



ENERGIEBERICHT 2016

*Bilanzen und Analysen zum Energiema-
nagement der Stadtwerke Gersthofen*

Impressum:

Stadtwerke Gersthofen
Rathausplatz 1
86368 Gersthofen

Tel.: 0821/2491-480

Fax: 0821/2491-489

E-Mail: stadtwerke@gersthofen.de

Internet: www.gersthofen.de

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Manuel Sutter

Erscheinungsdatum:

19.10.2017

Inhalt

1	Vorwort	5
2	Projekte	6
3	Gesamtumsätze	8
4	Umsatz nach Energieträger	11
4.1	Verbrauch	11
4.2	Kosten	13
4.3	Emissionen	14
4.4	Erzeugung	16
5	Umsatz je Betriebszweig	18
5.1	Verbrauch	18
5.2	Kosten	19
5.3	Emissionen	20
6	Energieumsatz der Betriebszweige	22
6.1	Bauhof	22
6.1.1	Umsätze	22
6.1.2	Kennzahlen	24
6.1.3	Maßnahmen	24
6.2	Gärtnerei	26
6.2.1	Umsätze	26
6.2.2	Kennzahlen	27
6.2.3	Maßnahmen	27
6.3	Freibad	28
6.3.1	Umsätze	28
6.3.2	Kennzahlen	30
6.3.3	Maßnahmen	32
6.4	Friedhof	34
6.4.1	Umsätze	34
6.4.2	Kennzahlen	35
6.4.3	Maßnahmen	35
6.5	Hallenbad	37
6.5.1	Umsätze	37
6.5.2	Kennzahlen	39
6.5.3	Maßnahmen	40
6.6	Wasserwerk	42
6.6.1	Umsätze	42

6.6.2	Kennzahlen	43
6.6.3	Maßnahmen	44
6.7	Wasserwerk Stationen.....	45
6.7.1	Umsätze.....	45
6.7.2	Kennzahlen	46
6.7.3	Maßnahmen	46
7	Messstellen	47
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	49
A	Anhang	50

1 Vorwort

Mit dem Energiebericht 2016 erscheint nun bereits zum dritten Mal eine umfassende Übersicht der Energieumsätze der Stadtwerke Gersthofen. Der Bericht beinhaltet vielfältige energetische, ökonomische und ökologische Statistiken sowie möglichen Optionen zur Energieeinsparung in den einzelnen Betriebszweigen.

Die Stadtwerke Gersthofen setzen sich für eine stetige Verbesserung der energetischen Leistung ein. So wird mit effektiven Prozessen, Werkzeugen und Maßnahmen des Energiemanagements die Energieeffizienz nachhaltig erhöht. Das konsequente Energiecontrolling schafft die Grundlage für die systematische Entwicklung von Verbesserungen.

Der jährliche Energiebericht ist ein Baustein, mit dem Entwicklungen und Handlungsfelder transparent dargestellt werden. Ausgangs- und Referenzpunkt für die Bewertungen ist stets das Basisjahr 2014.

Wir wünschen eine informative Lektüre!



Manuel Sutter
Energie- und Klimamanager

2 Projekte

Im Jahr 2016 wurden mehrere energiebezogene Projekte und Aktionen begonnen und einige abgeschlossen. In Tabelle 1 sind wesentliche Projekte der Stadtwerke Gersthofen in diesem Bereich aufgeführt.

Tabelle 1: Projekte und Themen mit Energiebezug 2016

Projekt/Thema	Beschreibung
Ausschreibung Stromlieferung	Vor Ablauf der dreijährigen Vertragslaufzeit Ende Dezember 2016 wurde die Stromlieferung für alle Liegenschaften der Stadt und Stadtwerke öffentlich ausgeschrieben. Durch die mittlerweile erneut gesunkenen Erzeugungspreise werden innerhalb der nächsten Lieferperiode von 2017-2019 finanzielle Einsparungen zu verzeichnen sein. Im Vergabeverfahren wurden die Abnahmestellen in vier Lose aufgeteilt wobei dann vier unterschiedliche Vertriebsunternehmen den Zuschlag erhielten. Geliefert wird ausschließlich Ökostrom.
Klimaschutzteilkonzept Klimafreundliche Trinkwasserversorgung	Um energetische Einsparpotenziale in der Trinkwasserversorgung aufzudecken, beauftragten die Stadtwerke 2015 die Durchführung eines vom Bund geförderten Klimaschutzteilkonzeptes. Hierbei wurden von einem Ingenieurbüro wesentliche Teile der Gersthofer Wasserversorgung hinsichtlich ihres technischen Zustands begutachtet. Die Studie lieferte neben energetischen Kennzahlen auch Vorschläge für Verbesserungen verschiedener Systemkomponenten und Prozesse.
PV-Anlage Wasserwerk	Aufgrund der im Klimaschutzteilkonzept „Klimafreundliche Trinkwasserversorgung“ ermittelten Handlungsfelder, kam es mehrfach zu Änderungen bei der Auslegung der angedachten Photovoltaikanlage. Ende 2016 konnten die Randbedingungen und erforderlichen Begleitmaßnahmen für den Aufbau der Anlage im Wasserwerk dann abschließend definiert und die Planungen fortgeführt werden.
Gaszähler BHKW Freibad	Bislang konnte der Gasverbrauch des Blockheizkraftwerks im Freibad nur indirekt über zwei andere Zähler gemessen werden. Aus diesem Grunde wurde ein zusätzlicher Gaszähler in der Zuleitung des Blockheizkraftwerks verbaut.
Datenlogger	Es wurden zwei Datenlogger für Temperatur- und Wärmemengenmessungen in den Bädern aufgebaut. Mit den erfassten Daten können Analysen über die Betriebsweise und die Effizienz der Heizungssysteme und des BHKWs durchgeführt werden.
Tablet Computer Bäder	Den Bädern wurde ein Tablet-Computer zur Verfügung gestellt, damit die beim täglichen Technik-Rundgang erfassten Zählerstände und Maschinenlaufzeiten in ein digitales Betriebstagebuch eingetragen werden. Hierdurch sind computergestützte Auswertungen einfacher möglich.

Studentische Hilfskräfte	Die Stadtwerke Gersthofen beschäftigten ab Ende 2016 zwei studentische Hilfskräfte. Ein Student leistete sein Praxissemester ab, ein anderer verfasste seine Bachelorarbeit über die Themen Energieeffizienz und erneuerbare Energien im Freibad.
---------------------------------	---

3 Gesamtumsätze

3.1 Allgemeine Hinweise

Im vorliegenden Bericht werden energierelevante Verbräuche, Kosten und Emissionen aller Betriebszweige dargestellt. Verbräuche werden stets in der Einheit Kilowattstunden, Kosten und Erlöse auf Netto-Basis und Emissionen in der Einheit kg CO₂ angegeben.

Die Verbrauchswerte werden keiner Witterungsbereinigung unterzogen, da sich dies als nicht zielführend erwiesen hat. Der Grund liegt darin, dass nur bestimmte Abläufe und Prozesse eine Temperaturabhängigkeit aufweisen, andere jedoch nicht. Stattdessen wurden zusätzliche Kennzahlen gebildet, mit denen Zusammenhänge von Prozessen und Einflussgrößen zielführender aufgedeckt werden. Sofern an einer bestimmten Stelle eine Witterungsbereinigung dennoch sinnvoll erscheint, wird diese als gesonderte Kennzahl geführt.

Sämtliche Kennwerte und Faktoren, die zur Umrechnung und Bilanzierung der erfassten Daten eingesetzt werden, sind in Tabelle 13 dargestellt. Es handelt sich beispielsweise um CO₂-Faktoren oder spezifische Energieinhalte.

Die Umsätze von Diesel und Benzin werden literweise erfasst. Bei der Umrechnung des volumenspezifischen Energieinhaltes sowie den Emissionsfaktoren wird vereinfacht davon ausgegangen, dass die Kraftstoffe in gleichem Verhältnis verbraucht werden.

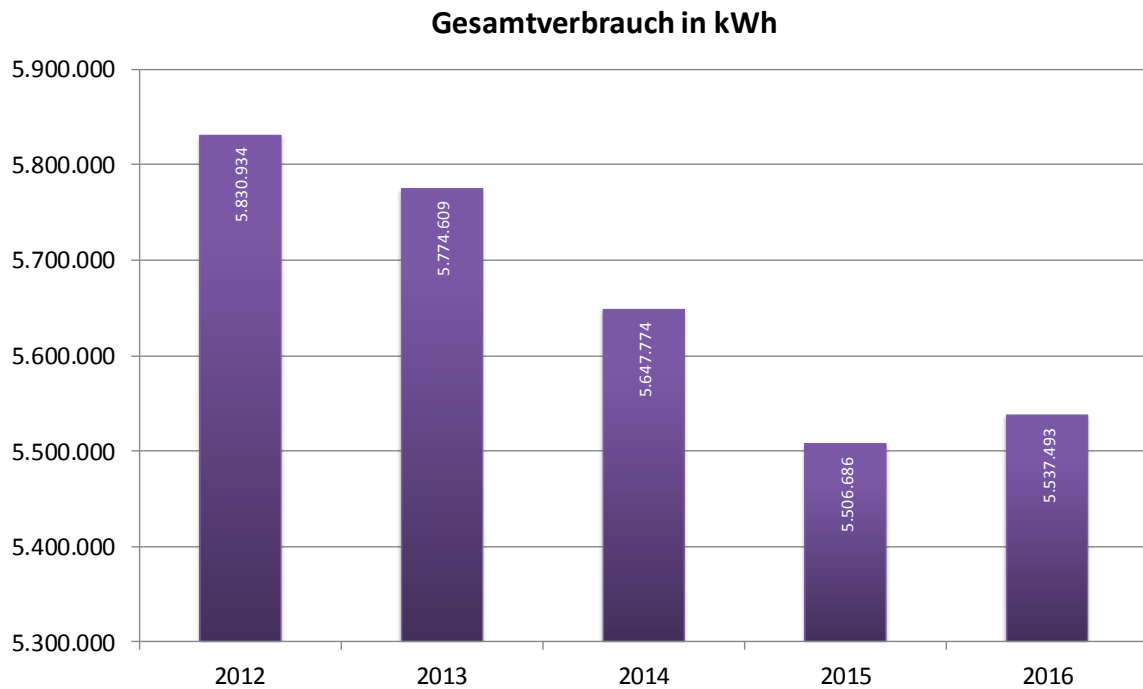
Aktualisierungen der Daten - z.B. durch geänderte Rechnungen der Lieferanten - werden generell rückwirkend vorgenommen. So kann sichergestellt werden, dass im EnMS stets die neuesten Daten vorliegen. Da aber mit dem Energiebericht aktuelle Datenstände veröffentlicht werden, können Abweichungen in den Werten aus vorangegangene Berichtsjahren auftreten. Es gilt dabei stets, dass der neueste Bericht die gültigen Werte beinhaltet. Änderungen und Fehler im vorangegangenen Bericht werden außerdem im folgenden Abschnitt zusammengefasst.

3.2 Energiebericht 2015

Die im Energiebericht 2015 dargestellten Werte haben ihre Gültigkeit behalten. Wesentliche Veränderungen ergaben sich im Nachhinein bislang nicht.

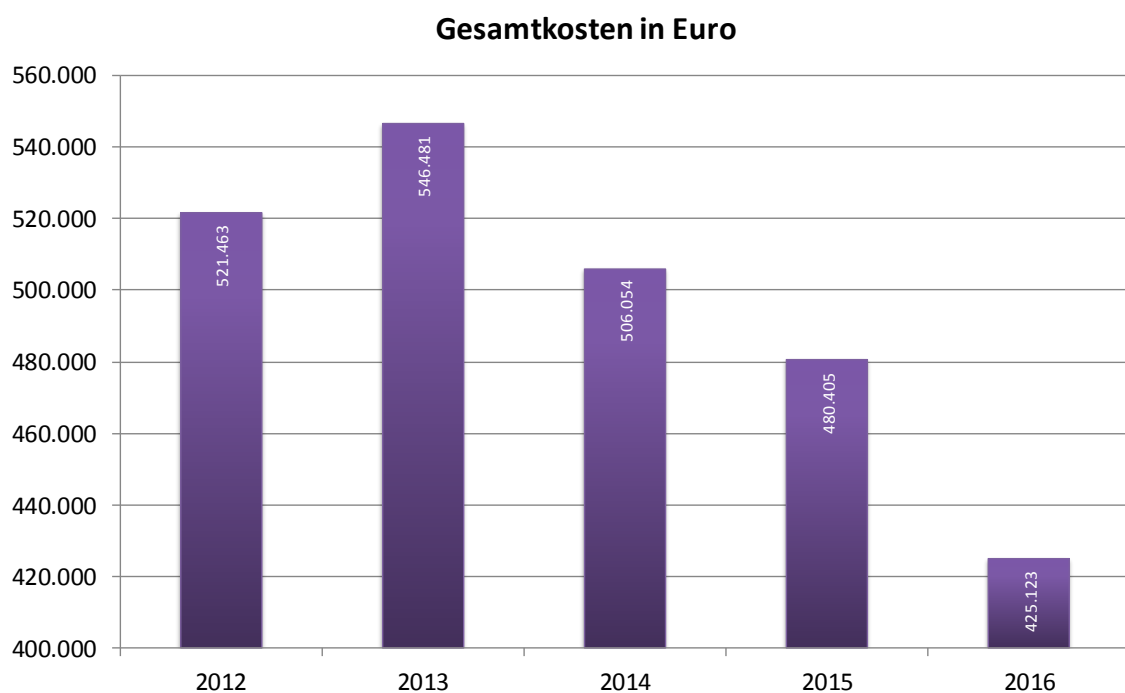
3.3 Verbrauch

Der Energieverbrauch der Stadtwerke Gersthofen lag in den vergangenen Jahren in einem Bereich von etwa 5.500 MWh bis 5.800 MWh. Von 2012 bis 2015 war ein stetiger Rückgang zu verzeichnen. Im Jahr 2016 stieg der Gesamtverbrauch um 0,6 %. Details zur Entwicklung der Verbräuche sind Abbildung 1 zu entnehmen.

**Abbildung 1:** Gesamtverbrauch

3.4 Kosten

Durch die Energienutzung entstehen jedes Jahr Kosten in sechsstelliger Höhe. Anhand der Werte in Abbildung 2 wird ersichtlich, dass die Kosten in den letzten Jahren aber deutlich gesunken sind. Neben gewissen Verbrauchsreduktionen ist dies vor allem auf die fallenden Brennstoffpreise zurückzuführen. So sanken die Energiekosten in 2016 gegenüber dem Vorjahr um etwa 11 %.

**Abbildung 2:** Gesamtkosten

2014 und Ende 2016 wurden zudem neue Strom-Lieferverträge und 2015 neue Gas-Lieferverträge abgeschlossen, wodurch die Stadtwerke Gersthofen auch von den gesunkenen Welthandelspreisen profitieren konnten.

Insgesamt müssen für die korrekte Interpretation der Werte stets die im jeweiligen Jahr gültigen regulatorischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Zum Beispiel erfolgten regelmäßige Anpassung und auch Erhöhungen der EEG-Umlage und weiterer Energiepreiskomponenten.

3.5 Emissionen

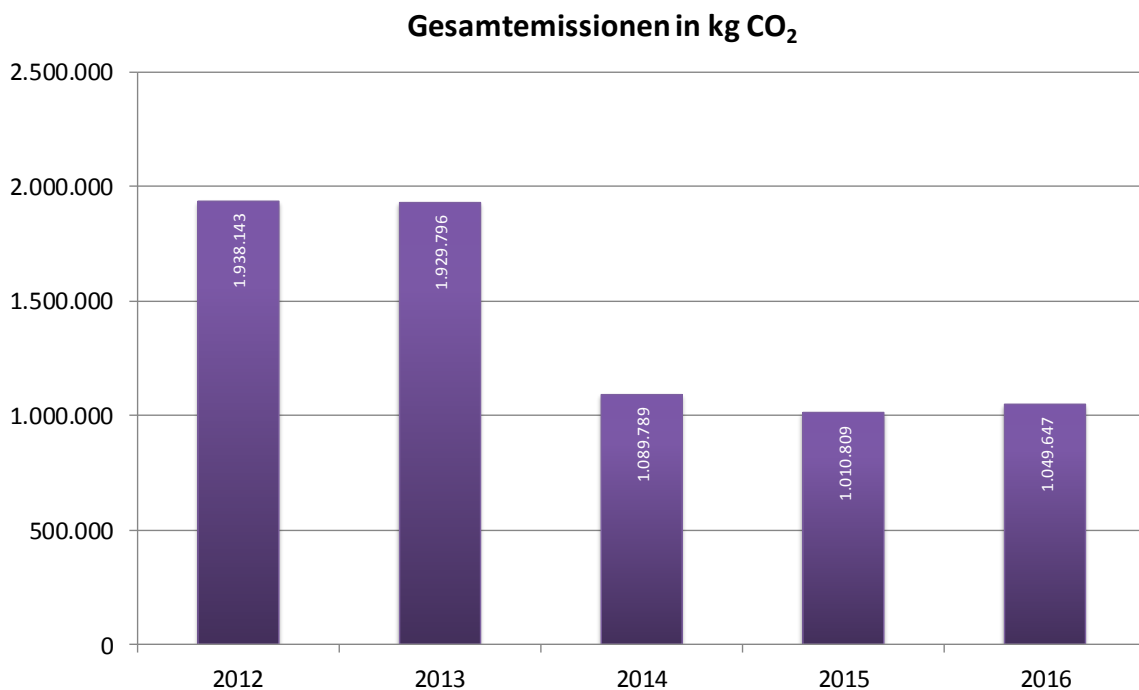


Abbildung 3: Gesamtemissionen

Ab 2014 sind die Emissionen erheblich gesunken (siehe Abbildung 3). Zuvor wurden in den Jahren 2012 und 2013 nahezu 1.800 Tonnen CO₂ emittiert; durch den Abschluss eines Ökostrom-Vertrags konnten die Emissionen im Bereich Elektrizität auf null abgesenkt werden. Die verbliebenen Emissionen in Höhe von etwa 1.000 Tonnen CO₂ können folglich den übrigen zum Einsatz kommenden Energieträgern zugeschrieben werden.

4 Umsatz nach Energieträger

4.1 Verbrauch

Die Stadtwerke Gersthofen setzen in ihren verschiedenen Betriebsstätten die Energieträger Elektrizität, Erdgas, Heizöl und Kraftstoff ein. Generell werden die Daten der Elektrizitäts- und Erdgasverbräuche an den jeweiligen Abnahmestellen mittels geeichter Zähler erfasst. Beim Verbrauch von Heizöl, der ausschließlich im Hallenbad stattfindet, gibt es keine Zählereinheit, so dass die Verbrauchsmengen den Liefermengen entsprechen. Dies führt allerdings dazu, dass der ausgewiesene Verbrauch in manchen Jahren auf null zurückgeht, da dort nicht nachgetankt wurde.

Im Jahr 2015 wurden bei den Stadtwerken Gersthofen in Summe 1.387.000 kWh elektrische Energie, 3.422.000 kWh Erdgas, 203.000 kWh Heizöl sowie 525.000 kWh Kraftstoff umgesetzt. Abbildung 4 zeigt den Gesamtenergieverbrauch je Energieträger über die vergangenen Jahre.

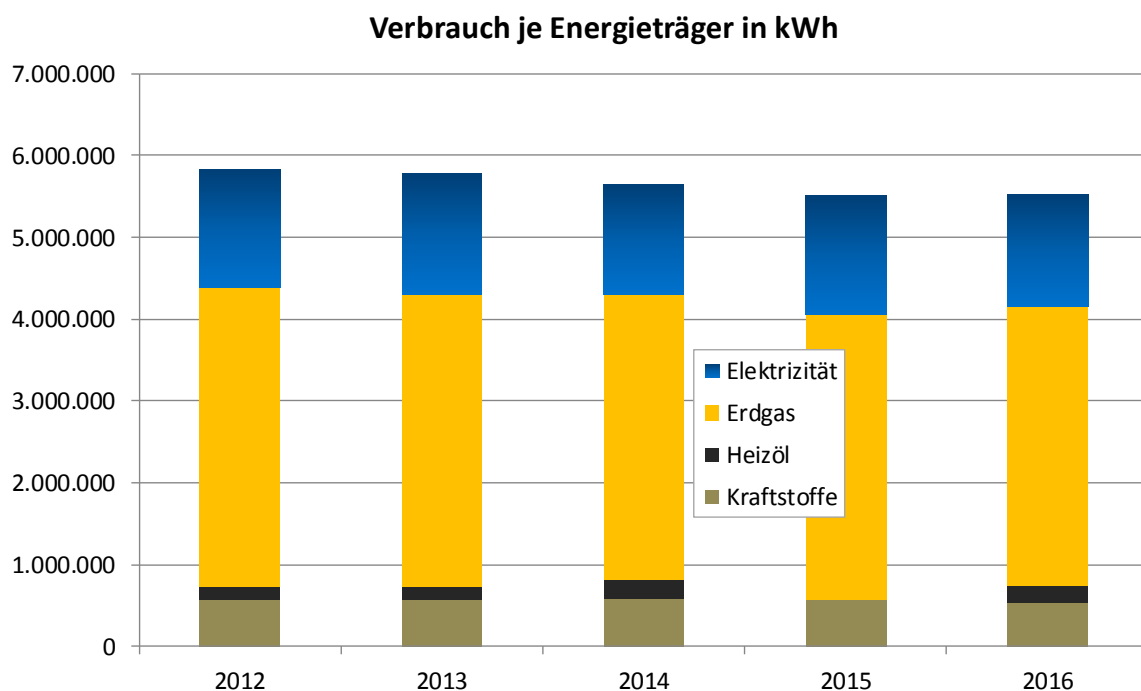


Abbildung 4: Gesamtverbrauch je Energieträger

Abbildung 5 stellt die relativen Verbrauchsänderungen gegenüber dem Vorjahr dar. Aufgrund der unregelmäßigen Tankvorgänge für Heizöl im Hallenbad ist dieser Wert nicht aufgezeigt. Im Berichtsjahr wurde eine Reduktion des Stromverbrauchs um 4,8 %, des Erdgasverbrauchs um 2,0 % und eine Reduktion des Kraftstoffverbrauches um 5,9 % gemessen.

Schwankungen ergeben sich allgemein unter anderem aufgrund der Witterung, der Produktions- und Absatzmengen (z.B. im Wasserwerk) und der Auftragslage (z.B. im Bauhof). Um diese Einflüsse zu kompensieren, werden im EnMS sogenannte Energiekennzahlen geführt. Die jeweiligen Kennzahlen sind im Energiebericht unter den Analysen der Betriebszweige zu finden.

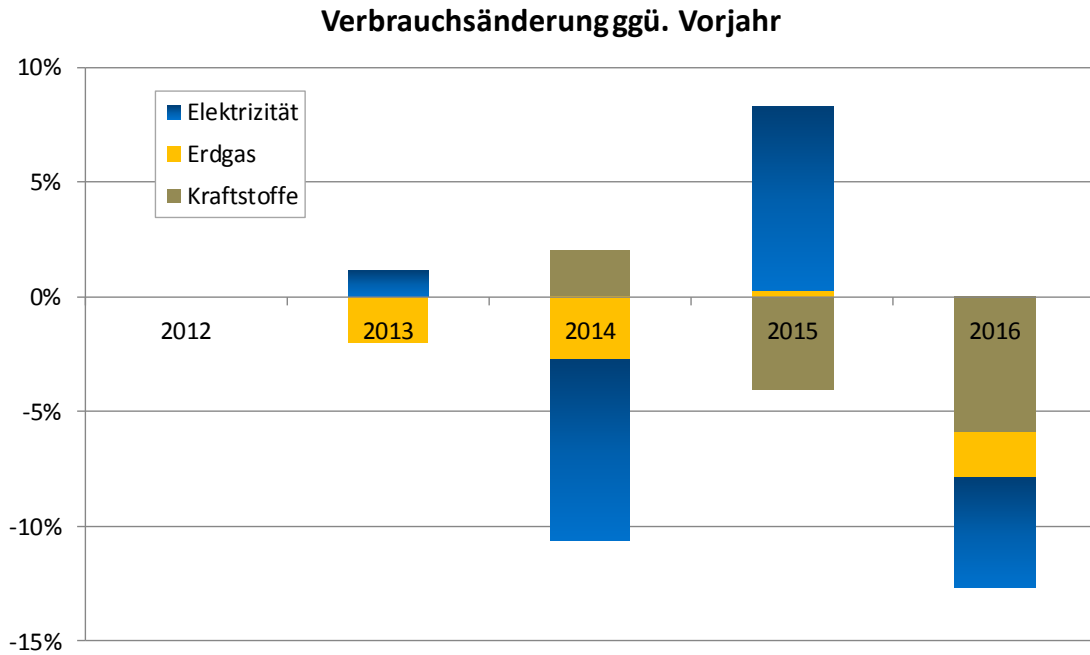


Abbildung 5: Verbrauchsänderung ggü. Vorjahr (ohne Heizöl)

Anteilmäßig wurden für das Berichtsjahr die in Abbildung 6 aufgeführten Verbräuche je Energieträger festgestellt. Hierbei zeigt sich, dass der Großteil des Energiebedarfs, etwa 62 %, durch Erdgas gedeckt wird. Weitere 25 % entfallen auf den Bezug elektrischer Energie und knapp 10 % auf Kraftstoffe.

Verbrauchsanteile Energieträger

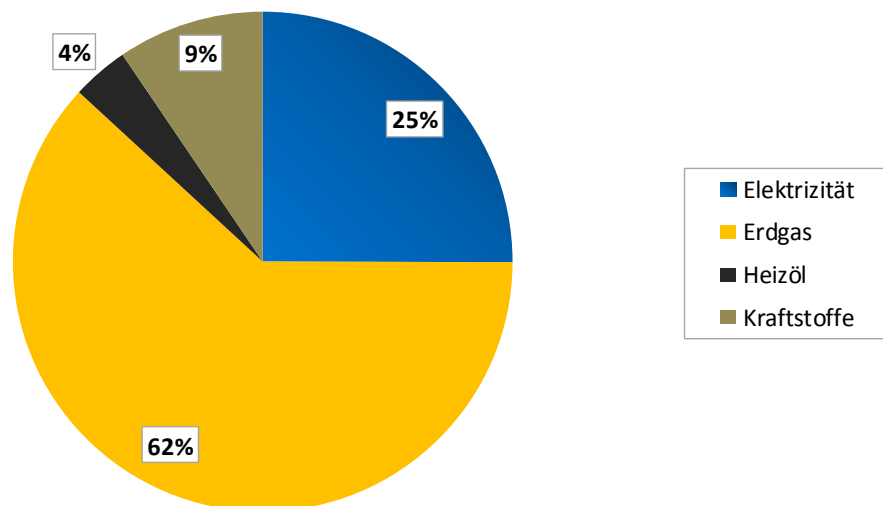


Abbildung 6: Verbrauchsanteile je Energieträger

4.2 Kosten

Die durch den Energieeinsatz hervorgerufenen Kosten je Energieträger sind in Abbildung 7 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Ausgaben vor allem für Erdgas stetig gesunken sind. Insgesamt wurde 2016 Erdgas im Wert von 124.000 € bezogen. Für den Einkauf von Heizöl fielen 5.600 € an. Die Ausgaben für Elektrizität befinden sich mit 245.000 € auf ähnlichem Niveau wie in den Vorjahren.

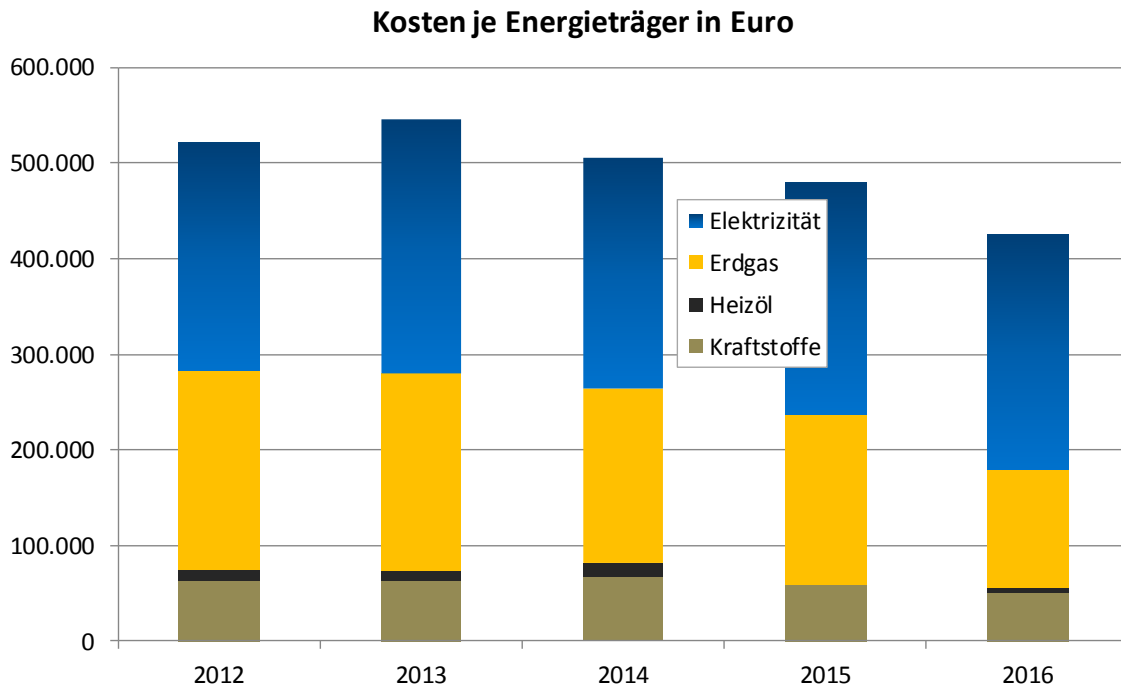


Abbildung 7: Gesamtkosten je Energieträger

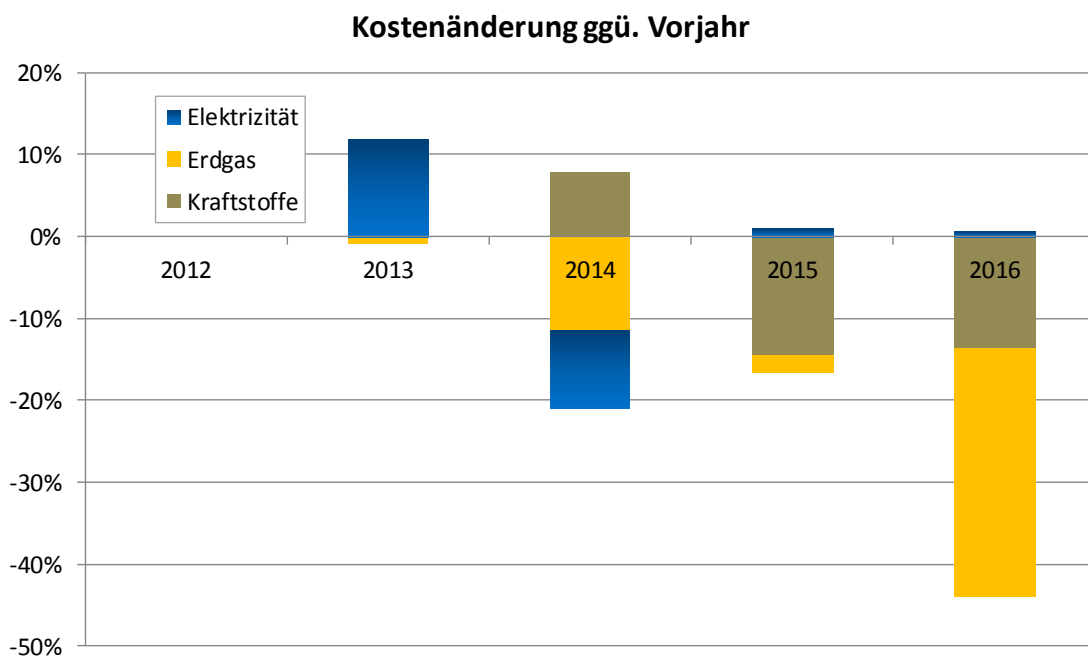


Abbildung 8: Gesamtkosten je Energieträger

Auch die Kostenänderungen können über den Verlauf der Jahresverbräuche ermittelt werden (siehe Abbildung 8). Demnach stiegen die Kosten im Berichtsjahr für Elektrizität um 0,6 %, für Erdgas sanken sie um 30,5 % und für Kraftstoff um 13,6 %. Allgemein kann eine Veränderung der absoluten Energiekosten durch Mehreinsatz oder Einsparung der Energieträger oder Preisschwankungen beim Einkauf zustande kommen. Beispielsweise sanken im Bereich der Kraftstoffe die Kosten überproportional im Vergleich zum absoluten Verbrauch, was auf den deutlichen Rückgang der Handelspreise für Kraftstoffe zurückzuführen ist.

Kostenanteile Energieträger

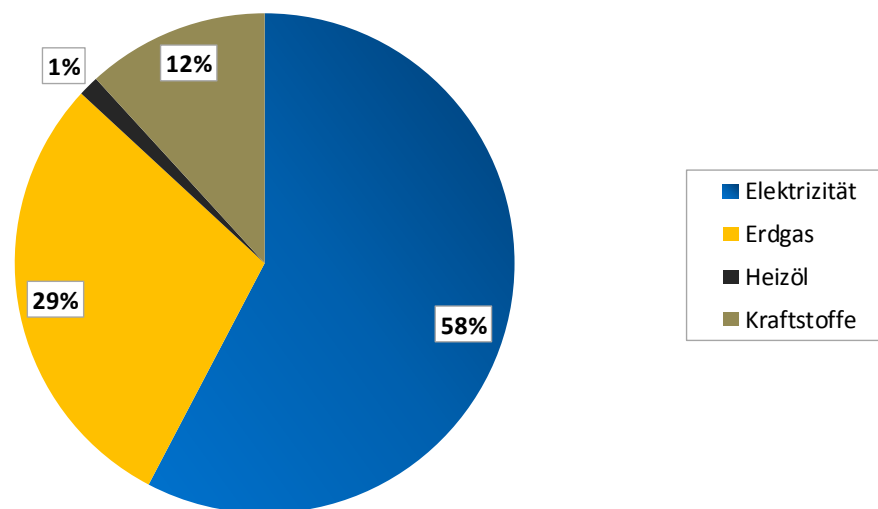


Abbildung 9: Kostenanteile je Energieträger

Bezogen auf den Kostenanteil der einzelnen Energieträger zeigt sich im Vergleich mit dem Verbrauchsanteil ein anderes Verhältnis. Denn für die höherwertige Elektrizität entstehen je Energieeinheit größere Ausgaben, als es für Erdgas der Fall ist. Demnach wurden mit 58 % mehr als die Hälfte der Kosten durch den Bezug elektrischer Energie verursacht. Obwohl der Verbrauchsanteil des Erdgases deutlich höher liegt, machen die Kosten hierfür nur rund 30 % aus. Die restlichen 13 % entfallen auf Kraftstoffe und Heizöl.

4.3 Emissionen

Die CO₂-Emissionen im Bereich elektrische Energie konnten in der Vergangenheit erheblich gesenkt werden, da im Zuge der Neuausschreibung von Stromlieferverträgen für die gesamte Verwaltung und die Stadtwerke Gersthofen klimaneutraler Ökostrom beschafft wird. Die Umstellung der Verträge erfolgte zum 01.01.2014, so dass der CO₂-Faktor der elektrischen Verbraucher seit diesem Jahr auf null reduziert wurde.

Im Vergleich zum Vorjahr gingen die Emissionen 2016 aufgrund von gesunkenen Verbräuchen bei den Energieträgern Erdgas und Kraftstoffe leicht zurück (siehe Abbildung 10).

2016 wurden in Summe 984.951 kg CO₂ durch den Energieumsatz der Stadtwerke Gersthofen emittiert.

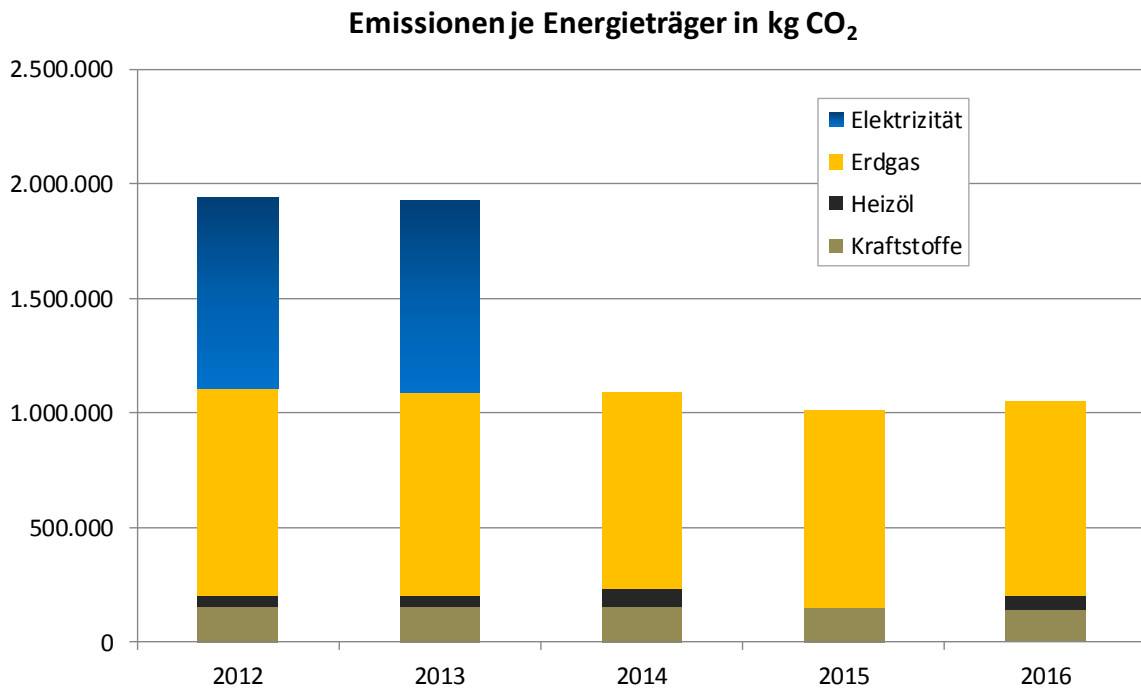


Abbildung 10: Gesamtemissionen je Energieträger

Die sich hieraus ergebenden anteiligen Emissionen der Energieträger sind in Abbildung 11 gezeigt. Demnach wurden 81 % der Emissionen durch den Erdgasverbrauch hervorgerufen. Des Weiteren sind etwa 13 % des CO₂-Ausstoßes auf die Nutzung von Kraftstoffen zurückzuführen.

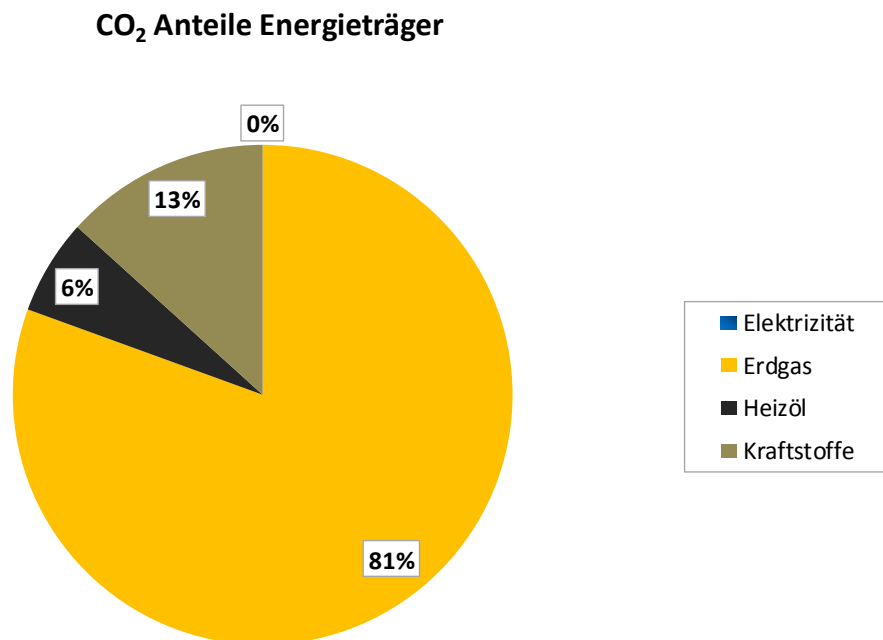


Abbildung 11: Anteilige Emissionen der Energieträger

4.4 Erzeugung

Die Stadtwerke Gersthofen betreiben mehrere Eigenerzeugungsanlagen. Durch diese Anlagen sollen Energiekosten gesenkt, Ausfallsicherheiten hergestellt und die Gesamteffizienz gesteigert werden. Tabelle 2 bietet einen Überblick über die aktuell im Einsatz befindlichen Systeme.

Tabelle 2: Eigenerzeugungsanlagen der Stadtwerke Gersthofen

Betriebszweig	System	Leistung	Baujahr	Jahreserzeugung
Bauhof	Solarthermieanlage	7,6 kW	1988	ca. 1.000 kWh _{th}
Freibad	Blockheizkraftwerk	210 kW _{el} 650 kWh _{th}	1992	ca. 357.000 kWh _{el} , ca. 714.000 kWh _{th}
Wasserwerk	Notstromaggregat	350 kVA	1972	ca. 3000 kWh _{el}

Über die Solarthermieanlage im Bauhof liegen keine detaillierten Daten zur Wärmeerzeugung vor. Durch den Stand des Wärmemengenzählers lässt sich jedoch für den Zeitraum von 2002 bis heute eine mittlere Jahreserzeugung von rund 1.000 kWh/a errechnen. Vor 2002 lag der Wert im Mittel bei 3.500 kWh/a. Die Anlage weist eine Bruttokollektorfläche von 12,6 m² auf.

Im Freibad ist ein Blockheizkraftwerk (BHKW) in Betrieb, welches Wärme für die Beheizung der Becken und Strom für den Betrieb der Umwälzpumpen und Attraktionen bereitstellt. Da mit dem BHKW nicht jegliche dynamischen Lautwechsel abgefahren werden können, kommt es zeitweise zu einer Rückspeisung ins Elektrizitätsnetz, die vom Netzbetreiber nach § 18 der StromNEV vergütet wird. Im Jahr 2016 wurden im Freibad 101.264 kWh eingespeist. Der Netzbetreiber LVN erstattete hierfür eine Vergütung in Höhe von 414 €.

Bezüglich der erzeugten Endenergie können nur näherungsweise Angaben gemacht werden, da das BHKW über keinen separaten Stromzähler verfügt und somit kein eigener Bilanzkreis gezogen werden kann. Anhand des Jahres-Gasverbrauchs sowie einem angenommenen thermischen und elektrischen Nutzungsgrad in Höhe von 62 % und 31 % können die in Tabelle 2 angegebenen Werte zur Jahreserzeugung abgeschätzt werden.

Das Notstromaggregat im Wasserwerk dient ausschließlich der Ausfallsicherheit. Im Versorgungsgebiet des Netzbetreibers LVN ist mit sehr geringen Ausfallzeiten zu rechnen. Maßstab ist hierbei der sogenannte SAIDI-Index (System Average Interruption Duration Index). Dieser Wert beschreibt die durchschnittliche Zeitdauer pro Jahr, in der ein Kunde mit einer Unterbrechung der Stromversorgung rechnen muss. Im Versorgungsgebiet des örtlichen Netzbetreibers lag dieser Wert 2016 bei rund 10 Minuten. Jedoch konnten in den vergangenen Jahren im Wasserwerk keine Unterbrechungen festgestellt werden, so dass das Notstromaggregat aus diesem Grund nicht in Betrieb war. Allerdings wird monatlich ein rund einstündiger Testbetrieb durchgeführt, mit dem die Betriebsbereitschaft überprüft wird. Die hierbei generierte elektrische Arbeit wird zum großen Teil im Wasserwerk umgesetzt und nur bei geringer Last ins Netz eingespeist. Da das Notstromaggregat über keinen separaten Stromzähler verfügt, kann die vor Ort erzeugte Energiemenge nur grob abgeschätzt werden.

4.4.1 Steuerrückerstattung

Den Stadtwerken Gersthofen werden Rückerstattungen der Strom- und Energiesteuer gewährt. Somit sind bestimmte Steueranteile auf den verwendeten Energieträgern teilweise rückerstattungsfähig:

1. Verwendung für betriebliche Zwecke (Eigenverbrauch)
2. Verwendung zur Eigenerzeugung

Relevante Normen sind das Stromsteuergesetz (§ 9b und § 10) sowie das Energiesteuergesetz (§ 53 b, § 54 und § 55). Laut dem Zoll wird „die Stromsteuer [...] nach § 10 Abs. 1 Stromsteuergesetz (StromStG) auf Antrag erlassen, erstattet oder vergütet, wenn Strom durch Unternehmen des Produzierenden Gewerbes zu betrieblichen Zwecken entnommen wird.“ Da die Stadtwerke unter anderem durch das Wasserwerk zum produzierenden Gewerbe zählen, kommen sie in den Genuss dieser Regelung. Außerdem kann durch den Betrieb des BHKWs im Freibad die „Steuerentlastung für die gekoppelte Erzeugung von Kraft und Wärme nach § 53b des Energiesteuergesetzes (EnergieStG)“ geltend gemacht werden.

Zum Zeitpunkt der Berichterstellung lagen noch nicht alle Werte über die Rückerstattungen der Energiesteuer vor.

Tabelle 3: Steuerentlastung nach Gesetz in Euro

Jahr	Summe in Euro	§ 9b StromStG	§ 10 StromStG	§ 53 b EnergieStG	§ 54 EnergieStG	§ 55 EnergieStG
2009	8612,03		8.612,03		5.416,78	3.252,15
2010	25229,69		9.592,29	6.943,43	5.432,14	3.261,83
2011	26890,02	7.015,25	12.459,20	5.884,82	3.101,03	4.307,84
2012	32782,30	7.169,14	13.044,98	4.246,59	3.468,03	4.853,56
2013	27782,74	7.151,62	7.911,95	5.484,60	3.030,95	4.203,62
2014	24550,90	6.539,54	5.619,27	5.085,56	2.881,97	4.424,56
2015	11729,06	6.980,78	4.748,28	n.V.	n.V.	n.V.
2016	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.	n.V.

Die Beträge der Rückerstattung für das Berichtsjahr können noch nicht ausgewiesen werden, da die Antragsstellung meist gegen Ende des laufenden Jahres für das vorausgegangene Jahr (Antragsjahr) erfolgt. Es wird allerdings davon ausgegangen, dass für das Berichtsjahr voraussichtlich ein Betrag in ähnlicher Höhe wie in den Vorjahren rückerstattet werden wird.

5 Umsatz je Betriebszweig

Die Energieumsätze der Stadtwerke Gersthofen werden pro Betriebszweig erfasst. Im Folgenden werden die erhobenen Daten in mehreren Auswertungsvarianten dargestellt und erläutert.

5.1 Verbrauch

Die Verbrauchsdaten für das Berichtsjahr sind in Abbildung 12 je Betriebszweig dargestellt. Es ist deutlich sichtbar, dass die Bereiche mit dem höchsten Energieverbrauch das Freibad, das Hallenbad, das Wasserwerk und der Bauhof sind.

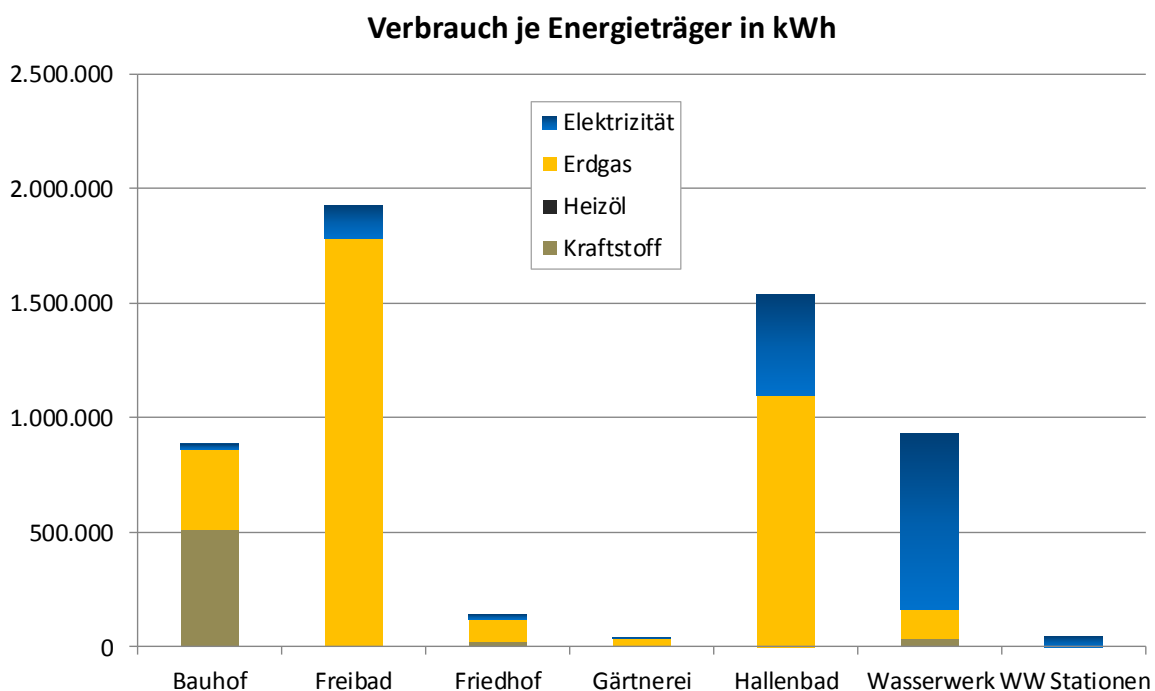


Abbildung 12: Gesamtverbrauch je Betriebszweig

Außerdem zeigen sich anhand der Aufteilung der Energieträger indirekt auch die Tätigkeitsfelder der Betriebszweige. So fällt im Bauhof für den Fuhrpark und die Arbeitsgeräte ein signifikanter Kraftstoffbedarf an. In den Bädern werden fast ausschließlich Strom und Wärme benötigt; wobei im Freibad ein höherer Strombedarf vorherrscht, der aber durch das BHKW nur indirekt als Gasverbrauch sichtbar wird. Im Wasserwerk dominiert der Strombedarf deutlich.

Für das Berichtsjahr ist in Abbildung 13 zusätzlich eine anteilmäßige Aufschlüsselung der Gesamtverbräuche je Betriebszweig dargestellt. Dort zeigt sich ebenfalls welche Betriebszweige zu den größten Energieverbrauchern zählen: insgesamt tragen die Bäder mit 64 %, das Wasserwerk mit 17 % und der Bauhof mit 15 % zum Gesamtverbrauch bei. Im Hinblick auf die Energieeffizienz sind diese Bereiche von besonderer Bedeutung, da hier die Potenziale für die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen als am größten anzusehen sind.

Verbrauchsanteile je Betriebszweig

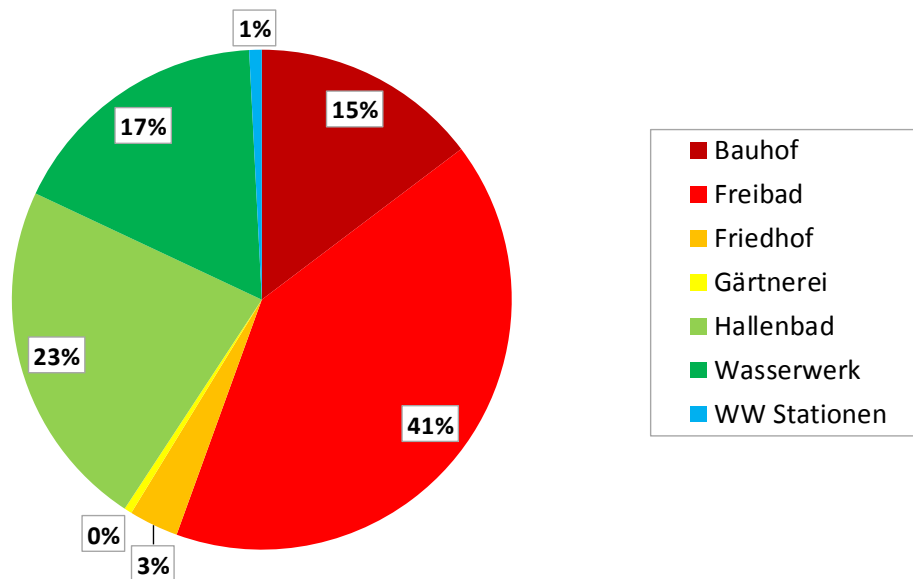


Abbildung 13: Verbrauchsanteile je Betriebszweig

5.2 Kosten

Durch die gegebene Korrelation von Energieverbrauch und -Kosten ergibt sich ausgabenseitig ein ähnliches Bild. Aus Abbildung 14 kann daher folglich entnommen werden, dass die Bäder, das Wasserwerk und der Bauhof die Bereiche mit den höchsten Ausgaben für Energie sind. Anteilsmäßig fallen Kosten Strom stets höher aus als für Erdgas, da der spezifische Preis (pro Verbrauchseinheit) höher ist.

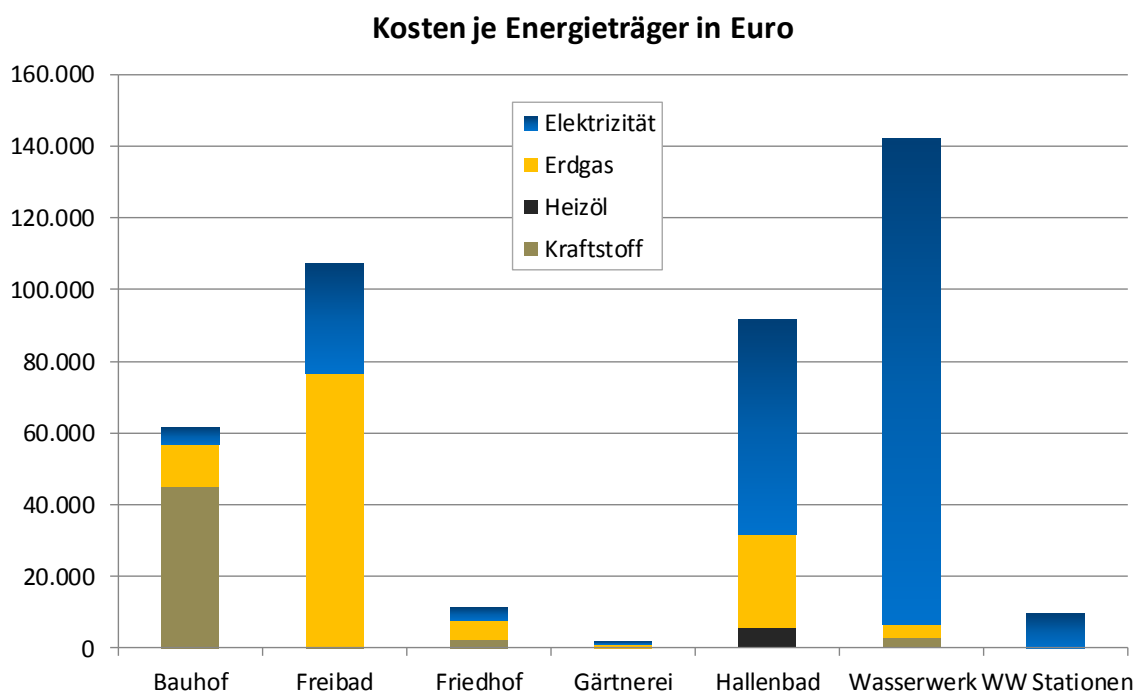


Abbildung 14: Gesamtkosten je Betriebszweig

Ergänzend sind hierzu die entsprechenden Kostenanteile am Gesamtvolumen in Abbildung 14 dargestellt. Der finanzielle Aufwand für Energie liegt für die Bäder bei 47 %, im Wasserwerk bei 33 % und im Bauhof bei 15 %.

Kostenanteile je Betriebszweig

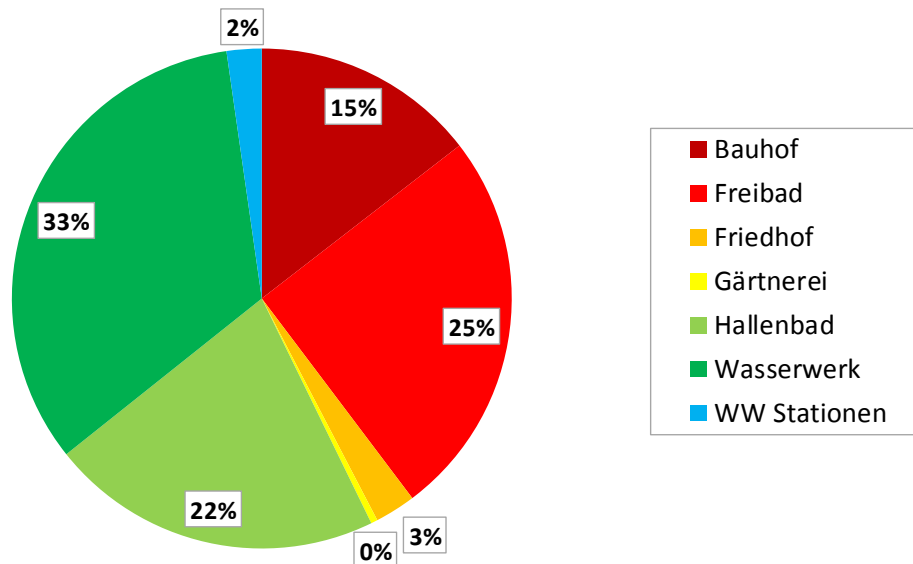


Abbildung 15: Gesamtkostenanteile je Betriebszweig

5.3 Emissionen

Emissionen je Energieträger in kg CO₂

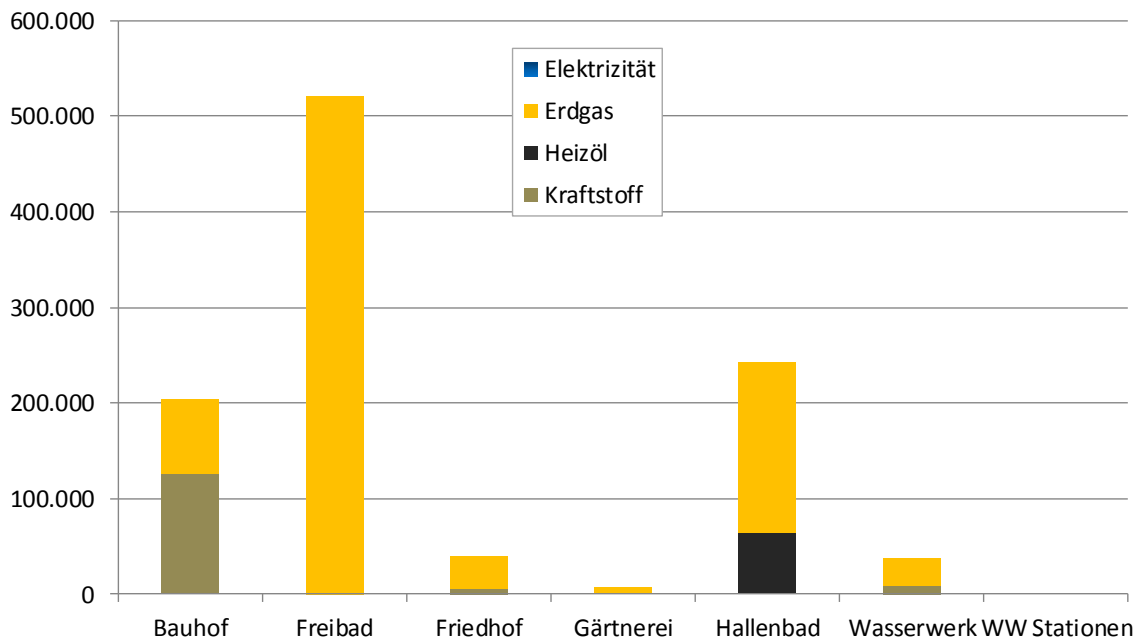


Abbildung 16: Gesamtemissionen je Betriebszweig

Bei der Betrachtung der Emissionen ist neben dem absoluten Verbrauch auch der Anteil des jeweiligen Energieträgers pro Betriebszweig relevant. Beispielsweise hat sich die Umstellung

auf Ökostrom besonders positiv auf die Emissionsbilanz des Wasserwerks ausgewirkt, da dieses für seinen Betrieb überwiegend elektrische Energie benötigt (vgl. Abbildung 16).

Emissionsanteile je Betriebszweig

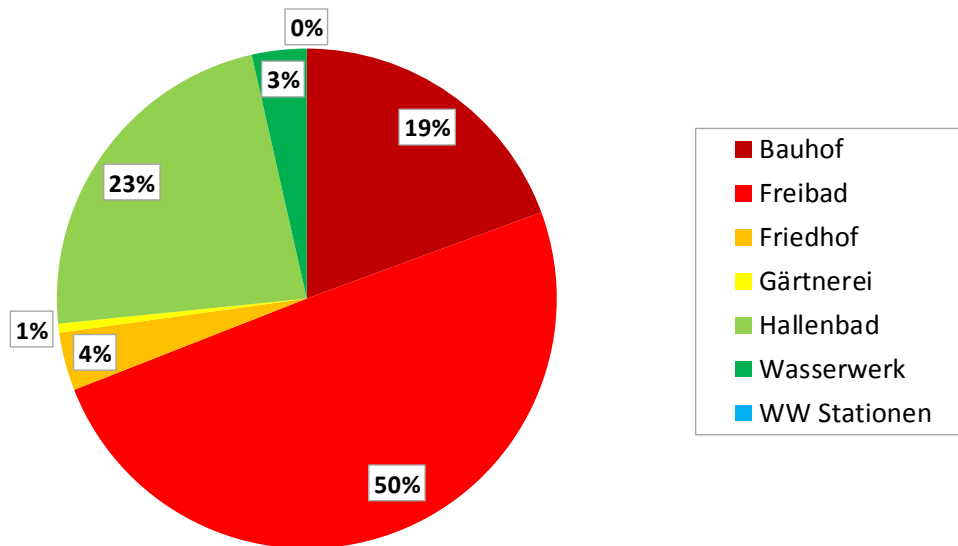


Abbildung 17: Anteilige Emissionen je Betriebszweig

Mit insgesamt 73 % sind die Bäder die größten Emittenten (vgl. Abbildung 17). Im Freibad wird eine erhebliche Menge Erdgas umgesetzt. An dritter Stelle steht der Bauhof mit den Emissionen aus Kraftstoff für Mobilität und Erdgas für die Wärmeversorgung.

6 Energieumsatz der Betriebszweige

In den nachfolgenden Abschnitten werden genaue Verbrauchsmengen der Betriebszweige, aufgeteilt nach Energieträgern und Kosten, dargestellt. Dies dient der Bewertung des bisherigen und aktuellen Energieeinsatzes. Hierdurch lässt sich eine Aussage über die energiebezogene Leistung der wesentlichen Energieeinsatzbereiche der Stadtwerke Gersthofen treffen.

6.1 Bauhof

Der Bauhof ist schwerpunktmäßig in folgenden Bereichen tätig:

- Straßenunterhalt, Beschilderungen, Beseitigen von Unfallgefahren
- Straßenreinigung und Winterdienst
- Unterhalt sonstiger öffentlicher Gebäude
- Grünpflege städtischen Grünanlagen
- Unterhalt der städtischen Sport- und Freizeitanlagen
- Friedhofspflege, einschl. Grabaushub

Am Standort in der Dieselstr. 24, Gersthofen werden Fahrzeuge und Anlagen vorgehalten, die für die Wahrnehmung der Aufgaben erforderlich sind. Zusätzlich sind Werkstätten und Materiallager angegliedert. Abbildung 18 zeigt einen Blick auf das Hauptgebäude des Bauhofes.



Abbildung 18: Vorderansicht Bauhof

6.1.1 Umsätze

Im Bauhof kommen überwiegend die Energieträger Erdgas und Kraftstoff zum Einsatz (vgl. Abbildung 19). Der Kraftstoffverbrauch zeigt über die vergangenen Jahre eine leicht rückläufige Tendenz. Beim Erdgas- und Stromverbrauch sind nutzungs- und witterungsabhängige Schwankungen zu beobachten. Insgesamt werden rund 814.000 kWh umgesetzt.

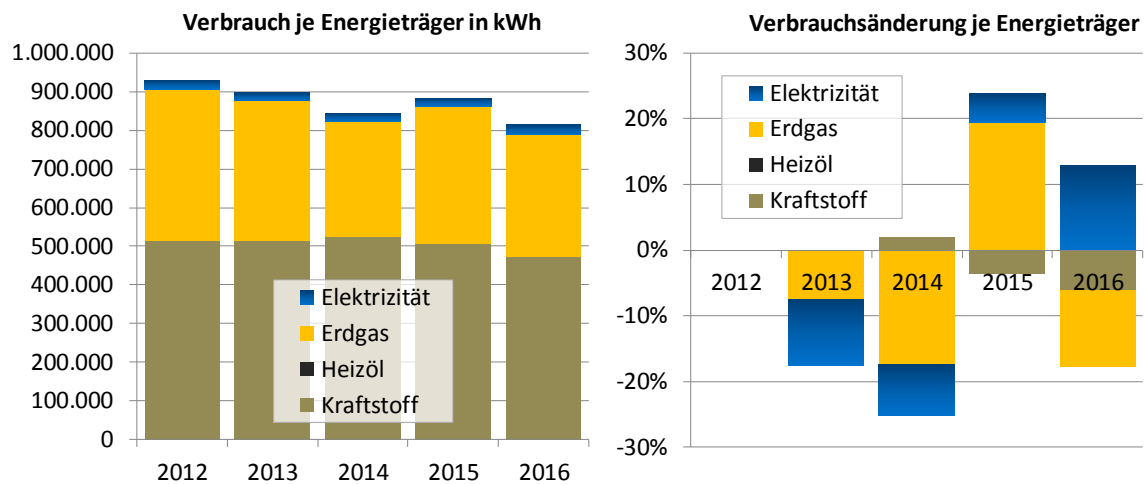


Abbildung 19: Energieverbrauch im Bauhof

Abbildung 20 zeigt den Verlauf der Energiekosten und der Emissionen. Die Kosten sind demnach in den letzten Jahren rückläufig und betragen rund 61.000 Euro pro Jahr. Ein großer Anteil der Emissionen wird durch die Kraftstoffnutzung hervorgerufen.

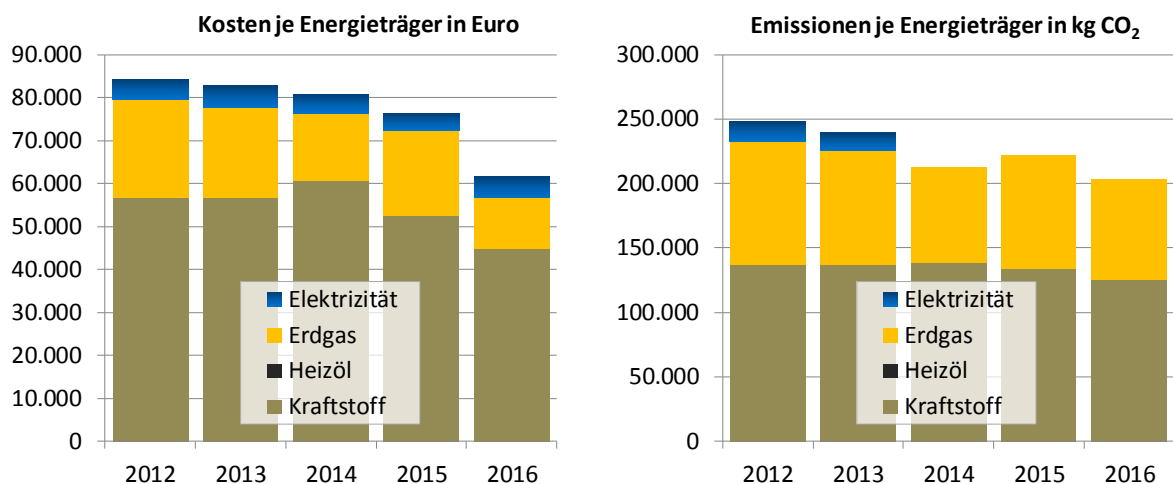


Abbildung 20: Kosten und Emissionen des Bauhofs

Genauere Daten zum aktuellen Berichtsjahr sind in Tabelle 4 dargestellt. Es zeigt sich, dass die spezifisch höheren Kosten für Kraftstoff im Vergleich zu Erdgas dazu führen, dass über 2/3 der Energiekosten auf den Kraftstoffeinsatz entfallen.

Tabelle 4: Übersicht Energiedaten Bauhof

Energie-träger	Verbrauch	Ver- brauchs-an- teil	Kosten	Kosten-an- teil	Emissio- nen	Emissions- anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO ₂	%
Elektrizi- tät	25.985	3%	5.148	8%	-	0%
Erdgas	314.658	39%	11.601	19%	77.721	38%
Heizöl	-	0%	-	0%	-	0%
Kraftstoff	473.637	58%	44.985	73%	125.795	62%
Summe	814.280	100%	61.733	100%	203.515	100%

6.1.2 Kennzahlen

Im Bauhof werden keine Energiekennzahlen erhoben.

6.1.3 Maßnahmen

Im Bauhof bestehen Möglichkeiten die Energieeffizienz zu steigern und Abläufe zu verbessern:

Aufzeichnung Energieverbräuche

Die begonnene Aufzeichnung der Energieverbräuche sollte ausgeweitet werden. Hierzu sind ggf. zusätzliche Messeinrichtungen zu installieren. Bestehende Zähler die weit über der Eichdauer liegen (z.B. sämtliche Wärmemengenzähler im Heizungsraum), sollten ersetzt werden, um gültige Messwerte zu erhalten.

Des Weiteren sollte der Energiebedarf der größten Verbraucher, z.B. der Kehrmaschine oder des LKWs, genauer erfasst werden. Dies ließe sich z.B. über ein Tankprotokoll umsetzen.

Dämmung Werkstattgebäude

Um die Wärmeverluste zu verringern, könnten die Dachflächen in den Hallen gedämmt werden. Die Vorteile hierdurch wären neben sinkenden Energiekosten auch eine Steigerung der Behaglichkeit im Winter.

Austausch der Hallentore

Außerdem sollte der angedachte Austausch der Hallentore umgesetzt werden. Die neuen Tore sollen mit einer Schlupftüre ausgestattet sein, damit beim Hindurchgehen einer Person nicht wie bislang das gesamte Tor geöffnet werden muss. Die Energieeinsparung hierdurch sollte spürbar ausfallen.

Heizung Fahrzeughalle

Aktuell sind Warmluftgebläse im Einsatz, die über einen langen Heizkreis aus dem anderen Gebäude versorgt werden. Die Gebläse haben einen hohen Luftdurchsatz und wirbeln Staub auf. Zudem steigt die erwärmte Luft in den hohen Hallen auf und kann nur in geringem Maße genutzt werden.

Es könnten daher sogenannte Dunkelstrahler zur flexiblen Hallenbeheizung eingebaut werden. Diese Systeme entsprechen dem aktuellen Stand der Technik, da die Wärme bedarfsgerecht und effizient Oberflächen beheizt. Über den Rückbau der Wärmeleitung und den Umstieg auf Dunkelstrahler könnte dann eventuell auch der zweite, ältere Heizkessel überflüssig werden.

Solarthermieanlage

Die Solarthermieanlage im Bauhof ist mit einem Alter von 29 Jahren am Ende ihrer technischen Lebensdauer angelangt. Zahlreiche Röhren des Kollektors haben augenscheinlich ihr Vakuum verloren, andere sind blind. Die Eichdauer Wärmemengenzähler, welcher die solarthermisch generierte Wärmemenge bilanziert ist seit 24 Jahren abgelaufen.

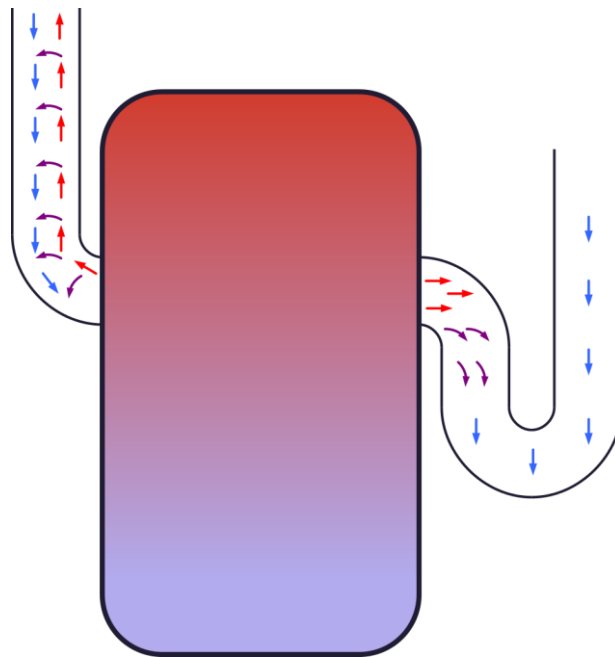


Abbildung 21: Speicherauskuhlung durch Gegenstromzirkulation (links) und Gegenmaßnahme Thermosiphon (rechts)

Zudem findet sich ein typischer Installationsfehler, der oftmals bei Heizungs- und solarthermischen Anlagen anzutreffen ist: es fehlt ein sogenannter Thermosiphon, der die Auskuhlung des Speichers durch Inrohrzirkulation unterbindet (vgl. Abbildung 21). Keiner der Speicheranschlüsse ist zunächst nach unten geführt, um das wärmere (und damit leichtere) Wasser am Austritt in die Rohre zu hindern. So tritt eine ständige Auskuhlung des Speichers ein, wenn die Rohre nicht durchströmt werden. Der Effekt kommt im Übrigen auch unabhängig von der Solarthermieanlage an allen Speichern ohne Thermosiphon vor.

In Bezug auf die sehr wahrscheinlich eingeschränkte Funktionsfähigkeit der Anlage wird die Stilllegung oder der Einbau einer neuen Anlage empfohlen. Diese Maßnahme könnte auch gut in die Anpassung des gesamten Heizungskonzeptes passen, in welchem auch die zuvor erwähnten Vorschläge umgesetzt werden könnten.

6.2 Gärtnerei

In der Gärtnerei werden Pflanzen für die städtischen Grünanlagen aufgezogen. Zwei Gärtner kümmern sich um die Abläufe in diesem Bereich. Das Gelände grenzt direkt an den Bauhof; organisatorisch ist die Gärtnerei ebenfalls dem Bauhof zugeordnet.



Abbildung 22: Gewächshaus der Gärtnerei

6.2.1 Umsätze

In der Gärtnerei tritt ein Energieverbrauch von etwa 25.000 – 40.000 kWh auf (Abbildung 23). Der Großteil des Verbrauchs wird für die Beheizung des Gewächshauses benötigt, ein kleiner Anteil entfällt auf den Stromverbrauch. Die Verbrauchsschwankungen werden durch den Einfluss der Witterung und die Auftragslage der Gärtnerei hervorgerufen.

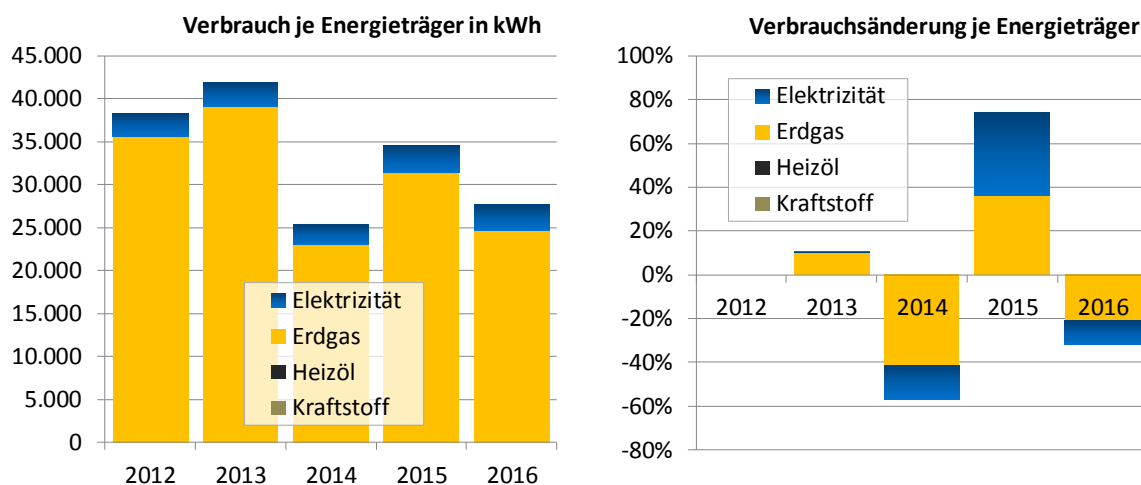


Abbildung 23: Energieverbrauch der Gärtnerei

Der Verlauf der Kosten und Emissionen ist in Abbildung 24 dargestellt. Im Jahr 2016 lagen die Ausgaben für Energie bei unter 2.000 €.

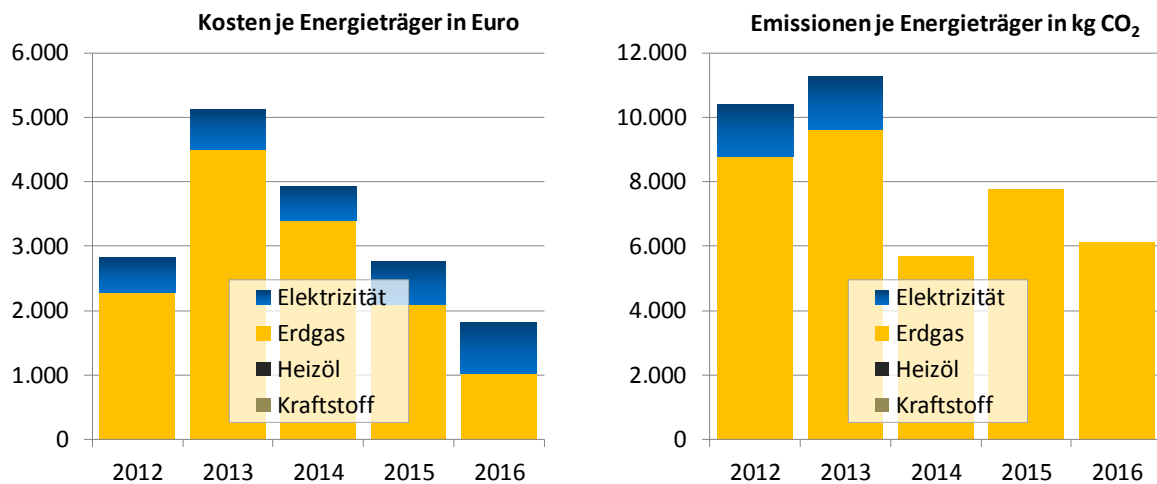


Abbildung 24: Kosten und Emissionen der Gärtnerei

Eine Gegenüberstellung der wesentlichen Energiedaten aus dem Berichtsjahr ist in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Übersicht Energiedaten Gärtnerei

Energie-träger	Verbrauch	Ver-brauchs-an-teil	Kosten	Kosten-an-teil	Emissio-nen	Emissions-an-teil
	kWh	%	Euro	%	kg CO ₂	%
Elektrizi-tät	2.913	11%	794	44%	-	0%
Erdgas	24.733	89%	1.014	56%	6.109	100%
Heizöl	-	0%	-	0%	-	0%
Kraftstoff	-	0%	-	0%	-	0%
Summe	27.646	100%	1.808	100%	6.109	100%

6.2.2 Kennzahlen

Für die Gärtnerei werden keine Energiekennzahlen erhoben.

6.2.3 Maßnahmen

In der Gärtnerei bestehen nach jetzigem Kenntnisstand nur wenige Möglichkeiten die Energieeffizienz zu steigern. Es könnte über den Einsatz hocheffizienter Heizungs-Umwälzpumpen nachgedacht werden. Aufgrund der verhältnismäßig kurzen Nutzungsdauer des Heizungssystems ist dieser Maßnahme aber nur eine geringe Priorität zuzuordnen.

6.3 Freibad

Das Gersthofer Freibad „Gerfriedswelle“ ist in der Region bekannt für den hohen Freizeitwert. Sämtliche Becken sind beheizt und zahlreiche Attraktionen – z.B. Wellenbecken und Sprungtürme - sorgen für ein tolles Vergnügen (vgl. Abbildung 25). Generell beginnt die Badesaison etwa Mitte Mai und dauert bis Mitte September - je nach Wetterlage.



Abbildung 25: Freibad Gersthofen im sommerlichen Betrieb

Die Volumina der Becken im Freibad sind in Tabelle 6 aufgelistet. Insgesamt umfassen die Becken ein Volumen von 2640 m³. Folgende Beispielrechnung zeigt, welche Energiemengen zur Temperierung benötigt werden: Zur einmaligen Aufheizung der Becken im Frühjahr um beispielsweise 15°C, ist eine Wärmemenge von 46.000 kWh – dies entspricht rund 4.300 Liter Heizöl - erforderlich. Kessel- und Auskühlverluste während der Aufheizung und über den Betriebszeitraum sind darin noch nicht abgebildet.

Tabelle 6: Beckenvolumina Freibad

Becken	Wasservolumen in m ³
Schwimmerbecken	1560
Wellenbecken	770
Rutschenbecken	45
Kinderbecken	30
Warmwasserbecken	120
Whirlpool	115
Summe:	2640

6.3.1 Umsätze

Das Freibad stellt den größten Energieverbraucher der Stadtwerke Gersthofen dar: jährlich werden rund 2 Mio. kWh umgesetzt. Besonders die Beheizung der Becken ist ein energieintensiver Prozess, der durch eine Gasheizung und ein BHKW umgesetzt wird. Mit dem BHKW

wird außerdem Strom erzeugt, der vor Ort im Bad wieder verbraucht wird und so die Strombezugskosten senkt. Der Verbrauch je Energieträger sowie die relative Änderung bezogen auf das Vorjahr sind in Abbildung 26 dargestellt. Die Änderungen des Kraftstoffverbrauchs sind hierbei aufgrund der geringen absoluten Höhe unbedeutend.

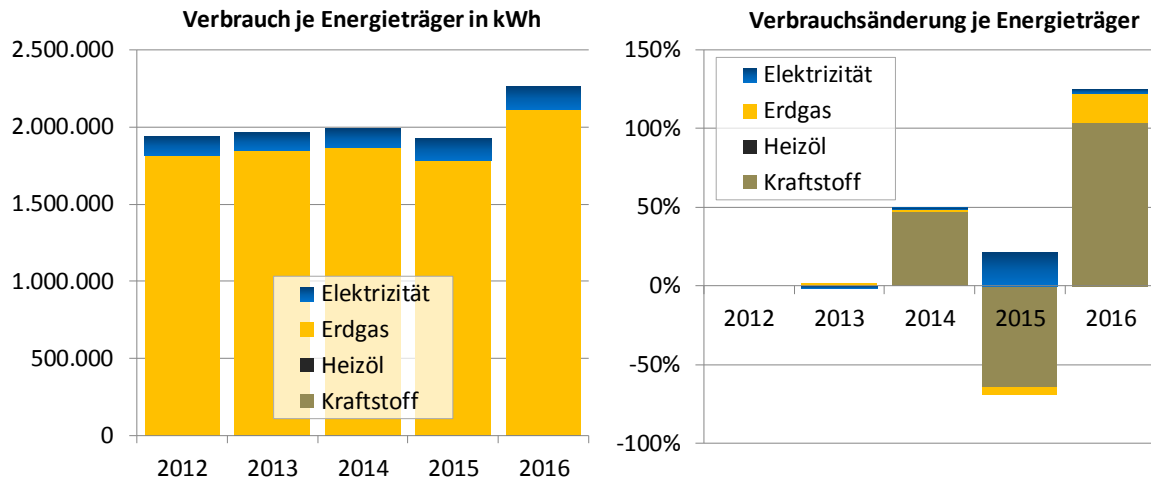


Abbildung 26: Energieverbrauch im Freibad

In den Vorjahren traten nur geringe Schwankungen im Gasverbrauch und dem externen Strombezug auf. Im Berichtsjahr wurde die Freibadsaison aber aufgrund von Sanierungsarbeiten im Hallenbad bis Anfang Oktober verlängert. Diese Verlängerung um gut zwei Wochen führte zu einer Steigerung des Gasverbrauchs um 18,5 %.

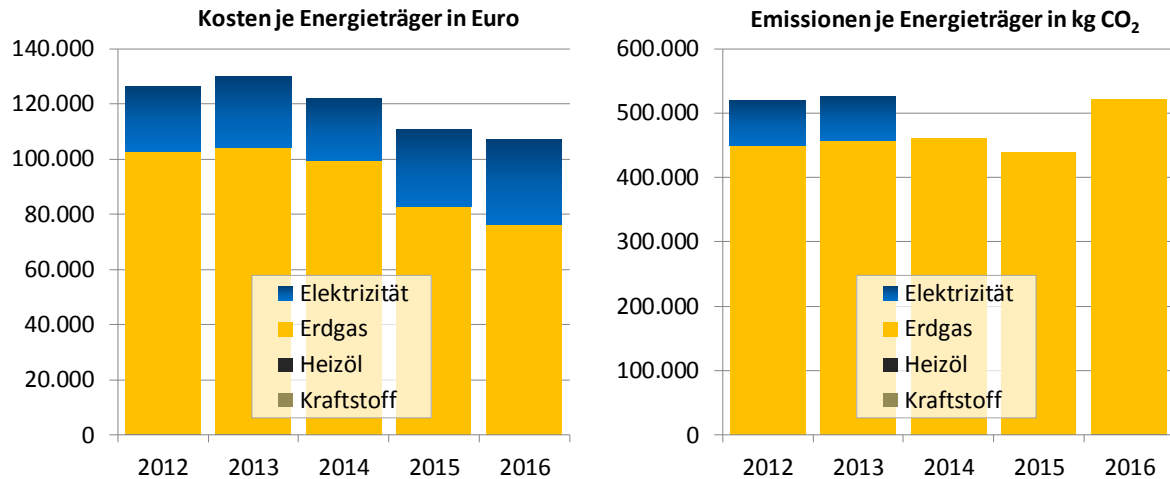


Abbildung 27: Kosten und Emissionen des Freibades

Abbildung 27 zeigt die Bezugskosten und Emissionen im Verlauf über mehrere Jahre. Demnach machen sich die in den vergangenen Jahren weltweit sinkenden Erdgaspreise auch im Freibad bemerkbar. Die Emissionen durch den Strombezug fielen 2014 durch die Umstellung auf Ökostrom weg; durch den Erdgasverbrauch wurden im Berichtsjahr höhere Emissionen festgestellt, was jedoch ausschließlich auf den gesteigerten Bezug zurückzuführen ist.

Im Mittel werden rund 38 % des Erdgases durch den Heizkessel und die restlichen 62 % durch das BHKW verbraucht. Eine genauere Analyse dieser Aufteilung ist nicht möglich, da weder

das BHKW über einen Strom- und Wärmemengenzähler verfügt, noch die Leistung der Verbraucher über einen separaten Stromzähler gesondert bilanziert werden kann.

Genauere Daten über das Berichtsjahr sind in Tabelle 7 dargestellt. Es zeigt sich hierbei, dass 93 % des Energieverbrauchs auf den Bezug von Erdgas entfallen. Der übrige Bedarf ergibt sich im Wesentlichen durch den Strombezug.

Tabelle 7: Übersicht Energiedaten Freibad

Energie-träger	Verbrauch	Ver-brauchs-an-teil	Kosten	Kosten-an-teil	Emissio-nen	Emissions-an-teil
	kWh	%	Euro	%	kg CO2	%
Elektrizi-tät	150.886	7%	30.575	29%	-	0%
Erdgas	2.109.534	93%	76.456	71%	521.055	100%
Heizöl	-	0%	-	0%	-	0%
Kraftstoff	699	0%	80	0%	186	0%
Summe	2.261.119	100%	107.111	100%	521.240	100%

6.3.2 Kennzahlen

Der größte Einflussfaktor auf den Energieeinsatz im Freibad ist generell die Witterung. Dies wird an mehreren Stellen deutlich: Erstens erfolgt die Beheizung der Becken auf eine konstante Wassertemperatur – der Energieeinsatz für Heizwecke hängt somit zum Großteil vom Verlauf der Lufttemperatur ab, denn die Temperaturdifferenz zwischen Beckenwasser und Luft bestimmt die Höhe der Auskühlverluste. Zweitens hängt auch die Anzahl der Badegäste (und der damit verbundene Verbrauch, z.B. für den Betrieb der Attraktionen) von der Witterung ab, da deren Motivation das Bad zu besuchen naheliegender Weise auch vom Wetter abhängig ist.

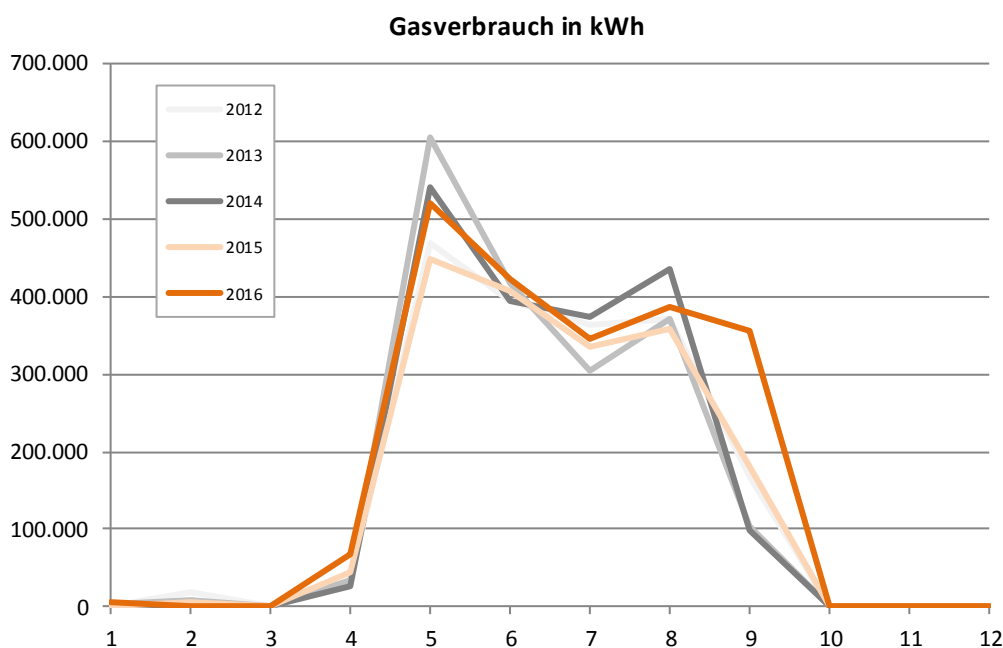


Abbildung 28: Monatlicher Gasverbrauch im Freibad

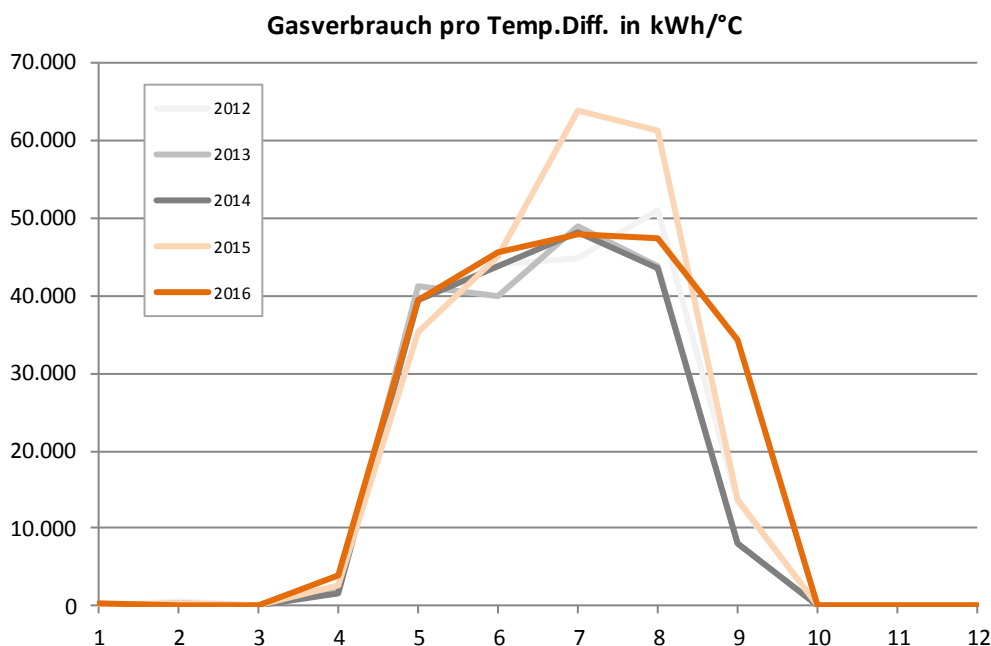
Die bis Anfang Oktober 2016 verlängerte Öffnungszeit des Bades ist im Vergleich zu den Vorjahreswerten durch den erhöhten Verbrauchswert im September erkennbar (Abbildung 28).

Allgemein zeigt sich, dass im Verlauf des Sommers regelmäßig weniger Gas verbraucht wird. Dies liegt an der kontinuierlichen Erwärmung der Luft und des Erdreiches durch die Sonne, so dass weniger zugeheizt werden muss. Im September ist das Bad dann in der Regel nur noch wenige Tage geöffnet, weshalb der absolute Verbrauch deutlich zurückgeht.

Für eine Bewertung des absoluten Verbrauchs wurde daher eine Kennzahl eingeführt. Diese berücksichtigt die Temperaturabhängigkeit des Gasverbrauchs und wird ähnlich wie die sogenannte Gradtagzahl berechnet:

$$Q_{ges} = \sum_{d=0}^n \frac{Q_{Gas,d}}{26^{\circ}\text{C} - T_{Luft,d}}$$

Der Gesamtgasverbrauch Q_{ges} in einer Periode von n Tagen berechnet sich demnach als Summe der täglichen Verbräuche, dividiert durch die Temperaturdifferenz von mittlerer Beckentemperatur (26°C) und Lufttemperatur. Mit dieser Kennzahl kann der spezifische Energieeinsatz errechnet werden, der wiederum ein Maß für Effizienz ist. Ein geringerer Wert steht dabei für höhere Effizienz.

**Abbildung 29:** Temperaturbezogener Gasverbrauch im Freibad

In der Darstellung der Werte über die vergangenen Jahre (Abbildung 29) fällt auf, dass der spezifische Energieeinsatz im Verlauf des Sommers ansteigt – im Gegensatz zum absoluten Verbrauch, der tendenziell sinkt (Abbildung 28). Dies kann folgendermaßen interpretiert werden: die Becken werden auf konstanter Temperatur gehalten und das umliegende Erdreich sowie die Luft werden im Sommer immer wärmer. Hierdurch sinken die Wärmeverluste der Becken stetig. Demgegenüber wird das BHKW zeitlich gesteuert betrieben, so dass letztlich

dem sinkenden Bedarf und den sinkenden Verlusten eine konstante Erzeugung gegenübersteht.

Unterstreichen lässt sich diese Interpretation besonders durch die Werte vom Juli/August 2015, als die Temperaturen über lange Zeit sehr hoch waren. So lief das BHKW trotz der hohen Temperaturen längere Zeit, wobei dann zwar der erzeugte Strom im Freibad genutzt, aber die Abwärme des Aggregates nicht mehr in vollem Umfang benötigt wurde und dadurch die Gesamteffizienz deutlich absank.

6.3.3 Maßnahmen

Im Freibad bestehen Möglichkeiten die Energieeffizienz zu steigern und Abläufe zu verbessern:

Nutzung Solarenergie

Die sommerliche Nutzung des Bades fällt genau in den Zeitraum, in dem das solare Angebot am größten ist. Es ist daher naheliegend eine solare Versorgung des Bades zu prüfen. Sowohl Photovoltaik- als auch Solarthermiesysteme werden einen Beitrag zur umweltschonenden Energieversorgung leisten können. Gerade in einem Freibad können solarthermische Anlagen ihre Vorteile voll ausspielen: Die großen Beckenvolumina fungieren als Pufferspeicher und das verhältnismäßig niedrige Temperaturniveau des Beckenwassers lässt sehr hohe Wirkungsgrade bei der Energieumwandlung zu, so dass ein effizientes Gesamtsystem entsteht.

Beckenabdeckung

Eine weitere Maßnahme um den Bedarf des größten Verbrauchers zu senken, ist die Installation von Beckenabdeckungen. Denn durch die Beheizung der Becken entstehen Verluste ins Erdreich und die Umgebung. Im Gegensatz zu der ins Erdreich abfließenden Energie, sind die Verluste an die Umgebung nachträglich beeinflussbar. So wird eine Abdeckung der Becken außerhalb der Betriebszeiten Strahlungs- und Konvektionsverluste sowie die signifikanten Transpirationsverluste (Verdunstung) verringern. In anderen Freibädern wurde hierdurch eine Reduktion des Wärmebedarfs der Becken von 30 % erreicht. Die Investitionskosten lägen in Gersthofen bei rund 60.000 € netto zuzüglich der An- und Einbindung der Abdeckungsanlage in das Bad.

Ausbau der Messtechnik

Im Freibad sind mehrere Zähler verbaut. Die Hauptzähler für Strom und Gas sind geeicht. Ein nicht geeichter Unterzähler existiert für die Gasheizung. Bei zwei Wärmemengenzählern (Heizung und BHKW) ist die Eichdauer seit 20 Jahren abgelaufen; einer der Zähler nimmt noch Werte auf, beim anderen ist die Batterie leer.

Aufgrund dieser Ausstattung ist es schwierig Bilanzkreise akkurat zu ziehen und die Energieströme den Erzeugern und Verbrauchern zuzuordnen. Daher ist der Einbau neuer und zusätzlicher Zähler empfehlenswert. Die Umrüstung auf digitale Messinstrumente und Datenlogger ist in diesem Zuge zu überlegen, um die Daten zeitnah, genauer und komfortabler zu akquirieren.

Ausbau der Steuerungstechnik

Wie die Auswertung der Energiekennzahl gezeigt hat, könnte durch eine intelligente Steuerung des BHKWs der Energieeinsatz besser dosiert werden, beispielsweise durch eine temperaturabhängige Regelung. In dem Zusammenhang wurde von den Bademeistern auch der Einbau einer Zeitschaltuhr vorgeschlagen, um allein durch geregelte Betriebszeiten des BHKWs Energie zu sparen.

Nutzungsabhängige Beckenumwälzung

Über die Messung des Chlorgehaltes kann die Verschmutzung des Badewassers ermittelt werden. Die Umrüstung der Umwälzung auf drehzahlgeregelte Pumpen birgt somit ein größeres Einsparpotenzial, da in Abhängigkeit der Besucheranzahl das Wasser mehr oder weniger schnell umgewälzt und gefiltert wird. Beispielsweise an Schlechtwettertagen würde ein solches System die Effizienz der Umwälzung deutlich erhöhen.

Individuelle Netzentgelte

Aufgrund der internen Stromerzeugung durch das BHKW fällt die Lastspitze tagsüber erheblich geringer aus als in den Nebenzeiten. Es wurde daher geprüft, ob für das Freibad ein individuelles Netzentgelt nach §19 StromNEV Abs. 2 in Anspruch genommen werden kann. Dies ist nach Rücksprache mit dem Netzbetreiber der Fall. Die Stadtwerke haben nun eine Wahlmöglichkeit: Beantragung eines verringerten Netzentgeltes für Verbraucher < 2.500 Volllaststunden (jährliche Einsparung 260 €, kein Risiko) oder für Verbraucher > 2.500 Volllaststunden (jährliche Einsparung 6.900 €, Risiko 17.400 €). Das Risiko errechnet sich aus zwei Komponenten: erstens dem möglichen Ausfall des BHKWs im Mai eines Jahres bei regulärem Badebetrieb und zweitens anhand der Struktur des Netzentgeltes, welche einen Arbeits- und einen Leistungsanteil beinhaltet. Für Verbraucher mit > 2.500 Volllaststunden ist der Leistungsanteil deutlich größer, was bei einem Ausfall des BHKWs kostenmäßig massiv zum Tragen käme. Die erste Option mit sehr geringer Einsparung ist im Vergleich mit dem Aufwand uninteressant. Die zweite Option ist aufgrund des Alters des BHKWs und der damit verbundenen Ausfallwahrscheinlichkeit nicht zu vertreten. Daher wurde entschieden kein individuelles Netzentgelt zu beantragen. Über einen Umbau/Austausch der Technik wäre das Risiko von 17.000 € eher zu tragen, um die Einsparung durch ein individuelles Netzentgelt in Höhe von 6.900 €/Jahr zu verwirklichen.

Konventionelle Erzeugung

Es ist zu prüfen ob sich ein Austausch des BHKWs wirtschaftlich darstellen lässt. Ein neues BHKW könnte beispielsweise aus zwei kleineren Aggregaten bestehen, um erweiterte Möglichkeiten für einen Teillastbetrieb zu schaffen. Zudem würden hierdurch Wartungen vereinfacht und die Ausfallsicherheit erhöht. Eine Förderung über das KWKG-Gesetz ist bei neuen Anlagen ebenfalls denkbar.

6.4 Friedhof

Der hoheitliche Betrieb des Friedhofs ist bei den Stadtwerken Gersthofen angesiedelt. Ein eigener wirtschaftlich geführter Bestattungsdienst übernimmt auf Wunsch die komplette Abwicklung eines Sterbefalls. Außerdem wird die Grünpflege der Anlage vom Friedhofspersonal übernommen. Ein Luftbild des Friedhofgeländes zeigt Abbildung 30.



Abbildung 30: Friedhof Gersthofen (Quelle: Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz)

6.4.1 Umsätze

Der Friedhof weist einen sehr geringen Anteil an der Gesamtverbrauchsmenge der Stadtwerke und einen ebenso geringen Kostenanteil auf. Es ist festzustellen, dass der Verbrauch von Gas 2016 um knapp 40% gestiegen ist (Abbildung 31). Ein Grund hierfür könnte der im Winter 2016/2017 festgestellte Defekt der Heizung sein, die daraufhin ausgetauscht wurde. Der Kraftstoffverbrauch bewegt sich auf recht konstantem Niveau. Elektrizität wird für betriebliche Vorgänge auf dem Friedhofsgelände und dem Büro benötigt; die Veränderungen im Stromverbrauch sind aufgrund der geringen absoluten Höhe unbedeutend.

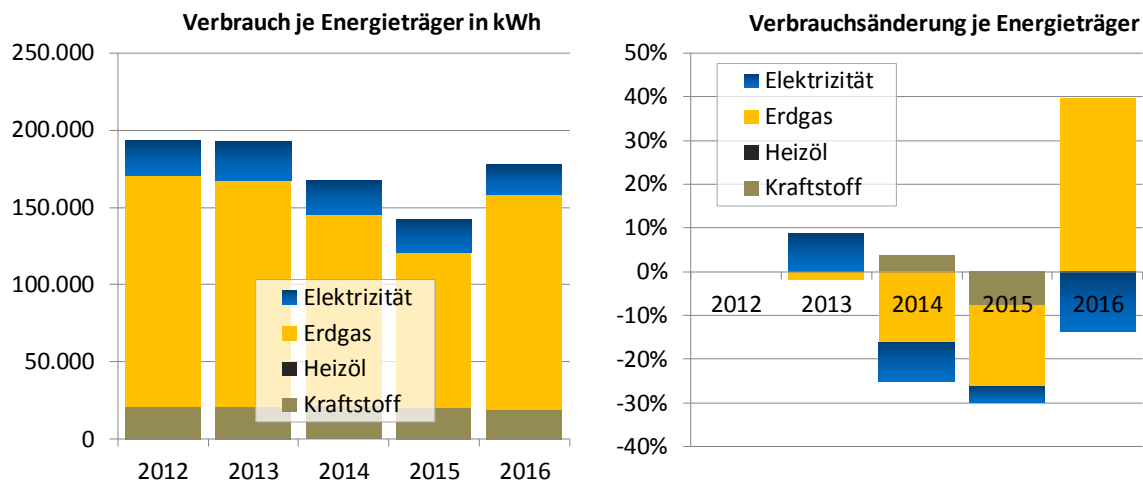


Abbildung 31: Energieverbrauch des Friedhofs

Die Kosten für Gas sind durch günstigere Einkaufspreise gesunken und betragen im Berichtsjahr rund 5.300 € (Abbildung 32).

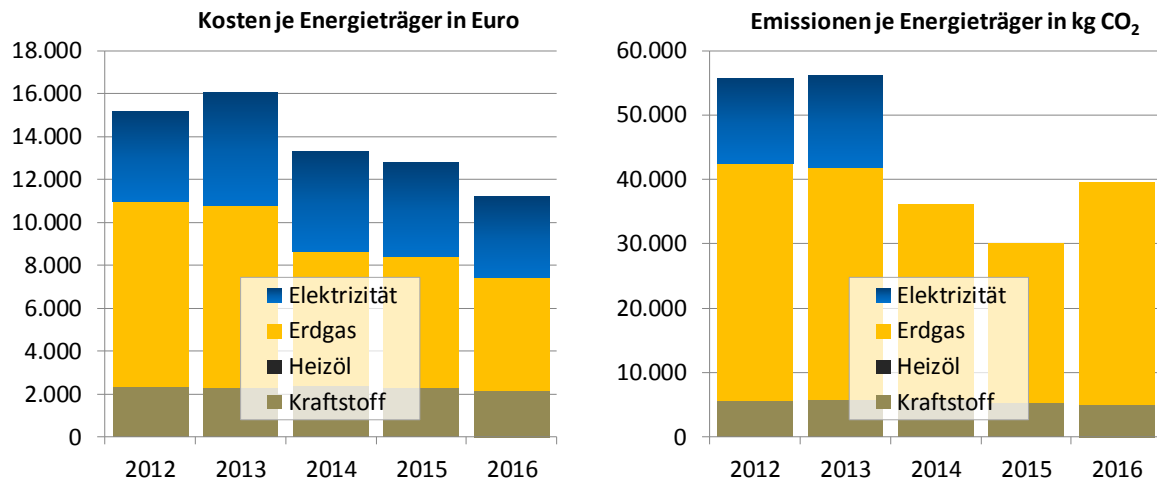


Abbildung 32: Kosten und Emissionen des Friedhofs

Die Übersicht zum aktuellen Berichtsjahr ist in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Übersicht Energiedaten Friedhof

Energie-träger	Verbrauch	Ver-bruchs-an-teil	Kosten	Kosten-an-teil	Emissio-nen	Emissions-anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO ₂	%
Elektrizi-tät	18.776	11%	3.815	34%	-	0%
Erdgas	140.106	79%	5.282	47%	34.606	87%
Heizöl	-	0%	-	0%	-	0%
Kraftstoff	18.671	11%	2.114	19%	4.959	13%
Summe	177.553	100%	11.211	100%	39.565	100%

6.4.2 Kennzahlen

Für den Friedhof Gersthofen wurde als Energiekennzahl der spezifische Erdgasverbrauch pro beheizter Gebäudefläche definiert.

Das Friedhofsgebäude weist eine beheizte Fläche von 771 m² auf. Mit dem absoluten Erdgasverbrauch ergibt sich ein flächenspezifischer Verbrauch von 182 kWh/m² für das Berichtsjahr.

6.4.3 Maßnahmen

Im Friedhof bestehen Möglichkeiten die Energieeffizienz zu steigern und Abläufe zu verbessern:

Heizungsanlage

Für die Heizungstechnik sollte der Einsatz energiesparender Umwälzpumpen geprüft werden.

Strahlungsheizung Aussegnungshalle

In der Aussegnungshalle finden zeitweise Trauerfeiern statt. Die Beheizung der recht hohen Halle erfolgt über Warmluftgebläse vom Boden aus. Aufgrund der unregelmäßig stattfindenden Feiern muss stets ein längerer Aufheizvorgang eingeplant werden, demgegenüber ist jedoch die eigentliche Nutzungsdauer recht kurz. Für diesen Einsatzzweck würden sich (elektrisch betriebene) Flächenheizungen anbieten, die schnell ein und aus geschaltet werden können und sofort eine angenehme Strahlungswärme zur Verfügung stellen.

Zudem führt auch die unregelmäßige Nutzung der Aussegnungshalle dazu, dass der Heizungskessel für die übrigen Zeitpunkte zu groß dimensioniert ist. Das hierdurch unvermeidbare Takten führt zu geringerer Effizienz und höheren Emissionen.

6.5 Hallenbad

Das Hallenbad in Gersthofen liegt sehr zentral. Schulen, Vereine und Familien suchen das Bad im Winter und in der Übergangszeit gerne auf (siehe Abbildung 33). Im Sommer bleibt das Bad geschlossen, da das Freibad in dieser Zeit ebenfalls beheizte Becken anbietet.



Abbildung 33: Innenansicht Hallenbad Gersthofen

Insgesamt verfügt das Bad über zwei Becken: ein Schwimmer- und ein Nichtschwimmerbecken. Das Beckenvolumen beträgt in Summe 850 m³ (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: Beckenvolumina Hallenbad

Becken	Wasservolumen in m ³
Schwimmerbecken	750
Nichtschwimmerbecken	100
Summe	850

6.5.1 Umsätze

Mit einem mittleren Energiebedarf von über 1,5 Mio. kWh pro Jahr ist das Hallenbad der zweitgrößte Energieverbraucher der Stadtwerke. Rund ¼ des Endenergiebedarfs entfallen auf Gas und Heizöl für Heizzwecke, der übrige Strombedarf wird im Wesentlichen für den Antrieb verschiedener Aggregate und für Beleuchtungszwecke benötigt. Die jährlichen Verbrauchsänderungen für Gas sind in normalen Jahren moderat – in 2016 wurde jedoch bedingt durch den späteren Öffnungstermin Anfang November deutlich weniger Gas benötigt (vgl. Abbildung 34). Änderungen im Heizölverbrauch werden in der Abbildung nicht dargestellt, da nicht jedes Jahr getankt wird und sich ansonsten jeweils Änderungen von +/- 100% ergeben würden.

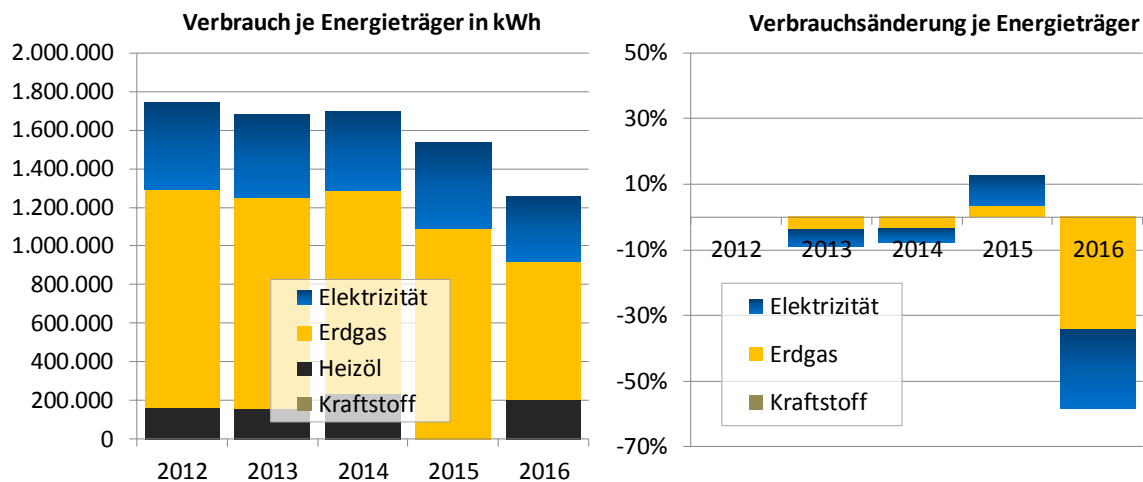


Abbildung 34: Energieverbrauch Hallenbad

Durch die deutlich verkürzte Hallenbadsaison und den niedrigen Gaspreis sanken sowohl Kosten und Emissionen (Abbildung 35). Im Vergleich zum Vorjahr konnten hierdurch 30 % der Energiekosten, rund 37.000 €, eingespart werden.

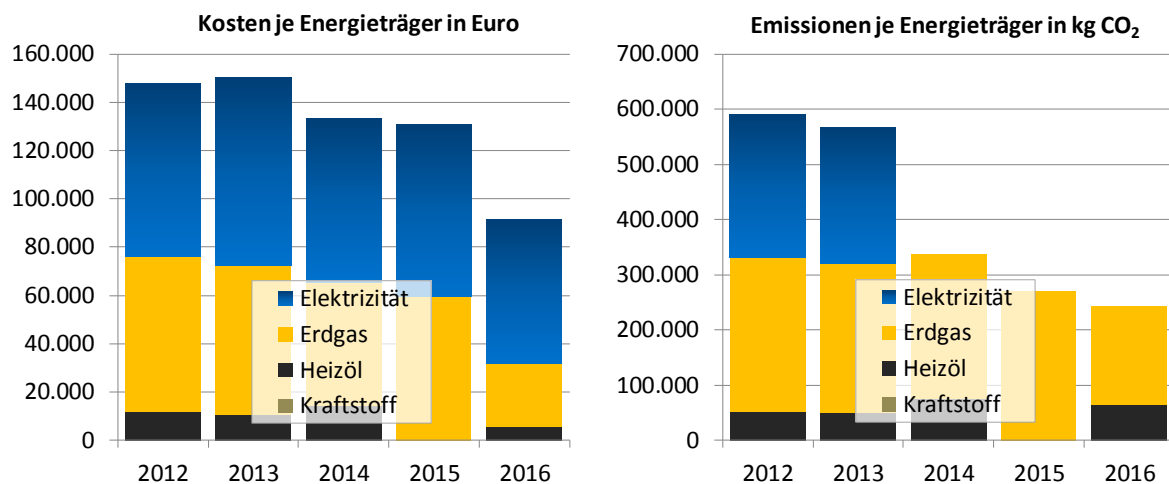


Abbildung 35: Kosten und Emissionen des Hallenbades

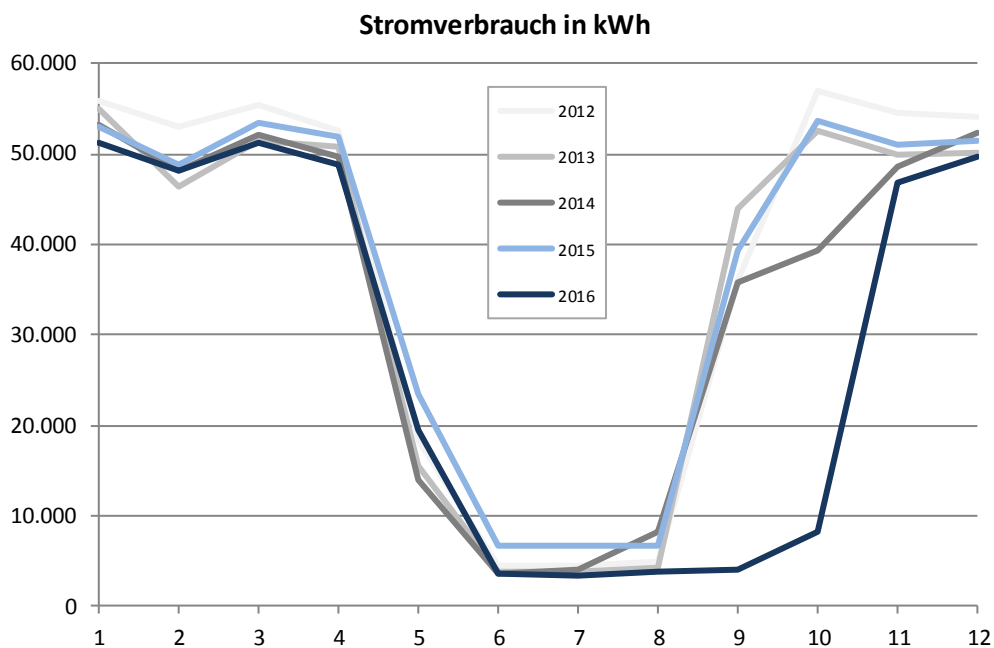
Das Bad verfügt über keine Eigenerzeugungsanlage und bezieht jegliche Energie von außen. Eine Übersicht der Energiedaten ist in Tabelle 10 gezeigt. Zu beachten ist, dass Heizöl in unbekannter Höhe verbraucht wurde. Aufgrund der Tatsache, dass kein Heizölzähler vorhanden ist, kann der Verbrauch nicht präzise ermittelt werden. Im Berichtsjahr wurde nachgetankt.

Tabelle 10: Übersicht Energiedaten Hallenbad

Energie-träger	Verbrauch	Ver- brauchs-an- teil	Kosten	Kosten-an- teil	Emissio- nen	Emissions- anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO2	%
Elektrizi- tät	338.466	27%	59.659	65%	-	0%
Erdgas	718.090	57%	26.187	29%	177.368	73%
Heizöl	202.809	16%	5.623	6%	64.696	27%
Kraftstoff	-	0%	-	0%	-	0%
Summe	1.259.365	100%	91.469	100%	242.064	100%

6.5.2 Kennzahlen

Für eine Übersicht der Verbrauchsdaten sind in Abbildung 36 die monatlichen Strombezüge aufgetragen. Während den Betriebsmonaten zeigt sich ein recht konstanter Umsatz. Abweichungen stellen sich lediglich im Sommer und den Übergangsmonaten, in denen das Bad nur teilweise geöffnet hat, ein. Auch ein im Mittel geringerer Verbrauch im Februar kann durch die geringere Anzahl an Kalendertagen erklärt werden. Somit hängt der Stromverbrauch im Wesentlichen von den Öffnungszeiten des Bades ab.

**Abbildung 36:** Monatlicher Stromverbrauch Hallenbad

Als wesentlicher Einflussfaktor auf den Gesamtenergiebedarf ist vorrangig die Außentemperatur anzusehen. Wie im Freibad gilt auch im Hallenbad, dass der Energieverbrauch überwiegend durch die Witterung bestimmt wird, was auch etwa dem Verlauf in Abbildung 37 ent-

spricht. Der Verbrauch im Dezember fällt geringer aus als erwartet, da das Bad über die Weihnachtsfeiertage und Silvester geschlossen bleibt. Seit der Vertragsumstellung im Oktober 2015 liegen außerdem keine monatlichen Verbrauchswerte mehr vor.

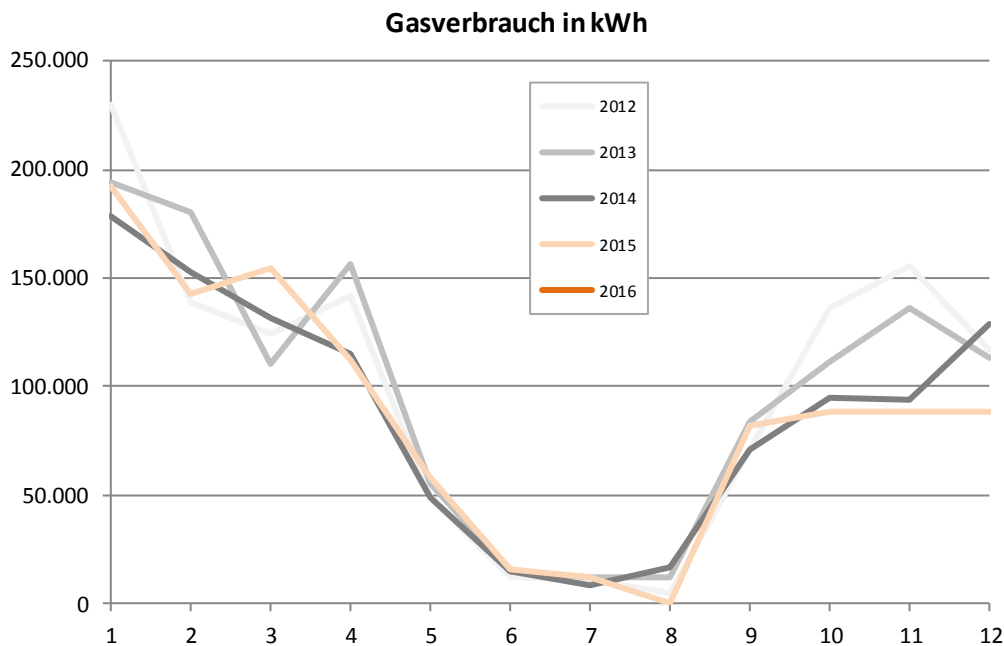


Abbildung 37: Monatlicher Gasverbrauch Hallenbad

Für die Weiterentwicklung der monatlichen Kennzahlen könnten die Parameter Grundlast, Betriebstage und die Differenz zur Außentemperatur mit einbezogen werden.

6.5.3 Maßnahmen

Im Hallenbad bestehen Möglichkeiten die Energieeffizienz zu steigern und Abläufe zu verbessern:

Blockheizkraftwerk

Wie auch das Freibad benötigt das Hallenbad gleichzeitig Elektrizität und Wärme. Die Installation eines Blockheizkraftwerkes, z.B. mit einer elektrischen Leistung von 50 kW, würde sich daher aus technischer Sicht eignen, um die bekannten Synergien der Kraft-Wärme-Kopplung zu nutzen. Nach ersten Berechnungen ist die Wirtschaftlichkeit für ein solches System in jedem Fall gegeben: bei angenommenen Investitionskosten in Höhe von 100.000 € und einer Abschreibungsdauer von 10 Jahre würde die netto-Einsparung bei über 20.000 € pro Jahr liegen.

Nutzung Solarenergie

Solare Systeme würden sich zur partiellen Versorgung des Bades eignen. Im Sommer kann der Stromüberschuss einer Photovoltaik-Anlage ins Netz eingespeist werden. Hierfür wird nach wie vor die EEG-Vergütung vom Netzbetreiber erstattet.

Beckenabdeckung

Mit dem Einbau von Beckenabdeckungen werden Auskühlverluste und die Verdunstung drastisch reduziert. Es existieren Systeme, bei denen die Folie unter Wasser aufgerollt angebracht wird und bei Betriebsschluss automatisch an die Wasseroberfläche schwimmt. Auf diese Weise würde keine zusätzliche Fläche für die Abdeckung am Beckenrand benötigt werden.

Nutzungsabhängige Beckenumwälzung

Wie auch im Freibad sollte im Hallenbad eine nutzungsabhängige Beckenumwälzung installiert werden. Dabei wird die Leistung der Umwälzung in Abhängigkeit der Besucheranzahl geregelt. Hersteller versprechen Effizienzgewinne in Höhe von 30 %.

Ausbau der Mess- und Steuerungstechnik

Durch intelligentes Energiemonitoring ließen sich weitere Einsparpotenziale aufdecken. Hierzu müsste eine zentrale Leittechnik mit Sensoren und Datenloggern aufgebaut werden. Es wäre denkbar zum Beispiel durch Anpassung der Betriebszeiten von Pumpen, Lüftungen etc. Einsparungen zu erzielen, ohne den Betrieb zu beeinflussen.

In diesem Zusammenhang könnte auch die bestehende Heizungssteuerung ersetzt werden, die aufgrund von Alter und Verschleiß keine, oder nur mehr umständliche Eingaben zulässt.

6.6 Wasserwerk

Durch das Wasserwerk werden die Stadt Gersthofen und angrenzende Gemeinden mit Trinkwasser versorgt. Über zwei Tiefenbrunnen wird das Wasser gefördert, anschließend aufbereitet und gefiltert und dann in den Speicherbehälter eingebracht. Eine Drucksteigerungsanlage entnimmt wiederum dem Speicher das Wasser und pumpt es in das Leitungsnetz.



Abbildung 38: Drucksteigerungsanlage im Wasserwerk Gersthofen

6.6.1 Umsätze

Das Wasserwerk verursacht einen näherungsweise konstanten Jahresenergieverbrauch in Höhe von rund 900.000 kWh (Abbildung 39). Ein Großteil hiervon entfällt auf den Stromverbrauch, der von Pumpen und Aggregaten hervorgerufen wird. Jährliche Schwankungen ergeben sich für Strom in Abhängigkeit des Wasserabsatzes (siehe auch Abschnitt 6.6.2) und für Gas in Abhängigkeit der Außentemperatur, da das Gas nur für Heizzwecke eingesetzt wird. Der Kraftstoffumsatz hängt von der Anzahl und Distanz betrieblicher Fahrten ab und beträgt rund 33.000 kWh

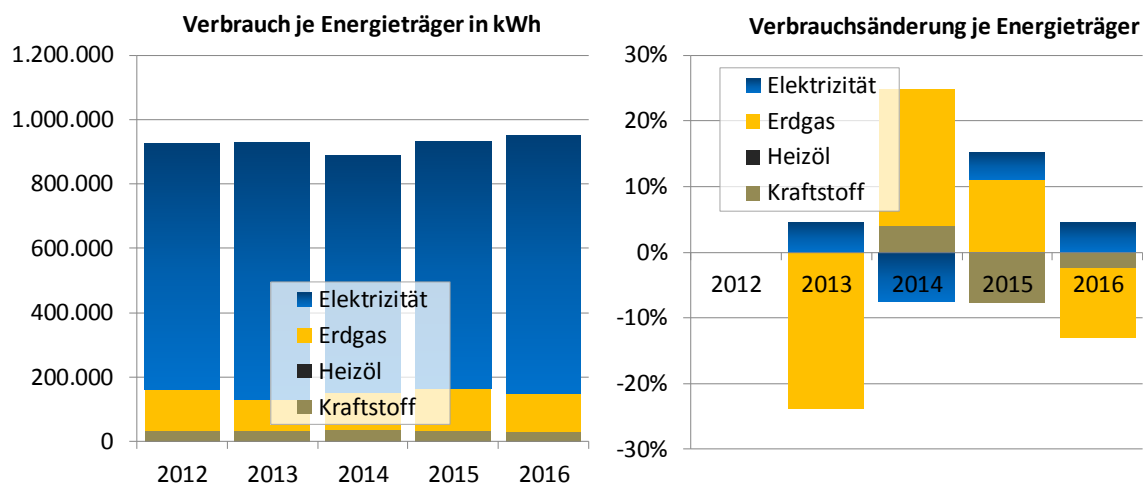


Abbildung 39: Energieverbrauch des Wasserwerks

Bezüglich der Kosten ergibt sich ein ähnliches Bild. Der größte Anteil entfällt demnach auf den Strombezug (Abbildung 40).

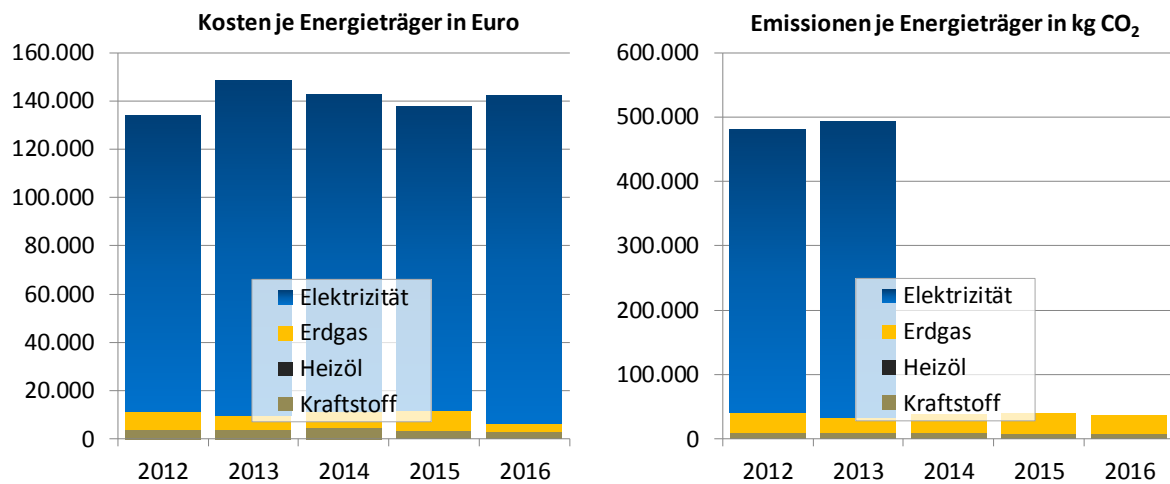


Abbildung 40: Kosten und Emissionen des Wasserwerks

Die Gesamtübersicht in Tabelle 11 zeigt, dass im Berichtsjahr Energiekosten in Höhe von rund 142.000 € auftraten. Mit einem Kostenanteil von 95 % dominiert der Stromverbrauch deutlich.

Tabelle 11: Übersicht Energiedaten Wasserwerk

Energie-träger	Verbrauch	Ver- brauchs-an- teil	Kosten	Kosten-an- teil	Emissio- nen	Emissions- anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO ₂	%
Elektrizi- tät	804.768	84%	135.621	95%	-	0%
Erdgas	115.702	12%	3.576	3%	28.578	77%
Heizöl	-	0%	-	0%	-	0%
Kraftstoff	32.286	3%	2.975	2%	8.575	23%
Summe	952.756	100%	142.172	100%	37.153	100%

6.6.2 Kennzahlen

Wesentlicher Einflussfaktor auf den Energieverbrauch des Wasserwerks ist die Förderung. Je mehr Wasser die Verbraucher abnehmen, desto höher ist der Energiebedarf für Brunnenentnahme, Aufbereitung und Verteilung des Wassers. Aus diesem Grund wird eine Energiekennzahl gebildet, die den Stromverbrauch ins Verhältnis zum Wasserverbrauch setzt:

$$k_{WW,Strom} = \frac{Q_{el}}{V_{Wasser}}$$

Die Ergebnisse für die vergangenen Jahre sind in Abbildung 41 dargestellt. Demnach liegt der volumenspezifische Elektrizitätsverbrauch bei 624 Wh pro Kubikmeter und Jahr. Der Wert der

Kennzahl sank in den vergangenen Jahren und hat sich ab 2014 bei rund 620 Wh/m³ eingependelt. Im EnMS wird diese Kennzahl außerdem monatlich erfasst.

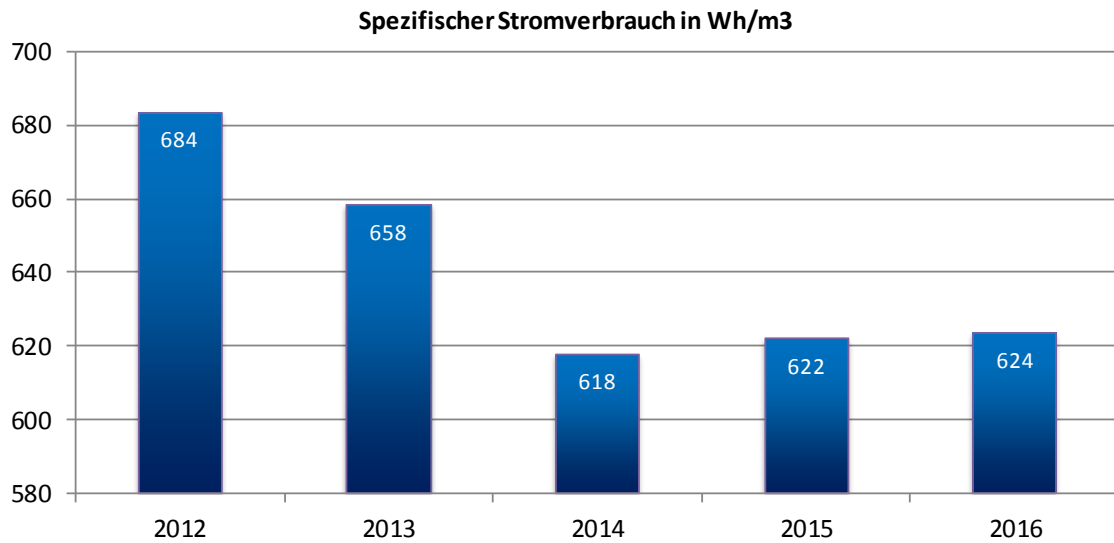


Abbildung 41: Spezifischer Stromverbrauch des Wasserwerks

6.6.3 Maßnahmen

Im Wasserwerk bestehen Möglichkeiten die Energieeffizienz zu steigern und Abläufe zu verbessern:

Photovoltaik-Anlage

Durch den Bau einer Photovoltaikanlage besteht das Potential zur Substitution eines erheblichen Anteils des Bezugsstroms durch erneuerbare Energien. Der Erzeugungsgang einer PV-Anlage lässt sich sehr gut mit dem Lastverlauf des Wasserwerks kombinieren, so dass von einer hohen Eigenverbrauchsquote ausgegangen werden kann.

Mit entsprechendem Lastmanagement kann - unter Einhaltung der für die Wasserversorgung relevanten Anforderungen – eine weitere Steigerung des Eigenverbrauchs erzielt werden. Beispielsweise könnte die Fahrweise der Brunnenpumpen zum Teil nach der Verfügbarkeit des solaren Angebots ausgerichtet werden.

Effiziente Anlagentechnik

Die Anlagentechnik stammt aus den 1970er Jahren; demnach ist ein erhebliches Einsparpotenzial durch hocheffiziente Pumpentechnik vorhanden. Um dieses Potenzial genauer zu untersuchen, wurde 2015 eine geförderte Studie in Auftrag gegeben, deren Ergebnisse Mitte 2016 vorgelegt wurden. Darin sind potenzielle Maßnahmen ausführlich dargestellt. kann in mehreren Bereichen eine Effizienzsteigerung um rund 30% erwartet werden, wenn die Prozesse im Wasserwerk auf den neuesten Stand der Technik gebracht werden. Detaillierte Ergebnisse sind der Studie „Klimaschutzteilkonzept Klimafreundliche Trinkwasserversorgung für die Stadt Gersthofen“ zu entnehmen.

6.7 Wasserwerk Stationen

Das Wasserwerk unterhält mehrere Außenstationen. Dies sind unter anderem Förderungs- und Aufbereitungsanlagen sowie Drucksteigerungssysteme oder reine Messeinrichtungen. Hierdurch wird die Versorgung umliegender Gemeinden sichergestellt.

6.7.1 Umsätze

In den Außenstationen wird ausschließlich elektrische Energie eingesetzt (vgl. Abbildung 42). Unter den Verbrauchern sind auch mehrere Speicherheizungen, weshalb sich Witterung und Wasserförderung auf den Gesamtverbrauch auswirken und entsprechende Schwankungen hervorrufen. Insgesamt werden jährlich etwa zwischen 40.000 kWh und 65.000 kWh umgesetzt.

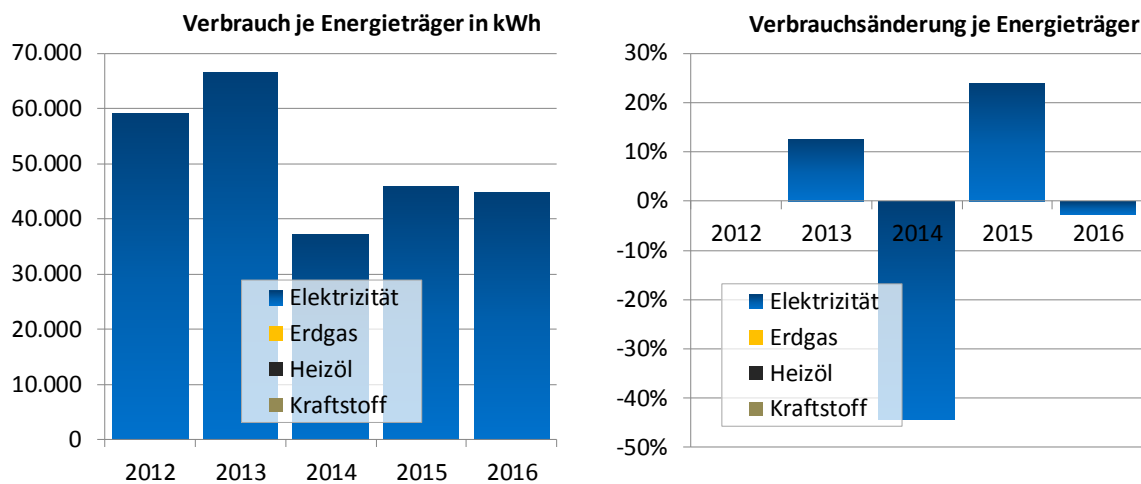


Abbildung 42: Energieverbrauch der Wasserwerk-Stationen

In den vergangenen Jahren bewegten sich die Ausgaben für den Energiebezug auf einem Niveau von rund 9.000 € pro Jahr (Abbildung 43). Die Emissionen liegen durch den Öko-Stromtarif bei null.

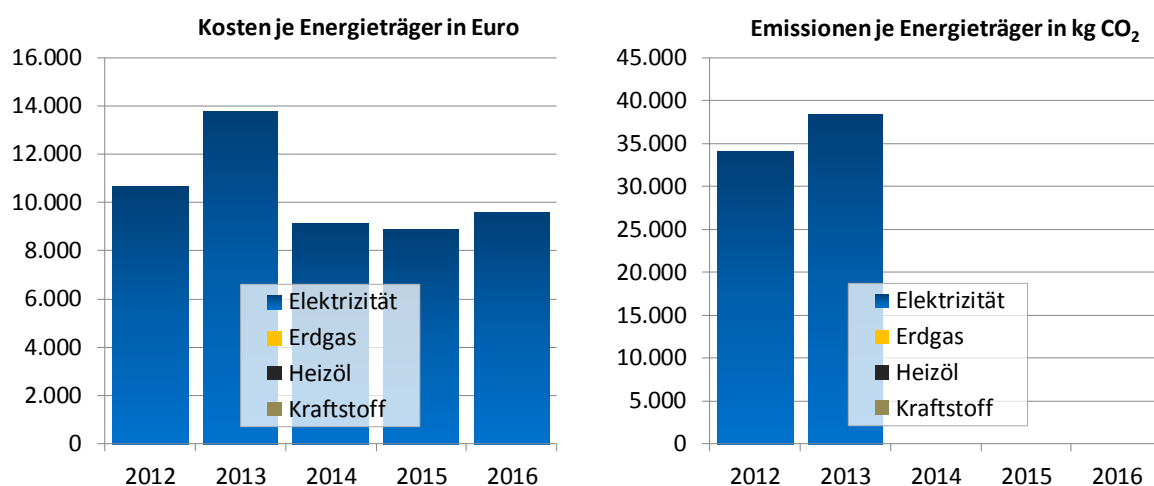


Abbildung 43: Kosten und Emissionen der Wasserwerk-Stationen

Die allgemeine Verbrauchsdatenübersicht des Berichtsjahres ist in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Übersicht Energiedaten Wasserwerk-Stationen

Energie-träger	Verbrauch	Ver- brauchs-an- teil	Kosten	Kosten-an- teil	Emissio- nen	Emissions- anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO2	%
Elektrizi- tät	44.774	100%	9.619	100%	-	-
Erdgas	-	0%	-	0%	-	-
Heizöl	-	0%	-	0%	-	-
Kraftstoff	-	0%	-	0%	-	-
Summe	44.774	100%	9.619	100%	-	-

6.7.2 Kennzahlen

Für die Außenstationen des Wasserwerks werden keine Energiekennzahlen erhoben.

6.7.3 Maßnahmen

In den Wasserwerk Außenstationen bestehen Möglichkeiten die Energieeffizienz zu steigern und Abläufe zu verbessern. Für Details wird an dieser Stelle auf die Ergebnisse des Klimaschutzteilkonzeptes verwiesen.

7 Messstellen

Im Energiemanagement werden sämtliche Energiedaten über Zähler erfasst. Um die Zuordnung strukturiert verwalten zu können, pflegen die Stadtwerke Gersthofen ein Register der installierten Zähler. Hierdurch ist eine eindeutige Zuordnung von Verbrauchswerten je Messstelle und Energieträger sowie Rechnungen und Kosten möglich.

7.1 Neue Energiezähler

Im Jahr 2016 wurde bei den Stadtwerken ein neuer Zähler fest installiert. Es handelt sich hierbei um einen Gaszähler, der in die Zuleitung des BHKWs im Freibad eingebaut wurde. Bislang konnte der Verbrauch des BHKWs nur aus der Differenzenbildung von Gesamtverbrauch und Verbrauch der Gasheizung erfasst werden. Der neue Zähler erlaubt nun eine zeitlich deutlich genauere Erfassung des BHKW-Gas-Verbrauches, mit welchem die Effizienz des BHKWs beurteilt werden kann.



Abbildung 44: Neuer Wärmemengenzähler für die Fahrzeughalle im Bauhof

Außerdem wurden für das Freibad digitale Zähler aufgebaut, welche die von Heizung und BHKW abgegebenen Wärmemengen erfassen und die bisherigen, defekten Wärmemengenzähler ersetzen sollten. Es konnte mit dem Aufbau temporär eine hinreichende Genauigkeit erreicht werden, allerdings zeigte sich, dass die aktuell noch verbauten, alten Wasseruhren - welche das umgesetzte Volumen messen – nicht mehr voll funktionstüchtig sind. Ein Austausch aller Zählwerke (Heizung, BHKW und drei Beckenwärmetauscher) ist daher erforderlich.

7.2 Messstellen der Energieversorger

Bislang ein Großteil der Verbrauchsdaten auf Basis der Rechnungen der Versorgungsunternehmen erhoben. Aus diesem Grund ist von einer hohen Genauigkeit der Daten auszugehen, da Energiezähler in Deutschland der Eichpflicht unterliegen. Je nach Genauigkeitsklasse ist eine maximale Fehlertoleranz in Höhe von 2-3 % bei Strom- und Gaszählern gewährleistet¹.

¹ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0032&rid=1>

Nach Ablauf der Eichgültigkeitsdauer wird das Messgerät ausgetauscht oder die Eichgültigkeit verlängert. Hierfür sind die Versorgungsunternehmen verantwortlich.

Im Energiemanagementsystem der Stadtwerke werden alle Zähler mit ihren Eigenschaften tabellarisch erfasst.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Einführung des EnMS ist es den Stadtwerken gelungen, ein Werkzeug zur Überwachung und Bewertung der Verbräuche, Kosten und Emissionen zu etablieren. Hierdurch werden wesentliche Daten und Kennzahlen verfügbar gemacht, die zur Identifikation von Optimierungspotenzialen dienen.

Zudem ist zukünftig vorgesehen Quantität und Qualität der Verbrauchsdaten weiter zu steigern. Neben den Energie-Rechnungen der Versorgungsunternehmen sollen dann auch vermehrt eigene Messungen in das System eingegeben werden. Dabei kann es sich um regelmäßige Ablesungen oder auch zeitliche begrenzte, punktuelle Messungen an einzelnen Anlagen handeln.

In Anbetracht des nennenswerten Energieverbrauchs der Stadtwerke sollte auch über die Einführung automatischer Messsysteme nachgedacht werden. Aktuell arbeiten einige Firmen an Lösungen, die Daten intelligenter Zähler per Internet zentral zu verwalten. Zahlreiche Auswertungsfunktionen geben aufschlussreiche Informationen. Dieser vielversprechende Ansatz würde zu einer erheblichen Vereinfachung bei der Überwachung von Betriebsparametern und folglich auch Energiekosten führen.

Insgesamt sind in einigen Betriebszweigen signifikante Einsparpotenziale vorhanden. Hier sind beispielsweise die Bäder zu nennen, die aufgrund ihres jährlichen Defizites besonders auf effiziente Abläufe und Anlagentechnik angewiesen sind. Auch im Bereich der Wasserversorgung sind große Potenziale vorhanden, da ein großer Teil der Anlagentechnik aus den 70'er Jahren stammt. Der Einsatz moderner Pumpen würde einen großen Effizienzsprung ermöglichen. Die Umsetzung möglicher Einsparmaßnahmen muss generell vor dem Hintergrund der Amortisationszeiten und anstehender strategischer Entscheidungen betrachtet werden, weshalb in jedem Fall eine sorgfältige Abwägung geschieht.

A Anhang

Tabelle 13: Kennwerte und Umrechnungsfaktoren

Schlüssel	Wert	Einheit	Kommentar
Spez. Energie Heizöl	10,64	kWh/l	
CO2-Faktor Elektrizität 2012	576	g CO2/kWh	
CO2-Faktor Elektrizität 2013	576	g CO2/kWh	
CO2-Faktor Elektrizität 2014	0	g CO2/kWh	Umstellung auf Ökostrom
CO2-Faktor Elektrizität 2015	0	g CO2/kWh	
CO2-Faktor Elektrizität 2016	0	g CO2/kWh	
CO2-Faktor Elektrizität 2017	0	g CO2/kWh	
CO2-Faktor Erdgas	247	g CO2/kWh	
CO2-Faktor Heizöl	319	g CO2/kWh	
WWA - Bauhof	1,0		Ausschließlich Heizzwecke
WWA - Freibad	0,5		Gaskessel ca. 50%, BHKW stromgeführt ca. 50%
WWA - Friedhof	1,0		Ausschließlich Heizzwecke
WWA - Gärtnerei	1,0		Ausschließlich Heizzwecke
WWA - Hallenbad	1,0		Ausschließlich Heizzwecke
WWA - Wasserwerk	1,0		Ausschließlich Heizzwecke
WWA - WW Stationen	0,0		Keine Heizung
Spez. Energie Kraftstoff	9,35	kWh/L	Mittelwert aus Diesel & Benzin für gemischte Bilanzen
Spez. Energie Diesel	9,8	kWh/L	
Spez. Energie Benzin	8,9	kWh/L	
CO2-Faktor Diesel	2,64	kg CO2/L	
CO2-Faktor Benzin	2,33	kg CO2/L	
CO2-Faktor Kraftstoff	265,6	kg CO2/kWh	Mischung: 50% Diesel, 50% Benzin