



# Leitfaden zum ökologischen Bauen

Eine Klimaschutzinitiative der Stadt Meppen

## Liebe Bauherrinnen und Bauherren!

Schon seit vielen Tausend Jahren versucht sich der Mensch vor den Widrigkeiten des Wetters, der Jahreszeiten und oder auch nur als Schutz vor wilden Tieren und Angreifern zu schützen. Zunächst durch den Unterschlupf in Höhlen, erweiterte er später seine Möglichkeiten durch den Bau von primitiven Unterständen aus Ästen und Baumstämmen bis hin zu festen Wohnbauten aus Natursteinen oder selbst gefertigten Ziegeln.

Zeigten die frühen Hütten mit Wänden aus Flechtwerk und einer Zwischendämmung aus Gras bereits eine gute Dämmwirkung auf, ging diese bei Bauten aus Stein wieder verloren. Wärme war nur in unmittelbarer Nähe zur Feuerstelle spürbar. Erst in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde die erste Norm als Mindestwärmeschutz zur Verbesserung der hygienischen Verhältnisse eingeführt. Energiesparen war damals noch nicht das Ziel dieser Norm. Erst im Oktober 1977 wurde durch die Einführung der Wärmeschutzverordnung (WSVO) ein Reglement verfasst, wonach sich Planer und Bauaufsichtsbehörden richten konnten. Ständig verbessert und verfeinert wurde dann im Jahr 2002 schließlich aus der 3. WSVO die Energieeinsparverordnung, auch kurz als EnEV bezeichnet. Diese erfährt ebenfalls eine

ständige Weiterentwicklung, mit immer strengeren Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden. Schwindende Ressourcen und die drohende Klimaveränderung zwingen zum Handeln. Dabei soll der Focus nicht nur auf die Verwendung neuester Dämmstoffe und regenerativer Heizungstechniken liegen, sondern auch auf die Verwendung von Baumaterialien aus nachwachsenden, bzw. recyclefähigen Rohstoffen. Schließlich hat auch ein Wohngebäude eines Tages sein Nutzungsende erreicht und es muss über einen Rückbau und über das **Wie** der Entsorgung der verwendeten Materialien nachgedacht werden. Durch die Einbeziehung von Fachplanern ist das Gebäude in Ausgewogenheit zwischen Gestaltung, Nutzungsanforderung, Ökologie und Ökonomie unter dem Aspekt Nachhaltigkeit zu konzipieren.

Dieser Leitfaden soll Sie bei Ihrer Planung unterstützen und helfen, diesen Weitblick zu entwickeln. Denn das sind wir den folgenden Generationen schuldig.

Mit freundlichem Gruß

Ludger Frese  
(Klimaschutzmanager der Stadt Meppen)

## Inhaltsverzeichnis

1.	Die Energieeinsparverordnung .....	1
2.	Bauweise und Orientierung .....	1
	A/V-Verhältnis .....	2
	Energiesparhäuser .....	2
	Ausrichtung .....	3
3.	Bau- und Dämmstoffe .....	3
	Baustoffe .....	3
	Dämmstoffe .....	4
	Sommerlicher Wärmeschutz .....	6
	Perimeterdämmung .....	7
4.	Fenster .....	8
5.	Minimierung der Wärmebrücken und Maximierung der Luftdichtheit .....	8
	Blower Door .....	9
	Be- und Entlüftung .....	10
6.	Nutzung erneuerbarer Energien .....	11
	Wärmepumpen .....	12
	Solarthermie .....	13
	Photovoltaik .....	14
	Wassermanagement .....	16
	Grauwassernutzung .....	16
	Regenwassernutzung .....	16
7.	Dachbegrünung .....	16
8.	Fördermittel .....	19
9.	Qualitätssicherung vor Ort! .....	20

## 1. Die Energieeinsparverordnung

### „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden“

Die Energieeinsparverordnung ist in folgende Themen gegliedert:

<i>Abschnitt 1</i>	<i>Allgemeine Vorschriften</i>
<i>Abschnitt 2</i>	<i>Zu errichtende Gebäude</i>
<i>Abschnitt 3</i>	<i>Bestehende Gebäude</i>
<i>Abschnitt 4</i>	<i>Anlagen der Heizungs-, Kühl- und Raumluftechnik sowie der Warmwasserversorgung</i>
<i>Abschnitt 5</i>	<i>Energieausweise und Empfehlungen für die Verbesserung der Energieeffizienz</i>
<i>Abschnitt 6</i>	<i>Gemeinsame Vorschriften, Ordnungswidrigkeiten</i>
<i>Abschnitt 7</i>	<i>Schlussvorschriften</i>

Eingegangen wird in diesem Leitfaden insbesondere auf den Abschnitt 2 und den Abschnitt 5, da diese für den Bereich der neu zu errichtenden Gebäude besonders zu beachten sind. Anforderungen stellt die EnEV insbesondere an den Jahres-Primärenergiebedarf<sup>1</sup> für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung. Dieser wird bei seiner Berechnung mit dem eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung verglichen und darf diesen nicht überschreiten (Anlage 1, Tabelle 1). Beide Werte sind dabei nach dem gleichen Verfahren zu berechnen. Ein weiterer Wert, den es zu beachten gilt, ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust<sup>2</sup>. Zudem sind die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz einzuhalten.

Wird in einem zu errichtenden Gebäude Strom aus erneuerbaren Energien eingesetzt, so kann dieser von dem berechneten Endenergiebedarf abgezogen werden, soweit er am Gebäude erzeugt und unmittelbar nach Erzeugung oder nach Speicherung genutzt wird. Selbstverständlich sind die Umfassungsflächen einschließlich der Fugen so dicht auszuführen, dass sie dauerhaft luftundurchlässig sind und entsprechend den Regeln der Technik abgedichtet wurden. Darüber hinaus ist ein Nachweis über die Luftdichtheit zu führen.

## 2. Bauweise und Orientierung

Die EnEV nimmt keinen Einfluss auf die Bauform eines neu zu errichtenden Gebäudes. Eher sind die Regelungen im Bebauungsplan oder die technischen und finanziellen Möglichkeiten die Zwangspunkte, die Einfluss auf den architektonischen Entwurf nehmen. Dennoch sollte die Gestaltung der Bauform bei der Planung einen besonderen Grad der Berücksichtigung finden.

<sup>1</sup> Jährliche Energiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des Brennstoffes und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik mithilfe der für die jeweiligen Energieträger geltenden Primärenergiefaktoren auch die Energiemenge einbezieht, die für Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe (vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes) erforderlich ist. Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien wie die CO<sub>2</sub>-Emission herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudebeheizung einbezogen wird.

<sup>2</sup> Wärmestrom durch ein Außenbauteil. Es gilt: Je kleiner der Wert, umso besser ist die Dämmwirkung der Gebäudehülle. Durch Bezug auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche liefert der Wert einen wichtigen Hinweis auf die Qualität des Wärmeschutzes.

---

## A/V-Verhältnis

Um eine energetisch optimale Bauform zu erhalten, spielt das Verhältnis von Umfassungsfläche und Volumen des Gebäudes eine wichtige Rolle. Man spricht hier auch vom A/V-Verhältnis. Wählt man eine Gebäudeform, die aus vielen Teilflächen besteht, wie es etwa bei zusätzlichen Giebeln oder Ausbauten und Erkern der Fall ist, erhöht sich die Umfassungsfläche im Verhältnis mehr als das Gebäudevolumen zunimmt und verschlechtert somit das A/V-Verhältnis. Das Gleiche gilt für die eingeschossige Bauweise. Ein A/V-Verhältnis wird mit steigender Geschoszahl günstiger. Es ist daher ein A/V unter 0,8 anzustreben. Nicht nur niedrigere Bau- und Energiekosten sind das Resultat, auch eine Minimierung möglicher Wärmebrücken ist die Folge.

## Energiesparhäuser

Wie bereits im ersten Abschnitt angesprochen, unterscheidet die EnEV nicht zwischen den verschiedenen energetischen Standards, die heute bereits üblich sind. Der EnEV-Standard ist der Mindeststandard und darf nicht unterschritten, wohl aber überschritten werden. Der heute gültige Standard wird 2016 weiter verschärft werden, sodass in der EnEV 2021 der Niedrigstenergiehausstandard allgemein gültig sein wird.

### KfW-Effizienzhaus

Der Begriff Effizienzhaus ist eine Bezeichnung, die von der Deutschen Energie-Agentur GmbH (dena) zusammen mit dem damaligen Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und der KfW entwickelt wurde. Die KfW nutzt das Effizienzhaus im Rahmen ihrer Förderprogramme, wobei die Zahl nach dem Begriff KfW-Effizienzhaus angibt, wie hoch der Jahresprimärenergiebedarf ( $Q_p$ ) in Relation (%) zu einem vergleichbaren Neubau nach den Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) sein darf.

### 3-Liter-Haus

Ist eine Wortschöpfung in Anlehnung an das 3-Liter Auto. Es suggeriert ein mit Heizöl beheiztes Haus, das für diesen Heizwärmebedarf sehr gut gedämmt sein muss. Der Heizwärmebedarf darf max.  $30 \text{ kWh}/(\text{m}^2/\text{a})$ , also das Doppelte des Passivhausstandards (=1,5 Liter-Haus), betragen.

### Niedrigenergiehaus

Wurde ursprünglich definiert für einen Gebäudestandard 30% besser als die Wärmeschutzverordnung von 1995. Heute oft als Synonym verwendet für ein Haus, das dem aktuellen gesetzlichen Mindeststandard genügt (EnEV-Haus).

### Nullenergiehaus

Ist ein Gebäude, dessen Jahresenergiebilanz ausgeglichen ist. Passivhäuser mit ausreichend dimensionierter Photovoltaikanlage erreichen diesen Standard relativ einfach.

### Passivhaus

Ist ein vom Passivhaus Institut in Darmstadt (Dr. Feist) erarbeitetes Konzept mit einem Heizwärmebedarf von  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2/\text{a})$ .

### PHPP

Das „Passivhaus Projektierungs-Paket“ (PHPP) ist das vom Passivhaus Institut entwickelte und vermarktete Planungs- und Energiebilanzierungstool für das Passivhaus. In dem excelbasierten Werkzeug werden sämtliche energierelevanten Daten des geplanten Passivhauses erfasst, darunter auch alle U-Werte jedes einzelnen Bauteils, Wärmebrücken, verwendete

technische Geräte, Klimadaten, die Verschattungssituation des Standorts u.v.m. Über das PHPP wird der Nachweis erbracht, dass das geplante Gebäude die Passivhauskriterien erfüllt.

### **Plusenergiehaus**

Ähnlich dem Nullenergiehaus, die Photovoltaikanlage ist jedoch so groß dimensioniert, dass der benötigte Strom für Heizung, Warmwasserbereitung und Haushaltsstrom sogar überkompensiert werden kann, also rechnerisch ein „Plus“ herauspringt. Sinnvoll ist das Passivhaus als Basis eines Plusenergiegebäudes.

### **Ausrichtung**

Richten Sie Ihr Gebäude auf dem Grundstück nach Möglichkeit so aus, dass große Fensterflächen nach Süden gerichtet sind, um so den solaren Wärmegewinn<sup>3</sup> zu optimieren. Auch die Dachfläche/n sollten eine südliche Ausrichtung erhalten. Wählen Sie dann noch ein Pultdach<sup>4</sup>, so ist die komplette Dachfläche optimal ausgerichtet und für die Ausnutzung von Photovoltaik und/oder Solarthermie optimal vorbereitet.

Eine Entwicklung der letzten Jahre zeigt den Trend nach immer mehr individueller Wohnfläche. Der Wunsch nach mehr Platz ist dabei weit vor der Lust angesiedelt, mehr energiesparende Technologien einzubauen. Dabei ist festzustellen, dass infolge der gestiegenen Konsumansprüche, immer mehr gearbeitet werden muss. Die Folgen sind Ganztagskindergärten und –schulen, man trifft sich nur noch zum Schlafen.

„Wer<sup>5</sup> bei einem Nettoeinkommen von 3000 Euro in seinem Passivhaus 30 m<sup>2</sup> weniger Wohnfläche (2500 Euro/m<sup>2</sup>) vorhält, kann jedes Jahr sechs Wochen länger Urlaub machen. Eigentlich ist es ganz einfach: Wer weniger Haus hat, hat weniger Schulden, muss weniger arbeiten und vor allem – weniger putzen.“

Also: Bauen Sie Bedarfsgerecht und mit Augenmaß!

## **3. Bau- und Dämmstoffe**

### **Baustoffe**

#### **Bausteine**

Neben den früher im Hausbau gebräuchlichen Natursteinen, stehen die heute üblichen künstlichen Bausteine im Vordergrund der Betrachtung. Ausgangsstoffe für die Herstellung sind Sand, Bims, Kalk, Ton und Gips. Durch Zugabe von Wasserdampf und einer Beimischung von Chemikalien werden unter hohem Druck und Hitze die Bausteine hergestellt. Je nach Rohdichte entstehen so Mauersteine mit unterschiedlichen „Fähigkeiten“ für unterschiedliche Einsatzgebiete. Steine mit niedriger Rohdichte haben einen schlechteren Schallschutz und eine schlechtere Statik, aber eine gute Wärmedämmung. Ein porosierter Ziegelstein oder ein Porenbetonstein (auch bekannt als Gasbetonstein) kann durchaus eine Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,07 \text{ W/(mK)}$  haben, ein Kalksandstein dagegen hat nur ein  $\lambda = 0,50 \text{ W/(mK)}$ .

Die Hersteller fertigen die Steine in unterschiedlichen Formaten, so dass sie vielfältig einsetzbar sind. Als monolithisches Mauerwerk mit oder ohne Wärmedämmung auf der Außenseite, als zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung oder als Gebäudetrennwand. Um eine

<sup>3</sup> Aufgrund direkter und diffuser Sonneneinstrahlung durch transparente Bauteile (Fenster) ergeben sich solare Wärmegewinne im Gebäude. Der solare Wärmegewinn wird bestimmt durch die Ausrichtung und Größe der Fenster, den Energiedurchlassgrad der Gläser sowie Einflüssen des nicht senkrechten Anteils, der Verschattung und die Verschmutzung der Scheiben.

<sup>4</sup> Ein Pultdach ist eine Dachform aus nur einer geneigten Dachfläche. Die untere Kante bildet die Dachtraufe, die obere den Dachfirst.

<sup>5</sup> Aus: Passivhaus Kompendium 2015

---

gute, bzw. sehr gute Wärmedämmung zu erreichen, empfiehlt sich eine Kombination aus einem tragenden Baustein mit einer Wärmedämmung auf der Außenseite, die gleichzeitig die Wand gegen Witterungseinflüsse schützt und hilft, die Wärmebrücken deutlich zu vermindern.

### **Holz**

Eine in unserer Region noch wenig genutzte Alternative zum Mauerwerksbau ist der Holzbau. Holz hat eine ähnlich gute Dämmeigenschaft wie Ziegelstein, hat aber ökologische Vorteile, da Herstellung und Verarbeitung völlig unbedenklich sind, es sich um einen nachwachsenden Rohstoff handelt und wiederverwendbar ist. Die modernen Holzbausysteme werden unterschieden in:

- Massivholz- oder Blockbau
- Holzrahmen- und Tafelbau
- Holzskelettbau
- Brettlagenbauweise
- Leimfreie, verdübelte Bauweise
- Brettstapelbauweise
- Holzfertighäuser

Hier sollen aber nur die zwei gebräuchlichsten Systeme angesprochen werden.

#### **Massivholz- oder Blockbau**

Massivholzbauten werden aus einschaligen Naturstämmen mit einer Stärke von ca. 20 cm hergestellt, Blockbohlen sind mehrschalig und aus energetischer Sicht vorzuziehen, da sie mit einer Kerndämmung aus Korkschor, Zellulose, Mineral- oder Schafwolle einen akzeptablen, mit Ziegelsteinaußenwänden vergleichbaren Wärmedämmwert erreichen.

Eine nicht zu vernachlässigende Schwierigkeit liegt beim Massivholzbau im Schwinden und Setzen von Wandteilen, was auch bei Fenstern, Türen, Treppen und der technischen Installation berücksichtigt werden muss.

#### **Holzrahmen- und Tafelbau**

Der Holzrahmenbau wird aus tafelförmigen Wandelementen mit tragenden Rahmen und einer aussteifenden Bepunktung hergestellt. Diese kann aus OSB-Platten, faserverstärkten Gipsplatten, Spanplatten oder Mehrschichtplatten hergestellt werden. Zwischen den Holzrahmen ist Platz für jede Art von Wärmedämmung. Zusätzlich kann auf der Außenseite Dämmung aufgebracht werden. Die Innenseite der Außenwand ist als Installationsebene vorgesehen, aber auch hier kann zusätzlich Dämmung vorgesehen werden. Alle Elemente können vorgefertigt und auf der Baustelle schnell montiert werden. Es stellt somit eine flexible Bauweise dar. Der Tafelbau ist eng mit dem Rahmenbau verwandt und unterscheidet sich vor allem durch den Grad der Vorfertigung.

### **Dämmstoffe**

Einer der ersten Schritte zur Wärmedämmung ist die Auswahl des geeigneten Materials. Dabei wird oft hauptsächlich auf die U-Werte und die Kosten geachtet, doch auch der Energieeinsatz zur Herstellung ist wichtig. Einen Alleskönner unter den Dämmstoffen gibt es nicht und keiner ist überall einsetzbar. Vor- und Nachteile müssen je nach Verwendungsmöglichkeit abgewogen werden. Oft kann die richtige Auswahl eines oder mehrerer Dämmstoffe nur

in Zusammenarbeit mit Energieberatern oder Architekten erfolgen, die alle maßgebenden Faktoren mitberücksichtigen. Damit ein Dämmmaterial seine volle Dämmwirkung entfalten kann, ist die Luftdichtheit eines Gebäudes die oberste Priorität. Es werden hier verschiedene Dämmstoffe und ihre Einsatzmöglichkeiten im Weiteren vorgestellt.

### Nachwachsende (organische) Dämmstoffe

Dämmstoffe	$\lambda_R$	Vor- und Nachteile
	W/m <sup>2</sup> K	
<b>Flachs</b>	0,040	(-) keine Verwendung in der Perimeterdämmung (+) resistent gegen Schädlingsbefall durch Insekten und Nagetiere, widerstandsfähig gegen Fäulnis und Schimmelbefall, zugfest und dehnbar, kann unbeschadet Feuchtigkeit aufnehmen, hohe Formbeständigkeit, verarbeitungsfreundlich, umweltverträglich zu entsorgen, diffusionsoffen, sehr guter Wärme- und Schallschutz, <u>Verwendung:</u> Dämmplatten für Wände, Decken- und Dachausbau, im Fußbodenbereich, als Stopfmateriale für Fenster und Türenabdichtungen
<b>Hanf</b>	0,040 - 0,050	(-) keine Verwendung in der Perimeterdämmung (+) gut hautverträglich, staubarm zu verarbeiten, gute Feuchtigkeitsregulierung, dadurch positive Auswirkung auf Raumklima, keine Behandlung gegen Käfer und Motten nötig, natürlicher Schutz gegen Schadinsekten und Schimmelbefall, guter sommerlicher Hitzeschutz, <u>Verwendung:</u> als Dämmung für Wand, Dach und Boden, Trittschalldämmung
<b>Holzfaserdämmung</b>	0,040	(-) nicht verwendbar im Außenbereich im erd- und spritzwassergefährdeten Bereich, als Perimeterdämmung und als Kerndämmung von zweischaligem Mauerwerk. (+) bauphysikalisch hochwertiges Produkt, sehr guter sommerlicher Wärmeschutz (Dach!), hohe Feuchteresistenz, setzt sich nicht, gute Schalldämmung und akustische Wirksamkeit. <u>Verwendung:</u> Sehr vielseitig anwendbar im Außenbereich, als Hohlraum- und im Innenbereich.
<b>Kokosfasen</b>	0,045	(-) begrenzt verfügbar, relativ hohe Transportkosten, nicht für große Flächen geeignet. (+) elastische und feuchteresistente Fasern, gute Trittschalldämmung, wieder verwendbar, deponiefähig, <u>Verwendung:</u> Estrichdämmung, ausstopfen von Fugen.
<b>Kork</b>	0,040	(-) kann nicht als Perimeterdämmung eingesetzt werden, (+) sehr formstabil, zieht praktisch keine Feuchtigkeit, dadurch Einsatz in feuchtekritischen Bereichen, schwer verrottbar, <u>Anwendung:</u> Dach als Zwischensparrendämmung (Granulat), Aufdachdämmung, als WDVS, Innenwanddämmung, Trittschalldämmung
<b>Roggengranulat</b>	0,050	(-) nicht für den Einsatz außen und feuchten Bereichen, (+) hervorragende bauphysikalische Eigenschaften, beständig gegenüber Schimmelpilzen, Nagern und Insekten, <u>Verwendung:</u> zur Wärmedämmung in geschlossenen Hohlräumen, als Ausgleichsschüttung in Fußböden,
<b>Schafwolle</b>	0,040	(-) kann nicht als Perimeterdämmung eingesetzt werden, (+) hervorragende wärmedämmende Eigenschaften, guter sommerlicher Wärmeschutz, wirkt in hohem Maße feuchteregulierend und schadstoffabbauend, <u>Verwendung:</u> zwischen Dachsparren, Decken, Innenwand, Rohrummantelung, Trittschalldämmung,
<b>Schilfrohr</b>	0,055	(-) nicht als Perimeterdämmung geeignet, (+) weitestgehend resistent gegen Feuchtigkeit, wirkt feuchte- und wärmeausgleichend, ist wärme- und schalldämmend, hoher sommerlicher Wärmeschutz, bruchsicher, quillt und schwindet nicht, <u>Verwendung:</u> Als Wärme- und Trittschalldämmung bei Decken, Dach, Fußboden und als Putzträger an Wänden
<b>Baustrohballen</b>	0,052- 0,080	(-) (+) gute Wärmedämmung <u>Verwendung:</u> als dämmende Ausfachung im Holzständerwerk,
<b>Wiesen-gras</b>	0,040	(-) nicht als Perimeterdämmung verwendbar (+) exzellente Dämmeigenschaften, diffusionsoffen, nimmt wenig Wasser auf, hervorragende schalldämmende Eigenschaften, angenehmes Raumklima, <u>Verwendung:</u> als Einblasdämmung in Hohlräume von Decken, Dächern und Wänden,
<b>Zellulose</b>	0,040	(-) nicht für Perimeterdämmung verwendbar, (+) gute Wärmedämm- und Wärmespeicherfähigkeit, gute Luftdichtheit, guter sommerlicher Wärmeschutz, hohe Feuchteresistenz bei gleichbleibender Dämmwirkung, setzungssicher, wieder verwendbar und deponierfähig, winddicht, feuchtigkeitsabsorbierend, beständig gegen Schimmelpilze und Ungeziefer, <u>Verwendung:</u> als Einblaszellulose für Wand, Dach, Decke, Boden,



## Mineralische Dämmstoffe

Dämmstoffe	$\lambda_R$ W/m*K	Vor- und Nachteile
<b>Steinwolle</b>	0,035 - 0,040	(-) energieintensive Herstellung, organische Zusatzstoffe, Entstehung von Feinstäuben, begrenzt recycelbar, nicht kompostierbar, kann keine Feuchtigkeit aufnehmen, geringe Wärmespeicherfähigkeit, (+) ausreichende Rohstoffe vorhanden, frei von Krebsverdacht (ab 1998), deponiefähig, leicht zu verarbeiten, diffusionsoffen, nicht brennbar, gegen Schimmel, Fäulnis und Ungeziefer resistent, <u>Verwendung:</u> Zwischen- und Aufsparrendämmung, Trittschalldämmung, WDVS, hinterlüftete Dämmung, Brandschutz,
<b>Glaswolle</b>	0,030 - 0,035	(-) energieintensive Herstellung, organische Zusatzstoffe, Entstehung von Feinstäuben, begrenzt recycelbar, nicht kompostierbar, kann keine Feuchtigkeit aufnehmen, geringe Wärmespeicherfähigkeit, (+) ausreichende Rohstoffe vorhanden, frei von Krebsverdacht (ab 1998), deponiefähig, leicht zu verarbeiten, diffusionsoffen, nicht brennbar, gegen Schimmel, Fäulnis und Ungeziefer resistent, <u>Verwendung:</u> Zwischen- und Aufsparrendämmung, Trittschalldämmung, WDVS, hinterlüftete Dämmung,
<b>Schaumglas</b>	0,040 - 0,055	(-) energieintensive Herstellung, (+) besteht zu 66% aus Recyclingglas, wasser- und druckfest, dampfdicht, nicht brennbar und säurebeständig, ökologische Alternative zu Perimeterdämmung, vollständig wiederverwendbar, <u>Verwendung:</u> Perimeterdämmung, Flachdach, begrünte Dächer, Terrassen, am Fußpunkt von Wänden,

## Synthetische Dämmstoffe

Dämmstoffe	$\lambda_R$ W/m*K	Vor- und Nachteile
<b>Polyurethan Hartschaum PUR/PIR</b>	0,020 - 0,035	(+) sehr gute Dämmeigenschaften, weitgehend beständig gegen Lösungsmittel und Heißbitumen, gute Druckbelastbarkeit und Formstabilität (-) energieintensive Herstellung aus Erdöl, Entsorgung, <u>Verwendung:</u> Flach- und Steildach, Decke, Fußboden, Perimeterdämmung
<b>XPS Extrudierter Hartschaum</b>	0,030 - 0,035	(+) gute Wärmedämmeigenschaft, (-) energieintensive Herstellung, höhere Festigkeit als EPS, nicht flexibel, kann als Perimeterdämmung an Kellerwand problematisch sein, <u>Verwendung:</u> Perimeterdämmung, Umkehrdach,
<b>EPS Expandierter Partikelschaum</b>	0,035 - 0,040	(+) gute Wärmedämmeigenschaft, (-) energieintensive Herstellung wie XPS, nicht geeignet für sommerlichen Wärmeschutz, nicht flexibel, <u>Verwendung:</u> Wand, Dach, Trittschalldämmung, Rohrummantelung,

## Sommerlicher Wärmeschutz

Neben dem Wärmeschutz, der im Winter das Abfließen der Wärme verhindern soll, ist es ebenso wichtig, im Sommer die Hitze daran zu hindern, das Gebäude aufzuheizen. Dies gilt in besonderem Maße für das ausgebaute Dachgeschoss. Hier werden Dämmstoffe benötigt, die eine besonders hohe Wärmespeicherfähigkeit bzw. Wärmekapazität haben. Denn je höher die Wärmekapazität, desto länger dauert die Phasenverschiebung. Sie beschreibt den Zeitraum zwischen dem Auftreten der höchsten Temperatur auf der Außenoberfläche eines Bauteils bis zum Erreichen der höchsten Temperatur auf der Innenseite. Je länger das Durchwandern der Temperatur durch ein Bauteil dauert, umso besser der Schutz vor Überhitzung auf der Innenseite.

Das wesentliche Kriterium ist dabei die Rohdichte des Dämmmaterials, denn je höher die Rohdichte, desto größer die Wärmespeicherzahl und länger die Phasenverschiebung. Dabei haben naturnahe Dämmstoffe meist eine höhere Rohdichte als künstliche Dämmstoffe und bieten so einen besseren sommerlichen Wärmeschutz. Die Wärmespeicherzahl von Holzfasern ist zehnmal höher als die von EPS. Deshalb liegt die Phasenverschiebung für Holzfasern auch bei bis zu 13 Stunden, während sie bei EPS nur bei 4 Stunden liegt.

## Perimeterdämmung

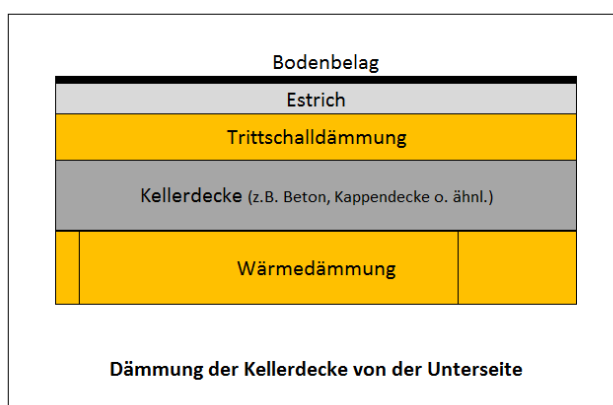
Bei der Betrachtung des Wärmeschutzes im Sommer und Winter ist es oberstes Ziel, alle Bauteile mit einer Wärmedämmung zu versehen. Dazu sollte die Wärmedämmung immer auf der kalten Seite angebracht werden. Bezogen auf den durchschnittlichen Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{mK})$  sollten

- Im Kellerbereich 10 cm
- Im Außenwandbereich 16 cm und
- Im Dachbereich 24 cm

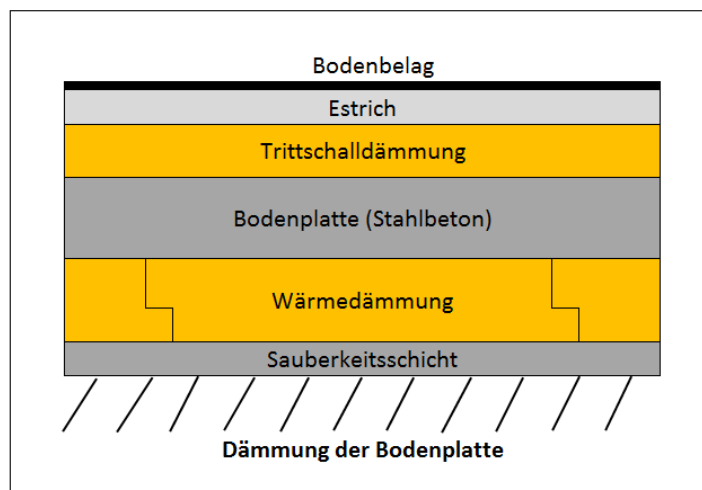
nie unterschritten werden. Bei einem Neubau sollten diese Wärmedämmstärken übertroffen werden.

**„Dämme die gesamte wärmeübertragende Gebäudehülle so stark wie möglich!“**

Ein häufig unterschätztes Bauteil ist die Kellerdecke bzw. die Bodenplatte. Ist der oder sind die Kellerräume unbeheizt, lässt sich eine Dämmung auf der Unterseite (kalte Seite) mit einem relativ geringen Aufwand an Zeit und Geld aufbringen. Alle gängigen Dämmungen als Plattenware sind möglich. Ankleben – Fertig!



Anders stellt sich die Situation bei der Bodenplatte dar. Hier kann nachträglich keine zusätzliche Dämmung vorgesehen werden, da die Unterseite der Bodenplatte „unerreichbar“ ist. Es sollte daher schon bei der Planung, eine Dämmschicht (Perimeterdämmung) unter der Bodenplatte vorgesehen werden. Dieser Aufbau kann dann wie folgt aussehen:



Die Dämmung muss wasser- und druckbeständig sein und wird auf der Sauberkeitsschicht verlegt. Als Material für die Perimeterdämmung finden überwiegend Platten aus XPS oder Schaumglas (mit Stufenfalz für eine Verlegung im Verbund) Verwendung.

## 4. Fenster

Im Vergleich mit den anderen Bauteilen eines Hauses sind die Fenster die Verlierer im Wärmeschutz. Selbst die besten Fenster schaffen nicht annähernd den Dämmwert eines herkömmlichen Mauerwerks. Dennoch spielen sie eine große Rolle in unserem täglichen Leben. Sie lassen das Tageslicht in unsere Häuser und tragen so zu unserem Wohlbefinden bei. Zudem leistet die Sonneneinstrahlung im Winter einen Beitrag zur Energieeinsparung, denn diese Wärme zählt zu den Wärmegewinnen und verbessert so die Energiebilanz.

Seinen Anteil dazu bei trägt der *g-Wert* des Glases als sogenannten *Gesamtenergiedurchlassgrad*, der den Grad der einfallenden Sonnenstrahlung angibt, der durch die Verglasung in das Rauminnere gelangt. Je höher der *g-Wert*, umso mehr Energie kommt kostenlos in den Raum. Es ist daher von großer Bedeutung, die größten Fensterflächen nach Süden (Anteil sollte bei 40 – 60 % liegen) hin auszurichten und den Fensterflächenanteil nach Norden (mit 10 %) so gering wie möglich zu halten. Die Ost- und Westflächen sollten bei 15 – 30 % liegen.

Maßgebend für den Wärmedurchgangskoeffizienten eines *Fensters* ( $U_w$ ) ist nicht nur das *Glas* ( $U_g$ ), auch der *Rahmen* ( $U_f$ ) und der *Glasrandbereich* ( $\psi_g$ ) spielen eine Rolle bei der Berechnung. Über ihre Flächenanteile an der Gesamtfläche des Fensters bestimmt sich letztendlich der maßgebende  $U_w$ -Wert des Fensters.

Die heute übliche Wärmeschutzverglasung besteht aus einer zweifachen Verglasung, deren Scheiben durch einen Aluminium-Randverbund miteinander verbunden sind. Für die gute Dämmwirkung sorgt eine Edelgasfüllung (entweder ungiftiges Argon oder Krypton) im Scheibenzwischenraum (SZR) und einer dünnen, nicht sichtbaren Metallbedampfung (i.d.R. aus Silber) auf der raumseitigen Scheibe im SZR. Ein  $U_w$ -Wert von  $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  ist der Mindestwert und darf gem. EnEV nicht überschritten werden.  $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  ist der z.Zt. maximal erreichbare Wert mit einer Zweifach-Verglasung. Besser jedoch und bei Errichtung eines Passivhauses unerlässlich, ist eine Dreifach-Verglasung. Nur mit ihr lassen sich  $U_w$ -Werte von  $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und besser erreichen.

Mit entscheidend beim Wärmeschutz eines Fensters ist das Rahmenmaterial. Holz und Kunststoff sind hier die Marktführer mit über 80 % unter den Rahmenmaterialien und schneiden bei der Dämmwirkung am besten ab. Beim Wartungsaufwand schneidet Holz gegenüber Kunststoff etwas schlechter ab, da es einen Schutz durch regelmäßiges Streichen benötigt, wo hingegen Kunststoff nahezu wartungsfrei ist. Allerdings ist Holz ein nachwachsender Rohstoff und somit aus Gründen des Klimaschutzes den aus Erdöl gefertigten Kunststoffprofilen vorzuziehen.

## 5. Minimierung der Wärmebrücken und Maximierung der Luftdichtheit

Häufig wird eine Wärmebrücke auch als Kältebrücke bezeichnet. Dies ist jedoch falsch, da keine Kälte eindringt, sondern Wärme abfließt. Im Vergleich zur übrigen Gebäudehülle ist hier eine hohe Wärmeleitfähigkeit vorhanden, die immer zwischen beheizten Räumen und

---

unbeheizten Räumen, bzw. der Außenluft auftritt. Man könnte sie auch als eine “Störung” in einem Außenbauteil bezeichnen. Man unterscheidet:

- Geometrisch bedingte Wärmebrücken
- Konstruktiv bedingte Wärmebrücken
- Wärmebrücken durch unsachgemäße Ausführung

Geometrische Wärmebrücken (1) entstehen immer dort, wo wärmeaufnehmende Innenoberflächen kleiner sind als die gegenüberliegende, wärmeabgebende Außenoberfläche – typisch für Gebäudekanten und Gebäudeecken. Der kleinen, wärmeaufnehmenden Fläche der Innenkante, steht die viel größere äußere Abkühlfläche gegenüber.

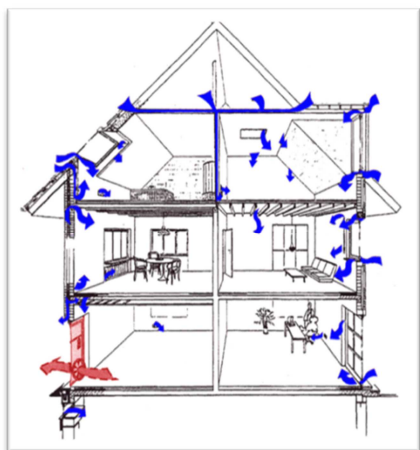
Konstruktive Wärmebrücken (2) liegen dann vor, wenn ein Material mit großer Wärmeleitfähigkeit konstruktiv bedingt ein Außenbauteil mit besserem Wärmeschutz durchstößt. Dies können sein: Fensterbänke, Betondeckenaufleger, Balkon als auskragende Betonplatte, auskragendes Vordach etc.

Die bei Neubauten am häufigsten vorkommenden Wärmebrücken, sind die durch unsachgemäße Ausführung (3). Gefache werden nicht sachgemäß ausgefüllt, Dämmungen verrutschen oder Durchdringungen werden nicht fachgerecht abgedichtet. Häufig werden auch Dampfsperren nicht ausreichend miteinander verklebt und an den Außenwänden befestigt (Leckagen in der luftdichten Ebene!). Die Folgen sind verstärkter Wärmeabfluss und dadurch höhere Heizkosten. Die durch den erhöhten Wärmeabfluss niedrigere Oberflächentemperatur verursacht außerdem Tauwasserausfall, was bei einer länger anhaltenden Durchfeuchtung zu Bauschäden und Schimmelpilzbefall führen kann. Zerstörungen an tragenden Bauteilen kann die Folge sein.

Daher gilt: Durch gute Planung und Ausführung nach dem Stand der Technik können fast alle Wärmebrücken vermieden oder stark reduziert werden. Ein Blower-Door Test kann helfen frühzeitig, d.h. vor der Fertigstellung, Mängel aufzudecken.

## Blower Door

Um die Luftdichtheit eines Gebäudes zu messen, wurde das „Blower-Door“-Verfahren entwickelt. Insbesondere bei neu zu errichtenden Gebäuden, ist es wichtig sicherzustellen, dass aus Gründen der Gesundheit und der Beheizung, ein Mindestluft-Luftwechsel sichergestellt ist. Mittels eines Gebläses, werden abwechselnd ein Überdruck und ein Unterdruck im Gebäude erzeugt und die Verluste gemessen. Die dabei einzuhaltenden Werte sind abhängig vom Gebäudestandard, dürfen jedoch einen maximalen Wert nicht überschreiten. Wird dieser Wert dennoch überschritten, können dadurch Rückschlüsse auf die Dichtheit und auf die Leckagen in der Gebäudehülle und den luftdichten Ebenen gezogen werden. Da diese Messungen zu einem Zeitpunkt gemacht werden, wenn das Gebäude seine Fenster und Türen bereits hat und die Putz- und Trockenbauarbeiten abgeschlossen sind, bleibt beim Entdecken von Leckagen in der Luftdichtheit der Gebäudehülle Gelegenheit, diese zu beheben. Es empfiehlt sich daher, mit der Ausführung der Maler- und Bodenbelagsarbeiten bis nach der Messung zu warten.



Mögliche Leckage-Orte (blaue Pfeile) und die Über-Unterdruck Anlage (rote Pfeile) in einer Tür.

## Be- und Entlüftung

Die Luft im Haus bedarf des regelmäßigen Austausches, um Feuchtigkeit und Schadstoffe aus den Innenräumen abzuführen und um frische Atemluft hereinzubringen. Dabei sollten Energieverluste minimal gehalten, andererseits aber eine optimale Luftqualität gewährleistet werden. Ziel eines neu zu errichtenden Gebäudes ist die Schaffung einer luftdichten Gebäudehülle, um die Wärmeverluste zu begrenzen und Feuchteschäden durch Tauwasser in der Konstruktion zu vermeiden. Da in der Regel in einem neuen Gebäude der sogenannte unkontrollierte Luftwechsel durch Fensterfugen und Undichtigkeiten in der Gebäudehülle entfällt, muss in einem gut gedämmten Gebäude oder in einem Niedrigenergiehaus auf andere Art für einen geregelten Luftwechsel gesorgt werden.

Früher war bei Häusern das hygienische Minimum an Frischluft auch ohne konsequentes Lüften bereits durch die Undichtheit der Gebäudehülle gewährleistet. Das gleiche Nutzerverhalten würde heute zu Schimmelbildung an kalten Oberflächen (Wärmebrücken) führen, da kein natürlicher Abtransport der Luftfeuchtigkeit stattfindet.

Grundsätzlich werden bei luftdicht ausgeführten Gebäuden drei Lüftungsarten unterschieden:

- *Durch Stoßlüftung kann der Bewohner versuchen, die notwendigen Luftmengen in die genutzten Räume zu bringen.*
- *Durch eine Abluftanlage wird die Raumluft an Stellen starker Luftbelastung (Bad, WC, Küche etc.) abgesaugt; Frischluft strömt über definierte Öffnungen in der Außenhülle nach.*
- *Bei der kontrollierten Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung wird nicht nur die Abluft, sondern auch die Frischluft über Luftkanäle geführt. Beide Kanäle sind durch einen Wärmetauscher verbunden, durch den ein Teil der Wärme aus der Abluft an die Zuluft übertragen werden kann.*

Zu geringe Luftwechselraten sind oft auf falsch verstandenes Energiesparverhalten zurückzuführen (häufig bei älteren Bewohnern bzw. Mietwohnungen). Zu hoher Luftwechsel entsteht durch ein einfaches Vergessen die Fenster rechtzeitig zu schließen. Durch das dauerhafte Kippen der Fenster findet nur ein geringer Luftaustausch statt. Da die Luft durch das Dauerlüften stark abkühlt, wird sie subjektiv als frischer empfunden. Die Regelung der Lüftung durch die Bewohner (Fensterlüftung) funktioniert nur, wenn in der Heizperiode die Stoßlüf-

tung sehr diszipliniert und in regelmäßigen Intervallen eingehalten wird, was aufgrund heutiger Lebensumstände fast nicht mehr möglich ist.

Eine mechanische Abluftanlage ist die einfachste Methode, um die notwendigen Luftmengen in die Wohnräume zu bringen. Dabei wird über ein Ventilator die Luft aus den Bädern, den WC's und den Küchen abgesaugt und über einen Kanal oder Schacht aus dem Gebäude abgeführt. Die Frischluft strömt über Luftdurchlässe in den Außenbauteilen in die Wohn- und Schlafräume. Bei der Auslegung dieser Anlagentechnik müssen ihre Komponenten sorgfältig auf die baulichen Gegebenheiten abgestimmt werden. Die Ablufttechnik sorgt für frische Raumluft und ausreichende Entfeuchtung. Mit der warmen Abluft wird aber auch Abwärme ungenutzt nach außen abgeleitet.

Durch eine Wärmerückgewinnung kann der größte Teil dieser Wärme zurückgewonnen und an die Zuluft übertragen werden. Sinnvoll ist daher der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, wenn ein Wärmestandard unter dem Niveau des EnEV-Neubaustandards angestrebt wird. Bei besseren Standards ist diese sogar unumgänglich. Auch für Allergie geplagte Menschen ist die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eine attraktive Lösung, da die Außenluft bei entsprechender Wahl der Filter von Pollen und Stäuben freigehalten werden kann.

**Die Erstellung eines Lüftungskonzepts ist bei der Planung ganz oben anzusiedeln!**

## 6. Nutzung erneuerbarer Energien

Neben der Planung der Gebäudeumfassungsflächen und einer effizienten Wärmedämmung, ist die Frage nach der Anlagentechnik, ob Nutzung von fossilen Brennstoffen oder regenerativer Energien, die alles entscheidende Frage, welches Niveau der Neubau erreichen kann. Vermeintlich geringere Investitionskosten durch die Nutzung fossiler Brennstoffe, lassen den finanziellen Aufwand für die Installation der Anlagentechnik attraktiver erscheinen. Langfristig betrachtet ist der Preis für Erdgas und Erdöl jedoch schwer vorhersehbar, da wir selbst nicht über ausreichend Ressourcen verfügen und auf den Import aus nicht nur geografisch, sondern auch politisch und kulturell oft anders ausgerichteten Staaten, angewiesen sind.

Hier heißt es nun, Weitblick beweisen, über den Tellerrand hinausblicken und alternative Anlagentechniken, dem Althergebrachten, den Vorzug zu geben. Die nachfolgend beschriebenen Anlagentechniken, sollen einen Überblick darüber geben, welche Techniken derzeit die Gängigsten sind.

### Brennwerttechnik

Die Brennwerttechnik stellt das derzeitige Optimum der Heizkesseltechnik dar. Durch Nutzung der hohen Abgastemperatur, kann die Temperatur des zum Brennwertgerät zurückfließenden Wassers angehoben werden (Prinzip der Wärmerückgewinnung), wodurch sich der Energieaufwand reduziert, der beim Aufheizen des Wassers auf das Niveau der Vorlauftemperatur benötigt wird. Dabei reduziert sich die Abgastemperatur erheblich. Dabei anfallendes Kondensat wird aufgefangen und abgeleitet, bei älteren Gebäuden ist daher ein Kunststoff- oder Edelstahlrohr in den Schornstein einzubauen. Das Kondensat ist nur leicht sauer mit einem pH-Wert zwischen 3,5 und 4,5 (entspricht Zitronensaft) und unbedenklich abzuführen. Die Brennwerttechnik wird sowohl bei Gas- wie auch Heizölanlagen verwendet.

---

## Blockheizkraftwerk (BHKW)

Wird in der klassischen Kraftwerkstechnik aus Dampfkraft Strom erzeugt, so ergeben sich daraus Wirkungsgrade von max. 40%. Die restlichen 60% müssen als Abwärme an die Umgebung (Flüsse, Atmosphäre) abgeführt werden und sind damit endgültig verloren. In einem BHKW hingegen wird durch das Verbrennen von meist fossilen Brennstoffen in einem Verbrennungsmotor neben Wärmeenergie auch elektrische Energie erzeugt. Diese kann zum Eigenverbrauch genutzt oder in das öffentliche Netz eingespeist werden. Eine Wirtschaftlichkeit für Ein- oder Zweifamilienwohnhäuser ergibt sich für diese Technik nicht, da die Anschaffungskosten zu hoch sind und die Betriebsstunden im Allgemeinen zu gering. Sie ist eine Technik, die sich in einem Verbund vieler Nutzer (z.B. Mehrfamilienhäuser) rechnet, wenn möglichst gleichmäßig übers Jahr verteilt Wärme und Strom benötigt wird. Die Nutzung von BHKW ermöglicht eine Primärenergieeinsparung von 30 – 40 % und die Reduktion von CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen. Das hat die Bundesregierung dazu veranlasst, die Kraft-Wärme-Kopplung als umweltverträgliche und förderungswürdige Anlagentechnik einzustufen und durch Steuerermäßigungen und Förderprogrammen den Ausbau voranzutreiben.

## Holzheizung

Als Alternative zu Anlagentechniken mit fossilen Brennstoffen sind die regenerativen, also nachwachsende Rohstoffe in Form von Biomasse zu nennen. Man unterscheidet im Wesentlichen Anlagen, die mit Hackschnitzel oder Pellets betrieben werden. Hackschnitzel finden ihre Verwendung eher im industriellen Bereich, Holzpellets überwiegend im privaten Wohnbau. Die Lagerung und die Verwendung der kleinen Holz-Presslinge sind problemlos, da die Anlagentechniken ausgereift sind und nur wenig mehr Aufwand in der Handhabung erfordern als z.B. eine Gasbrennwertanlage. Ein häufig gebrauchter Einwand bezüglich des Anfalls von Asche als Verbrennungsrückstand und seiner Entsorgung kann dahingehend ausgeräumt werden, dass bei einem Haushalt mit 4 Personen pro Jahr nur etwa 10 – 20 kg Asche anfallen. Also eine verhältnismäßig geringe Menge. Achten Sie auf die Pellet-Qualität. Wenn Kessel mit Holzpellets schlechter Qualität befeuert werden, verschlacken und korrodieren die Anlagen und fallen Brenner aus. Beim Kauf sollten Sie darauf achten, dass die Pellets der ÖNORM M 7135 entsprechen oder das Qualitätszeichen DINplus haben. Geben Sie sich nicht mit schlechterer Qualität zufrieden und verlangen Sie Nachweise.

## Wärmepumpen

Eine weitere Alternative aus dem Bereich der regenerativen Energien sind die Wärmepumpen. Zwar muss für ihren Betrieb elektrische Energie aufgewendet werden, die zum Teil noch aus Atom- und Kohlestrom besteht, jedoch steigt der Anteil des grünen Stroms in unserem Netz stetig an.

Wärmepumpen benötigen ein Medium, dem sie die Wärmeenergie entziehen können. Dies kann Luft, Erdreich oder Wasser sein.

Folgende Wärmepumpen sind gebräuchlich:

- Luft-Luft-Wärmepumpe
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Wasser-Wasser-Wärmepumpe
- Wärmepumpe mit horizontalen Erdkollektoren
- Wärmepumpe mit vertikalen Erdsonden

---

Ihr Funktionsprinzip ist uns aus dem Kühlschrank bereits bekannt und nahezu wartungsfrei. Statt Kälte wird hier jedoch Wärme erzeugt. Die Technik ist fast überall einsetzbar. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass das Gebäude in dem die Wärmepumpe Heizwärme und Warmwasser erzeugen soll, sich auf einem hohen energetischen Standard befindet. Schließlich wird die Wärme elektrisch erzeugt und jedes Grad weniger an Vorlauftemperatur bei der Erzeugung spart Strom.

#### **Gasabsorptionswärmepumpe**

Eine Verbindung aus Gas-Brennwerttechnik und Wärmepumpe ist die Gasabsorptionswärmepumpe, in der der elektr. Kompressor durch eine Gasbrennwerttechnik ersetzt wird. Sie bietet einen hohen Wirkungsgrad, arbeitet aber immer noch mit einem fossilen Brennstoff.

#### **Gasadsorptionswärmepumpe**

Im Gegensatz zur Absorption beruht die Adsorption nicht auf einer Lösung des Kältemittels im Sorptionsmittel, sondern auf der Anlagerung des dampfförmigen Kältemittels an der Oberfläche bzw. im Potenzialfeld der Oberfläche des Sorptionsmittels, Adsorbens genannt. Bei diesem handelt es sich um hochporöse Feststoffe.

#### **Hydraulischer Abgleich**

Der hydraulische Abgleich beschreibt ein Verfahren, mit dem innerhalb einer Heizungsanlage jede Heizfläche genau mit der Wärmemenge versorgt wird, die nötig ist, um die für die einzelnen Räume gewünschte Raumtemperatur zu erreichen. Dazu muss die Pumpe entsprechend den ermittelten Heizlasten (W je Raum) die Wärme zu den einzelnen Räumen transportieren. Das bedingt ein Wasservolumenstrom, der sich gleichmäßig auf die einzelnen i.d.R. unterschiedlich großen, Heizflächen verteilen soll.

#### **Umwälzpumpen**

Hier gibt es mittlerweile nur noch leistungsgeregelte, energieeffiziente Umwälzpumpen. Mit Ihr können Sie viel Strom sparen, so dass sich diese Investition nach wenigen Jahren rechnet.

### **Solarthermie**

Unter diesem Begriff versteht man die Erzeugung von Wärmeenergie aus der Strahlung der Sonne. Sie ist nicht zu verwechseln mit der Photovoltaik, bei der Sonnenlicht in elektrischen Strom umgewandelt wird. Da uns die Energie aus der Sonne kostenlos zur Verfügung steht, ist es stets sinnvoll diese in angemessener Weise zu nutzen. So kann sie zur Brauchwassererwärmung, zur Heizungsunterstützung oder für beides eingesetzt werden. Wobei der Einsatz für die Brauchwassererwärmung in jedem Fall sinnvoll ist, wenn die Dachausrichtung die Nutzung möglich macht. Geeignet sind Dachflächen mit einer Neigung zwischen 30 Grad und 60 Grad und einer südlichen Ausrichtung. Eine Montage der Kollektoranlage auf einem Flachdach mittels Aufständigung oder an einer Hausfassade ist natürlich auch möglich. Bei einer Verschattung der Kollektoranlage durch Bäume oder größere Gebäude muss im Einzelfall abgewogen werden, ob die Investition sinnvoll ist.

In Deutschland gibt es überwiegend Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren. Flachkollektoren sind billiger in der Anschaffung, mit Vakuumröhrenkollektoren lässt sich mehr Wärme gewinnen.



Bei einem Flachkollektor befinden sich in einem wärmeisolierten Kasten, auf schwarzen Blechen befestigte Röhren (Absorber), durch die eine Arbeitsflüssigkeit zirkuliert. Diese Röhren bringen die Wärme vom Dach ins Gebäude. Abgedeckt wird der Kasten von einer Scheibe mit speziellem Glas.

Bei einem Vakuumröhrenkollektor befinden sich ähnliche Absorber in einer Vakuum-Glasröhre, wodurch Wärmeverluste – vergleichbar einer Thermoskanne im Haushalt – vermieden werden. Diese Kollektoren werden oft zur Heizungsunterstützung eingesetzt, da sie im Winter über eine höhere Leistungsfähigkeit verfügen.

Die Anlagen bestehen meist aus einem Kollektor auf dem Dach, einem Solarkreislauf mit Regler und Pumpe sowie einem speziellen, besonders wärmeisolierten Solarspeicher (mit Wasser). Über diesen erfolgt die Verbindung zur häuslichen Warmwasserversorgung oder zum Heizkreislauf.

### Photovoltaik

Im Gegensatz zur Solarthermie wird bei der Photovoltaik (oder Fotovoltaik) Sonnenlicht mittels Solarzellen in elektrische Energie umgewandelt. Die Nennleistung einer Photovoltaikanlage wird dabei in  $W_p$  (Watt Peak) oder  $kW_p$  angegeben. Die verschiedenen Montagesysteme erlauben eine Montage auf dem Dach (Ziegeldach, Blechdach etc.) oder auch integriert in die Dachhaut als Indach-System. Die in der Photovoltaikanlage erzeugte Gleichspannung wird mittels Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt und kann dann ins öffentliche Netz eingespeist oder vom Erzeuger selbst genutzt werden. Man unterscheidet drei verschiedene Solarzellen:

<b>Polykristalline Solarzellen</b>	<b>Monokristalline Solarzellen</b>	<b>Dünnschichtzellen</b>
Das Halbleitermaterial ist Silizium. Durch Zugabe von Boratomen wird das Material geschmolzen und in Blöcke gegossen. Anschließend in Scheiben gesägt und gereinigt. Die Herstellung ist einfacher als die der Monokristallinen Solarzellen, aber der Wirkungsgrad ist auch geringer. Eignen sich gut für große Dachflächen. Die Herstellung ist preiswert. Die Lebenserwartung beträgt etwa 30 Jahre.	Auch Monokristalline Solarzellen werden aus Silizium hergestellt. Jedoch sorgt ein anderes Herstellungsverfahren dafür, dass sich nur ein sogenanntes Einkristall bildet. Damit ist der Wirkungsgrad höher, aber auch die Fertigung vergleichsweise teuer und der Energieaufwand hoch. Eignet sich für Dachflächen mit geringer Größe. Die Lebenserwartung beträgt etwa 30 Jahre.	Die Herstellung unterscheidet sich grundlegend von denen der Poly- oder Monokristallinen Solarzellen. Denn hier wird ein Trägermaterial mit dem Halbleiter beschichtet, wodurch sehr viel weniger Rohstoffe verbraucht werden. Neben Silicium kommen noch weitere Materialien infrage. Der Wirkungsgrad ist geringer als der der Kristallinen Zellen. Die Vorteile liegen in der preiswerteren Fertigung, dem geringeren Gewicht, dem geringeren Rohstoffbedarf und den höheren Erträgen bei diffuser Strahlung.

Die EnEV<sup>6</sup> erlaubt grundsätzlich die Anrechnung von Strom aus erneuerbaren Energien bei einem neu zu errichtenden Gebäude auf den berechneten Endenergiebedarf. Es darf jedoch höchstens die Strommenge angerechnet werden, die dem berechneten Strombedarf der jeweiligen Nutzung entspricht. Sie darf entsprechend abgezogen werden, allerdings muss sie an dem Gebäude erzeugt und vorrangig in dem Gebäude nach der Erzeugung genutzt oder nach vorübergehender Speicherung, selbst genutzt werden. Die Überschüssige Energiemenge darf ins öffentliche Netz eingespeist werden.

<sup>6</sup> EnEV: Abschnitt 2 – Zu errichtende Gebäude - §5 Anrechnung von Strom aus erneuerbaren Energien

---

## Speichertechnik

Wurde noch vor kurzem der durch die eigene Photovoltaikanlage auf dem Dach des Wohnhauses erzeugte Strom ausschließlich in das öffentliche Stromnetz eingespeist, wird es nun auch aus wirtschaftlicher Sicht immer sinnvoller, diesen selber zu nutzen. Steigende Strompreise und sinkende Einspeisevergütungen und das Streben nach Energie-Autarkie lassen einen Eigenverbrauch immer attraktiver erscheinen.

Zwei Batterie- bzw. Akku-Typen sind heute gebräuchlich: Auf Basis von Blei und von Lithium-Ionen. Erstere sind billiger, erreichen aber nicht so viele Ladezyklen wie die Lithium-Ionen Akkus. Hier sind laut Angaben der meisten Hersteller ca. 7.000 Vollzyklen üblich, gegenüber 3.000 bis 3.500 Vollzyklen bei den Blei-Akkus. Viele Hersteller bieten neben den Speichersystemen auch Lösungen für das Energiemanagement für eine optimale und flexible Balance aus Einspeisung und Eigenverbrauch.

Laut der Neufassung des EEG vom August 2014, muss auch auf den selbst erzeugten und genutzten Strom eine EEG-Umlage entrichtet werden. Allerdings sind Kleinanlagen von privaten Eigenversorgern bis maximal 10 Kilowatt von dieser Regel ausgenommen, die diesen Strom selber nutzen. Das trifft auf typische Einfamilienhäuser mit Photovoltaikanlagen zu. Ebenfalls ausgenommen sind Inselanlagen, die nicht ans Netz angeschlossen sind, sowie Eigenversorger, die sich vollständig mit Strom aus erneuerbaren Energien versorgen und für den nicht selbst genutzten Strom keine Vergütung erhalten.

## Gleichstrom

Unsere Stromversorgung ist gemein hin auf 230 Volt Wechselstrom ausgerichtet. Viele, der von uns im Haushalt verwendeten Geräte, sind jedoch von der Konstruktion her intern, auf Gleichstrom mit einer niedrigen Spannung ausgelegt. Verfügt ein Gebäude über eine Photovoltaikanlage, so wird der produzierte Gleichstrom zunächst in Wechselstrom umgewandelt, um dann später für die Nutzung der häuslichen Geräte wieder in Gleichstrom umgewandelt zu werden. Dabei entstehen jedoch erhebliche Verluste, da viele Geräte auch im Standby-Modus Strom verbrauchen.

Fachleute plädieren daher dafür ein zweites Stromnetz im Haus, parallel zum Wechselstromnetz, zu verlegen. Dieses Gleichstromnetz mit niedriger Spannung, kann insbesondere elektronische Geräte mit Strom versorgen.

Handy-Ladegeräte, Computer, Flachbildschirme, Telefone, Radios oder LED-Leuchten arbeiten intern mit Gleichstrom. Bei all diesen Geräten muss erst der 230 Volt Wechselstrom wieder in Gleichstrom umgewandelt werden.

Es wäre somit viel effizienter, den produzierten Gleichstrom ohne Umformung direkt zu nutzen. Die Gefahr durch das Stromnetz im Kinderzimmer würde sinken und auch die Felder mit hoher Wechselspannung im Schlafzimmer würden entfallen.

Am größten ist der Einspareffekt in Haushalten, die über eine Photovoltaikanlage mit einem Batteriespeicher und einem Elektroauto verfügen, da alle drei Systeme mit Gleichstrom laufen. Ein Wechselrichter würde entfallen und auch die mit der Umformung verbundenen Verluste. Also, teilen Sie ihr Haus in Bereiche auf, in denen nur mit Gleichstrom gearbeitet werden kann, oder auch Wechselstrom vorhanden sein muss. Denn starke Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen, Trockner und Staubsauger werden auch weiterhin mit Wechselstrom betrieben werden müssen.

---

## Wassermanagement

### Grauwassernutzung

Grauwasser wird als fäkalienfreies, gering verschmutztes Abwasser definiert, wie es etwa beim Duschen, Baden und Händewaschen entsteht, aber auch aus der Waschmaschine kommt. Es kann durch Wasser-Recycling-Systemen auf mechanisch-biologischem Weg für eine Zweitnutzung aufbereitet werden. Es kann dann für die Gartenbewässerung, den Hausputz und die Toilettenspülung verwendet werden. Aber auch der Einsatz für die Waschmaschine ist unbedenklich. Mit Fetten und Speiseabfällen belastetes Küchenabwasser kann nicht wieder verwendet werden.

Durch spezialisierte Fachbetriebe können entsprechende Anlagen installiert werden. Gerade für Einfamilienhäuser wird mit geringem technischem Aufwand versucht, das Maximum an Wassereinsparung herauszuholen. Um Spitzenverbräuche abzufedern, wird zunächst Regenwasser und dann erst Trinkwasser verwendet. Der typische Trinkwasserverbrauch von 127 Litern pro Tag, kann somit auf bis zu unter 60 Litern pro Tag gesenkt werden.

### Regenwassernutzung

Wie die Grauwassernutzung, bietet auch die Regenwassernutzung die Möglichkeit, kostbares Trinkwasser aus der Kette der Verwendungen von Toilettenspülung, Gartenbewässerung oder zum Wäschewaschen herauszutrennen. Insbesondere für das Wäschewaschen eignet sich das Regenwasser, da es sehr weich ist und somit deutlich Kalkablagerungen verringert und Waschmittel einspart.

Benötigt wird für die Nutzung: Zisterne, Filter, Hauswasserwerk, Leitungsnetz. Eine Verwendung bietet sich insbesondere bei Neubauten an, aber auch Gebäude, die grundsaniert werden, können umgerüstet werden. Die Zisternengröße ist abhängig von der Größe der Dachfläche und der Niederschlagsmenge pro Jahr. Bei einer 100 m<sup>2</sup> großen Dachfläche und einer Niederschlagsmenge von 800 mm/a, ergibt sich eine Speichergröße von 3.000 l. Für einen 4-köpfigen Haushalt bedeutet dies einen Speichervorrat von 18 Tagen. Eine automatische Füllstandserfassung sorgt für eine Nachspeisung bei leerem Speicher durch die Einspeisung von Trinkwasser.

## 7. Dachbegrünung

Im Zeichen des Klimaschutzes gilt es neue Wege zu beschreiten. Dies schließt insbesondere die Nutzung erneuerbarer Energien und die Forcierung innovativer Stadtentwicklungen ein. Durch die zunehmende Versiegelung des Bodens ist es sinnvoll, Bereiche zu schaffen, die diese Flächen kompensieren. Eine Möglichkeit stellt die Dachbegrünung dar. Dabei wird, entweder bei Neubauten oder aber auch bei Bestandsgebäuden, Garagen, Carports etc. statt einer herkömmlichen Dacheindeckung, eine Begrünung der Dachfläche vorgenommen. Man unterscheidet dabei zwischen einer extensiven und einer intensiven Dachbegrünung.

Die **Extensive Dachbegrünung** ist eine ökologische Alternative zum konventionellen Oberflächenschutz, wie z.B. Kies. Sie ist leicht und hat eine geringe Aufbauhöhe. Für extensive Dachbegrünungen verwendet man bewährte Pflanzengemeinschaften, die von Natur aus mit den auf Dächern anzutreffenden Standortbedingungen wie Sonne, Wind, Trockenheit usw. zurechtkommen. Ein extensives Gründach benötigt nur geringen Pflegeaufwand. Ein bis zwei

Wartungsgänge pro Jahr genügen hier in der Regel. Diese Art der Dachbegrünung eignet sich auch für geneigte Dächer.

<b>Merkmale:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Moos-Sedum bis Kraut-Begrünungen</li> <li>➤ Geringer Pflegeaufwand</li> <li>➤ Keine Zusatzbewässerung erforderlich</li> <li>➤ Aufbaudicke 5 – 20 cm</li> <li>➤ Gewicht 60 – 250 kg/m<sup>2</sup></li> </ul>
------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Eine **intensive Dachbegrünung** lässt sich mit dem Aufbau eines Gartens auf einem Dach vergleichen. Diese Dächer sind meist multifunktional und zugänglich. Eine intensive Begrünung erfordert mehr Gewicht und einen höheren Systemaufbau. Die Wartung hat regelmäßig zu erfolgen und hängt von der Gestaltung und den gewählten Pflanzen ab. Dabei sind, in Abhängigkeit der Schichtdicke, nahezu alle Pflanzen möglich wie Rasen, Stauden, Sträucher, Bäume, einschließlich anderer landschaftsgestalterischer Maßnahmen wie Teiche, Pergolen und Terrassen.

<b>Merkmale:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rasen, Stauden, Sträucher und Bäume</li> <li>➤ Hoher Pflegeaufwand</li> <li>➤ Regelmäßige Bewässerung</li> <li>➤ Aufbaudicke 15 200 cm</li> <li>➤ Gewicht 200 – 3.000 kg/m<sup>2</sup></li> </ul>
------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

In jedem Fall ist bei Bestandsgebäuden durch die zusätzliche Last eine Prüfung der Statik notwendig, bei Neubauten kann diese schon bei der Konstruktion und der statischen Berechnung berücksichtigt werden.

#### **Vorteile einer Dachbegrünung:**

- Schutz der Dachabdichtung und Verlängerung der Lebensdauer, da ein mechanischer Schutz hergestellt und die UV-Strahlung absorbiert wird.
- Verbesserung des Raumklimas. Durch Verdunstung des Regenwassers kann sich das Raumklima der direkt darunterliegenden Räume im Sommer abkühlen. Dadurch kann gegebenenfalls auf eine Klimaanlage verzichtet werden. Durch die Dämmwirkung der Dachbegrünungsschicht kühlen die darunterliegenden im Winter weniger aus. Eine Dachbegrünung entspricht je nach Ausführung einem bis zu 80 mm dicken Dämmstoff der Wärmeleitstufe (WLS) 040.
- Wasserrückhaltung. Da ein begrüntes Dach mehr als die Hälfte des jährlichen Niederschlags wieder verdunstet, werden Siedlungsentswässerung und Kläranlagen entlastet.
- Verbesserung des Stadtklimas. Dachbegrünungen können Staub und Schadstoffe aus der Luft filtern. Zudem wird der Aufheizung der Stadt durch die zahlreichen versiegelten Flächen entgegengewirkt.
- Ersatzhabitat. Es kann neuer Lebensraum für seltene Tier- und Pflanzenarten – beispielsweise Vögel und Schmetterlinge - geschaffen werden.
- Optisch attraktiv.
- Die Kombination Gründach und Photovoltaik ist nicht nur möglich, sie erhöht zudem den Wirkungsgrad und dadurch den Ertrag der Photovoltaik-Module, da

die Module über einem Gründach von unten gekühlt werden. Es bietet somit einen finanziellen Vorteil, eine Dachbegrünung zusätzlich mit einer Photovoltaikanlage zu bestücken.

#### Nachteile einer Dachbegrünung:

- Je nach Herstellung eventuell hohe Anschaffungskosten.
- Das Dach muss gepflegt werden, Sträucher zurückschneiden, Substrat aufbringen.

Die Kosten für eine extensive Dachbegrünung beginnen nach Angaben des Deutschen Dachgärtner Verbandes e.V. bei etwa 25 bis 35 €/m<sup>2</sup>. Dem gegenüber stehen Energieeinsparungen bei Heizwärme und ggf. Kühlung durch eine Klimaanlage.



Schräg- oder Satteldach  
mit extensiver Dachbegrünung



Neubausiedlung  
mit extensiver Dachbegrünung

**Weitere Informationen erhalten Sie beim DDV – Deutscher Dachgärtner Verband e.V.**

## 8. Fördermittel<sup>7</sup>

Die KfW-Bank (Kreditanstalt für Wiederaufbau) hält zinsgünstige Darlehn mit nicht rückzahlbaren Zuschüssen für das energieeffiziente Bauen bereit. Die KfW unterscheidet zwischen Effizienzhaus-Niveau 70, 55 und 40 (Programm 153 – Energieeffizient Bauen). Beim KfW-EH Niveau ist zu beachten, dass die technischen Mindestanforderungen eingehalten werden müssen. Sie ergeben sich durch bauliche und anlagentechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz, sowie durch die Einbindung erneuerbarer Energien. Die Darlehenshöhe beträgt 50.000 EURO/Wohneinheit.

### Das KfW-Programm 153 im Überblick<sup>8</sup>

Programm-Nr.:	Programm	Tilgungszuschuss für Effizienzhaus	Tilgungszuschuss
<b>153</b>	<b>Energieeffizient Bauen Darlehn max. 50.000 €/WE</b>	<b>KfW-EH 40</b> (inklusive Passivhaus)	10 % des Zusagebetrages
		<b>KfW-EH 55</b> (inklusive Passivhaus)	5% des Zusagebetrages
		<b>KfW-EH 70</b>	

Die Anträge für Darlehn müssen grundsätzlich **vor** Aufnahme der Arbeiten bei der Hausbank eingereicht werden. Die Mitarbeit eines Sachverständigen Experten, der für die KfW-Bank zugelassen ist, ist zwingend notwendig. Diese Experten finden Sie unter:

[www.energie-effizienz-experten.de](http://www.energie-effizienz-experten.de)

### Leistungen des Sachverständigen<sup>9</sup>

*Der Sachverständige muss beim Neubau eines KfW-Effizienzhauses mindestens folgende Leistungen im Rahmen der energetischen Fachplanung und Baubegleitung der Baumaßnahme erbringen und deren programmgemäße Umsetzung bestätigen. Werden Teilleistungen durch dritte (z.B. Fachplaner oder bauüberwachender Architekt) erbracht, sind diese vom Sachverständigen im Rahmen seiner Gesamtverantwortung zu überprüfen.*

- Entwicklung und planerische Umsetzung eines energetischen Gesamtkonzepts für den baulichen Wärmeschutz und die energetische Anlagentechnik im Rahmen der Effizienzhausberechnung (ggf. Beratung zu Umsetzungsmöglichkeiten) erbringen.
- Die Planung zur Minimierung von Wärmebrücken (Wärmebrückenkonzept) und zur Gebäudeluftdichtheit (Luftdichtheitskonzept) erbringen.
- Die Notwendigkeit lüftungstechnischer Maßnahmen prüfen (z.B. unter Anwendung der DIN 1946-6) und den Bauherrn über das Ergebnis informieren. Die Veranlassung der Umsetzung lüftungstechnischer Maßnahmen verantwortet der Bauherr.
- Das geplante energetische Niveau auf dem KfW-Formular „Bestätigung zum Antrag“ bestätigen.
- Bei Ausschreibung bzw. Angebotseinholung mitwirken sowie die Angebote auf Übereinstimmung mit Umfang und Qualität der geplanten energetischen Maßnahmen prüfen.
- Vor Ausführung der Putzarbeiten bzw. Aufbringen späterer Verkleidungen mindestens eine Baustellenbegehung zur Überprüfung der Ausführung energetisch relevanter, insbesondere

<sup>7</sup> Stand: Dezember 2014

<sup>8</sup> Stand: Januar 2015

<sup>9</sup> Aus: Anlage zum Merkblatt – Programm Energieeffizient Bauen (153) – Technische Mindestanforderungen

später nicht mehr zugänglicher Bauteile (wie z.B. wärmeschutztechnischer Bauteilaufbau) sowie der Umsetzung des Wärmebrückenkonzepts, des Luftdichtheitskonzepts und der Anlagenteile durchführen.

- Die Umsetzung lüftungstechnischer Maßnahmen (sofern durchgeführt) prüfen.
- Die Durchführung einer Luftdichtheitsmessung prüfen.
- Die Parameter aus der Energiebedarfsrechnung für die Heizungsanlage (und ggf. die thermische Solaranlage) dem Heizungsbauer zur Umsetzung mitteilen. Den Nachweis des hydraulischen Abgleichs und der Einregulierung der Anlage (ggf. Heizungs- und Lüftungsanlage) prüfen. Die Übergabe der energetischen Anlagentechnik prüfen (ggf. mit ergänzender technischer Einweisung).
- Die energetische Fachplanung und die Begleitung der Baumaßnahme dokumentieren.
- Die Umsetzung des geförderten Vorhabens auf dem KfW-Formular „Bestätigung nach Durchführung“ bestätigen.
- Den Energieausweis auf Grundlage des Energiebedarfs nach Abschnitt 5 EnEV für das fertig gestellte Gebäude ausstellen und dem Bauherren übergeben.

**Tabelle 1 –Ausführung des Referenzgebäudes**

Zeile	Bauteile/Systeme	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)	
		Eigenschaft (zu Zeilen 1.1 bis 3)	
1.0	Der nach einem der in Nummer 2.1 angegebenen Verfahren berechnete Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes nach den Zeilen 1.1 bis 8 ist für Neubauvorhaben ab dem 1. Januar 2016 mit dem Faktor 0,75 zu multiplizieren. §28 bleibt unberührt.		
1.1	Außenwand (einschließlich Einbauten, wie Rollladenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
1.4	Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_{\text{W}} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_{\text{T}} = 0,60$
1.5	Dachflächenfenster	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_{\text{W}} = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_{\text{T}} = 0,60$
1.6	Lichtkuppeln	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_{\text{W}} = 2,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_{\text{T}} = 0,64$
1.7	Außentüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_{\text{W}} = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2	Bauteile nach den Zeilen 1.1 bis 1.7	Wärmebrückenzuschlag	$\Delta U_{\text{WB}} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
3	Luftdichtheit der Gebäudehülle	Bemessungswert $n_{50}$	Bei Berechnung nach <ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN V 4108-9: 2003-06: mit Dichtheitsprüfung</li> <li>• DIN V 18599-2: 2011-12: nach Kategorie I*</li> </ul>
4	Sonnenschutzvorrichtung	Keine im Rahmen der Nachweise nach Nummer 2.1.1 oder 2.1.2 anzurechnende Sonnenschutzvorrichtung	

Zeile	Bauteil/Systeme	Referenzausführung/Wert (Maßeinheit)
5	Heizungsanlage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeerzeugung durch Brennwertkessel (verbessert), Heizöl EL, Aufstellung: <ul style="list-style-type: none"> <li>- für Gebäude bis zu 500 m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche innerhalb der thermischen Hülle</li> <li>- für Gebäude mit mehr als 500 m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche außerhalb der thermischen Hülle</li> </ul> </li> <li>• Auslegungstemperatur 55/45°C, zentrales Verteilsystem innerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, innen liegende Stränge und Anbindeleitungen, <b>Standard-Leitungslängen nach DIN V 4701-10: 2003-08 Tabelle 5.3-2</b>, Pumpe auf Bedarf ausgelegt (geregelt, <math>\Delta p</math> konstant), Rohrnetz hydraulische abgeglichen</li> <li>• Wärmeübergabe mit freien statischen Heizflächen, Anordnung an normaler Außenwand, Thermostatventile mit Proportionalbereich 1 K</li> </ul>
6	Anlage zur Warmwasserbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zentrale Warmwasserbereitung</li> <li>• gemeinsame Wärmebereitung mit Heizungsanlage nach Zeile 5</li> <li>• bei Berechnung nach Nummer 2.1.1: Solaranlage mit Flachkollektor sowie Speicher ausgelegt gemäß DIN V 18599-8: 2011-12 Tabelle 15</li> <li>• bei Berechnung nach Nummer 2.1.2: Solaranlage mit Flachkollektor zur ausschließlichen Trinkwassererwärmung entsprechend den Vorgaben nach DIN V 4701-10: 2003-08 Tabelle 5.1-10 mit Speicher, indirekt beheizt (stehend), gleiche Aufstellung wie Wärmeerzeuger, <ul style="list-style-type: none"> <li>- kleine Solaranlage bei AN <math>\leq</math> 500 m<sup>2</sup> (bivalenter Solarspeicher)</li> <li>- große Solaranlage bei AN &gt; 500 m<sup>2</sup></li> </ul> </li> <li>• Verteilsystem innerhalb der wärmetragenden Umfassungsfläche, innen liegende Stränge, gemeinsame Installationswand, <b>Standard-Leitungslängen nach DIN V 4701-10: 2003-08 Tabelle 5.1-2</b> mit Zirkulation</li> </ul>
7	Kühlung	Keine Kühlung
8	Lüftung	Zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt mit geregelter DC-Ventilator
* Die Angaben nach Anlage 4 zum Überprüfungsverfahren für die Dichtheit bleiben unberührt.		



## 9. Qualitätssicherung vor Ort!

Die gebräuchlichen Baustandards sind in den vergangenen Jahren stark angestiegen, sodass ein Laie heute nicht mehr in der Lage ist, die komplexen Abläufe und Zusammenhänge sicher zu beurteilen. Es sollte daher eine Selbstverständlichkeit sein, für die Planung und die Überwachung des Bauablaufs einen Fachmann hinzuzuziehen, der das geplante Niveau kennt und das Erreichen dieses Niveaus auch überwacht. Sowohl was die verwendeten Materialien, als auch ihren ordnungsgemäßen Einsatz angeht, muss eine durchgängige Überprüfung und Dokumentation erfolgen. Diese sollten durch ein Bautagebuch, gemeinsame Begehungen und durch eine Fotodokumentation belegt sein. Scheuen Sie nicht die Kosten für einen Sachverständigen, der Ihnen mit Rat und Tat zur Seite steht, denn Mängel verursachen mitunter Kosten für eine Beseitigung bzw. für gerichtliche Auseinandersetzung um den Verursacher und den Haftenden zu finden, bei weitem.



**Kontakt:**

Dipl.-Ing.  
Ludger Frese  
Klimaschutzmanager  
Stadt Meppen

Kirchstraße 2  
49716 Meppen

Tel.: 153-163

Email: [l.frese@meppen.de](mailto:l.frese@meppen.de)



**Sprechzeiten:**

Termine nach telefonischer Vereinbarung!