

UNTERRICHTSMODUL INTELLIGENTE GEBÄUDETECHNIK

# INTELLIGENTE GEBÄUDETECHNIK

ARBEITSBLATT UND LEHRERINFORMATION

## Fachinhalte:

- ▶ **Energieeinsparverordnung, -effizienz, -verbrauchskennwert und -ausweis**
- ▶ **Intelligente Gebäudetechnik und Smart-Home-Technologien wie z.B. Sensoren**
- ▶ **Treibhausgas-Emissionen**
- ▶ **Erneuerbare Energien**
- ▶ **Dämmung und Dämmstoffe, Passivhaus**
- ▶ **Licht- und Lüftungskonzept**

## INTELLIGENTE GEBÄUDETECHNIK

Ein sehr großer Teil der Gesamtenergie und der Treibhausgase in Deutschland stammt aus dem Gebäudesektor mit privaten Wohnhäusern und Zweckbauten. Vielfach sind bestehende Gebäude noch nicht ausreichend gegen Wärmeverlust gedämmt und die Energie für Warmwasser, Heizung und auch Strom kommt aus herkömmlichen Energieträgern wie Erdöl, Erdgas und Braunkohle. Zur Einhaltung der Klimaziele und zur Verringerung der Treibhausgas-Emissionen ist es daher notwendig, deutliche Verbesserungen in diesem Sektor zu erreichen. Dazu leisten energieeffizientes Bauen und intelligente Gebäudetechnik für Neubauten und Altbausanierung einen wichtigen Beitrag.

► Basisaufgabe ► Bonusaufgabe

### AUFGABEN

#### 1. PRINZIPIEN UND KENNWERTE FÜR ENERGIEEFFIZIENTES BAUEN

- Lies den Sachtext in Abbildung 1 aufmerksam durch und mach dich mit dem dargestellten Energieausweis und dem U-Wert vertraut.
- Trage die im Text fett gedruckten Begriffe in die zugehörigen Pfeile und Kästen in Abbildung 2 ein. Beachte: Die architektonischen Maßnahmen treffen eher für Neubauten zu. Die Bautechnik kommt auch bei Altbauten zum Einsatz.

#### MATERIAL

#### ENERGIEEFFIZIENTES BAUEN/ENERGIEAUSWEIS/U-WERT

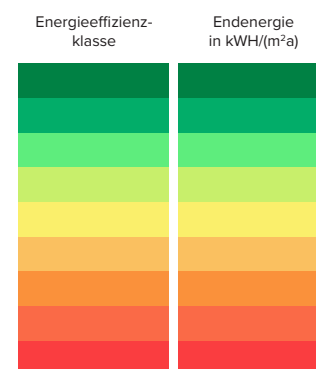
Das weltweit abgestimmte Ziel sieht vor, die Erderwärmung möglichst auf 1,5 °C zu begrenzen. Um das zu erreichen, müssen auch in Deutschland die Treibhausgase aus der Verbrennung von Erdöl, Braunkohle und Erdgas stark verringert werden. Da der Gebäudesektor, also Wohn- und Zweckbauten, dabei eine große Rolle spielt, sollen in diesem Bereich Energien eingespart und erneuerbare Energien eingesetzt werden. Die Bundesregierung hat ein Gesetz erlassen, das diese Ziele umsetzt: die **Energieeinsparverordnung (EnEV)**. Sie gilt für Neubauten und für die Sanierung von Altbauten.

Das Gesetz gibt genau vor, wie hoch der Gesamtenergieverbrauch eines Hauses sein darf. Außerdem soll die nötige Energie besser genutzt, d. h. die Energieeffizienz soll gesteigert und **erneuerbare Energien** für Heizung und Warmwasserbereitung eingesetzt werden. Für die Energieeffizienz wird die **energetische Abdichtung** der Bauwerke nach außen mit einer möglichst **dichten Hülle** angestrebt, beispielsweise durch Dämmung.

Ein weiterer Baustein der Energieeinsparverordnung EnEV ist, die Gesamtenergie für den Betrieb eines Gebäudes in einem **Energieausweis** darzustellen. Dieser Wert umfasst sowohl die verbrauchte elektrische Energie und Heizenergie als auch die möglicherweise zur Warmwassererzeugung nötige Energie innerhalb eines Jahres, bezogen auf die Wohnfläche des Hauses. Der so berechnete Wert heißt **Energieverbrauchskennwert** und hat die Einheit Kilowattstunden pro Jahr und Quadratmeter Wohnfläche ( $\text{kWh}/(\text{a} \cdot \text{qm})$ ). Dieser errechnete Wert gehört innerhalb bestimmter Grenzen zu einer bestimmten **Energieeffizienzklasse** im **Energieausweis**. Ähnlich einem Ampelschema sind sehr gute **Energieeffizienzklassen** in Abstufungen grün hinterlegt, schlechtere gelb über orange bis rot. Außerdem sind sie mit den Großbuchstaben A bis H gekennzeichnet.

Neben den Vorgaben aus der EnEV verbessern auch **Architektur** und **bautechnische Konzepte** die Energieeffizienz von Gebäuden, wie eine **kompakte Bauweise**, ein günstiges **Lichtkonzept** und die **Öffnung für Sonnenlicht**. Energie wird eingespart durch bedarfsgerechten Verbrauch mit **intelligenter Gebäudetechnik** und durch **energetische Abdichtung** der Gebäude durch **Dämmung** und **Lüftungskonzepte**. Die Fähigkeit eines Dämmmaterials, Wärme innerhalb des Hauses zurückzuhalten, wird durch den **U-Wert** (Abkürzung von englisch „unit of heat transfer“) angegeben. Er beschreibt, wie viel Wärme durch eine Dämmfläche bei einem Temperaturunterschied von 1 °Kelvin (Abk.: K) von innen nach außen abfließt. Die Einheit des U-Werts ist  $\text{W}/\text{Km}^2$  und sollte zwischen 0,15 und maximal 0,35 liegen.

#### Energieausweis für Gebäude



Quelle: <https://www.talu.de/energieverbrauchskennwert/>

#### U-Wert einer Außenwand

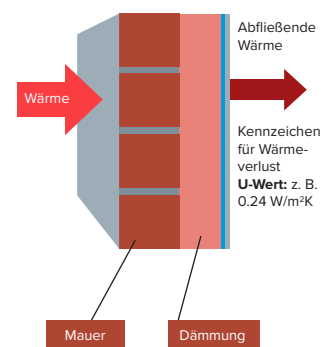


Abbildung 1

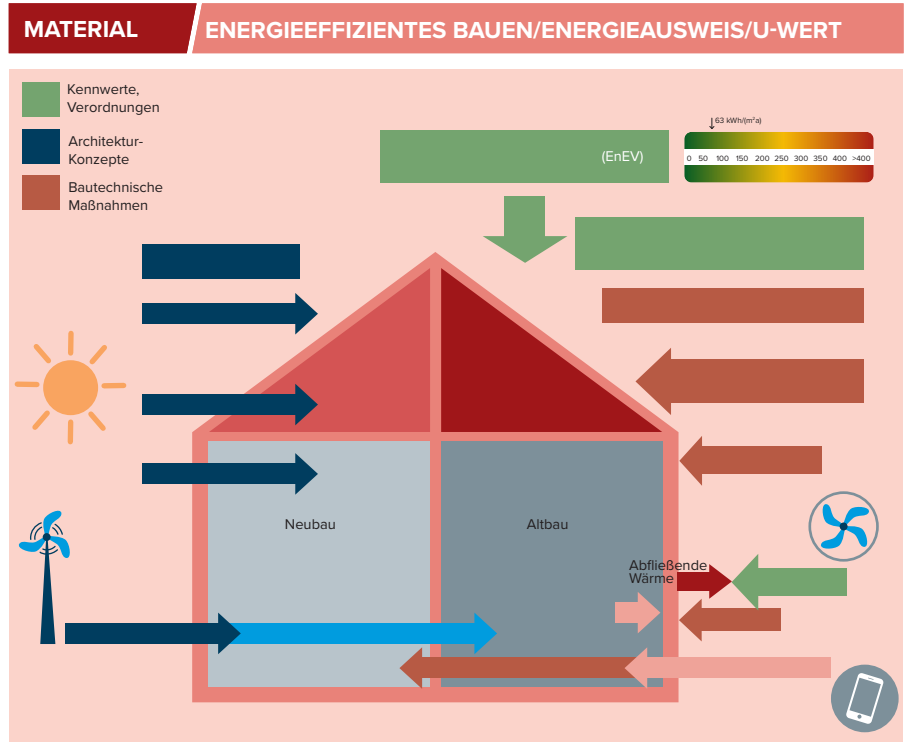


Abbildung 2

**2. ENERGIEEFFIZIENTE ARCHITEKTUR, BAUTECHNISCHE KONZEPTE UND BAUSTOFFE**

- ▶ Lest euch im Zweier-Team die Kästen mit den architektonischen Konzepten, den Maßnahmen der Bautechnik und den Baustoffen in Abbildung 3 durch.
- ▶ In Abbildung 4 seht ihr einen Neubau und einen Altbau mit symbolischer Darstellung von einzelnen Baumaßnahmen. Diese sind mit Fähnchen in den Farben aus Abbildung 3 gekennzeichnet. Tragt die zu den architektonischen Konzepten und Bautechniken zugehörige Nummerierung in die Fähnchen ein. Beachtet, dass einige Maßnahmen sowohl im Alt- als auch im Neubau eingesetzt werden.

MATERIAL	ARCHITEKTUR/BAUTECHNIK/BAUSTOFFE
<b>A. ARCHITEKTUR</b>	<b>B. BAUTECHNIK</b>
A.1 Kompaktbauweise mit kleinem Oberfläche-zu-Volumen Verhältnis	B.1 Dichte Hülle mit Folienabdichtung und ohne Wärmebrücken nach außen
A.2 Energieeffizienter Neubau mit Heizwärme fast nur aus Sonneneinstrahlung und erneuerbarer Energie	B.2 Automatische Lüftung mit Ausnutzung der Abluftwärme
	B.3 Dämmende Baustoffe und Wärmedämmverbundsysteme mit Dämmplatten
	B.4 Lichtkonzept durch Fassadenöffnung
	B.5 Intelligente Gebäudetechnik mit bedarfsgerechter Steuerung von Licht, Wärme, Klima
	B.6 Erneuerbare Energie für Heizung und Warmwasser
	<b>C. BAUSTOFFE</b>
	C.1 Dämmziegel und Porenbeton
	C.2 Reine Dämmstoffe wie Styropor oder Styrodur

Abbildung 3

MATERIAL

ARCHITEKTUR/BAUTECHNIK/BAUSTOFFE

Neubau

Altbau

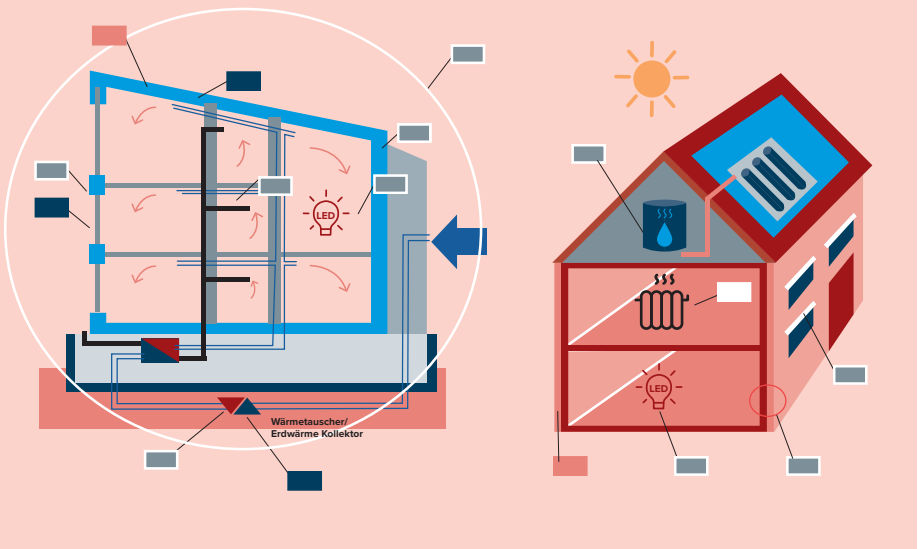


Abbildung 4

MATERIAL

ENERGIEVERBRAUCHSKENNWERT

► Beispielrechnung für den Energieverbrauchskennwert und die Dämmstoffdicke für ein Passivhaus.

- Berechne jeweils den Energieverbrauchskennwert für einen Altbau und einen Neubau nach der unten angegebenen Formel und trage dein Ergebnis in die freien Felder in der Tabelle ein. Ordne danach den Kennwerten die zugehörigen Energieeffizienzklassen (siehe Aufgabe 1) zu. Rechne mit den Angaben aus der Tabelle.

**Formel Energieverbrauchskennwert:**

Energieverbrauch an Strom + Warmwasser + Heizung jeweils in kWh in einem Jahr / (Gebäudenutzfläche x f)

f = 1,2 (berücksichtigt Verkehrsflächen zur Gebäudenutzfläche)

DURCHSCHNITTLICHER ENERGIEVERBRAUCH PRO JAHR IN KWH	ALTBAU (1960) EINFAMILIENHAUS 4-PERSONEN-HAUSHALT	ENERGIEEFFIZIENTER NEUBAU (2015) EINFAMILIENHAUS 4-PERSONEN-HAUSHALT
Elektrischer Strom	5500	4000
Erdgas für Heizung und ggf. Warmwasser	25000	2250
Gebäudenutzfläche	140 qm	140 qm
Energieverbrauchskennwert		
Energieeffizienzklasse		

Abbildung 5



- Berechne aus der Formel für den U-Wert (siehe unten) und der Wärmeleitfähigkeit für Massivholz die erforderliche Wanddicke für einen energieeffizienten Neubau mit der U-Wert Vorgabe von  $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Was ist deine Einschätzung zum Ergebnis?

### Wärmeleitfähigkeit Massivholz (Fichte und Kiefer):

U-Wert von  $0,13 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

### Formel U-Wert:

Wärmeleitfähigkeit des Materials/  
Materialdicke in Metern

### 3. INTELLIGENTE GEBÄUDE- TECHNIK: FUNKTIONSWEISE, VORTEILE UND NACHTEILE

In Abbildung 6 sind Sensoren und Aktoren vorgestellt, wie sie bei vernetzter, intelligenter Gebäudetechnik eingesetzt werden, auch als Smart Home bezeichnet. Formt fünf Experten-Teams und sprecht euch ab, welches Team sich mit welchen Aktoren genau auseinandersetzt. Pro Experten-Team sollen zwei Aktoren behandelt werden.

- Verbindet mit Pfeilen eure beiden Aktoren mit den zugehörigen Sensoren und verwendet **unterschiedliche Farben für jeden Aktor**.

Abbildung 7 zeigt die technische Vernetzung der beschriebenen Sensoren mit den Aktoren und die Verbindung mit der zentralen Steuerung mit Anbindung ans Internet über einen Verbindungsrechner, ein Gateway, schematisch dargestellt. Die Sensoren sind untereinander und mit der Zentrale durch einen Datenbus vernetzt.

MATERIAL	SENSOREN UND AKTOREN	
Sensoren		Aktoren
Lichtstärkesensor	1	1 Rolladen/Jalousien
Wettermelder: Nässe, Temperatur, Wind	2	2 Automatische Lüftung
Raumtemperatur	3	3 LED Beleuchtungssysteme
Raumklima: Feuchte und Sauerstoff	4	4 Heizung
Bewegungsmelder	5	5 Elektrische Zugangssperre/ Türöffner
Überwachungskamera	6	6 Medien, Soundsysteme
Smart Meter: Zähler für Strom und Stromtarif	7	7 Elektrische Geräte, Waschmaschine, Tiefkühlgerät
Rauchmelder	8	8 Ladebox für E-Auto
Füllstandsensor für Hausstromspeicher	9	9 Elektrischer Fensterantrieb
Sensoren Tür und Fensteröffnung	10	10 Alarmsysteme
Mikrofon für Sprachsteuerung	11	
Tageszeit, Astrodaten	12	

Abbildung 6

- ▶ Beschreibt in Stichworten im Experten-Team die Steuerung eures Aktors per Tablet.

Die Sensoren und Aktoren aus Abbildung 6 gehören zu den wichtigsten Steuerungssystemen eines „Smart Homes“. In Abbildung 8 werden mit den Eckpunkten des Dreiecks die Hauptvorteile eines „Smart Homes“ dargestellt.

- ▶ Ordnet im Experten-Team zunächst eure Aktoren dem oder den passenden Steuerungssystemen zu. Tragt dann eure Steuerungssysteme mit Pfeil und Großbuchstabe entsprechend den besonderen Vorteilen eures Steuerungssystems auf den Achsen ein. Begründet die räumliche Zuordnung mit den besonderen Vorteilen eurer Steuerungssysteme.
- ▶ Schreibt in Stichworten auf, ob und welche Nachteile die Steuerungssysteme haben.

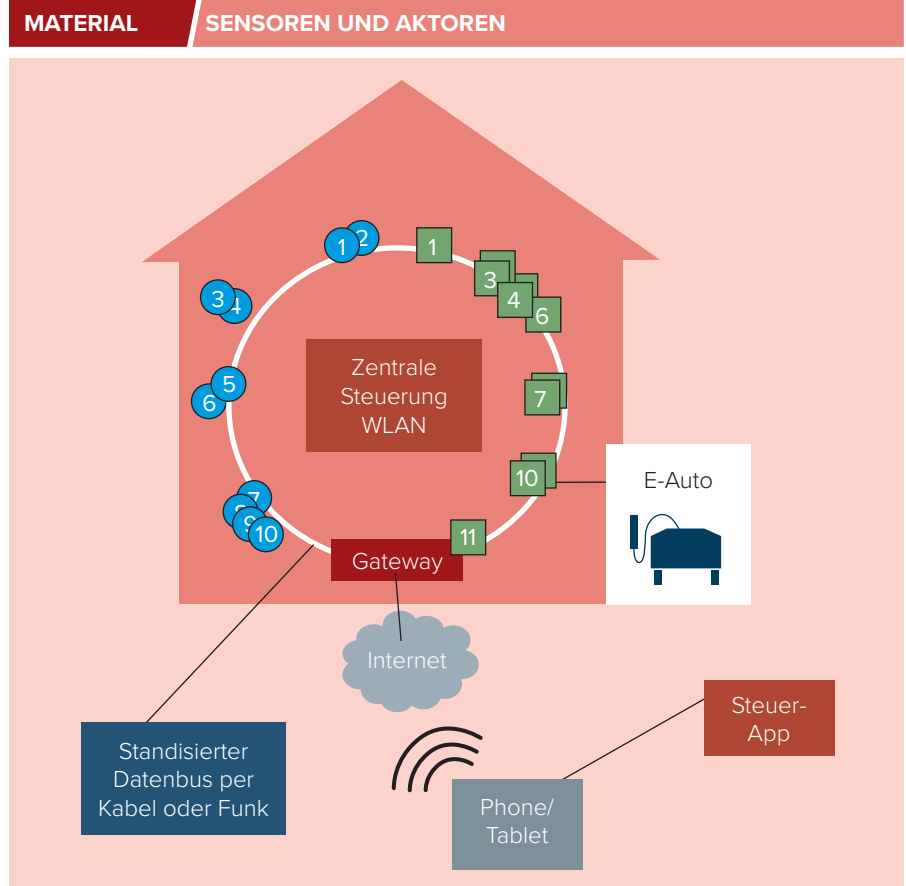


Abbildung 7

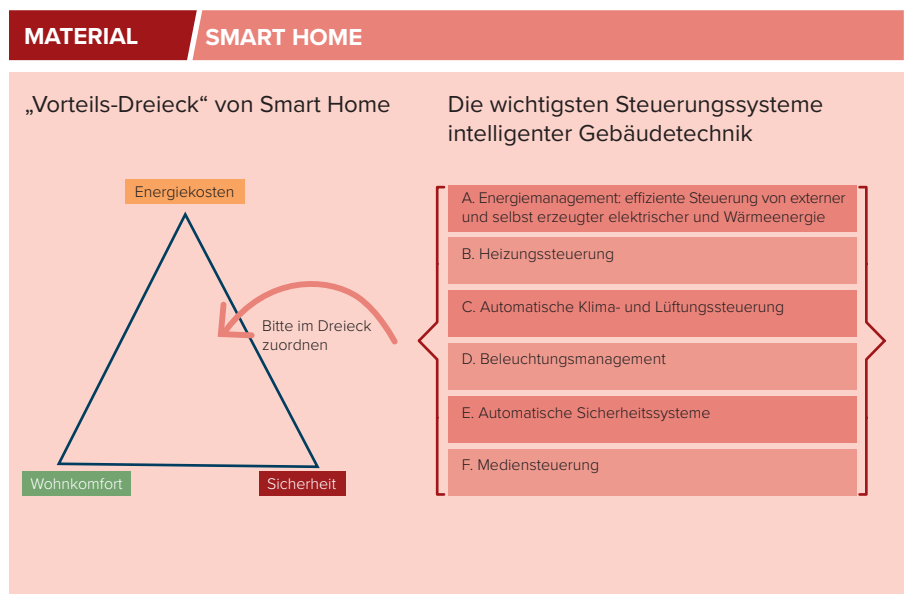


Abbildung 8