

Stundenplangeregeltes Heizungssystem



Eine Projektdokumentation

von

Jochen Dierichsweiler, Yannick Haas und Anton Lang

Jugend forscht 2011

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. KURZFASSUNG | 3 |
| 2. VORWORT..... | 3 |
| 3. DIE EINZELRAUMSTEUERUNG..... | 4 |
| 4. ENTWICKLUNG DES PROJEKTES | 5 |
| 4.1 EINBAU DER EINZELRAUMSTEUERUNG..... | 7 |
| 4.2 MANUELLE EINSTELLUNGEN | 9 |
| 4.3 AUSWERTUNG DER ERSPARNISSE | 10 |
| 5. ENTWICKLUNG DES PROGRAMMS | 11 |
| 5.1 PROGNOSE UND SIMULATION | 14 |
| 6. AUSBLICK..... | 15 |
| 7. DANKSAGUNG | 15 |
| 8. LITERATURVERZEICHNIS | 16 |

1. Kurzfassung

Unser Projekt beschäftigt sich mit der Optimierung der Energieeffizienz unseres Schulgebäudes. Das St. Michael-Gymnasium wurde 1625 erbaut und erhielt 1981 einen Erweiterungsbau. Im Jahre 2004 wurde der Altbau mit einer Einzelraumsteuerung für die Heizungsanlage ausgestattet. Wir haben uns überlegt, wie wir in der Schule Energie einsparen können. Inzwischen haben wir es neben anderen Maßnahmen geschafft, den Neubau in Zusammenarbeit mit der Stadt mit einer Einzelraumsteuerung zu modernisieren. Auch wurde von uns die Heizungsanlage manuell dem Stundenplan angepasst und so optimiert. Unser Ziel ist es allerdings, die Einzelraumsteuerung automatisch auf den Stundenplan abzustimmen. Somit werden nur die nach dem Stunden-/ Vertretungsplan genutzten Räume geheizt. Dieses System ließe sich auch in anderen größeren Gebäuden nutzen.

2. Vorwort

Effizientere Energienutzung ist ein wichtiger Teil der Herausforderung zur Ressourcennutzung und Schonung der Umwelt. Unser Projekt beschäftigt sich mit der Optimierung der Energieeffizienz unseres Schulgebäudes. Unsere Schule, das St. Michael-Gymnasium, wurde 1625 erbaut und erhielt 1981 einen Neubau. Wir haben uns überlegt, wie wir in der Schule Energie einsparen können. Inzwischen haben wir es neben anderen Maßnahmen geschafft, den Neubau in Zusammenarbeit mit der Stadt Bad Münstereifel mit einer Einzelraumsteuerung zu modernisieren. Somit werden nur die nach dem Stunden-/ Vertretungsplan genutzten Räume geheizt. Dieses System ließe sich auch in anderen größeren Gebäuden nutzen. Durch den demographischen Wandel und die dadurch bedingte Abnahme der Schülerzahlen könnten in Schulen auch häufiger Räume leer stehen.

3. Die Einzelraumsteuerung

Die Einzelraumsteuerung ist ein computergesteuertes Heizungssystem, durch das jedem Raum zentral eine eigene Soll-Temperatur gesetzt werden kann. So können einzelne Räume, Etagen und Gebäudeteile mit verschiedenen Temperaturen und Heizzeiten beheizt werden. In den Ferien z.B. können so nur die Verwaltungsräume anstatt des gesamten Gebäudes beheizt werden. Für diese Steuerung befinden sich in jedem Raum ein Temperaturfühler und Motorventile an den Heizkörpern. Wenn die Soll-Temperatur erreicht wird, schließt das Motorventil automatisch.



Abb. 3.1

In den Sommerferien des Jahres 2004 wurde in unserer Schule der Altbau mit einer Einzelraumsteuerung ausgestattet, um in dem 1625 erbauten Gebäude, welches aufgrund von Denkmalschutzauflagen nicht ohne weiteres von außen oder innen isoliert werden konnte, Energie einzusparen. Anfang 2010 wurde dann von der Stadt Bad Münstereifel aufgrund unserer Initiative entschieden, dass der Neubau unserer Schule auch mit einer Einzelraumsteuerung aus Rückstellungsmitteln ausgestattet werden sollte. In den Sommerferien 2010 wurde diese dann im gesamten Neubau unserer Schule eingebaut und Ende November 2010 mit der Heizungsanlage verbunden.



Abb. 3.2

4. Entwicklung des Projektes

Wir haben im Januar 2009 mit dem Projekt „Stundenplangeregeltes Heizen“ angefangen. Zunächst versuchten wir, das Nutzungsverhalten der Schüler hinsichtlich Energie zu sparen zu verändern, indem wir die Schüler informierten, Energiebeauftragte auswählten und Preise für gute Ideen vergaben. Gleichzeitig verschafften wir uns einen Überblick über den Gasverbrauch unserer Schule in den letzten zwanzig Jahren. Dazu besorgten wir uns die Gasrechnungen von Regionalgas Euskirchen bzw. der Stadt Bad Münstereifel. Mit Hilfe dieser Daten erstellten wir dann das folgende Diagramm.

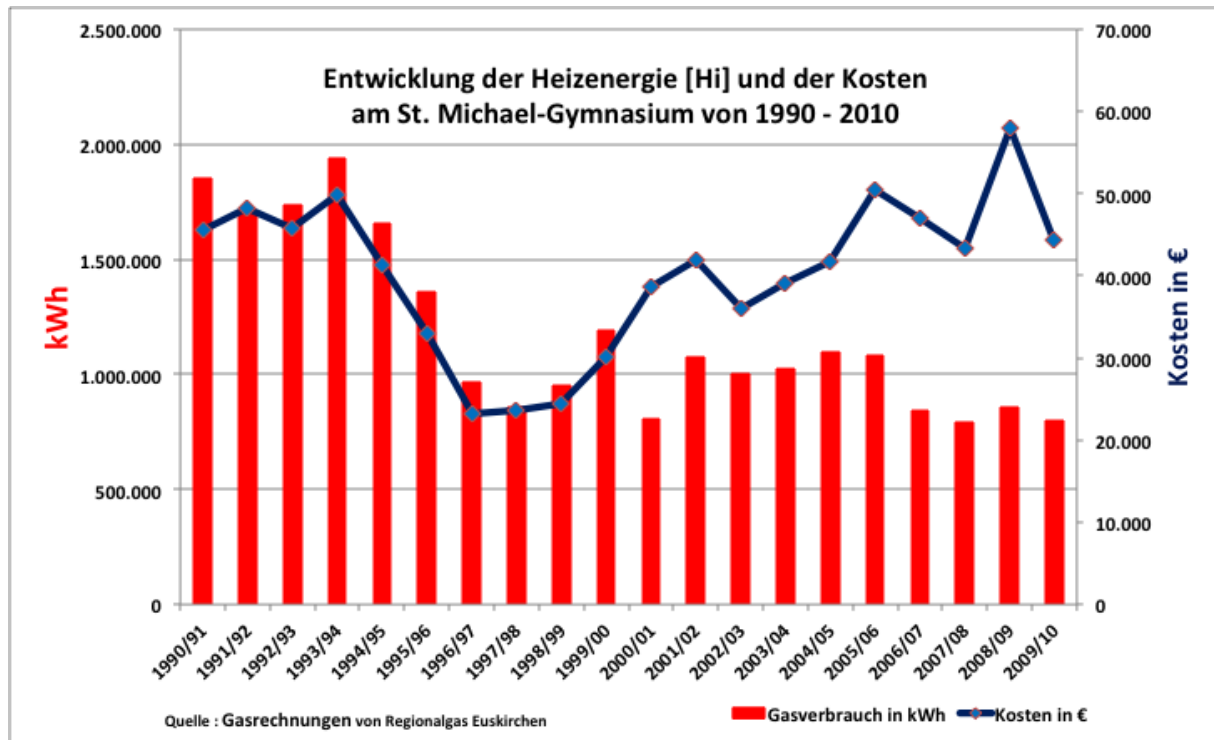


Abb. 4.1

In der Abbildung 4.1 lassen sich bei der Heizenergie drei Phasen erkennen. Die erste Phase geht bis etwa 1996. Man erkennt einen deutlichen Rückgang des Verbrauchs. Grund dafür ist die Kooperation der Schule mit der Stadt. Es wurden einige Vorkehrungen zur Energieeinsparung getroffen. Darunter fallen Sanierungen der Heizkörper in der Schule, Isolierung frei liegender Rohre, Austausch von Fenstern usw. Nach den ersten Einsparungen stellen wir einen relativ gleichmäßigen Verbrauch der Heizenergie fest bis zum Jahre 2005. Hier haben wir wieder einen Abfall zu verzeichnen. In den Archiven der Schule haben wir herausgefunden, dass in dem Jahr die Einzelraumsteuerung im Altbau eingebaut wurde und haben uns auch sofort gefragt, warum denn die Einzelraumsteuerung nicht im Neubau eingebaut wurde. Dieses würde sich sogar noch mehr lohnen, da der Neubau eine größere Heizfläche als der Altbau besitzt. Also wollten wir die Stadt davon überzeugen, die Einzelraumsteuerung auch im Neubau einzubauen und schafften dies auch. Bei dem Gedanken, im Alt- und Neubau eine Einzelraumsteuerung zu besitzen, kamen wir auch auf die Idee, die Einzelraumsteuerung mit unserem Stundenplan und zusätzlich dem Vertretungsplan zu verknüpfen. Vorher wäre dies nicht möglich gewesen, da nur ein Gebäudekomplex gesteuert werden konnte.

4.1 Einbau der Einzelraumsteuerung

Nachdem der Einbau genehmigt, im Sommer 2010 umgesetzt und Ende November angeschlossen wurde, warteten wir bis zum Jahresende und sammelten Daten über Gasverbräuche, in der Hoffnung, schon Einsparungen erzielt zu haben. Für die Auswertung haben wir ein weiteres Diagramm erstellt, auf dem wir die Heizenergie im Jahre 2009 und im Jahre 2010 nebeneinander dargestellt haben.

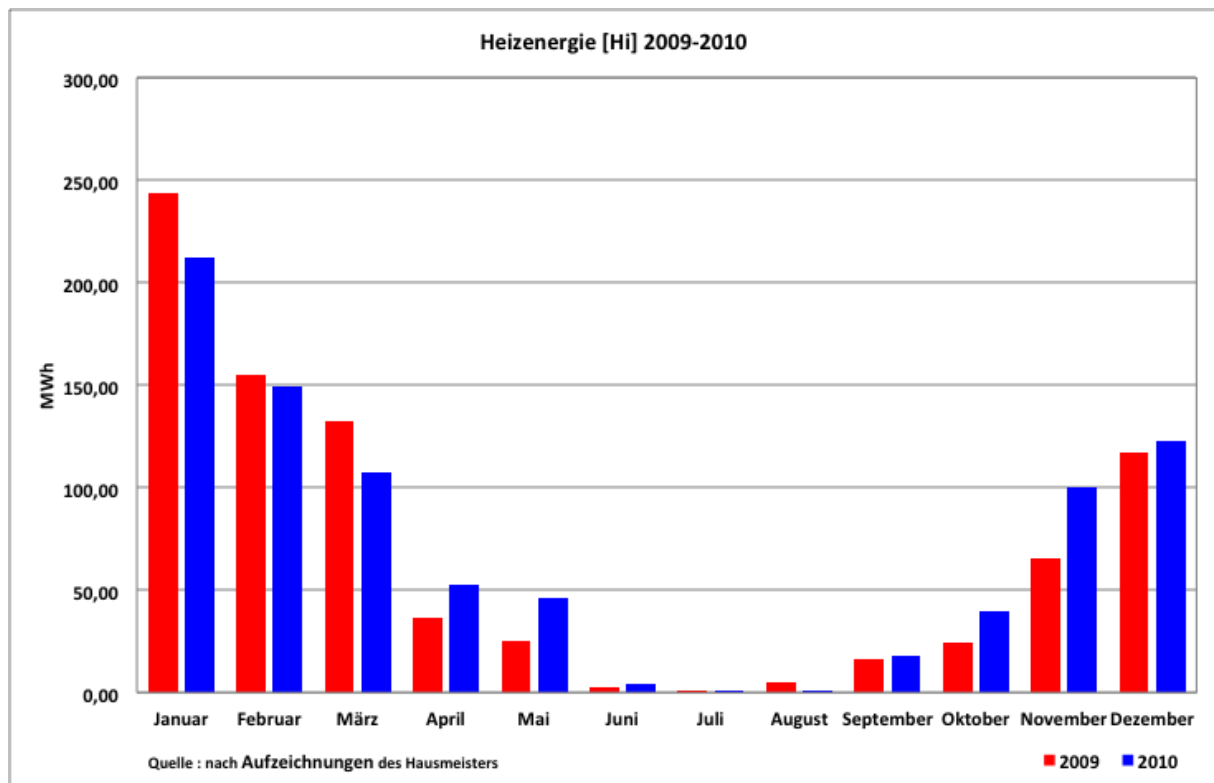


Abb. 4.1.1

Mit Enttäuschung stellten wir fest, dass wir im Dezember mehr Gas verbraucht hatten als im Vorjahr, trotz Einzelraumsteuerung. Doch schnell bemerkten wir, dass der Energieverbrauch von vielen Faktoren beeinflusst wird und der wichtigste davon die Außentemperatur ist. Wir besorgten uns die Tagesmittel- und Monatsmitteltemperaturen des Jahres 2009 und 2010 und erstellten daraus folgendes Diagramm.

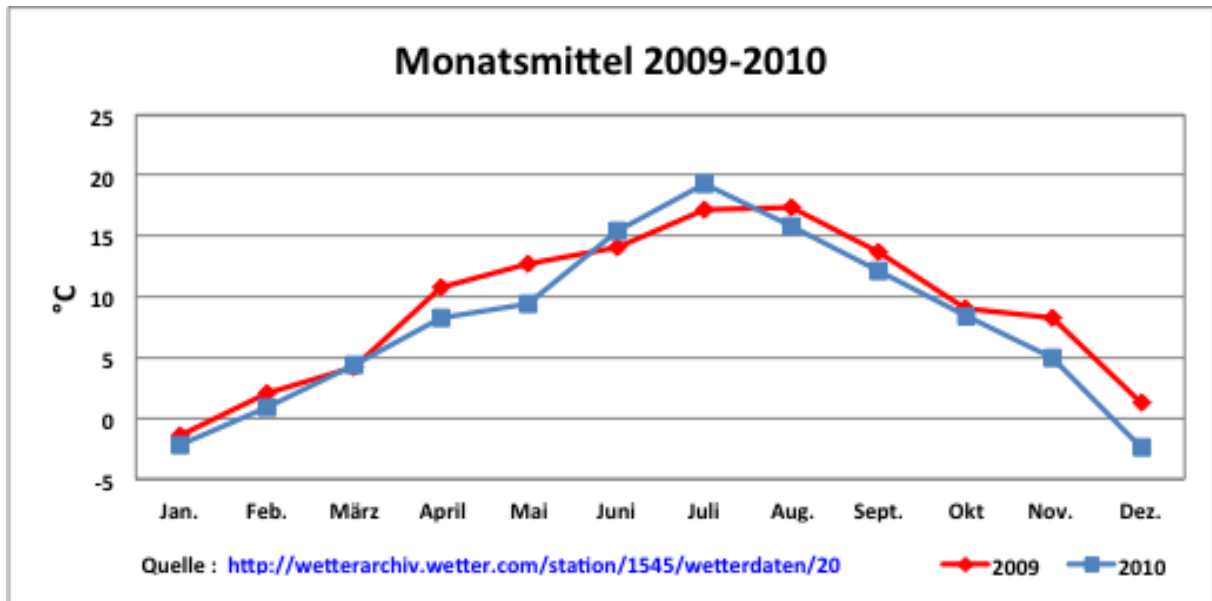


Abb. 4.1.2

Hier haben wir unsere Vermutung bestätigt gesehen. Im Dezember 2010 hatten wir z.B. eine um 3,7 °C niedrigere Monatsmitteltemperatur als im Jahr 2009 (Abb. 4.1.2). Trotz des großen Temperaturunterschieds haben wir jedoch nur einen gering höheren Energieverbrauch.

4.2 Manuelle Einstellungen

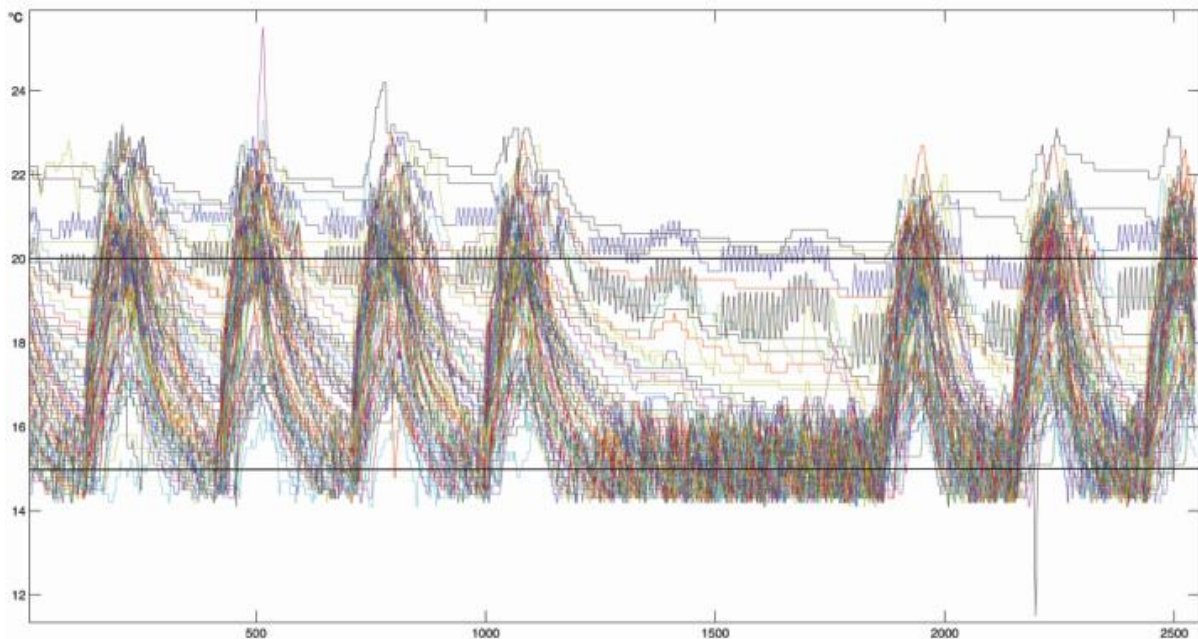


Abb. 4.2.1

Nebenbei arbeiteten wir natürlich an unsere Idee weiter und entwickelten ein Programm, welches die Temperaturen in allen Schulräumen alle fünf Minuten ermittelt und in einem Diagramm wiedergeben sollte (Abb. 4.2.1). Anhand dieses Diagramms waren zum Beispiel diverse Fehlfunktionen des Heizungssystems festzustellen. So erkannte man, dass einige Räume aufgrund technischer Probleme nicht in die Nachtabsenkung gingen und damit dauerhaft, d.h. auch die Wochenenden über, geheizt wurden. Außerdem fiel auf, dass die Heizung zu früh gestartet und zu spät heruntergefahren wurde und dass sich die Raumtemperaturen teilweise weit über dem Soll von 20°C befanden. Daher wurden von uns manuelle Änderungen vorgenommen, um die Heiznutzung zu optimieren. Zum einen wurde die Startzeit der Heizung von 7:00 Uhr auf 8:00 Uhr gestellt, da erst um 8:20 Uhr Schulbeginn ist. Hierbei ist zu erwähnen, dass dies nicht erst ein Anheizen um 8:00 Uhr bedeutet, sondern dass die Heizung zur besagten Zeit den Raum auf Soll-Temperatur geheizt haben sollte. Wie lange diese für das Anheizen benötigt, errechnet die Heizung aufgrund der Werte der vergangenen Tage selbst. Kohärent dazu wurde der Heizstopp von 15:00 Uhr auf 13:00 Uhr gelegt (13:35 Uhr Schulschluss). Zum anderen wurde die Soll-Temperatur für einen gewissen Teil der Räume, ausgehend von deren Lage, von 20°C auf 19°C herabgestuft.

4.3 Auswertung der Ersparnisse

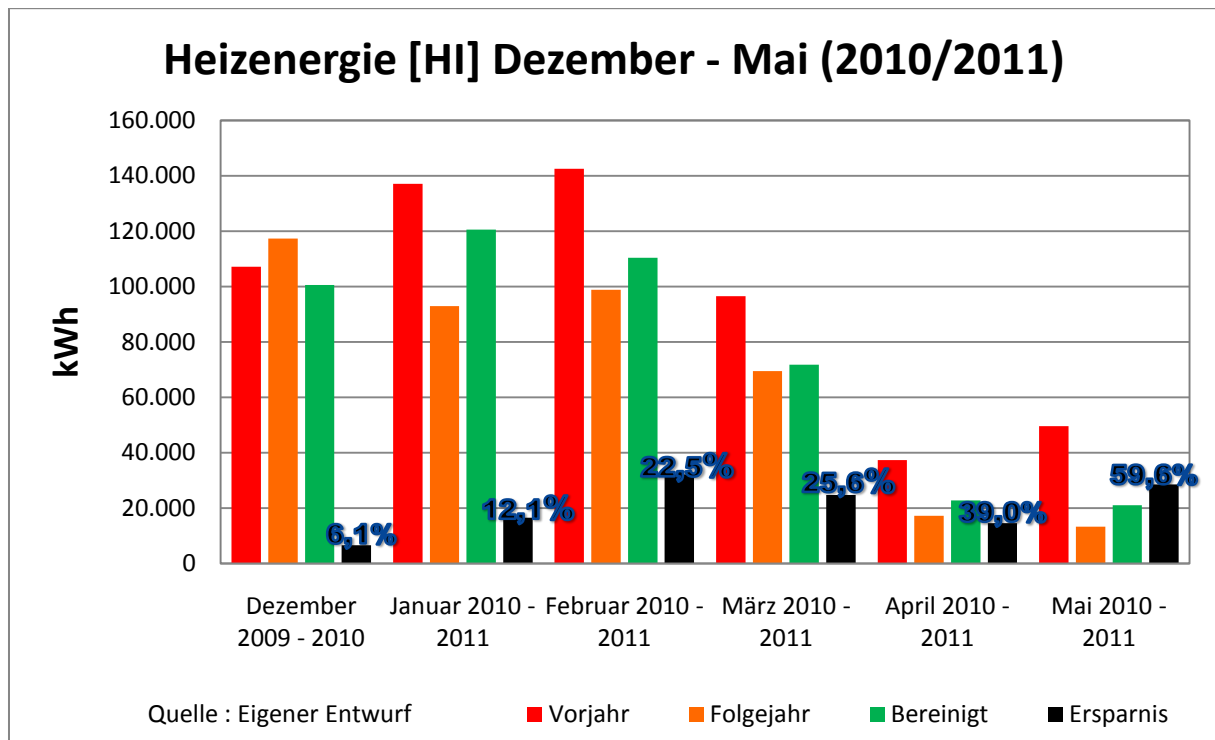


Abb. 4.3.1

Nun wollten wir wissen, wie viel wir denn seit dem Einbau der Einzelraumsteuerung eingespart haben. Dazu mussten wir unsere Daten witterungsbereinigen. Benötigt werden dazu die Gradtagszahlen. Sie geben das Verhältnis der Außentemperatur zur Soll-Temperatur in einem Raum an. Mit deren Hilfe kann man den Gasverbrauch berechnen, den man unter bestimmten Witterungsbedingungen gehabt hätte. So sind wir auf eine Einsparung von 6571 kWh im Dezember 2010 gegenüber 2009 gekommen, das entspricht etwa 6,1 % Ersparnis zum Vorjahr. Dies war schon mal ein erster Erfolg. Doch wir wollten mehr.

Nachdem die manuellen Einstellungen vollzogen worden waren, überprüften wir witterungsbereinigt die Monatsverbräuche gegenüber dem Vorjahr. Wir konnten feststellen, dass wir im Januar schon Einsparungen von fast 17.000 kWh, etwa 12 %, zu verzeichnen hatten, da wir aber die Einstellungen überwiegend Mitte Januar vorgenommen haben, würden wir die vollen Erfolge erst im Februar bemerken können und so war es auch. Bis zum 15. Februar haben wir 20.000 kWh, das sind 22 % Ersparnis zum Vorjahr und das, obwohl unser eigentliches Programm zwar fertig entwickelt, aber noch nicht vollständig in den Schulbetrieb eingebaut war.

Zusammenfassend kann man sagen, dass wir durch den Einbau der Einzelraumsteuerung und durch die manuellen Vorkehrungen bereits etwa

50.000 kWh Heizenergie eingespart haben. Dies entspricht nach den Gaspreisen vom Vorjahr eine Einsparung von etwa 2500 €.

5. Entwicklung des Programms

Das Programm, bzw. die Verknüpfung des Stundenplans und der Heizung besteht aus drei Teilen. Die erste Funktion übernimmt hierbei der Rechner, der bereits für den Stundenplan selbst verantwortlich ist. Ziel ist es, ein Programm zu entwickeln, welches die Daten aus Stunden- und Vertretungsplan auslesen, auswerten und dann an den Heizungsrechner weiter leiten soll. Da der normale Lehrer allerdings, was Änderungen seines Arbeitsplatzes angeht, etwas eigen ist, war es uns wichtig, ein sogenannten Hintergrund-Task (Daemon oder Dienst genannt) zu entwickeln, d.h. es sollte automatisch und ohne manuelle Import/Export-Befehle auskommen, da dieses Probleme verursacht und arbeitsintensiver ist als ein Hintergrund-Prozess. Es arbeitet daher, wie auch andere Windows interne Programme, im Hintergrund, wird vom eigentlichen Benutzer gar nicht wahrgenommen und beeinflusst dessen normalen Arbeitsalltag auch nicht.

Der erste Schritt, der aufgrund dessen in Angriff genommen wurde, war die Auseinandersetzung mit dem Programm Untis für den Stundenplan. Die Stundenplandaten liegen in einer Textdatei mit ca. 16.000 Zeilen vor. Schlüsselwörter, sogenannte „token“, beschreiben u.a. die Stundenplanbelegung, Raumbellegung und Vertretungen.

Daher mussten wir uns erst eine gewisse Zeit mit dieser Datei befassen, um so die für uns wichtigen Codesegmente zu finden. Den ersten Teil unseres Programms sollte nun die UNTIS-Datei alle 5 Minuten interpretieren und aufgrund dieser eine Matrix aller Schulräume und deren Belegung anhand der Stunden erzeugen.

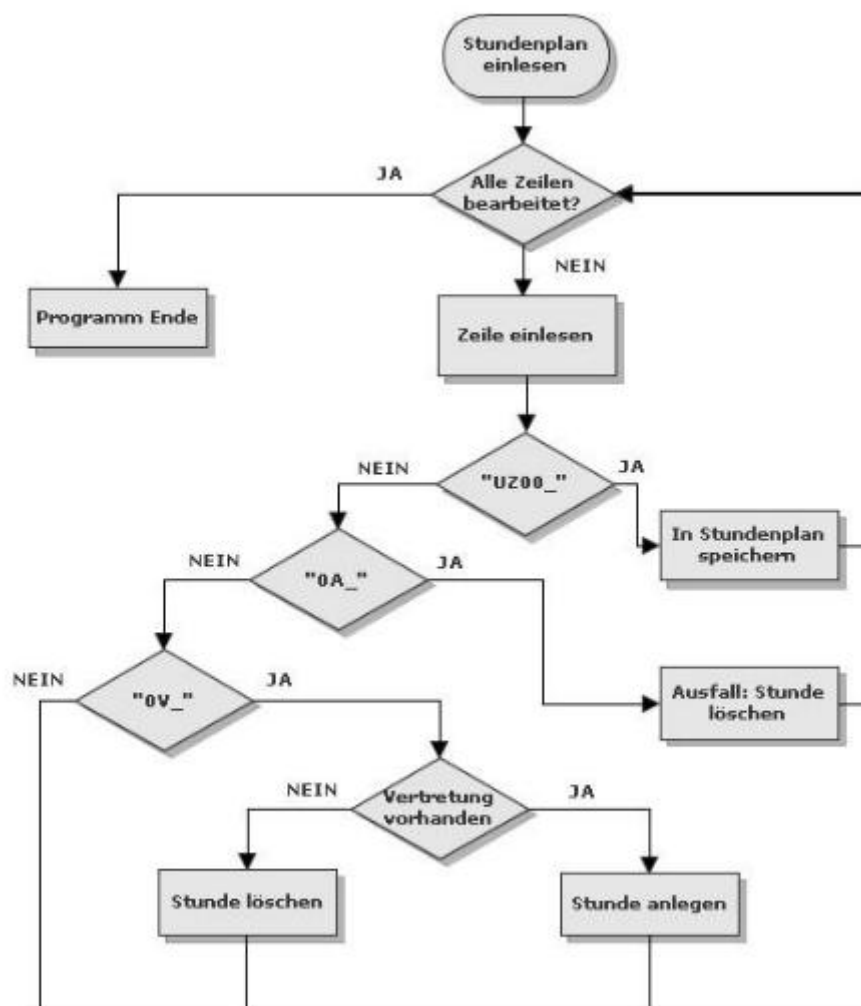


Abb. 5.1

Der letzte Entwicklungsschritt unseres Programms bestand darin, die aus den UNTIS-Werten erstellte Raumbelugung auszuwerten und so die Heizung zu steuern. Unser Programm geht hierbei folgendermaßen vor: Alle 5 Minuten durchsucht es alle Raumbelugungen unserer erstellten Matrix nach sogenannten Löchern und ermittelt unter Einbezug der Vor- (45min) und Nachlaufzeiten (30min) die Tageszeiten, zu denen die Heizung für einen bestimmten Raum an- bzw. ausgeschaltet werden soll. Ergibt es sich nun, dass die errechnete Zeit gleich der derzeitigen Tageszeit ist, wird die Heizung an- bzw. ausgeschaltet.

Zum derzeitigen Stand ist unser Programm fertig und einsatzbereit und wird daher in unserer Schule integriert. Aufgrund vorhergegangener Simulationen können wir aber gewisse Prognosen zur weiteren Ersparnis angeben.

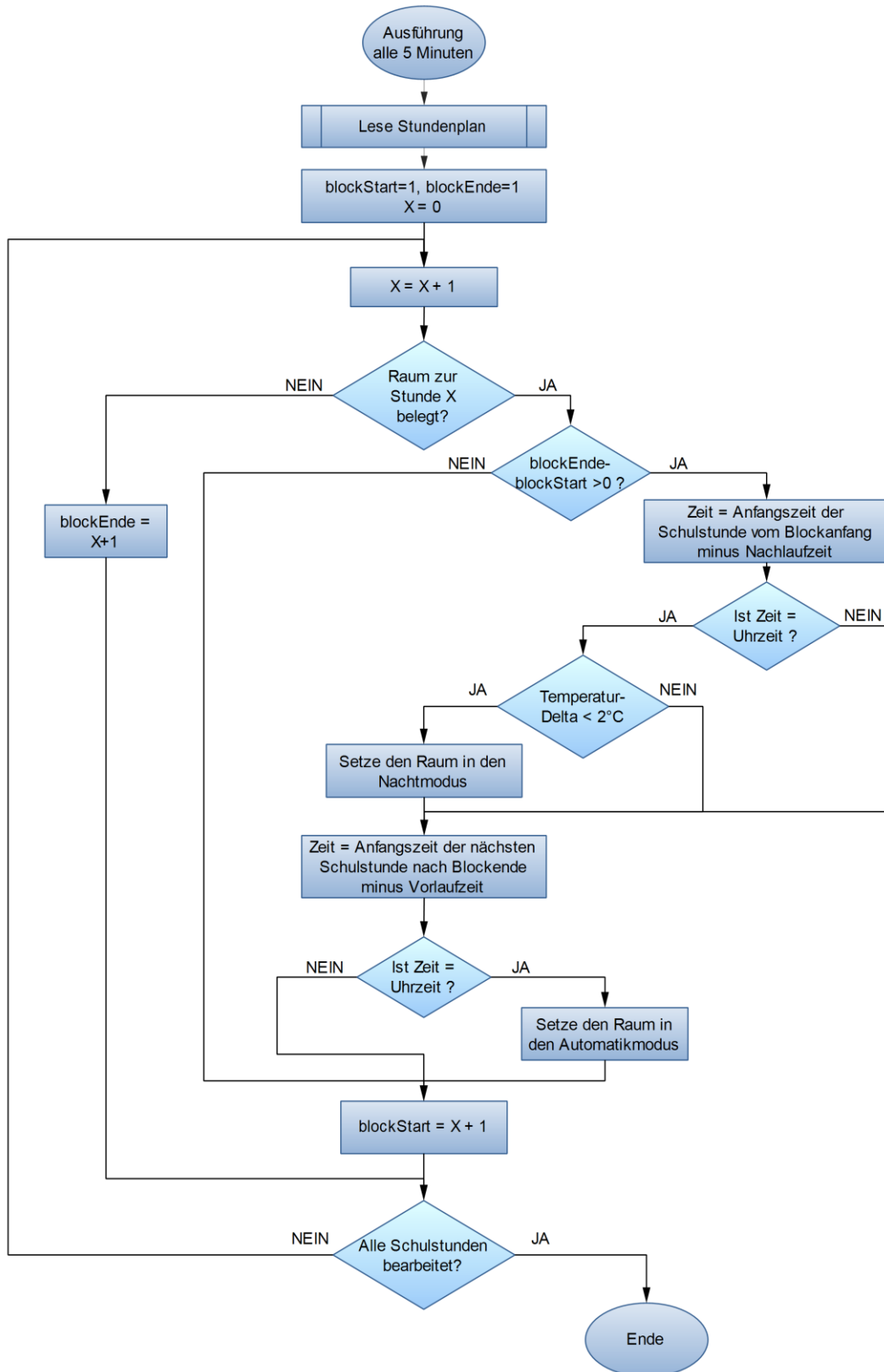


Abb. 5.2

5.1 Prognose und Simulation

Als Beispiel wählten wir den 04.02.2010 und errechneten für diesen Tag alle freien Schulstunden, in denen trotzdem geheizt wurde. Wir kamen hierbei auf 105 Schulstunden, wenn man den Nachmittagsunterricht bis zur 9. Stunde mit einbezieht. Umgerechnet ergibt dies 25,8 Heizstunden. Diese Zahl ergibt sich zum einen aus der Tatsache, dass eine Schulstunde nur 45min besitzt, und zum anderen daher, dass die Heizung auch nur dann heizt, wenn der Soll-Wert unterschritten wird. Das Interessante daran ist nun, dass diese 25,8 Stunden ca. 9% der Gesamtheizstunden des Tages entsprechen.

Darüberhinaus haben wir ausgerechnet, wie viele freie Raumstunden pro Woche wir regulär im ersten und im zweiten Halbjahr hatten und haben aus den ausgewerteten Daten das folgende Contour-Diagramm erstellt.

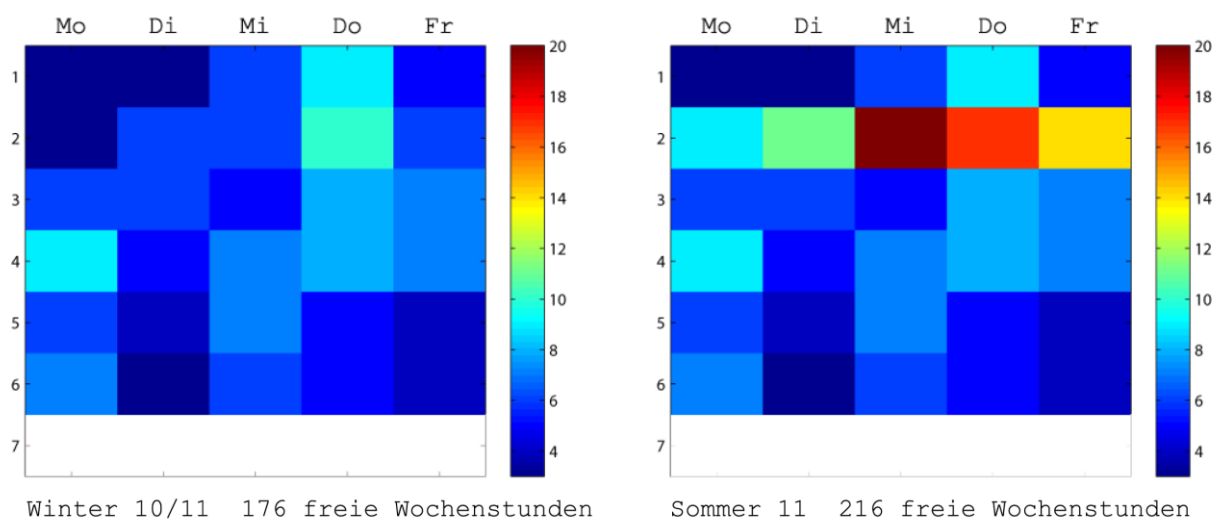


Abb. 5.1.1

Aus diesem Diagramm konnten wir schließen, dass wir zum einen mehr freie Raumstunden in dem zweiten Halbjahr haben und dadurch natürlich mehr einsparen können. Wir erhoffen uns durch das Programm und mit den oben bereits angegebenen Maßnahmen eine **Gesamtersparnis von ca. 25-30%!**

6. Projektergebnis und Ausblick

Bis zum Wettbewerb möchten wir die Energieverbräuche der Schule weiter beobachten und unser Programm vollständig in den Schulbetrieb implementieren. Nebenbei wollen wir natürlich Verbesserungen am Programm vornehmen, um die Einsparungen zu optimieren. Langfristig wollen wir eine maximale Einsparung der Heizenergie erreichen, um unser Projekt auf weitere Schulen und eventuell öffentliche Gebäude auszuweiten.

Bis zum heutigen Zeitpunkt (Ende Mai s. Abb. 4.3.1.) haben wir für ca. 6.700 € Energiekosten eingespart. und hoffen bis zum Jahresende die 10.000 € Marke zu erreichen. Die hohe Einsparung im April und Mai lässt sich darauf zurückführen, dass die Jahrgangsstufe 13 nicht mehr in der Schule war, also mehr Räume nicht geheizt wurden. Bezüglich der Umwelt freuen wir uns auch darüber, dass wir 17.000 kg CO₂ eingespart haben.

7. Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei allen bedanken, die uns bei der Umsetzung des Projekts unterstützt haben:

Bei Herrn Henn (Stadt Bad Münstereifel), ohne den unser Projekt vermutlich nicht hätte umgesetzt werden können

Bei Herrn Wagner, der uns tatkräftig bei der Programmierung und somit bei der Umsetzung unseres Vorhabens unterstützte

Bei Frau Stein, unserer betreuenden Lehrerin, die uns zu jeder Zeit mit Rat und Tat zur Seite stand

Bei Herrn Honert, Hausmeister unserer Schule, der uns bei Fragen immer gerne geholfen hat

8. Literaturverzeichnis

1. Gasrechnungen – Regionalgas Euskirchen 1990-2010
2. Gradtagszahlen und VDI Richtlinie 3807
<http://de.wikipedia.org/wiki/Gradtagzahl>
3. Tagesmitteltemperaturen
<http://wetterarchiv.wetter.com/station/1545/wetterdaten/2009-01-01.html>
4. Gasverbräuche nach Aufzeichnungen des Hausmeister