



# ENERGIEBERICHT 2015

*Bilanzen und Analysen zum Energiemanagement der Stadtwerke Gersthofen*

**Impressum:**

Stadtwerke Gersthofen  
Rathausplatz 1  
86368 Gersthofen

Tel.: 0821/2491-480

Fax: 0821/2491-489

E-Mail: [stadtwerke@gersthofen.de](mailto:stadtwerke@gersthofen.de)

Internet: [www.gersthofen.de](http://www.gersthofen.de)

**Ansprechpartner:**

Dipl.-Ing. Manuel Sutter

**Erscheinungsdatum:**

12.08.2016

# Inhalt

1	Vorwort .....	5
2	Energiemanagement.....	6
2.2	Anwendungsbereich und Grenzen .....	6
2.3	Energiepolitik.....	8
3	Ziele und Projekte .....	9
3.1	Energie- und klimapolitische Ziele.....	9
3.2	Projekte.....	10
4	Gesamtumsätze .....	11
5	Umsatz nach Energieträger.....	15
5.1	Verbrauch .....	15
5.2	Kosten .....	17
5.3	Emissionen.....	18
5.4	Erzeugung .....	20
6	Umsatz je Betriebszweig .....	22
6.1	Verbrauch .....	22
6.2	Kosten .....	23
6.3	Emissionen.....	24
7	Energieumsatz der Betriebszweige.....	26
7.1	Bauhof.....	26
7.1.1	Umsätze.....	26
7.1.2	Kennzahlen .....	28
7.1.3	Maßnahmen .....	28
7.2	Gärtnerei.....	30
7.2.1	Umsätze.....	30
7.2.2	Kennzahlen .....	31
7.2.3	Maßnahmen .....	31
7.3	Freibad .....	32
7.3.1	Umsätze.....	32
7.3.2	Kennzahlen .....	34
7.3.3	Maßnahmen .....	36
7.4	Friedhof.....	38
7.4.1	Umsätze.....	38
7.4.2	Kennzahlen .....	39
7.4.3	Maßnahmen .....	40
7.5	Hallenbad.....	41

7.5.1	Umsätze.....	41
7.5.2	Kennzahlen .....	42
7.5.3	Maßnahmen .....	44
7.6	Wasserwerk .....	45
7.6.1	Umsätze.....	45
7.6.2	Kennzahlen .....	46
7.6.3	Maßnahmen .....	47
7.7	Wasserwerk Stationen.....	49
7.7.1	Umsätze.....	49
7.7.2	Kennzahlen .....	50
7.7.3	Maßnahmen .....	50
8	Messstellen .....	51
9	Zusammenfassung und Ausblick.....	54
A	Anhang .....	55

## 1 Vorwort

Stolz präsentieren wir den neuen Energiebericht der Stadtwerke Gersthofen für das Jahr 2015. Mit dieser Ausgabe erscheint der Bericht zum zweiten Mal. Er beinhaltet umfassende Informationen zu energetischen und damit in Zusammenhang stehenden finanziellen Statistiken sowie möglichen Optionen zur Energieeinsparung in den einzelnen Betriebszweigen.

Mit der Einführung eines nach ISO 50001 zertifizierten Energiemanagementsystems (EnMS) im Jahr 2015 haben die Stadtwerke Gersthofen die Weichen für eine stetige Verbesserung ihrer energiebezogenen Leistung gestellt. Es stehen hiermit effektive Prozesse und Werkzeuge zur Verfügung, die dazu dienen die Energieeffizienz nachhaltig zu erhöhen. Denn erst durch ein konsequentes Energiecontrolling kann systematisch auf Verbesserungen hingearbeitet werden. Die Stadtwerke sammeln hierzu Daten über Energieverbräuche und –Kosten, Liegenschaften, Anlagen und Prozesse sowie Messstellen. Dadurch wird ein genaues Abbild der Energieflüsse im Unternehmen erreicht. Erforderliche Maßnahmen leiten sich schließlich aus der Energiepolitik des Unternehmens sowie den strategischen und operativen Zielen ab.

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 Energiemanagement

### 2.1 Einführung

Die Stadtwerke Gersthofen betreiben ein modernes Energiemanagementsystem (EnMS) in Übereinstimmung mit den Anforderungen der Norm ISO 50001. Hierdurch wird auf allen Ebenen sichergestellt, dass der Energieverbrauch kontrolliert wird und Abläufe, Systeme und Prozesse ständig optimiert werden. Das Energiemanagement bezeichnet die systematische Herangehensweise bei der Einsparung von Energie und Kosten sowie der Schonung von Ressourcen und Klima. Allgemein umfasst es alle Bereiche, die im Zusammenhang mit Energieverbrauch und -Erzeugung stehen. Es beruht auf einer Erfassung und Bewertung der Energieflüsse im Unternehmen (Energiequellen, Energieeinsatz, Energieverbraucher).

Das übergeordnete Ziel ist die Verbesserung der energiebezogenen Leistung, womit Ressourcenvorkommen und Umwelt geschont werden. Hierfür wurden entsprechende Ziele in der Energiepolitik der Stadtwerke definiert. Damit diese erreicht werden können, werden aus den erhobenen Verbrauchsdaten und Kennzahlen erforderliche Maßnahmen abgeleitet. Über die regelmäßige Überprüfung der Erreichung strategischer und operativer Ziele soll sichergestellt werden, dass nachhaltige Effizienzverbesserungen eintreten und messbar gemacht werden können. Zu diesem Zweck werden alle Verbrauchsdaten je Energieträger und Betriebszweig gesammelt und ausgewertet. Anschließend werden Verbesserungsmöglichkeiten - vor allem bei den energieintensiven Verbrauchern - gesucht und überlegt, wie diese umgesetzt werden können. Dieser Prozess wird regelmäßig wiederholt, denn das Energiemanagement ist kein starres System. Vielmehr soll es stetig ausgebaut und verbessert werden.

Die Verantwortung für Einführung, Umsetzung und Aufrechterhaltung des Energiemanagements der Stadtwerke Gersthofen liegt beim Energie- und Klimamanager Manuel Sutter. Unterstützung erhält er durch die Mitarbeiter in den Betriebszweigen, die sich generell sehr interessiert an dem Thema zeigen. Den Mitarbeitern wird außerdem durch Schulungen zusätzliches Wissen vermittelt, welches sie für ihre Arbeit im Zusammenhang mit dem Thema EnMS nutzen können.

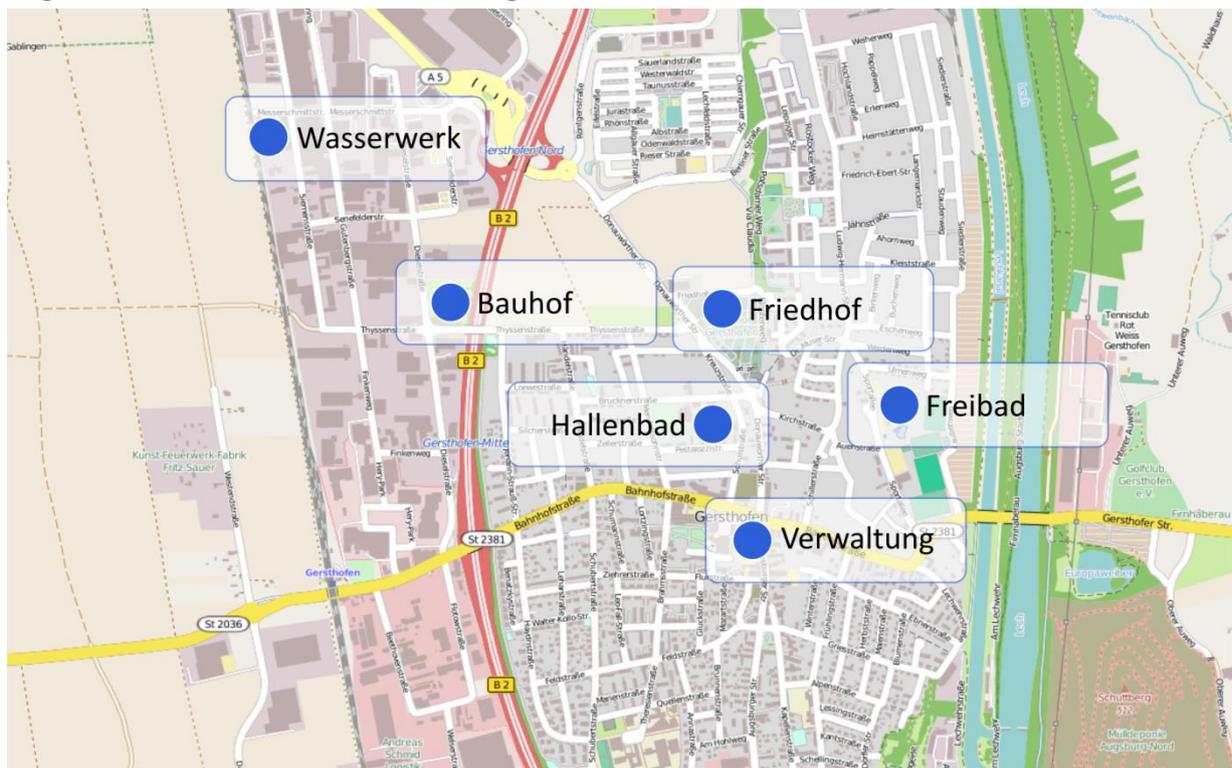
### 2.2 Anwendungsbereich und Grenzen

Die Stadtwerke Gersthofen sind ein Energie-Dienstleistungsunternehmen sowie Betreiber von öffentlichen und teilweise öffentlichen Einrichtungen. Bei der Rechtsform handelt es sich um eine besondere öffentlich-rechtliche Unternehmensform auf Grundlage der bayrischen Gemeindeordnung: die sogenannten Eigenbetriebe sind kommunalrechtlich wirtschaftliche Unternehmen mit einem aus dem Haushalt der Trägerkörperschaft ausgegliederten Haushalt und bilden ein eigenes kommunales Sondervermögen. Ihnen wird Geschäftsaber keine Rechtsfähigkeit zugesprochen.

Allgemein wird die Rechtsgrundlage für die Tätigkeit der Eigenbetriebe durch eine von der Trägerkommune zu erlassenden Betriebsatzung geschaffen. In der Betriebsatzung der Stadtwerke Gersthofen wird folgender Unternehmenszweck vorgegeben:

- die Versorgung des Stadtgebietes mit Trinkwasser und Sicherstellung des Löschwassergrundschutzes;
- den Betrieb des Hallen- und des Freibades;
- den Betrieb des Bauhofes und der Gärtnerei;
- den Betrieb der Friedhöfe und des städtischen Bestattungsdienstes;
- die Bewirtschaftung des städtischen Forstes;
- die Aufgabenwahrnehmung als Gesellschafter der Gersthofer Verkehrsgesellschaft mbH

Bis auf den Forst, der bezogen auf den Energieeinsatz eine unbedeutende Rolle spielt, sind alle Betriebszweige in das EnMS mit einbezogen. Sie liegen - bis auf eine Ausnahme - alle im Stadtgebiet: Das Wasserwerk verfügt über zusätzliche Pumpenanlagen und Einrichtungen außerhalb der Stadt, welche der Versorgung umliegender Gemeinden dienen. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der räumlichen Lage der Standorte.



**Abbildung 1:** Lage der Betriebszweige

Durch das Energiemanagement werden die Umsätze aller relevanten Energieträger und Stoffströme erfasst. Bei den Stadtwerken Gersthofen sind dies im Speziellen elektrische Energie, Erdgas, Heizöl, Benzin, Diesel sowie Wasser.

## 2.3 Energiepolitik

Für Gersthofen hat ein lebenswertes Umfeld eine hohe Priorität. Die Schonung von Ressourcen sowie der Umweltschutz sind zentrale Anliegen für die weitere Entwicklung der Stadt. Auch das Engagement in den Bereichen Ressourcen- und Energieeffizienz sowie regenerative Energien soll verstärkt werden. Erklärtes Ziel ist dabei eine Steigerung der Lebensqualität und die Sicherung des Wirtschaftsstandortes. Als Basis für weitere Tätigkeiten im Bereich Klimaschutz und Energie hat die Stadt Gersthofen deshalb ein Energie-Leitbild entwickelt. Es soll als Rahmen für zukünftige Maßnahmen und Aktivitäten im Energiebereich dienen und die Ausrichtung der Stadt auf diesem Gebiet festlegen. Das Leitbild umfasst folgende sechs Themenschwerpunkte:

1. Sparsamer, effizienter und umweltschonender Energieeinsatz
2. Nachhaltige Stadtentwicklung
3. Ausbau regenerativer Energien
4. Optimierung und Überwachung der energetischen Infrastruktur
5. Offene Diskussion energiepolitischer Grundsatzfragen
6. Rolle der Stadt als Vorreiter und Multiplikator

Das Leitbild wurde am 29.07.2015 durch den Stadtrat beschlossen. Als Eigenbetrieb der Stadt gilt das Leitbild Energie vollumfänglich für die strategische Ausrichtung und die Tätigkeiten der Stadtwerke Gersthofen. Außerdem erfolgt die Realisierung der Energiepolitik durch die Implementierung eines modernen Energiemanagementsystems. Der Umfang und die Tiefe werden dabei in einem für die Stadtwerke Gersthofen angemessenen Rahmen festgelegt. Mit dem Energiemanagement wird sichergestellt, dass die Stadtwerke Gersthofen:

- ihre energetische Leistung kontinuierlich verbessern;
- die Verfügbarkeit von Ressourcen und Informationen durch die Geschäftsführung sicherstellen, welche zur Erreichung der strategischen und operativen Energieziele notwendig sind;
- die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und Anforderungen bezüglich des Energieeinsatzes, des Energieverbrauchs und der Energieeffizienz sicherstellen;
- strategische und operative Energieziele festlegen und überprüfen;
- den Erwerb energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen unterstützen, die zur Verbesserung der energiebezogenen Leistung bestimmt sind;
- die Energiepolitik innerhalb des Unternehmens über alle Ebenen hinweg dokumentieren und kommunizieren;
- die Energiepolitik regelmäßig überprüfen und bei Bedarf aktualisieren.

### 3 Ziele und Projekte

#### 3.1 Energie- und klimapolitische Ziele

Ein wichtiger Bestandteil für die Umsetzung des EnMS im Unternehmen ist die Definition von Zielen. Die Norm verlangt deshalb die Erarbeitung von langfristig ausgerichteten strategischen Zielen und die Definition von operativen Zielen auf mindestens jährlicher Basis. Bei den Stadtwerken wurden die in Tabelle 1 dargestellten strategische Ziele definiert.

**Tabelle 1:** Strategische Ziele des EnMS

Titel	Beschreibung	Einsparung bis 2020 geplant
<b>Energiebezogene Leistung</b>	Kontinuierliche Verbesserung der energiebezogenen Leistung im Vergleich zur energetischen Ausgangsbasis durch Steigerung der Energieeffizienz sowie Senkung von Energieverbrauch, -Intensität und -Einsatz	0%
<b>Energieverbrauch</b>	Senkung des Energieverbrauchs bis 2020 um 5 %	5%
<b>Messtechnik</b>	Ausbau der Mess- und Regelungstechnik.	0%
<b>Regenerative Energien</b>	Nutzung regenerativer Energien	2%
<b>Schulung</b>	Schärfung des Bewusstseins aller Mitarbeiter für den nachhaltigen Einsatz mit Energie und Ressourcen	0%

Zudem wurden für das Jahr 2015 folgende operativen Ziele festgelegt (Tabelle 2):

**Tabelle 2:** Operative Ziele des EnMS

Titel	Beschreibung	Start geplant	Ende geplant	Budget geplant	Einsparung geplant
<b>Wärmeeffizienz Bauhof</b>	Erneuerung der Tore im Bauhof aus Altersgründen. Mehrere Anforderungen - nicht nur energetische - müssen berücksichtigt werden. Energieeinsparung durch integrierte Schlupftüre zu erwarten.	2015	2015	18.000	rund 5% Erdgas
<b>Effizienzsteigerung Fuhrpark</b>	Beschaffung von Elektrofahrzeugen zunächst für ausgewählte Bereiche. Verbesserung der Außendarstellung.	2015	2015		unwesentlich
<b>Energiebeschaffung Gas</b>	Erstmalige Ausschreibung der Gaslieferung von Stadt und Stadtwerken. Deutliche finanzielle Einsparungen zu erwarten	2015	2015	ca. 5.000	ausschließlich finanziell

<b>Studie Wasserwerk</b>	Durchführung einer Studie zur Ermittlung des Sanierungsbedarfs des Wasserwerks. Zusätzlich Untersuchung von energetischen Einsparpotenzialen.	2015	2016	23.000	keine
<b>Netzdruckpumpen Wasserwerk</b>	Installation neuer Netzdruckpumpen im Wasserwerk. Erheblicher Effizienzgewinn zu erwarten. Ggf. Erneuerung der Steuerungstechnik	2015	2016-2017	180.000	Effizienzsteigerung der Netzdruckpumpen von ca. 50% auf 75%
<b>Lüftungsanlage Freibad</b>	Erneuerung der Lüftungsanlage im Freibad (Sanierung)	2015	2015	35.000	nicht quantifizierbar

### 3.2 Projekte

Mehrere Projekte und Aktionen wurden im Jahr 2015 durchgeführt, die im Zusammenhang mit dem Themen Energie und EnMS standen. In Tabelle 3 sind wesentliche Projekte der Stadtwerke Gersthofen in diesem Bereich aufgeführt.

**Tabelle 3:** Projekte und Themen mit Energiebezug 2015

Projekt/Thema	Beschreibung
<b>Einführung und Zertifizierung des EnMS</b>	Einführung des EnMS mit Aufbau von Energiepolitik, Energiezielen, Messkonzepten usw. Durchführung von zwei Voraudits sowie einem Zertifizierungsaudit durch die TÜV AUSTRIA Deutschland GmbH.
<b>Ausschreibung Erdgaslieferung</b>	Ausschreibung der Erdgaslieferung für Stadt und Stadtwerke für den Zeitraum 2016-2018 in Zusammenarbeit mit der KUBUS Kommunalberatung und Service GmbH. Neuer Lieferant: Erdgas Schwaben GmbH.
<b>Studie effiziente Wasserversorgung</b>	Beginn der Studie energieeffiziente Trinkwasserversorgung. Untersuchung der Gersthofener Wasserversorgung hinsichtlich energetischer Einsparpotenziale. Partner: Schneider-Leibner Ingenieurgesellschaft mbH. Fertigstellung Mitte 2016.
<b>PV-Anlage Wasserwerk</b>	Beginn der Konzeptentwicklung für eine Photovoltaikanlage im Wasserwerk Gersthofen. Umsetzung ab 2016.
<b>Wärmemengenzähler Bauhof</b>	Einbau eines Wärmemengenzählers, um den Heizenergiebedarf der Fahrzeughalle zu bestimmen.
<b>Energie-Check Gersthofen</b>	Kostenlose Vor-Ort-Energieberatung für Gersthofener Bürger. Information und Sensibilisierung für die Themen Energieeffizienz, Sanierung, Förderprogramme und erneuerbare Energien. Partner: Regionale Energieagentur Augsburg sowie sieben Energieberater.

## 4 Gesamtumsätze

### 4.1 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 CO<sub>2</sub> angegeben.

Im Gegensatz zum Energiebericht 2014 werden die Verbrauchswerte ab sofort 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 im EnMS nun 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 17 dargestellt. Es handelt sich beispielsweise um CO<sub>2</sub>-Faktoren oder spezifische Energieinhalte.

Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lagen noch nicht alle Verbrauchswerte vor, denn die Abrechnung des Gasverbrauchs bestimmter Liegenschaften geschieht aktuell noch im Rhythmus eines Gaswirtschaftsjahres (1. Okt. Kalenderjahr – 1. Okt. Folgejahr). Eine Umstellung auf die kalenderjährige Abrechnung wurde eingeleitet. Unvollständige Datenreihen wurden anhand der mittleren Vorjahreswerte auf das Jahr 2015 extrapoliert, um für alle Betriebszweige den Jahresumsatz ausweisen zu können.

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. Für die Kraftstoffverbräuche der Jahre 2012 und 2013 wurden nicht die archivierten Rechnungen und Bilanzen herangezogen, sondern als Vereinfachung die Mittelwerte aus 2014 und 2015.

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 auch mit dem Energiebericht jeweils nur aktuelle Datenstände veröffentlicht werden, können Abweichungen in den Werten aus unterschiedlichen 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.

## 4.2 Energiebericht 2014

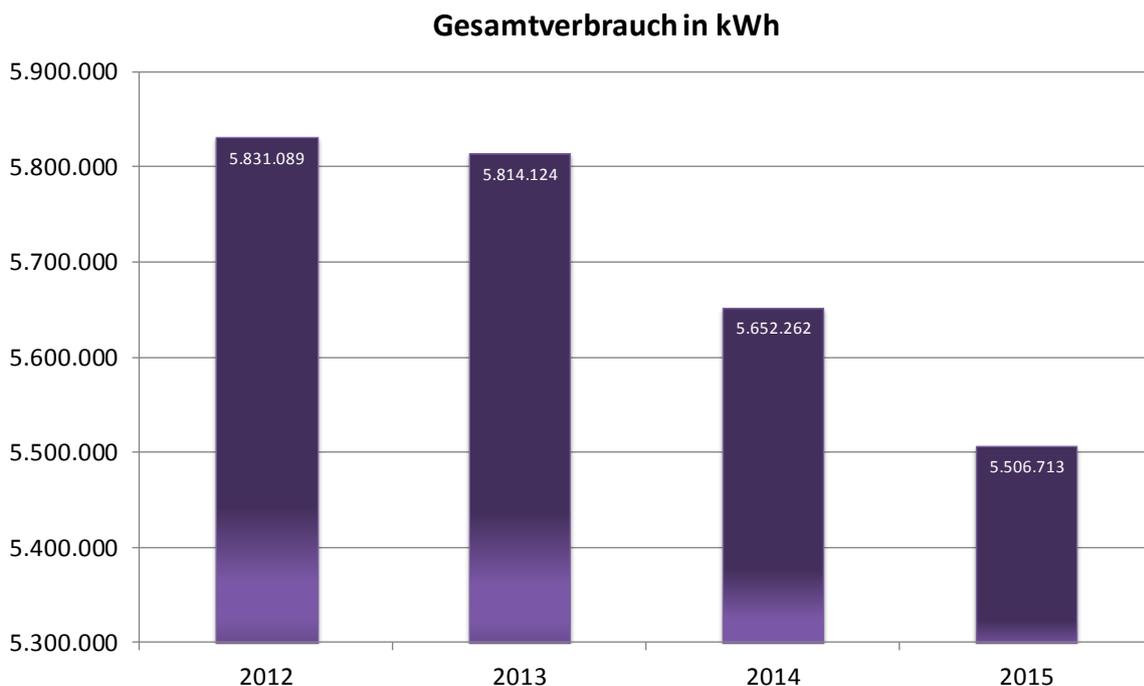
Im Energiebericht 2014 erfolgte keine Darstellung des Kraftstoffverbrauchs, da die entsprechenden Werte zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht vorlagen. Im Bericht 2015 sind nun aktuelle sowie historische Werte für das Referenzjahr 2014 enthalten.

Durch den Stromlieferanten wurden mehrere Abrechnungen von 2014 und 2015 korrigiert, so dass auch diese Werte im EnMS aktualisiert werden mussten.

An wenigen Stellen mussten Erdgas-Verbrauchswerte korrigiert werden, da Abrechnungen nicht in der Gesamtbilanz enthalten waren.

## 4.3 Verbrauch

Der Gesamt-Energieverbrauch der Stadtwerke Gersthofen lag in den vergangenen Jahren in einem Bereich von etwa 5.500 MWh bis 5.800 MWh. Seit 2012 ist ein stetiger Rückgang des Verbrauchs festzustellen, der sich in 2015 weiter fortgesetzt hat. Details zur Entwicklung der Verbräuche sind Abbildung 2 zu entnehmen.

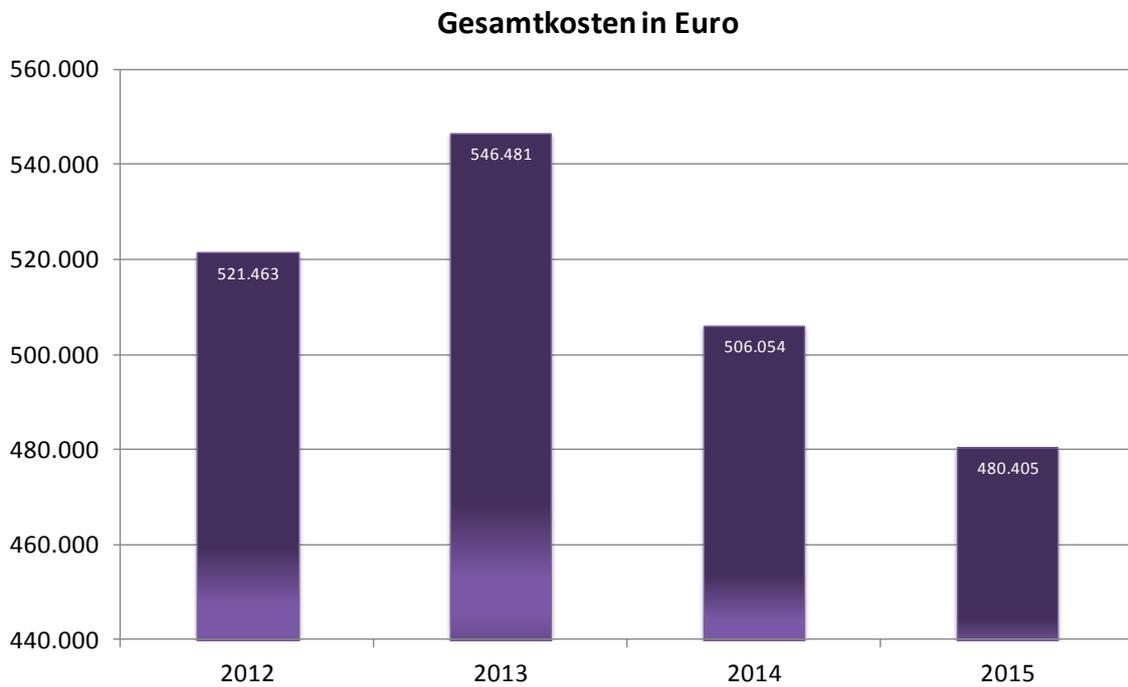


**Abbildung 2:** Gesamtverbrauch

## 4.4 Kosten

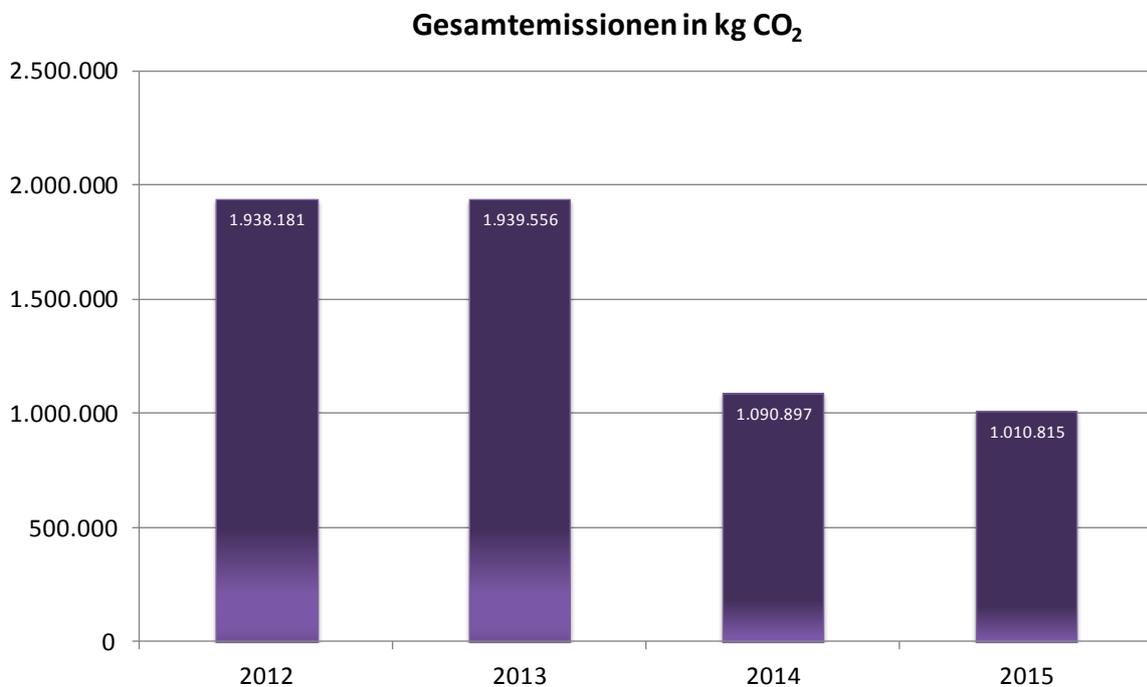
Durch die Energienutzung entstehen jedes Jahr Kosten in Höhe von rund 500.000 Euro. Mit den Werten in Abbildung 3 wird deutlich, dass die Kosten in den letzten Jahren gesunken sind. Dies liegt neben der Verbrauchsreduktion auch an den fallenden Brennstoffpreisen. 2014 wurden zudem neue Strom-Lieferverträge und 2015 neue Gas-Lieferverträge abgeschlossen, mit denen wiederum eine signifikante Senkung der Ausgaben erreicht werden konnte.

Insgesamt müssen für die korrekte Interpretation der Werte stets die im jeweiligen Jahr gültigen regulatorischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden, beispielsweise die regelmäßige Anpassung der EEG-Umlage.



**Abbildung 3:** Gesamtkosten

#### 4.5 Emissionen



**Abbildung 4:** Gesamtemissionen

Ab 2014 sind die Emissionen erheblich gesunken (siehe Abbildung 4). Zuvor wurden in den Jahren 2012 und 2013 nahezu 1.800 Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert; durch den Abschluss eines Öko-

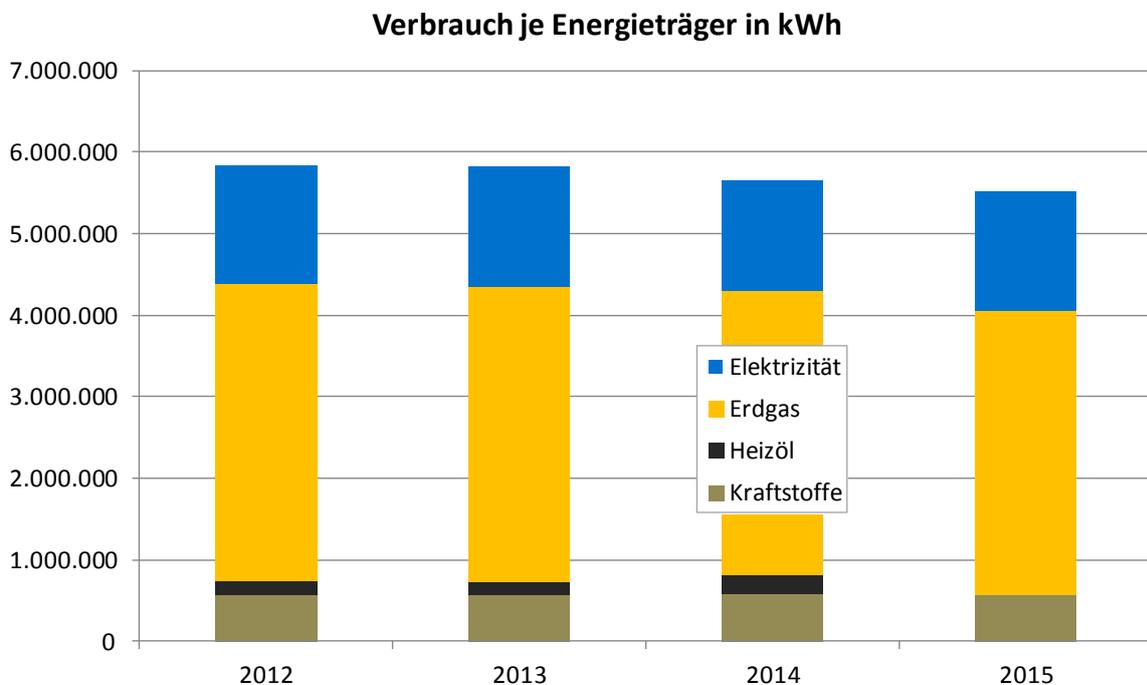
strom-Vertrags konnten die Emissionen im Bereich Elektrizität auf null abgesenkt werden. Die verbliebenen Emissionen in Höhe von etwa 1.100 Tonnen CO<sub>2</sub> können folglich den übrigen zum Einsatz kommenden Energieträgern zugeschrieben werden. Somit ergibt im Vergleich zwischen den Jahren 2013 und 2014 eine Reduktion von rund 40 %.

## 5 Umsatz nach Energieträger

### 5.1 Verbrauch

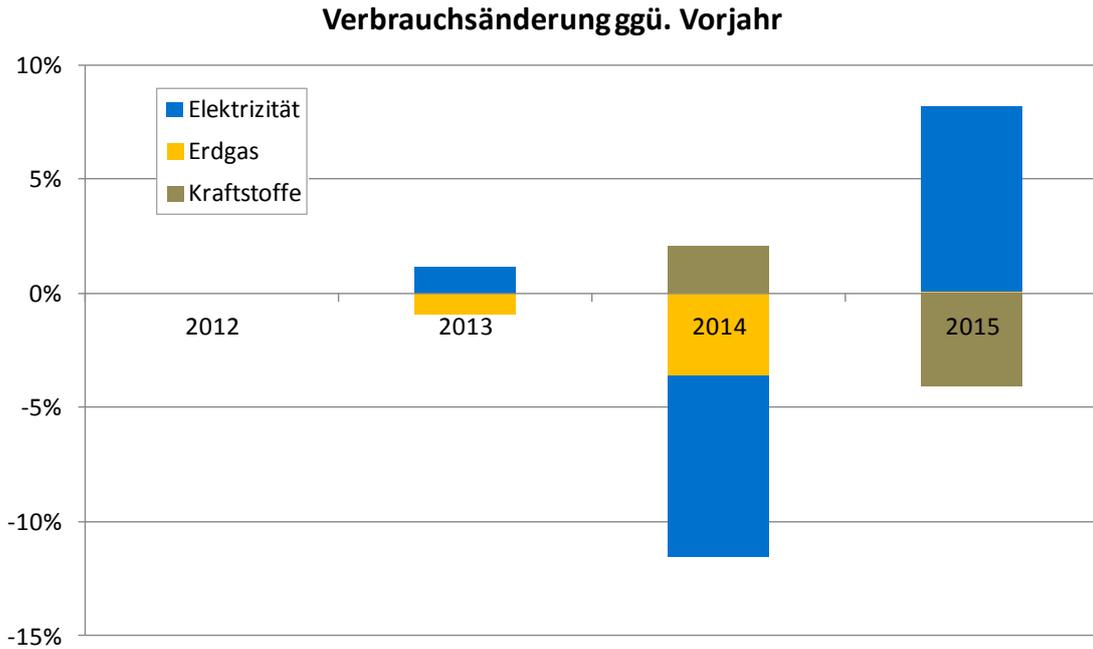
Die Stadtwerke Gersthofen setzen in ihren verschiedenen Betriebsstätten die Energieträger Elektrizität, Erdgas, Heizöl und Kraftstoff ein. Generell werden die Daten der Elektrizitäts- und Erdgasverbräuche an den jeweiligen Abnahmestellen mittels geeichter Zähler erfasst. Beim Verbrauch von Heizöl gibt 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 1.456.000 kWh elektrische Energie, 3.491.000 kWh Erdgas, 0 kWh Heizöl sowie 558.000 kWh Kraftstoff umgesetzt. Abbildung 5 zeigt den Gesamtenergieverbrauch je Energieträger über die vergangenen Jahre.



**Abbildung 5:** Gesamtverbrauch je Energieträger

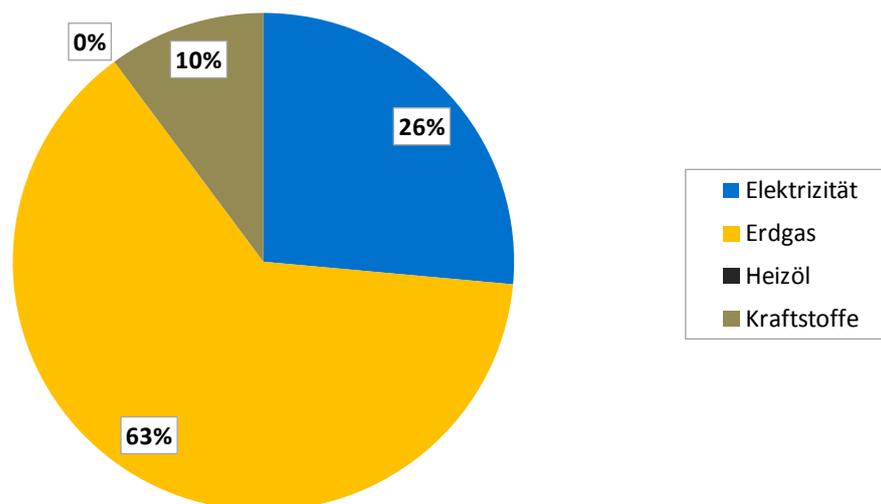
Aus dem Verlauf der Verbrauchsdaten lassen sich auch die Änderungen gegenüber dem Vorjahr ableiten. Abbildung 6 stellt diese relativen Veränderungen dar. Aufgrund der unregelmäßigen Tankvorgänge für Heizöl im Hallenbad ist dieser Wert nicht aufgezeigt. Im Vergleich zum Vorjahr wurde in 2015 ein Anstieg des Stromverbrauchs um 8,1 %, eine Reduktion des Erdgasverbrauchs um 0,1 % und eine Reduktion des Kraftstoffverbrauches um 4,1 % gemessen. Die Schwankungen ergeben sich unter anderem aufgrund der Witterung, der Produktions- und Absatzmengen (z.B. im Wasserwerk) und der Auftragslage. 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 6:** Verbrauchsänderung ggü. Vorjahr (ohne Heizöl)

Anteilmäßig wurden für das Berichtsjahr die in Abbildung 7 aufgeführten Verbräuche je Energieträger festgestellt. Hierbei zeigt sich, dass der Großteil des Energiebedarfs, etwa 63 %, durch Erdgas gedeckt wird. Weitere 26 % entfallen auf den Bezug elektrischer Energie und 10 % auf Kraftstoffe.

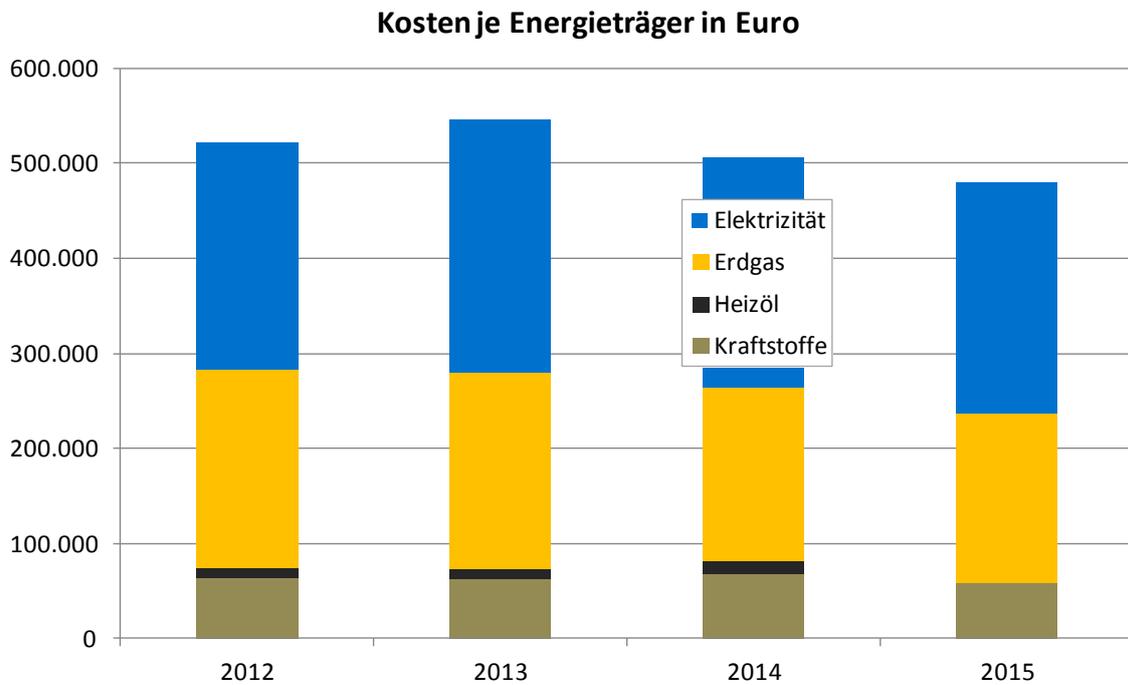
### Verbrauchsanteile Energieträger



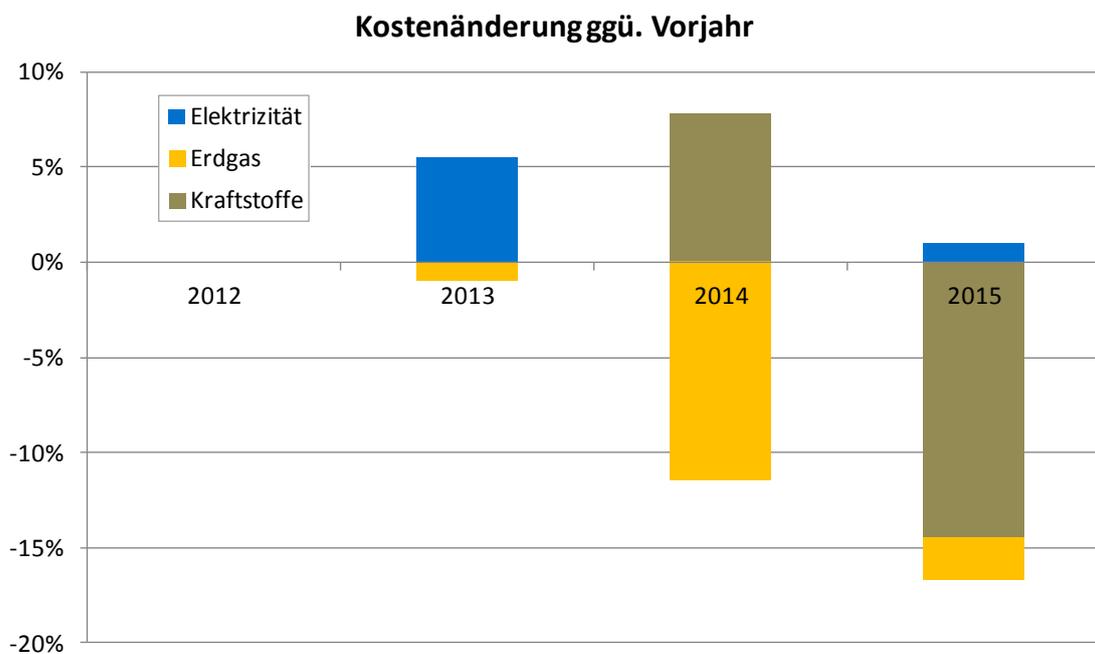
**Abbildung 7:** Verbrauchsanteile je Energieträger 2014

## 5.2 Kosten

Die durch den Energieeinsatz hervorgerufenen Kosten je Energieträger sind in Abbildung 8 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Ausgaben für Erdgas stetig gesunken sind. Insgesamt wurde 2015 Erdgas im Wert von 178.000 € bezogen. Für den Einkauf von Heizöl fielen keine Kosten an, da kein Tankvorgang erforderlich war. Die Ausgaben für Elektrizität befinden sich mit 243.700 € auf ähnlichem Niveau wie in den Vorjahren.



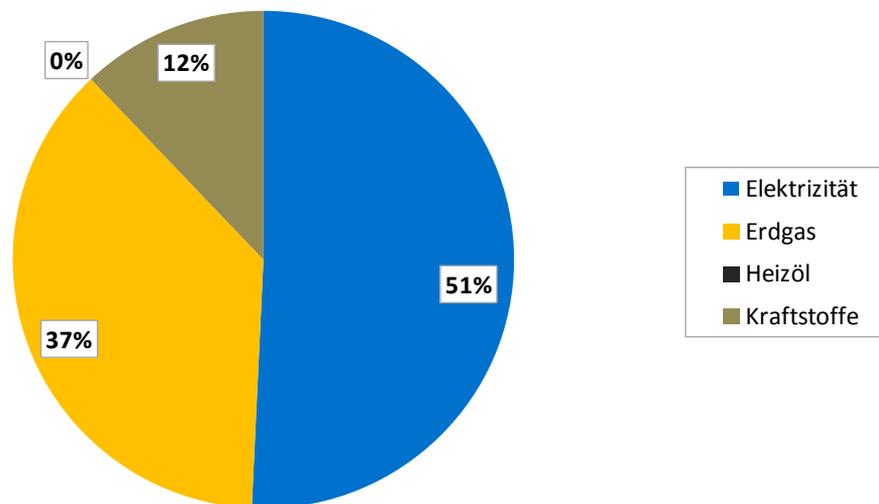
**Abbildung 8:** Gesamtkosten je Energieträger



**Abbildung 9:** Gesamtkosten je Energieträger

Auch die Kostenänderungen können über den Verlauf der Jahresverbräuche ermittelt werden (siehe Abbildung 9). Demnach stiegen die Kosten in 2015 für Elektrizität um 1 %, für Erdgas sanken sie um 2,2 % und für Kraftstoff um 14,5 %. Allgemein kann eine Erhöhung beziehungsweise Reduktion 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 10:** Kostenanteile je Energieträger 2015

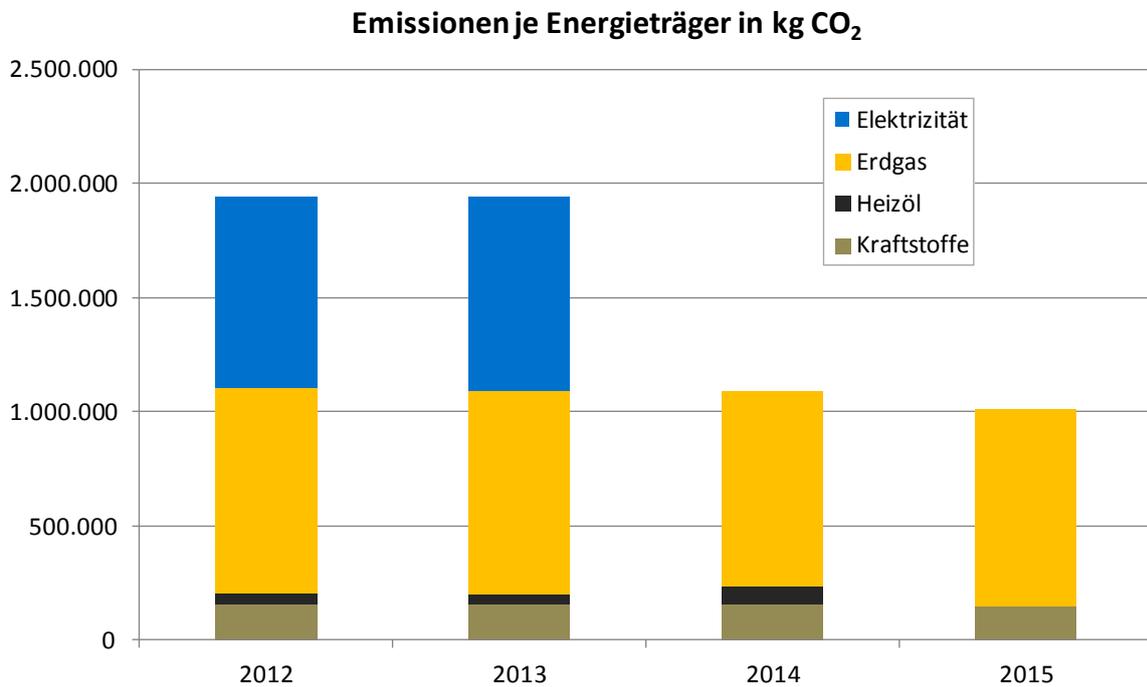
Bezogen auf den Kostenanteil der einzelnen Energieträger zeigt sich im Vergleich mit dem Verbrauchsanteil ein anderes Verhältnis. Denn für die höherwertige Elektrizität entstehen je Energieeinheit höhere Ausgaben, als es für Erdgas der Fall ist. Demnach wurde mit 51 % etwa die Hälfte der Kosten durch den Bezug elektrischer Energie verursacht. Obwohl der Verbrauchsanteil des Erdgases deutlich höher liegt, machen die Kosten hierfür nur rund 37 % aus. Die restlichen 12 % entfallen auf die Kraftstoffe.

### 5.3 Emissionen

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich elektrische Energie konnten 2014 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 CO<sub>2</sub>-Faktor der elektrischen Verbraucher in diesem Jahr auf null reduziert wurde.

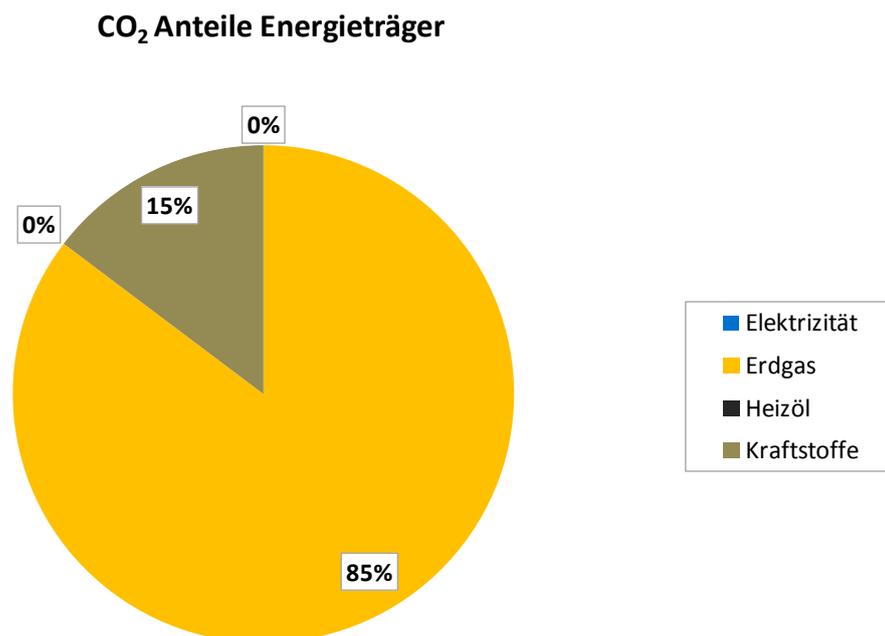
Im Vergleich mit dem Jahr 2014 waren 2015 im Bereich der Kraftstoffnutzung etwas geringere Emissionen zu verzeichnen (siehe Abbildung 11). Dies liegt an den leicht gesunkenen Verbräuchen.

Da der Erdgasverbrauch nahezu konstant blieb, stellte sich keine Veränderung der Emissionen ein: 2015 wurden 178.000 kg CO<sub>2</sub> durch den Erdgasverbrauch emittiert.



**Abbildung 11:** Gesamtemissionen je Energieträger

Die sich hieraus ergebenden anteiligen Emissionen der Energieträger sind in Abbildung 12 gezeigt. Demnach wurden 85 % der Emissionen durch den Erdgasverbrauch hervorgerufen. Des Weiteren sind etwa 15 % des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes auf die Nutzung von Kraftstoffen zurückzuführen.



**Abbildung 12:** Anteilige Emissionen der Energieträger 2014

## 5.4 Erzeugung

Die Stadtwerke Gersthofen betreiben mehrere Eigenerzeugungsanlagen. Durch diese Anlagen sollen Energiekosten gesenkt, Ausfallsicherheiten hergestellt und die Gesamteffizienz gesteigert werden. Tabelle 4 bietet einen Überblick über die aktuell im Einsatz befindlichen Systeme.

**Tabelle 4:** Eigenerzeugungsanlagen der Stadtwerke Gersthofen

Betriebszweig	System	Leistung	Baujahr	Jahreserzeugung
<b>Bauhof</b>	Solarthermieanlage	7,6 kW	1988	ca. 1.000 kWh <sub>th</sub>
<b>Freibad</b>	Blockheizkraftwerk	210 kW <sub>el</sub> 650 kWh <sub>th</sub>	1992	ca. 357.000 kWh <sub>el</sub> , ca. 714.000 kWh <sub>th</sub>
<b>Wasserwerk</b>	Notstromaggregat	350 kVA	1972	ca. 3000 kWh <sub>el</sub>

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 m<sup>2</sup> 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 2015 wurden im Freibad 73.645 kWh eingespeist. Der Netzbetreiber LVN erstattete hierfür eine Vergütung in Höhe von 452,15 €.

Bezüglich der erzeugten Endenergie können nur näherungsweise Angaben gemacht werden, da das BHKW über keinen Zähler verfügt und somit kein Bilanzkreis gezogen werden kann. Anhand des Jahres-Gasverbrauchs, der in 2015 bei 1.150.580 kWh lag, sowie einem angenommenen thermischen und elektrischen Nutzungsgrad in Höhe von 62 % und 31 % können die in Tabelle 4 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 2015 bei 7 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 nicht über einen separaten Zähler erfasst und kann daher nur grob abgeschätzt werden.

#### 5.4.1 Steuerrückerstattung

Den Stadtwerken Gesthofen 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 Rückerstattung der Energiesteuer für das Kalenderjahr 2014 vor, da die Bescheide vom Zoll noch nicht ergangen sind. Daher sind die in Tabelle 5 aufgeführten Werte zum Teil vorläufig.

**Tabelle 5:** 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

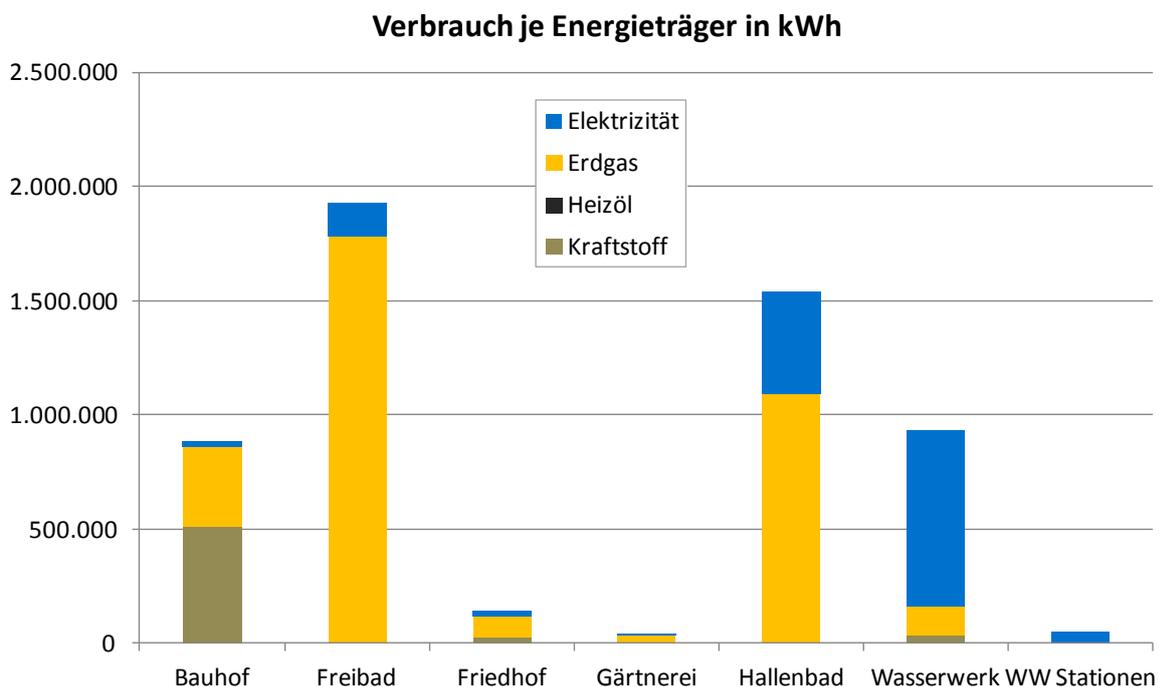
Die Beträge der Rückerstattung für das Antragsjahr 2015 können noch nicht ausgewiesen werden, da die Antragsstellung meist gegen Ende des laufenden Jahres für das vorausgegangene Jahr (Antragsjahr) erfolgt. Es wird allerdings davon ausgegangen, dass für das Jahr 2015 voraussichtlich ein Betrag von rund 25.000 € rückerstattet werden wird.

## 6 Umsatz je Betriebszweig

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

### 6.1 Verbrauch

Die Verbrauchsdaten für das Berichtsjahr sind in Abbildung 13 je Betriebszweig dargestellt. Es ist deutlich sichtbar, dass die Bereiche mit dem höchsten Energieverbrauch das Freibad, das Hallenbad, das Wasserwerk und der Bauhof sind.

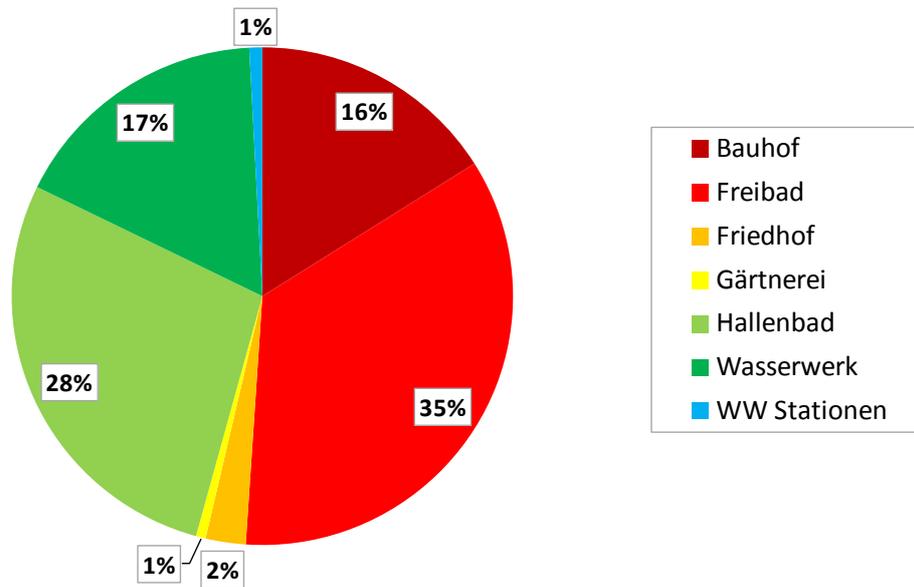


**Abbildung 13:** Gesamtverbrauch je Betriebszweig

Außerdem zeigen sich anhand der Aufteilung der Energieträger indirekt auch die Tätigkeitsfelder der Betriebszweige. So fällt im Bauhof für den Fuhrpark und die Geräte 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 14 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 63 %, das Wasserwerk mit 17 % und der Bauhof mit 16 % 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**

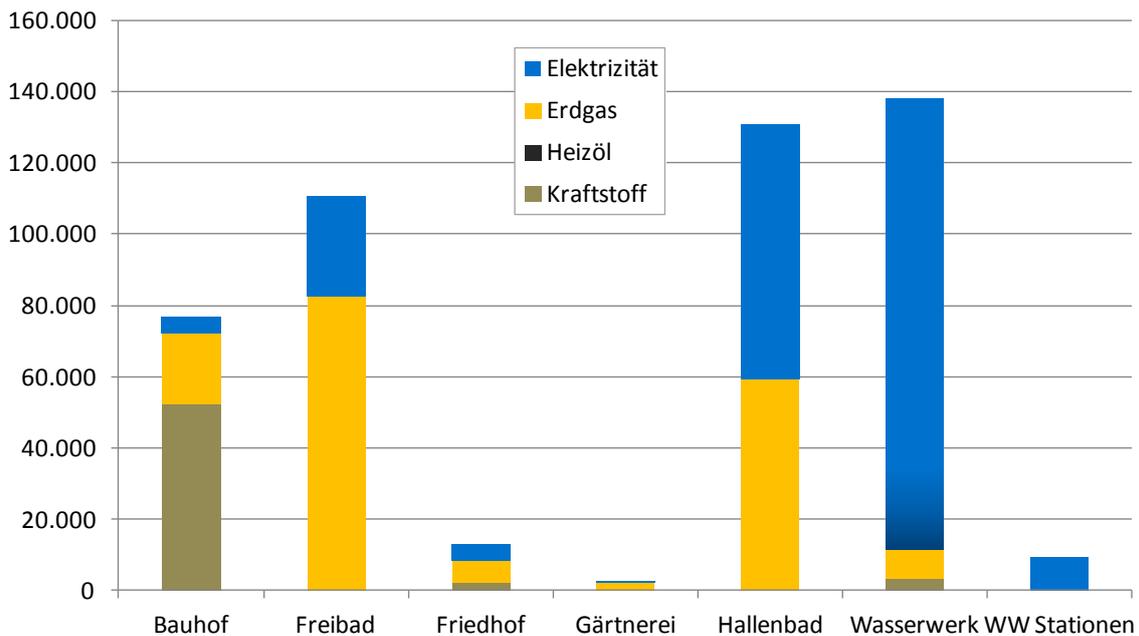


**Abbildung 14:** Verbrauchsanteile je Betriebszweig 2014

**6.2 Kosten**

Durch die gegebene Korrelation von Energieverbrauch und -Kosten ergibt sich ausgabenseitig ein ähnliches Bild. Aus Abbildung 15 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 Kilowattstunde) höher ist.

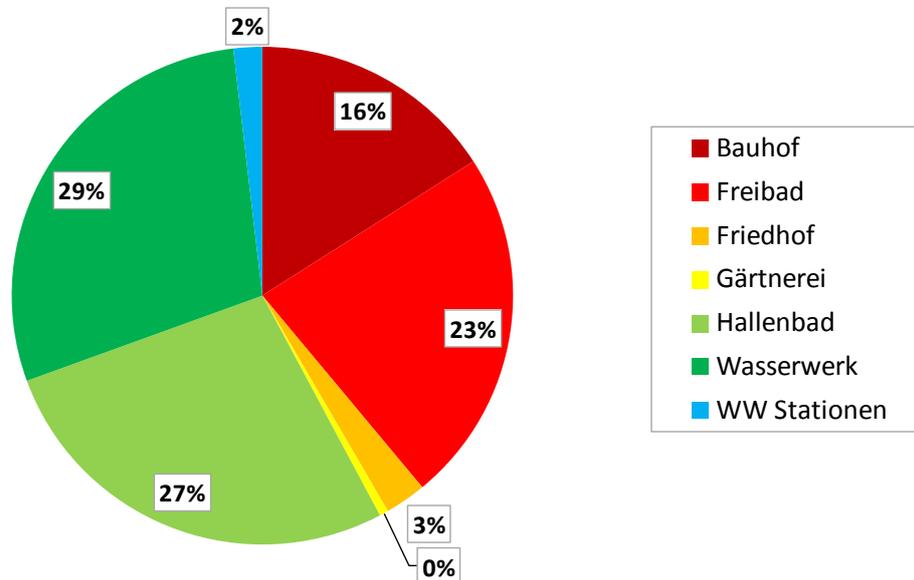
**Kosten je Energieträger in Euro**



**Abbildung 15:** Gesamtkosten je Betriebszweig

Ergänzend sind hierzu die entsprechenden Kostenanteile am Gesamtvolumen in Abbildung 15 dargestellt. Der Aufwand für Energie liegt für die Bäder bei 50 %, im Wasserwerk bei 29 % und im Bauhof bei 16 %.

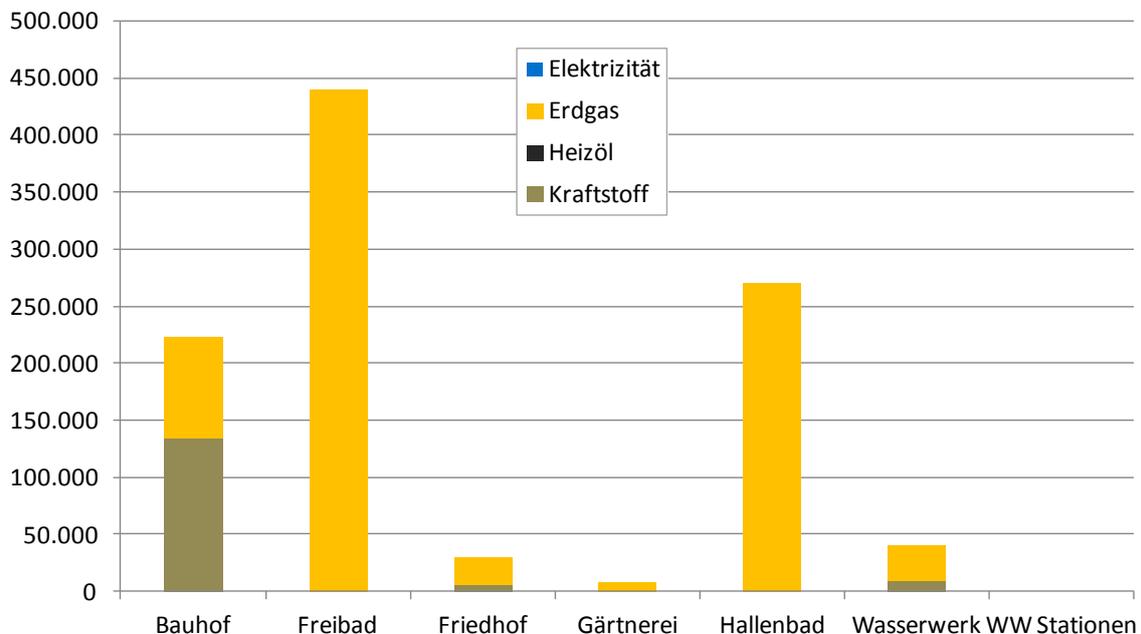
**Kostenanteile je Betriebszweig**



**Abbildung 16:** Gesamtkostenanteile je Betriebszweig 2014

### 6.3 Emissionen

**Emissionen je Energieträger in kg CO<sub>2</sub>**

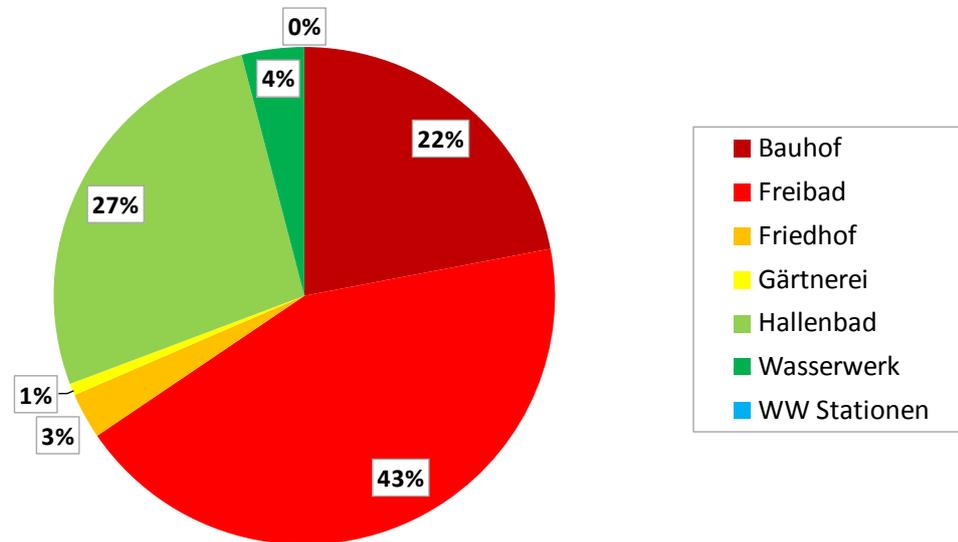


**Abbildung 17:** Gesamtemissionen je Betriebszweig

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 17).

### Emissionsanteile je Betriebszweig



**Abbildung 18:** Anteilige Emissionen je Betriebszweig 2014

Mit insgesamt 70 % sind die Bäder die größten Emittenten (vgl. Abbildung 18). Im Freibad wird eine erhebliche Menge Erdgas umgesetzt. An zweiter Stelle steht der Bauhof, wo das Erdgas ausschließlich zur Wärmeversorgung eingesetzt wird.

## 7 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.

### 7.1 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 19 zeigt einen Blick auf das Hauptgebäude des Bauhofes.



**Abbildung 19:** Vorderansicht Bauhof

#### 7.1.1 Umsätze

Im Bauhof kommen überwiegend die Energieträger Erdgas und Kraftstoff zum Einsatz (vgl. Abbildung 20). Der Kraftstoffverbrauch zeigt sich über die vergangenen Jahre nahezu konstant. Beim Erdgas- und Stromverbrauch sind nutzungs- und witterungsabhängige Schwankungen zu beobachten. Insgesamt werden rund 850.000 kWh umgesetzt.

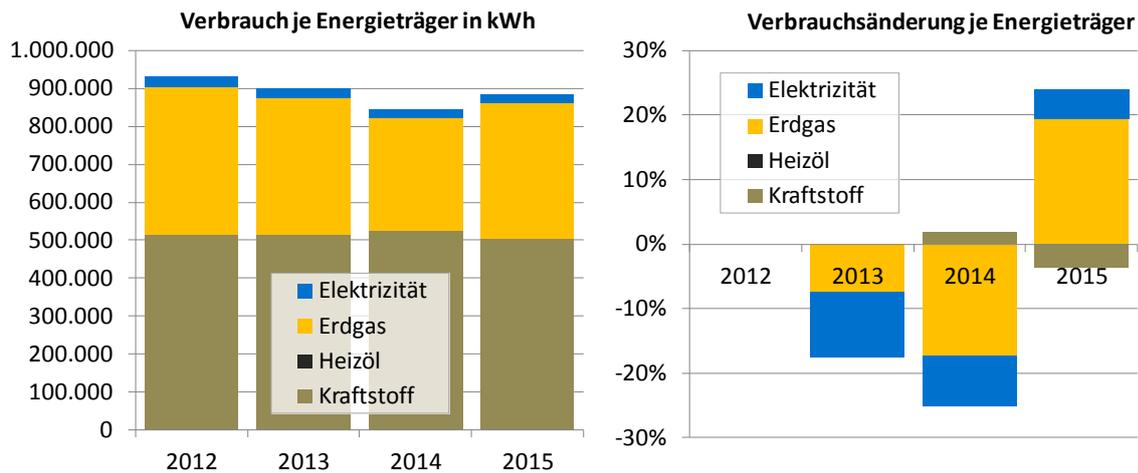


Abbildung 20: Energieverbrauch im Bauhof

Abbildung 21 zeigt den Verlauf der Energiekosten und der Emissionen. Die Kosten sind demnach in den letzten Jahren rückläufig und betragen rund 75.000 Euro pro Jahr. Ein großer Anteil der Emissionen wird durch die Kraftstoffnutzung hervorgerufen.

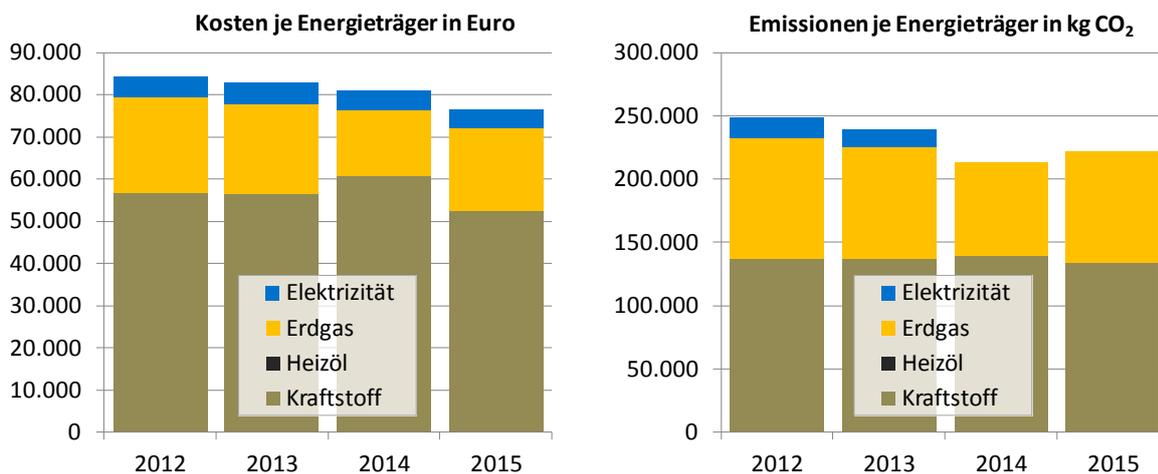


Abbildung 21: Kosten und Emissionen im Bauhof

Genauere Daten zum aktuellen Berichtsjahr sind in Tabelle 6 dargestellt. Es zeigt sich, dass die spezifisch höheren Kosten für Kraftstoff im Vergleich zu Erdgas dazu führen, dass rund 2/3 der Energiekosten auf Kraftstoffeinsatz entfallen.

Tabelle 6: Energiedaten Bauhof 2015

Energie-träger	Verbrauch	Verbrauchs-anteil	Kosten	Kosten-anteil	Emissionen	Emissions-anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO <sub>2</sub>	%
<b>Elektrizität</b>	23.006	3%	4.260	6%	-	0%
<b>Erdgas</b>	356.421	40%	19.918	26%	88.036	40%
<b>Heizöl</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Kraftstoff</b>	504.804	57%	52.358	68%	134.072	60%
<b>Summe</b>	<b>884.231</b>	<b>100%</b>	<b>76.537</b>	<b>100%</b>	<b>222.108</b>	<b>100%</b>

### 7.1.2 Kennzahlen

Im Bauhof werden keine Energiekennzahlen erhoben.

### 7.1.3 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.

#### ***Nutzung Solarenergie***

Die Gebäude und Hallen des Bauhofes verfügen über große, ungenutzte Dachflächen. Diese sind – auch aufgrund ihrer guten Ausrichtung und Neigung – prädestiniert für die Nutzung der Sonnenenergie in Form von Photovoltaik und Solarthermie. So ließen sich Elektrizität und Wärme emissionsneutral generieren.

#### ***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.

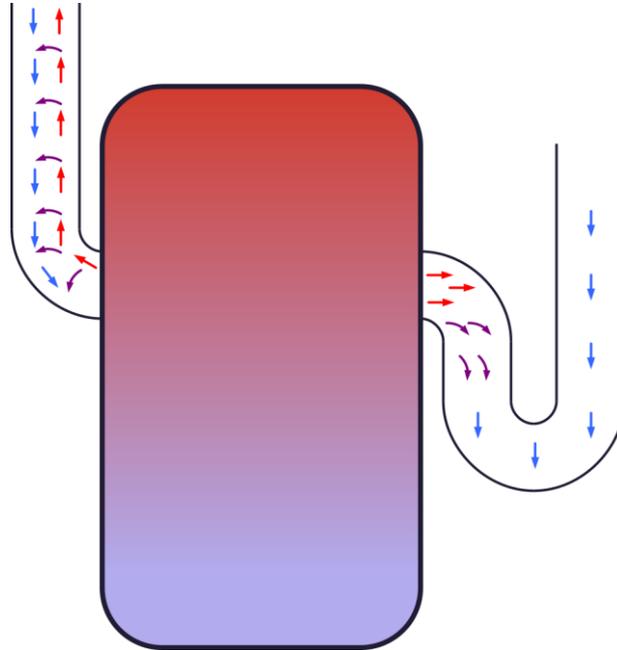
#### ***Heizung Fahrzeughalle***

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 28 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 23 Jahren abgelaufen.



**Abbildung 22:** Speicheraus Kühlung 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 Auskühlung des Speichers durch Inrohrzirkulation unterbindet (vgl. Abbildung 22). 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 Auskühlung 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.

Im 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.

## 7.2 Gärtnerei

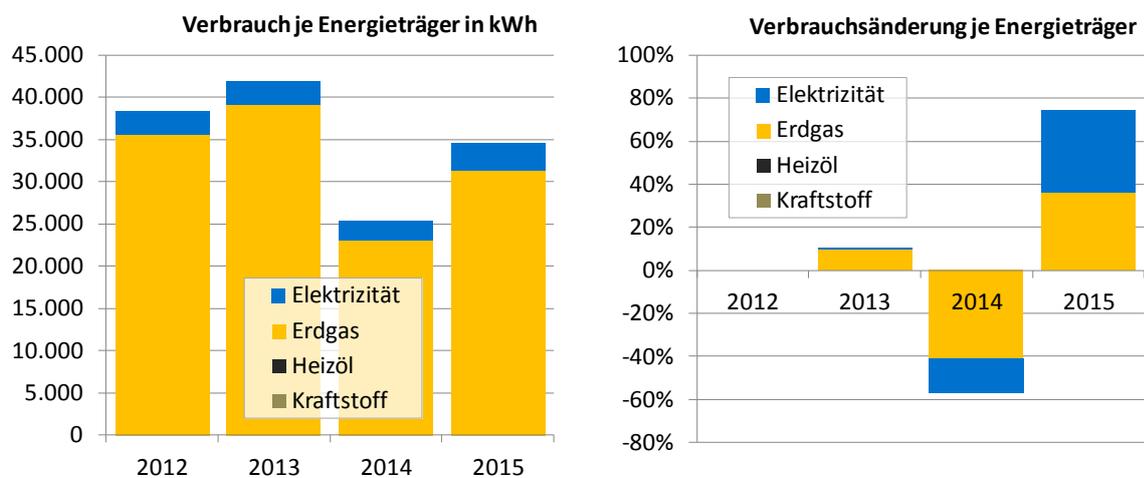
In der Gärtnerei werden Pflanzen für die städtischen Grünanlagen aufgezogen. Zwei Gärtner kümmern sich um die Abläufe in diesem Bereich. Das Gelände grenzt direkt an den Bauhof; organisatorisch ist die Gärtnerei ebenfalls dem Bauhof zugeordnet.



**Abbildung 23:** Gewächshaus der Gärtnerei

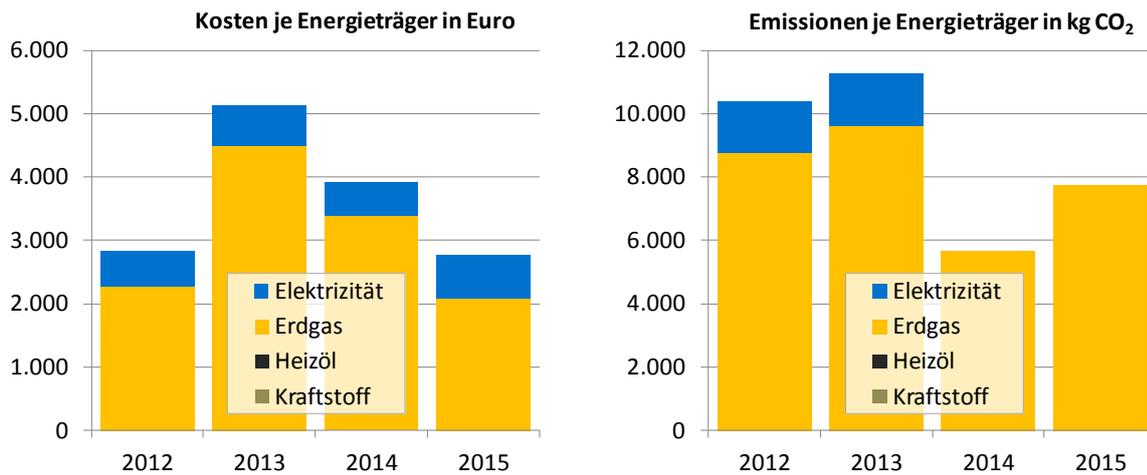
### 7.2.1 Umsätze

In der Gärtnerei tritt ein Energieverbrauch von etwa 25.000 – 40.000 kWh auf (Abbildung 24). 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 24:** Energieverbrauch der Gärtnerei

Der Verlauf der Kosten und Emissionen ist in Abbildung 25 dargestellt. In 2015 lagen die Ausgaben für Energie bei unter 3.000 €.



**Abbildung 25:** Kosten und Emissionen der Gärtnerei

Eine Gegenüberstellung der wesentlichen Energiedaten aus dem Berichtsjahr ist in Tabelle 7 dargestellt.

**Tabelle 7:** Energiedaten Gärtnerei 2015

Energie-träger	Verbrauch	Verbrauchs-anteil	Kosten	Kosten-anteil	Emissionen	Emissions-anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO <sub>2</sub>	%
<b>Elektrizität</b>	3.258	9%	663	24%	-	0%
<b>Erdgas</b>	31.372	91%	2.095	76%	7.749	100%
<b>Heizöl</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Kraftstoff</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Summe</b>	34.630	100%	2.758	100%	7.749	100%

### 7.2.2 Kennzahlen

Für die Gärtnerei werden keine Energiekennzahlen erhoben.

### 7.2.3 Maßnahmen

In der Gärtnerei bestehen nach jetzigem Kenntnisstand keine Möglichkeiten die Energieeffizienz zu steigern und Abläufe zu verbessern.

### 7.3 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 26). Generell beginnt die Badesaison etwa Mitte Mai und dauert bis Mitte September - je nach Wetterlage.



**Abbildung 26:** Freibad Gersthofen im sommerlichen Betrieb

Die Volumina der Becken im Freibad sind in Tabelle 8 aufgelistet. Insgesamt umfassen die Becken ein Volumen von 2640 m<sup>3</sup>. 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 – äquivalent zu rund 4.300 Liter Heizöl) erforderlich. Kessel- und Auskühlverluste während der Aufheizung und über den Betriebszeitraum sind darin noch nicht abgebildet.

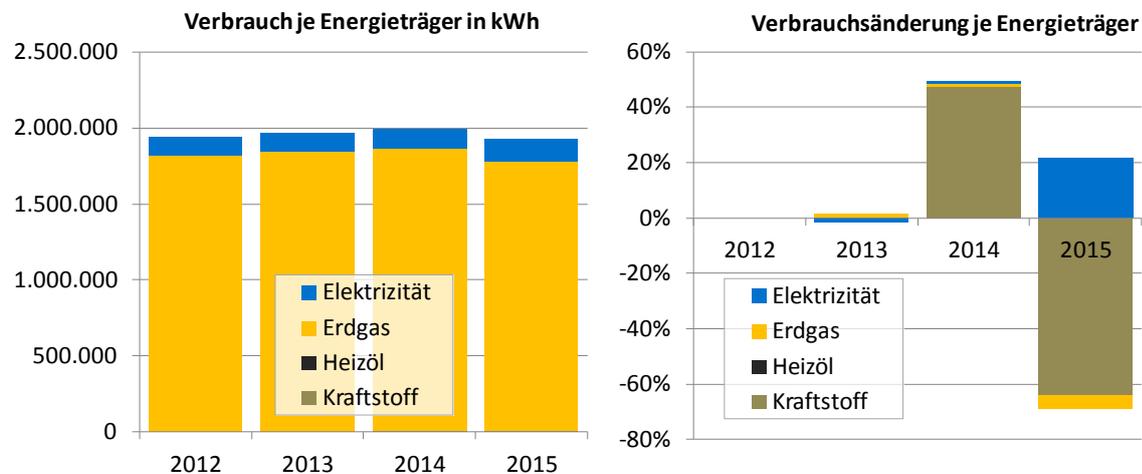
**Tabelle 8:** Beckenvolumina Freibad

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

#### 7.3.1 Umsätze

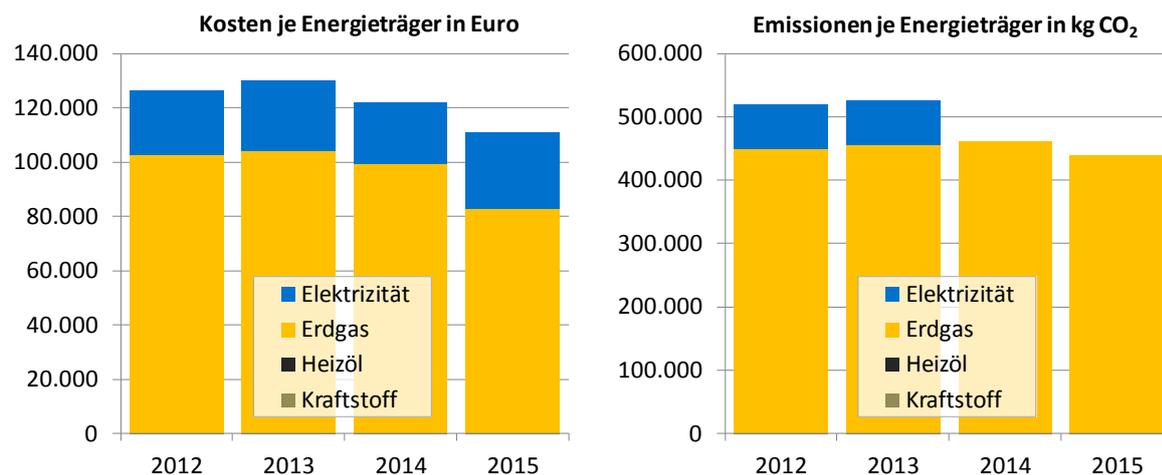
Das Freibad stellt den größten Energieverbraucher der Stadtwerke Gersthofen dar: jährlich werden rund 2 Mio. kWh umgesetzt. Besonders die Beheizung der Becken ist ein energieintensiver Prozess, der durch eine Gasheizung und ein BHKW umgesetzt wird. Mit dem BHKW wird außerdem Strom erzeugt, der vor Ort im Bad wieder verbraucht wird und so die Strom-

bezugskosten senkt. Der Verbrauch je Energieträger sowie die relative Änderung bezogen auf das Vorjahr sind in Abbildung 27 dargestellt. Die Änderungen des Kraftstoffverbrauchs sind hierbei aufgrund der geringen absoluten Höhe unbedeutend.



**Abbildung 27:** Energieverbrauch im Freibad

Im Jahr 2013 und 2014 traten nur geringe Schwankungen im Strom- und Gasverbrauch auf, wohingegen 2015 mehr als 20 % Strom vom Energieversorger bezogen wurden. Eine genauere Analyse dieser Steigerung ist nicht möglich, da weder das BHKW über einen Gas-/Strom- und Wärmemengenzähler verfügt, noch die Leistung der Verbraucher über einen separaten Stromzähler gesondert bilanziert werden kann. Wahrscheinlich ist folgender Fall: aufgrund der hohen Temperaturen musste 2015 weniger zugeheizt werden, um die Beckentemperatur konstant zu halten. Deshalb wurde die Laufzeit des BHKWs verkürzt, womit Wärme- und Stromproduktion ebenfalls geringer ausfielen. Die geringere Stromproduktion musste dann jedoch wieder durch einen höheren Bezug aus dem Netz ausgeglichen werden.



**Abbildung 28:** Kosten und Emissionen im Freibad

Abbildung 28 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 2015 geringere Emissionen festgestellt, was jedoch ausschließlich auf den verringerten Bezug zurückzuführen ist.

Im Mittel werden rund 38 % des Erdgases durch den Heizkessel und die restlichen 62 % durch das BHKW verbraucht.

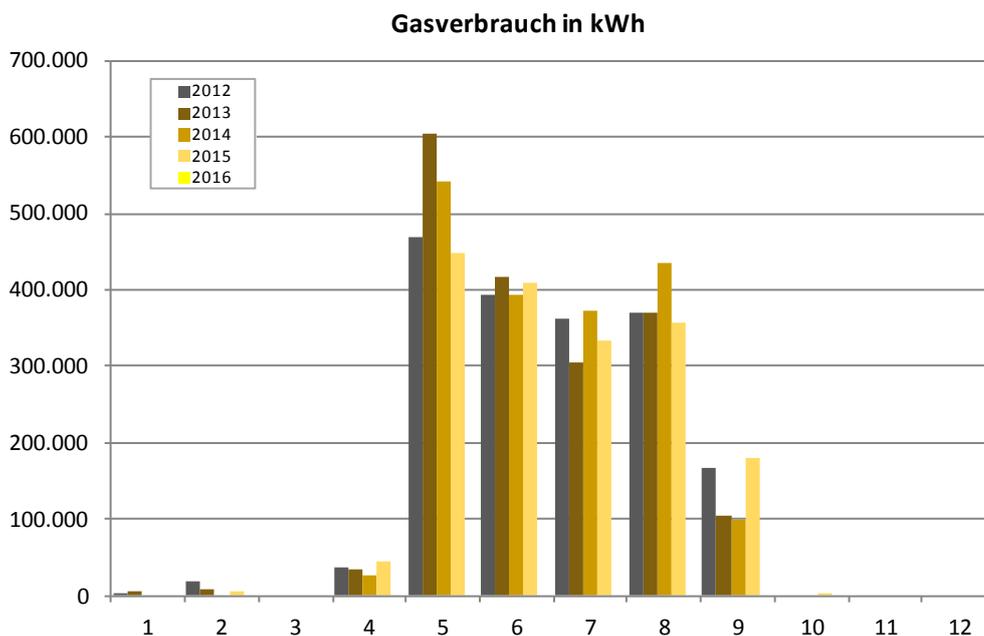
Genauere Daten zum aktuellen Berichtsjahr sind in Tabelle 9 dargestellt. Es zeigt sich hierbei, dass 92 % des Energieverbrauchs auf den Bezug von Erdgas entfallen. Der übrige Bedarf entfällt im Wesentlichen auf den Strombezug.

**Tabelle 9:** Energiedaten Freibad 2015

Energie-träger	Verbrauch	Verbrauchs-anteil	Kosten	Kosten-anteil	Emissionen	Emissions-anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO <sub>2</sub>	%
<b>Elektrizität</b>	146.417	8%	27.931	25%	-	0%
<b>Erdgas</b>	1.780.580	92%	82.796	75%	439.803	100%
<b>Heizöl</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Kraftstoff</b>	343	0%	42	0%	91	0%
<b>Summe</b>	1.927.340	100%	110.769	100%	439.894	100%

### 7.3.2 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.



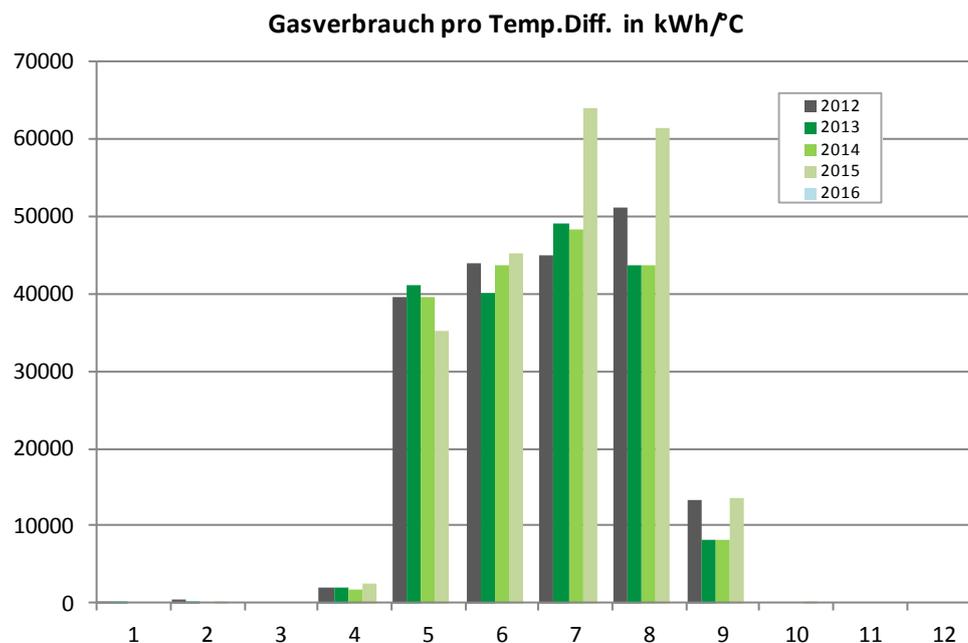
**Abbildung 29:** Monatlicher Gasverbrauch im Freibad

So zeigt sich deutlich, dass im Verlauf des Sommers regelmäßig weniger Gas verbraucht wird (Abbildung 26). 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 nur noch wenige Tage geöffnet, weshalb der absolute Verbrauch deutlich zurückgeht.

Für eine Bewertung des absoluten Verbrauchs wurde nun zusätzlich 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 ( $26^{\circ}\text{C}$ ) 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 30:** Temperaturbezogener Gasverbrauch im Freibad

In der Darstellung der Werte über die vergangenen Jahre (Abbildung 30) fällt auf, dass der spezifische Energieeinsatz im Verlauf des Sommers ansteigt – im Gegensatz zum absoluten Verbrauch, der tendenziell sinkt (Abbildung 29). 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 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 ho-

hen Temperaturen längere Zeit, wobei dann zwar der erzeugte Strom im Freibad genutzt, aber die Abwärme des Aggregates nicht mehr in vollem Umfang benötigt wurde.

Ein Teil des leicht erhöhten Verbrauchs ist allerdings auch auf die um eine Stunde verlängerte Öffnungszeit des Bades von Juni bis einschließlich August zurückzuführen. Weitere Analysen werden hierzu durchgeführt.

### 7.3.3 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 Beckenvolumen 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 80.000 € 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. Hierfür muss jedoch zunächst geklärt werden, wie sich die weitere Situation des Bades darstellt. 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.

## 7.4 Friedhof

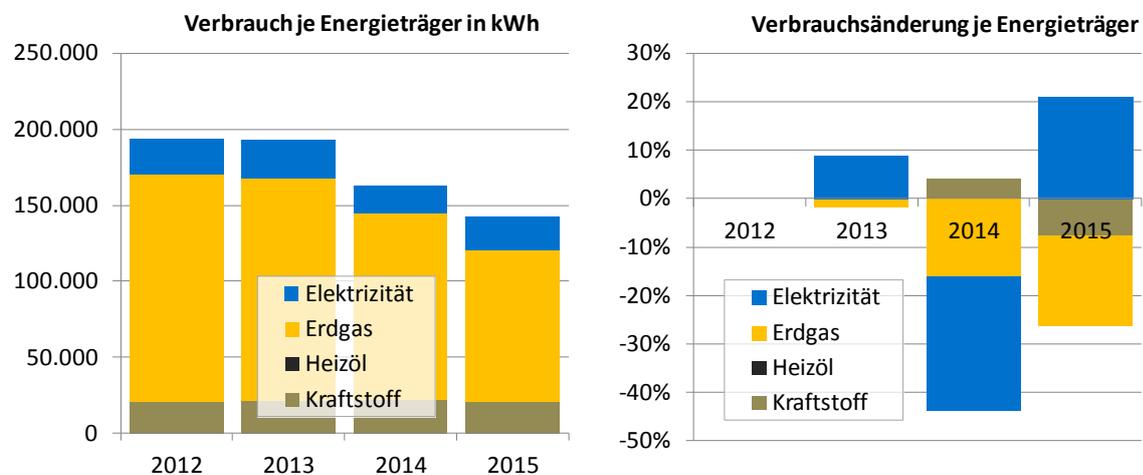
Der hoheitliche Betrieb des Friedhofs ist bei den Stadtwerken Gersthofen angesiedelt. Ein eigener separat geführter Bestattungsdienst übernimmt auf Wunsch die komplette Abwicklung eines Sterbefalls. Außerdem wird die Grünpflege der Anlage vom Friedhofspersonal übernommen. Ein Luftbild des Friedhofgeländes zeigt Abbildung 31.



**Abbildung 31:** Friedhof Gersthofen (Quelle: Nürnberg Luftbild, Hajo Dietz)

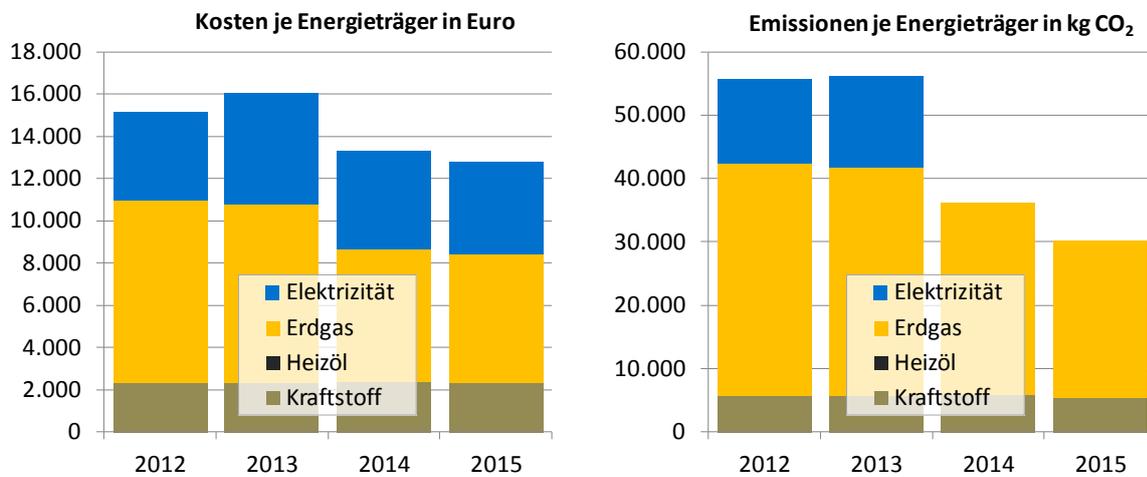
### 7.4.1 Umsätze

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 seit 2012 stetig gesunken ist (Abbildung 32). 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 32:** Energieverbrauch des Friedhofs

Auch die Kosten für Gas sind durch günstigere Einkaufspreise und Verbrauchsreduktionen stetig gesunken und betragen in 2015 rund 6.000 € (Abbildung 33). Die Emissionen sind seit 2012 um über 40 % gesunken.



**Abbildung 33:** Kosten und Emissionen im Friedhof

Die Übersicht zum aktuellen Berichtsjahr ist in Tabelle 10 dargestellt.

**Tabelle 10:** Energiedaten Freibad 2015

Energie-träger	Verbrauch	Verbrauchs-anteil	Kosten	Kosten-anteil	Emissionen	Emissions-anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO <sub>2</sub>	%
<b>Elektrizität</b>	21.776	15%	4.396	34%	-	0%
<b>Erdgas</b>	100.217	70%	6.087	48%	24.754	82%
<b>Heizöl</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Kraftstoff</b>	20.198	14%	2.318	18%	5.364	18%
<b>Summe</b>	142.191	100%	12.801	100%	30.118	100%

#### 7.4.2 Kennzahlen

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

**Tabelle 11:** Energiekennzahl Friedhof

Jahr	Flächenspez. Erdgasverbrauch in kWh/m <sup>2</sup>
<b>2012</b>	194
<b>2013</b>	190
<b>2014</b>	160
<b>2015</b>	130

Das Friedhofsgebäude weist eine beheizte Fläche von 771 m<sup>2</sup> auf. Mit dem absoluten Erdgasverbrauch ergibt sich ein flächenspezifischer Verbrauch von 130 kWh/m<sup>2</sup> für das Berichtsjahr. Das starke Absinken des Wertes über die Jahre kann wahrscheinlich nicht allein durch mildere Winter, sondern auch durch eine Veränderung der Nutzungshäufigkeiten der Gebäude erklärt werden.

### 7.4.3 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 Wärme 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.

## 7.5 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 34). Im Sommer bleibt das Bad geschlossen, da das Freibad in dieser Zeit ebenfalls beheizte Becken anbietet.



**Abbildung 34:** Innenansicht Hallenbad Gersthofen

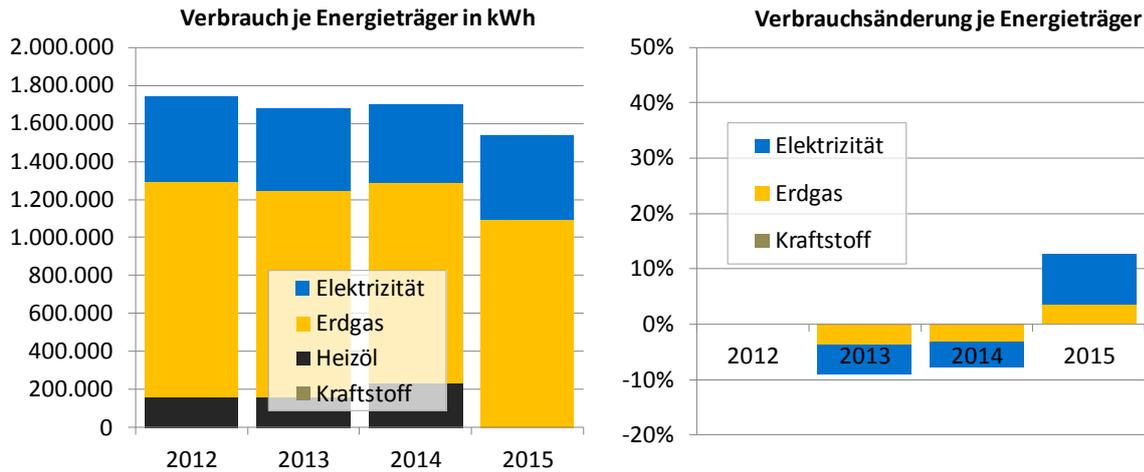
Insgesamt verfügt das Bad über zwei Becken: ein Schwimmer- und ein Nichtschwimmerbecken. Das Beckenvolumen beträgt in Summe 850 m<sup>3</sup> (vgl. Tabelle 12).

**Tabelle 12:** Beckenvolumina Hallenbad

Becken	Wasservolumen in m <sup>3</sup>
Schwimmerbecken	750
Nichtschwimmerbecken	100
<b>Summe</b>	<b>850</b>

### 7.5.1 Umsätze

Mit über 1,5 Mio. kWh pro Jahr ist das Hallenbad der zweitgrößte Energieverbraucher der Stadtwerke (vgl. Abbildung 35). Rund  $\frac{3}{4}$  des Sekundärenergiebedarfs 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 moderat, auffällig ist allerdings die Änderung des Stromverbrauchs in 2015 gegenüber dem Vorjahr in Höhe von 9 %. 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 35:** Energieverbrauch Hallenbad

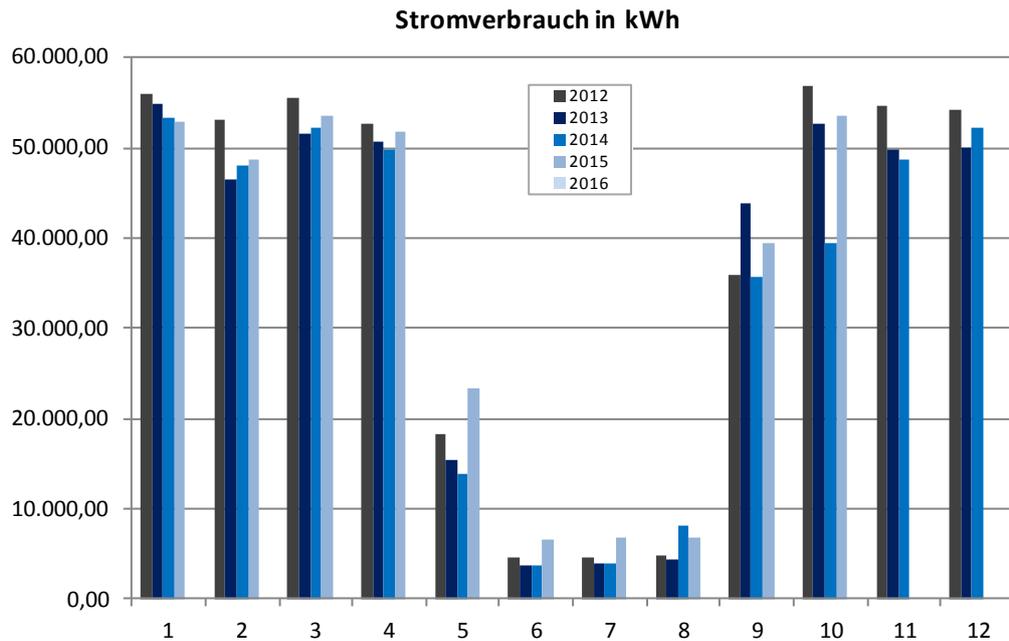
Das Bad verfügt über keine Eigenerzeugungsanlage und bezieht jegliche Energie von außen. Eine Übersicht der Energiedaten ist in Tabelle 13 gezeigt. 2015 wurden demnach rund 445.000 kWh Elektrizität verbraucht, was anteilig 29 % entspricht. 71 % (absolut: 1.093.000 kWh) entfielen auf den Erdgasverbrauch. Insgesamt entstanden Kosten in Höhe von 130.000 Euro und Emissionen in Höhe von 270.000 kg CO<sub>2</sub>. Zu beachten ist, dass außerdem Heizöl in unbekannter Höhe verbraucht wurde. Aufgrund der Tatsache, dass kein Heizölzähler vorhanden ist, kann der Verbrauch nicht präzise ermittelt werden. Im Berichtsjahr erfolgte kein Nachtanken.

**Tabelle 13:** Energiedaten Freibad 2015

Energie-träger	Verbrauch	Verbrauchs-anteil	Kosten	Kosten-anteil	Emissionen	Emissions-anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO <sub>2</sub>	%
<b>Elektrizität</b>	445.821	29%	71.254	55%	-	0%
<b>Erdgas</b>	1.093.775	71%	59.474	45%	270.162	100%
<b>Heizöl</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Kraftstoff</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Summe</b>	1.539.596	100%	130.728	100%	270.162	100%

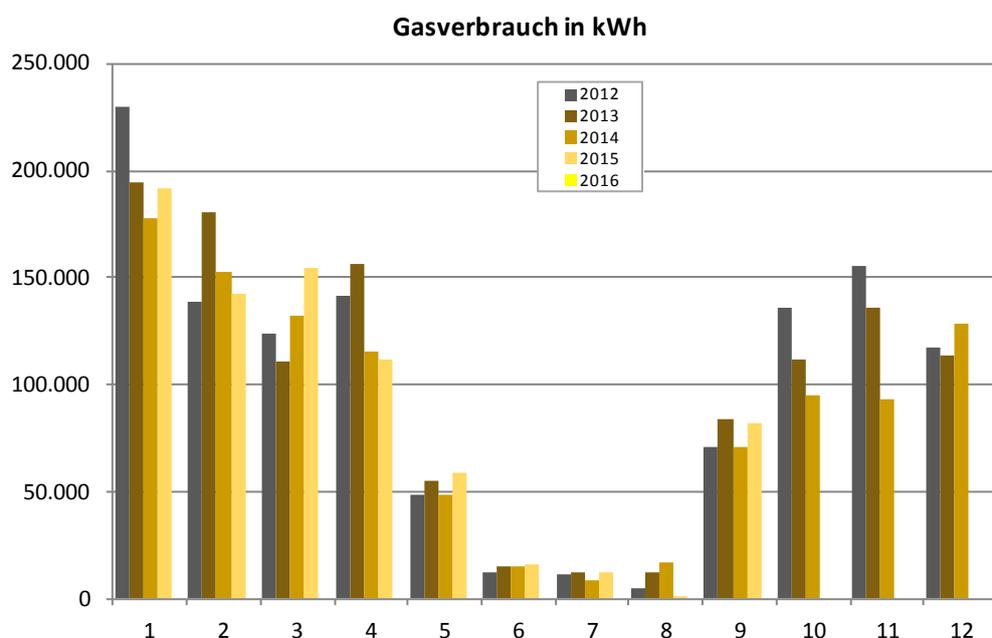
### 7.5.2 Kennzahlen

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 entspricht. 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

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

### 7.5.3 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 Einsparung bei über 20.000 € pro Jahr liegen.

#### ***Nutzung Solarenergie***

Solare Systeme würden sich zur partiellen Versorgung des Bades eignen. Da die Einstrahlungswerte im Winter erheblich niedriger sind, müssten die Modul- und Kollektorflächen größer ausfallen, was die Kosten erhöht. Allerdings besteht bei einer Photovoltaik-Anlage die Möglichkeit der EEG-Vergütung, über welche die Überschusseinspeisung im Sommer vergütet werden würde und bei der Solarthermie-Anlage die Förderungsmöglichkeit nach dem Marktanreizprogramm. Für genauere Aussagen sind weitere Berechnungen notwendig.

#### ***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.

## 7.6 Wasserwerk

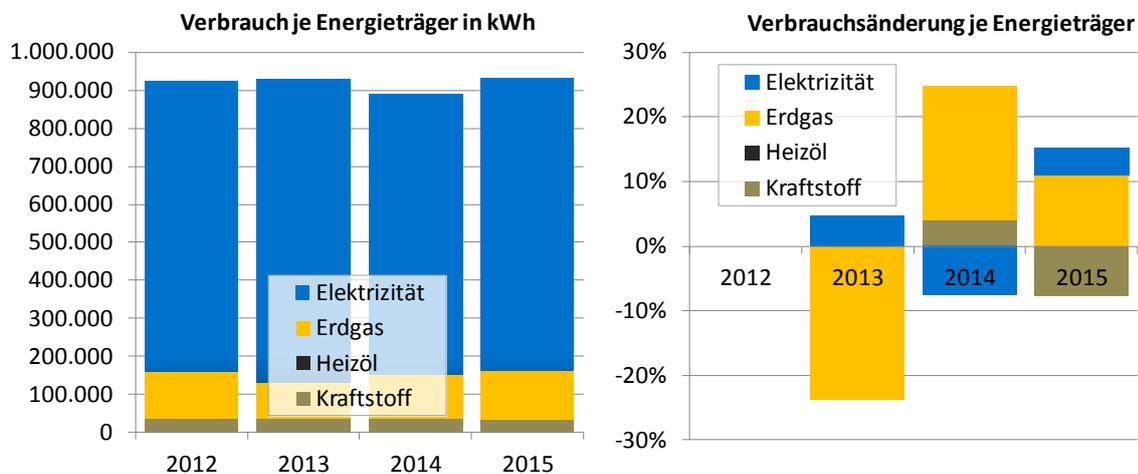
Durch das Wasserwerk werden die Stadt Gersthofen und angrenzende Gemeinden mit Trinkwasser versorgt. Über zwei Tiefenbrunnen wird das Wasser gefördert, anschließend aufbereitet und gefiltert und dann in den Speicherbehälter eingebracht. Eine Drucksteigerungsanlage entnimmt wiederum dem Speicher das Wasser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



**Abbildung 38:** Drucksteigerungsanlage im Wasserwerk Gersthofen

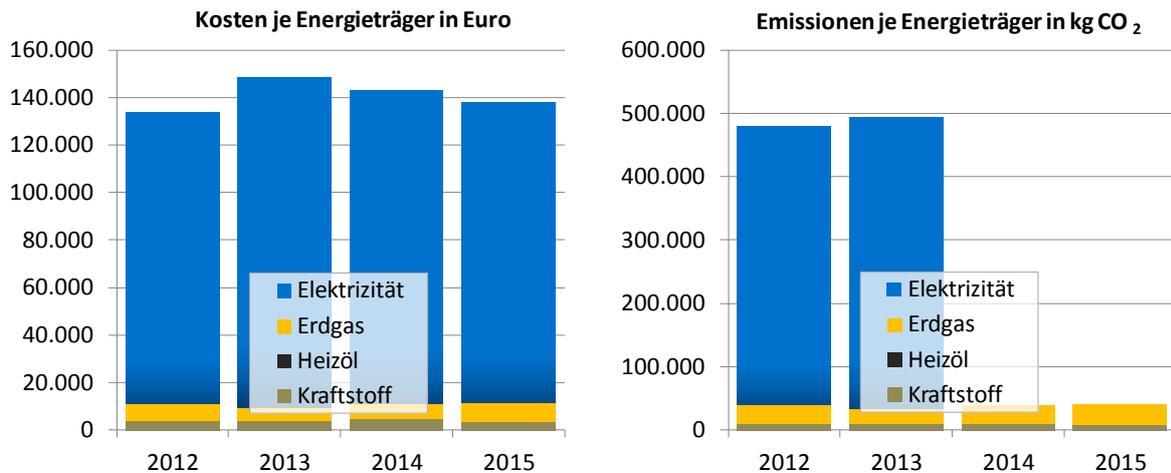
### 7.6.1 Umsätze

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 7.6.2) 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 14 zeigt, dass in 2015 Energiekosten in Höhe von rund 138.000 € auftraten. Mit einem Kostenanteil von 91 % dominiert der Stromverbrauch deutlich.

**Tabelle 14:** Energiedaten Wasserwerk 2015

Energie-träger	Verbrauch	Verbrauchs-anteil	Kosten	Kosten-anteil	Emissionen	Emissions-anteil
	kWh	%	Euro	%	kg CO <sub>2</sub>	%
<b>Elektrizität</b>	770.085	83%	126.358	92%	-	0%
<b>Erdgas</b>	129.481	14%	8.230	6%	31.982	78%
<b>Heizöl</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Kraftstoff</b>	33.114	4%	3.317	2%	8.795	22%
<b>Summe</b>	932.680	100%	137.905	100%	40.777	100%

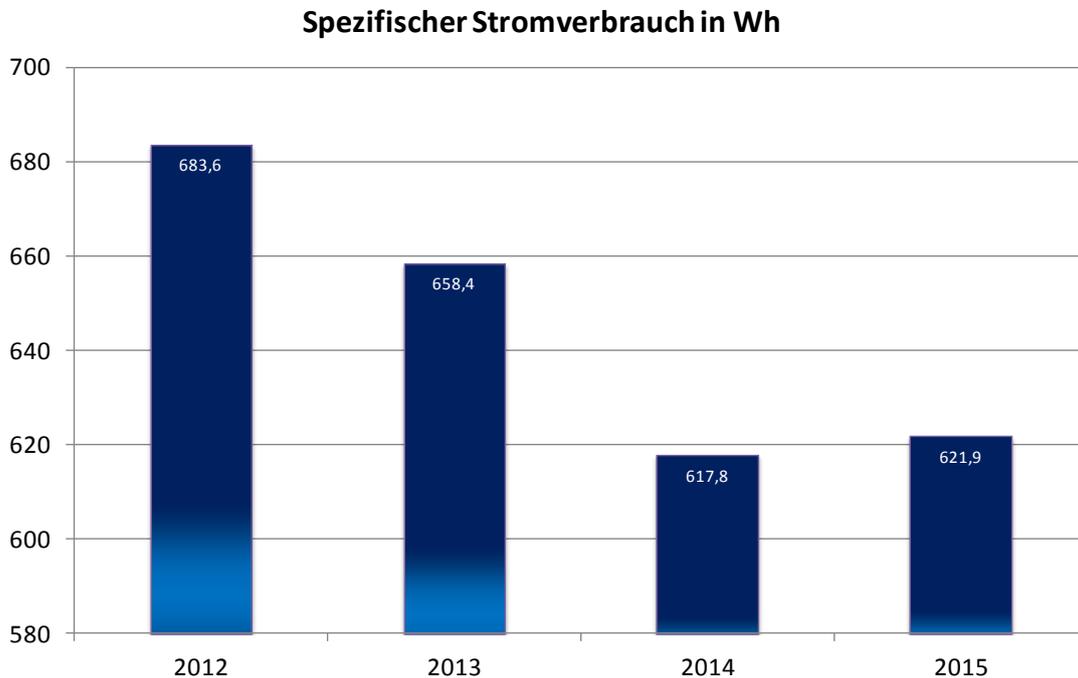
### 7.6.2 Kennzahlen

Wesentlicher Einflussfaktor auf den Energieverbrauch des Wasserwerks ist die Förderung. Je mehr Wasser die Kunden nachfragen, 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 dargestellt. Demnach liegt der volumenspezifische Elektrizitätsverbrauch bei rund 620 Wh pro Kubikmeter und Jahr. Der Wert der Kennzahl sank in den vergangenen Jahren und hat sich 2014/2015 bei rund 620 Wh/m<sup>3</sup> eingependelt. Da keine besonderen Energiesparmaßnahmen getroffen wurden, können die Ur-

sachen für diese Effizienzsteigerung vielfältig sein – bislang sind sie nicht bekannt und müssen daher noch genauer untersucht werden. Im EnMS wird die Kennzahl außerdem monatlich erfasst.



**Abbildung 41:** Spezifischer Stromverbrauch des Wasserwerks

### 7.6.3 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.

Ende 2015 wurde mit der Vorplanung für dieses Projekt begonnen. Die Anlage lässt sich aufgrund vorliegender Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wirtschaftlich darstellen.

#### ***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. Die Ergebnisse werden Mitte 2016 erwartet und stellen potenzielle Maßnahmen ausführlich dar. Nach vorläufigen Aussagen kann 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.

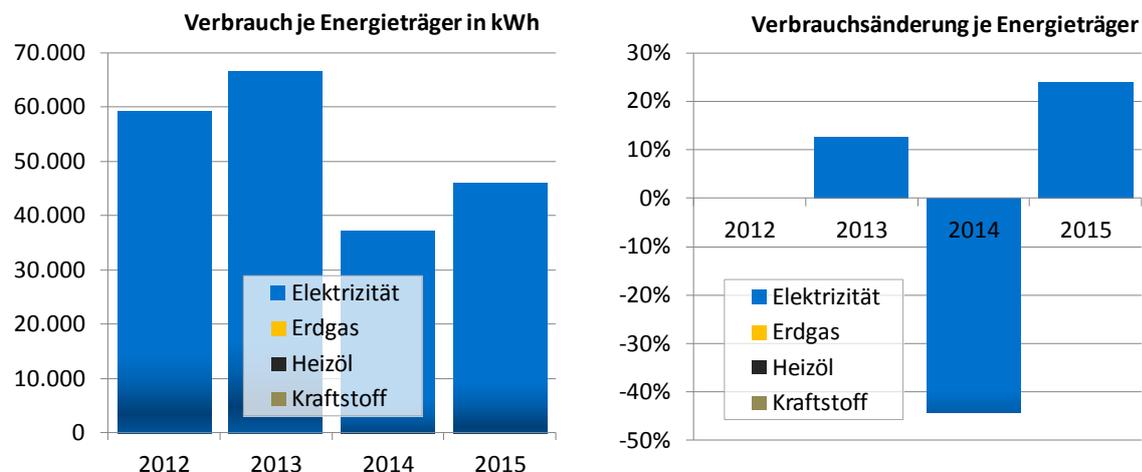
Darüber hinaus ergeben sich bei einer technischen Aufrüstung Vorteile durch die Kombination mit der Photovoltaik-Anlage. Mit entsprechendem Lastmanagement kann - unter Einhaltung der für die Wasserversorgung relevanten Anforderungen – eine weitere Steigerung des Eigenverbrauchs erzielt werden. Beispielsweise könnte die Fahrweise der Brunnenpumpen zum Teil nach der Verfügbarkeit des solaren Angebots ausgerichtet werden. Durch die Steigerung der Energieeffizienz im Wasserwerk könnten zudem freiwerdende Leistungsreserven der PV-Anlage für den Betrieb eines Speichers genutzt werden. Diese und weitere Möglichkeiten sind bei den zukünftigen Planungen zu berücksichtigen.

## 7.7 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.

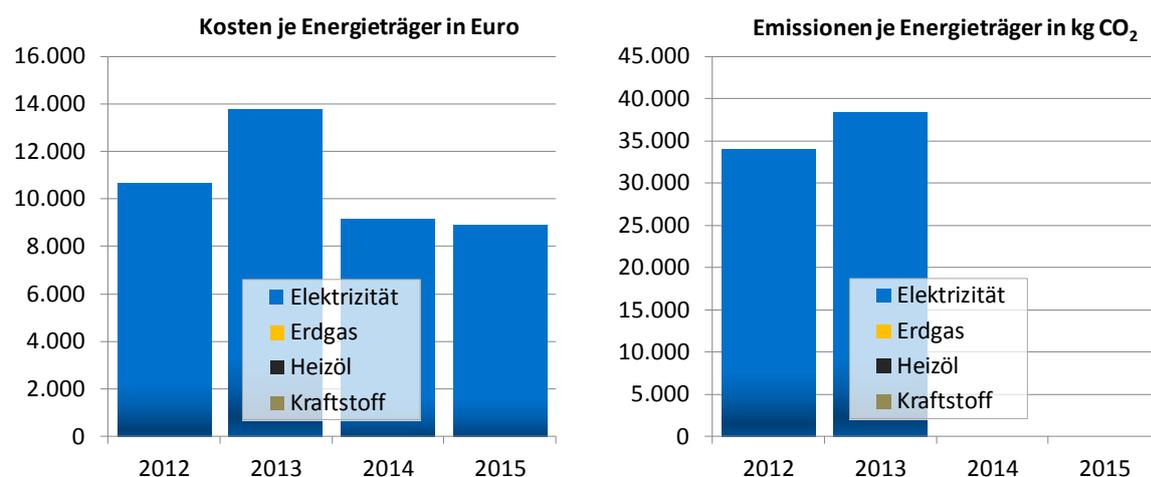
### 7.7.1 Umsätze

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 sind die Ausgaben für den Energiebezug gesunken (Abbildung 43). Mittlerweile betragen die jährlichen Kosten rund 9.000 Euro. 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 15 dargestellt.

**Tabelle 15:** Energiedaten Wasserwerk-Stationen 2015

<b>Energie-träger</b>	<b>Verbrauch</b>	<b>Verbrauchs-anteil</b>	<b>Kosten</b>	<b>Kosten-anteil</b>	<b>Emissionen</b>	<b>Emissions-anteil</b>
	kWh	%	Euro	%	kg CO <sub>2</sub>	%
<b>Elektrizität</b>	46.018	100%	8.908	100%	-	0%
<b>Erdgas</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Heizöl</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Kraftstoff</b>	-	0%	-	0%	-	0%
<b>Summe</b>	46.018	100%	8.908	100%	-	0%

### 7.7.2 Kennzahlen

Für die Außenstationen des Wasserwerks werden keine Energiekennzahlen erhoben.

### 7.7.3 Maßnahmen

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

## 8 Messstellen

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

### 8.1 Neue Energiezähler

Im Jahr 2015 wurde bei den Stadtwerken ein neuer Zähler installiert. Es handelt sich hierbei um einen Wärmemengenzähler, der eingebaut wurde, um den Wärmebedarf der Fahrzeughalle im Bauhof zu erfassen. Die Fahrzeughalle wird im Winter durchgehend geringfügig beheizt, um die Fahrzeuge startbereit zu halten und stärker aufgeheizt, wenn Wartungs- und Reparaturarbeiten an den Fahrzeugen durchgeführt werden. Nach den ersten Betriebsmonaten steht mittlerweile fest, dass rund 1/3 des Gasverbrauchs in der Heizperiode für die Erwärmung der Fahrzeughalle benötigt werden.



**Abbildung 44:** Neuer Wärmemengenzähler für die Fahrzeughalle im Bauhof

### 8.2 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 gewährleistet<sup>1</sup>. Nach Ablauf der Eichgültigkeitsdauer wird das Messgerät ausgetauscht oder die Eichgültigkeit verlängert. Hierfür sind die Versorgungsunternehmen verantwortlich.

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

Für den vorliegenden Bericht wurde ein aktueller Auszug aus der Zählerdatenbank erstellt. Dieser umfasst alle Zähler und deren Eigenschaften, auf deren Basis die Datenerfassung, Berechnungen und Analysen des Berichts aufbauen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind nur wesentliche Informationen in Tabelle 16 dargestellt. Zusätzliche Daten werden im Energiemanagementsystem vorgehalten.

**Tabelle 16:** Zählerübersicht Stadtwerke Gersthofen

Zuordnung	Zähler- nummer	Messstelle	Medium	Typ	Beschreibung
Freibad Haupt- zähler	127385	DE0000278636 8R1H00000000 506899000	Elektrizität	A 1500	Erfasst auch Einspeisung d. BHKW's. Mit optischer Schnittstelle
Kiosk	22158001		Elektrizität	Form C11H	
Hallenbad Hauptzähler	112341	DE0000278636 8V10000000010 33099000	Elektrizität	ZMD410CT	Mit optischer Schnittstelle
Freibad Haupt- zähler	776044	DE7003258636 8AAAAA700005 325600000	Erdgas	IRM-G	Leistungsmessung mit Fernausle- sung. Hauptzähler
Freibad Hei- zung	6388551		Erdgas	BK-G25	
Hallenbad Hauptzähler	700658	DE7003258636 8AAAAA700005 319800000	Erdgas	G 25	
Hallenbad Öl- Spitzenlastkes- sel			Heizöl		Messung per Liefermenge
Sauna Heizung	85042721		Warm- /Heizwasser	PolluCom E	
Sauna Lüftung	96200008 534		Warm- /Heizwasser	B 501	
Sauna Brauch- wasser	91150025		Warm- /Heizwasser	PolluTherm	
Bauhof	635298	DE0000278636 8R1D00000000 118700000	Elektrizität	T2C114N	Zweitarifzähler
Bauhof - Gärt- nerie	910705	DE0000278636 8R1D00000000 118702000	Elektrizität	ML262JHRB	
Bauhof	221323	DE7003258636 8AAAAA700005 319400000	Erdgas	G 25	
Bauhof - Gärt- nerie	772729	DE7003258636 8AAAAA700001 085600000	Erdgas	G4 RF1	
Bauhof - Miet- wohnung	94030016 169		Warm- /Heizwasser	PolluCom	
Friedhof	636394	DE0000278636 8R1D00000000 118900000	Elektrizität		
Friedhof Brunnen	- 755040	DE0000278636 8R1D00000000 118903000	Elektrizität		
Friedhof Batzenhofen	1EMH000 4099115	DE0000278636 8R1D00000000 127769000	Elektrizität		
Friedhof	221309	DE7003258636 8AAAAA700005	Erdgas	G 16	

319500000					
Wasserwerk/Gersthofen/Siemensstr. 13	207184	DE0000278636 8R1H00000000 507129000	Elektrizität	A 1500	Wasserwerk West, mit optischer Schnittstelle
Wasserwerk/Batzenhofen/Martinstr. 15	688803	DE0000278636 8R1D00000000 127643000	Elektrizität	T2C14N11	Wasservers. Katharinaberg - Pumpstation. Zweitarifzähler
Wasserwerk/Batzenhofen/Martinstr. 15	318929	DE0000278636 8R1D00000000 127642000	Elektrizität	7CA34 41	Wasservers. Katharinaberg - Speicherheizung
Wasserwerk/Batzenhofen/Sautener Str. 26	855404	DE0000278636 8R1D00000000 127696000	Elektrizität	7CA54 61	Hochbehälter
Wasserwerk/Rettenbergen/Am Peterhof 930	362686	DE0000278636 8R1D00000000 128164000	Elektrizität	Form YL16J	Peterhof - Pumpstation
Wasserwerk/Rettenbergen/Am Peterhof 930	352898	DE0000278636 8R1D00000000 128163000	Elektrizität	Form YL16J	Peterhof - Speicherheizung
Wasserwerk/Batzenhofen/Stephanstr. 930	373565	DE0000278636 8R1D00000000 127809000	Elektrizität	Form C14U	Weidenlohe - Speicherheizung
Wasserwerk/Batzenhofen/Stephanstr. 930	374164	DE0000278636 8R1D00000000 127810000	Elektrizität	Form C14U	Weidenlohe - Pumpstation
Wasserwerk/Neusäß/Trentiner Ring 930	240778	DE0000278636 8R1D00000000 269506000	Elektrizität	W 204	Wasserübergabeschacht Loderberg
Wasserwerk/Gablingen/Am Flugplatz 930	176319	DE0000278636 8R1D00000000 112034000	Elektrizität	C114UP	Wasser-Messstation
Wasserwerk/Augsburg/Karlsruher Str. 1	330241	DE0000278636 8000000000002 84349R01	Elektrizität	E 350	Mit optischer Schnittstelle
Wasserwerk	708085	DE7003258636 8AAAAA700006 029000000	Erdgas	G 10	
Bauhof Wärmehähler Fahrzeughalle	\N	\N	Warm-/Heizwasser	RAY FS WP	Wärme Fahrzeughalle

## 9 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. Die Umsetzung möglicher Maßnahmen ist aber zum Teil an vorgelagerte politische Entscheidungen gebunden, da bei Investitionen bestimmte Amortisationszeiten berücksichtigt werden müssen. So ist die Frage nach dem Fortbestand oder der zukünftigen Veränderung der Badebetriebe elementar für die Planung von Einsparmaßnahmen.

## A Anhang

Tabelle 17: Kennwerte und Umrechnungsfaktoren

Schlüssel	Wert	Einheit	Kommentar
Spez. Energie Heizöl	10,64	kWh/l	
CO <sub>2</sub> -Faktor Elektrizität 2012	576	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Elektrizität 2013	576	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Elektrizität 2014	0	g CO <sub>2</sub> /kWh	Umstellung auf Ökostrom
CO <sub>2</sub> -Faktor Elektrizität 2015	0	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Elektrizität 2016	0	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Erdgas 2012	247	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Erdgas 2013	247	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Erdgas 2014	247	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Erdgas 2015	247	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Heizöl 2012	319	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Heizöl 2013	319	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Heizöl 2014	319	g CO <sub>2</sub> /kWh	
CO <sub>2</sub> -Faktor Heizöl 2015	319	g CO <sub>2</sub> /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	9,8	kWh/L	Mittelwert aus Diesel & Benzin für gemischte Bilanzen
Spez. Energie Diesel	9,8	kWh/L	
Spez. Energie Benzin	8,9	kWh/L	
CO <sub>2</sub> -Faktor Diesel	2,64	g CO <sub>2</sub> /L	
CO <sub>2</sub> -Faktor Benzin	2,33	g CO <sub>2</sub> /L	
CO <sub>2</sub> -Faktor Kraftstoff	265,6	g CO <sub>2</sub> /kWh	Mischung: 50% Diesel, 50% Benzin