

**Konzept zur Anlagenoptimierung
für Energieverbrauchsstoffe
kommunaler Liegenschaften**

**hinsichtlich Klimaschutz und Energiewende
durch systematische Erfassung und
Analysierung von Energieverbräuchen
für die Große Kreisstadt Germering**

1. Angaben zum Projekt

1.1. Allgemeininformation



Die Fläche des Stadtgebietes Germering beträgt 21,61km². Zu den städtischen Liegenschaften Germerings gehören Rathäuser, Bauhof, Stadthalle, Bibliothek, Kinderbetreuungseinrichtungen, Jugendbegegnungsstätten, Grund- und Mittelschulen, Sozialeinrichtungen, Sportheime, Feuerwehrgerätehäuser sowie Friedhöfe.

Als Beitrag zum Klimaschutz und zur Energiewende hat sich die Stadt Germering entschlossen, als kommunaler Verbraucher, Energieeinsparung und Effizienzsteigerung in den städtischen Liegenschaften umzusetzen. Somit wird gleichzeitig auch der Verwaltungshaushalt bei steigenden Energiepreisen entlastet.

1.2. Objektbeschreibung

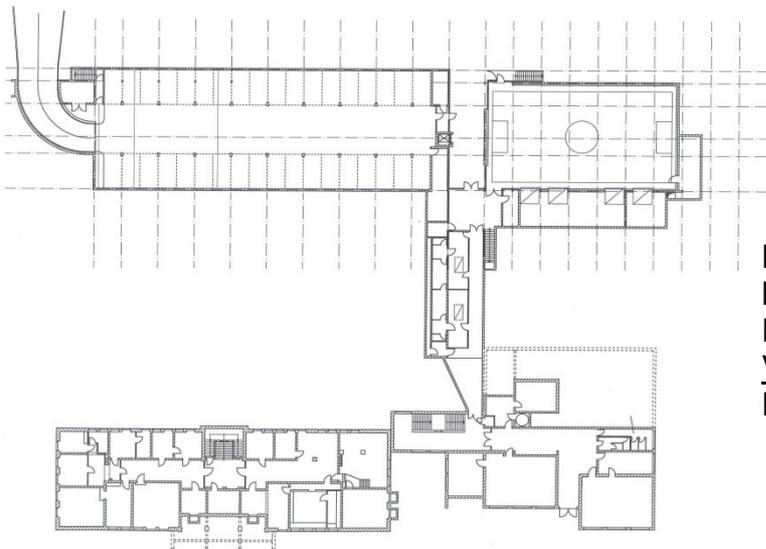
Für den Einstieg in die praktische Umsetzung der Energiewende wurde als „Pilotprojekt“ eine Grundschule ausgewählt, welche die unterschiedlichsten Bauwerkskriterien in den Bereichen Baujahr, Material, Verarbeitung und Nutzungen erfüllt.

Der Grundbaukörper der Schule an der Kleinfeldstrasse wurde 1954 errichtet und umfasste ein Unter-, Erd- und Obergeschoss sowie ein Dachgeschoss mit einem Klassenzimmer und Speicher. Grundstücksmittig wurde 1955 ein Pavillonbau mit zusätzlichen Klassenzimmern errichtet, der mit dem Grundbaukörper über die Dachkonstruktion verbunden war.

Im ersten Umbau 1962 wurde eine Geschossaufstockung mit Kriechspeicher an dem Grundbaukörper vorgenommen und somit ein zweites Obergeschoss ausgeführt.

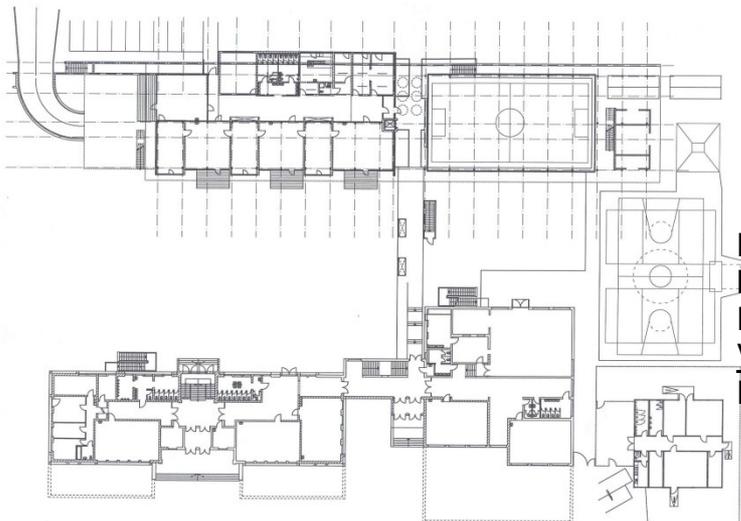
Eine Erweiterung des Grundbaukörpers nach Osten – mit Teilunterkellerung, Erd- und zwei Obergeschossen mit Flachdach – wurde im Jahr 1970 angebaut.

Im nördlichen Grundstücksbereich zur Frühlingstrasse wurde 2001 die Erweiterung der Grundschule mit Sporthalle, Hortgebäude und Tiefgarage errichtet. Hierfür musste aber im Vorfeld der Pavillonbau in der Grundstücksmitte abgebrochen werden.



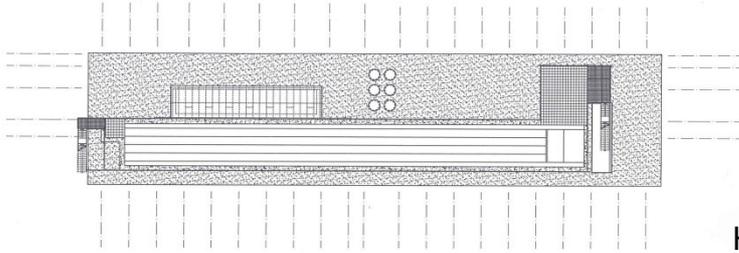
Bereich Untergeschoss

Hauptnutzfläche	736,98m ²
Nebennutzfläche	493,37m ²
Funktionsfläche	163,74m ²
Verkehrsfläche	1338,78m ²
Flächensumme	2732,87m²



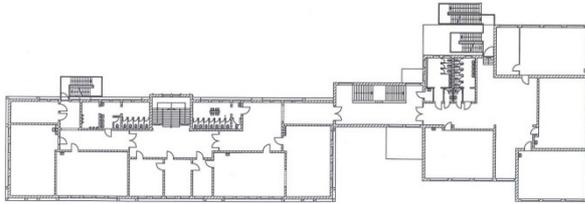
Bereich Erdgeschoss

Hauptnutzfläche	1126,79m ²
Nebennutzfläche	283,21m ²
Funktionsfläche	0,00m ²
Verkehrsfläche	567,66m ²
Flächensumme	1977,66m²



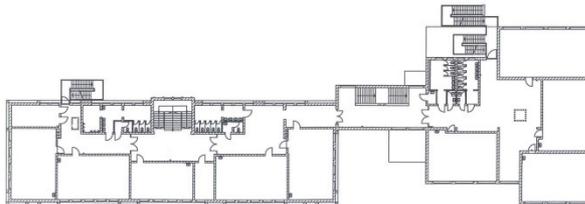
Bereich 1. Obergeschoss

Hauptnutzfläche	674,63m ²
Nebennutzfläche	135,63m ²
Funktionsfläche	0,00m ²
Verkehrsfläche	412,93m ²
Flächensumme	1223,19m²



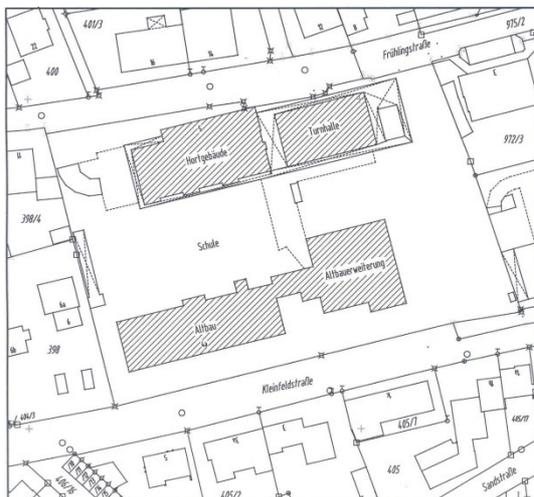
Bereich 2. Obergeschoss

Hauptnutzfläche	658,78m ²
Nebennutzfläche	150,36m ²
Funktionsfläche	0,00m ²
Verkehrsfläche	394,23m ²
Flächensumme	1203,37m²



Die Sporthalle wurde in den Bereichen Unter- und Erdgeschoss, der Hortbereich erdgeschossig über der Tiefgarage hergestellt. Somit konnte auf den Flachdächern der Sporthalle und des Hortgebäudes eine Freisportanlage mit Laufbahn und Weitsprungbereich angelegt werden.

Im Innenhofbereich zwischen dem Altbauriegel im Süden (Kleinfeldstrasse) und dem Neubauriegel im Norden (Frühlingstrasse) befinden sich der Pausenhofbereich sowie eine weitere Freisportfläche für sämtliche Ballsportarten.



Die Schule an der Kleinfeldstrasse nimmt im jetzigen Objektbestand mit den Haupt-, Nebennutz-, Funktions- und Verkehrsflächen eine Gesamtfläche von 7.137,09m² ein.

Grundschule Kleinfeldstrasse 4a Flächenzuweisungen				
Geschoss- Bezeichnung	A-Hauptnutz. in m ²	A-Nebennutz. in m ²	A-Funktion in m ²	A-Verkehr in m ²
Untergeschoss	736,98	493,37	163,74	1338,78
Erdgeschoss	1126,79	283,21	0,00	567,66
1. Obergeschoss	674,63	135,63	0,00	412,93
2. Obergeschoss	658,78	150,36	0,00	394,23
Gesamtsummen in m²	3197,18	1062,57	163,74	2713,60

Gesamträume in m²	7137,09
---	----------------

1.3. Aufgabenstellung

Die Große Kreisstadt Germering kann auf verschiedene Weise zum Klimaschutz und zur Energiewende beitragen.

Energieeinsparung und Effizienzsteigerung muss bei den städtischen Liegenschaften in den Vordergrund rücken. Hierfür ist es nötig ein „kommunales Energiemanagement“ (KEM) aufzubauen. Um den Energieverbrauch zu senken ist eine energieoptimierte Bewirtschaftung der Liegenschaften von Bedeutung. Durch eine systematische Erfassung und Analysierung von Energieverbräuchen ist eine Identifizierung von schnell umsetzbaren Maßnahmen möglich.

Derzeit werden die Werte über den Verbrauch mit Jahresverbrauchswerten dokumentiert. Ein schnelles Reagieren bei einem abweichenden Wert ist nicht möglich, wenn keine zeitnahe Dokumentation (monatlich, täglich, stündlich) geführt werden kann.

Grundschule und Hort, Kleinfeldstrasse 4a												
Energiemanagement												
Verbrauchsbereich: 2005 bis 2016			Gesamträume in m ²				7137,09					
Verbrauch	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Gas m ³			71.683	85.919	85.452	83.500	83.948	90.336				
Kosten			48.237,38 €	55.936,75 €	71.734,70 €	47.566,60 €	48.176,96 €	43.182,66 €				
Strom Kwh	100.606	101.925	103.617	107.082	113.031	123.881	123.766	119.545				
Kosten	16.883,03 €	18.874,19 €	19.873,48 €	20.126,26 €	20.919,52 €	23.781,59 €	25.700,17 €	25.115,13 €				
Wasserverb. m ³	1.229	1.391	1.366	1.394	1.484	1.638	1.154	1.563				
Wasserkosten	897,48 €	1.009,83 €	981,94 €	1.074,53 €	1.115,66 €	1.225,84 €	919,34 €	1.395,17 €				
Abwasserkosten	1.229,00 €	1.391,00 €	1.366,00 €	1.394,00 €	1.484,00 €	1.638,00 €	1.416,64 €	2.000,64 €				
Kosten gesamt	2.126,48 €	2.400,83 €	2.347,94 €	2.468,53 €	2.599,66 €	2.863,84 €	2.335,98 €	3.395,81 €	- €	- €	- €	- €
Brennwert Angabe												
Kosten je m ²	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Gas	- €	- €	6,76 €	7,84 €	10,05 €	6,66 €	6,75 €	6,05 €	- €	- €	- €	- €
Strom	2,37 €	2,64 €	2,78 €	2,82 €	2,93 €	3,33 €	3,60 €	3,52 €	- €	- €	- €	- €
Wasser	0,30 €	0,34 €	0,33 €	0,35 €	0,36 €	0,40 €	0,33 €	0,48 €	- €	- €	- €	- €
gesamt	2,66 €	2,98 €	9,87 €	11,00 €	13,35 €	10,40 €	10,68 €	10,05 €	- €	- €	- €	- €
Verbrauch je m ²	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Gas	0,00	0,00	10,04	12,04	11,97	11,70	11,76	12,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Strom	14,10	14,28	14,52	15,00	15,84	17,36	17,34	16,75	0,00	0,00	0,00	0,00
Wasser	0,17	0,19	0,19	0,20	0,21	0,23	0,16	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00

1.4. Konzeption und Ziel

Die Vorgehensweise wurde so konzipiert, dass im Bereich der systematischen Erfassung und Analysierung von Verbrauchswerten ein Energie-Monitoring eingerichtet wurde. Hierfür sind zwei Arbeitsplatzbereiche (1 x technisches Gebäudemanagement, 1 x Haustechnik vor Ort) ausgerichtet worden.

Als erste Maßnahme sollen die Leuchtmittel im gesamten Schulareal von herkömmlichen Beleuchtungsmitteln auf energiesparende LED-Beleuchtungen ausgetauscht werden.

Es ist eine detaillierte Aufnahme des Bestandes der Beleuchtung nötig um eine genaue Massen- und Kostenkalkulation aufstellen zu können.

2. Projektvorbereitung und Realisierung

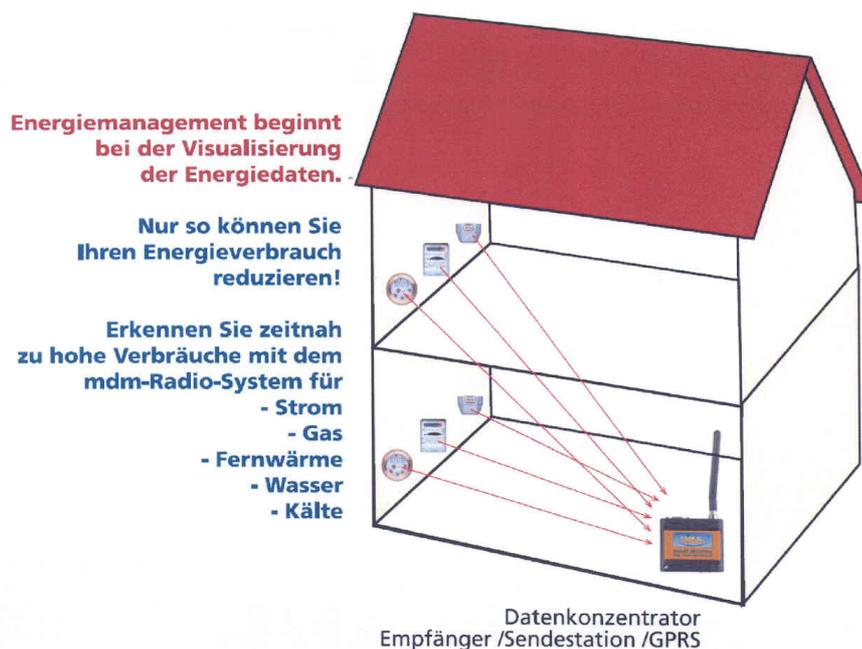
2.1. Monitoring für Verbrauchsstoffe

Für das Energie-Controlling, welches eine zentrale Aufgabe des Energie-Managements darstellt, hat sich die Stadt Germering für das Auslese-, Datenfernübertragungs- und Visualisierungssystem der Firma VIWA GmbH entschieden.

Die Firma VIWA GmbH arbeitet zur Nahauslesung der Zähler und der Übertragung der Auslesedaten mit einem Messwerterfassungs- und Datenübertragungs-Modul (MDM-Radio).

Jede Verbrauchsleitung - Gas, Wasser, Wärme, Strom - wird mit einem batteriebetriebenen Modul zur Auslesung des Durchflusses versehen. Diese Radio-Funkknoten werden mit einer AA-Lithium-Batterie betrieben. Die Lebensdauer der Batterie liegt bei einer vierminütigen Taktung der Funkkommunikation und einer stündlichen Zählerauslesung bei bis zu 15 Jahre.

Energiezähler Management in Gebäuden - ideal für kommunale Liegenschaften



Durch Funkübertragung werden die ausgelesenen Verbrauchsdaten zu einem Datenkonzentrator weitergeleitet, der zugleich als Sendeeinheit für die ausgelagerte Empfangsstation fungiert. Die gesendeten Daten werden auf einem externen Server mit der Software „VeriLog“ zur Auslesungs- und Dokumentationsdatei aufbereitet.

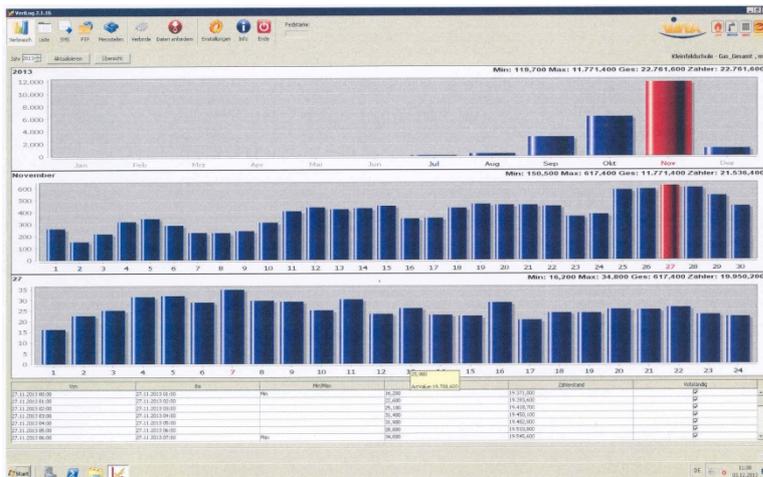
Die Hardware-Elemente zum Energie-Monitoring können unabhängig der verbauten Zählerarten und Typisierungen verwendet werden. Auch sind keine Verlegungsarbeiten von Übertragungsleitungen sowie Baumaßnahmen in Form von Mauerdurchführungen und Schottungen von Nöten, da die Datenübertragung auf Funkbasis läuft.

Mit der Software „VeriLog“ ist es möglich einzelne Messstellen zu gruppieren und die Darstellung der Auslesungs- und Dokumentationswerte als Balken- oder Liniendiagramm darzustellen.



Auswahlmaske mit der Liegenschaftsanwahl, Messstellenangaben und Messwertdarstellungen

Die ausgelesenen Werte der Verbrauchsangaben (Gas, Wasser, Wärme, Strom) können als Monats-, Tages- und Stundenanzeigen dargestellt werden.



Anzeige: Gasverbrauch

Monatsangaben

Tagesangaben

Einzelstundenangaben

Tabellarische Auflistung



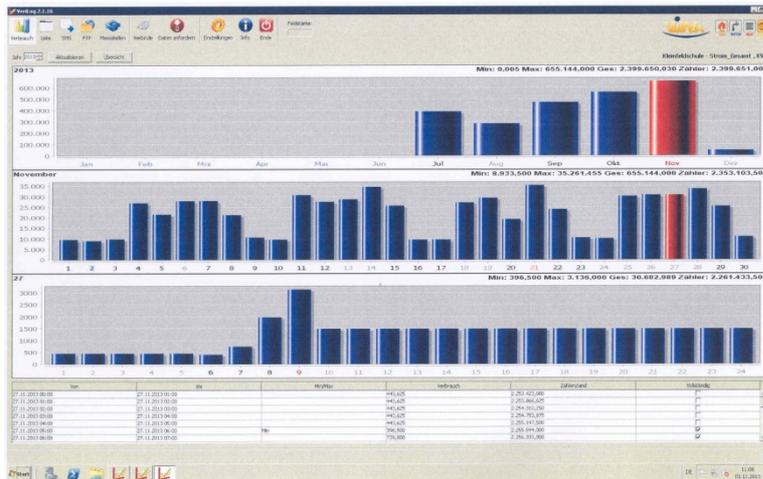
Anzeige Wasserverbrauch

Monatsangaben

Tagesangaben

Einzelstundenangaben

Tabellarische Auflistung



Anzeige Stromverbrauch

Monatsangaben

Tagesangaben

Einzelstundenangaben

Tabellarische Auflistung

Eine Alarmierung durch vorab angegebene Minimal- und Maximalwerte sind auf die Workstations der Arbeitsplätze oder auf Handys möglich.

2.2. Massenkalkulation der Leuchtmittel

Zur Aufnahme des bestehenden Massengerüsts der verbauten Leuchtmittel muss jeder Raum des Schulkomplexes begangen und jede einzelne Glühlampe und Leuchtstoffröhre aufgenommen werden, um diese mit ihrer Nennleistung bzw. tatsächlichen Leistungsaufnahme über ein – von Fachhändlern und Herstellern angegebenes – Einsparpotential auf die rechnerische Leistungsaufnahme von LED-Leuchtmittel umzulegen.

Mit diesen Angaben können die erforderlichen LED-Leuchtmittel in Leistung und Anzahl für die einzelnen Schulräumlichkeiten festgelegt und mit den gültigen Marktpreisen kalkulatorisch die Materialkosten für einen Kompletttausch ermittelt werden.

Das von Fachhändlern und Herstellern angegebene Einsparpotential bei Verwendung von LED-Leuchtmittel wurde mit 50% bis 70% angegeben.

3. weitere Möglichkeiten im Bereich Energieeinsparung

3.1. Nutzerverhalten

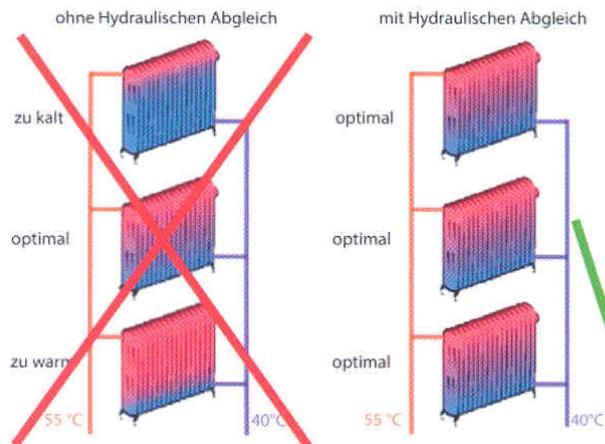
Sämtliche Nutzer der Kleinfeldschule – Schüler, Lehrer, Erwachsenenbildung, Vereine, Institutionen, usw. – werden über diesen ersten Veränderungsschritt im Bezug auf die Energiewende informiert und darüber in Kenntnis gesetzt, dass auf diesem Wege schon bis zu 30% am Stromverbrauch eingespart werden kann. Es wird durch Erläuterungen darauf hingewiesen, dass mit dem Bereich Beleuchtung und anderen Stromverbrauchern verantwortungsvoll umzugehen ist.

Es ist angedacht, in Absprache mit der Schulleitung der Kleinfeldschule, das Thema „Energieeinsparung“ in den höheren Jahrgangsstufen der Grundschule in den Unterricht mit einzubeziehen und die eigene Schule als Beispielobjekt zu verwenden.

3.2. Heizungsanlage

Die bestehende Heizungsanlage muss im Bereich der Wärmepumpen auf hocheffiziente und stromsparende Pumpen umgerüstet werden.

Des Weiteren sollte ein hydraulischer Temperaturabgleich durchgeführt werden, welcher bewirkt, dass genau die Menge aufgeheiztes Wasser durch die Heizungsrohre fließt, die benötigt wird, um die gewünschte Raumtemperatur zu erreichen.



Die Vorteile bei diesem Verfahren sind eine gleichmäßige Wärmeabgabe, die Vermeidung von Geräuschen in den Strömungsleitungen, eine bessere Regelbarkeit der Anlage und somit eine Energieeinsparung von über 10% sowie niedrigere Emissionen. Auch eine schnelle Amortisation der Kosten für Brennwertgeräte ist dadurch möglich.

Im bereits verbauten Monitoring-System der Firma ViWa GmbH ist eine 15-minütige Aufzeichnung der Temperaturen des Vor- und Rücklaufes sowie der Raumtemperatur möglich, welche die Daten über einen Konzentrator zur Auswertung an die auf einem externen Server liegende Software sendet.

Die Anlage kann so eingestellt werden, dass jeder einzelne Heizkörper seine notwendige Vorlauftemperatur erhält und die Spreizung zur Rücklauftemperatur im besten Verhältnis steht. Der Wirkungsgrad der Heizanlage kann somit erhöht werden und die gewonnene Einsparung wird sofort sichtbar.

3.3. Wasserversorgung

Die bestehende Versorgung des Schulkomplexes kann über das Energie-Monitoring der Firma ViWa GmbH kontrolliert werden. Die Wasserleitungen würden einen Verlust in Bereichen von eventuellen Leckaschen über einen angezeigten Wasserverbrauch bei Zeiten ohne Nutzungen im Gebäude aufzeichnen.

Auch Wasserleitungen in Sanitärbereichen mit z. B. automatischen Spülungen können dokumentiert und bei Bedarf anlagentechnisch optimiert werden.

3.4. Photovoltaik

Die Dachflächen des Altbaus und der Altbauerweiterung an der Kleinfeldstrasse bieten sich von der südlichen Ausrichtung der Aufstellflächen und der Höhe der Umgebungsbebauung hinsichtlich der Verschattung für eine Platzierung einer Photovoltaikanlage an.

Nach einer Tragfähigkeitsüberprüfung der Dachkonstruktion – hier muss mit einer zusätzlichen Flächenlast von ca. 12kg/m² bis 15kg/m² gerechnet werden - durch einen Statiker, kann eine Photovoltaikanlage zur Eigenstromversorgung errichtet werden. Bei dieser verfügbaren Dachfläche und gegebener Standsicherheit der bestehenden Dachkonstruktion mit zusätzlicher Flächenlast der Photovoltaikanlage, kann ein Solargenerator (mehrere Solarzellen bilden ein Solarmodul – mehrere Solarmodule bilden einen Solargenerator) betrieben werden.

Bei der Anbringung der einzelnen Solarmodule im Schrägdachbereich mit ca. 30° Dachneigung ist eine optimale Energieausbeute zu erreichen. Im Flachdachbereich ist eine Aufständigung der Solarmodule mit Kunststoffwannen möglich um die optimale Schrägstellung von ca. 30° Neigung zu ermöglichen. Auch eine Veränderung der Neigung der Module bei Flachdächern, entsprechend dem sich verändernden Sonnenstand, ist möglich.

Mit einem sogenannten „Inselbetrieb“ (Eigenstromeinspeisung – keine Einspeisung ins öffentliche Stromnetz) kann die aufgenommene Energie vom Solargenerator über den Generatoranschlusskasten und dem Laderegler zum Batteriespeicher transportiert werden. Die Stromspeicherung erfolgt über elektrochemische Akkumulatoren (Lithium-Ionen / Polymer-Akkumulatoren).

Danach ist ein Wechselrichter geschaltet, der die Aufgabe hat, den Gleichstrom in Wechselstrom mit 230 Volt und 50 Hertz (bzw. 380 Volt und 50 Hertz) mit hohem Wirkungsgrad umzuwandeln. Vom Wechselrichter aus geht die Versorgung zur Endgeräteabnahme.

Auch hier, im Bereich der Photovoltaikanlage, ist eine Anlagenüberwachung mit Auswertung – wegen der Kontrolle und des Garantienachweises – unumgänglich.

4. Nachbereitung und Fazit

4.1. Nachbereitung

Über den Stromverbrauch können große Einspar-Potentiale im Bereich Energieverbrauch erzielt werden.

In diesem hier dargestellten „Pilotprojekt“ der Großen Kreisstadt Germering zeigt sich auf, dass mit der Umstellung auf LED-Leuchtmittel eine Einsparung von bis zu 30% erreicht werden kann.

Die Sensibilisierung der Nutzer des Gebäudes hinsichtlich eines verantwortungsbewussten Umgangs im Bereich Stromverbrauch ist ein Baustein zur Energieeinsparung und Energiewende.

Durch eine Anlagenoptimierung im Heizungsbereich lässt sich Energie einsparen, Heizmittel reduzieren und Emissionswerte verringern.

Mit der Eigenstromgewinnung, in Verbindung mit der Stromspeicherung, durch eine Photovoltaikanlage wird die Abnahme aus dem öffentlichen Stromnetz reduziert und eine Energiegewinnung aus einem regenerativen Energieträger (solare Strahlung) herangezogen.

In %-Zahlen ausgedrücktes Einsparpotential

- Leuchtmittelumstellung auf LED ca. 30%
- Sensibilisierung der Nutzer ca. 5%
- Anlagenoptimierung Heizung ca. 10%

mögl. Einsparung im Stromverbrauch ca. 45%
(ohne Berücksichtigung der Eigenstromgewinnung)

4.2. Fazit

In städtischen Liegenschaften der Großen Kreisstadt Germering ist es möglich einen großen Anteil des Stromverbrauches einzusparen.

Durch Umstellung der Leuchtmittel, Optimierung der Bestandsanlagen, Sensibilisierung der Nutzer der Liegenschaften zur Thematik Energieeinsparung und Energieeffizienz sowie Energiewende, ist eine Reduzierung des Stromverbrauches von bis zu 45% möglich. Ein Energiemanagement muss flächendeckend über Bildungs-, Sozial- und Verwaltungsliegenschaften der Großen Kreisstadt Germering gelegt werden um die größtmöglichen Einsparziele zu erreichen.

5. Quellennachweis

- Wikipedia
- Firma ViWa GmbH
- Software VeriLog
- Stadt Germering