oder Jute. Für die kurzfristig ausgleichende Wirkung auf die Raumfeuchte sind vor allem die ersten 2 - 3 cm eines Bauteils verantwortlich.

### Wärmeschutz und Wärmespeicherung

Vor allem die ersten raumseitigen 8 - 16 cm sind entscheidend für die Wärmespeicherung und für ein ausgeglichenes Raumklima. Je mehr Wärme ein Stoff speichern kann, desto langsamer reagiert er bei Erwärmung und Abkühlung (Amplitudendämpfung bzw. Phasenverschiebung). Dies ist wichtig, um im Sommer eine Überhitzung der Räume unter dem Dach zu vermeiden. Hohe Wärmespeicherwerte verhindern eine zu rasche Erwärmung oder Abkühlung. Je schwerer ein Baustoff ist, desto höher ist seine Fähigkeit, Wärme aufzunehmen.

## Geruch

Gerüche haben eine enorme Auswirkung auf das menschliche Wohlbefinden. Um gute Geruchsverhältnisse zu erreichen, empfehlen sich folgende Maßnahmen.

- Verwendung von sorptionsfähigen, natürlichen Baustoffen (Holz, Lehm, Kalkputz, Kork etc.)
- Einrichtungsgegenstände wie Vollholz- oder Rattanmöbel, Teppiche, Vorhänge und Polstermöbel aus Naturfasern
- Verwendung offenerporiger, angenehm riechender, antiseptischer Oberflächen- und Hauspflegemittel (z. B. Bienenwachspräparate oder Marseiller Seife)
- Ausreichende Lüftung
- Schadstofffreie Baustoffe (Ausgasungen o. ä.)
- Beim Einsatz von Düften (auch aus natürlichen Quellen) ist stets Vorsicht geboten, da es in Folge zu allergischen Reaktionen kommen kann

### Beispiel: Wandfarben

Im Allgemeinen sollte man auf Farben mit Kunstharzanteilen (Acrylate) verzichten. Natürliche Kalkfarben finden wegen ihrer desinfizierenden Wirkung vor allem in Tierställen Anwendung, obwohl nichts gegen ihre Verwendung in anderen Innenräumen spricht. Im Gegenteil eignet sich die samtige, unaufdringliche farbliche Farbwirkung sehr gut für das Streichen von Wohnräumen.

# 8 Ökologie, Ressourcenschonung



Oberstes Ziel ökologischen Handelns ist es, Raubbau an Ressourcen zu vermeiden und somit einen verantwortungsvollen Umgang mit den Materialien dieser Erde anzustreben.

Für den Klimaschutz ist es nicht nur wichtig, möglichst energiesparende Wohngebäude zu bauen – es sollte auch der Aufwand betrachtet werden, mit welchem die verwendeten Materialien produziert werden. Ein energieeffizientes Wohnhaus zu bauen, welches beispielsweise komplett aus Edelstahl besteht, wäre ökologisch betrachtet ein Desaster, da der Energiebedarf für die Gewinnung und Herstellung des Edelstahls den Energieverbrauch des Gebäudes in seiner Lebenszeit um ein Vielfaches übersteigt. Denn auch die Herstellenergie trägt zum Schaden der Umwelt und erhöhten CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei.

## Dies umfasst folgende Punkte:

- Gewinnung der Rohstoffe
- Prozess der Stoffumwandlung bis zum fertigen Produkt
- Notwendiger Energieaufwand
- Einsatz von Hilfsstoffen
- Entsorgung & Wiederverwertung

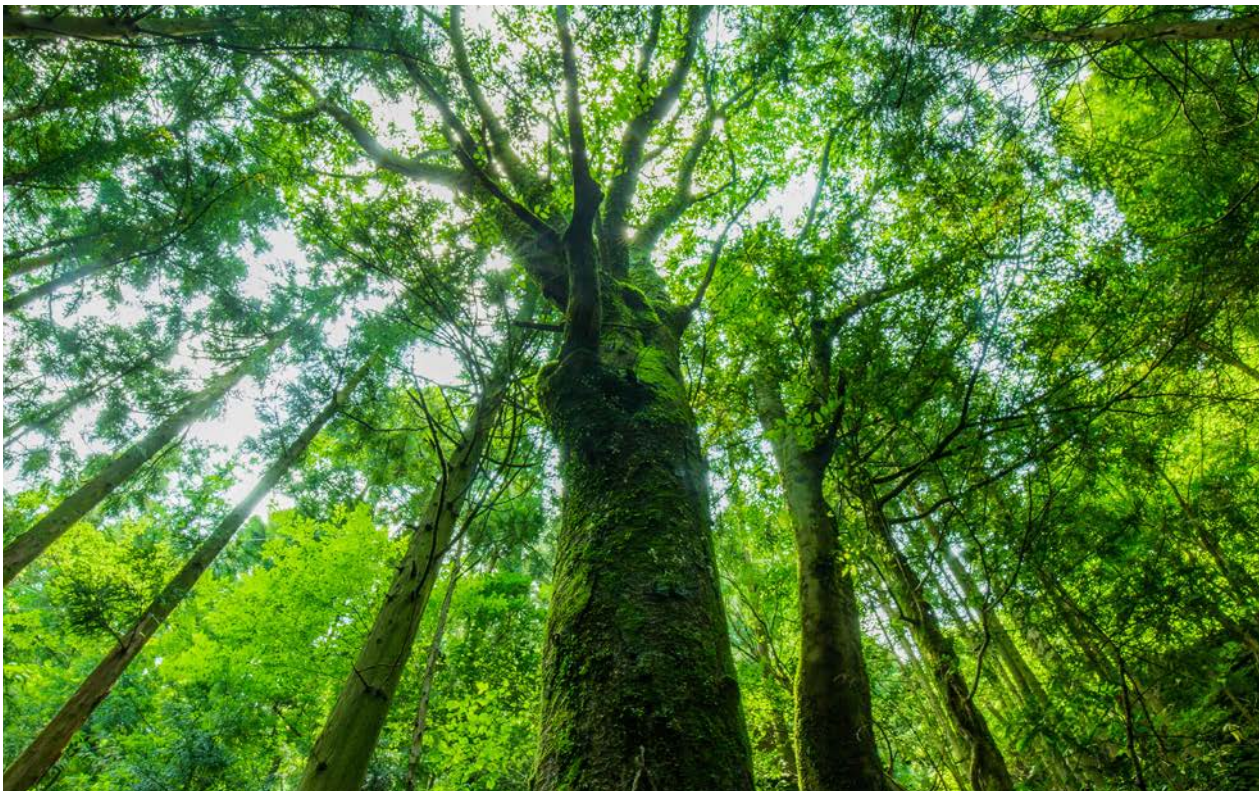
## 8.1 Baustoffinformationssysteme

Unter folgenden Links können Informationen über Baustoffe eingeholt werden

[www.oekobaudat.de](http://www.oekobaudat.de)

[www.wecobis.de](http://www.wecobis.de)

[www.bgbau.de/gisbau/wingis](http://www.bgbau.de/gisbau/wingis)



## 8.2 Zertifikate

Gütesiegel oder Umweltzeichen dienen als Entscheidungshilfe für die Auswahl von Bauprodukten, jedoch erschwert die Vielzahl der unterschiedlichen Labels dabei die Übersicht. Einige Siegel dienen dabei lediglich Marketingzwecken, daher kann sich der Verbraucher nur durch gezieltes Hinterfragen (wie und durch wen erfolgt die Labelvergabe?) vor irreführenden Umweltlogos schützen.

Hier einige grundlegende Informationen zu den bekanntesten Labels:



### Umweltzeichen „Blauer Engel“

Dieses Gütesiegel betrachtet meist nur eine bestimmte Eigenschaft, z. B. Emissionsarmut oder Bleifreiheit.



### Öko-Test Verlag

In dieser Zeitschrift erhält der Leser eine Entscheidungshilfe. Neben einer allgemeinen Beschreibung werden die Inhaltsstoffe geprüft sowie spezifische Vor- und Nachteile aufgezeigt.



Fachhandelsverbund

### ÖkoPlus-Bewertung

An diesem Zeichen ist zu erkennen, dass der Händler Mitglied in einem Fachhandelsverbund ist, der sich selbst bestimmten Kriterien unterwirft. Insgesamt sind es 25 Bewertungskriterien, vom Rohstoff bis zur Entsorgung.



### IBR-Prüfsiegel

Ein Siegel des Instituts für Baubiologie Rosenheim GmbH. Geprüft werden gesundheitlich relevante Kriterien.



### Natureplus

Dieses Qualitätszeichen stellt bei der Bewertung besonders hohe Ansprüche an die Produktqualität.



### DINB-Qualitätssiegel in Platin

Aussagekräftig und leicht verständlich für Endverbraucher. Der Bewertungsstandard bewegt sich auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft.



### Holz

FSC (Forest Stewardship Council) steht für die umweltfreundliche, sozial förderliche und zugleich wirtschaftlich tragfähige Bewirtschaftung von Wäldern. Dabei ist es jedoch möglich, dass die nachhaltigen Wälder auf Boden gepflanzt wurden, auf dem zuvor Tropenwald stand.



PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) steht für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung, die kontinuierlich im Hinblick auf soziale, ökologische und wirtschaftliche Standards verbessert wird. Zu beachten ist hier, dass diese weltweit vergebenen Siegel weder die geographische Herkunft noch die Länge der Transportkette vom Rohholz bis zum Endprodukt bewerten.



Holz von hier sagt aus, dass der Baustoff Holz aus einer nachhaltigen Forstwirtschaft stammt und kurze Transportwege zurückgelegt hat.

## 8.3 Regionale Baustoffe, regionale Firmen

Nicht nur das Gebäude selbst sollte später einmal wenig Energie verbrauchen – bereits der Bau kann energiesparend erfolgen. Es empfiehlt sich daher, Baufirmen mit kurzen Anfahrtswegen zu beauftragen. Dies spart Energie und ermöglicht zudem einfache Kommunikation und sorgt für schnelle Reaktionszeiten. Baustoffe müssen nicht vorher einmal quer durch Europa oder die Welt befördert werden, sodass sich nicht nur die Ökobilanz verbessert, sondern auch die Transportkosten sinken.

Hölzer wie Eiche, Lärche, Robinie oder Edelkastanie sind Tropenhölzern in puncto Haltbarkeit ebenbürtig oder sogar überlegen. Auch bezüglich Ästhetik und Farbenspiel stehen heimische Hölzer wie Birke, Nussbaum, Platane, Kastanie, Eberesche, Hainbuche oder Vogelkirsche den Tropenhölzern in nichts nach.

## Förderungen

Aufgrund der Vielzahl und Komplexität der Fördermöglichkeiten ist es ratsam, sich auf der Seite des Bundes ([www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de)) nach einem kompetenten Ansprechpartner für die Beratung zu erkundigen. Förderungen gibt es für viele Bereiche: Neubau, Sanierung, Wärmerückgewinnung, Ventilatoren, Pumpen und mehr. Zudem lassen sich die Kosten für einen Energieberater teilweise über Förderungen abfangen.

**Wichtig:** Förderungen müssen unbedingt **im Vorfeld** beantragt werden!

### **KfW**

Vergibt zinsgünstige Kredite, teils mit Tilgungszuschuss.

### **BAFA**

Vergibt Zuschüsse für technische Anlagen.

### **Baukindergeld**

Zuschuss pro Kind über einen Zeitraum von maximal 10 Jahren.

### **Bayerisches Baukindergeld plus**

Staatlicher Zuschuss für Familien mit Kind oder Alleinerziehende (Erhöhung des Baukindergeldes)

### **Bayerische Eigenheimzulage**

Zuschuss zum Bau oder Erwerb von Eigenwohnraum

### **Das 10.000 Häuser Programm**

Ein Zuschuss des Freistaates Bayern für energieeffiziente Häuser

### **Umweltbank**

Fördert den Neubau von energieeffizienten und ökologischen Wohngebäuden und die Sanierung zu einem ökologischen Effizienzhaus.



# Nützliche Links

Energieeffizienz-Experten für Förderprogramme des Bundes  
[www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de)

Deutsche Umwelthilfe  
[www.duh.de](http://www.duh.de)

LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt  
[www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

Institut für Baubiologie und Nachhaltigkeit  
[www.baubiologie.de](http://www.baubiologie.de)

UBA – Umweltbundesamt  
[www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

NABU – Naturschutzbund Deutschland  
[www.nabu.de](http://www.nabu.de)

BMI – Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat  
[www.bmi.bund.de](http://www.bmi.bund.de)

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit  
[www.bmu.de](http://www.bmu.de)

KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau  
[www.kfw.de](http://www.kfw.de)

ENEV – Energieeinsparverordnung  
[www.enev-online.com](http://www.enev-online.com)

ENEG – Energieeinsparungsgesetz  
[www.gesetze-im-internet.de](http://www.gesetze-im-internet.de)

Erstberatung Bayerische Architektenkammer:  
[www.byak.de/planen-und-bauen/beratungsstelle-energieeffizienz-und-nachhaltigkeit.html](http://www.byak.de/planen-und-bauen/beratungsstelle-energieeffizienz-und-nachhaltigkeit.html)

Newsportal zu Fördermittel des Bundes  
[www.foerderungportal.de](http://www.foerderungportal.de)

Informationsportal Bayern  
[www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de)



# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energieverbrauch deutscher Haushalte.....	9
Abbildung 2: Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs in Deutschland.....	9
Abbildung 3: Raumanordnung nach Pufferfunktion. Quelle: IBN Rosenheim.....	13
Abbildung 4: Verschattung der Fenster- und Fassadenflächen durch Dach- und Balkonüberstände Quelle: IBN Rosenheim.....	14
Abbildung 5: Solar Wärmegewinne mit zweistöckigem Wintergarten durch das Schwerkraftprinzip Quelle: IBN Rosenheim.....	14
Abbildung 6: Lichtumlenkung mit Tageslicht-Raffstores. Quelle: IBN Rosenheim.....	15
Abbildung 7: A/V-Verhältnis. Quelle: IBN Rosenheim.....	15
Abbildung 8: Rasengittersteine als Alternative zu versiegelten Flächen.....	16
Abbildung 9: Ziegelhaus Rohbau.....	20
Abbildung 10: Aufstellung eines Hauses in Holzrahmenbauweise. Quelle: Firma Parockinger.....	21
Abbildung 11: Aufbau Holzwand mit Buchendübeln. Quelle: Holz 100, Erwin Thoma.....	22
Abbildung 12: Beispiel für Stahlbetonbau.....	23
Abbildung 13: Energieerzeuger und CO <sub>2</sub> -Ausstoß. Quelle: BAFA.....	24
Abbildung 14: Brennstoffkosten. Quelle: C.A.R.M.E.N.....	25
Abbildung 15: Räume für Öltanks können zu Pelletbunkern umgerüstet werden. Quelle: HDG Bavaria.....	27
Abbildung 16: Hackschnitzelheizung mit Fördersystem. Quelle: HDG Bavaria .....	28
Abbildung 17: Schema Wärmepumpe.....	30
Abbildung 18: Einbaubeispiel Wärmeübergabestation. Quelle: Firma Yados.....	33
Abbildung 19: Gastherme. Quelle Buderus.....	34
Abbildung 20: Pufferspeicher mit Frischwassermodul (seitlich rechts angebracht), Quelle: ÖkoFEN.....	35
Abbildung 21: Pufferspeicher mit Wellrohr-Wärmetauscher. Quelle: ÖkoFEN.....	35
Abbildung 22: Standard Heizkörper.....	37
Abbildung 23: Langer Heizkörper an breiter Fensterfront.....	37
Abbildung 24: Fußbodenheizung mit Noppensystem im Badezimmer. Quelle: Kermi.....	38
Abbildung 25: Rohrverlegung auf Ziegelwand vor dem Verputzen. Quelle: Kermi.....	39
Abbildung 26: Klippsystem für Wandheizung. Quelle: Kermi.....	39
Abbildung 27: Wohnraum 3000 Kelvin.....	41
Abbildung 28: Büro 4000 Kelvin.....	41
Abbildung 29: Farbwiedergabe Ra > 90. Quelle: Tanja Knura.....	42
Abbildung 30: Farbwiedergabe Ra < 90. Quelle: Tanja Knura.....	42
Abbildung 31: Zentrale Wohnraumlüftung in der Betondecke eingebaut. Quelle: Viessmann.....	45
Abbildung 32: Zentrale Wohnraumlüftung im Fußbodenaufbau integriert. Quelle: Viessmann.....	45
Abbildung 33: Dezentrales Lüftungsgerät. Quelle: Viessmann.....	46
Abbildung 34: Beispielschema für dezentrales Lüftungskonzept. Quelle: Viessmann.....	46
Abbildung 35: Empfehlung Raumtemperaturen.....	47
Abbildung 36: Relative Luftfeuchtigkeit in Bezug auf die Raumtemperatur.....	49

# Impressum

**Herausgeber:**

Stadt Hauzenberg  
Marktplatz 10  
D – 94051 Hauzenberg  
Telefon: 08586-30-0  
stadtinfo@hauzenberg.de

**Fragen oder Anregungen zur Energiefibel?****Verantwortlich für den Inhalt:**

Veit Energie Consult GmbH  
Geschäftsführer Martin Veit M.Sc.  
Lederinstr. 34  
94065 Waldkirchen  
Telefon: 08581/72627910  
office@veit-energie.de  
www.veit-energie.de

**Redaktion:**

Martin Veit M.Sc.  
Florian Hobelsberger Dipl. Ing. (FH)  
Andreas Ljubisic M.A.  
Tanja Knura Dipl.-Ing.  
Innenarchitektin, Tageslichtarchitektin M. Sc.  
Kontakt: lichtundraum@tanjaknura.de

**Gestaltung/Layout:**

mg Marktgespür GmbH  
www.marktgespuer.de

**Druck:**

Copy & Light e. K.  
www.copyundlight.de

**Stand:**

März 2019

**Auflage:**

500 Stück



## Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

© 2018 Veit Energie Consult GmbH

Das Werk einschließlich aller Inhalte ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Reproduktion (auch auszugsweise) in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder anderes Verfahren) sowie die Einspeicherung, Verarbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung mit Hilfe elektronischer Systeme jeglicher Art, gesamt oder auszugsweise, ist ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung der Firma Veit Energie Consult GmbH untersagt. Alle Übersetzungsrechte vorbehalten.



