

ENERGIESACHSTANDSBERICHT GEMEINDE NOTTULN



2007 - 2016

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Zielsetzung	1
1.2 Kommunales Energiemanagement	1
1.3 Energiecontrolling	2
1.4 Energiesachstandsbericht	2
1.5 CO2 Bilanz	2
<hr/>	
2. Liegenschaften der Gemeinde	3
2.1 Wärmeversorgung	3-6
2.1.1 Witterungsbereinigung	6
2.1.2 Gebäudeverzeichnis	7
2.2 Stromversorgung	8
2.3 Wasserversorgung	8
<hr/>	
3. Erfassung der Gesamtverbrauchsdaten und Kosten	9
3.1 Wärmeverbrauch/Kosten	10-11
3.2 Stromverbrauch /Kosten	11-12
3.3 Wasserverbrauch/Kosten	12-13
<hr/>	
4. Gebäude- und Flächenbezogene Verbrauchsanalyse	14
4.1 Gebäudegruppen	14-16
4.2 Verwaltungsgebäude	16-17
4.3 Schulen	18-19
4.4 Turnhallen	20-21
4.5 Sportplatzgebäude	21-22
4.6 Gemeinschaftsunterkünfte	22-23
4.7 Dorfgemeinschaftshäuser	23-25
4.8 Feuerwehren	25-26
4.9 Friedhofsanlagen	26
<hr/>	
5. Resümee der energetischen Gebäudeanalyse	27
<hr/>	
6. Grundlagen zur energetischen Sanierung	28
6.1 Nutzenergie	28
6.2 Endenergie	28
6.3 Primärenergie	28
<hr/>	

7. Maßnahmen zur energetischen Sanierung	29
7.1 Gebäudehülle/ thermische Hülle	29
7.2 Anlagentechnik	30
7.2.1 Wärmeerzeugung	31
7.2.2 Wärmespeicherung	31
7.2.3 Wärmeverteilung	32
7.2.4 Wärmeübertragung	32
7.3 Warmwassererzeugung	33
7.4 Lüftungsverluste	33
<hr/>	
8. Bereits umgesetzte Maßnahmen	33
8.1 Tabellarische Aufstellung einzelner Maßnahmen	34-35
<hr/>	
9. Geplante Maßnahmen	35
9.1 Energetische Maßnahmen	35
9.1.1 Bestandsaufnahme	35
9.1.2 Bestandsanalyse	35
9.1.3 Konzeptentwicklung	36
<hr/>	
<u>Anhang:</u>	
10. Gemeindewerke Nottuln	
10.1 Bäder	
10.2 Straßenbeleuchtung	
<hr/>	
11. Verzeichnis	
<hr/>	
12. Datenblätter der einzelnen Gebäude	
<hr/>	



1.0 Einleitung

Der nachfolgende Bericht ist ein wesentlicher Bestandteil verschiedener Maßnahmen zur Erfassung, Analyse und Optimierung von Energie und Wasserverbräuchen, sowie der daraus resultierenden Kosten der gemeindeeigenen Liegenschaften. Für ein besseres Verständnis der Zusammenhänge, werden nachfolgend die wichtigsten Bestandteile dieser aufeinander aufbauenden Maßnahmen einzeln erläutert.

1.1 Zielsetzung:

Langfristiges Ziel der Erstellung eines Energiesachstandsberichtes ist, neben der Datenerfassung sämtlicher Energie und Wasserverbräuche, vor allem deren Analyse. Es soll ermittelt werden, wie in den Bereichen Wärme, Strom und Wasser die Verbräuche reduziert werden und somit nicht nur langfristig Kosten, sondern auch der CO₂ Ausstoß gesenkt werden kann. Des Weiteren soll dieser Bericht als Grundlage für eine umfangreiche energetische Bestandsanalyse aller Liegenschaften der Gemeinde dienen. Langfristiges Ziel ist es, ausgehend von einer allgemeinen energetischen Analyse, einen ausführlichen Bericht jedes einzelnen Gebäudes zu erstellen. Der erstellte flächenbezogene Vergleich der Verbräuche in den Gebäudegruppen, bildet die notwendige Grundlage zur Ermittlung einzelner Gebäude mit besonders hohen Verbrauchswerten.

1.2 Kommunales Energiemanagement:

Als kommunales Energiemanagement werden diverse Tätigkeiten, Maßnahmen und Initiativen bezeichnet, die im Wesentlichen der energetischen Optimierung der Gemeindeeigenen Liegenschaften dienen. Kommunen können in ihrer Rolle als Verbraucher und Erzeuger bereits mit einfachen und geringinvestiven Maßnahmen enorme Erfolge erzielen und darüber hinaus eine Vorbildfunktion für Unternehmen sowie ihre Bürgerinnen und Bürger übernehmen. Neben Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs, stehen vor allem der Ausbau und die regionale Nutzung von erneuerbaren Energieträgern im Vordergrund. Steigende Energiekosten sind nicht nur für Kommunen, sondern auch für die ansässigen Unternehmen und Anwohner ein wesentlicher Kostenfaktor, der durch investive Maßnahmen, aber auch durch ein geändertes Nutzerverhalten langfristig gesenkt werden kann. Neben den finanziellen Aspekten, sollte



aber nicht vergessen werden, dass durch ein effizientes Energiemanagement auch Ressourcen geschont, die Luftbelastung sowie der Ausstoß von Treibhausgasen vermindert und somit ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden kann.

1.3 Energiecontrolling:

Das Energiecontrolling dient der Erfassung, Auswertung und Optimierung der kommunalen Verbrauchswerte. Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Controlling, ist die Erfassung des Ist-Zustandes und die kontinuierliche Überprüfung der Verbräuche aller Liegenschaften. Nach Erfassung der Gebäude und Verbrauchsdaten können diese analysiert und beurteilt werden. Um die verschiedenen Energieträger vergleichbar zu machen, müssen alle Angaben einheitlich in kWh umgerechnet werden. Die Bildung von Energiekennwerten kann eine erste Hilfe bei der Einordnung von Energieverbräuchen sein. Hierbei wird der witterungsbereinigte Jahreswärmeverbrauch auf die beheizte Fläche bezogen. Mit dem so berechneten Kennwert kann man die Liegenschaften zu anderen ähnlich genutzten Gebäuden in Relation setzen.

1.4 Energiesachstandsbericht:

Im Energiesachstandsbericht werden im Wesentlichen die gesammelten Daten des Energiemanagements und des Controllings zusammengefasst dargestellt und ausgewertet. Neben allgemeinen Gebäudedaten werden auch die derzeitigen Sanierungszustände, sowie weitere geplante energetische Maßnahmen der einzelnen gemeindeeigenen Liegenschaften aufgezeigt. Der Hauptfokus des Energiesachstandsberichtes liegt allerdings in der detaillierten Darstellung der Verbrauchswerte und Kosten. Diese werden übersichtlich sowohl textlich als auch grafisch dargestellt, analysiert und ausgewertet.

1.5 CO₂ Bilanz

Anhand der im Energiesachstandsbericht erfassten Verbrauchsdaten kann errechnet werden wie viel Kohlenstoffdioxid-Emissionen (gemessen in CO₂) und Treibhausgas-Emissionen (gemessen in CO₂-Äquivalenten, CO₂-eq) in Tonnen pro Jahr anfallen. Die CO₂ Bilanz umfasst allerdings nicht nur die gemeindeeigenen Liegenschaften, sondern auch weitere Sektoren wie Haushalte, Wirtschaft, Verkehr sowie die Art der eingesetzten Energieträger.



2.0 Liegenschaften der Gemeinde

Die in diesem Bericht angegebenen Energie und Wasserkosten beziehen sich auf die Verbräuche der gemeindeeigenen Gebäude. Kommunen sind als Gebäudeeigentümer verantwortlich für Bereiche mit hohem CO₂-Einsparpotenzial wie z. B. Schulen, Turnhallen, Hallenbäder und Verwaltungsgebäude.

2.1 Wärmeversorgung

Die folgende Abbildung (Abbildung 2.1) zeigt die Aufteilung der Wärmeversorgung der betrachteten Gebäude. Kohlendioxid entsteht vor allem bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Kohle, Erdöl und Erdgas. Braunkohle ist dabei der Stoff mit den größten CO₂-Emissionen. Die Art des Energieträgers hat somit einen wesentlichen Einfluss auf die Menge der CO₂-Emissionen. Die Wärmeerzeugung für die Liegenschaften der Gemeinde Nottuln erfolgt wie in der Grafik zu sehen ist, größtenteils durch die Nutzung von Erdgas oder Holzhackschnitzeln über den Wärmeverbund Hummelbach.

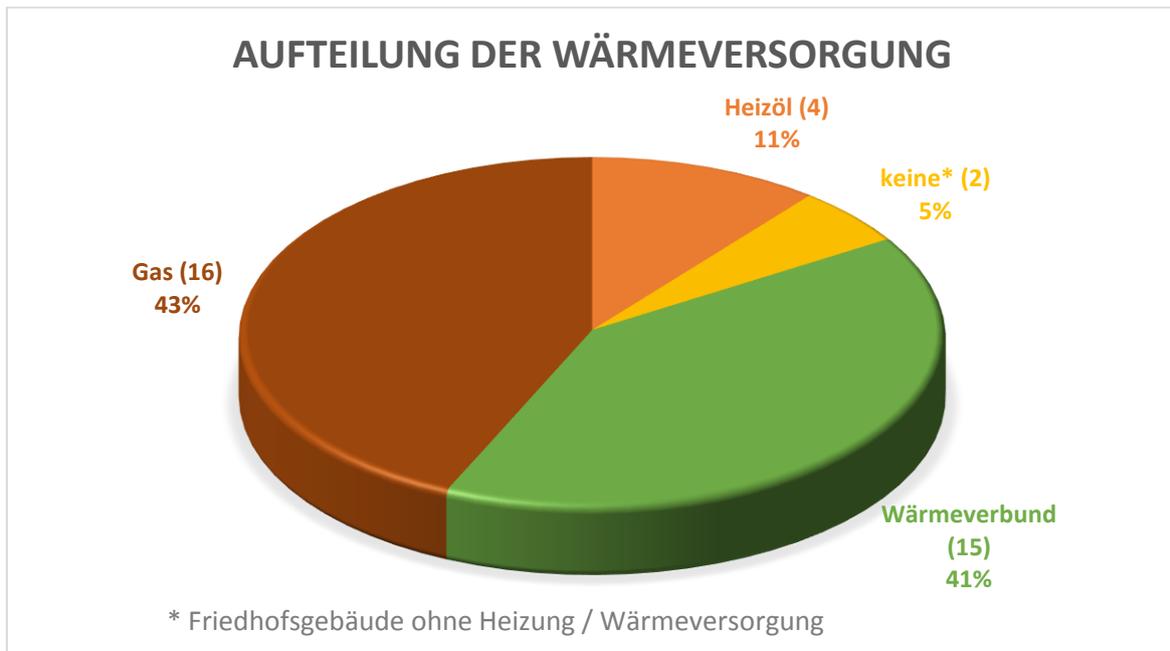


Abbildung 1.1 Aufteilung der Wärmeversorgung



Gasversorgung

Bei 16 der betrachteten Gebäude ist die Gelsenwasser AG der derzeit zuständige Gaslieferant. Es ist zu beachten, dass in den letzten Jahren bereits 14 Gebäude von einer Gasversorgung zu der lokalen Fernwärmeversorgung durch das Verbundnetz gewechselt haben. Die Verbrennung von Naturgasen ist in punkto Umweltfreundlichkeit und CO₂ Ausstoß sicherlich keine dauerhafte Lösung. Allerdings gilt es zu beachten, dass bei der Verbrennung anderer Rohstoffe wesentlich mehr CO₂ Emissionen entstehen. So entsteht beispielsweise bei der Verbrennung von Braunkohle rund doppelt so viel Kohlendioxid bezogen auf den Energiegehalt wie bei der Verbrennung von Naturgas. Durch den Wechsel zu kohlendioxidärmeren Brennstoffen können die Emissionen gesenkt und kurzfristig ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Für einen langfristigen Klimaschutz sind jedoch nur kohlendioxidfreie Energieträger auf Basis regenerativer Energien und nachhaltig genutzter Biomasse eine Alternative.

Wärme- und Stromverbund Hummelbach

Ein weiterer wesentlicher Energieversorger der gemeindeeigenen Liegenschaften sind die Gemeindewerke Nottuln. Diese werden als wirtschaftlich selbstständige Dienstleistungs- und Versorgungsunternehmen betrieben¹. Aufgrund dieser Selbstständigkeit werden sie in diesem Bericht in Kapitel 10., getrennt von den anderen Gemeindegebäuden behandelt. Eine Ausnahme bildet der Wärmeverbund Hummelbach, da an diesen viele Gemeindegebäude angeschlossen sind und er somit einen wichtigen Baustein in einer möglichst umweltfreundlichen Wärmeversorgung darstellt. Seit dem Jahr 2011 leistet das Nahwärme- und Stromverbundnetz Hummelbach einen wichtigen Beitrag in der regenerativen Energieversorgung in der Gemeinde Nottuln. Zwei bereits vorhandene Blockheizkraftwerke (BHKW) wurden um einen Erdgaskessel und eine Holzhackschnitzelheizung mit einer Leistung von 800 kW ergänzt. Die Verbrennung von Holz erscheint auf den ersten Blick sicherlich nicht als besonders Umweltfreundlich, ist aber aufgrund der Tatsache, dass es sich um einen nachwachsenden Rohstoff handelt, der während seiner Lebensdauer genau so viel CO₂ aufnimmt wie er bei der Verbrennung wieder abgibt, ein nahezu CO₂ neutraler Energieträger. Allerdings nur, wenn Holz als Brennstoff nachhaltig eingesetzt wird und nur so viel verbrannt wird, wie wieder nachwachsen kann. Zur Nutzung des elektrischen Stromes der BHKW wurde ein Stromverbund vom Hallenbad bis

¹ <http://www.nottuln.de/werke.htm>, Dez. 2014



zur Martinus Grundschule und zu der (ehemaligen) Geschwister Scholl Hauptschule errichtet. Im Jahr 2012 wurde das Nahwärmenetz um etwa 1,2 km auf eine Gesamtlänge von rund 2,9 km erweitert. Die Gesamtinvestitionen inklusive der Erweiterung belaufen sich auf rund 1,71 Mio. €².



Abbildung 1.2 Wärmeverbund



Zu den Gemeindewerken gehören:

- das Wasserwerk
- das Abwasserwerk
- der Baubetriebshof
- die Bäder (Hallen- und Wellenfreibad)

Heizöl

Lediglich bei vier der in diesem Bericht betrachteten Gebäude erfolgt die Wärmeerzeugung noch direkt mit Heizöl. Die Heizölbeschaffung und Abrechnung des Sportlerheims Darup erfolgt eigenständig, ohne Beteiligung des Gebäudemanagements.

² <http://www.nottuln.de/waermeverbund-hummelbach.htm>, Nov. 2014 und Lageplan der Gemeindewerke



Für die Feuerwehren Nottuln und Appelhülsen sowie die alte Vikarie erfolgt in der Regel zweimal pro Jahr nach einer Preisanfrage eine Heizölbestellung bei dem Lieferanten mit den insgesamt besten Konditionen. Das Verbrennen fossiler Energien, ob für die Stromversorgung oder im Automotor, setzt große Mengen von Treibhausgas frei und ist hauptverantwortlich für die globale Erderwärmung. Darüber hinaus wird die Umwelt durch den Abbau von Kohle, vor allem der besonders klimaschädlichen Braunkohle, und die Gewinnung von Öl und Gas stark geschädigt. Langfristig sollte auf die Verbrennung fossiler Energieträger komplett verzichtet werden, nicht nur weil diese Rohstoffe knapp werden, sondern zum Schutz des Klimas.

2.1.1 Witterungsbereinigung

Der Heizenergieverbrauch eines Gebäudes hängt neben baulichen und technischen Aspekten maßgeblich von der vorherrschenden Witterung und dem Klima ab. Um die Energieverbrauchskennwerte und verschiedener Berechnungszeiträume vergleichen zu können, werden Klimafaktoren genutzt. Durch das Multiplizieren des gemessenen Jahres-Heizenergieverbrauchs mit dem entsprechenden Klimafaktor findet eine Witterungsbereinigung statt. Durch diese werden sowohl der Einfluss der Temperaturverhältnisse während des Jahres, als auch die klimatischen Verhältnisse am jeweiligen Standort berücksichtigt. Somit lassen sich beispielsweise die gemessenen Energieeinsparungen durch Effizienzmaßnahmen an Gebäuden sinnvoll beurteilen. Während ein hoher Klimafaktor auf ein warmes Jahr hindeutet, weisen kältere Jahre eher niedrige Klimafaktoren auf³. Die in diesem Bericht genutzten Klimafaktoren für die Gemeinde Nottuln stammen von dem Deutschen Wetterdienst und sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Tabelle 2.1 Klimafaktoren der Gemeinde Nottuln

Klimafaktoren für die Gemeinde Nottuln									
Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Klimafaktor	1,03	1,06	0,91	1,14	1,04	0,99	1,21	1,10	1,09

³ Deutscher Wetterdienst, <http://www.dwd.de/klimafaktoren>, Jan. 2016



Tabelle 2.2 Gebäudeverzeichnis

Gebäude	Netto-Grundfläche gerundet [m ²]	aktuelle Wärmeversorgung
1. Verwaltungsgebäude	3.412	
Verwaltung Stiftsplatz 7/8	1.430	Wärmeverbundnetz*
Domherrengasse 2	142	Wärmeverbundnetz*
Domherrengasse 4	47	Wärmeverbundnetz*
Domherrengasse 6	295	Wärmeverbundnetz*
Stiftsplatz 11	667	Gas
Ascheberger Kurie	344	Wärmeverbundnetz*
Stiftsmühle	487	Wärmeverbundnetz*
2. Schulen	22.046	
Astrid-Lindgren Grundschule	2.636	Wärmeverbundnetz*
Bonifatius Grundschule	1.003	Gas
Gymnasium Nottuln	7.286	Wärmeverbundnetz*
Marien Grundschule	2.413	Gas**
St. Martinus Grundschule	3.034	Wärmeverbundnetz*
St. Sebastian Grundschule	1.555	Gas
<i>Geschwister-Scholl-Hauptschule</i>	<i>4.119</i>	Wärmeverbundnetz*
3. Turnhallen	6.306	
Mehrzweckhalle / Turnhalle Gymnasium	1.882	Wärmeverbundnetz*
Sporthalle Rudolf-Harbig-Straße	1.610	Wärmeverbundnetz*
Turnhalle Appelhülsen	930	Gas**
Turnhalle Niederstockumer Weg	881	Wärmeverbundnetz*
Turnhalle Schapdetten	1.003	Gas
4. Sportplatzgebäude	1.803	
DJK Heim Nottuln	525	Wärmeverbundnetz*
Sportlerheim Appelhülsen	471	Gas
Sportlerheim Schapdetten	471	Gas
Sportlerheim Darup	336	Heizöl (Selbstversorgung)
5. Gemeinschaftsunterkünfte	1.421	
Daruper Straße 42	225	Gas
Daruper Straße 44	225	Gas
Daruper Straße 46	239	Gas
Weseler Straße 21	732	Gas
Alte Vikarie		Heizöl
6. Dorfgemeinschaftshäuser / Altenbegegnungsstätte	1.519	
Marienplatz 17	245	Gas
Bürgerzentrum Schulze Frenkingshof	847	Gas
Alte Amtmannei	427	Wärmeverbundnetz*
7. Feuerwehren	2.396	
Feuerwehrgerätehaus Nottuln	1.128	Heizöl
Feuerwehrgerätehaus Appelhülsen	619	Heizöl
Feuerwehrgerätehaus Darup	371	Gas
Feuerwehrgerätehaus Schapdetten	278	Gas
8. Friedhofsanlagen	93	
Leichenhalle Appelhülsen	56	keine Wärmeversorgung
Leichenhalle Darup	37	keine Wärmeversorgung

*Wärmeverbundnetz Hummelbach, **gesondertes Wärmeverbundnetz



2.2 Stromversorgung

2015 erfolgte ein Ausschreibungsverfahren für die Versorgung der Gebäude mit elektrischer Energie über die *KUBUS Kommunalberatung und Service GmbH*. Aufgrund dessen erfolgte eine Optimierung und Vergabe der Verträge an die RWE und die Stadtwerke Augsburg. Es sollte beachtet werden, dass auch für die Stromerzeugung fossile Energieträger verbrannt werden und somit enorme CO₂-Emissionen entstehen. Die Art der Stromerzeugung hat somit einen wesentlichen Einfluss auf die Menge der CO₂-Emissionen. Der Hauptfokus sollte dem entsprechend auf die Stromerzeugung aus regenerativen Energien gesetzt werden. In der Gemeinde Nottuln sind bereits eine große Freiflächen-Photovoltaikanlage sowie weitere Anlagen auf gemeindeeigenen Dächern und 639 PV-Anlagen auf Privathäusern installiert worden. Außerdem verfügt die Gemeinde bereits über 10 Windenergieanlagen und eine Biogasanlage sowie die Holzhackschnitzelanlage, die 2013 insgesamt 890.142 kWh Strom produziert haben. Die Gebäude Sporthalle Rudolf-Harbig-Str., die ehemalige Geschwister-Scholl-Hauptschule sowie die St. Martinus Grundschule sind bereits an das Stromverbundnetz Hummelbach angeschlossen. Bei diesem Energieverbund wird die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) eingesetzt: Normalerweise entweicht bei der konventionellen Stromerzeugung die als Nebenprodukt entstehende Wärme ungenutzt in die Atmosphäre. Dies sind selbst in modernen Kraftwerken noch bis zu 60 % der eingesetzten Brennstoffenergie. Die Kraft-Wärme-Kopplung zeichnet sich hingegen durch die gleichzeitige Umwandlung von eingesetzter Energie in elektrische Energie und Nutzwärme aus. Somit werden die Primärenergieträger deutlich besser ausgenutzt.⁴

2.3 Wasserversorgung

Die Wasserversorgung erfolgt, wie teilweise die Wärmeversorgung, ebenfalls durch die Gemeindewerke Nottuln. Auch wenn die Versorgung mit frischem Wasser hier zu Lande als eine Selbstverständlichkeit angesehen wird, sollte man sich vor Augen führen, dass gerade Wasser ein in Zukunft immer knapper werdender, lebensnotwendiger Rohstoff ist. Der Vorrat an sauberem Wasser erschöpft sich schneller, als er erneuert werden kann. Es sollte dem entsprechend nicht nur aus finanziellen Aspekten versucht werden den Wasserverbrauch zu reduzieren, sondern vor allem um die Ressource Wasser dauerhaft zu sichern.

⁴ <http://www.energieagentur.nrw.de/unternehmen/kwk-kraft-waerme-kopplung-3912.asp>, Dez. 2014



3. Erfassung der Gesamtverbrauchsdaten und Kosten

Grundlage zur Erfassung der Verbrauchsdaten ist eine regelmäßige Ablesung aller Haupt- und Zwischenzähler. Diese werden monatlich von den zuständigen und in diesem Bereich geschulten Hausmeistern des jeweiligen Gebäudes erfasst. Anschließend erfolgt durch das Energiemanagement eine Auswertung und Prüfung der Daten auf Plausibilität. Auf diese Weise können monatlich, stärkere Verbrauchsabweichungen umgehend erkannt und analysiert werden. Die monatlichen Verbrauchsdaten werden in Zählerablesebögen dokumentiert und dienen Ende des Jahres neben den Rechnungen der Energieversorger als Grundlage zur Erstellung der Jahresgesamtverbrauchsdaten.

Im folgenden Teil dieses Berichtes werden zunächst die jährlichen Summen des witterungsbereinigten Wärmebedarfs, des Strom- und des Wasserverbrauchs aller betrachteten Gebäude der Jahre 2007 bis 2016 sowie die zugehörigen Kosten der einzelnen Jahre dargestellt (siehe Tabelle 2.2 bis 2.7). Durch die große Anzahl eingegangener Daten sollte sich trotz Abweichungen in der Datenqualität (unterschiedliche Abrechnungszeiträume, Wechsel der Versorgungsunternehmen, Anschlüsse an die Verbundnetze, einzelne Störfälle wie Rohrbrüche, Leerstand der Hauptschule usw.) ein Trend der jeweiligen Verbrauchsart (Wärme, Strom, Wasser) und der Kosten abzeichnen. Als optische Hilfe zur Auswertung wurde allen Abbildungen eine lineare Trendlinie hinzugefügt. Bei Betrachtung der Kosten muss beachtet werden, dass es gerade bei den Energiekosten in den letzten Jahren deutliche Preisanstiege gab.

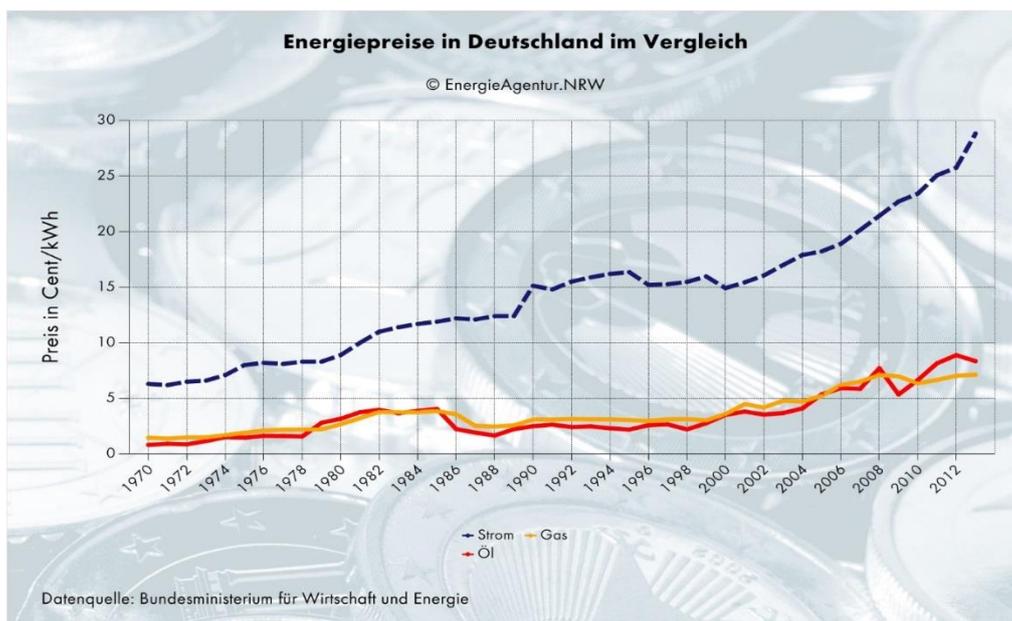


Abbildung 1.3 Energiepreisentwicklung



3.1 Wärmeverbrauch/Kosten

Der durchschnittliche Wärmeverbrauch der letzten zehn Jahre aller Liegenschaften der Gemeinde liegt bei 4.675.253 kWh/a. Damit bildet dieser Bereich die mit Abstand verbrauchs- und kostenintensivste Position. Zu begründen sind diese Verbrauchswerte mit einem überwiegend alten Gebäudebestand, der sich bauphysikalisch und somit energetisch in einem relativ schlechten Zustand befindet. Ein enormes Problem sind die hohen Transmissionswärmeverluste über die thermische Hülle der Gebäude. Des Weiteren werden in einigen Gebäuden Heizungsanlagen betrieben, die nicht auf dem aktuellen Stand der Technik sind und somit häufig nicht energieeffizient arbeiten. Diese Problematik wird in einem späteren Kapitel (Kapitel 5.) genauer betrachtet.

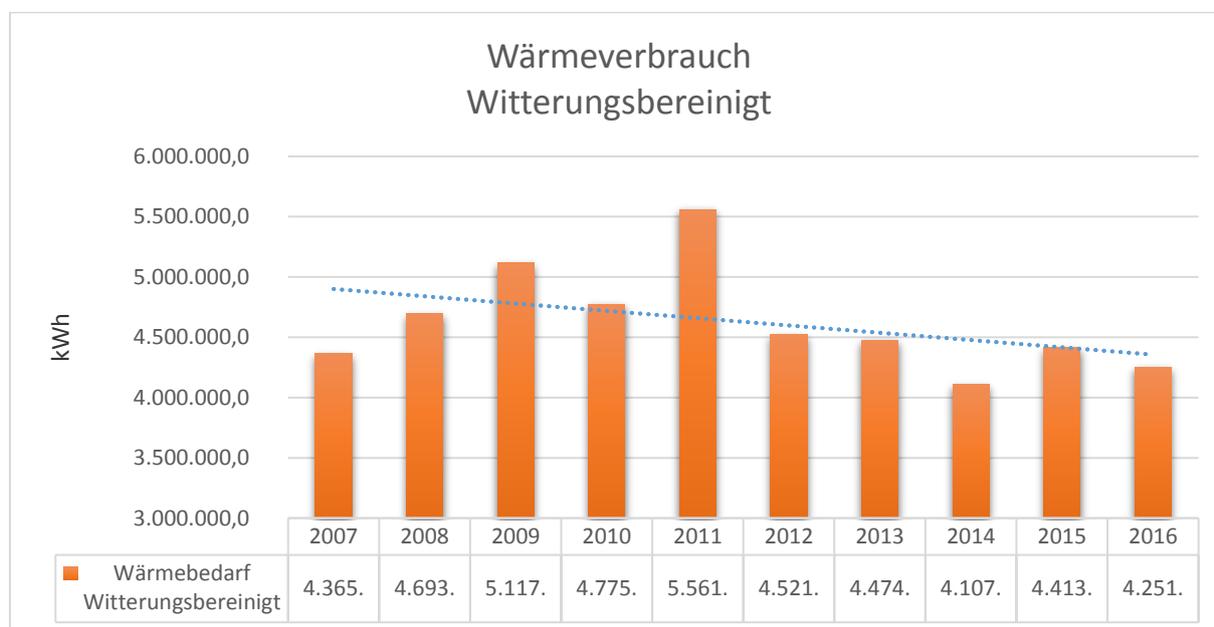


Tabelle 2.3 Entwicklung des Wärmebedarfs (witterungsbereinigt)

Der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch (Abbildung 2.3) weist in den letzten zehn Jahren einige Schwankungen auf. Diese beschränken sich im Wesentlichen auf den Zeitraum von 2008-2011. Der mit Abstand höchste Verbrauch hat im Jahr 2011 stattgefunden, der niedrigste 2014. Es gilt allerdings zu berücksichtigen, dass der Wärmeverbrauch neben bauphysikalischen Aspekten, immer stark abhängig vom jeweiligen Nutzerverhalten ist. Die Witterungslage des jeweiligen Jahres spielt aufgrund der Witterungsbereinigung eine untergeordnete Rolle. Des Weiteren gilt es zu berücksichtigen, dass in einigen Gebäuden die Änderung der Nutzungsart zu völlig anderen Verbrauchswerten führt. Beispielsweise werden einige Schulgebäude zukünftig als Flüchtlingsunterkünfte genutzt und verursachen aufgrund des massiv geänderten Nutzerverhaltens wesentlich höhere Verbräuche. Für eine ausführlichere Analyse müssen die einzelnen Verbrauchsjahre intensiver betrachtet werden. Insgesamt ist durch die Umsetzung von energetischen Sanierungsmaßnahmen eine positive Entwicklung des Wärmeverbrauchs zu verzeichnen.

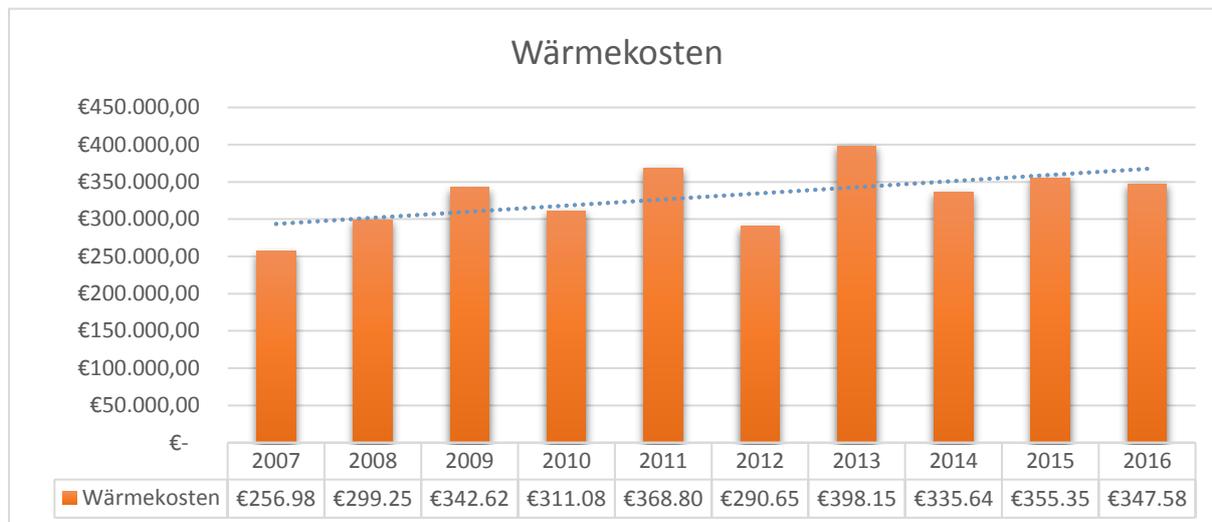


Tabelle 2.4 Entwicklung der Wärmekosten

Die Wärmekosten zeigen einen kontinuierlichen Aufwärtstrend. Dies ist aber durch eine stetige Preissteigerung im Energiesektor der letzten Jahre zu begründen.

3.2 Stromverbrauch/Kosten

Der durchschnittliche Stromverbrauch der letzten zehn Jahre aller Liegenschaften der Gemeinde liegt bei 642.342 kWh/a. Im Wesentlichen sind dies durch die Nutzer der Gebäude verursachte Verbräuche, aber auch technische Anlagen und Geräte, die teilweise dauerhafte Verbräuche verursachen wie z.B. Umwälzpumpen an Heizungsanlagen. Auch diese Problematik wird im Kapitel 5. genauer betrachtet.

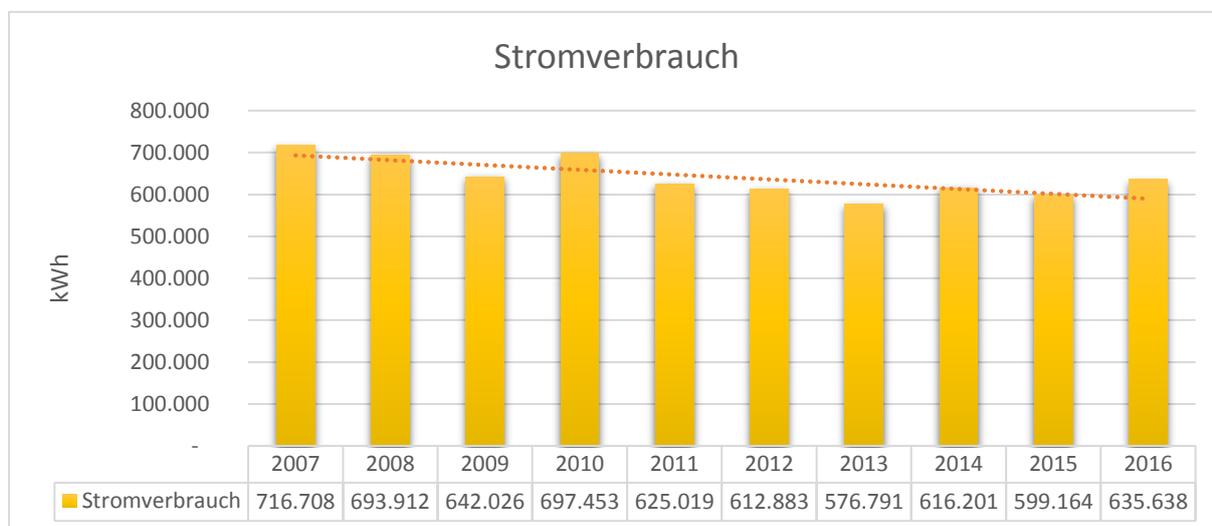


Tabelle 2.5 Entwicklung des Stromverbrauchs



Der Stromverbrauch der letzten Jahre zeigt einen deutlichen Abwärtstrend. Dieser Trend lässt sich im Wesentlichen durch den Einsatz immer energieeffizienterer Techniken begründen. Ein weiterer Grund ist die kontinuierliche Sensibilisierung der Nutzer und die damit verbundene Änderung des Verbrauchsverhaltens sowie der Einsatz regenerativer Energien. Der Anstieg der Verbräuche 2016 ist eindeutig mit der zuvor beschriebenen Nutzungsänderung einiger Gebäude zu begründen. Diese weisen teilweise doppelt so hohe Verbrauchswerte auf.

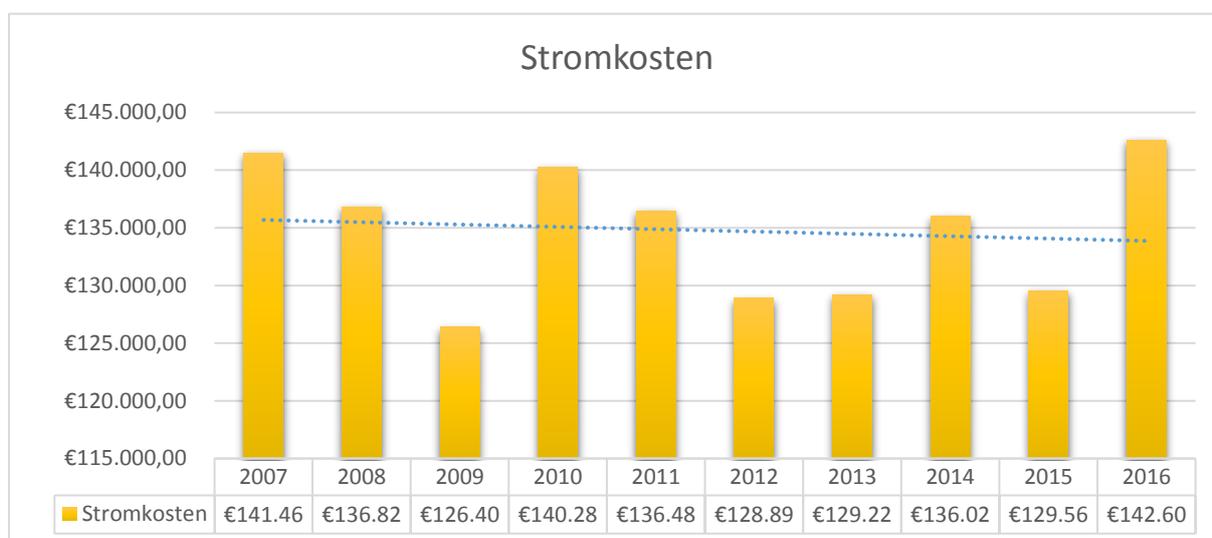


Tabelle 2.6 Entwicklung der Stromkosten

Auch die Kosten konnten in den vergangenen Jahren gesenkt werden. Dies lässt sich unter anderem durch die Optimierung der Stromverträge und somit der Kosten begründen. Ein weiterer Grund ist natürlich der gesunkene Verbrauch sowie die Einspeisung von erzeugtem Strom der PV Anlagen und Blockheizkraftwerke. Die Kosten 2106 sind natürlich an den massiv erhöhten Verbrauch gekoppelt.

3.3 Wasserverbrauch/Kosten

Der durchschnittliche Wasserverbrauch der letzten zehn Jahre aller Liegenschaften der Gemeinde, liegt bei 11.420 m³/a. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um gebäudeinterne Verbräuche wie beispielsweise Toilettenanlagen in Schulen, Duschen in Turnhallen aber auch um Rasenbewässerungen auf Sportplatzgeländen. Seit August 2015 sind auch weitere Duschmöglichkeiten für Flüchtlingsunterkünfte relevant, die einen hohen zusätzlichen Verbrauch verursachen.

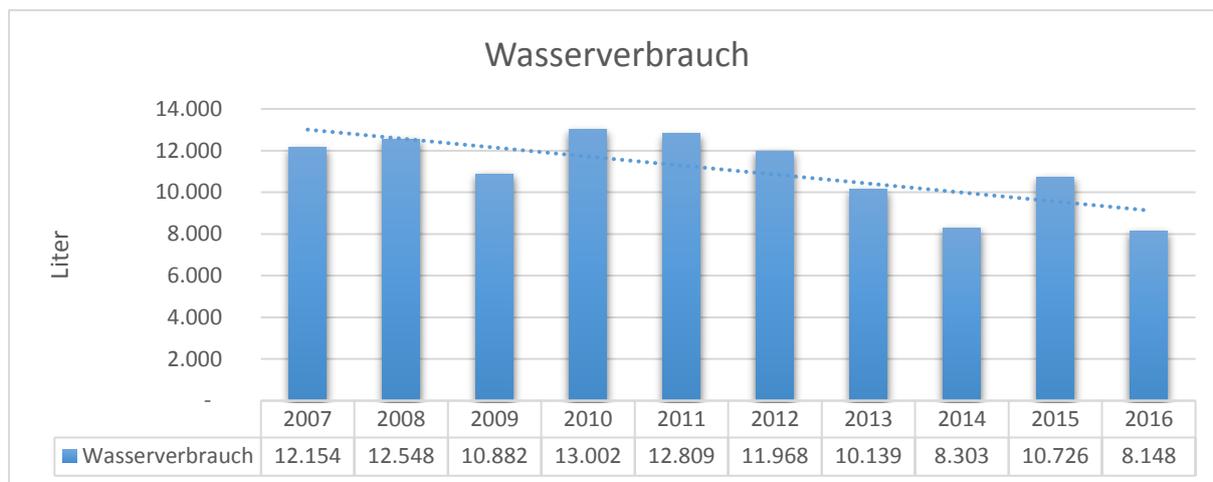


Tabelle 2.7 Entwicklung des Wasserverbrauchs

Der Gesamtwasserverbrauch aller betrachteten Gebäude ist insgesamt rückläufig. Die Verbrauchssteigerung im Jahr 2015 ist unter anderem mit den extrem hohen Verbräuchen der in der ehemaligen Hauptschule eingerichteten Flüchtlingsunterkunft zu begründen. Der Wasserverbrauch dieses Gebäudes steigerte sich zeitweilig auf das fast bis zu Fünfhundertfache des Normalverbrauchs im Vergleich zu den Vorjahren, in denen das Schulgebäude nahezu leer stand.



Tabelle 2.8 Entwicklung der Wasserkosten

Die Wasserkosten sind über die Jahre, trotz eines sinkenden Verbrauches, relativ konstant geblieben. Die Kostensteigerung 2015 ist mit dem zuvor beschriebenen, erhöhten Verbrauch zu erklären. Ein wesentlicher Kostenfaktor bei den vorhandenen Wasserverbräuchen sind die anfallenden Grundgebühren.



4. Gebäude- und Flächenbezogene Verbrauchsanalyse

Um eine Vergleichbarkeit der einzelnen Gebäude ermöglichen zu können, müssen diese je nach Nutzungsart in eigene Gebäudegruppen aufgeteilt werden. Anschließend können die Verbrauchswerte und Kosten innerhalb der einzelnen Gebäudegruppen auf die Fläche bezogen werden. Diese Vorgehensweise ermöglicht es innerhalb der Gruppen einzelne Ausreißer zu ermitteln und die gegebenenfalls erhöhten Verbräuche zu analysieren. Langfristig können so zu jedem Gebäude einzelne energetische Verbrauchsanalysen erstellt werden.

4.1 Gebäudegruppen

Die in diesem Bericht betrachteten Gemeindegebäude (vgl. Tabelle 2.1.2) sind, entsprechend ihrer Nutzung, in die folgenden acht Gruppen unterteilt:

1. Verwaltungsgebäude
2. Schulen
3. Turnhallen
4. Sportplatzgebäude
5. Gemeinschaftsunterkünfte
6. Dorfgemeinschaftshäuser / Altenbegegnungsstätte
7. Feuerwehren (inkl. Baubetriebshof)
8. Friedhofsanlagen

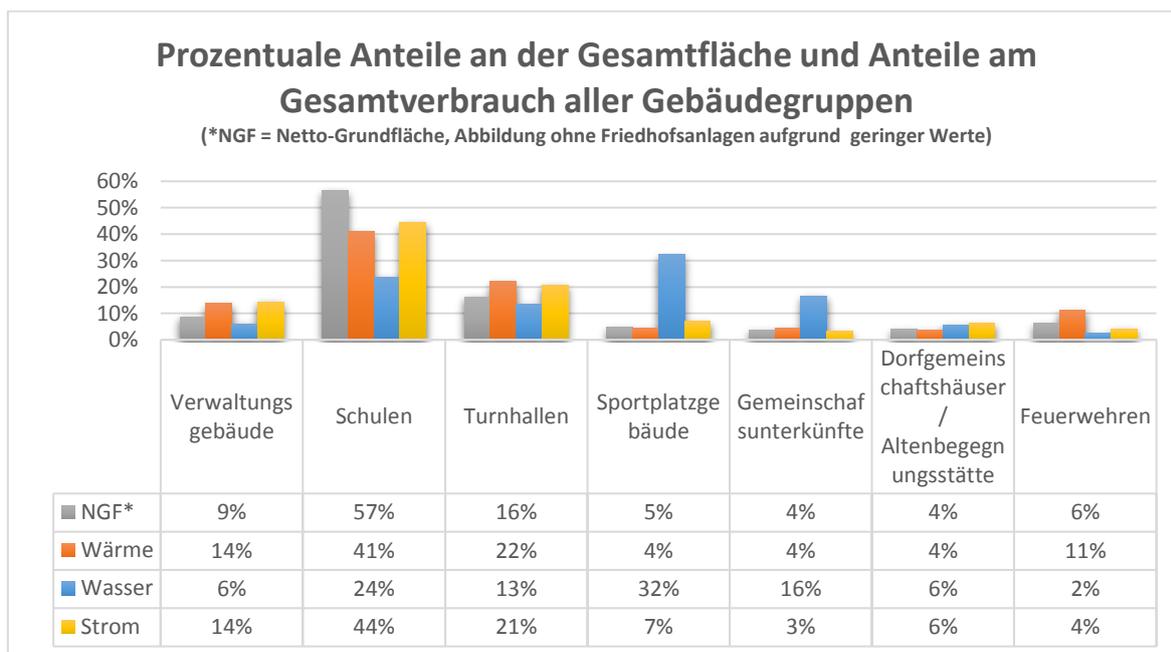


Tabelle 2.9 Prozentuale Anteile an Fläche und Verbräuchen



Die Abbildung (Abbildung 2.8) zeigt die prozentualen Anteile der Netto-Grundfläche sowie die prozentualen Anteile der einzelnen Gebäudegruppen an der summierten Gesamtfläche bzw. am summierten Gesamtverbrauch aller Gebäude. Die Prozentzahlen der Verbräuche wurden aus den durchschnittlichen Wärme-, Strom- und Wasserverbräuchen der letzten neun Jahre gebildet. Die Abbildung zeigt, dass die Schulen mit 57 % die flächenmäßig größte Gebäudegruppe bilden. Aufgrund ihrer Eigenschaften (Größe, Bauart, Nutzung etc.) hat diese Gruppe auch die höchsten Wärme- und Stromverbräuche. Zusammen haben die Gebäudegruppen eine Netto-Grundfläche von rund 38.996 m², einen Wärmeverbrauch von 4.675.253 kWh/a, einen Stromverbrauch von 642.342 kWh/a und einen Wasserverbrauch von 11.420 m³/a (Durchschnitt der letzten neun Jahre). Aufgrund ihrer baulichen Bestimmung und derzeitigen Nutzung haben die einzelnen Gebäudegruppen teils sehr spezifische Energie- und Wasserverbräuche. Betrachtet man den Durchschnitt der gesamten Energie- und Wasserkosten der letzten neun Jahre für die einzelnen Gebäudegruppen (Abbildung 2.9) zeigt sich, dass die Schulen die höchsten Kosten (44 %) verursachen. Ihnen folgen die Turnhallen (22 %) und die Verwaltungsgebäude mit einem Anteil von 11 % an den kumulierten Kosten. Die restlichen 23 % werden von den übrigen Gebäudegruppen verursacht.

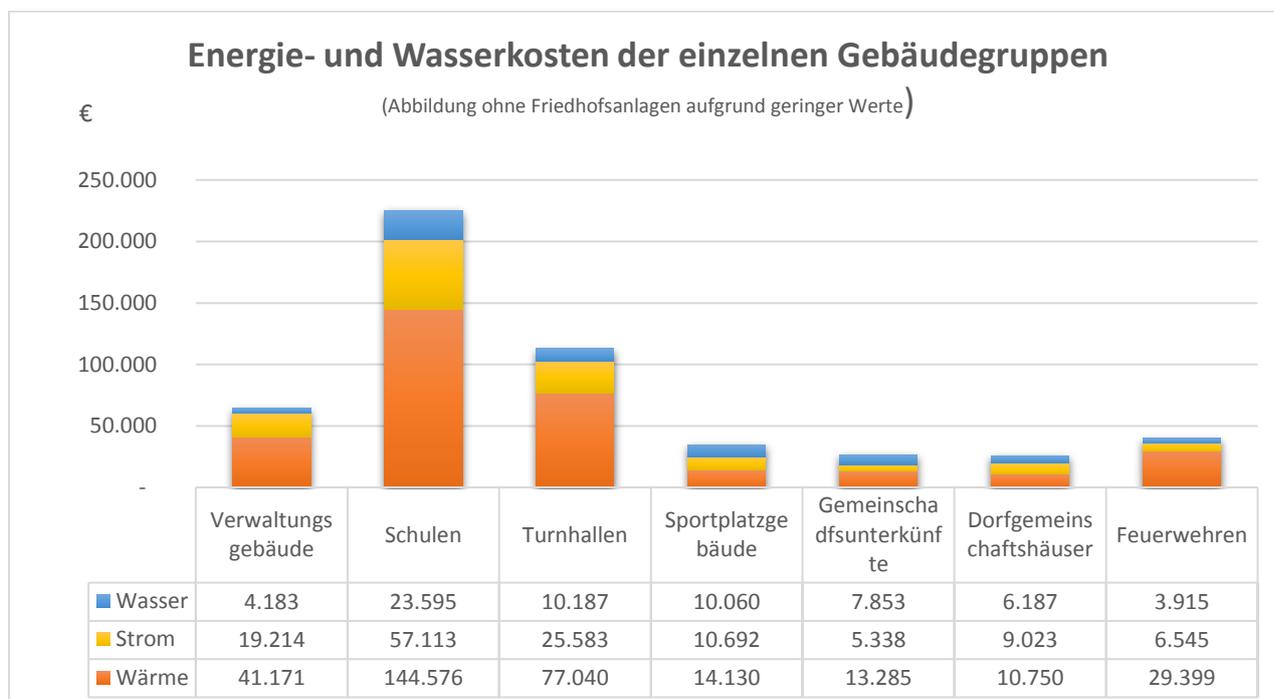


Tabelle 2.10 Durchschnittliche jährliche Energie- und Wasserkosten der Gebäudegruppen



In den folgenden Abbildungen dieses Kapitels werden die Netto-Grundfläche sowie die Energie- und Wasserkosten aller Gebäude der jeweiligen Gebäudegruppe dargestellt. Die Kosten wurden dabei stets als Durchschnitt aus den Werten der letzten neun Jahre gebildet. Es ist zu beachten, dass bei der Wärmeversorgung nur die Grundgebühr des Versorgers sowie die Verbrauchskosten enthalten sind. Somit werden einige Kostenvorteile, wie der Wegfall der Wartungskosten, Anschaffung von Heizungsanlagen usw., durch den Anschluss an das Wärmeverbundnetz nicht berücksichtigt. Eine genaue Betrachtung des Verbrauchs und der Kosten des einzelnen Gebäudes, unabhängig von der Gebäudegruppe, findet sich im Anhang.

4.2 Verwaltungsgebäude

Betrachtet man die Verbräuche der einzelnen Gebäude in dieser Gebäudegruppe zeigt sich, dass die einzelnen Gebäude sehr ähnliche Verbrauchsstrukturen aufweisen. Während die Wärmekosten den größten Anteil der Kosten verursachen, spielen die Wasserkosten im Vergleich eine eher untergeordnete Rolle.

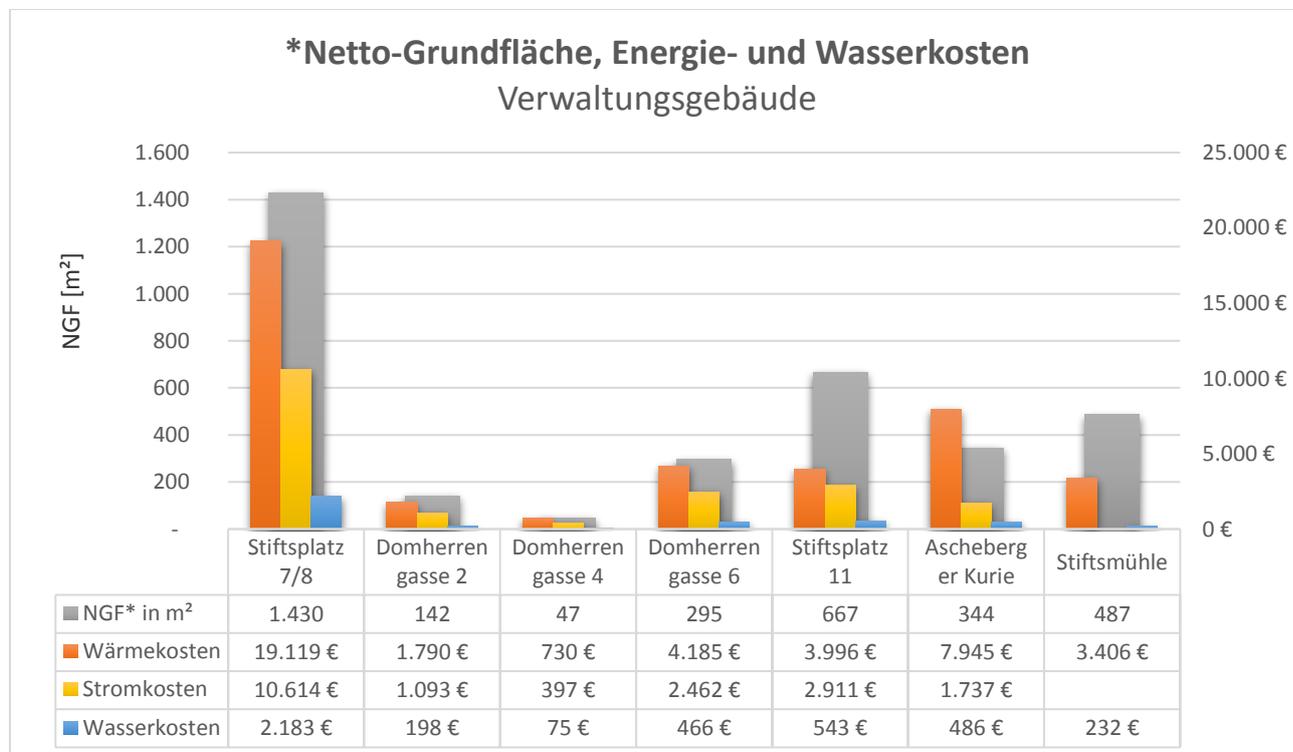


Tabelle 2.11 Fläche und jährliche Kosten – Verwaltungsgebäude

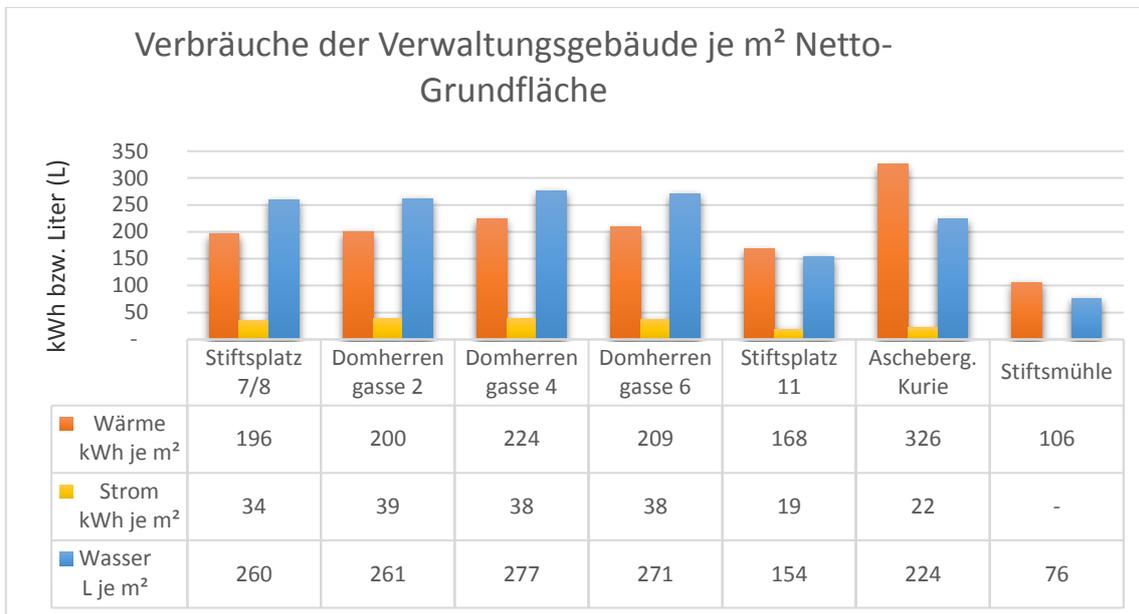


Tabelle 2.12 Jährlicher Verbrauch je m² - Verwaltungsgebäude

Im Vergleich der einzelnen Gebäude ist besonders der **Wärmeverbrauch der Ascheberg-schen Kurie auffällig**. Dieses Gebäude weist im Verhältnis zur Fläche einen ungewöhnlich hohen Wärmeverbrauch auf. Dies ist vermutlich mit dem Alter des Gebäudes, aber auch eventuell mit der Nutzung zu begründen. Allerdings gilt es zu berücksichtigen, dass es sich bei dem eigentlichen Verwaltungsgebäude Stiftsplatz 7/8 ebenfalls um ein über 250 Jahre altes Gebäude mit ähnlicher Nutzung handelt. Trotz der ähnlichen Ausgangssituation zeigt sich dennoch im Gebäude der Kurie ein auf die Fläche bezogener wesentlich höherer Verbrauch. Für ein genauere energetische Analyse sollten sämtliche Bauteile, die den beheizten Gebäuderaum nach außen begrenzen (siehe thermische Hülle 6.1) untersucht werden. Je nach Bauteil geht unterschiedlich viel Wärme durch Transmission verloren. Langfristig ist es notwendig jedes dieser Bauteile in einer ausführlichen Bestandsaufnahme zu erfassen. Anhand dieser Daten lassen sich die spezifischen Transmissionswärmeverluste berechnen und dementsprechend energetische Maßnahmen planen. Die Anlagentechnik ist in diesem Fall eher zu vernachlässigen, da beide Gebäude an das Wärmeverbundnetz angeschlossen sind.



4.3 Schulen

Die Gebäudegruppe der Schulen nimmt rund 57 % der Netto-Grundfläche aller Gebäudegruppen ein. Die Aufteilung dieser Grundfläche und die durchschnittlichen Energie- und Wasserkosten der letzten neun Jahre sind der folgenden Abbildung zu entnehmen. Neben der Anzahl der Schüler ist bei der Betrachtung der Kosten zu beachten, dass sich ein Gymnasium durch längere Schultage als eine Grundschule auszeichnet und das Gymnasium in Nottuln auch häufig für Veranstaltungen nach Schulschluss genutzt wird. Seit August 2015 wird das Gebäude der ehemaligen Geschwister-Scholl-Hauptschule (Niederstockumer-Weg 15 in 48301 Nottuln) von der Gemeinde Nottuln als Flüchtlingsunterkunft genutzt. Die schulische Nutzung des Gebäudes endete bereits im Juli 2014. Das Gebäude gliedert sich in Haupt- und Nebengebäude, wobei lediglich das Hauptgebäude als Unterkunft für Flüchtlinge genutzt wird. Aufgrund der derzeitigen Nutzung des Gebäudes werden bedingt durch die Personenzahl und der Nutzungsänderung der Räumlichkeiten sowohl der Wärme- und Stromverbrauch als auch der Wasserverbrauch zukünftig drastisch steigen. Resultierend aus den steigenden Verbräuchen erbeben sich für die Gemeinde enorme Energie- und Wasserkosten.

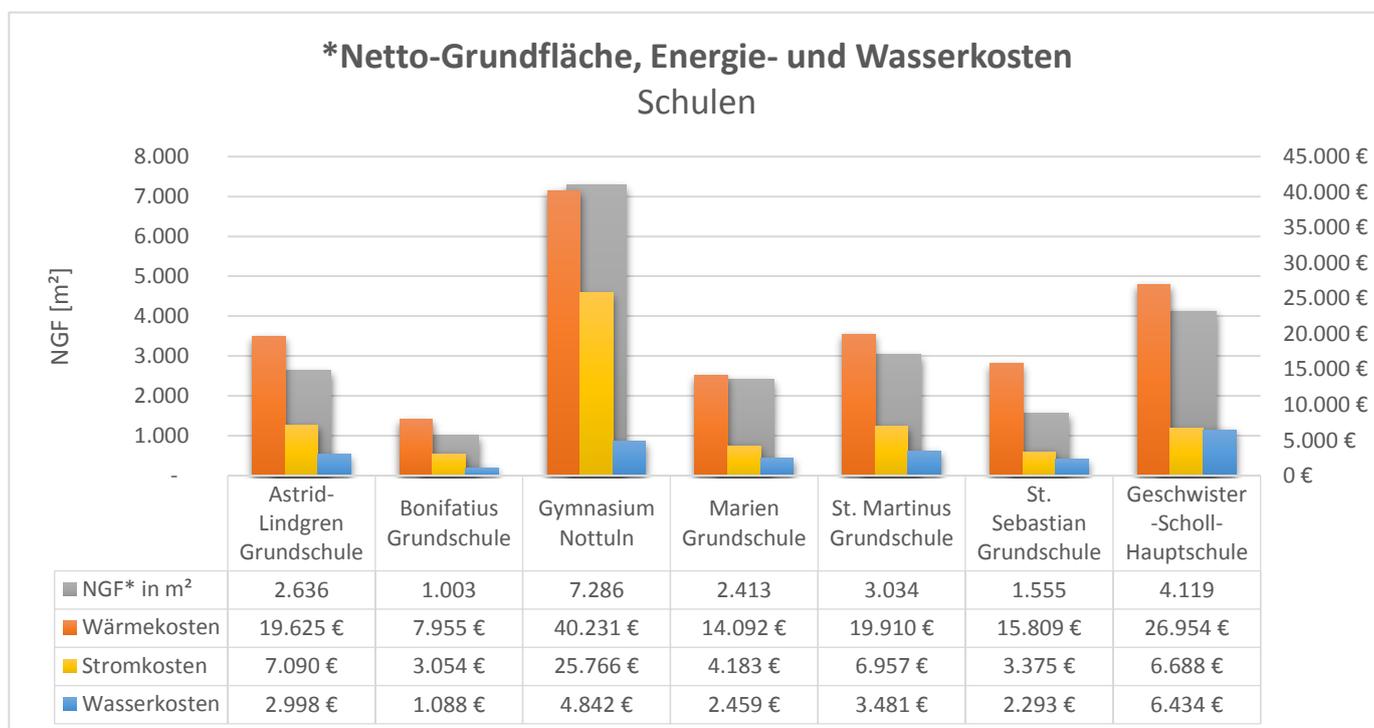


Tabelle 2.13 Fläche und jährliche Kosten – Schulen



Zur Beurteilung dieser wichtigen Verbrauchergruppe soll die folgende Abbildung (Abbildung 2.14) behilflich sein. Sie zeigt die jährlichen Energieverbräuche und die Wasserverbräuche der aktiven Schulen und der ehemaligen Hauptschule pro Quadratmeter der Netto-Grundfläche, berechnet aus den Verbräuchen der letzten neun Jahre.

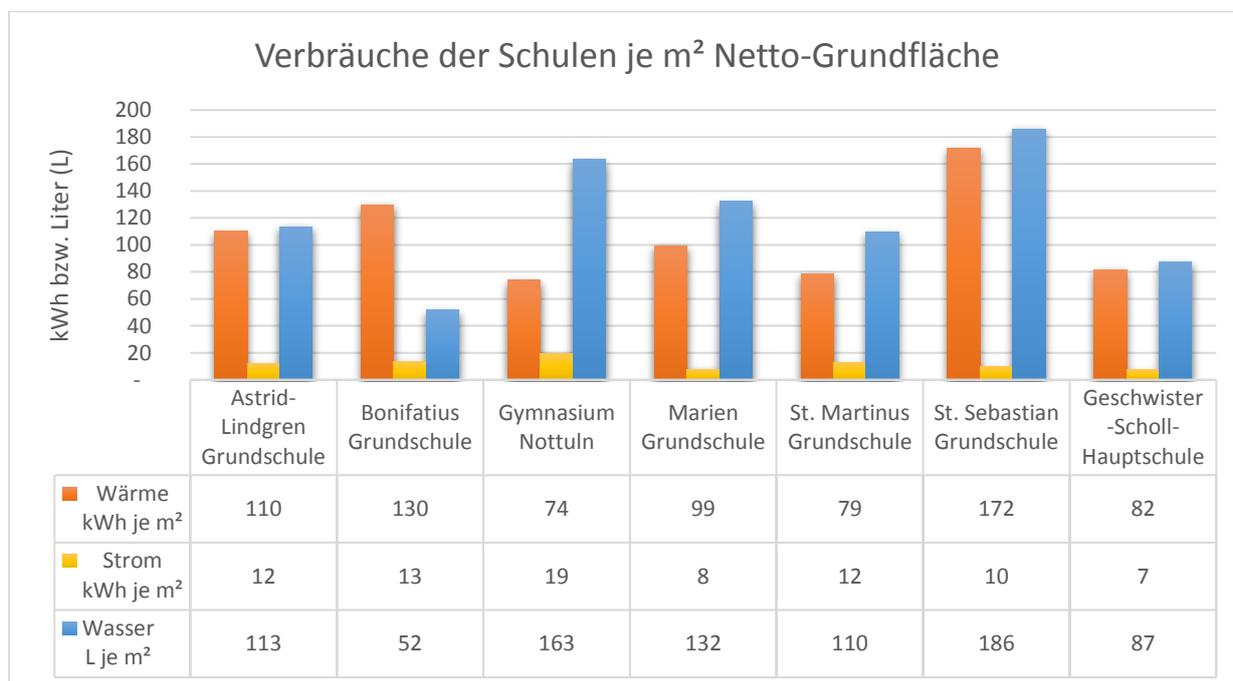


Tabelle 2.14 Jährlicher Verbrauch je m² - Schulen

In der Gebäudegruppe der Schulen ist vor allem die **St. Sebastian Grundschule bezüglich ihres flächenbezogenen Wärme- und Wasserverbrauchs auffällig**. Auch hier sollten bauphysikalische Aspekte sowie der Nutzungszweck und das Nutzerverhalten genauer analysiert werden. Des Weiteren könnte die Anlagentechnik in diesem Fall eine Rolle spielen, da als Energieträger, anders als bei einigen anderen Schulgebäuden, Erdgas genutzt wird. Auch die Anzahl der Schüler ist als ein wesentlicher Faktor zu berücksichtigen. Auch hier sollte langfristig eine ausführliche Bestandsaufnahme des Gebäudes erfolgen um die zuvor beschriebenen Aspekte mit den Wärmeverlusten der thermischen Hülle in Relation setzen zu können.



4.4 Turnhallen

Die größten Turnhallen des Gemeindegebietes befinden sich am Gymnasium und in der Rudolf-Harbig-Straße. Flächenmäßig ist diese Gebäudegruppe die zweitgrößte.

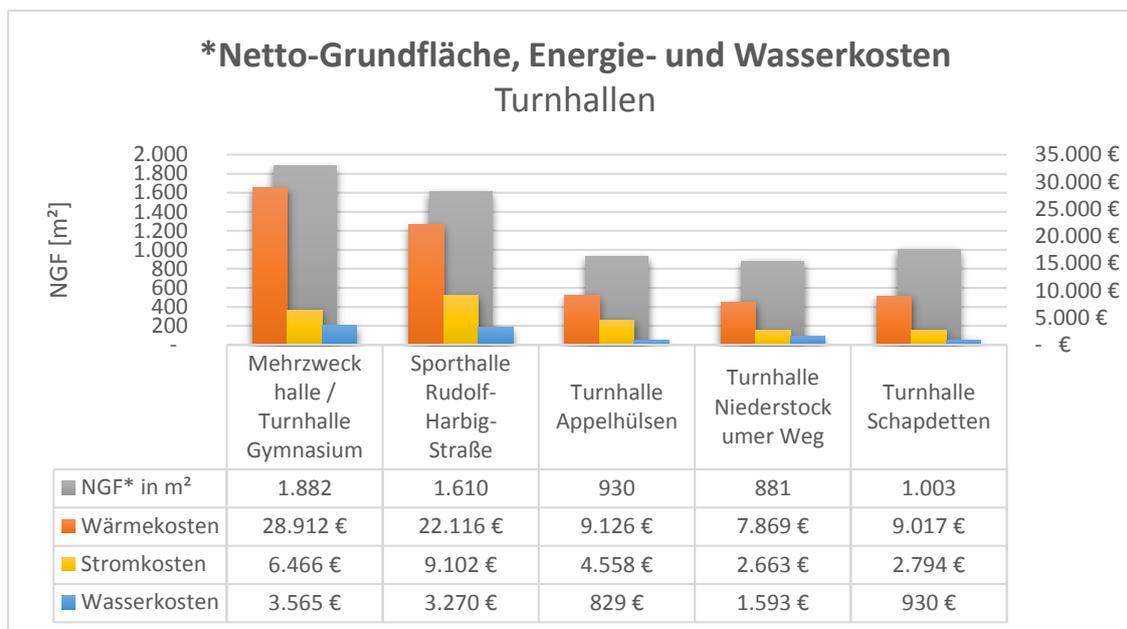


Tabelle 2.15 Fläche und jährliche Kosten – Turnhallen

Auch für die Gebäudegruppe der Turnhallen werden zur besseren Beurteilung die (jährlichen) Verbräuche bezogen auf die Fläche dargestellt (Abbildung 2.16).

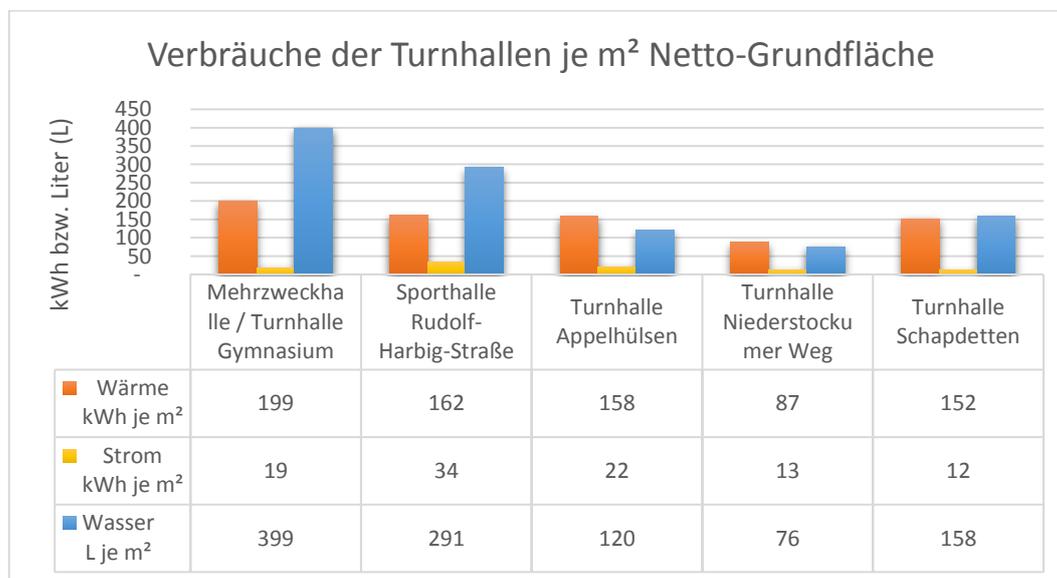


Tabelle 2.16 Jährlicher Verbrauch je m² - Turnhallen



Der Vergleich der Turnhallen zeigt **lediglich bei zwei Gebäuden einen unwesentlich höheren Verbrauch. Dies sind die Mehrzweckhalle des Gymnasiums und die Sporthalle an der Rudolf-Harbig-Straße.** Diese sind auch flächenmäßig die beiden größten Hallen. Der flächenbezogene Verbrauch ist aufgrund der Nutzung relativ eindeutig zu begründen. Diese beiden Sporthallen sind wesentlich höher frequentiert und werden teilweise bis in die späten Abendstunden und an Wochenenden von Vereinen genutzt. Zwar werden auch andere Turnhallen außerhalb des Schulsportes genutzt, aber nicht in einem solchen Umfang. Vor allem der Wasserverbrauch ist aufgrund der Nutzung von Vereinssportlern wesentlich höher als in den anderen Hallen. Des Weiteren wird das Wasser der Mehrzweckhalle auch für diverse Veranstaltungen am Gymnasium genutzt.

4.5 Sportplatzgebäude

Trotz relativ geringer Grundfläche zeichnet sich die Gruppe der Sportplatzgebäude durch die höchsten Wasserkosten aus. Die hohen Wasserverbräuche entstehen teilweise durch eine Bewässerung der zugehörigen Sportplätze.

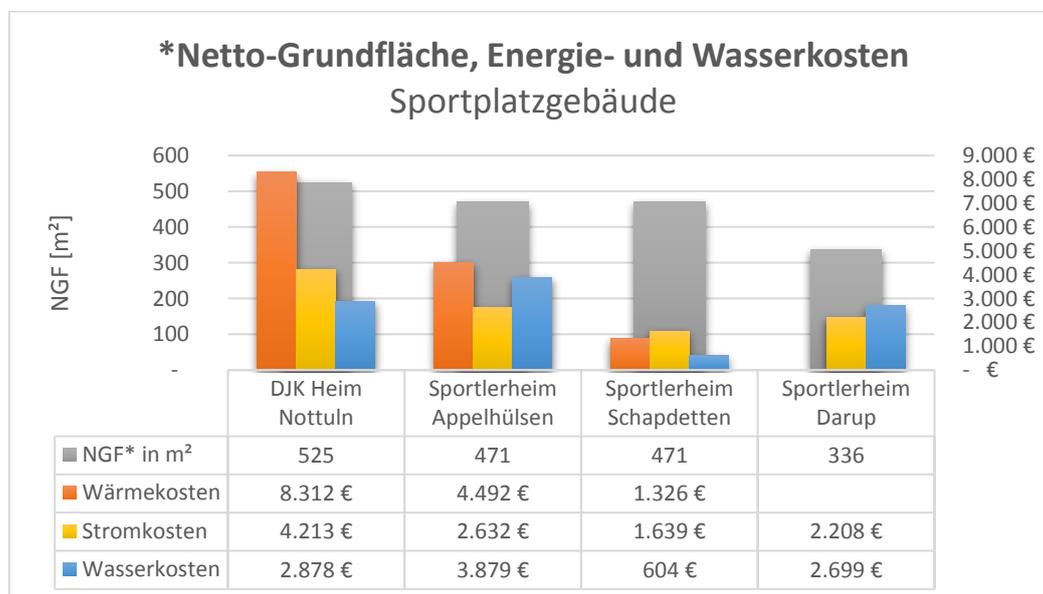


Tabelle2.17 Fläche und jährliche Kosten – Sportplatzgebäude

Die Rasenbewässerung dieser enorm großen Flächen verursacht erhebliche Verbräuche, die sich auch in der flächenbezogenen Darstellung widerspiegeln. Der erhöhte Wärmeverbrauch in Nottuln und Appelhülsen ist größtenteils der Anlagentechnik und den verwendeten Energieträgern zuzuordnen.

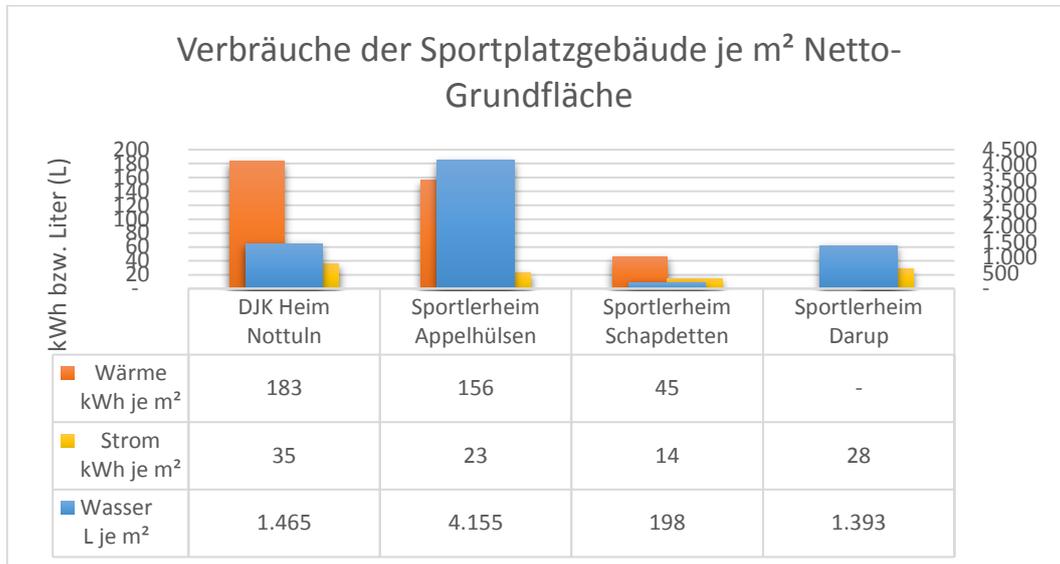


Tabelle 2.18 Jährlicher Verbrauch je m²-Sportplatzgebäude

4.6 Gemeinschaftsunterkünfte

Im Gegensatz zu normalen Wohnhäusern zeichnet sich die Gruppe der Gemeinschaftsunterkünfte durch einen relativ hohen Wechsel der Bewohner aus. Dieser Wechsel führt teilweise zu stark fluktuierenden Verbräuchen und somit auch zu stark schwankenden Kosten der einzelnen Jahre. Die durchschnittlichen jährlichen Kosten der letzten neun Jahre sind in der folgenden Abbildung (2.19) dargestellt.

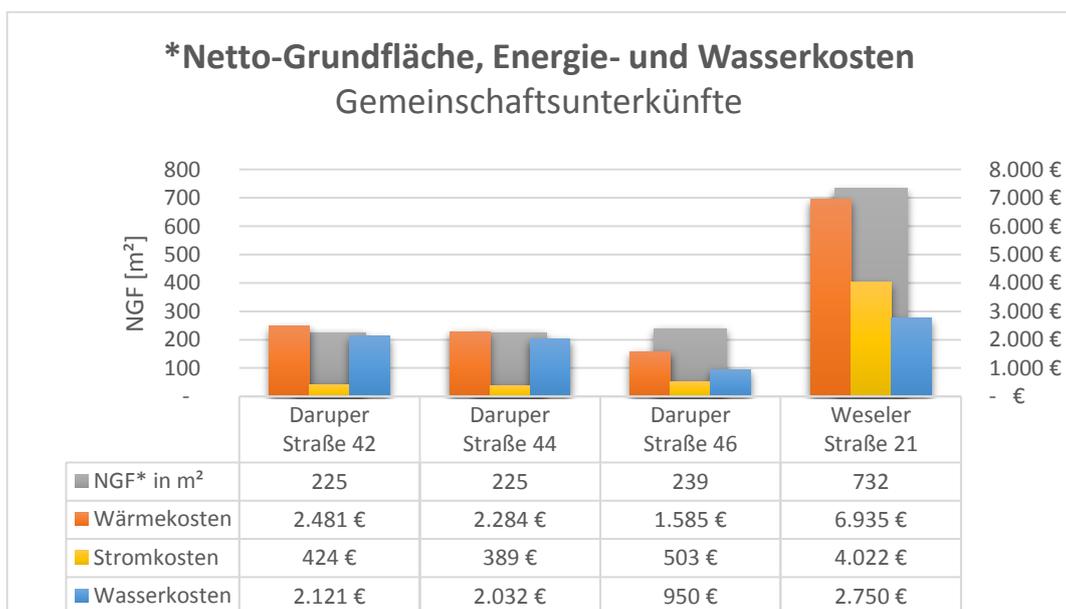


Tabelle 2.19 Fläche und jährliche Kosten – Gemeinschaftsunterkünfte

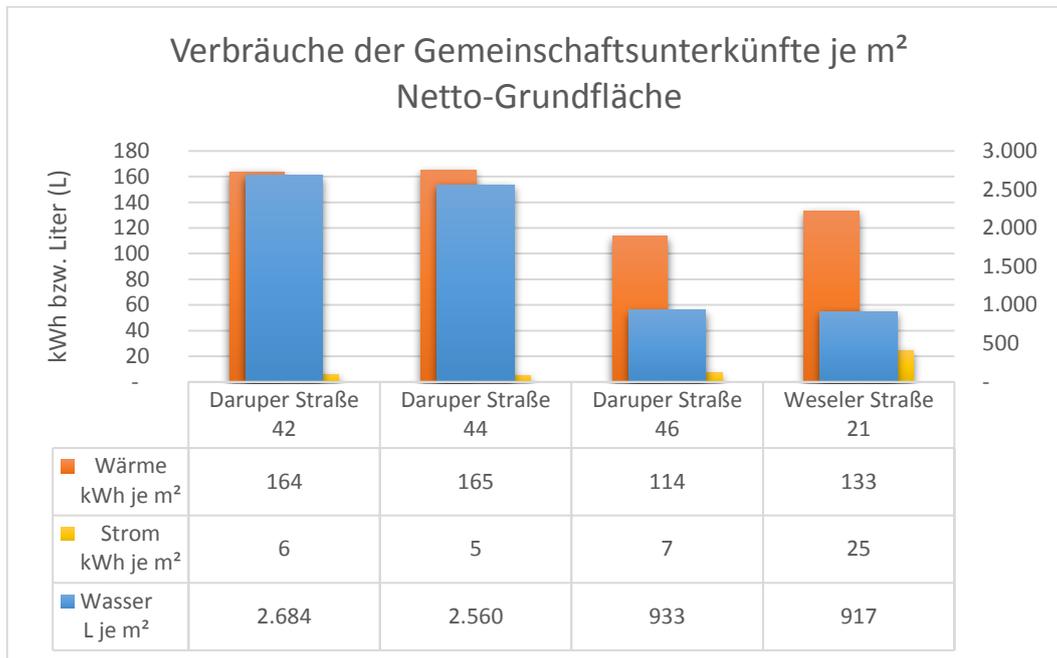


Tabelle 2.20 Jährlicher Verbrauch je m²- Gemeinschaftsunterkünfte

Der Vergleich in der Gruppe der Gemeinschaftsunterkünfte zeigt, dass die Unterkunft in der Weselerstraße 21 insgesamt mit Abstand die höchsten Verbrauchskosten aufweist. Bezogen auf die Fläche relativieren sich diese Werte aber deutlich. Hier sind es vor allem die Unterkünfte in der Daruper Straße 42-44, die deutlich höhere Wasser- und Wärmeverbräuche aufweisen. Die Verbräuche in den Gemeinschaftsunterkünften sind stark abhängig von der kontinuierlich schwankenden Belegung der einzelnen Wohnungen und der verwendeten Anlagentechnik. Insbesondere die Anlagentechnik sollte genauer betrachtet werden.

4.7 Dorfgemeinschaftshäuser

Zu den Dorfgemeinschaftshäusern zählen das Bürgerzentrum Schulze Frenking und die Alte Amtmannei. Das Gebäude am Marienplatz 17 wird seit 2014 nicht mehr als Altenheim, sondern als U3 Betreuung genutzt und wird deswegen nicht mehr über die Gemeinde abgerechnet. Aufgrund dessen kann dieses Gebäude nur bedingt mit in eine Bewertung einfließen. Das Bürgerzentrum sowie die Alte Amtmannei werden sowohl für Gemeindezwecke als auch öffentliche Veranstaltungen genutzt. Aufgrund der vielen verschiedenen Mieter bzw. Veranstaltungen kommt es zu einem zeitlich relativ stark schwankendem Verbrauch.

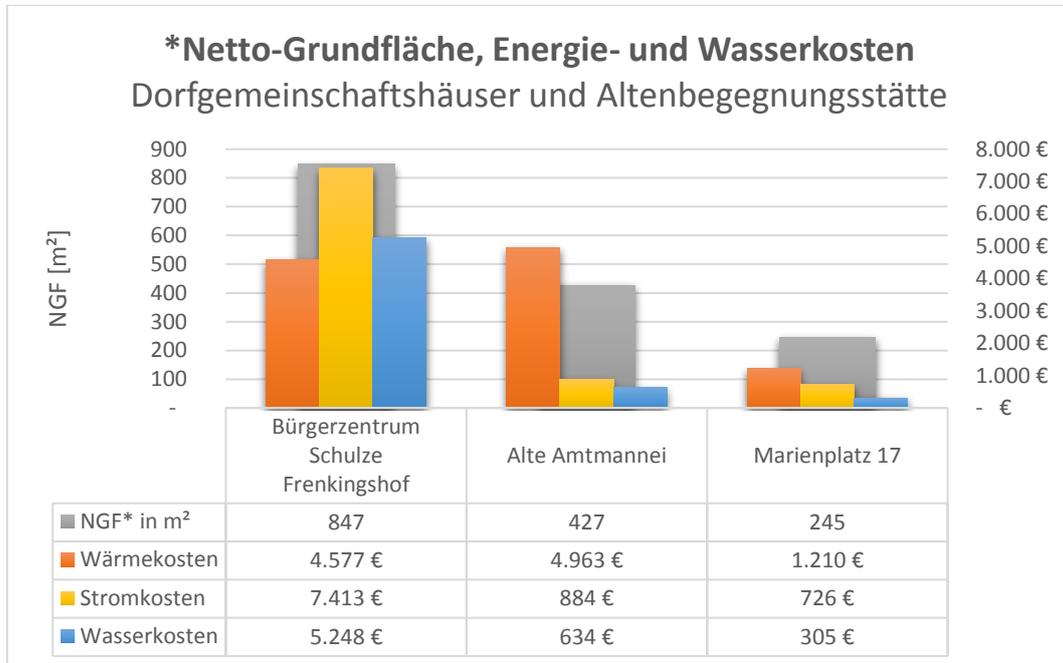


Tabelle 2.21 Fläche und jährliche Kosten – Dorfgemeinschaftshäuser

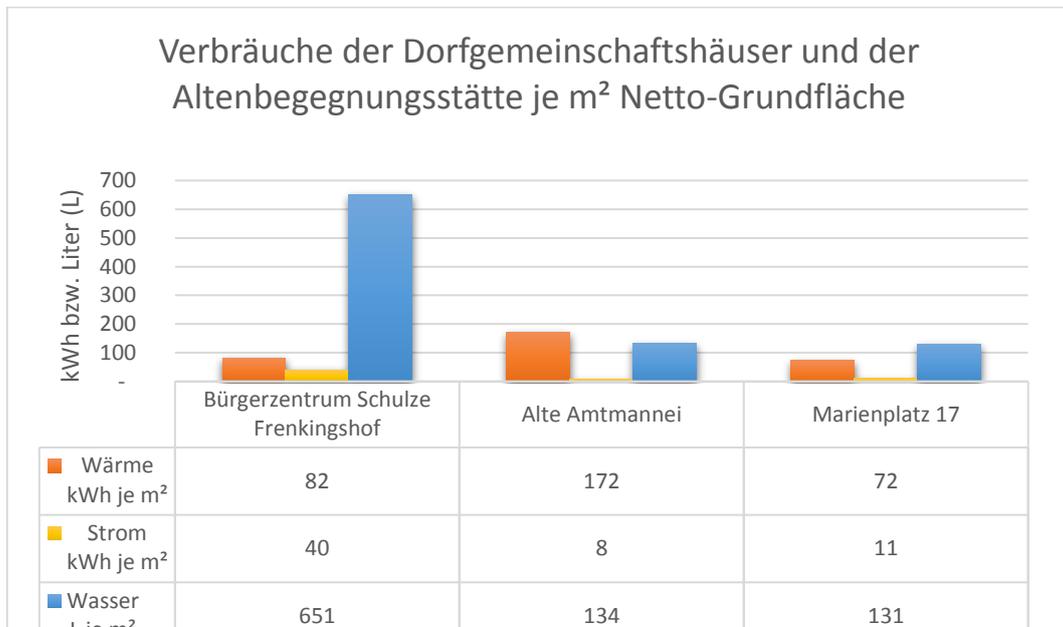


Tabelle 2.22 Jährliche Verbräuche je m² - Dorfgemeinschaftshäuser



Die Situation bei den Dorfgemeinschaftshäusern ist ähnlich wie bei den Gemeinschaftsunterkünften. **Das Bürgerzentrum Schulze Frenking zeigt insgesamt betrachtet die höchsten Verbrauchskosten.** Vor allem der Wasserverbrauch ist auf die Fläche bezogen sehr hoch. **Die Alte Amtmannei zeigt auf den Quadratmeter bezogen einen relativ hohen Wärmeverbrauch.** Dieser lässt sich aufgrund der Nutzung des Gebäudes für Veranstaltungen und energetisch schlechten Zustände der thermischen Hülle begründen.

4.8 Feuerwehren

Von den vier Feuerwehren ist die Feuerwehr Nottuln die flächenmäßig größte. Hier fallen auch die höchsten Wärmekosten dieser Gebäudegruppe an. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Wärmekosten und der Wärmebedarf für das Bürogebäude des anliegenden Baubetriebshofes (ca. 174 m² Netto-Grundfläche) in den folgenden Abbildungen noch der Feuerwehr Nottuln zugeordnet sind. Die Feuerwehr Nottuln und die Feuerwehr Appelhülsen werden mit Öl beheizt.

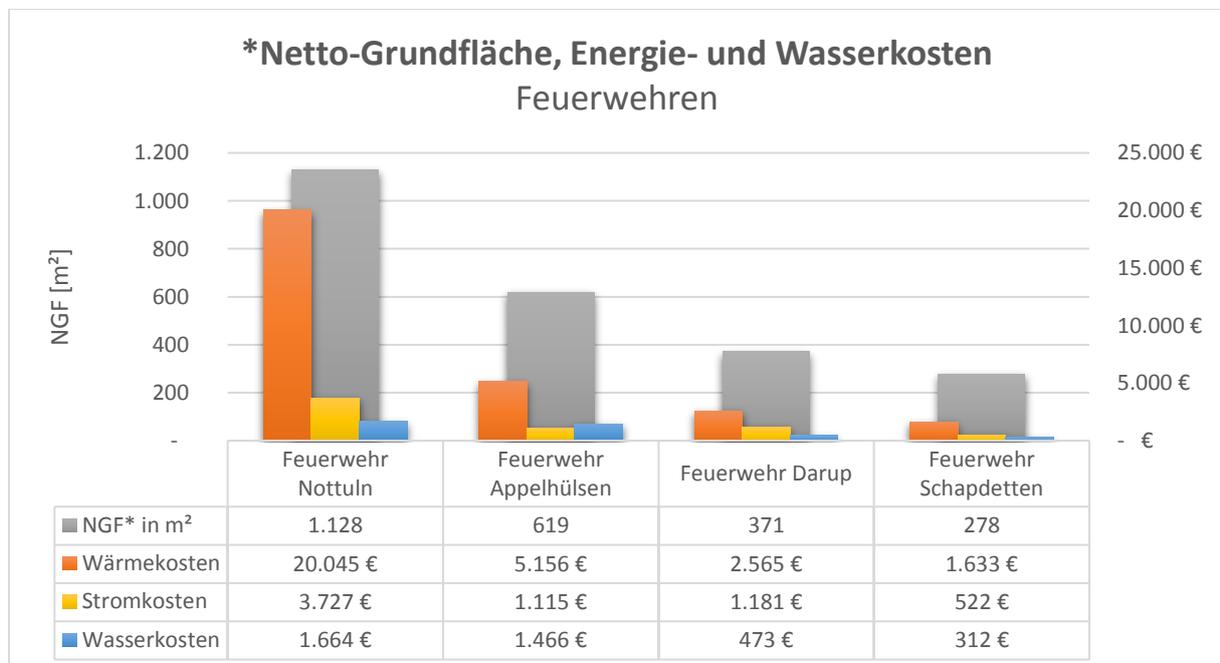


Tabelle 2.23 Fläche und jährliche Kosten – Feuerwehren

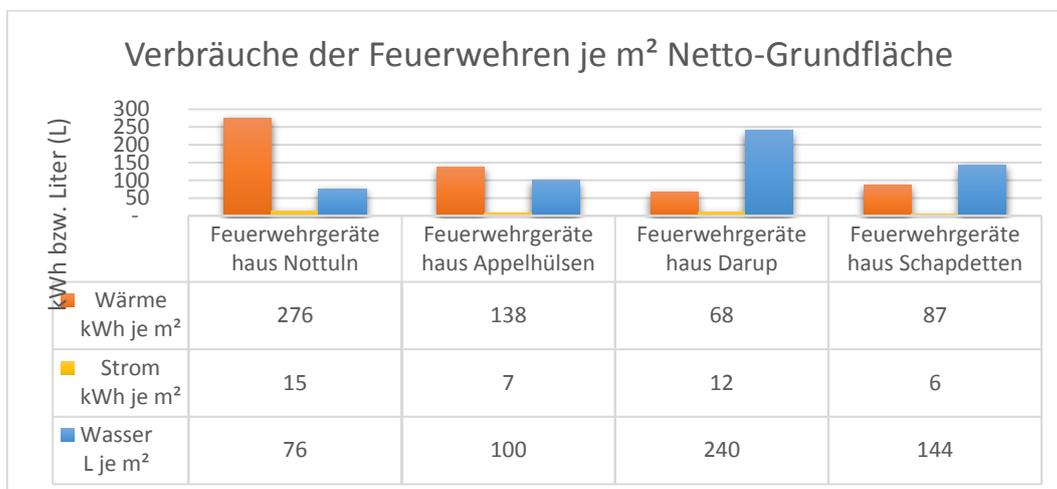


Tabelle 2.24 Jährlicher Verbrauch je m² - Feuerwehren

Der hohe wärmeverbrauch der Feuerwehr Nottuln lässt sich wie zuvor beschrieben, dadurch begründen, dass ein Bürogebäude des anliegenden Baubetriebshofes ebenfalls den Verbrauchsdaten zugeordnet ist. Eine Analyse des hohen Wasserverbrauches der Feuerwehr Darup erfordert eine genauere Untersuchung der Gegebenheiten.

4.9 Friedhofsanlagen

Im Vergleich (Verbräuche und Fläche) zu den anderen Gebäudegruppen nehmen die Friedhofsanlagen eine untergeordnete Rolle ein. Sie besitzen einen geringen Flächenanteil und verursachen keine Wärme- und Wasserkosten.

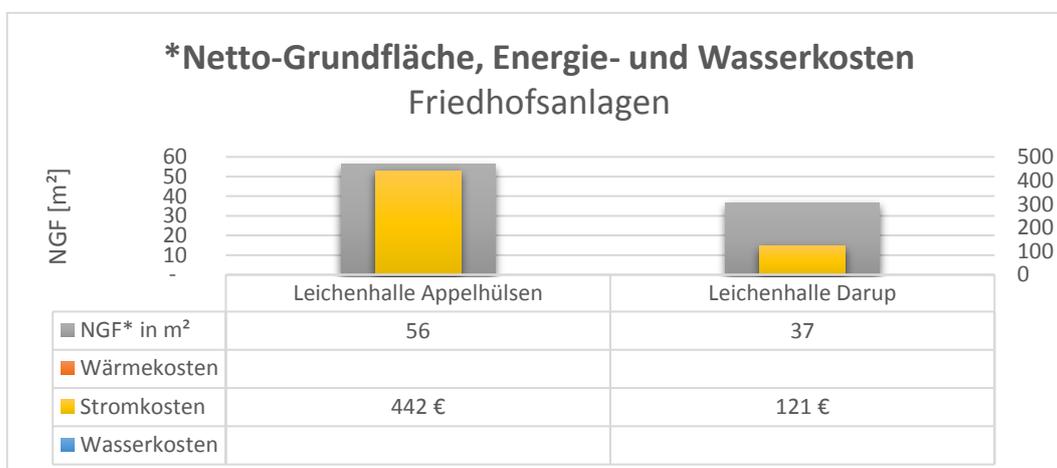


Tabelle 2.25 Fläche und jährliche Kosten - Friedhofsanlagen



5. Resümee der energetischen Verbrauchsanalyse

Die Zielsetzung der energetischen Analyse in den einzelnen Gebäudegruppen, ist die Ermittlung besonders verbrauchsintensiver Einzelgebäude. Hierbei zeigte die Auswertung, dass die Ergebnisse der Gesamtverbräuche und der flächenbezogenen Verbräuche stark differenziert werden müssen. Die aussagekräftigeren Ergebnisse liefern eindeutig die flächenbezogenen Betrachtungen. Auf diese Weise lassen sich innerhalb der einzelnen Gebäudegruppen die verbrauchsauffälligsten Einzelgebäude eindeutig ermitteln.

5.1 Tabelle der Verbrauchsintensivsten Gebäude (bezogen auf die Fläche)

Gebäudegruppe	Einzelgebäude	Verbrauchsart
Verwaltungsgebäude	Aschebergsche Kurie	Wärme
Schulen	St. Sebastian Grundschule	Wärme + Wasser
Sportplatzgebäude	Sportlerheim Appelhülsen	Wasser (Sprengwasser)
Gemeinschaftsunterkünfte	Daruper St.42-46	Wärme + Wasser
Dorfgemeinschaftshäuser	Alte Amtmannei	Wärme
Feuerwehren	Feuerwehr Nottuln	Wärme

Tabelle 2.26 Verbrauchsintensive Gebäude

Teilweise lassen sich die höheren Verbräuche der in den Gruppen auffälligen Gebäude nachvollziehen und begründen. Dies wurde bereits zuvor beschrieben. Die in der Tabelle aufgeführten Gebäude zeigen deutlich höhere Verbräuche innerhalb ihrer Gruppen. Überwiegend handelt es um hohe Wärmeverbräuche die sich deutlich von anderen vergleichbaren Gebäuden absetzen. Hierbei sind unter anderem Nutzungsart- und Dauer zu berücksichtigen. Der Hauptfokus genauerer energetischer Analysen sollte zunächst auf diesen Gebäuden liegen. Zunächst sollten die Ursachen für diese erhöhten Verbräuche ermittelt werden, um anschließend Konzepte für schlüssige energetische Sanierungsmaßnahmen entwickeln zu können. Wie in einem späteren Kapitel ausführlich beschrieben, sind vor allem aufgrund des Alters der Gebäude, bauphysikalische Aspekte relevant.



6. Grundlagen zur energetischen Sanierung

Im Zusammenhang mit energetischen Sanierungen wird je nach Verwendung von drei verschiedenen „Energiearten“ gesprochen, die für ein besseres Verständnis nachfolgend erläutert werden sollen.

6.1 Nutzenergie:

Vereinfacht ausgedrückt bezeichnet man als Nutzenergie die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Erzeugung des Warmwassers unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Nutzenergie ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten, Lüftungsverlusten und Warmwasserbedarf, abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne und des Trinkwasserbedarfs.

6.2 Endenergie:

Im Vergleich zur bereits zuvor beschriebenen Nutzenergie, werden bei der Endenergie zusätzlich Verluste der Heizung und des Warmwassers berücksichtigt. Außerdem fließen Hilfsenergien, wie z.B. Strom für Pumpen und der Verbrauch der jeweiligen Brennstoffe, in die Betrachtung mit ein.

6.3 Primärenergie:

Die Primärenergie ist jene Energiemenge, die zur Deckung des Endenergiebedarfs benötigt wird, unter Berücksichtigung zusätzlicher Energiemengen, die vor dem Endverbraucher durch vorgelagerte Vorgänge bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung entstehen. Das heißt, wo wird beispielsweise der Brennstoff gewonnen, wie wird Energie daraus produziert und wie gelangt diese dann zum Abnehmer. Rein rechnerisch gibt es für die verschiedenen Energieträger (Öl, Gas, Strom) spezielle Primärenergiefaktoren, die mit dem Endenergiebedarf multipliziert werden.

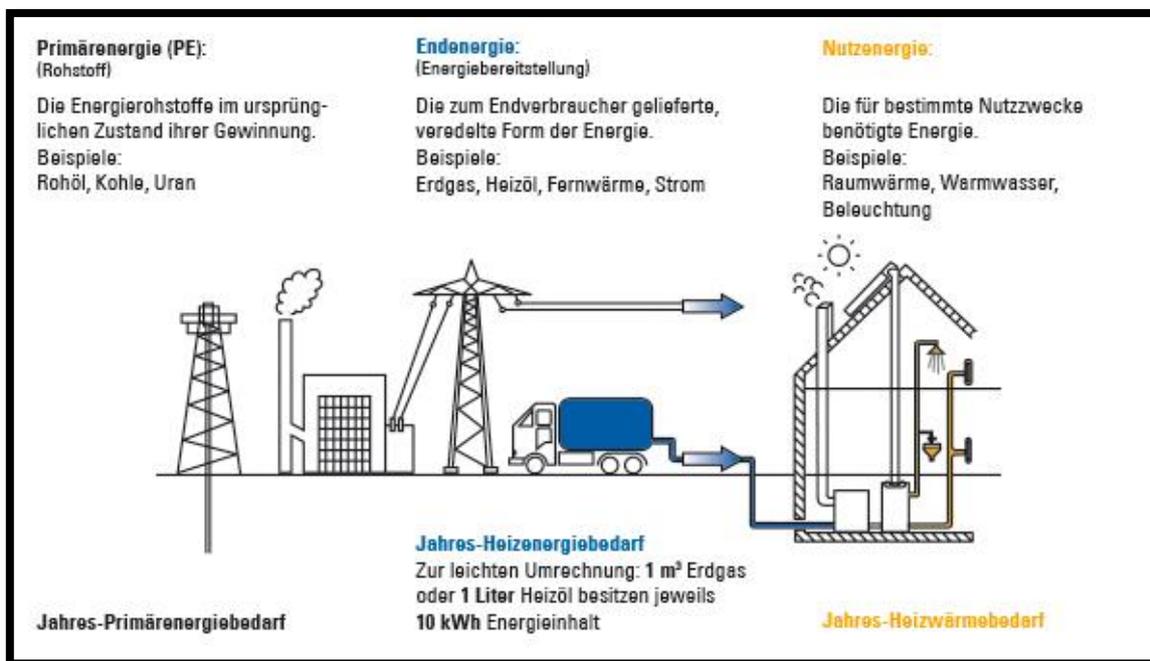


Abbildung 1.4 Energiearten

7. Maßnahmen zur energetischen Sanierung

Für eine sinnvolle Planung einer energetischen Sanierung müssen diverse Faktoren, die alle einen spezifischen Einfluss auf die energetische Qualität eines Gebäudes haben, berücksichtigt werden. Im Wesentlichen sollten die vier nachfolgenden Bereiche genauer betrachtet werden.

7.1 Gebäudehülle/ thermische Hülle:

Das mit Abstand größte energetische Einsparpotential liegt in der Sanierung der thermischen Hülle eines Gebäudes. Sämtliche Bauteile, die den beheizten Gebäuderaum nach außen begrenzen, werden als thermische Hülle bezeichnet. Die energetische Qualität der thermischen Hülle (Konstruktionsaufbau) bestimmt wesentlich, wie viel Energie (Wärme) über die entsprechenden Bauteile verloren geht und somit wie hoch die Heizlast des Gebäudes ist. Als Heizlast bezeichnet man die zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Raumtemperatur notwendige Wärmezufuhr. Wichtige Aspekte bei der Betrachtung der Bauteile sind nicht nur Aufbau, sondern auch baulicher und vor allem energetischer Zustand der Konstruktionen. Dies bezüglich



liegt besonderes Augenmerk auf dem Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert). Dieser beschreibt den gesamten Wärmeenergie-transport von einem Luftraum durch ein Bauteil hindurch zum angrenzenden Luftraum. Entscheidend hierbei sind Aufbau der Konstruktion (Schichtdicke) und der Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert) der einzelnen Bauteile. Entscheidend ist also, wie viel Widerstand dem Transmissionswärmeverlust entgegengesetzt wird. Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile.

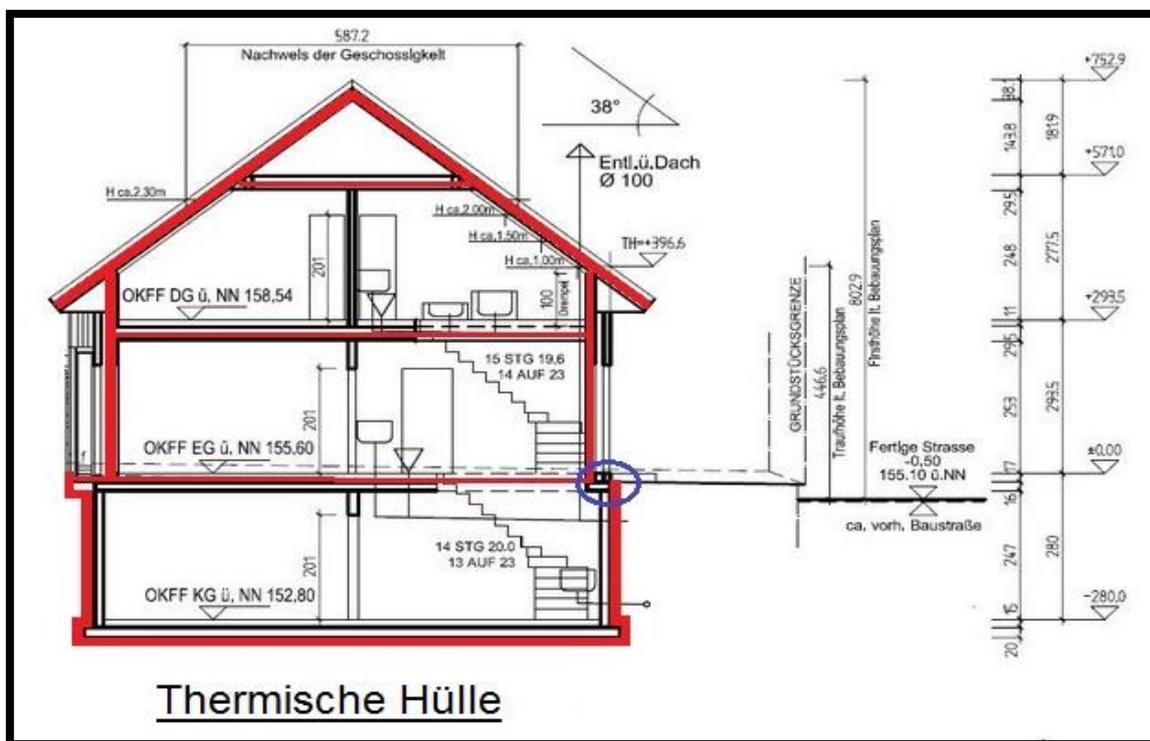


Abbildung 1.5 Thermische Gebäudehülle

7.2 Anlagentechnik:

Auch die Anlagentechnik gliedert sich in verschiedene Bereiche die einzeln analysiert und optimiert werden müssen. Es ist darauf zu achten, dass schlüssige Gesamtkonzepte in Verbindung mit einer Sanierung der thermischen Hülle entwickelt werden sollten. Ziel sollte es sein, Verluste zu minimieren und durch das Verwenden/Einbinden regenerativer Energien den Primärenergiebedarf zu senken. Es gilt allerdings nicht nur die Erzeugung (Heizkessel) zu betrachten, sondern auch andere Verlustquellen wie Verteilung, Speicherung und Übergabe.



7.2.1 Wärmeerzeugung:

Die Wärme, die über die Gebäudehülle verloren geht, muss natürlich dem entsprechend von der Heizungsanlage produziert und abgedeckt werden, um ein behagliches Wohnklima zu erreichen. Die Behaglichkeit ist maßgeblich abhängig von der Raumtemperatur, der Oberflächentemperatur der umschließenden Wände, der Bodentemperatur und der Luftfeuchtigkeit. Hier sollte ein sinniges, gut geplantes System zum Einsatz kommen, um diese thermischen Faktoren zu erfüllen. Neben der Deckung des Wärmebedarfs sollten vor allem ökologische Aspekte beachtet werden. Die bezüglich sollten zukünftig vorwiegend eine Wärmeerzeugung aus, bzw. mindestens in Kombination mit, regenerativen Energien zum Einsatz kommen.

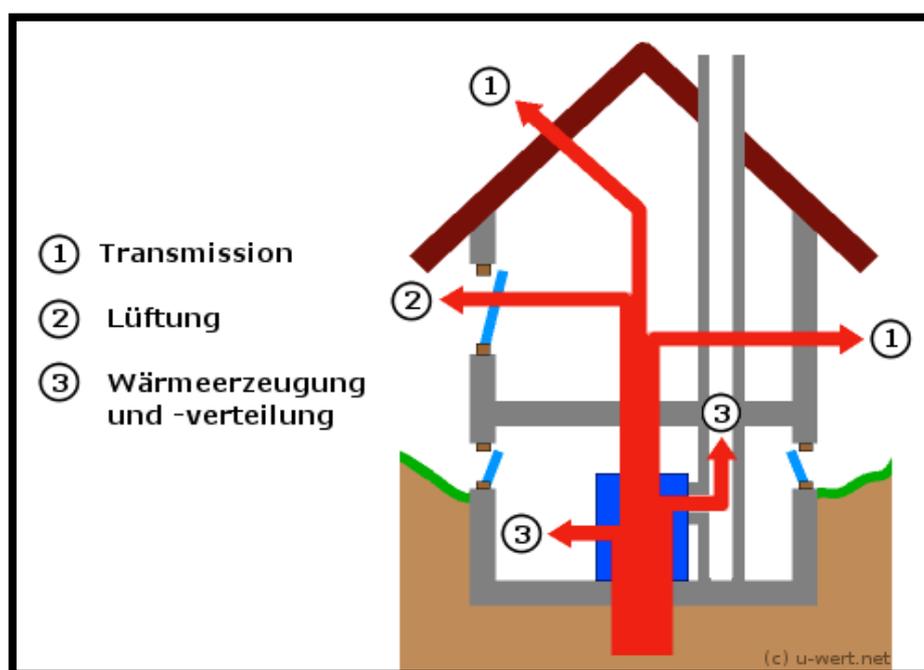


Abbildung 1.6 Energieverluste

7.2.2 Wärmespeicherung:

Für eine möglichst verlustfreie Energienutzung in einem Heizungssystem sind Pufferspeicher unabdingbar. Durch ihren Einsatz ist eine bedarfsorientierte Nutzung der produzierten Wärme möglich. Der Pufferspeicher fungiert damit gewissermaßen als Wärmeakku, der die Wärme speichert und bei Bedarf gezielt wieder abgeben kann.



7.2.3 Wärmeverteilung:

Für die Wärmeverteilung im Gebäude gibt es luft- oder wassergeführte Verteilsysteme, die letztgenannten kommen überwiegend zum Einsatz. Für Warmwasserheizungen gibt es verschiedene Möglichkeiten der Leitungsführung zwischen Wärmeerzeuger und Heizfläche. Es sollte vorwiegend darauf geachtet werden, dass alle Verteilungsleitungen, sowie Anschlüsse ausreichend gedämmt werden. Um Wärmeverluste über die Leitungen zu vermeiden, sollten die Leitungswege so kurz wie möglich gehalten werden. Des Weiteren sollte die Wassermenge und der Wasserdruck durch einen hydraulischen Abgleich an das jeweilige System perfekt angepasst werden.

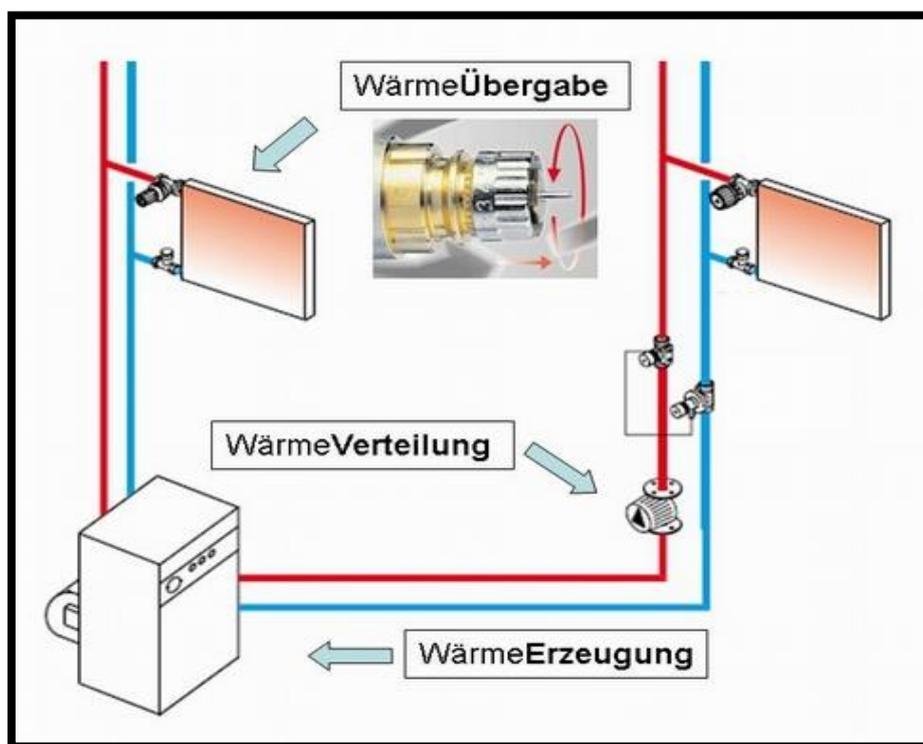


Abbildung 1.7 Wärmeverteilung

7.2.4 Wärmeübertragung:

Die Wärmeabgabe an die Umgebung erfolgt entweder durch Konvektion (dabei ist Luft der Wärmeträger) oder durch Strahlung. Die Wärmeleitung, die die dritte Art der Wärmeübertragung darstellt, ist bei Raumheizkörpern so gering, dass sie außer Acht gelassen werden kann. Grundsätzlich sind die richtige Dimensionierung und eine präzise Steuerung der Wärmeübertragungsflächen zu beachten.



7.3 Warmwassererzeugung:

Bei der Warmwassererzeugung kann auf zentrale oder dezentrale Systeme zurückgegriffen werden. Einige Systeme können mit regenerativen Energien kombiniert werden (z.B. Solarthermie). Allerdings gilt es zu berücksichtigen, dass bei zentralen Lösungen deutlich längere Leitungswege und somit höhere Wärmeverluste entstehen.

7.4 Lüftungsverluste:

Lüftungsverluste entstehen durch öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle. Diesen Verlusten stehen die Gewinne gegenüber. Dies sind Innere-Gewinne durch ausgestrahlte Wärme von Personen und Geräten, sowie Solare-Gewinne die durch Sonneneinstrahlung durch beispielsweise Fensterflächen erfolgt. Aus der Gegenüberstellung von Verlusten und Gewinnen und dem Warmwasserbedarf ergibt sich die sogenannte Nutzenergie.

8. Bereits umgesetzte Maßnahmen

Die folgende Tabelle zeigt einige bereits umgesetzte energetische Sanierungsmaßnahmen, die größtenteils im Rahmen des Konjunkturpaketes durchgeführt wurden. Es wurden bereits Maßnahmen in allen zuvor beschriebenen energetisch relevanten Bereichen durchgeführt. Hierbei handelt es sich sowohl um Sanierungen an Teilbereichen der thermischen Hülle, um technischen Anlagen, aber auch kleinere Einzelmaßnahmen. Die Tabelle zeigt lediglich beispielhaft einige in den Gebäudegruppen bereits umgesetzte Maßnahmen. Eine genauere Analyse und Aufstellung der bereits umgesetzten und zukünftig notwendigen Maßnahmen zur energetischen Sanierung der einzelnen Gebäude erfolgt in den zu erstellenden Einzelberichten. Einzelne Erfassungen der Gebäude sind zwingend erforderlich, um den aktuellen energetischen Zustand genau zu ermitteln, die Schwachstellen aufzudecken und schlüssige Gesamtkonzepte entwickeln zu können. Energetisch ist es immer sinnvoll, ein Gebäude ganzheitlich zu betrachten und die energetischen Sanierungen der einzelnen Teilbereiche aufeinander abzustimmen, da diese sich untereinander maßgeblich beeinflussen. Beispielsweise kann die Planung der technischen Anlagen erst nach der Sanierungsplanung der thermischen Hülle erfolgen, da sonst eine passende Dimensionierung der Anlage nicht möglich ist.



8.1 Tabellarische Ausstellung einzelner Maßnahmen

Gebäude	Bezeichnung der Maßnahme
2. Schulen	
Astrid-Lindgren Grundschule	<ul style="list-style-type: none"> • Sanierung Außentüren • Dämmung der Geschossdecke und Zwischensparren • Notwendige Vorarbeiten zur Anbindung an die Fernwärmeleitung • Erneuerung der Heizungssteuerung (Sensoren) • Austausch alter Leuchtmittel gegen Energiesparlampen
Gymnasium Nottuln	<ul style="list-style-type: none"> • Erneuerung der Heizungsregelung
Marien Grundschule	<ul style="list-style-type: none"> • Erneuerung Kellerfenster • Dach- und Heizungssanierung (Dämmung, Erneuerung von Kessel, Brenner und Verteilern)
St. Martinus Grundschule	<ul style="list-style-type: none"> • Dachsanierung • Modernisierung der Heizung (Einbau von Hocheffizienzpumpen, Komplettisanierung des Heizverteilers, Einbau eines hydraulischen Abgleichs)
St. Sebastian Grundschule	<ul style="list-style-type: none"> • Sanierung Fenster und Türen • Sanierung der Heizungsanlage • Dämmung der Heizleitungen • Dämmungen der Verteiler • Sanierung von Fenstern
3. Turnhallen	
Mehrzweckhalle / Turnhalle Gymnasium	<ul style="list-style-type: none"> • Einbau von Bewegungs- und Präsenzmeldern • Austausch der alten Beleuchtung gegen Energiesparlampen
Sporthalle Rudolf-Harbig-Straße	<ul style="list-style-type: none"> • Sanierung der Heizung • Austausch von Fenstern und Außentüren • Austausch von Duschen und Beleuchtung
Turnhalle Appelhülsen / Gymnastikhalle	<ul style="list-style-type: none"> • Hallenbodenerneuerung (Isolierung und Fußbodenheizung) • Anbindung der Wärmeversorgungsanlage an die Fernwärmeleitung der Marien Grundschule
Turnhalle Niederstockumer Weg	<ul style="list-style-type: none"> • Sanierung der Heizung
Turnhalle Schapdetten	<ul style="list-style-type: none"> • Erneuerung und Dämmung des Hallenbodens • Austausch der Kesselanlage inkl. Einbau von Hocheffizienzpumpen u. e. hydraulischen Abgleichs • Komplettisolierung der Heizleitungen und –verteiler
4. Sportplatzgebäude	
Sportlerheim Appelhülsen	<ul style="list-style-type: none"> • Sanierung der Duschen (Einbau wassersparender Duschanlagen) • Austausch der alten Kesselanlage gegen ein hocheffizientes Brennwertgerät
Sportlerheim Schapdetten	



Sportlerheim Darup	<ul style="list-style-type: none"> • Austausch der ungedämmten Türelemente • Erneuerung des Heizsystems (Einbau von Heizkörpern) • Austausch Selbstschlussventile • Einbau wassersparender Duschköpfe • Errichtung einer Solarthermie-Anlage
6. Dorfgemeinschaftshäuser / Altenbegegnungsstätte	
Bürgerzentrum Schulze Frenkingshof	<ul style="list-style-type: none"> • Sanierung der Heizungsanlage • Dämmung der Heizleitungen und -verteiler
7. Feuerwehren	
Feuerwehrgerätehaus Appelhülsen	<ul style="list-style-type: none"> • Umbau der Umkleiden / Duschen • Sanierung der Sanitäranlagen • Austausch von Fenstern und Türen • Austausch Torelemente
Feuerwehrgerätehaus Darup	<ul style="list-style-type: none"> • Dämmung des Daches und der Wandbereiche • Umbau der Umkleiden / Duschen

Tabelle 2.27 Umgesetzte Maßnahmen

9. Geplante Maßnahmen

Um zukünftig geplante energetische Maßnahmen sinnvoll aufeinander abstimmen zu können, sollten zuvor die entsprechenden Grundlagen geschaffen werden. Energiemanagement, Gebäudemanagement und externe Fachplaner müssen strukturiert zusammenarbeiten.

9.1 Energetische Maßnahmen

Wie bereits zuvor beschrieben soll dieser Bericht als Grundlage für eine spätere umfangreiche energetische Bestandsanalyse jedes einzelnen Gebäudes dienen. Die Umsetzung dieses Projektes erfolgt in mehreren Schritten.

9.1.1 Bestandsaufnahme:

Der erste Schritt für eine solche Untersuchung der Gebäude, ist eine ausführliche Bestandsaufnahme. Dies bezüglich werden zukünftig durch externe Anbieter sämtliche Bauteile und technischen Anlagen der einzelnen Gebäude untersucht und dokumentiert. Die in den Dokumentationen gesammelten Daten werden zunächst vom Energiemanagement mit Hilfe einer fachspezifischen Software digitalisiert. Der Hauptfokus liegt hierbei auf den in diesem Bericht ermittelten Gebäuden mit den in ihrer Gruppe größten/auffälligsten Verbrauchswerten.



9.1.2 Bestandsanalyse:

Gleichzeitig sollen die nun erfassten und digitalisierten Daten unter Zuhilfenahme einer Energieberatungssoftware als Berechnungsgrundlage für die energetischen Bestandsanalysen dienen. Das Ergebnis soll eine ausführliche Dokumentation des momentanen energetischen Ist-Zustandes des jeweiligen Gebäudes sein. Mit Hilfe des verwendeten Programmes kann beispielsweise dargestellt werden, wie viel Wärme durch Transmission über den Teilbereich Gebäudehülle verloren geht und wie hoch Heizungs- und Warmwasserverluste sind. Außerdem können damit verbundene Umweltwirkungen aufgezeigt und eingestuft werden. Die nachfolgenden Grafiken zeigt eine Möglichkeit, wie sich diese Verluste darstellen lassen.

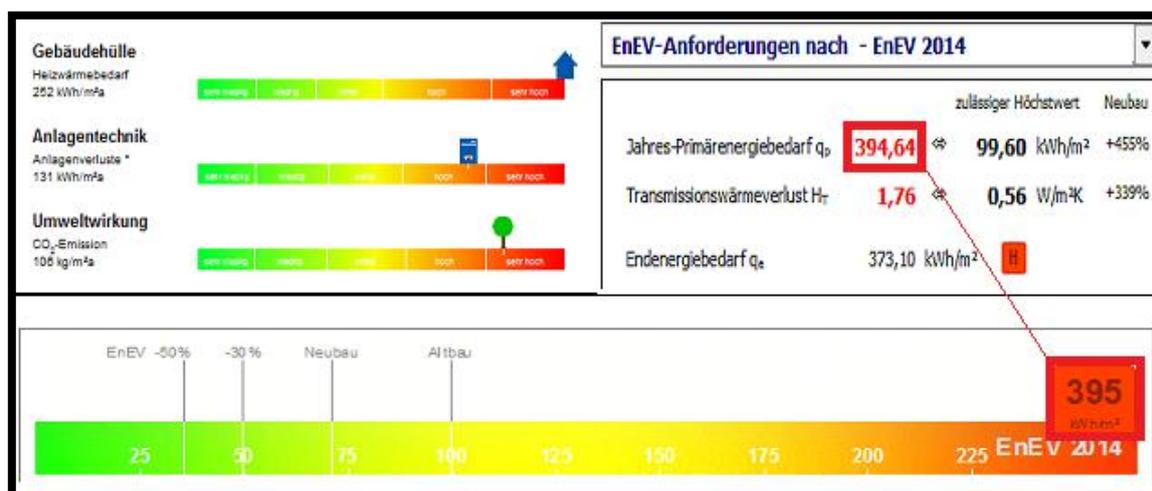


Abbildung 1.8 Darstellung der Energieverluste

9.1.3 Konzeptentwicklung:

Nach der Erfassung und Auswertung aller Daten und der Einschätzung des energetischen Zustandes eines Gebäudes, können im letzten Schritt Sanierungskonzepte erarbeitet werden. Hierbei sollten im Idealfall alle zuvor beschriebenen Einzelbereiche zu einem schlüssigen Gesamtkonzept zusammengefügt werden. Neben den energetischen finden auch ökologische und wirtschaftliche Faktoren Beachtung. Wie zuvor beschrieben liegen die wichtigsten Kriterien zur Erfüllung der Anforderungen bei den Transmissionswärmeverlusten über die Gebäudehülle und als weiteren wesentlichen Faktor bei dem Primärenergiebedarf. Diese sollen durch eine Optimierung der thermischen Hülle und der Anlagentechnik erfüllt werden.



Anhang



10. Gemeindewerke Nottuln

Zu den Gemeindewerken gehören das Wasserwerk, das Abwasserwerk, der Baubetriebshof, die Bäder (Hallen- und Wellenfreibad) sowie der Wärmeverbund Hummelbach. Sie werden als wirtschaftlich selbstständige Dienstleistungs- und Versorgungsunternehmen betrieben. Ab diesem Bericht sollen die Verbräuche der Gemeindewerke (siehe Tabelle 2..28) ebenfalls betrachtet werden.

10.1 Bäder

Zu den Bädern der Gemeinde Nottuln gehören ein Hallenbad sowie ein Wellenfreibad. Das Hallenbad hat bei einer Gesamtgröße von etwa 981 m² eine Beckengröße von ca. 200 m² Wasserfläche. Das Wellenfreibad hat eine Gesamtgröße von 2.586 m² und eine Beckengröße von insgesamt rund 1.810 m².⁵ Weiterhin gehört zu dem Wellenfreibad eine rund 45.300 m² große Liegewiese⁶.

		Verbräuche in 2013 ⁷		
Einrichtung	Netto-Grundfläche [m ²]	Strom [kWh]	Wärme* [kWh]	Wasser [m ³]
Wasserwerk	392	366.609	Heizung über Strom	nicht vorhanden
Hallenbad	981	170.237	568.342	7.377**
Wellenfreibad	2.586	163.059	770.200	14.084**
Baubetriebshof	174	5.903	61.112	296
*witterungsbereinigt **Gesamtverbrauch: Becken nicht getrennt ermittelt				

Tabelle 2.28 Verbräuche der Gemeindewerke

⁵ Gemeindewerke Nottuln; Daten von Herrn Neitsch, Gemeinde Nottuln

⁶ <http://www.nottuln.de/baeder-wellenbad.htm>, Feb. 2015



10.2 Straßenbeleuchtung

Ende des Jahres 2013 befanden sich auf dem Gemeindegebiet der Gemeinde Nottuln insgesamt 2.362 Leuchtstellen. Abbildung 2.22 stellt die zeitliche Entwicklung der Anzahl der Leuchtstellen, die Energieverbräuche sowie die jeweiligen Energiekosten der Jahre 2007 bis 2013 dar. Wie man der Abbildung entnehmen kann, ist die Zahl der Leuchtstellen seit dem Jahr 2007 stets angestiegen. Durch den Einsatz moderner, energiesparender Leuchtmittel konnte ein Anstieg der Energieverbräuche jedoch weitestgehend vermieden werden. Somit kam es auch nur zu einem moderaten Anstieg der Energiekosten.

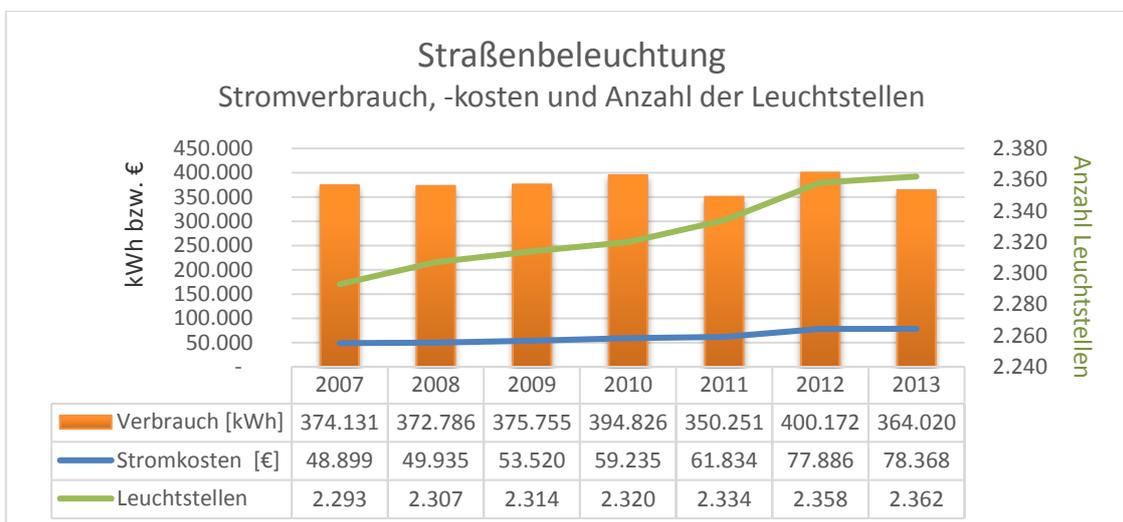


Tabelle 2.29 Straßenbeleuchtung - Verbrauch, Kosten, Leuchtstellen



Verzeichnis:

11. Abbildungsverzeichnis

11.1 <u>Aufteilung der Wärmeversorgung</u> (Quelle: Energiemanagement Nottuln)	3
11.2 <u>Wärmeverbund</u> (Quelle: Gemeindewerke Nottuln)	5
11.3 <u>Energiepreisentwicklung</u> (Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft)	9
11.4 <u>Energiearten</u> (Quelle: www.SWK.de)	29
11.5 <u>Thermische Gebäudehülle</u> (Quelle: www.Hausnummer17.blogspot.de)	30
11.6 <u>Energieverluste</u> (Quelle: www.u-wert.net)	31
11.7 <u>Wärmeverteilung</u> (Quelle: www.Heizungsanlagen-optimieren.de)	32
11.8 <u>Darstellung der Energieverluste</u> (Quelle: Energiemanagement Nottuln)	36

12. Tabellenverzeichnis

Alle im Energiesachstandsbericht aufgeführten Tabellen wurden von Energiemanagement Nottuln erstellt. Aufgrund dessen werden nachfolgend keine Quellen angegeben.

12.1 <u>Klimafaktoren der Gemeinde Nottuln</u>	6
12.2 <u>Gebäudeverzeichnis</u>	7
12.3 <u>Entwicklung des Wärmebedarfs</u>	10
12.4 <u>Entwicklung der Wärmekosten</u>	11
12.5 <u>Entwicklung des Stromverbrauchs</u>	11
12.6 <u>Entwicklung der Stromkosten</u>	12
12.7 <u>Entwicklung des Wasserverbrauchs</u>	13
12.8 <u>Entwicklung der Wasserkosten</u>	13
12.9 <u>Prozentuale Anteile an Fläche und Verbräuchen</u>	14



12.10	<u>Durchschnittliche jährliche Energie- und Wasserkosten</u>	15
12.11	<u>Fläche und jährliche Kosten /Verwaltungsgebäude</u>	16
12.12	<u>Jährlicher Verbrauch je m²/Verwaltungsgebäude</u>	17
12.13	<u>Fläche und jährliche Kosten/Schulen</u>	18
12.14	<u>Jährlicher Verbrauch je m²/Schulen</u>	19
12.15	<u>Fläche und jährliche Kosten/Turnhallen</u>	20
12.16	<u>Jährlicher Verbrauch je m²/Turnhallen</u>	20
12.17	<u>Fläche und jährliche Kosten/Sportplatzgebäude</u>	21
12.18	<u>Jährlicher Verbrauch je m²/Sportplatzgebäude</u>	22
12.19	<u>Fläche und jährliche Kosten /Gemeinschaftsunterkünfte</u>	22
12.20	<u>Jährlicher Verbrauch je m²/Gemeinschaftsunterkünfte</u>	23
12.21	<u>Fläche und jährliche Kosten/Dorfgemeinschaftshäuser</u>	24
12.22	<u>Jährliche Verbräuche je m²/Dorfgemeinschaftshäuser</u>	24
12.23	<u>Fläche und jährliche Kosten/Feuerwehren</u>	25
12.24	<u>Jährlicher Verbrauch je m²/Feuerwehren</u>	26
12.25	<u>Fläche und jährliche Kosten – Friedhofsanlagen</u>	26
12.26	<u>Verbrauchsintensive Gebäude</u>	27
12.27	<u>Umgesetzte Maßnahmen</u>	34
12.28	<u>Verbräuche der Gemeindewerke</u>	37
12.29	<u>Straßenbeleuchtung/Verbrauch, Kosten, Leuchtstellen</u>	38



13 Allgemeines Quellenverzeichnis

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.): Erneuerbare Energien: Innovation für eine nachhaltige Energiezukunft, Referat Öffentlichkeitsarbeit, Berlin 2011
 - <http://www.energieagentur.nrw.de/handbuch-klimaschutz>, Nov. 2014
 - <http://www.nottuln.de/werke.htm>, Dez. 2014
 - <http://www.nottuln.de/waermeverbund-hummelbach.htm>, Nov. 2014
 - Deutscher Wetterdienst, <http://www.dwd.de/klimafaktoren>, Nov. 2014
 - Energie-Sachstandsbericht der Gemeinde Nottuln 2005-2011
 - <http://www.energieagentur.nrw.de/unternehmen/kwk-kraft-waerme-kopplung-3912.asp>, Dez. 2014
 - interne Dokumente der Gemeinde Nottuln
 - <http://www.energieagentur.nrw.de/infografik/grafik.asp?RubrikID=3131>, Dez. 2014
 - Gemeindewerken Nottuln
-