

„Energieeffizienter Klassenraum“

Ein Projekt der Abteilung für Elektrotechnik der HTL St. Pölten



Nachhaltigkeit, Umweltbewusstsein und effizienter Ressourceneinsatz stehen heute mehr denn je auf der Agenda von Betrieben, öffentlichen Einrichtungen und im Privatbereich. Internationale Normen wie ISO 50001:2011 bieten einen Leitfaden, wie ein effizientes Energie-Management eingeführt werden kann. Die Abteilung Elektrotechnik der HTL St. Pölten, seit 2013 auch ÖKO-LOG-Schule, ist der effizienten Energienutzung verpflichtet und möchte mit diesem Projekt die Möglichkeiten zur Energieeinsparung in Schulen aufzeigen, Bewusstsein bilden und damit auch wertvolle Impulse für künftige Schulneubauten geben.

Gerade in Sachen Klimaschutz kommt den Schulen eine besondere Bedeutung zu, da sie durch Ausbildung und Vorbildwirkung den Grundstein für den sorgfältigen Umgang mit Energie der künftigen Technikerinnen- und Technikergenerationen legen.

1 Ausgangslage

1.1 Das Gebäude

Im Bundesschulzentrum der HTL St. Pölten wurde ein neuer Trakt errichtet und mit Beginn des Schuljahres 2013/14 bezogen. Energieversorgung, Wärmedämmung und Gebäudeausrüstung wurden entsprechend dem derzeitigen Stand der Technik realisiert. Die Ausrüstung des Gebäudes entspricht der Energieeffizienzklasse C nach der Norm EN15232.

Hinsichtlich effizienter Energienutzung und damit Klimaschutz wurden keine besonderen Maßnahmen getroffen.

1.2 Die Diplomarbeit

Im Schuljahr 2009/2010 wurde von den Schülern Harald Zeller und Lukas Thallauer im Rahmen einer Diplomarbeit der Energiebedarf eines Klassenraums genauestens erfasst und dokumentiert. Darauf aufbauend wurde ein Konzept zur effizienten Energienutzung in Schulräumen unter Nutzung moderner Gebäudeleittechnik entwickelt. Als Ergebnis weist diese Arbeit, je nach verwendeter Technologie, ein Einsparpotential von 28% – 38% aus.

Thematik und Zahlenmaterial der Arbeit sind in einer Qualität ausgeführt, dass dieses Projekt beim renommierten KNX-Award in Frankfurt 2012 den ersten Platz in der Kategorie „Young“ gegen größte internationale Konkurrenz erreicht hat.

1.3 Die Synthese

Ausgehend von den Erfahrungen aus der Diplomarbeit und der Tatsache, dass die gesamte Abteilung Elektrotechnik in ein neues Schulgebäude übersiedelt und in einem Stockwerk konzentriert ist, haben wir uns entschlossen, es nicht nur bei einer theoretischen Arbeit zu belassen, sondern diese Ergebnisse auch in die Praxis umzusetzen, um so einerseits einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und andererseits wertvolle Erkenntnisse für künftige Projekte zu gewinnen.

2 Projektziel

Ziel des Projekts ist es, den energieeffizienten Klassenraum in die Praxis umzusetzen und damit ein Umfeld zu schaffen, welches es gestattet, einerseits Energieeffizienz zu leben und andererseits den Grundstein für zukünftige Arbeiten zu legen, die sich besonders mit dem schulischen Umfeld befassen. So ist z.B. in einer weiteren Diplomarbeit geplant, die Energieversorgung über das Stundenplanprogramm zu steuern, um auch das Einsparpotential temporär nicht benutzter Räume zu nutzen.

Detailziele

- Energieeinsparung und damit auch CO₂-Einsparung und Klimaschutz
- Reduktion von Betriebskosten
- Ausstattung der Klassenräume des gesamten 2. Stockwerks mit technischen Komponenten, um einen energieeffizienten Betrieb zu ermöglichen
- Installation einer geeigneten Messtechnik um die einzelnen Stockwerke, also Klassen mit und ohne effizienzsteigernden Maßnahmen, zu vergleichen
- Aufzeigen von konkreten Energieeinsparmöglichkeiten an Schulen
- Knowhow für künftige Schulneubauten
- Bewusstseinsbildung auf allen Ebenen: Schülerinnen und Schüler, Eltern, Lehrerinnen und Lehrer, sonstiges Personal und Schulleitung
- Sensibilisierung der jungen Technikerinnen und Techniker für umweltrelevante Aspekte
- Multiplikatoreffekt – Wissen wird in die Familien getragen und später in die Betriebe
- Entwicklung innovativer, speziell auf den Unterrichtsbetrieb zugeschnittener Steuerungskonzepte
- Zurverfügungstellung aller gewonnenen Erkenntnisse an Interessierte

3 Projektpartner

3.1 Die internen Partner

Seitens der Schule wird das Projekt neben Schülerinnen und Schülern von drei Personen getragen:

- DI Hermann Binder – Vorstand der Abteilung Elektrotechnik
- Ing. Gerhard Mayer – Leiter der Elektrotechnikwerkstätten
- Ing. Gerhard Hinterhofer – Leiter des KNX Ausbildungszentrums
- Schülerinnen und Schüler der Abteilung Elektrotechnik

3.2 Die externen Partner

Ein derartiges Projekt kann mit den begrenzten Budgetmitteln einer Schule nicht finanziert werden. Wir haben uns daher entschieden, Sponsoren einzuladen, um das Projekt zu fördern. Als Gegenleistung erhalten die unterstützenden Firmen das Recht, einen Klassenraum für die Dauer von fünf Jahren nach dem Namen ihres Unternehmens zu benennen.

Im Einzelnen sind folgende Unternehmen beteiligt

- ABB GmbH
- CAE Consulting GmbH
- CEGELEC GmbH
- Controlmatic GmbH
- Copa Data GmbH
- Eichmann Elektrofachgroßhandel GmbH
- Elektro & Elektronik Landsteiner GmbH
- Elektro Gottwald
- EPLAN Software & Service GmbH
- Euro Unitech Elektrotechnik GmbH
- EVN AG
- ITGA Ingenieurbüro Brunner GmbH
- Klenk & Meder GmbH
- Landesschulrat für NÖ
- Maroschek GmbH
- OBO BETTERMANN GmbH
- ÖKOLOG
- Rittal GmbH
- Schmied & Fellmann GmbH
- Schubert Elektroanlagen GmbH
- VIPA Elektronik Systeme GmbH
- VOITH St. Pölten
- WAGO Kontakttechnik GmbH
- ZUMTOBEL Licht GmbH

Weitere Unterstützung leisteten der LSR NÖ, Land NÖ (Umwelt und Energie) und das BMUKK (Bildungsförderungsfonds).

Bis zum heutigen Datum wurden ca. 65.000 € in die Umsetzung investiert.

4 Aktueller Umsetzungsgrad

Alle Klassenräume der Abteilung Elektrotechnik (14 Klassen, 3 CAD Räume) wurden mit KNX-Komponenten ausgestattet, die folgenden Betrieb ermöglichen:

- Einzelraum Temperaturregelung – zur optimalen Temperaturanpassung
- Fensterüberwachung – bei geöffneten Fenstern werden die Heizkörperventile geschlossen
- Lichtsteuerung – zur optimalen Helligkeitsanpassung
- Konstantlichtregelung in drei Klassenräumen – Variante zur optimalen Helligkeitsanpassung
- Anwesenheitskontrolle – zur Drosselung der Energiezufuhr in nicht benutzten Räumen
- Programmierung der Klassenräume für energieeffizienten Betrieb
- Moderne Bedienung mittels PC, Tablet oder Mobiltelefon
- Messwerterfassung, Aufzeichnung und Analyse mit eigenem Prozessvisualisierungssystem



Durch diese Maßnahmen wird die Energieeffizienzklasse A nach der Norm EN15232 erreicht.

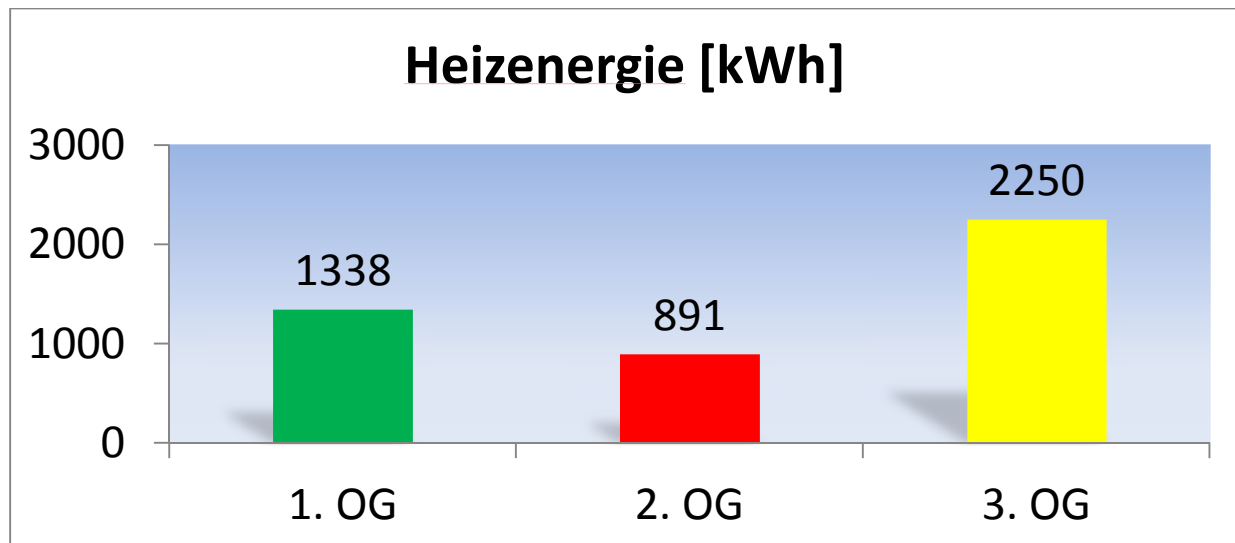
Darüber hinaus kann in allen Stockwerken die zugeführte elektrische und thermische Energie erfasst und von einem Leitrechner überwacht werden. Dies ermöglicht eine qualifizierte Aussage über die tatsächlichen Einsparungen, wobei insbesondere der Vergleich mit anderen Stockwerken, in denen keine energieeffizienzsteigernden Maßnahmen vorgesehen sind, von höchstem Interesse ist.



5 Ergebnisse

5.1 Heizenergie

Während der Monate Jänner und Februar 2014 konnten die ersten kontinuierlichen Messungen durchgeführt werden. Dabei zeigte sich ein signifikant niedrigerer Verbrauch an Energie im 2. Stockwerk.

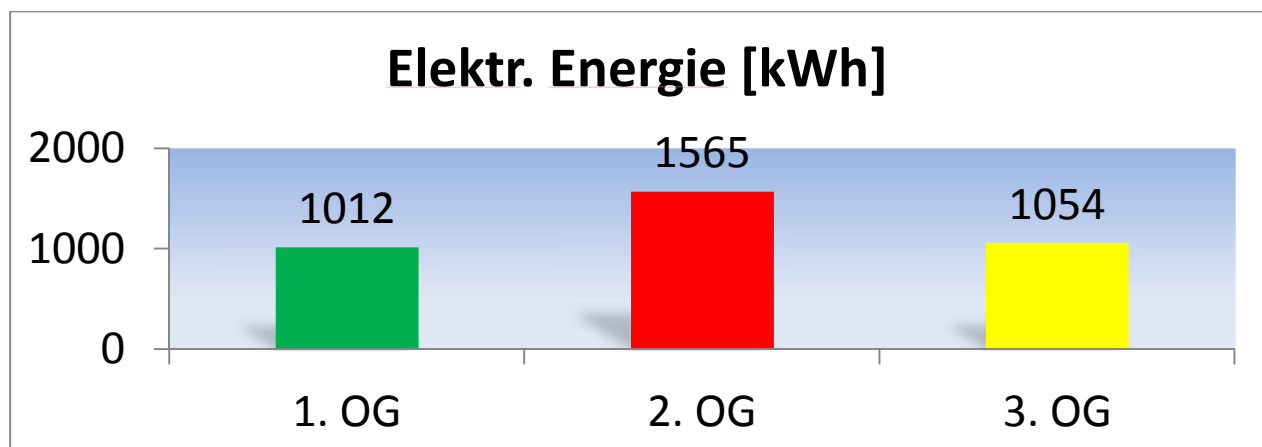


Durchschnittlicher Heizenergiebedarf im Jänner und Februar pro Woche (ohne Ferien)

Hochgerechnet auf die Heizsaison 2013/2014 (Basis: 3390 Heizgradtage) ergibt sich eine Kostenersparnis von ca. 3.500 € gegenüber den anderen Stockwerken.

5.2 Elektrische Energie

Auch hierbei sind seit Jänner 2014 Messergebnisse verfügbar und der Stromverbrauch ist im 2. Stockwerk wesentlich höher als im 1. und 3. OG. Die Gründe für diesen höheren Wert liegen hauptsächlich darin, dass sich im 2. Stock im Aufenthaltsbereich mehrere Getränkeautomaten und ein allgemein benutzter Kopierer befinden. Weiters wird die Beleuchtung des Hauptstiegenhauses, die ständig eingeschaltet ist, vom Verteiler im 2. OG versorgt. Ebenso tragen die CAD-Räume und der Abendschulunterricht zu diesem höheren Stromverbrauch bei. Durch bewusstes Achten auf abgeschaltete Computer und Beamer außerhalb des Unterrichts konnte in der Zwischenzeit eine Reduzierung des Verbrauchs um ca. 150 kWh pro Woche erzielt werden.



Durchschnittlicher elektr. Energiebedarf im Jänner und Februar pro Woche (ohne Ferien)

6 Konkrete klimarelevante Auswirkungen bzw. Erfolge

Bei den seit Jänner 2014 ersten verfügbaren Messwerten zeigt sich eine durchschnittliche Heizenergieeinsparung von ca. 40%. Die Umrechnung auf das CO₂-Äquivalent ergibt folgendes Ergebnis:

hochgerechnetes CO₂ Jahres-Äquivalent pro Stockwerk:

- 1.OG: 7322kg/a
- 2.OG: 4784 kg/a
- 3.OG: 12000kg/a

Somit ergeben sich fast 50% Einsparung des CO₂-Äquivalents im 2.OG gegenüber dem Durchschnitt aus den beiden anderen Geschossen und damit eine Einsparung beim CO₂-Äquivalent von ca. 5,4t¹.

Wäre das gesamte Gebäude mit dieser Technologie ausgestattet, könnte man folgende Berechnung anstellen.

Der Jahresenergiebedarf der Schule stellt sich wie folgt dar:

Wärme:	2,3 GWh
Elektrische Energie:	0,7 GWh

Geht man von einer vorsichtig geschätzten Einsparung von 20 % für das gesamte Gebäude aus und berücksichtigt man, dass ca. 2/3 der elektrischen Energie für Maschinen im Bereich der Werkstätten und Computeranlagen mit geringem Einsparpotential verbraucht wird, kommt man zu folgenden eingesparten Energiewerten:

Wärme:	460.000 kWh
Elektrische Energie:	50.000 kWh

Diese Einsparung entspricht einem CO₂ Äquivalent von ca. 140 t pro Jahr.

7 Einbettung in die Gesamtstrategie

Durch die eingesetzte Messtechnik ist es möglich, die Einsparungen auf Stockwerkebene zu vergleichen. Damit können, nach einer geeigneten Evaluierungsperiode, zuverlässige Investitionsüberlegungen angestellt werden. Des Weiteren ist die Ausrollung dieser Technologie auf die gesamte Schule möglich.



¹ Quelle: Umweltbundesamt <http://www5.umweltbundesamt.at/emas/co2mon/co2mon.htm>

Diese Maßnahmen betreffen ein singuläres Schulgebäude. Extrapoliert man nun auf alle Schulen in Österreich, kann man sich leicht vorstellen, welches Einsparpotential hier in Summe vorhanden ist.

8 Der Ausblick

In den nächsten Jahren sind im Rahmen weiterer Diplomarbeiten folgende Arbeiten geplant:

- Optimierung des Energieverbrauchs: Es kann damit eine genaue Analyse gemacht werden, wo an der Schule Energie eingespart werden kann und welche konkreten Einsparungsmaßnahmen ergriffen werden sollen.
- Übernahme des Belegungsplans jeder Klasse aus dem Stundenplanprogramm um bei kurzfristiger Absenz der Schüler (Exkursion, Saalverlegung, etc.) den Temperatursollwert abzusenken.
- Aufbau eines Energiemanagementsystems nach ISO 50001 für die Abteilung Elektrotechnik: Diese Arbeit soll sich einerseits aus einem normativen Teil (Analyse der ISO 50001, Umsetzung der Anforderungen an die Gegebenheiten, Erstellen der entsprechenden Dokumente) und andererseits aus einem praktischen Teil (Erarbeitung und Realisierung weiterer Energieoptimierungsmöglichkeiten) zusammensetzen. Ein weiterer Auftrag an die Schüler ist (so sieht es auch die ISO 50001 vor), ein Maßnahmenpaket zur Bewusstseinsbildung und Schulung von Lehrerinnen und Lehrern, Schülerinnen und Schülern und weiterem Personal zu erstellen und dieses auch umzusetzen.
- Messung des Verbrauchs elektrischer Energie von jedem Klassenzimmer: Durch die Installation von Summenstromwandlern in der Zuleitung zu jeder Klasse und Datenübertragung zum Leitsystem soll der Verbrauch gemessen und am Klassen-PC angezeigt werden. In weiterer Folge ist ein Wettbewerb zur Kürung der energiesparendsten Klasse möglich.
- Luftqualität in den Klassenräumen: Die Luftqualität hat direkt Einfluss auf die Konzentrationsfähigkeit der SchülerInnen. Derzeit wird in einer Klasse als Pilotprojekt der CO₂-Wert gemessen und es zeigt sich, dass dieser auf über 2 000 ppm ansteigt. Es soll in Zukunft in jeder Klasse ein CO₂ –Sensor installiert werden, der als Indikator für die Luftqualität fungiert. Steigt der CO₂-Wert über den empfohlenen Richtwert, soll eine Meldung generiert werden. Zusätzlich soll erforscht werden, ob es eine Korrelation zwischen Luftqualität und unterrichtetem Gegenstand gibt.

Für diese oben beschriebenen Arbeiten sind weitere Investitionen von ca. 25 000 € erforderlich.

HTL St. Pölten – Elektrotechnik

H. Binder, G. Hinterhofer, Mai 2014