



energie

## Fachinformation zur Ausstellung Energiewende



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Ausleihe</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Informationsmaterialien</b>	<b>5</b>
3.1	Broschüren und Flyer	5
3.2	Poster	5
<b>4</b>	<b>Der Energie-Atlas Bayern</b>	<b>6</b>
4.1.1	Das Menü „Bürger“ im Energie-Atlas Bayern	7
4.1.2	Der Haushaltsgeräte-Check im Energie-Atlas Bayern	7
<b>5</b>	<b>Informationen zu den Ausstellungsthemen und -modulen</b>	<b>9</b>
5.1	Strom sparen	9
5.2	Beleuchtung - Modul Lichtleiste	10
5.3	Bauen und Sanieren	14
5.3.1	Hintergrundwissen: die Grundprinzipien des Passivhauses	14
5.3.2	Hintergrundwissen: Feuchtigkeit und Schimmelbildung	17
5.3.3	Modell Lüftungsanlagen	21
5.3.4	Thema Fenster	23
5.3.5	Hausaußenwände dämmen	27
5.4	Mitmachstationen	32
5.4.1	Mitmachstation Energiewende (MS EW)	33
5.4.2	Mitmachstation Energiebedarf senken (MS Ebs)	34
5.4.3	Mitmachstation Energieeffizienz erhöhen (MS Eff)	36
5.4.4	Mitmachstation Erneuerbare Energien (MS EE)	39

## 1 Allgemeines

Die Leihausstellung „Energiewende“ dient der Information von Bürgerinnen und Bürgern<sup>1</sup> rund um die Themen der Energiewende. Sie soll dazu beitragen, dass sich jeder selbst ein Bild von den Chancen und Risiken der Energiewende machen kann.

Die Ausstellung zeigt praxisnahe Objekte sowie Mitmachstationen zur Energiewende und zum Energie-3-Sprung:

1. Sprung: Energiebedarf senken<sup>2</sup>
2. Sprung: Energieeffizienz steigern
3. Sprung: Erneuerbare Energien ausbauen

Weitere Informationen zum Energie-3-Sprung finden Sie im Energie-Atlas Bayern:

[Energie-Atlas Bayern](#) → [Unser Portal](#) → [Energie-3-Sprung](#)

Die Gegenstände der Leihausstellung „Energiewende“ sind in folgender Datei in einer Tabelle mit Fotos zusammengestellt:

[Energie-Atlas Bayern](#) → [Kommunen](#) → [Werkzeugkasten](#) → [Ausstellungen](#) → [Kurzbeschreibung der Module](#)

## 2 Ausleihe

Das Bayerische Landesamt für Umwelt verleiht die Ausstellung an Kommunen und gemeinnützige Vereine oder Verbände in Bayern.

Nach der Terminvereinbarung wird die Ausstellung für Sie kostenfrei von unserem Auftragnehmer zum Ausstellungsort gebracht, dort aufgebaut und am Ende wieder abgeholt.

Ausleiher müssen dafür nur eine [Nutzungsvereinbarung](#) unterschreiben und sich verpflichten, im Nachgang den [Evaluationsbogen](#) auszufüllen.

Terminvereinbarung und Buchung über:

[oeoenergie@lfu.bayern.de](mailto:oeoenergie@lfu.bayern.de)

Tel. 0821 9071 5444

Weitere Informationen siehe

[Energie-Atlas Bayern](#) → [Kommunen](#) → [Werkzeugkasten](#) → [Ausstellungen](#)

---

<sup>1</sup> Aus Gründen der leichten Lesbarkeit und der Nutzerfreundlichkeit wird in einigen Fällen auf die gleichzeitige Verwendung der männlichen und weiblichen Personenbezeichnung verzichtet. Die Verwendung der weiblichen Form schließt die männliche Form selbstverständlich mit ein, wie auch umgekehrt.

<sup>2</sup> Statt „Energiebedarf senken“ kann gleichbedeutend der Begriff „Energieverbrauch vermeiden“ verwendet werden. Im Folgenden wird der Einheitlichkeit halber „Energiebedarf senken“ verwendet.

### 3 Informationsmaterialien

#### 3.1 Broschüren und Flyer

Eine Liste der empfohlenen Printmaterialien, die kostenlos bestellt werden können, finden Sie unter:

[Energie-Atlas Bayern - Kommunen - Werkzeugkasten - Ausstellungen](#)

→ Publikationen, die zur Ausstellung passen

oder direkt als [PDF-Datei](#).

Sie können auch im [Bestellshop Bayern](#) selbst nach Printmedien recherchieren:

→ Umwelt und Verbraucherschutz → [Klima/Energie](#) oder

→ Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie → [Energie](#)

#### 3.2 Poster

Im Bestellshop finden Sie auch [Poster](#), die zur Ausstellung passen. Sie sind bis DIN A1 ausdrückbar und enthalten ein „Störer“feld für Ihre Ankündigungen.



Abb. 1: Die drei Poster zum Energie-3-Sprung

## 4 Der Energie-Atlas Bayern

Viele Informationen, die Sie in dieser Broschüre lesen, finden Sie auch im Energie-Atlas Bayern, dem zentralen Internet-Portal der Energiewende in Bayern.



Abb. 2: Logo und Adresse des *Energie-Atlas Bayern*

Der Energie-Atlas Bayern besteht aus einem Themen- und einem Kartenteil. Außerdem enthält er mehrere interessante Tools, wie den Haushaltsgeräte-Check, die 3D-Windanalyse oder das Mischpult.

Vielleicht möchten Sie, gemeinsam mit den Besucherinnen der Ausstellung, erkunden, was der Energie-Atlas Bayern zu bieten hat. Dazu können Sie ein Laptop oder einen Stand-PC mit Internet-Verbindung verwenden. Offline ist das Portal wegen seines Umfangs und der Tools leider nicht verfügbar.

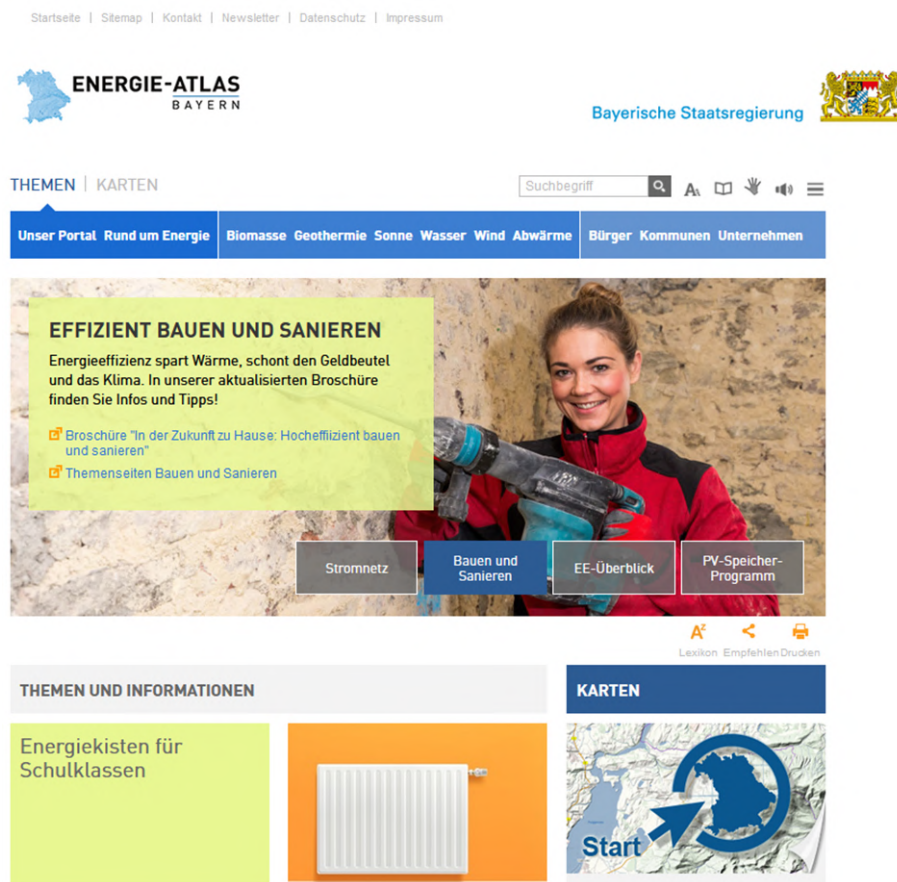


Abb. 3: Startseite des *Energie-Atlas Bayern*

#### 4.1.1 Das Menü „Bürger“ im Energie-Atlas Bayern

Für Bürgerinnen gibt es im Energie-Atlas Bayern ein eigenes Untermenü. Es enthält Informationen zu den Themen

- Stromsparen im Haushalt
- Bauen und Sanieren
- Mobilität
- 10.000-Häuser-Programm
- Bürgerenergie
- Förderung

Es lohnt sich also, den Energie-Atlas Bayern auf der Ausstellung zu zeigen.

#### 4.1.2 Der Haushaltsgeräte-Check im Energie-Atlas Bayern

Als Unterstützung bei der Kaufentscheidung neuer energiesparender Haushaltsgeräte bietet der Energie-Atlas Bayern den [Haushaltsgeräte-Check](#) (Abb. 4) an. Mit ihm können Sie und Ihre Besucherinnen abschätzen, ob sich die Anschaffung eines Neugerätes der sog. „Weißen Ware“ im Vergleich zu einem vorhandenen Gerät lohnt. Hierfür müssen die Verbrauchswerte des vorhandenen Gerätes bekannt sein bzw. gemessen werden.

[Verschiedene Einrichtungen verleihen Strommessgeräte.](#)

Die Werte der Neugeräte entnehmen Sie am besten den Produktbeschreibungen der Anbieter.

Vielleicht lohnt es sich für Sie als Ausstellerin, vor Ort Messungen an Haushaltsgeräten vorzuführen. Tatsächlich wissen nicht alle Besucherinnen, wie man korrekt mit Strommessgeräten umgeht und die Ergebnisse interpretiert. Mit einer Demonstration durch kompetente Beraterinnen verlieren die Besucherinnen die Scheu und beschäftigen sich mit dem Thema.



Abb. 4: Haushaltsgeräte-Check

#### **Gut zu wissen**

##### Strommessgerät

- Ein Strommessgerät sollte auch im niedrigen Leistungsbereich (unter 5 W) messen können.

***Ergänzende Literatur zum Thema Energie-Atlas Bayern:***

- [Routenplaner für Ihre Energiewende](#)
- [Faltblatt „Energie-Atlas Bayern“](#)
- [Faltblatt „Mischpult Energiemix Bayern vor Ort“](#)
- [Faltblatt „3D-Analyse von Windenergieanlagen“](#)
- [Weitere Informationen zum Energie-Atlas Bayern, Postkarten, Lesezeichen etc.](#)



## 5 Informationen zu den Ausstellungsthemen und -modulen

In diesem Teil der Fachinformation werden die Ausstellungsgegenstände sowie die fachlichen Hintergründe zu den Themen beschrieben. Außerdem sind bei den einzelnen Themen Tipps zum Energiesparen sowie Links zu weiteren Informationen und zu passenden Publikationen enthalten.



Abb. 5: Die Leihausstellung Energiewende

Eine Liste aller Gegenstände der Ausstellung finden Sie [hier](#).

### 5.1 Strom sparen

Strom sparen kann jeder, egal ob Hauseigentümerin oder Mieterin. Hier spielen vor allem das eigene Verhalten, der Kauf und die Nutzung elektrischer Haushalts- und Bürogeräte, Lampen und ggf. auch die Warmwasserbereitung eine Rolle. Stichwörter sind Stand-by-Verluste, Rebound, Internet, PC und Handy.

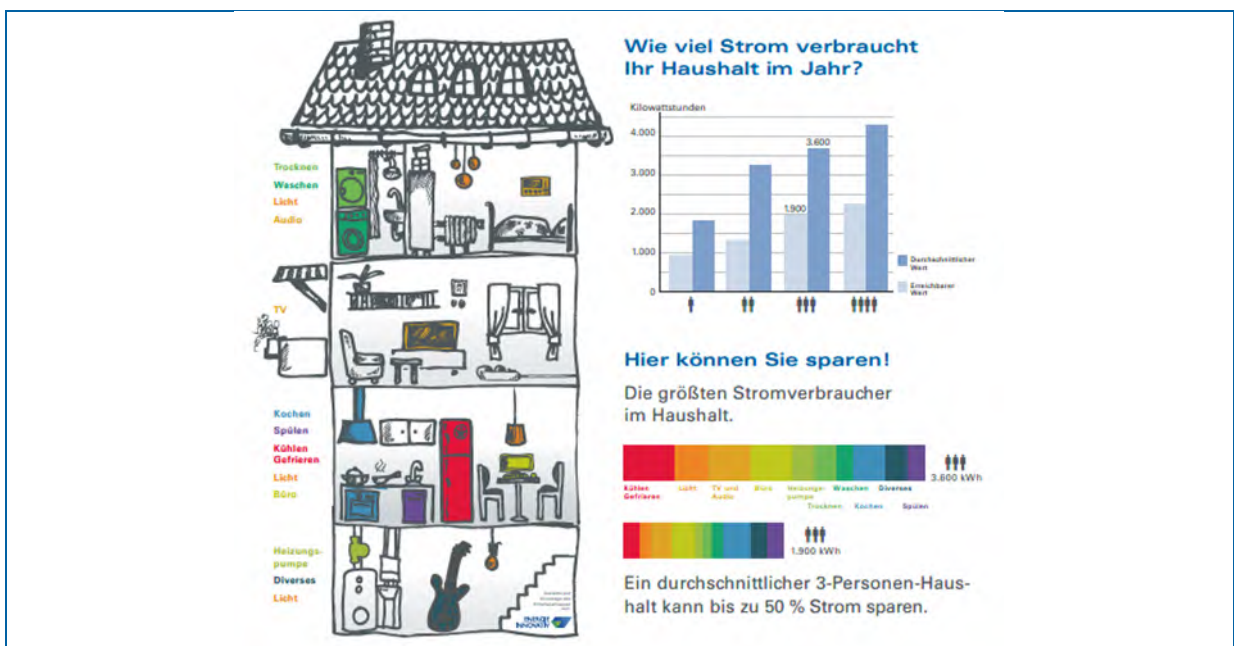


Abb. 6: Stromverbrauch im Haushalt – Ausschnitt aus Tafel 1 der Mitmachstation Energieeffizienz

## 5.2 Beleuchtung - Modul Lichtleiste

Die **Lichtleiste** (Abb. 7) zeigt einen Ausschnitt des heute möglichen Einsatzes von LED- Beleuchtung. Links im Modul befinden sich zwei **12-Volt-Lampen**, der Rest sind **230-V-Leuchtmittel**. Für beide Spannungen gibt es jeweils ein integriertes **Strommessgerät**, so dass die Lampen untereinander verglichen werden können. Zum Vergleich wurden eine 60-W-Glühlampe und ein 50-W-Halogen-Spot eingebaut.



Abb. 7: Die Lichtleiste mit neun Lampen unterschiedlicher Form, Farbe und Leistung

Für jedes Leuchtmittel gibt es einen **Aufsteller** mit den wichtigsten Informationen zu Lichtstrom [Lumen], elektrischer Leistung [Watt], Effizienz [Lumen/Watt], Lichtfarbe [Kelvin], Sockel und Farbwiedergabe (Ra-Wert) (Abb. 8).

<p><b>LED für Kühlschrank</b></p> <p>Leistungsaufnahme: 2,3 W Helligkeit: 200 Lumen Lichtausbeute: 87 lm/W Lichtfarbe: kaltweiß (6500 K) Socket: E14 Ra-Wert: 80</p> <p>Sehr langlebig und absolut schaltfest</p>	<p><b>LED-Spot</b></p> <p>Leistungsaufnahme: 3 W Helligkeit: 240 Lumen Lichtausbeute: 80 lm/W Lichtfarbe: warmweiß (2700 K) Socket: GU10 Ra-Wert: &gt;80</p> <p>Sehr langlebig und absolut schaltfest</p>	<p><b>LED-Spot – 12 V</b></p> <p>Leistungsaufnahme: 3,5 W Helligkeit: 280 Lumen Lichtausbeute: 80 lm/W Lichtfarbe: warmweiß (2700 K) Socket: GU5,3 Ra-Wert: &gt;80</p> <p>Sehr langlebig und absolut schaltfest – Trafoleistung beachten</p>
<p><b>Halogen-Spot</b></p> <p>Leistungsaufnahme: 50 W Helligkeit: ca. 400 Lumen Lichtausbeute: 8 lm/W Lichtfarbe: warmweiß (3000 K) Socket: GU10 Ra-Wert: 100</p> <p>Wenig schaltfest, sehr wenig effizient, hohe Wärmeentwicklung</p>	<p><b>LED-Steckbirne/Pin</b></p> <p>Leistungsaufnahme: 2,4 W Helligkeit: 300 Lumen Lichtausbeute: 125 lm/W Lichtfarbe: warmweiß (2700 K) Socket: G4 Ra-Wert: 80</p> <p>Sehr langlebig und absolut schaltfest</p>	<p><b>LED-Filament-Kerze</b></p> <p>Leistungsaufnahme: 4 W Helligkeit: 470 Lumen Lichtausbeute: 118 lm/W Lichtfarbe: warmweiß (2700 K) Socket: E14 Ra-Wert: 80</p> <p>Sehr langlebig und absolut schaltfest</p>
<p><b>Filament-LED-Birne</b></p> <p>Leistungsaufnahme: 7 W Helligkeit: 806 Lumen Lichtausbeute: 115 lm/W Lichtfarbe: warmweiß (2700 K) Socket: E27 Ra-Wert: 80</p> <p>Sehr langlebig und absolut schaltfest</p>	<p><b>Glühlampe</b></p> <p>Leistungsaufnahme: 60 W Helligkeit: 720 Lumen Lichtausbeute: 11,7 lm/W Lichtfarbe: warmweiß (2700 K) Socket: E27 Ra-Wert: 100</p> <p>z. T. langlebig, sehr ineffizient, hohe Wärmeentwicklung, wenig schaltfest</p>	<p><b>LCC-LED</b></p> <p>Leistungsaufnahme: 6 W Helligkeit: 800 Lumen Lichtausbeute: 133 lm/W Lichtfarbe: warmweiß (2700 K) Socket: E27 Ra-Wert: &gt;85</p> <p>Sehr langlebig und absolut schaltfest</p>

Abb. 8: Aufsteller-Kärtchen für die Lichtleiste

Folgende **Informationen** können an der Lichtleiste gezeigt und besprochen werden:

- LEDs stehen für langlebiges, energieeffizientes Licht.
- Gute LEDs haben eine hohe **Lichtausbeute**. Sie wird in Lumen pro Watt (lm/W) angegeben. Moderne LEDs für den Hausgebrauch haben eine Lichtausbeute um 120 lm/W (im Vergleich: Glühbirne: ca. 10 lm/W).
- Wichtig ist es, den Lumen-Wert immer in Verbindung mit dem **Abstrahlwinkel** der Lampe zu sehen. Ein Leuchtmittel mit 600 Lumen und einem Abstrahlwinkel von 15° ist punktuell deutlich heller als eine Lampe mit 600 Lumen aber einem Abstrahlwinkel von 90°.
- **Filament-LEDs** erreichen Lichtausbeuten von über 120 lm/W. Lampen dieser Bauart können mit der gleichen Größe und Abstrahlcharakteristik hergestellt werden wie Glühlampen. Möglich macht dies die Verwendung vieler kleiner sog. Low-Power-SMD-Chips. Diese werden zu fadenförmigen Elementen, den sogenannten Filamenten, zusammengefügt und mit einem speziellen Überzug versehen. Das erzeugte Licht ähnelt dem Glühfaden einer Glühlampe. Zusätzlich sind Filament-LEDs mit einem speziellen Gas gefüllt. Dieses Gas leitet die Wärme ab und macht den Kühlkörper überflüssig. Damit kann eine höhere Effizienz und die Umsetzung glühlampenähnlicher Eigenschaften erreicht werden. Bei klaren Filament LED Lampen kann es jedoch zu unerwünschten Schattenwürfen kommen, die von den Filamentstäbchen erzeugt werden.
- LED-Leuchtmittel sind sehr **schaltfest** und erreichen sofort ihre maximale Helligkeit.
- LEDs emittieren **gerichtetes Licht**. Diese Eigenschaft ist insbesondere bei Strahlern und Spots vorteilhaft.
- LEDs sind für den Außenbereich geeignet, da sie **kälteunempfindlich** sind. Sie müssen aber, wie alle elektrischen Geräte, mit passenden Gehäusen gegen eindringende Feuchtigkeit geschützt werden.
- Die für Glühlampen verwendeten **Dimmer** können nicht generell für LEDs verwendet werden. Es gibt dimmbare und nicht dimmbare LEDs. Zu den dimmbaren LEDs gibt es Listen mit passenden Dimmer-Modellen. Der Fachhandel berät im Einzelfall.
- Die **Helligkeit** von LED-Leuchtmitteln ist in den letzten Jahren gestiegen. Auch die Bandbreite der **Lichtfarben** ist gewachsen. Somit gibt es für alle gängigen Beleuchtungssituationen – außer der Herd-Innenbeleuchtung (wegen der Hitze) – eine LED-Lösung.
- Die **Lichtstärke** ist eine weitere Bezeichnung für die Helligkeit, jedoch bezogen auf den **Raumwinkel** (Lichtstrom pro Winkereinheit). Die Einheit für die Lichtstärke lautet **Candela** und wird mit **cd** abgekürzt.
- **Kosten: Glühbirnen** haben geringe Herstellungskosten aber hohen Stromverbrauch, **LEDs** verbrauchen viel weniger Strom, kosten in der Anschaffung aber etwas mehr. Damit sind LEDs kostengünstiger und - beim aktuellen Strommix - insgesamt wesentlich klimafreundlicher ([Abb. 9](#)).

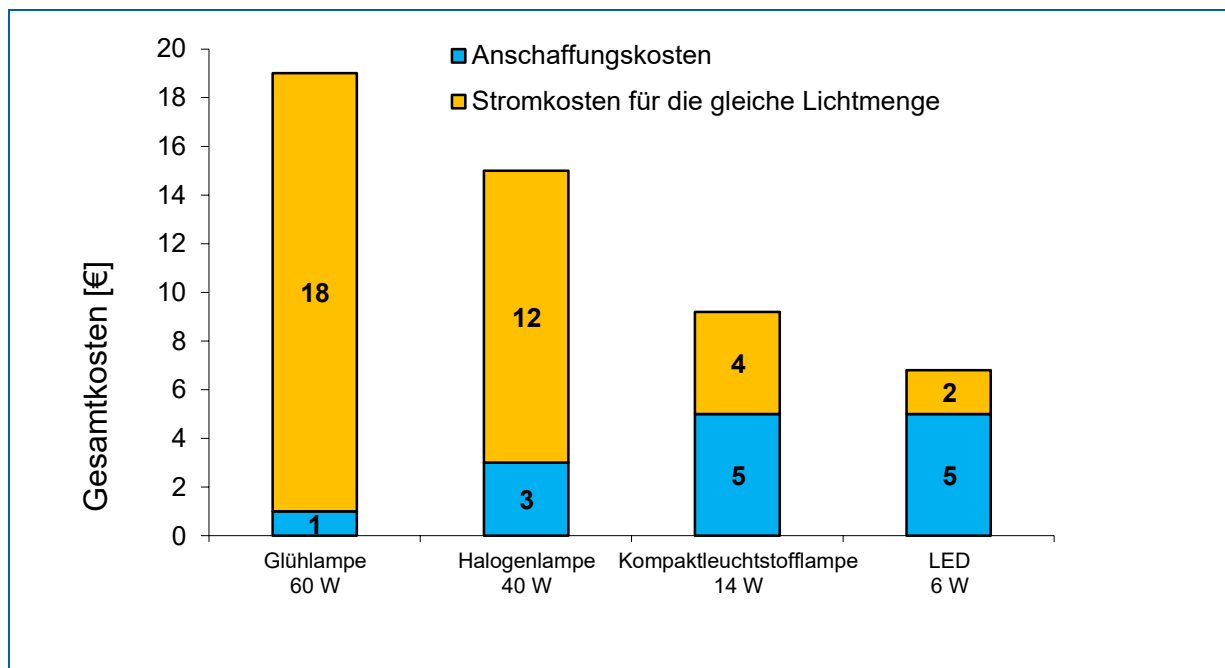


Abb. 9: Kostenvergleich Lampen (mit 30ct./kWh berechnet)

### Beleuchtungskärtchen

- Das Beleuchtungskärtchen ([Abb. 10](#) und [Abb. 11](#)) ist eine **Einkaufshilfe**. Es erläutert wie zum Beispiel eine 60 W-Glühlampe ersetzt werden kann ([Abb. 10](#)). Dabei sollte auf den Lichtstrom (Helligkeit) in Lumen geachtet werden. Damit ist das gesamte sichtbare Licht gemeint, welches von dem Leuchtmittel in alle Richtungen abgestrahlt wird. Beispielsweise weist eine 60-W-Glühlampe eine Helligkeit von circa 700 Lumen auf und kann durch eine LED von etwa 6 bis 13 W ersetzt werden. Die Spanne ergibt sich aus den unterschiedlichen Herstellungsverfahren und spiegelt die Effizienz des Einzelprodukts wieder. Herstellerangaben (Lumen, Watt, Lichtfarbe) finden sich meist auf der Verpackung.
- Auf dem Beleuchtungskärtchen ist auch die **Lichtfarbe** in Kelvin (K) dargestellt ([Abb. 11](#)). Glühlampen mit warmweißem (gelbem) Farbton haben circa 2700 K. Wer im Wohnbereich warme Farben möchte, sollte LEDs mit weniger als 3000 K wählen. Für den Arbeitsbereich ist eher Licht mit Werten ab 4000 Kelvin (kaltweiß mit höherem Blauanteil) zu empfehlen.

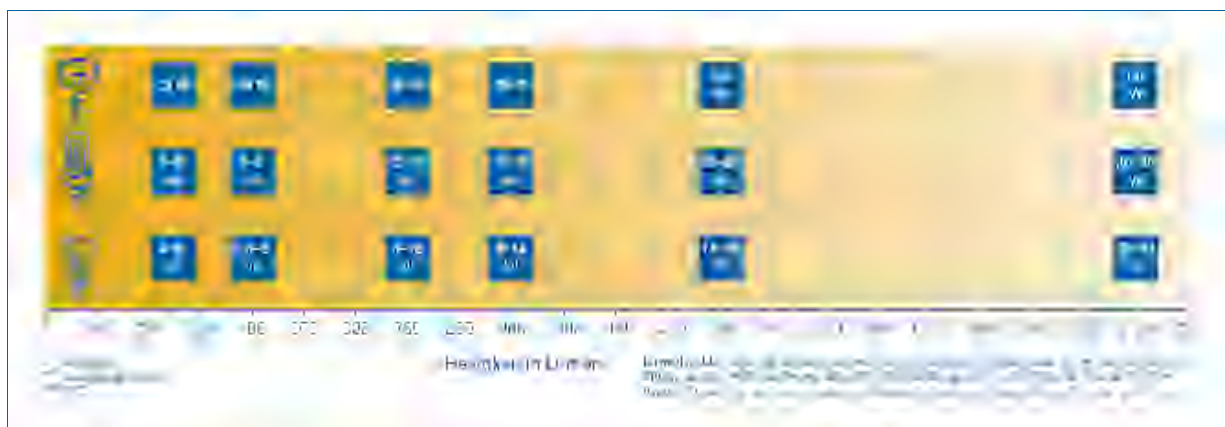


Abb. 10: Beleuchtungskärtchen: Ersatz von Glühlampen und Energiesparlampen durch LED



Abb. 11: Beleuchtungskärtchen: Information zu Spots und Lichtfarbe

### Energiesparlampen (Kompaktleuchtstofflampen)

Energiesparlampen unterliegen seit dem 31.12.2018 aufgrund der EU-Quecksilberverordnung einem Aus- und Einfuhr- sowie Herstellungsverbot. Die Entsorgung erfolgt über kommunale Sammelstellen (Wertstoffhof) oder im Fachhandel.

### Gut zu wissen

#### Beleuchtung

- LEDs sind energieeffizient, sofort hell, schaltfest, erschütterungsfest, kälteresistent und quecksilberfrei.
- Achten Sie auf flackerfreies Licht. Dies hängt von der Qualität der Elektronik ab. Testen können Sie das Flackern mit einem Smartphone: Beim Betrachten des eingeschalteten Leuchtmittels im Fotomodus erkennen Sie flackernde LEDs an sichtbaren Streifen.
- LEDs und Energiesparlampen werden über kommunale Wertstoffsammelstellen entsorgt.

### Ergänzende Literatur zum Thema Strom sparen und Beleuchtung:

- [Energiewende A-Z](#)
- [Einkaufshilfe „Lichtfarben Beleuchtung“ \(auch im Flyer – nächste Zeile – enthalten\)](#)
- [Faltblatt „Stromkosten sparen mit energieeffizienter Beleuchtung“](#)
- [UmweltWissen „Energiesparlampe und LED: energieeffiziente Beleuchtung“](#)
- [LGL-Broschüre „Quecksilber aus Energiesparlampen“](#)
- [Energie-Atlas Bayern - Beleuchtung](#)

### 5.3 Bauen und Sanieren

Die Ausstellung zeigt energieeffiziente Techniken zu Außenwanddämmung, Fenstereinbau und Lüftung.

Beispiele:

- Wärmebrückenfreies Bauen
- Dämmstoffe
- Außenputz
- Luftdichtheit
- Raum- und Oberflächentemperatur
- Kondenswasser
- Schimmelbildung an kalten Oberflächen
- Vorteile der 3-Scheiben-Verglasung
- Richtiges Lüften
- Automatische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Stromverbrauch von Heizungsumwälzpumpen

Die zur Erzeugung von Raumwärme eingesetzte Energie macht mit circa 70 % – abgesehen von der Mobilität – den größten Anteil des Gesamtenergieverbrauchs der privaten Haushalte aus. Hocheffizientes Bauen und die energetische Sanierung älterer Gebäude bieten daher ein hohes Sparpotenzial. Viele Sanierungsmaßnahmen werden gefördert oder mit günstigen Krediten unterstützt. Es lohnt sich, zu prüfen, ob eine solche Maßnahme für das eigene Haus in Frage kommt. Aktuelle Informationen erhalten Sie im Energie-Atlas Bayern unter [Förderung](#).

#### 5.3.1 Hintergrundwissen: die Grundprinzipien des Passivhauses

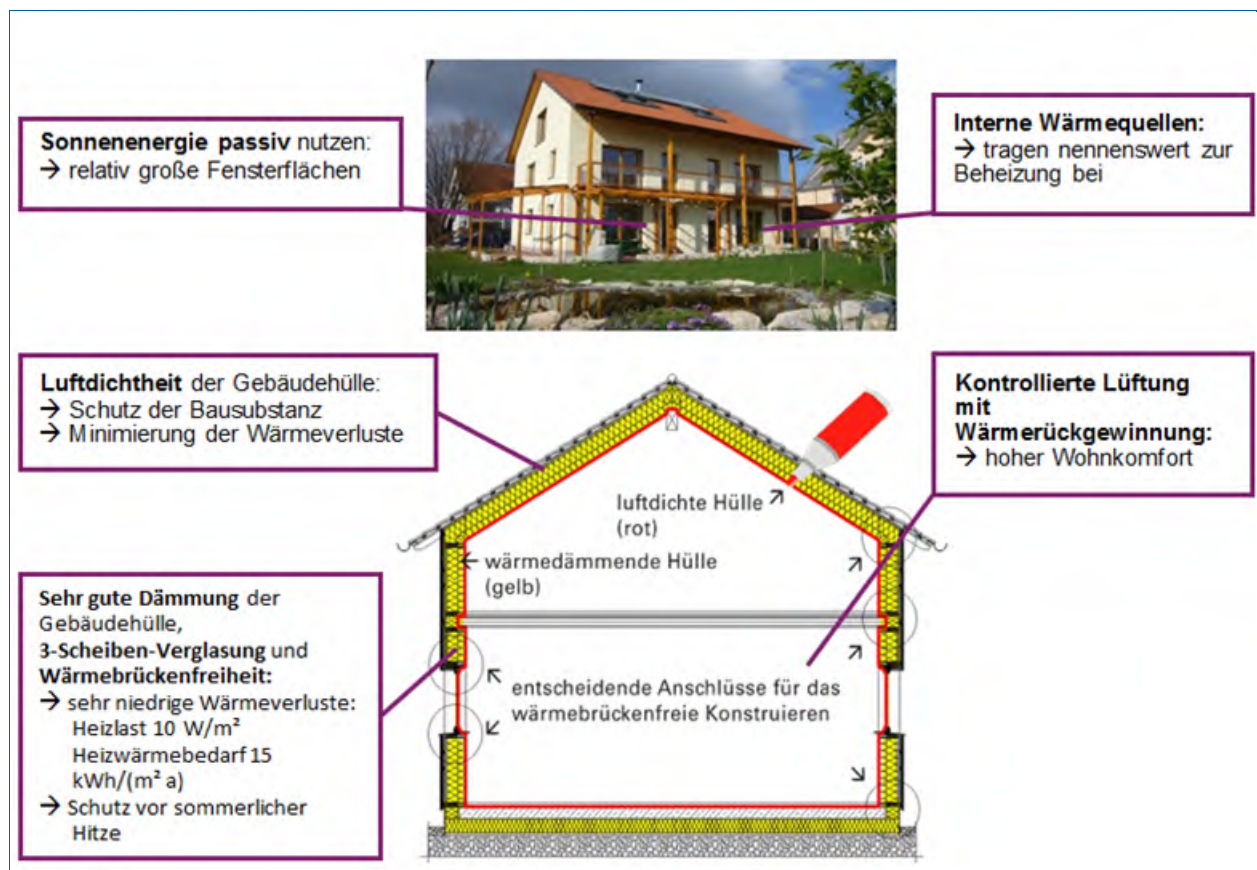


Abb. 12: Grundprinzipien eines Passivhauses

Ein Passivhaus unterscheidet sich von anderen Bauformen insbesondere durch seine Konstruktion und seine sehr gute Wärmedämmung, durch die es einen besonders geringen Heizenergiebedarf aufweist. Die Bezeichnung „passiv“ bezieht sich auf den überwiegend aus „passiven“ Quellen wie Sonneneinstrahlung, Körperwärme der Bewohner und Elektrogeräte gedeckten Heizenergiebedarf ([Abb. 12](#)). Für eine optimale Nutzung der Sonnenenergie werden an südlich orientierten Fassaden große Fenster eingebaut. Um eine sommerliche Überhitzung der Wohnräume zu vermeiden, muss zusätzlich ein richtig dimensionierter außenliegender Sonnenschutz vorhanden sein. Gleichzeitig muss der Sonnenschutz so ausgelegt sein, dass die im Winter tiefer stehende Sonne die Wohnraumerwärmung unterstützt. Möglich ist dies mit einem aktiven Sonnenschutz auf der West- und Ostseite (Markisen, Rollläden etc.) und einer passiven Verschattung durch Balkon oder Dachüberstand auf der Südseite.

### Wärmedämmung

Damit die Wärme im Haus bleibt, ist eine besonders gute Wärmedämmung nötig. Die Außenwände und Decken eines Passivhauses erhalten dafür, abhängig vom Wandaufbau und  $\lambda$ -Wert, eine mindestens 25 cm starke Schicht aus Dämmmaterial wie Polystyrol, Mineralwolle, Mineralschaum oder Holzwerkstoffen. So wird ein U-Wert von unter  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  erreicht.<sup>3</sup> Auch die Verglasung muss von entsprechender Qualität sein. Dies wird im Allgemeinen durch gute 3-Scheiben-Fenster sichergestellt. Mittlerweile werden 3-Scheiben-Fenster mit  $U_w$ -Werten von  $0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  angeboten (zum  $U_w$ -Wert siehe auch [Thema Fenster](#)). Der  $U_w$ -Wert sollte auf jeden Fall nicht höher als  $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  sein.

### Heizung und Heizwärmebedarf

Die maximal zulässige Heizlast bei einem Passivhaus liegt bei  $10 \text{ W}/\text{m}^2$  und muss auch an ungünstigen Wintertagen über die Lüftungsanlage und die Zusatzheizung erreichbar sein. In unseren Breiten ergibt sich dadurch für ein Passivhaus ein jährlicher Heizwärmebedarf von maximal  $15 \text{ kWh}/\text{m}^2$ . Zum Vergleich: Häuser aus den Jahren vor 1980 benötigen bis zu  $300 \text{ kWh}/\text{m}^2$ . Aufgrund des niedrigen Wärmebedarfs von Passivhäusern wird als Zusatzheizung meist eine Flächenheizung (Fußboden- oder Wandheizung) eingebaut, die eine angenehme Strahlungswärme abgibt.

### Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Für die gewünschte Wärmeverteilung und eine gute Frischluftzufuhr sorgt im Passivhaus eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Eine solche Anlage reduziert die Heizkosten erheblich. Zum einen kann das Wärmerückgewinnungssystem bis zu 95 % der Abluftwärme wiederverwenden, zum anderen wird teures und energieintensives Fensterlüften vermieden. Die Fenster können i. A. trotzdem geöffnet werden, falls die Bewohner das – z. B. im Sommer – gerne möchten.

### Keine Wärmebrücken

Passivhäuser sind wärmebrückenfrei konstruiert. Das bedeutet, dass die wärmedämmende Hülle (in [Abb. 12](#) gelb dargestellt) nicht unterbrochen wird. Auskragende Balkone, Erker und Durchbrüche der Dachhaut (Entlüftungsrohre, Kamin) sollten vermieden oder zumindest besonders sorgfältig geplant werden.

### Luftdichtheit

Wie alle Gebäude mit hohem energetischem Standard sind Passivhäuser weitgehend luftdicht (rote Linie in [Abb. 12](#)). Neben unnötigem Energieverlust beugt die luftdichte Hülle Schäden an der Bausubstanz vor, da Feuchtigkeit nicht in Mauerwerk oder Dämmstoff gelangen kann. Zusammen mit einer korrekt geplanten und gut funktionierenden Lüftungsanlage tritt keine Schimmelbildung auf.

---

<sup>3</sup> U-Wert: Wärmedurchgangskoeffizient in  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ : gibt den Wärmestrom (Wärmemenge pro Zeit) an, der durch eine Bauteilfläche von einem Quadratmeter bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin hindurchgeht. Der U-Wert beschreibt eine wesentliche Bauteileigenschaft. Je kleiner der U-Wert, desto besser ist die Dämmwirkung des Bauteils.

### **Wohnkomfort – in Sommer und Winter**

Hochgedämmte Passivhäuser sorgen auch an heißen Sommertagen für angenehm kühle Räume und machen Klimaanlage überflüssig. Um übermäßige Wärmeeinstrahlung zu verhindern, müssen vor allem die Fenster vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt werden (z. B. über gut geplante Verschattung mittels Dachüberstand, Balkon, Rollläden etc.). Die große Speichermasse der massiven Steinwände und Betondecken eines Passivhauses, erleichtert es zusätzlich, dass im Sommer die Innentemperatur nicht übermäßig steigt.

Im Winter gilt: Durch die gute Wärmedämmung sind die Fenster und die Innenseiten der Außenwände nur wenige Kelvin kälter als die Raumluft. Unangenehme Zuglufterscheinungen treten mit diesen geringen Unterschieden nicht mehr auf. Darüber hinaus führt die, im besten Fall, vorhandene Lüftungsanlage ständig frische Luft zu, ohne dass die Bewohner dies wahrnehmen. Auch jetzt sorgt die Speichermasse, zusammen mit der schräg einfallenden Sonneneinstrahlung, dafür, dass die Innentemperatur im Passivhaus nur langsam sinkt. In sehr kalten Winterperioden unterstützt dann notfalls die Zusatzheizung.

### **Gut zu wissen**

#### Passivhaus

- Beim Neubau ist der Passivhausstandard „Stand der Technik“.
- Dieser Standard benötigt maximal den Energieinhalt von 1,5 Liter Heizöl pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und ist somit aktiver Klimaschutz.
- Bei der Sanierung lässt sich der Energiebedarf durch Passivhaustechniken auf umgerechnet 3 Liter Heizöl pro Quadratmeter senken.
- Die Mehrinvestition in den besseren Energiestandard gleichen die sehr geringeren Heizkosten aus.
- Die meisten Passivhausbewohner würden sich heute wieder für ein Passivhaus entscheiden, da der Wohnkomfort hervorragend ist und kaum Energiekosten anfallen.

### **Ergänzende Literatur zum Thema Bauen und Sanieren:**

- [Broschüre "In der Zukunft zu Hause: Hocheffizient bauen und sanieren"](#)
- [Energie-Atlas Bayern – Bauen und Sanieren](#)
- [Energie-Atlas Bayern - Förderung](#)



### 5.3.2 Hintergrundwissen: Feuchtigkeit und Schimmelbildung

Kenntnisse des Zusammenhangs von Luftfeuchtigkeit, Wandtemperatur und Schimmel sind von Vorteil, wenn man über Dämmung, Wärmeverteilung, Wärmebrücken etc. sprechen möchte. Zur Veranschaulichung dient das **Mollier-Diagramm** ([Abb. 13](#)).

Das Mollier-Diagramms zeigt den Zusammenhang zwischen relativer Luftfeuchte, absolutem Wassergehalt der Luft und der Raum- bzw. Oberflächentemperatur. Die Darstellung ist außerdem noch vom Luftdruck abhängig. Dieser Zusammenhang kann in unserer Darstellung vernachlässigt werden; es wird ein mittlerer Luftdruck von 1.013,25 hPa ( $\approx 1$  bar) angenommen.

Am besten erklärt man Besucherinnen erst den Aufbau und die Achsen des Diagramms und erklärt dann anhand realistischer Beispiele, was bei Veränderungen passiert.

Aufbau des Diagramms

- An der senkrechten **y-Achse links** ist die **Luft- oder Oberflächentemperatur** in Grad Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) aufgetragen
  - ➔ Temperaturänderungen der Luft verfolgt man im Diagramm entlang der senkrechten Linien
- An der waagerechten **x-Achse oben** kann der **absolute Wassergehalt** der Luft in Gramm Wasser pro Kilogramm Luft (g/kg) abgelesen werden.
  - ➔ Änderungen des absoluten Wassergehalts der Luft verfolgt man im Diagramm entlang der waagerechten Linien
- Aus dem absoluten Wassergehalt ergibt sich – abhängig von der Lufttemperatur – die **relative Luftfeuchtigkeit (senkrecht angeordnete Werte rechts)**. Diese Größe wird von handelsüblichen Hygrometern angezeigt. Die gebogenen Linien von links unten nach rechts oben zeigen diese relative Luftfeuchtigkeit in Prozent (%) an.
  - ➔ Entlang einer gebogenen Linie bleibt **die relative Luftfeuchtigkeit** unverändert.

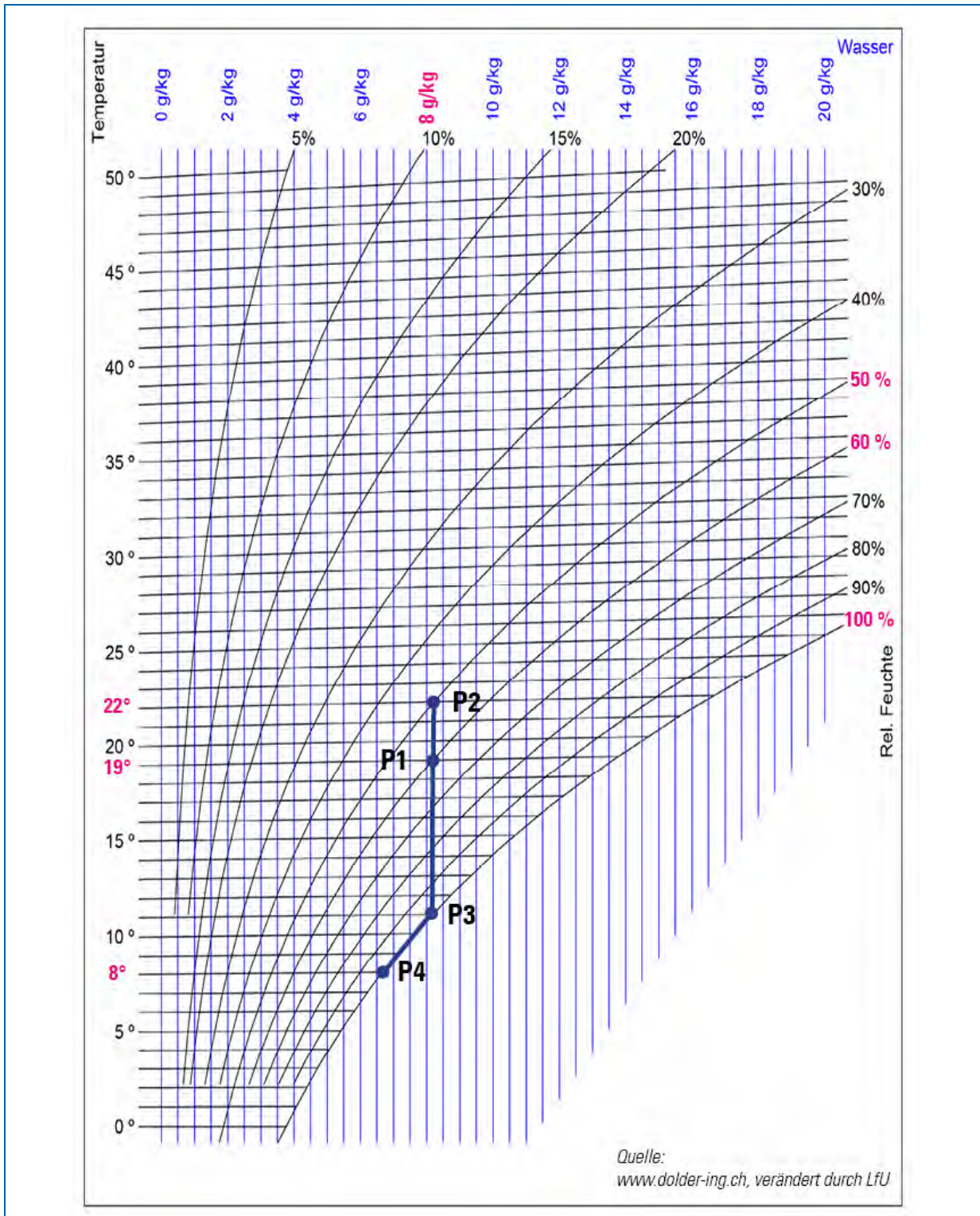


Abb. 13: Mollier-Diagramm

## Zwei Beispiele zur Nutzung des Mollier-Diagramms:

### 1. Beispiel: Erwärmung der Luft mit Absinken der relativen Luftfeuchtigkeit

Liegt die relative Luftfeuchtigkeit aktuell bei 60 % und die Raumtemperatur bei 19 °C, so enthält die Luft circa 8 Gramm Wasser pro Kilogramm Luft (P1 im Diagramm [Abb. 13](#)).

Wird diese Raumluft von 19 °C auf 22 °C erwärmt, sinkt die relative Luftfeuchtigkeit von etwa 60 % auf etwa 50 % (P2). Der Grund: Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen als kalte Luft. Da im Beispiel von außen keine Feuchtigkeit zugeführt wurde, sinkt die relative Luftfeuchtigkeit.

Umgekehrt steigt die relative Luftfeuchtigkeit bei Abkühlung der Luft an, solange die absolute Wassermenge in der Luft nicht, z. B. durch Lüften, abgeführt wird.

### 2. Beispiel: Kondensation von Wasser an kalten Flächen

Liegt der absolute Wassergehalt der Luft beispielsweise bei 8 g/kg und die Raumtemperatur bei 22 °C, so liegt die relative Luftfeuchtigkeit bei circa 50 % (P2). Trifft nun diese Raumluft auf eine Wandoberfläche mit beispielsweise 11 °C, kühlt die Luft genau an dieser Stelle ab. Die relative Luftfeuchtigkeit steigt dabei an der Stelle von 50 % auf 100 % (P3).

Die Luft ist bei 100 % mit Wasser gesättigt, das heißt sie kann kein zusätzliches Wasser aufnehmen. An der 11 °C kalten Oberfläche kondensiert jetzt Wasser, das die Wand oder auch Fugen zwischen Kacheln durchfeuchtet. Wenn nicht gelüftet wird, kann hier schnell Schimmel entstehen.

Gibt es Oberflächen, die in unserem Beispiel kälter als 11 °C sind, z. B. 8 °C, bewegt man sich entlang der 100 %-Kurve im Diagramm nach links unten, da die relative Luftfeuchtigkeit nicht weiter als 100 % steigen kann. Jetzt schlägt sich weiteres Wasser an den Oberflächen nieder, denn die immer kälter werdende Luft kann kein Wasser mehr aufnehmen. 8 °C kalte Luft kann nur 7 Gramm Wasser pro Kilogramm Luft aufnehmen. Das restliche Wasser kondensiert. Der absolute Wassergehalt sinkt also von 8 g/kg auf 7 g/kg und 1 g Wasser pro kg Luft kondensiert (P4). Ohne Lüften verbleibt dieses Wasser an der Oberfläche. Schimmel kann aber auch schon vor der Bildung von Kondenswasser entstehen: Bereits ab einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 bis 80 % über mehrere Tage ist mit Schimmelwachstum zu rechnen. Auch wenn die Raumtemperatur 20 °C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 % beträgt, steigt an einer kalten Oberfläche die relative Luftfeuchtigkeit. Solche Verhältnisse herrschen oft im Winter in ungedämmten Häusern in Badezimmern, in viel genutzten Zimmern oder in ungeheizten Schlafzimmern. In solchen Häusern weisen die Innenseiten von Außenwänden und vor allem die Ecken zum Teil die im Beispiel gezeigten niedrigen Oberflächentemperaturen auf ([Abb. 14](#)).

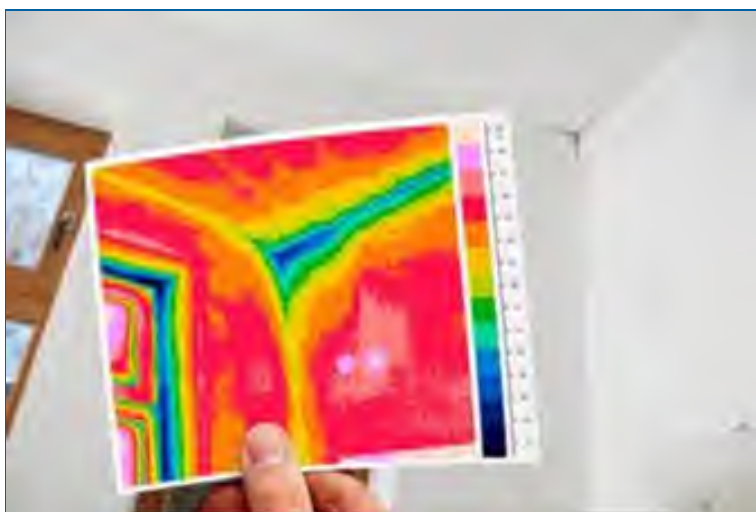


Abb. 14: Wärmebild einer kalten Zimmerecke

Mit Kenntnis des Mollier-Diagramms und einigen zusätzlichen Informationen können viele Fragen jetzt beantwortet werden. Beispiel:

### 1. Wann können Feuchteschäden in Gebäuden auftreten?

Grundsätzlich können Feuchteschäden auftreten, wenn feuchte warme Luft auf eine kühlere Oberfläche trifft. Dies ist häufig der Fall, wenn Häuser nicht gedämmt sind und/oder Wärmebrücken vorhanden sind wie zum Beispiel an auskragenden Balkonen, Erkern, an Rollladenkästen oder fehlerhaft montierten Fensterbrettern.

### 2. Steigt die Schimmelgefahr, wenn ich dämme, da die feuchte Luft dann nicht mehr durch die Mauer entweichen kann?

In dieser Frage sind zwei Aspekte enthalten – **die Schimmelgefahr** und der **Abtransport der Luftfeuchte**.

Die **Schimmelgefahr steigt nicht, wenn richtig gedämmt wurde**. Durch die Wärmedämmung (und den Einbau sehr guter Fenster) steigt die Oberflächentemperatur an der Innenseite der Außenwände und der Glasscheiben. Damit sinkt die Gefahr der. In richtig gebauten Passivhäusern und in korrekt energetisch sanierten Häusern tritt kein Schimmel auf.

Der angebliche **Abtransport der Luftfeuchtigkeit** über „atmende Wände“ beruht auf einem hartnäckigen und weit verbreiteten Irrtum. Es wird suggeriert, dass Luft und Wasser in größeren Mengen durch das Mauerwerk hindurch „wandern“ kann. Ein nennenswerter **Luft- und Wasseraustausch durch die Wand findet jedoch nicht statt**. Die Entfernung der Luftfeuchtigkeit aus dem Innenraum muss immer durch ausreichendes Lüften erfolgen, egal ob durch händisches Lüften oder mit Hilfe einer ventilator-gestützten Lüftungsanlage. Aber: Bei alten, undichten Fenstern werden über die Undichtigkeiten schon nennenswerte Luft- und Wassermassen transportiert. Dieser ungewollte Austausch ist zugleich mit Wärmeverlust und hohen Energiekosten verbunden. Werden solche Fenster durch neue, dichte Fenster ersetzt und nicht gleichzeitig eine Wärmedämmung angebracht, muss deshalb unbedingt auf ausreichendes und richtiges Lüften geachtet werden (siehe dazu auch das [Thema Fenster](#)).

### Gut zu wissen

#### Mollier-Diagramm

- Fachgerecht ausgeführte energetische Sanierungen verhindern Schimmelbildung.
- Auch bei Neubauten ist auf Wärmebrückenfreiheit zu achten.
- Wände atmen nicht – der Abtransport von Feuchtigkeit findet über alte, undichte Fenster und Türen oder durch Lüftung statt.

### Ergänzende Literatur zum Thema Feuchtigkeit und Mollier-Diagramm:

- [Broschüre „Wer früher dämmt, hat’s länger warm“](#)
- [Energie-Atlas Bayern – Bauen und Sanieren](#)

### 5.3.3 Modell Lüftungsanlagen

Das Modell Lüftungsanlagen ([Abb. 15](#)) demonstriert an sechs beleuchteten Varianten, wie Lüftungsanlagen in Wohngebäude eingebaut werden können und welche Vor- und Nachteile sie jeweils haben.



Abb. 15: Modell Lüftungsanlagen

Alle Gebäude erfordern regelmäßiges Lüften, zum einen um Gerüche und Kohlendioxid zu entfernen und frische Atemluft zuzuführen, zum anderen um Luftfeuchtigkeit abzuführen und Schimmel zu vermeiden (siehe [Hintergrundwissen: Feuchtigkeit und Schimmelbildung](#)). Zum Schutz der Bausubstanz vor eindringender Feuchtigkeit muss die Gebäudehülle jedoch möglichst luftdicht sein. Während bei alten Gebäuden undichte Fenster und raumluftabhängige Wärmeerzeuger für einen mehr oder weniger unregelmäßigen Luftaustausch sorgen, müssen neue oder energetisch sanierte Gebäude aktiv gelüftet werden. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Händisches Lüften  
 Mehrmals täglich Lüften durch Öffnen der Fenster (Stoß- und/oder Querlüften). Querlüften bedeutet: gegenüberliegende Fenster zu öffnen. Je nach Temperaturunterschied, und abhängig vom Wind, benötigt das Lüften dann nur wenige Sekunden oder Minuten. Im Winter sollten Fenster jedoch nicht auf Kippstellung stehen. Hier entweicht im Vergleich zum Lüftungseffekt zu viel Wärme. Die Heizungskosten steigen unnötig an. Außerdem kühlen die Fensterlaibungen aus, wodurch sich die Schimmelgefahr erhöht. Im Sommer ist aus energetischer Sicht auch Kipplüften erlaubt und erwünscht, solange es nicht zu heiß wird. Doch Vorsicht: in manchen Gebäuden läuft die Heizung, aufgrund kalter Nächte, schon im September und bis in den Juni hinein. Dann sollte entweder die Heizung auf Sommerbetrieb gestellt werden oder das Lüftungsverhalten noch angepasst erfolgen.
2. Einbau einer Lüftungsanlage  
 Es gibt Lüftungsanlagen als zentrale und dezentrale Varianten. Bei eingebauter Wärmerückgewinnung wird der Wärmeverlust, der beim Lüften entsteht, minimiert. Gut umgesetzte und richtig eingestellte Lüftungsanlagen geben keine hörbaren Geräusche ab. Sie erzeugen auch keinen

unangenehmen Luftzug. Sie benötigen jedoch gelegentlich einen Austausch der Filter. Das Modell in der Ausstellung zeigt sechs Lüftungsvarianten für Wohngebäude. Dabei werden jeweils die Vor- und Nachteile gezeigt. Die Varianten werden in der Broschüre „Richtig Lüften mit Komfortlüftungsanlagen“ besprochen.

***Ergänzende Literatur zum Thema Lüftung:***

- [Broschüre „Richtig Lüften mit Komfortlüftungsanlagen“](#)
- [Faltblatt „Lüftungsanlagen - frische und saubere Luft für Ihr Zuhause“](#)
- [Energie-Atlas Bayern - Lüftung](#)

### 5.3.4 Thema Fenster

#### Gefrierschrankmodell

In diesem Modul sind drei verschiedene Verglasungstypen in eine Gefrierschrank-Tür eingebaut (Abb. 16). Das Gefrierschrankmodell simuliert durch die niedrige Innentemperatur im Minusgradbereich den Winter draußen. Durch Berührung der Scheiben ist für die Besucherinnen fühlbar, welche Vorteile eine 3-Scheiben-Verglasung (oben) gegenüber einer 2-Scheiben-Verglasung (Mitte mit Beschichtung und unten ohne Beschichtung) hat. Während die untere Scheibe (je nach Raumtemperatur) nur circa 10 °C hat, bleibt die oberste Scheibe fast bei Raumtemperatur. Von Scheibe zu Scheibe ist ein Temperaturunterschied von etwa 3 bis 4 Kelvin feststellbar.

Bei hoher Luftfeuchtigkeit am Aufstellort beschlagen die drei Fensterscheiben unterschiedlich stark, beim besten Fenster, der 3-Scheiben-Verglasung, ist kaum Kondenswasser zu sehen. So können auch Vorgänge rund um die Kondenswasserbildung an diesem Modul angesprochen werden (siehe Hintergrundwissen: Feuchtigkeit und Schimmelbildung).

Grundsätzlich lassen sich hocheffiziente Fenster mit fast allen **Rahmenmaterialien** herstellen.

- **Fenster mit Holz-Alu-Rahmen** sind das teuerste System, sie weisen allerdings auch die höchste Lebensdauer auf und sind pflegeleichter als reine Holzfenster.
- **Kunststofffenster** sind günstiger und leichter. Hier ist besonders auf UV-Beständigkeit des Materials zu achten. Die Industrie bietet ein Recycling der PVC-Kunststofffenster an und ermöglicht so eine Wiederverwertung.



Abb. 16: Gefrierschrank-Modell mit drei verschiedenen Verglasungstypen

### U-Wert-Angaben bei Fenstern

Der Wärmeverlust eines Fensters wird durch den  $U_w$ -Wert beschrieben.

- Die **Einheit** des U-Wertes ist  $W/(m^2K)$  (Watt pro  $m^2$  Fläche und Kelvin).
- Beim  **$U_w$ -Wert** ( $w = \text{window}$ ) wird das komplette Fenster berücksichtigt, also die Glasscheibe mit Rahmen und der Glasrandverbund. Im Gegensatz dazu bezieht sich der  **$U_g$ -Wert** ( $g = \text{glass}$ ) nur auf die Verglasung.
- Ein **niedriger U-Wert** steht für einen niedrigen Wärmeverlust und eine **gute Wärmedämmung**. Gute Fenster erreichen  $U_w$ -Werte von  $0,9 W/(m^2 K)$  oder weniger. Fenster für den Passivhausstandard müssen einen  $U_w$ -Wert kleiner als  $0,8 W/(m^2 K)$  aufweisen. Es sind bereits Fenster mit etwa  $U_w = 0,65 W/(m^2 K)$  erhältlich.
- Zum **Vergleich**: 2-fach verglaste Fenster erreichen einen  $U_w$ -Wert von  $1,1 W/(m^2 K)$ .
- In den meisten Fällen ist der **Wärmeverlust** durch den Rahmen höher als durch das Glas allein (deshalb ist der  $U_w$ -Wert immer höher als der  $U_g$ -Wert). Deshalb sind der Rahmen und insbesondere die Verbindungsstelle des Glases mit dem Rahmen als Schwachstelle zu betrachten.
- Bei Südfenstern mit 3-Scheiben-Verglasung kann der **winterliche Energiegewinn** insgesamt höher ausfallen als der Energieverlust. Dies ist auch bei der 2-Scheiben-Verglasung möglich. Allerdings fällt dieser deutlich geringer aus.
- Für einen optimalen Wärmeschutz muss der Abstandhalter zwischen den Scheiben aus wenig wärmeleitendem Material (zum Beispiel aus Kunststoff) bestehen, einer sogenannten **Warmen Kante**. Standardmäßig wird noch immer Aluminium verwendet, das die Wärme zu gut leitet.
- Der **g-Wert** beschreibt den **Energiedurchlass** (Licht und Wärmestrahlung) eines Fensters. Er liegt für die 3-Scheiben-Verglasung bei  $0,5 - 0,6$  und damit etwas niedriger als bei 2-Scheiben-Fenstern. Das bedeutet: 3-Scheiben-Fenster lassen etwas weniger Licht durch. Möchte man hier einen (für die Wintermonate) optimalen Energiedurchlass erreichen, sollte man Scheiben aus Weißglas (Solarglas) mit einem g-Wert von  $0,6$  wählen. Einige Hersteller bieten dieses Glas ohne wesentlichen Aufpreis an.

### Die U-Werte des Gefrierschrank-Modells

Die Wärmedämmwirkung der im Gefrierschrank eingebauten Scheiben nimmt von oben nach unten ab:

- Das oberste Fenster hat eine **3-Scheiben-Verglasung** und erreicht mit einem  $U_g$ -Wert von  $0,5 W/(m^2 K)$  (entspricht einem  $U_w$ -Wert von circa  $0,7$  bis  $0,8 W/(m^2 K)$ ) den **Passivhausstandard** (Wärmeverlust:  $8 \text{ l Heizöl}/(m^2 a)$ ).
- In der Mitte ist ein **reguläres 2-Scheiben-Fenster** mit Wärmeschutzbeschichtung mit einem  $U_g$ -Wert von  $1,1 W/(m^2 K)$  (entspricht einem  $U_w$ -Wert von circa  $1,2$  bis  $1,5 W/(m^2 K)$ ) verbaut (Wärmeverlust:  $14 \text{ l Heizöl}/(m^2 a)$ ).
- Ganz unten ist ein **2-Scheiben-Fenster aus den 1980er-Jahren** ohne Wärmeschutzbeschichtung mit einem  $U_g$ -Wert von  $2,8 W/(m^2 K)$  (entspricht einem  $U_w$ -Wert von circa  $3 W/(m^2 K)$ ) eingebaut (Wärmeverlust:  $33 \text{ l Heizöl}/(m^2 a)$ ).

Schlussfolgerung: Ein 3-fach verglastes Fenster hat einen um circa 40 % geringeren Energieverlust als eine gute 2-fach-Wärmedämmverglasung. Gegenüber einer schlechten 2-fach-Verglasung (unbeschichtete Isolierverglasung, siehe auch [Mitmachstation Energieeffizienz](#)) wäre die Einsparung sogar 75 %.



Um diese Zahlen zu veranschaulichen, finden Sie auf dem Gefrierschrank den Wärmeverlust des jeweiligen Glases umgerechnet in Liter Heizöl pro Quadratmeter Fensterfläche und Jahr.

Ein **Vorteil** der 3-Scheiben-Verglasung ist die annähernd bei Raumtemperatur liegende Oberflächentemperatur der inneren Glasscheibe.

Dieser Umstand

- sorgt für ein **behagliches Wohnklima**. Eine angenehme, sogenannte operative Raumtemperatur<sup>4</sup> kann hier bereits mit einer niedrigeren Lufttemperatur erreicht werden als bei kälteren Scheiben. Das spart Heizenergie.
- führt dazu, dass im Raum **keine kalte Zugluft** vom Fenster her entsteht. Dieser Effekt ist von alten, energetisch schlechten Fenstern bekannt.
- verhindert die Entstehung von **Kondenswasser** an der Glasscheibe, wie es bei älteren Fenstern oft der Fall ist. 3-Scheiben-Fenster können aber unter Umständen von außen beschlagen oder Reif ansetzen. Das ist ein gutes Zeichen und zeigt die wirksame Wärmedämmung des Fensters. Es dringt so wenig Wärme nach außen, dass die Scheibe außen so kalt ist, dass sich Kondenswasser oder Reif bilden können.

### Fenster und Schimmelbildung

Neue Fenster sind grundsätzlich luftdicht, unabhängig von ihrem energetischen Standard. Wenn bei einer energetischen Sanierung nur die Fenster ausgetauscht werden und die Außenwände nicht gedämmt werden, besteht die Gefahr, dass Luftfeuchtigkeit danach nicht mehr aus dem Raum entweicht und an kalten Wandstellen kondensiert. In ungedämmten Häusern sind nun evtl. Außenwände, Zimmerkanten, Ecken und Fensterlaibungen kühler als andere Wandelemente oder die neuen Fenster.

Dadurch besteht nun Gefahr von Schimmelbildung (siehe weiter oben: [Hintergrundwissen: Feuchtigkeit und Schimmelbildung](#)). Deshalb sollte ein Fenstertausch immer unter Einbindung eines Energieberaters erfolgen. Nach einer fachgerechten Fassadendämmung sind die Innenseiten der Außenwände wärmer als vorher, wodurch Schimmelbildung vermieden wird.

Falls eine Außenwanddämmung nicht möglich ist, muss die feuchte Raumluft abgeführt werden. Dabei hilft eine Lüftungsanlage, oder bei manueller Lüftung ein Hygrometer mit Temperaturanzeige.

---

<sup>4</sup> Die operative Raumtemperatur wird aus der Lufttemperatur sowie der Strahlungstemperatur der Wand- und Scheibenoberflächen eines Raums berechnet (Mittelwert).

### Ein nettes Experiment: Der Scheibentest mit dem Feuerzeug oder einer Kerze

Mit dem Feuerzeug- oder Kerzentest lässt sich die Qualität einer Verglasung erkennen (Anzahl Scheiben und Beschichtung).

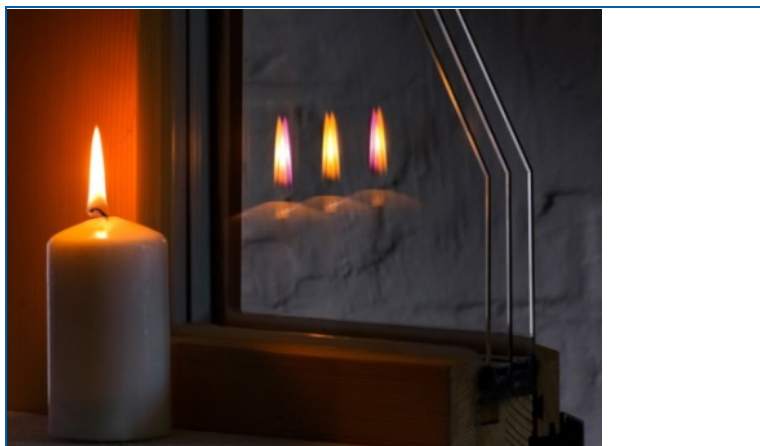


Abb. 17: Kerzentest / Feuerzeugtest

#### So funktioniert es:

Halten Sie die Flamme eines Feuerzeugs oder einer Kerze raumseitig in knappem Abstand vor Ihre Scheibe (ggf. etwas abdunkeln).

#### Mögliche Ergebnisse:

Die Anzahl der paarweisen Spiegelbilder (Flammenpaare) entspricht der Anzahl der Scheiben des Fensters. Die Färbung der reflektierten Flammen zeigt, ob es sich um eine Wärmeschutzverglasung handelt oder ob die Scheiben unbeschichtet sind.

„Paare“ sehen Sie deshalb, weil sowohl die Vorder- als auch die Rückseite jedes Glases reflektieren.

Bei einer **Einfachverglasung** (hauptsächlich verbaut bis 1978) wird **ein** Reflexionspaar mit zwei sich überlappenden Flammen **gleicher Färbung** zu sehen sein.

Bei einer **2-fach-Verglasung ohne Wärmeschutzbeschichtung** (hauptsächlich verbaut zwischen 1978 und 1995) sind **zwei** Reflexionspaare mit insgesamt vier Flammen (jeweils zwei nahe beieinander) zu sehen. Auch hier besitzen alle vier Flammen die **gleiche Färbung**.

Bei einer **2-fach-Verglasung mit Wärmeschutzbeschichtung** (hauptsächlich verbaut seit 1995) erkennt man **zwei** Reflexionspaare mit insgesamt vier Flammen. Eine der vier reflektierten Flammen - von der Raumseite aus gesehen die zweite - ist **violett gefärbt**. Die violette Färbung wird durch die Wärmeschutzbeschichtung hervorgerufen.

Bei einer **3-fach-Wärmedämmverglasung** (seit 2004) sind **drei** Reflexionspaare mit insgesamt sechs Flammen zu erkennen. Zwei der sechs Flammen, von der Raumseite aus gesehen die zweite und die fünfte, sind wegen der Wärmeschutzbeschichtung **violett gefärbt**.

#### **Ergänzende Literatur zum Thema Fenster:**

- [Faltblatt „Fenster - Lösungen für Lärm- und Wärmeschutz“](#)
- [Faltblatt „3-Scheiben-Fenster sparen Energiekosten!“](#)
- [Energie-Atlas Bayern - Fenster](#)

### 5.3.5 Hausaußenwände dämmen, Fenster richtig einbauen

Die Ausstellung umfasst zwei Hauswandmodelle. Das eine Hauswandmodell zeigt den Querschnitt eines **Passivhauses in Holzbauweise** (Abb. 18). Zu erkennen ist hier Art und Stärke der Dämmung, sowie die Verarbeitung der Innen- und Außenwand. Im vorliegenden Modell wird der Naturdämmstoff Zellulose verwendet.

Das andere Hauswandmodell zeigt den Querschnitt eines **Passivhauses mit tragenden Wänden aus Kalksandstein** (Abb. 19). Hier ist außen eine Dämmung (**Wärmedämmverbundsystem – WDVS**) aus Polystyrol aufgebracht.



Abb. 18: Hauswandmodell Holz



Abb. 19: Hauswandmodell Kalksandstein

Die gezeigten Modelle erreichen einen U-Wert des Wandaufbaus von  $0,11 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  (Holz) und  $0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  (Kalksandstein). Die Definition des U-Wertes finden Sie unter der Fußnote 3 bei Hintergrundwissen: die Grundprinzipien des Passivhauses.

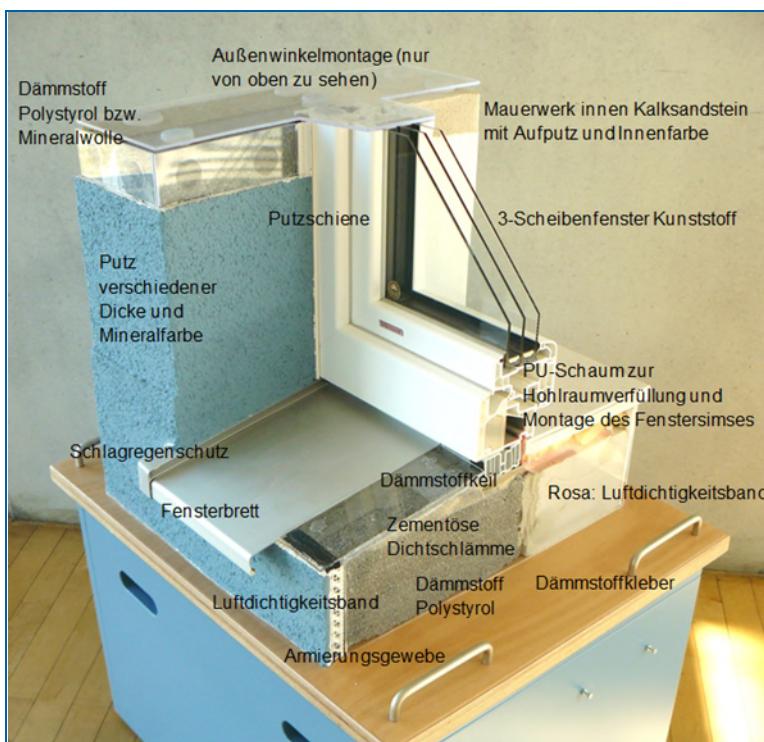


Abb. 20: Aufbau einer Hauswand

## Begriffe aus dem Fensterbau, die am Hauswandmodell gezeigt werden können

- **Außenwinkelmontage:** Der Fensterrahmen wird an außen am tragenden Mauerwerk angebrachten Winkeln befestigt. Dadurch liegt das Fenster so weit außen, dass das Fenster optimal in die Dämmebene eingebunden ist und Wärmebrücken vermieden werden. Zusätzlich wird der Schacht- / oder Schießscharteneffekt mit Abdunkelung des Raumes gemildert.
- **Putzschiene** (auch Schnellputzleiste genannt): Sie dient der Herstellung einer sauberen, lotrechten, schlagunempfindlichen Putzkante und hilft Schiefen zu korrigieren.
- **Schlagregenschutz:** Er schützt die Verbindung zwischen Fensterbrett und Putz gegen seitlich auftreffenden Regen und Wasserüberstand.
- **Luftdichtungsband:** Das Band ist eine Dampfsperre beziehungsweise Dampfbremse und verhindert den Durchtritt von feuchter Luft von außen nach innen. Dadurch wird bei korrekter Ausführung Feuchtigkeit und Schimmelbildung in den Fugen verhindert.
- **Zementöse Dichtschlämme:** Eine wasserundurchlässige Beschichtung gegen nicht drückendes Oberflächen- und Sickerwasser auf Putzflächen.
- **Armierungsgewebe** (auch Putzbewehrung genannt): Eine Armierung sorgt für gleichmäßigen Halt der Putzschicht. Sie verhindert zudem, dass die Putzschicht z. B. durch temperaturbedingte Ausdehnung von Bauteilen, oder eindringende Feuchtigkeit Risse bekommt. So kann der Putz dauerhaft seine Wetterschutzfunktion ausüben.
- **Dämmstoffarten:** Neben Polystyrol-Hartschaum gibt es beispielsweise auch Mineralwolle, Mineralschaum, Holzwerkstoffe oder andere Naturfasern als Dämmmaterial. Sie unterscheiden sich vor allem im Preis, in der aufzubringenden Schichtdicke und bei der Entsorgung. Auch die Beschaffenheit des Untergrundes spielt eine Rolle bei der Auswahl.

## Dämmstärke

Anhand des **Aufstellers „Dämmstärke“** kann anschaulich erklärt werden, wie die Dicke des Dämmstoffes in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  bei vorgegebenem U-Wert (hier  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ) variiert.

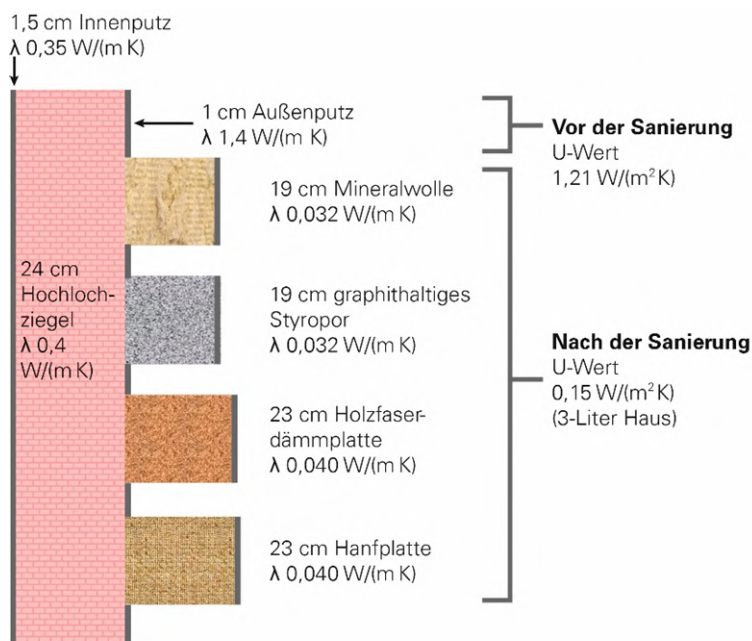


Abb. 21:  
Dämmstärken verschiedener Dämmstoffe

## Putze

Kalte, feuchte Oberflächen neigen zu Besatz durch Algen und Pilze. Außer Gartenzäune und Mauern sind davon auch gedämmte Gebäude betroffen. Hier sorgt die Dämmung für geringe Oberflächentemperaturen an der Außenwand, da die Heizwärme nicht mehr nach außen dringen kann. Dadurch trocknet Feuchtigkeit schlechter ab, die notwendig für den Algenaufwuchs ist. Ein derartiger Aufwuchs beeinträchtigt zwar weder die Qualität noch die Standfestigkeit des Gebäudes, wird aber als Unschön empfunden. Neben einer optimalen Ausrichtung des Gebäudes zur Sonne hin, besteht die Möglichkeit Aufwüchse mit Hilfe bestimmter Außenputze zu reduzieren (bauphysikalische Maßnahmen). Ist die Wand mit Kalkputz oder Silikatputz versehen, wird Feuchtigkeit von der Oberfläche im Putz aufgenommen und erst später wieder freigesetzt, wenn sie abtrocknen kann. Das Kalksandstein-Modell zeigt mineralischen Putz unterschiedlicher Dicke. Denn auch die Stärke des Putzes kann die Trocknung beeinflussen. Sog. genannter Dickputz (6 bis 8 mm) verbessert nicht nur die Dauerhaftigkeit des Putzes, sondern kann auch mehr Feuchtigkeit und Wärme speichern. Gespeicherte Wärme führt zu einer schnelleren Abtrocknung. Ist dagegen Feuchtigkeit im Putz gespeichert, steht sie nicht für Algen- und Pilzbewuchs zur Verfügung. Auf dem alkalischen Milieu von Kalkputzen ist für Schimmel zudem kein geeigneter Lebensraum. Somit wird die Wahrscheinlichkeit für Algen- und Pilzbewuchs vermindert.

## Farben

Auch Farben können zur Vermeidung von Bewuchs beitragen. Wer sein Haus mit einer dunkleren Farbe streicht, erreicht, dass sich die Wand stärker erwärmt als bei heller Farbe. Vorhandene Feuchtigkeit trocknet dann schneller. Aber Achtung: Extrem dunkle Farben wie dunkelgrau und schwarz können bei direkter Sonneneinstrahlung sehr hohe Wandtemperaturen hervorrufen. Dadurch können bei Polystyrol-Dämmung hinter dem Putz Hitzeschäden (Schmelzerscheinungen) auftreten. Auch andere Baustoffe können sich durch bei hohen Temperaturen verformen und beschädigt werden.

Eine weitere Möglichkeit gegen Algen- oder Pilzwachstum ist der Einsatz biozidhaltiger Farbe (biologisch-chemische Methode). Die aus der Landwirtschaft bekannten Biozide (Fungizide, Algizide) verhindern Aufwüchse an der Fassade. Es bleibt jedoch zu bedenken, dass die in der Farbe enthaltenen Giftstoffe im Laufe der Zeit vom Regen ausgewaschen werden. Je nach Hersteller und Art der Beimischung (gekapselt oder ungekapselt, wobei gekapselt die Biozide länger in der Farbe hält) lässt die Schutzwirkung nach wenigen Jahren deutlich nach und ein neuer Anstrich wird erforderlich.

Eine Alternative kann Sumpfkalkfarbe sein, die wegen ihres hohen pH-Wertes (stark alkalisch) einen natürlichen Schutz vor Schimmel aufweist. So kann auf den umweltschädlichen Einsatz von Bioziden verzichtet werden.

## Fenstereinbau

### 1. Montage und Aufbau

Die Hauswandmodelle helfen auch Fragen zum Einbau von Fenstern zu veranschaulichen. Das Kalksandsteinmodell zeigt, wie bei dicker Dämmstärke ein „Schießcharteneffekt“ vermieden werden kann. Die Lösung heißt **Außenwinkelmontage**. Dabei wird das Fenster mit stabilen Metallwinkeln außen an die tragende Wand angesetzt, sodass es in die Dämmebene hineinragt. Die von außen sichtbare Laibung weist damit nicht mehr als die vorher gewohnte Tiefe auf. Konstruktive Wärmebrücken werden reduziert.

Außerdem wird das **Fensterbrett** am besten so eingebaut, dass **Schlagregen** nicht in die Dämmebene und das Mauerwerk eindringen kann. Unterhalb des Fensterbrettes ist dazu eine **wasserdichte Ebene** (Folie, Schlämme) nötig. Der Übergang zwischen Fensterbrett und Laibung ist mit einem verschiebbaren 22 mm starken Anschlussstück ausgestaltet, um die unterschiedliche **Wärmeausdehnung** zwischen Fensterbank und Dämmstoff auszugleichen.

## 2. Wärmebrückenfreiheit

Ein wesentlicher Punkt beim Einbau der Fenster ist die Vermeidung von Wärmebrücken. Folgendes sollte insbesondere beim Fensterrahmen und Fensterbrett beachtet werden:

- Anbringung des Fensters in der Dämmebene durch Außenwinkelmontage
- Überdämmung des Fensterrahmens: Die Dämmung sollte den Fensterrahmen außen um 3 cm überlappen. Ist dies nicht der Fall, können zwischen Dämmung und Fensterrahmen Wärmebrücken entstehen, die zu einem erhöhten Wärmeverlust an der Innenlaibung des Fensters führen. Folge ist eine kalte Innenlaibung mit der Gefahr der Bildung von Kondenswasser und Schimmel. Dieser Aspekt ist insbesondere bei einer schrittweisen Sanierung, bei der zuerst die Fenster ausgetauscht werden und dann zu einem späteren Zeitpunkt die Dämmung angebracht wird, wichtig. Die Fenster sollten dann mit einem besonders breiten Rahmen bestellt werden, der später von der Dämmung überlappt werden kann.
- Dämmung unter dem Fensterbrett: Unter dem Fensterbrett sollte es keine Hohlräume geben, die zu Wärmebrücken und somit kalten Stellen an der Innenseite der Außenwand führen würden. Auch hier besteht die Gefahr, dass sich Kondenswasser und Schimmel bilden.

## 3. Luftdichtigkeit

Das Fenster muss luftdicht mit dem Mauerwerk verbunden werden. Dazu werden rundherum **Luftdichtigkeitsbänder** zwischen Mauerwerk und Fenster eingeklebt. Der luftdichte Einbau ist wichtig, damit kein unkontrollierter Luftaustausch zwischen Innenraum und Außenluft auftritt. Andernfalls kommt es zu erhöhten Wärmeverlusten sowie möglicherweise zu Wasserkondensation an nicht zugänglichen Stellen mit der Gefahr von Bauschäden.

## Innendämmung bei der energetischen Sanierung

Eine Innendämmung ist bauphysikalisch grundsätzlich schwieriger:

- Eine Innendämmung schirmt die Innenseite des Mauerwerks von der Wärmezufuhr ab. Bei unsachgemäßer Anbringung kann Feuchtigkeit aus der Raumluft hinter der Dämmung an der kühleren Mauerseite kondensieren. Es besteht Schimmelgefahr. Hinzu kommt, dass eventuell auftretender Schimmel zunächst nicht sichtbar ist.
- Eine Innendämmung schirmt auch die Außenseite des Mauerwerks von der Wärmezufuhr ab. Im Mauerwerk kann dann unter Umständen der Gefrierpunkt unterschritten werden. Dies ist insbesondere bei Wasserleitungen im äußeren Mauerwerk problematisch, oder wenn Schlagregen in das Mauerwerk eindringen kann.
- Das Mauerwerk dient nicht mehr als Wärmespeicher, so dass Temperaturschwankungen im Gebäude zunehmen können.
- Falls eine Außendämmung nicht möglich ist und eine Innendämmung angestrebt wird, sollte unbedingt der Rat eines Experten eingeholt werden.

Zum Thema **Innendämmung** kann an den Modellen keine direkte Aussage gemacht werden. Zusätzliche Informationen zu diesem Thema finden Sie beispielsweise [hier](#).

### ***Gut zu wissen***

#### Hauswandmodelle

- Der Passivhausstandard kann mit verschiedenen Bauweisen erreicht werden.
- Beim Einbau der Fenster ist insbesondere auf Wärmebrückenfreiheit, Luftdichtheit und Schutz vor Schlagregen zu achten.

### ***Ergänzende Literatur zum Thema Dämmen:***

- [Broschüre „Bauen und Sanieren für die Zukunft“](#)
- [Energie-Atlas Bayern - Dämmung](#)
- [Übersicht Dämmstoffe](#)

## 5.4 Mitmachstationen

Die vier Mitmachstationen thematisieren verschiedene Aspekte der Energiewende:

1. Mitmachstation Energiewende
2. Mitmachstation Energiebedarf senken
3. Mitmachstation Energieeffizienz
4. Mitmachstation Erneuerbare Energien

Über die Mitmachstationen können Ausstellungsbetreuer und Besucherinnen an den Stationen leichter ins Gespräch kommen.

**Anmerkungen zu den Zahlen:** Wir rechnen in unseren Beispielen mit 3-Personen-Haushalten. Im Durchschnitt hat ein Haushalt in Deutschland aber nur etwa zwei Personen, da es zunehmend mehr 1-Personen-Haushalte gibt! Auf diesen Punkt sollte man bei Vergleichen mit anderen Daten achten. Viele Journalisten verwenden auch gerne Zahlen für einen „durchschnittlichen“ 4-Personen-Haushalt.

Es wurde der Einfachheit halber mit einem Strompreis von 0,30 € gerechnet. Der Durchschnittspreis liegt derzeit (Mai 2021) bei knapp 0,32 €. <sup>5</sup>

Je höher der Strompreis, desto höher ist das Sparpotenzial. Oft können steigende Preise durch Sparmaßnahmen voll kompensiert werden.

---

<sup>5</sup> Aktuelle Preise, siehe zum Beispiel <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>



### 5.4.1 Mitmachstation Energiewende (MS EW)



Abb. 22: Mitmachstation *Energiewende*

An den vier oberen Panels ist folgendes dargestellt:

- **Energie im Wandel**  
Strom und Stromnetze, Wärme, Mobilität und Energiespeicher haben sich im Laufe der Zeit gewandelt: Die 1. Seite der Mitmachstation zeigt, wie die Energienutzung um 1900 aussah.
- **Energieverbrauch – heute und morgen**  
In vier Türchen auf der 2. Seite wird zu den Sektoren Verkehr, Industrie, GHD (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) sowie Privathaushalte gezeigt:
  - wer heute wieviel Energie benötigt
  - welche Art der Energie (Strom, Gas, Mineralöl etc.) in den Sektoren eingesetzt wird
  - was sich derzeit im Umgang mit Energie tut
- **Energieversorgung – Zukunft**  
Die 3. Seite diskutiert, was es voraussichtlich in Zukunft für Lösungen beim Erzeugen, Verteilen, Nutzen, Speichern von Energie geben wird.
- **So kann es gelingen: Der Energie-3-Sprung**  
Auf der 4. Seite wird der Energie-3-Sprung angesprochen:
  1. Energiebedarf senken
  2. Energieeffizienz erhöhen
  3. Erneuerbare Energien ausbauen

und der [Film – Energiewende – geht doch](#) gezeigt

***Ergänzende Literatur zum Thema Energiewende:***

- [Energie-Atlas Bayern - Energie](#)
- [Energie-Atlas Bayern – Energie-3-Sprung](#)
- [Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie - Energiepolitik](#)
- [Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie - Rohstoffe](#)

## 5.4.2 Mitmachstation Energiebedarf senken (MS Ebs)

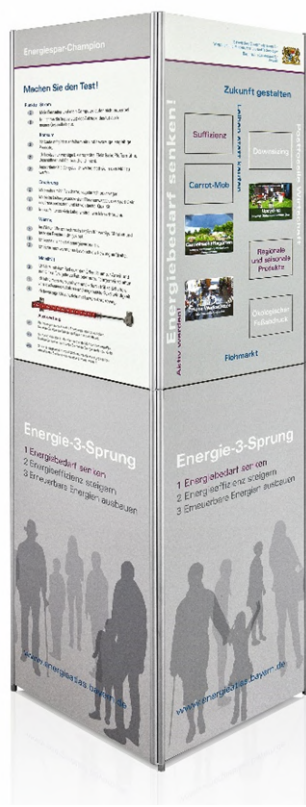


Abb. 23: Mitmachstation Energiebedarf senken

An den vier oberen Panels ist folgendes dargestellt:

- Zukunft gestalten: Was gibt es für neue gesellschaftliche Entwicklungen und Herangehensweisen?  
Stichwörter sind:
  - Suffizienz, Leihen statt kaufen, Postfossile Wirtschaft, Downsizing, Carrot-Mob, Upcycling, Flohmarkt, Gemeinschaftsgärten, Offene Werkstätten, Ökologischer Fußabdruck, Energiebedarf senken - Aktiv werden
- So verteilt sich unser Energiebedarf
  - Konsum, Ernährung, Wohnen, Mobilität, Öffentliche Infrastruktur
- Ab in die Zukunft
  - Aussagen von Bürgerinnen zu Problemen und Lösungen zum Thema Energiesparen.
- Energiespar-Champion: Machen Sie den Test
  - Anhand von 14 Aussagen können Besucherinnen sehen, wie energiesparend sie schon leben. Die Aussagen sind zugleich Tipps für den sparsamen Umgang mit Energie.

### **Ergänzende Literatur zum Thema Energiewende:**

- [Energie-Atlas Bayern - Energie](#)
- [Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie - Rohstoffe](#)
- [Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz - Konsum](#)

### 5.4.3 Mitmachstation Energieeffizienz erhöhen (MS Eff)



Abb. 24: Mitmachstation *Energieeffizienz*

Die Mitmachstation *Energieeffizienz* informiert Besucherinnen über den Stromverbrauch im Haushalt, über Strom-Einsparpotenziale und Effizienzmaßnahmen.

An den vier oberen Panels ist folgendes dargestellt:

- Überblick über die **Zusammensetzung des Strombedarfs** eines durchschnittlichen 3-Personen-Haushaltes und das erreichbare Stromsparpotenzial.
- Vergleich von Kriterien, die beim Kauf von **Leuchtmitteln** zu beachten sind (Stromkosten, Gesamtkosten, Lebensdauer, Schaltfestigkeit etc.).
- Vergleich verschiedener **Verglasungstypen** hinsichtlich Kosten, Energieverlust etc.
- Vergleich verschiedener **Heizungsumwälzpumpen** hinsichtlich Stromkosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen.

#### **Zusatzinformationen: Effiziente Heizungsumwälzpumpen und hydraulischer Abgleich**

Immer noch ist ein großer Teil der in Deutschland verbauten Heizungsumwälzpumpen überdimensioniert und ineffizient. Eine Anpassung der Pumpenleistung birgt daher ein großes und sogleich kostengünstiges Sparpotenzial. Wirkungsvolle Maßnahmen sind, neben der richtigen Einstellung alter Pumpen und dem hydraulischen Abgleich (siehe unten), vor allem der Austausch gegen hocheffiziente Pumpen.

Hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen mit unter 25 W erreichen die gleiche Wirkung wie alte Pumpen, die jedoch bis zu 100 W benötigen. Berücksichtigt man dazu die lange Betriebsdauer von alten Pumpen, so kann sich eine neue Pumpe innerhalb von zwei bis vier Jahren bezahlt machen. Hocheffiziente Pumpen gibt es nicht nur für Ein- und Zweifamilienhäuser, sondern auch für Mehrfamilienhäuser. Die neuen Pumpen sind mit einer Automatik ausgestattet, um die optimale Leistung zu liefern.

In Heizkessel integrierte Pumpen können leider oft nicht gegen hocheffiziente Pumpen ausgetauscht werden. Hier besteht die Gefahr, dass der Kessel überhitzt.

Auch für Fußbodenheizungen gibt es hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen. Dabei muss unbedingt auf die richtige Einstellung der neuen Pumpe geachtet werden.

### Wodurch sind neue Pumpen effizienter?

Bei Hocheffizienzpumpen wird ein verbesserter, stromsparender Motor als Antrieb verwendet.

- **Permanentmagnet**

Hocheffiziente Pumpen enthalten einen elektronisch geregelten Synchronmotor mit Permanentmagnet-Rotor. Dadurch muss das Magnetfeld nicht elektrisch erzeugt werden.

- **Drehzahlregelung**

Im Gegensatz zu alten Pumpen sind die neuen Pumpen drehzahl geregelt. Das bedeutet, dass sie ihre Leistung in Abhängigkeit des Drucks in der Wasserleitung regeln. Dafür besitzen hocheffiziente Pumpen einen **Drucksensor**: Je weniger Heizkörperventile geöffnet sind, umso höher ist der Druck in der Wasserleitung und umso geringer ist die Leistungsaufnahme der Pumpe. Hocheffiziente Geräte für Einfamilienhäuser regeln ihre Leistungsaufnahme im Bereich zwischen circa 3 und 25 W.



Abb. 25: Hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen

### Hydraulischer Abgleich

Neben einem Pumpentausch kann auch ein hydraulischer Abgleich zu einer Erhöhung des Wirkungsgrades der Heizung führen. Ein solcher Abgleich ist immer notwendig, wenn eine Heizungsanlage neu in Betrieb genommen wird, oder wesentliche Änderungen vorgenommen wurden.

Ein Indiz für einen fehlenden Abgleich ist, wenn Heizkörper, die weiter vom Heizkessel entfernt sind, weniger warm werden als Heizkörper in der Nähe des Heizkessels. Um auch die weiter entfernten Heizkörper zu erwärmen, ist ohne hydraulischen Abgleich eine höhere Vorlauftemperatur notwendig, die wiederum zu einem höheren Energiebedarf führt. Ein fachlich richtig durchgeführter hydraulischer Abgleich beseitigt das Problem. Alle Heizkörper werden wieder gleich warm und eine niedrigere Vorlauftemperatur kann eingestellt werden.

### **Gut zu wissen**

#### Heizungsumwälzpumpen

- Hocheffiziente Heizungsumwälzpumpen sparen bis zu 80 % Strom gegenüber alten Pumpen.
- Beim Kauf einer Pumpe sollte auf den Energie-Effizienz-Index (EEI) geachtet werden. Seit August 2015 dürfen nur noch Pumpen mit einem  $EEI \leq 0,23$  produziert werden.

### **Ergänzende Literatur zum Thema Energieeffizienz im Haushalt:**

- [Energie-Atlas Bayern - Bürger](#)
- [Faltblatt „Strom sparen zu Hause“](#)
- [Faltblatt „Energie sparen rund um den Computer“](#)
- [Faltblatt „Warmwasser sparen mit Energiespar-Armaturen“](#)
- [Faltblatt „Hocheffiziente Heizungspumpen sparen Stromkosten“](#)
- [Energie-Atlas Bayern – Heizkörper, Flächenheizungen und Thermostatventile](#)
- [Energie-Atlas Bayern – Heizungsregelung](#)
- [Energie-Atlas Bayern – Heizung](#)

#### 5.4.4 Mitmachstation Erneuerbare Energien (MS EE)



Abb. 26: Mitmachstation Erneuerbare Energien

An den vier oberen Panels ist folgendes dargestellt:

- **Erneuerbare Energien - Welche gibt es und was leisten sie?**
  - Wasserkraft
  - Photovoltaik
  - Solarthermie
  - Biomasse
  - Wind
  - Abwärme
  - Geothermie und Umweltwärme
- **Warum benötigen wir erneuerbare Energien?**
  - Klimawandel bekämpfen
  - Kernkraftnutzung beenden
  - Möglichkeiten entdecken
- **Erneuerbare Energien unterstützen**
  - Was kann jeder einzelne tun?
- **Wie verbinden wir erneuerbare Energien und Umweltschutz?**
  - Erhalt der Biodiversität
  - Klimawandel bekämpfen
  - Auswirkungen von Erneuerbaren durch Genehmigungsverfahren mit Auflagen minimieren.
  - Vorteile der erneuerbaren Energien für Klima und Umwelt

### Informationen zu den Umweltaspekten der erneuerbaren Energien

- [Wasser](#)
- [Sonne](#)
- [Biomasse](#)
- [Wind](#)
- [Abwärme](#)
- [Tiefe Geothermie](#)
- [Oberflächennahe Geothermie](#)

### Informationen zum Thema Akzeptanz

Die Energiewende erfährt nach wie vor eine große Zustimmung. Die Ungewissheit über die Zukunft verunsichert aber auch. Deshalb ist es wichtig, darauf hinzuweisen, dass die Energiewende gut begründet ist:

- Reduzierung des vom Menschen verursachten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes sowie Feinstaub
- Beitrag zu Artenschutz, Klimawandel, Gesundheit, Ressourcenschutz, Nachhaltigkeit, Umweltschutz
- Abkehr von einer unsicheren Technologie mit ungeklärten Lagerungsfragen (Kernenergie)
- Verringerung von Abhängigkeiten beim Import von konventionellen Energieträgern (Erdgas, Öl, Steinkohle, Uran)

Informationen und Hilfestellungen für die Steigerung der Akzeptanz der Energiewende sowie Tipps für die Krisenkommunikation finden Sie im Energie-Atlas Bayern unter [Akzeptanz](#).

### *Ergänzende Literatur zum Thema erneuerbare Energien:*

- [Broschüre „Windenergie in Bayern!“](#)
- [UmweltWissen „Windkraftanlagen – beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?“](#)
- [Sonnenenergie](#)
- [Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland](#)
- [Praxis-Leitfaden für die ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen](#)
- [Broschüre „Erdwärme – die Energiequelle aus der Tiefe“](#)
- [UmweltWissen „Oberflächennahe Geothermie“](#)
- [Leitfaden "Erdwärmesonden"](#)
- [Abwärmenutzung im Betrieb - Klima schützen - Kosten senken](#)
- [Basisdaten Bioenergie](#)
- [Leitfaden „Tieffrequente Geräusche bei Biogasanlagen und Luftwärmepumpen“](#)



### Impressum:

#### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0

Telefax: 0821 9071-5556

E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)

Internet: <https://www.lfu.bayern.de>

#### Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt  
86177 Augsburg

#### Mitherausgeber:

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft,  
Landesentwicklung und Energie (StMWi)  
Prinzregentenstraße 28  
80538 München

Telefon: 089 2162-0

Telefax: 089 2162-2760

E-Mail: [poststelle@stmwi.bayern.de](mailto:poststelle@stmwi.bayern.de)

Internet: <https://www.stmwi.bayern.de/>

#### Bearbeitung:

Ökoenergie-Institut Bayern / Anita Kemp da Silva, Stefan Kreidenweis,  
Thiemo Müller, Dr. Stephan Leitschuh

#### Bildnachweis:

LfU: Abb. 1-4, 6, 8-11, 20, 21;

cm photodesign: Abb. 17, 25;

Stefan Fink: Titelmotiv, Abb. 5, 7, 15, 16, 18, 19, 22-24, 26;

Passivhaus Institut Darmstadt, <https://www.passiv.de/>, <https://www.pas-sipedia.de/>, <https://www.ig-passivhaus.de/>: Abb. 12 (verändert);

<https://www.dolder-ing.ch/>: Abb. 13 (verändert);

Ingo Bartussek – Fotolia.de: Abb. 14

Stand April 2021

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.