

# Energiebericht 2014



Dieser Bericht wurde erstellt von:  
Fachbereich 3.1, Technische Dienste  
Energiemanagement  
Hans-Walter Lukas  
Telefon: 02263/83-160  
Fax: 02263/83-8160  
e-Mail: [walter.lukas@engelskirchen.de](mailto:walter.lukas@engelskirchen.de)  
Internet: [www.engelskirchen.de](http://www.engelskirchen.de)

# Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	4
2. Grundlagen des Energiemanagements	5
3. Zählererfassung und Verbrauchsdaten	5
4. Kennwerte nach VDI 3807	6
5. Gebäudeanalyse	6
6. Prioritätenliste	7
7. Energieverbrauch der Gemeindeliegenschaften	8
7.1. Grundschulen	8
7.2. Weiterführende Schulen	13
7.3. Turn- und Sporthallen	19
7.4. Sportplatz Loope	21
7.5. Verwaltungsgebäude	22
7.6. Wohngebäude und Wohnheime	25
7.7. Feuerwehrgerätehäuser	28
7.8. Friedhöfe	31
8. Energie und CO <sup>2</sup> Bilanzen	32
9. Nutzung regenerativer Energien	35
9.1. Photovoltaik	35
9.2. Thermische Solarenergie	36
9.3. Biomasse	36
9.4. Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW)	37
10. Rentabilität moderner Energiekonzepte	37
10.1. Grundschule Engelskirchen	38
10.2. Grundschule Loope	41
10.3. Schulzentrum Walbach	42
11. Umsetzung von Energiesparmaßnahmen im Jahr 2013	45
12. Ausblick/Entwicklung	46
13. Abbildungsverzeichnis	47

## 1. Vorwort

Der Energiebericht 2014 entspricht in seiner Gliederung dem Energiebericht 2013. Dieses soll zu einer besseren Lesbarkeit und Übersicht beitragen. Die erklärenden Kapitel 2.0 bis 5.0 sind in dieser Form auch schon im Energiebericht 2013 so dargestellt worden, sie dienen dem besseren Verständnis des Energieberichtes. Ebenso ist das Kapitel 9 „Nutzung regenerativer Energien“ nur aktualisiert worden. Neu hinzugekommen sind die Entwicklungsgraphiken, die den Energieverbrauch über längere Zeiträume verdeutlichen. Zur Vergleichbarkeit des Wärmebedarfs sind die Verbräuche klimabereinigt eingegangen. Die Klimadaten für diesen Energiebericht kommen von der Wetterstation Neunkirchen-Seelscheid. Diese Wetterstation entspricht durch seine Nähe und Höhenlage am besten den klimatischen Bedingungen im Gemeindegebiet Engelskirchen. Bei der Erstellung des Energieberichtes stand die graphische Darstellung im Vordergrund, hierdurch sollen Verbrauchsentwicklungen übersichtlich und schnell erfassbar dargestellt werden. Die Verbrauchsdaten in den Graphiken beziehen sich auf das Jahr 2013, in den Entwicklungsgraphiken sind die entsprechenden Jahre ersichtlich.

Eine Studentin der Fachhochschule Köln, Frau Galia Dick, hat im Rahmen ihrer Bachelorarbeit mit dem Thema „Untersuchung der Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ im Studiengang „Wirtschaftsingenieurwesen“ Untersuchungen am Beispiel von verschiedenen Energieeinsparmaßnahmen an Schulen der Gemeinde Engelskirchen durchgeführt. Das Kapitel 10 „Rentabilität moderner Energiekonzepte“ geht aus der Bachelorarbeit hervor.

## 2. Grundlagen des Energiemanagements

Zum 1. Januar 2012 wurde mit der Einführung eines Energiemanagements in der Gemeindeverwaltung Engelskirchen begonnen.

Aufgabe des Energiemanagements ist die Minimierung des Energieverbrauchs und der dadurch bedingten Umweltbelastungen und Kosten. Dazu muss das Energiemanagement in allen energierelevanten Bereichen tätig werden. Zu den Aufgaben gehören z.B.: Energieverbrauchskontrolle, Überwachung und Kontrolle von Heizungs-, und Lüftungsanlagen zur optimalen energiesparenden Betriebsführung, Nutzungsoptimierung von Gebäuden, Umsetzung von Energiesparmaßnahmen, Schulung von Betriebspersonal und Beratung von Gebäudenutzern.

*Energieeinsparungen können in 3 Arbeitsfelder aufgeteilt werden:*

1. **Investive Maßnahmen** wie z.B. Dämmung von Gebäuden zur Reduzierung der Wärmeverluste oder Sanierung/Erneuerung von haustechnischen Anlagen zur optimalen Energiegewinnung.
2. **Kontrollmaßnahmen.** Hier werden z.B. die Einstellungen von technischen Einrichtungen überwacht um einen energetisch optimalen Betrieb zu gewährleisten. Wichtige Einstellparameter sind z.B. die richtige Einstellung der Heizkurve und die Einstellung der Betriebszeiten der Heizungsanlage.
3. **Nutzerverhalten,** wie z.B. Lüftungsverhalten, Raumtemperaturen. Das Nutzerverhalten ist ein wesentlicher Faktor um Energie zu sparen.

## 3. Zählererfassung und Verbrauchsdaten

Grundlage jedes auf Kosteneinsparung und/oder Klimaschutz ausgerichteten Energiemanagements im Rahmen von Gebäudebewirtschaftung ist die fortlaufende Erfassung des Energieverbrauchs. Nur so können beispielsweise Einsparpotenziale identifiziert und der Erfolg von getroffenen Maßnahmen kontrolliert werden. Der Energiebericht baut auf die erfassten Verbrauchsdaten und wertet diese aus.

## 4. Kennwerte nach VDI 3807

Um Energieverbräuche beurteilen und vergleichen zu können, werden Kennwerte getrennt nach Nutzungsarten der Gebäude gebildet. So ist der Energieverbrauch einer Schule nicht mit dem Energieverbrauch eines Wohngebäudes zu vergleichen. Zudem entstehen durch verschiedene Nutzungszeiten, Größe und technische Ausstattung von Gebäuden große Unterschiede im Energieverbrauch.

In der VDI Richtlinie 3807 sind Kennwerte angegeben, die es ermöglichen, Gebäude getrennt nach Nutzungsart bundesweit zu vergleichen. Aufgrund von Daten aus Städten und Kommunen werden durchschnittliche Kennwerte gebildet. Die Kennwerte werden unterteilt in Richtwerte und Zielwerte. Die Richtwerte geben den durchschnittlichen Verbrauchswert an, wobei die Zielwerte den durchschnittlichen Verbrauchswert von neuwertigen oder sanierten Gebäuden angeben. Das Bestreben eines Energiemanagements ist es, den Zielwert eines Gebäudes zu erreichen oder noch besser, zu übertreffen.

## 5. Gebäudeanalyse

Aufgrund der Kennwerte aus der VDI 3807 ist es möglich, den Gemeindeeigenen Gebäudebestand energetisch grob zu bewerten. Der Kennwert für den Wärmebedarf ergibt sich beispielsweise aus dem Energieverbrauch in kWh pro m<sup>2</sup> beheizter Nutzfläche im Jahr. Der Unterschied zwischen dem ermittelten Kennwert und dem Zielwert ergibt das theoretische Energiesparpotenzial eines Gebäudes. Aufgrund der Bauart oder Nutzung lassen sich aber oft die Zielwerte nicht erreichen.

Für diesen Energiebericht sind Verbrauchswerte vom 1.01.2012 bis 31.12.2013 ermittelt worden. Diese Verbrauchswerte wurden in Auswertungstabellen übertragen und graphisch dargestellt. Die Auswertungstabellen fassen vergleichbare Objekte gleicher Art und Nutzung zusammen. Zusätzlich werden die Verbrauchsdaten mit den Verbräuchen vorangegangener Jahre verglichen um den Energieverbrauch langfristig auszuwerten. Aus den Verbrauchsdaten ergeben sich Ansatzpunkte, in welchen Bereichen Energiesparmöglichkeiten ermittelt werden sollten. So könnten Änderungen im Nutzerverhalten oder investive Maßnahmen z.B. neue Regeltechnik den Energieverbrauch schnell reduzieren. Oft handelt es sich nur um falsche Einstellzeiten der Heizungsanlage. Die Einspareffekte sind natürlich bei überproportionalen Verbrauchswerten besonders groß und meistens auch leichter zu erzielen. Investive Maßnahmen die nicht sofort finanziert werden können, werden in einer **Prioritätenliste** zusammengefasst und ihrem

ökonomisches Sparpotenzial gemäß priorisiert.

Die bestehende Prioritätenliste erfasst Energiesparmaßnahmen, die auch ohne genauere Betrachtung einen Einspareffekt erzielen. Durch die nun begonnene Auswertung der Verbrauchsdaten werden noch einige Einsparmaßnahmen aufgezeigt und auch die Reihenfolge in der Prioritätenliste wird sich verändern. So soll mit möglichst geringem Aufwand an Baumaßnahmen und Haushaltsmitteln der größtmögliche Einsparerfolg erzielt werden.

## 6. Prioritätenliste

Die Prioritätenliste zeigt Energieeinsparmöglichkeiten an den gemeindeeigenen Gebäuden und Liegenschaften auf. Die einzelnen Maßnahmen ergeben sich aus zu hohen Verbrauchswerten oder aus veralteten technischen Anlagen, die aus energetischen Gesichtspunkten nicht mehr zeitgemäß sind. Vor der Umsetzung der aufgeführten Maßnahmen müssen noch Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt werden, um Kosten und Amortisationszeiten zu erhalten.

*Stand vom 1.01.2014:*

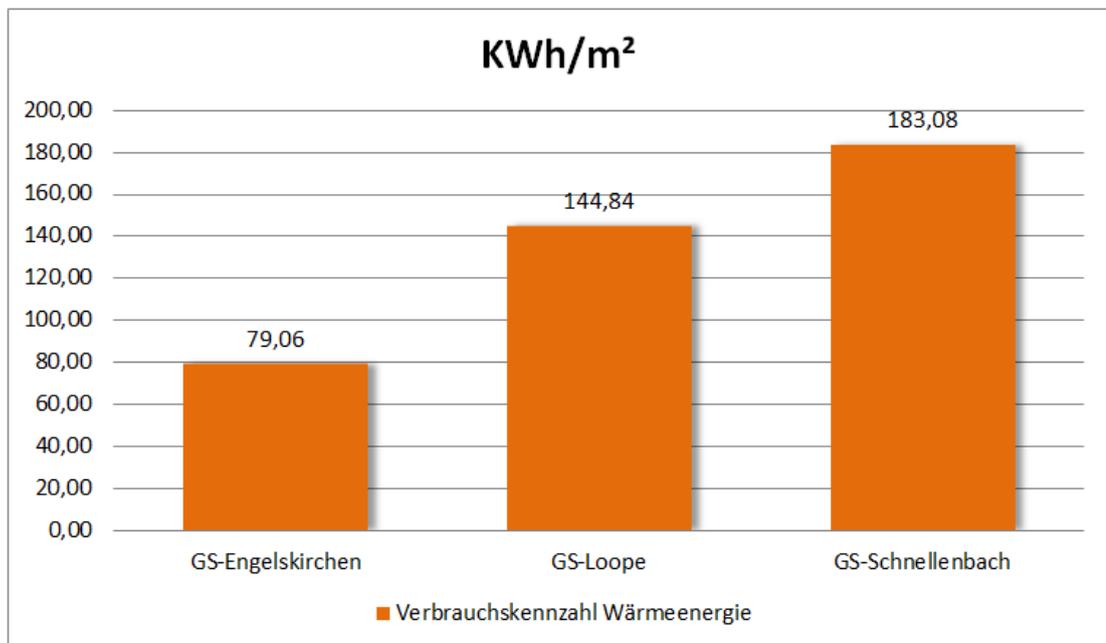
- 6.1 Sporthalle Walbach: Erneuerung der Hallenbeleuchtung
- 6.2 Grundschule Engelskirchen: Erweiterung der Regeltechnik auf den Bereich Turnhalle.
- 6.3 Feuerwehrgerätehaus Engelskirchen, Überplanung des Gebäudes um unterschiedliche Wärmezonen zu erreichen zur Reduzierung des Wärmebedarfs.
- 6.4 Erneuerung der Straßenbeleuchtung und Umstellung auf moderne Leuchttechnik.
- 6.5 Übergangshaus Wallefeld, Dacherneuerung mit Dämmung der oberen Abschlussdecke.
- 6.6 Rathaus Engelskirchen: Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage
- 6.7 Grundschule Loope: Überarbeitung der vorhandenen Regeltechnik.
- 6.8 Rathaus Engelskirchen: Erneuerung der Beleuchtung.

## 7. Energieverbrauch der Gemeindelienschaften

Die Verbrauchswerte sind getrennt nach Energieträgern und Gebäuden gleicher Art und Nutzung in EXCEL-Tabellen erfasst und ausgewertet worden, um mögliche Einsparmöglichkeiten zu erkennen.

### 7.1. Grundschulen

Verbrauchskennzahl Wärme-Energie in KWh/m<sup>2</sup> (Schulen ohne Turnhallen)



Verbrauchskennzahl (KWh/m<sup>2</sup>a) Wärmeenergie gemäß VDI 3807 Blatt 2

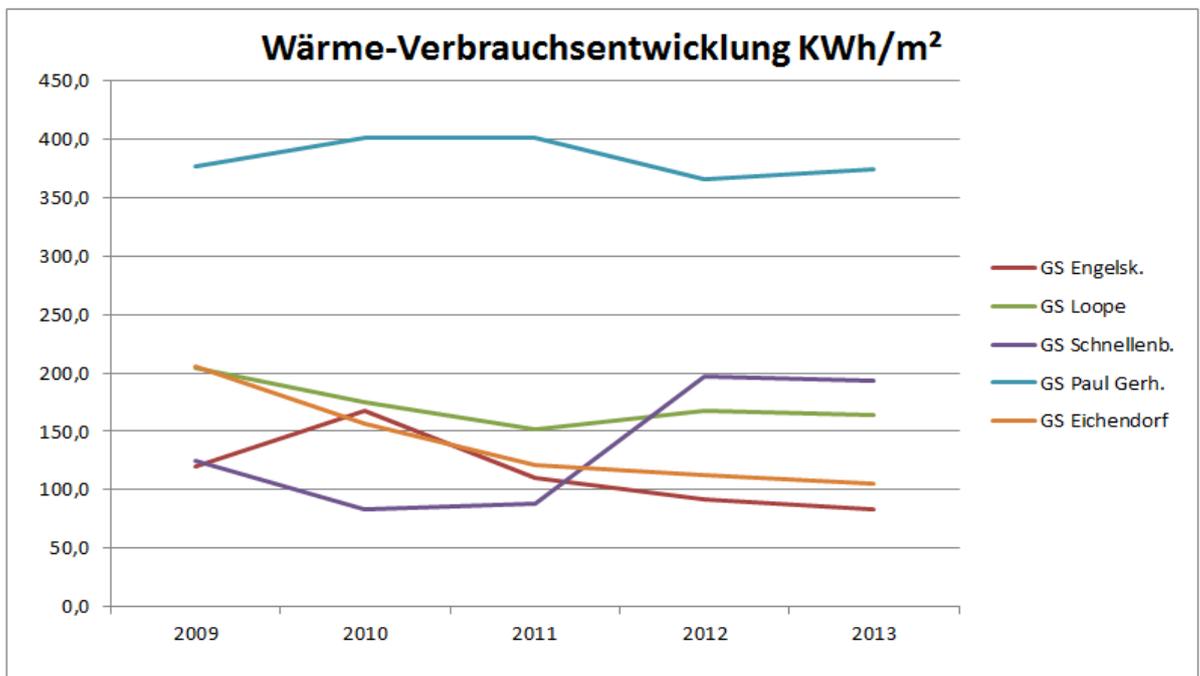
Mittelwert =	140	Klimabereinigt
Zielwert =	70	Klimabereinigt

**Abbildung 1**

In der *Abbildung 1* sind die Wärmekennzahlen von 3 Grundschulen dargestellt. Hier erkennt man sehr deutlich die abweichenden Wärmeverbräuche durch den unterschiedlichen Sanierungsstand der Schulen. Die Grundschule Ränderoth ist in dieser Abbildung nicht enthalten weil dort die Turnhalle im Wärmebedarf enthalten ist und dadurch die Vergleichbarkeit nicht gegeben ist.

Die Grundschule Engelskirchen ist mit Konjunkturpaketmitteln 2010 energetisch saniert worden und ist mit einem Wärmeverbrauch von 79,06 KWh/m<sup>2</sup>a sehr nah am Zielwert.

In der nachfolgenden *Abbildung 2* erkennt man den Wärmeverbrauch (klimabereinigt) der Grundschulen im Zeitraum 2009 bis 2013. Auch hier erkennt man sehr deutlich den Sparerfolg im Wärmeverbrauch der Grundschule Engelskirchen.



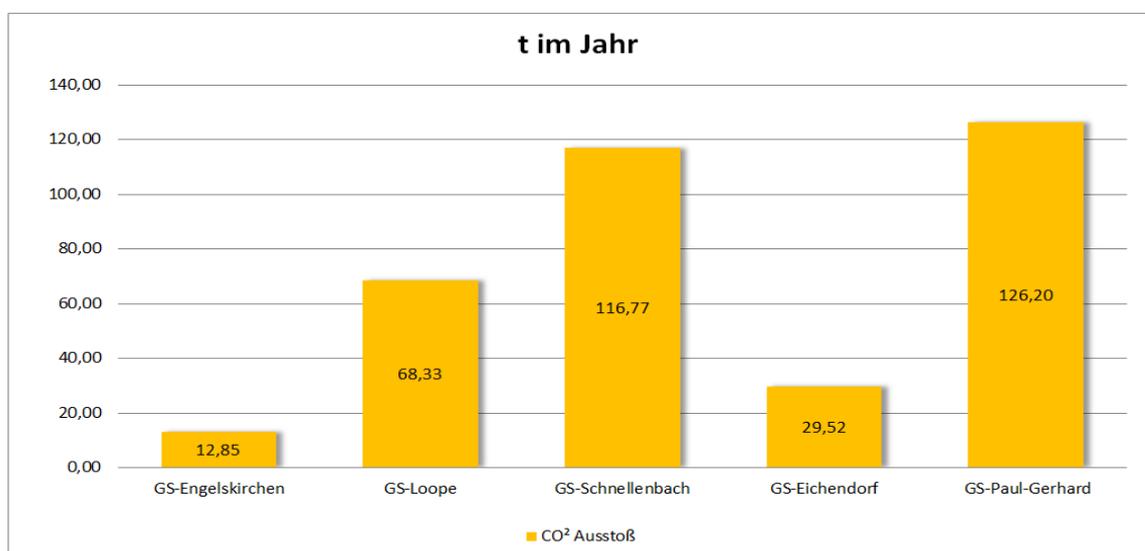
**Abbildung 2**

Die Grundschule Paul-Gerhardt hebt sich hier sehr deutlich negativ ab, die marode Heizungsanlage sowie der Mehrverbrauch durch die im Verbrauch enthaltenen Turnhallen erklären aber nur unzureichend den höheren Wärmebedarf. Eine genaue Analyse des Mehrverbrauchs wird aber nicht mehr durchgeführt, da die Schule im Sommer 2014 aufgegeben wird. Der Anstieg des Wärmebedarfs in der Grundschule Loope von 2011 auf 2012 ist durch eine Ausweitung der Nachmittagsbetreuung plausibel.

In der Grundschule Schnellenbach sind einige Zählerstände in den Rechnungen falsch berechnet worden, dies ist 2012 korrigiert worden. Aus diesem Grund ergibt sich eine Verbrauchssteigerung zwischen 2011 und 2012 die aber nicht einen Mehrverbrauch abbildet, sondern nur durch Zählerbereinigungen verursacht ist.

Zu erkennen ist, dass der Wärmeverbrauch an den Grundschulen auch nach Abschluss der großen Sanierungsmaßnahmen seit 2012 leicht abfällt, hier tragen die Bemühungen im Rahmen des Energie-Controllings langsam Früchte.

**CO<sub>2</sub> Ausstoß in t im Jahr 2013 (Schulen inkl. Turnhallen)**

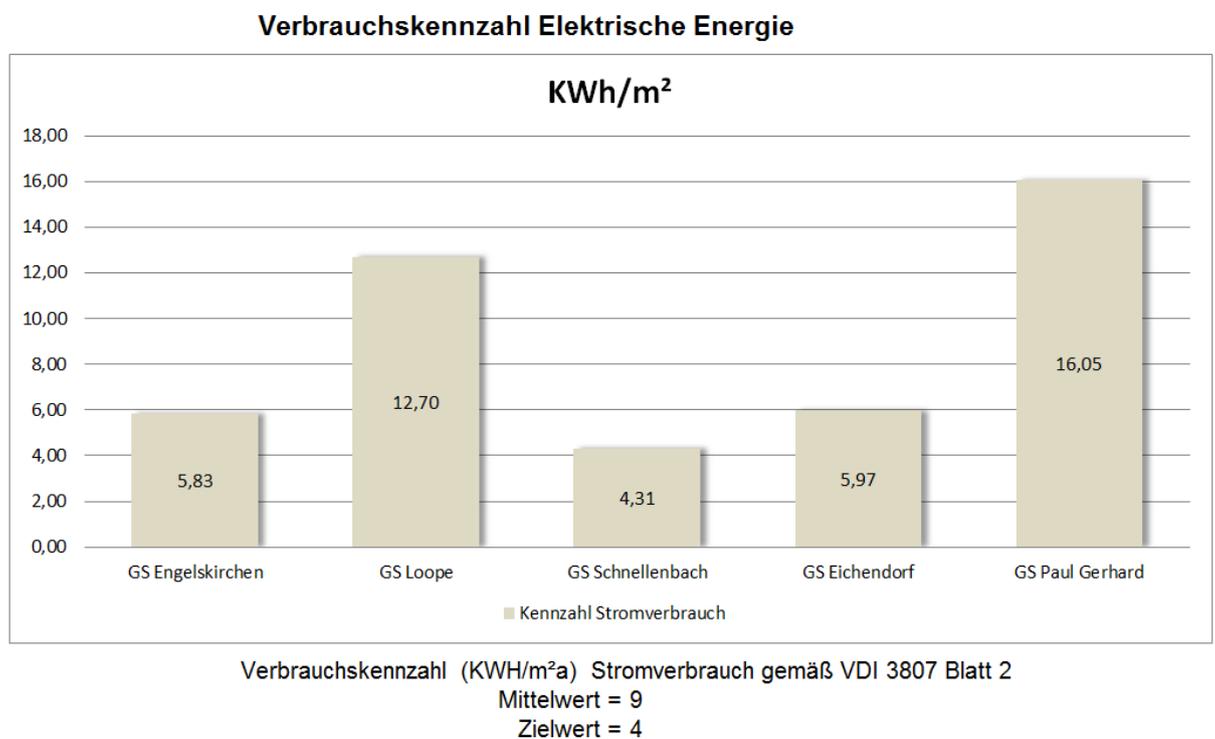


**Abbildung 3**

Der CO<sup>2</sup> Ausstoß der Grundschulen bildet in etwa den Wärmeverbrauch der Schulen ab, hier nähert sich die Grundschule Schnellenbach aufgrund Ihrer Größe der Grundschule Paul-Gerhardt an. Auffällig ist die niedrige CO<sup>2</sup> -Belastung in der Grundschule Engelskirchen, hier macht sich der Einsatz des Pelletkessels positiv bemerkbar.

Dargestellt ist die tatsächliche Freisetzung in t, also keine Differenzierung durch Kennzahlen die z.B. die Größenunterschiede in der Nutzfläche der Grundschule Engelskirchen zu der Nutzfläche der Eichendorfschule berücksichtigt. Bei der CO<sup>2</sup>-Belastung geht es immer um den Gesamtwert der dann auch als solcher in die Gesamtbilanz eingeht.

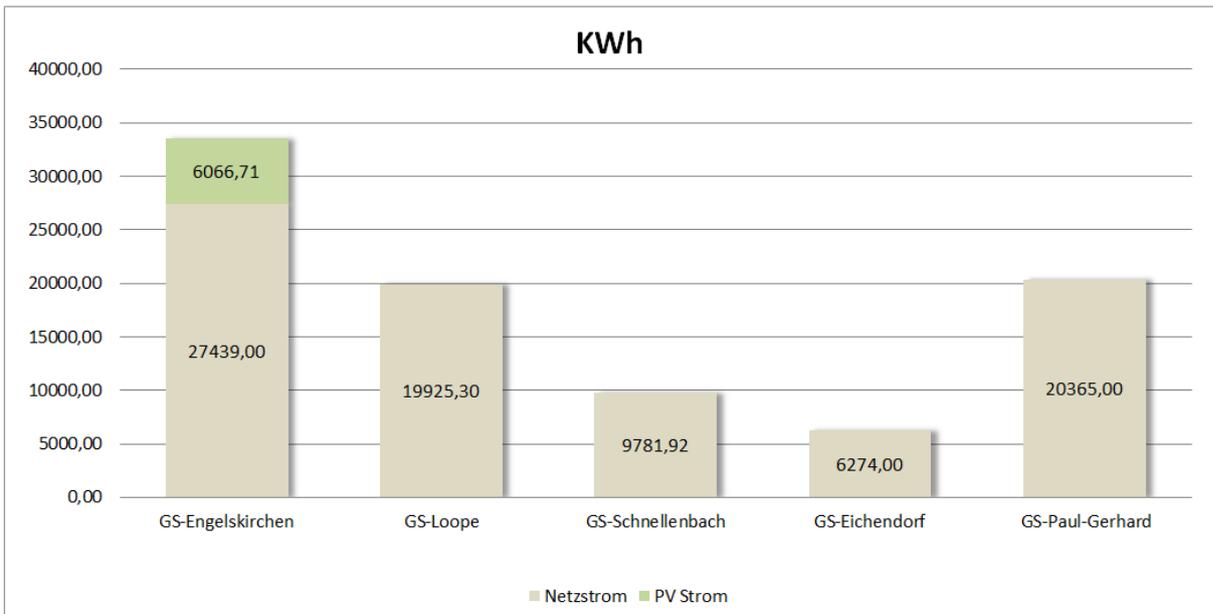
Die Turnhallen an den Grundschulen werden seit dem Verbrauchsjahr 2013 durch Zwischenzähler separat erfasst und werden in Kapitel 7.3 gesondert dargestellt. Ausgenommen hiervon sind die Turnhallen an der Paul Gerhardt Schule.



**Abbildung 4**

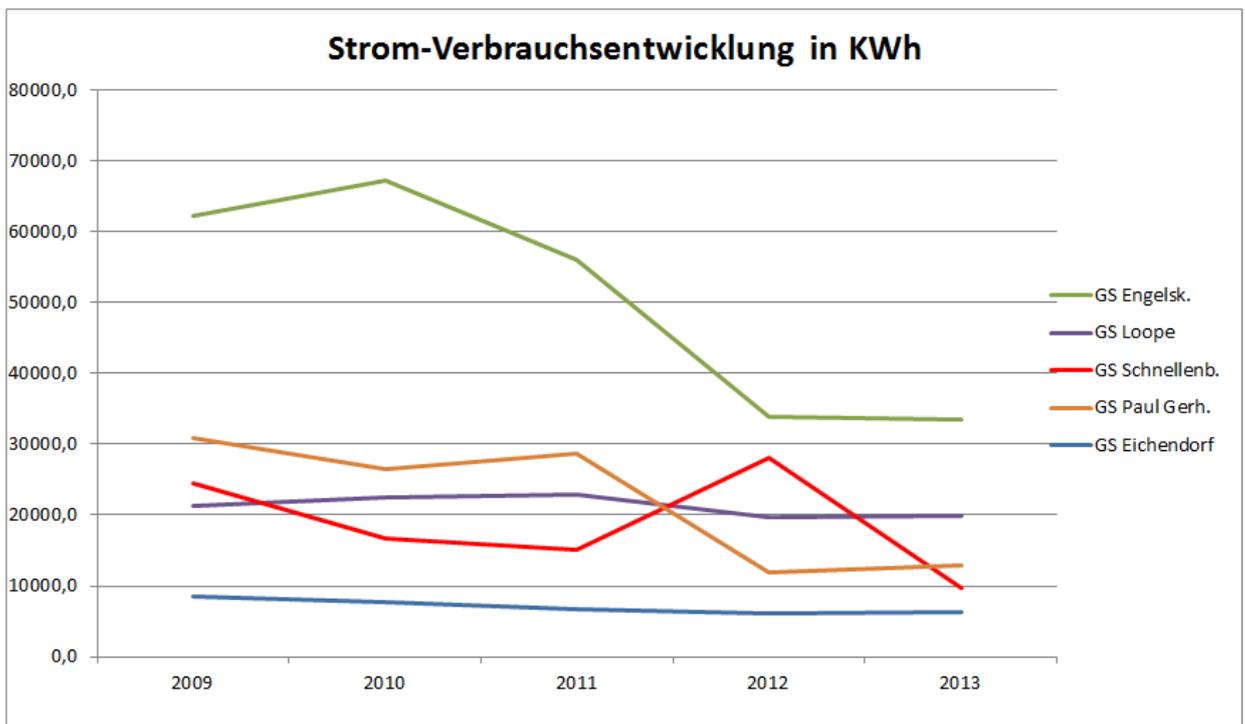
Beim Stromverbrauch zeichnet sich bei den Kennzahlen (*Abbildung 4*) ein zu hoher Verbrauch in der Grundschule Loope ab, der sich aber in den absoluten Verbrauchszahlen (*Abbildung 5*) anders darstellt. Insgesamt fällt ein stark differenzierter Stromverbrauch in den Grundschulen auf, hier wird in der nächsten Zeit versucht, mittels Lastgangdaten des Energieversorgers zu ermitteln, wo und zu welcher Zeit der erhöhte Stromverbrauch auftritt um Einsparmöglichkeiten zu ermitteln.

## Verbrauchswerte elektrische Energie in KWh Inkl. Eigenverbrauch Solarenergie



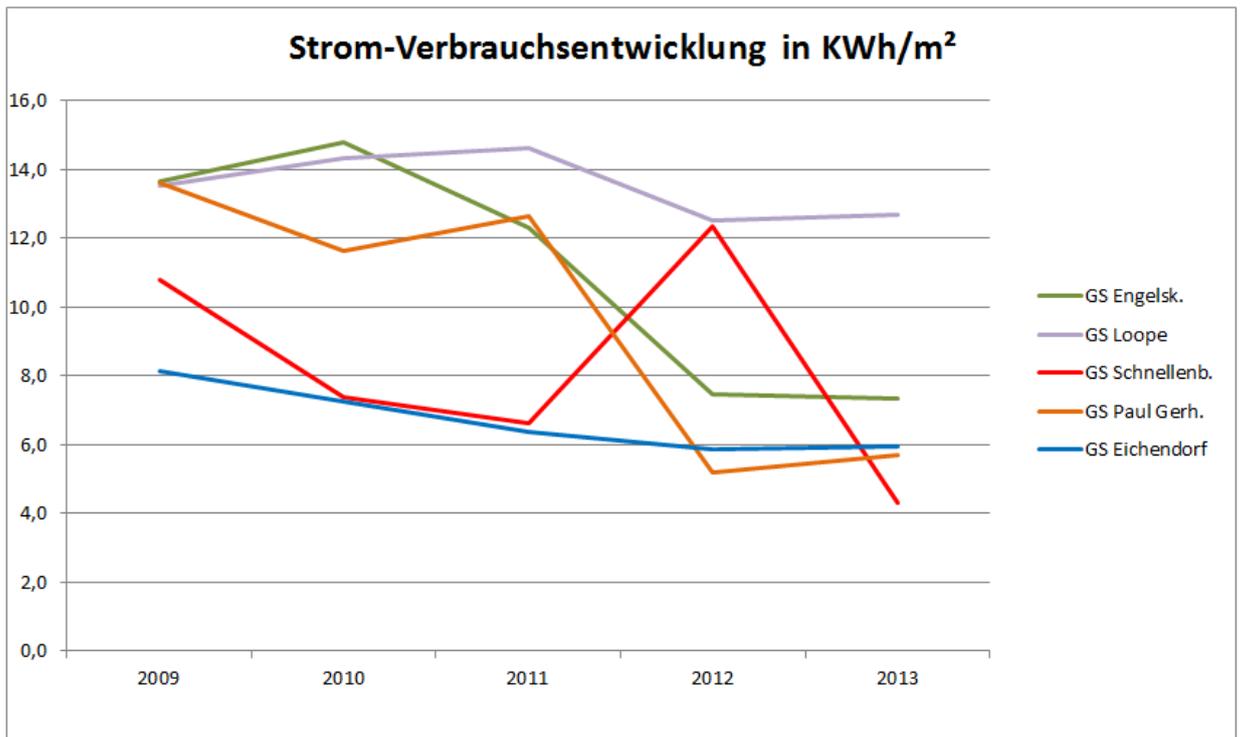
**Abbildung 5**

Bei der Paul-Gerhardt-Schule ist der Verbrauch der Turnhallen enthalten.



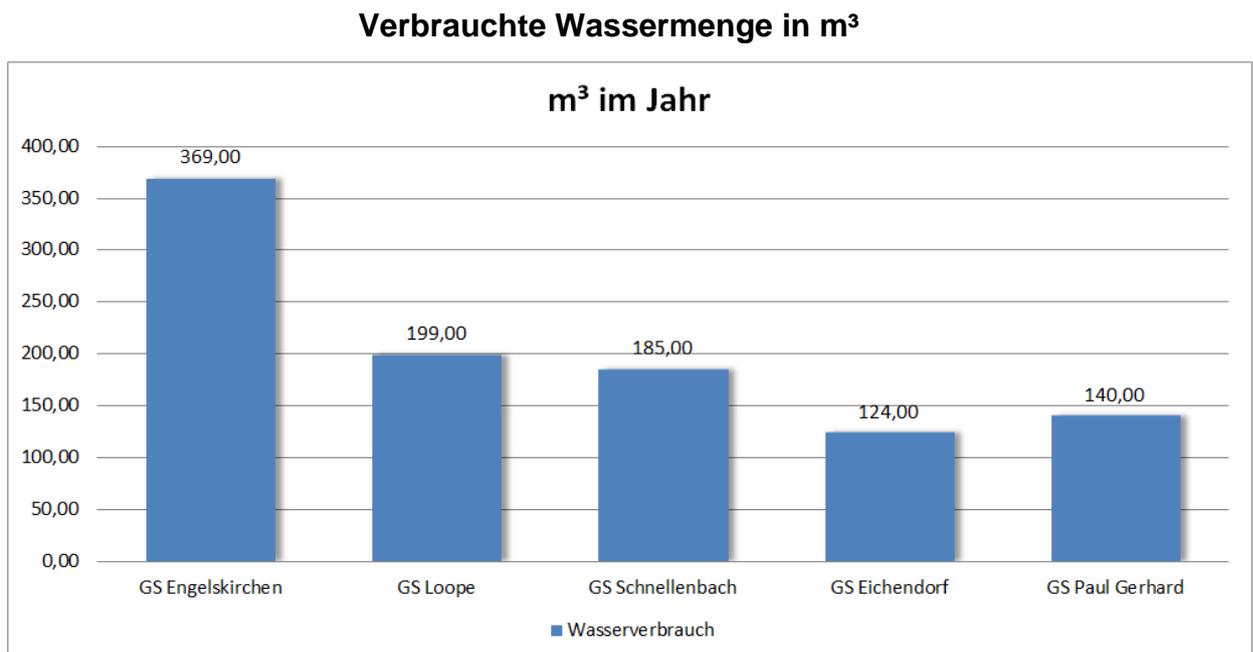
**Abbildung 6**

In der Verbrauchsentwicklung fällt der stark abfallende Stromverbrauch in der Grundschule Engelskirchen auf. Hierzu trägt auch eine Umrüstung der bestehenden Deckenleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten und T-5 Leuchtstoffröhren bei. Man erkennt auch den erhöhten Stromverbrauch im Jahr 2010 durch die Baumaßnahmen zur energetischen Sanierung.



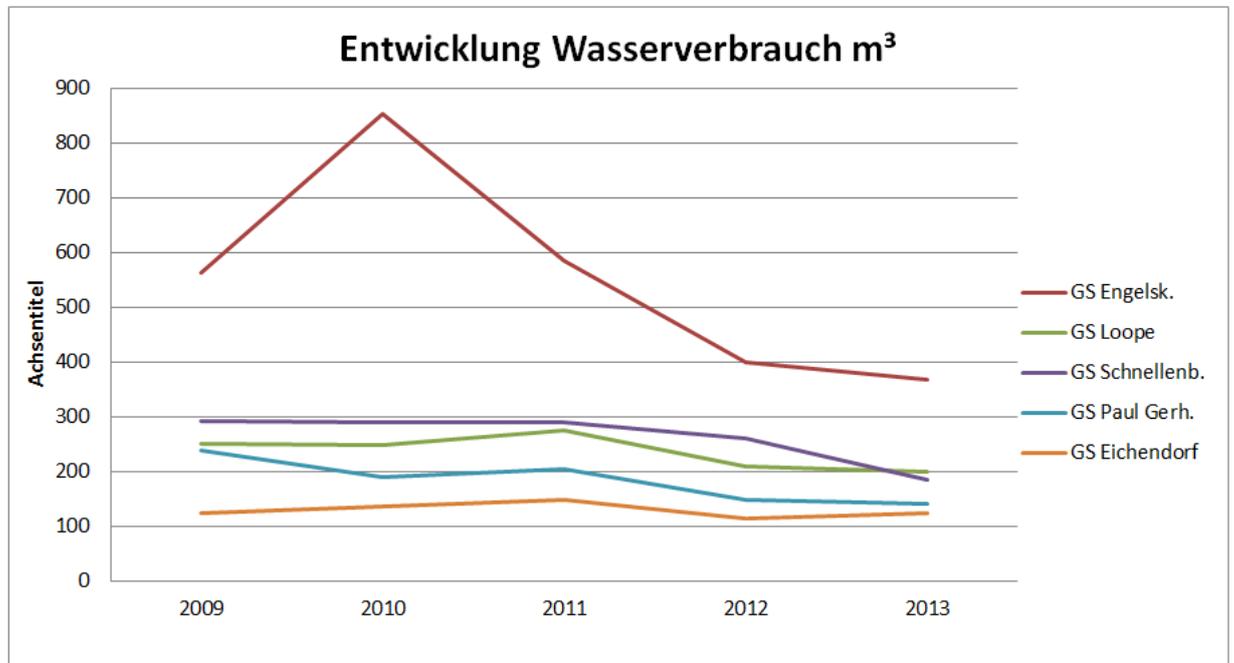
**Abbildung 7**

Der mittlere Kennwert des Stromverbrauchs bei Grundschulen liegt bei 9 KWh/m<sup>2</sup>a und der Zielwert bei 4 KWh/m<sup>2</sup>a. Betrachtet man die Kennwerte der Gemeindeeigenen Grundschulen, so stellt man fest, dass außer der Grundschule Loope alle im normalen Bereich liegen.



**Abbildung 8**

Der Wasserverbrauch an den Grundschulen zeigt keine außergewöhnlichen Abweichungen. Lediglich die Grundschule Engelskirchen zeigt einen zu hohen Wasserverbrauch. Dies ist offensichtlich auf die Baumaßnahmen an der Turnhalle zurückzuführen. Auch die Baumaßnahme 2010 führte zu einem Anstieg des Wasserverbrauchs an der Grundschule Engelskirchen.



**Abbildung 9**

## 7.2 Weiterführende Schulen

Die Weiterführenden Schulen, Schulzentrum Walbach und das Aggertalgynasium sind aufgrund ihrer technischen Ausstattung und den Nutzungszeiten nicht mit den Grundschulen vergleichbar.

Beim Vergleich der beiden Schulkomplexe untereinander sind aber auch Unterschiede zu beachten, die einen direkten Vergleich noch nicht uneingeschränkt möglich machen. So enthält der Wärmebedarf des Aggertalgymsiums noch den Wärmebedarf der Sporthalle. Auch das Aulagebäude des ATG mit seinen häufigen Abendveranstaltungen, beeinflusst den Wärmebedarf negativ. Bei der Sporthalle Walbach wird der Wärmebedarf separat ermittelt und ist nicht im Wärmebedarf der Schule enthalten. Im Aggertalgynasium befindet sich auch die Musikschule mit Unterrichtszeiten bis in die Abendstunden.

In beiden Schulen müssen noch durch Einbau von Zwischenzählern, Bereiche mit unterschiedlicher Nutzung voneinander getrennt werden. Durch die bevorstehenden Sanierungsmaßnahmen im Aggertalgynasium ist dies noch nicht erfolgt.

### Gesamtverbrauch-Wärmeenergie KWh im Jahr

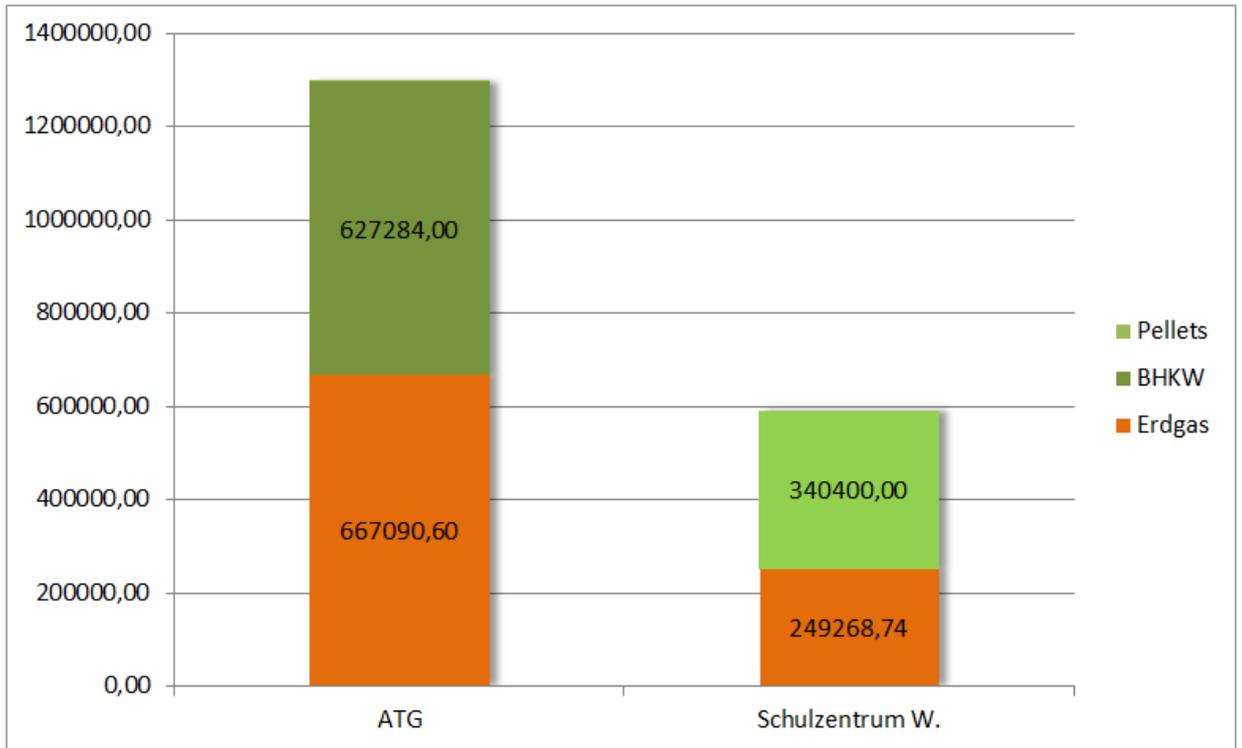
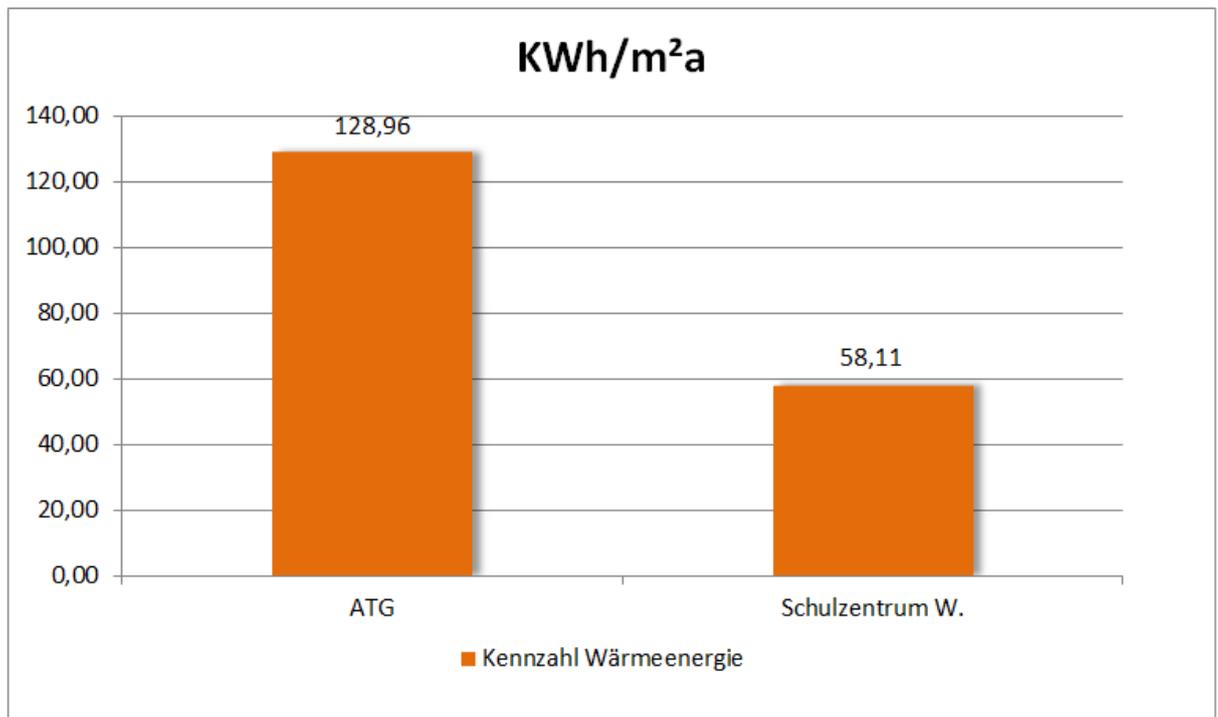


Abbildung 10

### Kennzahl-Wärmeenergie



Verbrauchskennzahl (KWH/m2a) Wärmeenergie gemäß VDI 3807 Blatt 2

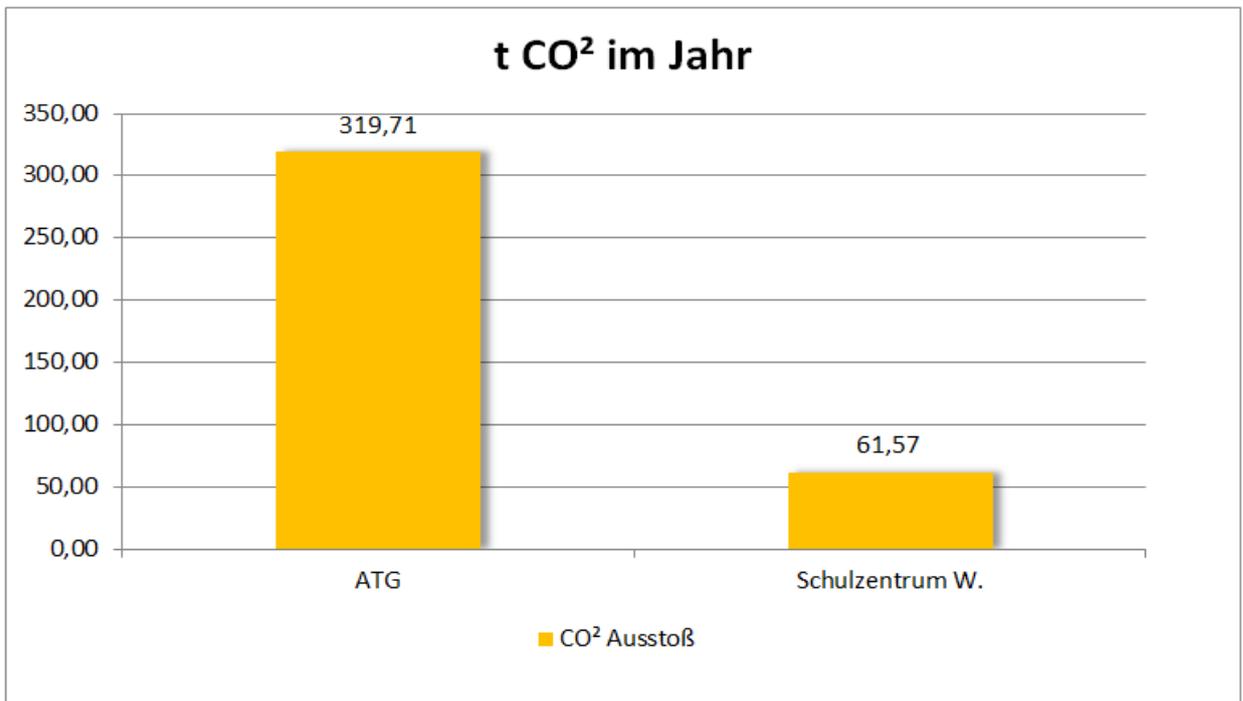
Mittelwert = 80 Klimabereinigt

Zielwert = 65 Klimabereinigt

Gymnasien

Abbildung 11

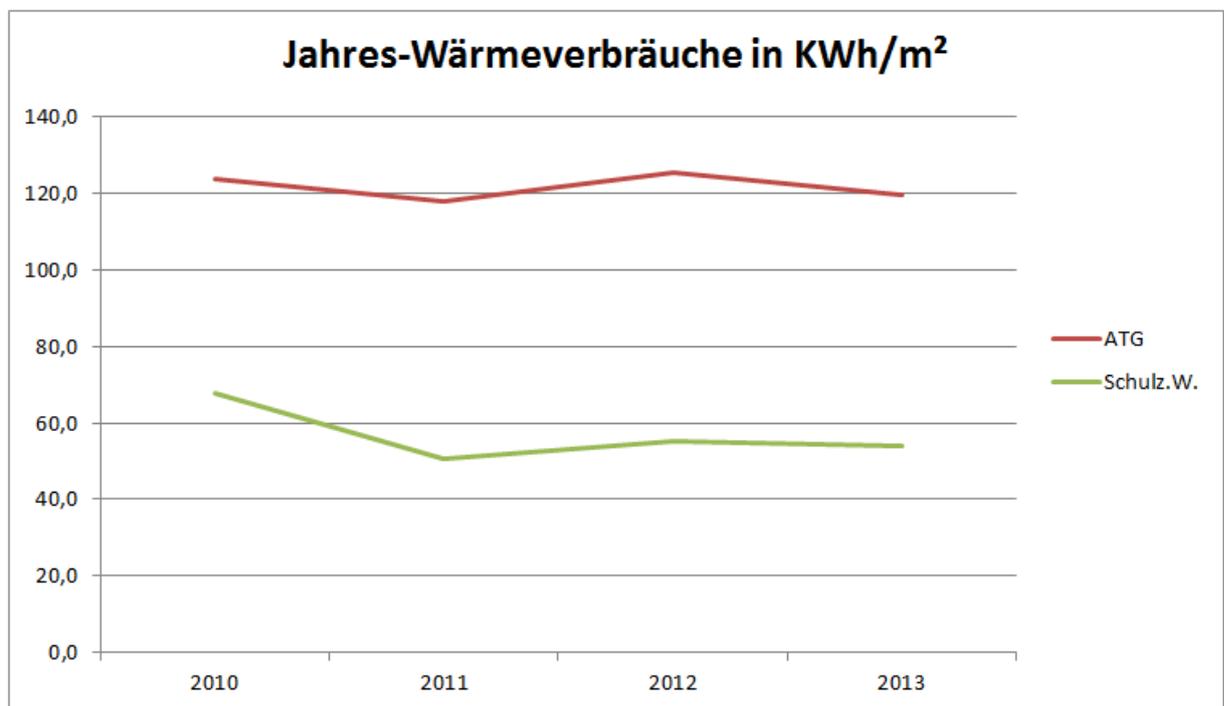
## CO<sup>2</sup> Ausstoß im Jahr 2013



**Abbildung 12**

Der CO<sup>2</sup> Ausstoß ist durch den Einsatz eines Pelletkessels im Schulzentrum Walbach sehr viel geringer. (Abbildung 12)

klimabereinigt



**Abbildung 13**

Der Wärmebedarf an den weiterführenden Schulen hat sich erwartungsgemäß nicht verändert. Das Aggertalgymnasium hat aufgrund der schlechteren Bausubstanz den größeren Wärmebedarf. Hier wird sich durch die Sanierung und Teilneubaumaßnahmen noch einiges verbessern.

In Abbildung 10 kann man auch die Anteile aus regenerativen Energien an der Wärmeversorgung der Schulen erkennen.

### Verbrauch / Erzeugung Elektrische Energie KWh im Jahr

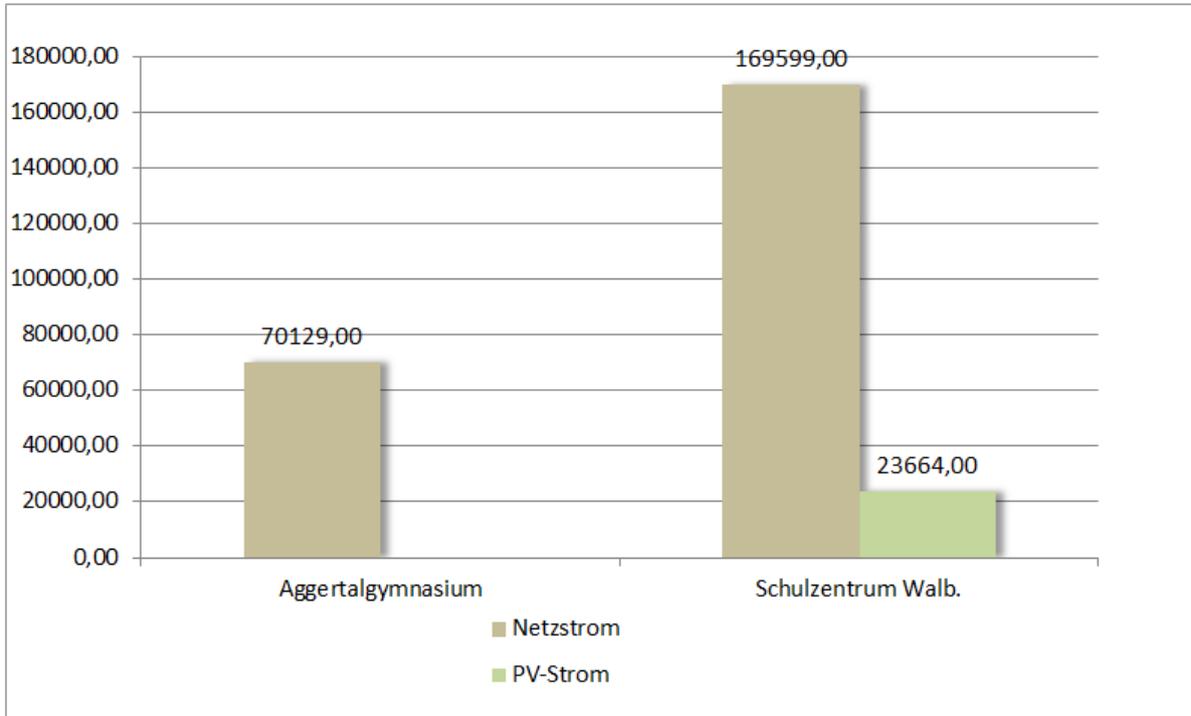
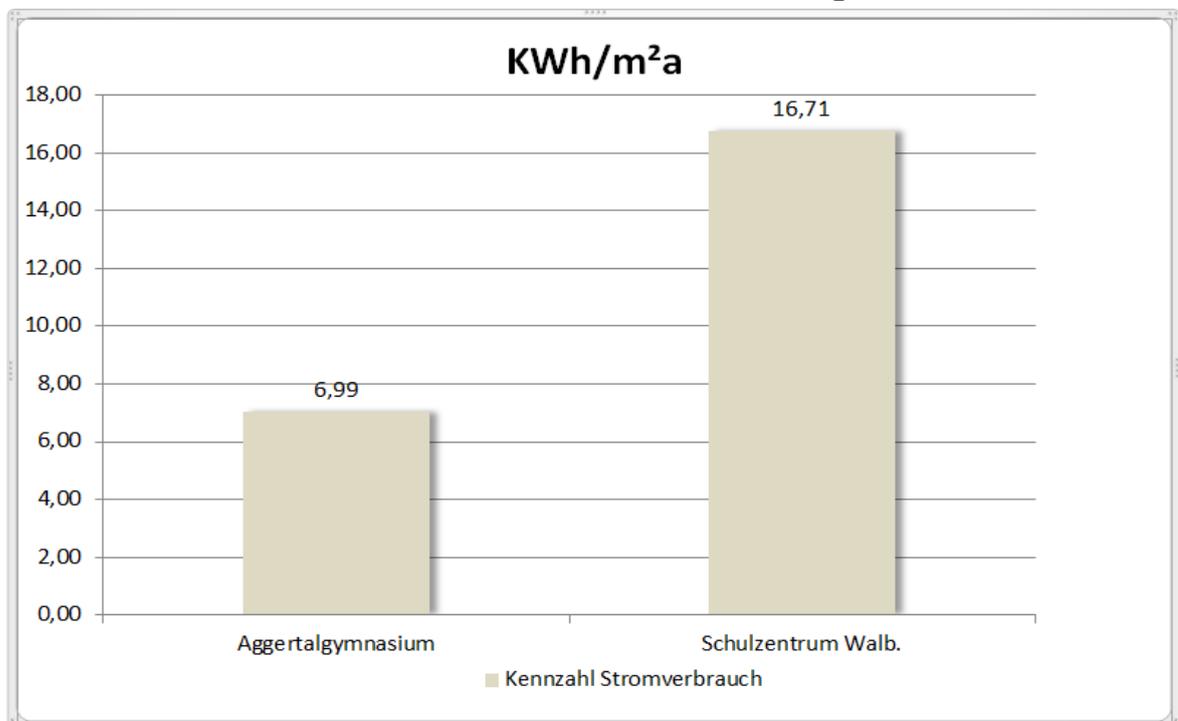


Abbildung 14

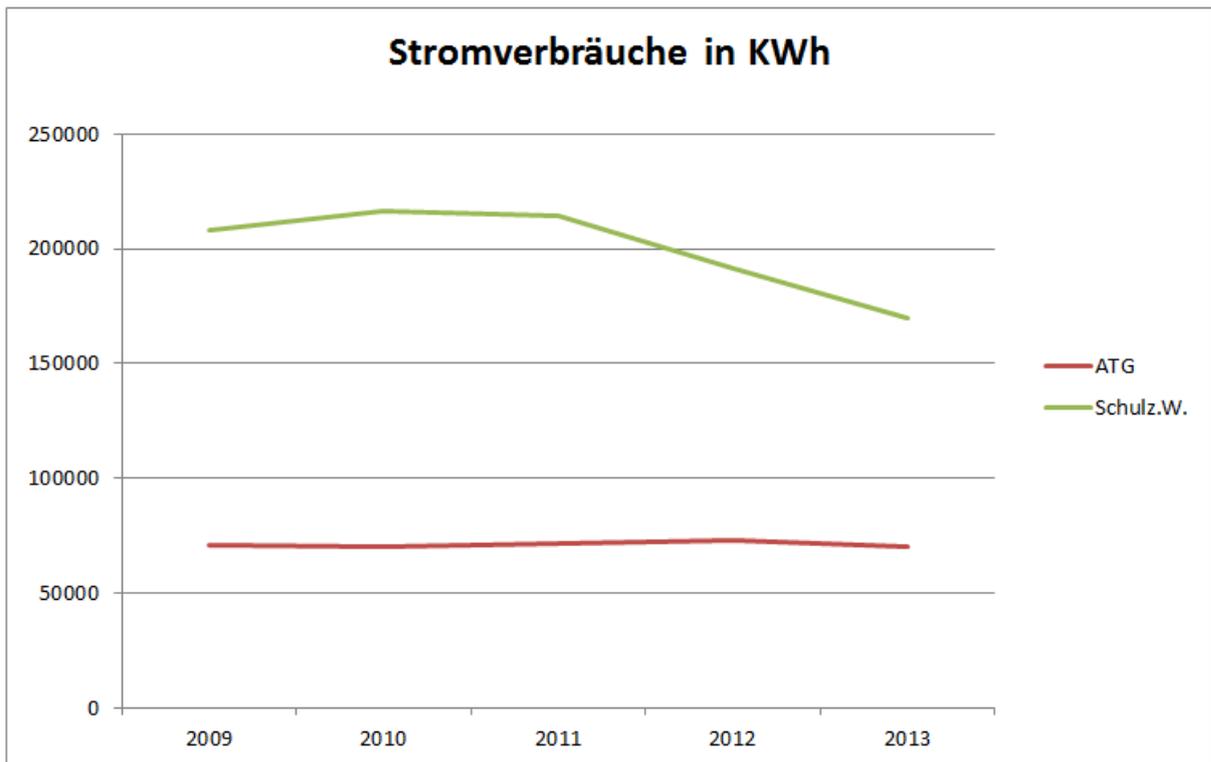
### Verbrauchskennzahl Elektrische Energie



Verbrauchskennzahl (KWh/m²a) Stromverbrauch gemäß VDI 3807 Blatt 2

Mittelwert =	9
Zielwert =	6

Abbildung 15



**Abbildung 16**

Beim Stromverbrauch erkennt man sehr deutlich, dass die energetische Beratung des „*Wuppertalinstituts für Klima und Energie*“ im Rahmen zur Umsetzung des Solar- und Sparprojektes, positive Spuren hinterlassen hat.

Im Schulzentrum Walbach ist der Stromverbrauch zu hoch, dies ist teilweise durch den Einsatz moderner Technik zu erklären. Hier wurden in den letzten 2 Jahren schon kleinere Verbesserungsmaßnahmen an der Regelung vorgenommen, was in der Verbrauchsentwicklungsgraphik deutlich wird.

In beiden Schulkomplexen befinden sich PV-Anlagen, diese speisen den PV-Strom in die öffentlichen Stromnetze ein. Nach Auslauf der Einspeisevergütung wird der erzeugte PV-Strom möglichst in der Schule direkt verbraucht.

## Gesamt-Wasserverbrauch im Jahr 2013

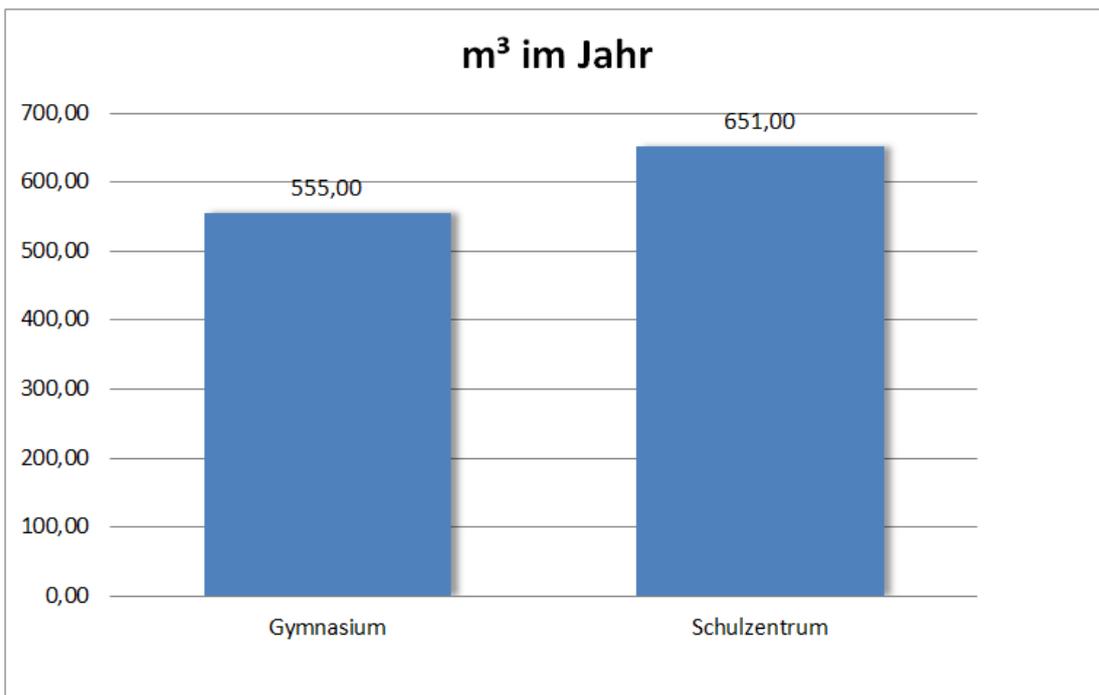


Abbildung 17

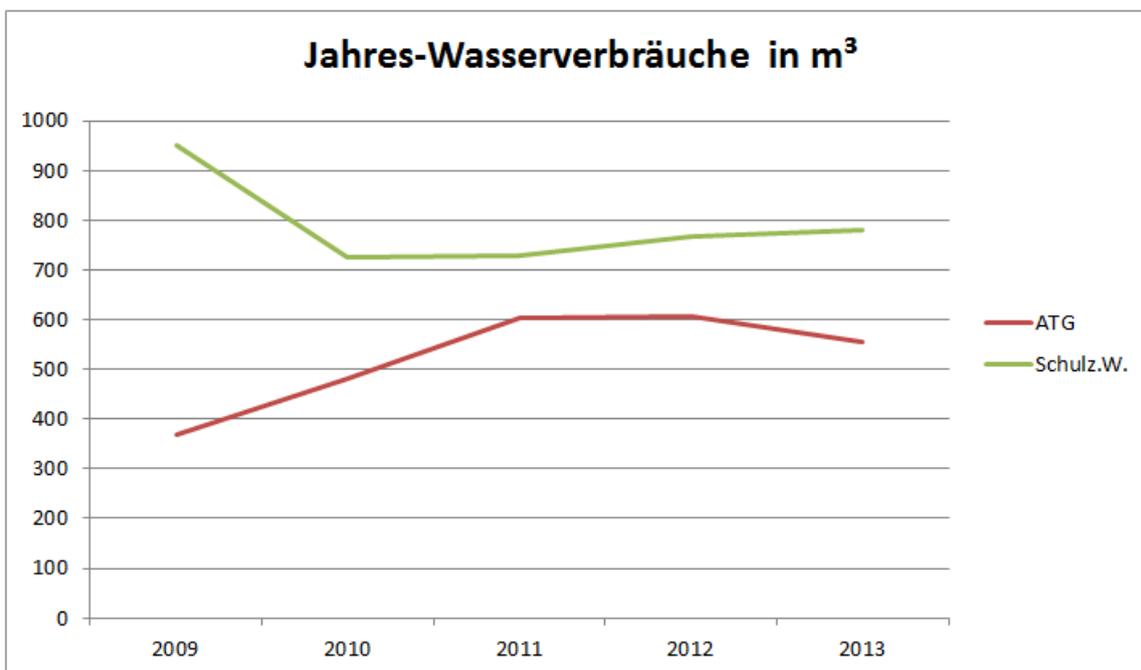


Abbildung 18

Der höhere Wasserverbrauch im Schulzentrum Walbach sollte genauer betrachtet werden. Die Abweichung ist aber in dieser Größenordnung nicht ungewöhnlich.

## 7.3 Turn- und Sporthallen

### Verbrauch Wärmeenergie

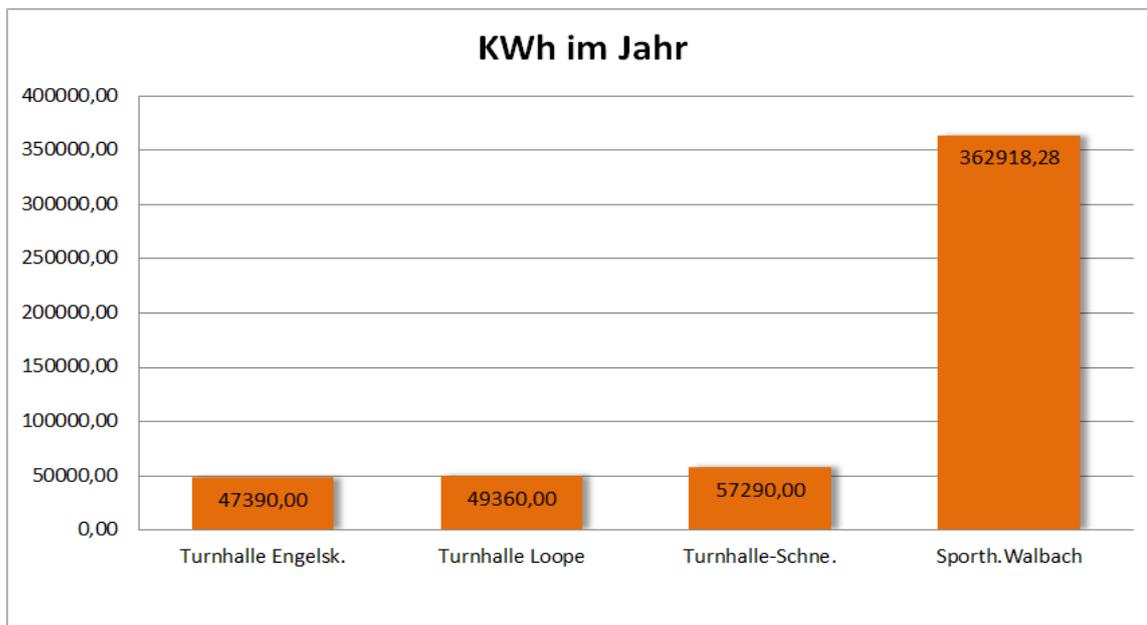
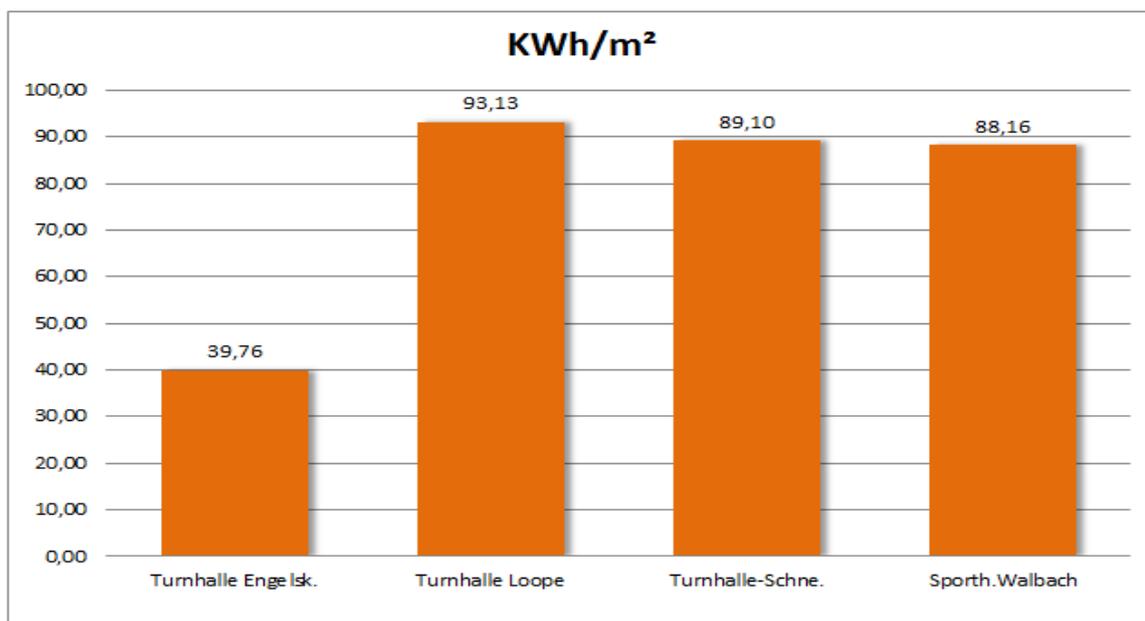


Abbildung 19

### Verbrauchskennzahl Wärmeenergie



Verbrauchskennzahl (KWH/m2a) Wärmeenergie gemäß VDI 3807 Blatt 2

Mittelwert = 140 Klimabereinigt

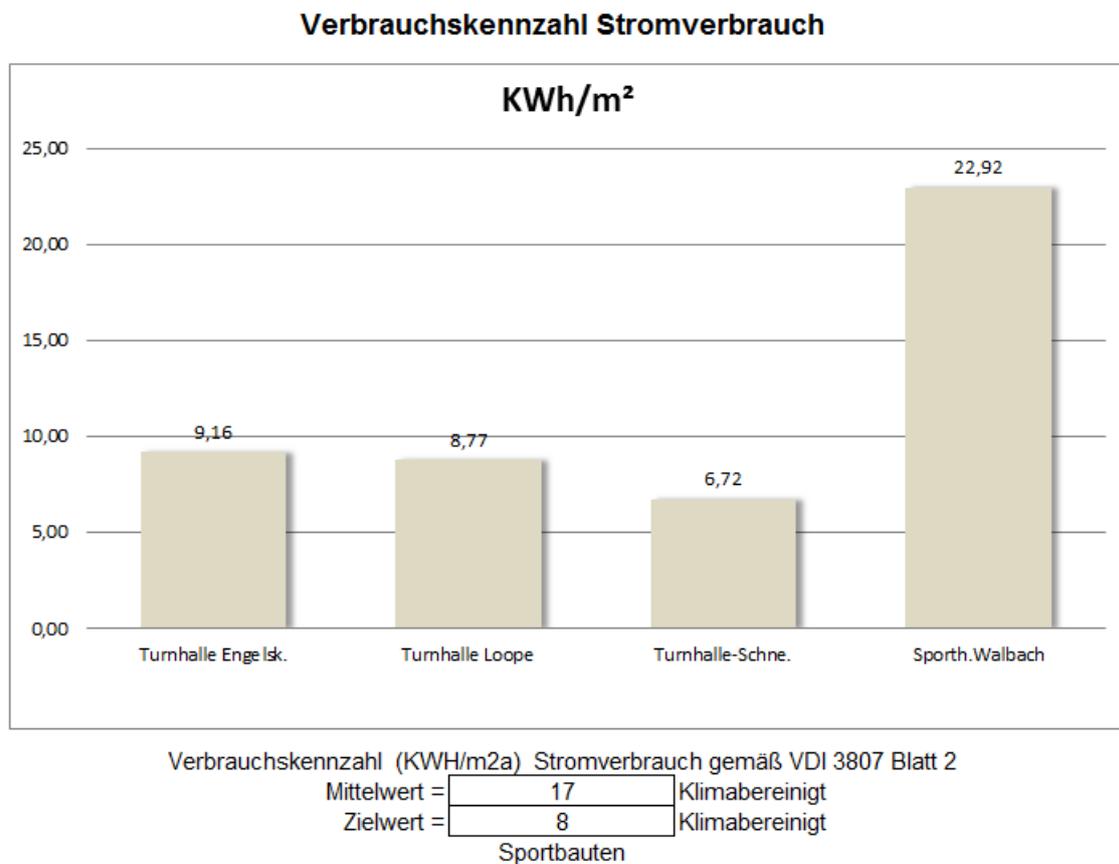
Zielwert = 65 Klimabereinigt

Sportbauten

Abbildung 20

In der Darstellung zum Wärmeverbrauch in den Turn- und Sporthallen erkennt man deutlich den Unterschied in der Darstellung der Verbräuche in absoluten Verbrauch und Verbrauch in Kennwerten. Im absoluten Verbrauch setzt sich die Sporthalle Walbach deutlich ab, während sich der Verbrauch nach Kennwerten relativiert.

Allerdings sind die Verbräuche in der Turnhalle Loope und auch in der Sporthalle Walbach nach dem heutigen Sanierungsstand zu hoch. Hier müssen die Ursachen ermittelt werden, voraussichtlich sind diese in der Regeltechnik oder im Nutzerverhalten zu suchen. Bei der Turnhalle Loope ist die Regeltechnik ausgefallen, hier ist die Instandsetzung schon beauftragt. Deutlich zu erkennen ist die erfolgreiche energetische Sanierung der Turnhalle Engelskirchen. Eine Verbrauchsentwicklung ist noch nicht auswertbar, weil der Wärmeverbrauch erst ab Januar 2013 getrennt von den Schulgebäuden erfasst wird.



**Abbildung 21**

Beim Stromverbrauch sticht wie im letzten Jahr die Sporthalle Walbach hervor, hier wird in den Sommerferien die Beleuchtungssanierung durchgeführt, so dass eine deutliche Reduzierung des Stromverbrauchs zu erwarten ist. In den Turnhallen der Grundschulen sieht man keine ungewöhnlichen Abweichungen.

## Verbrauchskennzahl Wasserverbrauch

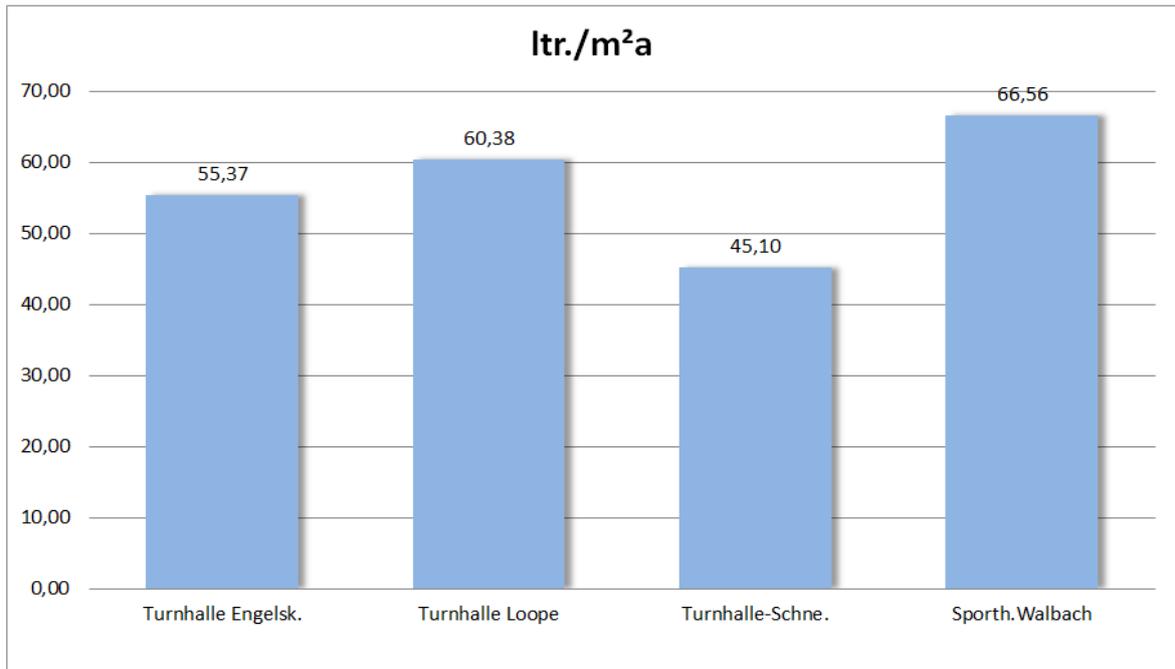
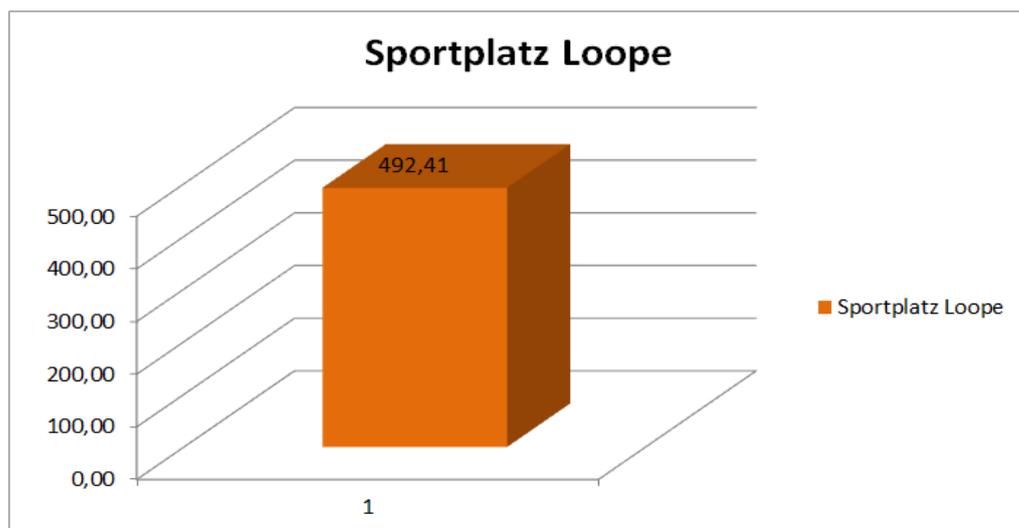


Abbildung 22

### 7.3 Sportplatz Loope

Die Gemeindeeigenen Sportplätze werden von den Sportvereinen in Eigenverantwortung betrieben. Ausgenommen von dieser Regelung ist der Sportplatz Loope, hier werden die Energiekosten noch von der Gemeinde Engelskirchen beglichen. Hier fällt der sehr hohe Wärmebedarf (492,41 KWh/a) der Gebäude auf. In dem Klimaschutzteilbericht „Eigene Liegenschaften“ sind Energiesparmaßnahmen herausgearbeitet worden.

#### Verbrauchskennzahl Wärmeenergie in KWh/a



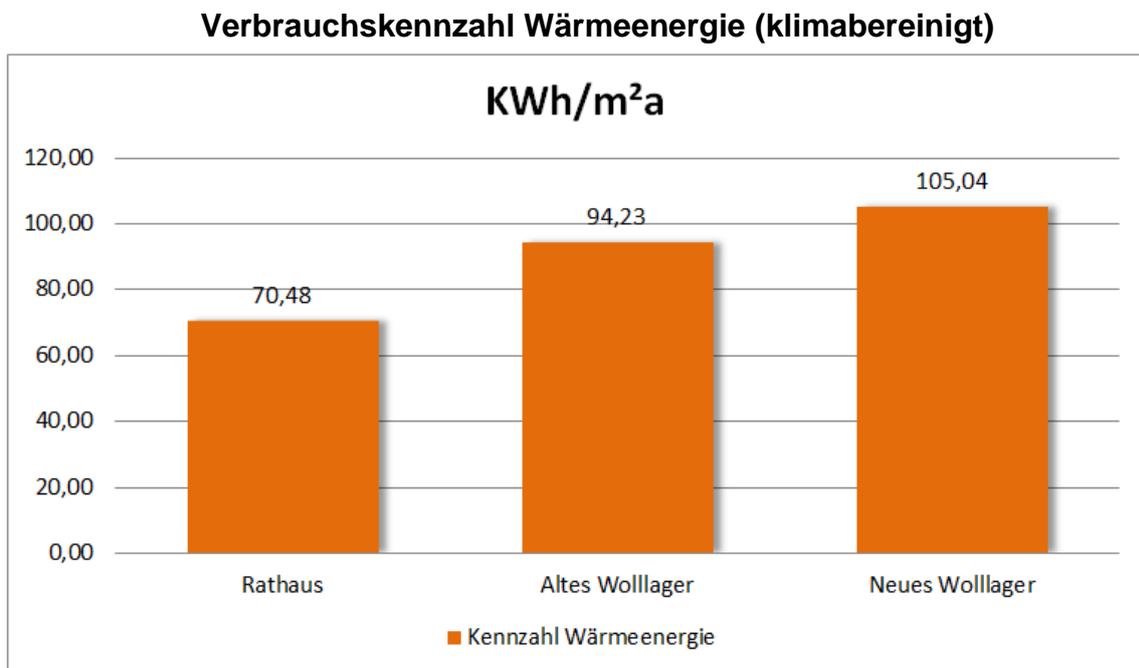
Verbrauchskennzahlen (KWh/m² a) Wärmeenergie gemäß VDI 3807 Blatt 2

Mittelwert=	140	Klimabereinigt
Zielwert=	65	Klimabereinigt

Abbildung 23

## 7.5 Verwaltungsgebäude

Bei den Energieverbräuchen der Verwaltungsgebäude ist das neue Wollager als Vergleichsgebäude mit ausgewertet worden, obwohl es nicht zu den Energieverbrauchern der Gemeindeobjekte zählt, denn die Energiekosten dieses Gebäudes werden nicht von der Gemeinde Engelskirchen getragen.

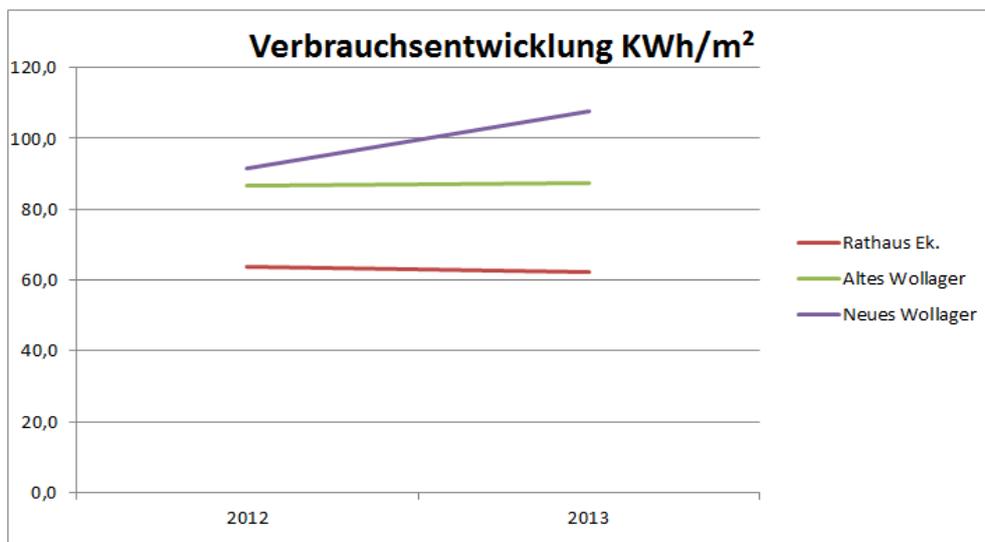


Verbrauchskennzahlen (KWh/m² a) Wärmeenergie gemäß VDI 3807 Blatt 2

Mittelwert=	145	Klimabereinigt
Zielwert=	50	Klimabereinigt

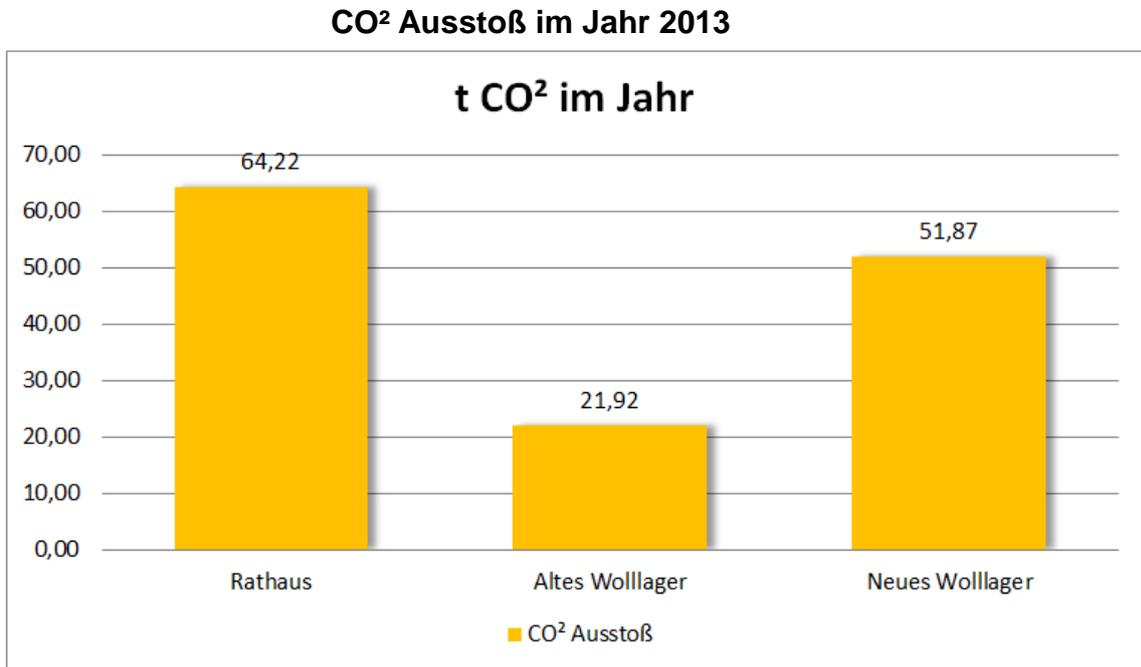
Rathäuser

**Abbildung 24**



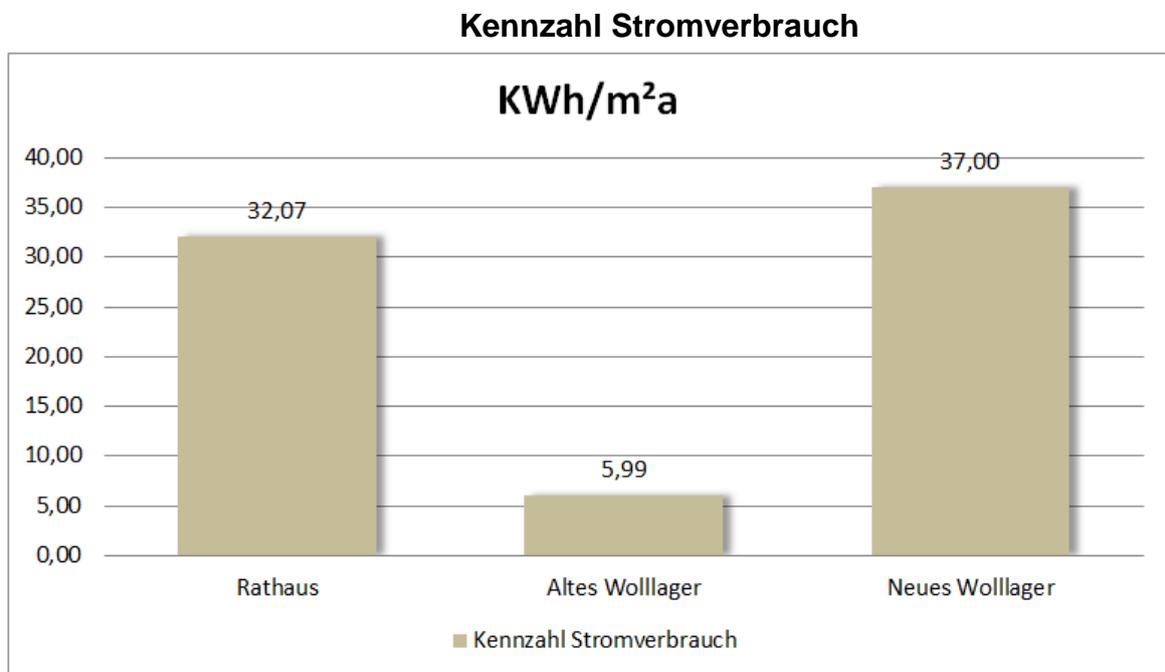
**Abbildung 25**

Erfreulicherweise schneidet das Rathaus Engelskirchen im Vergleich der Wärmeverbräuche sehr positiv ab, hier macht sich die hohe Wärmespeicherfähigkeit der mächtigen Außenwände bemerkbar.



**Abbildung 26**

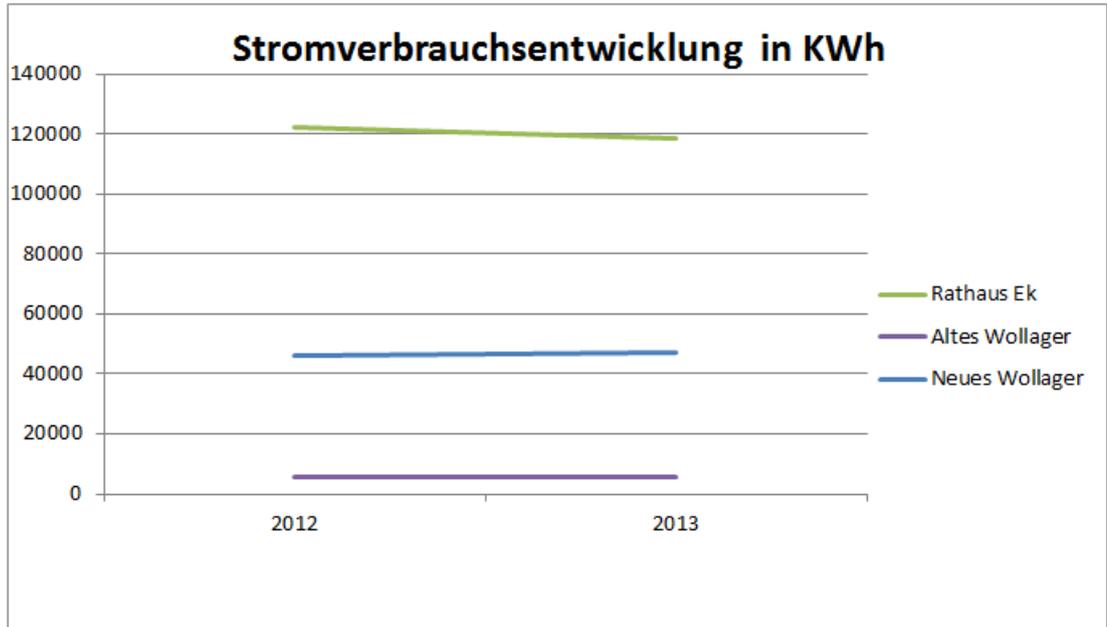
Beim CO<sup>2</sup>-Ausstoß schneidet das Rathaus aufgrund seiner Größe und dem damit einhergehendem höheren Gasverbrauch schlechter ab.



Verbrauchskennzahlen (KWh/m<sup>2</sup> a) Stromverbrauch gemäß VDI 3807 Blatt 2

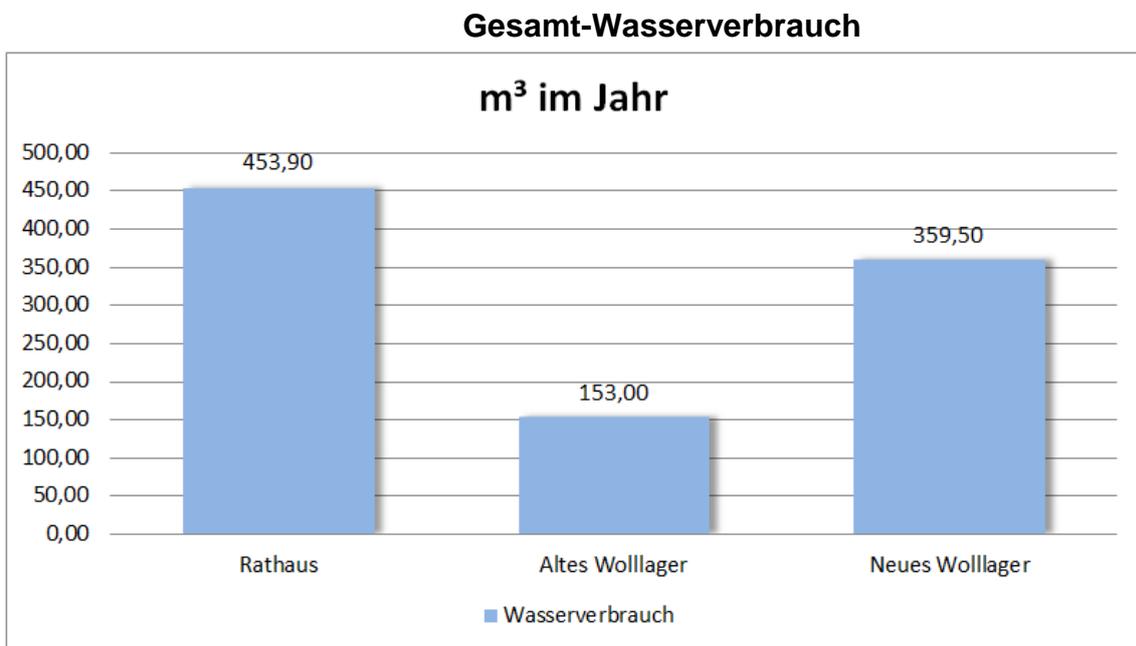
Mittelwert=	31	Klimabereinigt
Zielwert=	7	Klimabereinigt
	Rathäuser	

**Abbildung 27**



**Abbildung 28**

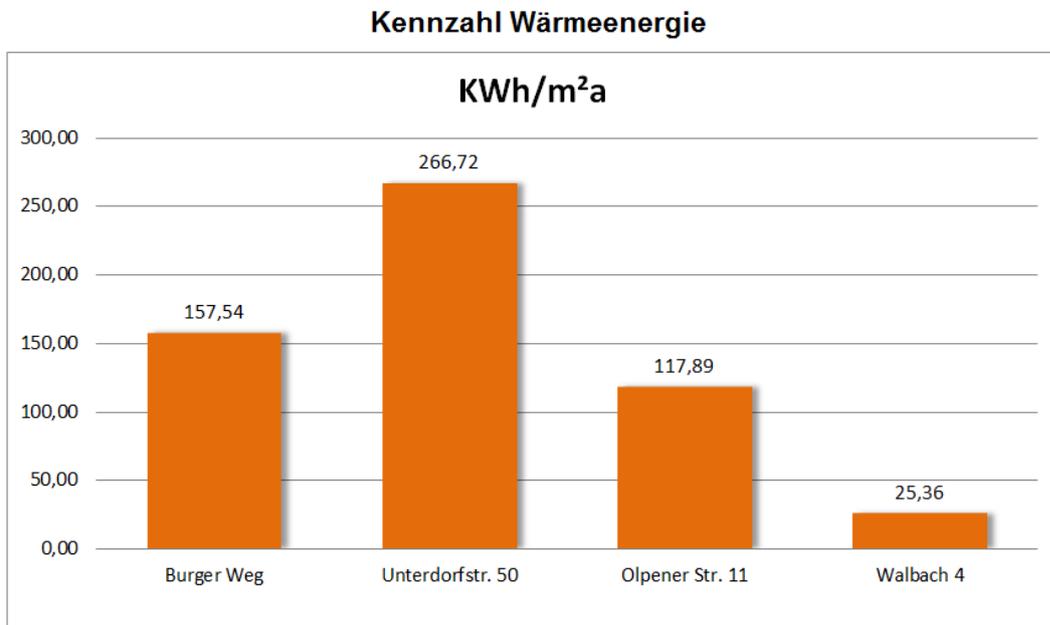
Der Stromverbrauch sowie auch die Wasserverbräuche sind relativ unauffällig. Einsparungen beim Stromverbrauch sind sicherlich noch durch den Einsatz von energiesparenden Ausstattungsgerätschaften zu erzielen. Hier sollte vermehrt bei Ersatzbeschaffungen auf die Verbrauchseigenschaften geachtet werden.



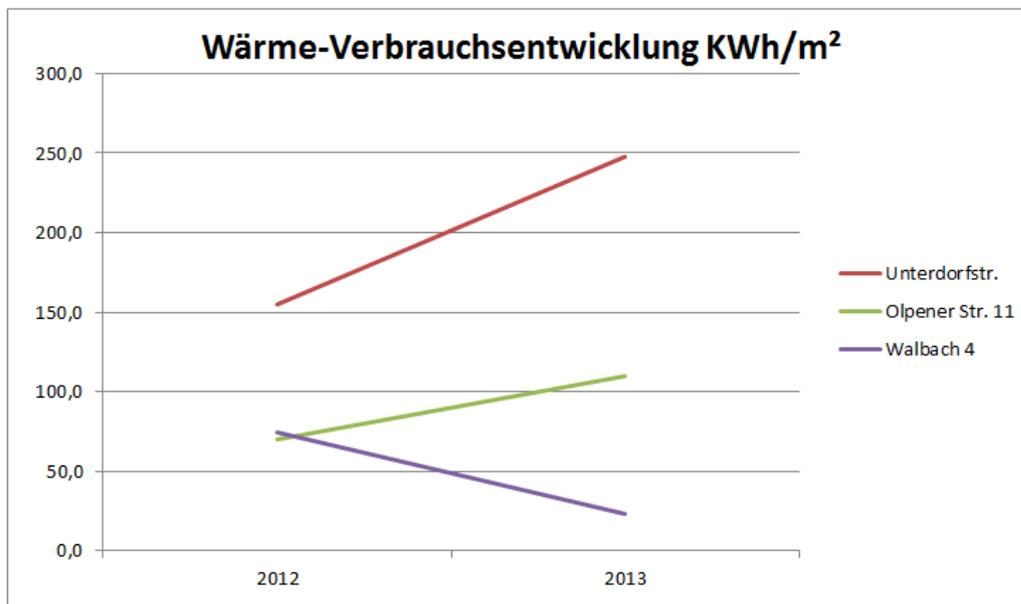
**Abbildung 29**

## 7.6 Wohngebäude und Wohnheime

Bei den Wohngebäuden und Wohnheimen ergeben sich erhebliche Abweichungen bei den Energieverbräuchen, die auf die unterschiedliche Nutzung der Gebäude zurückzuführen sind.



**Abbildung 30**

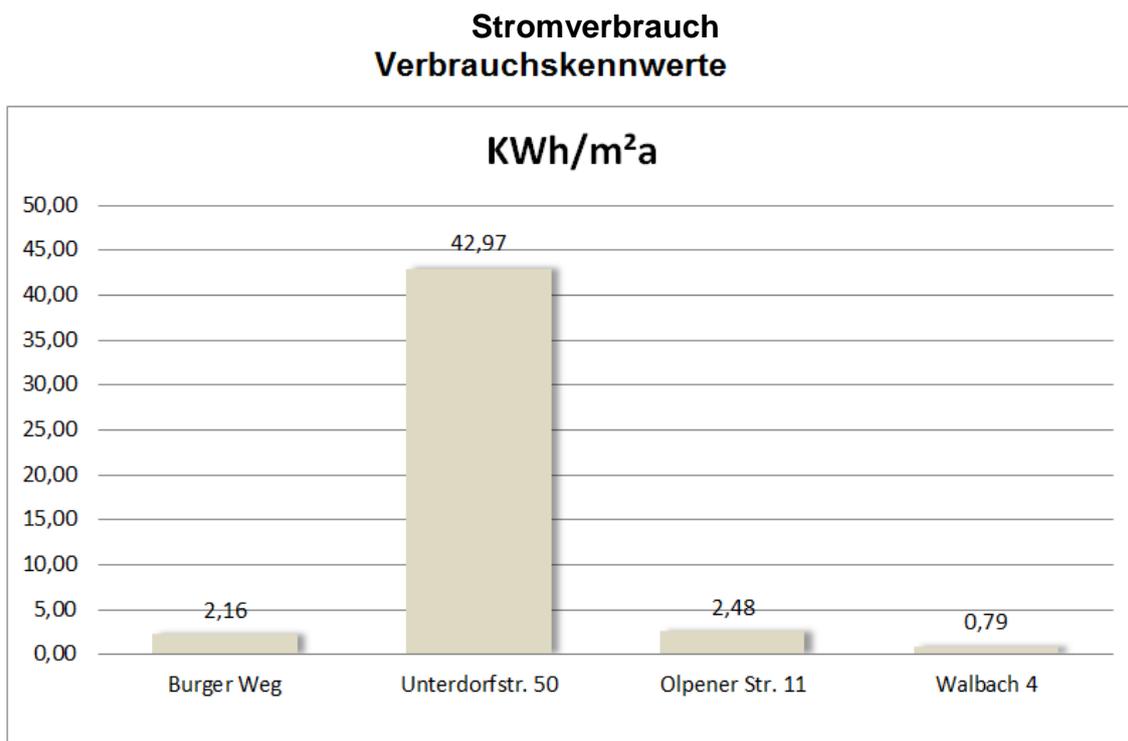


**Abbildung 31**

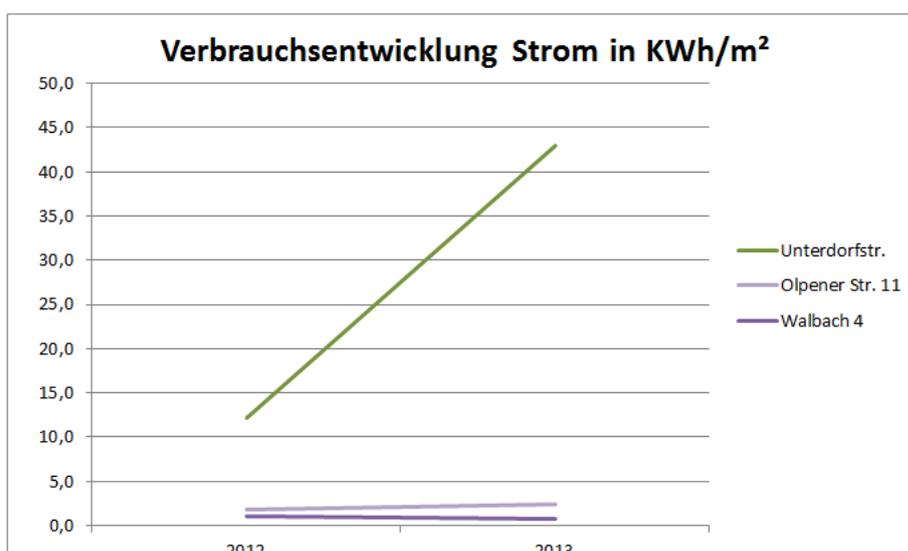
Die sehr hohen Verbrauchswerte im Übergangsheim Unterdorfstraße 50 liegen überwiegend im Nutzerverhalten der Bewohner. Die Belegungsdichte ist im vergangenen Jahr auch erheblich angestiegen.

Hier werden verstärkte Bemühungen in Zusammenarbeit mit dem Sozialamt zur Aufklärung der Bewohner zum energiesparenden Umgang mit Energie erforderlich und baldmöglichst umgesetzt. Zusätzlich werden Duscharmaturen mit Selbstschlussventilen eingebaut um dem hohen Duschwasserverbrauch gegen zu wirken.

In diesem Jahr wird das Dach des Übergangsheimes erneuert. Durch die Verbesserung in der Dachdämmung wird sich der Wärmebedarf verringern.

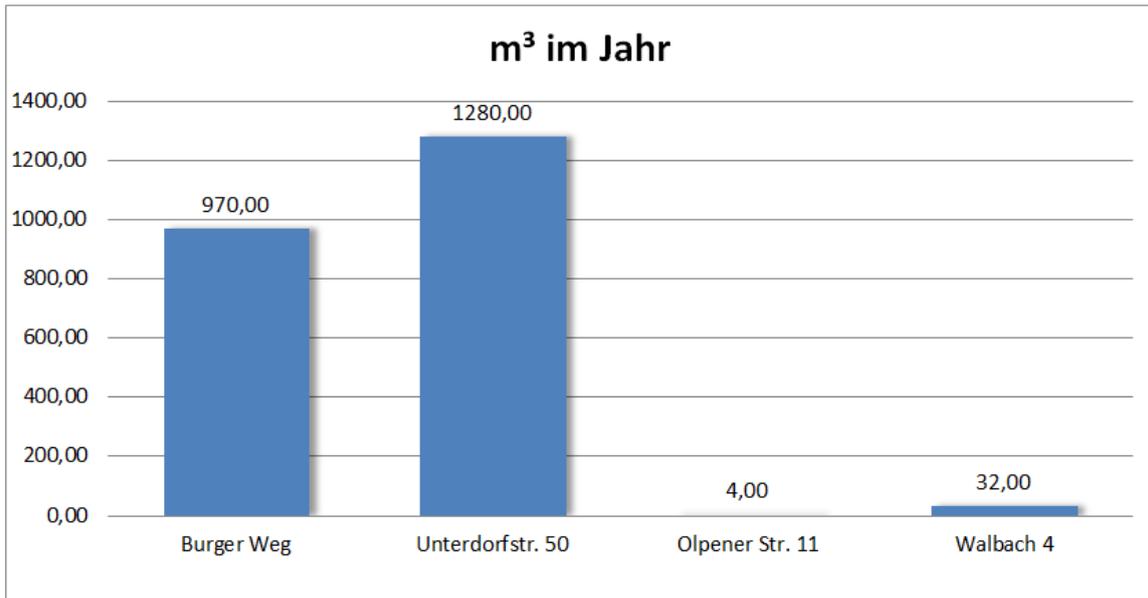


**Abbildung 32**

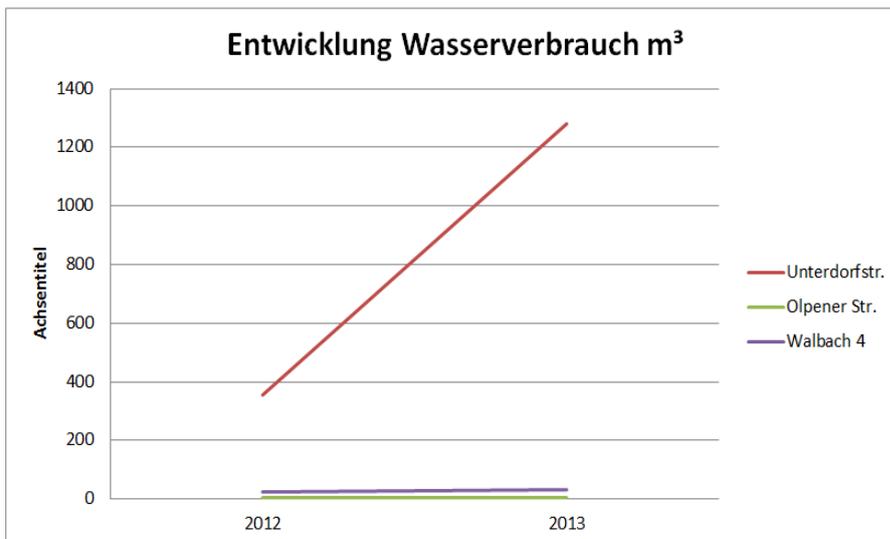


**Abbildung 33**

## Gesamt-Wasserverbrauch



**Abbildung 34**



**Abbildung 35**

Im Gebäudebestand ergeben sich dieses Jahr erhebliche Änderungen. Das Übergangsheim „Burger Weg“ ist dieses Jahr verkauft worden und das Gebäude Olpener Straße 11 ist zum 1.02.2014 verbrauchsmäßig an die Fa. Goldbeck übergeben worden, die dieses Gebäude als Baubüro nutzen wird. Nach Abschluss der Bauarbeiten am Aggertalgymnasium wird das Gebäude abgerissen. Das Gebäude „Walbach 4“ wird dieses Jahr umgebaut und wird zukünftig als Unterrichtsgebäude (Werken) dem Schulzentrum zugeordnet.

## 7.7 Feuerwehrgerätehäuser

Verbrauchskennzahlen Wärmeenergie 2013

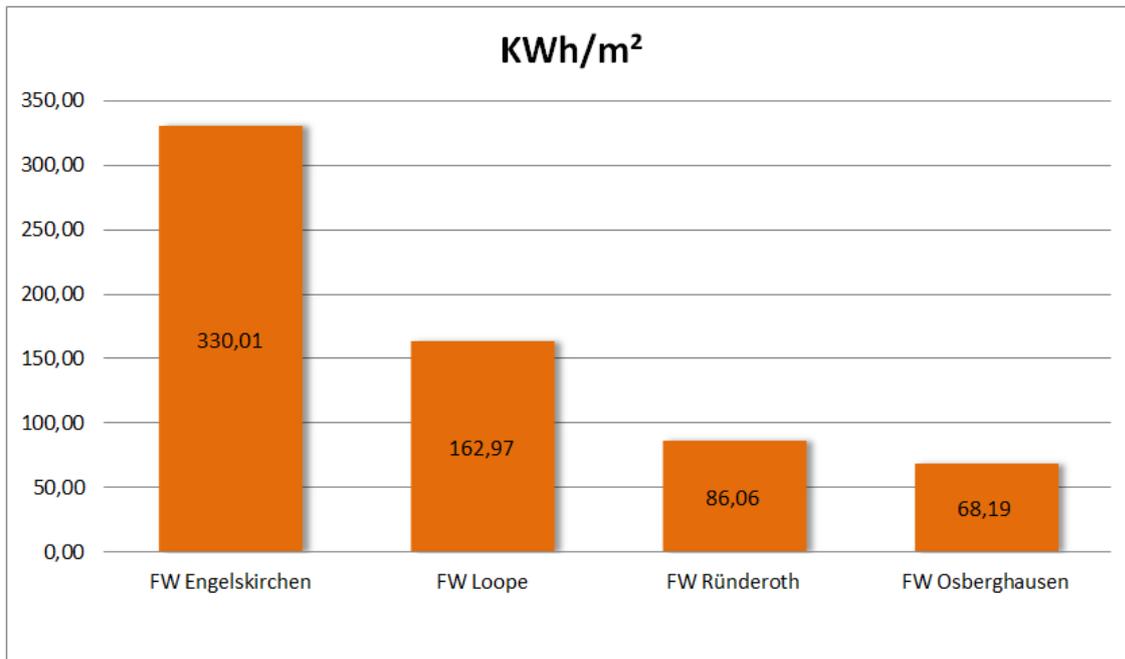


Abbildung 36

klimabereinigt

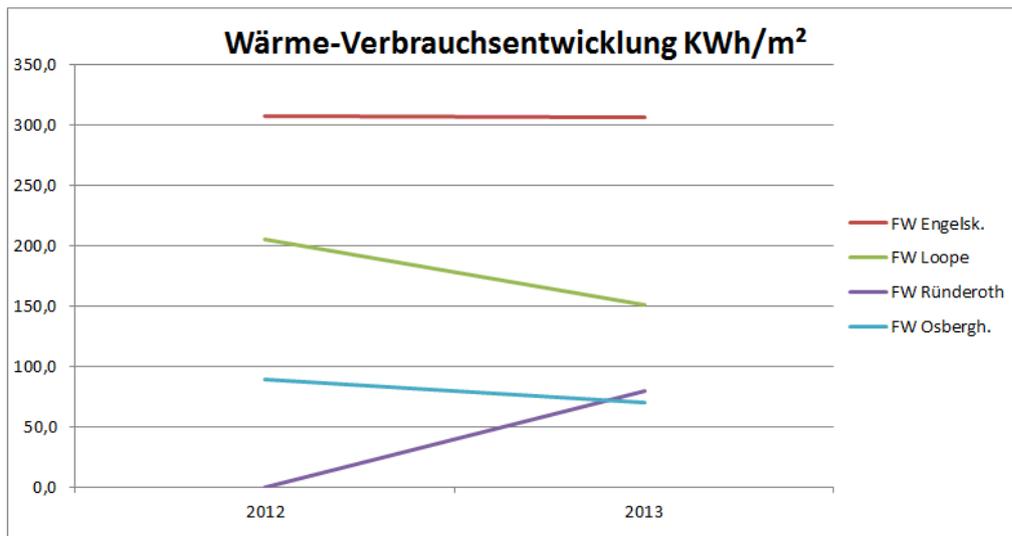
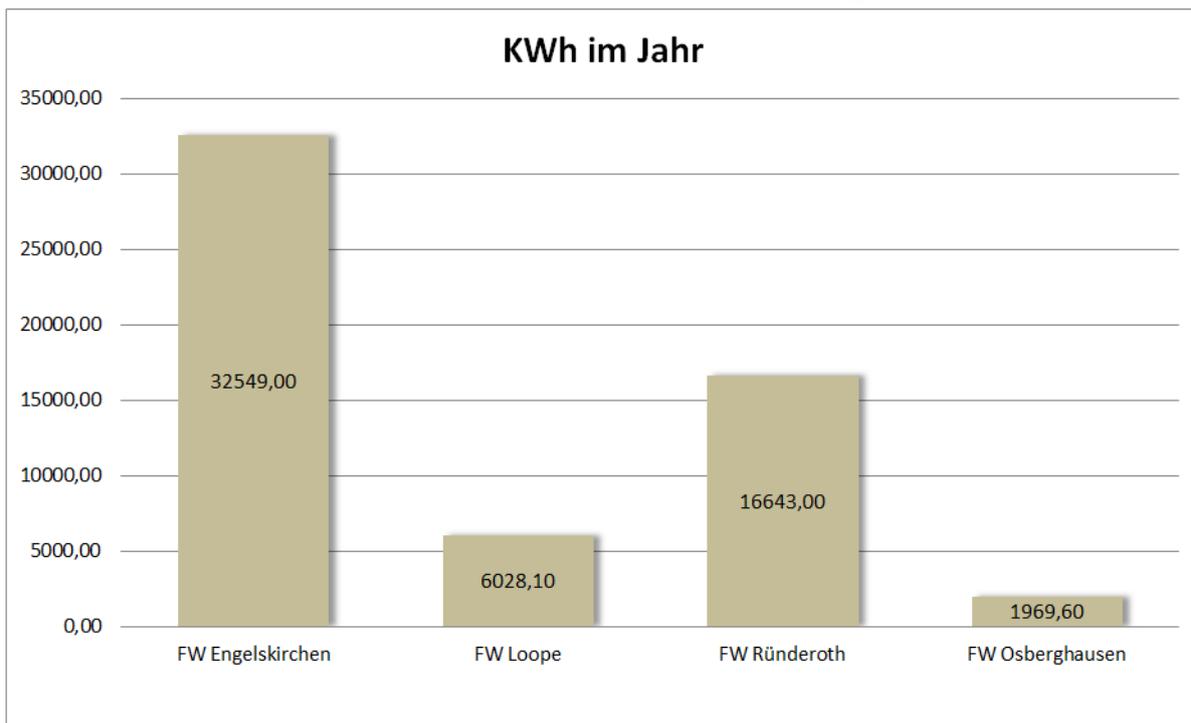


Abbildung 37

Der Wärmebedarf bei den Feuerwehrgerätehäusern hat sich 2013 positiv entwickelt. Beim Feuerwehrgerätehaus Loope sowie beim Feuerwehrgerätehaus Osberghausen sind sinkende Verbräuche zu verzeichnen. Das Gerätehaus Ründeroth ist neu errichtet worden und wurde 2013 erstmals energieverbrauchsmäßig erfasst. Der zu hohe Wärmeverbrauch im Gerätehaus Engelskirchen hat sich nicht verändert, hier wurden erhebliche Mängel in der Bausubstanz ermittelt, die durch eine Überplanung des Gebäudes weitgehend beseitigt werden sollen.

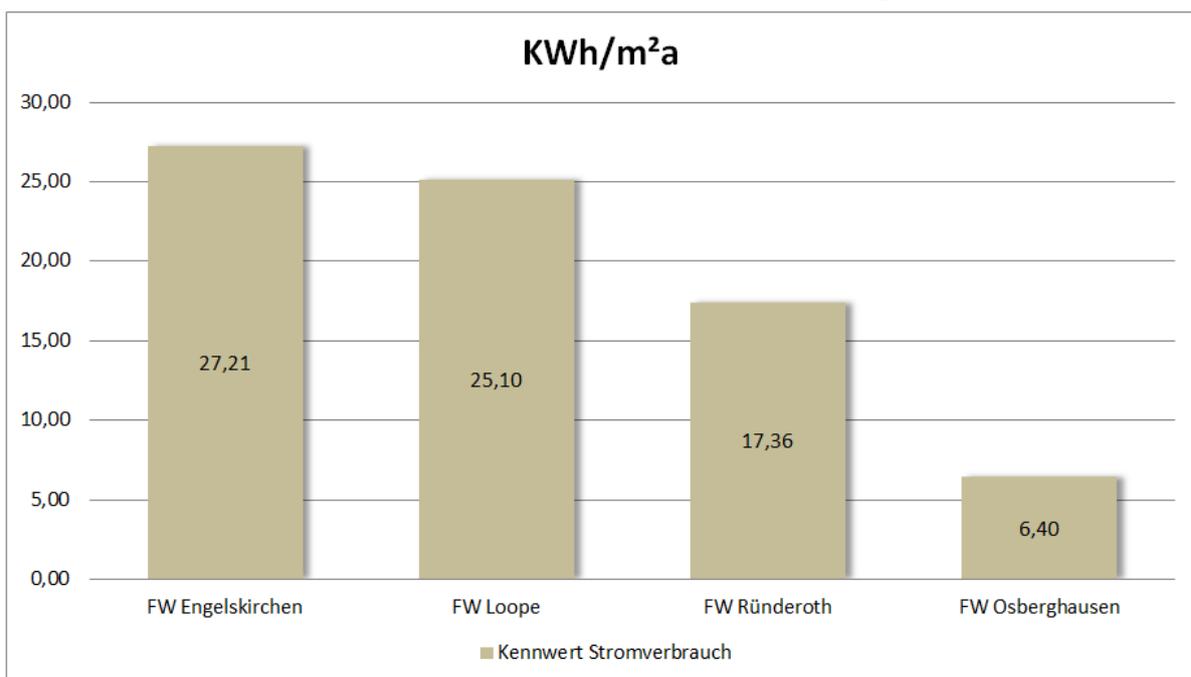
## Verbrauchswerte elektrische Energie



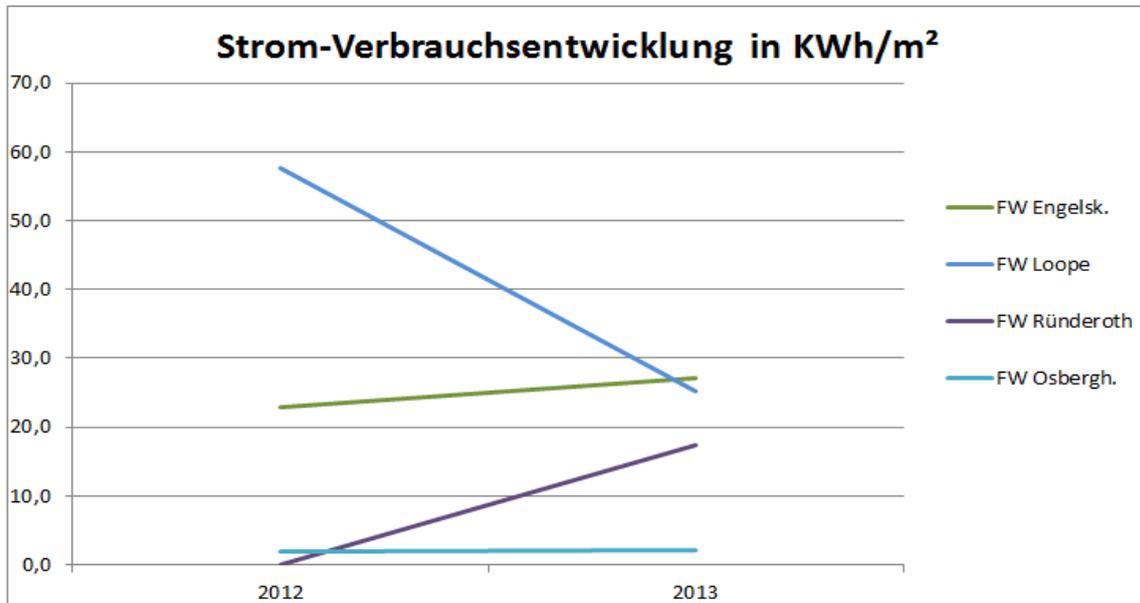
**Abbildung 38**

Der Stromverbrauch differiert entsprechend der Gebäudegröße und der Größe der Löschgruppe. Betrachtet man die Verbräuche in der Kennwertgraphik, so verkleinern sich die Unterschiede. Bei der Überplanung/Sanierung des Feuerwehrgerätehauses Engelskirchen wird auch die Beleuchtung nach modernen energetischen Gesichtspunkten erneuert, so dass auch der Stromverbrauch sinken wird.

## Verbrauchskennzahl elektrische Energie

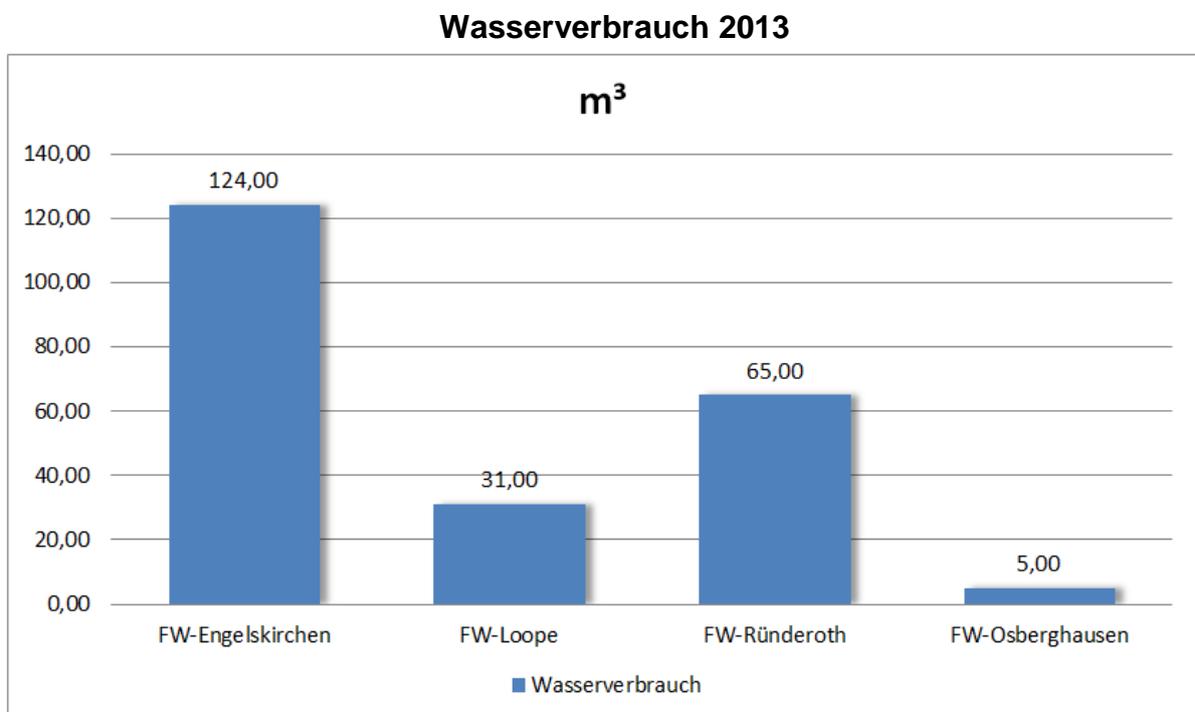


**Abbildung 39**



**Abbildung 40**

Besonders positiv ist die Strom-Verbrauchsentwicklung im Gerätehaus Loope, hier sind aber trotzdem noch einige Verbesserungen durchzuführen. Zu erwähnen wäre in diesem Zusammenhang eine Beleuchtungssanierung und eine Erneuerung der Heiztherme.

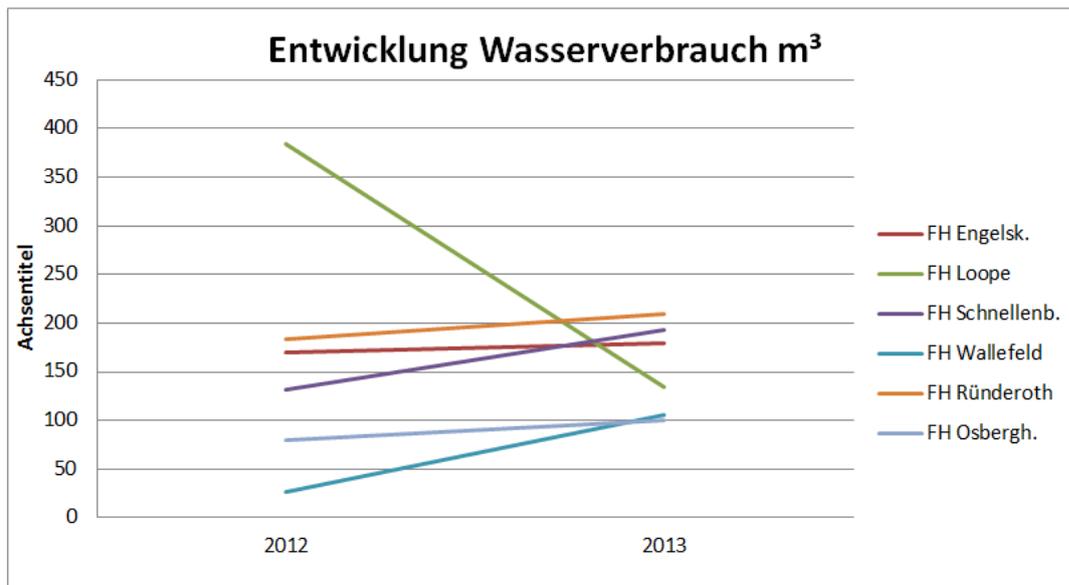


**Abbildung 41**

Die angegebenen Wasserverbrauchswerte bilden sich ausschließlich aus dem Verbrauch in den Feuerwehrgerätehäusern. Das Löschwasser wird über eigene Hydranten separat bezogen.

## 7.8 Friedhöfe

Bei den Friedhöfen ergeben sich keine relevanten Energieverbräuche. Die Hallen werden meistens nicht beheizt und der Stromverbrauch ist sehr gering. Lediglich beim Wasserverbrauch ergeben sich durch die Grabpflege größere Verbrauchsmengen. Hier verringerte sich der hohe Wasserverbrauch auf dem Friedhof Loope erheblich, während der Verbrauch auf den anderen Friedhöfen überall leicht anstieg.



**Abbildung 42**

## 8 Energie und CO<sup>2</sup> Bilanzen

Bei der Bilanzierung werden die Energieträger getrennt nach Nutzungseinheiten dargestellt, so dass man erkennt, welcher Energieträger wo eingesetzt wird und wie hoch der Anteil an regenerativen Energien ist.

KWh/a

	Grundschulen	Weiterführ. Schulen	Sporthallen	Verwaltungsgeb.	Wohngebäude	Feuerwehrgeräteh.	Sonst. Erholeinr.	Friedhöfe
Gas	1431869,52	916359,34	516958,28	88732,76	243083,46	467043,94	114466,06	13043,25
Heizöl	0	0	0	0	204760,00	0	0	0
Pellets	355300,00	340400,00	0	0	0	0	0	0
BHKW	0	627284,00	0	0	0	0	0	0
Wärme	0	0	0	260010,00	0	0	0	0

### Wärmeenergie in KWH im Jahr 2013

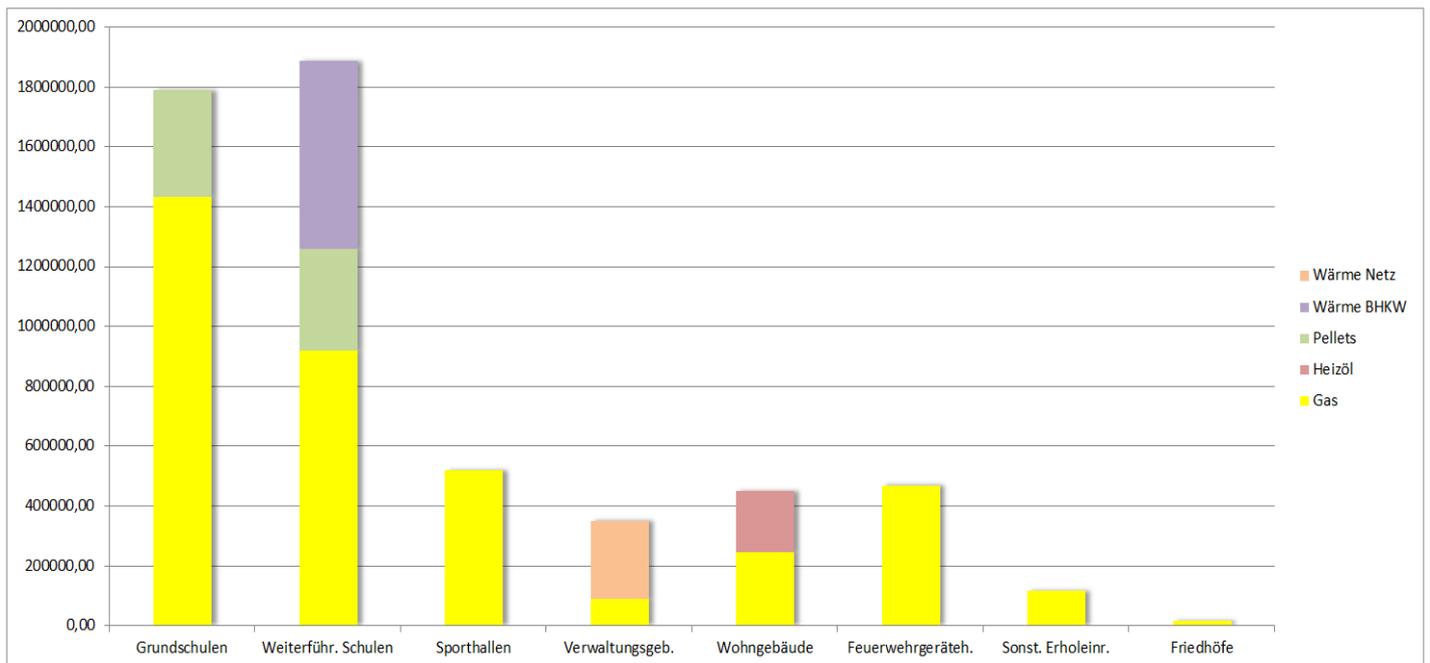


Abbildung 43

### Energieträger

Energieträger:	Erdgas	Propangas	Heizöl	Pellets	Hackschn.	BHKW	Wärme	Gesamt
KWh/a	3778513,36	13043,25	204760	695700,00	0	627284	260010	5579310,61

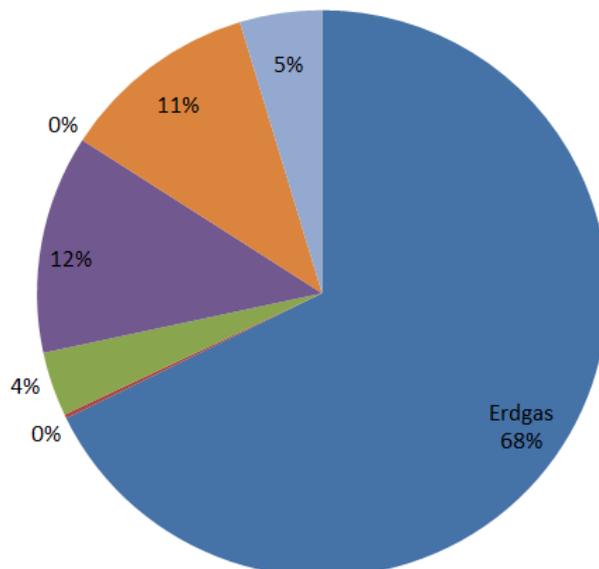
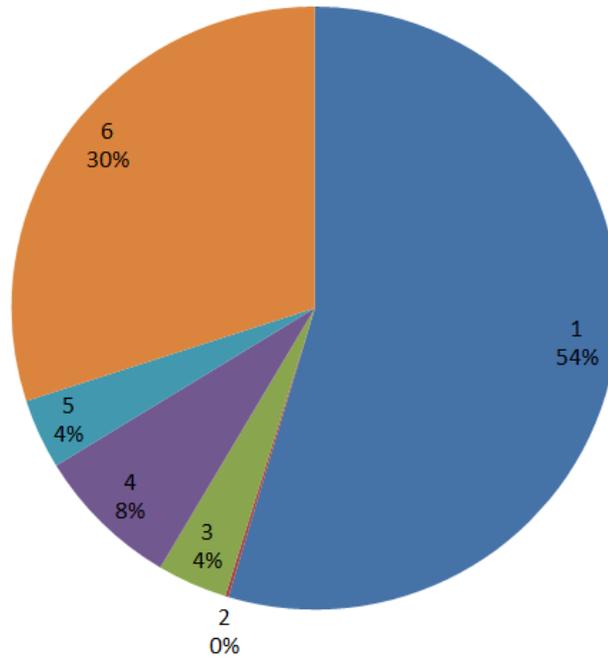


Abbildung 44

## Anteile CO<sup>2</sup> Freisetzung

CO <sup>2</sup> Bilanz	Erdgas	Propangas	Heizöl	BHKW	Wärme	Strom	<b>Gesamt</b>
t CO <sup>2</sup>	933,29	3,13	63,68	132,36	64,22	512,60	<b>1709,29</b>
	1	2	3	4	5	6	

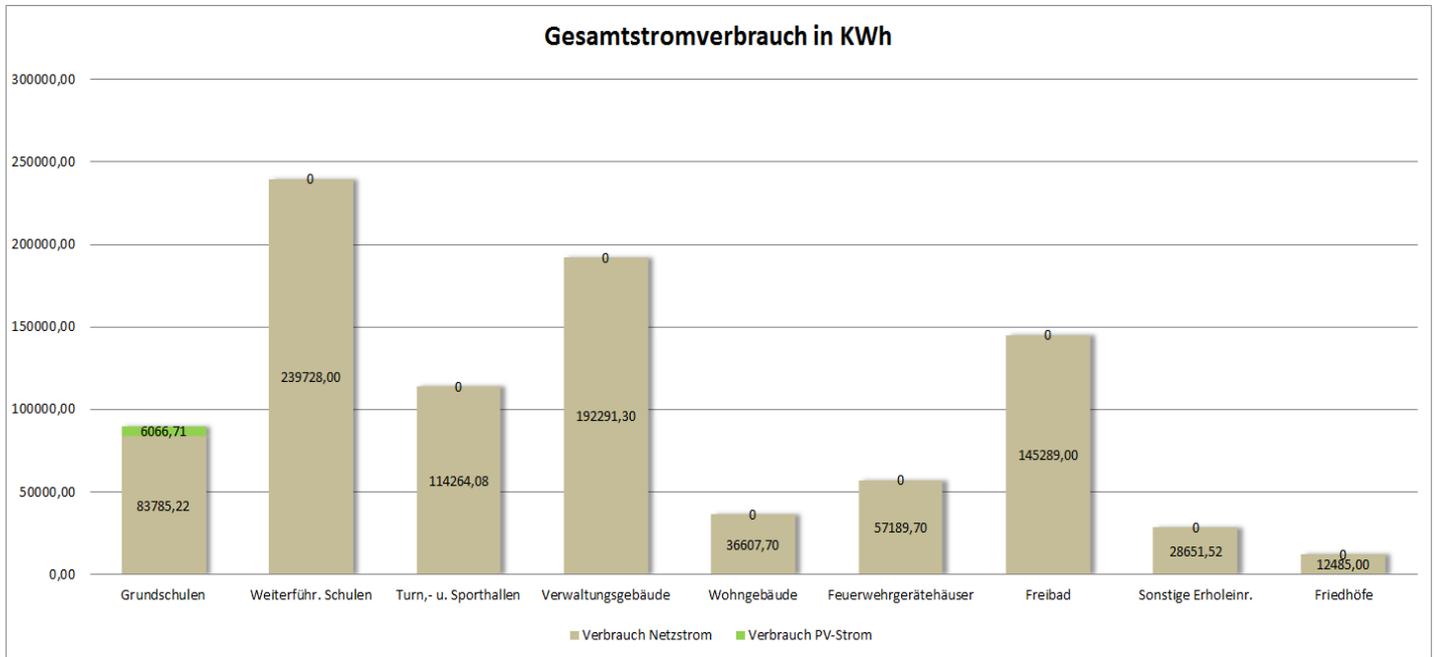


**Abbildung 45**

Die prozentualen Anteile bei der Freisetzung von CO<sup>2</sup> werden auch mit 54% von Erdgas angeführt, gefolgt von der verbrauchten elektrischen Energie mit 30 % Anteil. Die BHKW's sind in der CO<sup>2</sup> Bilanz nur mit dem Wärmeanteil eingerechnet worden, der elektrische Energieanteil wird ins öffentliche Niederspannungsnetz eingespeist und nicht direkt in den Gemeindeobjekten verbraucht.

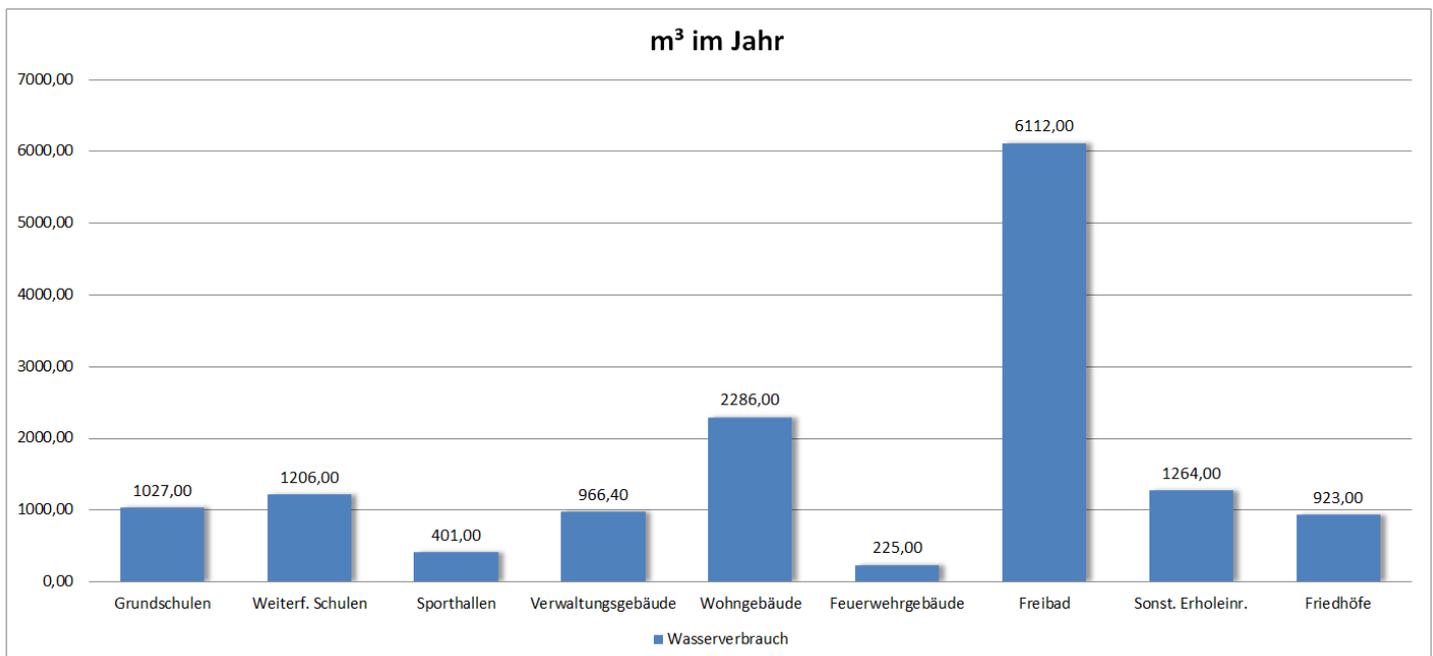
## Zusammenfassung elektrische Energie 2013

	Grundschulen	Weiterführ. Schulen	Turn-, u. Sporthallen	Verwaltungsgebäude	Wohngebäude	Feuerwehrgerätehäuser	Freibad	Sonstige Erholeinr.	Friedhöfe
Netzstrom	83785,22	239728,00	114264,08	192291,30	36607,70	57189,70	145289,00	28651,52	12485,00
PV-Strom	6066,71	0	0	0	0	0	0	0	0



**Abbildung 46**

## Zusammenfassung des Wasserverbrauchs 2013



**Abbildung 47**

## 9 Nutzung regenerativer Energien

In den folgenden Unterkapiteln sind Investitionen in regenerative Energien bei den Gemeindeeigenen Liegenschaften aufgeführt.

### 9.1 Photovoltaik

Im Rahmen des Solar- und Sparprojektes am Aggertalgymnasium wurde auf dem Dach des Erweiterungsgebäudes eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 43,12 KWp montiert. Diese Anlage ist wegen Beschädigungen 2013 ersetzt worden. Die neue Photovoltaikanlage hat eine Leistung von 52,92 KWp, das entspricht einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 40200 KWh und spart 27 t CO<sup>2</sup> pro Jahr ein. Die PV-Anlage wird von der „Solar und Spar GmbH“ betrieben.

Auf dem Dach des Schulzentrums Walbach wird von der Gemeinde Engelskirchen eine Solaranlage mit einer Leistung von 29,04 KWp betrieben. Dies entspricht einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 22100 KWh und einer CO<sup>2</sup> Ersparnis von 15,1 t.

Auf dem Dach der Turnhalle Loope ist von der Energiegenossenschaft Lindlar eine 157 m<sup>2</sup> große PV-Anlage mit einer Leistung von 22,08 KWp errichtet worden. Dies entspricht einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 16800 KWh und einer CO<sup>2</sup> Ersparnis von 11,47 t. Die Energiegenossenschaft ist auch Betreiber der PV-Anlage.

Auf dem Dach der Turnhalle Schnellenbach ist von der Fa. Regenerative Generation GmbH eine 220 m<sup>2</sup> große PV-Anlage mit einer Leistung von 29,70 KWp errichtet worden. Dies entspricht einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 22600 KWh und einer CO<sup>2</sup> Ersparnis von 15,44 t. Die Fa. Regenerative Generation GmbH ist auch Betreiber der Anlage.

Ende Juni 2013 wurde auf dem neuen Satteldach der Turnhalle Engelskirchen eine PV-Anlage mit einer Leistung von 29,4 KWp errichtet. Betreiber ist die Entwicklungsgesellschaft. Der erzeugte PV-Strom soll möglichst im Objekt verbraucht werden. Seit der Inbetriebnahme der Anlage (Juli bis Dez. 2013) sind 46 % des erzeugten Stroms im Objekt als Eigenverbrauch verblieben.

Gebäude	Baujahr	Leistung KWp	CO <sup>2</sup> Ersparnis	Betreiber
Aggertalgymnasium Altanlage (ersetzt) Neuanlage	2001	43,12	22,38 t	Solar- & Spar GmbH
	2013	52,92	27,47 t	
Schulzentrum Walbach	2007	29,04	15,10 t	Gemeindewerke Engelskirchen
Grundschule Schnellenbach, Turnhalle	2009	29,70	15,44 t	Regenerative Energien
Grundschule Loope, Turnhalle	2010	22,08	11,47 t	Energiegenossenschaft Lindlar
Grundschule Engelskirchen, Turnhalle	2013	29,40	15,26 t	EGE
<b>Gesamt:</b>		<b>163,14</b>	<b>84,74 t</b>	

Abbildung 48

## 9.2 Thermische Solarenergie

Im Freibad Engelskirchen wird eine Solarthermieanlage mit einer Fläche von 750 m<sup>2</sup> zur Beheizung des Beckenwassers betrieben. Die Wärmeleistung beträgt max.550 KW bei einem mittleren täglichen Solarertrag von 2100 KWh. Die max. theoretische Solareinstrahlung entspricht 3400 KWh.

## 9.3 Biomasse

Seit 2004 wird in der Grundschule Engelskirchen ein Pelletheizkessel mit einer Leistung von 150 KW zur Grundlastversorgung eingesetzt. Hiermit wird eine Wärmemenge von 355 300 KWh im Jahr erzeugt. Hier konnte der Pelletanteil an der Wärmeerzeugung gegenüber 2012 um 112 000 KWh gesteigert werden. Diese Wärmemenge soll durch weitere Optimierungen in der Regeltechnik in den nächsten Jahren noch gesteigert werden.

Im Schulzentrum Walbach wird ebenso ein Pelletheizkessel mit einer Leistung von 174 KW als Grundlastkessel eingesetzt. Hiermit wurde eine Wärmemenge von 340 400 KWh im Jahr erzeugt. Durch den Einbau eines Pufferspeichers soll die Effizienz gesteigert werden um den Anteil an der Wärmeversorgung zu steigern.

## 9.4 Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW)

Im Aggertal gymnasium wird ein BHKW von der AggerEnergie betrieben. Das BHKW hat eine elektrische Leistung von 110 KW thermisch und 50 KW elektrisch. Die elektrische Energie wird ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

## 10 Rentabilität moderner Energiekonzepte

In diesem Kapitel sollen die Ergebnisse der Bachelorarbeit von Frau Galia Dick im Hinblick auf die Rentabilität von Investitionen in regenerativen Energien und Wärmedämmmaßnahmen zusammengefasst und erläutert werden. Hierdurch werden Erfolge aber auch Schwierigkeiten bei der Umsetzung moderner Energiekonzepte deutlich. Diese Arbeit ist eine wichtige Entscheidungs- und Optimierungshilfe für zukünftige Investitionen.

Originalzitate und Beiträge sind *kursiv und farblich* hervorgehoben. Graphische Darstellungen in diesem Kapitel sind alle aus der Arbeit entnommen.

*\*Ziel der Bachelorarbeit ist, die aktuellen Energieanlagen und energetischen Sanierungsmaßnahmen der letzten Jahre, die an Schulen der Gemeinde Engelskirchen realisiert wurden, umwelttechnisch und wirtschaftlich zu bewerten.*

*Auf der Basis des vorliegenden Verbrauchs der letzten Jahre für thermische und elektrische Energien sollen die mit den Investitionen verbundenen Kosten untersucht werden. Zum Abschluss soll eine Beurteilung der Investitionen durchgeführt werden, die der Gemeinde als Orientierung bei zukünftigen Investitionen im Bereich der Energieversorgung und Energieeffizienz dienen soll.*

*Des Weiteren sollen folgende Ziele erreicht werden:*

- Objektbezogene Verbrauchsermittlung der thermischen und elektrischen Energien binnen der letzten Jahre*
- Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen auf die Verbräuche*
- Untersuchung der Wirtschaftlichkeit moderner Energiekonzepte, mit Hilfe der statischen und dynamischen Methoden der Investitionsrechnung*

*\*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 2*

Frau Dick geht in ihrer Arbeit sehr ausführlich auf die verschiedenen Berechnungsmethoden zur Wirtschaftlichkeit der Investitionen ein, diese Ausführungen werden hier nicht dargestellt, um den Umfang des Energieberichts nicht zu sehr auszudehnen.

In den folgenden Abschnitten werden die Untersuchungsergebnisse bezüglich Investitionen in Energiesparmaßnahmen in einigen Objekten der Gemeinde Engelskirchen aufgeführt.

## 10.1 Rentabilität von Energiesparmaßnahmen in der Grundschule Engelskirchen

*\*Im nachfolgenden Kapitel werden die energetischen Sanierungsmaßnahmen, die an der Grundschule Engelskirchen realisiert wurden, unter Einsatz der Investitionsrechnung wirtschaftlich bewertet und umwelttechnisch beleuchtet. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 17 Kap.3*

### Wärmedämmung:

*\*Der Wärmebedarf eines Gebäudes bietet erhebliches Potential zur Reduzierung des Heizwärmebedarfes. So können durch Investition in die Gebäudedämmung und Fenstersanierung der Brennstoffverbrauch gemindert und entsprechend daraus resultierende Brennstoffkostensparnisse erzielt werden. Aus diesem Grund wurden am Schulgebäude der Grundschule Engelskirchen ein WDVS, wärmeschutzverglaste Fenster und neues Dach eingebaut. Der Investitionsbetrag lag bei 466.238,48 €; in diese Summe flossen neben den Anschaffungskosten für WDVS, neue Fenster und neues Dach auch die Planungs- und Montagekosten ein.*

*\*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 20+21 Kap.3.2*

*\*Vor der Investition in WDVS, Fenster- und Dachsanierung betrug der Gebäudewärmebedarf, der Grundschule Engelskirchen etwa 400 kW. Durch die Verbesserung der Wärmedämmung konnte der Gebäudewärmebedarf auf 300 kW und somit um 25 % reduziert werden.*

*\*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 21 Kap.3.2.1.1*

	Jahres- Heizwärme- verbrauch Gesamt	Jahres- Heizwärme- verbrauch Pellets	Jahres- Heizwärme- verbrauch Erdgas	Jahres- Brennstoff- verbrauch Pellets	Jahres- Brennstoff- verbrauch Erdgas
<b>vor der Sanierung [kWh/a]</b>	650.000,00	520.000,00	130.000,00	614.366,73	147.392,29
<b>nach der Sanierung [kWh/a]</b>	390.000,00	312.000,00	78.000,00	368.620,04	88.435,37
<b>Ersparnis [kWh/a]</b>	260.000,00	208.000,00	52.000,00	245.746,69	58.956,92

*\*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 23 Tab. 3.2*

*\*Durch die Investition in Wärmedämmverbundsystem, neue Fenster und Dachsanierung wird der Brennstoffverbrauch reduziert. Resultierend aus der Reduzierung des Brennstoffes wird die Kohlendioxidemission verringert. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 26 Kap.3.2.2*

## Wärmeversorgungsanlagen:

*\*Im Jahr 2004 wurde an der Grundschule Engelskirchen die alte Wärmeversorgungsanlage durch einen Pelletkessel mit 150 [kW] und einen Gaskessel mit 280 [kW] ersetzt. Die gesamte Investition betrug 153.394,00 €, die Gemeinde Engelskirchen erhielt einen Zuschuss in Höhe von 39.424,00 €. Die Investition beinhaltet Kosten für die Heizungsanlage in Höhe von 112.148,00 € und Planungskosten in Höhe von 36.646,00 €. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 27 Kap.3.3*

Die Investitionskosten in eine Pelletheizung sind gegenüber den Investitionskosten in eine herkömmliche Gasheizung sehr viel höher. Das liegt an den Herstellungskosten eines Pelletlagers und der aufwendigeren Regeltechnik eines Pelletkessels. Die Wirtschaftlichkeit kann sich nur durch die Einsparung von Brennstoffkosten ergeben. Hierzu ist es notwendig, dass der Pelletkessel den überwiegenden Teil der Wärmeversorgung gegenüber dem auch vorhandenen Gaskessel erzeugt. Durch eine fehlende Regelung des Kesselmanagements konnten nur 40 % Wärmeanteil mit dem Pelletkessel erzeugt werden. Durch Wegschalten des Gaskessels bei Außentemperaturen oberhalb von  $-5^{\circ}\text{C}$  konnten mittlerweile 87 % der erforderlichen Wärme mit Pellets erzeugt werden. Diese Zahlen lagen Frau Dick bei Ihrer Auswertung noch nicht vor.

*\*Die Investition in den Pelletkessel und einen Gaskessel an der Grundschule Engelskirchen ist in der Vergangenheit aufgrund oben dargestellter technischer Probleme nicht wirtschaftlich gewesen. Die Wirtschaftlichkeit der Anlagen hängt darüber hinaus in starkem Maße von der Preisentwicklung der Energieträger ab. Die weitergehenden Analysen zeigen aber auch, dass mit Behebung der technischen Probleme und Betrieb des Pelletkessels mit optimalem Nutzungsgrad eine wirtschaftliche Nutzung der Anlage erwartet werden kann. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 40 Kap.3.3.1.3*

*\*Durch die Investition in einen Pelletkessel in Kombination mit einem Erdgaskessel, statt der Investition in einen reinen Erdgaskessel konnte die Kohlendioxidemission an der Grundschule Engelskirchen reduziert werden.*

*Bei der heutigen Nutzung liefert der Pelletkessel 40 [%] des Jahres-Heizwärmebedarfes. Somit wurden 260.000 [kWh/a] vor der Investition in die Wärmedämmung und 156.000 [kWh/a] nach der Sanierung an Wärmeenergie durch den Pelletkessel erzeugt.*

*Durch die Investition in den Pelletkessel bei der oben genannten Nutzungskapazität, konnte die Kohlendioxidemission jährlich um 40.525,90 [kg] vor Anbringen der Wärmedämmung reduziert werden. Nach der Sanierung werden 24.315,55 [kg] Kohlendioxid weniger durch die Nutzung des Pelletkessels in die Atmosphäre ausgestoßen.*

*Werden die Nutzungsbedingungen optimiert, z.B. durch eine weitere Investition in eine Steuerungsanlage oder durch die Abkoppelung des Erdgaskessels vom Pufferspeicher, kann der Nutzungsanteil des Pelletkessels auf 80 [%] erhöht werden. Daraus resultierend kann die Minderung der Kohlendioxidemission auf 48.631,10 [kg/a] verdoppelt werden.*

*\*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 41 Kap.3.3.2*

*\*Die energetischen Maßnahmen die an der Grundschule Engelskirchen realisiert wurden sind sowohl aus wirtschaftlicher als auch umwelttechnischer Sicht vorteilhaft. Allerdings ist deutlich darauf hinzuweisen, dass der Pelletkessel nur dann im Vergleich zu einem einfachen Gaskessel wirtschaftlich vorteilhaft wenn er nahe seinem optimalen Nutzungsgrad von 80% eingesetzt wird.*

*Ebenso zeigt die wirtschaftliche Analyse, dass der betriebswirtschaftliche Vorteil eines Pelletkessels gegenüber einer vergleichbaren Gasanlage heutzutage noch gering ist, da die Investitionen noch erheblich höher sind. Somit hängt die Wirtschaftlichkeit sehr stark von der zukünftigen Entwicklung der Energieträgerpreise ab. Andererseits sind die finanziellen Risiken, betrachtet über die Lebenszeit der hier verglichenen Anlagen, bereits heute nicht mehr sehr groß. Mit zunehmender Anzahl von Pelletkesseln ist zu erwarten, dass die Investitionskosten geringer werden. Bereits heute lässt sich die anfänglich deutlich höhere Investition in die Pelletkesselanlage mit den erzielbaren Vorteilen bei den Betriebskosten und, im Falle der Gemeinde Engelskirchen und deren erklärter Umweltziele, ganz besonders auch mit den erreichbaren CO<sub>2</sub>-Minderungen rechtfertigen.* \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 45 Kap.3.5

Die Berechnungen von Frau Dick beziehen sich auf die Kesselanlage in der Grundschule Engelskirchen, sie können nicht auf eine Pelletanlage in einem Einfamilienhaus übertragen werden, weil dort die Investitionskosten erheblich geringer sind und auch keine weitere Gaskesselanlage betrieben wird.

## **Photovoltaikanlage:**

*\*Die Gesamtleistung der Photovoltaikanlage beträgt 29,04 [kWp] und wird zur Deckung des elektrischen Energiebedarfes beitragen. Der elektrischen Energiebedarf der Grundschule Engelskirchen liegt im Mittelwert bei 50.000,00 [kWh/a]. Mittels des spezifischen Ertrages der Anlage kann die Gesamtleistung der Photovoltaikanlage zu ca. 26.000 kWh/a ermittelt werden. Da die Anlage im Sommer die Höchstwerte erreicht wird ein Teil der erzeugten Energie ins Netz eingespeist. Der Eigenverbrauch liegt bei 45 [%] der Gesamtleistung.* \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 41 Kap.3.4

*\*Die Photovoltaikanlage kostete 48.195,00 [€] und hat eine Nutzungsdauer von 20 Jahren. Um zu beurteilen, ob die Investition aus wirtschaftlicher Sicht vorteilhaft ist, sollen die Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung eingesetzt werden. Die Wirtschaftlichkeitsanalyse soll auf Basis von Einzahlungen, die durch die Einspeisung der elektrischen Energie gebildet werden, und Einsparungen, die durch den Eigenverbrauch entstehen, durchgeführt werden.* \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 42 Kap.3.4.1

*\*Die dynamische Amortisationszeit beträgt acht Jahre und liegt unter der Nutzungsdauer, woraus man schließen kann, dass die Investition vorteilhaft ist.*

*Des Weiteren soll für die Wirtschaftlichkeitsbewertung der Investition die Kapitalwertmethode eingesetzt werden.* \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 43 Kap.3.4.1

Jahr		Gewinn	Abzinsungs- faktor	Barwert	Kapitalwert
2013					-48195,00
2013	1	4727,21	0,985	4657,35	-43537,65
2014	2	4841,75	0,971	4699,70	-38837,95
2015	3	4961,96	0,956	4745,21	-34092,74
2016	4	5088,13	0,942	4793,96	-29298,78
2017	5	5220,53	0,928	4846,01	-24452,77
2018	6	5359,45	0,915	4901,45	-19551,32
2019	7	5505,20	0,901	4960,33	-14590,99
2020	8	5658,09	0,888	5022,75	-9568,24
2021	9	5818,46	0,875	5088,78	-4479,46
2022	10	5986,65	0,862	5158,50	679,04
2023	11	6163,04	0,849	5232,01	5911,06
2024	12	6348,01	0,836	5309,39	11220,45
2025	13	6541,95	0,824	5390,74	16611,19
2026	14	6745,29	0,812	5476,16	22087,35
2027	15	6958,46	0,800	5565,74	27653,08
2028	16	7181,93	0,788	5659,59	33312,67
2029	17	7416,18	0,776	5757,81	39070,48
2030	18	7661,71	0,765	5860,53	44931,01
2031	19	7919,04	0,754	5967,85	50898,86
2032	20	8188,74	0,742	6079,90	56978,76
Anschaffungswert					48195,00
Summe					105173,76
Kapitalwert					56978,76

Tabelle 3.15 Kapitalwert der Photovoltaikanlage an Grundschule Engelskirchen

*\*Der Kapitalwert liegt bei 56.978,76 [€], der Kapitalwert ist positiv und zeigt das die Photovoltaikanlage unter oben genannter Kriterien wirtschaftlich genutzt werden kann.*

*Beide Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung kommen zu dem gleichen Ergebnis und zeigen, dass die Investition in eine Photovoltaikanlage aus wirtschaftlicher Sicht vorteilhaft ist. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 44 Kap.3.4.1*

*\*Die energetischen Maßnahmen die an der Grundschule Engelskirchen realisiert wurden sind sowohl aus wirtschaftlicher als auch umwelttechnischer Sicht vorteilhaft. Allerdings ist deutlich darauf hinzuweisen, dass der Pelletkessel nur dann im Vergleich zu einem einfachen Gaskessel wirtschaftlich vorteilhaft wenn er nahe seinem optimalen Nutzungsgrad von 80% eingesetzt wird. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 45 Kap.3.5*

## 10.2 Rentabilität von Energiesparmaßnahmen in der Grundschule Loope

### Wärmedämmung und Erneuerung von Fenstern:

*\*Der Investitionsbetrag für Wärmedämmverbundsystem und Fenstererneuerung lag bei 205.288,67 €.*

*Da Fenstersanierung und Einbau des Wärmedämmverbundsystems zeitlich parallel realisiert wurden und keine Wärmezähler in der Turnhalle installiert sind, können die Maßnahmen nicht einzeln bewertet werden. Aus diesem Grund werden die beiden Maßnahmen als eine einzelne Maßnahme betrachtet. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 46 Kap.4*

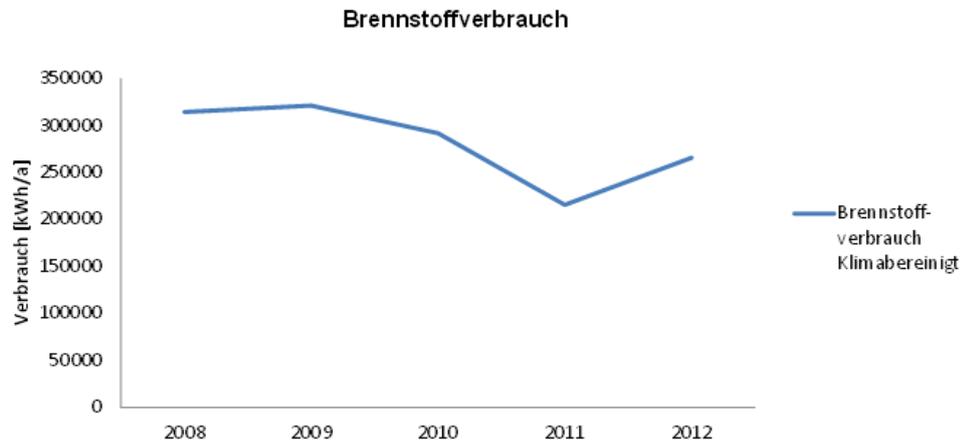


Abbildung 4.1 Jahres-Brennstoffverbräuche der letzten fünf Jahre<sup>96</sup>

*\*Der Verlauf zeigt dass der Brennstoffverbrauch mittels der WDVS und Fenstersanierung von über 300.000 [kWh/a] auf etwa 210.000 [kWh/a] reduziert werden konnte; das ist eine Minderung von 30 %. Des Weiteren kann man deutlich erkennen, dass nach den Sanierungen der bisherige Tiefpunkt des Brennstoffverbrauches im Jahr 2011 erreicht wurde, der Brennstoffverbrauch im Jahr 2012 aber wieder auf über 260.000 [kWh/a] anstieg. Mögliche Gründe für die Steigerung des Brennstoffverbrauches nach der Sanierung sind vielfältig, da eine Reihe von Einflussfaktoren in Betracht kommt. Zu nennen sind hier u.a.:*

- *Geändertes Nutzerverhalten*
- *Geänderte Belegungszeiten der Schulräume*
- *Technische Probleme der Wärmeversorgungsanlage*
- *Einfluss weiterer Baumaßnahmen zur Sanierung des Hauptgebäudes.*

*Die detaillierten Gründe werden in der nächsten Zukunft durch die Gemeinde genauer ermittelt, um gegebenenfalls Korrekturmaßnahmen einzuleiten. Trotz des Anstiegs des Heizwärmeverbrauches im Jahr 2012 kann eine deutliche Reduzierung des Brennstoffverbrauches erkannt werden. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 47 Kap.4.1*

### **10.3 Rentabilität von Energiesparmaßnahmen im Schulzentrum Walbach**

#### **Wärmeversorgungsanlagen:**

*\*Zur Wärmeversorgung wurden wie bereits erwähnt im Jahr 2007 am Schulzentrum Walbach Pelletkessel und Gaskessel installiert. Ziel der technischen Auslegung war, dass der Pelletkessel die Grundversorgung der Schule übernimmt. Bei der Investition in den Pelletkessel handelte es sich um ein Pilotprojekt, da noch keine umfassenden Erfahrungen mit der Kombination von Gas- und Pellet Brennern vorlagen. So traten auch während der Inbetriebnahme technische Probleme auf, die dazu führten, dass der Kessel erst im Jahr 2009 dauerhaft in Betrieb genommen werden konnte. Dies spiegelte sich in den Jahres-Heizwärmeverbräuchen wieder. In Abbildung 5.1 werden die Verbräuche an thermischen Energien für die letzten sechs Jahre dargestellt. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 53 Kap.5.1*

## Jahres-Heizwärmeverbrauch (klimabereinigt)

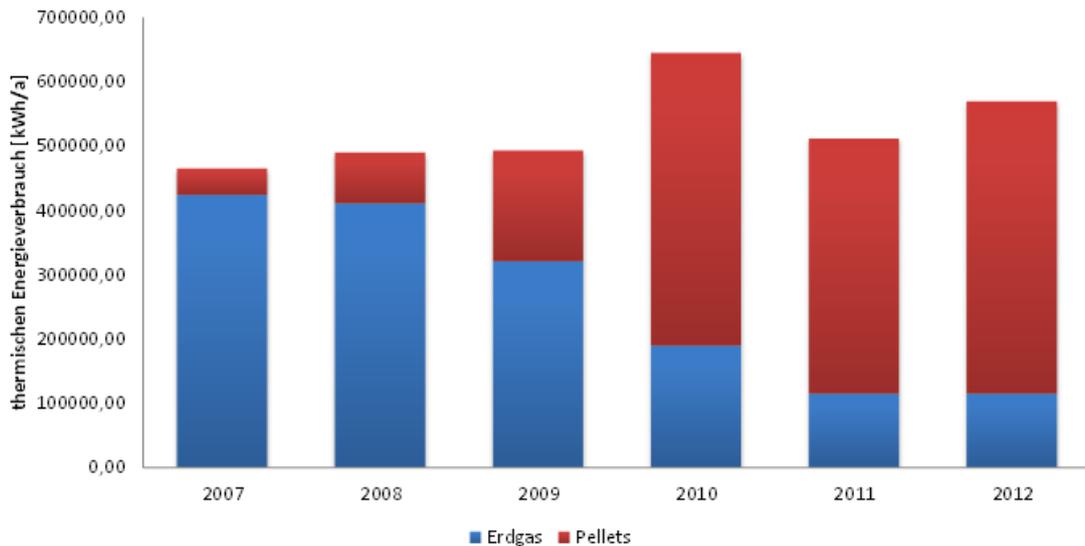


Abbildung 5.1 Jahres-Heizwärmeverbrauch der letzten 6 Jahre

*\*In den ersten zwei Jahren zeigt der Verlauf, dass der Anteil an Heizwärme, die durch den Pelletkessel erzeugt wurde, unter 15 % lag. Erst nachdem diverse technische Probleme beseitigt werden konnten stieg der Anteil an Pellets-Heizwärme auf über 80 %. Hierzu gehörte eine nicht hinreichend ausgereifte Steuerung, das anfängliche Fehlen eines passend dimensionierten Pufferbehälters, die Abstimmung der Regelgrößen für die Ansteuerung des Gasbrenners und einige weitere technische Herausforderungen. Aus diesem Grund soll die Wirtschaftlichkeitsberechnung erst ab 2009 erfolgen. Die zuvor entstandenen Kosten für die Pilotphase werden als einmalige Sonderkosten betrachtet und fließen nicht in diese Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ein, da sie zukünftig als Entscheidungshilfe für Investitionen mit herangezogen werden soll. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 54 Kap.5.1*

Frau Dick ermittelte die Wirtschaftlichkeit durch 2 unterschiedliche Varianten indem verschiedene Preisentwicklungen für Gas- und Pellets Berücksichtigt wurden.

*Die in Variante 2 zugrunde gelegten Annahmen einer jährlichen Preissteigerung von 5% für Erdgas und 3% für Pellets dürften der real zu erwartenden Entwicklung sehr nahe kommen, wie die Preisentwicklungen seit Realisierung der Investition belegen. Unklar ist die zukünftige Preisentwicklung für Pellets, es ist aber anzunehmen, dass sie sich auch für die nächsten Jahre stets unterhalb der Gaspreise bewegen werden. Die geringen Abweichungen in den Wirtschaftlichkeitsbewertungen der beiden Alternativinvestitionen rechtfertigen demnach die damalige Entscheidung für die umweltfreundlichere Pellet Technologie. Dennoch ist die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgungsanlagen in starkem Maße von den Brennstoffpreisen und deren Entwicklung abhängig. So ist z.B. im Vergleich zu den Wärmeversorgungsanlagen der Grundschule Engelskirchen die Investition am Schulzentrum Walbach auch bei optimaler Nutzung mit Risiko behaftet. Dies liegt zum größten Teil an den hohen Betriebskosten des Pelletkessels, aber auch an den hohen Anschaffungskosten der Wärmeversorgungsanlagen.*

Anzumerken ist hier jedoch auch, dass die Anschaffungskosten für Pellet Öfen in den letzten Jahren bereits deutlich gesunken sind, da diese damals noch recht junge Technologie nach und nach den Markt durchdringt. Dies wird zukünftig wirtschaftliche Entscheidungen für die Pellet Technik positiv beeinflussen. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 59+60 Kap.5.1.2

\*Durch die Investition in einen Pelletkessel konnten die Kohlendioxidemissionen am Schulzentrum Walbach deutlich gemindert werden. Im Durchschnitt wird der Kohlendioxidausstoß um 36.284,55 kg/a reduziert. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 60 Kap.5.1.3

## Photovoltaikanlage:

\*Bei der Errichtung des Schulzentrums wurde auf dem Dach der Schule eine Photovoltaikanlage installiert. Die Anlage kostete die Gemeinde Engelskirchen 134.197,43 € und hat eine Nennleistung von 29,9 kWp. Die durch die Anlage erzeugte elektrische Energie wird zu einem Vergütungssatz von 0,4921 €/kWh ins Netz eingespeist. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 60 Kap.5.2

\*Die dynamische Amortisationszeit beträgt 12 Jahre und liegt innerhalb der Anlagennutzungsdauer. Daraus folgt, dass die Investition in diese Photovoltaikanlage wirtschaftlich ist. Um die Aussage der dynamischen Amortisationszeit zu untermauern, soll an dieser Stelle die Kapitalwertmethode angewendet werden.

Der Kapitalwert wird unter Einsatz der Formel 2.4 aus den periodisch abhängigen Überschüssen bestimmt und beträgt 71.656,09 [€]. In der Abbildung 5.4 werden die kumulierten Barwerte graphisch dargestellt. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 61 Kap.5.2.1

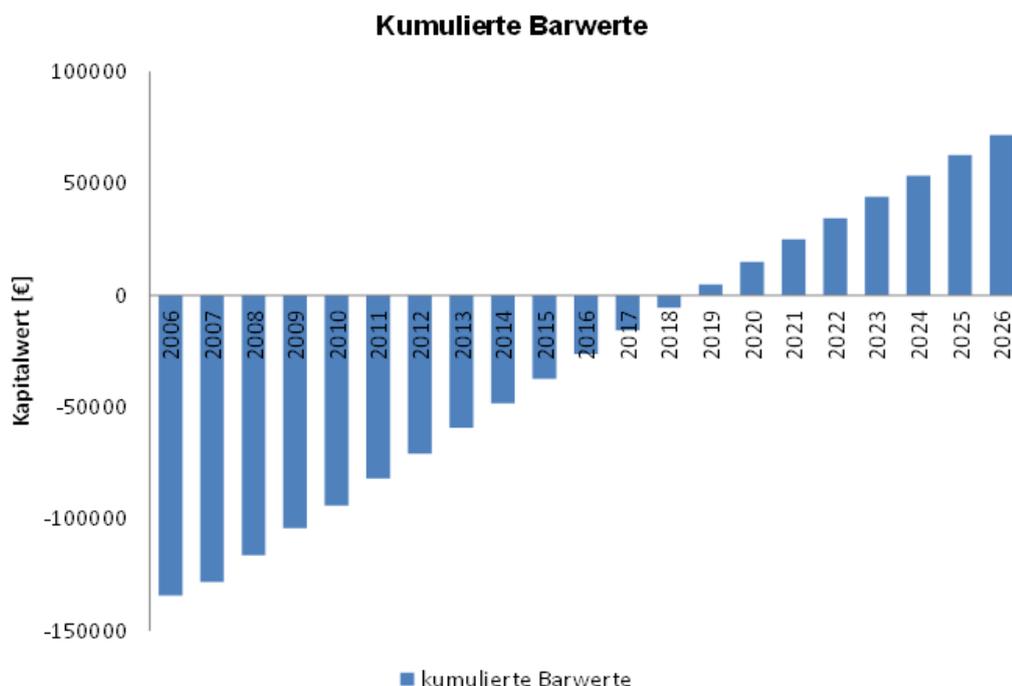


Abbildung 5.4 Kapitalwert Photovoltaikanlage

*\*Der Kapitalwert ist positiv und zeigt dass die Photovoltaikanlage unter den oben genannten Kriterien wirtschaftlich genutzt wird. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 61 Kap.5.2.1*

*\*Mittels der Photovoltaikanlage kann das Schulzentrum Walbach emissionsfreien Strom erzeugen und so dazu beitragen, dass die Kohlendioxidemissionen in der Gemeinde Engelskirchen reduziert werden. \*Galia Dick „Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Seite 62 Kap.5.2.2*

*\*Bachelorarbeit von Frau Galia Dick „Untersuchung der Rentabilität moderner Energiekonzepte aus der Region“ Dez. 2013, Fachhochschule Köln.*

## **11 Umsetzung von Energiesparmaßnahmen im Jahr 2013**

Das Jahr 2013 stand im Zeichen großer Bauvorhaben der nächsten Jahre und damit umfänglicher Planungsüberlegungen unter energetischen Gesichtspunkten. Hier ist in erster Linie die Sanierung und Teilerneuerung des Aggertalgymnasiums zu nennen. Durch Erarbeitung neuer Lüftungs- und Regelkonzepte soll schon im Vorfeld der Bauteilplanungen für die Umsetzung moderner Energiespartechniken gesorgt werden. Die Zusammenarbeit mit dem Beratungsbüro VBD und der ausführenden Fa. Goldbeck führte zu guten Perspektiven.

### **11.1 Turnhalle der Grundschule Engelskirchen, Fenstererneuerung und Anbringung eines Wärmedämmverbundsystems.**

Diese Sanierungsmaßnahme ist 2012 begonnen worden und wurde im Frühjahr 2013 abgeschlossen. Durch diese Maßnahme werden die Dämmarbeiten an der Grundschule Engelskirchen, die im Rahmen der „Energetischen Sanierung“ durchgeführt wurden, abgeschlossen. Die Heizenergie Verbrauchswerte an der Grundschule ergeben wegen der ergriffenen Energiesparmaßnahmen der letzten Jahre hervorragende Werte.

### **11.2 Feuerwehr Engelskirchen, Dämmung von vorhandenen Heizrohren.**

Die verlegten Heizrohre im Gerätehaus waren in weiten Teilen des Kellerbereiches nicht- oder nur unzureichend gedämmt. Es wurden 1188,83 € für die Dämmarbeiten verausgabt und sollen eine erste Maßnahme zur Reduzierung der sehr hohen Heizkosten sein.

### **11.3 Freibad Engelskirchen, Bau einer Brunnenanlage.**

Durch den Bau einer Brunnenanlage am Freibad Engelskirchen sollen Wasserkosten reduziert werden. Während der Freibadsaison werden ca. 6000 m<sup>3</sup> Wasser benötigt. Die Brunnenanlage soll ca. 4800 m<sup>3</sup> Wasser in der Badesaison fördern und damit die Wasserkosten um ca. 8000,- € reduzieren. Bei einer Investitionssumme von ca. 10 000,- € ist die Amortisation nach 1,3 Jahren erreicht.

## **11.4 Rathaus Engelskirchen: Einbau einer Hocheffizienzpumpe.**

Der Austausch von normalen Heizungsumwälzpumpen gegen Hocheffizienzpumpen ist bei allen Gebäuden energetisch sinnvoll und rechnet sich in Abhängigkeit der Betriebszeiten relativ kurzfristig.

## **12 Ausblick und Entwicklung**

Wie schon im Kapitel 11 erwähnt, werden in den nächsten Jahren erhebliche Investitionen in den Erhalt der baulichen Infrastruktur und hier besonders des Aggertalgymnasiums erfolgen. Dabei spielen Investitionen in moderne „Energiesparende Maßnahmen“ eine große Rolle, denn die Energiekosten stellen einen wesentlichen Kostenanteil an der Gebäudeunterhaltung dar.

In dem Klimaschutzteilkonzept „Eigene Liegenschaften“ ist das Feuerwehrgerätehaus Engelskirchen energetisch beurteilt worden. In Zusammenarbeit mit der Löschgruppe Engelskirchen soll das Gebäude überplant werden, um sinnvolle Umnutzungen, gerade unter energetischen Gesichtspunkten, umzusetzen.

2014 soll nun auch die Erneuerung der Hallenbeleuchtung in der Sporthalle Walbach umgesetzt werden, die Planungen sind zurzeit im Gange. Die Baumaßnahme soll in den Sommerferien erfolgen.

Ebenso als größere Baumaßnahme wäre hier die Dachsanierung des Übergangsheims Wallefeld zu nennen. Durch Einbau von wassersparenden Armaturen und Verbesserung der Dachdämmung sollen den erheblichen Kosten im Bereich Heizung und Wasser entgegengewirkt werden.

In den vergangenen Jahren hat die Gemeinde Engelskirchen schon erhebliche Anstrengungen zur Gebäudeunterhaltung unternommen. Hier tragen die Investitionen in Wärmedämmung und moderne Heiztechnik langsam Früchte. Einsparmöglichkeiten ergeben sich hauptsächlich noch in der Beleuchtungstechnik und in der Gebäuderegulung. Das Augenmerk Beleuchtungstechnik liegt hier besonders auf der Sanierung der Beleuchtung im Rathaus und dem Feuerwehrgerätehaus Engelskirchen. Bei der Regeltechnik wird die Optimierung der Heizungsanlagen Schulzentrum Walbach und der Grundschule Engelskirchen im Vordergrund stehen.

## 13 Abbildungsverzeichnis:

	<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Abbildung 1:	Verbrauchskennzahlen Wärmeenergie an Grundschulen	8
Abbildung 2:	Wärme-Verbrauchsentwicklung an Grundschulen	9
Abbildung 3:	CO <sup>2</sup> Ausstoß an Grundschulen inkl. Turnhallen	9
Abbildung 4:	Verbrauchskennzahlen Stromverbrauch an Grundschulen	10
Abbildung 5:	Stromverbrauchswerte an Grundschulen	11
Abbildung 6:	Strom-Verbrauchsentwicklung an Grundschulen	11
Abbildung 7:	Strom-Verbrauchsentwicklung mit Kennzahlen an Grundschulen	12
Abbildung 8:	Wasserverbrauch in den Grundschulen	12
Abbildung 9:	Wasser-Verbrauchsentwicklung an den Grundschulen	13
Abbildung 10:	Gesamtverbrauch Wärmeenergie an Weiterführenden Schulen	14
Abbildung 11:	Kennzahlen Wärmeenergie an Weiterführenden Schulen	14
Abbildung 12:	CO <sup>2</sup> -Ausstoß an Weiterführenden Schulen	15
Abbildung 13:	Wärme-Verbrauchsentwicklung an Weiterführenden Schulen	15
Abbildung 14:	Stromverbrauch an Weiterführenden Schulen	16
Abbildung 15:	Kennzahlen-Stromverbrauch an Weiterführenden Schulen	16
Abbildung 16:	Strom-Verbrauchsentwicklung an Weiterführenden Schulen	17
Abbildung 17:	Wasserverbrauch an Weiterführenden Schulen	18
Abbildung 18:	Wasser-Verbrauchsentwicklung an Weiterführenden Schulen	18
Abbildung 19:	Wärmeverbrauch der Turn- und Sporthallen	19
Abbildung 20:	Kennzahlen-Wärmeverbrauch der Turn- und Sporthallen	19
Abbildung 21:	Kennzahlen-Stromverbrauch der Turn- und Sporthallen	20
Abbildung 22:	Kennzahlen-Wasserverbrauch der Turn- und Sporthallen	21
Abbildung 23:	Wärmeverbrauch Sportplatz Loope	21
Abbildung 24:	Kennzahlen-Wärmeverbrauch der Verwaltungsgebäude	22
Abbildung 25:	Wärme-Verbrauchsentwicklung der Verwaltungsgebäude	22
Abbildung 26:	CO <sup>2</sup> -Ausstoß der Verwaltungsgebäude	23
Abbildung 27:	Kennzahlen-Stromverbrauch der Verwaltungsgebäude	23
Abbildung 28:	Strom-Verbrauchsentwicklung der Verwaltungsgebäude	24
Abbildung 29:	Wasserverbrauch der Verwaltungsgebäude	24
Abbildung 30:	Kennzahlen-Wärmeverbrauch der Wohngebäude	25
Abbildung 31:	Wärme-Verbrauchsentwicklung der Wohngebäude	25
Abbildung 32:	Kennzahlen-Stromverbrauch der Wohngebäude	26
Abbildung 33:	Strom-Verbrauchsentwicklung der Wohngebäude	26
Abbildung 34:	Wasserverbrauch der Wohngebäude	27
Abbildung 35:	Wasser-Verbrauchsentwicklung der Wohngebäude	27
Abbildung 36:	Kennzahlen-Wärmeverbrauch der Feuerwehrgerätehäuser	28

Abbildung 37:	Wärme-Verbrauchsentwicklung der Feuerwehrgerätehäuser	28
Abbildung 38:	Stromverbrauch der Feuerwehrgerätehäuser	29
Abbildung 39:	Kennzahlen-Stromverbrauch der Feuerwehrgerätehäuser	29
Abbildung 40:	Strom-Verbrauchsentwicklung der Feuerwehrgerätehäuser	30
Abbildung 41:	Wasserverbrauch der Feuerwehrgerätehäuser	30
Abbildung 42:	Wasser-Verbrauchsentwicklung der Friedhöfe	31
Abbildung 43:	Gesamtbilanz Wärmeverbrauch	32
Abbildung 44:	Gesamtbilanz Energieträger	32
Abbildung 45:	Gesamtbilanz CO <sup>2</sup> Freisetzung	33
Abbildung 46:	Gesamtbilanz Stromverbrauch	34
Abbildung 47:	Gesamtbilanz Wasserverbrauch	34
Abbildung 48:	Aufstellung der PV-Anlagen	36