



Energiedetektive im Schulhaus

6. Klasse bis Sekundarstufe 2

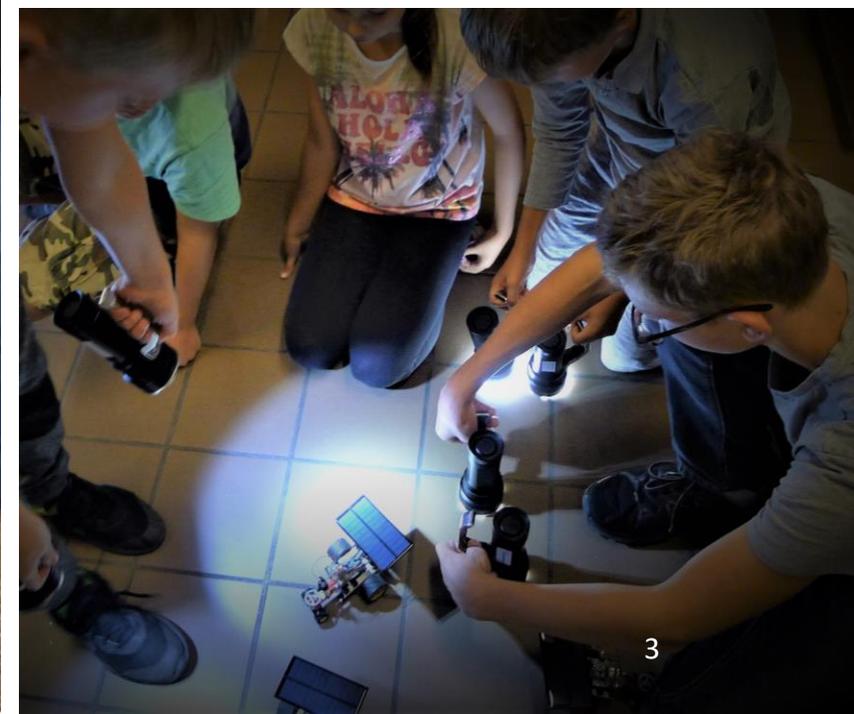
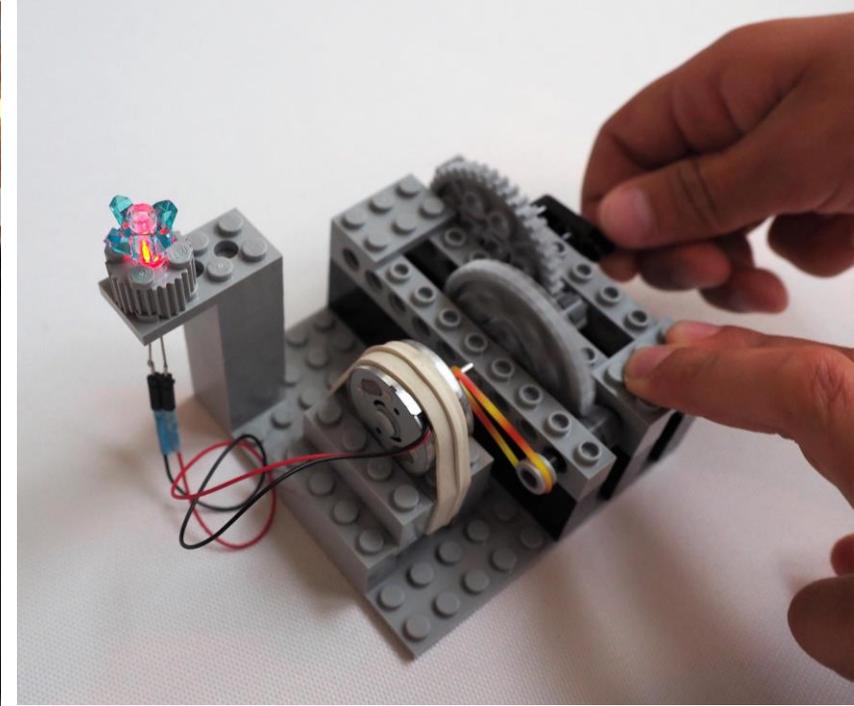
Workshop von Almut Sanchen
Bildungskonferenz Klima und Energie
am 8. Mai 2021

Was erwartet Sie heute?

- Kurze Vorstellungsrunde (10 min)
- Energiedetektive im Oberstufenzentrum Kirchbünt Grabs (20 min)
- Umsetzung in anderen Schulen (15 min)
- Fragen, Erfahrungsaustausch (15 min)



Bildungskonferenz Klima und Energie 8. Mai 2021 – Almut Sanchen



Mein Ziel heute

- Sie bereichern zukünftig Ihren Unterricht um ein praxisnahes Thema:

Energie im Schulhaus

Energiedetektive im Schulhaus

3 x 45 min
im Oberstufenzentrum Kirchbünt Grabs

Motivation

- Kennen wir die **Gebäude**, in denen wir leben, arbeiten, lernen?
- Was ist nötig, damit es dort angenehm und komfortabel ist?
- Wie gestalten wir unser tägliches Umfeld im Einklang mit der Umwelt?

Wir wollen herausfinden:

- Wofür brauchen wir Energie?
- Welche Energieformen brauchen wir?
- Wo kommt die Energie her?
- Nutzen wir die Energie effizient?
- Welche Auswirkungen hat die Nutzung auf die Umwelt?

Lernziele

Nach den drei Unterrichtseinheiten

- Kennen alle den/die Hausmeister*in und dessen/deren Aufgaben im Schulhaus
- Wissen die Schüler*innen, wann das Schulgebäude erbaut und gegebenenfalls saniert wurde
- Wissen die Schüler*innen, wie Wärme im Schulhaus erzeugt und verteilt wird
- Kennen die Schüler*innen drei ausgewählte technische Anlagen mit ihrer Funktion



Oberstufenzentrum Kirchbünt, Gemeinde Grabs, Schweiz

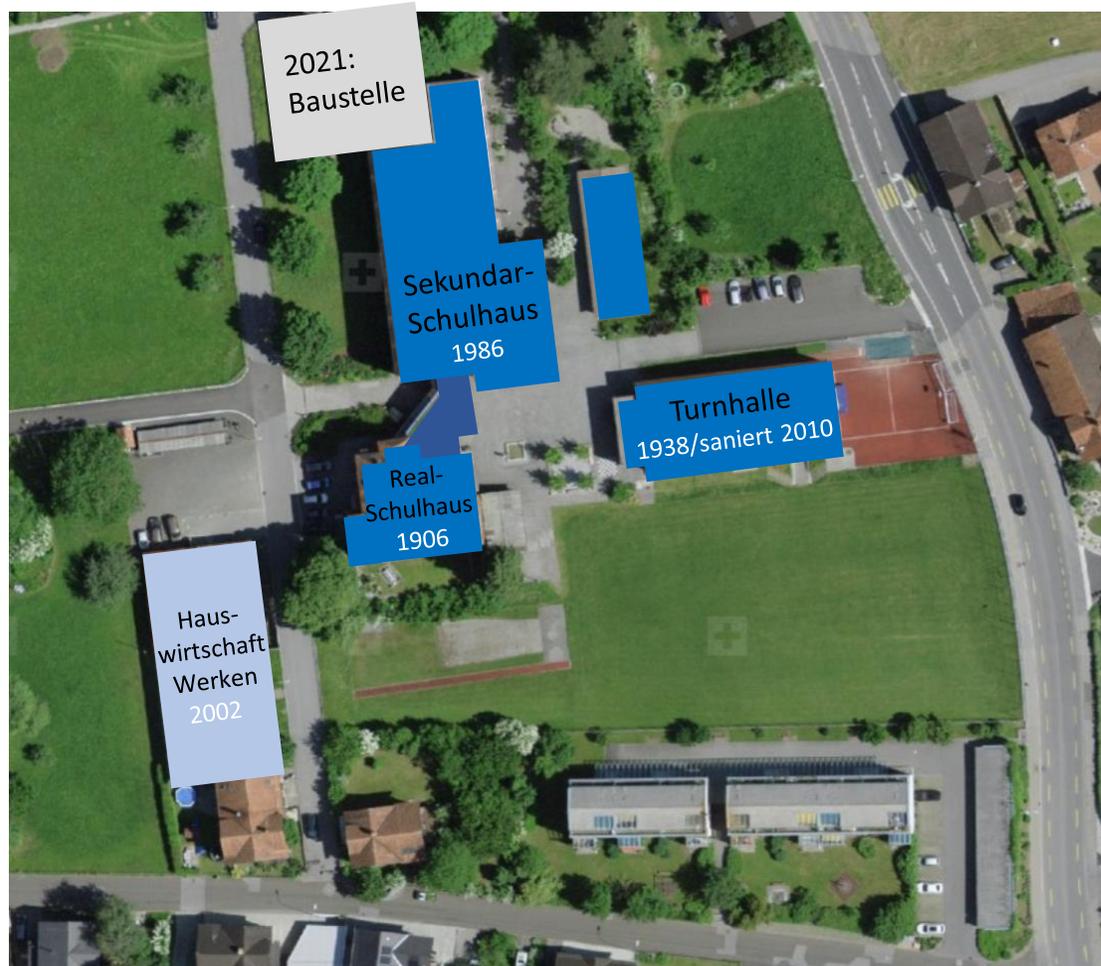
Schulgelände



© Daten: [CNES](#), [Spot Image](#), [swisstopo](#), [NPOC](#)

[Bundesamt für Landestopografie swisstopo](#)

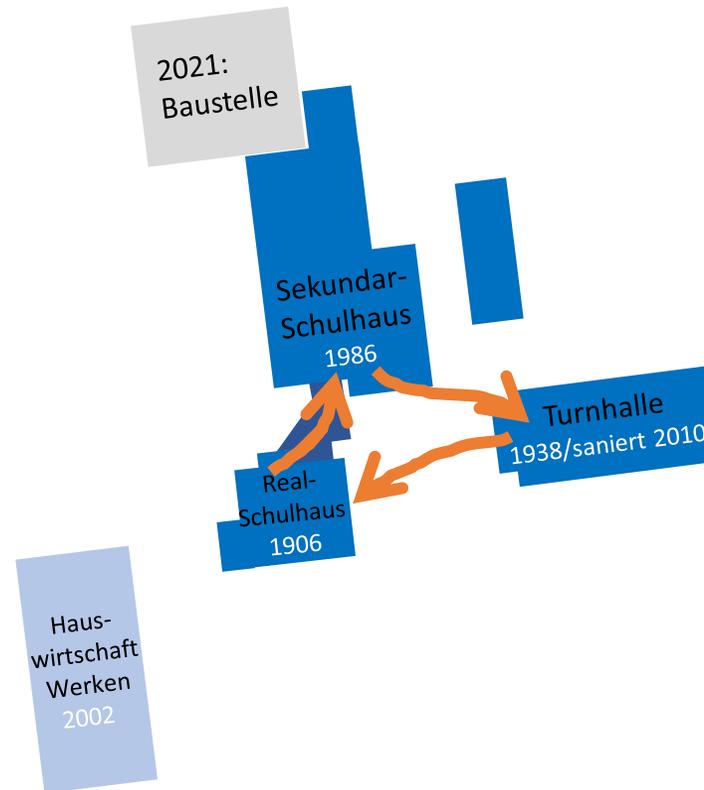
Schulgelände



© Daten: [CNES](#), [Spot Image](#), [swisstopo](#), [NPOC](#)

[Bundesamt für Landestopografie swisstopo](#)

Rundgang



Wir besichtigen

- Heizungskeller
- Lüftungsanlage
- Fotovoltaikanlage
- Gebäude

Werkzeuge



Papier
Stift

ENERGIEPFAD
gras

Einsatzprotokoll

Datum: 15. Feb 21

Energiedetektiv
Name: _____
Vorname: _____

Objekt: Schulhaus Kirchbünt

Bild:  Ausrichtung: 

Art des Objektes: Einfamilienhaus Mehrfamilienhaus Schulhaus

Adresse: _____

Baujahr des Objektes: _____

Pläne vorhanden? nein ja

Bauweise: Holz Backstein Beton keine Ahnung

Grundriss: kompakt gestreckt gegliedert

Anzahl Etagen: _____ (Vollgeschosse)

Sanierung? nein ja, Jahr: _____ was: Fenster, Wände, Heizung...

Dämmung: nein ja, Material: Styropor, Mineralwolle, ... Dicke: _____ cm

Fenster: Einfachverglasung Zweifachverglasung Dreifachverglasung

Lüftungsanlage: nein ja

Heizung

Art der Heizung: Öl Gas Fernwärme Stückholz Hackschnitzel Pellets

Wärmepumpe Luft/Erdsonde/Grundwasser Sonnenkollektoren

Leistung: 60-100 kW (Wärme) _____ kW (elektrisch)

Wärmeverteilung: Radiatoren Fussbodenheizung Luftheizapparate

Rohrleitungen: ungedämmt gedämmt

Heizungsspeicher: nein ja, Grösse: _____ Liter Temperatur: _____ °C
(interner 60-Liter-Speicher im Heizkessel)

Warmwasser

Art der Erzeugung: an Heizung gebunden Elektroboiler elektrischer Durchlauferhitzer

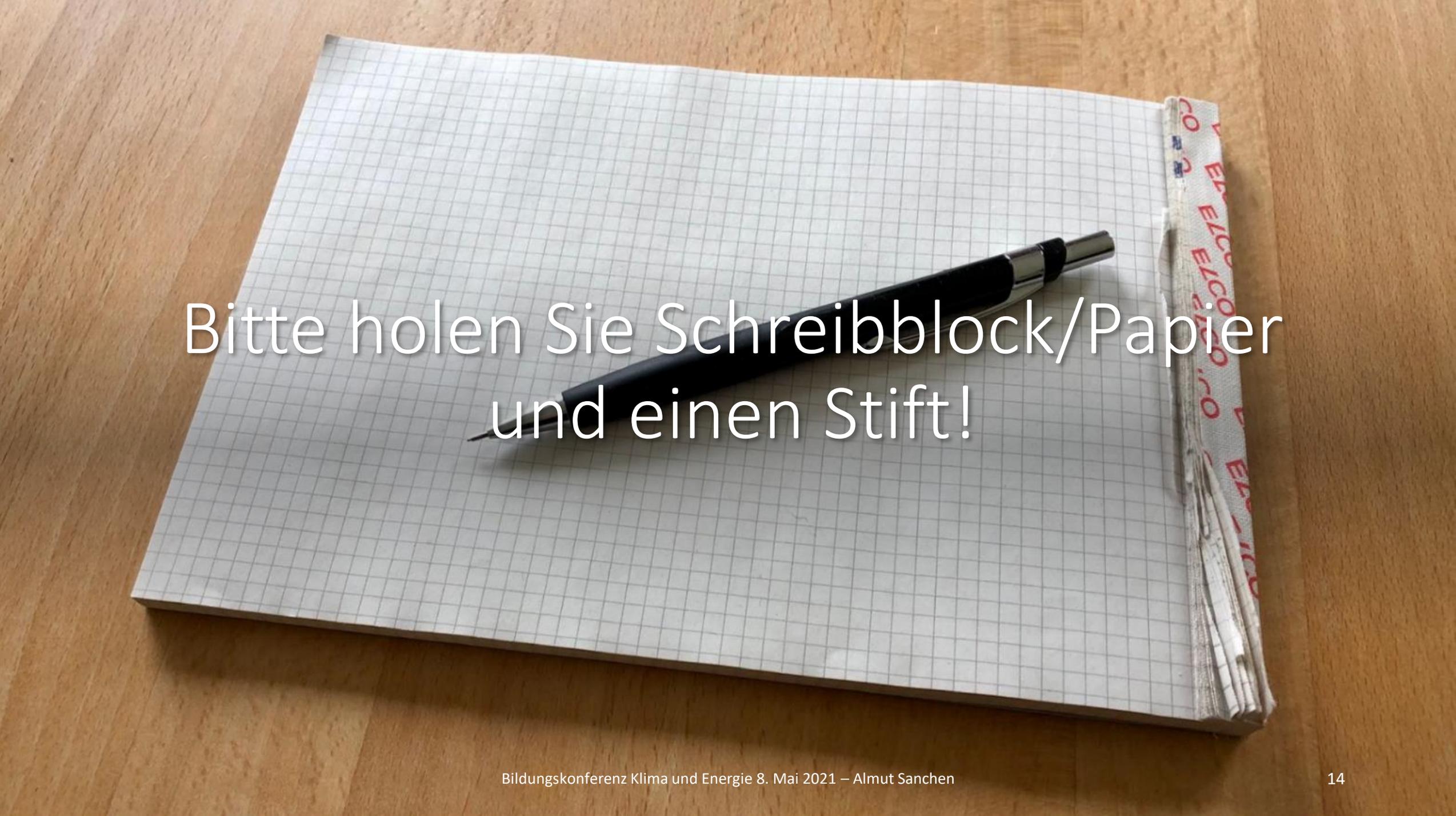
Wärmepumpenboiler Sonnenkollektoren

Rohrleitungen: ungedämmt gedämmt

Warmwasserspeicher: nein ja, Grösse: _____ Liter Temperatur: _____ °C

Wir machen

- Notizen
- Fotos
- Wärmebilder
- Videoclips

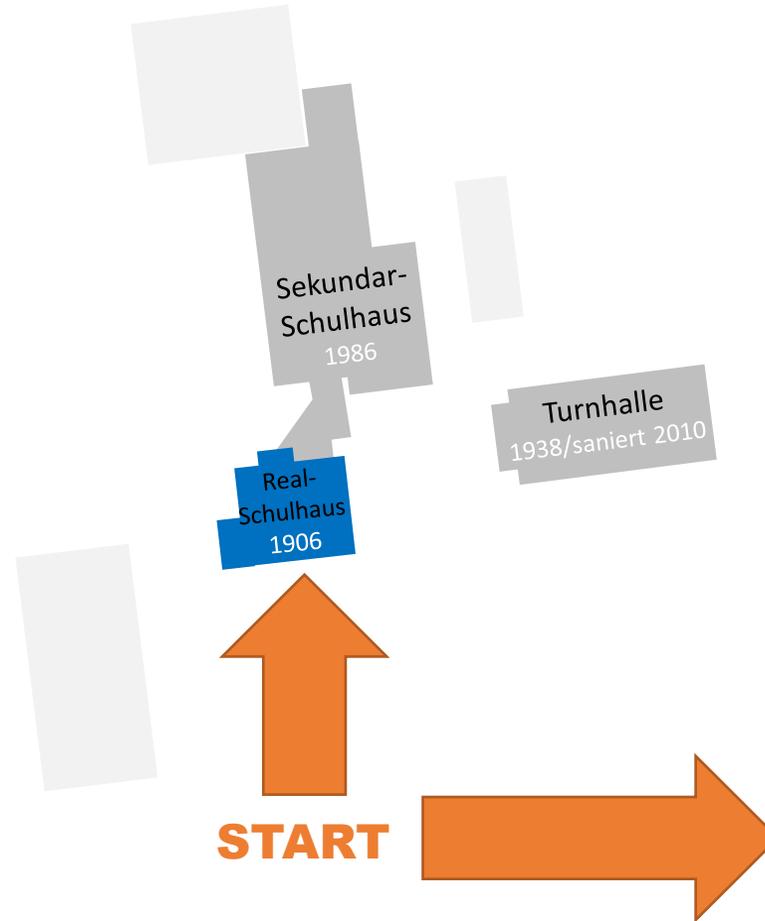
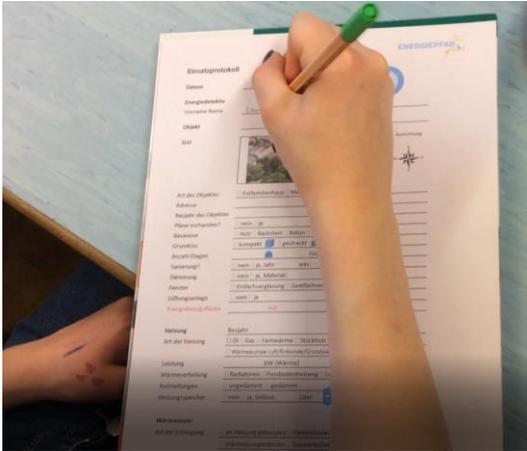
A stack of white graph paper with a black pen resting on it, set against a wooden background. The text "Bitte holen Sie Schreibblock/Papier und einen Stift!" is overlaid in white. The pen is a sleek, black and silver ballpoint pen. The graph paper is stacked, and the edges of the pages are visible on the right side. The wooden surface is light-colored with a natural grain.

Bitte holen Sie Schreibblock/Papier
und einen Stift!

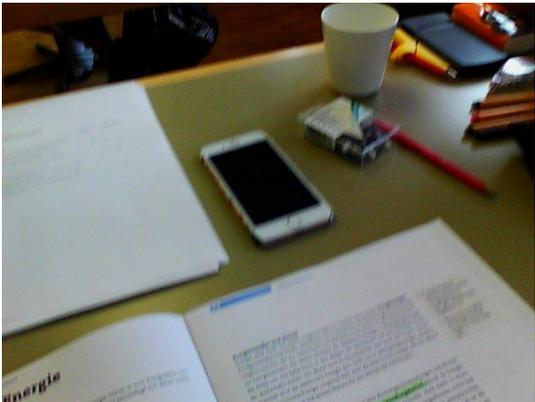


Unverzichtbar: der Hausmeister

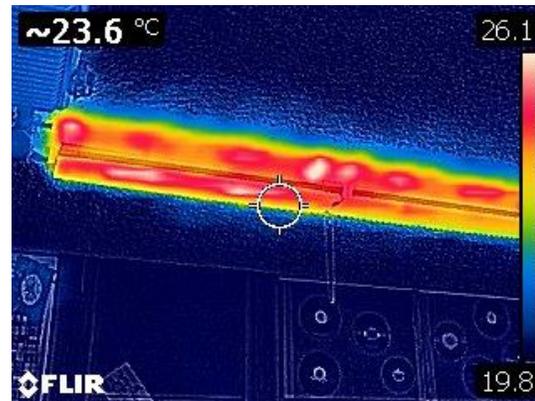
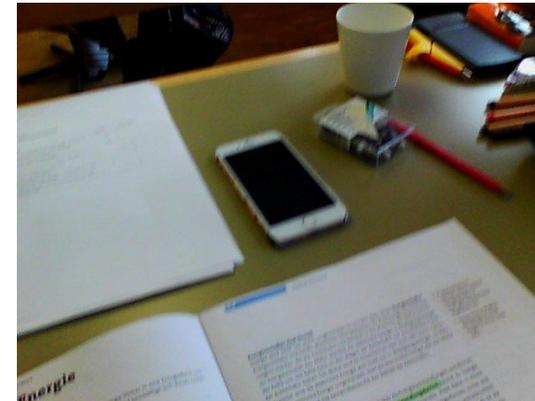
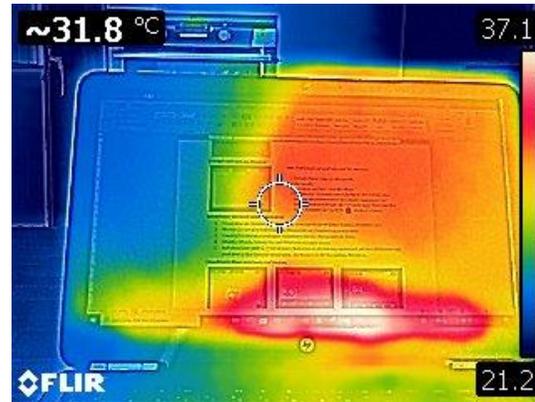
Station 1: Realschulhaus



Station 1: Realschulhaus innen

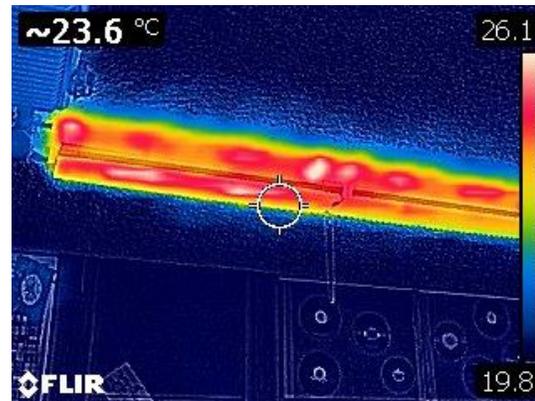
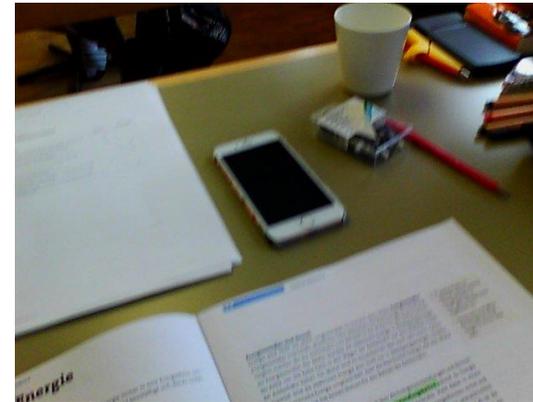
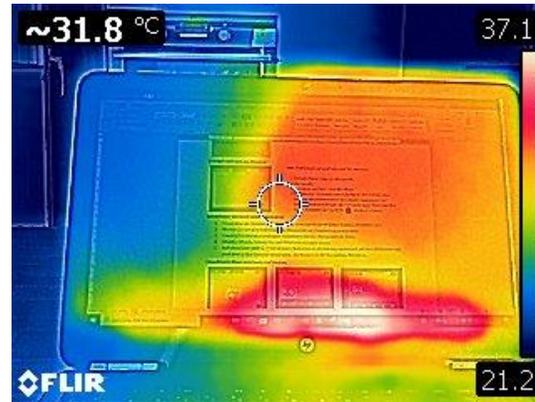


Station 1: Realschulhaus innen



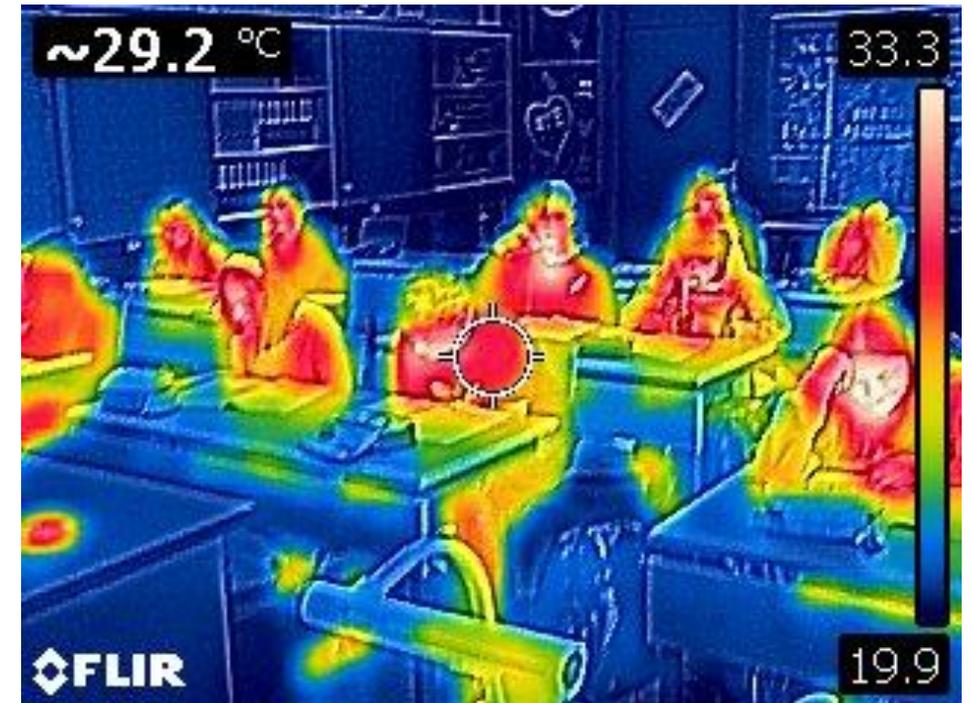
Rot: warm
Blau: kalt

Station 1: Realschulhaus innen



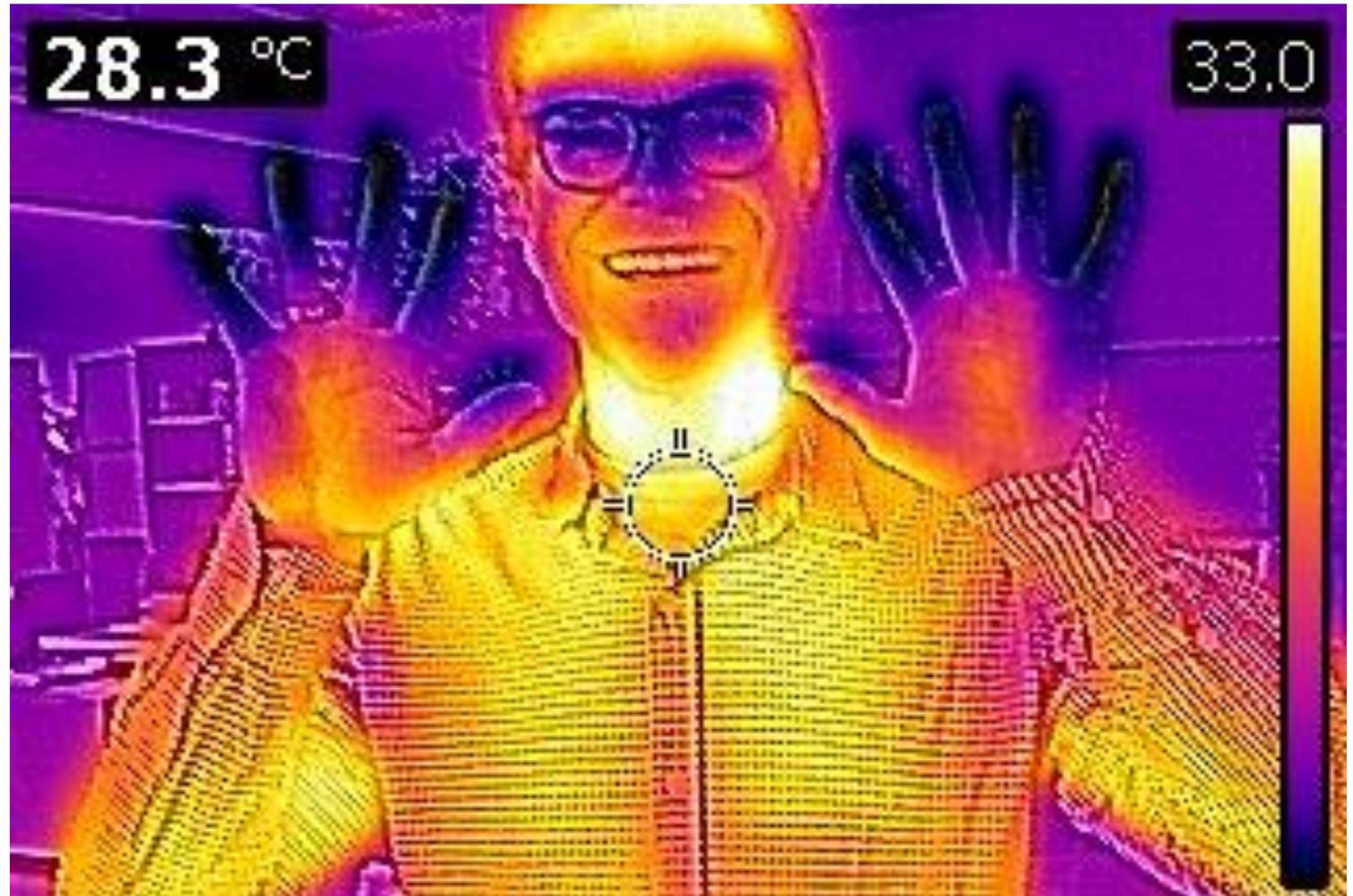
Aus Elektrizität wird Wärme

Station 1: Realschulhaus innen

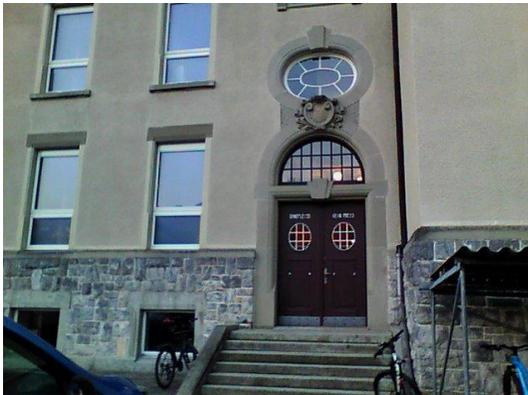


Diverse Heizkörper

Frage 1:
Wie viel
Heizleistung
hat eine
Person?



Station 1: Realschulhaus aussen



Baujahr: 1906

Station 1: Realschulhaus aussen



Rot: warm
Blau: kalt

Wärmeverluste

Heizungskeller

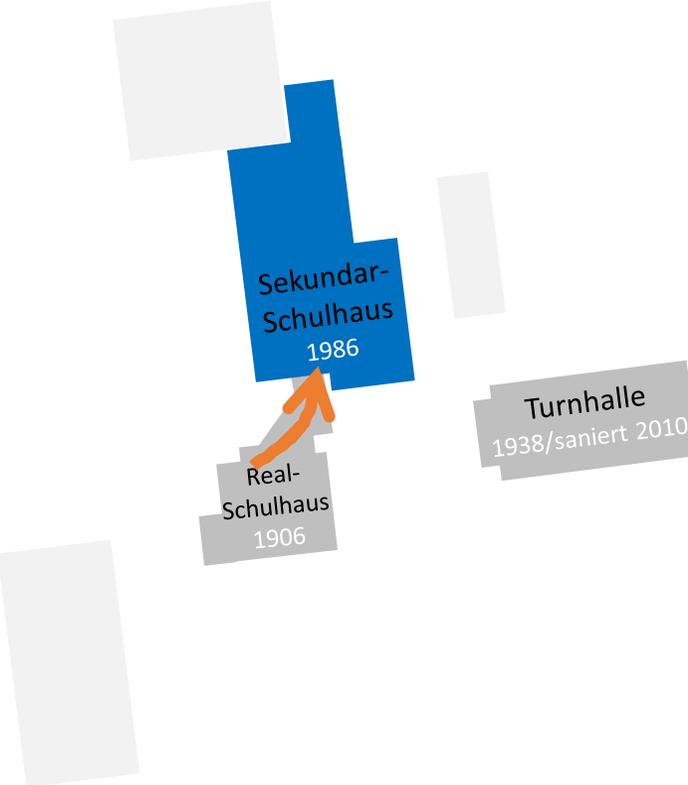
Einfachverglasung



Bemerkung: Solche Aussenaufnahmen sind nur im Winter möglich

Woher
kommt die
Wärme?

Station 2: Sekundarschulkeller



Station 2: Sekundarschulkeller



Station 2: Sekundarschulkeller



Dort kommt die Wärme von der Kehrlichtverbrennungsanlage an

Die Leistung dieses «Kastens» würde für die Beheizung von 20 Einfamilienhäusern ausreichen



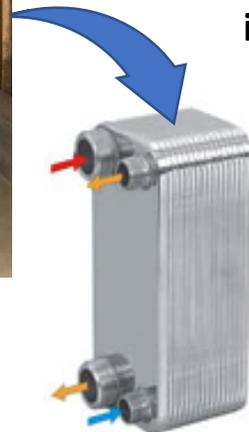
Station 2: Sekundarschulkeller



Station 2: Sekundarschulkeller



So sieht er innen aus.

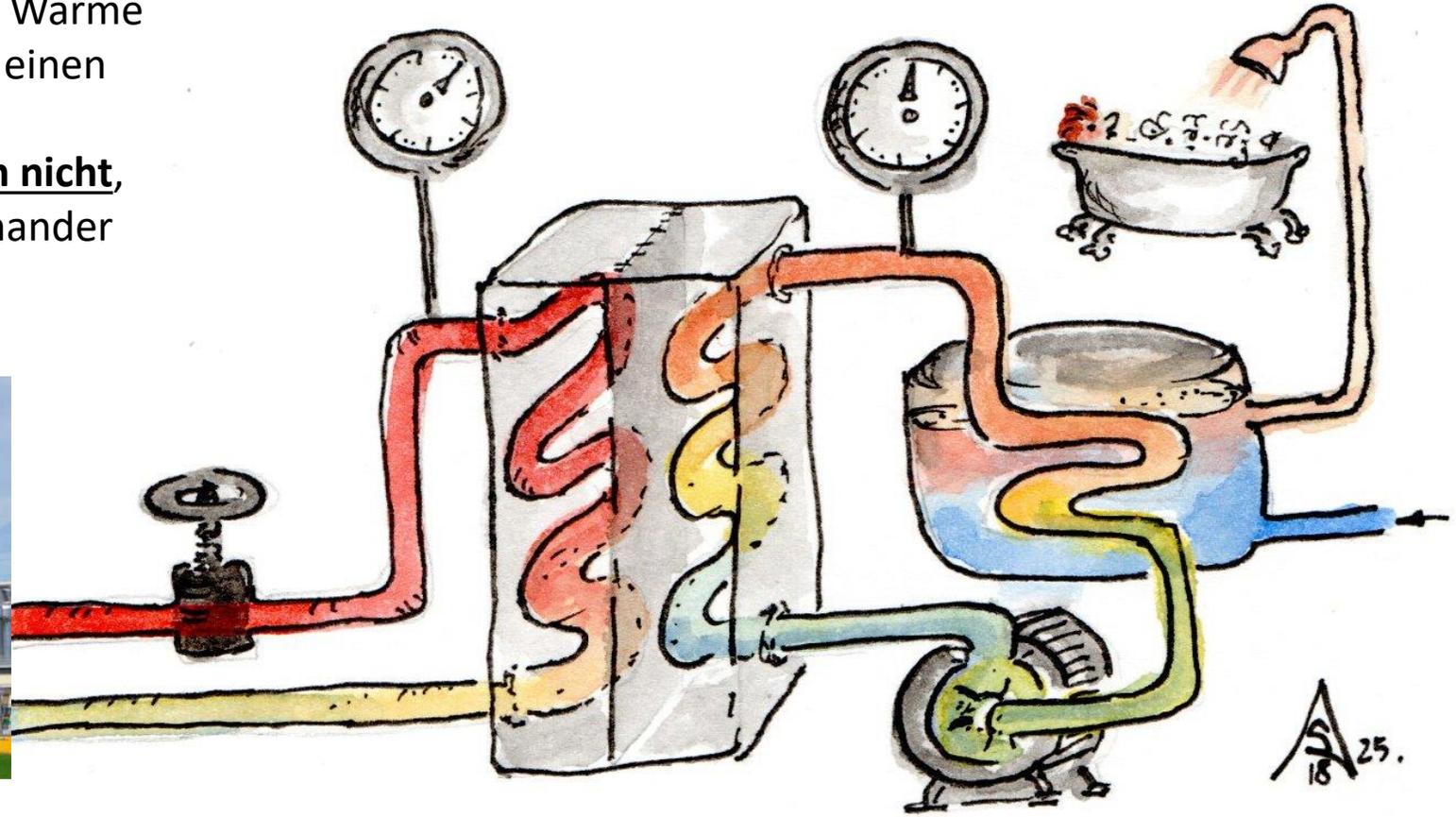


Unter der **blauen Abdeckung** verbirgt sich ein Plattenwärmeübertrager.

Station 2: Sekundarschul Keller

Im **Plattenwärmeübertrager** wird die Wärme von einem warmen Wasserstrom auf einen kalten Wasserstrom übertragen.

Beide Wasserströme vermischen sich nicht, sie sind durch eine Blechwand voneinander getrennt.

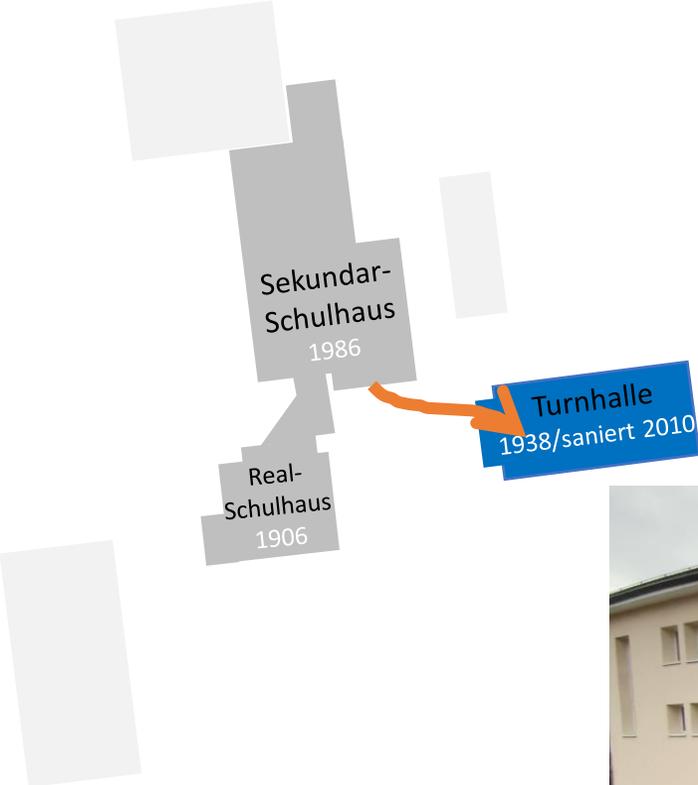


Hier wird die Wärme in die verschiedenen Gebäude und Räume geleitet.

Frage 2:
Welche Farbe hat die älteste Umwälzpumpe?



Station 3: Turnhalle

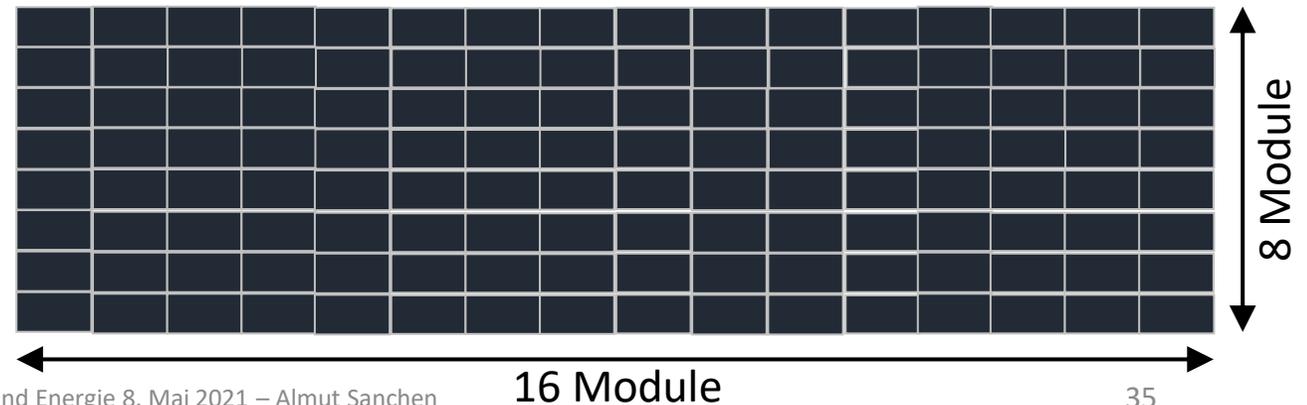




Fotovoltaik-Anlage

Wärmedämmung neu

Fotovoltaik-Anlage

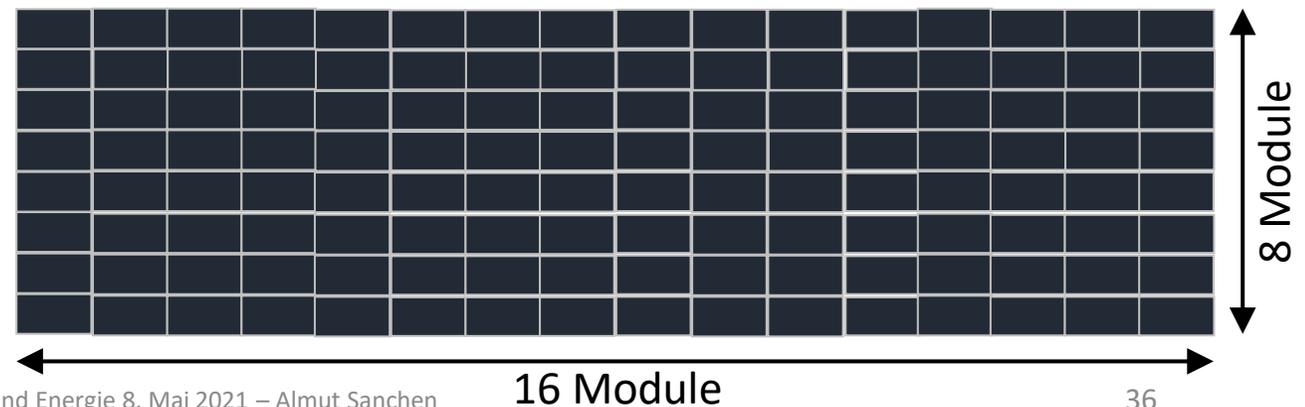


Fotovoltaik-Anlage



Fragen 3-6:

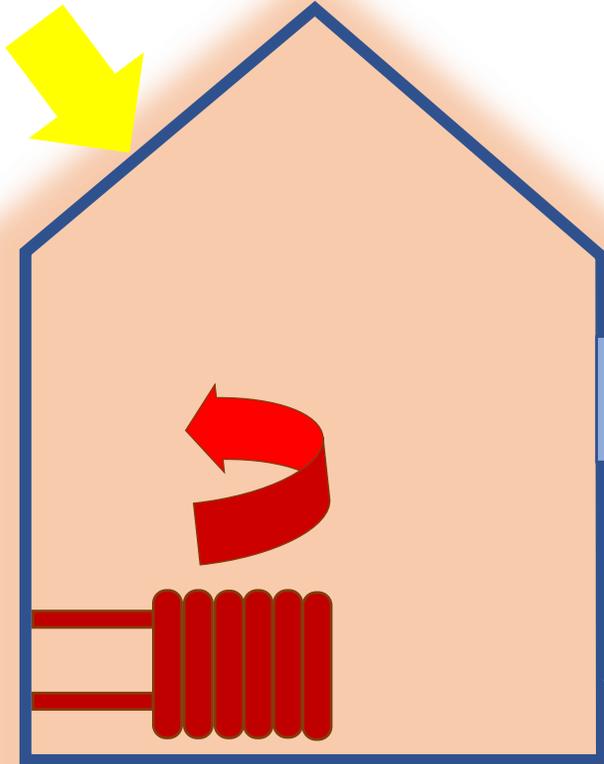
- Welche Länge, Breite und Fläche hat die Anlage?
- Welche maximale Leistung hat die Anlage? [kW]
- Diese Anlage produziert rund 36'000 kWh Strom pro Jahr. Wenn ein Haushalt rund 3'600 kWh Strom pro Jahr verbraucht, wie viele Haushalte kann diese Anlage versorgen?
- Welche Anlagenfläche aus diesen Modulen braucht ein Haushalt mindestens, um seinen Strombedarf pro Jahr zu decken?



Wärmedämmung



Eine gute Wärmedämmung schützt im Sommer vor starker Aufheizung der Räume, vor allem unterm Dach.

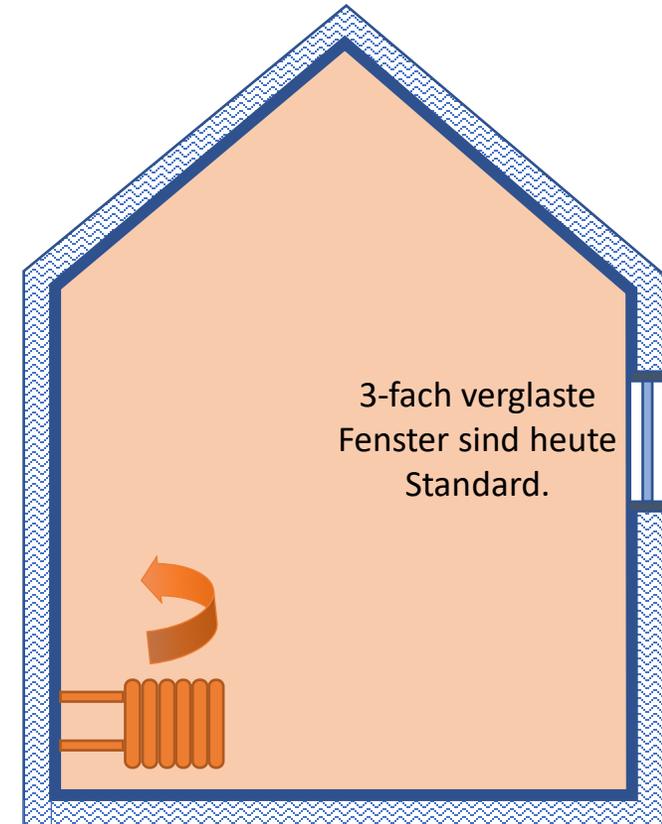


Einfaches Mauerwerk

Achtung: Art und Dicke der Wärmedämmung sieht man nur in der Bauphase oder auf Bauplänen.

Dämmstoffe, wie zum Beispiel Steinwolle oder Styropor, **leiten viel schlechter Wärme** als Wände aus Stein. Sie «bremsen» die Wärmeabgabe von beheizten Räumen an die kalte Umgebungsluft. Man muss weniger heizen und das Raumklima ist angenehmer.

Typische Dämmstärken liegen bei rund 20 cm.



Wärmedämmung

Station 3: Turnhalle



Lüftungsanlage Ringerkeller

Station 3: Turnhalle



Lüftungsgerät

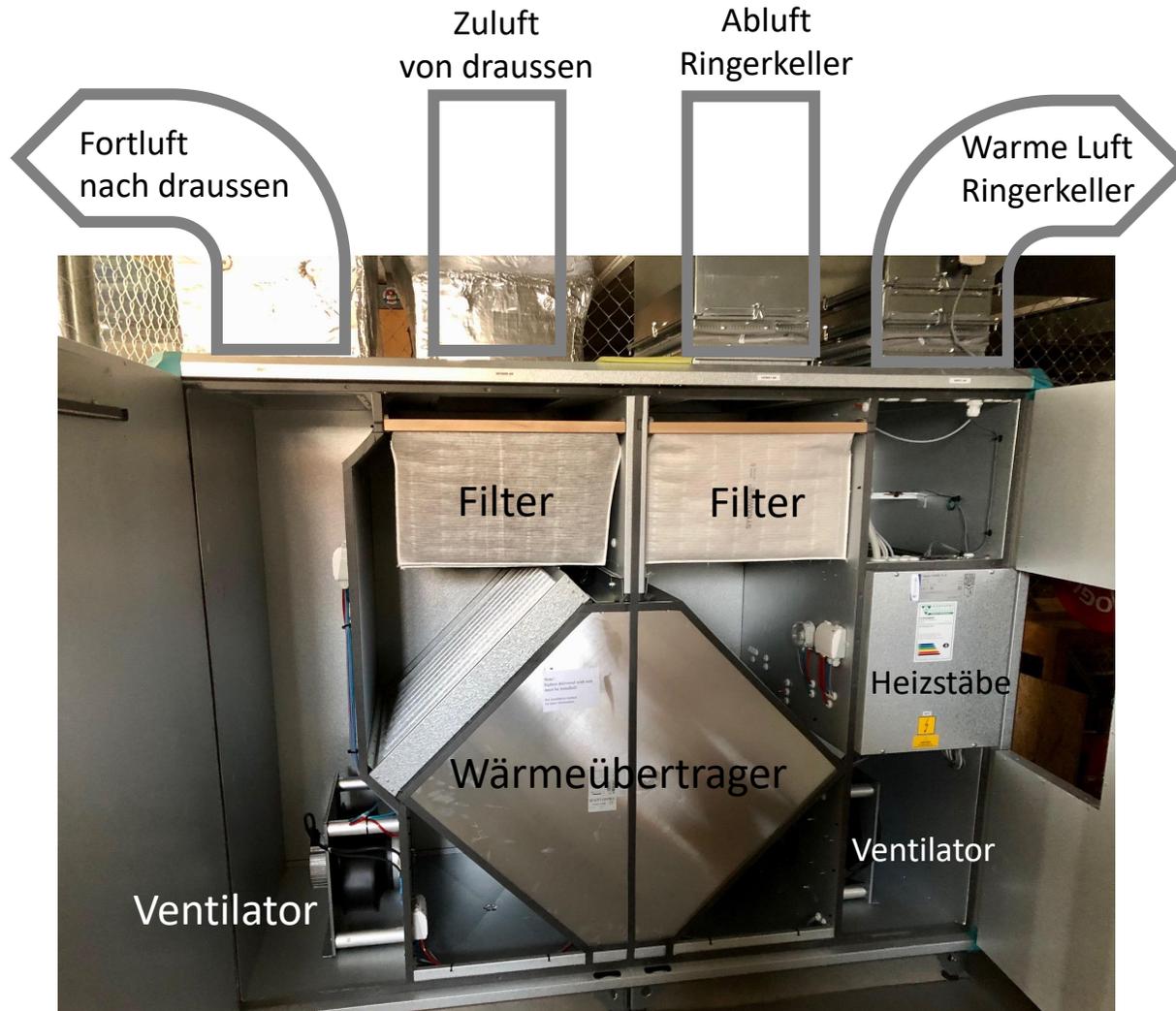
Station 3: Turnhalle



Frage 7:

Was bezeichnen 1 2 ?

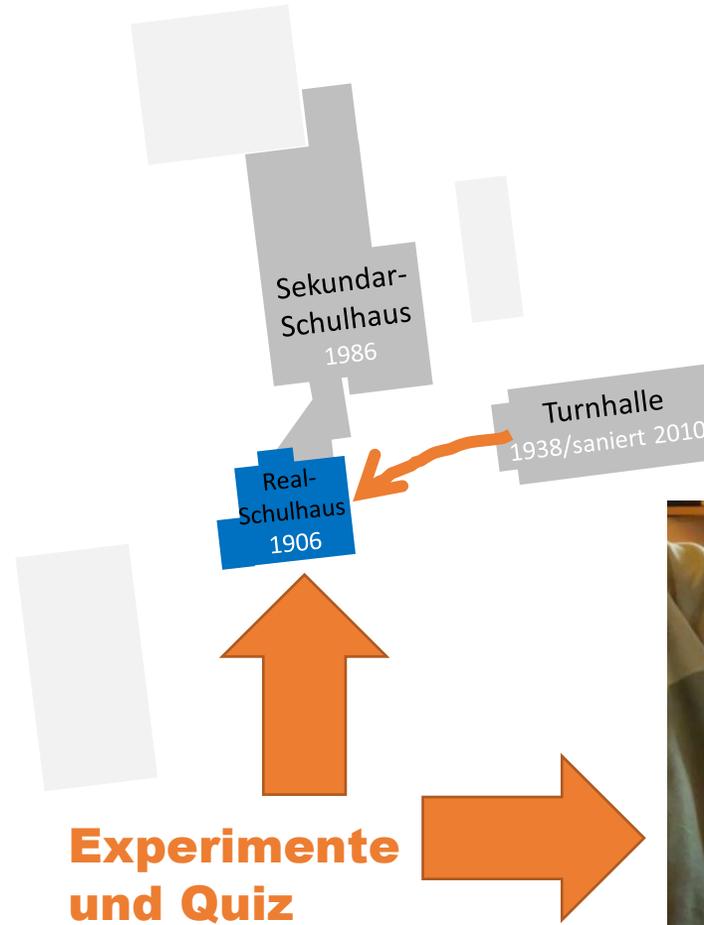
Station 3: Turnhalle



Kalte Zuluft wird im Winter durch die warme Abluft vorgewärmt und wenn es sehr kalt ist mit Heizstäben erhitzt

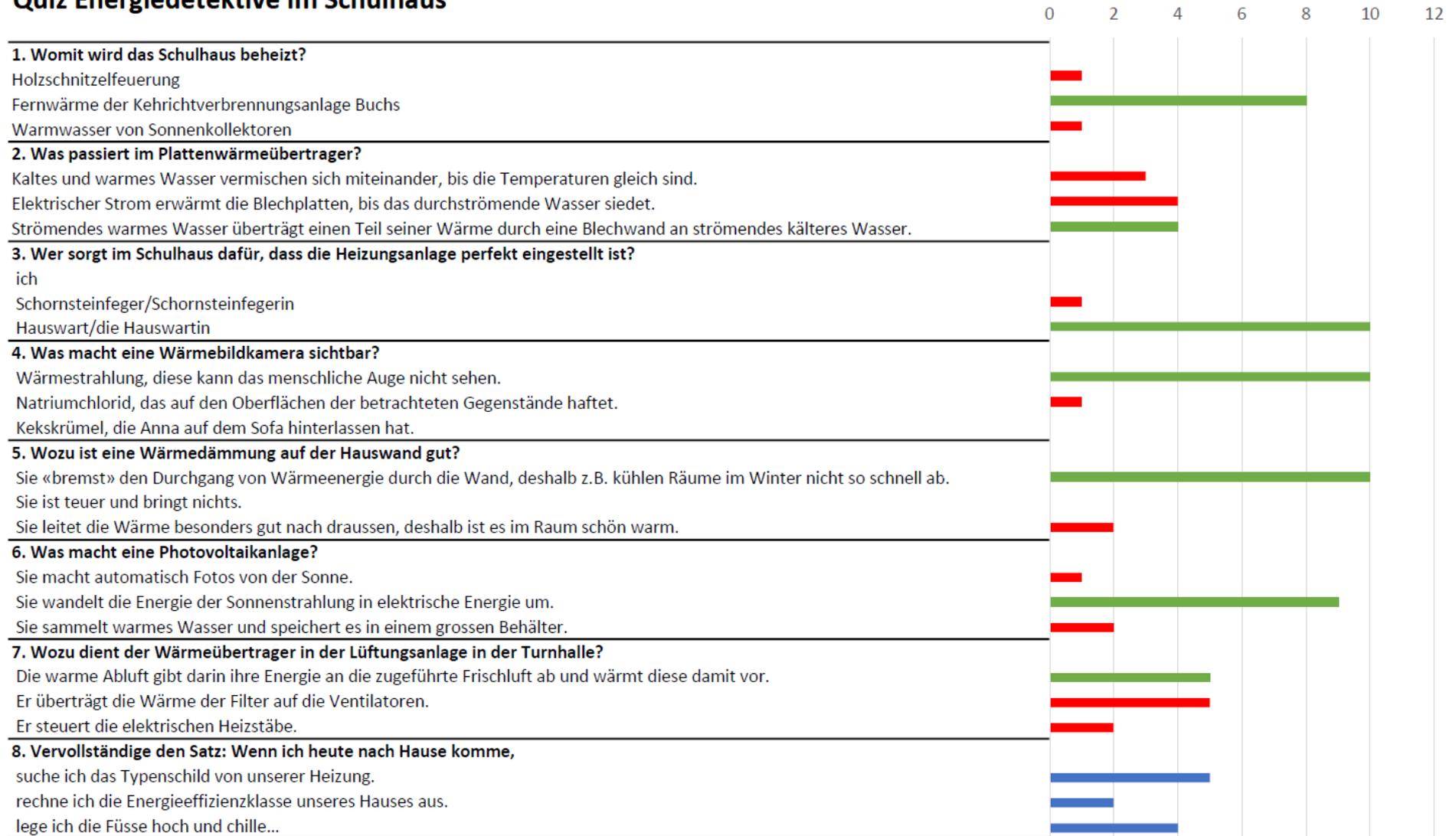


Station 4: Realschulhaus



Der Videoclip fasst den Workshop zusammen

Quiz Energiedetektive im Schulhaus



Wir haben herausgefunden:

- **Wofür brauchen wir Energie?**
 - Zum Heizen der Räume, für Pumpen, mechanische Raumlüftung, Licht, Computer, Kühlschrank und Kochherd, zum Denken, etc.
- **Welche Energieformen brauchen wir?**
 - Thermische Energie (Wärme/Kälte), mechanische Energie (z.B. Pumpen), elektromagnetische Energie (Sonnenlicht), elektrische Energie («Strom»), chemische Energie (Essen)
- **Wo kommt die Energie her?**
 - Vom Elektrizitätswerk, von der Kehrlichtverbrennungsanlage (Fernwärme), von der Fotovoltaik-Anlage auf dem Dach, aus dem Supermarkt...
- **Offen: Nutzen wir die Energie effizient?**
- **Offen: Welche Auswirkungen hat die Nutzung auf die Umwelt?**

Umsetzung in anderen Schulen

3 x 45 min

Allgemein

- Die Vorgehensweise im Beispiel hat sich bewährt in Sekundarstufe I
- Jedes Schulhaus ist individuell, deshalb braucht es eine individuelle Vorbereitung

Zeitbedarf im Beispiel

- Vorbereitung
 - Planung drei Unterrichtseinheiten: 3 Tage
 1. Energie im Klassenraum
 2. Besichtigung Schulhaus
 3. Kleine Experimente und Quiz
 - Besprechung und Besichtigung mit Hausmeister*in: 3 Stunden
 - Unterlagen zum Schulgebäude organisieren (Pläne, Energieverbrauch): 1 Tag
 - Experimente ausprobieren, Material besorgen und vorbereiten: 1 Tag
- Durchführung
 - 3 x 45 min an einem Tag
- Nachbereitung
 - Aufräumen, Quiz auswerten: 3 Stunden

Woher bekomme ich...

- Unterlagen zum Schulgebäude
 - Energieverbrauch: Energiebuchhaltung der Schulverwaltung, der Gemeinde
 - Ggf. Finanzabteilung, wenn keine Energiebuchhaltung erfolgt
 - Ggf. Gebäudepläne mit Flächenauszügen: vom Architekten
- Modelle und Material
 - Fundus im Schulhaus
 - Ausleihe bei regional didaktischen Zentren, PHs, Vereinen
 - Selbstbau einfacher Experimente nach Vorlagen (Internet, Bücher, etc.)
 - Eine Wärmebildkamera ist nicht unbedingt erforderlich, aber sehr interessant

ZUSAMMENFASSUNG

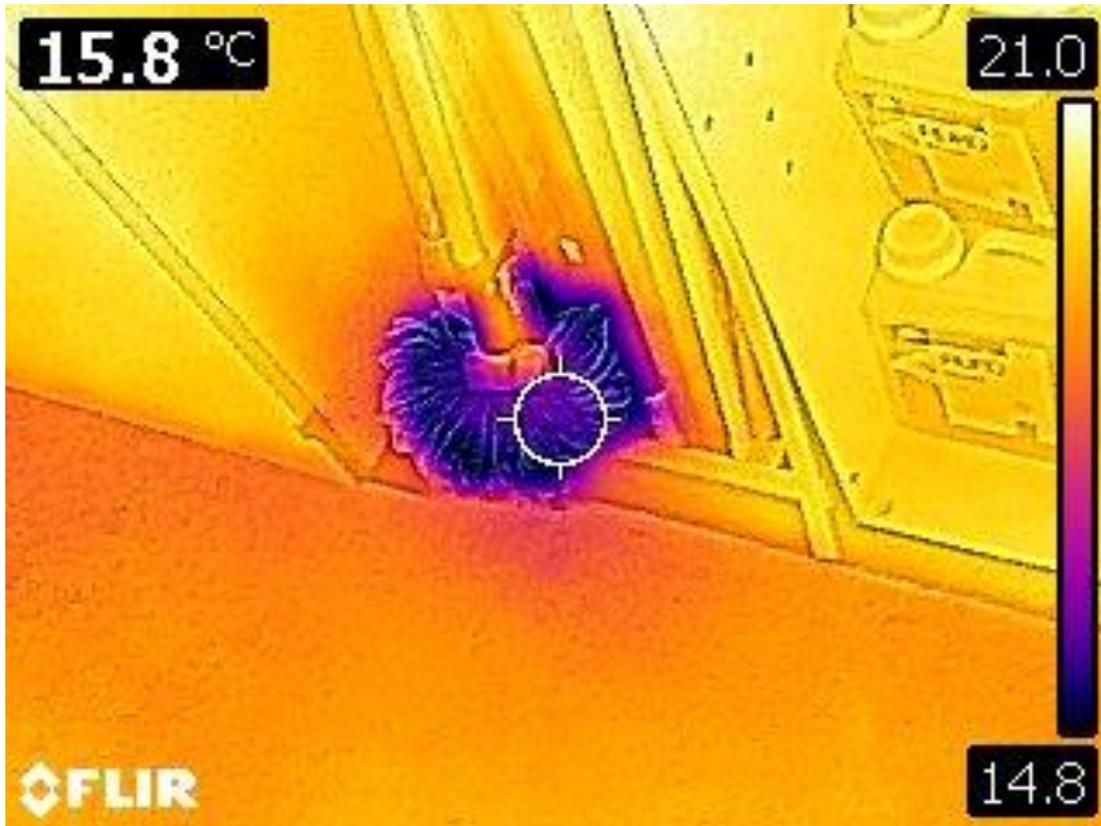
Motivation

- Kennen wir die **Gebäude**, in denen wir leben, arbeiten, lernen?
- Was ist nötig, damit es dort angenehm und komfortabel ist?
- Wie gestalten wir unser tägliches Umfeld im Einklang mit der Umwelt?

Los geht's!

- Erkunden Sie Ihr Schulgebäude gemeinsam mit Ihren Schüler*innen

Frage 8: Warum ist der Wischmop blau?





Unverzichtbar: der Hausmeister

Ländermarkt und www.energiepfad.ch

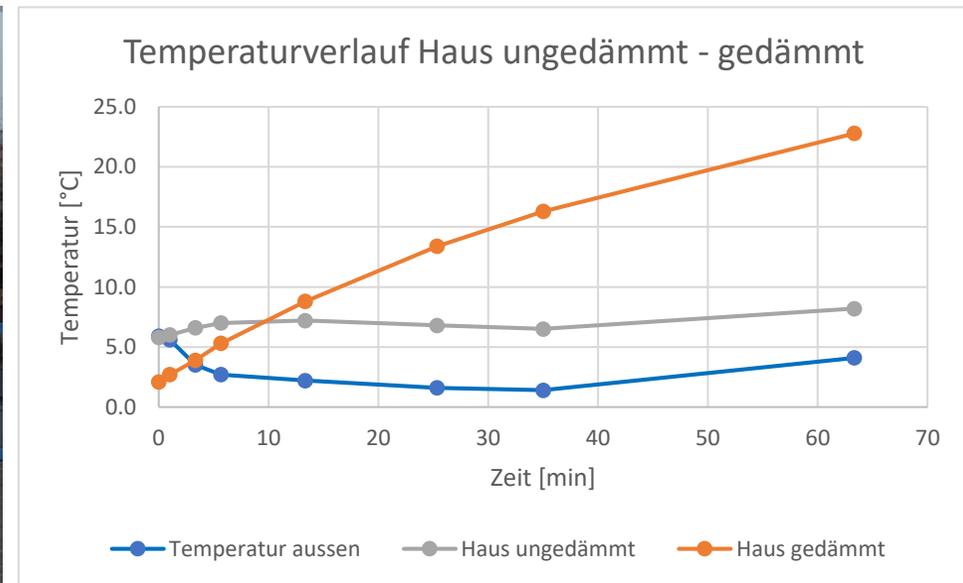
Erweiterung

Erweiterung

- Auswertung Einsatzprotokoll und Memory-Spiel (45 min)
- Bestimmung Energieeffizienz Schulgebäude (45 min)
- Hausaufgabe: Bestimmung Energieeffizienz «Zuhause»
- Vertiefung in Einzelthemen, z.B.
 - Was ist Energie?
 - Fossile und erneuerbare Energie, Klimawandel, Treibhausgase
 - Elektrizität
 - Wärmetransport
 - Abfallverwertung
 - Abwärmenutzung
 - Raumklima (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftqualität, etc.)

Erweiterung

- Exkursionen zu z.B. Kehrlichtverbrennungsanlage, Wasserkraftwerk
- Durchführung von Experimenten zu Einzelthemen



Einsatzprotokoll

Datum 03. Mär 21

Energiedetektiv

Vorname Name

Objekt Schulhaus Kirchbünt/ Realschule

Bild



Ausrichtung

Art des Objektes Einfamilienhaus Mehrfamilienhaus Schulhaus

Adresse 9472 Grabs

Baujahr des Objektes 1906

Pläne vorhanden? nein jaBauweise Holz Backstein Beton keine AhnungGrundriss kompakt gestreckt gegliedert

Anzahl Etagen 3 (Vollgeschosse)

Sanierung? nein ja, Jahr: ? was: Fenster und Heizungsanlage, Wände/Dach nichtDämmung nein ja, Material: Styropor, Mineralwolle, ... Dicke: cmFenster Einfachverglasung Zweifachverglasung DreifachverglasungLüftungsanlage nein ja (Lüftungsanlagen im Sek-Schulhaus und in der Turnhalle)Energiebezugsfläche 1'500 m²

Heizung Baujahr 2012 (Fernwärmeanschluss des ganzen Schulareals)

Art der Heizung Öl Gas Fernwärme Stückholz Hackschnitzel Pellets Wärmepumpe Luft/Erdsonde/Grundwasser Sonnenkollektoren

Leistung 240 kW (Wärme) (Schulareal) kW (elektrisch)

Wärmeverteilung Radiatoren Fussbodenheizung LuftheizapparateRohrleitungen ungedämmt gedämmtHeizungsspeicher nein ja, Grösse: Liter Temperatur: °C

Die Wärme wird über ein Wärmetauscher im Area

Warmwasser

Art der Erzeugung an Heizung gebunden Elektroboiler elektrischer Durchlauferhitzer Wärmepumpenboiler SonnenkollektorenRohrleitungen ungedämmt gedämmtWarmwasserspeicher nein ja, Grösse: 400 Liter Temperatur: 60 °C

Einsatzprotokoll

Datum 03. Mär 21

Energiedetektiv

Vorname Name

Objekt Schulhaus Kirchbünt/ Realschule

Photovoltaik (Strom) nein ja, Leistung: 36.1 kW_{peak} (auf der Turnhalle)

Energieverbrauch pro Jahr (Energierrechnungen)

Strom 25'000 kWh gesamt
davon 0 kWh Strom für Heizung Warmwasser

Heizöl 0 Liter

Erdgas 0 kWh

Hackschnitzel 0 m³Pellets 0 m³

Holz 0 ster

Fernwärme 108'000 kWh Kehrlichtverbrennungsanlage andere

Energieproduktion pro Jahr (Stromrechnung, Wärmezähler)

Photovoltaik-Strom 35'000 kWh Netzeinspeisung

(auf der Turnhalle) 0 kWh Eigenverbrauch

Sonnenkollektor 0 kWh Heizung Warmwasser

Wasserverbrauch pro Jahr (Wasserrechnung)

Kaltwasser ? m³

Weitere Angaben

Beleuchtung Glühbirnen Leuchtstoffröhren Energiesparlampen LEDHaushaltgeräte Elektroherd Kühlschrank Gefrierschrank Geschirrspüler Waschmaschine Tumbler Aquarium weitere:Anzahl Bewohner: Nutzer (z.B. SchülerInnen):

Notizen

Das Schulareal verbraucht pro Jahr

Fernwärme: 390'000 kWh

Strom: 90'000 kWh

Die Energiebezugsfläche des Schulareals beträgt

5'400 m²

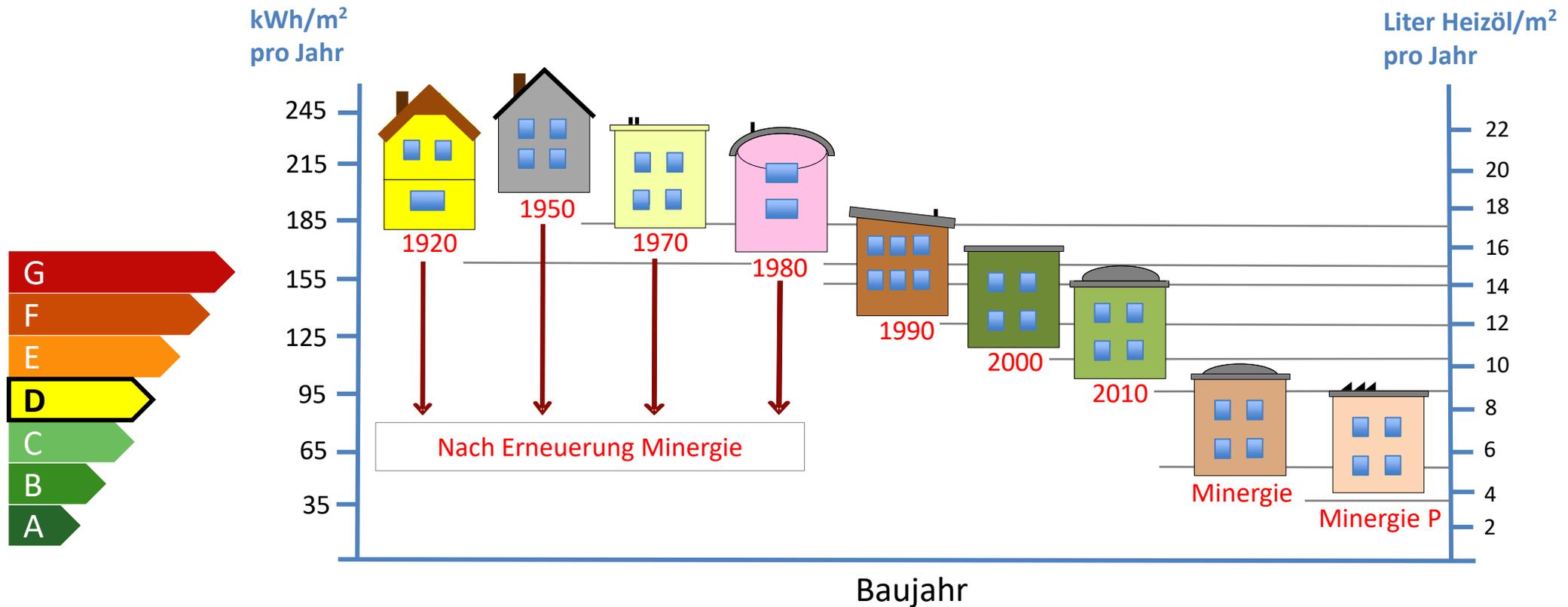
Aktuell wird ein Erweiterungsbau erstellt nach Standard Minergie-P.

Energieeffizienz Wärme Realschulhaus

Spezifische Kennzahl Wärme

$$\frac{108'000 \text{ kWh}}{1'500 \text{ m}^2 \text{ Jahr}} = 72 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ Jahr}}$$

Verbrauch Fernwärme: 108'000 kWh/Jahr
Energiebezugsfläche: 1'500 m²



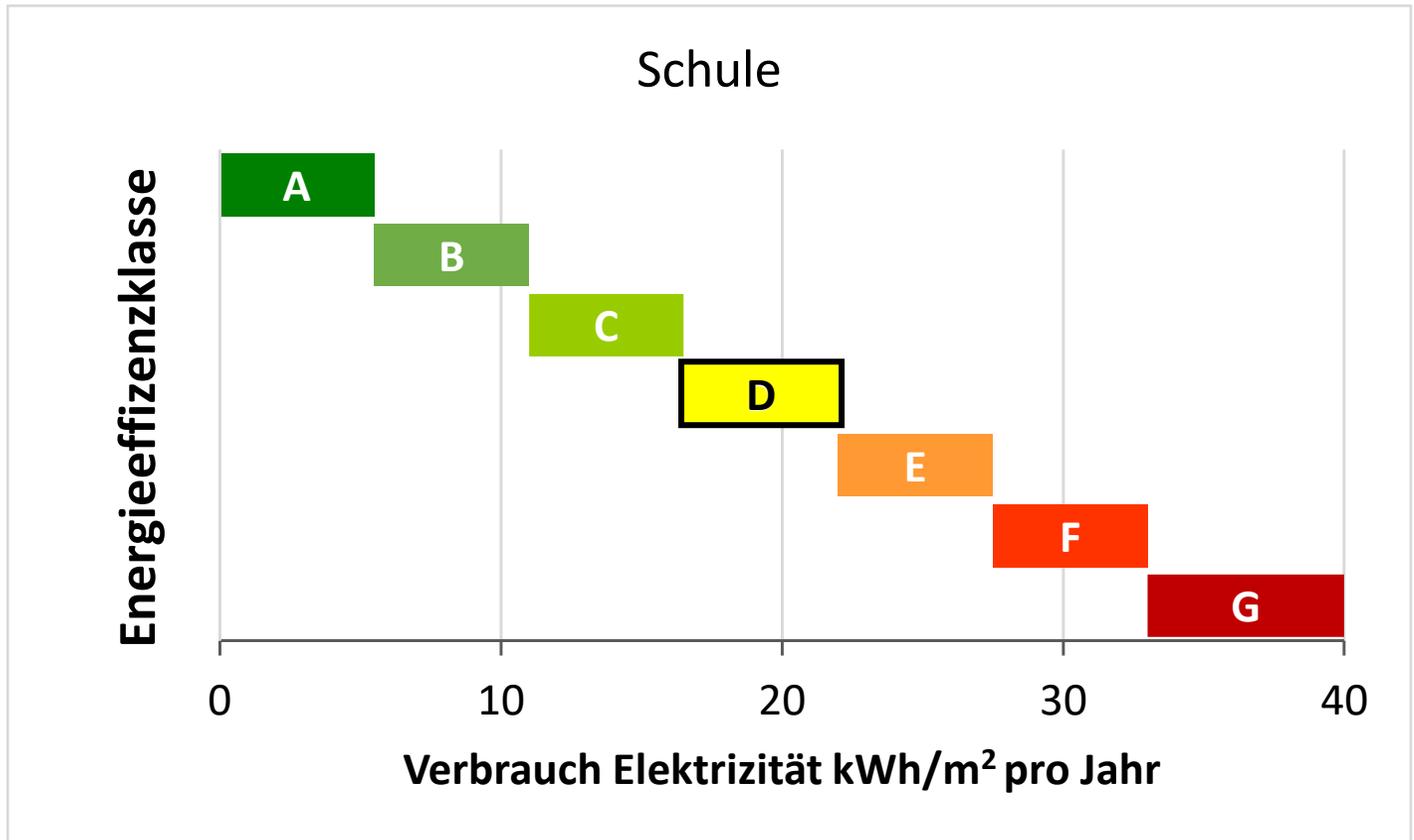
Energieeffizienz Elektrizität Realschulhaus

Spezifische Kennzahl Elektrizität

$$\frac{25'500 \text{ kWh}}{1'500 \text{ m}^2 \text{ Jahr}} = 17 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ Jahr}}$$



Verbrauch Elektrizität: 25'500 kWh/Jahr
Energiebezugsfläche: 1'500 m²



Mein Zuhause

Einkauf

A - Elektrizität

kWh/Jahr

D - Wärme

kWh/Jahr

- Heizöl
- Holz
- Fernwärme
- Wärmepumpe
- Erdgas

E - Sonnenkollektoren, Wärme:

kWh/Jahr

B - Photovoltaik, selbst genutzt:

kWh/Jahr

Energiebezugsfläche m²

Spezifische Kennzahl Elektrizität (A+B)

$$\frac{\text{_____ kWh}}{\text{m}^2 \text{ Jahr}} = \frac{\text{_____ kWh}}{\text{m}^2 \text{ Jahr}}$$


Spezifische Kennzahl Wärme (D+E)

$$\frac{\text{_____ kWh}}{\text{m}^2 \text{ Jahr}} = \frac{\text{_____ kWh}}{\text{m}^2 \text{ Jahr}}$$

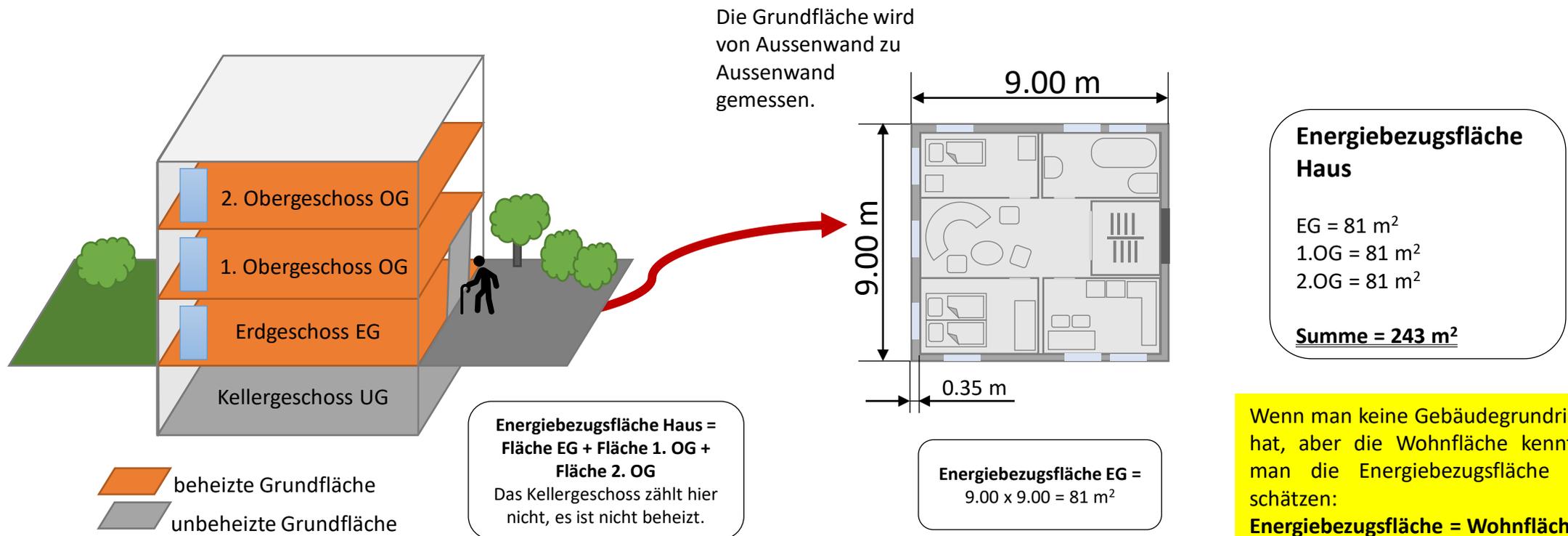

Verkauf

C - Elektrizität (Photovoltaik)

kWh/Jahr

Energiebezugsfläche

Die **Energiebezugsfläche (EBF)** ist die Summe aller Grundflächen eines Gebäudes, die beheizt bzw. klimatisiert werden. Man benötigt sie zum Beispiel, um vergleichbare Kennzahlen für Gebäude zu ermitteln, wie Heizwärmebedarf pro Fläche.



Energiegehalt von Energieträgern

Energiegehalt verschiedener Energieträger

Heizöl	10 kWh/Liter	
Erdgas	11 kWh/m ³	
Holz	4.3 kWh/kg	1'800 kWh/ster bzw. Rm (1 m ³)
Holzschnitzel	4.3 kWh/kg	800 kWh/SRm Hackschnitzel
Holzpellets	5 kWh/kg	

In 2'500 Litern Heizöl stecken _____ kWh Energie.

Wärmepumpe

Elektrizitätsverbrauch x 3 = erzeugte nutzbare Wärme [kWh]

Eine Wärmepumpe erzeugt mit 1'000 kWh Elektrizität _____ kWh Wärme.

Achtung: Diese Berechnung kann man nur machen, wenn die Elektrizität für die Wärmepumpe über einen separaten Zähler läuft.

Der Verbrauch von Erdgas und Fernwärme wird vom Energieversorgungsunternehmen meist in [kWh] auf der Rechnung angegeben.

Doch was tun, wenn man andere Energieträger, wie Holz oder Heizöl, nutzt, und man den Energieverbrauch in [kWh] ermitteln möchte?

Die Tabelle links hilft bei der Umrechnung.

Eine **Wärmepumpe** holt Energie aus der Umgebungsluft, aus Grundwasser oder aus dem Boden über Erdsonden und verwandelt diese mit Hilfe von Elektrizität in nutzbare Wärmeenergie. Wie viel das ist, kann man mit der Formel links grob abschätzen. 3 bezeichnet dabei die «Jahresarbeitszahl».

Fernwärmenetz 1974-2018

Anschlussleistung 70MW



Anschlussmöglichkeit nur unterhalb Höhenlinie 500 m.ü.M

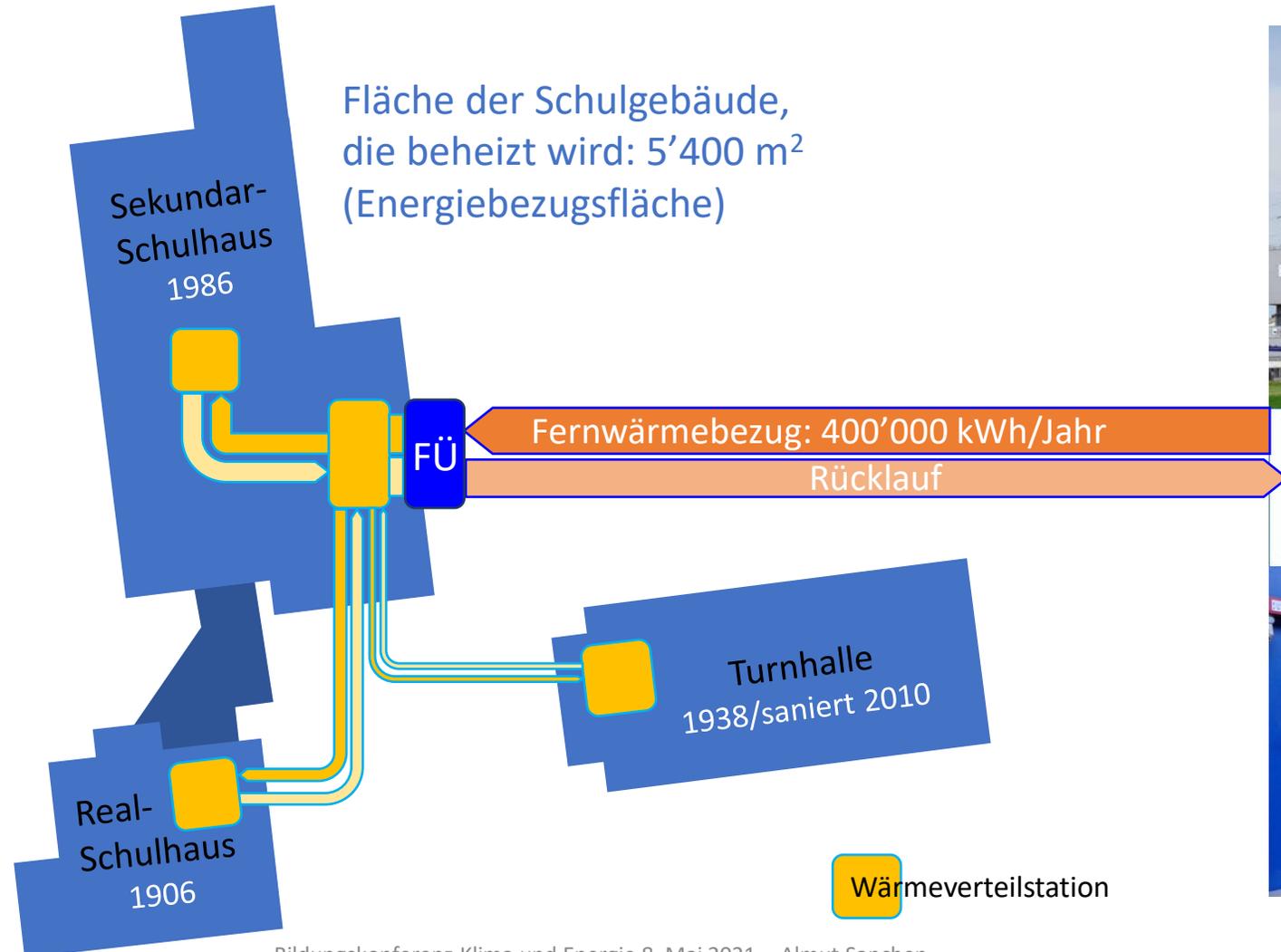


— Liegenschaften mit Fernwärmeanschl

Station 2: Sekundarschulkeller



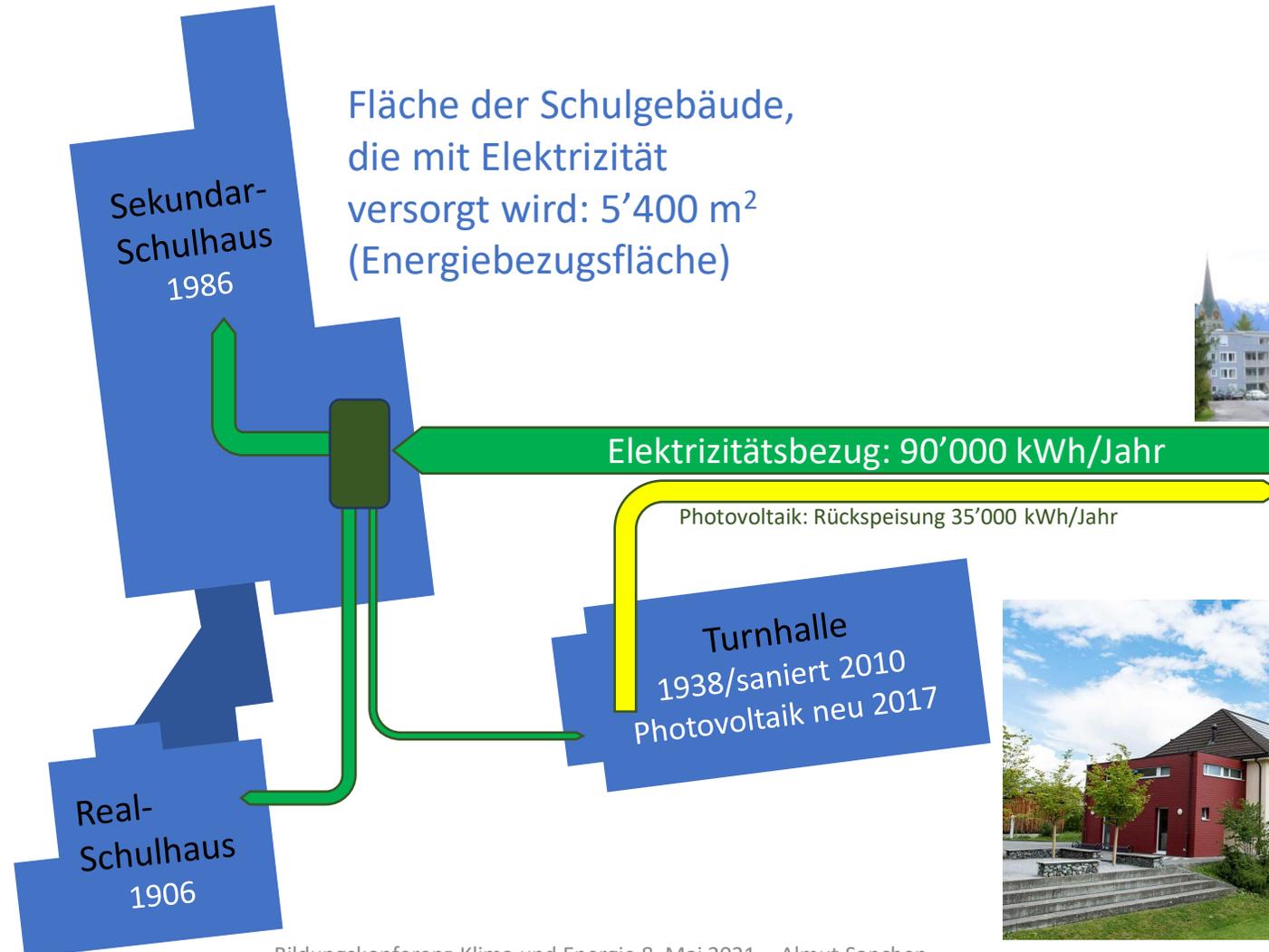
Fernwärmeübergabe-Station
240 kW



Elektrizität

Elektrizität für

- Beleuchtung
- Lüftungsanlagen
- Pumpen für Heizung, Warmwasser
- Mess-/Steuer-/Regelungstechnik
- Motoren für Storen
- Küchengeräte, Kochherd
- Computer
- Weitere Geräte und Apparate



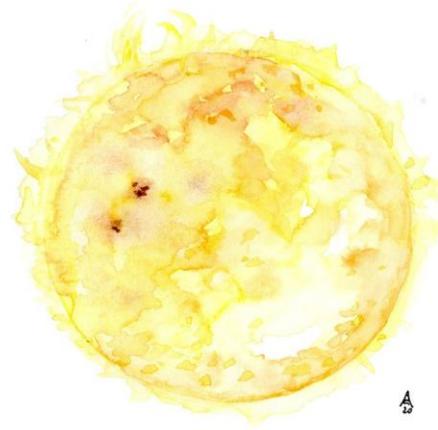
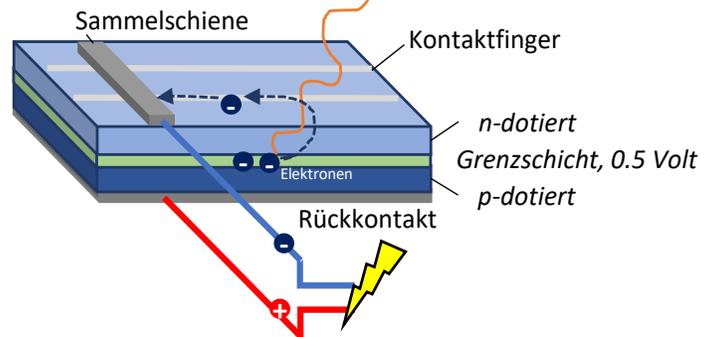
■ ■ ■ ■ ■ WASSER STROM KOMMUNIKATION
TECHNISCHE BETRIEBE GRABS



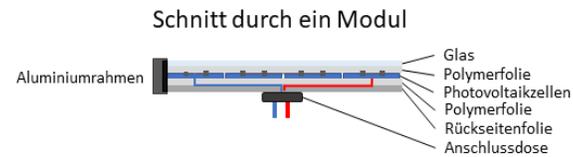
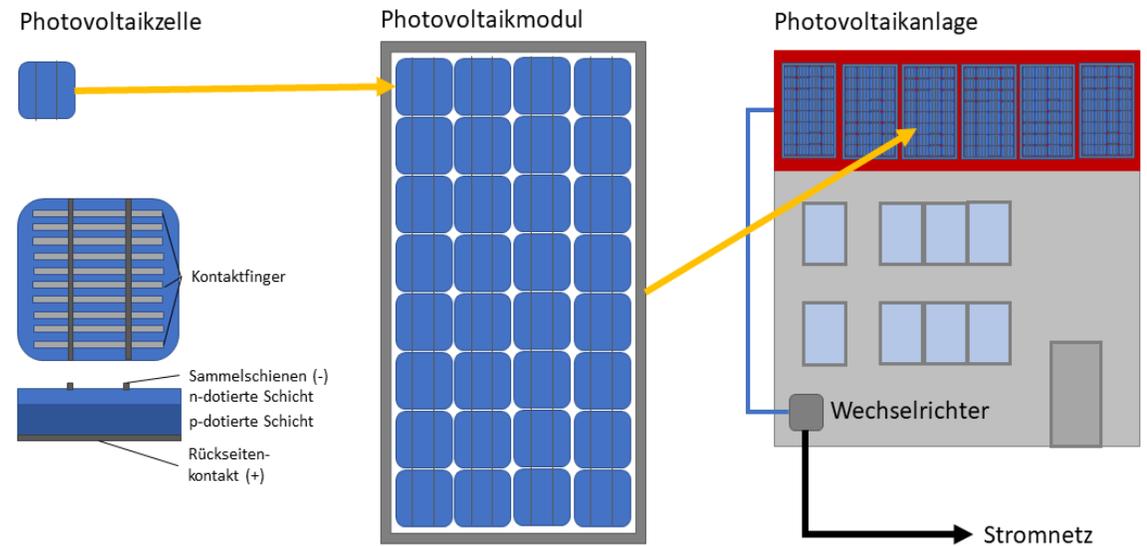
Fotovoltaik-Anlage



Photovoltaikzellen aus Silizium können heute 14 % bis 20 % der auftreffenden Sonnenenergie in elektrische Energie umwandeln.



Die Sonne sendet Energie als elektromagnetische Wellen auf die Erde. Den für das menschliche Auge sichtbaren Teil nennt man «sichtbares Licht».



Ein Wechselrichter wandelt die Gleichspannung der Photovoltaikanlage in Wechselspannung um (~230 Volt).