

Energieausweis-Praxiskoffer Praxistipps für Versuche

2. Auflage, Frühjahr 2016

Editorial	1
Modul ENERGIEAUSWEIS	
Energiekennzahl	2
U-Wert	3
Energieausweis	6
Heizung und Warmwasser	11
Einreichplan	14
Modul BAUEN & SANIEREN	
Muster-Haus	16
Dämmstoffe	18
Wärmeschutzfenster	22
Thermografie	26
Modul WOHNEN	
Wand- und Raumtemperatur	31
Schimmel	35
Stromrechnung	39
Impressum	46
ANHANG	
• Ich tu's Ratgeber	
• A3-Einreichplan ohne Bezeichnungen	
• Original-A2-Einreichplan mit Bezeichnungen	
• Liste mit Lambda-Werten (Wärmeleitahlen von Baustoffen)	

Editorial

Bis zum Jahr 2020 hat sich die EU zum Ziel gesetzt, 20 % ihres Primärenergieverbrauchs einzusparen. Im Dezember 2012 ist die dazugehörige „Energieeffizienz-Richtlinie“ (EED) in Kraft getreten und hat die Mitgliedsstaaten verpflichtet, aktiv zu werden. Österreich muss nun ein innerösterreichisches Einsparungsziel erreichen und hat dazu einen Aktionsplan vorgelegt, in dem etwa die Gebäuderenovierung = „Energieeinsparung durch Wärmeschutz“ als wichtiger Teilbereich ausgewiesen ist.

Im Bauwesen sind zweifellos Wärmedämmung und Heizsysteme die bedeutendsten Schwerpunkte, aber ein Gebäude ist immer als energetisches Ganzes zu betrachten und zu bewerten. Somit sind auch alle betroffen, die ein Gebäude oder eine Wohnung planen, bauen, kaufen oder verkaufen wollen, denn dem Faktor „Energieverbrauch“ kommt durch die Richtlinie große Bedeutung zu. Ein „Energieausweis“ gibt nun Auskunft über die Gebäudequalität, die Angaben sind standardisiert und Gebäude sind somit untereinander vergleichbar. Nicht nur die Energieeinsparung, auch Wohnkomfort und Behaglichkeit sowie die Minimierung von Instandhaltungskosten und Bauschäden sind Ziele eines solchen Energieausweises.

Um mit wesentlichen Begriffen vertraut zu werden und die wichtigsten Einzelthemen rund um den Energieausweis darzustellen, hat das Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark im Rahmen des Projekts „Energie erleben“ einen „**Energieausweis-Praxiskoffer**“ entwickelt, der zum Teil auf das Know-how des bereits seit 2011 erfolgreich im Schulbereich eingesetzten „Energie-Praxiskoffers“ aufbaut.

Das **Projekt „Energie erleben“** wird seit dem Schuljahr 2009-2010 vom Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark im Auftrag der Abteilung 15 des Amtes der Stmk. Landesregierung durchgeführt. Waren es in den ersten Jahren vor allem das Thema „Strom sparen“ und die Umsetzung im Pflichtschulbereich, so wurde das Projekt seit 2014 im Rahmen der Initiative „Ich tu's“ weiterentwickelt und wendet sich nun u.a. mit den Themen „Energieausweis“ und „Wärmedämmung“ auch an höhere Schulen.



Das Land
Steiermark



Projektziele

- Kennenlernen des Energieausweises und verschiedener damit verbundener Kennzahlen
- Kennenlernen verschiedener Messgeräte und Messmethoden
- Spielerisches und experimentelles Aufarbeiten des Themas „Wärmedämmung“ anhand eines Modells sowie kennenlernen verschiedener Dämmstoffe
- Aufzeigen diverser Handlungsmöglichkeiten im eigenen Wirkungsbereich der SchülerInnen
- LehrerInnenaus- und -weiterbildung in den Bereichen „Energieausweis“ sowie „Wärmedämmung“
- Bereitstellen von Praxismaterialien (Verleih des Energieausweis-Praxiskoffers sowie einzelner Messgeräte)

Energiekennzahl

Der wichtigste Wert des Energieausweises ist die Energiekennzahl (EKZ). Die EKZ beschreibt den Heizwärmebedarf (HWB) eines Gebäudes. Das bedeutet, sie beschreibt die Wärmemenge, die dem Gebäude zugeführt werden muss, um eine Temperatur von 20° C aufrechtzuerhalten. Der HWB-Wert ist umso kleiner, je besser das Gebäude gedämmt ist.

Fachinfo:

Wird ein Haus neu gebaut oder ein altes saniert und man möchte eine Förderung dafür in Anspruch nehmen, darf der HWB gewisse Grenzen nicht überschreiten. Diese Anforderungen sind in der Richtlinie 6 des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) beschrieben.

- Ein Passivhaus hat einen HWB von max. 15 kWh/m²a
- Ein Niedrigenergiehaus hat einen HWB zwischen 15-36 kWh/m²a
- Ein Standard-Neubau hat einen HWB zwischen 36-65 kWh/m²a
- Ein Altbestand hat einen HWB zwischen 100-250 kWh/m²a

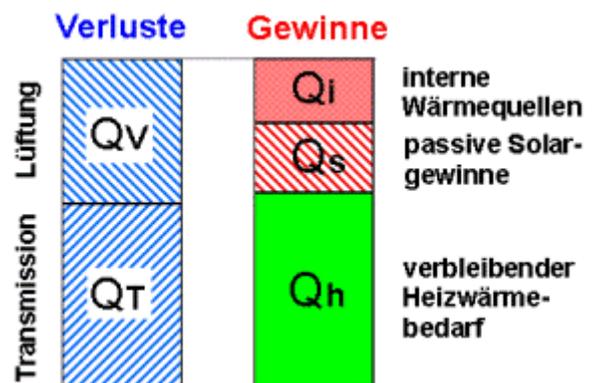
Bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs für ein Gebäude wird eine Bilanz aller Wärmeverluste und aller nutzbaren Wärmegewinne erstellt. Bei dieser Bilanz muss am Ende die Summe der Verluste gleich groß sein wie die Summe der Gewinne.

Es werden folgende Wärmeverluste berücksichtigt:

- **Lüftungswärmeverluste** – Wärme, die durchs Lüften verloren geht
- **Transmissionswärmeverluste** – Wärme, die durch Außenwände, Kellerdecken, übers Dach oder durchs Fenster verloren geht

Folgende Wärmegewinne werden berücksichtigt:

- **Solare Gewinne** – Wärme von der Sonne; hier spielt die Anzahl und Größe der Fenster sowie deren Ausrichtung eine große Rolle
- **Interne Gewinne** – Abwärme von Menschen und Geräten



Die Summe der Verluste wird der Summe der Gewinne gegenübergestellt. Jener Teil der Gewinne, der aufgefüllt werden muss, um die Verluste zu 100 % abzudecken, ist der HWB (grüner Balken).

Unterrichtstipp

• Bewertung verschiedener Energiekennzahlen

Die SchülerInnen sollen im Internet bzw. in Zeitungen Annoncen recherchieren, die unterschiedlichen HWB ausweisen. Die niedrigsten bzw. höchsten Energiekennzahlen sollen mit den Standardwerten für Passiv-, Niedrigenergie-, Standardneubau- bzw. Altbestandshäusern verglichen werden.

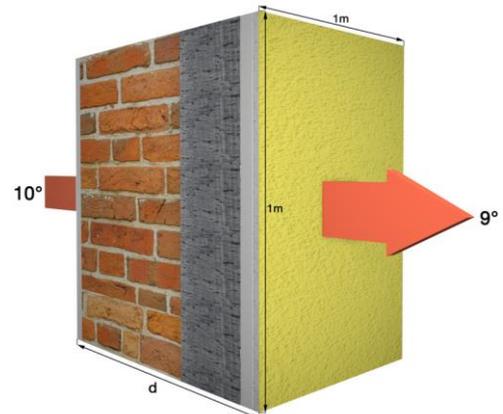
U-Wert

Der Begriff „U-Wert“, in der Fachsprache auch „Wärmedurchgangskoeffizient“ genannt, ist die Kennzahl für den Wärmeschutz eines Bauteils (zB Außenwand oder Kellerdecke). Der U-Wert ist mit dem Energieausweis untrennbar verbunden, daher müssen alle Kenngrößen und Werte, die bei seiner Berechnung eine Rolle spielen, erklärt werden. Es werden die lt. Baugesetz geltenden maximalen Grenzwerte für unterschiedliche Bauteile beschrieben.

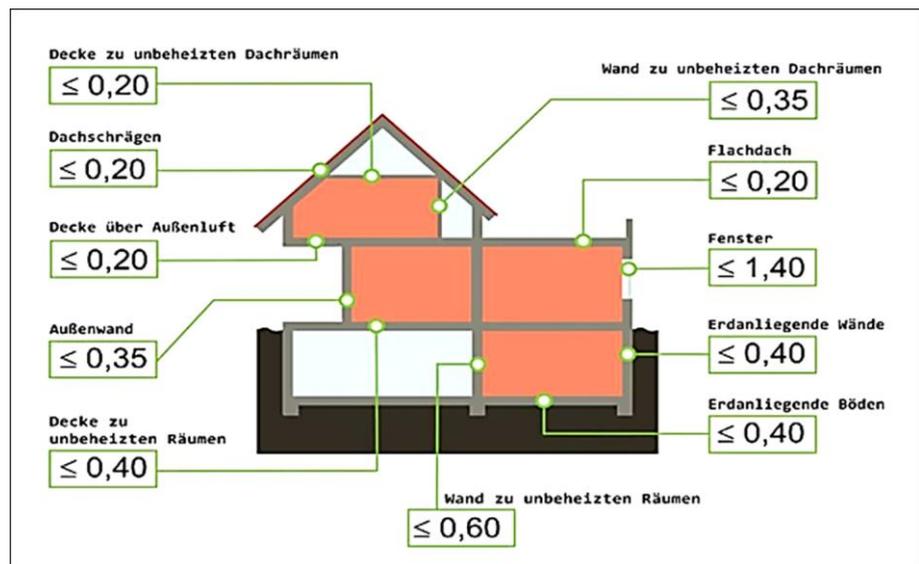
Fachinfo:

Der U-Wert sagt aus, wie viel Wärme verloren geht, wenn es zwischen Innen und Außen einen Temperaturunterschied von 1 Kelvin gibt (W/m^2K). Je kleiner der U-Wert, desto weniger Wärme geht verloren, das heißt desto besser ist ein Bauteil gedämmt.

Durch den U-Wert ist es möglich, Bauteile mit unterschiedlichen Baustoffen bzgl. ihrer Dämmfähigkeit miteinander zu vergleichen. Er ist ein wichtiger Bestandteil bei der Berechnung der Energiekennzahl.



Das Steiermärkische Baugesetz fordert bei Neubauten und sanierten Gebäuden U-Werte, die nicht überschritten werden dürfen – siehe nebenstehende Grafik.



Um den U-Wert für einen Bauteil berechnen zu können, muss man folgendes wissen:

- Aus welchen unterschiedlichen Schichten besteht der Bauteil (Holz, Dämmung, Beton)?
- Wie dick sind diese unterschiedlichen Schichten?
- Wie hoch ist die Wärmeleitfähigkeit für jede Schicht?

Wärmeleitfähigkeit - λ -Wert (Lambda) - W/mK

Dieser Wert beschreibt die Wärmeleitfähigkeit einer Bauteilschicht, das heißt wie schnell die Wärme durch die jeweilige Schicht durchgeht. Es gibt für jeden Baustoff genormte Lambda-Werte (siehe Liste im Anhang).

Je niedriger der λ -Wert, desto weniger Wärme geht durch die Schicht, d. h. desto besser die Wärmedämmeigenschaft!

Wie hoch der Lambda-Wert eines Baustoffes ist, hängt von den Eigenschaften, der Dichte und der Zusammensetzung des Stoffes ab.

Beispiele für λ -Werte:

Baustoff	λ -Wert (Wärmeleitzahl)	Wärmedämmeigenschaft
Stahlbeton	2,3	schlecht
Mineralwolle	0,04	gute
Holz	0,12	mittel

Unterrichtstipp

- Bewertung von Bauteilen**

Unter Verwendung des Arbeitsblatts „U-Wert von Bauteilen“ sollen die SchülerInnen relevante Bauteile finden und die dafür geforderten Werte nach Baugesetz finden.

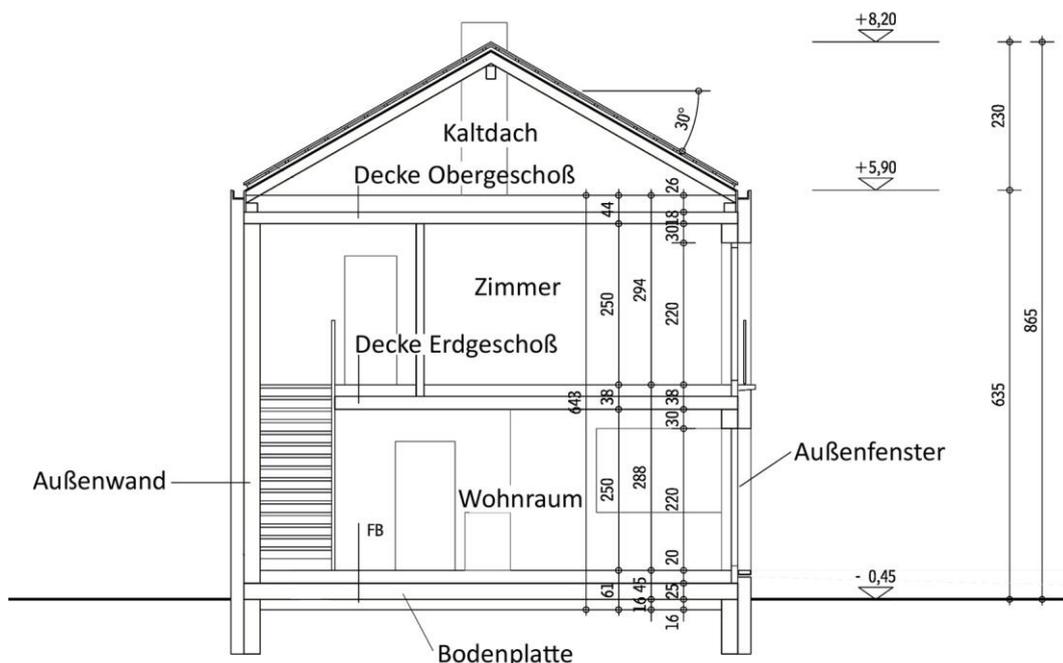
Lösungen für das Arbeitsblatt „U-Wert von Bauteilen“

Bauteil 1	= Decke Obergeschoß	U-Wert	0,20
Bauteil 2	= Außenwand	U-Wert	0,35
Bauteil 3	= Bodenplatte	U-Wert	0,40

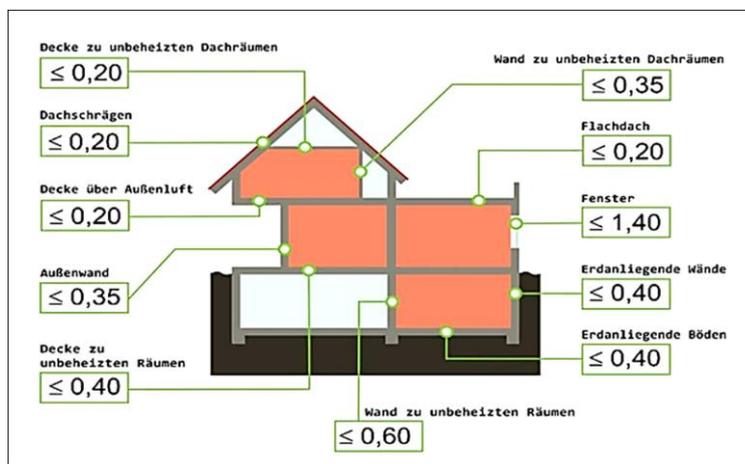
Arbeitsblatt U-Wert von Bauteilen

Diese Seite vor dem Ausfüllen kopieren!

Finde aus dem Querschnitt des Hausplans jene drei Bauteile (Wände, Böden, Decken) heraus, für die ein bestimmter U-Wert vorgeschrieben ist. Schreibe dazu, um welchen Wert es sich gemäß Baugesetz handelt. Verwende die beiden Grafiken für die Beantwortung der Fragen.



U-Werte nach Stmk. Baugesetz



Bauteil 1 _____

U-Wert

Bauteil 2 _____

U-Wert

Bauteil 3 _____

U-Wert

Energieausweis

Grundlegende Informationen sowie die wichtigsten Inhalte und Kennwerte des Energieausweises werden aufgelistet und beschrieben.

Fachinfo:

Wie ist ein Energieausweis aufgebaut? Jeder Energieausweis wird mit einem dafür vorgesehenen Computerprogramm berechnet. Wie ein Energieausweis berechnet werden muss bzw. welche Kennwerte er beinhalten muss, ist in der OIB-Richtlinie 6 (OIB – Österreichisches Institut für Bau-technik) geregelt.

Auf der 1. Seite des Energieausweises sind die Adressdaten des Gebäudes sowie die Energieeffizienzskala angegeben. Diese Skala, die ähnlich wie jene von Elektrogeräten aufgebaut ist, gibt Auskunft über die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes.

A++ erreichen Bauwerke, die einen Heizwärmebedarf von max. 10 kWh/m²a erreichen.

C bis G gilt für ältere, nicht sanierte Bauwerke, die einen Heizwärmebedarf von mehr als 100 kWh/m²a aufweisen.

Eine detaillierte Graphik dieser Skala ist auf dem beiliegenden RatgeberA3 „Energieausweis“ abgebildet.

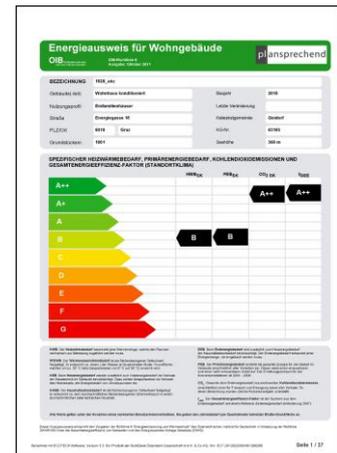
Auf der 2. Seite vom Energieausweis sind alle Berechnungsergebnisse detailliert aufgelistet. Bei den Gebäudekenndaten sind relevante Kennwerte, die das Gebäude betreffen, zusammengefasst. Bei der Auflistung des Wärme- und Energiebedarfs gibt es eine Unterteilung in Referenzklima und Standortklima. Beim Standortklima sind alle Teilergebnisse aufgelistet, die das Gebäude am tatsächlichen Standort (unter Berücksichtigung der Klimawerte für Graz-Stadt!) erreicht hat.

Beim Referenzklima werden bei der Berechnung vorgegebene „erfundene“ Klimawerte berücksichtigt. Das wird gemacht, um Gebäude, unabhängig vom Standort, miteinander vergleichbar zu machen. Berechnet wird für das Referenzklima nur der Heizwärmebedarf. Dieser ist zum Beispiel bei einer Förderung wichtig, die bei Errichtung eines Gebäudes aufgrund der Gebäudequalität ausbezahlt wird. Beim Verkauf/Kauf oder Vermieten/Mieten eines Gebäudes oder einer Wohnung ist dagegen immer der Standort-HWB wichtiger.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Kenngrößen vom Standortklima gibt es auf dem beiliegenden Ratgeber G1 „U-Wert“.

Des Weiteren sind auf der 2. Seite unten die Daten der Erstellerin/ des Erstellers sowie der Gültigkeitszeitraum des Energieausweises eingetragen.

Auf der 3. Seite des Energieausweises beginnt der Anhang, der sämtliche Details und Informationen zu den jeweiligen Berechnungen beinhaltet.



Unterrichtstipps

- **Gemeinsame Besprechung der ersten zwei Seiten des Energieausweises**

Dazu werden das „Arbeitsblatt Basisdaten Energieausweis“ sowie die „Infoblätter Basisdaten Energieausweis 1 + 2“ kopiert bzw. ausgedruckt und an alle SchülerInnen ausgeteilt. Dann werden die wichtigsten Kennwerte gemeinsam besprochen. Einige Fragemöglichkeiten dazu:

- Wo gibt es noch ähnliche Skalen für die Energieeffizienz?
- Für welche Abkürzungen der 1. Seite findest du Beschreibungen?
- Welche Kennwerte kennst du bereits?
- Wer war der/die ErstellerIn des Energieausweises?
- Für welche Art Gebäude ist der Energieausweis?
- Wie viele Jahre ist ein Energieausweis gültig?

Im Anschluss an die gemeinsame Besprechung können mit Hilfe der Arbeits- und Infoblätter „Basisdaten Energieausweis“ die wichtigen Kennwerte selbstständig oder in Kleingruppen erarbeitet und so gefestigt werden.

Lösungen für das Arbeitsblatt „Basisdaten Energieausweis“

1. Die Werte der Energieeffizienzskala von der 1. Seite (HWBSK, PEPSK, CO₂SK, fGEE) sind auf der 2. Seite mit den genauen Zahlen aufgelistet.

Heizwärmebedarf (HWB)	Bereich B	→	6.163 kWh/a
Primärenergiebedarf (PEB)	Bereich B	→	15.161 kWh/a
Kohlendioxidemissionen (CO ₂)	Bereich A	→	2.413 kg/a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor (f _{GEE})	Bereich A+	→	0,7

2. Der spezifische HWB (die EKZ) ist der HWB pro m².

Die EKZ bezieht sich immer auf die Brutto-Grundfläche!

Brutto-Grundfläche: 6163 kWh/a → 176,96 m² = 34,8 kWh/m²a

Bezugs-Grundfläche: 6163 kWh/a → 141,57 m² = 43,5 kWh/m²a

3. Spezifische HWB für das Standortklima und für das Referenzklima.

Standortklima → 34,8 kWh/m²a

Referenzklima → 34,1 kWh/m²a

Der Schluss daraus: Das Referenzklima hat den niedrigeren HWB und daher bessere klimatische Bedingungen.

- **Energieausweis der Schule**

Die SchülerInnen sollen herausfinden, ob es auch für die Schule einen Energieausweis gibt. Ist er vielleicht sogar im Gebäude aufgehängt? Welche Werte kann man mit dem Energieausweis aus dem Praxiskoffer vergleichen?

Arbeitsblatt Basisdaten Energieausweis

Diese Seite vor dem Ausfüllen kopieren!

Verwende für die Beantwortung der folgenden Fragen die beiden Infoblätter.

- 1 Die Werte der Energieeffizienzskala von der 1. Seite (HW_{BSK} , PEP_{SK} , CO_{2SK} , f_{GEE}) sind auf der 2. Seite mit den genauen Zahlen aufgelistet. Findest du sie wieder?**

0Heizwärmebedarf (HWB)	Bereich B	<input type="text"/>
Primärenergiebedarf (PEB)	Bereich B	<input type="text"/>
Kohlendioxidemissionen (CO_2)	Bereich A	<input type="text"/>
Gesamtenergieeffizienz-Faktor (f_{GEE})	Bereich A+	<input type="text"/>

- 2 Der spezifische HWB (die EKZ) ist der HWB pro m^2 . Bezieht sich diese EKZ auf die Brutto-Grundfläche oder auf die Bezugs-Grundfläche (= Wohnnutzfläche)? Rechne nach!**

Brutto-Grundfläche:	6163 kWh/a	<input type="text"/>
Bezugs-Grundfläche:	6163 kWh/a	<input type="text"/>

Nachdem auch sämtliche Verlustflächen brutto gerechnet werden, bezieht sich die EKZ immer auf die _____ !

- 3 Finde auf der 2. Seite den spezifischen HWB (die Energiekennzahl) für das Standortklima und für das Referenzklima. Spezifischer HWB bedeutet HWB pro m^2 .**

Standortklima	<input type="text"/>
Referenzklima	<input type="text"/>

Was schließt du daraus? Hat das Referenzklima oder das Standortklima bessere klimatische Bedingungen?

Infoblatt Basisdaten Energieausweis 1

Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

plansprechend

BEZEICHNUNG	1528_ubz		
Gebäude(-teil)	Wohnhaus konditioniert	Baujahr	2015
Nutzungsprofil	Einfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße	Energiegasse 15	Katastralgemeinde	Geidorf
PLZ/Ort	8010 Graz	KG-Nr.	63103
Grundstücksnr.	1001	Seehöhe	360 m

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)

	HWB _{SK}	PEB _{SK}	CO ₂ SK	f _{GEE}
A++			A++	A++
A+				
A				
B	B	B		
C				
D				
E				
F				
G				

HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welcher um ca. 30 °C (also beispielsweise von 8 °C auf 38 °C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrombedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004 - 2008.

CO₂: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

f_{GEE}: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

Infoblatt Basisdaten Energieausweis 2

Energieausweis für Wohngebäude

OIB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

plansprechend

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	176,96 m ²	Klimaregion	S/SO	mittlerer U-Wert	0,22 W/(m ² K)
Bezugs-Grundfläche	141,57 m ²	Heiztage	187 d	Bauweise	schwer
Brutto-Volumen	568,93 m ³	Heizgradtage	3.579 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	422,08 m ²	Norm-Außentemperatur	-10,5 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (AV)	0,74 1/m	Soll-Innentemperatur	20,0 °C	LEK _T -Wert	19,71
charakteristische Länge	1,35 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima spezifisch	Standortklima zonenbezogen	spezifisch	Anforderung OIB Neubau-Anforderung 2012	
HWB	34,1 kWh/m ² a	6.156 kWh/a	34,8 kWh/m ² a	51,6 kWh/m ² a	erfüllt
WWWB		2.261 kWh/a	12,8 kWh/m ² a		
HTEB _{RH}		988 kWh/a	5,6 kWh/m ² a		
HTEB _{WW}		126 kWh/a	0,7 kWh/m ² a		
HTEB		1.436 kWh/a	8,1 kWh/m ² a		
HEB		9.853 kWh/a	55,7 kWh/m ² a		
HHSB		2.907 kWh/a	16,4 kWh/m ² a		
EEB		12.760 kWh/a	72,1 kWh/m ² a	123,1 kWh/m ² a	erfüllt
PEB		18.752 kWh/a	106,0 kWh/m ² a		
PEB _{n.ern}		7.513 kWh/a	42,5 kWh/m ² a		
PEB _{ern.}		11.239 kWh/a	63,5 kWh/m ² a		
CO ₂		1.384 kg/a	7,8 kg/m ² a		
f _{GEE}	0,51		0,50		

ERSTELLT

GWR-Zahl

ErstellerIn

plansprechend
DI Hannes Wachernig

Ausstellungsdatum

27.07.2015

Unterschrift

Gültigkeitsdatum

27.07.2025

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

Heizung und Warmwasser

Bei der Erstellung eines Energieausweises müssen natürlich auch die Heizungsanlage und die Warmwasseraufbereitung des betroffenen Gebäudes mit berücksichtigt werden. Dafür ist es notwendig, folgende Daten und Informationen zu erheben:

- Art des Wärmeabgabesystems
- Dämmung der einzelnen Rohrleitungen
- Alter der Heizungsanlage
- Art der Wärmebereitstellung
- Daten einer Solaranlage, Photovoltaikanlage bzw. kontrollierten Wohnraumlüftung

Die notwendigen Daten werden von HeizungstechnikerInnen oder EnergieberaterInnen ermittelt und in eine Checkliste eingetragen. Bei der Berechnung des Energieausweises müssen diese dann nur mehr von der Checkliste in das Berechnungsprogramm übertragen werden.

Fachinfo:

Die Art des Wärmeabgabesystems gibt an, wie das Gebäude gewärmt wird (Heizkörper, Fußbodenheizung, Wandheizung). Wichtig ist dabei auch die Vor- und Rücklauftemperatur der Heizflächen. Die Vorlauftemperatur ist jene Temperatur, die von der Heizanlage zu den Heizkörpern/Heizflächen fließt. Die Rücklauftemperatur ist jene Restwärme, mit der das Wasser nach Durchlaufen des Heizkreises in die Heizanlage zurückkommt. Bei Heizkörpern, in der Fachsprache auch Radiatoren genannt, sind viel höhere Temperaturen notwendig als bei Fußboden- und Wandheizungen. Da Fußboden- und Wandheizungen eine viel größere Fläche zur Wärmeabstrahlung haben, reicht bereits eine Vorlauftemperatur von 35° C aus. Bei Radiatoren gibt es oft Vorlauftemperaturen bis zu 90° C. Dementsprechend höher ist natürlich auch der Energieeinsatz.

Die Dämmung der einzelnen Rohrleitungen zwischen der Heizungsanlage und den Heizkörpern bzw. den Heizflächen ist ebenfalls von Bedeutung. Vor allem im Keller, der meist nicht mitbeheizt wird, spielt es eine große Rolle, ob die unterschiedlichen Leitungen, die das Heizungs- und Warmwasser transportieren, gedämmt sind oder nicht.

Das Alter der Heizungsanlage und des Wärmespeichers (sofern einer vorhanden ist) spielen ebenfalls eine Rolle. Neue Anlagen laufen viel effizienter und haben einen wesentlich geringeren Strom- und Energieverbrauch als alte Anlagen (insb. für Pumpen).

Wichtig ist auch die **Art der Wärmebereitstellung**. Das bedeutet, welcher Energieträger sowohl für die Heizungsanlage als auch für die Warmwasseraufbereitung verwendet wird. Ist man gerade in der Planungsphase zur Errichtung eines Gebäudes, ist die Beheizung eine der wichtigsten Fragen, der man sich dabei zu stellen hat. Versorgungssicherheit spielt hier genauso eine Rolle wie der Preis für die Heizungsanlage und die Brennstoffe. Eine Auflistung der einzelnen Energieträger sowie deren Vor- und Nachteile sind in dem beiliegenden Ich-tu's Ratgeber H1 „Vergleich Heizsysteme“ dargestellt.

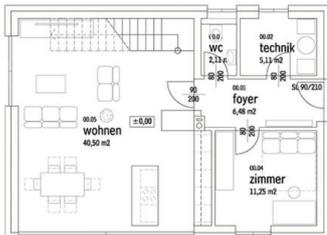
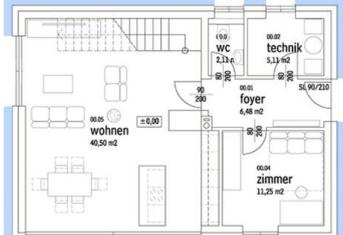
Ob eine **Solaranlage** (für die Heizungsunterstützung und/oder Warmwasseraufbereitung), eine **Photovoltaik-Anlage** und eine **kontrollierte Wohnraumlüftung** vorhanden sind, wird im Energieausweis ebenfalls mit berücksichtigt.

Nun ist bekannt, welche Daten und Informationen bezüglich Heizung und Warmwasseraufbereitung notwendig sind, um einen Energieausweis erstellen zu können. Mit Hilfe eines Energieausweis-Berechnungsprogramms wird damit der Energieverbrauch unter Normbedingungen ermittelt. Diese ermittelten Werte können vom tatsächlichen Verbrauch immer abweichen, d.h. der tatsächliche Verbrauch kann höher oder niedriger sein.

Arbeitsblatt Heizkosten

Diese Seite vor dem Ausfüllen kopieren!

Will man ein Haus oder eine Wohnung kaufen oder mieten, sollte man vorab einen Energieausweis von diesem Gebäude erhalten. Mit Hilfe der angegebenen Energiekennzahl (EKZ) bzw. dem Heizwärmebedarf (HWB) kann man die ungefähren Kosten für die zukünftige Wärmeversorgung berechnen.

<p>ungedämmte WOHNUNG A</p> <p>EKZ 120 kWh/m²a 85 m² Wohnnutzfläche</p> 	<p>gedämmte WOHNUNG B</p> <p>EKZ 35 kWh/m²a 85 m² Wohnnutzfläche</p> 
--	--

Berechne die Brutto-Geschoßflächen (BGF) für Wohnung A und Wohnung B. Die BGF ist die Wohnfläche des Gebäudes inkl. der Außenwand und Dämmung.

$$\text{BGF} = \text{Wohnnutzfläche} \times 1,25$$

$$\text{BGF Wohnung A / B: m}^2$$

Multipliziere die angegebene EKZ der Wohnungen mit den BGF. Das Ergebnis ist der Heizwärmebedarf HWB pro Jahr (kWh/a).

$$\text{HWB} = \text{EKZ} \times \text{BGF}$$

Wohnung A: kWh/a

Wohnung B: kWh/a

Berechne mit Hilfe der „Energieträgerinformation 2015_1“ des Landes Steiermark (auf der nächsten Seite) die zu erwartenden Heizkosten, wenn die Wohnungen mit Öl bzw. mit Pellets beheizt werden.

$$\text{Heizkosten} = \text{HWB} \times \text{Energiekosten je Energieträger (€/kWh)}$$

Wohnung A beheizt mit Öl: €/Jahr

Wohnung A beheizt mit Pellets: €/Jahr

Wohnung B beheizt mit Öl: €/Jahr

Wohnung B beheizt mit Pellets: €/Jahr

Energieträgerinformation 2015_1

Die dargestellten Ergebnisse der Heizkosten beziehen sich auf ein Einfamilienhaus mit einer Nettowohnnutzfläche von ca. 130 m². Dabei wird davon ausgegangen, dass die Raumtemperatur auf 20°C gehalten wird. Die Energiekennzahl des Gebäudes beläuft sich auf circa 115 kWh/m² im Jahr, was einem Gebäude aus den 80er Jahren entspricht. Die Randbedingungen der Berechnung basieren auf einem Nutzenergiebedarf für die reine Gebäude-Konditionierung von 15.000 kWh Heizenergie, wobei die Energie für die Warmwasserbereitung und der Strombedarf keine Berücksichtigung finden¹.

Energieträger	Quellen	Einheit	Nutzungsgrad Raumwärme ²		Heizwert (Hi) [kWh/Einheit]	Energiekosten ³	
			Altanlage	Neuanlage		Altanlage	Neuanlage
			[%]	[%]		[€/kWh]	[€/kWh]
Fernwärme							
Fernwärme Energie Graz GmbH	4	kWh	91	96	1	0,100	0,096
Fernwärme Gas & Wärme Energie Steiermark	4	kWh	91	96	1	0,113	0,108
Erdgas							
Energie Graz GmbH & Co KG & Wärme Energie Steiermark	5	m ³ (B)	65	96 ^a	9,6	0,111	0,076
Wärmepumpe							
			Radiatoren	Flächenheizung			
Erdreich-Wärmepumpe	6	kWh	310 ^c	390 ^b	1	0,049	0,042
Außenluft-Wärmepumpe	6	kWh	240 ^c	290 ^b	1	0,062	0,052
Grundwasser-Wärmepumpe	6	kWh	300 ^c	370 ^b	1	0,051	0,043
Warmwasser-Wärmepumpe	8	kWh		200 ^c	1		0,102
Elektrische Heizung							
Elektroheizung Nachtspeicherofen	7	kWh		98	1		0,121
Elektroheizung Konvektoren / Infrarot	8	kWh		98	1		0,170
Heizöl							
Heizöl extraleicht	9	l	63	85 ¹⁰	10,3	0,120	0,090
Erneuerbare Energie							
Scheitholz Buche w = 20 %	11	rm	47	65	1887	0,087	0,063
Pellets 6 mm	12	kg		76 ^d	4,8		0,069
Hackgut Fichte w = 30 %	13	srm	63	79 ^e	750	0,061	0,049

Quellenverweise und Anmerkungen:

- Die Preise wurden zwischen Dezember 2014 und Mai 2015 erhoben und gelten für den Großraum Graz und Graz-Umgebung
- Altanlage bis 1995 Quelle: Jungmeier et al. 1997: GEMIS-Österreich-Emissionsfaktoren und energetische Parameter", Joanneum Research, sowie aus ergänzenden schriftlichen Mitteilungen von Dr. Jungmeier / **Neuanlagen**: Bezüge ohne Bemerkung basiert auf Jungmeier ab 1995 **a)** FH Braunschweig (2004): Felduntersuchung: Betriebsverhalten von Heizungsanlagen mit Gas-Brennwerttechnik, Bezug (Hu) **b)**WP-ISE Fraunhofer (2011): Wärmepumpen Effizienz, Messtechnische Untersuchung von Wärmepumpenanlagen zur Analyse und Bewertung der Effizienz im realen Betrieb **c)** Lokale Agenda Gruppe 21 Energie-Ergebnisse einer siebenjährigen Praxisuntersuchung (2008-2013) **d)** Mittwert aus den Studien - Kunde et al, 2009: Feldmessungen an Holzpellet-Zentralheizkesseln, in: BWK 1/2 2009 & Schraube et al, 2010: Long-Term Monitoring of Small Pellet Boiler Based Heating Systems in Domestic Applications **e)** Good, Nussbaumer et al, 2005: Systemoptimierung automatischer Holzheizungen, Schlussbericht; BFE 2005
- Die Energiekosten werden jeweils auf Altanlagen und Neuanlagen bezogen. Die Kosten setzen sich aus verbrauchsabhängigen Kosten (bei Elektrizität aus Systemnutzungstarife, Elektrizitätsabgabe, kalkulatorische Mehrkosten für Ökostrom, bei Erdgas Erdgasabgabe und Netznutzungsentgelt, bei Heizöl die (MoSt.) und dem vom Verbrauch unabhängigen wiederkehrenden Betriebskosten (Zustellgebühren, Messpreis, Grundpreis, verbrauchsunabhängigen Teile der Netznutzungskosten, Zählpunktpauschale, Leistungspreis) zusammen. Alle Kosten sind inkl. MwSt. Es werden keine kapitalgebundenen Kosten (Investitionskosten) berücksichtigt.
- Datenbasis Preisblatt Energie Graz 01.04.2015 & Energie Steiermark 01.01.2015
- Datenbasis E-Control 01.04.2015, bezogen auf einen Betriebszustand von 15°C
- Mischtarif (Energie Graz & Energie Steiermark) bestehen aus Hochtarif (50%) und Niedertarif (50%); Datenbasis E-Control am 01.05.2015
- Niedertarif (Energie Graz & Energie Steiermark); Datenbasis E-Control am 01.05.2015
- Hochtarif (Energie Graz & Energie Steiermark); Datenbasis E-Control am 01.05.2015
- Datenbasis Fast Energy inkl. 1000l Abfüllpauschale bezogen auf den Raum Graz am 01.05.2015
- Neuanlage mit Brennwerttechnologie
- Telefonische Erhebung (Jänner 2015), die Preise verstehen sich inkl. Zustellpauschale für den Raum Graz
- Anlehnung an die AK-Auswertung/Raum Graz vom 04.02.2015, inkl. Zustellpauschale für den Raum Graz
- Telefonische Erhebung (Jänner 2015), die Preise verstehen sich inkl. Zustellpauschale

Warmwasserwärmebedarf		
Personen	Energie	Einheit
1 _{Norm}	894	[kWh/a]
1 _{Sparsam}	376	[kWh/a]
4 _{Norm}	3576	[kWh/a]

Richtwert 10.000 kWh				
Scheitholz	Hackgut	Pellets	Heizöl	Erdgas
[rm]	[srm]	[kg]	[Liter]	[m ³]
5	13	2.083	971	1.042

Serviceline

0316 / 877 – 3955

Rechtlicher Hinweis:

Wir übernehmen keine Haftung für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität der wiedergegebenen Informationen.
Letzte Aktualisierung am 11. Juni 2015

Einreichplan

Jeder, der ein Gebäude bauen möchte, muss vorab von einem/einer ArchitektenIn einen Bauplan bzw. einen Einreichplan für das geplante Objekt zeichnen lassen. Heute zeichnen ArchitektInnen das Gebäude mit einem speziellen Programm am Computer, früher wurde mit der Hand gezeichnet. Man spricht von einem Einreichplan, weil er vor Baubeginn bei der Gemeinde (= Baubehörde) eingereicht (abgegeben) werden muss. Die Baubehörde prüft dann vorab, ob das Gebäude so wie geplant auch tatsächlich gebaut werden kann und darf. Spricht nichts gegen den Plan, bekommt man von der Baubehörde eine „Baubewilligung“. Danach darf man mit der Errichtung des Gebäudes beginnen.



Fachinfo:

Ein Einreichplan muss folgende Inhalte aufweisen:

- Lageplan des Gebäudes:** Dieser zeigt auf, auf welchem Grundstück das Gebäude liegt und wie die Ausrichtung des Gebäudes ist (Himmelsrichtung). Der Lageplan ist immer so dargestellt, das Norden immer oben ist. Beim Lageplan steht auch immer M 1:500 oder 1:1000. Das bedeutet, der angezeigte Grund und das Gebäude am Plan sind 500-mal bzw. 1000-mal kleiner als in der Realität.
- Grundriss aller Geschoße:** Diesen Grundriss sieht man, wenn man das Haus in 1 m Höhe durchschneidet und von oben auf das Gebäude hinunterschaut. Es muss für jedes Stockwerk ein Grundriss erstellt werden. Der Grundriss wird immer im Maßstab 1:100 angegeben. Alle unterschiedlichen Längen des Gebäudes müssen angegeben sein (auch die der Innenwände). Beim Grundriss ist auch immer wichtig, dass der Nordpfeil angegeben ist. Er zeigt an, wo vom Gebäude aus gesehen Norden ist.



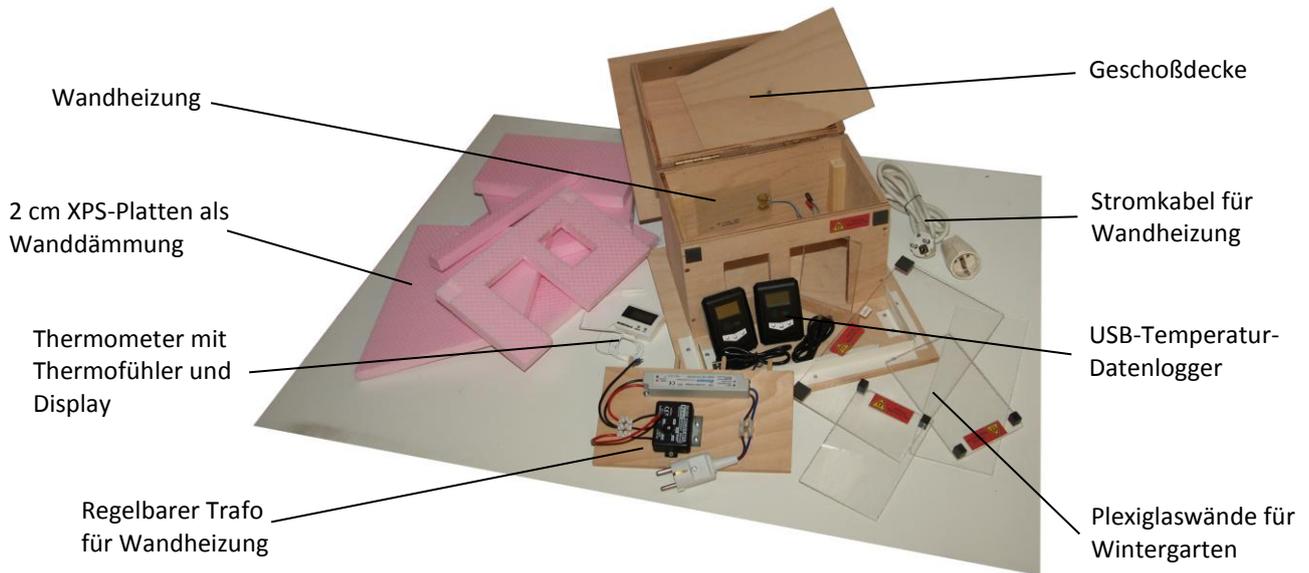
- **Ansicht des Gebäudes:** Es muss von allen vier Seiten eine Ansicht mit Angabe der genauen Himmelsrichtungen geben. Auf dieser Ansicht sieht man, wie das Gebäude von außen aussehen wird. Auch diese Ansicht wird immer im Maßstab 1:100 angegeben.
- **Gebäudeschnitt:** Pro Gebäude muss mindestens ein Schnitt vorhanden sein. Dies bedeutet, das Gebäude wird von oben (Dach) nach unten (Keller) durchgeschnitten. Am Schnitt sieht man die einzelnen Höhen der Räume sowie der Boden- und Deckenaufbauten. Optimal sind ein Quer- und ein Längsschnitt. Schnitte werden ebenfalls im Maßstab 1:100 angegeben.
- **Kontaktdaten:** Auf der Vorderansicht des Einreichplans stehen außerdem die Kontaktdaten der Bauherren und der Firma, von der der Einreichplan erstellt sowie das Datum, wann der Plan erstellt wurde.
- **Bauteile:** Oft sind auch die verschiedenen Bauteile sowie deren Aufbau am Plan angegeben. Das ist aber nicht verpflichtend notwendig. Diese können auch auf einer separaten Beschreibung (Baubeschreibung) aufgelistet sein. Die unterschiedlichen Bauteile des Gebäudes werden in verschiedenen Farben dargestellt. Folgende Farben stehen für folgende Bauteile:
 - Ziegel: rot
 - Beton: grün
 - Stahlbeton: schwarz/grau
 - Stahl: blau
 - Dämmstoff: orange/gelb

Unterrichtstipps

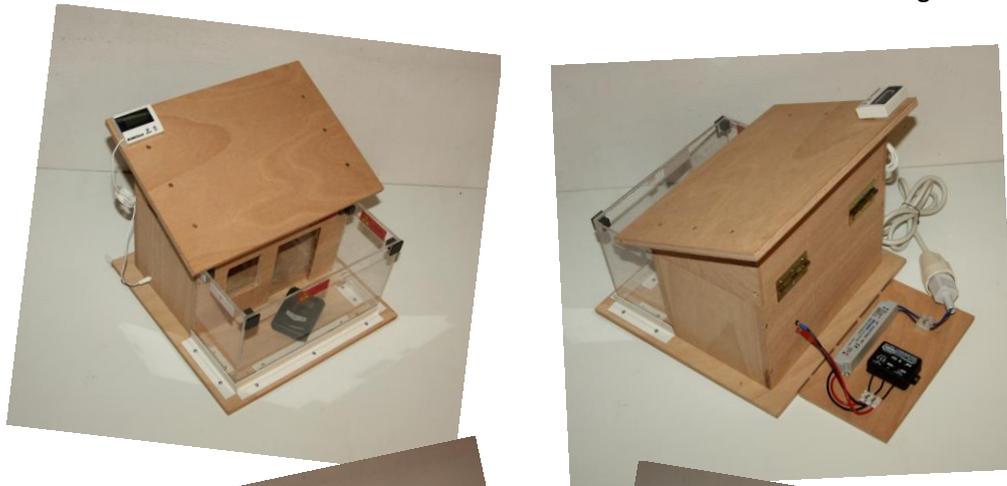
- **Erarbeiten der Fachbegriffe des Einreichplans**
Der als Kopiervorlage im Anhang beiliegende A3-Einreichplan ohne Bezeichnungen wird im Sitzkreis ausgebreitet. Die Info-Kärtchen im Koffer werden ausgeteilt und der Reihe nach vorgelesen. Dann wird kurz überlegt und geschaut, an welche Stelle des Planes das Info-Kärtchen passen würde. Ist die richtige Stelle gefunden, wird das Kärtchen direkt auf den Plan platziert.
- **Beantwortung von Fragen zum Einreichplan**
Der folierte große Einreichplan mit allen Bezeichnungen wird nun aufgelegt bzw. aufgehängt. Anschließend müssen die SchülerInnen folgende Fragen beantworten:
 - Wo ist der Technik-Raum des Hauses, in welchem Geschöß? In welcher Himmelsrichtung liegt er?
 - Die SchülerInnen sollen sich die Aufbauten der einzelnen Gebäudeteile genau ansehen - haben alle Bauteile eine Wärmedämmung? Welche Art von Dämmung wurde verwendet?
 - Die SchülerInnen betrachten die Grundrisse für das Erd- und Obergeschoß - wie viele Zimmer hat das Gebäude? Welches ist das größte – wo liegt es (EG oder OG, Himmelsrichtung)?
 - Wo soll das Gebäude errichtet werden? Wie lautet die genaue Adresse?
 - In welche 2 Himmelsrichtungen stehen die langen Seiten des Gebäudes?

Muster-Haus

Das aus 1 cm Buchen-Schichtleimplatten gefertigte 1-Zimmer-Haus dient als Messobjekt für verschiedene Versuche und Demonstrationen im Bereich Raumwärme, Raumkühlung, Dämmung sowie Glashaueffekt. Als Dämmmaterial für die Versuche dienen XPS-Platten.



Vorder- und Rückansicht des Musters-Hauses ohne Wanddämmung

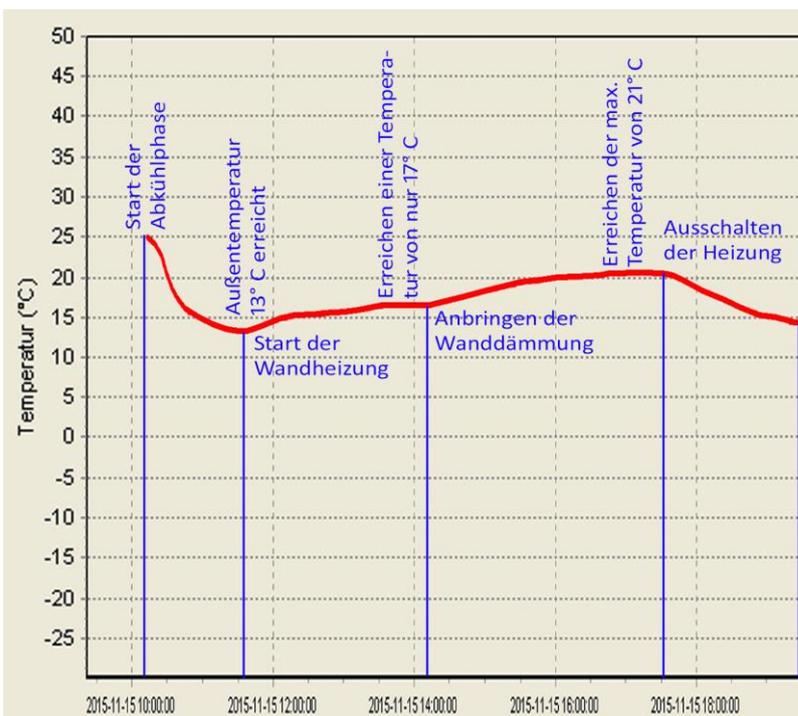


Vorder- und Rückansicht des Muster-Hauses mit Wanddämmung

Unterrichtstipps

- **Test der Wandheizung ohne und mit Wanddämmung**

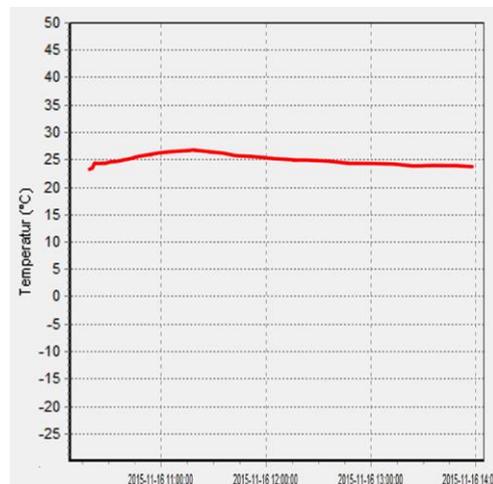
Zunächst wird der gestartete USB-FreeTec-Datenlogger im Haus platziert und alle Zeiten werden mitgestoppt bzw. protokolliert. Die Innentemperatur des Muster-Hauses wird zunächst der Umgebungstemperatur angepasst, dann wird die Wandheizung eingeschaltet und zunächst der Raum ohne Wärmedämmung beheizt. Nach einer bestimmten Zeit (60-90 min) werden die Dämmplatten angebracht, ohne die Heizung auszuschalten. Nach weiteren Zeitspanne (120-150 min) wird die Wandheizung ausgeschaltet und das Haus kühlt sich wieder auf die Umgebungstemperatur ab. Die Messergebnisse werden ausgelesen, mit dem PC die Grafik ausgedruckt und aufgrund der Zeitprotokolle interpretiert.



Die Messergebnisse werden ausgelesen, mit dem PC die Grafik ausgedruckt und aufgrund der Zeitprotokolle interpretiert.

- **Demonstration des Glashauseffekts**

Zunächst wird der gestartete USB-FreeTec-Datenlogger im Haus platziert. Das Muster-Haus mit dem Wintergarten wird mit dem 100 Watt - Spot angeleuchtet (Ersatz für Sonnenlicht, Entfernung ca. 30 cm), die Türe zwischen Wintergarten und Raum wird geöffnet. Nach einer bestimmten Zeit (30-45 min) wird die Wärmedämmung angebracht, nach einer weiteren Zeit (30-45 min) die Lampe ausgeschaltet und die Abkühlphase (dauert je nach Umgebungstemperatur 120-150 min) begonnen. Die Messergebnisse werden ausgelesen, mit dem PC die Grafik ausgedruckt und aufgrund der Zeitprotokolle interpretiert.



Dämmstoffe

Ein wärmegeämmtes Gebäude schont die Umwelt und ist behaglich für uns Menschen. Es steht außer Diskussion: Gebäudemodernisierung leistet einen ganz wichtigen Beitrag für erfolgreichen Klimaschutz. Hunderttausende von Gebäuden warten auf Fassadenrenovierung, neue Dächer, neue Fenster und moderne Heizsysteme. Die meiste Wärme verliert ein Haus über seine Außenflächen. Deshalb spart nachträgliche Gebäudedämmung, kombiniert mit moderner Heizung, zwei Drittel der Heizkosten ein! Das bedeutet natürlich auch weniger schädliche Treibhausemissionen.

Fachinfo:

Bei der Wahl für einen bestimmten Dämmstoff spielen stets mehrere Faktoren eine Rolle. Die unterschiedlichen Materialien können sehr gut anhand folgender Eigenschaften miteinander verglichen werden:

- Wärmeleitfähigkeit
- Dampfdiffusion
- Schallschutz
- Brandverhalten
- Ökobilanz

Weitere wichtige Punkte bei der Wärmedämmung eines Gebäudes sind neben der Wahl des richtigen Materials auch die Festlegung der optimalen Dämmstärke sowie die fachgerechte Verarbeitung und Ausführung.

Die Wärmeleitfähigkeit (W/mK)

Die Wärmeleitfähigkeit wird mit dem Lambda-Wert (λ) beschrieben. Sie gibt an, welche Wärmemenge [Energie] in einer Sekunde durch eine 1 m dicke und 1 m² große Schicht eines Stoffes dringt, wenn der Temperaturunterschied zwischen innen und außen 1 K (Kelvin) beträgt. W/mK bedeutet Watt pro Meter Kelvin.

**Je niedriger der λ -Wert, desto besser dämmt der jeweilige Stoff.
Dämmstoffe können λ -Werte zwischen 0,031 und 0,08 W/mK haben.**

Die Dampfdiffusion (μ)

Ein Dämmstoff mit einem kleinen Dampfdiffusionswiderstand ist diffusionsoffen. Das heißt, er kann eingedrungene Feuchtigkeit gut an die nächsten Bauteilschichten weiterleiten. Ein großer Dampfdiffusionswiderstand bedeutet, dass der Dämmstoff dampfdicht ist und somit Feuchtigkeit kaum oder gar nicht aufnehmen bzw. weiterleiten kann.

Schallschutz

Dämmmaterialien haben die Eigenschaft, die Schallübertragung zwischen Räumen, zB bei der Decke zwischen Erd- und Obergeschoß oder zwischen Außen- und Innenbereichen einzudämmen bzw. zu verstärken.

Brandverhalten

Das Brandverhalten unterschiedlicher Materialien ist in der ÖNORM EN 13501-1 geregelt. Je nach Materialzusammensetzung werden 7 unterschiedliche Brandverhaltensklassen unterschieden.

Ökobilanz

Bei der Ökobilanz der Materialien wird der gesamte Produktlebenszyklus betrachtet. Das bedeutet, das Produkt wird aufgrund des Energieaufwandes bei der Herstellung, der Verfügbarkeit der Rohstoffe sowie der anfallenden Energie für die mögliche Entsorgung bzw. Wiederverwendung „nach“ der Nutzung beurteilt.

Die Materialien der Dämmstoff-Box

Diese Box gibt einen Überblick über unterschiedliche Dämmmaterialien. Fast alle werden im modernen Wohnbau sowie bei der Gebäudesanierung eingesetzt.



Expandiertes Polystyrol (EPS)

EPS, besser bekannt als „Styropor“ oder „Porozell“, besteht aus geblähtem Polystyrol-Granulat und hat einen λ -Wert von 0,032-0,04. Polystyrol ist ein Kunststoff, der auf Basis von Erdöl hergestellt wird. Für die Herstellung, den Transport und die Verarbeitung wird viel Energie benötigt. Dennoch gilt EPS als vergleichsweise günstiger Dämmstoff, da es in sehr großen Mengen produziert wird und der Rohstoff Erdöl derzeit noch leicht verfügbar ist.

EPS kommt in erster Linie als Fassadenplatte, aber auch bei der Dämmung von Böden oder Decken (Kellerdecken, oberste Geschoßdecken) zum Einsatz. EPS wird auch als Granulat zementgebunden in Schüttungen (Mischung von EPS-Granulat und Beton) unter Estrichen verwendet, hat dann aber eine geringere Dämmwirkung.



Extrudiertes Polystyrol (XPS)

XPS ist wie EPS ein Erdölprodukt und hat einen λ -Wert von 0,031-0,038. Durch die Extrusion (mit hohem Druck pressen) werden die Platten druckbeständig und feuchteresistent (wasserdicht). Dadurch eignen sie sich in erster Linie für Bereiche, die Feuchte ausgesetzt sind (Flachdächer, Balkone, erdberührte Außenwände und unter Bodenplatten).



Mineralwolle (Glas- und Steinwolle)

Das Ausgangsprodukt für Mineralwolle (λ -Wert von 0,032-0,042) sind Fasern verschiedener Gesteinsarten oder von Altglas. Daher verwendet man für Mineralwolle auch oft die Bezeichnung Stein- bzw. Glaswolle. Zum Teil werden für die Herstellung Recyclingmaterial bzw. Rohstoff-Abfälle von anderen Fabriken verwendet. Für die Glas- bzw. Gesteinsfaserproduktion ist ein sehr hoher Energieeinsatz nötig. Mineralwolle gibt es in Form von

Platten oder als Dämmfilz (weich und formbar) und wird oft für Fassaden, vor allem auch bei Holzbauten, und bei Dachschrägen oder Dachböden verwendet.



Schaumglas / Glasschaum

Bei der Herstellung von Schaumglas (λ -Wert von 0,05-0,08) wird als Ausgangsstoff in erster Linie Altglas verwendet, dieses wird geschmolzen und aufgeschäumt. Auch hier ist bei der Herstellung ein großer Energieaufwand nötig. In Form von Platten oder Schotter wird es in erster Linie bei erdberührten Bauteilen (vor allem unter Bodenplatten) verwendet.



Zellulose

Für Dämmstoff aus Zellulose (λ -Wert von 0,038-0,04) wird vor allem Altpapier verwendet. Dieses wird zerkleinert und meist mit Borsalz (als Schädlings- und Brandschutzmittel) gemischt. Zellulose kann in Form von Platten oder als lose Zellulosefaser eingesetzt werden. Die losen Zellulosefasern werden mit Schläuchen durch kleine Öffnungen in den Hohlraum, der gedämmt werden soll, eingeblasen. Zellulose ist zwar ein natürlicher

Rohstoff, wegen der Borsalz-Zusätze ist die Entsorgung aber dennoch problematisch.



Schafwolle

Es besteht die Möglichkeit, Schafwolle auch als Dämmstoff zu verwenden. Sie kann in Form von Dämmfilz in Holzkonstruktionen eingebracht werden und hat einen λ -Wert von 0,038-0,045. Diese Form der Dämmung ist umweltfreundlich und ökologisch.



Holzweichfaserplatten

Solche Platten haben einen λ -Wert von 0,039-0,042. Für die Herstellung von Dämmmaterial aus Holzfasern wird in erster Linie zerkleintes Fichten- oder Kiefernholz verwendet. Die Holzfasern können in Form von Platten oder lose als Dach-, Wand- und Deckendämmung eingesetzt werden. Sie sind sehrdiffusionsoffen, d. h., sie können sehr viel Feuchtigkeit aufnehmen, ohne dass sie ihre Dämmeigenschaft verlieren. Holzfasern-Dämmplatten können

regional hergestellt werden.



Hanffaser

Hanf ist ein nachwachsender, heimischer Rohstoff und ist eine der ökologischen Dämmstoff-Varianten. Hanf wird in Form von Dämmplatten bzw. Filz als Dämmstoff angeboten und hat λ -Wert von 0,039-0,045. Verwendung findet er vor allem als Fassadendämmung sowie als Zwischensparrendämmung bei Holzkonstruktionen.



Stroh

Stroh, ursprünglich eigentlich ein landwirtschaftliches Nebenprodukt, wird als umweltfreundliche Dämmstoff-Variante immer beliebter und hat je nach Ausrichtung der Strohhalme einen λ -Wert von 0,042-0,055. Dabei wird das Stroh meist in Form von gut gepressten Ballen zwischen Holzkonstruktionen angebracht. Das wichtigste Kriterium, ob Stroh für die Dämmung geeignet ist oder nicht, ist der Feuchtegehalt des Materials. Ab einer Feuchte von

15 % besteht nämlich die Möglichkeit der Schimmelbildung.



Kokos

Die Fasern aus der Schale der Kokosnuss werden zu einem Vlies oder zu Platten verarbeitet und können so als Dämmmaterial (λ -Wert von 0,045-0,055) eingesetzt werden, vor allem für die Dämmung von Wänden und Decken im Innenbereich, aber auch für die Fassadendämmung. Kokosfasern sind diffusionsoffen und feuchtigkeitsregulierend. Die Kokosfaser gehört zwar zu den natürlichen, ökologischen Dämmstoffen, kann aber aufgrund der

weiten Transportwege nicht mit den heimischen Dämmstoffen mithalten. Sie ist aus diesem Grund auch um einiges teurer als andere Dämmmaterialien.

Unterrichtstipps

- **Kennen lernen verschiedener Dämmstoff-Materialien**

Die Dämmstoff-Box herumreichen und die Materialien fühlen und benennen lassen. Mit Hilfe der Karteikarten die Materialien der Reihe nach vorstellen und kurz besprechen, welches der jeweilige Ausgangsstoff ist, welche Eigenschaften die Materialien haben und in welchen Bereichen sie vorrangig Verwendung finden.

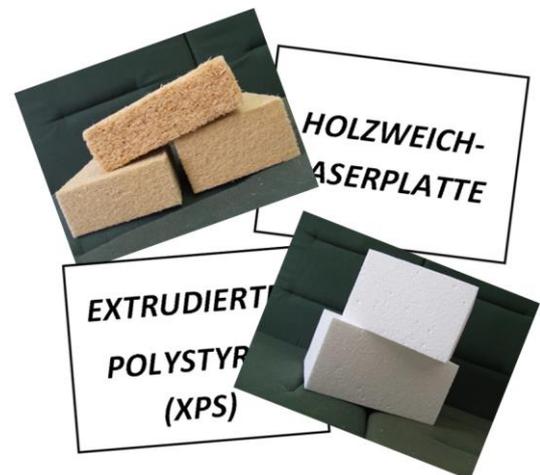
Mittels einer Internet-Recherche sollen anschließend die SchülerInnen mögliche Bezugsquellen für diese Dämmstoffe herausfinden.

- **Diskussion der Vor- und Nachteile der Dämmstoffe**

Die SchülerInnen erhalten in Kleingruppen jeweils einen Dämmstoff und stellen dann der Klasse dessen Vor- und Nachteile vor.

- **Dämmstoffspiel mit MemoCards**

Dient zur Festigung der Namen der unterschiedlichen Materialien.



Wärmeschutzfenster

Zwar nehmen die Fenster eines Gebäudes durchschnittlich nur 20 % der Außenwandfläche ein, dennoch spielen sie bei der Berechnung der Energiekennzahl eine entscheidende Rolle. Und noch wichtiger, vor allem auf die Wohlfühlqualität und Behaglichkeit eines Gebäudes haben sie einen großen Einfluss.

Fachinfo:

Für die wärmetechnische Beurteilung eines Fensters spielen der Gesamt-U-Wert und der Energiedurchlassgrad eine Rolle. Der Gesamt-U-Wert des Fensters ergibt sich aus dem U-Wert des Rahmens U_f , dem U-Wert der Verglasung U_g und dem Glasrandverbund (den Abstandhaltern).

U-Wert des Rahmens (U_f): Der U_f -Wert wird immer schlechter sein als jener der Verglasung. Deshalb gilt auch, dass kleinere Fenster (größerer Rahmenanteil) einen höheren Gesamt-U-Wert haben als große Fenster. Man unterscheidet Holz-, Holz-Alu-, Kunststoff- und Alu-Rahmen. Ein guter U_f liegt bei ca. $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.



U-Wert der Verglasung (U_g): Er hat den größten Einfluss auf den Gesamt-U-Wert des Fensters. Der U_g -Wert ist abhängig von der Scheibenzahl, der Gasfüllung und der Anzahl der Beschichtungen. Ein guter U_g liegt bei etwa $0,7$ bis $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Der Energiedurchlassgrad (g-Wert) eines Fensters wird in Prozent angegeben. Ein g-Wert von 53 % bedeutet, dass 53 % der Sonnenstrahlen, die an der Außenscheibe auftreffen, auch in den Innenraum gelangen. 3-Scheiben-Verglasungen haben einen schlechteren g-Wert (oft unter 50 %) als 2-Scheiben-Verglasungen. Ziel ist ein Fenster mit einem möglichst kleinen Gesamt-U-Wert und einem möglichst großen g-Wert. Der Gesamt-U-Wert für ein gutes Fenster liegt derzeit bei ca. $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ein Passivhausfenster schafft es auf einen Wert von $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Wird ein Gebäude neu gebaut bzw. werden bei einem bestehenden Haus die Fenster getauscht, ist neben der Wahl der richtigen Fenster auch ein normgerechter Fenstereinbau von großer Bedeutung. Die Fenster nur in das Mauerwerk einzusetzen, mit PU-Schaum auszuschaümen und zu verputzen, reicht dafür nicht aus.



Ein Einbau nach Norm B 5320 ist nötig. Das bedeutet, dass bei den Anschlussfugen sowohl außen als auch innen Dichtungsbänder angebracht werden müssen.



Auf der Innenseite ist dafür eine diffusionsdichte Abdichtung nötig, auf der Außenseite muss eine diffusionsoffene und schlagregendichte Abdichtung angebracht werden.



Auch ein guter Einbau von Rollladenkästen ist enorm wichtig.

Ob bei einem bereits bestehenden Gebäude die Fenster richtig eingebaut wurden oder nicht, ist auf den ersten Blick nicht ersichtlich. Hinweise für einen schlechten Einbau sind jedoch Kondensatbildung oder gar Schimmel in den Fensterlaibungen. Einen schlechten Fenstereinbau kann man auch mit einer Thermografie-Kamera aufdecken.

Unterrichtstipps

- **Aufspüren undichter Fenster im Schulhaus**

Mit einem Strömungsprüfröhrchen (Rauchröhrchen) lassen sich sehr einfach auch die leichtesten Luftströmungen feststellen. Undichte Fenster und Türen (auch Kühlschrankschranktüren) lassen sich leicht aufspüren. In den Röhrchen befindet sich rauchende Schwefelsäure. Wenn die Spitzen des Röhrchens geöffnet (abgebrochen) wurden, pumpt man mit dem kleinen Gummiball Luft durch. Dabei entsteht sichtbarer weißer Rauch, der durch eventuell vorhandene Luftströmungen getragen wird.

Zu bestellen sind Strömungsprüfer für Luft zB bei der Fa. Dräger (www.draeger.com)



- **Messung der Oberflächen-Temperaturen von Fensterscheiben**

Mit dem 4-Kanal-Wandtemperatur-Messgerät lassen sich auch die Temperaturen von Außen- und Innen-Fensterscheiben messen, empfohlen werden verschiedene Fenstertypen. Für die Messung werden die Thermofühler an die Scheibe geklebt und die Messwerte entweder abgelesen oder mit dem Datenlogger auf einem PC ausgewertet. Wichtig für die Interpretation ist auch, dass die Temperatur der Außenluft sowie der Innenraumluft parallel erfasst wird, um das Temperaturgefälle zu zeigen (dazu können der USB-FreeTec-Datenlogger oder auch das Wöhler-Messgerät verwendet werden – siehe Kapitel „Wand- und Raumtemperatur“).

- **Besprechung der Bedeutung von Vorhängen**

Mit dem Arbeitsblatt „Fenster und Vorhang“ lernen die SchülerInnen, dass verdeckte Heizkörper letztendlich Wärmeenergie verschwenden.

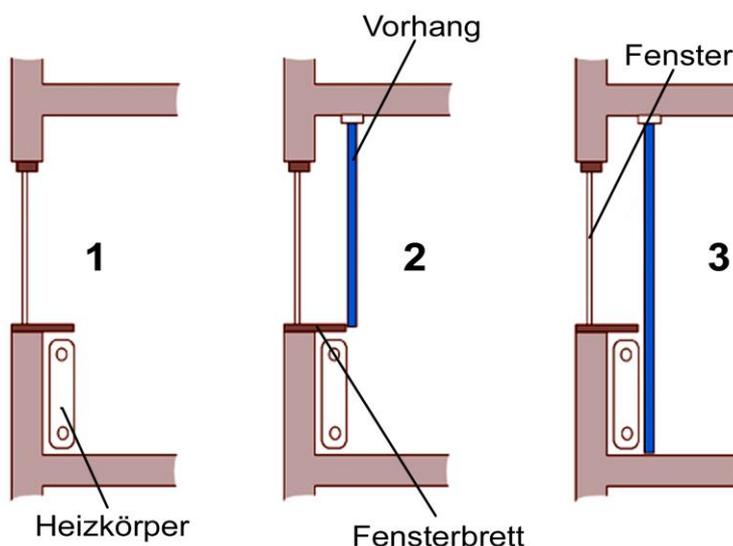
Arbeitsblatt Fenster und Vorhang

Diese Seite vor dem Ausfüllen kopieren!



Fenster werden oft durch Vorhänge verdeckt – zur Beschattung bzw. als Sichtschutz. Vorhänge können aber, wenn sie richtig angebracht sind, auch helfen, Energie zu sparen.

Welcher der drei Heizkörper gibt die meiste Wärme in den Raum ab, welcher am wenigsten Wärme? Schreibe auf, warum du das glaubst?



Die meiste Wärme gibt Heizkörper Nr. _____ ab.

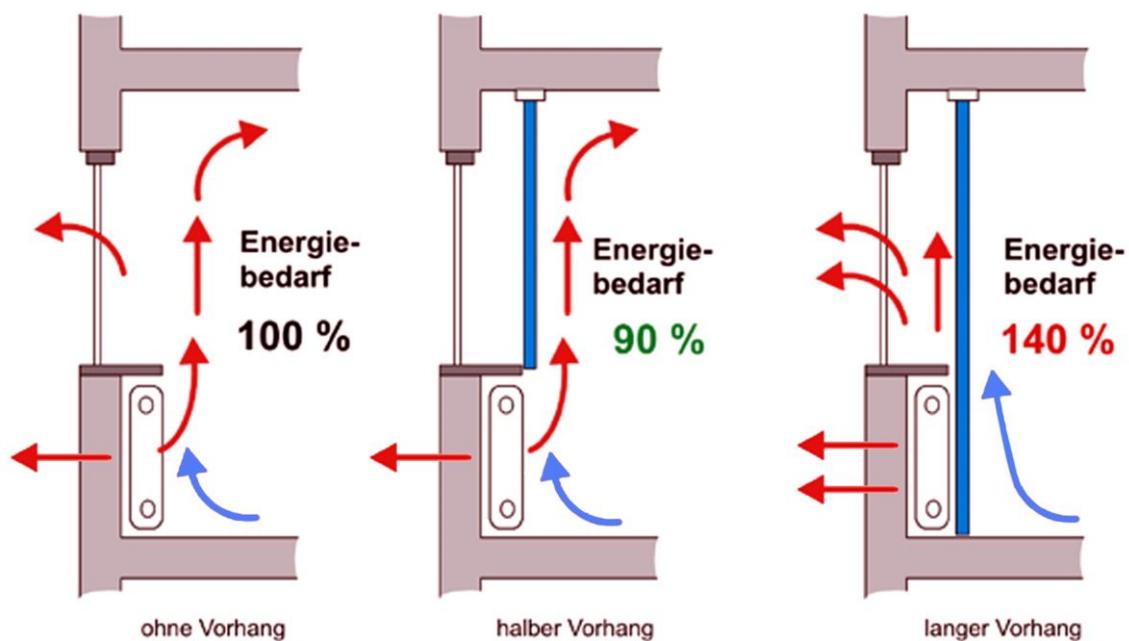
Die wenigste Wärme gibt Heizkörper Nr. _____ ab.

Erkläre warum?

Arbeitsblatt Fenster und Vorhang - Lösungen

Antworten: Die meiste Wärme gibt Heizkörper 2 ab, die wenigste Wärme Heizkörper Nr. 3.

Warum? Damit Heizkörper ihre optimale Leistung abgeben können, darf kein Wärmestau entstehen. Es ist eine gute Luftzirkulation notwendig. Sind die Heizkörper mit Vorhängen zugehängt (mit Möbeln verstellt, verkleidet oder sogar eingebaut), kann die Wärme nicht ungehindert in den Raum gelangen, weil der freie Zirkulationsweg verbaut ist. Die Wärme staut sich dann hinter diesen Barrikaden, wird somit stärker durch die Außenwand abgestrahlt und erwärmt nur schlecht den Raum. Vorhänge (auch Gardienen) oder Möbel gehören nicht vor die Heizkörper - auch wenn es schöner aussieht.



Grafik: www.minol.de/heizkosten-sparen (verändert)

Thermografie

Der Begriff Thermografie ist zwar bekannt, doch wie sieht so eine Thermografie-Aufnahme nun wirklich aus? Welche Aussagekraft hat eine solche Aufnahme? Wie funktioniert eine Wärmebildkamera überhaupt? Wie unterscheiden sich Gebäude mit Schwachstellen und somit hohen Wärmeverlusten von Gebäuden ohne Schwachstellen und somit geringen Wärmeverlusten? All diesen Fragen wird hier auf den Grund gegangen. Weiters werden auch Ursachen für Schwachstellen begründet.

Fachinfo:

Thermografie stellt die Wärmeabstrahlung (Infrarotstrahlung) von Lebewesen, aber auch von Gegenständen wie Häusern, in bunten Bildern dar. Die unterschiedlichen Wärmegrade werden dabei mit verschiedenen Farben abgebildet. Das Wärmebild, das sog. Thermogramm, zeigt die Temperaturunterschiede zB am Gebäude. Durchgeführt wird sie mittels einer Wärmebildkamera (Thermografie-Kamera). Diese ist etwas größer als eine digitale Spiegelreflexkamera und misst Temperaturen berührungslos aus der Ferne.



Der Begriff „Thermografie“ setzt sich aus zwei altgriechischen Wörtern zusammen: „thermos“ bedeutet „warm“ (man kennt es auch aus anderen Zusammensetzungen wie zB Thermoskanne), „graphein“ heißt übersetzt „schreiben, aufschreiben“. „Wärmeaufzeichnung“ wäre also in etwa die adäquate Übersetzung von Thermografie.

Bei thermischen Schwachstellen (= schlechter Wärmedämmung, Wärmebrücken etc.) tritt mehr Wärme nach außen als an anderen Stellen. Diese Bereiche sind somit wärmer und werden als hellere Bereiche (in den Farben Gelb, Rot und Weiß) sichtbar. Dadurch sind für ExpertInnen thermische Schwachstellen und (auch verdeckte) Baumängel von Gebäuden, an denen Energieverlust auftritt, unmittelbar erkennbar.

Voraussetzungen, damit die Thermografie funktioniert

Gebäudethermografie nur im Winter

Voraussetzung für eine Thermografie-Aufnahme ist eine Temperaturdifferenz zwischen innen und außen von rund 20 °C. Die Aufnahmen können daher nur während der Heizperiode im Winter erfolgen. Zur Vorbereitung wird das Gebäude zwölf bis 24 Stunden zuvor ausreichend beheizt, um einen möglichst konstanten Wärmefluss zu erzielen.

Außenthermografien nur nachts

Bei Außenthermografien soll die Thermografie-Aufnahme mindestens sechs Stunden nach Sonnenuntergang, aber noch vor Sonnenaufgang durchgeführt werden. Hintergrund hierfür ist, dass die Sonne tagsüber die Fassaden erwärmt, wodurch die Messergebnisse verfälscht werden. Außenthermografien werden daher nur im Zeitraum von frühestens 22 Uhr bis Sonnenaufgang durchgeführt.

Geringe Windgeschwindigkeit

Wind führt zu einer verstärkten Abkühlung von Fassaden, wodurch ebenfalls die Messergebnisse verfälscht werden. Die maximale Windgeschwindigkeit, bei der qualitative Thermografien noch gemacht werden können, beträgt 1 m/s.

Keinerlei Niederschlag

Auch Feuchtigkeit in der Luft oder am Gebäude beeinträchtigt das Messergebnis. Die Gebäudehülle darf von Niederschlag nicht befeuchtet sein. Außerdem müssen geeignete Witterungsbedingungen vorliegen: kein Nebel oder Niederschlag wie Schnee oder Regen.

Metalle und Fenstergläser

Fenstergläser und viele Metalle haben die Eigenschaft, im Infrarotbereich Wärmestrahlung zu reflektieren. Daher sind bei diesen Aufnahmen Spiegelungen der Umgebung (zB Menschen, andere Gebäude, Bäume oder sogar der Nachthimmel) zu beobachten. Aus diesem Grund kann über die thermische Qualität von Fenstergläsern und Metallen mittels Thermografie in der Regel keine eindeutige Aussage gemacht werden!

Schlüsse, die man aus Wärmebildkameraaufnahmen ziehen kann

Die Bilder zeigen mit dem Auge nicht erkennbare Stellen, an denen Wärme verloren geht. Kennt man diese Stellen, kann man die Ursachen für den Wärmeverlust eruieren und die schadhafte Stellen sanieren, sei es durch eine Wärmedämmung, neue Dichtungen, Mauertrockenlegung etc. Was mit Wärmebildkameraaufnahmen eines Gebäudes begonnen hat, endet schlussendlich in einer gelungenen thermischen Sanierung. Nach einer erfolgreichen und umfassenden thermischen Sanierung sind im Thermografiebild praktisch keine Schwachstellen mehr zu erkennen. Die Thermografie nach der Sanierung ist somit auch ein hilfreiches Mittel zur Qualitätssicherung bzw. zur Überprüfung, ob die Sanierung funktioniert hat.

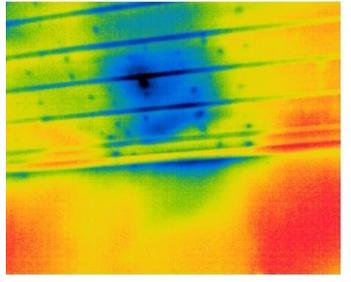
Unterrichtstipps

- **Klärung der Frage, was Thermografie eigentlich ist**
Einstieg in das Thema mit der Impulsfrage, ob man bei einem Haus „Fieber messen“ kann und welchen Zweck dies haben könnte?
- **Kennenlernen von Wärmebildern**
Einige Thermobild-Karten werden gemeinsam besprochen und dabei diverse Fragen geklärt (zB Was ist bei dem Bild erkennbar? Gibt es Schwachstellen? Wo sieht man einen Altbau, wo einen Neubau bzw. einen sanierten Altbau? Wo ist die Temperaturskala und was zeigt sie? ...) Dazu wird das Infoblatt „Thermografiebilder“ verwendet.
- **Interpretation von Wärmebildern**
Unter Verwendung des Arbeitsblatts „Thermografie“ sollen die verschiedenen aufliegenden Bildkarten interpretiert werden. Die Antworten werden eingetragen und die Lösungen gemeinsam besprochen.

Hinweis: Bei Interesse an einer Demonstration der Wärmebildkamera kann die Schule Kontakt mit der Energieberatung Steiermark des Amtes der Stmk. Landesregierung bzw. dem Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark aufnehmen.

Infoblatt Thermografiebilder

Typische Ursachen für thermische Schwachstellen sind durch Thermografiebilder leicht zu erkennen, hier einige Beispiele:

 <p>Eine stark unregelmäßige Mauerwerkstruktur.</p>	<p>Geringe oder keine Wärmedämmung</p> <p>Bestandsgebäude der 50er bis 70er Jahre sind vielfach ohne oder nur mit geringer Wärmedämmung ausgestattet. Die Mauerwerkstruktur bei Außenwänden wird oft sichtbar, auch Sockelzonen treten vielfach klar hervor. Bei Holzkonstruktionen wie beispielsweise Dachschrägen zeichnen sich Hohlräume ab.</p>
 <p>Die Geschosßdecke zwischen EG und OG ist klar erkennbar.</p>	<p>Wärmebrücken</p> <p>Wärmebrücken sind jene Bereiche, durch die Wärme schneller nach außen transportiert wird als durch die anderen. Typische Wärmebrücken sind Balkonplatten, Fensterstürze (Träger oberhalb des Fensters) oder die Einbindung von Decken in Außenwänden. Sie treten somit zumeist an jenen Stellen auf, bei denen aus statischen Gründen (ungedämmter) Stahlbeton eingebaut ist oder unterschiedliche Materialien aufeinandertreffen.</p>
 <p>Kaltluft strömt an mehreren undichten Stellen der Terrassentür in den Innenraum.</p>	<p>Undichtheiten</p> <p>Häufig treten Undichtheiten bei Fenster- und Türkonstruktionen auf. Einerseits können Undichtheiten zwischen dem (aufzumachenden) Fensterflügel und dem (fest eingebauten) Fensterstock, andererseits auch zwischen dem Fensterstock und dem Mauerwerk auftreten.</p> <p>Weitere typische Stellen für Undichtheiten sind Übergänge von massiven Bauteilen zu Holzkonstruktionen wie beispielsweise bei der Traufe (Übergang vom Mauerwerk zur Dachschräge) oder bei Durchdringungen, wie zB der Entlüftungsleitung durch die Dachschräge.</p>
 <p>Eine Dachschräge mit eingedrungener Feuchtigkeit und dadurch schadhafter Dämmung.</p>	<p>Feuchte Bauteile</p> <p>In Bauteilen enthaltene Feuchtigkeit erhöht die Wärmeleitung und damit die Wärmeverluste. Mauerwerksfeuchte ist insbesondere bei Gebäuden ohne horizontale Feuchtigkeitssperre zu finden. Aber auch in Holzkonstruktionen kann Feuchtigkeit auftreten, wenn beispielsweise feuchte Luft in die Konstruktion eintritt, dort abkühlt und kondensiert. Aber auch von außen eintretende Feuchtigkeit, wie Niederschlagswasser kann zu Feuchteschäden in gedämmten Holzkonstruktionen führen.</p> <p>Vor der thermischen Sanierung müssen die Ursachen der Durchfeuchtung jedenfalls behoben werden.</p>

(Quelle: Vorlage Thermografie-Bericht der EnergieberaterInnen des Landes Steiermark)

Arbeitsblatt Thermografie

Diese Seite vor dem Ausfüllen kopieren!

WICHTIG: Beim Betrachten der Bilder rechts auf die jeweilige Temperaturskala achten!

1. Welche Bildkarten zeigen Außenwände mit guter Wärmedämmung?

2. Welche Schwachstelle zeigt der lange, rote Streifen über dem EG bei der Bildkarte 14?

3. Welche Bildkarten zeigen Innenaufnahmen?

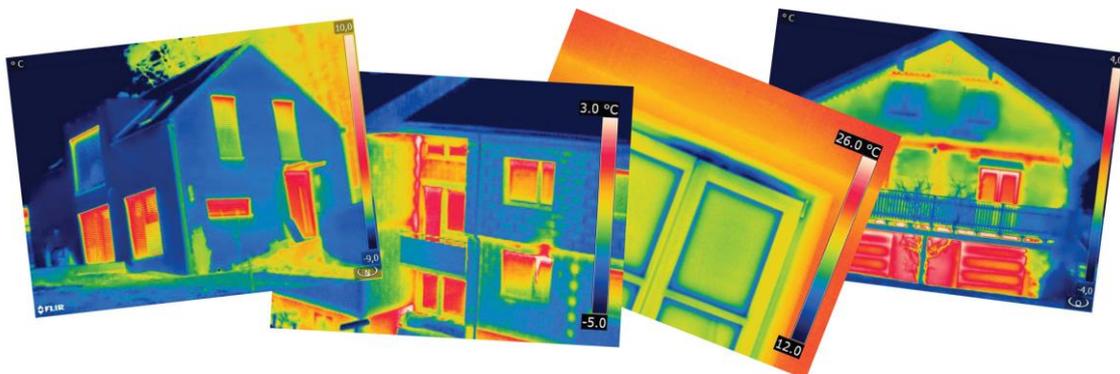
4. Welche Bildkarten zeigen auf jeden Fall Häuser ohne Vollwärmeschutz?

5. Welche Bedeutung hat die grün-blaue Wand auf Bildkarte 11?

6. Was sagt Bildkarte 6 über den Zustand bzw. das Alter der Fenster aus?

7. Warum sind bei Bildkarte 14 die Fenster im OG blau und die Fenster im EG rot?

8. Was zeigt Bildkarte 8?



Arbeitsblatt Thermografie - Lösungen

1. Welche Bildkarten zeigen Außenwände mit guter Wärmedämmung?

Lösung: 4, 5, 10, 12, 13

2. Welche Schwachstelle zeigt der lange, rote Streifen über dem EG bei der Bildkarte 14?

Lösung: Der Balkon (auskragender Betonteil) leitet Wärme direkt nach außen (Wärmebrücke).

3. Welche Bildkarten zeigen Innenaufnahmen?

Lösung: 1, 7, 8, 11

4. Welche Bildkarten zeigen auf jeden Fall Häuser ohne Vollwärmeschutz?

Lösung: 2, 9, 14

5. Welche Bedeutung hat die grün-blaue Wand auf Bildkarte 11?

Lösung: Holzriegelbau mit sehr geringer Wärmedämmung. Die Folge ist eine niedrige Innenwand-Temperatur = unbehaglich!

6. Was sagt Bildkarte 6 über den Zustand bzw. das Alter der Fenster aus?

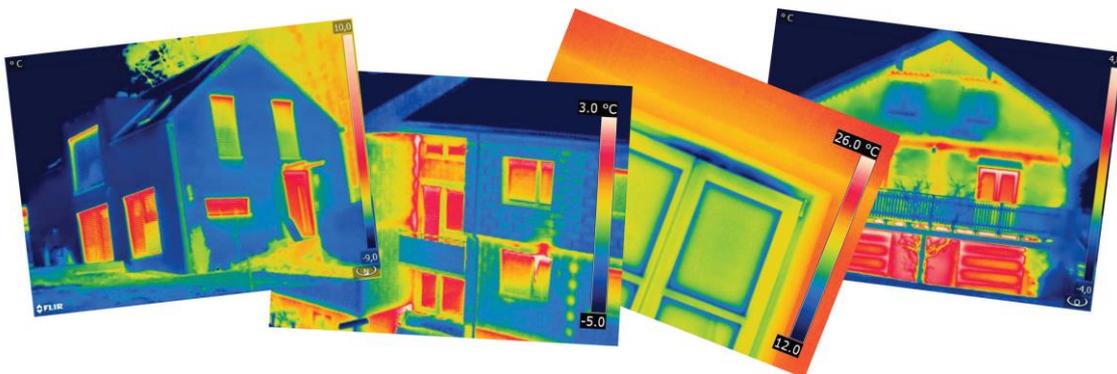
Lösung: Es handelt sich um alte, sanierungsbedürftige Fenster, durch die sehr viel Energie verloren geht.

7. Warum sind bei Bildkarte 14 die Fenster im OG blau und die Fenster im EG rot?

Lösung: Das Erdgeschoß ist beheizt, das Obergeschoß nicht.

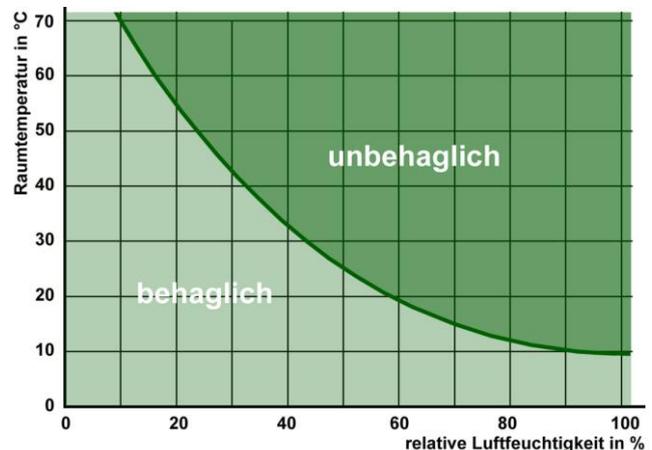
8. Was zeigt Bildkarte 8?

Lösung: schlecht eingebautes Fenster bzw. komplett verzogenes Fenster, keine Dichtungsbänder angebracht



Wand- und Raumtemperatur

Ein intelligentes Wärmemanagement spart Energie und Kosten. Außerdem führen überheizte, zu trockene und schlecht gelüftete Klassenzimmer zu vorzeitiger Übermüdung, Konzentrationschwäche und erhöhen die Infektionsanfälligkeit. In Räumen muss man sich behaglich fühlen. Zu den Hauptfaktoren für die Behaglichkeit gehören Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung und die Raumtemperatur. Stärkere Luftbewegungen in Räumen werden als unangenehme Zugluft empfunden. Die relative Luftfeuchtigkeit ist immer von der Raumtemperatur abhängig. Die als behaglich empfundene Lufttemperatur ist aber auch von der Jahreszeit abhängig. Grundsätzlich wird das thermische Wohlbefinden des Menschen maßgeblich bestimmt von Temperaturhöhe und Temperaturgleichmäßigkeit sämtlicher umgebenden Flächen.



Fachinfo:

Die Lufttemperatur sowie die Temperatur der uns umgebenden Oberflächen (Wände, Böden, Fenster, Türen, Mobiliar) bestimmen unser Wohlfühlverhalten. Diese beiden Temperaturen beeinflussen einander so sehr, dass es als angenehm empfunden wird, wenn der Mittelwert zwischen Luft- und Oberflächentemperatur bei rund 20° C liegt und die Unterschiede nicht mehr als 3° C betragen. Bei einer Raumlufttemperatur von 21-22° C sollte demnach die Temperatur zB der Außenwand nicht unter 18-19° C liegen.

Erhöht man nun die Oberflächentemperatur durch verbesserte Wärmedämmung, dann verringert sich auch die Abkühlung der Raumluft an den kalten Oberflächen, die Bildung von Kaltluft am Boden wird verhindert und die Behaglichkeit nimmt zu. Bei sehr guter Wärmedämmung erreichbaren Oberflächentemperaturen beinahe Raumlufttemperatur - Vorteil: Es wird keine zusätzliche Heizungsenergie benötigt, damit man sich wohlfühlt. Aber auch die richtige Auswahl und Anbringung der Heizkörper sowie die entsprechende Heizwasservorlauftemperatur sind wichtig.

Oberflächentemperaturen lassen sich mit einem normalen Thermometer kaum genau bestimmen, Abhilfe bieten sog. Infrarot-Thermometer. Diese ermitteln die Oberflächentemperatur berührungslos, da sie die von der jeweiligen Fläche ausgehende Strahlungsleistung (Infrarot-Strahlung) auswerten. Solche Messgeräte können nicht durch Glas oder Plexiglas hindurch messen, eignen sich aber hervorragend zur Messung von schwer zugänglichen Objekten (zB in hohen Räumen) oder heißen Oberflächen.

Eine andere Möglichkeit, Wandtemperaturen zu messen, ist die Verwendung von speziellen Wand-Messgeräten, die mit einem Datenlogger und mehreren Thermofühlern gleichzeitig an verschiedenen Wandstellen die Temperatur messen. Somit können Temperaturunterschiede in Wänden ermittelt werden, die Rückschlüsse auf mögliche Baumängel ermöglichen.

Messgeräte:

Die auf der nächsten Seite beschriebenen Messgeräte sind im Energieausweis-Praxiskoffer vorhanden, können jedoch beim UBZ nach Verfügbarkeit auch einzeln entlehnt werden.

Infrarot-Thermometer VOLT-CRAFT IR 260-8S

Dieses einfache (akku- bzw. batteriebetriebene) Gerät ist für schulische Demonstrationen optimal, der Messbereich reicht von -30 bis +260° C. Wichtig ist bei diesem Gerät zu beachten, dass die Größe des gemessenen Infrarot-Bereiches mit der Entfernung im Verhältnis 1:8 zunimmt (Beispiel: in 1 m Entfernung beträgt der Messbereich 12,5 cm, in 4 m Entfernung bereits ½ m). Die einfache Handhabung ist der beiliegenden Bedienungsanleitung zu entnehmen.

Achtung: Gerät nicht in feuchten und staubigen Räumen verwenden. Den Laserstrahl nicht auf Personen oder Tiere richten, er kann zu Augen oder Hautverletzungen führen!



4-Kanal-Wandtemperatur-Messgerät EXTECH SDL 200

Dieses Gerät ermöglicht die Messung und Speicherung mit bis zu vier Thermoelementen und erfordert durch die empfindlichen Messelemente eine Handhabung durch Lehrpersonen bzw. durch SchülerInnen unter Aufsicht. Erfasste Messwerte können am Display abgelesen und auf einer SD-Karte (Excel-Format) gespeichert werden, was einen einfachen Datentransfer auf einen PC oder Laptop ermöglicht. Das Datenlogger-Intervall ist von 1 sec bis 1 Std. einstellbar, das Gerät ist manuell und automatisch zu bedienen und ist mit Batterien oder einem Netzteil zu betreiben. Die etwas anspruchsvollere Handhabung ist der beiliegenden Bedienungsanleitung zu entnehmen.



USB-Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Datenlogger FreeTec NC-7004

Dieses einfache Messgerät ist für die schulische Verwendung gut geeignet und durch den Batteriebetrieb überall einsetzbar. Es lassen sich damit der Temperaturverlauf (Messintervall 60 sec bis 4 Std.) sowie die Luftfeuchtigkeit in Räumen oder auch verschlossenen Gegenständen leicht überwachen und die Messdaten sind unproblematisch am PC oder Laptop auswertbar. Die einfache Handhabung ist der beiliegenden Bedienungsanleitung zu entnehmen.



Temperatur/Feuchte/CO₂-Messgerät WÖHLER CDL 210

Dieses Messgerät eignet sich optimal zur kontinuierlichen Überwachung der CO₂-Konzentration (in ppm) in Gebäuden und hilft, das Lüftungsverhalten zu optimieren. Da auch Lufttemperatur und Luftfeuchte gemessen und an einem großen Display angezeigt werden, kann das Messgerät bei einer Problemanalyse (wie zB Unbehaglichkeit, zu trockene Luft, Schimmel, Konzentrationsprobleme) gute Dienste leisten. Bei Überschreiten der voreingestellten CO₂-Konzentration gibt es ein akustisches Signal.



Unterrichtstipps

Die passende Raumtemperatur ist in jeder Schule ein Diskussionsthema, ebenso das Lüften. In jedem Raum gibt es verschiedene Temperaturniveaus, die mit der Nähe/Ferne zum Heizkörper oder zum Fenster zusammenhängen und abhängig sind von der Ausrichtung des Raumes zur Sonne, von der Wärmedämmung der Wände sowie von der Anzahl der anwesenden Personen.

- **Erstellung eines Plans über die Temperaturverteilung im Klassenraum**

Zunächst werden Gruppen gebildet und mit je einem Infrarot-Thermometer und einem Arbeitsblatt ausgestattet. Dann wird in der Klasse die Temperatur folgender Flächen gemessen: Fensterwand (unten und oben, direkt neben dem Fenster), Raumdecke (vorne, Mitte, hinten), Fußboden (vorne, Mitte, hinten), Tafelwand, Rückwand, Wand gegenüber den Fenstern (unten und oben), Inventarflächen (Sessel, Tische, Kasten, Tafel, Couch ...), Heizkörpernische, Fensterbank, Fensterrahmen, Decke in Lampennähe u. a. interessante Flächen. Die Messergebnisse der verschiedenen Gruppen werden verglichen und ein gemeinsamer (Mittel)Wert festgelegt. Anschließend wird die Temperaturverteilung im Raum mit einer Skizze grafisch dargestellt.

- **Zusatzaufgabe: Vergleich der Temperaturverteilung nach einer Totallüftung**

Nach einer 5-7 Minuten-Lüftung (am besten Querlüftung) werden alle vorher gemessenen Flächen nochmals mit dem Infrarot-Thermometer gemessen, um den tatsächlichen Temperaturverlust zu erheben. Die SchülerInnen stellen fest, dass die gespeicherte Wärme weitestgehend erhalten bleibt, obwohl die Luft abgekühlt wurde.

- **Weitere Möglichkeiten für Temperatur-Checks mit nachfolgender Diskussion**

- Vergleich diverser Schulräumlichkeiten mit der Richtwertetabelle auf dem Arbeitsblatt
- Wand an der Fensterseite außen und innen: Damit kann gezeigt werden, welche Wärmedämmeigenschaften die Mauer hat.
- Suche nach Wärmebrücken (Kältebrücken): Damit kann gezeigt werden, wo Wärme verloren geht.
- Temperatur von Mauern in der Sonne und im Schatten (ev. Nord- und Südseite): zum Demonstrieren der Wärmestrahlung der Sonne
- EDV-Raum, Heizraum, Küche u. a. „wärmere“ Räume mit der eigenen Klasse vergleichen: Erklärung der höheren Temperaturen

Schimmel

Schimmel an Wänden, hinter Kästen oder an Fußbodenleisten sind in vielen Wohnungen zu finden. Dieses Problem wird zum Teil selbst verursacht, zum Teil hat es Ursachen im Baubereich.

Fachinfo:

Ab Mitte des 19. Jahrhunderts wurden Kriterien für die Luftqualität festgelegt (durch den Hygieniker Max von Pettenkofer). Ein Kohlendioxid-Gehalt ab 1000 ppm (0,1 Vol-%) und ein höherer Wasserdampfgehalt in Verbindung mit hoher Raumtemperatur, aber auch zu trockene und zu kalte Raumluft stören die Behaglichkeit. Durch die moderne Bauweise werden Gebäude immer besser wärmedämmend, aber auch Altbauten werden vermehrt thermisch saniert und mit dichten Fenstern ausgestattet. Dies hat zur Folge, dass in Räumen vielerorts Luftqualitätsprobleme auftreten, da der natürliche unkontrollierbare Luftwechsel über undichte Konstruktionsteile nahezu ausgeschaltet ist. Werden nun Räume (in Schulen oder Büros) nicht ausreichend oder falsch ge- oder belüftet, treten Probleme mit an sich natürlichen Luftbestandteilen wie dem Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf auf. Vor allem bei sanierten Altbauten nimmt das Problem von Taupunktunterschreitungen und damit Schimmelpilz-Wachstum massiv zu. Dies passiert, wenn in der kalten Jahreshälfte zu wenig gelüftet wird und es aufgrund hoher Luftfeuchtwerte in Innenräumen (zB Bäder, Küchen) an kühleren Bauteilen (Wänden) zu Kondensaterscheinungen kommt. Während sommerlicher Hitzeperioden hingegen führt zu intensives Lüften ebenfalls zu Kondensaterscheinungen an eigentlich gut gedämmten raumbegrenzenden Oberflächen („Sommerkondensation“). Innenwie auch Außenwände, ja sogar ganze Räume können dann von Schimmelpilzen befallen werden.



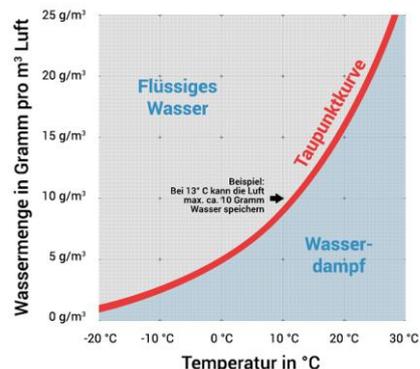
Selbst im modernen Wohnbau kommt es zu Schimmelpilzbefall an Bauteilen, wobei die Ursachen dafür vielschichtig sind, meist eine Kombination aus baulichen Unzulänglichkeiten gekoppelt mit einem falschen Nutzerverhalten. Dies tritt vor allem auf bei nordorientierten Räumen im Erdgeschoß, in Waldnähe oder in der Nähe zu Gewässern, insbesondere aber durch Dauerlüften an Hitzetagen. Mit zunehmender Gebäudedämmung übertragen die Außenbauteile nahezu keine Wärme von außen an die Innenoberflächen.

Als Kriterium wird die sog. „kritische Temperatur für Schimmelbildung“ herangezogen, was der Taupunkttemperatur aus der gemessenen minimalen Oberflächentemperatur und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 % entspricht. Bei dieser relativen Feuchtigkeit an der Wandoberfläche sind die Wachstumsvoraussetzungen für fast alle innenraumrelevanten Schimmelpilzarten erreicht. Künftig wird man verstärkt darauf achten müssen, dass die Temperaturen der Innenoberflächen auch im Sommer ausreichend warm sind. Somit ist wichtig, sich um eine passende Raumlüftung zu bemühen, um Taupunktunterschreitungen an den raumbegrenzenden Oberflächen und somit Schimmelpilz-Wachstum zu vermeiden.

Ein Dauerbetrieb einer mechanischen Lüftungsanlage scheint diese Voraussetzung im Sommer nicht zu erfüllen. Es ist daher notwendig, auch die Parameter Oberflächentemperatur im Innenraum, Luftfeuchtigkeitsgehalt der Außenluft und CO₂-Gehalt der Raumluft in die Steuerung von Lüftungsanlagen zu integrieren. In diesem Zusammenhang gilt es auch, den Anforderungen der Behaglichkeitskriterien in Schulen gerecht zu werden, in denen SchülerInnen und Lehrpersonal entsprechende Leistungen zu erbringen haben.

Taupunkt(temperatur)

Als Taupunkt bezeichnet man jene Temperatur, die unterschritten werden muss, damit sich aus der feuchten Luft Wasserdampf abscheiden kann und an Oberflächen haften bleibt (die vorhandene Feuchtigkeit geht vom gasförmigen in den flüssigen Zustand über). Die relative Luftfeuchte beträgt am Taupunkt 100 %, d. h. die Luft ist mit Wasserdampf gesättigt. Die Taupunkttemperatur ist damit eine von der aktuellen Temperatur abhängige Größe. Je höher die Temperatur, umso mehr Wasserdampf kann die Luft aufnehmen.



1. Messen der Lufttemperatur
 2. Messen der relativen Luftfeuchte
 3. Ablesen der Taupunkttemperatur aus Tabelle (siehe unten)
 4. Messen der Untergrundtemperatur
 5. Vergleichen von Taupunkttemperatur und Untergrundtemperatur
- Anforderung: Untergrundtemperatur mind. 3°C höher als Taupunkttemperatur

Lufttemperatur °C	Taupunkttemperatur in °C bei relativer Luftfeuchte von									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
5	-24,0	-15,9	-11,2	-7,6	-4,6	-2,2	-0,1	+1,8	+3,5	+5,0
6	-23,1	-15,0	-10,3	-6,6	-3,7	-1,3	+0,8	+2,8	+4,5	+6,0
7	-22,3	-14,2	-9,4	-5,7	-2,8	-0,4	+1,8	+3,8	+5,5	+7,0
8	-21,6	-13,5	-8,5	-4,8	-1,8	+0,6	+2,8	+4,8	+6,5	+8,0
9	-21,0	-12,8	-7,6	-3,8	-0,8	+1,6	+3,8	+5,8	+7,4	+9,0
10	-20,2	-12,0	-6,7	-2,9	+0,1	+2,5	+4,8	+6,8	+8,4	+10,0
11	-19,5	-11,1	-5,9	-2,0	+0,9	+3,5	+5,7	+7,8	+9,4	+11,0
12	-18,7	-10,2	-5,0	-1,2	+1,7	+4,4	+6,6	+8,7	+10,4	+12,0
13	-17,9	-9,4	-4,2	-0,3	+2,6	+5,3	+7,5	+9,7	+11,4	+13,0
14	-17,2	-8,6	-3,3	+0,6	+3,5	+6,2	+8,5	+10,6	+12,3	+14,0
15	-16,4	-7,8	-2,4	+1,5	+4,5	+7,2	+9,5	+11,6	+13,3	+15,0
16	-15,7	-6,9	-1,5	+2,4	+5,5	+8,1	+10,5	+12,6	+14,3	+16,0
17	-14,9	-6,0	-0,7	+3,3	+6,5	+9,1	+11,5	+13,5	+15,3	+17,0
18	-14,1	-5,2	+0,2	+4,2	+7,4	+10,1	+12,4	+14,5	+16,3	+18,0
19	-13,2	-4,5	+1,0	+5,1	+8,3	+11,0	+13,4	+15,4	+17,3	+19,0
20	-12,5	-3,6	+1,9	+6,0	+9,3	+12,0	+14,3	+16,4	+18,3	+20,0
21	-11,7	-2,8	+2,7	+6,8	+10,2	+12,9	+15,3	+17,4	+19,3	+21,0
22	-11,0	-2,0	+3,6	+7,7	+11,1	+13,9	+16,3	+18,3	+20,3	+22,0
23	-10,3	-1,2	+4,5	+8,6	+12,1	+14,7	+17,2	+19,3	+21,2	+23,0
24	-9,6	-0,3	+5,4	+9,5	+12,9	+15,7	+18,2	+20,3	+22,2	+24,0
25	-8,8	+0,5	+6,3	+10,4	+13,8	+16,7	+19,2	+21,3	+23,2	+25,0
26	-8,0	+1,3	+7,1	+11,3	+14,8	+17,7	+20,2	+22,3	+24,2	+26,0
27	-7,3	+2,1	+7,9	+12,2	+15,8	+18,5	+21,0	+23,2	+25,2	+27,0
28	-6,5	+3,0	+8,7	+13,1	+16,7	+19,5	+22,0	+24,2	+26,2	+28,0
29	-5,7	+3,8	+9,6	+14,0	+17,5	+20,4	+23,0	+25,2	+27,2	+29,0
30	-5,0	+4,6	+10,5	+14,9	+18,4	+21,4	+24,0	+26,2	+28,2	+30,0

Ablesebeispiel:
 Lufttemperatur = 17°C, rel. Luftfeuchte = 80% → abgelesene Taupunkttemperatur = 13,5°C.
 Die Untergrundtemperatur muß mindestens 13,5°C +3°C = 16,5°C betragen.

Optimaler Zustand der Raumluft

Die Luftfeuchtigkeit beträgt zwischen 40 und 60 %, die Temperatur beträgt 20-21° C, der CO₂-Gehalt liegt bei rund 1000 ppm und in der Raumluft finden sich keine Gerüche und kein Staub.

Unterrichtstipps

- **Einfache Bestimmung der Taupunkttemperatur**

Eine Möglichkeit, die Taupunkttemperatur zu messen ist, eine Metallplatte (zB mit zwei Kühlpatronen) soweit abzukühlen, bis sich die Oberfläche mit Wasserdampf beschlägt. Die dann mit dem Infrarot-Thermometer an der Oberfläche des Metalls gemessene Temperatur ist die Taupunkttemperatur.

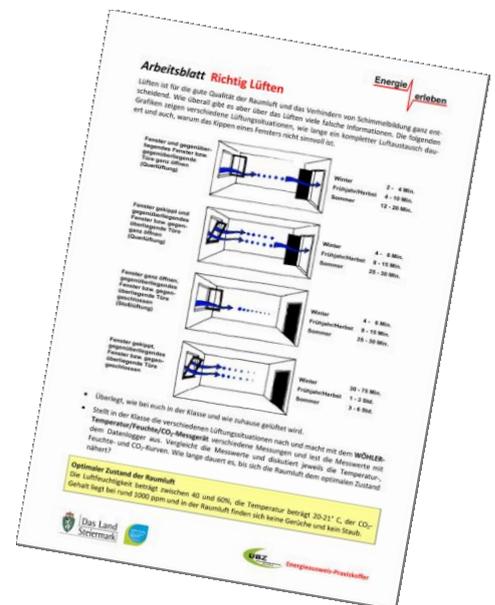
- **Schimmel in Räumen – Fragen für eine Gruppendiskussion**

Eine Gruppendiskussion ist eine sehr gute Möglichkeit, das Umwelt- und Gesundheitsthema „Schimmel im Wohnbereich“ aufzuarbeiten. Die Karten mit den Antworten auf die Fragen, die im Rahmen einer Gruppendiskussion gestellt werden, können ausgeschnitten und einzelnen SchülerInnen als Diskussionshilfe übergeben werden. Folgende Fragenkarten sind vorhanden:

- Herbst/Winterschimmel und Sommerschimmel – wer kennt Beispiele?
- Warum ist im Winter die Raumluft durch die Heizung nicht trocken genug, um Schimmelpilzwachstum zu verhindern?
- Wo ist das Risiko für Schimmel am größten?
- Warum entstehen Schimmelflecken vor allem in den Zimmerecken?
- Ist Pilzbefall immer sichtbar?
- Woher kommt die Feuchtigkeit?
- Was kann man gegen Schimmel tun – ist Lüften ausreichend?
- Wie und wie lange soll gelüftet werden?
- Warum gibt es auch Schimmelfall trotz guter Lüftung?

- **Richtiges Lüftungsverhalten**

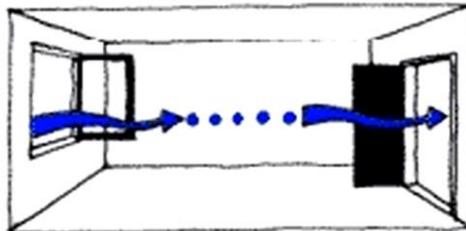
Richtig Lüften bedeutet, in möglichst kurzer Zeit die gesamte Raumluft auszutauschen, ohne dass dadurch die Wände auskühlen können. Mit dem Arbeitsblatt „Richtig Lüften“ werden zunächst verschiedene Lüftungssituationen besprochen. In weiterer Folge werden mit dem Temperatur/Feuchte/CO₂-Messgerät WÖHLER CDL 210 diverse Messungen durchgeführt und die Fragen des Arbeitsblattes beantwortet.



Arbeitsblatt **Richtig Lüften**

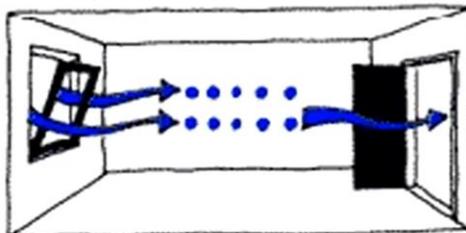
Lüften ist für die gute Qualität der Raumluft und das Verhindern von Schimmelbildung ganz entscheidend. Wie überall gibt es aber über das Lüften viele falsche Informationen. Die folgenden Grafiken zeigen verschiedene Lüftungssituationen, wie lange ein kompletter Luftaustausch dauert und auch, warum das Kippen eines Fensters nicht sinnvoll ist.

Fenster und gegenüberliegendes Fenster bzw. gegenüberliegende Türe ganz öffnen (Querlüftung)



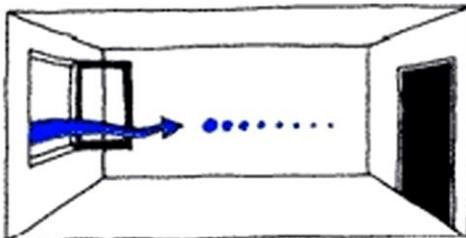
Winter	2 - 4 Min.
Frühjahr/Herbst	4 - 10 Min.
Sommer	12 - 20 Min.

Fenster gekippt und gegenüberliegendes Fenster bzw. gegenüberliegende Türe ganz öffnen (Querlüftung)



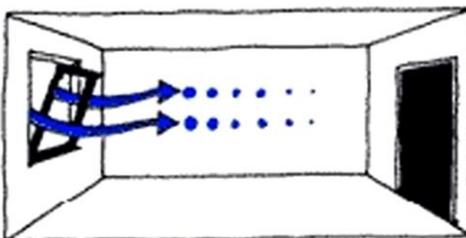
Winter	4 - 6 Min.
Frühjahr/Herbst	8 - 15 Min.
Sommer	25 - 30 Min.

Fenster ganz öffnen, gegenüberliegendes Fenster bzw. gegenüberliegende Türe geschlossen (Stoßlüftung)



Winter	4 - 6 Min.
Frühjahr/Herbst	8 - 15 Min.
Sommer	25 - 30 Min.

Fenster gekippt, gegenüberliegendes Fenster bzw. gegenüberliegende Türe geschlossen



Winter	30 - 75 Min.
Frühjahr/Herbst	1 - 3 Std.
Sommer	3 - 6 Std.

- Überlegt, wie bei euch in der Klasse und wie zuhause gelüftet wird.
- Stellt in der Klasse die verschiedenen Lüftungssituationen nach und macht mit dem **WÖHLER-Temperatur/Feuchte/CO₂-Messgerät** verschiedene Messungen und lest die Messwerte mit dem Datenlogger aus. Vergleicht die Messwerte und diskutiert jeweils die Temperatur-, Feuchte- und CO₂-Kurven. Wie lange dauert es, bis sich die Raumluft dem optimalen Zustand nähert?

Optimaler Zustand der Raumluft

Die Luftfeuchtigkeit beträgt zwischen 40 und 60 %, die Temperatur beträgt 20-21° C, der CO₂-Gehalt liegt bei rund 1000 ppm und in der Raumluft finden sich keine Gerüche und kein Staub.

Stromrechnung

Ist vom Thema Strom die Rede, geht es meistens darum, aufzuzeigen, welche Möglichkeiten für Stromeinsparung es gibt. Oft ist aber nicht bekannt, wie der Stromverbrauch in den eigenen vier Wänden eigentlich zu bewerten ist, denn in erster Linie ist die Höhe des Stromverbrauchs abhängig von den im Haushalt lebenden Personen. Eine wichtige Rolle bei der Bewertung spielt auch die Frage, ob auch das Warmwasser elektrisch aufbereitet wird oder nicht.

Fachinfo:

Ausgehend von der Höhe des Stromverbrauchs werden die Stromkosten für jeden Haushalt ermittelt. Eine Kilowattstunde (kWh) Strom kostet durchschnittlich zwischen 14 und mehr als 30 Cent. Diese hohen Unterschiede ergeben sich aufgrund des freien Strommarktes und einer Vielzahl an Stromanbietern (es gibt in Österreich mehr als 140 Stromlieferanten und dementsprechend viele Preise und Tarife). Darum ist es auch wichtig, seinen Stromanbieter und dessen Konditionen und Tarife genau zu kennen und mit anderen, vor Ort verfügbaren, Anbietern zu vergleichen. Genaue Informationen zu den unterschiedlichen Stromanbietern findet man unter www.e-control.at. Um Tarife und Preise untereinander vergleichen zu können ist es aber wichtig, die Bestandteile einer Stromrechnung zu kennen.



Der Strompreis, den man als Endkunde bezahlt, setzt sich aus 3 Teilen zusammen: dem Energiepreis, dem Netztarif sowie den Steuern und Abgaben.

Der **ENERGIEPREIS** ist der Preis, den man pro kWh bezahlt. Er wird je nach Verbrauch berechnet. Dieser Preis kann von jedem Anbieter individuell festgelegt werden, da es in Österreich einen freien (liberalen) Strommarkt gibt. Hier kann es also bei den Lieferanten relativ große Unterschiede geben.

Der **NETZTARIF** ist jener Teil der Stromkosten, den der Netzbetreiber erhält. Die Höhe wird von der Energie-Control Austria festgelegt. Der Tarif beinhaltet mehrere Einzelteile:

- Das Nutzungsentgelt deckt die Kosten für das Netzsystem (Errichtung, Ausbau, Wartung, Betrieb ...) und setzt sich aus einem Grundpreis und einem verbrauchsabhängigen Preis zusammen. Er kann je nach Wohnort unterschiedlich sein.
- Das Netzverlustentgelt beinhaltet die Kosten für den Stromverlust im Netz aufgrund der Verteilung zu den Haushalten.
- Das Entgelt für Messleistungen fällt für die Ablesung der Zählerstände sowie deren Errichtung und Betrieb an.
- Weiters werden auch Kosten für den Netzanschluss, dem Netzzutritt, für die Sicherstellung der Versorgung bei Engpässen usw. im Netztarif mit berücksichtigt.

Eine weitere Komponente des Strompreises sind **STEUERN und ABGABEN**. Diese werden vom Bund, den Ländern oder den Städten und Gemeinden festgelegt. Die Höhe der Steuern und Abgaben hängt immer auch vom Verbrauch ab.

Unterrichtstipps

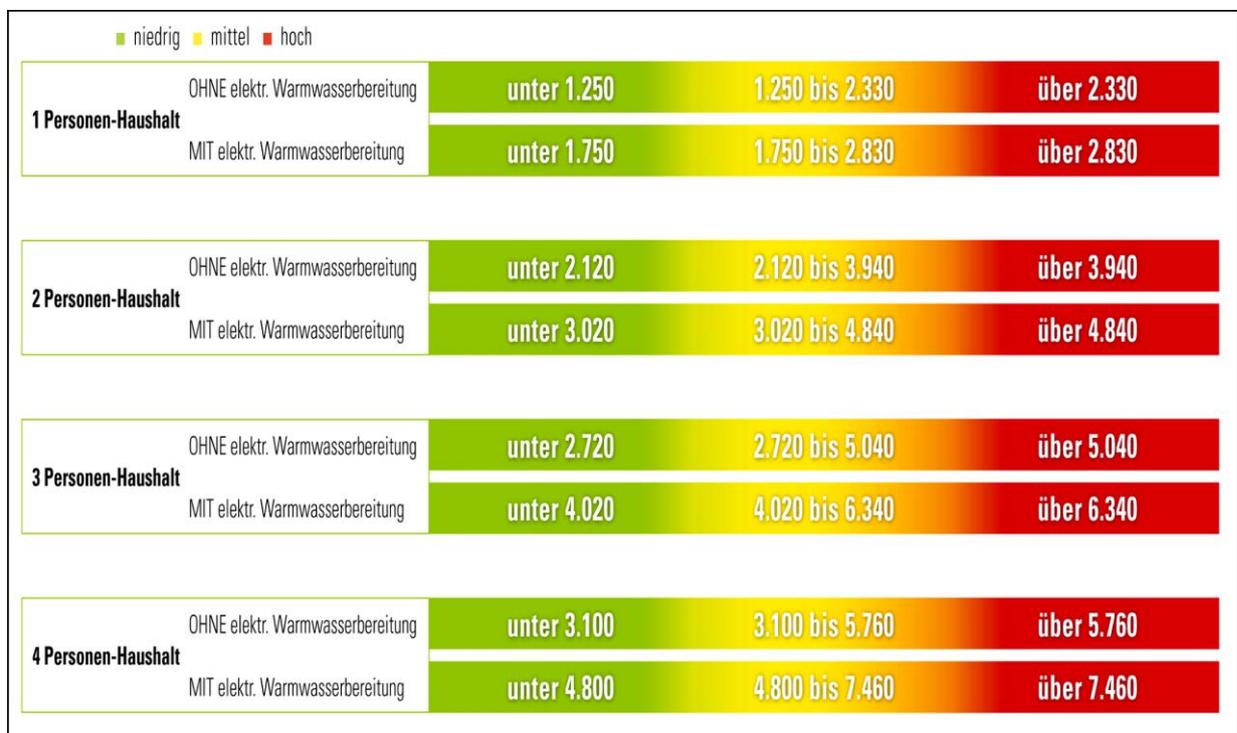
- **Grundlagen zum Inhalt einer Stromrechnung**

Die SchülerInnen sollen, je nach Möglichkeit, die eigene Stromrechnung von zu Hause mitbringen. Alternativ dazu kann auch die Stromrechnung der Praxismappe kopiert werden. Die wichtigsten Bestandteile werden dann gemeinsam oder in Kleingruppen herausgefunden und notiert. Parallel dazu werden evtl. unterschiedliche Stromanbieter und ihre Energiepreise aufgelistet.

- **Stromverbrauch bewerten (niedriger, mittlerer, hoher Verbrauch)**

Mit Hilfe der eigenen Stromrechnung (bzw. jener Stromrechnung aus der Praxismappe) und dem Arbeitsblatt „Stromverbrauch bewerten“ wird der Stromverbrauch pro Jahr ermittelt. Anschließend werden die Ergebnisse besprochen und der Verbrauch mit der folgenden Grafik eingestuft.

Diese Grafik zeigt den Stromverbrauch von 1- bis 4-Personen-Haushalten ohne und mit Warmwasseraufbereitung (Angaben in kWh/Jahr).



Quelle: Broschüre „Hohe Stromkosten, nicht bei mir!“, OÖ Energiesparverband

- **24 -Stunden-Ablesung des Stromzählers**

Dies ist eine weitere, sehr einfache Möglichkeit, den Stromverbrauch zu ermitteln. Man kann auch mit dem Schulwart sprechen, ob der Stromzähler der Schule zugänglich ist bzw. ob der Schulwart selber eine 24 Stunden-Messung vornehmen könnte. Das Arbeitsblatt auf der nächsten Seite zeigt das Vorgehen einer solchen Ablesung.

Arbeitsblatt **Stromverbrauch bewerten**

1. Finde auf deiner Stromrechnung den Abrechnungszeitraum. Gib diesen in Monaten an:

Abrechnungszeitraum: _____ **Monate:** _____

2. Wie hoch war der Verbrauch im Abrechnungszeitraum (Angabe in kWh)?

Gesamtverbrauch: _____ kWh

3. Berechne den durchschnittlichen Verbrauch der letzten 12 Monate. War der Abrechnungszeitraum genau 12 Monate, kannst du hier den Gesamtverbrauch eintragen.

Verbrauch der letzten 12 Monate: _____ kWh

4. Wie viele Personen leben im Haushalt?

Personen: _____



5. Wird das Warmwasser mit Strom aufbereitet?

ja

nein

6. Beurteile den Verbrauch aufgrund der Angaben am Arbeitsblatt und der Stromverbrauchs-Grafik auf der vorigen Seite.

niedrig **mittel** **hoch**

7. Begründe das Ergebnis in kurzen Stichworten.

Beispielblatt **Stromzähler ablesen**

Dienstag, 6. September 2015, 6:35 Uhr



Zählerstand: 60573,3 kWh

Mittwoch, 7. September 2015, 6:35 Uhr



Zählerstand: 60580,3 kWh

Der Verbrauch in 24 Stunden liegt bei 7 kWh. Aufgerechnet auf ein Jahr (7 kWh x 365 Tage) ergibt das einen Jahresstromverbrauch von ca. 2555 kWh.

Verglichen mit der tatsächlichen Stromrechnung (Gesamtjahresverbrauch von 2684 kWh) zeigt sich, dass dies eine durchaus gute Möglichkeit ist, den Gesamtstromverbrauch abzuschätzen.



Naturstrom Steiermark

Gen.m.b.H.

Herr
Max Mustermann
Dorfstraße 123
8009 Landstadt

Kundennummer **8271295**
Rechnungsnummer: 364953/100/2015
Rechnungsdatum: 29.10.2015
Fälligkeit: 29.10.2015

Telefon: 0800 - 73 53 28
Fax: 0800 - 111 333
E-Mail: natur@strom.stmk.at
Web: www.strom.stmk.at

Strom - Jahresabrechnung
Abrechnungszeitraum 12.10.2014 - 04.10.2015

358 Tage, Gesamtverbrauch 4.305,00 kWh

Anlage: 1932081404

Energieentgelte	354,29 EUR
Netzentgelte	424,28 EUR
Rechnungsbetrag exkl. Ust.	778,57 EUR
Umsatzsteuer (20 %)	155,71 EUR
Rechnungsbetrag inkl. Ust.	934,28 EUR
abzüglich geleistete Teilzahlungsbeträge inkl. USt.	1.166,00 EUR
Guthaben	231,72 EUR

Ihr Guthaben wird zur Abdeckung von Teilzahlungsbeträgen verwendet.

Neuer monatlicher Teilzahlungsbetrag 93,00 EUR

Ab Jänner 2016 buchen wir den Teilzahlungsbetrag bis 7. des Monats von Ihrem Konto ab.

Ressourcenschonende und umweltfreundliche Energie -
aus der Region für die Region.



Detailinformation

Verbrauchsentwicklung

Aktuell 4.305,00 kWh in 358 Tagen 12,03 kWh/Tag

Energieentgelte

Naturstrom Basisangebot		Zählpunkt: AT.008130.00000.00000000000000857101		
Position	Zeitraum	Verrechnungsbasis	Verrechnungspreis	Betrag in EUR
Grundgebühr	12.10.14-31.03.15	5,65 Monate	1,25 €/Monate	7,06
Energiepreis	12.10.14-31.03.15	2.301,00 kWh	8,40 ct/kWh	193,28
Naturstrom Privat		Zählpunkt: AT.008130.00000.00000000000000857101		
Grundgebühr	01.04.15-04.10.15	6,13 Monate	1,25 €/Monate	7,66
Energiepreis	01.04.15-04.10.15	2.004,00 kWh	7,30 ct/kWh	146,29
Summe Energieentgelte				354,29

Netzentgelte

Netzentgelte		Zählpunkt: AT.008130.00000.00000000000000857101		
Position	Zeitraum	Verrechnungsbasis	Verrechnungspreis	Betrag in EUR
Betrag der Netzrechnung lt. Beilage	11.10.14-04.10.15			424,28
Summe Netzentgelte				424,28

Rechnungsbetrag exkl. Ust.	778,57 EUR
Umsatzsteuer (20 %)	155,71 EUR
Rechnungsbetrag inkl. Ust.	934,28 EUR
abzüglich geleistete Teilzahlungsbeträge inkl. USt.	1.166,00 EUR
Guthaben	231,72 EUR
Neuer monatlicher Teilzahlungsbetrag	93,00 EUR

Aufgrund von Rundungsdifferenzen kann die Gesamtsumme von der Summe der Einzelbeträge geringfügig abweichen.

Hinweis für Vorsteuerabzugsberechtigte:

Erster monatlicher Teilzahlungsbetrag	Netto	39,40 EUR
	20 % Umsatzsteuer	7,88 EUR
Monatlicher Teilzahlungsbetrag Neu	Netto	77,50 EUR
	20 % Umsatzsteuer	15,50 EUR
Vorgeschriebene Umsatzsteuer im Abrechnungszeitraum		194,37 EUR
Differenz gegenüber der Umsatzsteuer lt. Abrechnung		-38,66 EUR

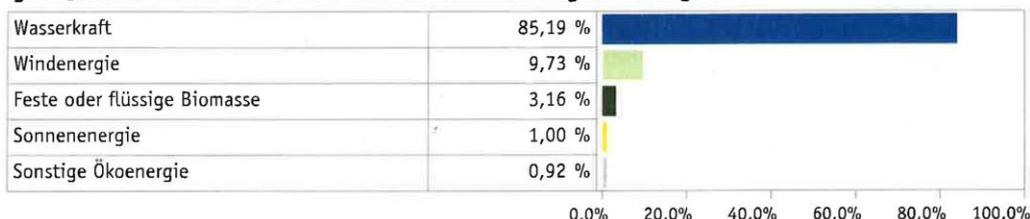
Naturstrom Steiermark Gen.m.b.H.
8010 Graz, Stromstraße 300

Seite 2



Kundeninformation

Stromkennzeichnung für den Zeitraum 01.01.-31.12.2014 gem. §78 Abs. 1 und 2 ELWOG 2010 und Stromkennzeichnungsverordnung 2011



Herkunft der Nachweise: 100% aus Österreich

Durch den Versorgermix fallen keine CO₂-Emissionen und keine radioaktiven Abfälle an.

Information gem. § 82 ELWOG 2010

Unternehmen: Naturstrom Steiermark Gen.m.b.H., 8010 Graz, Stromstraße 300

Unsere aktuellen Preise sind auf www.naturstrom-steiermark.stmk einsehbar.

Die Vertragsmindestlaufzeit beträgt 1 Jahr. Nach Ablauf der Mindestlaufzeit kann der Vertrag unter Einhaltung einer 2-wöchigen Frist vom Kunden aufgelöst werden. Die ordentliche Kündigung durch die Naturstrom Steiermark Gen.m.b.H. kann unter Einhaltung einer Frist von 8 Wochen erfolgen.

Kunden können gem. § 3 KSchG bzw. § 11 FAGG bei Vertragserklärungen außerhalb der Unternehmensräume binnen 14 Tagen ab Vertragsabschluss, schriftlich oder formfrei elektronisch zurücktreten.

Kundenanfragen werden in unseren Kundenservicestellen oder telefonisch unter 0316-1234-56 entgegengenommen. Ungeachtet dessen kann sowohl der Kunde als auch die Naturstrom Steiermark Gen.m.b.H. Streit- oder Beschwerdefälle der Regulierungsbehörde im Rahmen eines Streitbeilegungs- oder Streitschlichtungsverfahrens vorlegen.

Verbraucher im Sinne des §1 Abs.1Z2 KSchG und Kleinunternehmen gem. § 7 Z33 ELWOG 2010 können sich gegenüber der Naturstrom Steiermark Gen.m.b.H. auf die Grundversorgung berufen.

Der Kunde hat die Möglichkeit dem Netzbetreiber vierteljährlich Zählerstände bekannt zu geben. Der Netzbetreiber ist in diesem Fall verpflichtet die Verbrauchsdaten binnen 10 Tagen an den Lieferanten zur Erstellung einer Stromkosten- und Verbrauchsinformation weiterzugeben.

Kunden haben die Möglichkeit, ihren Zählerstand durch Selbstablesung bekannt zu geben. Ablesekarten werden zeitgerecht vor Erstellung der Jahresabrechnung durch den zuständigen Netzbetreiber ermittelt.

Die Ermittlung der Teilzahlungsbeträge erfolgt auf Basis des Jahresverbrauchs. Liegt kein Jahresverbrauch vor, kann der Teilzahlungsbetrag unter Zugrundelegung von Referenzkunden festgelegt werden.

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber, Verleger: Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark
A-8010 Graz, Brockmannngasse 53
Tel.: 0316-835404
Mail: office@ubz-stmk.at
Home: www.ubz-stmk.at
DVR-Nr.: 1076884

Konzept, Redaktion und Layout: Mag. Tanja Findenig, Dr. Uwe Kozina

© UBZ, Graz 2016, 2. Auflage im Auftrag des Amtes der Stmk. Landesregierung