

Nasse Wände – Wärmeleitung bei alten Häusern

Kontextorientierte Aufgabe

T. Wilhelm

Die Wärmeleitung ist in manchen Lehrplänen vorgeschrieben, aber nicht in allen. Nur über die Wärmeleitung kann man aber das Alltagsphänomen verstehen, dass sich ein Metallstück und ein Holzstück unterschiedlich warm anfühlen, obwohl sie sich im gleichen Raum befinden und damit die gleiche Temperatur haben. Darüber hinaus gibt es viele Phänomene im Alltag, bei denen die Wärmeleitung entscheidend ist.

Ca. 30 % der Energie wird in Deutschland in den privaten Haushalten verbraucht (ohne Energie für den Verkehr) und davon wiederum ca. 75 % nur für die Heizung. Wenn der Energieverbrauch in Deutschland reduziert werden soll, dann muss insbesondere der Energieverbrauch zur Raumheizung reduziert werden. Energiesparendes Bauen bzw. die Isolierung von privaten Wohnhäusern ist deshalb ein gesellschaftlich wichtiges Thema, das auch in der Schule behandelt werden sollte.

Mit dieser kontextorientierten Aufgabe wird die Aufmerksamkeit auf ein Alltagsphänomen zur Wärmeleitung von Hauswänden gelenkt, das man bei älteren Häusern manchmal ohne irgendwelche Hilfsmittel beobachten kann. Ergänzt werden kann dies durch weitere Wärmebilder von Wohnhäusern, wie man sie im Internet findet.

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Thomas Wilhelm, Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main, Max-von-Laue-Str. 1, 60438 Frankfurt am Main, wilhelm@physik.uni-frankfurt.de, www.thomas-wilhelm.net.

Stichworte

Wärmeleitung, Wärmedämmung, Verdunstung, Gebäudeisolierung

Kurzfassung

Fehlt noch

Aufgaben

Bei einem Spaziergang im Winter nach einem Regen konnte man in einem Dorf sehen, dass bei einem alten Bauernhaus die Wand teilweise noch nass und teilweise schon trocken war (siehe Abb. 1). Es schien weder die Sonne noch ging ein Wind.



Abb. 1: Erstes Stockwerk eines alten Bauernhauses nach einem Regen

- Beschreibe, wo der Putz nass und wo er trocken ist.
- Damit der Putz trocknet, also das Wasser verdunstet, muss Energie aus dem Hausinneren zugeführt werden. Erkläre, warum der Putz bei diesem Haus unterschiedlich trocknete. Wo trocknet er schneller, wo langsamer?
- Wie viel Energie pro Zeit, pro Dicke und pro Grad Temperaturunterschied durch einen Körper fließt, wird mit der Wärmeleitfähigkeit angegeben. Unter dem Putz besteht die Wand aus Holzbalken und Lehm. Recherchiere im Internet, welche Wärmeleitfähigkeit Holz und Lehm haben und erkläre damit das Bild.

- d) Ein paar Tage später wurde bei noch recht kaltem, trübem Wetter ohne Sonnenbestrahlung und Wind, aber bei trockener Wand ein Foto mit einer Wärmebildkamera gemacht (siehe Abb. 2). Diese registriert die Infrarotstrahlung, die jeder Körper aussendet. Bestimme mit der Skala auf der rechten Seite die Temperatur der Fassade an den Stellen, an denen dahinter Holzbalken sind und an den Stellen, an denen dahinter Lehmfächer sind.

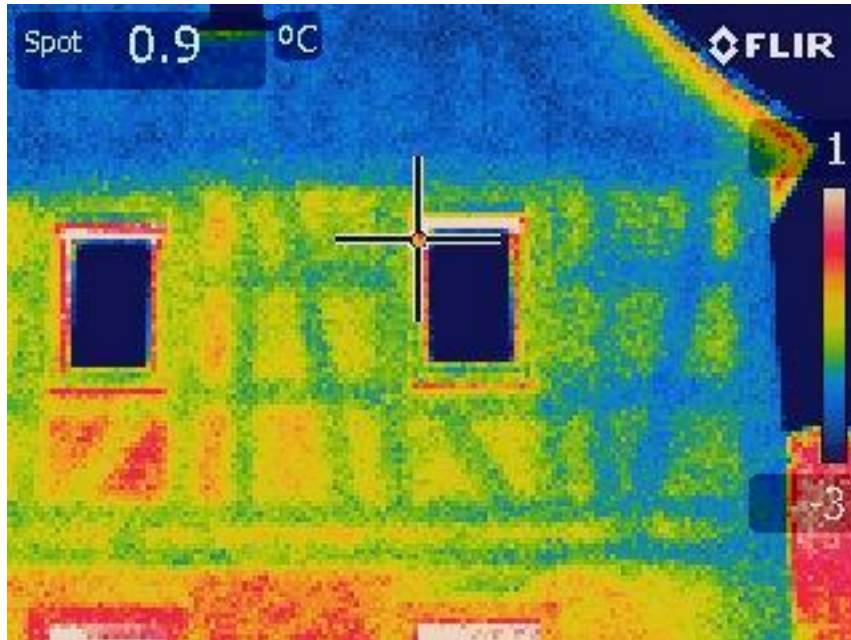


Abb. 2: Bild des Hauses von Abbildung 1 mit einer Wärmebildkamera

- e) Das Bauernhaus neben dem fotografierten Haus besteht vollständig aus natürlichem Muschelkalk. Man hätte auch die Flächen zwischen den Balken mit solchen Steinen ausmauern können. Recherchiere deren Wärmeleitfähigkeit und beurteile die lange zurückliegende Entscheidung, den Lehm zu wählen.
- f) Recherchiere im Internet, welche Materialien heute besonders gut zur Wärmedämmung von Häusern geeignet sind.

Lösungen:

- a) Der Putz beim abgebildeten ersten Stock ist größtenteils abgetrocknet, der Putz beim darüber liegenden Dachgeschoss nicht. Beim abgebildeten ersten Stock gibt es zusätzlich vertikale und horizontale Streifen, die noch nass sind.
- b) Der abgebildete erste Stock ist bewohnt und beheizt, so dass die Wand auch außen wärmer ist und schneller trocknet. Der darüber liegende Dachboden ist unbewohnt und unbeheizt, so dass die Wand kälter ist und schlechter trocknet. Außerdem geht durch die Holzbalken des Fachwerks weniger Energie nach außen als bei den Zwischenräumen, so dass es bei den Holzbalken des ersten Stockwerkes noch nass ist.
- c) Die Wände bestehen aus einem einfachen Fachwerk aus Holzbalken, die eine Wärmeleitfähigkeit zwischen 0,09 und 0,19 W/(m*K) haben. Der Zwischenraum ist nach Aussage der Eigentümer mit Lehm gefüllt. Dabei wurde sicher kein massiver Lehm mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,8 bis 1,2 W/(m*K) verwendet, sondern mit Stroh vermischter Lehm, der eine Wärmeleitfähigkeit von 0,5 bis 0,8 W/(m*K) hat, in jedem Falle aber eine wesentlich größere als das Holz. In den Lehmfächern wird also mehr Energie pro Zeit nach außen transportiert als bei den Holzbalken.
- d) Nach den Angaben der Kamera hat die Fassade an den Stellen der Holzbalken eine Oberflächentemperatur von -2°C bis -1°C, während sie an den Stellen der Lehmfächer eine Temperatur von -1,5°C bis 0°C hat. Rot bedeutet also nicht „heiß“.
- e) Muschelkalk hat eine Wärmeleitfähigkeit von ca. 2,3 W/(m*K) (Es gibt ihn von 2,0 bis 3,4 W/(m*K)). Dieser Stein isoliert also noch viel schlechter. Es war damals sehr schlau, die Zwischenräume mit Strohlehm auszufüllen.
- f) Mineralwolle sowie expandiertes Polystyrol (in Deutschland unter den Handelsnamen „Styropor“ und „Styrodur“, in Österreich unter „Austrotherm“ und in der Schweiz unter „Sagex“ bekannt) hat eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 bis 0,050 $\frac{W}{m \cdot K}$. Verwendet werden außerdem lufthaltige Steine wie Poroton-Lochziegel (0,08 bis 0,45 $\frac{W}{m \cdot K}$) und Porenbeton (0,08 bis 0,25 $\frac{W}{m \cdot K}$).
- Ökologische Materialien wären Zellulose (0,037 bis 0,045 $\frac{W}{m \cdot K}$), Wolle (0,035 $\frac{W}{m \cdot K}$), Kork (0,035 bis 0,046 $\frac{W}{m \cdot K}$), Schilfrohrplatten (0,045 bis 0,055 $\frac{W}{m \cdot K}$), Holzfaserdämmplatten (0,040 bis 0,060 $\frac{W}{m \cdot K}$) und Strohballen (0,038 bis 0,067 $\frac{W}{m \cdot K}$). Am besten sind Vakuumdämmplatten mit nur 0,004 bis 0,006 $\frac{W}{m \cdot K}$.