

# Energiebericht 2017



Sporthalle Walbach, neue LED-Beleuchtung

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. Anmerkungen zum Energiebericht	5
3. Grundlagen des Energiemanagements	6
4. Zählererfassung und Verbrauchsdaten	6
5. Kennwerte nach VDI 3807	7
6. Gebäudeanalyse	7
7. Prioritätenliste	8
8. Energieverbrauch der Gemeindeliegenschaften	9
8.1. Grundschulen	9
8.2. Weiterführende Schulen	13
8.3. Turn- und Sporthallen	18
8.4. Freibad Engelskirchen	20
8.5. Verwaltungsgebäude	22
8.6. Wohngebäude und Wohnheime	24
8.7. Feuerwehrgerätehäuser	26
8.8. Friedhöfe	28
9. Energie und CO <sup>2</sup> Bilanzen	29
10. Nutzung regenerativer Energien	34
10.1. Photovoltaik	34
10.2. Thermische Solarenergie	35
10.3. Biomasse	35
10.4. Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW)	36
11. Entwicklung der Energiekosten	36
12. Umsetzung von Energiesparmaßnahmen im Jahr 2016	38
12.1 Freibad, Erstellung einer PV-Anlage, erste Ergebnisse	38
12.2 Freibad, Einbau einer modernen Pumpenregelung	39
12.3 Schulzentrum Walbach, Optimierung der Heizungsanlage	39
12.4 Übergangsheim Wallefeld, Dachdämmung und Erneuerung der Sanitärinstallation	40
13. Aktuelle Projekte zur Energieeinsparung	40
14. Ausblick und Entwicklung	40
15. Abbildungsverzeichnis	41

## 1. Vorwort

Der Energiebericht soll dem Leser einen schnellen Überblick über die Energieverbräuche der Gemeinde Engelskirchen verschaffen. Er gibt aber auch Auskunft über „Energiesparende Maßnahmen“ die aktuell durchgeführt werden.

Das Titelbild zeigt die in den Osterferien 2017 durchgeführte Erneuerung der Hallenbeleuchtung der Sporthalle Walbach. Hierdurch soll nicht nur eine bessere Hallenausleuchtung erreicht werden, sondern auch in erheblichen Maße Energiekosten gesenkt werden. Zu Zielen und Umsetzung der Maßnahme wird in *Kapitel 13* näher eingegangen.

Der Schwerpunkt zur Energieeinsparung im Jahr 2016 war der Bau einer Photovoltaik-Anlage im Freibad Engelskirchen. Zusätzlich wurde dort eine moderne Pumpenregelung installiert. Ziel dieser Maßnahmen war Strom selber zum Eigenverbrauch zu erzeugen und Pumpenstrom zu reduzieren. Erste Ergebnisse werden in *Kapitel 12* dargestellt.

## 2. Anmerkungen zum Energiebericht

Die jährlichen Energieberichte der Gemeinde Engelskirchen sind in Aufbau und Gliederung absichtlich gleich aufgebaut. Hiermit soll eine bessere Orientierung und Lesbarkeit erreicht werden. Die erklärenden Kapitel 3.0 bis 6.0 verändern sich in den einzelnen Energieberichten nicht, sie dienen dem besseren Verständnis des Energieberichtes. Das Kapitel 10 „Nutzung regenerativer Energien“ wird in den jährlichen Berichten nur aktualisiert.

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 **2016**, in den Entwicklungsgraphiken sind die entsprechenden Jahre ersichtlich. Um Entwicklungen im Wärmebedarf vergleichbar zu machen, müssen Klimadaten der einzelnen Jahre berücksichtigt werden. So werden Schwankungen im Wärmebedarf aus klimatischen Gründen weitgehend ausgeglichen. Unterschiede im jährlichen Wärmebedarf können somit auf Verhaltensänderungen der Nutzer oder Änderungen in der Bausubstanz sowie in der technischen Ausrüstung zurückgeführt werden.

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.

### 3. 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.

### 4. 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 auf und wertet diese aus.

## 5. 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.

## 6. 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 31.12.2016 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.

## 7. Prioritätenliste energiesparender Investitionen

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 teilweise noch Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt werden, um Kosten und Amortisationszeiten zu ermitteln.

*Stand vom 1.06.2017:*

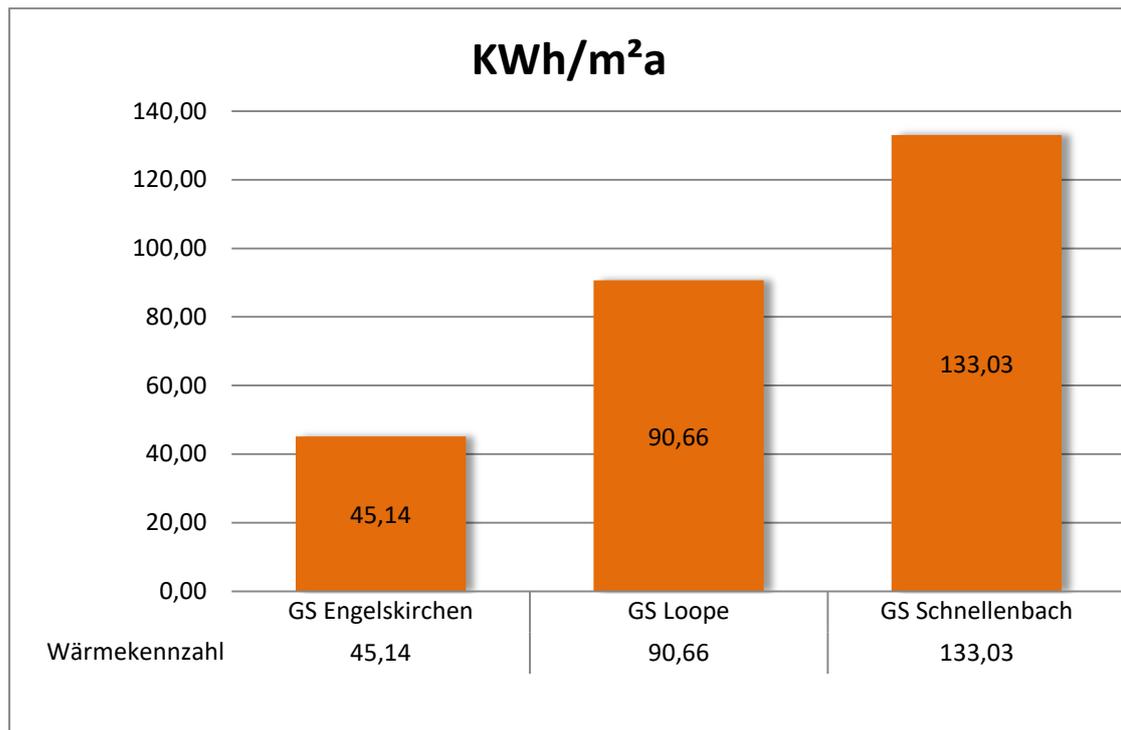
- 7.1 **Feuerwehrgerätehaus Engelskirchen: Überplanung des Gebäudes** um unterschiedliche Wärmezonen zur Reduzierung des Wärmebedarfs zu erreichen. Bei der Umsetzung der energiesparenden Maßnahme sind die Belange des Denkmalschutzes und der örtlichen Besonderheiten des Gebäudes zu beachten.  
Die Planungsarbeiten einschließlich Kostenermittlung für diese Maßnahme werden momentan durchgeführt.
- 7.2 **Aggertalgymnasium:** Einstellung und Optimierung der Technischen Anlagen insbesondere Heizung und Lüftung.
- 7.3 **Schulzentrum Walbach:** Optimierung der Technischen Anlagen insbesondere der Lüftungsanlage.
- 7.4 **Rathaus Engelskirchen, altes Wollager:**  
Durchführung eines hydraulischen Abgleichs und Einbau einer Einzelraumregelung
- 7.5 **Rathaus Engelskirchen:**  
Erneuerung der Not- und Sicherheitsbeleuchtung.
- 7.6 **Grundschule Engelskirchen: Erweiterung der Regeltechnik** auf den Bereich Turnhalle.  
Durch die Erweiterung der Turnhalle in eine Mehrzweckhalle haben sich auch die Nutzungszeiten und Anforderungen an die Halle verändert. Die zusätzliche Regeltechnik soll durch Optimierung der Anlagen zu Kostenreduzierungen führen.
- 7.7 **Erneuerung der Straßenbeleuchtung** und Umstellung auf moderne Leuchttechnik.  
Eine modellhafte Erneuerung ist im Jahr 2014 in Loope, Fuchsweg und im Ortsteil Bliesenbach von der AggerEnergie durchgeführt worden.  
Hier wird aufgrund der hohen Investitionskosten an eine schrittweise Sanierung gedacht.

## 8. Energieverbrauch der Gemeindeligenschaften

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

### 8.1. Grundschulen

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



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

Mittelwert =	140	Klimabereinigt
Zielwert =	70	Klimabereinigt

**Abbildung 1**

In den *Abbildungen 1- 3* sind die Wärmekeennzahlen und die Verbrauchsentwicklung von 3 Grundschulen dargestellt. Hier erkennt man sehr deutlich die abweichenden Wärmeverbräuche durch den unterschiedlichen Sanierungsstand der Schulen.

In *Abbildung 2* erkennt man den Anteil regenerativer Energieträger an der Wärmeerzeugung und in *Abbildung 3* wird die Verbrauchsentwicklung dargestellt. Hier erkennt man einen erfreulichen Trend nach unten.

Die Absoluten Wärmeverbräuche (*Abbildung 2*), sind dann in der Grundschule Engelskirchen durch die Gebäudegröße höher.

## Jahresverbrauch 2016 in KWh

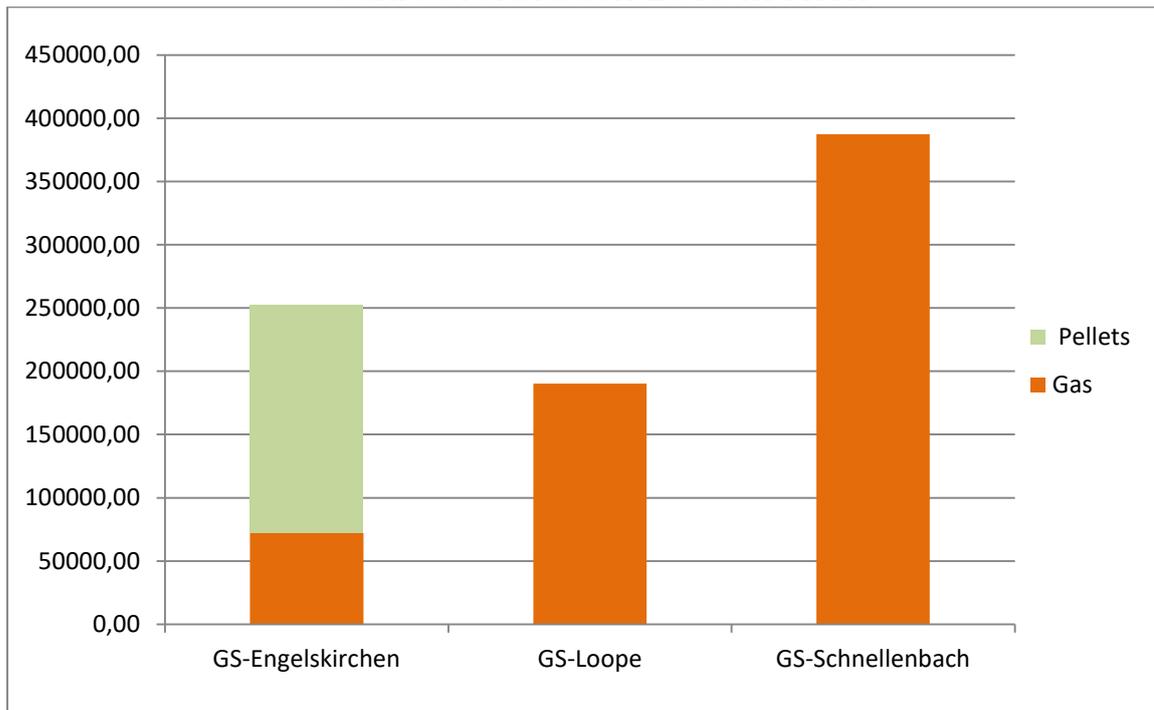


Abbildung 2

Klimabereinigt

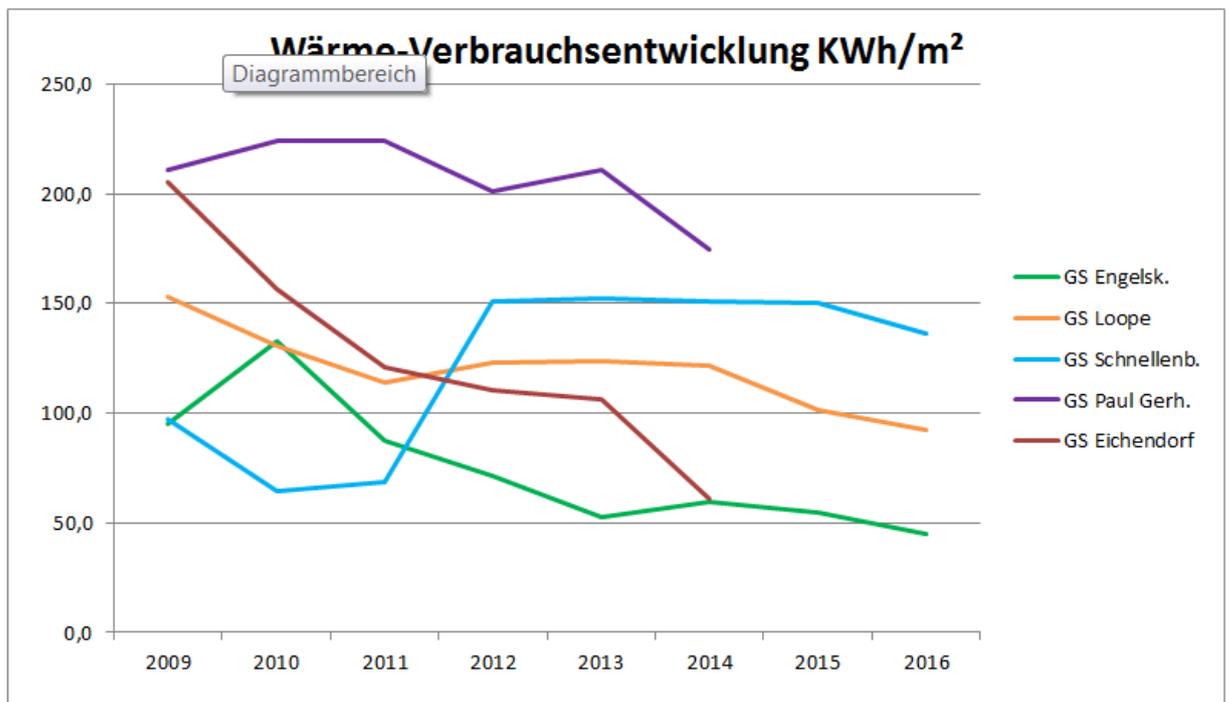
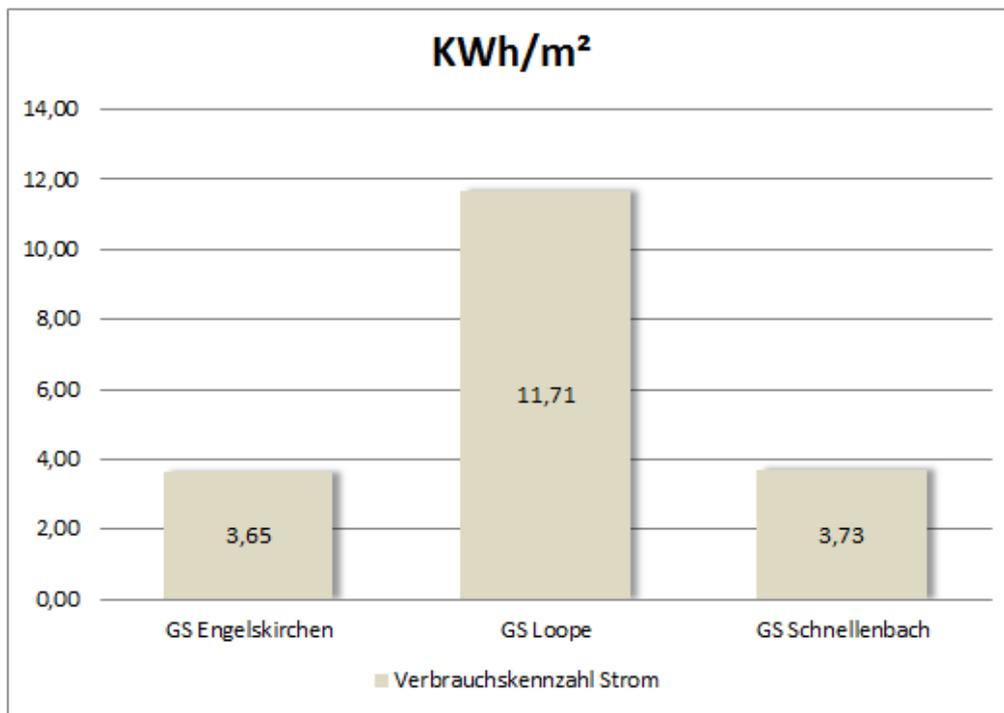


Abbildung 3

Die Grundschulen Paul-Gerhard und Eichendorff sind in den Sommerferien 2014 ins Schulzentrum Walbach verlegt worden, deshalb enden die Verbrauchskurven der beiden Schulen im Jahr 2014.

## Verbrauchskennzahl Elektrische Energie

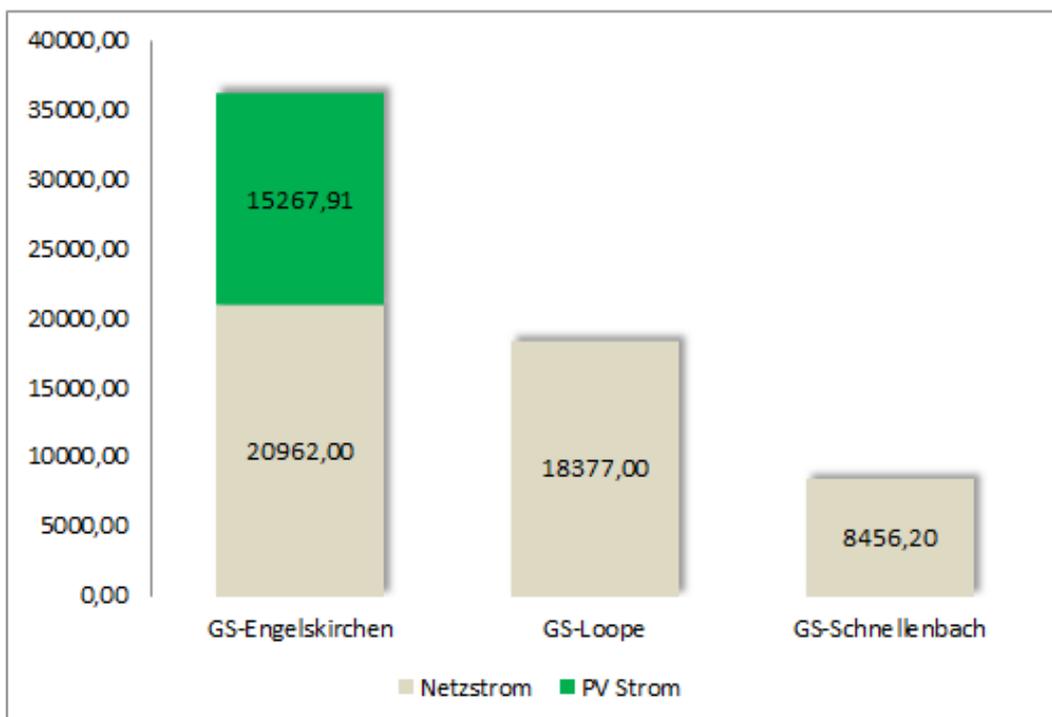


Verbrauchskennzahl (KWh/m²a) Stromverbrauch gemäß VDI 3807 Blatt 2  
Mittelwert = 9  
Zielwert = 4

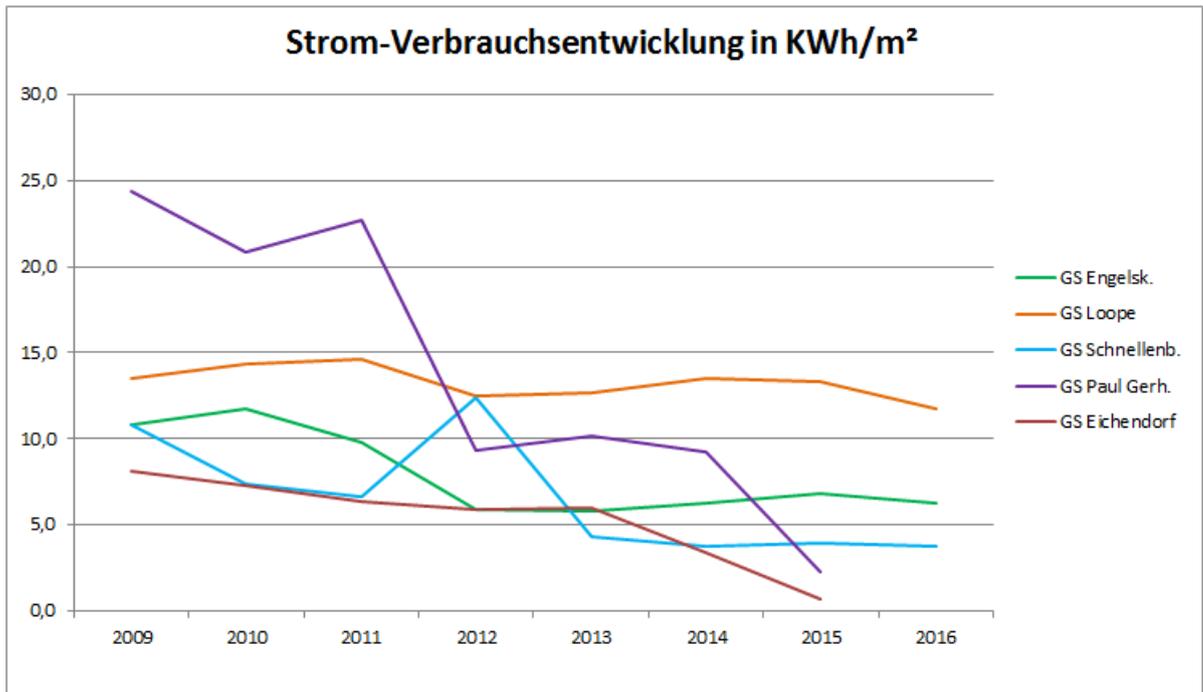
**Abbildung 4**

Aus den Verbrauchskennzahlen ist ein stark differenzierter Stromverbrauch in den Grundschulen erkennbar, hier müssen Ursachen ermittelt und Verbesserungen erreicht werden.

## Verbrauchswerte inkl. Eigenverbrauch Solarenergie Stromverbrauch 2016 in KWh

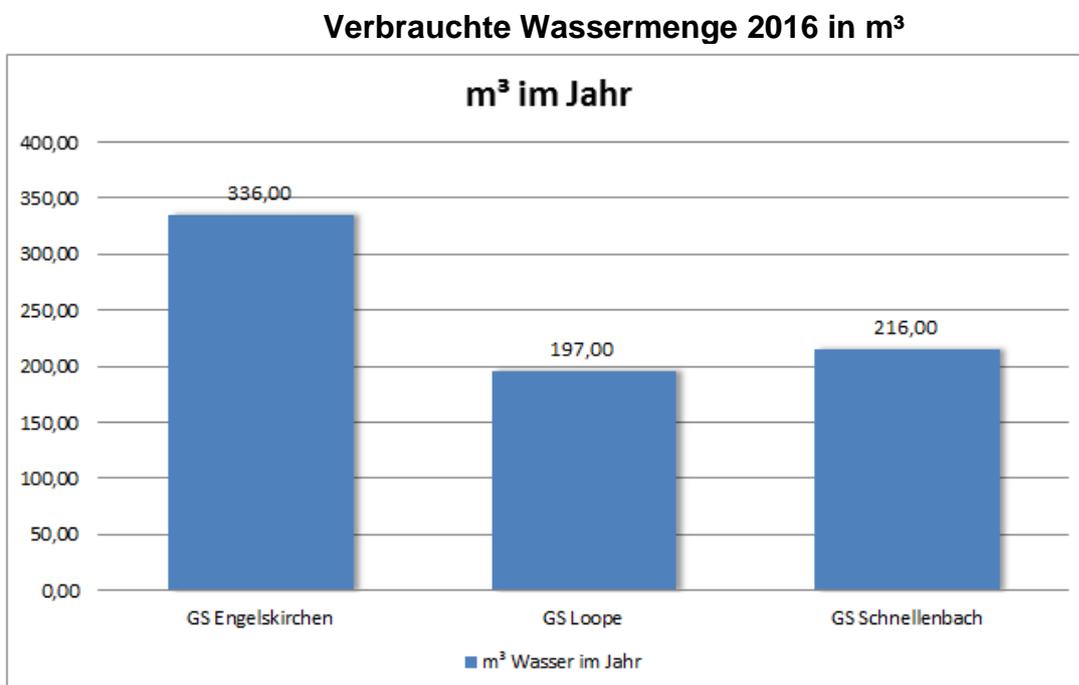


**Abbildung 5**



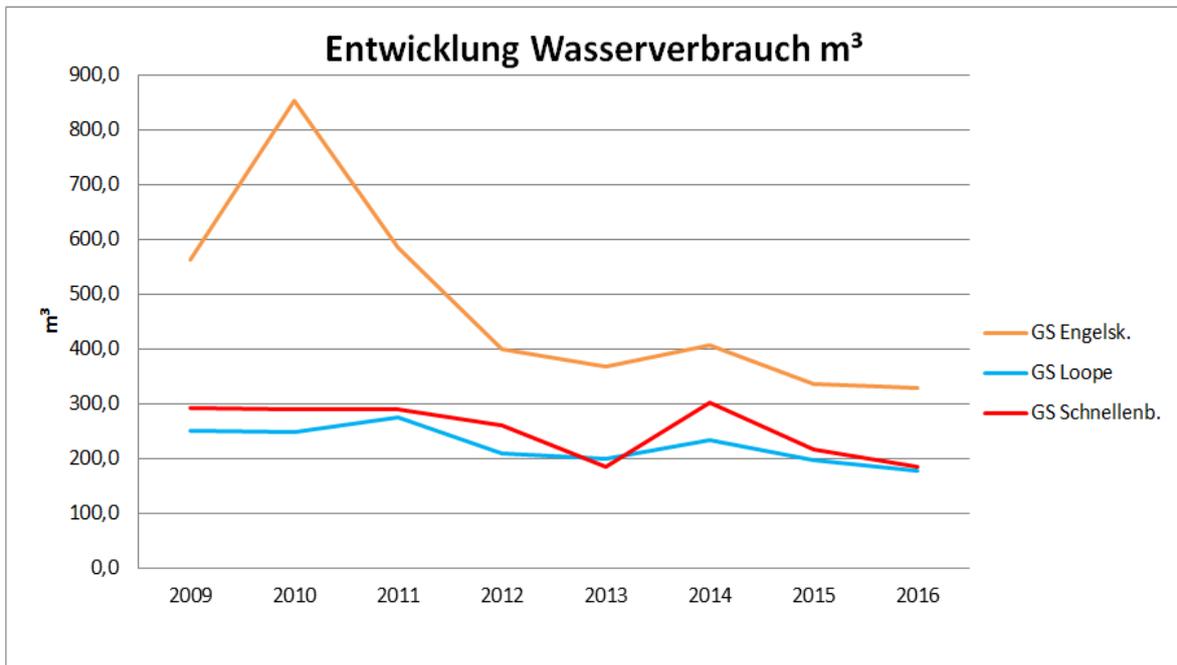
**Abbildung 6**

Die Stromverbrauchswerte liegen außer an der Grundschule Loope alle im normalen Bereich und weisen erfreulicherweise tendenziell nach unten.



**Abbildung 7**

Der Wasserverbrauch an den Grundschulen zeigt keine außergewöhnlichen Abweichungen. Abweichungen im Verbrauch entstehen durch Größe und Belegung der Schulgebäude.



**Abbildung 8**

## 8.2 Weiterführende Schulen

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

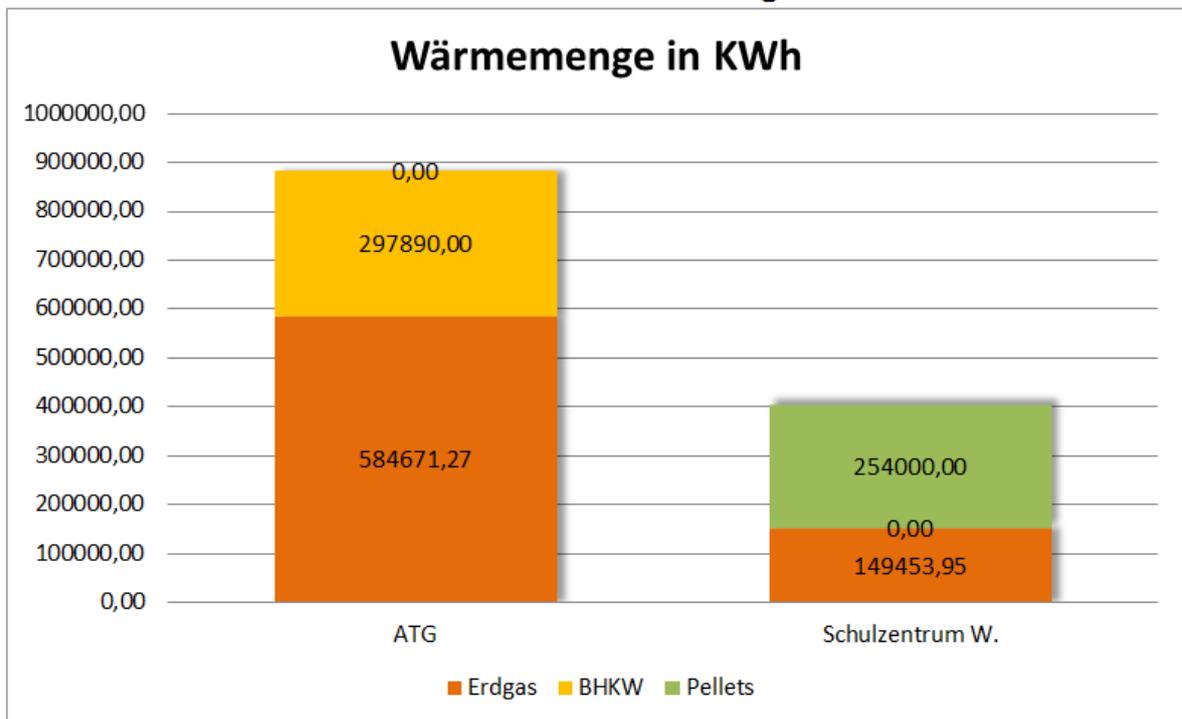
Beim Vergleich der beiden Schulkomplexe untereinander sind aber auch Unterschiede zu beachten, die einen direkten Vergleich nicht uneingeschränkt möglich machen.

Im Aggertalgymnasium befinden sich Teile der Musikschule mit Unterrichtszeiten bis in die Abendstunden und im Schulzentrum Walbach ist die Grundschule Ründeroth integriert.

In den *Abbildungen 9 und 10* erkennt man einen viel zu hohen Wärmebedarf des Aggertalgymnasiums gegenüber des Schulzentrums Walbach. Der Mehrverbrauch ist teilweise aufgrund der Restbaufeuchte zu erklären. Es kann bis zu drei Jahren dauern bis die Gebäudetechnik optimal eingestellt und dem Gebäude angepasst ist.

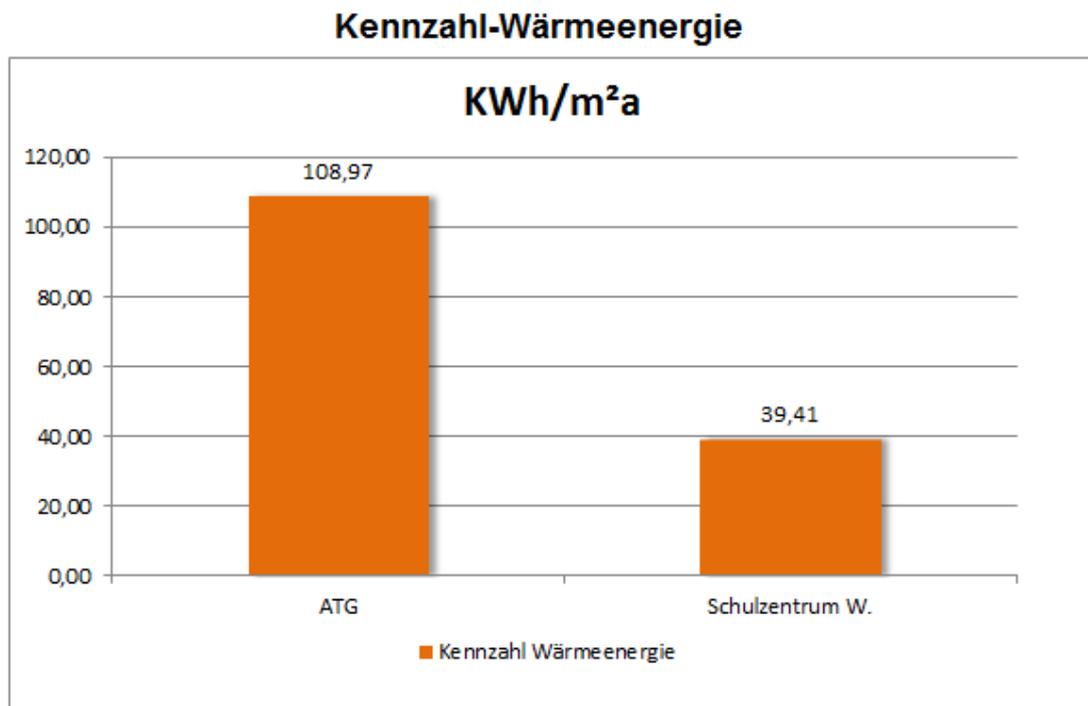
Hier besteht dringender Handlungsbedarf, leider hat die Gemeinde Engelskirchen noch keinen Zugriff auf die Gebäuderegulung.

## Gesamtverbrauch-Wärmeenergie 2016



**Abbildung 9**

In *Abbildung 9* kann man auch die sehr großen Anteile aus regenerativen Energien an der Wärmeversorgung der Schulen erkennen.



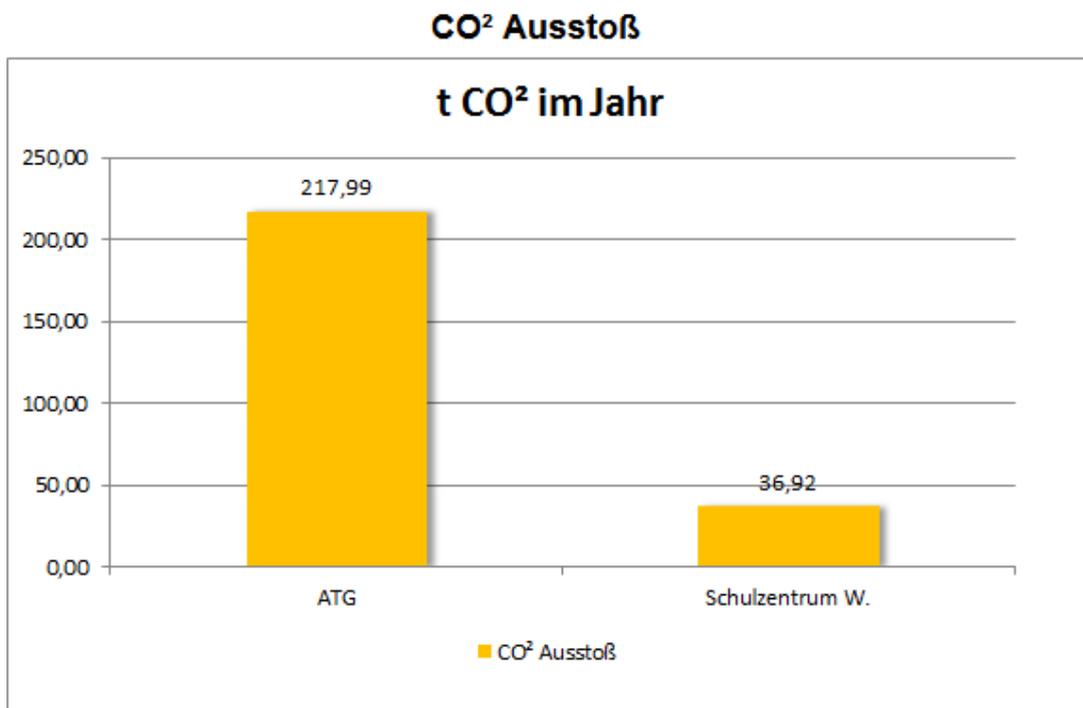
Verbrauchskennzahl (KWh/m<sup>2</sup>a) Wärmeenergie gemäß VDI 3807 Blatt 2

Mittelwert = 80 Klimabereinigt

Zielwert = 65 Klimabereinigt

Gymnasien

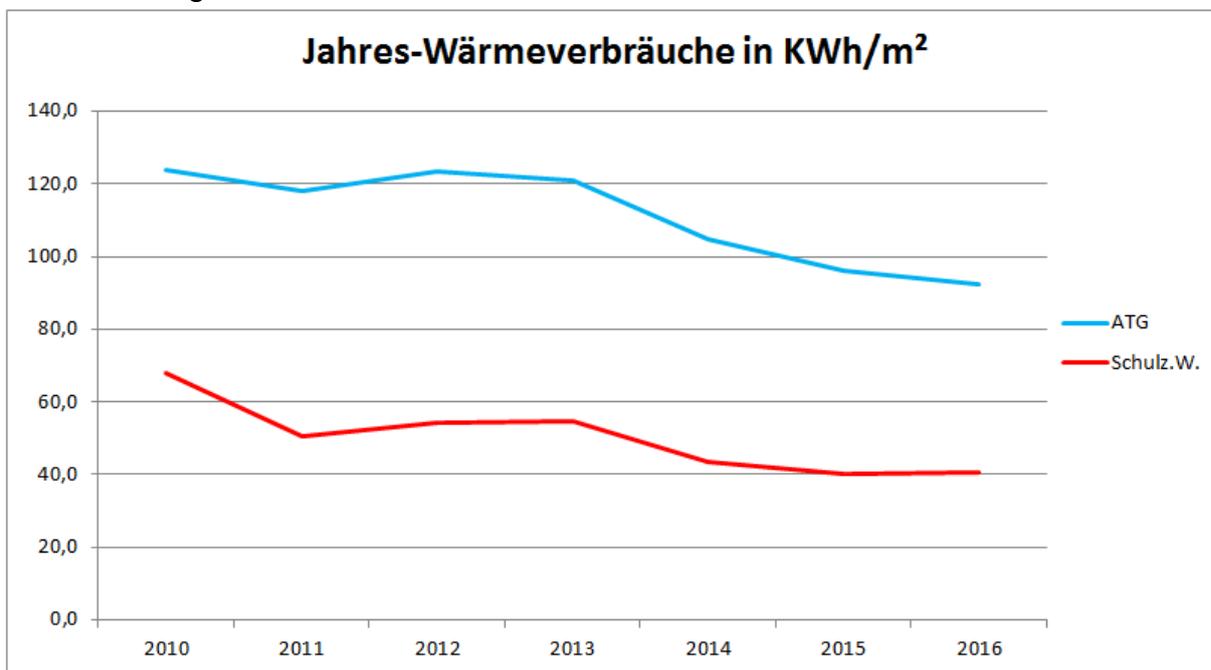
**Abbildung 10**



**Abbildung 11**

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

klimabereinigt



**Abbildung 12**

Aufgrund der modernen energiesparenden Bauweise, müsste der Wärmeverbrauch des Aggertalgymnasiums im Bereich des Wärmeverbrauchs des Schulzentrums Walbach liegen. Hier besteht Handlungsbedarf zur Einregulierung der Gebäudetechnik.

### Verbrauch Elektrische Energie KWh im Jahr

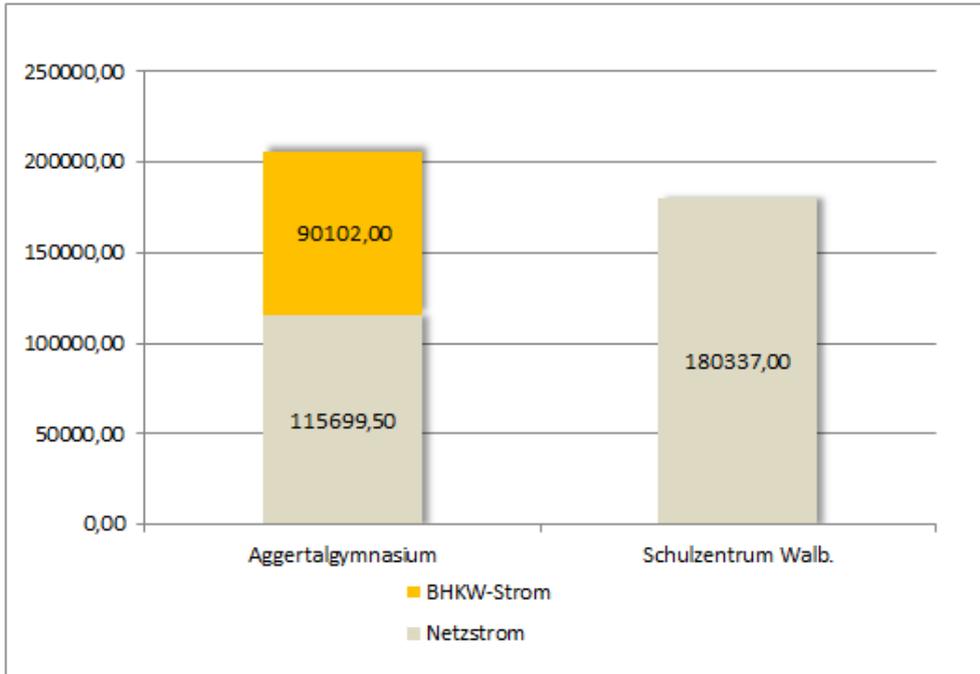
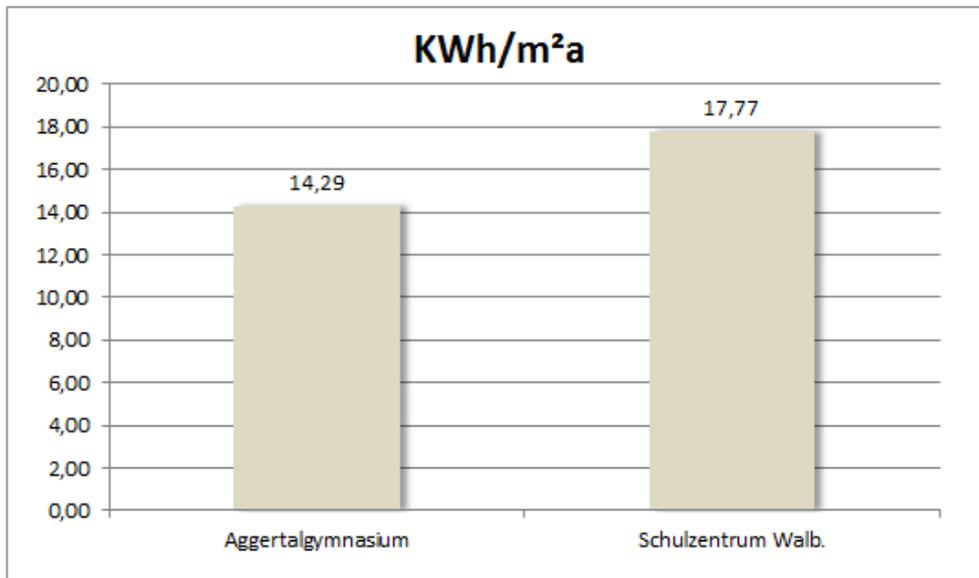


Abbildung 13

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.

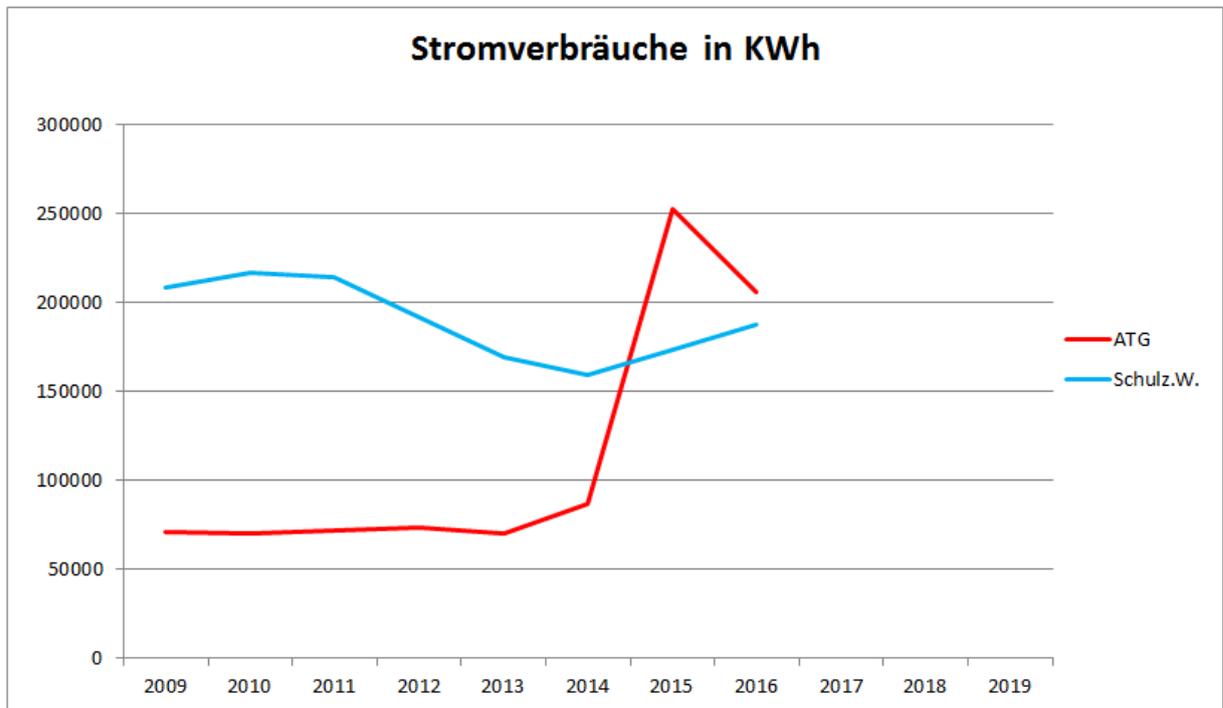
### Verbrauchskennzahl Elektrische Energie



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

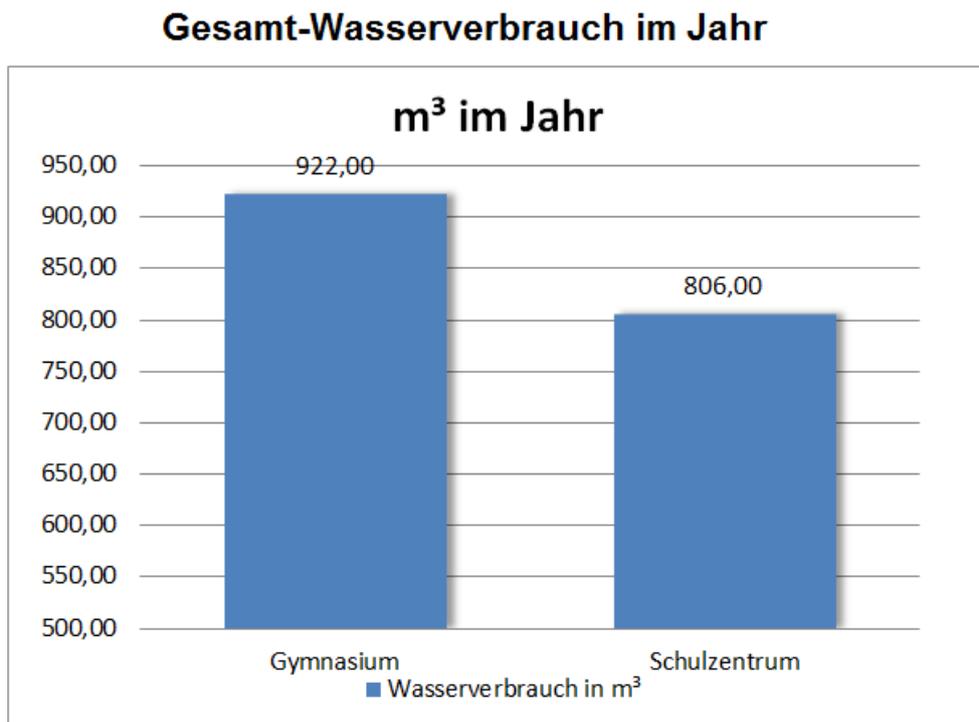
Mittelwert =	9
Zielwert =	6

Abbildung 14

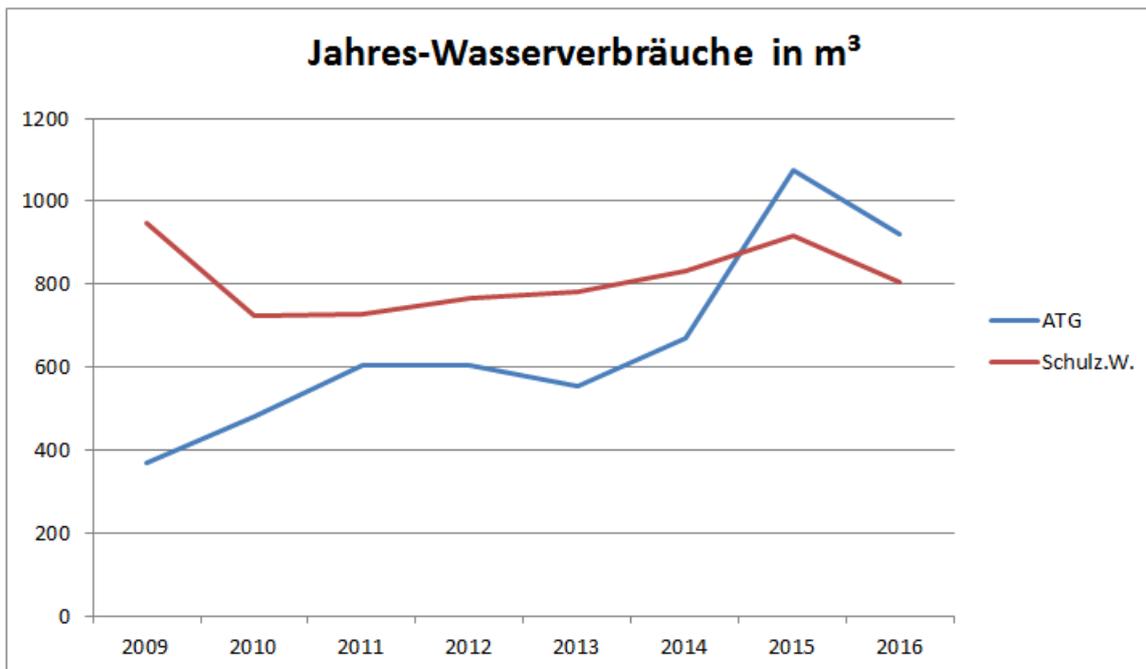


**Abbildung 15**

Im Schulzentrum Walbach konnten durch Optimierungsmaßnahmen in der Gebäudetechnik der Stromverbrauch stark verringert werden, der Anstieg in der Verbrauchskurve seit 2014 entstand durch den Einzug der Grundschule Runderoth ins Schulzentrum. Im Aggertal gymnasium gab es einen starken Anstieg durch die Bautätigkeiten. Der Verbrauch in KWh/m<sup>2</sup> (Kennzahl Abbildung 14) ist im Aggertal gymnasium durch die kleinere Gebäudegröße geringer.



**Abbildung 16**



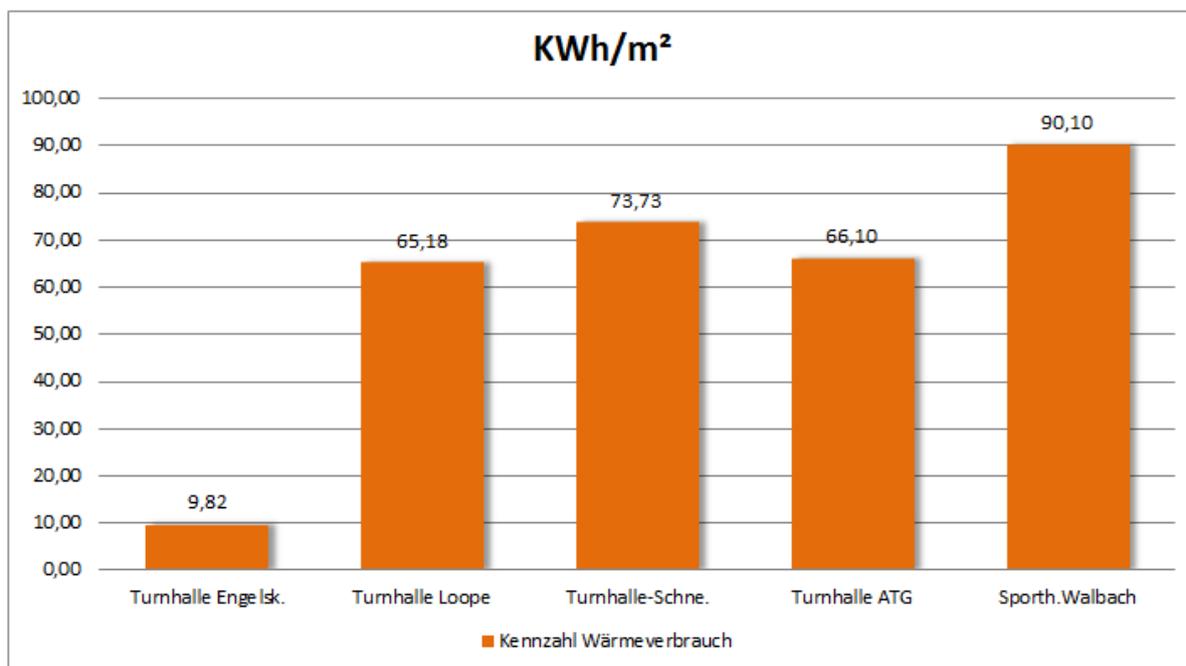
**Abbildung 17**

Der Wasserverbrauch ist in beiden Schulen gestiegen, dies ist überwiegend durch die Anforderungen der neuen Trinkwasserverordnung verursacht. Beim Aggertalgymnasium wurde der Anstieg des Wasserverbrauchs auch durch die Baumaßnahmen verursacht, er nähert sich nun aber dem Verbrauch des Schulzentrums Walbach.

### 8.3 Turn- und Sporthallen

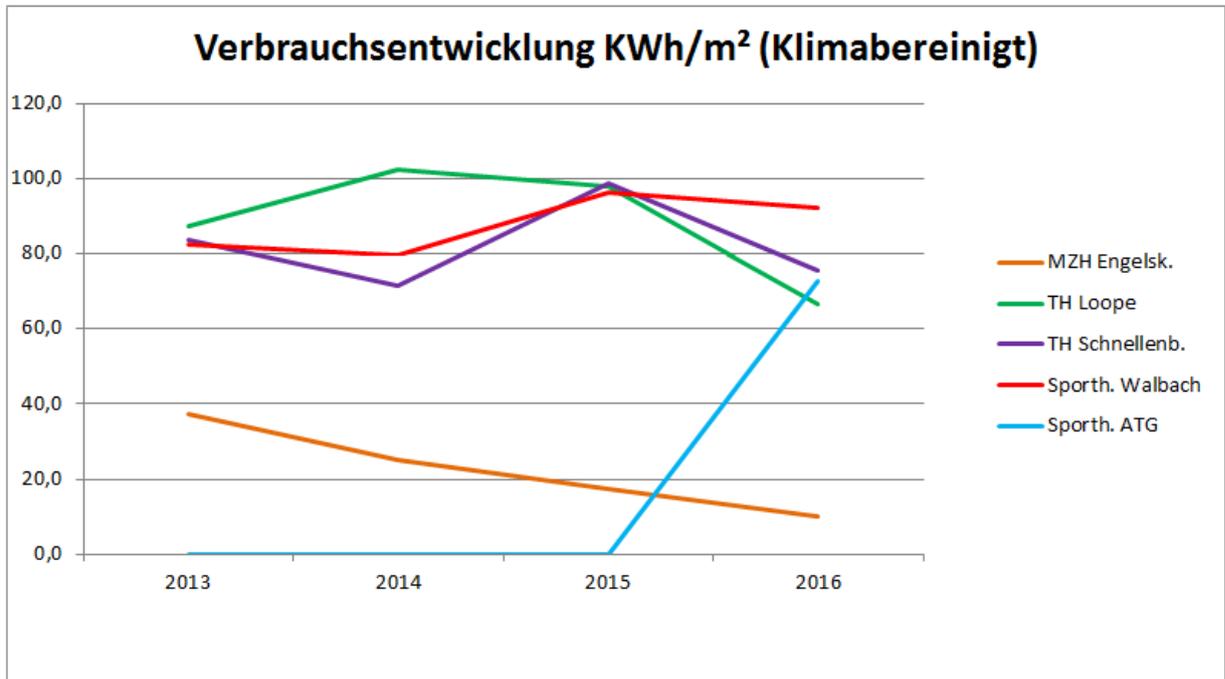
**Abbildung 18**

#### Verbrauchskennzahl Wärmeenergie



Verbrauchskennzahl (KWh/m2a) Wärmeenergie gemäß VDI 3807 Blatt 2  
Mittelwert = 140 Klimabereinigt  
Zielwert = 65 Klimabereinigt  
Sportbauten

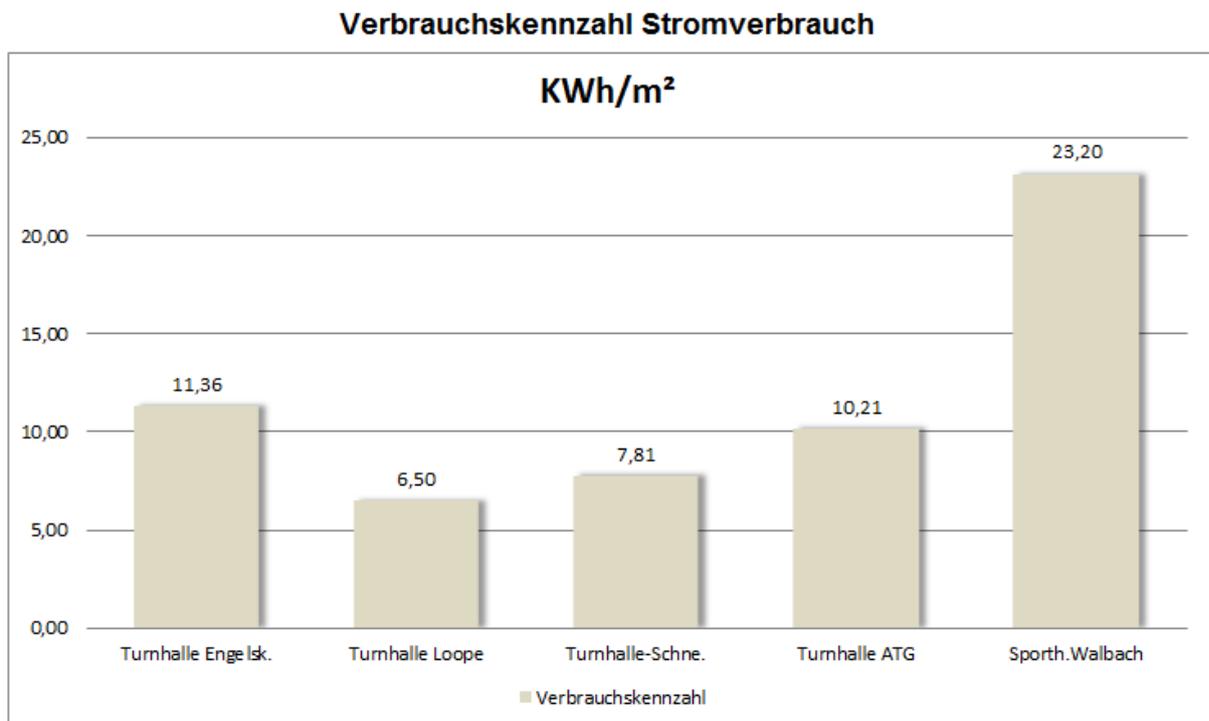
**klimabereinigt**



**Abbildung 19**

Der Wärmeverbrauch in den Sporthallen konnte in allen Hallen gesenkt werden, wenn er auch in der Sporthalle Walbach im Vergleich zu den anderen Hallen zu hoch ist. Die Wärme-Verbrauchswerte der Mehrzweckhalle Engelskirchen sind nicht mit den anderen Hallen vergleichbar, weil hier nur der Wärmeverbrauch der Halle ohne Nebenräume separat erfasst wird. Die Sporthalle des Aggeraltalgymnasiums ist 2016 erstmals erfasst worden.

**Abbildung 20**



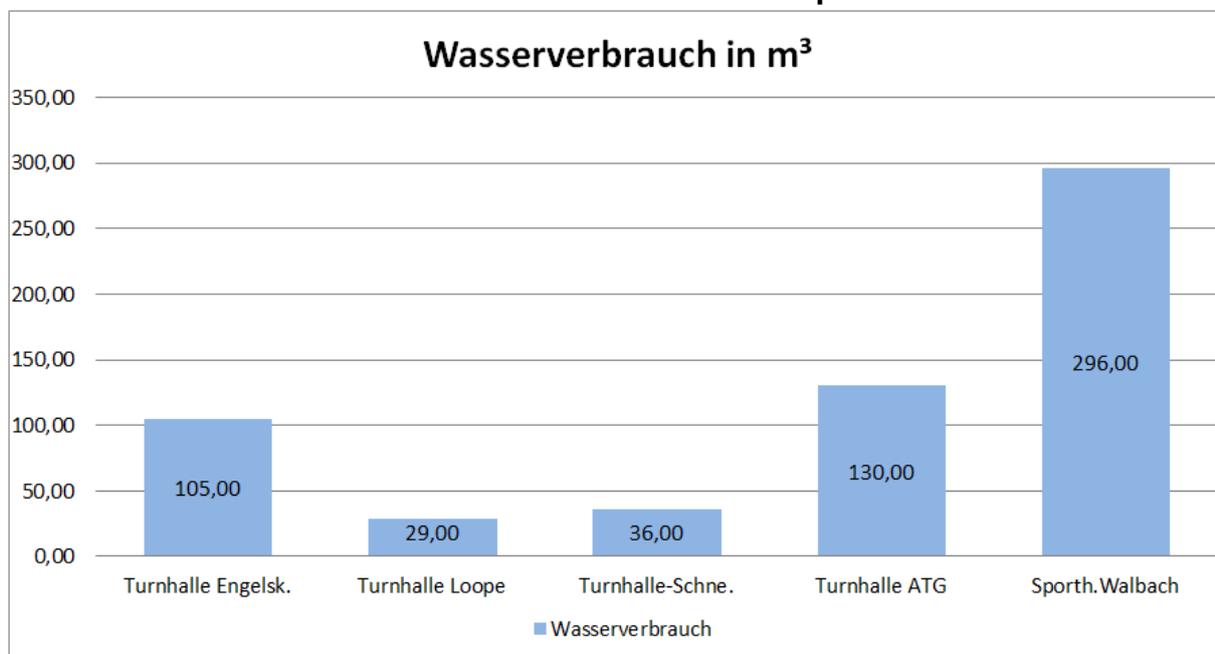
Verbrauchskennzahl (KWh/m²a) Stromverbrauch gemäß VDI 3807 Blatt 2

Mittelwert =	17	Klimabereinigt
Zielwert =	8	Klimabereinigt

Sportbauten

Beim Stromverbrauch sticht wie im letzten Jahr die Sporthalle Walbach hervor, hier wird sich durch die Erneuerung der Hallenbeleuchtung eine deutliche Reduzierung des Stromverbrauchs ergeben. In den Turnhallen der Grundschulen sieht man keine ungewöhnlichen Abweichungen.

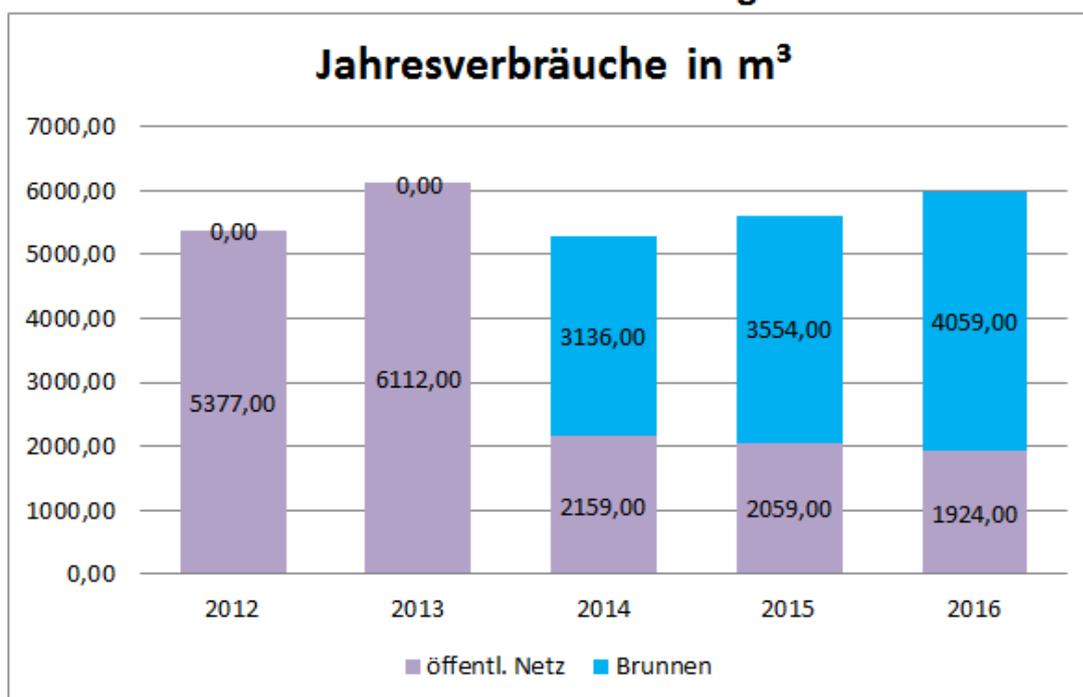
**Wasserverbrauch der Turn- und Sporthallen 2016**



**Abbildung 21**

#### 8.4 Freibad Engelskirchen

**Wasserverbrauch Freibad Engelskirchen**



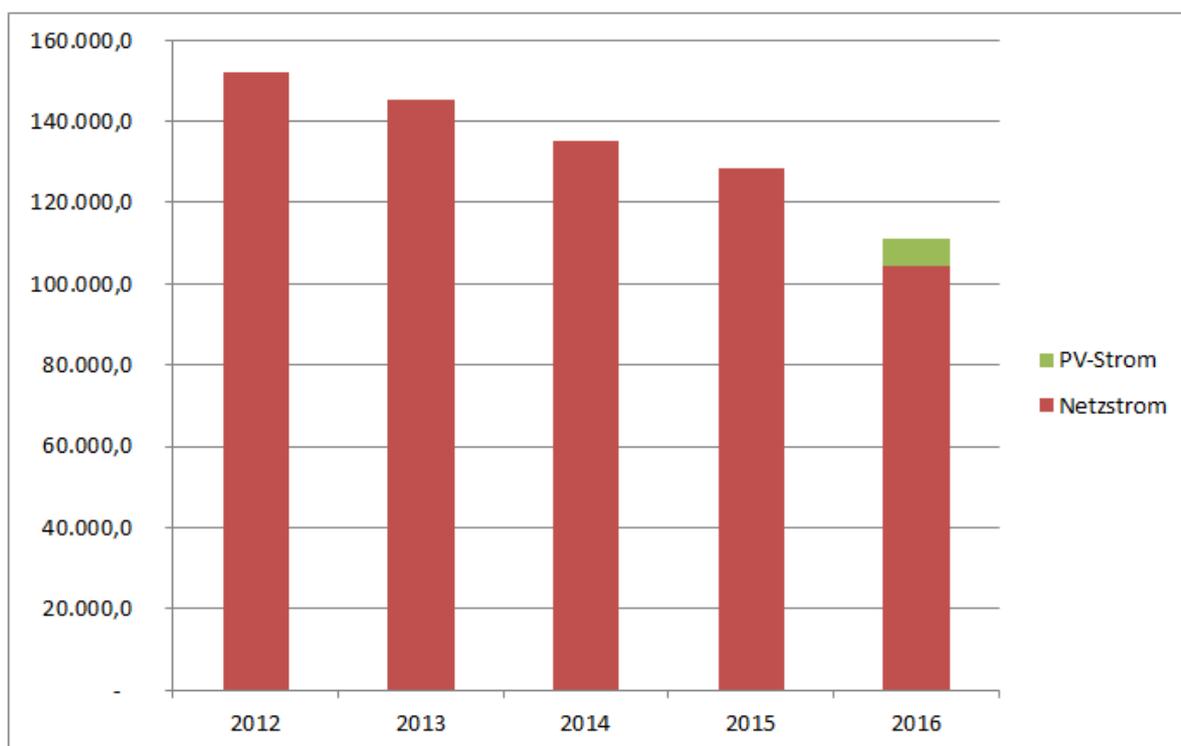
**Abbildung 22**

Der Wasserverbrauch des Freibades hängt von der Besucherzahl je Saison ab. Zur Reduzierung der Wasserkosten wurde 2014 eine Brunnenanlage in Betrieb genommen die bereits nach 2 Jahren Ihre Investitionskosten erwirtschaftet hatte. So kann man in Abbildung 22 erkennen, dass über 50 % des Wasserbedarfs aus Brunnenwasser gedeckt wird.

Ein erheblicher Kostenfaktor im Freibad Engelskirchen sind die Stromkosten. Das Badewasser muss ständig umgewälzt werden, um es zu reinigen und zu erneuern. Hierzu sind je nach Belastung des Badewassers durch Badegäste bis zu 4 große Umwälzpumpen im Einsatz.

Durch Einbau einer neuen Pumpensteuerung im Jahr 2016 konnten hier schon erhebliche Einsparungen erzielt werden (siehe Kapitel 12.2)

### **Stromverbrauch Freibad in KWh/a**



**Abbildung 23**

Eine weitere Möglichkeit Stromkosten zu senken, ist Strom selbst zu erzeugen.

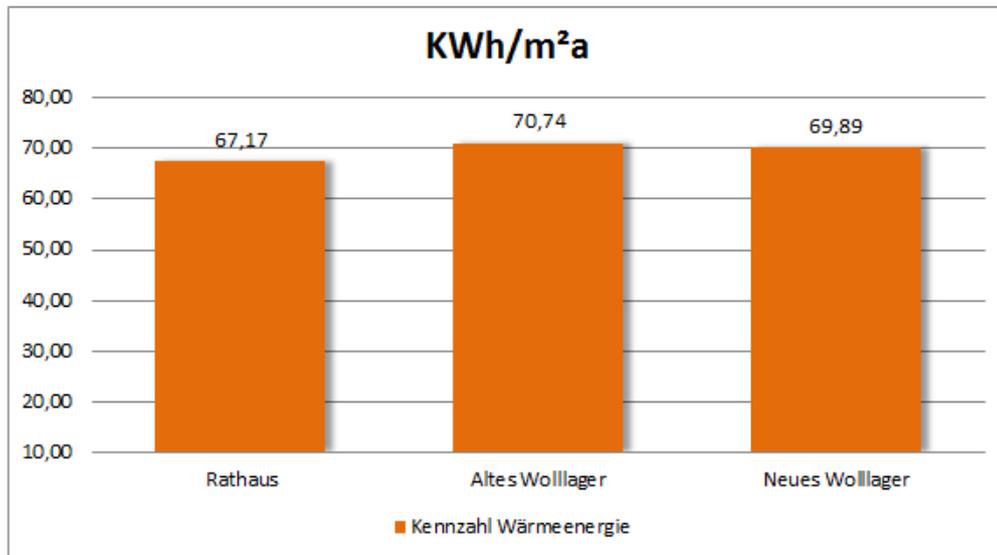
Die Ertragskurve einer PV-Anlage die im Sommer am meisten Strom erzeugt deckt sich mit der Bedarfskurve des Freibades das im Sommer den größten Strombedarf hat. So wurde zu der Erneuerung der Pumpenregelung auch eine Photovoltaikanlage errichtet. Diese übertraf nach ersten Messergebnissen bereits die Erwartungen (siehe Kapitel 12.1).

## 8.5 Verwaltungsgebäude

Unter den gemeindeeigenen Gebäuden passen nur das Rathaus und das angegliederte „Alte Wollager“ in die Kategorie Verwaltungsgebäude. Zum besseren Vergleich ist die „Bürgerbegegnungsstätte“ (ehem. neues Wollager) in den Verbrauchervergleich mit einbezogen worden. Das Gebäude befindet sich zwar in Gemeindebesitz, die Energiekosten tragen hier die Nutzer und gehen nicht in die Energiebilanz ein.

**Abbildung 24**

### Verbrauchskennzahl Wärmeenergie

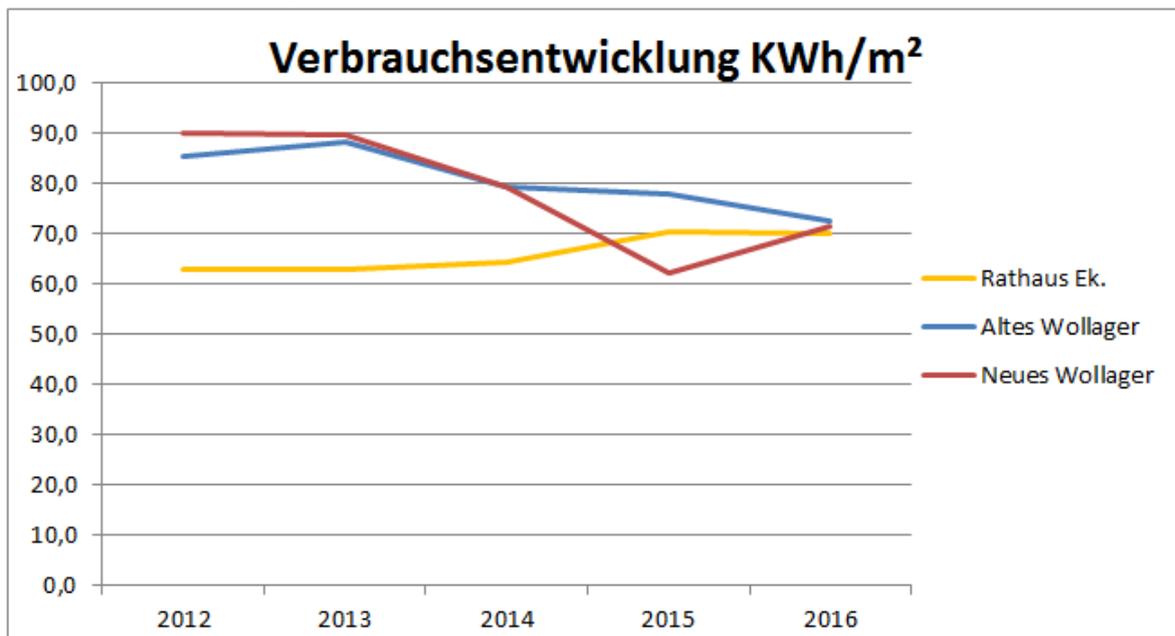


Verbrauchskennzahlen (KWH/m² a) Wärmeenergie gemäß VDI 3807 Blatt 2

Mittelwert=	145	Klimabereinigt
Zielwert=	50	Klimabereinigt
Rathäuser		

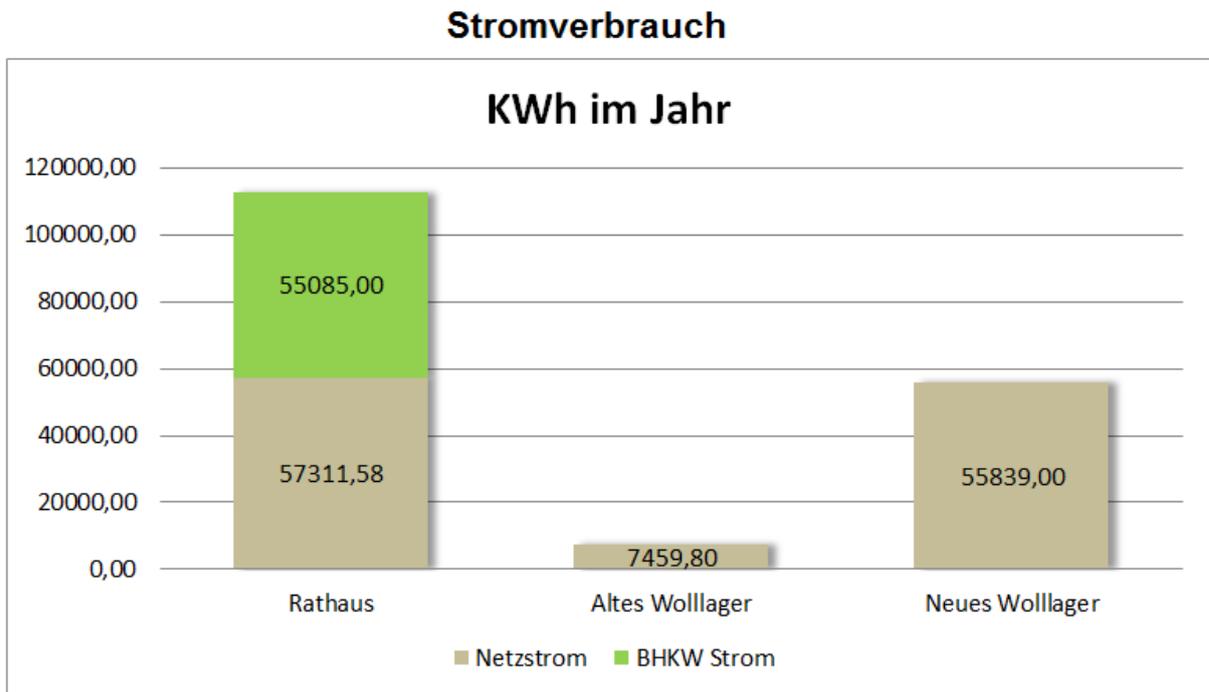
### Entwicklung des Wärmebedarfs

*Klimabereinigt*



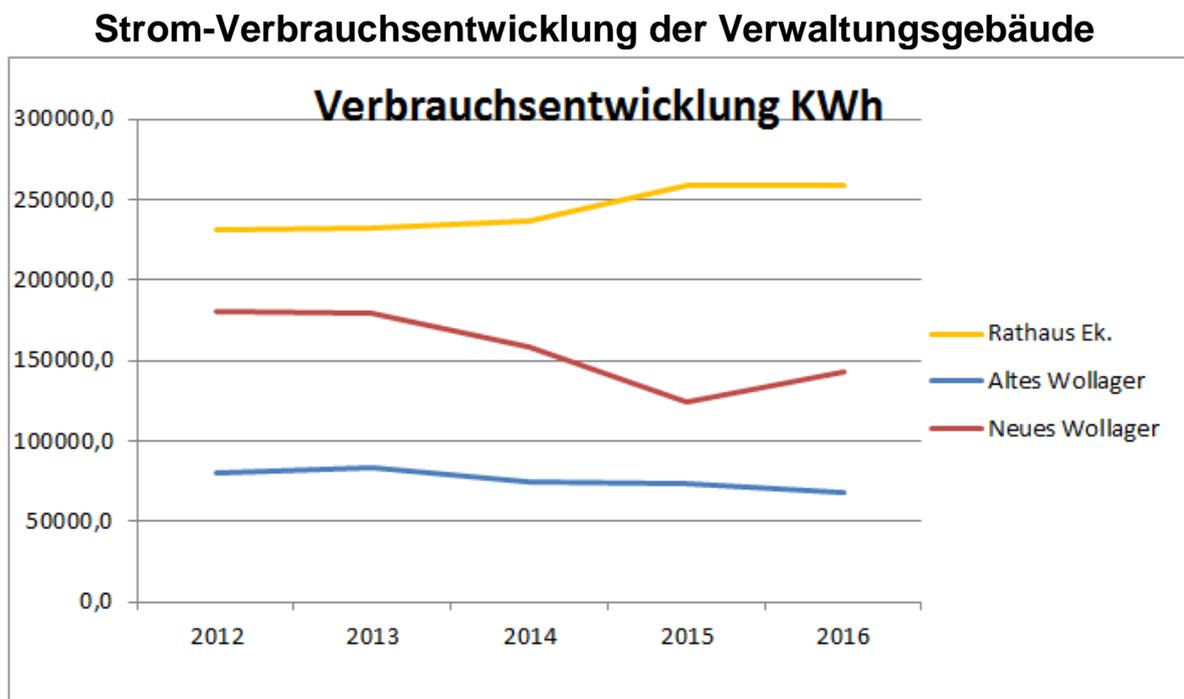
**Abbildung 25**

Der Wärmebedarf der betrachteten Gebäude zeigt keine ungewöhnlichen Abweichungen und anhand der Kennwerte ist ersichtlich, dass die Gebäude in ihren wärmetechnischen Verbrauchswerten nah beieinander liegen.



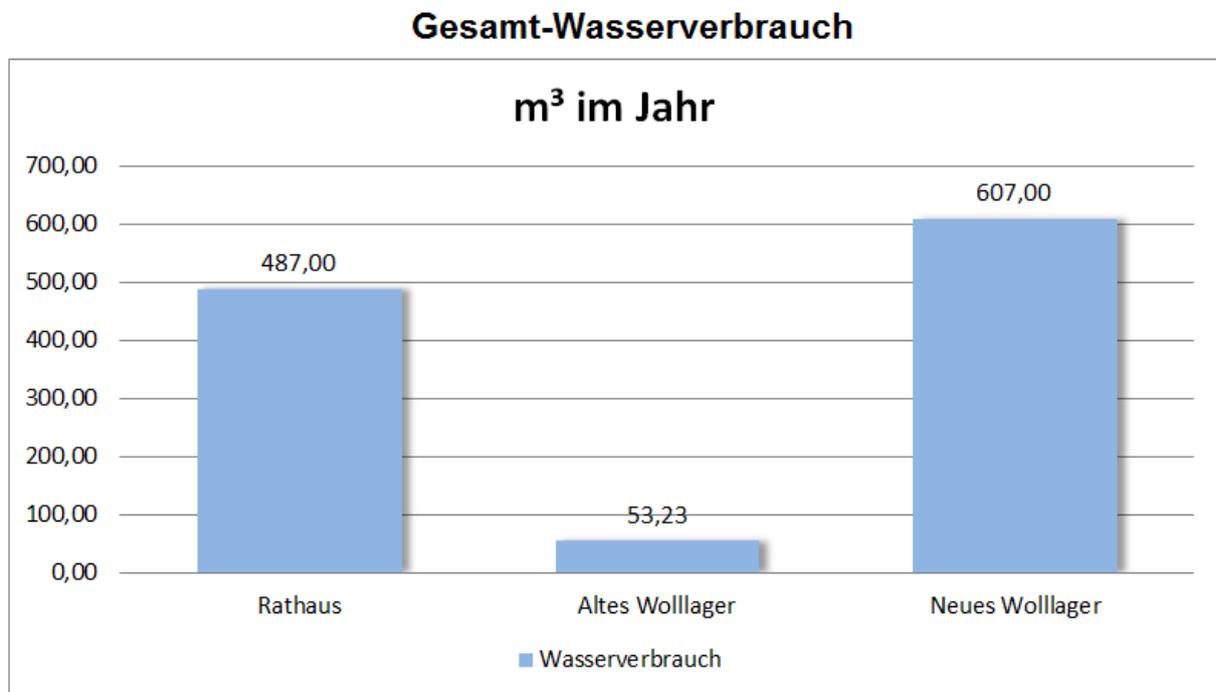
**Abbildung 26**

In der **Abbildung 26** erkennt man den Anteil des neuen BHKW's zur Deckung des Strombedarfs des Rathauses.



**Abbildung 27**

Im Rathaus Engelskirchen sieht man einen Anstieg des Stromverbrauchs, der weiter untersucht werden muss. Wahrscheinlich ist er durch die Erweiterung einer Klimaanlage im Serverraum verursacht.



**Abbildung 28**

## 8.6 Wohngebäude und Wohnheime

Bei den Wohngebäuden und Wohnheimen weichen die Verbrauchswerte stark voneinander ab. Verursacht wird dies durch sehr unterschiedliche Belegung der Gebäude und auch das Verbraucherverhalten ist von großem Einfluss.

Durch Gespräche mit den Bewohnern konnte das Nutzerverhalten positiv beeinflusst werden. Auch die Investitionen im Übergangsheim Wallefeld machen sich im Verbrauch bereits positiv bemerkbar.

Untersucht wurden nur die Wohngebäude, die im Gemeindebesitz und damit beeinflussbar in den Verbrauchswerten sind. Somit wurden angemietete Wohnungen für Asylbewerber nicht berücksichtigt.

Für Übergangsheime gibt es keine bundesweit gültigen Kennwerte, sodass nur ein direkter Vergleich durchführbar ist.

## Verbrauchswerte Wärme

### Gesamtverbräuche in KWh/m<sup>2</sup> (Kennwert)

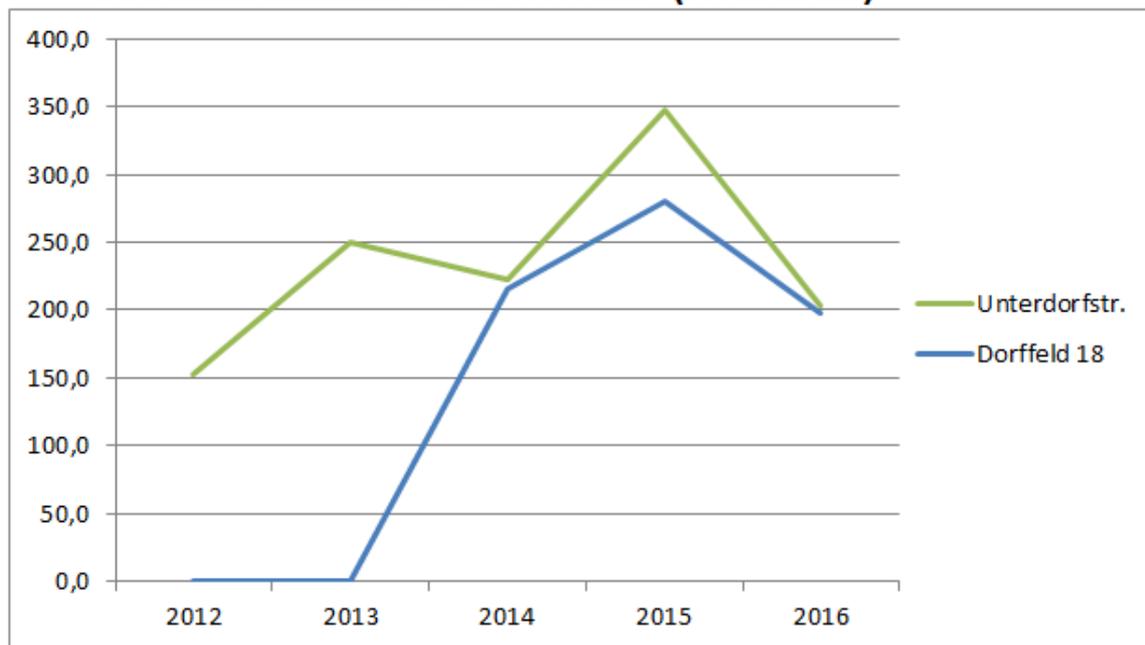


Abbildung 29

## Verbrauchswerte Strom

### Gesamtverbräuche in KWh/m<sup>2</sup>

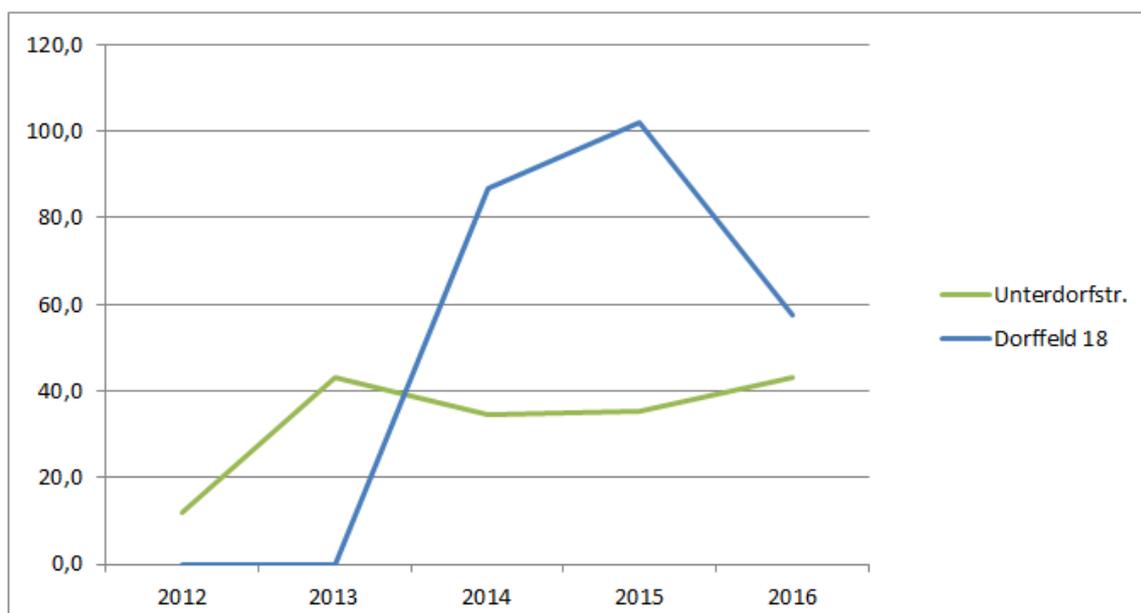
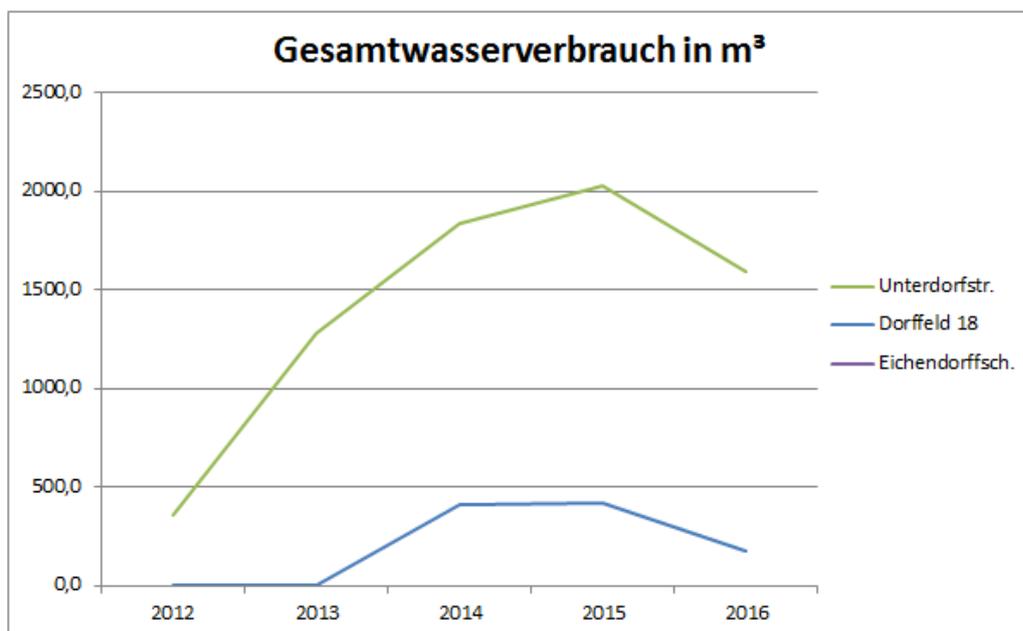


Abbildung 30

Beim Stromverbrauch wird, wie beim Wärmeverbrauch, die unterschiedliche Belegungsdichte sowie die unterschiedlichen Nutzungszeiten der Objekte sichtbar.

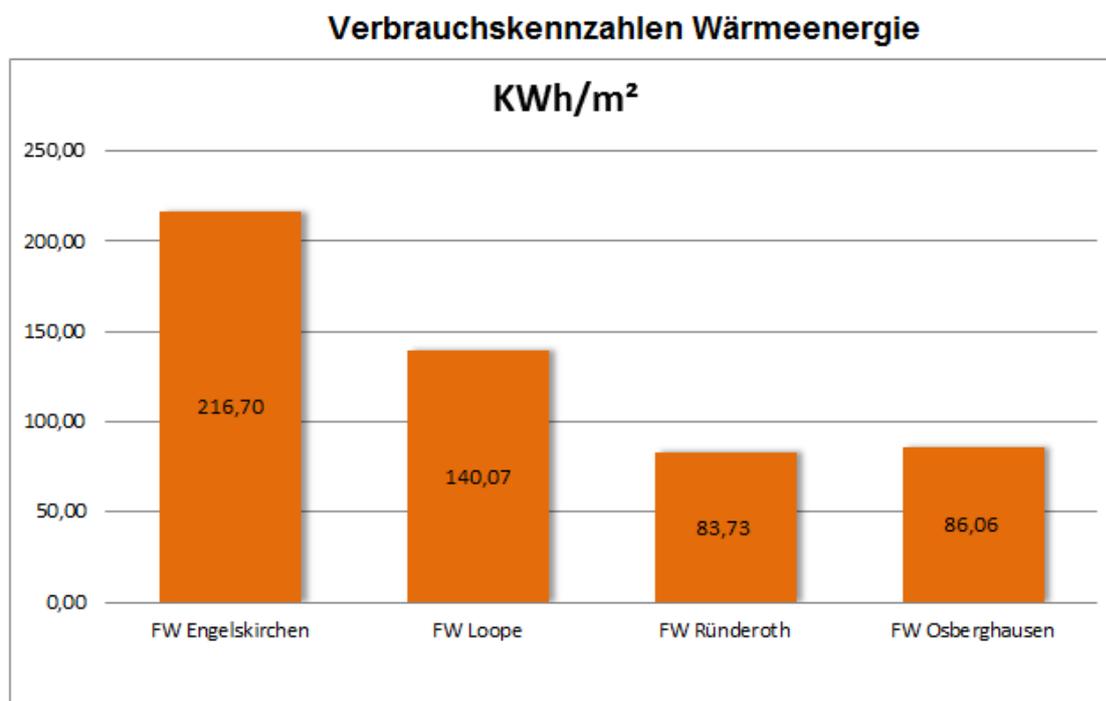
## Wasserverbrauchsentwicklung der gemeindeeigenen Übergangsheime



**Abbildung 31**

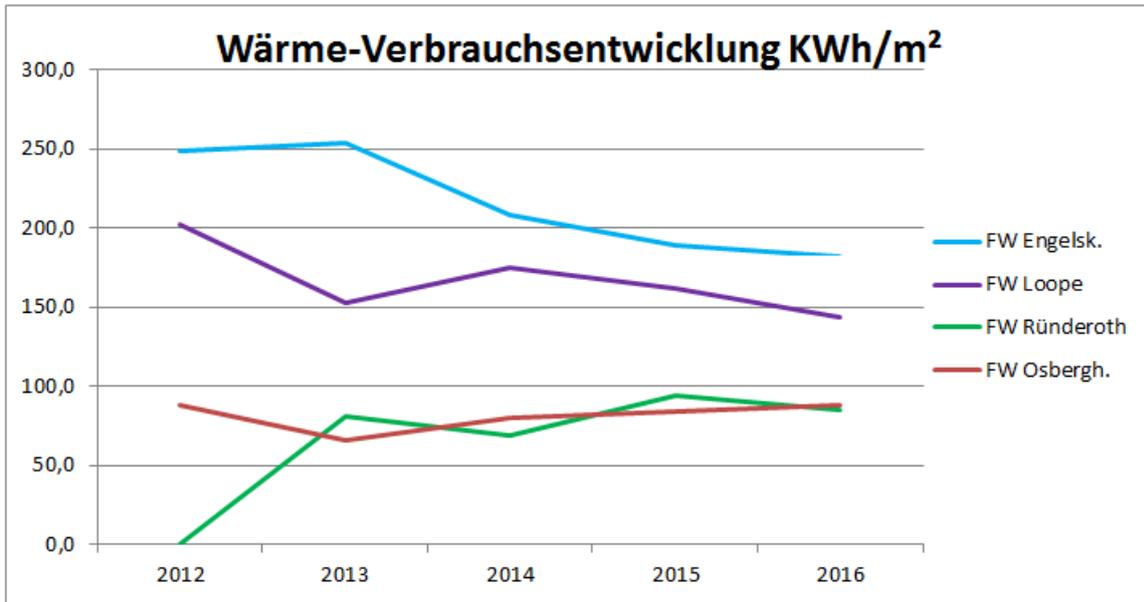
Der Wasserverbrauch im Übergangsheim Wallefeld konnte durch Investitionen in die Sanitäreanlagen gesenkt werden.

## 8.7 Feuerwehrgerätehäuser



Verbrauchskennzahl (KWH/m²a) Wärmeverbrauch gemäß VDI 3807 Blatt 2  
Mittelwert = 110 kwh/m²a  
Zielwert = 65 kwh/m²a  
(Verwaltungsgebäude)

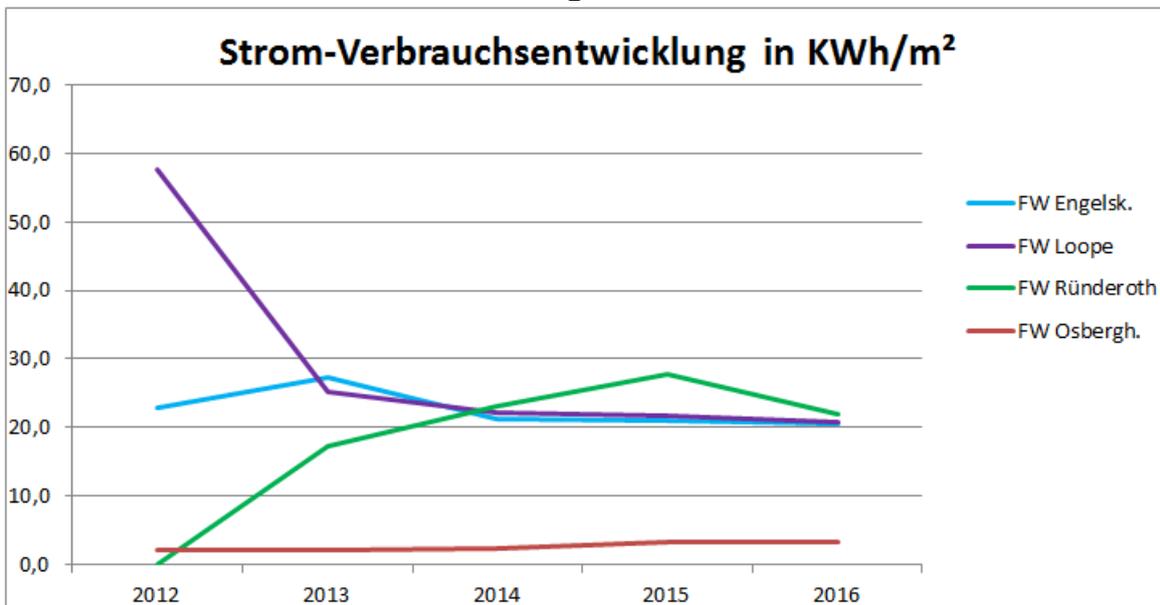
**Abbildung 32**



**Abbildung 33**

Beim Wärmeverbrauch der Feuerwehrgerätehäuser erkennt man in den Wärme-Kennwerten deutlich den Unterschied zwischen Neu- und Altbau. In den Gerätehäusern Engelskirchen und Loope müssen Energetische Sanierungen in der Bausubstanz erfolgen. Der Verbrauch in den neueren Gerätehäusern Ränderoth und Osberghausen könnte durch den Einsatz moderner Regeltechnik auch noch gesenkt werden, hier werden zurzeit von der Industrie interessante kostengünstigere Regelkomponenten entwickelt und teilweise auch schon angeboten.

### Stromverbrauch in den Feuerwehrgerätehäusern



**Abbildung 34**

In der Strom-Verbrauchsentwicklung erkennt man, dass die Verbrauchskennwerte der Gerätehäuser ähnlich sind, was auf einen nutzerspezifischen Strombedarf schließen lässt.

## Wasserverbräuche der Feuerwehrgerätehäuser (ohne Löschwasser)

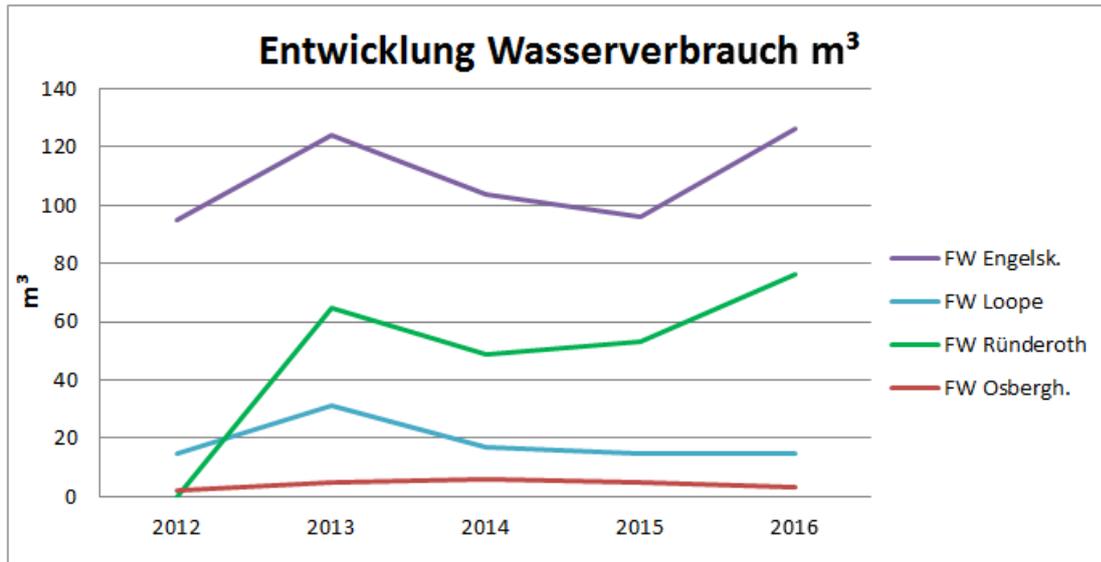


Abbildung 35

Die angegebenen Wasserverbrauchswerte bilden sich ausschließlich aus dem Verbrauch in den Feuerwehrgerätehäusern. Das Löschwasser wird über eigene Hydranten separat bezogen. Unterschiede im Wasserverbrauch ergeben sich aus der Gebäudegröße und der Personenzahl der verschiedenen Löschruppen.

## 8.8 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. Im Vergleich der Friedhöfe sind keine großen Unterschiede erkennbar.

### Wasserverbrauchsentwicklung der Friedhöfe

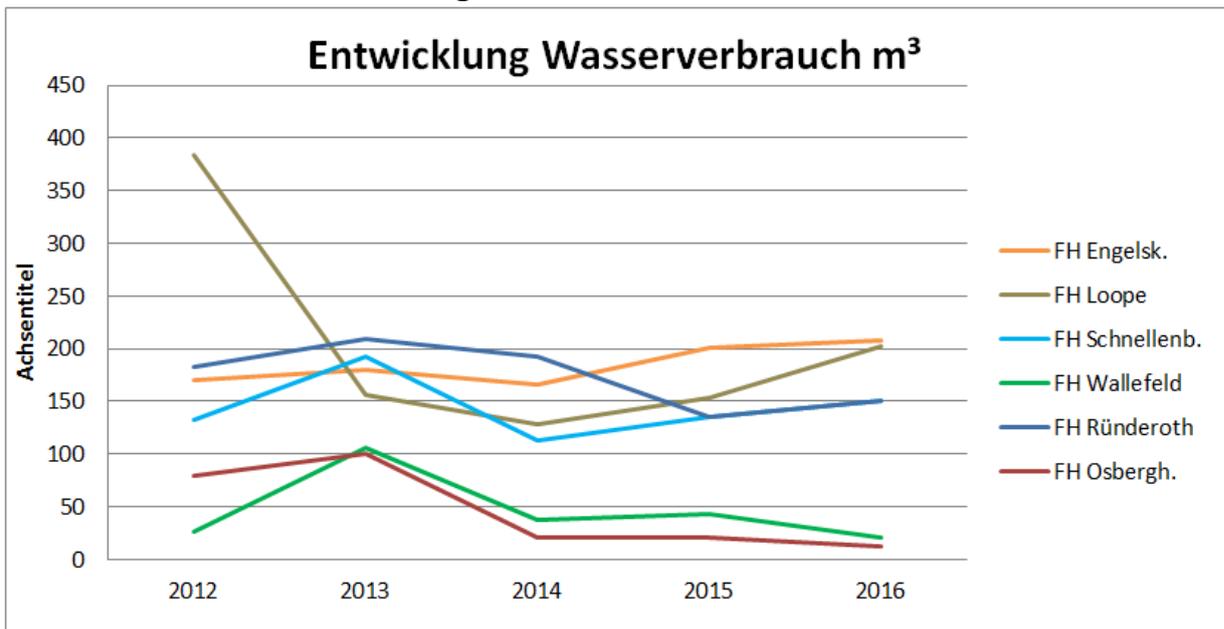


Abbildung 36

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

Bei der Bilanzierung werden die Energieträger getrennt nach Nutzungseinheiten dargestellt, sodass man erkennt, welcher Energieträger wo eingesetzt wird und wie hoch der Anteil an regenerativen Energien ist (*siehe Abbildung 37 und 38*).

Die prozentualen Anteile bei der Freisetzung von CO<sup>2</sup> werden mit 44 % (54% in 2013) von Erdgas angeführt, gefolgt von der verbrauchten elektrischen Energie mit 37 % Anteil (*siehe Abbildung 39*).

In der Bilanzierung des Stromverbrauchs sind die Anteile des selbst erzeugten und verbrauchten Stroms durch PV-Anlagen und BHKWs sichtbar.  
(*siehe Abbildung 40*)

Der weitere Ausbau von PV-Anlagen und BHKWs in den Liegenschaften der Gemeinde ist nur noch begrenzt in wirtschaftlichem Rahmen möglich.

Im Freibad Engelskirchen ist der Wasserverbrauch nach wie vor am größten. Wenn auch der Einsatz von Brunnenwasser die Wasserkosten reduziert hat, so ist doch der Bedarf für den Badebetrieb nicht zu reduzieren.

## Wärmeenergieträger und deren Anteile an der Wärmeerzeugung Wärmeenergie in KWh im Jahr 2016

	Grundschulen	Weiterführ. Schulen	Sporthallen	Verwaltungsgeb.	Wohngebäude	Feuerwehrgeräth.	Sport- u. Kultureinr.	Friedhöfe
Gas	649938,76	734125,22	542744,85		54590,36	140414,39	100676,03	17671,50
Heizöl	0	0	0	0	153150,00	0	0	0
Pellets	180100,00	254000,00	0	0	0	0	0	0
BHKW	0	297890,00	0	0	0	0	0	0
Wärme	0	0	0	314430,00	0	213020	0	0

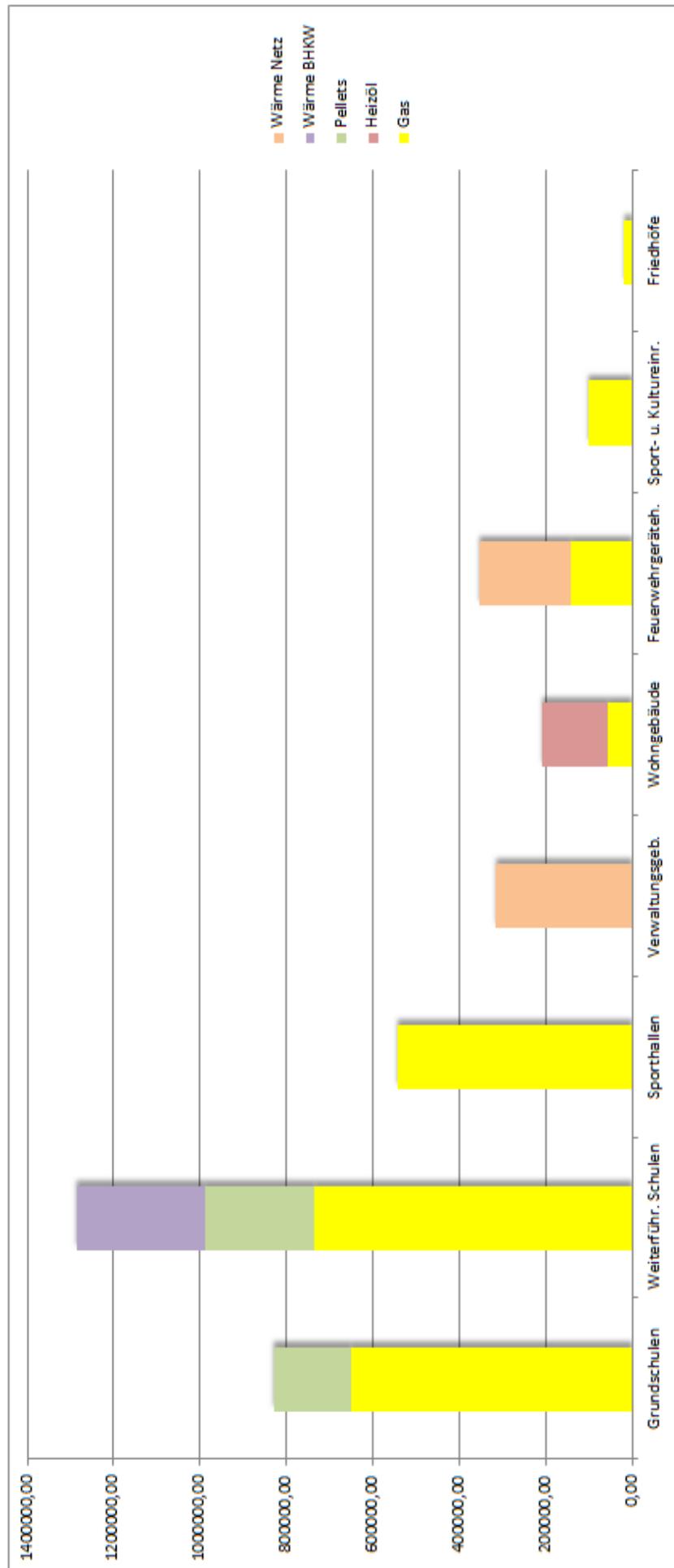


Abbildung 37

## Energieträger

Energieträger:	Erdgas	Propangas	Heizöl	Pellets	Hackschn.	BHKW	Wärme	<b>Gesamt</b>
KWH/a	2222489,59	17671,5	153150	434100,00	0	297890	527450	3652751,09

### Anteil Energieträger Wärmeenergie

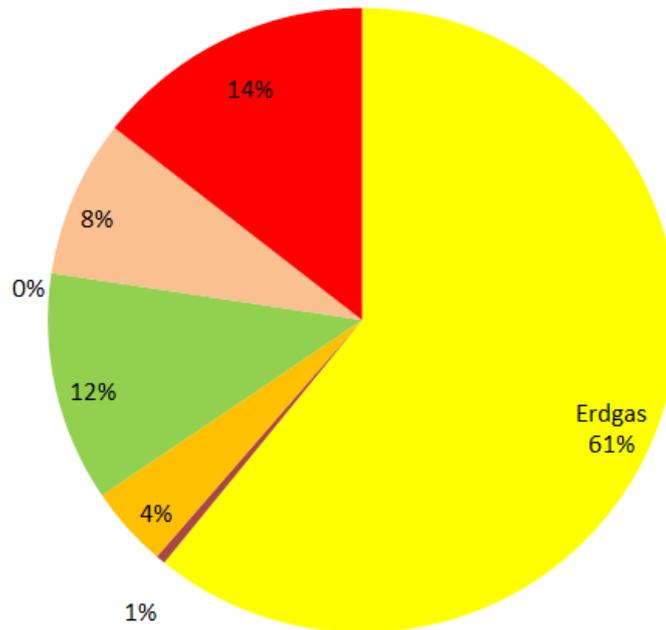


Abbildung 38

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

CO <sup>2</sup> Bilanz	Erdgas	Propangas	Heizöl	BHKW	Wärme	Strom	<b>Gesamt</b>
t CO <sup>2</sup>	548,95	4,24	47,63	62,85	130,28	464,08	1258,04
	1	2	3	4	5	6	

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

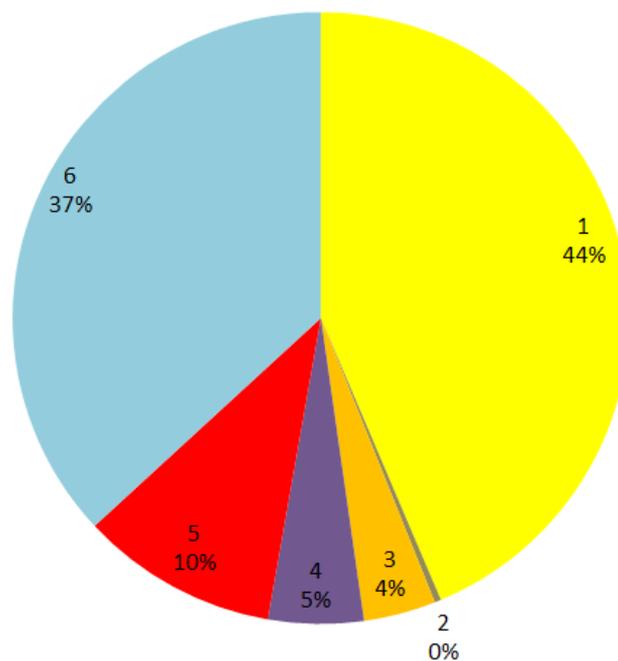


Abbildung 39

	Grundschulen	Weiterführ. Schulen	Turn-, u. Sporthallen	Verwaltungsgebäude	Wohngebäude	Feuerwehrgarätehäuser	Freibad	Sport- u. Kultureinr.	Friedhöfe
Netzstrom	47795,20	204425,50	128579,30	64771,38	40481,00	53927,00	104317,00	22481,90	12334,10
PV-Strom	15267,91						6624,45		
BHKW-Strom		90102,00		55085,00					

### Gesamtstromverbrauch in kWh

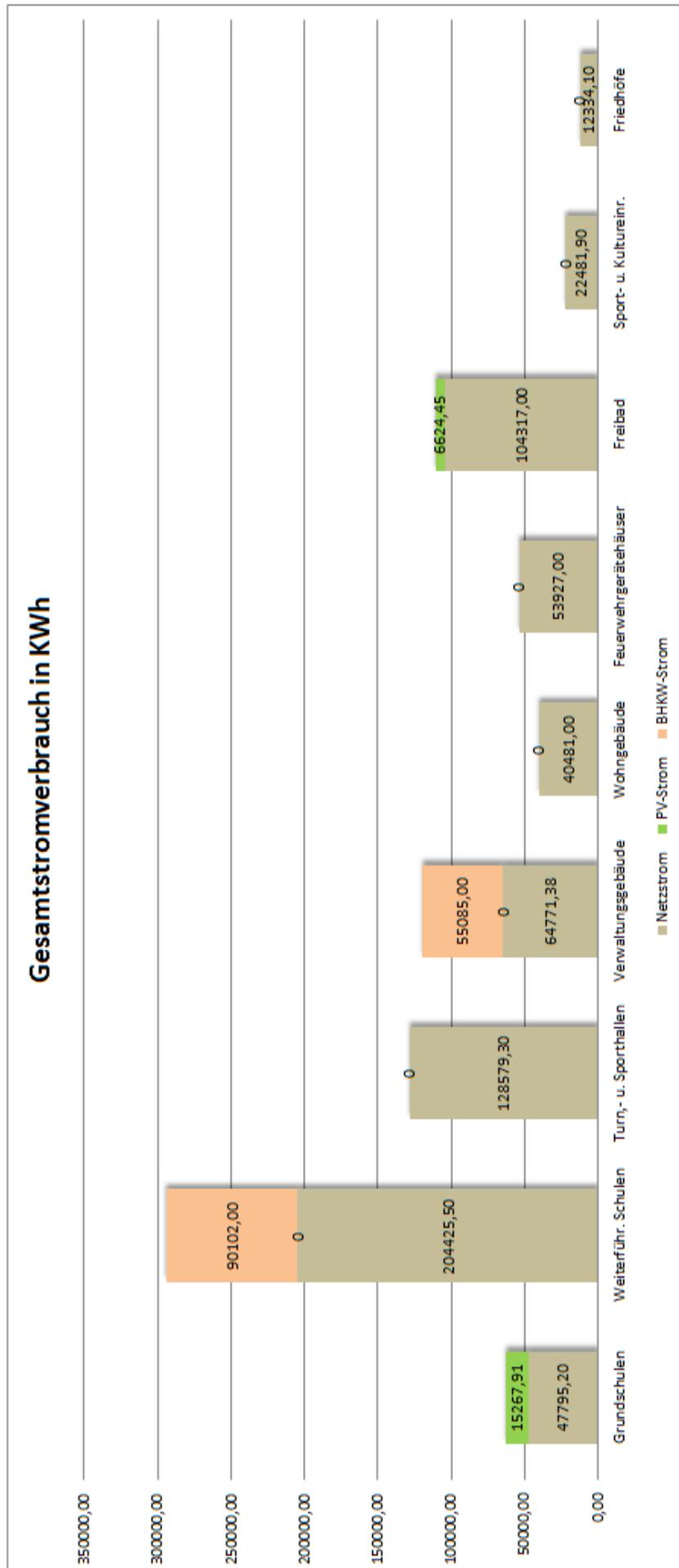


Abbildung 40

## Zusammenfassung des Wasserverbrauchs 2016

	Grundschulen	Weiterf. Schulen	Sporthallen	Verwaltungsgebäude	Wohngebäude	Feuerwehrgebäude	Freibad	Sport- u. Kultureinr.	Friedhöfe
Wassernetz	689,00	1728,00	596,00	540,23	1772,00	220,00	1924,00	593,00	742,80
Brunnen							4059,00		

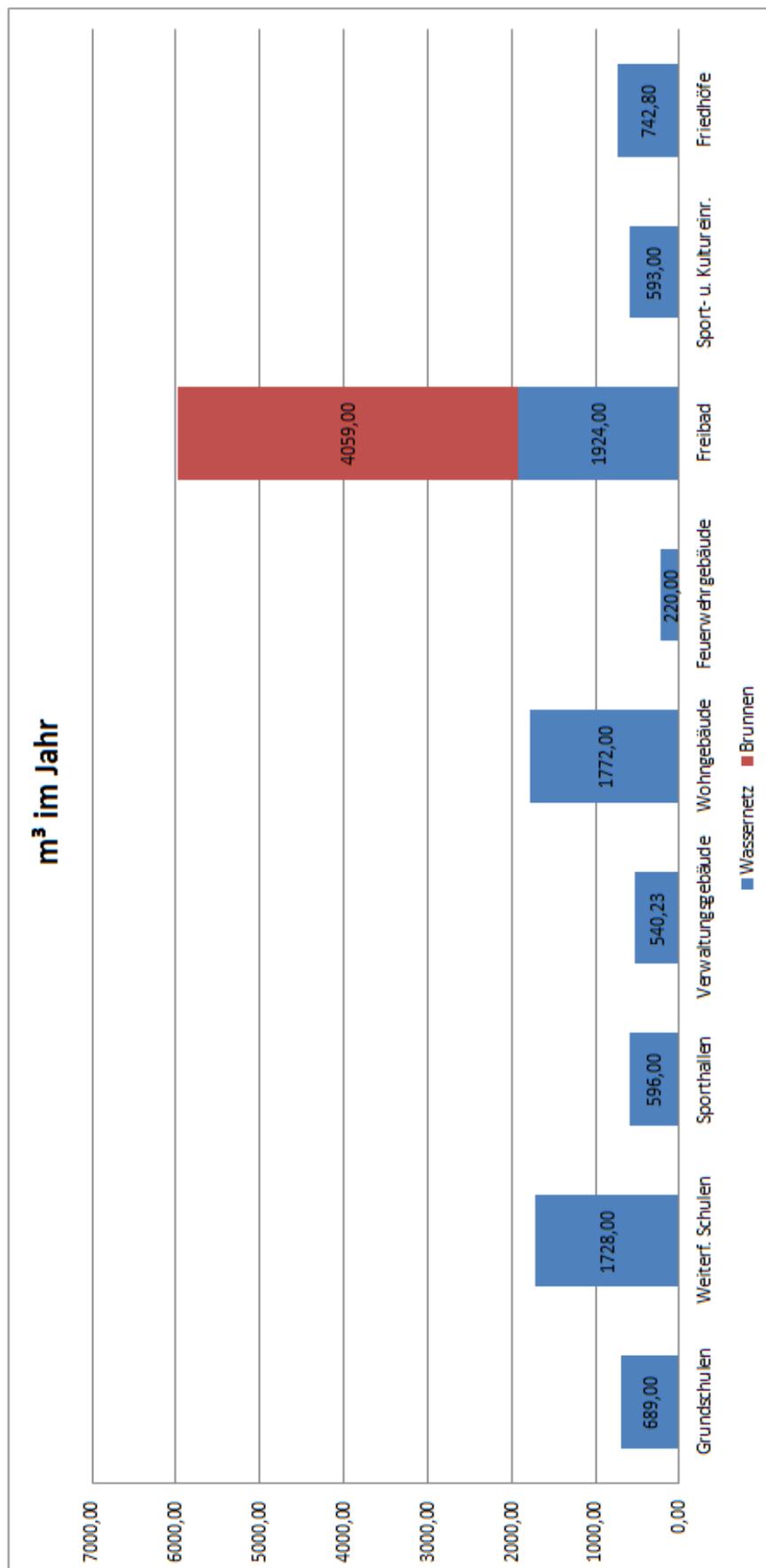


Abbildung 41

## 10.0 Nutzung regenerativer Energien

In den folgenden Unterkapiteln sind Anteile in regenerative Energien an der Energieerzeugung der gemeindeeigenen Liegenschaften aufgeführt.

### 10.1 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 durch die Solar & Spar GmbH 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 gemeindeeigene Entwicklungsgesellschaft (EGE).

Der erzeugte PV-Strom soll möglichst im Objekt verbraucht werden. Seit der Inbetriebnahme der Anlage (Juli bis Dez. 2013) sind 53 % des erzeugten PV-Stroms im Objekt als Eigenverbrauch verblieben.

Am 16.05.2016 ist die PV-Anlage am Freibad Engelskirchen in Betrieb genommen worden. Die Anlage hat eine Nennleistung von 20,5 KWp und wird von den Gemeindewerken betrieben. Der erzeugte Strom soll möglichst im Freibad verbraucht werden.

## Solaranlagen auf den Dächern der Gemeindeeigenen Gebäude

Gebäude	Baujahr	Leistung KWp	CO <sup>2</sup> Ersparnis	Betreiber
Aggertalgymnasium Altanlage (ersetzt) Neuanlage	2001 2013	43,12 52,92	22,38 t 27,47 t	Solar- & Spar GmbH
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
Freibad Engelskirchen	2016	20,50	10,64	Gemeindewerke Engelskirchen
	<b>Gesamt:</b>	<b>183,64</b>	<b>95,38 t</b>	

Abbildung 42

### 10.2 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.

### 10.3 Biomasse

Seit 2004 wird in der Grundschule Engelskirchen ein Pelletheizkessel mit einer Leistung von 150 KW zur Grundlastversorgung eingesetzt. Hiermit wird eine Wärmemenge von 131 660 KWh im Jahr erzeugt.

Im Schulzentrum Walbach wird ebenso ein Pelletheizkessel mit einer Leistung von 174 KW als Grundlastkessel eingesetzt. Hiermit wurde eine Wärmemenge von 256 000 KWh im Jahr erzeugt.

## 10.4 Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW)

Das alte BHKW im Aggertalgymnasium ist im Zuge der Sanierungsmaßnahmen am 1.04.2015 außer Betrieb genommen worden.

Im September 2015 ist das neue BHKW mit 71,60 KW thermischer Leistung und 33,00 KW elektrischer Leistung in Betrieb gegangen.

Die Verkleinerung der Leistungsdaten ist durch den geringeren Wärmebedarf des Aggertalgymnasiums nach der Sanierung entstanden und soll eine optimale Betriebsführung des BHKW gewährleisten. Im Gegensatz zu dem alten BHKW, das von der AggerEnergie betrieben wurde, wird das neue BHKW von der Gemeinde Engelskirchen betrieben.

Im Rathaus Engelskirchen wird im Rahmen des Wärmenetzes Engelsplatz von der AggerEnergie ein BHKW betrieben.

Die maximale Leistung beträgt 50 KWh elektrisch und 81 KWh thermisch.

## 11.0 Energie-Kostenentwicklung

### Energie-Kostenentwicklung

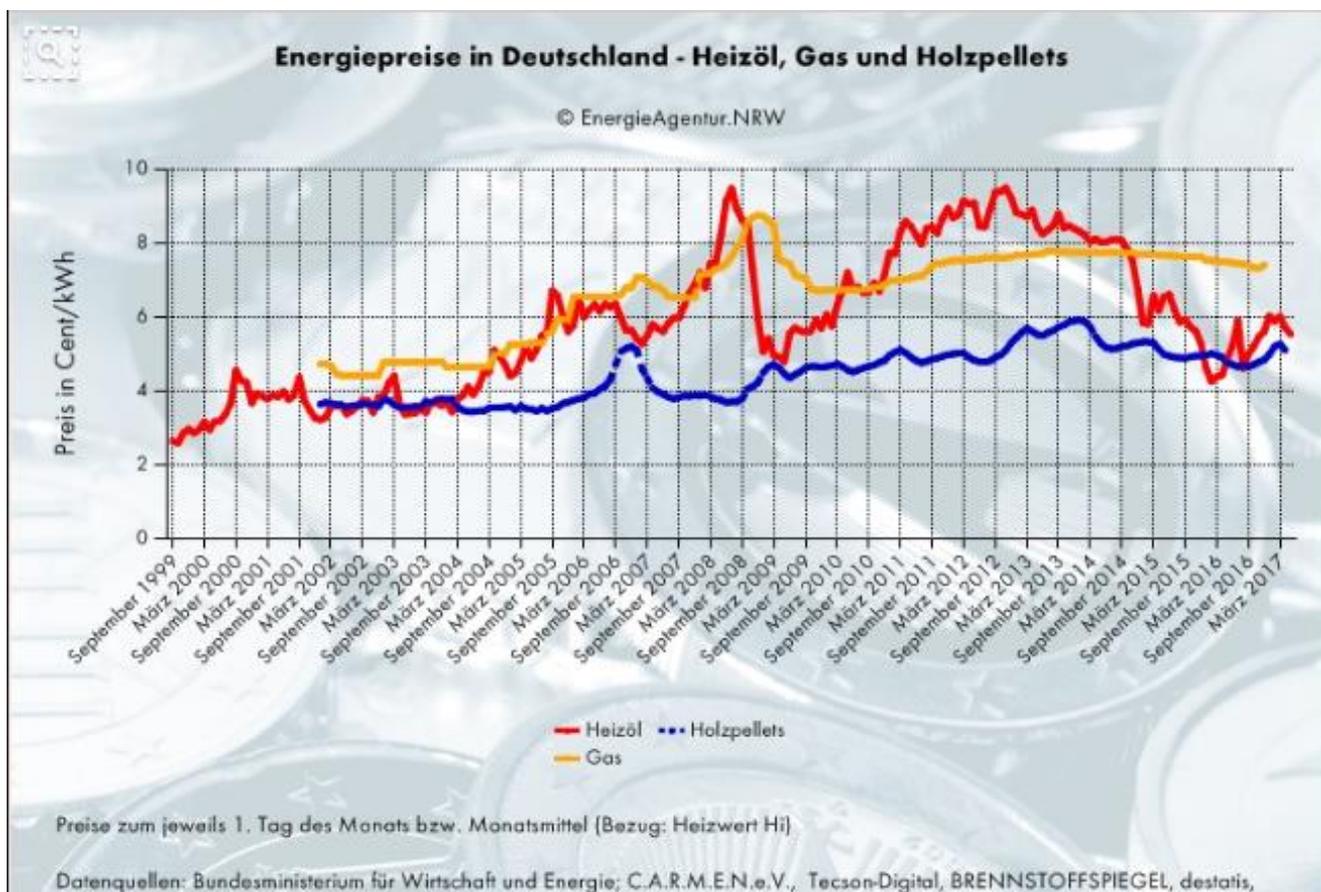
Kostenart	Jahr					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Strom</b>	207.049,09 €	167.288,84 €	164.952,37 €	177.922,23 €	184.404,75 €	207.441,06 €
<b>Straßenbeleuchtung</b>	49.143,11 €	57.782,19 €	62.848,41 €	64.216,16 €	69.143,00 €	67.249,49 €
<i>Stromverbr. Str.B. KWh</i>	<i>304.638</i>	<i>300.778</i>	<i>290.348</i>	<i>284.111</i>	<i>284.288</i>	<i>281.233</i>
<b>Gas</b>	266.475,69 €	176.170,89 €	180.333,73 €	123.126,80 €	136.359,16 €	134.023,31 €
<b>Wärme</b> in Gaskosten enth.		86.198,64 €	71.039,25 €	59.206,12 €	56.650,45 €	52.566,91 €
<b>Heizöl</b>	11.248,45 €	11.458,03 €	14.654,64 €	12.474,50 €	11.022,64 €	7.313,39 €
<b>Pellets</b>	20.135,15 €	26.612,06 €	28.039,92 €	26.857,30 €	14.444,15 €	24.399,45 €
<b>Summe:</b>	<b>554.051,49 €</b>	<b>525.510,65 €</b>	<b>521.868,32 €</b>	<b>463.803,11 €</b>	<b>472.024,15 €</b>	<b>492.993,61 €</b>
<b>Wasser</b>	25.749,95 €	23.038,90 €	17.845,68 €	18.774,18 €	25.623,70 €	27.188,60 €
<b>Abwasser</b>	945.506,32 €	913.439,54 €	859.930,19 €	829.307,72 €	843.352,50 €	883.884,29 €
<b>Gesamtsumme:</b>	<b>1.525.307,76 €</b>	<b>1.461.989,09 €</b>	<b>1.399.644,19 €</b>	<b>1.311.885,01 €</b>	<b>1.341.000,35 €</b>	<b>1.404.066,50 €</b>

**Abbildung 43**

Die angegebenen Beträge in der Kostentabelle sind Zahlen der Buchhaltung der Gemeinde Engelskirchen. Ungenauigkeiten entstehen durch Vorauszahlungen oder Erstattungen, die zum Erhebungstag noch nicht eingerechnet waren. Die Ungenauigkeiten der einzelnen Jahre gleichen sich aber in etwa aus, weil z.B. in den Jahressummen die Verrechnungen des Vorjahres enthalten sind.

In der Kostentabelle (*Abbildung 43*) der Gemeinde Engelskirchen kann man am Beispiel der Straßenbeleuchtung erkennen, dass trotz sinkendem Energieverbrauch die Energiekosten gestiegen sind.

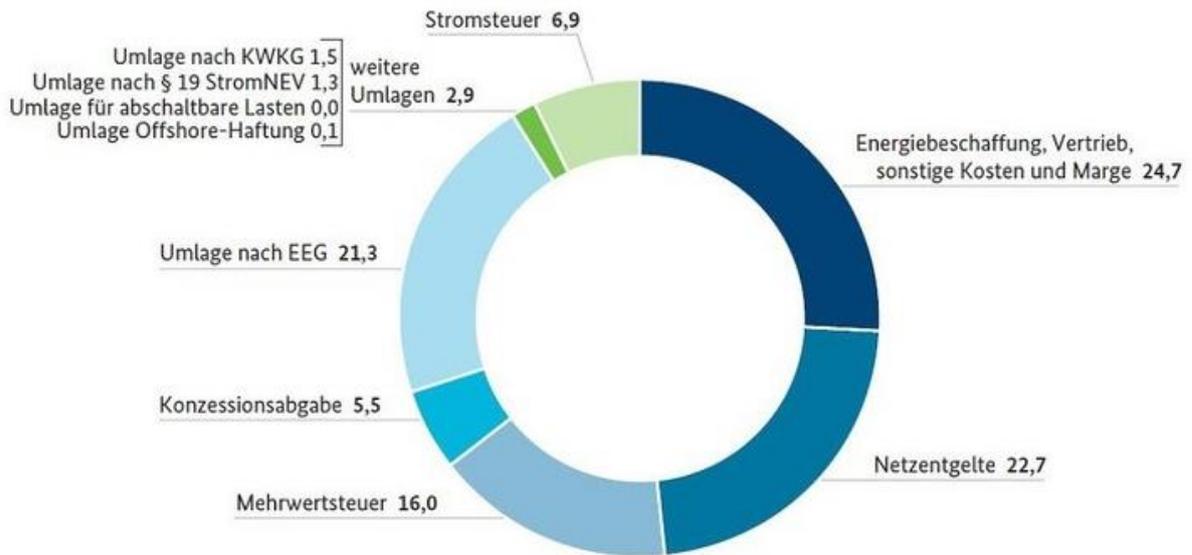
In den nachfolgenden Graphiken der Energie-Agentur NRW ist die Energiekostenentwicklung in Deutschland ersichtlich.



**Abbildung 44**

In **Abbildung 44** erkennt man die Preisentwicklung von Heizöl, Gas und Holzpellets, den wichtigsten Wärme-Energieträgern. Man sieht auch die großen Preissprünge des Ölpreises in den letzten Jahren.

Preisentwicklungen auf dem Energiemarkt vorherzusagen ist unmöglich. Bisher bestimmten Angebot und Nachfrage den Preis von Gas- und Öl. Da die Energieträger endlich sind und die Vorräte schrumpfen, stiegen die Energiepreise jedes Jahr. Nach neuesten Berechnungen würde es zum Klimakollaps kommen, wenn alle bekannten fossilen Brennstoffe verbraucht würden. Nun stellt sich eher die Frage, was uns unser Klima wert ist und wie schnell gelingt der Ausstieg aus der Nutzung fossiler Brennstoffe.



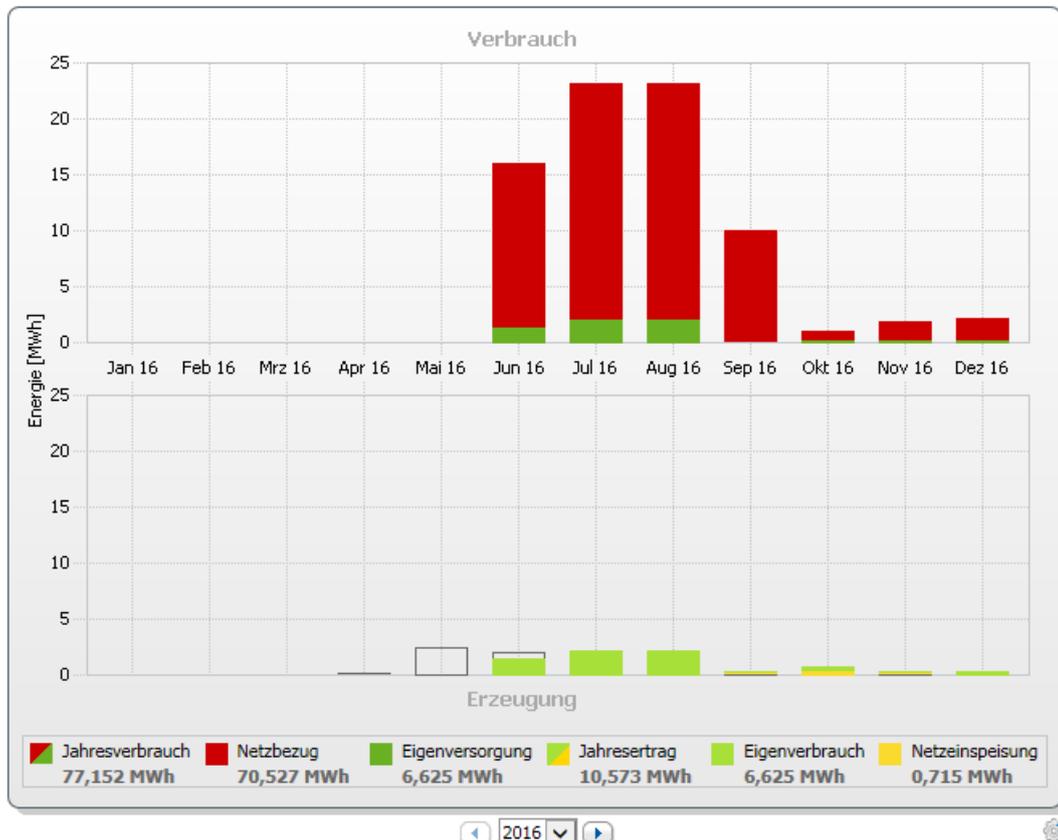
**Abbildung 45**

In der *Abbildung 45* (BMWi) sieht man den Einfluss der EEG Umlage auf den Strompreis.

## 12.0 Umsetzung von Energiesparmaßnahmen im Jahr 2015

### 12.1 Freibad Engelskirchen, Erstellung einer PV-Anlage

#### Ertrag der PV-Anlage im Jahr 2016, Freibad Engelskirchen



**Abbildung 46**

Die Strombedarfskurve eines Freibades deckt sich ziemlich genau mit der Stromerzeugungskurve einer Photovoltaikanlage. PV-Anlagen rechnen sich sehr gut, wenn der erzeugte Strom möglichst selbst verbraucht wird; so lag es nahe eine PV-Anlage im Freibad Engelskirchen zu errichten.

Prognostiziert war ein Ertrag von **2315 €** bei einer Eigenstromnutzung von ca. 60 %. Erzielt wurde 2016 bei einem Betrieb ab Juni eine Eigenverbrauchsquote von 90 %, was aufs ganze Jahr hochgerechnet einen Ertrag von ca. **3790 €** entspricht. Die Anlage übertrifft damit die wirtschaftlichen Erwartungen.

Leider erzeugt die PV-Anlage nur ca. 9,5 % des benötigten Stromes, aber eine größere Anlage ist am Freibad zu vertretbaren Kosten nicht zu verwirklichen.

## **12.2 Freibad Engelskirchen, Einbau einer modernen Pumpenregelung**

Um noch weiter Strom zu sparen, wurde eine moderne elektronische Pumpenregelung an den Umwälzpumpen installiert. Der größte Stromverbraucher in einem Freibad sind die Beckenwasser-Umwälzpumpen, diese müssen das gesamte Beckenwasser (ca. 1800 m<sup>3</sup>) ständig zwischen Filtertechnik und Schwimmbecken umwälzen. Die Regelung stellt sicher, dass die Pumpenleistung laufend auf die Anzahl der Badegäste und der gemessenen Wasserqualität eingestellt wird um die Pumpenleistung und damit die Stromaufnahme auf ein Minimum zu reduzieren. Prognostiziert wurde laut Herstellergarantien eine Ersparnis von 40 % des Pumpenstromes. Leider konnte dieses Einsparziel in 2016 noch nicht erreicht werden, weil zahlreiche Einstellungen und Nachjustierungen während des Badebetriebes notwendig wurden. Aber die erzielten Stromeinsparungen (**Abbildung 23 auf Seite 21**) zeigen, dass der prognostizierte Wert realistisch und erreichbar ist.

Die Kosten zur Anschaffung, Installation und Einregulierung der Pumpensteuerung betragen **31651,67 €**. Bei einer garantierten Kosteneinsparung von **12600,- €** pro Jahr (bei Stromkosten von 0,18 €/KWh) amortisieren sich die Anschaffungskosten bereits nach 2,5 Jahren.

## **12.3 Schulzentrum Walbach, Optimierung der Heizungsanlage**

Der Wärmebedarf des Schulzentrums Walbach wird durch einen Holzpellet-Grundlastkessel von 174 KW Nennleistung und von einem Gasspitzenlastkessel von 455 KW Nennleistung erzeugt.

Um den Preisvorteil des Pelletkessels, in Bezug auf die Brennstoffkosten voll auszunutzen, ist es notwendig die Betriebszeiten der Pelletanlage möglichst zu erweitern.

Aus diesem Grunde sind 2 Pufferspeicher mit je 3000 ltr. Speichervolumen in die Heizungsanlage eingebaut worden. Damit wird z.B. die morgendliche Aufheizung des Schulgebäudes von dem Pelletkessel alleine bewältigt, weil die gespeicherte Energie von 6000 ltr. und 80° C heißen Heizwassers zusätzlich zur Verfügung steht.

#### **12.4 Übergangsheim Wallefeld, Dachdämmung und Erneuerung der Sanitärinstallation**

Das Dach des Übergangsheimes Wallefeld war sanierungsbedürftig und musste dringend erneuert werden. Ebenso ergab sich durch die hohe Belegung des Gebäudes die Notwendigkeit zur Sanierung der Sanitäreinrichtungen.

Beide Sanierungsmaßnahmen wurden auch aus Sicht der notwendigen Energieeinsparungen hin betrachtet. So wurde das Dach umfangreich gedämmt und bei den sanitären Anlagen kamen Spararmaturen zum Einsatz. Bereits im laufendem Jahr wurden die Einsparerfolge sichtbar (*siehe Abbildung 29 Seite 25 und Abbildung 31 auf Seite 26*).

#### **13.0 Aktuelle Projekte zur Energieeinsparung**

Das Hauptaugenmerk liegt zurzeit auf Stromeinsparung durch Austausch alter Beleuchtung durch moderne LED-Leuchten. Nachdem die Sporthalle Walbach in den Osterferien mit einer neuen Hallenbeleuchtung (*siehe Titelbild*) ausgestattet wurde, steht in den Sommerferien eine neue Hallenbeleuchtung in der Turnhalle Schnellenbach an. Im Rathaus werden dieses Jahr einige Büros mit LED-Lampen ausgerüstet, die mit einer integrierten Lichtregelung ausgestattet sind. So gehen die Lampen selbstständig aus, wenn kein Mitarbeiter im Raum ist und sie passen die Lichtstärke automatisch den vorhandenen Lichtverhältnissen im Raum an (Tageslichtregelung).

#### **14.0 Ausblick und Entwicklung**

Unter Berücksichtigung des Zustandes der gemeindeeigenen Liegenschaften, wird auch in den nächsten Jahren der Schwerpunkt auf die Bereiche Beleuchtungssanierung und Anlagenoptimierung liegen. Hier sind mit geringen Kosten große Einsparungen zu erzielen.

## 14.0 Abbildungsverzeichnis:

	<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Abbildung 1:	Verbrauchskennzahlen Wärmeenergie an Grundschulen	9
Abbildung 2:	Wärmeverbrauch Grundschulen im Jahr 2016 mit Anteil regenerativer Energieträger	10
Abbildung 3:	Wärme-Verbrauchsentwicklung an Grundschulen	10
Abbildung 4:	Stromverbrauchskennzahlen 2016 in KWh/m <sup>2</sup> an Grundschulen	11
Abbildung 5:	Strom-Verbrauchswerte 2016 in KWh an Grundschulen	11
Abbildung 6:	Strom-Verbrauchsentwicklung an Grundschulen	12
Abbildung 7:	Wasserverbrauch 2016 in den Grundschulen	12
Abbildung 8:	Wasser-Verbrauchsentwicklung an den Grundschulen	13
Abbildung 9:	Gesamtverbrauch Wärmeenergie an weiterführenden Schulen	14
Abbildung 10:	Kennzahlen Wärmeenergie an weiterführenden Schulen	14
Abbildung 11:	CO <sup>2</sup> -Ausstoß an Weiterführenden Schulen	15
Abbildung 12:	Wärme-Verbrauchsentwicklung an weiterführenden Schulen	15
Abbildung 13:	Stromverbrauch u. Erzeugung an weiterführenden Schulen	16
Abbildung 14:	Kennzahlen-Stromverbrauch an weiterführenden Schulen	16
Abbildung 15:	Strom-Verbrauchsentwicklung an weiterführenden Schulen	17
Abbildung 16:	Wasserverbrauch an Weiterführenden Schulen	17
Abbildung 17:	Wasser-Verbrauchsentwicklung an weiterführenden Schulen	18
Abbildung 18:	Kennzahlen-Wärmeverbrauch der Turn- und Sporthallen	18
Abbildung 19:	Wärme-Verbrauchsentwicklung der Turn- und Sporthallen	19
Abbildung 20:	Kennzahlen-Stromverbrauch der Turn- und Sporthallen	19
Abbildung 21:	Wasserverbrauch der Turn- und Sporthallen	20
Abbildung 22:	Wasserverbrauch des Freibades Engelskirchen	20
Abbildung 23:	Stromverbrauch des Freibades Engelskirchen	21
Abbildung 24:	Wärme-Verbrauchskennzahl der Verwaltungsgebäude	22
Abbildung 25:	Wärme-Verbrauchsentwicklung der Verwaltungsgebäude	22
Abbildung 26:	Strom-Verbrauch der Verwaltungsgebäude	23
Abbildung 27:	Strom-Verbrauchsentwicklung der Verwaltungsgebäude	23
Abbildung 28:	Wasserverbrauch der Verwaltungsgebäude	24
Abbildung 29:	Wärme-Verbrauchswerte der Wohngebäude	25
Abbildung 30:	Strom-Verbrauchsentwicklung der Wohngebäude	25
Abbildung 31:	Wasser-Verbrauchsentwicklung der Wohngebäude	26
Abbildung 32:	Wärme-Verbrauchskennzahl Feuerwehrgerätehäuser	26
Abbildung 33:	Wärme-Verbrauchskennzahl Feuerwehrgerätehäuser	27
Abbildung 34:	Stromverbrauchsentwicklung der Feuerwehrgerätehäuser	27

Abbildung 35:	Entwicklung des Wasserverbrauchs der Feuerwehrgerätehäuser	28
Abbildung 36:	Wasser-Verbrauchsentwicklung auf den Friedhöfen	28
Abbildung 37:	Bilanzierung der Wärmeenergieträger	30
Abbildung 38:	Anteile der Wärmeenergieträger	31
Abbildung 39:	Anteile der CO <sup>2</sup> Freisetzung	31
Abbildung 40:	Gesamtbilanz Stromverbrauch	32
Abbildung 41:	Gesamtbilanz Wasserverbrauch	33
Abbildung 42:	Aufstellung der PV-Anlagen	35
Abbildung 43:	Energie-Kostenentwicklung der Gemeinde Engelskirchen	36
Abbildung 44:	Energiepreise in Deutschland (Öl- Gas,- und Holz-Pellets)	37
Abbildung 45:	Kostenanteile des Strompreises	38
Abbildung 46:	Stromertrag der PV-Anlage Freibad Engelskirchen	38