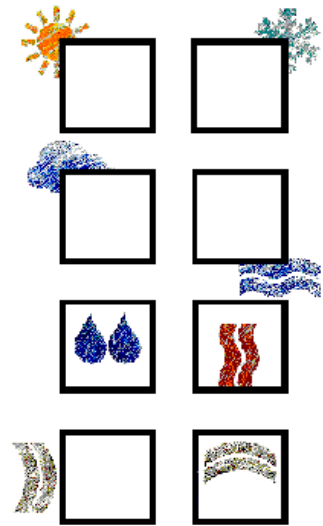


Energiebericht 2018

Liegenschaften der Stadt Marbach am Neckar



Bauphysik 5

Ingenieurbüro
für Wärme-, Feuchte-,
Schallschutz und Akustik

Fritz Bareiß
Beratender Ingenieur
Steffen Blessing
Diplom-Ingenieur (FH)
Verena Brühmann
Bachelor of Engineering
Wolfgang Dürrich
Beratender Ingenieur
Marco Leissner
Beratender Ingenieur
Joachim Seyfried
Beratender Ingenieur
Florian Titze
Beratender Ingenieur

Blumenstraße 22
71522 Backnang
Telefon 07191 49503-00
Telefax 07191 49503-27

E-Mail
Mail@Bauphysik5.de

80989-E20

27.11.2019

Projekt: Energieberatung
Liegenschaften der Stadt Marbach a. N.

Auftraggeber: Stadt Marbach am Neckar
Marbach am Neckar

Sachbearbeiter: M. Leissner, Beratender Ingenieur

Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung	1
2.	Grundlagen des Berichts.....	1
3.	Grundlagen zum Energieverbrauch und dessen Kennwerte.....	2
3.1.	Allgemeines.....	2
3.2.	Energieverbrauchskennwerte	2
3.3.	Energieverbrauchvergleichswerte.....	3
4.	Energieverbrauchsdaten	3
4.1.	Energieverbrauchsdaten im Jahr 2018	4
5.	Durchgeführte Energiesparmaßnahmen	11
6.	Empfehlung zum weiteren Ausbau der PV-Anlagen im Schulzentrum.....	12
7.	Zusammenfassung	13

Anlage 1-35: Energieverbrauchsdaten, Energiekosten und die Entwicklung des Energieverbrauchs für die einzelnen Liegenschaften der Stadt Marbach am Neckar

1. Aufgabenstellung

Im Rahmen der Energieberatung für die Liegenschaften der Stadt Marbach am Neckar wurden die Energieverbrauchsdaten und deren Kosten für den Zeitraum 1999 bis 2018 von der Stadt Marbach am Neckar erfasst. Die Verbrauchsdaten und die Kosten für das Jahr 2018 sind in diesem Energiebericht dargestellt. Die Erstellung der Energieberichte begann im Jahr 1999.

Die Stadt Marbach und der Solarverein begannen bereits im Jahr 2000 mit der Errichtung von PV-Anlagen im Schulzentrum der Stadt Marbach. In den Folgejahren kamen viele Anlagen dazu und leisten einen erheblichen Anteil um die Klimaschutzziele der Stadt Marbach umzusetzen. Gleichzeitig sind die Anlagen sehr wirtschaftlich. Die Erstellung einer neuen PV-Anlage auf dem ostorientierten Dach der Grundschule mit einer Leistung von knapp 100 kWp wird empfohlen. Im Bericht ist die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage dargestellt.

2. Grundlagen des Berichts

Folgende Grundlagen wurden zur Erstellung dieses Berichts herangezogen:

- VDI 3807 "Energieverbrauchskenndaten für Gebäude "
 - Blatt 1 Grundlagen, Ausgabe Juni 1994, 18 Seiten
 - Blatt 2 Heizenergie- und Stromverbrauchskennwerte, Ausgabe Juni 1998, 39 Seiten
 - Blatt 3 Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude und Grundstücke, Ausgabe Februar 1999, 20 Seiten
- "Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden in der Bundesrepublik Deutschland", Ausgabe November 1996 und Ausgabe 1999, ages GmbH
- "Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand" vom 30. Juli 2009 und vom 07. April 2015
- Energieverbrauchsdaten und Flächenangaben der kommunalen Liegenschaften für die Jahre 1999 bis 2018

3. Grundlagen zum Energieverbrauch und dessen Kennwerte

3.1. Allgemeines

Energie wird in Gebäuden zur Beheizung meist in Form von fossilen Brennstoffen und zum Betrieb elektrischer Anlagen und Gerätschaften verbraucht.

Der Heizenergieverbrauch eines Gebäudes ist von folgenden Faktoren maßgeblich abhängig:

- Standort, Lage und Orientierung des Gebäudes und damit den außerklimatischen Verhältnissen (Außentemperatur, Sonneneinstrahlung und Windverhältnisse während der Heizperiode)
- wärmetechnische Qualität der wärmeübertragenden Gebäudehülle (Wärmedämmeigenschaften der Außenbauteile, Geometrie des Gebäudes, Luftdichtheit der Gebäudehülle)
- Anlagen zur Raumluftkonditionierung und Heizungsanlagentechnik (Regelung und Steuerung der Heizungsanlage, Wirkungsgrad des Heizkessels, Stillstandsverluste, Verluste bei der Wärmeverteilung, etc.)
- Nutzerverhalten (Beheizung der Räume, Lüftungsverhalten, Warmwasserverbrauch)

Der Verbrauch von elektrischer Energie ist von der technischen Ausstattung der Gebäude mit elektrischen Gerätschaften und Anlagen, vom Beleuchtungssystem und vom Nutzerverhalten abhängig.

3.2. Energieverbrauchskennwerte

Die Erfassung des jährlichen Energieverbrauchs ist Grundlage für eine rationelle und effiziente Energienutzung. Unter dem Energieverbrauch wird der gemessene Jahresendenergieeinsatz verstanden, der sich aus den gemessenen Einheiten des Energieträgers (Holzhackschnitzel, Heizöl, Erdgas, Strom etc.) multipliziert mit dessen Heizwert (Energieinhalt) ergibt.

Da der Energieverbrauch eines Gebäudes von dessen Größe abhängig ist, werden Energieverbrauchskennwerte gebildet. In den Energieberichten bis einschließlich 2012 erfolgte die Kennwertbildung nach VDI 3807 "Energieverbrauchskennwerte für Gebäude - Grundlagen". Um Konformität mit den nach der Energieeinsparverordnung erstellten Energieverbrauchsausweisen zu erreichen, erfolgt seit 2013 die Kennwertbildung nach der "Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte in Nichtwohngebäudebestand".

Im Unterschied zur früheren Kennwertbildung nach VDI 3807 wird ab dem Energiebericht für 2013 der spezifische Jahresenergieverbrauch nicht auf die beheizte Bruttogrundfläche BGF des Gebäudes sondern auf die beheizte Nettogrundfläche NGF des Gebäudes bezogen. Da die Nettogrundfläche ca. 10 % kleiner als die Bruttogrundflächen sind, erhöhen sich die Energieverbrauchskennwerte der Gebäude bedingt durch die geänderte Auswertung ebenfalls um ca. 10 %. Die Umrechnung der Bruttogrundfläche auf die Nettogrundfläche erfolgt pauschal über Umrechnungsfaktoren für unterschiedliche Gebäudekategorien.

Die Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten erlaubt auch bei Veränderungen der Nettogrundfläche

- eine Beurteilung des Energieverbrauchs von Gebäuden
- den Vergleich von Gebäuden gleicher Art und Nutzung
- die Überwachung des Energieverbrauchs der Gebäude
- die Kontrolle des Erfolgs durchgeführter Energiesparmaßnahmen

3.2.1. Heizenergieverbrauchskennwert

Die Witterung hat einen wesentlichen Einfluss auf den Heizenergieverbrauch eines Gebäudes. Um den Jahresheizenergieverbrauch eines Gebäudes für verschiedene Jahre unterschiedlicher Witterung vergleichbar zu machen, ist eine Witterungsbereinigung notwendig. Der Jahresheizenergieverbrauch wird dabei auf ein Durchschnittsjahr des Standortes Würzburg bezogen, um einen Vergleich von Gebäuden in Deutschland unterschiedlichen Standorts zu ermöglichen. Die Wetterdaten für das Jahr 2018 stammen von der Wetterstation Stuttgart-Schnarrenberg des Deutschen Wetterdienstes.

Der Heizenergieverbrauchskennwert ergibt sich aus dem gesamten Heizenergieverbrauch für die Wärmeversorgung einschließlich der Warmwasserbereitung, bezogen auf die Nettogrundfläche. Der Anteil des Heizenergieverbrauchs für die Wärmeversorgung wird dabei witterungsbereinigt. Der Anteil des Heizenergieverbrauchs für die Warmwasserbereitung ist für die kommunalen Liegenschaften nicht separat erfasst und wurde bei der Ermittlung des Heizenergieverbrauchskennwertes ebenfalls witterungsbereinigt.

3.2.2. Stromverbrauchskennwert

Der Stromverbrauchskennwert stellt den auf die Nettogrundfläche bezogenen Stromverbrauch eines Jahres dar. Wird Strom zur Beheizung von Gebäuden verwendet, so ist für diesen Anteil der Heizenergieverbrauchskennwert zu bilden.

3.3. Energieverbrauchsvergleichswerte

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung veröffentlichte Energieverbrauchskennwerte die im Rahmen der Erstellung von Energieausweisen nach der Energieeinsparverordnung als Vergleichswerte herangezogen werden. Dabei sind die Vergleichswerte der EnEV 2007 als Mittelwert des Bestandes der jeweiligen Gebäudekategorie zu verstehen. Die Vergleichswerte der EnEV 2009 sind Zielwerte für ein energetisch modernisiertes Bestandsgebäude und wurden unverändert in der aktuell gültigen EnEV 2014 übernommen.

Die Vergleichswerte sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Gebäudenutzung	Heizenergieverbrauchs-kennwert in kWh/m ² _{NGF}		Stromverbrauchskennwert in kWh/m ² _{NGF}	
	EnEV 2007	EnEV 2009 bzw. EnEV 2014	EnEV 2007	EnEV 2009 bzw. EnEV 2014
Verwaltungsgebäude - Rathäuser	120	85	45	30
Schulen und Kindergärten - Allgemeinbildende Schulen < 3500 m ²	150	105	15	10
- Allgemeinbildende Schulen > 3500 m ²	125	90	15	10
- Berufsbildende Schulen	115	80	25	20
- Kindergarten/Kindertagesstätten	160	110	25	20
- Mensa	170	120	105	75
Gebäude für kulturelle Zwecke - Gemeinschaftshäuser	195	135	45	30
- Veranstaltungsgebäude	155	110	60	40
Sportbauten - Sporthallen	170	120	40	30
- Schwimmhallen	775	425	220	155
Gebäude für öffentliche Bereitschaftsdienste - Bauhof, Feuerwehren	145	100	25	20

4. Energieverbrauchsdaten

Die Energieverbrauchsdaten für den Zeitraum 1999 bis 2018 liegen für die nachfolgenden Liegenschaften vor.

Liegenschaft	Straße	Ort	Nettogrundfläche NGF
Jugendhaus	Am Leiselstein 7	Marbach a. N.	527
Stadthalle	Schillerhöhe 12	Marbach a. N.	1823
Feuerwache	Washingtonstraße 1	Marbach a. N.	1741
Feuerwehrgerätehaus	Paul-Gerhardt-Straße 17	Rielingshausen	299
Städtischer Bauhof	Rielingshauser Straße 28	Marbach a. N.	1055
Bildungszentrum mit Container	Schulstraße 33	Marbach a. N.	10328
Ev. Kindergarten	Kindergartenstraße 3	Rielingshausen	475
Ev. Kindergarten (Hörnle)	Pestalozziplatz 10	Hörnle	702
Grundschule (Paul-Gerh.-Str. 5)	Paul-Gerhardt-Straße 5	Rielingshausen	541
Grundschule (Paul-Gerh.-Str. 12)	Paul-Gerhardt-Straße 12	Rielingshausen	476
Grundschule Hauptgebäude	Kernerstraße 36	Marbach a. N.	2882
Grundschule Nebengebäude	Kernerstraße 36/2	Marbach a. N.	1452
Gymnasium mit Neubau LW	Schulstraße 34	Marbach a. N.	12549
Kindergarten (Ahornweg)	Ahornweg 15	Marbach a. N.	317
Kindergarten (Kernerstraße Altbau)	Kernerstraße 38	Marbach a. N.	317
Kindergarten (Kernerstraße Neubau)	Kernerstraße 40	Marbach a. N.	316
Kindergarten im Gäble	Karlstraße 10	Rielingshausen	218
Kindergarten Südsterne	Jenaweg 12	Marbach a. N.	498
Kindergarten Veilchenweg	Veilchenweg	Marbach a. N.	294
Kindertagesstätte "Sonnenschein"	Kerner Straße 44	Marbach a. N.	690
Mensa	Schulstr. 27	Marbach a. N.	1031
Uhlandschule mit Erweiterung	König-Wilhelm-Platz 9	Marbach a. N.	2084
Uhlandschule Neubau	König-Wilhelm-Platz 9	Marbach a. N.	614
Gemeindehalle	Backnanger Str. 8	Rielingshausen	2115
Gymnasium Turnhalle	Schulstraße 32	Marbach a. N.	1161
Haffnerhalle	König-Wilhelm-Platz 14	Marbach a. N.	474
Hermann-Zanker-Bad	Schillerhöhe 19	Marbach a. N.	1138
Karl-Nusser-Halle	Kernerstraße 36/1	Marbach a. N.	1844
Sporthalle Lauerbäumle	Kernerstraße 44/1	Marbach a. N.	2.469
Stadionhalle	Am Leiselstein 4	Marbach a. N.	2000
Rathaus (Hauptgebäude)	Marktstraße 23	Marbach a. N.	1025
Rathaus (Nebengebäude)	Marktstraße 25	Marbach a. N.	468
Rathaus Rielingshausen	Rathausplatz 2	Rielingshausen	163
Stadtbauamt	Marktstraße 32	Marbach a. N.	404

Bei der Auswertung der Tabellen und Diagrammen im Energiebericht sind die genannten Liegenschaften berücksichtigt.

Die meisten Gebäude besitzen die notwendigen Zählereinrichtungen (Wärmemengenzähler, Gaszähler, Öluhren), um den Heizenergieverbrauch erfassen zu können. Einige Gebäude sind jedoch ohne Unterzähler an gemeinsamen Wärmeerzeugungsanlagen angeschlossen. Für diese Gebäude ist eine genaue Aufteilung des Heizenergieverbrauchs nicht möglich. Folgende Gebäude sind betroffen:

- Das Grundschulhauptgebäude und das Grundschulnebengebäude besitzen einen gemeinsamen Wärmemengenzähler
- Das Wohnhaus Schulstraße 31 besitzt keinen Wärmemengenzähler

Die folgenden Gebäude besitzen keine separaten Stromzähler:

- Das Grundschulhauptgebäude und das Grundschulnebengebäude besitzen einen gemeinsamen Stromzähler
- Die beiden Grundschulgebäude in Rielingshausen besitzen einen gemeinsamen Stromzähler

Die Verbrauchserfassung für diejenigen Liegenschaften, die keinen separaten Strom- oder Wärmemengenzähler aufweisen erfolgt entsprechend ihrem Nettogrundflächenverhältnis.

4.1. Energieverbrauchsdaten im Jahr 2018

Im Jahr 2018 ging die Sporthalle Lauerbäumle mit einer Nettogrundfläche von 2.469 m² in Betrieb. Die Mensa wurde um 345 m² und der Kindergarten Sonnenschein um 280 m² erweitert. Dieser Nutzflächenzuwachs von 5,6 % gemessen an der Summe der Nutzflächen aller Liegenschaften ist bei der Bewertung der Verbrauchsdaten zu berücksichtigen.

Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Energiekosten der erfassten Gebäude:

Stadt Marbach a. N.	Verbrauch		CO ₂ -Emissionen		Kosten		
	Verbrauch in MWh/a	Abweichung zum Vorjahr in %	CO ₂ in Tonnen	Anteil an gesamten CO ₂ -Emissionen in %	Kosten in 1000 €	Anteil an gesamten Energiekosten in %	Abweichung zum Vorjahr in %
Energiestatistik Jahr 2018							
Gesamter Erdgasverbrauch	2714,13	-9,3%	670,39	40,8%	115,23	27,2%	-11,3%
Gesamter Heizölverbrauch	233,40	-15,0%	74,45	4,5%	13,60	3,2%	-11,9%
Gesamter Stromverbrauch (Heizwärme)	19,43	-7,8%	10,98	0,7%	3,32	0,8%	-5,2%
Holz hackschnitzel/ Holzpellet	2137,57	4,9%	49,16	3,0%	44,46	10,5%	0,8%
Wärme insgesamt	5104,53	-4,1%	804,98	49,0%	176,62	41,7%	-8,5%
(witterungsbereinigt+ Würzburgbezug)	7021,90	7,7%	1039,72	63,3%			
Heizenergieverbrauchs-kennwert (NGF-Bezug)	128,9 kWh/m ²	2,7%					
Gesamter Stromverbrauch	1068,13	1,7%	603,49	36,7%	246,99	58,3%	3,5%
Stromverbrauchs-kennwert (NGF-Bezug)	19,6 kWh/m ²	-3,0%					
Gesamtenergieeinsatz	6172,66	-3,2%	1643,22	100,0%	423,61	100,0%	-1,9%
Stromerzeugung							
Städtische PV-Anlagen und BHKW	448,09	5,2%	-253,17	-15,4%	-129,96		
Solarpark Königsbronn, Anteil Stadt	3474,79				-330,11		

Der Heizenergieverbrauch ist gegenüber dem Jahr 2017 um 4,1 % gesunken. Unter Berücksichtigung der mildereren Witterung im Jahr 2018 ist der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch um 7,7 % gegenüber dem Vorjahr gestiegen, was einer Verbrauchssteigerung von 500 MWh entspricht. Der Strombezug in Summe aller Liegenschaften ist gegenüber dem Vorjahr um 1,7 % gestiegen, was einer Verbrauchssteigerung von 18 MWh entspricht.

Die witterungsbereinigt Verbrauchssteigerung ist im Wesentlichen auf folgende Gebäude zurückzuführen:

- Hermann-Zanker-Bad
Der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch des Hallenbades hat sich um ca. 259 MWh erhöht. Das im Hallenbad im Jahr 2009 installierte Blockheizkraftwerk deckt den Wärmebedarf des Hallenbades und der benachbarten Stadthalle zu 65 %. Durch Optimierungsmaßnahmen an der Regelung konnten die Betriebszeiten des BHKW von 5.571 Stunden im Jahr 2017 auf 6.119 Stunden im Jahr 2018 erhöht werden. Die Erhöhung der Betriebsstunden verursacht einen witterungsbereinigten Mehrverbrauch von 208 MWh. Aufgrund von Verschleißerscheinungen am Gasmotor des BHKW sank der BHKW-Wirkungsgrad von 81 % im Jahr 2017 auf 71 % im Jahr 2018. Bis Ende des Jahres 2018 lief das Jahr seit der Inbetriebnahme 42.334 Stunden. Im Juli 2019 ging das Blockheizkraftwerk in Störung und ließ sich nicht mehr in Betrieb nehmen. Auf unsere Empfehlung hin entschied sich die Stadtverwaltung, eine Motorrevision für ca. 14.000 € durchführen zu lassen.
- Sporthalle Lauerbäumle
Nach den Sommerferien 2018 ging die Sporthalle Lauerbäumle in Betrieb. Der witterungsbereinigt Heizenergieverbrauch der Sporthalle betrug im Jahr 2018 ca. 83 MWh. Der Stromverbrauch der Sporthalle betrug im Jahr 2018 ca. 46 MWh.
- Erweiterung der Mensa im Jahr 2018
Die Mensa im Schulzentrum Marbach wurde um 3 Betreuungsräume und um einen Speisesaal (345 m² NGF) erweitert. Der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch stieg im Jahr 2018 aufgrund der damit einhergehenden Beheizung um ca. 21 MWh an.
- Erweiterung des Kindergartens Sonnenschein im Jahr 2018
Der Kindergarten Sonnenschein wurde um 2 Gruppen mit Schlafräumen (280 m² NGF) erweitert. Der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch stieg im Jahr 2018 aufgrund der damit einhergehenden Beheizung um ca. 12 MWh an. Die Erweiterung führte zu einem Strommehrverbrauch von ca. 5 MWh gegenüber dem Vorjahr.
- Stadionhalle
Der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch der Stadionhalle hat sich um ca. 64 MWh gegenüber dem Vorjahr erhöht. Ursache hierfür ist eine defekte Klappenregelung der 3 Lüftungsanlagen, welche zu einem höheren Außenluftaustausch führte.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Veränderungen ist der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch der übrigen Liegenschaften um ca. 1 % gegenüber dem Vorjahr angestiegen. Ohne Berücksichtigung des Hallenbades und der nutzflächenbedingten Steigerung des Stromverbrauchs (Sporthalle Lauerbäumle, Mensa, Kindergarten Sonnenschein) hat sich der Stromverbrauch aller übrigen Liegenschaften im Mittel gegenüber dem Vorjahr um 2 % reduziert.

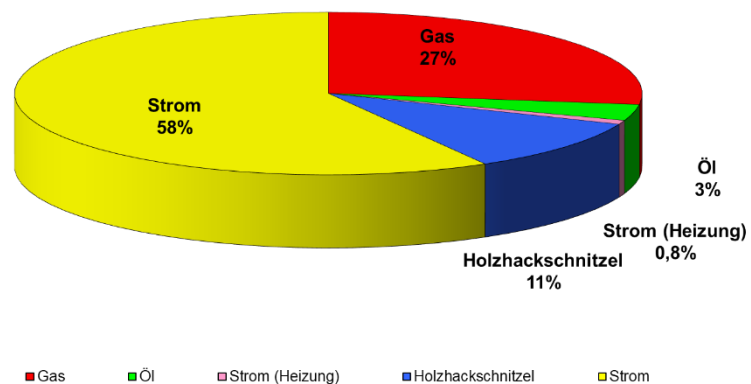
Der Deckungsanteil der Holzhackschnitzelanlage am Heizenergieverbrauch des Schulzentrums ist gegenüber dem Jahr 2017 von 71 % auf 75 % gestiegen, was sich günstig auf die Heizenergiekosten auswirkt. Insbesondere aufgrund der milden Witterung sind die Heizkosten um ca. 16.300 € gegenüber dem Vorjahr gesunken.

Die Stromkosten haben sich um ca. 8.300 € gegenüber 2017 erhöht. Insgesamt betragen die Energiekosten im Jahr 2018 für Strom und Beheizung ca. 423.600 €.

Das Blockheizkraftwerk im Hallenbad, die städtischen Photovoltaikanlagen sowie die Anlagen des Solarvereins erzeugten im Jahr 2018 ca. 448,1 MWh Strom, was etwa 42 % des gesamten Stromverbrauchs der städtischen Liegenschaften entspricht. Die Vergütung des eingespeisten Solarstroms aus den städtischen PV-Anlagen sowie des eingespeisten BHKW-Stroms betrug 130.000 €.

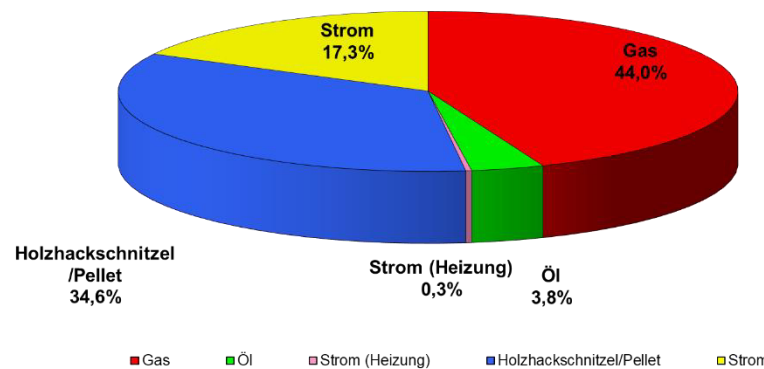
Der Solarpark Königsbronn (Anteil der Stadt) erzeugte im Jahr 2018 ca. 3.474,8 MWh Strom, die Einspeisevergütung betrug 330.100 €.

Prozentuale Aufteilung der Energiekosten auf die Energieträger im Jahr 2018:

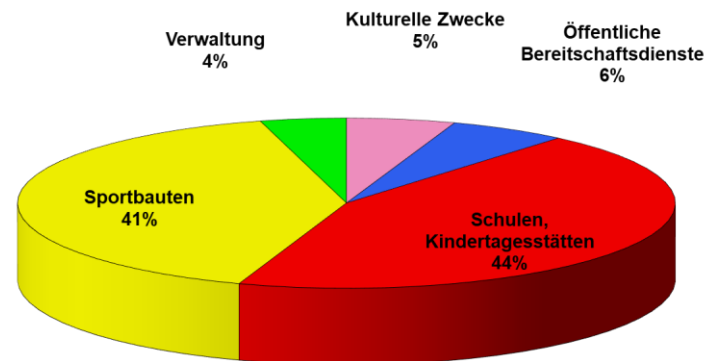


Der Stromverbrauch der Liegenschaften verursacht mehr als die Hälfte der Energiekosten.

Prozentuale Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs auf die eingesetzten Energieträger im Jahr 2018:

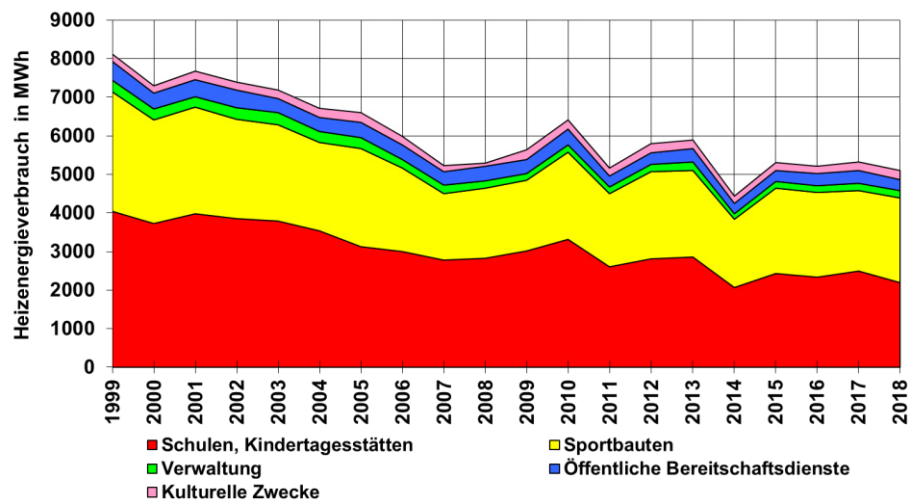


Die Liegenschaften werden in Gebäudegruppen, wie Verwaltungsgebäude, Schulen und Kindergärten, Sportbauten etc. zugeordnet. Der Anteil der einzelnen Gebäudegruppen am Energieverbrauch der Stadt Marbach am Neckar ist für das Jahr 2018 dargestellt.

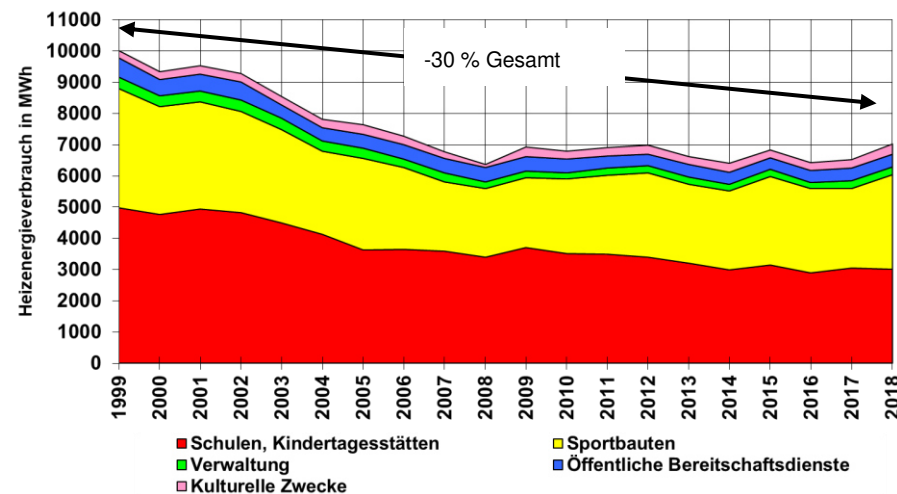


■ Kulturelle Zwecke ■ Öffentliche Bereitschaftsdienste ■ Schulen, Kindertagesstätten ■ Sportbauten ■ Verwaltung

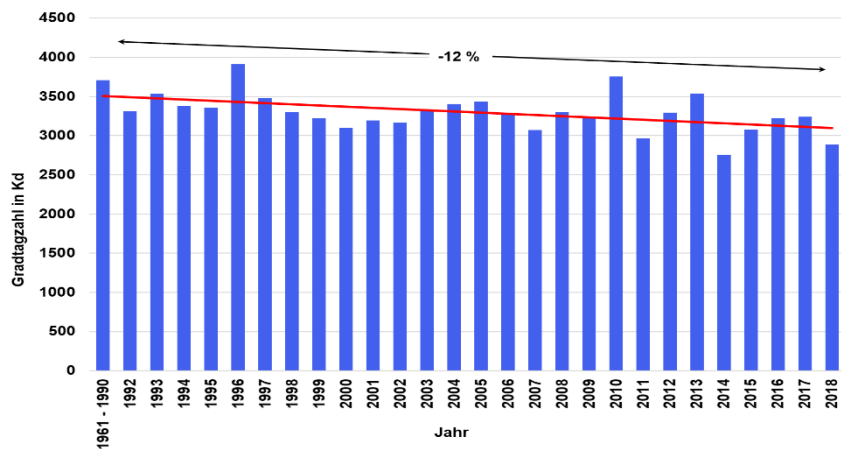
Entwicklung des Heizenergieverbrauchs aller Liegenschaften von 1999 bis 2018, aufgeteilt nach Gebäudegruppen. Der Heizenergieverbrauch wird in Megawattstunden (MWh) angegeben, wobei eine MWh dem Heizwert von 100 Liter Heizöl oder 100 m³ Erdgas entspricht.



Entwicklung des witterungsbereinigten Heizenergieverbrauches aller Liegenschaften von 1999 bis 2018, aufgeteilt nach Gebäudegruppen. Der Heizenergieverbrauch ist auf den Standort Würzburg bezogen.



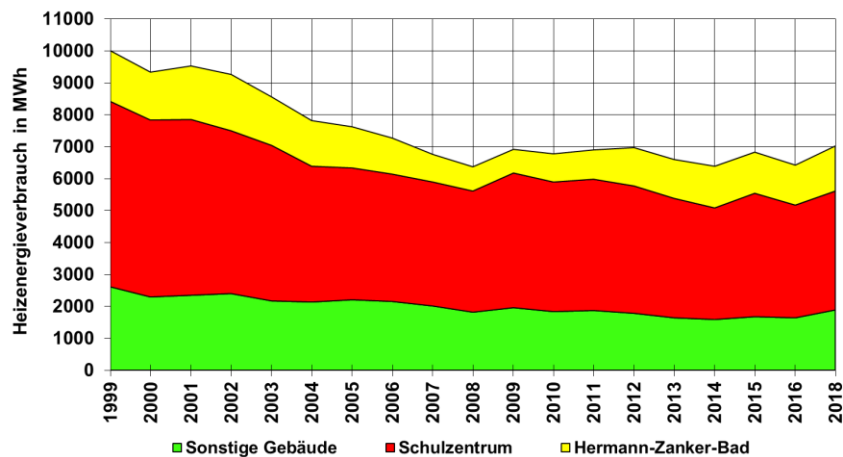
Die nachfolgende Grafik zeigt den Verlauf der Gradtagzahl (Wetterstation Stuttgart Schnarrenberg) als wesentlicher Faktor für den witterungsbedingten Heizenergieverbrauch. Je größer die Gradtagzahl umso kühler waren die Witterungsbedingungen im betrachteten Jahr und umso intensiver muss beheizt werden.



Der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch der Liegenschaften hat sich seit 1999 um 30 % reduziert, was auf durchgeführte energiesparende Maßnahmen zurückzuführen ist, die sich positiv auswirken. Der Anstieg des Heizenergieverbrauchs in 2009 bzw. 2010 gegenüber dem Jahr 2008 ist auf den Nutzflächenanstieg von ca. 12 % infolge der Gebäudeerweiterungen zurückzuführen. 2009 und 2010 kamen die sanierte Stadthalle, das Rathausnebengebäude mit Stadttinfo, das Kinderhaus "Sonnenschein", die Mensaerweiterung sowie die Erweiterung des Gymnasiums und der Lehrerzimmeranbau hinzu. In 2011 kam der Neubau der Uhlandschule hinzu. Nach der Generalsanierung der Gemeindehalle Rielingshausen erfolgte die ganzjährige Nutzung im Jahr 2015. Der Anstieg in 2015 ist auch auf den Ausfall der Gebäudeleittechnik im Schulzentrum zwischen Oktober 2015 und März 2016 zurückzuführen. Der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch des Wärmeverbundnetzes Schulzentrum stieg 2015 um 10 % gegenüber 2014 an. Im Jahr 2016 konnte der Heizenergieverbrauch im Schulzentrum wieder deutlich reduziert werden. Im Jahr 2018 kamen die Sporthalle Lauerbäumle sowie die Erweiterungen der Mensa und des Kindergartens Sonnenschein hinzu.

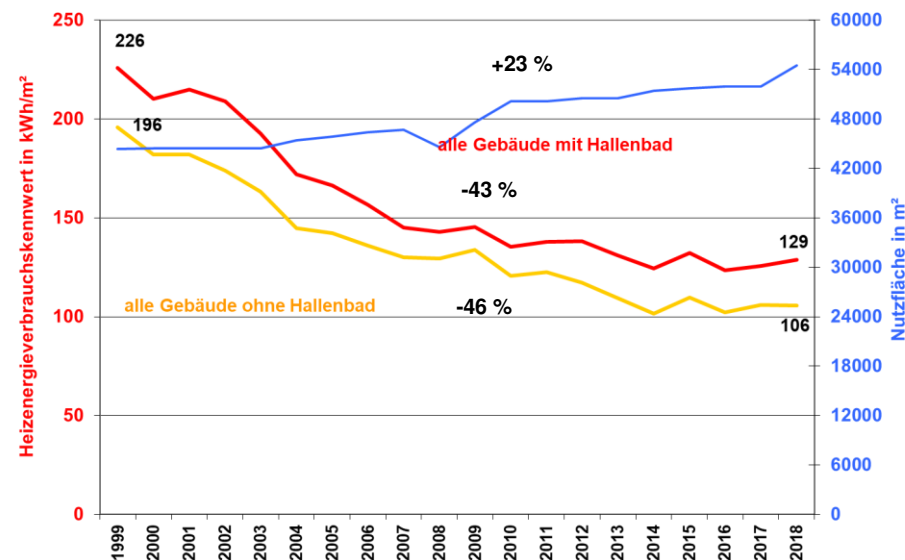
Die Auswertung des Verlaufs durch lineare Regression zeigt, dass die Gradtagzahl im Zeitraum der vergangenen 27 Jahre um 12 % gesunken ist.

Die nachfolgende Grafik zeigt nochmals den Verlauf des witterungsbereinigten Heizenergieverbrauches von 1999 bis 2018, jedoch in einer anderen Aufteilung (Schulzentrum, Hallenbad und übrige Gebäude). Der Heizenergieverbrauch ist wiederum auf den Standort Würzburg bezogen.



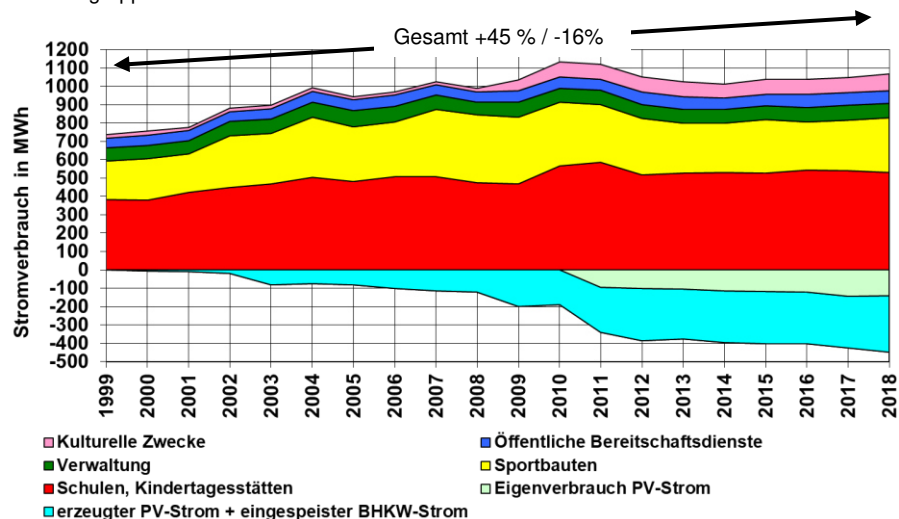
Das Hallenbad mit dem Blockheizkraftwerk hat einen erheblichen Einfluss auf den gesamten Heizenergieverbrauch. Im Jahr 2018 betrug der Anteil des Hallenbades 20 % des gesamten Heizenergieverbrauchs der städtischen Liegenschaften. Der Anteil des Schulzentrums betrug im Jahr 2018 etwa 53 %.

Da der Heizenergieverbrauch aufgrund hinzukommender Gebäude der erreichten Heizenergieeinsparung entgegenwirkt, wird in der nachfolgenden Grafik der gesamte witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch aller städtischen Liegenschaften auf die beheizte Nettogrundfläche dieser Liegenschaften bezogen.



Die beheizte Nettogrundfläche der Gebäude sind seit dem Jahr 1999 durch Neubauten und Erweiterungen um 23 % gestiegen. Der mittlere Heizenergieverbrauchskennwert der Gebäude sank von 226 kWh/m² im Jahr 1999 auf 129 kWh/m² im Jahr 2018, was einer Reduktion von ca. 43 % entspricht. Ohne Berücksichtigung des Hallenbades (unterschiedliche Betriebsstunden des BHKW verfälschen etwas die statistische Auswertung) sank der mittlere Heizenergieverbrauchskennwert von 196 kWh/m² im Jahr 1999 auf 106 kWh/m² im Jahr 2018 und damit um ca. 46 %.

Entwicklung des Stromverbrauchs aller Liegenschaften von 1999 bis 2018, aufgeteilt nach Gebäudegruppen.

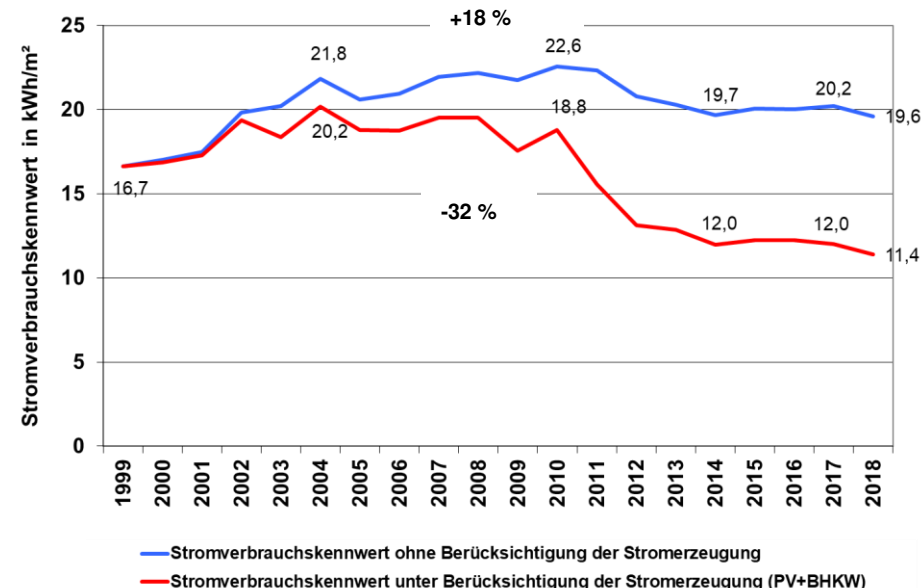


Der gesamte Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften erhöhte sich seit 1999 um ca. 45 %. Der Anstieg des Stromverbrauches von 2003 auf 2004 ist größtenteils durch die Umstellung der Warmwasserbereitung (Duschwasser) im Sommer verursacht. Um die Kesselanlagen im Wärmeverbundnetz im Sommer abschalten zu können, wurde das Warmwasser der Sporthallen mit Elektrodurchlauferhitzer bzw. Elektroheizstab bereit. Durch den Defekt des Blockheizkraftwerks im September 2006 ist der Strombezug des Hallenbads stark angestiegen. Der Anstieg des Stromverbrauchs im Jahr 2009 und 2010 ist auf den Nutzflächenanstieg von ca. 12 % infolge der Gebäudeerweiterungen zurückzuführen. 2009 und 2010 kamen die sanierte Stadthalle, das Rathausnebengebäude mit Stadtinfo, das Kinderhaus "Sonnenschein" sowie die Erweiterung des Gymnasiums und der Lehrerzimmeranbau hinzu. Der Anstieg im Jahr 2015 ist auf die Vollnutzung der Gemeindehalle Rielingshausen nach der Generalsanierung sowie den erhöhten Stromverbrauch der Stadionhalle infolge des Reglerdefekts zurückzuführen. Im Jahr 2018 kamen die Sporthalle Lauerbäumle sowie die Erweiterungen der Mensa und des Kindergartens Sonnenschein hinzu.

Neben dem Strombezug ist im Diagramm auch die Entwicklung der solaren Stromerzeugung auf den Dächern der kommunalen Gebäude (berücksichtigt sind die Anlagen der Stadt bzw. des Solarvereins) sowie die Netzeinspeisung des BHKW im Hallenbad dargestellt. Dieser betrug im Jahr 2018 ca. 448 MWh. Ein Anteil von ca. 47 % des erzeugten PV-Stroms wird physikalisch betrachtet in den Gebäuden selbst verbraucht. Unter Berücksichtigung der solaren Stromerzeugung und der Stromeinspeisung durch das BHKW ist der Stromverbrauch um 16 % gegenüber 1999 gesunken.

Die Stadt Marbach hat sich im Jahr 2014 am Solarpark in Königsbronn beteiligt. Der im Jahr 2018 ins öffentliche Stromnetz eingespeiste PV-Strom des städtischen Anteils beträgt 3.474 MWh. Der erzeugte Strom im Solarpark ist im nachfolgenden Diagramm nicht dargestellt.

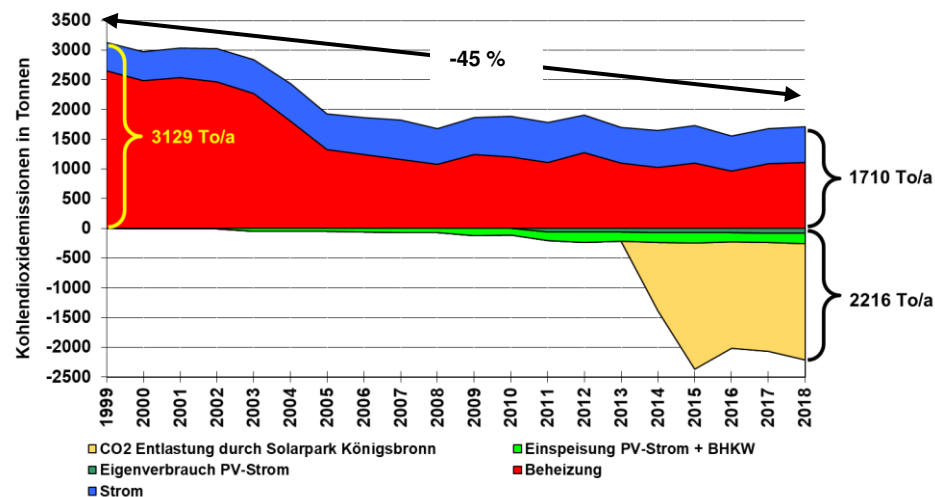
In der nachfolgenden Grafik wurde der gesamte Stromverbrauch aller Liegenschaften auf die Nettogrundfläche der Gebäude bezogen.



Der mittlere Stromverbrauchskennwert stieg von 16,7 kWh/m² im Jahr 1999 auf 19,6 kWh/m² im Jahr 2018 an, was einer Erhöhung um 18 % entspricht. Dieser Anstieg ist auf die zunehmende technische Ausstattung von Schulen und der öffentlichen Bereitschaftsdienste sowie auf die intensivere Nutzung der Gebäude zurückzuführen.

Wird der Solarstrom (ohne Solarpark Königsbronn) sowie der eingespeiste BHKW-Strom im Stromverbrauchskennwert berücksichtigt, so sank dieser um 32 % gegenüber dem Jahr 1999.

In der nachfolgenden Grafik ist der Ausstoß an Kohlendioxidemissionen CO₂ für die Jahre 1999 bis 2018 dargestellt. Der Heizenergieverbrauch wurde dabei witterungsbereinigt und auf Würzburg bezogen. Zusätzlich ist auf der negativen Ordinate die CO₂-Entlastung infolge der solaren Stromerzeugung durch die Photovoltaikanlagen der Stadt und des Solarvereins auf den Dächern der kommunalen Gebäude und dem Solarpark Königsbronn sowie die Stromeinspeisung durch das BHKW im Hallenbad dargestellt.

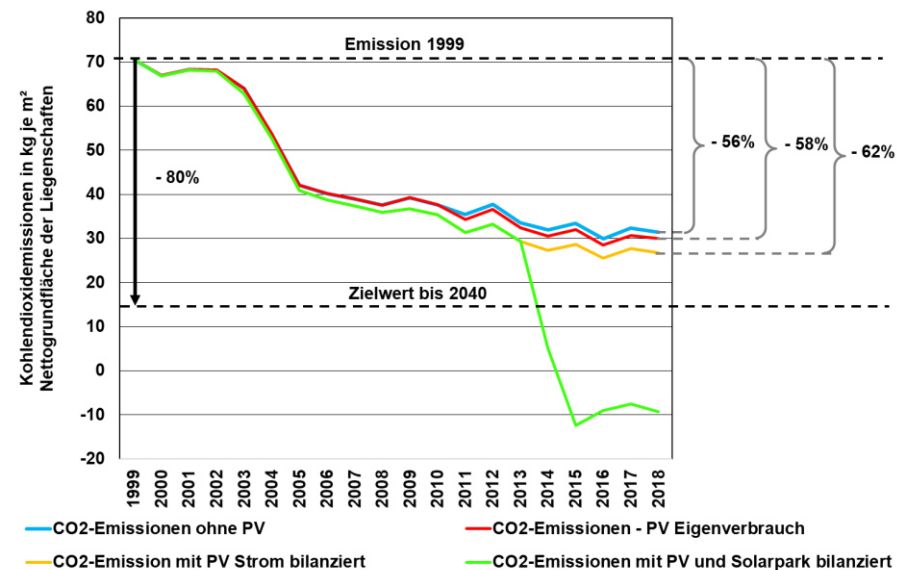


Die CO₂-Emissionen infolge des Stromverbrauchs und der Beheizung der Gebäude betrug im Jahr 2018 ca. 1.710 Tonnen CO₂. Durch Energiesparmaßnahmen und der Umstellung des Energieträgers (Holzhackschnitzelanlage im Wärmeverbundnetz Schulzentrum) konnten die CO₂-Emissionen um 45 % gegenüber dem Jahr 1999 reduziert werden. Die PV-Anlagen auf städtischen Gebäuden führen zu einer CO₂-Entlastung von 253 Tonnen CO₂. Wird die CO₂-Entlastung des öffentlichen Stromnetzes durch den erzeugten Solarstrom und den eingespeisten BHKW-Strom mitbilanziert, so sank die CO₂-Emission um 53 % gegenüber dem Jahr 1999.

Die Stadt Marbach hat sich im Jahr 2014 am Solarpark in Königsbronn beteiligt. Der ins öffentliche Stromnetz eingespeiste PV-Strom des städtischen Anteils entlastete das Stromnetz im Jahr 2018 mit ca. 1.963 Tonnen CO₂. Die CO₂-Entlastung des öffentlichen Stromnetzes durch die städtischen PV-Anlagen und den Solarpark Königsbronn überschreitet die CO₂-Emissionen der städtischen Liegenschaften um ca. 506 Tonnen CO₂.

Die Stadt Marbach hat sich zum Ziel gesetzt, die CO₂-Emissionen der städtischen Liegenschaften bis im Jahr 2040 um 80 % gegenüber dem Basisjahr von 1999 zu reduzieren.

Die nachfolgende Grafik zeigt, in welchem Umfang dieses Ziel bereits umgesetzt wurde:

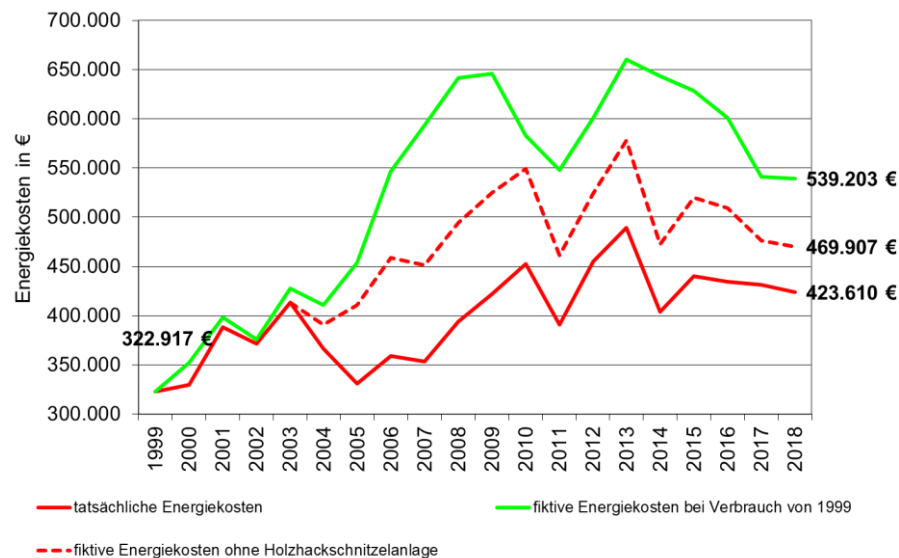


Ohne Berücksichtigung des PV-Stroms, welcher auf den Dächern der städtischen Liegenschaften erzeugt wird, ist die nettogrundflächenbezogene CO₂-Emission um 56 % gegenüber 1999 gesunken. Der erzeugte PV-Strom wird teilweise in den Gebäuden selbst verbraucht und reduziert damit den aus dem Netz bezogenen Strombedarf. Unter Berücksichtigung dieses Eigenverbrauchs reduziert sich die CO₂-Emission um 58 %.

Wird auch die CO₂-Entlastung des öffentlichen Stromnetzes durch eingespeisten PV-Strom berücksichtigt, ist die nettogrundflächenbezogene CO₂-Emission um 62 % gegenüber dem Jahr 1999 gesunken.

Wenn die CO₂-Entlastung des Solarparks Königsbronn in der Bilanzierung berücksichtigt wird, ist das Ziel der Stadt Marbach bereits erfüllt.

In der nachfolgenden Grafik ist die Entwicklung der Gesamtenergiekosten (Beheizung und Strom) für die Jahre 1999 bis 2018 dargestellt. Die rote Kurve stellt dabei die tatsächlich angefallenen Energiekosten dar. Die rote gestrichelte Kurve beschreibt die Energiekosten, die ohne den Bau der Holzhackschnitzelanlage im Oktober 2004 angefallen wären.



Die Energieträgerkosten für Gas, Öl und Strom haben sich im Mittel seit 1999 etwa verdoppelt. Ohne die gegenüber dem Jahr 1999 erreichten Energieverbrauchseinsparungen und ohne den Bau der Holzhackschnitzelanlage wären die Energiekosten deutlich höher gelegen. Die grüne Kurve der Grafik beschreibt diese fiktiven Energiekosten, die dann angefallen wären.

Ohne die gegenüber dem Jahr 1999 erreichten Energieverbrauchseinsparungen und ohne den Bau der Holzhackschnitzelanlage hätten die Energiekosten beispielsweise im Jahr 2018 nicht 423.610 €, sondern 539.203 € betragen. Die fiktive Energiekosteneinsparung im Jahr 2018 beträgt damit ca. 115.593 €, obwohl die Nutzfläche um ca. 23 % gegenüber 1999 angestiegen ist. Aufsummiert über die Jahre 1999 – 2018 beträgt diese fiktive Energiekosteneinsparung ca. 2,54 Mio. €. Der Bau der Hackschnitzelkesselanlage im Schulzentrum ersparte seit der Erstellung davon ca. 1,14 Mio. € ein.

5. Durchgeführte Energiesparmaßnahmen

Kindergarten Ahornweg

Die Pultdachkonstruktion des Kindergartens Ahornweg wurde 2018 saniert. Die Dachkonstruktion wies einen schlechten Wärmeschutz und starke Luftundichtheiten auf. Die Fassaden des Gebäudes wurden mit einer Außendämmung versehen. Diese Maßnahmen wurden 2018/2019 durchgeführt. Die Leuchten wurden durch energieeffiziente LED-Leuchten getauscht. Außerdem wurde auf dem Flachdach eine PV-Anlage mit 3 kWp installiert. Die Sanierungsmaßnahmen wurden von der KfW bezuschusst. Aufgrund eines Defekts der Kesselanlage wurde diese durch eine Gasbrennwerttherme ersetzt.

Die Auswirkungen der energetischen Sanierung werden erst in der Heizperiode 2019/2020 deutlich werden. Wir gehen von einer Heizenergieeinsparung von ca. 18 MWh je Jahr aus, wodurch sich der Heizenergiebedarf des Gebäudes um ca. 38 % reduziert. Der Strombedarf wird sich durch die Erneuerung der Beleuchtung sowie die PV-Anlage um ca. 50 % reduzieren, was einer Strombedarfsreduzierung von ca. 2,5 MWh je Jahr entspricht. Die CO₂-Emissionen des Gebäudes reduzieren sich um ca. 6 Tonnen je Jahr und damit um ca. 33 %.

Feuerwache

Die schlecht gedämmten Falltüre der Feuerwache wurde im Jahr 2018 durch gedämmte Sektionaltore ausgetauscht.

Kindergarten Hörnle

Die Kesselanlage im Kindergarten Hörnle wurde aufgrund eines Defekts im Jahr 2018 durch einen Gasbrennwertkessel getauscht.

Rathaus, Marktstraße 23

Die Leuchtstoffröhren der Büroräume wurden durch LED-Röhren ausgetauscht.

Kindergarten Südstern

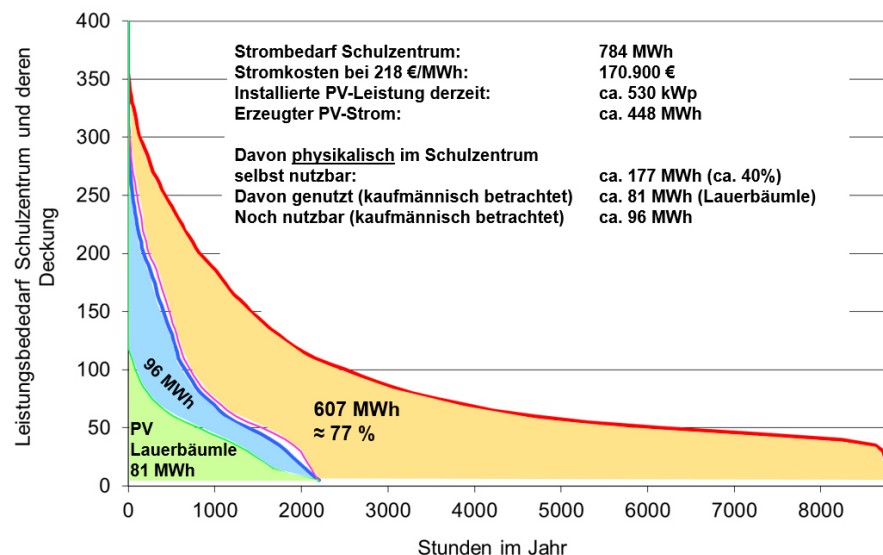
Die Beleuchtung in 2 Gruppenräumen und im Flur wurde durch eine energieeffiziente LED-Beleuchtung im Jahr 2018/2019 ausgetauscht.

Hallenbad

Das Blockheizkraftwerk im Hallenbad ging im Juni 2019 aufgrund von Verschleißerscheinungen des Motors in Störung. Trotz der hohen Reparaturkosten von ca. 14.000 € entschied sich die Stadtverwaltung für eine Revision des Motors. Bei einem weiteren Betrieb von ca. 4 – 5 Jahren war die Investition wirtschaftlich. Der Betrieb des Blockheizkraftwerks im Hallenbad reduziert die CO₂-Emissionen des Hallenbads um ca. 60 Tonnen je Jahr. Diese Einsparung entspricht ca. 3,6 % der CO₂-Emissionen aller städtischen Liegenschaften im Energiebericht.

6. Empfehlung zum weiteren Ausbau der PV-Anlagen im Schulzentrum

Das neue Mess- und Abrechnungskonzept im Schulzentrum ermöglicht durch den – kaufmännisch betrachtet - hohen Eigenverbrauchsanteil (ca. 95 % bei der Sporthalle Lauerbäumle) die Erstellung sehr wirtschaftlicher Photovoltaikanlagen. Zur Bewertung zusätzlicher Neuanlagen im Schulzentrum wurde der derzeitige Stromverbrauch von in Summe 784 MWh statistisch ausgewertet. Die nachfolgende Grafik zeigt die Jahresdauerlinie des Strombezugs an der Trafostation. Anhand der Jahresdauerlinie kann der physikalisch mögliche Eigenverbrauch der PV-Anlagen grafisch dargestellt werden:



Die derzeit installierten PV-Anlagen erzeugen im Jahr ca. 448 MWh Strom, wovon physikalisch 177 MWh in den Gebäuden des Schulzentrums verbraucht werden kann. Der Überschuss wird ins öffentliche Netz rückgespeist.

Nach der kaufmännischen Betrachtungsweise des neuen Zählerkonzepts, wird lediglich der Solarstrom der PV-Anlagen auf der Sporthalle Lauerbäumle und auf Karl-Nusser-Halle zum Eigenverbrauch im Schulzentrum in Ansatz gebracht. Der Solarstrom der übrigen Anlagen wird nach der kaufmännisch betrachtet vollständig ins Netz eingespeist.

Neu PV-Anlage lassen sich besonders wirtschaftlich erstellen, wenn ein Großteil des erzeugten Solarstroms selbst in den Gebäuden verbraucht wird und dort die Strombezugskosten senkt. Die PV-Anlagen auf der Sporthalle Lauerbäumle und der Karl-Nusser-Halle decken den im Schulzentrum physikalisch möglichen Eigenverbrauch nur teilweise (81 MWh). Der verbleibende Teil von ca. 96 MWh wird derzeit nicht genutzt.

Zur Nutzung dieses Potentials empfehlen wir auf dem nach Osten orientierten Dach der Grundschule die Erstellung einer neuen PV-Anlage mit einer Anlagengröße von knapp 100 kWp. Die nach Osten orientierte Dachfläche würde insbesondere am Vormittag Strom erzeugen. Dies deckt sich zeitlich mit dem Strombedarf des Schulzentrums und wirkt sich damit positiv auf den möglichen Eigenverbrauch aus. Die Konstruktion des Grundschuldaches ist geeignet.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Wirtschaftlichkeit diese Anlage bewertet.

Wirtschaftlichkeit PV-Anlage Grundschule ca. 100 kWp	
Investition	140.000 €
Stromerzeugung	84,0 MWh
Eigenverbrauch kaufmännisch ca. 57 %	47,9 MWh
Stromkosteneinsparung (218 €/MWh)	10.442 €/a
Einspeisung kaufmännisch ca. 43 %	36,1 MWh
Einspeisevergütung (71 €/MWh)	2.563 €/a
Summe Erlös + Einsparung	13.005 €/a
Amortisation (statisch)	10,8 Jahre
Amortisation bei Erstellung in 5 Jahren	15 - 18 Jahre
CO2-Entlastung des öffentlichen Stromnetzes	47,5 To/a
Entspricht 2,8 % der CO2-Emissionen städtischer Liegenschaften	

Die Investition von ca. 140.000 € amortisiert sich insbesondere aufgrund der jährlichen Stromkosteneinsparung bereits nach ca. 11 Jahren. Bei einer technischen Lebensdauer von mindestens 20 Jahren ist die Anlage damit sehr wirtschaftlich.

Bei einer Erstellung dieser Anlage beispielsweise in 5 Jahren reduziert sich die Amortisation dagegen deutlich auf 15 – 18 Jahren. Ursache für die Verschlechterung der Amortisation ist, dass die Einspeisevergütung bestehender Volleinspeiseanlagen in diesem Zeitraum endet und damit den physikalisch möglichen Eigenverbrauch bereits teilweise decken werden.

Durch die Anlage können 47,5 Tonnen CO₂ vermieden werden, was ca. 2,8 % der CO₂-Emissionen der städtischen Liegenschaften entspricht.

7. Zusammenfassung

Das Jahr 2018 war weltweit und auch in Deutschland das wärmste Jahr. Der Heizenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften ist aufgrund der milden Witterung um 4,1 % gegenüber dem Vorjahr gesunken. Witterungsbereinigt ist der Heizenergieverbrauch um 7,7 % gegenüber dem Vorjahr angestiegen. Der Verbrauchsanstieg ist primär auf die längeren Laufzeiten des Blockheizkraftwerks im Hallenbad sowie auf die Erhöhung der Nutzflächen zurückzuführen (Neubau Sporthalle Lauerbäumle, Erweiterungen der Mensa und des Kindergartens Sonnenschein).

Gegenüber dem Jahr 1999 (erster Energiebericht) beträgt die witterungsbereinigte Heizenergieeinsparung trotz der Nutzflächenerhöhung ca. 30 %. Die Heizenergieeinsparung ist auf energiesparende Maßnahmen, die in den vergangenen Jahren umgesetzt wurden, zurückzuführen. Unter Berücksichtigung der Nutzflächenerhöhung von 23 % gegenüber dem Jahr 1999 hat sich der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch um 46 % reduziert.

Der Strombezug der städtischen Liegenschaften ist gegenüber dem Vorjahr um 1,7 % angestiegen. Ohne Berücksichtigung der nutzflächenbedingten Steigerung des Stromverbrauchs (Sporthalle Lauerbäumle, Mensa, Kindergarten Sonnenschein) hat sich der Stromverbrauch aller übrigen Liegenschaften im Mittel gegenüber dem Vorjahr um 2 % reduziert.

Gegenüber dem Jahr 1999 beträgt der Strombezugsanstieg 45 %. Unter Berücksichtigung der Nutzflächenerhöhung von 23 % hat sich der Strombezug um 18 % erhöht. Wird die Stromerzeugung durch die städtischen PV-Anlagen und das BHKW berücksichtigt, so ist der Stromverbrauch um 32 % gegenüber dem Jahr 1999 gesunken.

Unter Berücksichtigung aller Energieträger haben sich die Kohlendioxid-Emissionen um 45 % gegenüber dem Jahr 1999 reduziert. Wird die CO₂-Entlastung des öffentlichen Stromnetzes infolge des erzeugten Solarstroms und des eingespeisten BHKW-Stroms mitbilanziert, so beträgt die Reduktion gegenüber 1999 ca. 53 %.

Ohne die seit dem Jahr 1999 erreichten Einsparungen sowie ohne den Bau der Holzhackschnitzelanlage wären die Energiekosten im Jahr 2018 ca. 115.600 € höher gewesen. Kumuliert von 1999 bis 2018 konnten durch den Bau der Holzhackschnitzelanlage Energiekosten von 1,14 Mio. € und durch Energiesparmaßnahmen an den Gebäuden weitere 1,40 Mio. € Energiekosten vermieden werden. In der Summe beträgt damit die Energiekosteneinsparung ca. 2,54 Mio. €.

Ein weiterer Ausbau der Photovoltaikanlagen auf der ostorientierten Dachfläche der Grundschule mit einer Leistung von knapp 100 kWp wird für das kommende Jahr empfohlen. Die Wirtschaftlichkeit dieser Anlage ist sehr hoch (Amortisationsdauer 11 Jahre), würde sich jedoch bei einer späteren Installation deutlich verschlechtern. Durch die Anlage können 47,5 Tonnen CO₂ vermieden werden, was ca. 2,8 % der CO₂-Emissionen der städtischen Liegenschaften entspricht.

Backnang, den 27.11.2019



M. Leissner, Beratender Ingenieur

Zusammenstellung des Energieverbrauches sowie der Energiekosten aller Liegenschaften mit den Abweichungen zum Vorjahr und den Abweichungen der Verbrauchskennwerte gegenüber den Vergleichswerten von Liegenschaften ähnlicher Nutzung

Nr.	Gebäude	Baujahr	BGF _E	Energieträger	Energieverbrauchskennwerte in kWh/m ²							Brennstoffverbrauch und -kosten				Stromverbrauch und -kosten			
					Heizenergie				Strom			Brennstoff-				Strom-			
					Ist	bereinigt	Vergleichswerte		Ist	Vergleichswerte		Verbrauch		Kosten		Verbrauch		Kosten	
							Mittelwert	Abw. in %		Mittelwert	Abw. in %	MWh	Abw. witterungs bereinigt zum Vorjahr %	€ x 1000	€/m ²	MWh	Abw. zum Vorjahr %	€ x 1000	€/m ²
1	Jugendhaus	1997	527	Holz	148,2	203,9	195	5%	20,5	45	-54%	78,1	50,4%	1,5	2,9	10,8	-16,5%	2,4	4,5
2	Stadthalle	1956	1823	Gas	88,1	121,1	155	-22%	44,1	60	-27%	160,6	12,1%	5,5	3,0	80,4	11,5%	18,9	10,4
3	Feuerwache	1997	1741	Gas	80,6	110,9	145	-23%	21,9	25	-12%	140,4	1,9%	6,5	3,7	38,2	3,3%	9,9	5,7
4	Feuerwahrergerätehaus	1972	299	Öl	168,5	231,7	145	60%	20,0	25	-20%	50,4	-4,6%	2,9	9,6	6,0	22,2%	1,6	5,3
5	Städtischer Bauhof	1978	1055	Gas	92,2	126,8	145	-13%	25,7	25	3%	97,3	-12,5%	4,8	4,5	27,1	4,2%	7,7	7,3
6	Bildungszentrum mit Container	1971	10328	Gas, Öl, Holz	46,2	63,5	125	-49%	13,6	15	-9%	477,0	-2,3%	14,3	1,4	140,5	-10,5%	30,7	3,0
7	Ev. Kindergarten	1981	475	Öl	112,8	155,1	160	-3%	19,9	25	-20%	53,6	-8,7%	3,3	7,0	9,5	-0,1%	2,4	5,0
8	Ev. Kindergarten (Hörnle)	1959	702	Gas	71,7	98,6	160	-38%	19,2	25	-23%	50,3	0,0%	2,8	3,9	13,5	0,3%	4,1	5,9
9	Grundschule (Paul-Gerh.-Str 5)	1832	541	Öl	109,2	150,2	150	0%	8,4	15	-44%	59,1	-5,8%	3,4	6,2	4,5	4,2%	1,1	2,0
10	Grundschule (Paul-Gerh.-Str. 12)	1988	476	Öl	99,3	136,6	150	-9%	8,8	15	-41%	47,3	7,9%	2,7	5,7	4,2	4,2%	1,0	2,1
11	Grundschule Hauptgebäude	1955	2882	Holz	135,1	185,9	150	24%	11,3	15	-24%	389,4	1,5%	7,5	2,6	32,7	-15,6%	7,1	2,5
12	Grundschule Nebengebäude	1960	1452	Holz	40,3	55,4	150	-63%	10,6	15	-29%	58,4	1,5%	1,1	0,8	15,4	7,4%	3,4	2,3
13	Grundschule Pavillon	1966	280									0,0				0,0			0,0
14	Gymnasium	1968	12549	Gas, Öl, Holz	43,6	60,0	125	-52%	16,7	15	11%	547,2	-6,4%	17,7	1,4	209,8	4,2%	46,0	3,7
15	Kindergarten (Ahornweg)	1973	317	Gas	130,5	179,6	160	12%	15,4	25	-38%	41,4	-8,3%	2,1	6,6	4,9	-5,5%	1,3	4,1
16	Kindergarten (Kernerstraße Altbau)	1971	317	Holz	126,1	173,5	160	8%	22,5	25	-10%	40,0	13,6%	0,8	2,4	7,1	-0,9%	1,6	4,9
17	Kindergarten (Kernerstraße Neubau)	1997	316	Holz	70,6	97,1	160	-39%	20,9	25	-16%	22,3	-1,5%	0,4	1,4	6,6	-1,2%	1,4	4,6
18	Kindergarten im Gäble	1996	218	Öl	101,5	139,6	160	-13%	19,6	25	-22%	22,1	-6,5%	1,3	5,8	4,3	1,1%	1,1	5,1
19	Kindergarten Südsterne	1996	498	Gas	57,3	78,9	160	-51%	16,3	25	-35%	28,6	-6,1%	1,7	3,4	8,1	4,2%	2,4	4,8
20	Kindergarten Veilchenweg	2007	294	Gas	43,7	60,2	160	-62%	25,0	25	0%	12,9	4,8%	0,8	2,6	7,4	-3,6%	2,2	7,5
21	Kindertagesstätte "Sonnenschein"	2010	690	Holz	53,7	73,9	160	-54%	23,0	25	-8%	37,0	29,1%	0,7	1,0	15,9	44,3%	3,5	5,1
22	Mensa	2006	1031	Holz	47,2	64,9	150	-57%	8,9	30	-70%	48,7	45,8%	0,9	0,9	9,2	-6,9%	2,0	2,0
23	Uhlandsschule mit Erweiterung	1912	2084	Gas	112,1	154,2	150	3%	8,2	20	-59%	233,6	4,2%	10,7	5,2	17,1	-0,7%	4,8	2,3
24	Uhlandsschule Neubau	2012	614	Gas	39,3	54,1	150	-64%	32,2	20	61%	24,2	-1,8%	1,1	1,8	19,8	-10,1%	5,0	8,1
25	Gemeindehalle	1967	2115	Holz	59,2	81,4	170	-52%	10,7	40	-73%	125,1	3,8%	5,6	2,7	22,6	0,3%	6,6	3,1
26	Gymnasium Turnhalle	1970	1161	Holz	122,5	168,5	170	-1%	22,3	40	-44%	142,2	14,0%	2,7	2,4	25,8	8,2%	5,6	4,8
27	Haffnerhalle	1903	474	Gas	100,5	138,2	170	-19%	24,1	40	-40%	47,6	1,0%	2,6	5,4	11,4	-8,7%	3,4	7,2
28	Hermann-Zanker-Bad	1965	1138	Gas	898,6	1236,1	775	59%	41,4	220	-81%	1022,6	22,6%	35,3	31,0	47,2	-20,2%	9,8	8,6
29	Karl-Nusser-Halle	1988	1844	Holz	123,5	169,9	170	0%	10,5	40	-74%	227,7	15,8%	4,4	2,4	19,3	-14%	4,2	2,3
30	Sporthalle Lauerbäumle	2018	2469	Holz	24,5	33,7	170	-80%	18,7	40	-53%	60,4		1,2	0,5	46,2		9,9	4,0
31	Stadionhalle	1973	2000	Gas, Öl, Holz	288,0	396,2	200	98%	62,6	40	56%	576,0	8,8%	18,4	9,2	125,1	-7,1%	27,4	13,7
32	Rathaus (Hauptgebäude)	1763	1025	Gas	117,1	161,1	120	34%	42,9	45	-5%	120,1	8,6%	6,2	6,1	44,0	-9,0%	10,2	10,0
33	Rathaus (Nebengebäude)	2009	468	Gas	35,0	48,2	120	-60%	31,6	45	-30%	16,4	9,4%	0,9	1,8	14,8	-0,3%	3,6	7,7
34	Rathaus Rielingshausen	1753	163	Strom	119,2	164,0	120	37%	22,9	45	-49%	19,4	3,6%	3,3	20,4	3,7	1,4%	1,0	6,1
35	Stadtbauamt	1732	404	Gas	67,8	93,2	120	-0,223	37,9	45	-0,159	27,4	0,0	1,5	3,6	15,3	12,2%	3,7	9,0