

# Habt ihr schon gewusst 174 ... Klimaanlage

In den Bildungsstandards steht die Verpflichtung, Physikinhalte an den Alltagsbezug der Schülerinnen und Schüler anzubinden. Dies ist ein Baustein für eine Nachhaltigkeit im Physikunterricht.

Zu einem heißen Sommer passt eventuell folgender Projektauftrag in perfekter Weise:

## Projektauftrag

- ❖ Recherchieren Sie, welche Möglichkeiten gibt es, das Klima im Sommer innerhalb eines Hauses in einem erträglichen Rahmen zu halten.
- ❖ Realisieren Sie Experimente, in denen Sie diese Ideen „modellhaft“ nachstellen.
- ❖ Welche Vor- bzw. Nachteile haben die hier diskutierten Konzepte im Alltag

## Ideen

### Fenster-Management

Nicht unwesentlich in unseren Breiten ist das Fenster- und Rolladen-Management schon mit einfachen Mitteln. In der Nacht sinken die Außentemperaturen oftmals merklich ab – auch wenn die Tagestemperaturen sehr hoch lagen. Wenn man bei diesen Randbedingungen in den späten Abendstunden die Roll-Läden hochzieht und die Fenster weit öffnet, kann man die Raumtemperatur merklich absenken. Allerdings muss man sehr früh am Morgen, bevor die Sonne aufgeht, die Roll-Läden wieder herunter lassen ...

### Wärmepumpen

Klimaanlagen, die nach dem Prinzip der Wärmepumpe arbeiten, haben im Prinzip die Funktion eines Kühlschranks. Die Kühlrippen befinden sich hierbei IM Zimmer, während die Wärmetauscher, die sich normalerweise auf der Rückseite des Kühlschranks befinden, vor dem Zimmer im Freien montiert sind.

Wenn man beispielsweise in Italien oder den USA Urlaub macht, findet man sehr häufig „lokale Klimaanlage“ unter den Fenstern montiert. Sichtbar sind hier die Wärmetauscher und ein Ventilator, der die Wärmetauscher durch die Umgebungsluft kühlt.



### Dumme Idee

Eine dumme – aber weit verbreitete Idee – ist das Öffnen der Kühlschranktür. Diese Handlungsweise führt ganz sicher nicht zur Absenkung der Raumtemperatur! Siehe z.B. „habt ihr gewusst 171“

### Kühldecken

Eine ganz moderne Form der „Klimaanlage“ besteht in modernen Gebäuden aus Kühldecken, die als passiv kühlende unter der Decke – oder unter Deckenabhängungen – montiert, Entropie aus der Umgebung aufnehmen und über einen internen Wasserkreislauf abführen. Das Herzstück der Kühldecken sind geschlossene Rohrleitungen, die in parallelen, engen Schleifen angeordnet sind ... im Prinzip eine „umgekehrte Fußbodenheizung“ – an der Decke. Durch Kupferrohre zirkuliert 18°C kaltes Wasser, das im Keller durch eine Wärmepumpe auf dieser Temperatur gehalten wird. Mit solchen Systemen kann man „Kühllasten bis maximal 60W/m<sup>2</sup> bewältigen. Die Kühlleistung hängt von der Deckengröße, der Wassertemperatur und vor allem auch von der Wärmeleitfähigkeit der Deckenelemente ab, die bei Gipsdecken bei 0,2 W/(K·m) nicht besonders gut sind.

### Ventilatoren

Eine einfache Variante, die man mit Mitteln der Schulsammlung auch leicht demonstrieren kann, ist die Wirkungsweise von Ventilatoren zur „Raumkühlung“. Interessant ist hierbei die weit verbreitete Meinung, man kann einen Raum abkühlen, wenn man einen Ventilator in diesem Raum laufen lässt. Sicher spürt man bei der Verwendung eines Ventilators einen deutlichen Kühleffekt – ABER, macht es einen Sinn, einen Ventilator in einem Zimmer auch dann laufen zu lassen, wenn keine Menschen im Zimmer sind. Im Prinzip hat ein Ventilator, der in einem „menschenleeren Zimmer“ läuft die gleiche Wirkung wie eine offene Kühlschranktür. Die thermische Energie nimmt in diesem Raum nur zu ... Der Kühleffekt entsteht nur dann, wenn die bewegte Luft die Wasserdampf-

schicht über unserer Haut wegbläst ... oder zu einer vergrößerten Verdunstung von Wasser (Schweiß) auf unserer Hautoberfläche führt. Interessant ist hier der experimentelle Nachweis dieses Effekts.

### **Dicke Wände**

Aus Besichtigungsgängen wissen die Schülerinnen und Schüler, dass Alte Gebäude mit sehr dicken Mauern auch im heißen Hochsommer angenehm temperiert sind.

Die gleiche Erfahrung macht man im Keller eines Gebäudes ... oder in den Weinkellern der Weingensenschaften.

Der Kühleffekt besteht hier in zweifacher Hinsicht: Schon alleine durch die Dicke der Mauern wirken sie isolierend (... sie haben einen hohen Entropiewiderstand) ... und zudem hat die z.B. in Burgen verbaute Materiemenge eine so große Entropiespeicherkapazität, dass erst nach viele Tage hoher Außentemperatur (und warmer Nächte) die Mauern im Innenbereich eine „unangenehme Temperatur“ erreichen.

### **Latentwärmespeicher**

Selbstverständlich kann man in der heutigen Zeit keine 60cm dicken Wände bauen ... ABER es gibt ein moderne Form der Kühlung, die so ähnlich funktioniert wie die dicken Mauern einer Burg. Hierbei benutzt man die Eigenschaft von speziellen Materialien (Phase Change Materials – PCM), die beim Schmelzvorgang Entropie aus der Umgebung aufnehmen und in der flüssigen Phase speichern. In einem engen Temperaturintervall haben diese Materialien eine Entropiespeicherkapazität, die mehr als doppelt so hoch ist wie die von klassischen Entropiespeichern. Spezielle Wachsmischungen, die hier verwendet werden, schmelzen schon bei 20°C. Beim Schmelzen nimmt das Paraffin die Entropie aus der Umgebung auf. Dank der Leichtbauweise speichert eine etwa 30mm dünne PCM-Gipsplatte ebenso viel Entropie (und thermische Energie) wie eine 20cm dicke Betonmauer. Am Abend, wenn die Temperatur unter 20°C fällt, kühlen die Gipsplatten aus, wobei die PCM-Tröpfchen, die in den Gipsplatten eingebettet sind, erstarren und die in ihnen gespeicherte Entropie wieder abgeben.

### **Abschattung ... Jalousien ... Rolladen ...**

Die Funktionsweise eines Sonnenschirms scheint „trivial“ zu sein ... eröffnet aber ganz interessante experimentelle Ergebnisse ... Welcher Temperaturunterschied ergibt sich z.B. durch den sinnvollen Einsatz einer Schulhausjalousie ... Wenn zwei Klassenzimmer mit vergleichbaren Randbedingungen zur Verfügung stehen, kann man hier exemplarisch die wissenschaftliche Arbeitsweise trainieren ...

Ergänzende Fragen in diesem Zusammenhang:

- ❖ Sollte man Jalousien oder Sonnenvorhänge außen oder innen anbringen ... gibt es hier einen Unterschied in der Wirkungsweise ...
- ❖ Warum haben die Häuser „in südlichen Ländern“ relativ kleine Fenster (und dicke Mauern ... siehe oben)?

### **Farbgestaltung des Zimmers**

Selbstverständlich kann ein Klasse zu experimentellen Zwecken nicht das Schulhaus oder das Klassenzimmer anstreichen ... ABER, in Modellen können hier Hypothesen, Vermutungen in den Teams erarbeitet werden, die man dann in Modell-Experimenten überprüfen kann.

Dass die Autolackierung eine große Rolle beim „Aufheizen“ des Autos spielt, wenn man es in der prallen Sonne steht, ist allen klar. Es stellt sich die Frage, welche Rolle spielen die Farben der Dachziegel und der Hauswände?

### **Eisessen**

Ein Teilthema, das zum Experimentieren sehr gut geeignet ist ...