



Ergebnisübersicht

Energiesparprojekt an Schulen in Teltow Fläming im Schuljahr 2013/14



Bild 1

Name der Schule: **Marie-Curie-Gymnasium**
Anschrift: Ernst-Thälmann-Str. 17, 14974 Ludwigsfelde
Tel.: 03378/518780, E-Mail: marie-curie-gymnasium@t-online.de
Schulleitung: Herr Freitag
Verantwortliche Lehrkraft: Frau Kunert, heike.kunert@gymlu.de, 0171/9192879
Schüler (Klasse, Kurs): Klasse 7a, 23 Schüler
Hausmeister: Herr Swiontek
Betreuer/Betreuerin UfU: Hartmut Oswald
Tel.: 0171-5063480
Email: hartmut.oswald@ufu.de

Erfüllungsstand / Bisher durchgeführten Untersuchungen

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Projektstart | <input checked="" type="checkbox"/> Energierundgang |
| <input checked="" type="checkbox"/> Messung Temperaturverlauf | <input checked="" type="checkbox"/> Messung Räumliche Temperaturverteilung |
| <input checked="" type="checkbox"/> Messung zur Beleuchtungsstärke | <input type="checkbox"/> Technische Optimierungen |
| <input checked="" type="checkbox"/> Untersuchungen zum Wasserverbrauch | <input checked="" type="checkbox"/> Einbeziehung der Schulöffentlichkeit |

Sonstiges:

begonnen abgeschlossen

Protokoll der Termine an der Schule: auf den Folgeseiten

Anlage: Festgestellte Mängel / Empfehlungen an das Gebäudemanagement sowie Vorschläge und Vorstellungen für die Weiterführung und Umsetzung innerhalb der Schule

Protokoll

1. Termin am 16.10.2013



Bild 2

Teilnehmer (v.l.n.r.):

Herr Oswald (UfU e.V.)

Herr Swiontek (Hausmeister)

Frau Neumann (KV Teltow-Fläming, Umweltamt)

Herr Freitag (Schulleiter)

Frau Kunert (Lehrerin, Mathe, Geo)

Themen:

Vorstellung des Projektes, Projektplanung, Energierundgang

Ergebnisse:

Frau Neumann erläuterte die Zielstellung des Kreises für das Projekt. Es soll dazu beitragen, die bisher ca. 1 Mio. € Energie- und Wasserkosten des Kreises zu reduzieren. Sie informierte über Möglichkeiten, an Wettbewerben teilzunehmen und übergab eine Zusammenstellung von Materialien zum Projekt. Außerdem übergab sie der Schule die Energiepässe für Hauptgebäude, Kunsthaus und Turnhalle.

Herr Freitag stellte die Schule vor und übergab eine Broschüre mit Informationen zur Schule sowie ein Blatt mit dem Schulgrundriss.

Frau Kunert informierte über ihre bisherige Arbeit und ihre Pläne zum Energiesparen an der Schule.

Herr Oswald stellte den Inhalt und Ablauf des Projektes vor:

2. Termin (11.11.2013): Inhaltliche Einführung, Energierundgang, Start der T-t-Messung, anschl. Planung der weiteren Termine und Vorstellung der Geräte aus der Klimakiste
3. Termin: T-Messung (räumliches T-Profil), Auswertung der T-t-Messung
4. Termin: Elektrische Geräte, Ideen zur Präsentation und schulinternen Verbreitung
5. Termin: Beleuchtung, Präsentation, schulinterne Verbreitung

Die Termine sollten jeweils den Umfang einer Doppelstunde haben.

Frau Kunert möchte das Projekt mit ihrer Klasse 7a im Regelunterricht durchführen.

Außerdem wurde über folgende Möglichkeiten zur Verbreitung des Projektes in der Schulöffentlichkeit gesprochen:

- Vorstellung des Projektes auf einer Lehrerkonferenz bzw. auf einer Schülerkonferenz,

- Betreuung von Projektarbeiten zum Thema Klimaschutz an der M.-C.-Schule im Seminar-kurs in der Abiturstufe sowie
- eines Vortrages auf dem Marie-Curie-Festtag im November 2014.

Herr Oswald übergab die UfU-Broschüren fifty/fifty-Starterkit und Schulpaket fifty/fifty und in-formierte über die Downloadmöglichkeit der Broschüre CO₂-frei zum Energiesparkonto, Link:

http://www.ufu.de/media/content/files/Fachgebiete/Klimaschutz/Energiesparkonten/Ufu_UE2Aufla ge_Co2_web-1.pdf

Energierundgang:

Gebäude:

Die Schule besteht aus

- einem Altbau (Haus 1) von 1942 (siehe Bild 1 links und Bild 3 rechts),
- einem Anbau aus den 1970-er Jahren (siehe Bild 3 links),
- einem Neubau von 1996/2009 (siehe Bild 1 rechts),
- einer Baracke (Haus 2, siehe Bild 4),
- einer Turnhalle (Haus 3) von 1999 (siehe Bild 5) sowie
- dem Haus 4 (Kunst, Werkstatt, Cafeteria) von 2006 (siehe Bild 6)

und hat gegenwärtig ca. 600 Schüler von der 5. bis zur 12. Klasse.



Bild 3



Bild 4



Bild 5



Bild 6

Der Energieverbrauch ist nach den Energieausweisen in den drei betrachteten Gebäuden unterschiedlich hoch:

| | Hauptgebäude (Haus 2) | Kunsthause (Haus 4) | Turnhalle (Haus 3) |
|---|--------------------------|------------------------|-----------------------|
| Heizenergieverbrauchskennwert (kWh/(m ² *a)) | | | |
| - Ist | 155,1 | 91,2 | 220,7 |
| - Vergleichswert | 125 | 125 | 160 |
| - Einschätzung | zu hoch | gut | viel zu hoch |
| Stromverbrauchskennwert (kWh/(m ² *a)) | | | |
| - Ist | 18,9 | 17,8 | 47,4 |
| - Vergleichswert | 15 | 15 | 40 |
| - Einschätzung | zu hoch | zu hoch | zu hoch |

Die gesamten Energiekosten liegen laut Tabelle vom Umweltamt bei 128.000 €/Jahr, was für 600 Schüler ein relativ hoher Wert ist.

Dieser ist jedoch mit einer hohen Auslastung durch Fremdnutzer (Volkshochschule und Vereine) zu erklären, die die Gebäude auch abends (bis 22 Uhr) und an den Wochenenden nutzen.

Heizung:

Es gibt 2 eigene Heizungsanlagen, die von den Stadtwerken Ludwigsfelde betrieben werden:

- eine für Haus 1 (Altbau mit Anbau und Neubau), beheizt mit einem Erdgas-Brennwertkessel mit einer Leistung von 311 kW (siehe Bild 7), Zählerstand: 398,875 MWh (am 16.10.2013, seit Juli 2012) und
- eine für die Häuser 2 und 3 (Turnhalle und Baracke), beheizt mit einem Erdgas-Brennwertkessel mit einer Leistung von 246 kW (siehe Bild 9), Erdgas-Zählerstand: 112.648 m³ (am 16.10.2013, siehe Bild 10), installiert. Die Warmwasserversorgung erfolgt über einen 500-Liter-Speicher (Bild 11), Unterverteilung (Bild 12).

Haus 4 wird von der benachbarten Grundschule aus mit Wärme versorgt (Zähler dort).



Bild 7

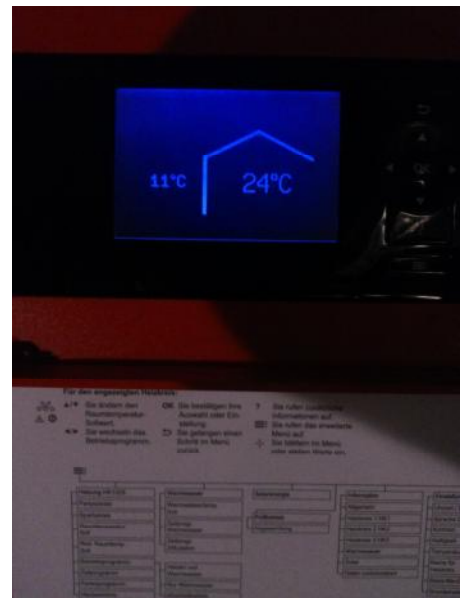


Bild 8



Bild 9



Bild 10



Bild 11



Bild 12

Temperatursteuerung:

In Haus 1 gibt es eine Einzelraum-Temperatursteuerung, die jedoch laut Herrn Swiontek nicht mehr gut funktioniert (teilweise klemmende Ventile), was durch das Bauamt überprüft werden sollte (Maßnahme 1).

In der Heizzentrale im Keller von Haus 1 sind 24 °C als Raumtemperatur eingestellt (siehe Bild 8). Hier sollte versucht werden, die Temperatur um 1 bis 2 °C abzusenken, falls die räumliche und zeitliche Messung der Raumtemperaturen einen Spielraum dafür ergeben (Maßnahme 2). Zu erwartender Effekt: 1 K T-Absenkung spart 5-6 % Heizenergie (Faustregel). Wenn danach verstärkt Beschwerden auftreten, weil bestimmte Räume möglicherweise nicht mehr ausreichend mit Wärme versorgt werden, könnte die Maßnahme notfalls zurückgenommen werden.

Teilweise sind regelbare Thermostatventile, teilweise Behördenventile, die vom Hausmeister auf 2,5 eingestellt wurden, vorhanden. Herr Swiontek berichtete über falsche Einstellung aufgrund mangelnder Kenntnis der Funktionsweise von Thermostatventilen. Hier sollte durch das Energieprojekt Aufklärungsarbeit geleistet werden (Maßnahme 3).

Außerdem sollte die Einstellung der Behördenventile in den Fluren und Nebenräumen überprüft werden (Maßnahme 4).

Herr Swiontek kann auf Heizungssteuerung nur sehr begrenzt Einfluss nehmen und es besteht Unklarheit darüber, ob die zentrale Heizungssteuerung richtig eingestellt ist. Dies sollte durch eine Langzeit-Temperaturmessung überprüft werden (zu Maßnahme 4).

Stromversorgung:

Die Gebäude haben jeweils einen eigenen Stromzähler.

An besonderen Stromverbrauchern sind ein Brennofen und diverse Maschinen in der Werkstatt im Kunsthaus (Haus 4) vorhanden, der Stromverbrauch im Rahmen des Energieprojektes untersucht werden könnte.

Die Lichtschalter sind noch nicht markiert, um bedarfsgerechtes Einschalten zu ermöglichen (Maßnahme 6).

2. Termin am 11.11.2013

Themen:

Doppelstunde mit Klasse 7a zu

- Inhaltliche Einführung zu Energie und Klimaschutz,
- Energierundgang (mit Hausmeister) mit Erfassung der Zählerstände:
im Hauptgebäude (Haus 1): Wärme, Erdgas, Strom und Wasser,
in Turnhalle (Haus 3, inkl. Haus 2): Erdgas, Strom und Wasser,
(Absprache mit Frau Kunert: Ich entwerfe Tabelle für monatliche Erfassung)
- Start der T-t-Messung in Raum 122 (Haus 2, Neubau, EG),

Gespräch mit Frau Kunert zu

- Vorstellung der Geräte in der Klimakiste (keine Sekundenthermometer vorhanden)
- Planung der weiteren Termine:

3. Termin am 7.1.2014:

T-Messung (räumliches T-Profil), Auswertung der T-t-Messung
Überprüfung der Einstellung von Thermostatventilen in überheizten Räumen
möglichst 8 Sekundenthermometer und Protokollvordrucke mitbringen
Frau Kunert bereitet Raumpläne vor und kündigt Messung während des Unterrichts an.
Absprache zusätzlicher T-t-Messungen in Baracke (Haus 2) durch Frau Kunert und im
Altbau (Haus 1). Datenlogger per Post an Schule geschickt.

4. Termin am 9.1.2014:

Elektrische Geräte, Präsentation und schulinternen Verbreitung
Leistungsmessung an elektrischen Geräten, Hochrechnung des Energieverbrauchs und
Darstellung in Diagramm, Stand-by-Problematik
Entwicklung von Ideen zur Präsentation und schulinternen Verbreitung sowie Einteilung
von Arbeitsgruppen

5. Termin am 13.1.2014:

Beleuchtung, Messungen, Markierung der Lichtschalter, Präsentation, schulinterne
Verbreitung

6. Termin (Ende Januar):

Vorstellung der Präsentationen und Vorbereitung einer Vorstellung auf einer Lehrerkonferenz, Check der Umsetzung laut Maßnahmenliste

3. Termin am 7.1.2013

Themen:

Abweichende Planung, da wegen zu hoher Außentemperatur und Sonnenschein die Aufnahme des räumlichen T-Profiles nicht möglich war:

Messung des CO₂-Gehaltes der Raumluft

richtiges Lüften

Leistungsmessung an elektrischen Geräten,

Hochrechnung des Energieverbrauchs und Darstellung in Diagramm,

Stand-by-Problematik

Auswertung der T-t-Messung

Ergebnisse:

Einführung zu CO₂-Konzentration in der Außenluft: CO₂-Gehalt seit 1850 von 280 auf 400 ppm gestiegen

Messung des CO₂-Gehaltes der Raumluft:

- zu Beginn der Messung: 1980 ppm
- nach 5 min Lüften: 630 ppm
- 20 min nach Schließen der Fenster: 1500 ppm, erneutes Lüften notwendig

Maßnahme 5: Richtiges Lüften:

- Stoßlüftung - Fenster ca. 5 min weit öffnen, sodass sich Luft austauschen kann, aber die Wärmespeicher (Wände, Fußboden und Decke) nicht auskühlen,
- nach 20 bis 30 min, spätestens in der nächsten Pause wiederholen

Leistungsmessung an elektrischen Geräten: ca. 10 Messungen durchgeführt und in Tabelle eingetragen, Darstellung als Diagramm im Rahmen der Präsentation

Hochrechnung des Stromverbrauchs und der Stromkosten für 1 Lampe (36 kWh/a bzw. 9 €/a) sowie für alle Lampen der Schule (43.200 kWh/a bzw. 10.800 €/a),

Auswertung der T-t-Messung:

- T-Niveau in Haus 1 - sowohl im Altbau, als auch im Neubau - deutlich zu hoch. Das gilt für Heizbetrieb (ca. 22 bis 24 °C) und Absenkbetrieb (ca. 20 bis 22 °C)
- Raumtemperaturen sind im Heizbetrieb um ca. 2 K, im Absenkbetrieb um ca. 3 K absenkbar
- **Maßnahmen 2, 4:** Korrektur der Innentemperatureinstellung am Heizkessel von 24 °C auf zunächst 23 °C, wenn keine Beschwerden kommen auf 22 °C und entsprechende Änderung der Temperatureinstellungen bei der Einzelraum-Temperaturregelung,
- zu erwartende Einsparung: ca. 15 % Wärme

è vor Umsetzung Ergebnis der räumlichen T-Messung abwarten! - siehe unten (18.2.)

- Heizzeiten: Haus 1, Raum 122 (Anbau) von 7.30 bis 12.30 Uhr, Haus 1, Altbau von 6.00 bis ca. 20.30 Uhr (vermutlich wegen Abendnutzung)

- Wochenend- und Ferienabsenkung unzureichend, bzw. nicht erkennbar,

zu Maßnahme 4: Wochenend- und Ferienabsenkung müssen dringend programmiert werden! zu erwartende Einsparung: weitere ca. 15 % Wärme

Weitere Planung:

4. Termin (verschoben auf 13.1.): Räumliches T-Profil (falls kalt genug), sonst Beleuchtungsstärkemessung und Markierung der Lichtschalter

5. Termin (verschoben auf Februar): Räumliches T-Profil oder Beleuchtungsstärkemessung und Markierung der Lichtschalter (abh. v. 4. Termin), Präsentation der Ergebnisse

6. Termin (Ende Februar): Vorstellung der Präsentationen und Vorbereitung einer Vorstellung auf einer Lehrerkonferenz, Check der Umsetzung laut Maßnahmenliste

4. Termin am 13.1.2014

Themen:

Beleuchtungsstärkemessung

Markierung der Lichtschalter

Aufnahme des räumlichen T-Profiles

Interview mit Marcel Dannenberg zum Solarpark Eberswalde-Finow (Studienarbeit)

Ergebnisse:

Einführung zum Thema Beleuchtung, Sollbeleuchtungsstärkemessung, Sollbeleuchtungsstärken für verschiedene Raumarten.

Die Beleuchtungsstärkemessung wurde im Hauptgebäude, Raum 106 (Physik) wegen der Verdunkelbarkeit durchgeführt. Es handelt sich um einen Fachraum mit einer Sollbeleuchtungsstärke von 500 Lux. Der Raum hat eine neue Beleuchtungsanlage, bestehend aus zwei Lichtbändern (Wandreihe doppelt, Fensterreihe einfach bestückt), zwei Tafelleuchten sowie einer dimmbare Zusatzbeleuchtung für Experimente im Dunkeln.

Die Messung ergab deutlich überhöhte Werte (>1000 Lux) in der Mittel- und Wandreihe (Messwerte im Bild 13 rechts). Daraus lässt sich ableiten, dass auf jeweils eine Leuchte des doppelt bestückten Lichtbandes an der Wandseite verzichtet werden kann.

Für die Einsparung von 5 Leuchten á 50 W (zusammen 250 W) ergibt sich bei geschätzten 720 Betriebsstunden pro Jahr ($4 \text{ h/d} \cdot 180 \text{ d/a} = 720 \text{ h/a}$) eine Stromersparung von 180 kWh/a und eine Kostenreduzierung von 45 €/a (bei einem Tarif von 0,25 €/kWh).

Die Beleuchtungssituation in der Schule ist uneinheitlich: Es gibt Räume mit veralteter Beleuchtungsanlage und Räume, die bereits saniert wurden. Es ist zu vermuten, dass vor allem in den bereits sanierten Räumen durch den Einbau effizienterer Beleuchtungssysteme teilweise zu hohe Beleuchtungsstärken vorhanden sind.

Maßnahme 7: Entfernung der überzähligen Leuchten in Raum 106, Überprüfung der Beleuchtungsstärke in weiteren sanierten Räumen und ggf. Entfernung überzähliger Lampen wird empfohlen. Bei Sanierung weiterer Räume sollte von vornherein beachtet werden, dass durch den Einsatz effizienter Lampensysteme evtl. die Anzahl der Leuchten von vornherein reduziert werden kann.

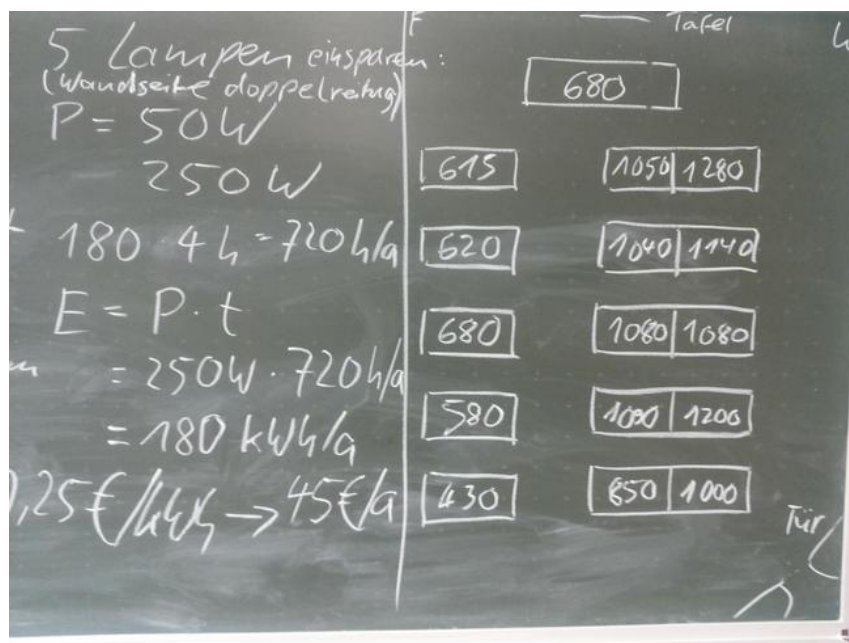


Bild 13: Ergebnis der Beleuchtungsstärkemessung und Berechnung des Einsparpotenzials in Raum 106

Die Markierung der Lichtschalter und Information der Schüler/-innen und Lehrer/-innen über die Bedeutung der Farben (**Maßnahme 6**) erfolgte anschließend zusammen mit den Temperaturmessungen zur Aufnahme des räumlichen T-Profiles. Die Übertragung der Raumtemperaturen in die Raumpläne und die farbige Kennzeichnung entsprechend den gemessenen Temperaturen wurde vorbereitet und sollte in der 8. Stunde selbstständig durchgeführt werden. Die Auswertung der räumlichen und zeitlichen Temperaturmessung wurde für das nächste Treffen am 18.2.2014 vereinbart.

Im Anschluss habe ich dem Schüler Marcel Dannenberg ein Interview zu seiner Projektarbeit über den Solarpark in Eberswalde-Finow gegeben.

5. Termin am 18.2.2014

Themen und Ergebnisse:

Auswertung des räumlichen T-Profiles: Nur 2 Räume im Altbau waren zu kalt, wobei dies an offen stehenden Fenstern lag. Die meisten Räume waren überheizt, mit teilweise über 24 °C. Im Durchschnitt können die Raumtemperaturen um ca. 2 K abgesenkt werden, was einer Senkung des Wärmeverbrauchs um ca. 12 % entspricht. Um dies zu erreichen, sollte die zentrale Einstellung der Innentemperatur von derzeit 24 °C schrittweise, zunächst auf 23 °C, später auf 22 °C gesenkt werden (siehe auch oben, **Maßnahme 2**).

Besprechung der Temperaturkurven mit den Schülern (Ergebnisse siehe oben)

Auswertung der Energieausweise

Zusammenfassung der Ergebnisse

Einteilung von 6 Gruppen für die Präsentation der Ergebnisse (Erstellung von ppt-Präsentationen)

Beantwortung von Fragen im Zusammenhang mit den Präsentationen

Die Präsentationen sollen in den nächsten 2 Klassenleiterstunden fertiggestellt und dann dem Lehrerkollegium vorgestellt werden.

6. Termin (vorauss. März):

Vorstellung der Präsentationen auf einer Lehrerkonferenz,

Check der Umsetzung laut Maßnahmenliste

Projektabschluss

Maßnahmenliste

Marie-Curie-Gymnasium, Ludwigsfelde

| Ist-Zustand | Maßnahmenvorschlag | Zuständigkeit | Bemerkungen |
|--|---|---|--|
| 1. Einzelraum-Temperatursteuerung funktioniert laut Herrn Swiontek nicht mehr gut (teilweise klemmende Ventile u.a.) | Überprüfung durch das Bauamt | Bauamt | |
| 2. In der Heizzentrale im Keller von Haus 1 sind 24 °C als Innentemperatur eingestellt. | Es sollte versucht werden, die Temperatur um 1 bis 2 °C abzusenken, falls die räumliche und zeitliche Messung der Raumtemperaturen einen Spielraum dafür ergeben. | Überprüfung der Raumtemperaturen: Energieteam, Einstellung: Bauamt mit Hausmeister | Wenn danach verstärkt Beschwerden auftreten, weil bestimmte Räume möglicherweise nicht mehr aus- |

| | | | |
|--|--|---------------------|--|
| | | | reichend mit Wärme versorgt werden, kann die Maßnahme notfalls zurückgenommen werden. |
| 3. Herr Swiontek berichtete über falsche Bedienung von Thermostatventilen (teilweise frei regelbar) aufgrund mangelnder Kenntnis ihrer Funktionsweise | Aufklärung über die Funktionsweise und die richtige Nutzung von Thermostatventilen Einstellung der Behördenventile in den Fluren und Nebenräumen überprüfen | Energieteam | |
| 4. Hausmeister kann auf Heizungssteuerung nur sehr begrenzt Einfluss nehmen, und es besteht Unklarheit darüber, ob die zentrale Heizungssteuerung richtig eingestellt ist | Überprüfung durch eine Langzeit-Temperaturmessung Ergebnis: Temperaturen für Heiz- und Absenkbetrieb sind um 2 bzw. 3 K zu hoch eingestellt u. müssen korrigiert werden, Wochenend- und Ferienabsenkung müssen eingestellt werden | Energieteam | zu erwartende Einsparung in Kombination mit Maßn. 2: ca. 15 %, weitere ca. 15 % für Einstellung von WE- und Ferienabsenkung. |
| 5. Es wurden überhöhte CO ₂ -Konzentrationen (>2.000 ppm) gemessen. | In den Pausen sollte kräftig gelüftet werden (Stoßlüftung, wenn möglich mit Durchzug). Nach Bedarf und Möglichkeit sollte spätestens nach 30 min ein zweites Mal kurz und kräftig gelüftet werden. | alle Klassen | Kommunikation auf einer Lehrerkonferenz geplant |
| 6. Bisher ist keine Unterscheidung der Lichtschalter für die verschiedenen Bereiche in den Klassenräumen möglich. Deshalb werden immer alle Lampen eingeschaltet. | farbige Markierung der Lichtschalter nach den Bereichen Fensterseite, Wandseite, Tafelbeleuchtung | Energieteam | umgesetzt am 13.1.2014 |
| 7. Beleuchtungsstärkemessung in Raum 106 ergab deutlich überhöhte Werte (>1000 Lux) in der Mittel- und Wandreihe: jeweils eine Leuchte des doppelt bestückten Lichtbandes an der Wandseite einsparbar. | Entfernung der überzähligen Leuchten in Raum 106, Überprüfung der Beleuchtungsstärke in weiteren sanierten Räumen und ggf. Entfernung überzähliger Lampen wird empfohlen. Bei Sanierung weiterer Räume sollte von vornherein beachtet werden, dass durch den Einsatz effizienter Lampensysteme evtl. die Anzahl der Leuchten | Bauamt, Hausmeister | Einsparung von 5 Leuchten á 50 W (zusammen 250 W) ergibt bei geschätzten 720 Betriebsstunden pro Jahr eine Stromersparung von 180 kWh/a und eine Kostenreduzierung |

| | | | |
|--|--|--|-----------------|
| | von vornherein reduziert werden kann. | | zung von 45 €a. |
| | | | |