

# Das passive Klassenzimmer

Comenius-Projektgruppe  
der Alfred-Wegener-Schule Kirchhain



Kirchhain, Oktober 2010

# Rahmenbedingungen zur Entwicklung des passiven Klassenzimmers

## 1. Das Comenius-Projekt der Alfred-Wegener-Schule Kirchhain:

### „Klimawandel-Energie sparen!“

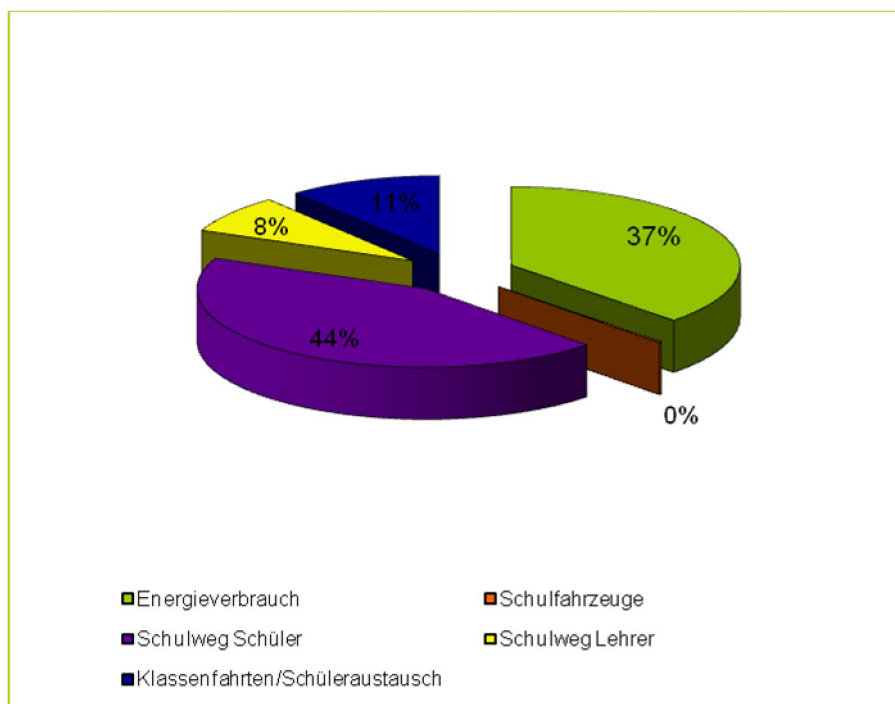
Zwischen August 2008 und Juli 2009 beschäftigte sich eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Jahrgangsstufe 9 und 10 der Alfred-Wegener-Schule Kirchhain im Rahmen des Europaprojekts (Comenius-Projekts) „Cura“, mit dem Thema „**Klimawandel**“. Sie entwickelten darüber hinaus Methoden, um die **Energiebilanzen** ihrer Schule zu ermitteln und zu verbessern. Das Projekt wurde vom *EU-Programm für Lebenslanges Lernen* über zwei Jahre gefördert.

Zu Beginn der Projektarbeitsphase setzen sich die Schülerinnen und Schüler aller europäischen Projekt-Partnerschulen in Deutschland, Großbritannien, Irland, Frankreich, Italien, Dänemark und Polen mit den Ursachen und Folgen des Klimawandels auseinander und tauschten sich darüber aus. Im Juni 2009 wurden an allen Projektschulen mit Hilfe eines CO<sub>2</sub>-Rechners die schulischen Energiebilanzen ermittelt, mit dem Ziel, sie innerhalb eines Schuljahres zu verbessern.



## Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Fußabdruckberechnung

Emissionsquelle	t CO <sub>2</sub> /J	% der Gesamtemissionen
Energieverbrauch	442,73	37,5%
Schulfahrzeuge	2,41	0,2%
Schulweg Schüler	516,66	43,7%
Schulweg Lehrer	92,60	7,8%
Klassenfahrten/Schüleraustausch	127,59	10,8%
<b>Gesamt</b>	<b>1181,99</b>	<b>100,0%</b>



Es stellte sich heraus, dass die Alfred-Wegener-Schule als größte Gesamtschule Hessens jährlich **über 1000 Tonnen CO<sub>2</sub>** produziert. Dies ist u.a. mit der Verteilung von über 130 Klassen- und Arbeitsräume auf 26 Einzelgebäude sowie mit der häufigen Nutzung von Kraftfahrzeugen auf dem Schulweg zu erklären.

Kurz nach dem Bekanntwerden der Ergebnisse erklärte sich der Schulträger der AWS, der Landkreis Marburg Biedenkopf, auf unsere Bitte hin dazu bereit, eine **Photovoltaikanlage** (sog. „Bürger Sonnenkraftwerk“) auf dem Schuldach der AWS zu

errichten. Es wurde im August 2009 in Betrieb genommen. Sein Ertrag floss positiv in die Energiebilanz der AWS für das Schuljahr 2009/2010 ein.

Außerdem stellte der Schulträger den Kontakt zwischen der Projektgruppe und einem Architekturbüro in Marburg her. Ziel dieser Kooperation war die Erstellung eines **Konzepts für ein Klassenzimmer in Passivbauweise**. Bei der Entwicklung des Konzepts wurden der Architekt und ein Elektrofachplaner zu Rate gezogen. Außerdem wurde den Schülern Fachliteratur zum Thema zur Verfügung gestellt. Die Schülerinnen und Schüler erstellten so selbstständig das Konzept für das „passive Klassenzimmer“ und ermittelten die Preise für die technische Ausstattung durch Telefonate bei den Anbietern und durch Recherchen im Internet.

Im November 2009 beratschlagten 92 Vertreter der Comenius-Partnerschulen bei einer Klimakonferenz in Kirchhain über mögliche Energiesparmaßnahmen an ihren Schulen. Ihre Ergebnisse fassten die Schüler der AWS zusammen und ermittelten die Menge an CO<sub>2</sub>, die sie an ihrer Schule einsparen wollten: Schnell war klar, dass eine größere Menge an Einsparungen nur mit **Sanierungsmaßnahmen** durch den Schulträger zu erreichen ist. Das Ziel der Schüler war es nun, den „energetischen Fußabdruck“ der Alfred-Wegener-Schule **innerhalb von zwei Jahren um 150 Tonnen CO<sub>2</sub> (15 %) zu reduzieren**.

Dies sollte vor allem durch ein bewussteres **Energienutzerverhalten** der Schüler im Klassenzimmer erreicht werden. Zu diesem Zweck wurden am **Energiespartag** an der AWS am 30. April 2010 in allen Klassen **Energieagenten** ausgebildet, die auf die Sinnvolle Nutzung von Strom achten, regelmäßig lüften und für effizientes Heizen sorgen sollten. Für die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Anreise zur Schule sollen in Zukunft eine **Mitfahrzentrale** für Lehrer und Oberstufenschüler und ein regelmäßiger **Fahrradtag** sorgen.

Darüber hinaus wurden am Energiespartag professionelle **Thermographien** aller Schulgebäude erstellt, mit deren Hilfe die Transmissionsverluste durch die Gebäudehüllen und die Lüftungsverluste an den Gebäuden durch das Nutzerverhalten sichtbar wurden.

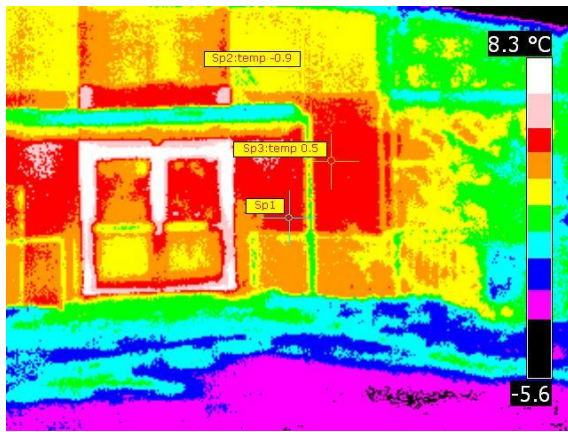


Bild 1

(Eingangsbereich eines gemauerten Schulgebäudes der AWS: Links auffällige Wärmeverluste im Bereich der Türen und Fensterflächen/rechts kaum Verluste, da bereits saniert wurde.)

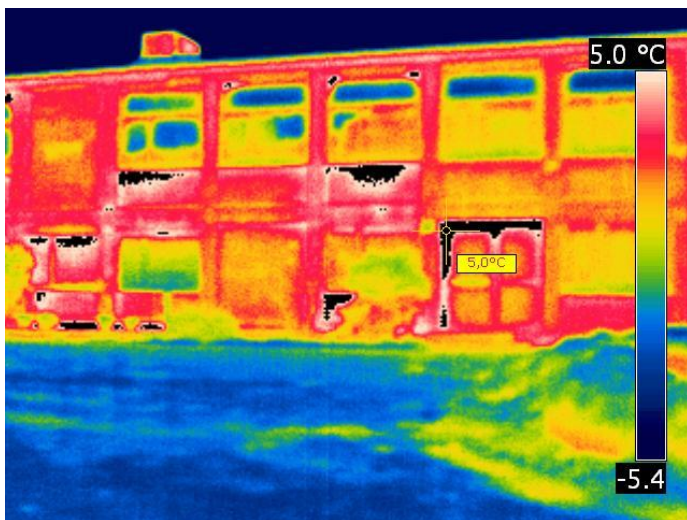


Bild 2

(Unterschiedlich beheizte Räume eines gemauerten Schulgebäudes der AWS: Auffällige Wärmeverluste im Mauerwerk um die Fenster herum und im Eingangsbereich.)

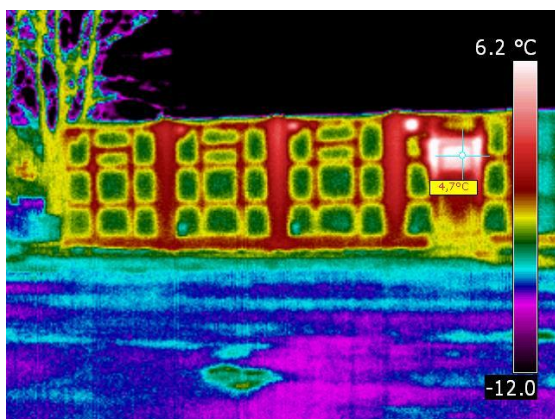


Bild 3

(„Containerklassenräume“ der AWS: Wärmeverluste im Randbereich der Verbände und im Eingangsbereich)

Ein herzlicher Dank gilt den Sponsoren dieser und weiterer Thermographien:

Als Reaktion auf den Energiespartag sicherte der Schulträger die **Räumung von sechs sogenannten „Containerklassenräumen“** zu bis zum Ende des Jahres 2010 zu, die in naher Zukunft abgerissen werden sollen. Als Ersatz für drei Containerklassen sollen drei **Kellerräume** in sanierten gemauerten Gebäuden ausgebaut und renoviert werden. Die Comenius-Gruppe der Alfred-Wegener-Schule hofft nun auf eine **Umsetzung ihres Konzepts des „passiven Klassenzimmers“**, um die angestrebte Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Ende des Schuljahres 2010/11 zu erreichen.

(siehe: [www.comenius-cura-eu](http://www.comenius-cura-eu); [www.alfred-wegener-schule.de](http://www.alfred-wegener-schule.de);  
[www.sonneninitiative.org/no\\_cache/projekte/kirchainws/einweihung.html?sword\\_list\[0\]=kirchhain](http://www.sonneninitiative.org/no_cache/projekte/kirchainws/einweihung.html?sword_list[0]=kirchhain))

## **2. Begründung und Umsetzung des Konzepts für ein passives Klassenzimmer:**

Die Alfred-Wegener-Schule ist eine der ältesten und größten Gesamtschulen Deutschlands. Ein Großteil der vereinzeltten Gebäude (siehe Anhang: *AWS-Freiflächen – Bestand*) mit jeweils 6-8 Klassenzimmern mit zwei Fensterfronten stammt aus dem Jahr 1956. Die Bausubstanz ist bis dato unverändert geblieben und entsprechend renovierungsbedürftig. (siehe Anhang: *Gebäude AWS 5-7*).

Die Heizkesselanlagen stammen aus dem Jahr 1992. Sie befinden sich in Gebäude 2a, von dem aus zwei zentrale Heizungsrohre alle Gebäude mit Wärme versorgen. Da die Rohre marode sind und häufig lecken, stellen die Heizkosten den größten Posten im Jahresetat der Alfred-Wegener-Schule dar (123.000 € im Jahr 2009). Eine Abkopplung der sogenannten „passiven Klassenzimmer“ von der Zentralheizung wäre langfristig sinnvoll und Kosten einsparend.

An der Alfred-Wegener-Schule finden seit Juli 2010 im Rahmen des Sonderinvestitionsprogramms der Bundesregierung Sanierungsarbeiten an den Schulgebäuden 4,5, 6 und 7 und am Verwaltungsgebäude 8 geplant. Hier werden die Außenwände gedämmt und die Fenster auf der Westseite erneuert. Allerdings sind keine Sanierungen der Innenräume vorgesehen, was unseres Erachtens nach die Wirkung der Außendämmung reduziert.

Das Ziel der Comenius-Projektgruppe ist es daher, die drei Kellerräume (siehe Anhang : *AWS-Freiflächen – Bestand*) in den zu sanierenden Schulgebäuden mit Hilfe eines Preisgeldes als passive Klassenzimmer sanieren zu lassen. Außerdem hoffen wir, dass der Landkreis die Sanierung weiterer Innenräume als „passive Klassenzimmer“ (siehe Anhang: *Passives Klassenzimmer* ) als Posten in seinen jährlichen Haushalt aufnehmen wird. Damit könnte die langfristige Einsparung von 150 t CO<sub>2</sub> erreicht werden.

Die Comenius-Projektgruppe hat nun eine Umwelt-AG gegründet und wird auch in Zukunft bei einem **Workshop** für jede Klasse einen „Energieagenten“ ausbilden, der auf die Energie sparende Nutzung elektrischer Geräte, auf sinnvolles Lüften in den Klassenräumen und auf die Mülltrennung achtet. Außerdem soll der Strom-, Wärme- und Wasserverlust an der AWS durch die **Installation weiterer Energiesparlampen**, Wasserreduktoren und Dämmung von Heizrohren reduziert werden. Das Mobilitätsverhalten der Schüler und Lehrer, das den größten Anteil am CO<sub>2</sub>-Ausstoß unserer Schule hat, soll durch eine **Mitfahrzentrale** für Schüler und Lehrer und durch einen Schulwettbewerb anlässlich eines **Fahrradtags** verändert werden.

## **Passives Klassenzimmer der Alfred-Wegener-Schule Kirchhain**

### **Inhalt:**

1. Sinn eines passiven Klassenzimmers
2. Kurzbeschreibung der technischen Ausstattung
3. Detaillierte Beschreibung der technischen Ausstattung
  - 3.1 Der Wärmetauscher
  - 3.2 Intelligente Lüftsysteme
  - 3.3 Fensterintegrierte, automatische Lüftung mit Wärmerückgewinnung
  - 3.4 CO<sub>2</sub>-Messer
  - 3.5 Licht im passiven Klassenzimmer
  - 3.6 Wärmespeichernde Wände
  - 3.7 Wärmespeichernder Boden
  - 3.8 Dreifach verglaste Fenster
  - 3.9 Beschichtete Jalousien
  - 3.10 Beheizung eines passiven Klassenzimmers
4. Kosten eines passiven Klassenzimmers
  - 4.1 Kosten des passiven Klassenzimmers an der Alfred-Wegener-Schule
  - 4.2 Generelle durchschnittliche Kosten für ein passives Klassenzimmer
5. Quellen
6. Autoren



## **1. Sinn eines passiven Klassenzimmers**

Die Grundprinzipien eines Passivhauses, bzw. passiven Klassenzimmers sind die Vermeidung von Wärmeverlusten und die Optimierung der Nutzung kostenloser Wärmequellen. Allein durch diese beiden Grundprinzipien ist es in einem passiven Gebäude möglich, im Vergleich zu einem normalen Gebäude über 90% Heizenergie einzusparen, was dazu führt, dass im Jahr pro Quadratmeter weniger als 1,5 l Heizöl verbraucht werden. Natürlich wird auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß entsprechend reduziert. Wärmeverluste werden ganz einfach durch eine gute Wärmedämmung und einen Wärmetauscher für Zu- und Abluft vermieden. Auch die Fenster müssen gut isoliert werden, denn dort kann ganz leicht Wärme entweichen. Am besten eignet sich dafür eine Dreifachverglasung.

Kostenlose Wärmequellen lassen sich auch sehr schnell finden, man selbst zum Beispiel gibt Wärme ab und diese Wärme würde für ein Passivhaus sogar schon reichen. Dies allerdings schafft für einen Klassenraum, in dem meist mehr als 25 Schüler sitzen, ein neues Problem: Es könnte eine unangenehme Wärme entstehen. Doch auch dieses Problem lässt sich ganz einfach durch Stoßlüften beheben. Dies würde dann in den Aufgabenbereich der genau dafür ausgebildeten Klimaagenten fallen. Auch durch die Fenster kann im Sommer Wärme in Form von Licht in die Räume gelangen, aber durch Jalousien lässt sich aus dieses Problem beseitigen.

(Kevin Martin, 16 Jahre)

## **2. Kurzbeschreibung der technischen Ausstattung:**

### Wärmetauscher

Wir wollen in unser passives Klassenzimmer über die zwei renovierten Fenster jeweils einen Wärmetauscher setzen. Dieser erhitzt die kalte Außenluft und bzw. kühlt die warme Außenluft ab und bringt sie in den Raum hinein.. So nimmt man sich die Außenluft zu nutzen und man spart damit Energie.

### Automatische Lüftungsanlage ( Tag und Nacht)

Eine Lüftungsanlage ist uns deshalb wichtig, damit sie feuchte verbrauchte Luft aus dem Raum saugt und eine Frischluftzufuhr erfolgt wenn zu wenig O<sub>2</sub> im Raum ist (siehe CO<sub>2</sub> - Messer). Beim normalen Lüften geht viel Wärme verloren. Mit Lüftungsanlage jedoch nicht, da diese Wärme rückgewinnen kann. Somit spart man Energie und man verhindert zu hohe Luftfeuchtigkeit im Klassenzimmer, was bei vielen passiven Häusern ein Problem ist. Sie sollte auch in der Nacht lüften damit im Sommer die kühle Nachtluft das Zimmer abkühlt.

### CO<sub>2</sub> – Messer

Der CO<sub>2</sub> – Messer misst wie viel CO<sub>2</sub> bzw. O<sub>2</sub> in der Luft im Klassenzimmer ist. Wenn zu wenig Sauerstoff im Raum ist meldet er das der automatischen Lüftung, die dann für frische Luft sorgt. So spart man unnötiges Lüften und man hat immer genug Sauerstoff für gutes Lernen im Raum.

### Zentraler Stromschalter, automatische Lichtsteuerung

Hiermit verhindert man, dass Licht oder Energie umsonst verschwendet wird. Mit einem Bewegungsmelder geht das Licht automatisch an, aber nur dann, wenn jemand in der Klasse ist.

### Außenjalousien an Fensterfronten (Raffstoren)

Breite Lamellen, die sich von innen in nahezu jeden beliebigen Winkel einstellen lassen, sorgen dafür, dass bei jeder Tageszeit genau die richtige Menge Licht einfällt. In einem bestimmten Winkel eingestellt, lassen die Lamellen Tageslicht in den Raum, verhindern aber unerwünschte Einblicke bei gleichzeitigem Hitzeschutz.

Das Klassenzimmer sollte außerdem isolierte wärmespeichernde Wände, isolierte bzw. dichte Fenster, eventuell Hydrokulturen zum Speichern der Luftfeuchtigkeit, transparente Vorhänge und einen gut isolierten Boden haben und eine Wärmewand haben.

(Daniela Cocca, 16 Jahre)

### 3. Detaillierte Beschreibung der technischen Ausstattung:

#### 3.1 Der Wärmetauscher

Wenn ein Wärmetauscher in einem Haus enthalten ist, ist es nicht mehr nötig, die Fenster zu öffnen, aus denen nur unnötig Energie verloren geht. Durch einen Wärmetauscher kommt Frischluft über die Lüftungsanlage ins Haus.

Ein Erdwärmetauscher saugt zum Beispiel Frischluft an die durch ein 35m langes Rohr in 2m tiefe durch das Erdreich geleitet wird. Dadurch erwärmt sich die Luft im Winter von  $-15^{\circ}\text{C}$  auf  $+4^{\circ}\text{C}$ . Der Wärmetauscher erwärmt auch Luft die schon etwas wärmer ist, von  $+4^{\circ}\text{C}$  auf  $+17^{\circ}\text{C}$ . Mini-Heizungen können dann den Raum noch weiter erwärmen aber dafür wird dann wesentlich weniger Energie gebraucht. Über eine solche Lüftungsanlage kann man im ganzen Haus eine regelmäßige konstante Wärme erreichen.

Der Wärmetauscher kann aber genauso im Sommer die Luft abkühlen. Die Frischluft wird im Erdwärmetauscher einfach von  $+30^{\circ}\text{C}$  auf  $+19^{\circ}\text{C}$  abgekühlt. Auch dann kann die gesamte kühlere Luft im ganzen Haus gleichmäßig verteilt werden.

(Johanna Althainz, 15 Jahre)

#### 3.2 **Intelligente Lüftsysteme**

Es gibt drei Lüftungsstrategien. Die **angeleitete Fensterlüftung, Lüftungsanlagen mit und ohne Wärmerückgewinnung** und das **zentrale und dezentrale Lüften**.

Grundvoraussetzung für das Lüften ist, dass sich die Fenster für eine Stoßlüftung öffnen lassen. Während des Lüftens müssen die Thermostatventile natürlich abgedreht sein. Um zu wissen wann die Luft so verbraucht ist und dass man lüften sollte gibt es so genannte **Miefampeln**. Der Sensor der Miefampeln misst die in der Luft vorhandenen Gasbestandteile, die zur Verschlechterung der Luftqualität beitragen. Mittels LEDs wird der Grad der Luftqualität angezeigt. Von sehr gut (grün) bis mäßig (rot). Durch Einsatz einer Miefampel können ca. 10-15% der Heizkosten, durch bedarfsoptimales Lüften, eingespart werden, da man nur dann eine Stoßlüftung vollzieht, wenn die Ampel rot zeigt und nicht den ganzen Tag das

Fenster offen und die Heizung an hat. Eine Miefampel als Tischgerät, die ideal für Klassenräume gedacht ist und kostet ca. 149€.

Die zweite Lüftungsstrategie umfasst Lüftungsanlagen mit und ohne Wärmerückgewinnung. Mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung nutzt man die von den Schülern mitgebrachte Wärme.

Die dritte Strategie beinhaltet zentrale und dezentrale Lüftungssysteme. Dezentrale Lüftungssysteme versorgen nur einen Raum und zentrale versorgen gleich ein ganzes Gebäude. Ein zentrales Lüftungssystem ist zum Beispiel bei Anlagen mit dem Querlüftungsprinzip vorhanden. Verbrauchte Luft strömt über die Flurbereiche und wird in Toiletten oder Atrien abgesaugt. Das hat zum Vorteil, dass die Luft mehrfach genutzt werden kann. Außerdem werden die internen Wärmequellen so auch zum Heizen der Flure und Atrien genutzt.

Die Lüftungsanlage kann durch Nachtlüftung die Räume im Sommer gut abkühlen.

( Maximilian Sohn, 16 Jahre)

### **3.3 Fensterintegrierte, automatische Lüftung mit Wärmerückgewinnung**



Konventionelles unkontrolliertes Öffnen der Fenster bringt viele Nachteile mit sich. Z. B. 50% Heizenergieverlust und zu hohe Luftfeuchtigkeit. Deshalb sind automatische Lüftungssysteme ein klarer Vorteil. Dieses System besteht aus vier Verfahren.

Zuerst wird die Außenluft gefiltert und dem Wärme-Igel zugeführt, wo sie im zweiten Verfahren durch die Innenluft aufgewärmt und danach dem Raum zugeführt wird. Die im dritten Verfahren abgekühlte Innenluft wird anschließend wieder der Außenluft zugeführt. Somit lüftet man mit geschlossenem Fenster und man erntet viele Vorteile. Durch die Wärmerückgewinnung spart man bis zu 35% Lüftungsenergieverluste und da es

automatisch verläuft, muss man sich nicht ums Lüften kümmern, sondern ein CO<sub>2</sub> – Messer meldet dem Fenster, wenn zu wenig Sauerstoff im Raum ist und die Lüftung geht automatisch an.

(Patrick Pfeffer, 16 Jahre)

### 3.4 CO<sub>2</sub>-Messer

Eine hohe CO<sub>2</sub>-Konzentration ist häufig die Ursache für Müdigkeit und senkt die Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit. Aufgrund der Tatsache, dass in Klassenräumen häufig eine hohe CO<sub>2</sub>-Konzentration vorliegt und meist so gelüftet wird, dass es im Raum zu kalt wird oder das nicht lange genug gelüftet wird und noch zu viel CO<sub>2</sub> in der Luft ist, bietet sich ein CO<sub>2</sub>-Messer als Lösung an. Denn dieser schickt ein Signal an das Lüftungssystem, welches das Lüftungssystem dazu veranlasst zu lüften. Dadurch kann optimal gelüftet werden, da nur solange gelüftet wird, wie der eingegebene CO<sub>2</sub>-Wert überschritten wird. So kann keine Wärme durch zu langes Lüften verloren gehen und der CO<sub>2</sub>-Wert der Luft bewegt sich in einem optimalen Rahmen.

(Kathrin Wiegand, 16 Jahre)



Kohlendioxid ist nicht nur eine Gefahr fürs Klima, sondern auch ein wichtiger Faktor für die Luftqualität in Büro- und Wohnräumen, der oft nicht beachtet wird. Eine zu hohe CO<sub>2</sub>-Konzentration führt zu Ermüdungserscheinungen, Konzentrationsstörungen und auch zu Kopfschmerzen. Mit einem CO<sub>2</sub>-Messer lässt sich die Kohlendioxid-Konzentration in der Luft einfach ermitteln. Ein Mikrocontroller überwacht den Messwert und kann bei Überschreiten eines Grenzwerts einen Alarm auslösen oder ein Belüftungssystem einschalten.

Vincent Heim, 16 Jahre

### **3.5 Licht im passiven Klassenzimmer**

#### **Warum ein zentraler Lichtschalter ?**

Strom mit einem zentralen Lichtschalter einzusparen heißt, das Licht intelligenter zu steuern; das heißt, man kann das Licht an **einem** Lichtschalter einschalten (nur durch die Lehrkraft), um so einem ewigen und unnötigen Ein- und Ausschalten des Lichtes vorzubeugen.

#### **Warum dimmbares Licht?**

Dimmbare Lichtschalter bewirken, dass wenn man aus einem Raum rausgeht, das Licht automatisch ausgeht oder sich das Licht selbst automatisch dimmt, um einen großen Teil des Stroms der Schule zu sparen; diese Steuerung soll automatisch passieren.

Max Weigl, 16 Jahre

### **3.6 Wärmespeichernde Wände**

Wärmespeicherung durch die Wände ist das Wichtigste im Passivhaus, da dies das Heizen mit Heizung oder Ofen unnötig macht. Die Dämmung, für die die Außenwand zuständig ist, schließt die Wärme ein und ist folglich eine unentbehrliche Voraussetzung für die Wärmespeicherfähigkeit der Innenwände. Die Kombination von Wärmedämmung und Wärmespeicherung verhindert eine zu schnelle Erwärmung des Innenraums im Sommer und die seine Auskühlung im Winter.

Das funktioniert so: Die Wärme, die auf Personen und elektronische Geräte im Raum ausstrahlt, wird gespeichert und wenn die Raumtemperatur zu sinken beginnt, wird sie wieder abgegeben. Daher fühlen sich die Wände im Passivhaus auch nie kalt an.

Als Dämmstoff kann man **Materialien wie Steinwolle, Kork oder Lehmstein** verwenden. Die Faustregel hier: Je besser der Dämmstoff, desto dünner die Wand. Für die wärmespeichernden Innenwände eignen sich unter anderem Materialien aus Lehm, wie z.B. Grünlinge (ungebrannte Lehmsteine) besonders gut. Diese speichern nämlich nicht nur erstklassig Wärme ein, sie werden auch unter geringem Energieaufwand hergestellt und regulieren die Luftfeuchtigkeit im Raum, was Schimmelbildung und Feuchtigkeitsschäden verhindert und Wohnkomfort und Langlebigkeit des Gebäudes erhöht.

(Pia Knostmann, 16 Jahre)

### 3.7 Wärmespeichernder Boden

Bei einer Sanierung eines Hauses, bei der der Boden über dem Erdreich saniert wird, muss man darauf achten dass eine Feuchtigkeitssperre vorhanden ist. Diese muss an die Horizontalisolierung der Außenwände angeschlossen werden. Wenn man einen Boden von Anfang des Hausbaues an dämmen will, kann man über eine Kies- oder Sandschicht oder eine Schicht aus Schaumglasschotter Dämmplatten auflegen. Bei den Dämmplatten muss darauf geachtet werden, dass sie feuchtigkeitsbeständig und druckbelastbar sind. Dann kommt eine Sperrschicht aus Bitumenschweißbahnen verklebt auf die Dämmschicht, danach folgt der normale gewünschte Bodenbelag.

(Elisa Bock, 15 Jahre )

### 3.8 Dreifach verglaste Fenster:

Die sechs Fenster mit je den Maßen 120x120 und 80x120 sind dreifach verglast und überschreiten den U-Wert von 0,80 W/m<sup>2</sup>K nicht. Außerdem liegt der g-Wert bei 50%.

### 3.9 Beschichtete Jalousien

Um erwünschte und unerwünschte Einflüsse der Sonneneinstrahlung voneinander zu trennen, sollten im passiven Klassenzimmer **Jalousien mit selektiv beschichteten Lamellen** verwendet werden. Sie sorgen dafür, dass bei waagrecht stehender oder leicht geöffneter Lamelle besonders viel Licht in den Raum fällt. So kann das Kunstlicht früher ausgeschaltet werden. Das spart Energie.

Die UV- und Infrarot-Strahlen der Sonne werden durch die Selektivität der Lamelle absorbiert, wodurch die Räume angenehm hell, aber eben kühl bleiben. In Unterrichts- und Seminarräumen ist die Blendung durch Sonneneinstrahlung nicht gern gesehen. Mit dem „einfachen Dichtmachen“ ist es im Bereich des Blendschutzes aber nicht getan. Studien zeigen, dass der Heizenergiebedarf für ein Gebäude steigt, wenn auch im Winter der außenliegende Sonnenschutz als Blendschutz genutzt wird. Die Sonneneinstrahlung wird dann vollständig abgeblockt, wodurch auch die solare Energiegewinne im Winter verloren gehen.

Um im Winter hohe passive Energiegewinne erzielen zu können, sollte das Rollo möglichst dunkel, also absorbierend sein. Ein Rollo mit einer Aluminiumbedampfung kann den U-Wert der Fenster um bis zu deutlich reduzieren. Der Blendschutz wird von den Lehrern mittels Schlüsselschalter betätigt, um Vandalismus vorzubeugen.

**3.10 Beheizung eines passiven Klassenzimmers:** Ein großer Teil des Heizwärmebedarfes wird im „passiven Klassenzimmer“ also von inneren Gewinnen, d. h. die Wärmeabgabe von Personen und Geräten, sowie von solaren Gewinnen beim Wärmeeintrag über die Fenster gedeckt. Der dann noch bestehende geringe Restwärmebedarf kann durch beliebige Quellen bereitgestellt werden (z. B.: [Gasheizung](#), [Fernwärme](#), [Wärmepumpe](#), [Elektrogebäudeheizung](#), [thermische Solaranlage](#) oder [Pelletofen](#)). Die benötigte Heizleistung ist mit höchstens 10 W/m<sup>2</sup> bei -10 °C Außentemperatur sehr gering, so dass ein 100 m<sup>2</sup>-Raum eine maximale Heizlast von 1 kW hat, was theoretisch ein elektrischer [Heizlüfter](#) oder [Haartrockner](#) leisten kann. Man sollte in diesem Fall auf sogenannte [Kompaktgeräte](#) zurückgreifen, die eine [kontrollierte Wohnraumlüftung](#), Warmwasserbereitung, eine Mini-Wärmepumpe und Elektrozusatzheizung in einem Gerät vereinen und keine *klassische* [Gebäudeheizung](#) darstellen. Bei ausreichender Dämmung und dem Einsatz eines Wärmetauschers ist davon auszugehen, dass das „passive Klassenzimmer“ trotz der Produktion von Eigenwärme auch in den Sommermonaten nicht klimatisiert werden muss. (Patrick Pfeffer, 16 Jahre)

#### **4.1 Kosten eines passiven Klassenzimmers an der Alfred-Wegener-Schule Kirchhain nach der Wärmedämmung der Außenwände:**

Wärmetauscher	4 000 €
Fensterintegrierte Lüftung	1 000 €
CO2-Messser incl. Steuerung	500 €
Licht	3 000 €
Wärmewand	1 000 €
Boden	1 000 €
Fenster (dreifach verglast)	6 000 €
Jalousien	6 500 €

---

**23 000 €** (Durchschnittswerte)



Im Schnitt verursacht ein Klassenzimmer an der AWS derzeit ca. **1025 € Heizkosten** pro Jahr (123.000 € Gesamtheizkosten, ca. 126 zu beheizende Räume). Diese könnten durch den Umbau auf ein passives Klassenzimmer auf **102 € pro Jahr** reduziert werden. Damit würden sich die Kosten für das passive Klassenzimmer bei stagnierendem Öl- bzw. Gaspreis nach ca. 25 Jahren amortisieren. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Klassenzimmer könnte von **3,5 t CO<sub>2</sub> /Jahr auf 0,3 t CO<sub>2</sub>** reduziert werden, da anzunehmen ist, dass ihre Reduktion mit der Senkung der Heizkosten korrelieren wird.

Da aufgrund der weltweiten Ressourcenverknappung damit zu rechnen ist, dass sich die Heizkostenpreise für Öl und Gas in den kommenden Jahren massiv erhöhen werden und die Bundesregierung an einer Heizkosteneinsparung in öffentlichen Gebäuden mittelfristig interessiert ist, um ihre Klimaschutzziele zu erreichen, spricht: die Investition in die Sanierung öffentlicher Gebäude weiter subventionieren wird, dürfte eine Amortisierung der investierten Beträge bereits früher erreicht werden.

Insofern wäre die Investition in ein passives Klassenzimmer sowohl aus globaler, nationaler und lokaler Perspektive wie auch aus pädagogischen und finanziellen Gründen vertretbar.

(Kevin Martin, Patrick Pfeffer und Max Weigl, 16 Jahre)

I

#### 4 Quellen:

BINE Informationsdienst (Hg.): *Gebäude sanieren – Schulen. Themen info 1/06, Bonn, 2006.*

Reichenbach, Franz: *Energieeffizienz mit intelligenter Lichtsteuerung*, Rheinfelden-Herten, 2009.

Schüco (Hg.): *Schüco VentoTherm: Dezentrales Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung*, Bielefeld, 2008.

Tralec GmbH (Hg.): *EcoMaxxLST: Intelligente Lichtsteuerung für Schulen*. Reinbek, 2009.

WAREMA Renkhoff SE (Hg): *Zukunftsinvestitionen der öffentlichen Hand: Energiespar-Sonnenschutzsystem*. Art.-Nr. 871445; Marktheidenfeld, 2009.

[www.cwaller.de/deutsch.htm?teil5\\_4\\_gebaeudeklima.htm~information](http://www.cwaller.de/deutsch.htm?teil5_4_gebaeudeklima.htm~information)

[www.energiesparhaus.at/denkwerkstatt/allgemein\\_a.asp?Thread=14563](http://www.energiesparhaus.at/denkwerkstatt/allgemein_a.asp?Thread=14563)

[www.hotfrog.de/Produkte/Waermewand](http://www.hotfrog.de/Produkte/Waermewand)

[www.hydro-kulturen.de](http://www.hydro-kulturen.de)

[www.waermetauscher.wlw.de](http://www.waermetauscher.wlw.de)

[www.wlw.de/treffer/co2-messgeraete.html](http://www.wlw.de/treffer/co2-messgeraete.html)

[www.quotatis.de/fenster-tueren-tore-kategorie.html?sqn=2396&qclid=CJLnmOas454CFcqHzAodYxlIMA](http://www.quotatis.de/fenster-tueren-tore-kategorie.html?sqn=2396&qclid=CJLnmOas454CFcqHzAodYxlIMA)

## **5 Autoren**

### **Schüler der Jahrgangsstufe 10 der AWS Kirchhain:**

Johanna Althainz,  
Elisa Bock,  
Daniela Cocca,  
Vincent Heim,  
Pia Knostmann,  
Kevin Martin

Patrick Pfeffer,  
Karina Schmutzler,  
Maximilian Sohn,  
Jana Tilp,  
Max Weigl,  
Kathrin Wiegand

### **Projektbegleitende Lehrkräfte:**

Andrea Gergen,  
Andreas Möller-Forst,  
Jan Merchel

### **Architekt (Architekturbüro Ehrig, Marburg):**

Holger Frisch

### **Energieberater des Landkreises Marburg-Biedenkopf:**

Patrick Gerber

## 6 Anhang

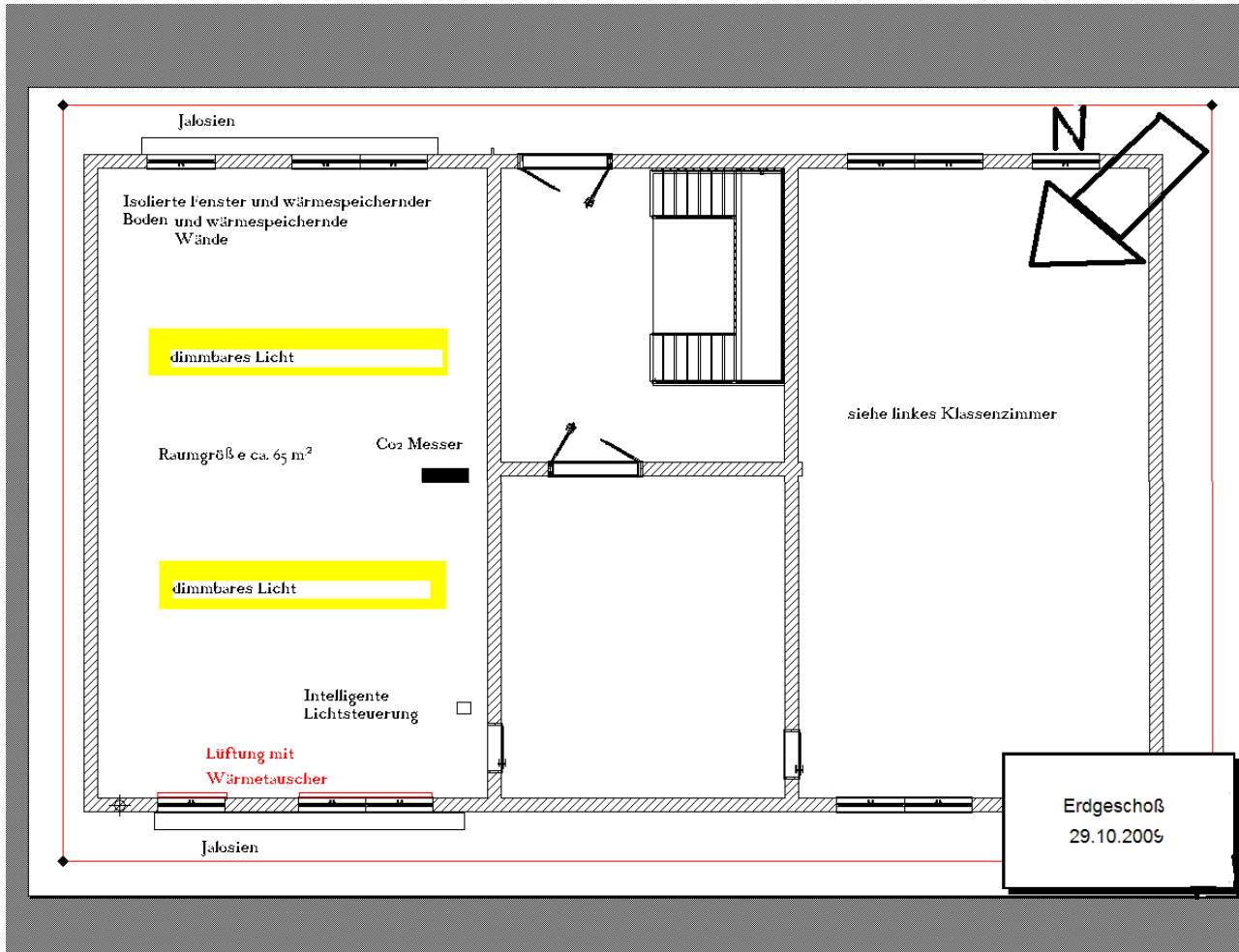
### 1. AWS-Freiflächen-Bestand:



## 2. Gebäude AWS 5-7



### 3. Passives Klassenzimmer:



Die Entwicklung des passiven Klassenzimmers im Rahmen des Comenius-Projekts „Klimawandel-Energie sparen!“ an der Alfred-Wegener-Schule Kirchhain wurde unterstützt von

PLANUNGS- & INGENIEURGESELLSCHAFT

DIPL. -ING. M. EHRIG mbH – ARCHITEKT

Gerhard-Jahn-Platz 1

35037 Marburg/Lahn



und gefördert durch den Landkreis Marburg-Biedenkopf sowie durch die Generaldirektion Bildung und Kultur im Rahmen des EU- Programms für Lebenslanges Lernen



GD Bildung und Kultur

Programm für lebenslanges Lernen

