

Energiebericht

2018



Schulzentrum Walbach, Pelletkessel

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
Internet: www.engelskirchen.de

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	4
2. Anmerkungen zum Energiebericht	5
3. Grundlagen des Energiemanagements	6
4. Zählererfassung und Verbrauchsdaten	6
5. Kennwerte	7
6. Gebäudeanalyse	7
7. Prioritätenliste energetischer Investitionen	8
8. Energieverbrauch der Gemeindeligenschaften	9
8.1. Grundschulen	9
8.2. Weiterführende Schulen	14
8.3. Turn- und Sporthallen	19
8.4. Freibad Engelskirchen	22
8.5. Verwaltungsgebäude	23
8.6. Wohngebäude und Wohnheime	26
8.7. Feuerwehrgerätehäuser	28
8.8. Friedhöfe	30
9. Energie und CO ² Bilanzen	30
10. Nutzung regenerativer Energien	35
10.1. Photovoltaik	35
10.2. Thermische Solarenergie	36
10.3. Biomasse	36
10.4. Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW)	37
11. Entwicklung der Energiekosten	37
12. Umsetzung von Energiesparmaßnahmen im Jahr 2017	39
13. Aktuelle Projekte zur Energieeinsparung, LEEN Netzwerk	39
13.1 Optimierung der Gebäudetechnik im Schulzentrum Walbach	41
13.2 Berechnung von Energetischen Investitionen Grundschule Schnellenbach	42
13.3 Einregulierung der Gebäudetechnik im Aggertalgymnasium	43
14. Ausblick und Entwicklung	43
15. Abbildungsverzeichnis	43

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 Heizzentrale des Schulzentrums Walbach mit dem Pelletkessel im Vordergrund. Im Schulzentrum finden zurzeit Messungen zur Optimierung des Energiebedarfs statt. Diese Optimierungsmaßnahmen werden durch Fa. Saller die im Auftrag des LEEN-Netzwerkes tätig ist, durchgeführt (siehe Kapitel 13.1)

Die in den Osterferien 2017 durchgeführte Erneuerung der Hallenbeleuchtung der Sporthalle Walbach zeigt schon eine erfreuliche Entwicklung des Strombedarfs (siehe Kapitel 12.1).

Auch die Energiesparmaßnahmen im Freibad wurden erfolgreich umgesetzt. Hier konnten sehr große Ersparnisse im Stromverbrauch (siehe Kapitel 8.4) realisiert werden.

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 **2017**, 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 (Vergleichswerte)

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 den Energieberichten 2012 bis 2017 wurden Kennwerte gemäß VDI Richtlinie 3807 zum Vergleich herangezogen. In diesem Energiebericht werden Vergleichswerte des „Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie“ angezeigt.

Die Vergleichswerte ermöglichen es, Gebäude getrennt nach Nutzungsart bundesweit zu vergleichen. Aufgrund von Daten aus Städten und Kommunen werden durchschnittliche Kennwerte gebildet.

Die Kennwerte sind im Rahmen eines Energiemanagements wichtige Vergleichskriterien zur Investitionsplanung.

6. Gebäudeanalyse

Aufgrund der Kennwerte ist es möglich, den gemeindeeigenen Gebäudebestand energetisch grob zu bewerten. Der Kennwert für den Wärmebedarf ergibt sich beispielsweise aus dem Energieverbrauch in KWh pro m² beheizter Nutzfläche im Jahr. Der Unterschied zwischen dem ermittelten Kennwert und dem Vergleichswert des Bundesministeriums ermöglicht eine grobe Energetische Bewertung des Gebäudes.

Für diesen Energiebericht sind Verbrauchswerte vom 1.01.2012 bis 31.12.2017 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 1.05.2018:

7.1 **Grundschule Schnellenbach, Erneuerung der Heizungsanlage**

Die Planungsarbeiten werden zurzeit durchgeführt und sollen in diesem Jahr abgeschlossen werden. Vorgesehen sind eine Holz-Pelletanlage im alten Schulgebäude und ein Gas-Spitzenlastkessel in der Turnhalle. Die Gebäude und Anlagen sind über ein Nahwärmenetz miteinander verbunden.

7.2 **Aggertalgymnasium:** Einstellung und Optimierung der Technischen Anlagen insbesondere Heizung und Lüftung. Die Einstellungen und Messungen sollen noch in diesem Jahr in Zusammenarbeit mit Fa. Goldbeck durchgeführt werden.

7.3 **Rathaus Engelskirchen, altes Wolllager:**

Durchführung eines hydraulischen Abgleichs und Einbau einer Einzelraumregelung

7.4 **Rathaus Engelskirchen:**

Erneuerung der Not- und Sicherheitsbeleuchtung.

7.5 **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.

7.6 **Erneuerung der Straßenbeleuchtung** und Umstellung auf moderne Leuchttechnik.

Eine modellhafte Erneuerung ist im Jahr 2014 in Loope, Fuchsweg und im Ortsteil Bliessenbach von der AggerEnergie durchgeführt worden.

Hier wird aufgrund der hohen Investitionskosten an eine schrittweise Sanierung gedacht.

8. 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.

8.1. Grundschulen

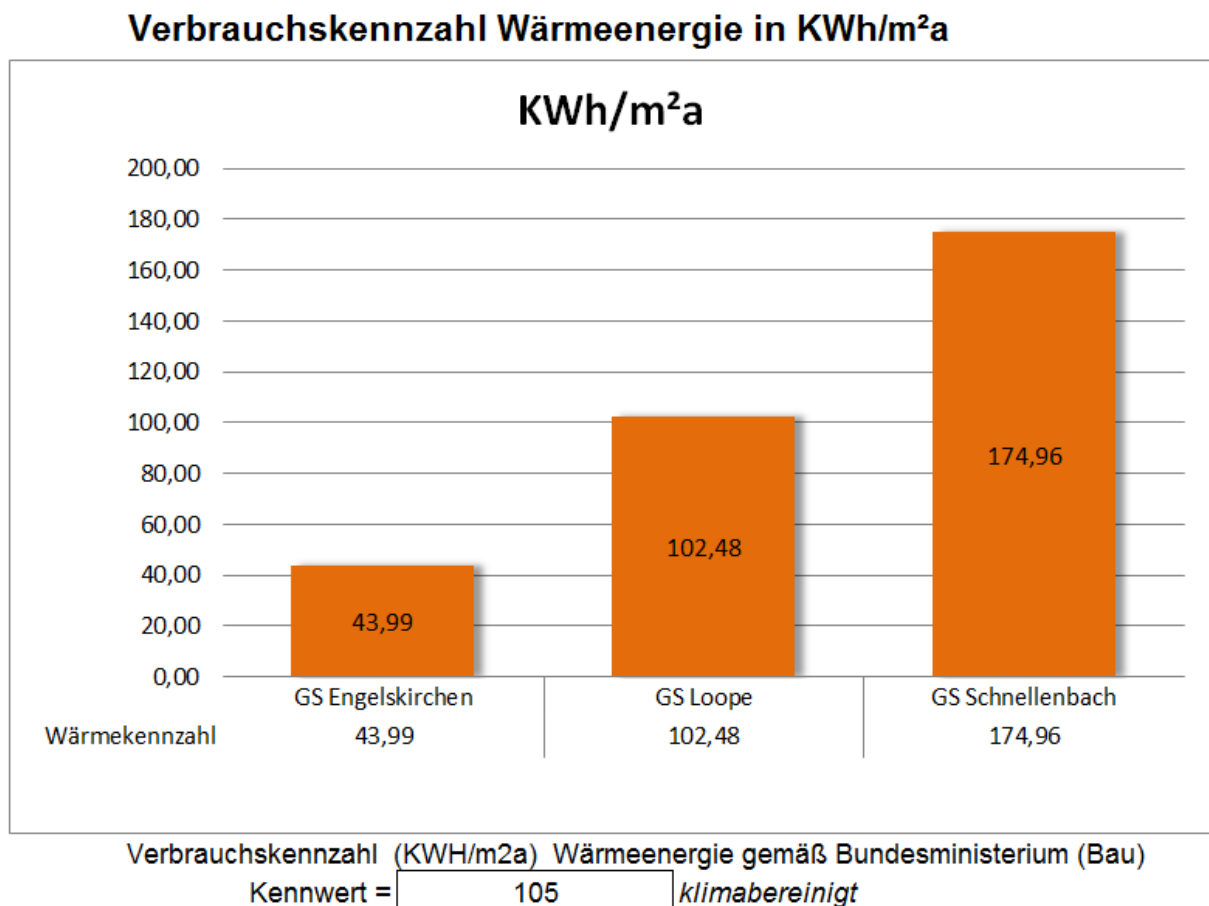


Abbildung 1

In den *Abbildungen 1- 3* sind die Wärmekennzahlen 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 Wärmeenergie und in *Abbildung 3* wird die Verbrauchsentwicklung dargestellt. Die Absoluten Wärmeverbräuche (*Abbildung 2*), sind in der Grundschule Engelskirchen durch die Gebäudegröße höher.

Verbrauchte Wärme in KWh im Jahr 2017

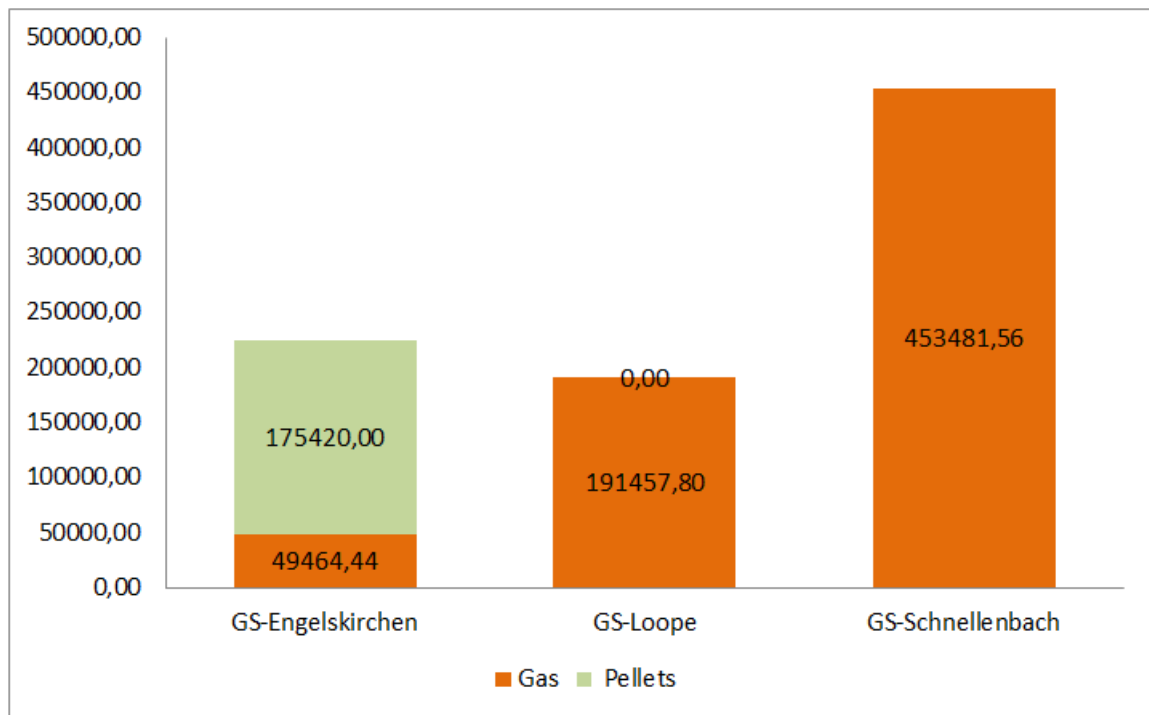


Abbildung 2

Klimabereinigt

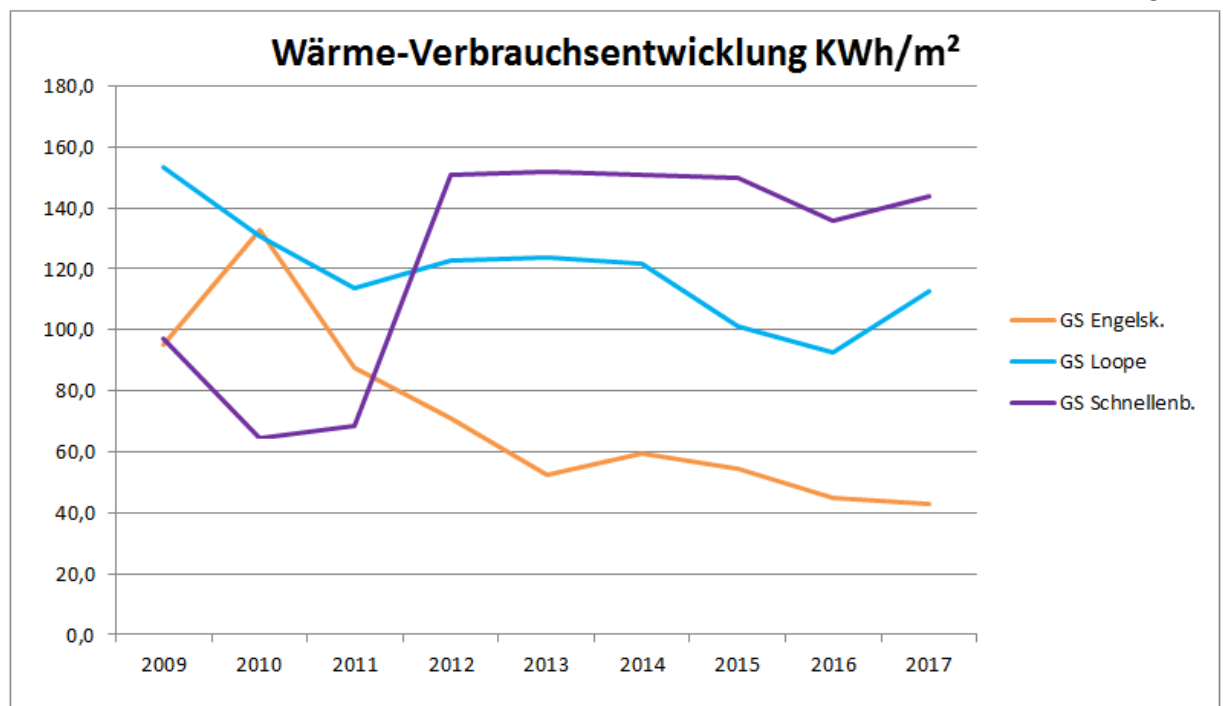
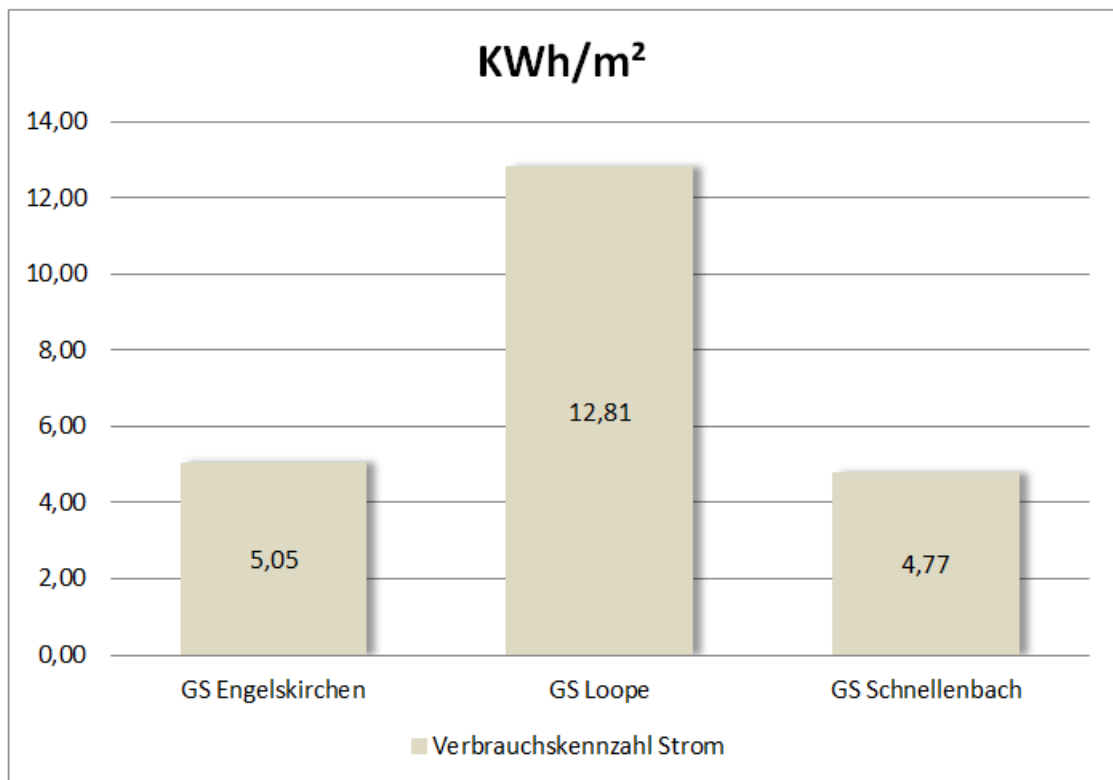


Abbildung 3

Unterschiedliche Werte in den Abbildungen 1 und 3 kommen dadurch zu Stande, dass die Werte in Abbildung 3 klimabereinigt sind. Leider sind die Verbräuche in der Grundschule Loope sowie der Grundschule Schnellenbach wieder leicht gestiegen.

Verbrauchskennzahl Elektrische Energie



Verbrauchskennzahl (KWh/m²a) Stromverbrauch gemäß Bundesministerium (Bau)
Kennwert = 10

Abbildung 4

Aus den Verbrauchskennzahlen ist ein stark differenzierter Stromverbrauch in den Grundschulen erkennbar, hier müssen Ursachen ermittelt und Verbesserungen erreicht werden. Bei den absoluten Verbrauchswerten (Abbildung 5) relativiert sich der Stromverbrauch und man erkennt den Einfluss der Gebäudegröße auf den Stromverbrauch. Eine mögliche Ursache für den hohen Verbrauch der Grundschule Loope je m² könnte die relativ gute Ausstattung der Schule mit Computern, Beamern und anderen Unterrichtsgeräten sein.

Verbrauchswerte inkl. Eigenverbrauch Solarenergie
Stromverbrauch 2017 in KWh

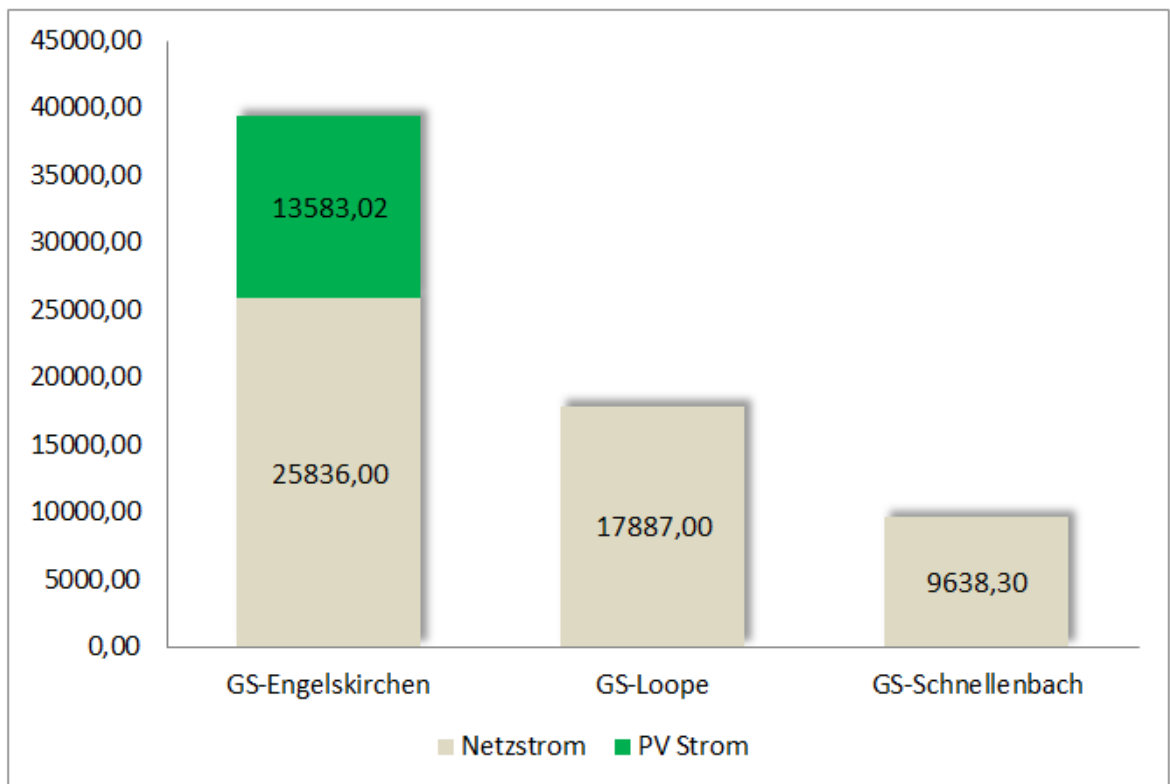


Abbildung 5

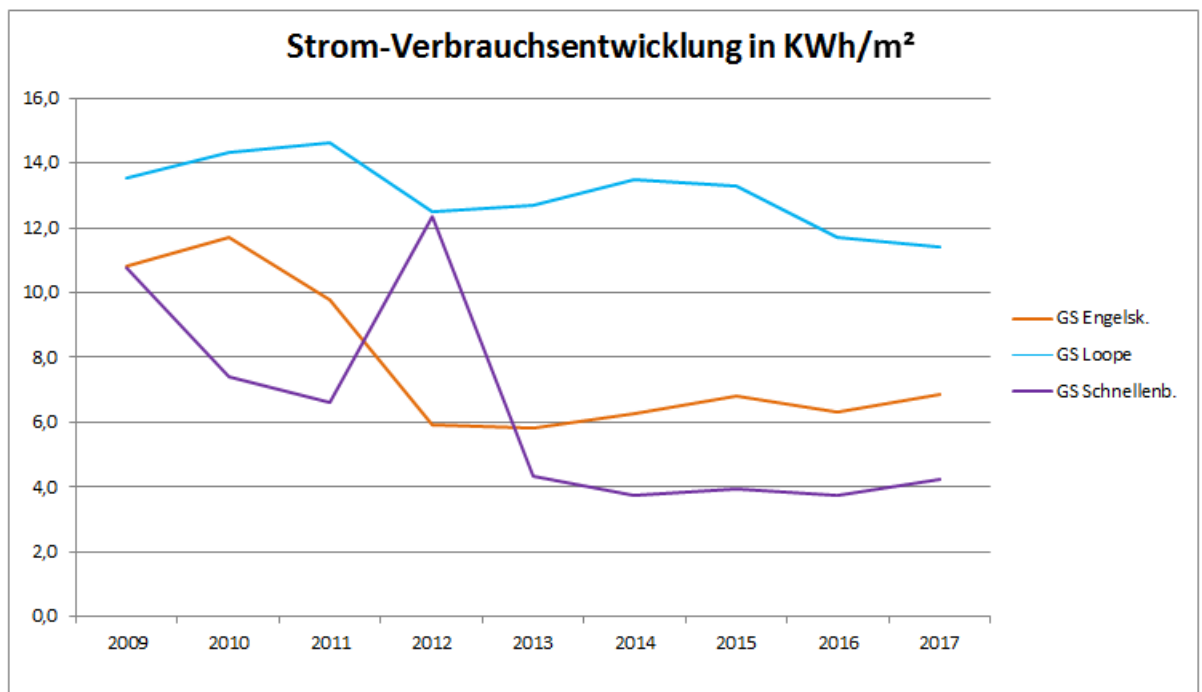


Abbildung 6

Die Stromverbrauchswerte liegen außer an der Grundschule Loope alle im normalen Bereich.

Wasserverbrauch im Jahr 2017

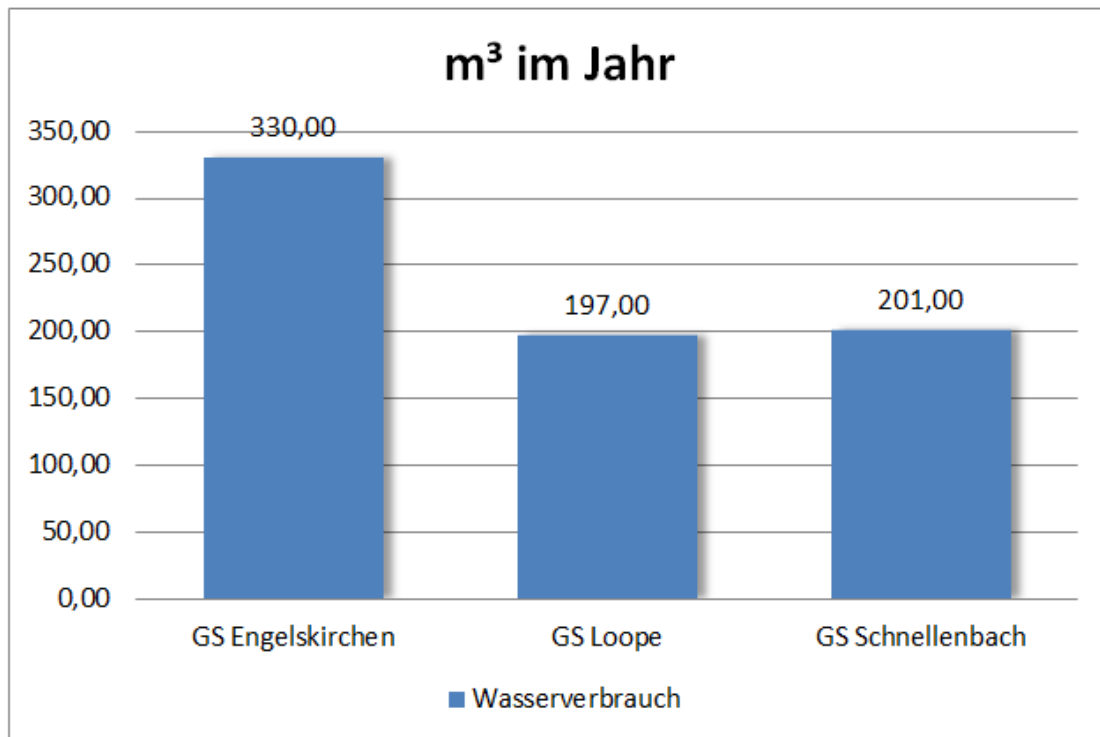


Abbildung 7

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

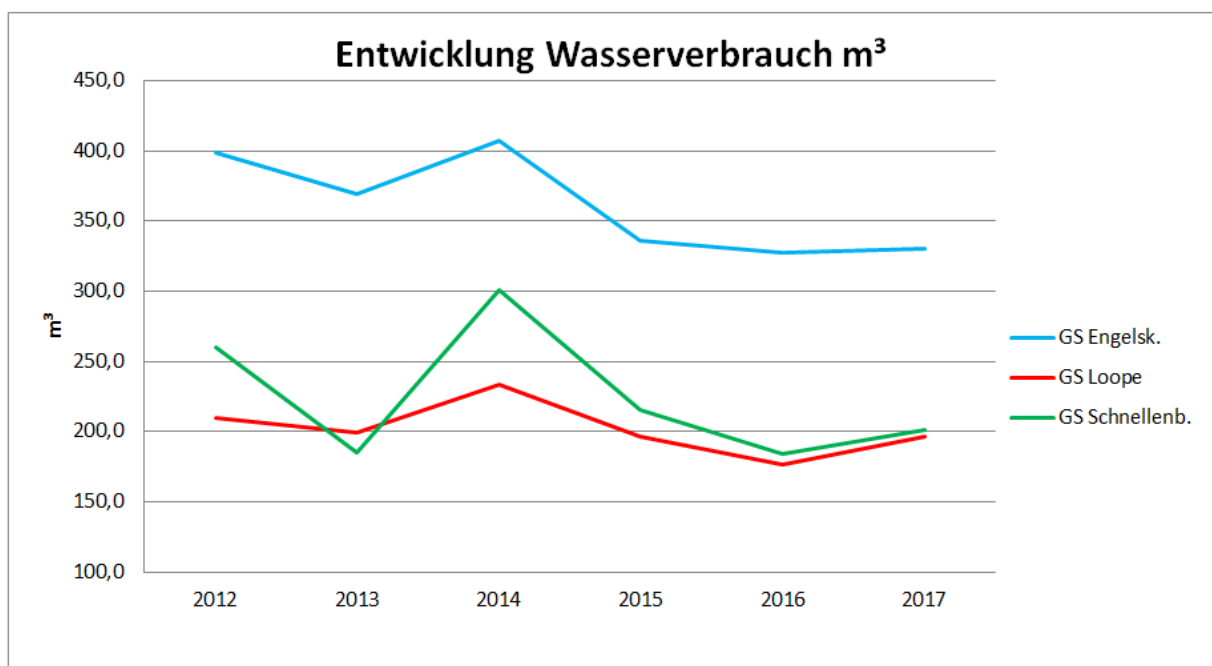


Abbildung 8

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.

Die Erfahrungen aus den Optimierungsbemühungen im Schulzentrum Walbach durch das LEEN Netzwerk sollen in 2018 bei den Einstellungen der Gebäudetechnik einfließen.

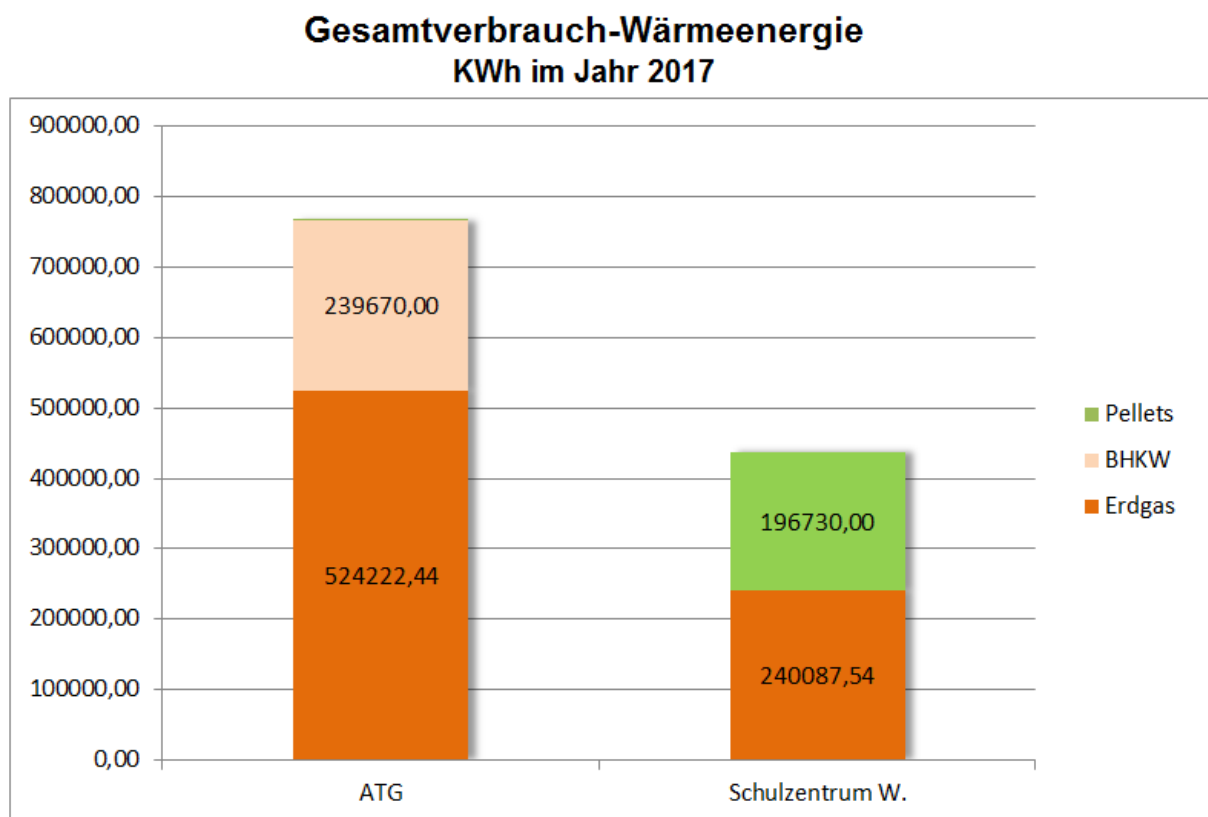


Abbildung 9

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

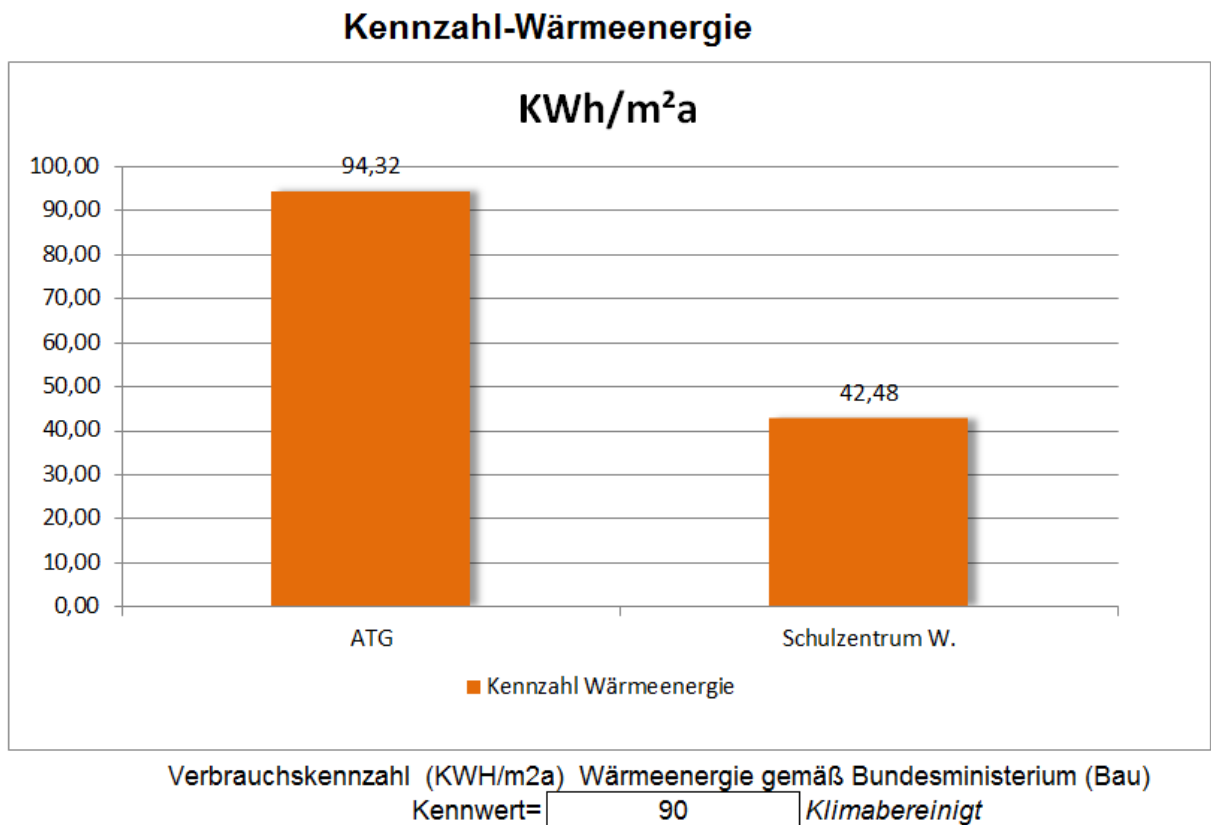


Abbildung 10

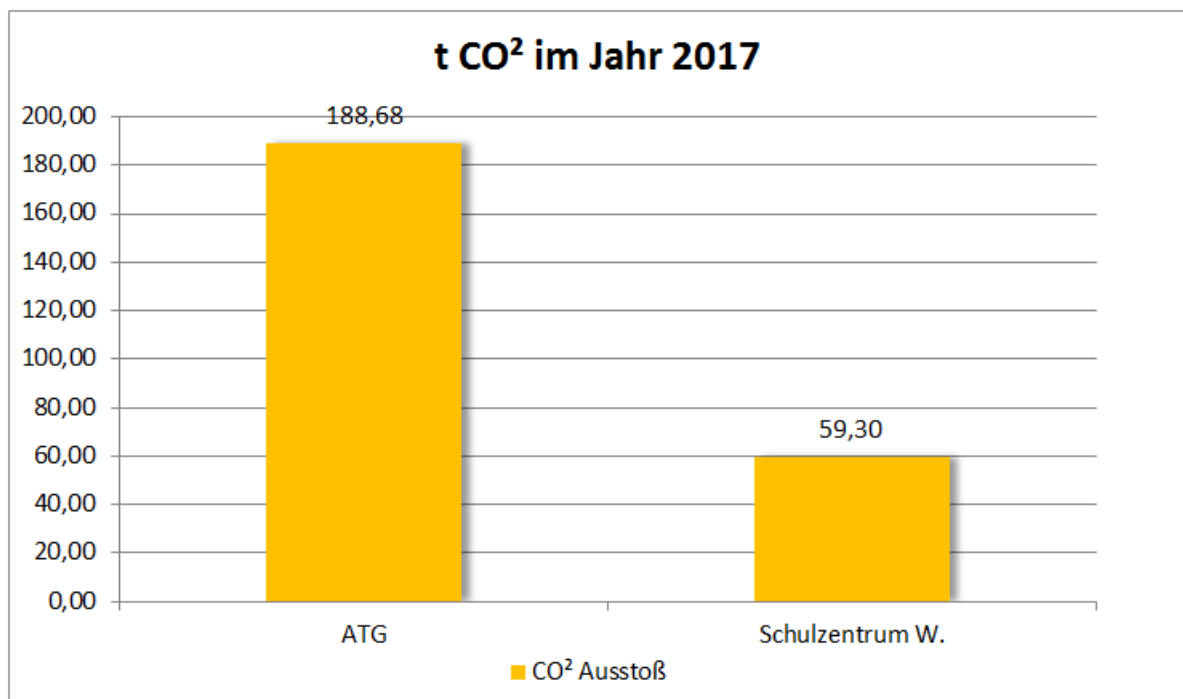


Abbildung 11

Der CO² Ausstoß ist durch den Einsatz eines Pelletkessels im Schulzentrum Walbach sehr viel geringer.

klimabereinigt

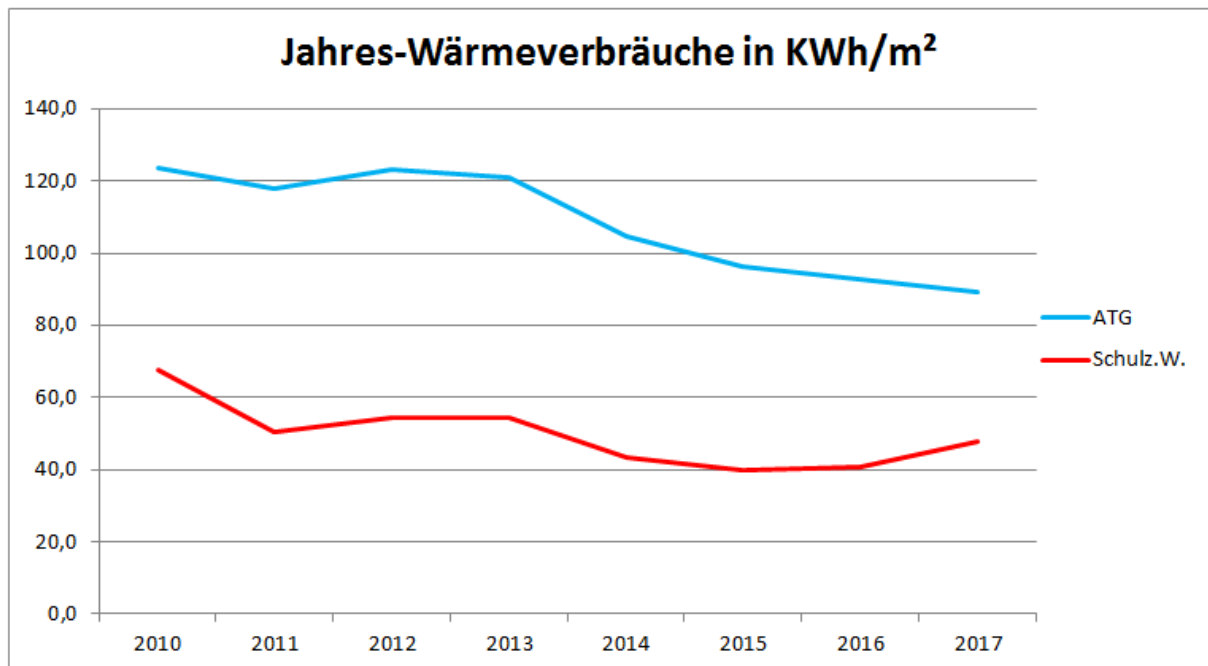


Abbildung 12

Aufgrund der modernen energiesparenden Bauweise, müsste der Wärmeverbrauch des Aggertalgymnasiums im Bereich des Wärmeverbrauchs des Schulzentrums Walbach liegen. Im Aggertalgymnasium werden Einstellungen an der Gebäudetechnik sowie Trocknung der Wände den Wärmeverbrauch weiter senken.

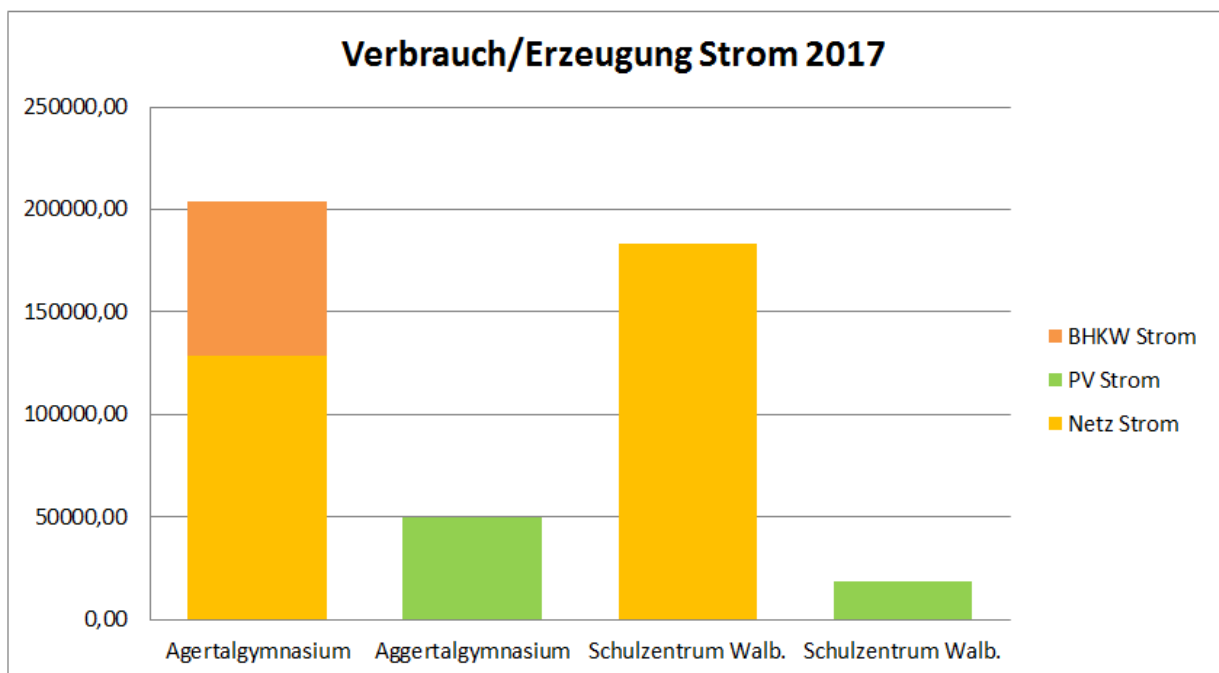


Abbildung 13

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

Verbrauchskennzahl Elektrische Energie

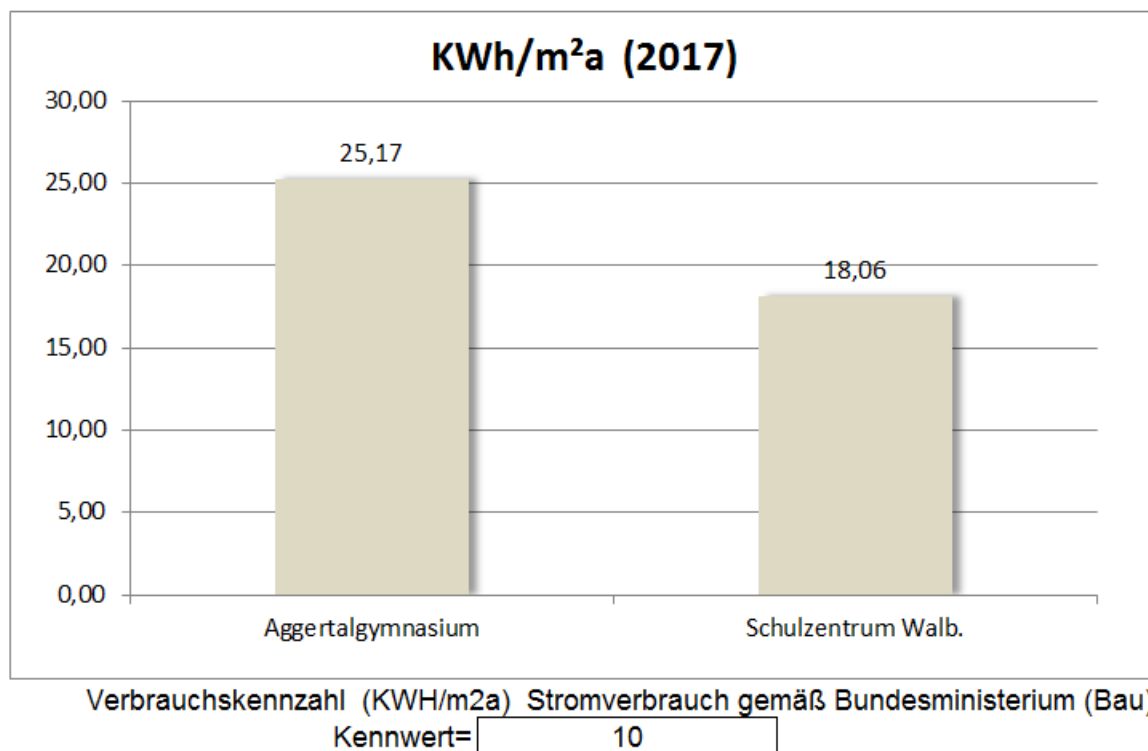


Abbildung 14

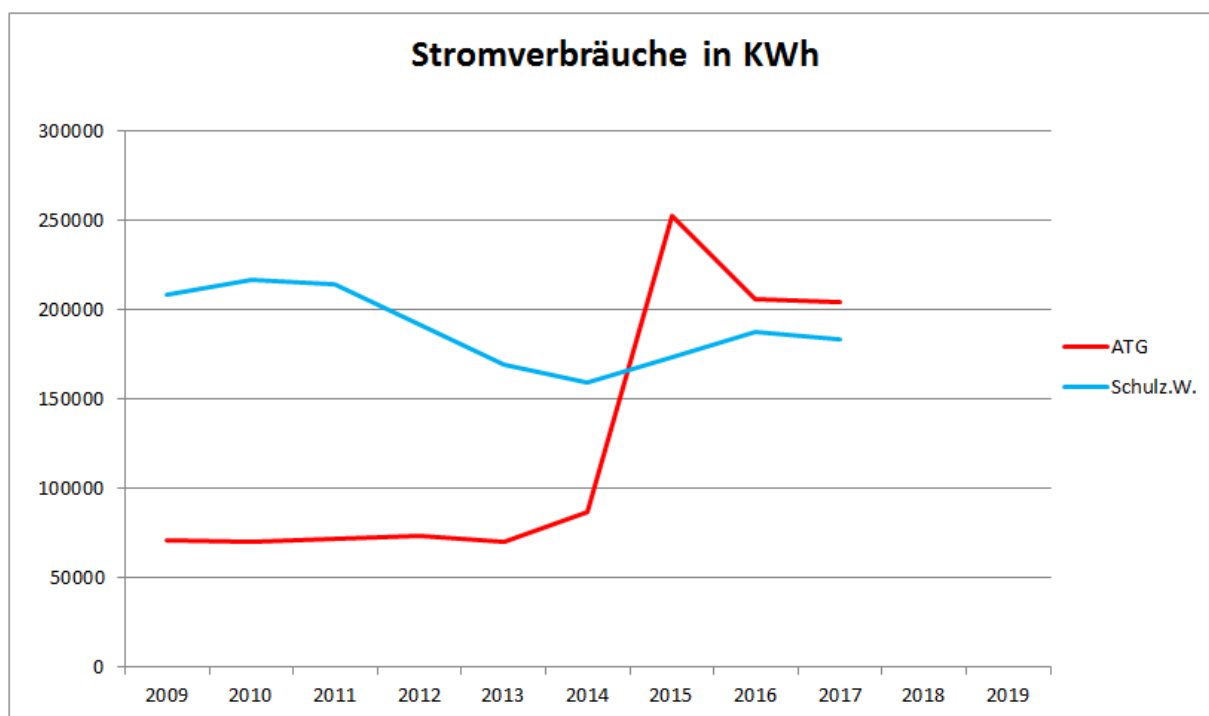


Abbildung 15

Im Schulzentrum Walbach konnten durch Optimierungsmaßnahmen in der Gebäudetechnik der Stromverbrauch verringert werden, der Anstieg in der Verbrauchskurve seit 2014 entstand durch den Einzug der Grundschule Ründeroth ins Schulzentrum. Im Aggertalgymnasium gab es einen starken Anstieg durch die Bautätigkeiten.

Gesamt-Wasserverbrauch im Jahr 2017

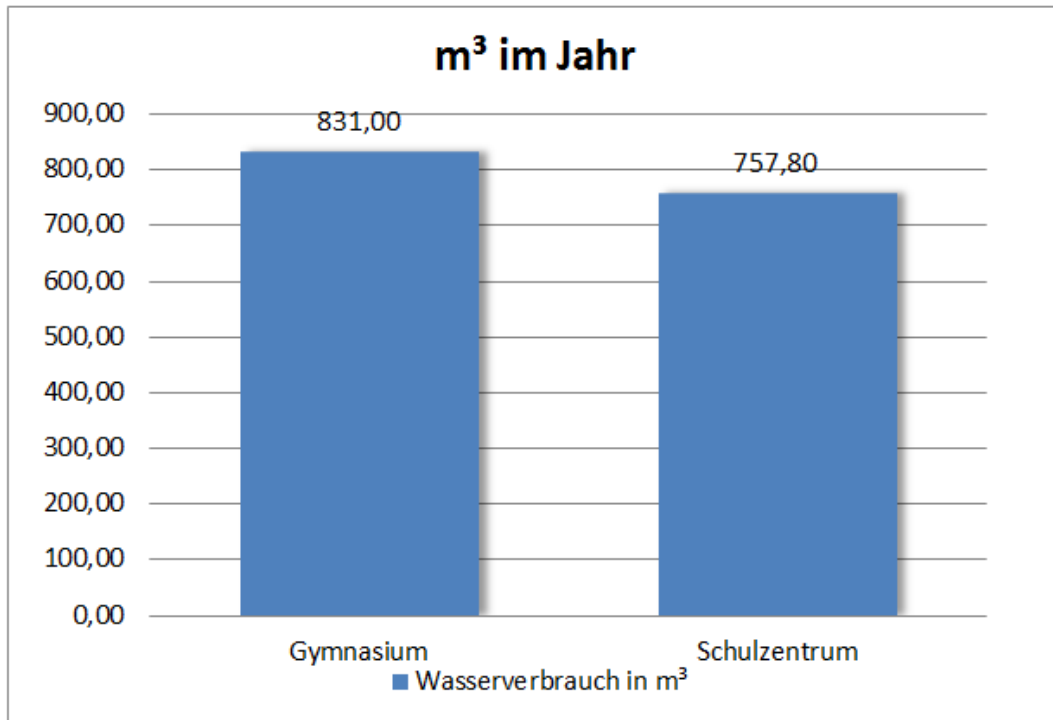


Abbildung 16

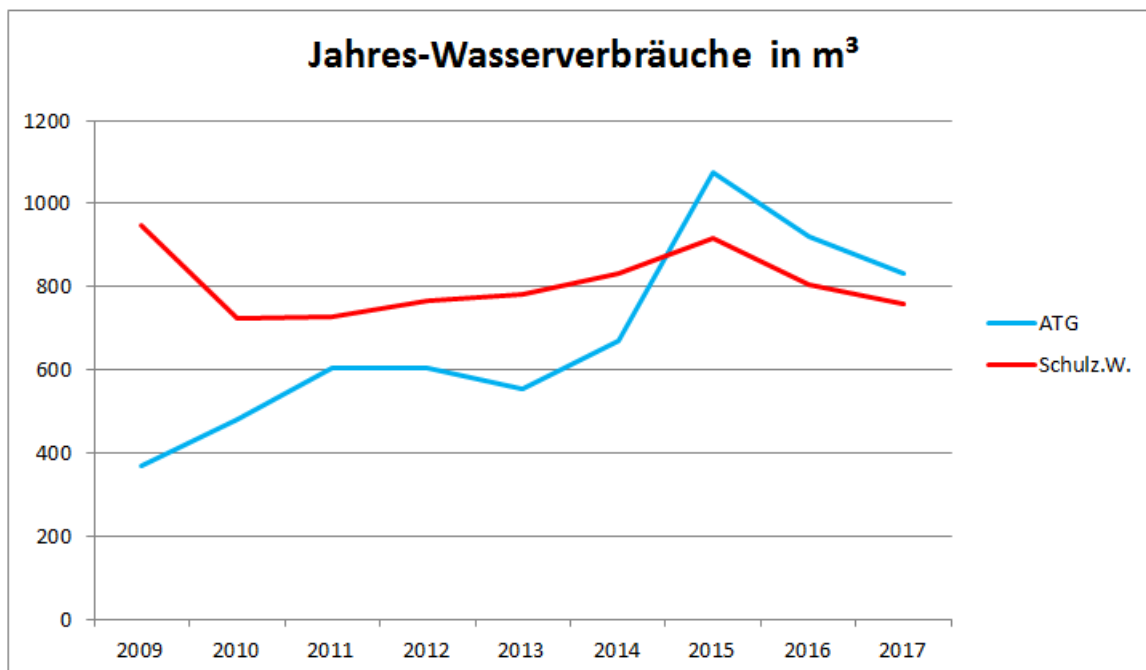


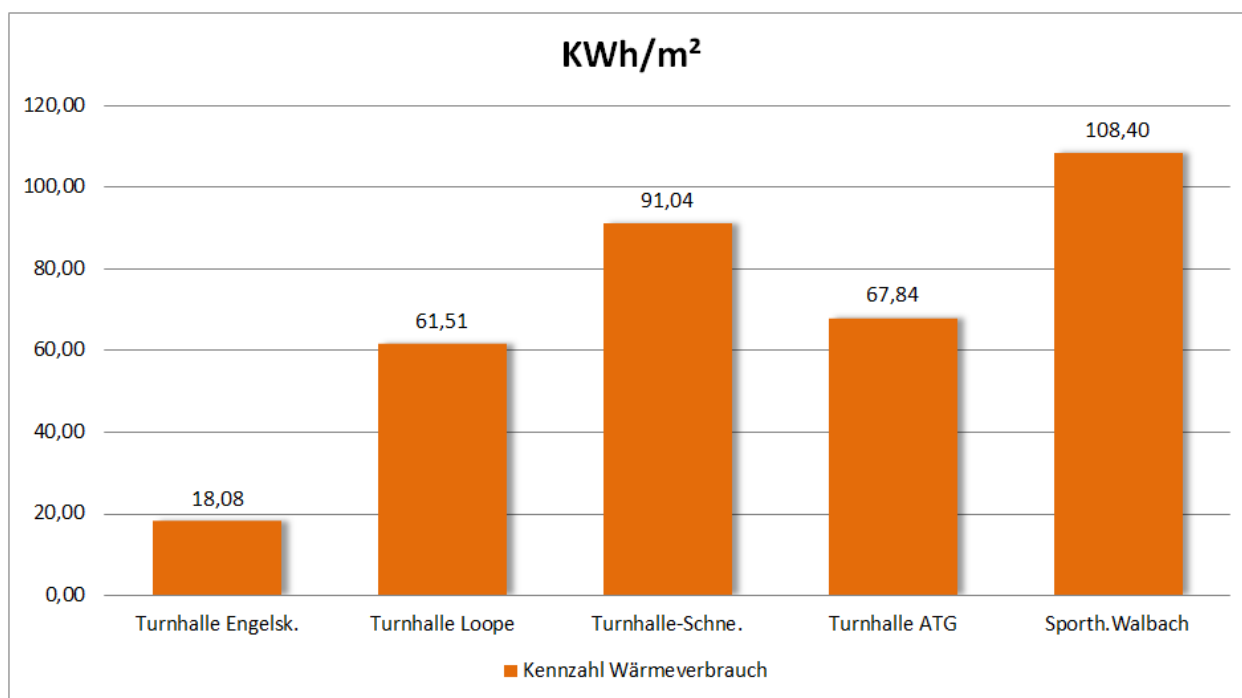
Abbildung 17

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. Im Vergleich zum Verbrauchsjahr 2015 konnten aber an beiden Schulen der Wasserverbrauch gesenkt werden.

8.3 Turn- und Sporthallen

Abbildung 18

Verbrauchskennzahl Wärmeenergie (2017)



Verbrauchskennzahl (KWh/m²a) Wärmeenergie gemäß Bundesministerium (Bau)

Kennwert = Klimabereinigt
Sportbauten

klimabereinigt

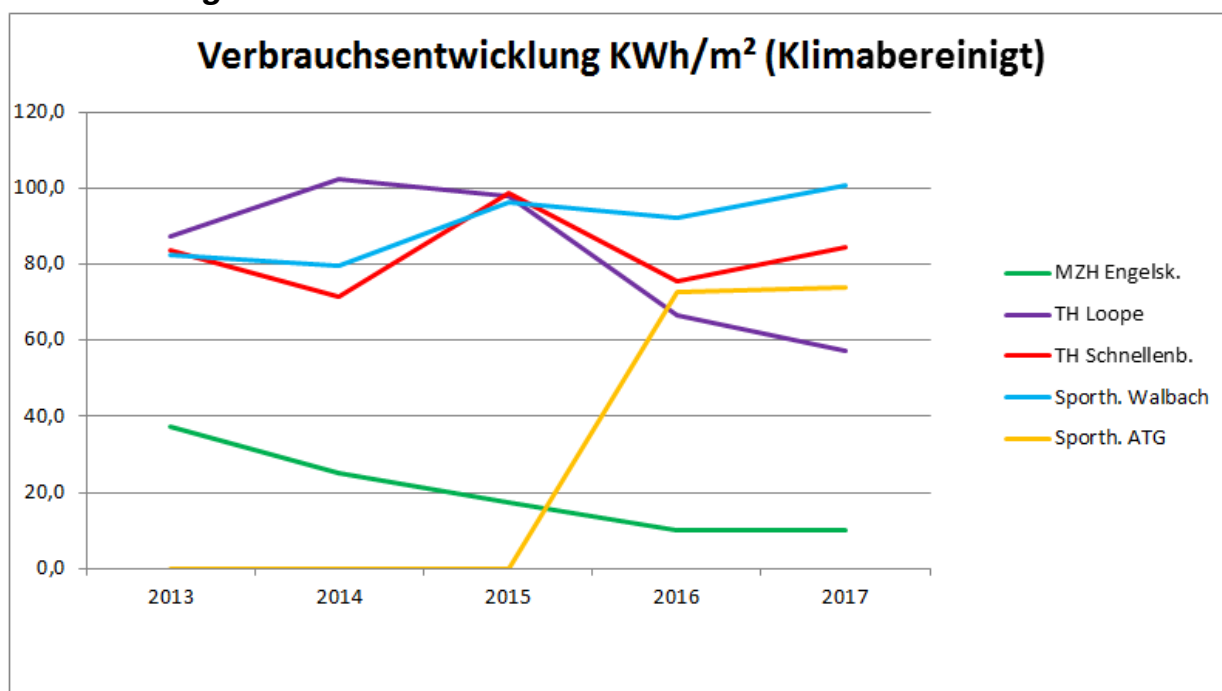


Abbildung 19

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. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der Sporthalle viele Nebenräume wie z. B. die ehemalige Schwimmhalle temperiert werden, die sich negativ in der Heizungsbilanz der Sporthalle niederschlagen.

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 Aggertalgymnasiums ist 2016 erstmals erfasst worden.

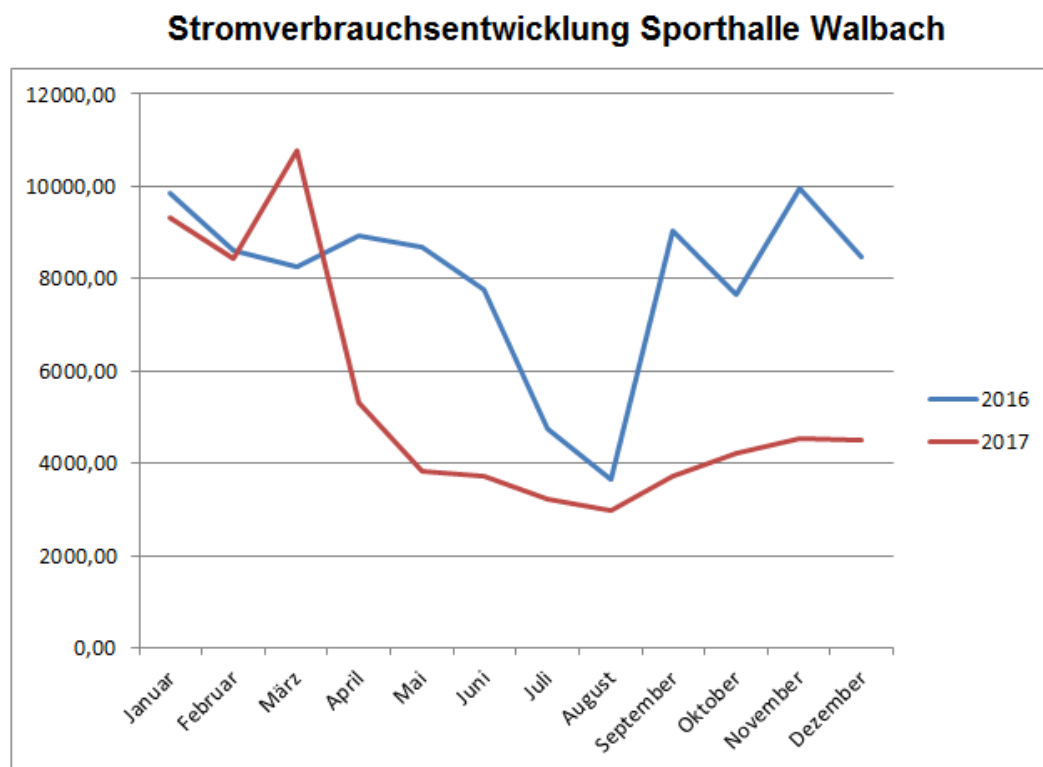


Abbildung 20

Im März 2017 ist eine neue moderne Beleuchtungsanlage in die Sporthalle eingebaut worden.

Die alte Beleuchtung bestand aus 45 Quecksilberdampfleuchten mit jeweils 440 W je Einzelleuchte. Die Ersatzteilversorgung der Quecksilberdampfleuchten war nicht mehr gewährleistet, weil diese nach EU-Verordnung nicht mehr hergestellt werden dürfen. Außerdem genügte die alte Beleuchtung nicht mehr den Anforderungen an Lichtstärke, Blendung und gleichmäßige Beleuchtungsverteilung.

Die neue Beleuchtung besteht aus 63 LED Leuchten mit jeweils 150 Watt Leistungsaufnahme. Zudem wurde eine Tageslichtabhängige Lichtregeltechnik eingebaut mit Schaltregelung Grundbeleuchtung, Trainingsbeleuchtung oder Wettkampfbeleuchtung.

An der Stromverbrauchskurve in **Abbildung 20** kann man erkennen, dass nach Einbau der neuen Beleuchtung der Stromverbrauch stark zurückgegangen ist.

Verbrauchskennzahl Stromverbrauch (2017)

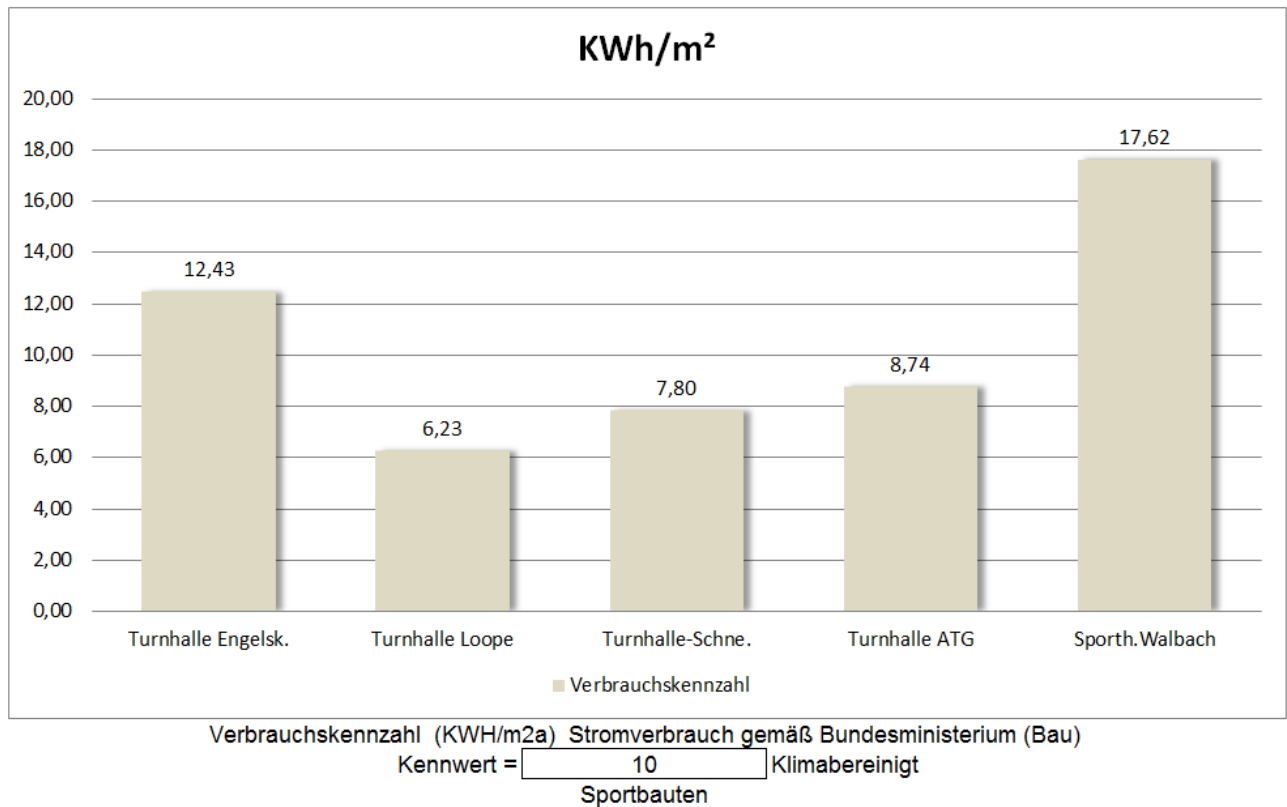


Abbildung 21

Aufgrund der Hallenkubatur und der großen Anzahl an Nebenräumen, benötigt die Sporthalle Walbach den meisten Strom im Vergleich zu anderen Sporthallen in der Gemeinde.

Wasserverbrauch Turn- und Sporthallen 2017

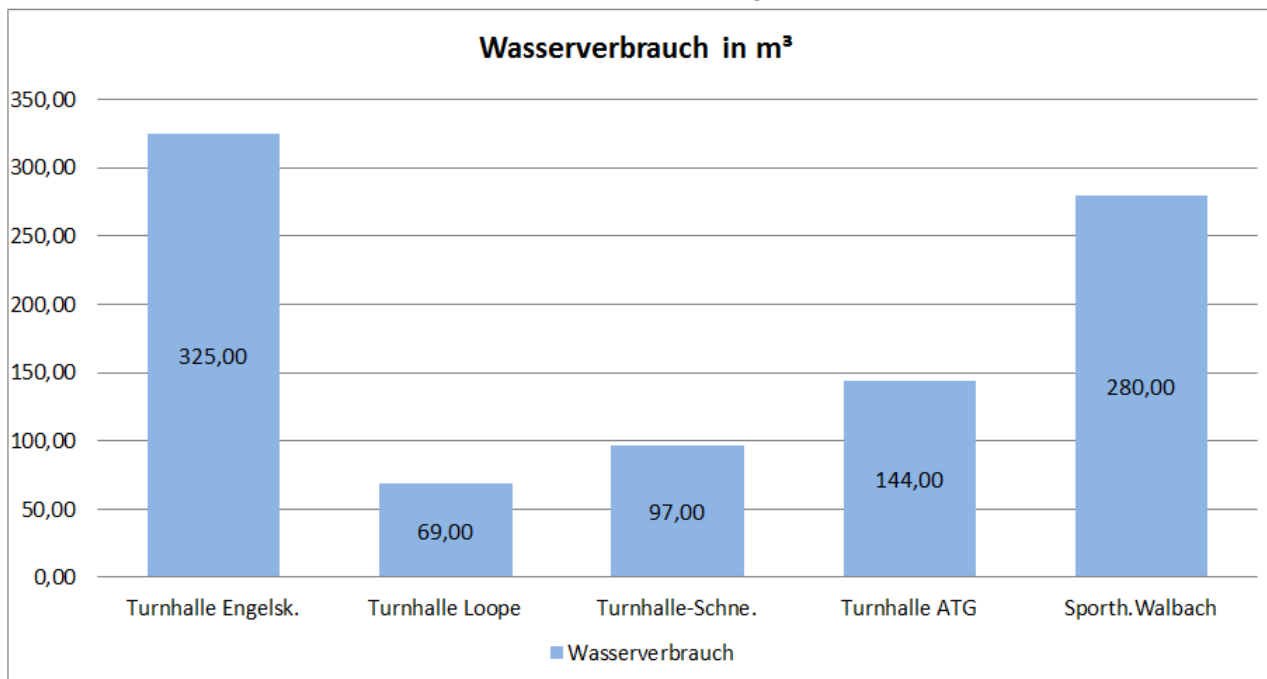


Abbildung 22

Beim Wasserverbrauch schneidet die Mehrzweckhalle Engelskirchen am schlechtesten ab. Dies ist aufgrund der Außersportlichen Nutzung durch Vereine oder andere Veranstalter zurückzuführen.

8.4 Freibad Engelskirchen

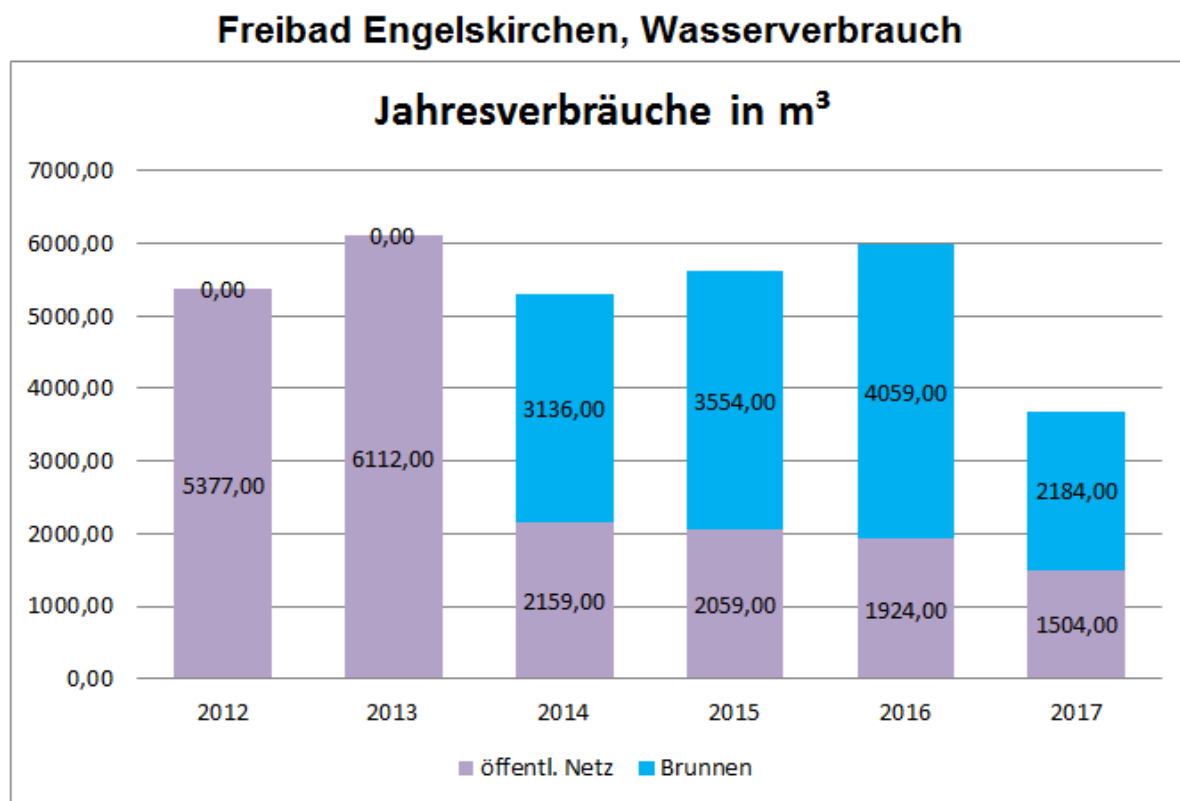


Abbildung 23

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 23** erkennen, dass über 50 % des Wasserbedarfs aus Brunnenwasser gedeckt wird.

Durch Baumaßnahmen im Jahr 2017 am Freibad und der damit verbundenen verspäteten Eröffnung der Badesaison sind die Einsparungen an Wasser und Strom nicht mit den vorangegangenen Jahren vergleichbar. Trotzdem erkennt man die positiven Spareffekte beim Wasserbedarf durch Einsatz von Brunnenwasser und beim Strombedarf durch Reduzierung des Stromverbrauchs mittels einer modernen Pumpenregelung sowie Eigenstromerzeugung mit einer Photovoltaikanlage.

Stromverbrauch Freibad in KWh/a

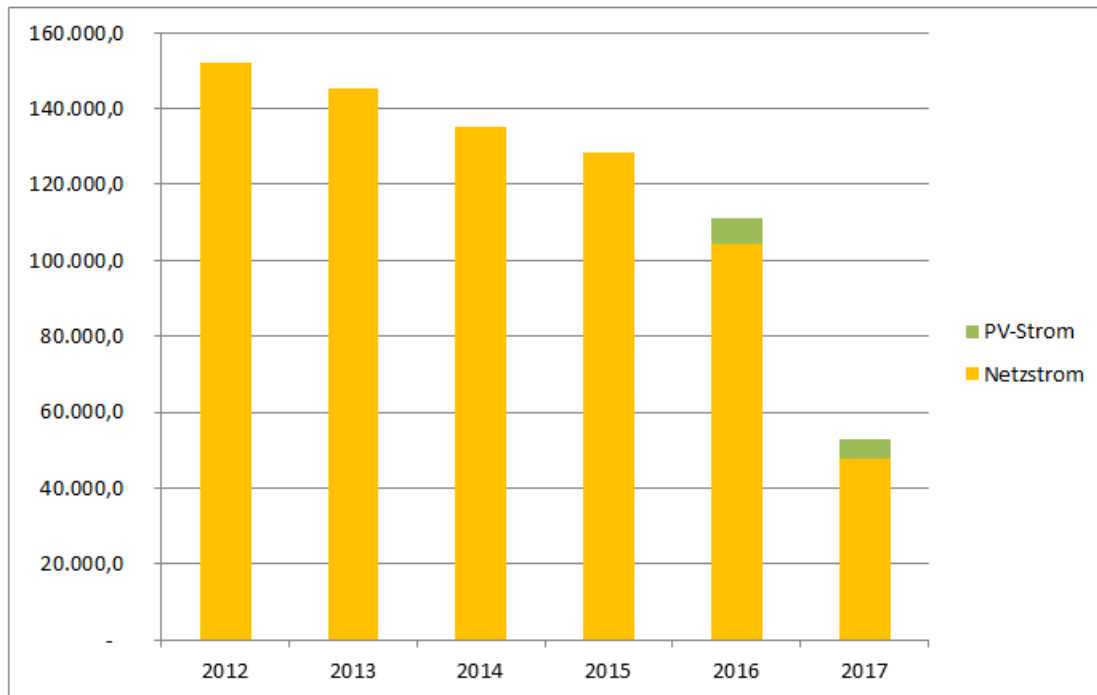


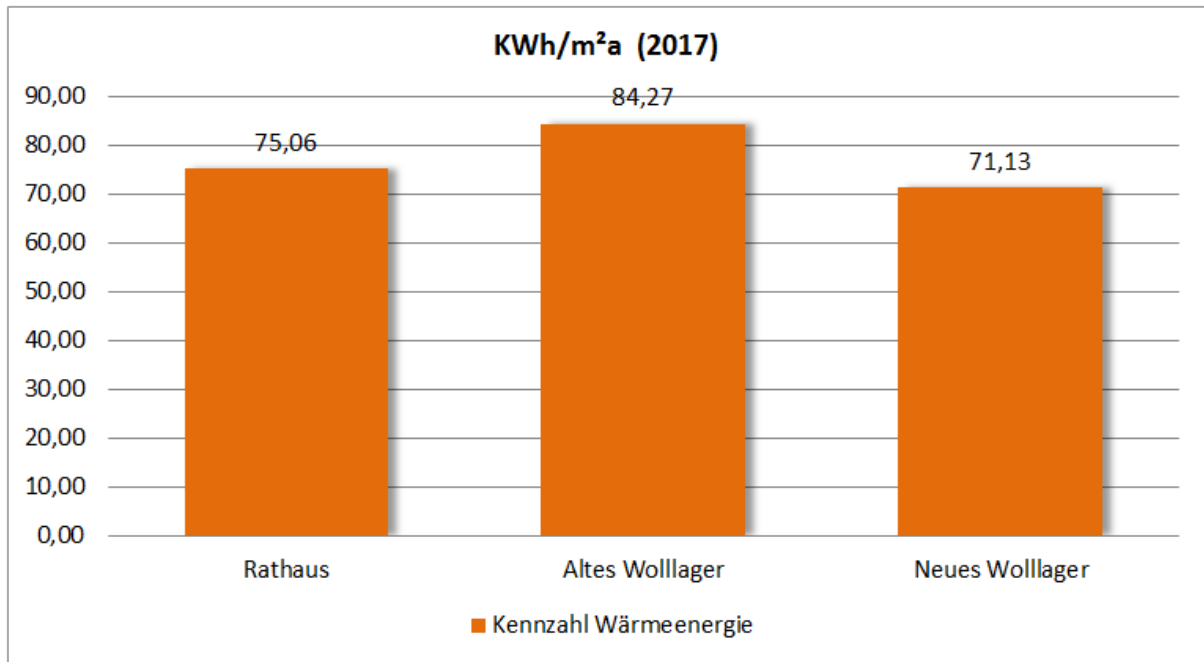
Abbildung 24

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 Verbrauchsvergleich mit einbezogen worden. Das Gebäude befindet sich zwar in Gemeindebesitz aber die Energiekosten tragen hier die Nutzer und gehen nicht in die Energiebilanz ein.

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.

Verbrauchskennzahl Wärmeenergie Verwaltungsgebäude



Verbrauchskennzahlen (KWh/m² a) Wärmeenergie gemäß Bundesministerium (Bau)
Mittelwert= Klimabereinigt
Verwaltungsgebäude

Abbildung 25

Entwicklung des Wärmebedarfs

Klimabereinigt

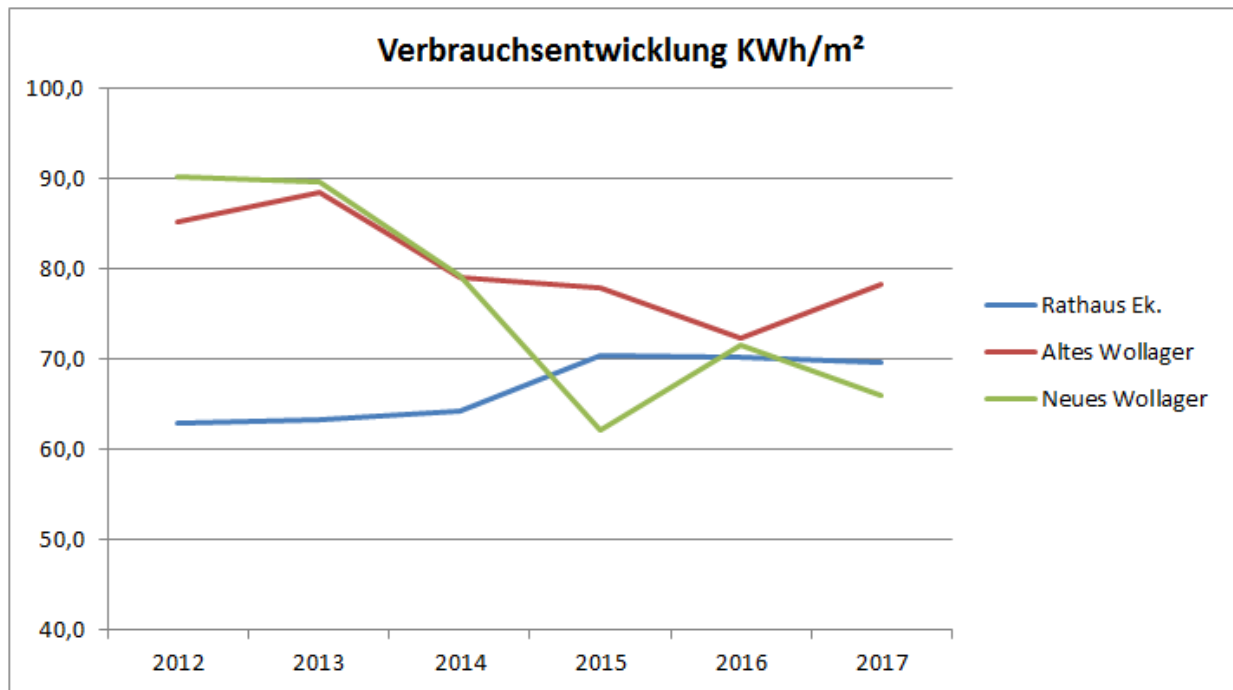


Abbildung 26

Stromverbrauch 2017

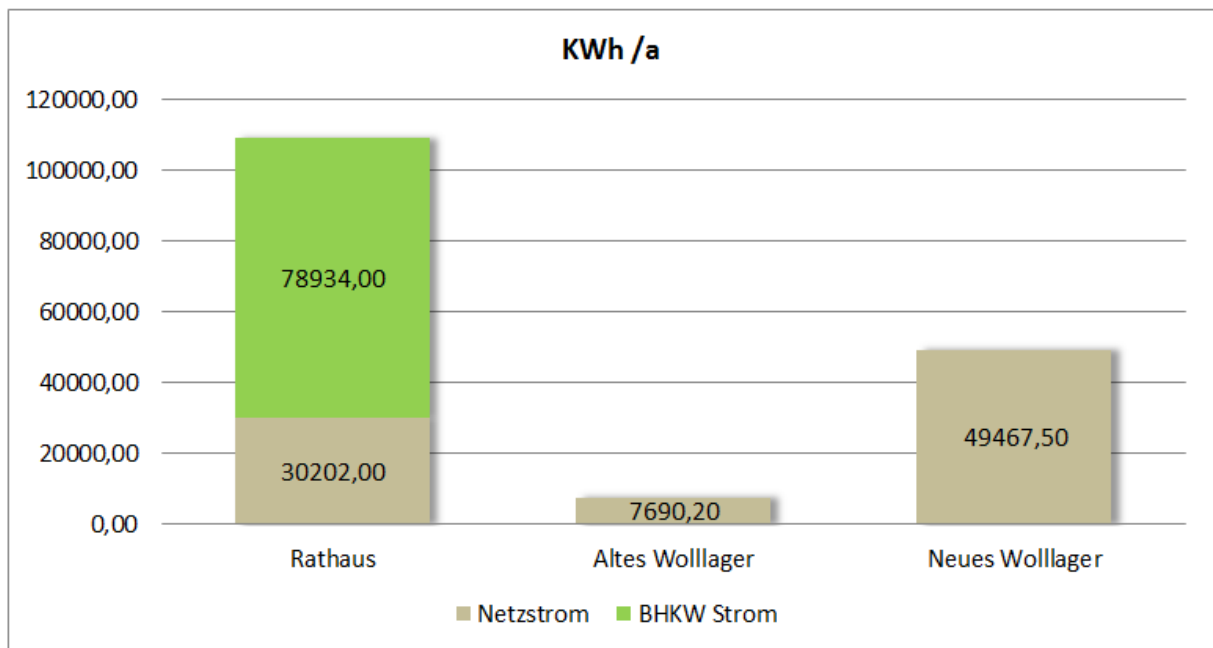


Abbildung 27

In der **Abbildung 27** erkennt man den Anteil des neuen BHKW's zur Deckung des Strombedarfs des Rathauses.

Strom-Verbrauchsentwicklung der Verwaltungsgebäude

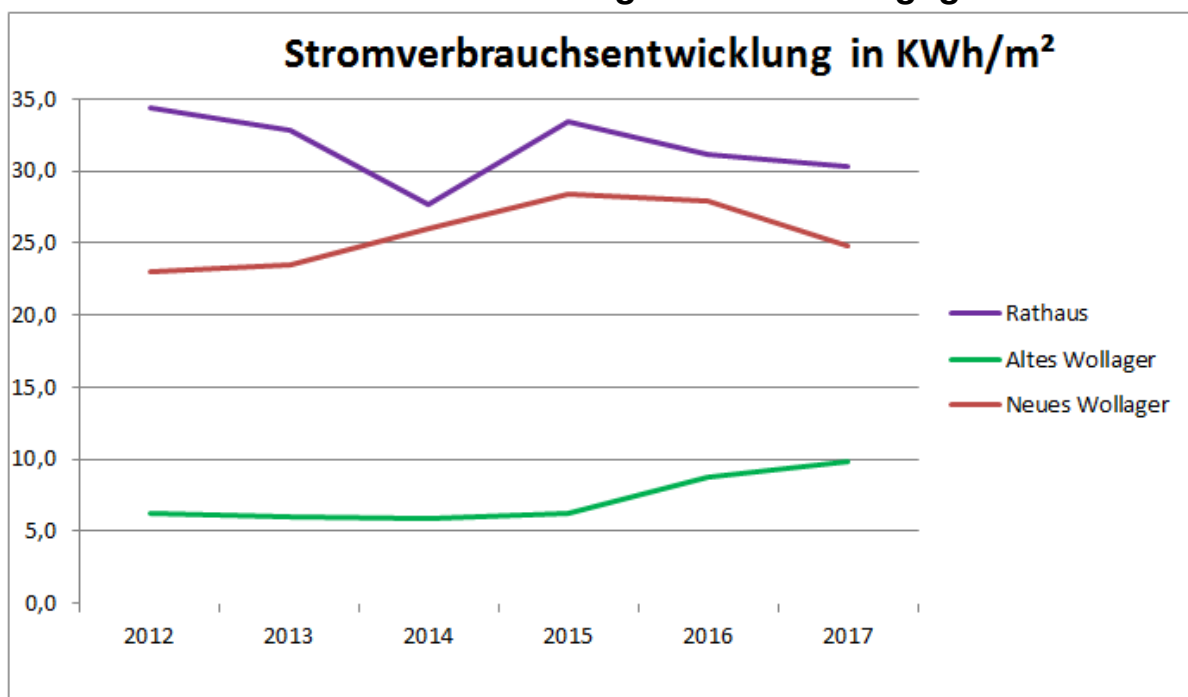


Abbildung 28

Im Rathausnebengebäude (Altes Wollager) gab es einen Anstieg des Stromverbrauchs. Dies ist auf die Übernahme der Ausstellungsräume des Industriemuseums durch die Gemeinde zurückzuführen. Die Räume des Industriemuseums waren bis 2016 nicht in den Verbrauchswerten des alten Wollagers enthalten.

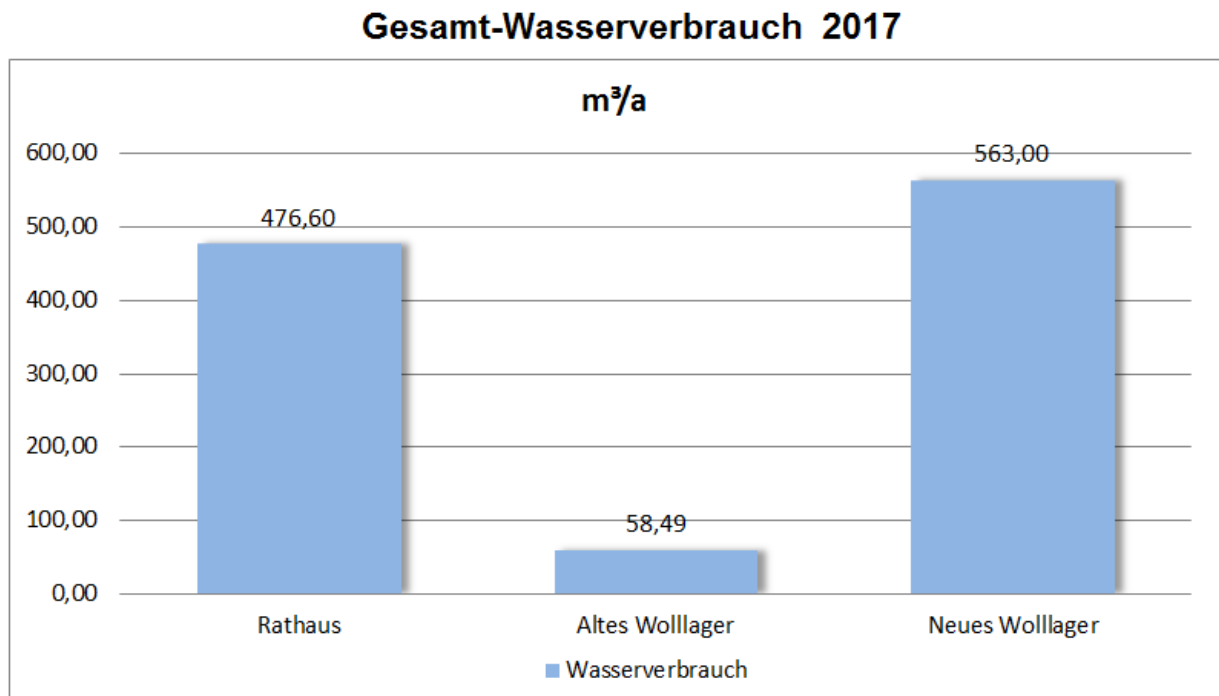


Abbildung 29

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 Investitionen im Übergangsheim Wallefeld und Gespräche mit den Bewohnern konnten in den letzten 2 Jahren die Verbrauchswerte gesenkt werden. Leider sind die Verbräuche im Übergangsheim Dorffeld 18 stark angestiegen und besonders der Stromverbrauch ist hier auffällig. Da die Ausstattung der Wohnheime weitgehend gleich ist, sind die Abweichungen im Stromverbrauch nur im Nutzerverhalten begründet. Hier müssen Ursachen ermittelt und im Gespräch mit den Bewohnern Verhaltensänderungen erzielt werden.

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/m² (Kennwert)

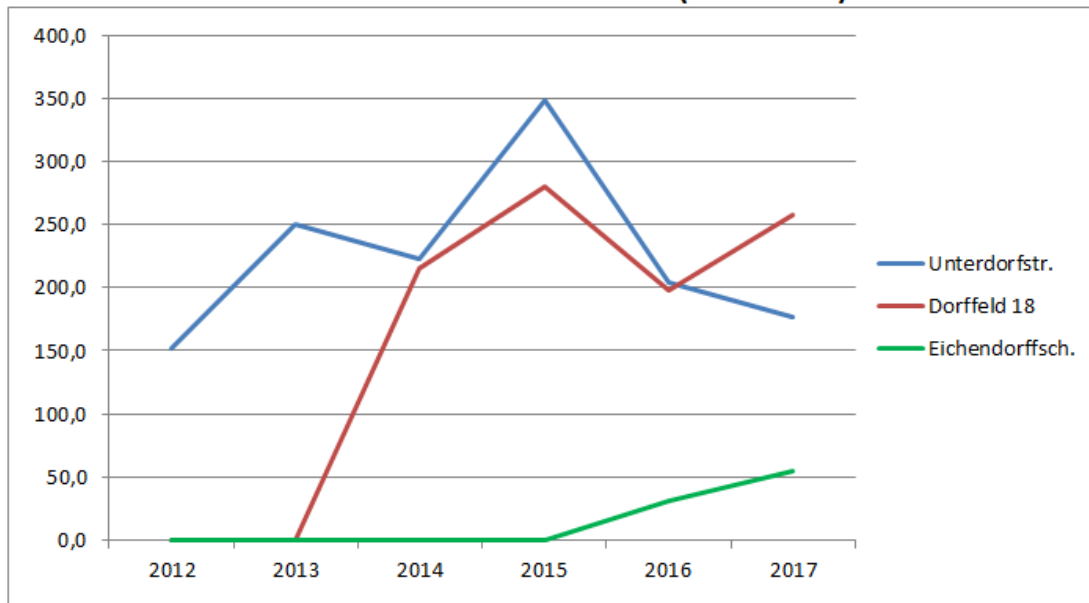


Abbildung 30

Verbrauchswerte Strom

Gesamt-Stromverbräuche in KWh

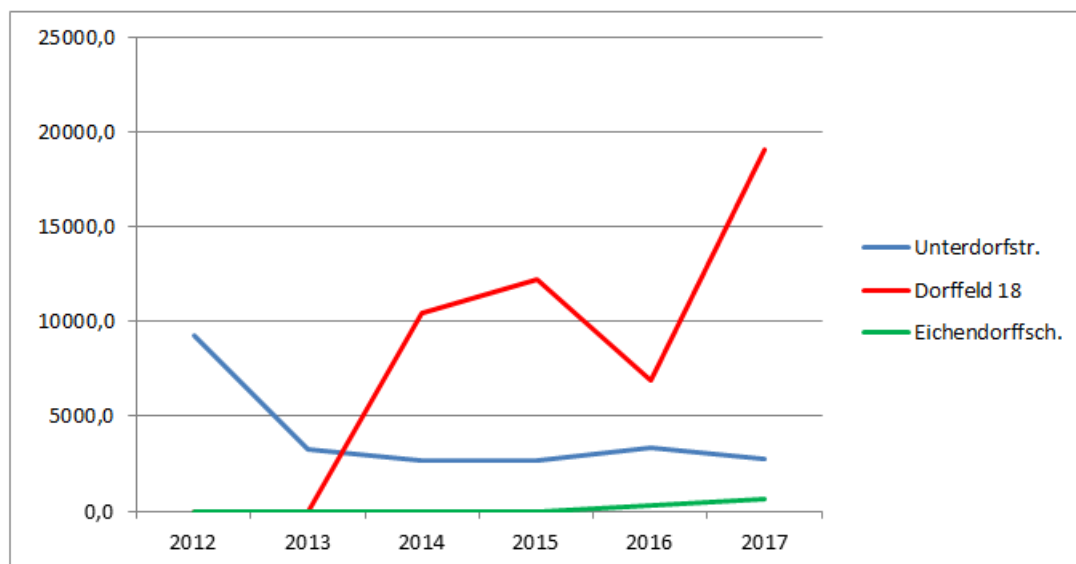


Abbildung 31

In der Eichendorffschule wird Strom nur zur Grundbeheizung (Hilfsenergie des Heizkessels) und geringer Beleuchtung benötigt, weil das Gebäude zurzeit nicht belegt ist. Aus diesem Grund ist auch der Wasserverbrauch null.

Wasserverbrauchsentwicklung der gemeindeeigenen Übergangs- heime

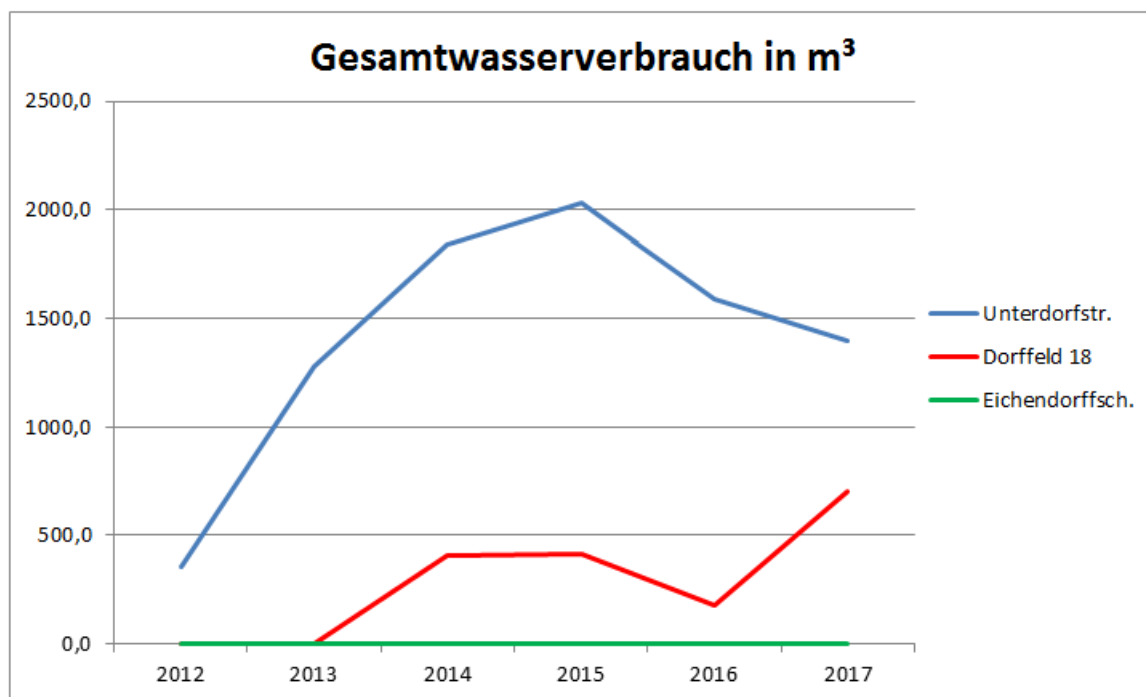


Abbildung 32

Der Wasserverbrauch im Übergangshaus Wallefeld konnte durch Investitionen in die Sanitäranlagen gesenkt werden.

8.7 Feuerwehrgerätehäuser

klimabereinigt

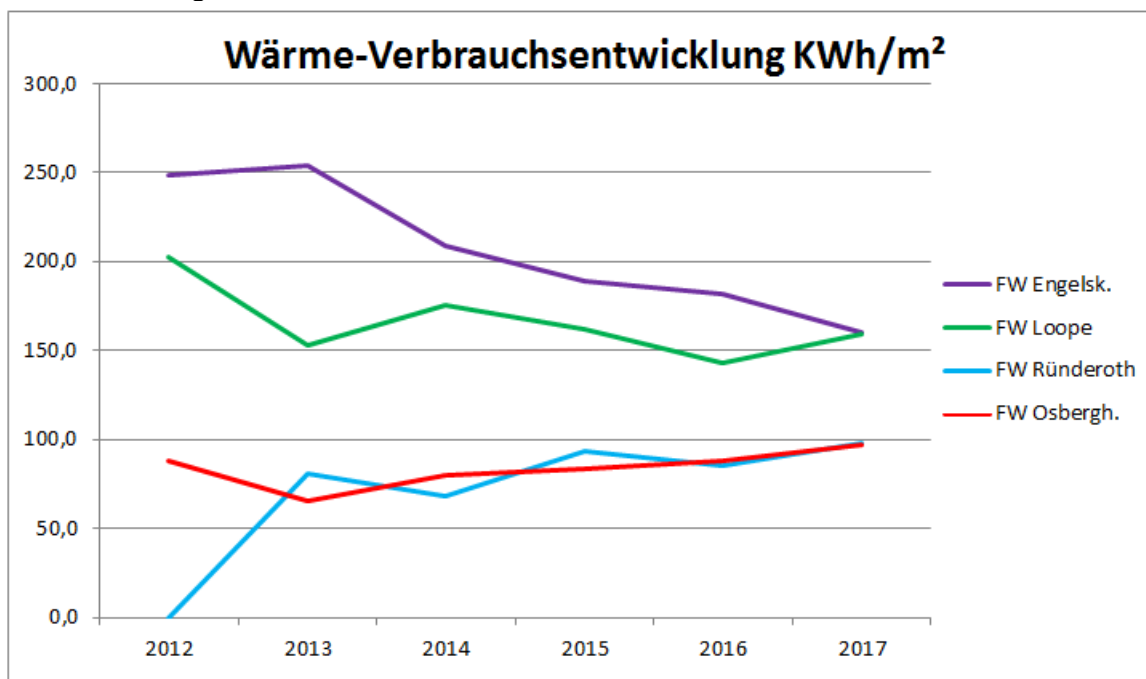


Abbildung 33

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.

Stromverbrauch in den Feuerwehrgerätehäusern

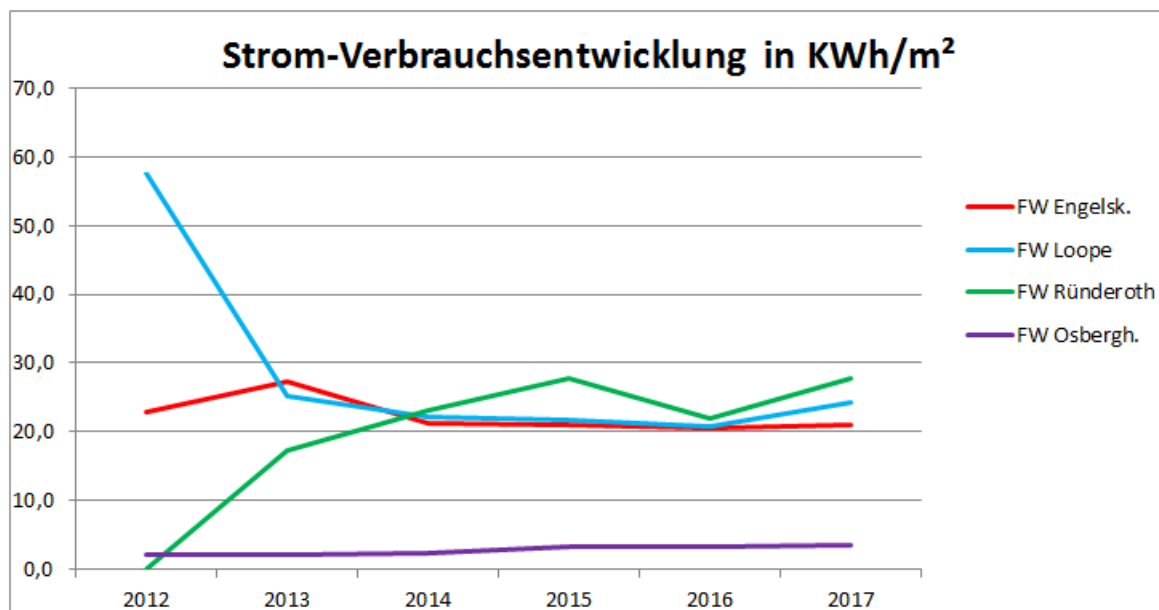


Abbildung 34

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)

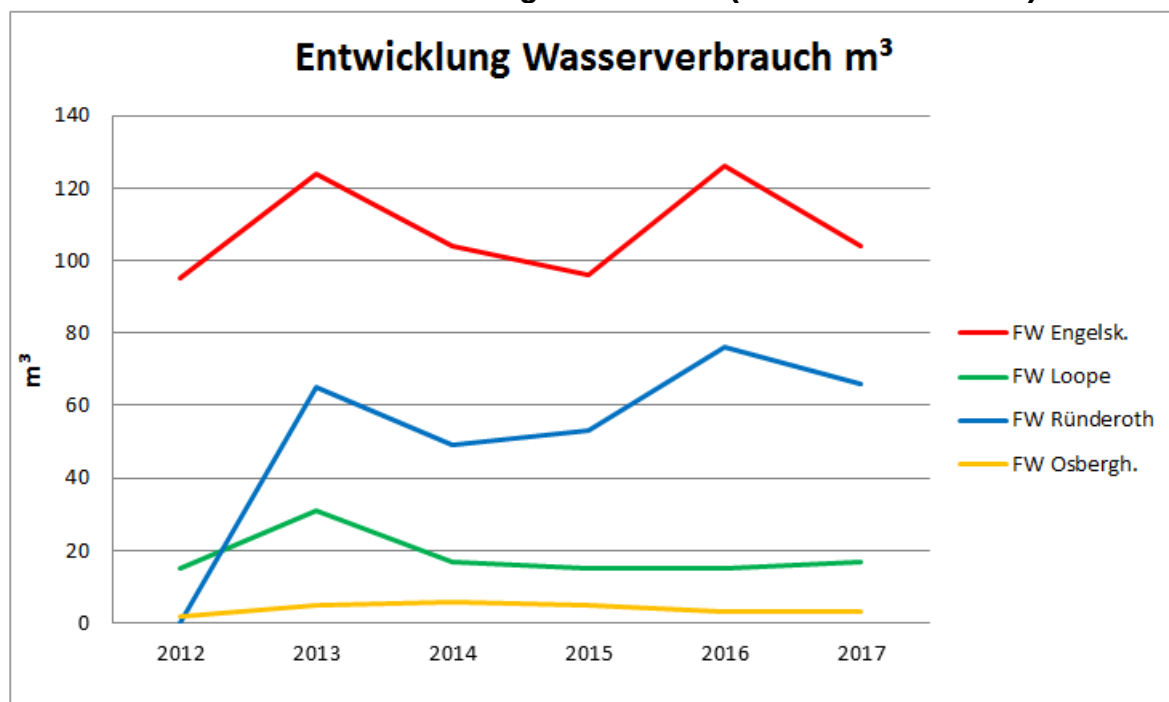


Abbildung 35

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 Löschgruppen.

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

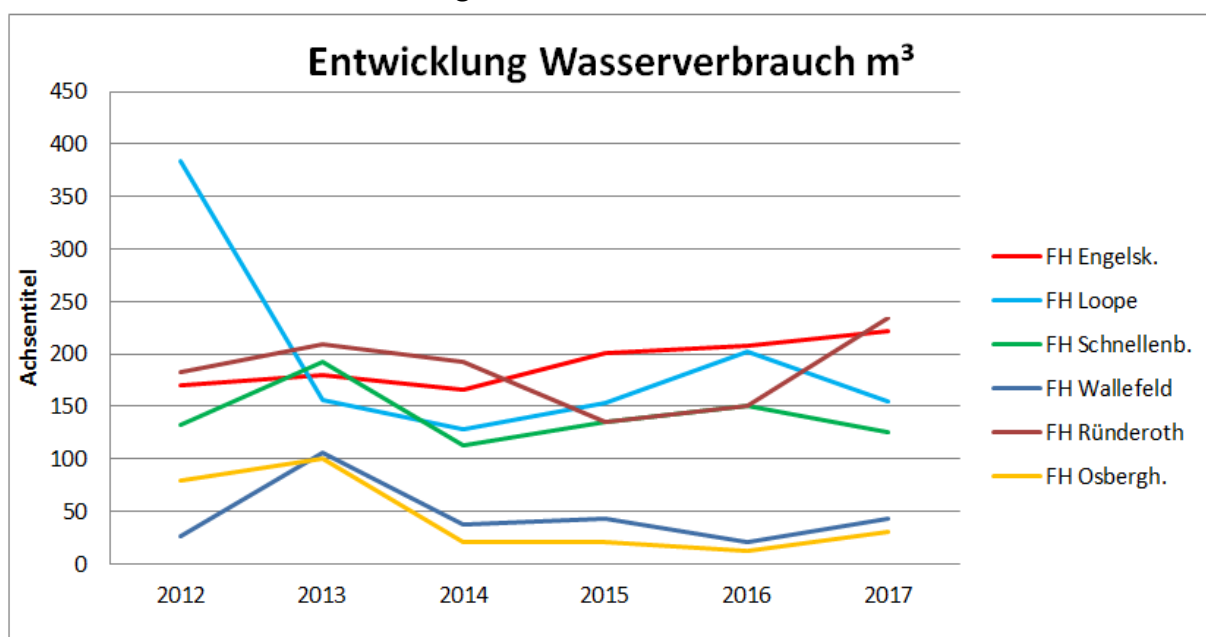


Abbildung 36

9 Energie und CO² 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 CO² werden mit 45 % (54% in 2013) von Erdgas angeführt, gefolgt von der verbrauchten elektrischen Energie mit 38 % Anteil (siehe Abbildung 39).

In der Bilanzierung des Stromverbrauchs sind die Anteile des selbst erzeugten und verbrauchten Stroms durch PV-Anlagen und BHKWs sichtbar. Der weitere Ausbau von PV-Anlagen und BHKWs in den Liegenschaften der Gemeinde ist nur noch begrenzt in wirtschaftlichem Rahmen möglich.

Wärmeenergieträger und deren Anteile an der Wärmeerzeugung Wärmeenergie in KWh im Jahr 2017

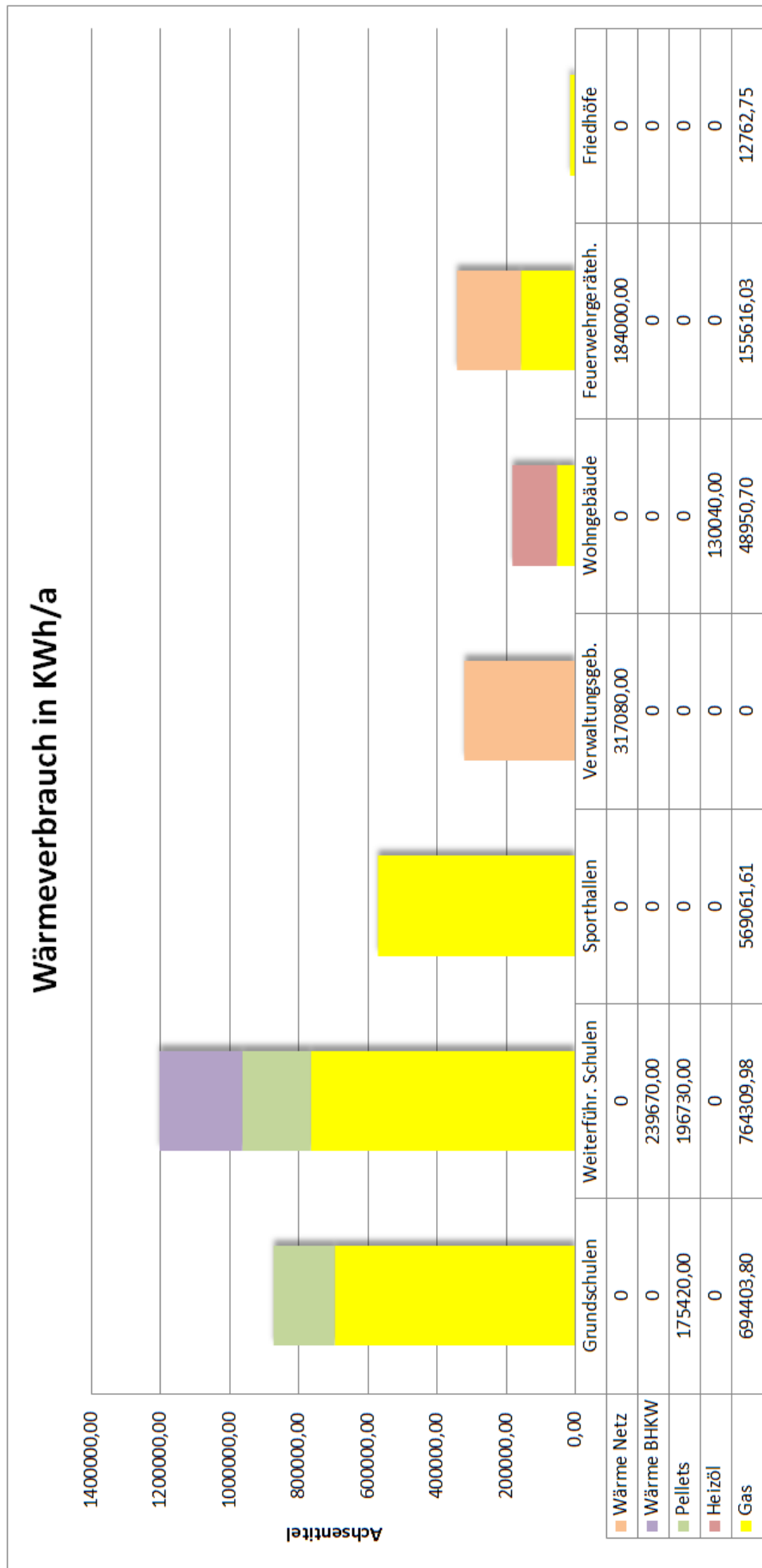


Abbildung 37

Energieträger

Energieträger:	Erdgas	Propangas	Heizöl	Pellets	Hackschn.	BHKW	Wärme	Gesamt
KWH/a	2232342,12	12762,75	130040	372150,00	0	239670	501080	3488044,87

Anteil Energieträger Wärmeenergie

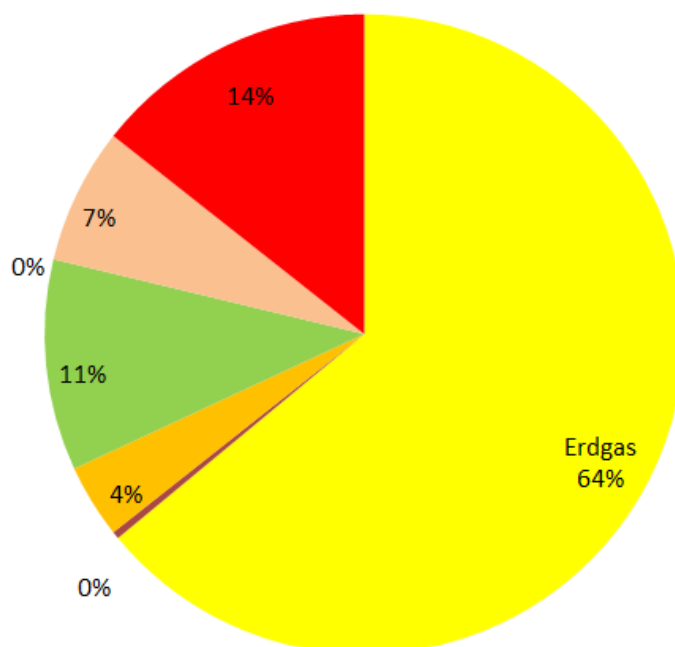


Abbildung 38

CO² Freisetzung

CO ² Bilanz	Erdgas	Propangas	Heizöl	BHKW	Wärme	Strom	Gesamt
t CO ²	551,39	3,06	40,44	50,57	123,77	460,95	1230,18
	1	2	3	4	5	6	

Anteile CO² Freisetzung

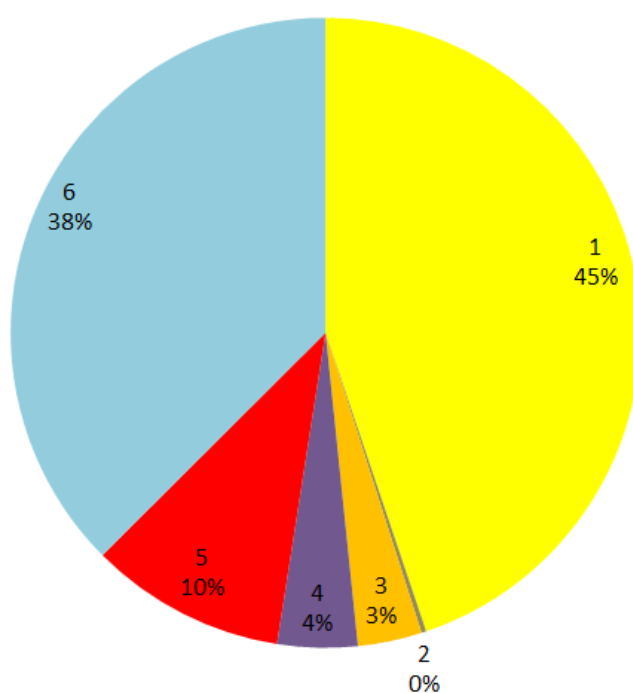


Abbildung 39

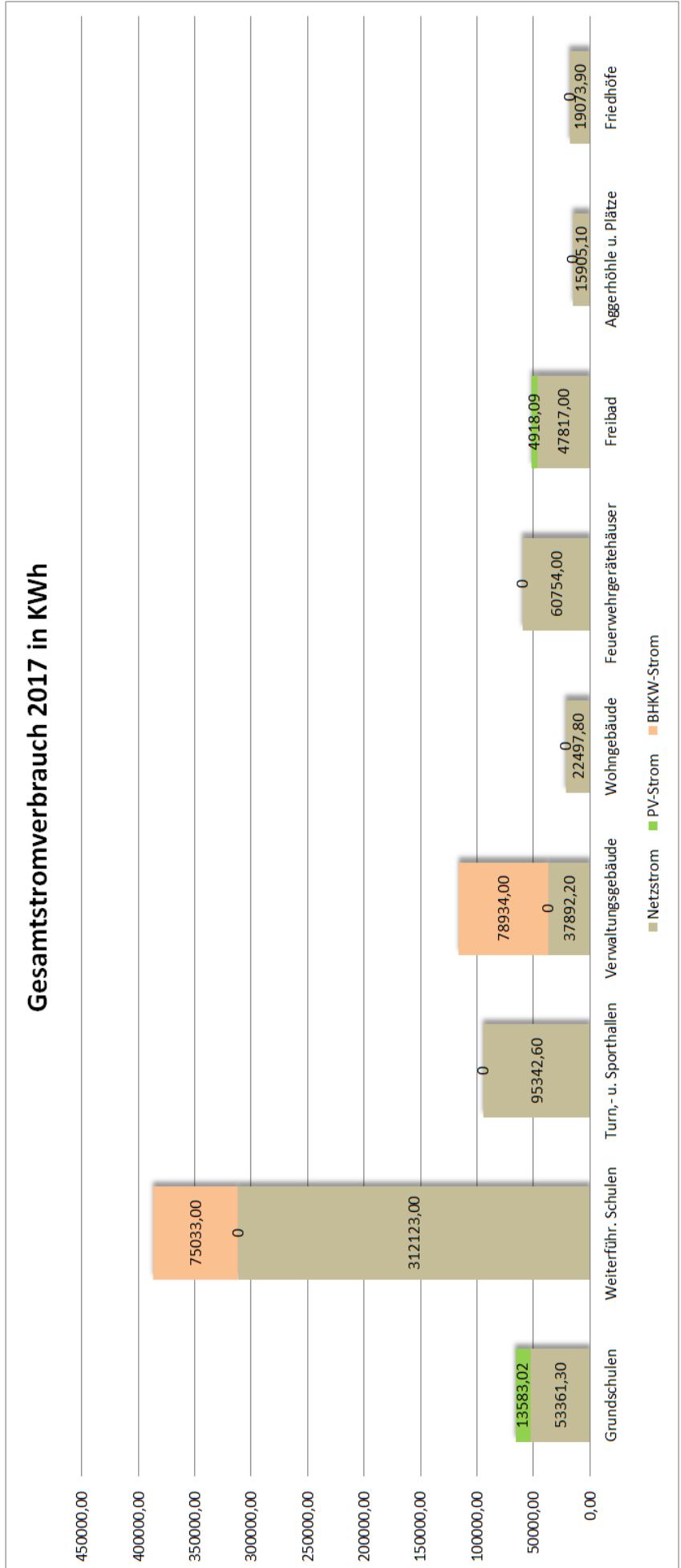


Abbildung 40

Gesamtwasserverbrauch 2017

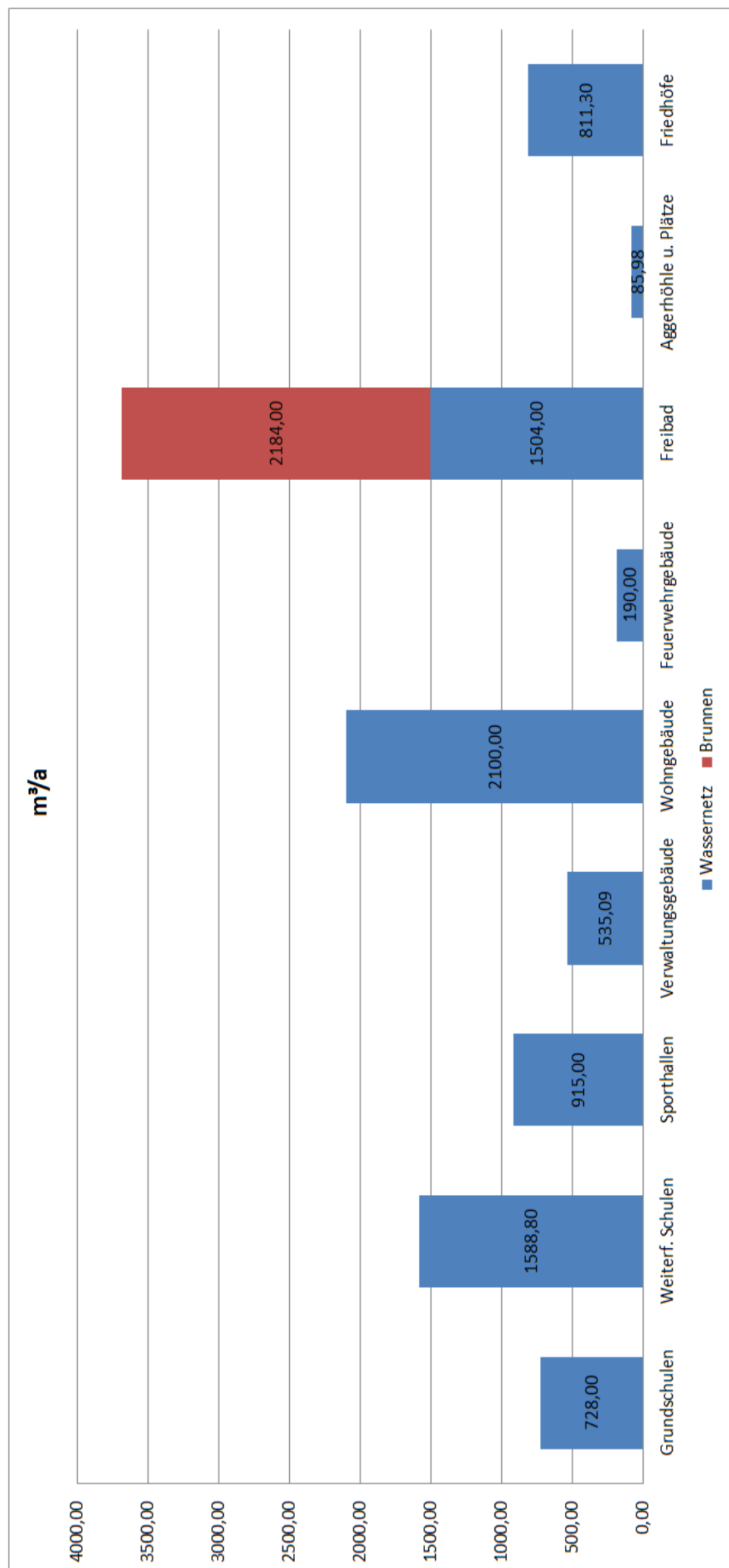


Abbildung 41

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 CO² 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 CO² Ersparnis von 15,1 t.

Auf dem Dach der Turnhalle Loope ist von der Energiegenossenschaft Lindlar eine 157 m² große PV-Anlage mit einer Leistung von 22,08 KWp errichtet worden. Dies entspricht einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 16800 KWh und einer CO² 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 m² große PV-Anlage mit einer Leistung von 29,70 KWp errichtet worden. Dies entspricht einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 22600 KWh und einer CO² 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 ² 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
Gesamt:		183,64	95,38 t	

Abbildung 42

10.2 Thermische Solarenergie

Im Freibad Engelskirchen wird eine Solarthermieranlage mit einer Fläche von 750 m² 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 Engels-Platz 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	2017
Strom	207.049,09 €	167.288,84 €	164.952,37 €	177.922,23 €	184.404,75 €	207.441,06 €	223.859,52 €
Straßenbeleuchtung	49.143,11 €	57.782,19 €	62.848,41 €	64.216,16 €	69.143,00 €	67.249,49 €	25.877,95 €
Stromverbr. Str.B. KWh	304.638	300.778	290.348	284.111	284.288	281.233	
Gas	266.475,69 €	176.170,89 €	180.333,73 €	123.126,80 €	136.359,16 €	134.023,31 €	114.017,54 €
Wärme in Gaskosten enth.	86.198,64 €	71.039,25 €	59.206,12 €	56.650,45 €	52.566,91 €	48.139,50 €	
Heizöl	11.248,45 €	11.458,03 €	14.654,64 €	12.474,50 €	11.022,64 €	7.313,39 €	8.820,27 €
Pellets	20.135,15 €	26.612,06 €	28.039,92 €	26.857,30 €	14.444,15 €	24.399,45 €	18.334,85 €
Summe:	554.051,49 €	525.510,65 €	521.868,32 €	463.803,11 €	472.024,15 €	492.993,61 €	439.049,63 €
Wasser	25.749,95 €	23.038,90 €	17.845,68 €	18.774,18 €	25.623,70 €	27.188,60 €	20.686,14 €
Abwasser	945.506,32 €	913.439,54 €	859.930,19 €	829.307,72 €	843.352,50 €	883.884,29 €	831.349,48 €
Gesamtsumme:	1.525.307,76 €	1.461.989,09 €	1.399.644,19 €	1.311.885,01 €	1.341.000,35 €	1.404.066,50 €	1.291.085,25 €

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

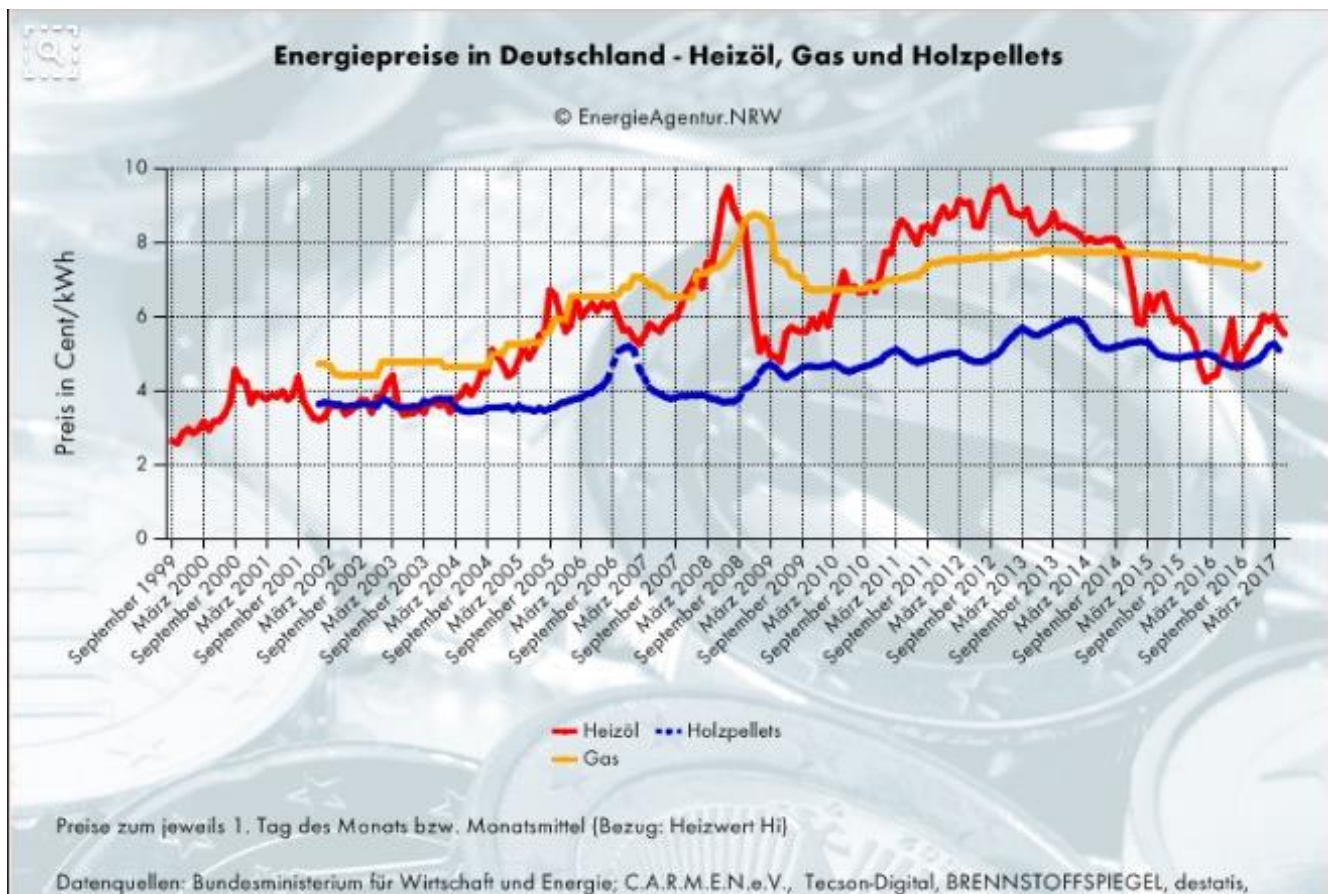


Abbildung 44

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 der Ausstieg aus der Nutzung fossiler Brennstoffe gelingt.

12.0 Umsetzung von Energiesparmaßnahmen im Jahr 2017

Das Hauptaugenmerk liegt zurzeit auf Stromeinsparung durch Austausch alter Beleuchtung durch moderne LED-Leuchten.

In den Osterferien 2017 wurde die Hallenbeleuchtung in der Sporthalle Walbach erneuert. Durch Einsatz moderner LED Lampen in Verbindung mit einer Lichtregelung konnte der Stromverbrauch halbiert werden. (**Abbildung 20**)

In den Sommerferien wurde die Hallenbeleuchtung der Turnhalle Schnellenbach erneuert. Auch hier kamen LED Lampen mit einer Tageslichtregelung und verschiedenen Beleuchtungsstärken für Training und Wettkampf zum Einsatz.

Im Rathaus Engelskirchen wurde mit der Modernisierung der Bürobeleuchtung begonnen. Erstmals werden hier in Büroräumen LED Leuchten mit einer Tageslichtregelung eingebaut. Defekte oder unzureichende Bürobeleuchtung soll in den nächsten Jahren gegen moderne Energieeffiziente Beleuchtung ersetzt werden.

13.0 Aktuelle Projekte zur Energieeinsparung, LEEN Netzwerk

Die LEEN GmbH wurde gemeinsam von der IREES GmbH, der Energie Baden-Württemberg Vertrieb GmbH und der Fraunhofer Gesellschaft e.V. gegründet. Die LEEN GmbH führt im Auftrag der Kunden Effizienz-Netzwerke durch. 2017 wurde auf Initiative der Agger Energie ein Netzwerk mit 10 Teilnehmern gegründet.

LEEN an der Agger



Kommunen:

- Bergneustadt
- Gemeinde Engelskirchen
- Stadt Gummersbach
- Gemeinde Marienheide
- Gemeinde Morsbach
- Oberbergischer Kreis

Kommunale Unternehmen

- AggerEnergie GmbH
- AWO Rhein Oberberg e.V.
- Klinikum Oberberg GmbH
- Stadtwerke Gummersbach

Abbildung 45

LEEN sind lernende Energieeffizienz-Netzwerke, die Teilnehmer arbeiten zusammen um kosteneffektiv Energie zu sparen indem sie voneinander lernen.

Die LEEN GmbH organisiert und führt Netzwerktreffen durch. Jedes Netzwerktreffen behandelt ein anderes Thema zu dem entsprechende Fachleute über das Thema referieren. Im Auftrag der LEEN GmbH wird ein Berater zur Unterstützung bei Energetischen Effizienzmaßnahmen eingesetzt und führt für die ausgewählten Projekte ein Energie-Monitoring durch. Für das LEEN Netzwerk Oberberg ist die Saller GmbH als Berater tätig.

LEEN Konzept - Prozess



Abbildung 46

In Abbildung 46 erkennt man die Organisationsstruktur des Netzwerkes Oberberg.

Das Netzwerk wird durch das *Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle* gefördert. Die BAFA trägt im ersten Jahr 70 % der Netzwerkkosten, im 2. Und 3. Jahr übernimmt sie 50 % der Netzwerkkosten. Die Netzwerkkosten bestehen aus dem Organisationsaufwand des Netzwerkes inklusive Öffentlichkeitsarbeit, Aufwand für Fachberater und Detailberatung und Auditierung durch Fa. Saller.

In Zusammenarbeit mit der Gemeinde Engelskirchen sind 3 Projekte festgelegt worden die mit Hilfe der Fa. Saller begleitet werden. Anschließend wird für die 3 Gebäude ein Energieaudit erstellt. Einzelheiten sind in den Kapiteln 13.1 bis 13.3 nachfolgend aufgeführt.

13.1 Optimierung der Gebäudetechnik im Schulzentrum Walbach

Der Strombedarf einer Schule wird heute im Wesentlichen von der technischen Ausstattung bestimmt. Moderne Tafeln, sogenannte Whiteboards, sowie Beamer und Computer hielten Einzug in den Unterricht. Lüftungsanlagen und moderne Beleuchtung sind zum Standard geworden und längere Betreuungs- und Unterrichtszeiten machten eine Essensversorgung am Mittag notwendig. Besonders sichtbar wird dies durch die Modernisierung des Aggertal-Gymnasiums. In **Abbildung 15** erkennt man deutlich den Stromverbrauchsanstieg nach erfolgter Sanierung.

Die umfangreiche Gebäudetechnik ist heute nur noch mit moderner Regeltechnik händelbar. Leider nimmt mit dem Regelumfang auch die Fehlerhäufigkeit durch falsch eingestellte Anlagenteile oder Änderungen im Schulalltag zu.

Im Schulzentrum Walbach sollte der Versuch unternommen werden durch Optimierungsmaßnahmen Einsparungen im Strom- bzw. Wärmeverbrauch zu erzielen.

Hierzu wurden im Jahr 2017 ermittelt in welchen Bereichen oder durch welche Anlagen elektrische Energie verbraucht wird.

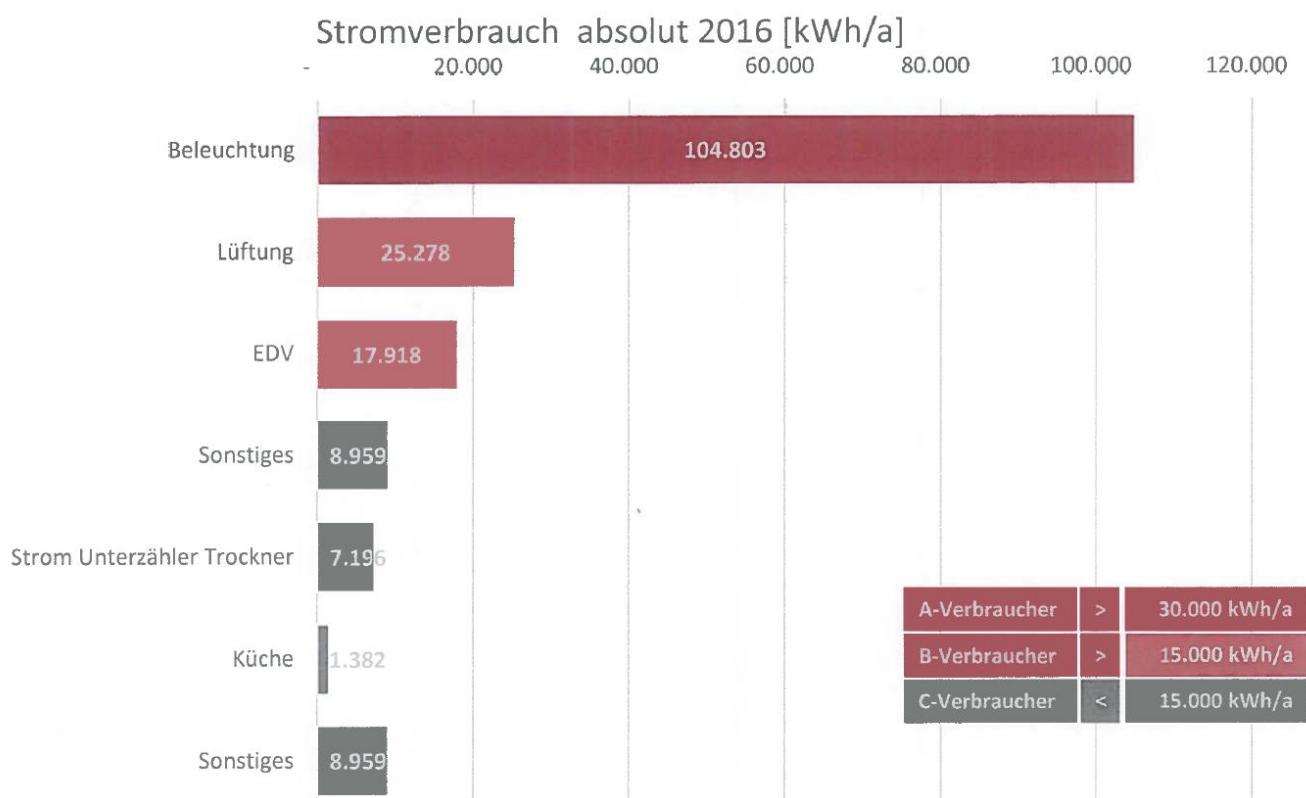


Abbildung 47

In Abbildung 47 erkennt man, dass der überwiegende Teil des Strombedarfs durch die Beleuchtung verbraucht wird. Da die Schule Walbach schon über eine moderne Beleuchtung inklusive Tageslichtregelung verfügt, dämpften erstmal Hoffnungen auf signifikante Stromeinsparungen.

Um den Strombedarf zeitlich darzustellen, wurden Lastgangdaten des Energieversorgers angefordert.

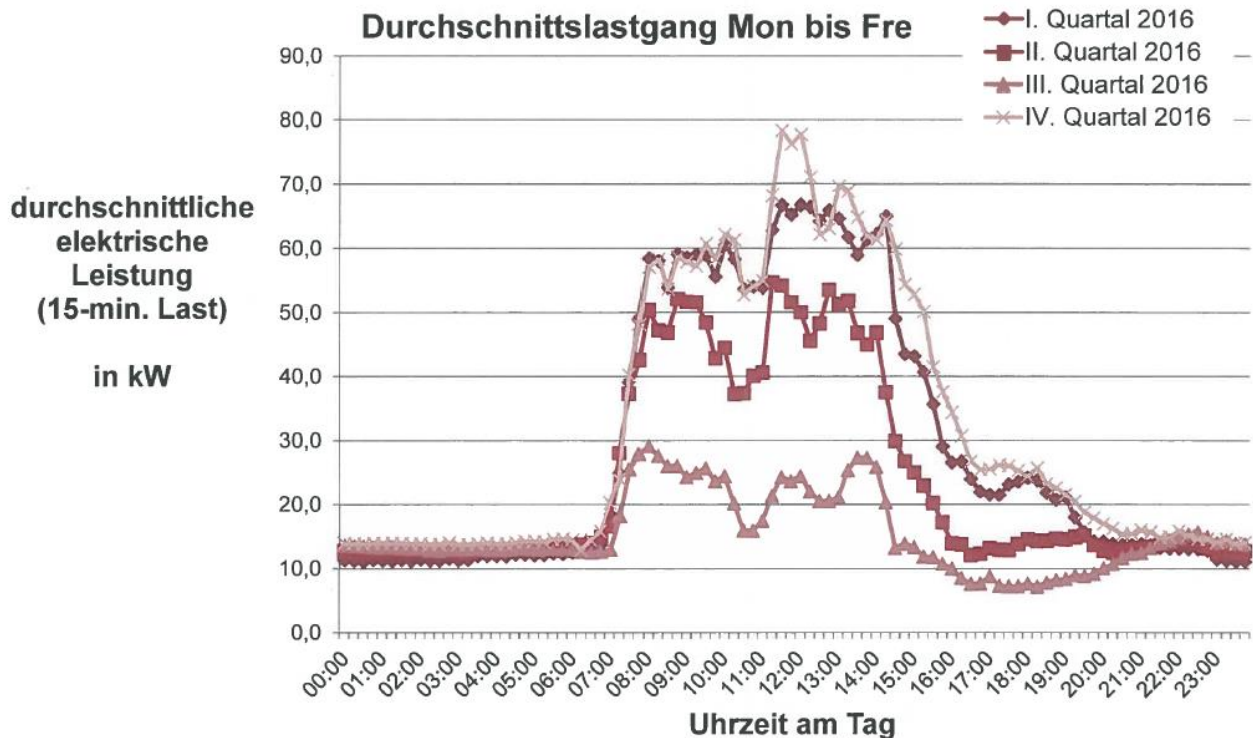


Abbildung 48

In den Lastprofilen erkennt man den Strombedarf zu unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten. Diese Daten werden nun zur Optimierung der Regeltechnik eingesetzt.

Die Detaillierten Ausführungen in diesem Kapitel sollen die systematische Herangehensweise zur Stromeinsparung verdeutlichen.

Zurzeit werden anhand der Messergebnisse Optimierungsmöglichkeiten ermittelt.

13.2 Berechnung von Energetischen Investitionen Grundschule Schnellenbach

Nachdem der Bestand der Grundschule Schnellenbach gesichert ist, beginnt nun die Sanierungsplanung der nächsten Jahre.

Zurzeit wird eine neue Heizungsanlage für die Schule geplant die 2019 eingebaut werden soll.

Aufgrund des ermittelten Wärmebedarfs untersucht Fa. Saller mittels Simulationsrechnungen die Energiespareffekte einer Fenstererneuerung inkl. Fassadendämmung. Im Altbautrakt der Schule sind noch einfachverglaste Fenster eingebaut. Ebenso sind die Wärmedurchlasswiderstände der Turnhalle sehr schlecht, hier würde sich eine Fassadendämmung anbieten.

Die Ergebnisse der Simulation dienen der Gemeinde als Entscheidungshilfe für weitere Sanierungsentscheidungen.

13.3 Einregulierung der Gebäudetechnik im Aggertalgymnasium

Die Ergebnisse der Optimierungsergebnisse im Schulzentrum sollen für die Einregulierung der Gebäudetechnik des Aggertal-Gymnasiums genutzt werden. In Zusammenarbeit mit Fa. Goldbeck wird in den nächsten Monaten mit der Umsetzung begonnen.

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 Einsparungen zu erzielen.

Größere Energetische Sanierung sind noch an der Grundschule Schnellenbach und dem Feuerwehrgerätehaus Engelskirchen durchzuführen. Hier sind die Untersuchungen der Fa. Saller sehr hilfreich um Amortisationszeiten oder Fördermöglichkeiten zur Entscheidung von Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

15.0 Abbildungsverzeichnis:

	Inhalt	Seite
Abbildung 1:	Verbrauchskennzahlen Wärmeenergie an Grundschulen	9
Abbildung 2:	Wärmeverbrauch Grundschulen im Jahr 2017 mit Anteil regenerativer Energieträger	10
Abbildung 3:	Wärme-Verbrauchsentwicklung an Grundschulen	10
Abbildung 4:	Stromverbrauchskennzahlen 2017 in KWh/m ² an Grundschulen	11
Abbildung 5:	Strom-Verbrauchswerte 2017 in KWh an Grundschulen	12
Abbildung 6:	Strom-Verbrauchsentwicklung an Grundschulen	12
Abbildung 7:	Wasserverbrauch 2017 in den Grundschulen	13
Abbildung 8:	Wasser-Verbrauchsentwicklung an den Grundschulen	13
Abbildung 9:	Gesamtverbrauch Wärmeenergie an weiterführenden Schulen	14
Abbildung 10:	Kennzahlen Wärmeenergie an weiterführenden Schulen	15

Abbildung 11:	CO ² -Ausstoß an Weiterführenden Schulen	15
Abbildung 12:	Wärme-Verbrauchsentwicklung an weiterführenden Schulen	16
Abbildung 13:	Stromverbrauch u. Erzeugung an weiterführenden Schulen	16
Abbildung 14:	Kennzahlen-Stromverbrauch an weiterführenden Schulen	17
Abbildung 15:	Strom-Verbrauchsentwicklung an weiterführenden Schulen	17
Abbildung 16:	Wasserverbrauch an Weiterführenden Schulen	18
Abbildung 17:	Wasser-Verbrauchsentwicklung an weiterführenden Schulen	18
Abbildung 18:	Kennzahlen-Wärmeverbrauch der Turn- und Sporthallen	19
Abbildung 19:	Wärme-Verbrauchsentwicklung der Turn- und Sporthallen	19
Abbildung 20:	Vergleich Stromverbrauch 2016 zu 2017 Sporthalle Walbach	20
Abbildung 21:	Kennzahlen-Stromverbrauch der Turn- und Sporthallen	21
Abbildung 22:	Wasserverbrauch der Turn- und Sporthallen	21
Abbildung 23:	Wasserverbrauch des Freibades Engelskirchen	22
Abbildung 24:	Stromverbrauch des Freibades Engelskirchen	23
Abbildung 25:	Wärme-Verbrauchskennzahl der Verwaltungsgebäude	24
Abbildung 26:	Wärme-Verbrauchsentwicklung der Verwaltungsgebäude	24
Abbildung 27:	Strom-Verbrauch der Verwaltungsgebäude	25
Abbildung 28:	Strom-Verbrauchsentwicklung der Verwaltungsgebäude	25
Abbildung 29:	Wasserverbrauch der Verwaltungsgebäude	26
Abbildung 30:	Wärme-Verbrauchsentwicklung der Wohngebäude	27
Abbildung 31:	Strom-Verbrauchsentwicklung der Wohngebäude	27
Abbildung 32:	Wasser-Verbrauchskennzahl der Wohngebäude	28
Abbildung 33:	Wärme-Verbrauchsentwicklung Feuerwehrrätehäuser	28
Abbildung 34:	Strom-Verbrauchsentwicklung der Feuerwehrrätehäuser	29
Abbildung 35:	Entwicklung des Wasserverbrauchs der Feuerwehrrätehäuser	29
Abbildung 36:	Wasser-Verbrauchsentwicklung auf den Friedhöfen	30
Abbildung 37:	Bilanzierung der Wärmeenergieträger	31
Abbildung 38:	Anteile der Wärmeenergieträger	32
Abbildung 39:	Anteile der CO ² Freisetzung	32
Abbildung 40:	Gesamtbilanz Stromverbrauch	33
Abbildung 41:	Gesamtbilanz Wasserverbrauch	34
Abbildung 42:	Aufstellung der PV-Anlagen	36
Abbildung 43:	Energie-Kostenentwicklung der Gemeinde Engelskirchen	37
Abbildung 44:	Energiepreise in Deutschland (Öl- Gas,- und Holz-Pellets)	38
Abbildung 45:	Teilnehmer LEEN-Netzwerk Oberberg	39
Abbildung 46:	LEEN Konzept-Prozess	40
Abbildung 47:	Strom-Verbrauchsanteile Schulzentrum Walbach	41
Abbildung 48:	Strom-Lastgangdaten Schulzentrum Walbach	42