

# Energiebericht 2018

Kantonale Liegenschaften am Standort Frauenfeld



Über 200 staatseigene Bauten

Über 3 500 kantonale Angestellte  
benötigen Wasser, Wärme und Strom für  
ihre Arbeit

Durchschnittlicher Stromverbrauch von  
Büros und Verwaltungen liegt zwischen  
40 bis 70 kWh/m<sup>2</sup> Bürofläche pro Jahr

Die Raumtemperatur um 1°C senken  
bedeutet eine Energieeinsparung von 6%

#### **Impressum**

Energiebericht Kanton Thurgau,

Liegenschaften am Standort Frauenfeld

**Herausgeber:** Kantonales Hochbauamt,

Verwaltungsgebäude Promenade, 8510 Frauenfeld

**Projektleitung:** Manuel Wider, CADMEC AG

**Mithilfe bei der Erstellung:** Enastra AG, Zürich

**Gestaltung:** Barbara Ziltener, Frauenfeld

Frauenfeld, Oktober 2019

## Vorwort

Energie ist das Öl des 21. Jahrhunderts. Aus diesem Grund investiert der Kanton Thurgau, vertreten durch das kantonale Hochbauamt, seit vielen Jahren in die Errichtung von hocheffizienten Photovoltaikanlagen. In den vergangenen 5 Jahren konnten auf kantonal genutzten Dächern über 20 Photovoltaikanlagen errichtet werden. Die grösste Anlage hat eine Leistung von über 200 kWp. Im Jahr 2013 betrug die durch die kantons-eigenen Photovoltaikanlagen erzeugte «grüne» Energie rund 170 MWh. Im Jahr 2018 waren es bereits über 1400 MWh.

Der Kanton Thurgau erzeugt jedoch nicht nur eigenen nachhaltigen Strom, sondern ist auch stets bemüht den Energiebedarf der eigenen Liegenschaften zu senken. Durch verschiedene bauliche, energiewirksame Sanierungen, konnten

im Jahr 2018 rund 82.5 Tonnen CO<sub>2</sub> im Vergleich zum Vorjahr eingespart werden. Dies entspricht einem Öläquivalent von rund 26000 Litern Heizöl. Zudem wurde im Jahr 2018 in 10 kantonalen Liegenschaften eine professionelle Betriebs-optimierung durchgeführt (energo advanced).

Auch in den kommenden Jahren verfolgt der Kanton Thurgau das Ziel Energie möglichst klimaneutral zu erzeugen und bedarfsgerecht zu verwenden.

Manuel Wider  
Geschäftsführer CADMEC AG

## Inhalt

	<b>Zusammenfassung</b>	6
<b>1</b>	<b>Einleitung, Aufgabe und Zielsetzung</b>	8
	1.1 Einleitung	8
	1.2 Aufgabe	8
	1.3 Zielsetzung	8
<b>2</b>	<b>Kantonale Liegenschaften</b>	9
<b>3</b>	<b>Wärme</b>	11
	3.1 Wärmeerzeugung	11
	3.2 Wärmeverbrauch	12
	3.3 Wärmekosten	14
<b>4</b>	<b>Strom</b>	17
	4.1 Stromverbrauch	17
	4.2 Stromkosten	19
<b>5</b>	<b>Wasser</b>	23
	5.1 Wasserverbrauch	23
	5.2 Wasserkosten	25
<b>6</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen, Transmissionspfad</b>	27
	6.1 CO <sub>2</sub> -Emissionen	27
	6.2 Transmissionspfad Energie	29
<b>7</b>	<b>Photovoltaik-Anlagen</b>	30

## Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Energieberichts sind die Wärme-/ Strom- und Wasserverbräuche sowie die zugehörigen Kosten der kantonalen Liegenschaften, Standort Frauenfeld, zusammengestellt und ausgewertet. Erfassungsperiode: 2013–2018.

### Grundlage Datentabelle

Der Energiebericht basiert auf den vorhandenen Verbrauchs- und Kostangaben. Unvollständige Angaben sind interpretiert und ergänzt. Fehlende Werte sind nicht erfasst, sie sind entsprechend vermerkt. In den Tabellen 1 und 2 sind die wichtigsten Verbrauchs- und Kostenzahlen zusammengefasst.

### Liegenschaften

Der Kanton besitzt in Frauenfeld rund 50 Liegenschaften mit einer gesamten Energiebezugsfläche von 84 350 m<sup>2</sup>. Die Gebäude sind zwischen 1226 (Schloss Frauenfeld) und 2017 AZ Galgenholz gebaut und werden als Schulen, Büros, Labors, Polizei und Gefängnis, Museen usw. genutzt.

### Wärmeverbund «Wärme Frauenfeld»

Das aus energetischer Sicht wichtigste Ereignis während der Erfassungsperiode 2013–2018 ist das Umstellen grosser Anteile der Wärmeerzeugungen auf den Fernwärmeverbund der Wärme Frauenfeld AG ab 2014. Die in diesem Zusammenhang erfreuliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen beschreibt das folgende Kapitel, illustriert mit der Grafik 1.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen

Obschon der Wärmebedarf der Liegenschaften über die Erfassungsperiode nur leicht sank, reduzierte sich die jährliche Endenergie von 2013–2018 um 3 186 MWh (30%) und die damit verbundenen jährlichen Treibhausgasemissionen während der gleichen Zeitspanne um 860 t (43%). Dies dank der Substitution von Erdöl und Erdgas durch Strom für die Wärmepumpen<sup>1</sup> bei der Wärmeerzeugung (Reduktion fossiler Brennstoffe für die Wärmeerzeugungen). Der Bau von Photovoltaik-Anlagen sorgt ebenfalls dafür, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den kommenden Jahren weiter abnehmen werden.

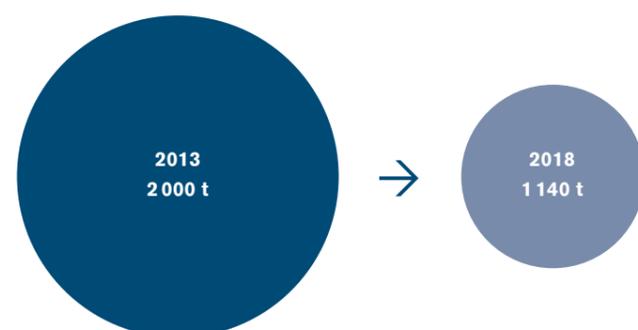
### Verbrauchszahlen

Seit 2016 ist der Wärmebedarf heizgradtagbereinigt etwa konstant, obwohl der effektive Bedarf gesunken ist. Im verhältnismässigen warmen Jahr 2018 ist der bereinigte Wärmebedarf, im Vergleich zum 2017, wieder um 2% gestiegen. Der Strom- und Wasserverbrauch senkte sich in den letzten Jahren kontinuierlich. Die Reduktion des Stromverbrauches ist auch auf die Errichtung diverser Photovoltaikanlagen auf kantonal genutzten Dächern zurück zu führen.

### Massnahmen, Empfehlungen

Bei der Wärmeerzeugung ist der eingeschlagene Weg, keine fossilen Energieträger zu verbrennen, weiter zu gehen. Bei Ersatz der BWW-Erzeugungen ist der Einsatz von Frischwasserstationen zu prüfen. Für die Turnhallen sind Sonnenkollektoren gute Optionen. Das grösste Potential im Strom liegt bei der Beleuchtung (LED), bei deren Ansteuerungen sowie bei der Erzeugung von weiterem «grünen» Strom in Form von Photovoltaik-Anlagen.

Grafik 1 Entwicklung Treibhausgasemissionen 2013–2018



<sup>1</sup> Berechnung Strombedarf Wärmepumpen: Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen in kWh/3 = Elektrische Leistung in kW (vereinfacht). Nicht berücksichtigt ist der Energieanteil für das Niedertemperaturnetz.

Tabelle 1 Entwicklung Verbrauchszahlen Wasser, Wärme, Strom

Jahr	Wärme		Strom		Wasser	
	MWh	kWh/m <sup>2</sup>	MWh	kWh/m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	l/m <sup>2</sup>
2013	6 084	72	4 085	48	24 715	293
2014	4 824	57	4 165	49	25 059	297
2015	5 502	65	3 911	46	21 808	259
2016	5 841	69	3 906	46	20 549	244
2017	5 380	64	3 926	46	24 008	285
2018	4 922	60	3 621	43	21 700	257
Tendenz <sup>2</sup>	+ 2 % <sup>3</sup>		- 12 %		- 12 %	

Tabelle 2 Entwicklung der Kosten Wasser, Wärme, Strom

Jahr	Wärme		Strom		Wasser	
	CHF	CHF/m <sup>2</sup>	CHF	CHF/m <sup>2</sup>	CHF	CHF/m <sup>2</sup>
2013	384 500	4.6	661 900	12.6	94 000	1.08
2014	313 600	3.7	692 100	13.2	95 900	1.11
2015	521 200	6.2	676 400	12.9	85 900	1.00
2016	622 500	7.4	629 600	12.0	84 400	0.98
2017	576 000	6.8	595 900	11.4	94 200	1.10
2018	542 500	6.2	548 420	10.4	86 500	1.00
Tendenz <sup>2</sup>	+ 41 % <sup>4</sup>		- 17 %		- 8 %	

<sup>2</sup> Tendenz von 2013 zu 2018

<sup>3</sup> Heizgradtage bereinigt 2017–2018 (Heizgradtage: HEV, Zürich/Fluntern)

<sup>4</sup> Wechsel von reinen Verbrauchskosten zu Kosten und Contracting-Gebühren

## 1 Einleitung, Aufgabe und Zielsetzung

### 1.1 Einleitung

Der Kanton Thurgau ist im Besitz von mehr als 200 Gebäuden. Rund 40 der Gebäude sind bereits für ein Energiemonitoring ausgerüstet. Das heisst, es werden relevante Energiezähler automatisch ausgelesen. Diese Werte werden auf einem Datenserver gespeichert und aufbereitet. Mittels der Energiemanagement-Plattform e3m können die Daten grafisch aufbereitet, analysiert und rapportiert werden und stehen über einen Internet-Browser zur Verfügung.

### 1.2 Aufgabe

Für die kantonalen Liegenschaften in Frauenfeld ist ein Energiebericht für die Jahre 2013–2018 zu erstellen. Für einige Objekte in Frauenfeld ist das automatisierte Energiemonitoring schon online abrufbar. Da der Energiebericht jedoch eine Historie von fünf Jahren hat, basieren die Energie- und Wasserdaten auch auf Angaben der Werkbetriebe Frauenfeld.

### 1.3 Zielsetzung

Neben den absoluten Wärme-/Strom- und Wasserverbräuchen sowie den absoluten Kosten enthält der Bericht auch die Flächen- und Kostenkennzahlen je Liegenschaft. Die Verbräuche sind im Jahresrhythmus ausgewertet. Der Bericht macht eine Aussage zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen und zeigt mögliche Massnahmen für energetische Verbesserungen auf.

## 2 Kantonale Liegenschaften, Standort Frauenfeld

Das Portfolio in Frauenfeld enthält rund 50 Liegenschaften. Die Energiebezugsfläche beträgt 84 350 m<sup>2</sup>, 46% der Nutzungen sind für Schulen/Turnhallen, die restlichen Gebäude weisen Büronutzungen und Sondernutzungen aus<sup>6</sup>.

Grafik 2 Anteile Nutzflächen

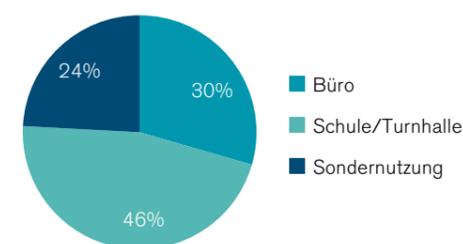


Tabelle 3 Übersicht der Liegenschaften

Kurzbezeichnung	Adresse	Baujahr	EBF m <sup>2</sup>	Nutzung
Regierungsgebäude	Zürcherstrasse 188	1870	3 500	Büro
Forstamt St. Barbara	Spannerstrasse 29	1910	636	Büro
Amt für Volksschule	Spannerstrasse 31	1920	885	Büro
Bauhaus Staubegg	Staubeggstrasse 7	1931	213	Büro
Konvikthalle	Promenadenstrasse 14	1860	755	Schule/Turnhalle
Kantonsbibliothek	Promenadenstrasse 12	1850	3 020	Sondernutzung
Kantonales Labor	Spannerstrasse 20	1890, 1991	2 426	Büro
Veterinäramt (Milz)	Spannerstrasse 22	1920	407	Büro
Verwaltungsgebäude Promenade	Promenadenstrasse 8	1968	5 586	Büro
Bürogebäude Daheim	Staubeggstrasse 8	1910	840	Büro
Obergericht	Promenadenstrasse 12a	1867	1 353	Büro
Staatsarchiv	Zürcherstrasse 221	1913, 2011	7 092	Sondernutzung
Bürogebäude Polizei	Zürcherstrasse 325	1992, 2006	7 609	Büro
Kantonalgefängnis, Staatsanwaltschaft	Zürcherstrasse 323	1992, 2006	4 179	Sondernutzung
Kantonsschule Altbau	Ringstrasse 10	1911	7 462	Schule/Turnhalle
Kantonsschule Turnhalle	Neuhauserstrasse 19	1968	4 347	Schule/Turnhalle
Kantonsschule Neubau	Speicherstrasse 10	1993	8 696	Schule/Turnhalle
Kantonsschule Dreifachturnhalle	Sternwartestrasse 5	2003	6 800	Schule/Turnhalle
Kantonsschule Haus Erica	Neuhauserstrasse 7	1899	357	Schule/Turnhalle
Bildungszentrum für Technik, Bau 1	Kurzenerchingerstrasse 11	1948	2 587	Schule/Turnhalle
Bildungszentrum für Technik, Bau 2	Kurzenerchingerstrasse 8	1974	7 259	Schule/Turnhalle
Ausbildungszentrum Galgenholz	Thurstrasse 85	1995, 2017	848	Schule/Turnhalle
Kantonales Zeughaus, Alte Farb	Zeughäuserstrasse 1	1799	979	Büro
Schloss Frauenfeld, Historisches Museum	Rathausplatz 2, EG	1226	1 098	Sondernutzung
Museum für Archäologie und Naturmuseum	Freie Strasse 24/26	1899	2 533	Sondernutzung
Villa Sonnenberg, Denkmalpflege	Ringstrasse 16	1901	428	Büro
Tiefbauamt Werkhof Frauenfeld	Zürcherstrasse 349	1962	1 379	Sondernutzung
BLDZ, Lager- und Bürogebäude	Riedstrasse 7	1963	1 073	Sondernutzung
<b>Total</b>			<b>84 347 m<sup>2</sup></b>	

<sup>5</sup> Die EBF der Liegenschaften Kantonsschule Turnhalle, Kantonsschule Dreifachturnhalle und Bildungszentrum für Technik, Bau 2 sind höhenkorrigiert.

<sup>6</sup> Sämtliche Werte gerundet.



### 3 Wärme

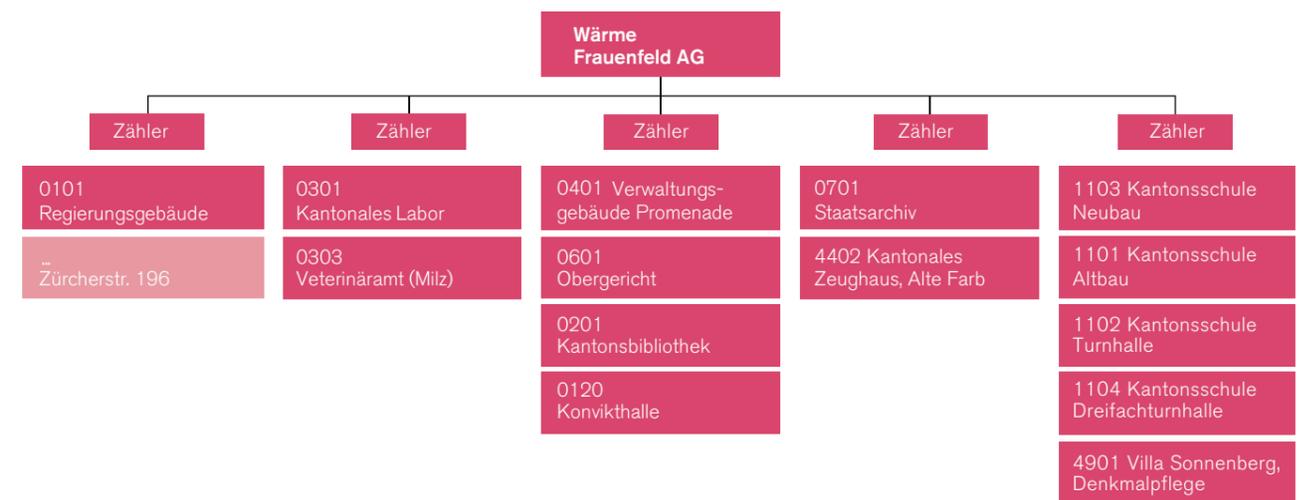
#### 3.1 Wärmeerzeugung

In Frauenfeld existieren zwei Wärmeverbunde, an welche kantonal genutzte Gebäude angeschlossen sind. Der erste ist der kalte Fernwärmering der «Wärme Frauenfeld AG». Dieser Fernwärmering beliefert ab 2015 die kantonalen Liegenschaften gemäss Grafik 3.

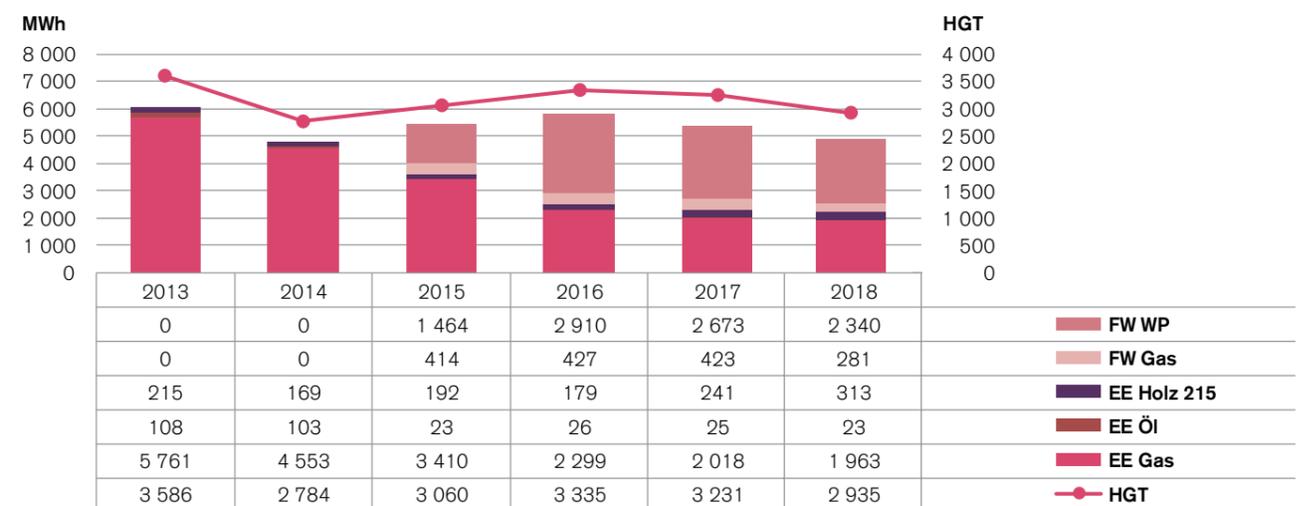
Neben dem Wärmering der Wärme Frauenfeld AG existiert ein zweiter Fernwärmering, die Fernwärme «Holdertor». An diesen angeschlossen ist die Liegenschaft Schloss Frauenfeld, Historisches Museum. Wärmetechnisch ebenfalls gemeinsam erfasst, sind die Liegenschaften Bürogebäude Polizei, Kantonalfängnis, Staatsanwaltschaft.

Mit dem Wärmeverbund verlagerte sich die Wärmeerzeugung der kantonalen Liegenschaften von der «Eigenerzeugung (EE) Gas» hin zur «Fernwärme (FW) Gas», hauptsächlich aber hin zur «Fernwärme Wärmepumpe». Die Wärmepumpen substituieren 2018 ca. 2 340 MWh der Eigenerzeugungen mit Öl und Gas.

Grafik 3 Bezüger der Wärme Frauenfeld AG



Grafik 4 Entwicklung Wärmeerzeugung 2013–2018



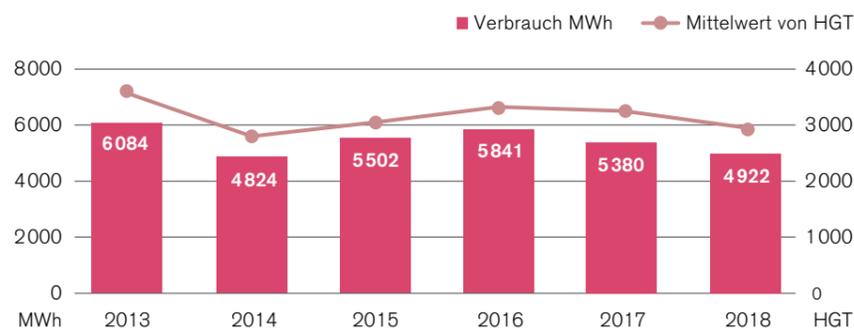
### 3.2 Wärmeverbrauch

An der Wärmemessung des Regierungsgebäudes hängt die nicht kantonale Liegenschaft Zürcherstrasse 196. Die Aufteilung auf die Liegenschaft ist entsprechend unsharp. Für eine Gesamtübersicht sind die Zahlen aber genügend genau.

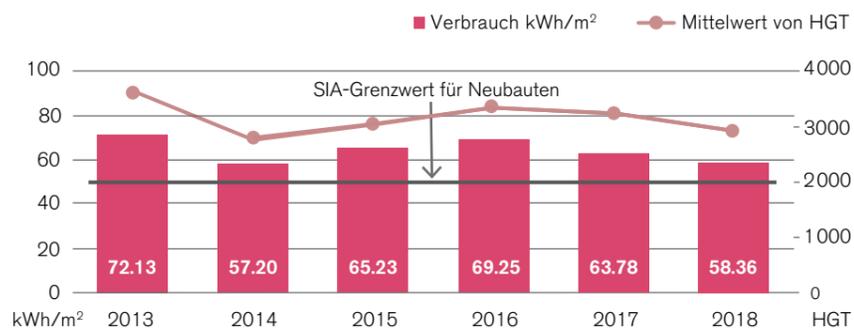
Die kantonalen Liegenschaften bezogen 2018 total 4.9 MWh Wärme. Der Wärmebezug ist in den letzten Jahren Heizgradtagekorrigiert jedoch nicht gesunken (Vergleich Heizgradtage mit dem Verbrauch in Grafik 4, 5 + 6). Der Bezug liegt im Jahr 2018 effektiv bei 58 kWh/m<sup>2</sup>, bereinigt nach Heizgradtagen<sup>7</sup>, bei 70 kWh/m<sup>2</sup>. Der SIA-Grenzwert<sup>8</sup> für Neubauten (Büro/Schule) beträgt 52 kWh/m<sup>2</sup>. Die Abweichung der mehrheitlich vor 1980 erstellten Liegenschaften ist gegenüber dem SIA-Grenzwert gering.

Mit jährlich über 1 350 MWh bezieht die Kantonsschule am meisten Wärme. Die spezifischen Spitzenwerte (höchster Energieverbrauch pro m<sup>2</sup> Fläche) weisen die Liegenschaften Tiefbauamt Werkhof Frauenfeld, BLDZ-Lager- und Bürogebäude sowie das Ausbildungszentrum Galgenholz auf. Beim Bildungszentrum für Technik fällt ebenfalls auf, dass der Wärmebedarf zwischen 2013–2018 jährlich gestiegen ist.

Grafik 5 Wärmeverbrauch 2013–2018



Grafik 6 Spezifischer Wärmeverbrauch in kWh/m<sup>2</sup>

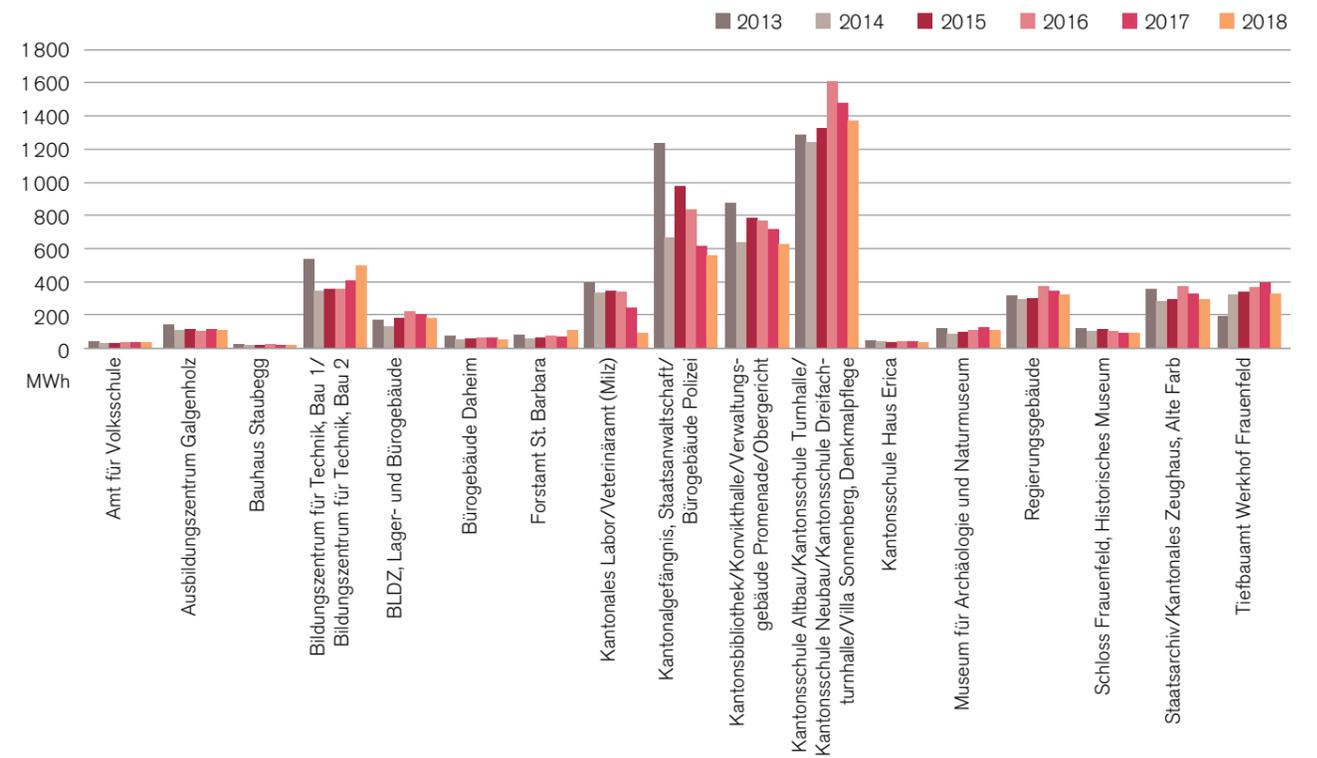


<sup>7</sup> Heizgradtage: HEV, Zürich/Fluntern

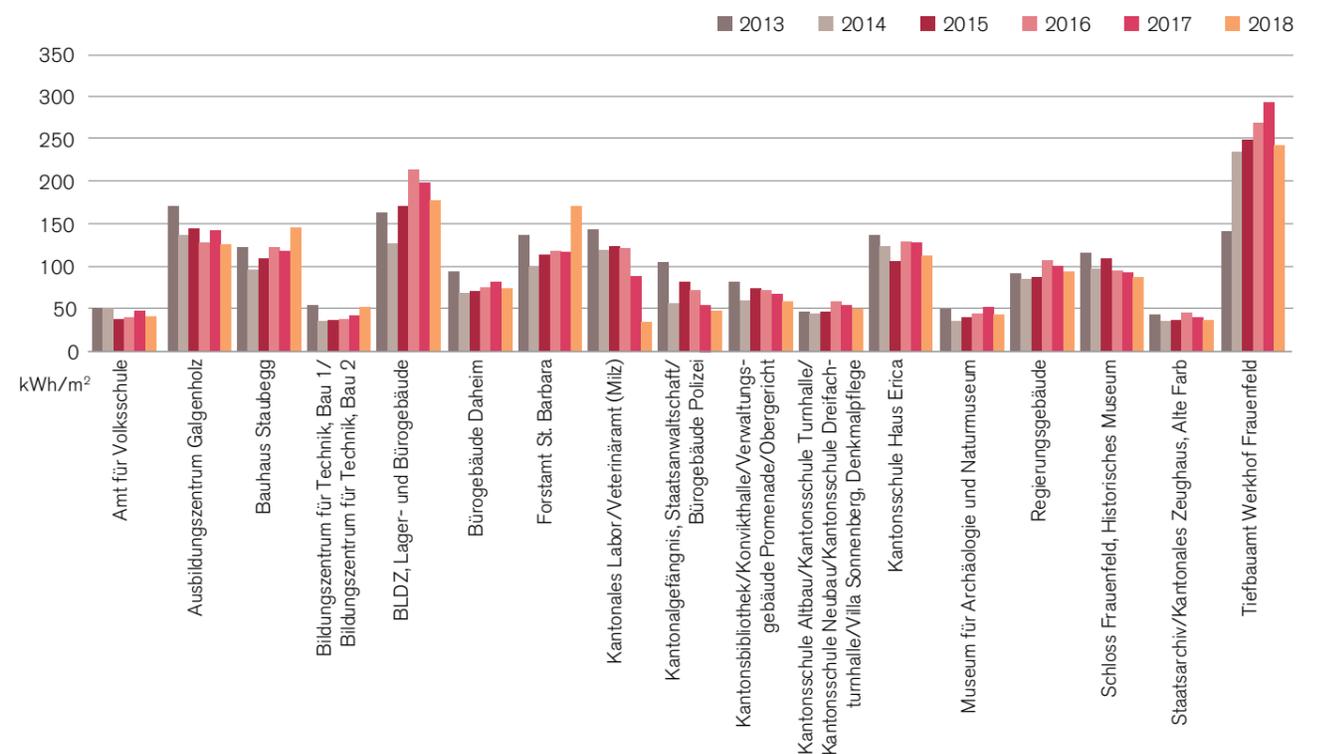
<sup>8</sup> SIA 380/1, Ausgabe 2016 bzw. 2009: Q<sub>H,li</sub> = 33 kWh/m<sup>2</sup>, Q<sub>WW</sub> = 19 kWh/m<sup>2</sup>.

<sup>9</sup> Der spezifische Wärmeverbrauch des Regierungsgebäudes ist ungenau, da die nicht kantonale Liegenschaft Zürcherstrasse 196 mitgemessen ist. Ab 2018 kann mittels zusätzlich eingebauter Zähler der Verbrauch exakt bestimmt werden.

Grafik 7 Wärmeverbrauch in MWh je Verbund/Liegenschaft



Grafik 8 Spezifischer Wärmeverbrauch in kWh/m<sup>2</sup> je Zähler/Liegenschaft<sup>9</sup>



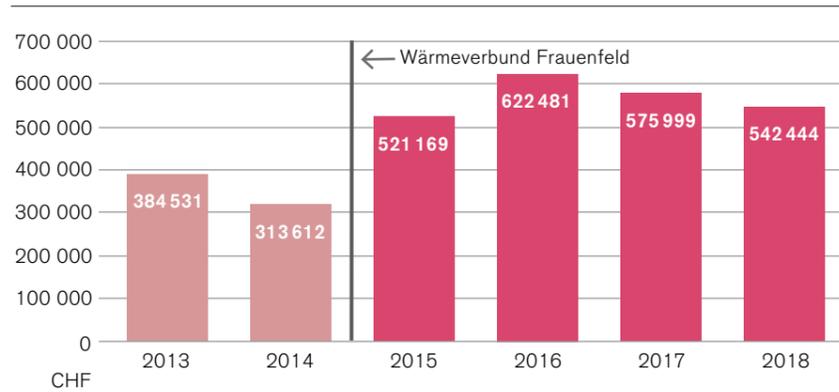
### 3.3 Wärmekosten

Die totalen Wärmekosten 2018 belaufen sich auf CHF 542 444 CHF. Entgegen dem Wärmebedarf stiegen die Kosten für die Wärme zwischen 2013–2018 um CHF 135 000.– bzw. um 40%. Für die

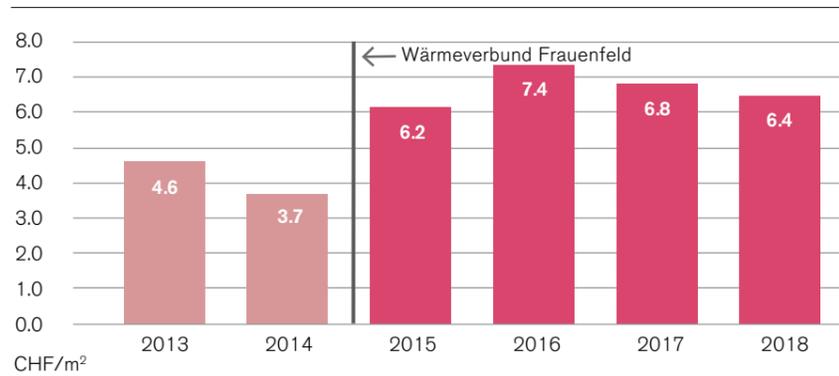
kWh Wärme wurden 2013 durchschnittlich 6.3 Rp., im 2018 11 Rp. (+74%) bezahlt. Der Kostensprung geschieht zwischen 2014 und 2015 (hellrot zu dunkelrot), also mit dem Umstellen auf den Wärmeverbund «Wärme Frauen-

feld». In den Kosten ab 2015 sind die entsprechenden Contracting-Gebühren enthalten.

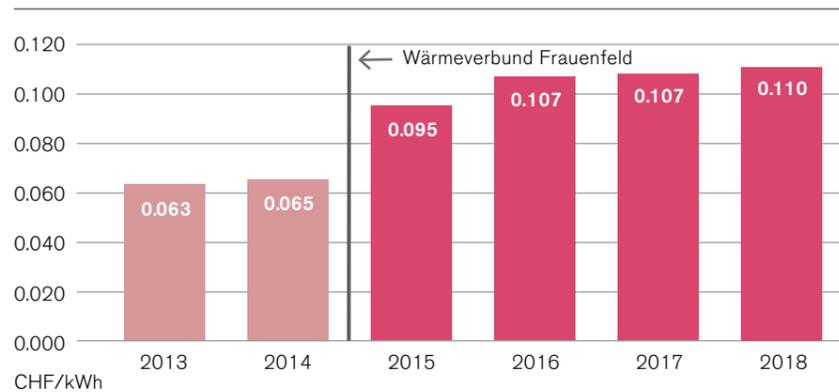
Grafik 9 Wärmekosten 2013–2018



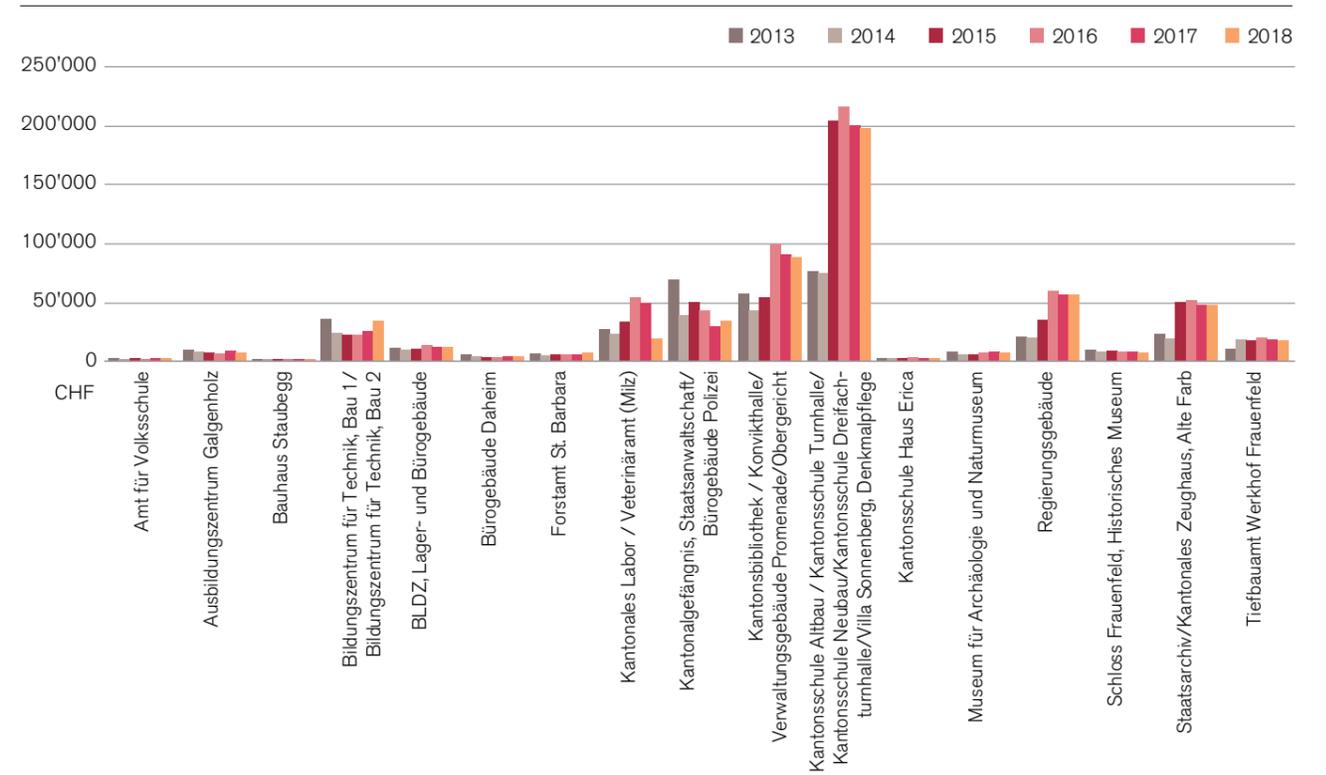
Grafik 10 Wärmekosten in CHF/m²



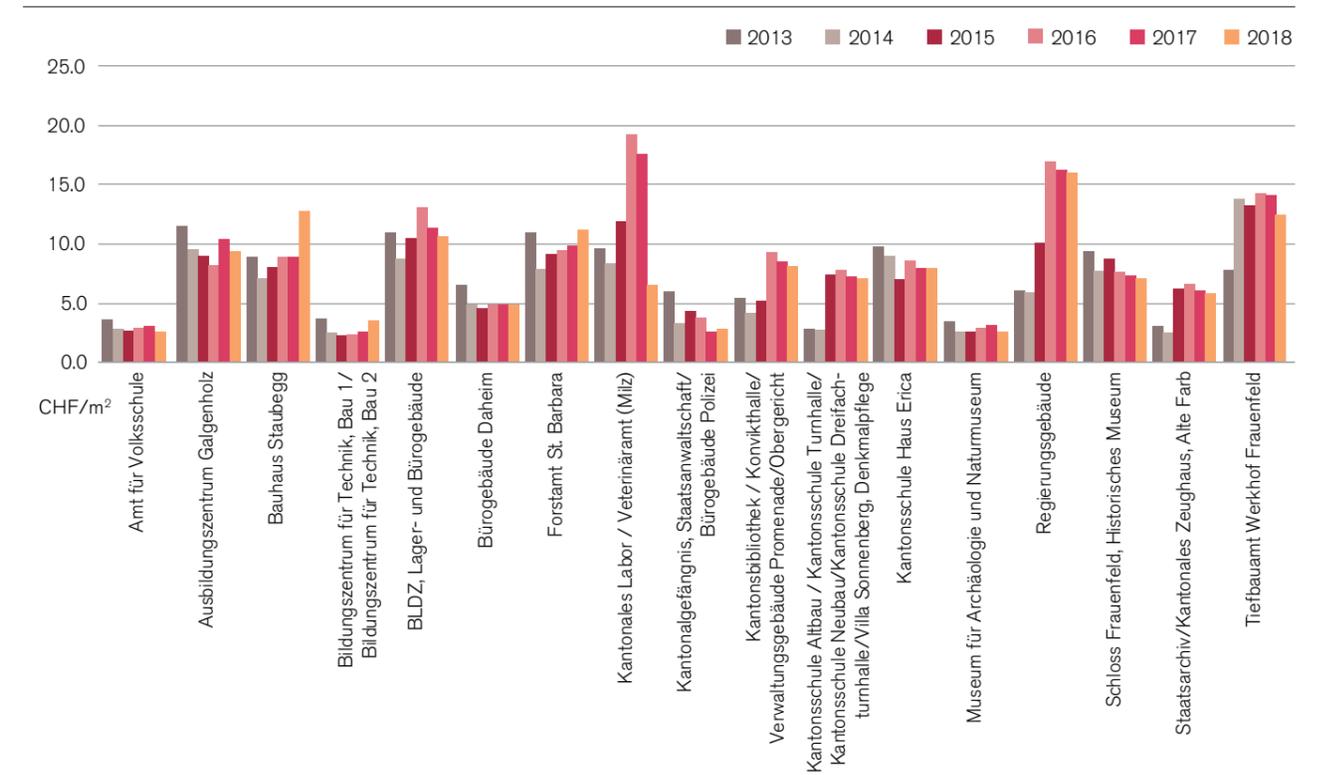
Grafik 11 Wärmekosten in CHF/kWh Wärme



Grafik 12 Wärmekosten in CHF je Verbund/Liegenschaft



Grafik 13 Wärmekosten in CHF/m² je Verbund/ Liegenschaft





## 4 Strom

### 4.1 Stromverbrauch

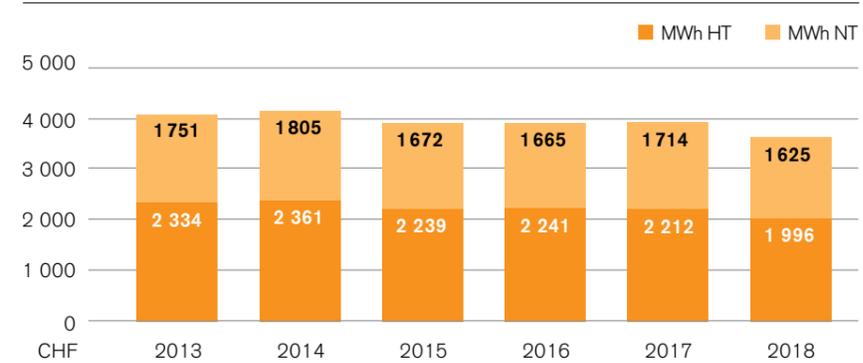
Für die kantonalen Liegenschaften wurden 2018 total 3 621 MWh Strom bezogen. Der spezifische Bezug liegt aktuell bei 43 kWh/m<sup>2</sup>. Die SIA-Vergleichswerte<sup>10</sup> für Neubauten (Büro/Schule) liegen bei 36 kWh/m<sup>2</sup>, wobei diese Vergleichswerte je Liegenschaft

und effektiver Nutzung stark variieren. Analog zur Wärme sind auch die spezifischen Stromverbräuche gering.

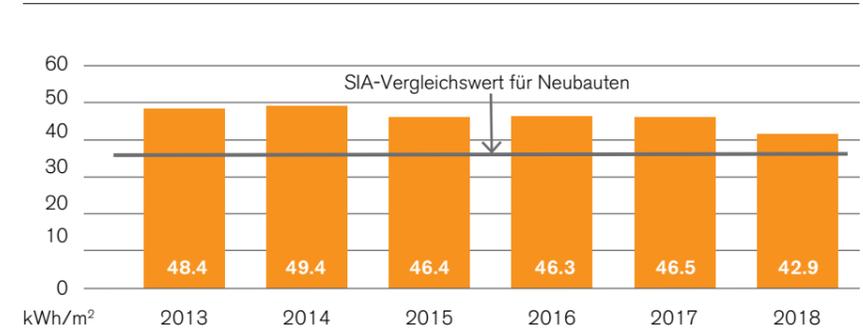
Mit jährlich rund 1 300 MWh die mit Abstand grössten Strombezügler sind, analog zum Wasserverbrauch, die Liegenschaften Kantonalgefängnis,

Staatsanwaltschaft und Bürogebäude Polizei. Auch beim spezifischen Stromverbrauch führen diese Liegenschaften die Tabelle an, gefolgt von den Liegenschaften kantonales Labor, Tiefbauamt Werkhof Frauenfeld und Verwaltungsgebäude Promenade.

Grafik 14 Stromverbrauch 2013–2018

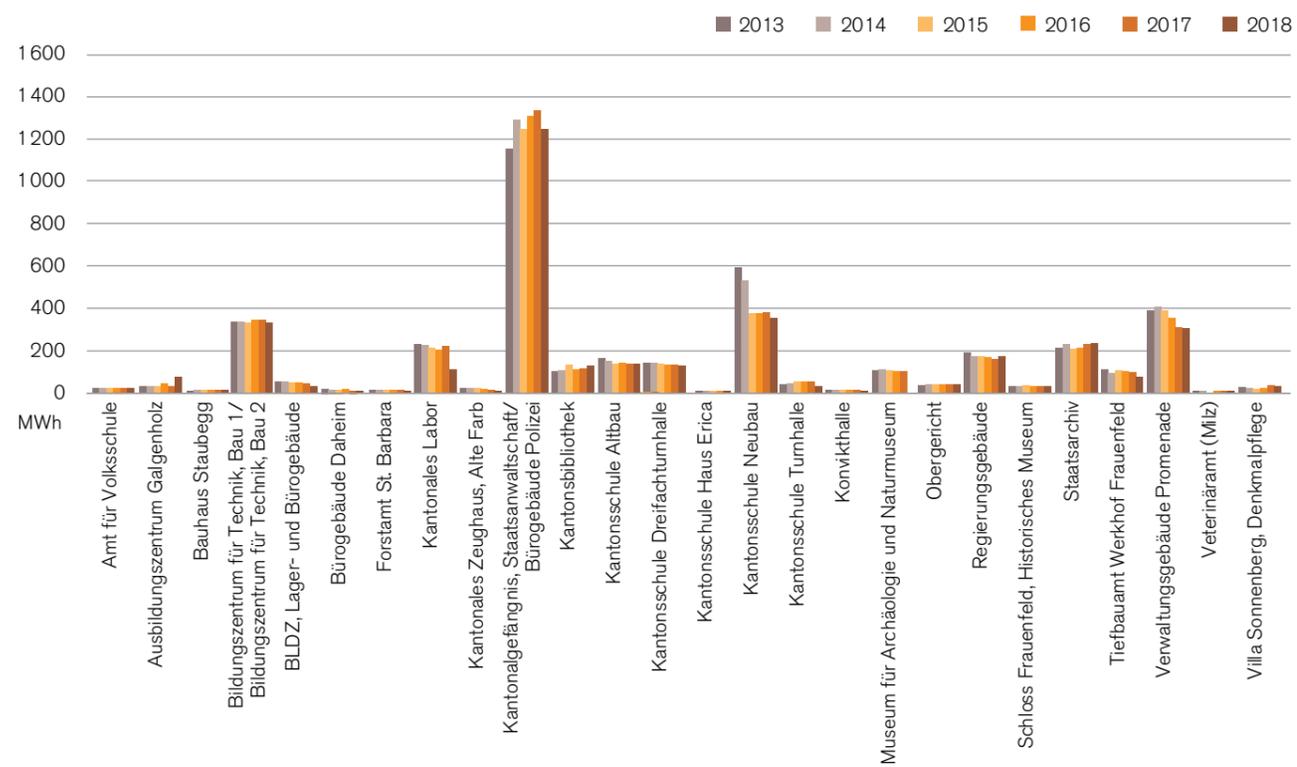


Grafik 15 Spezifischer Stromverbrauch in kWh/m<sup>2</sup>

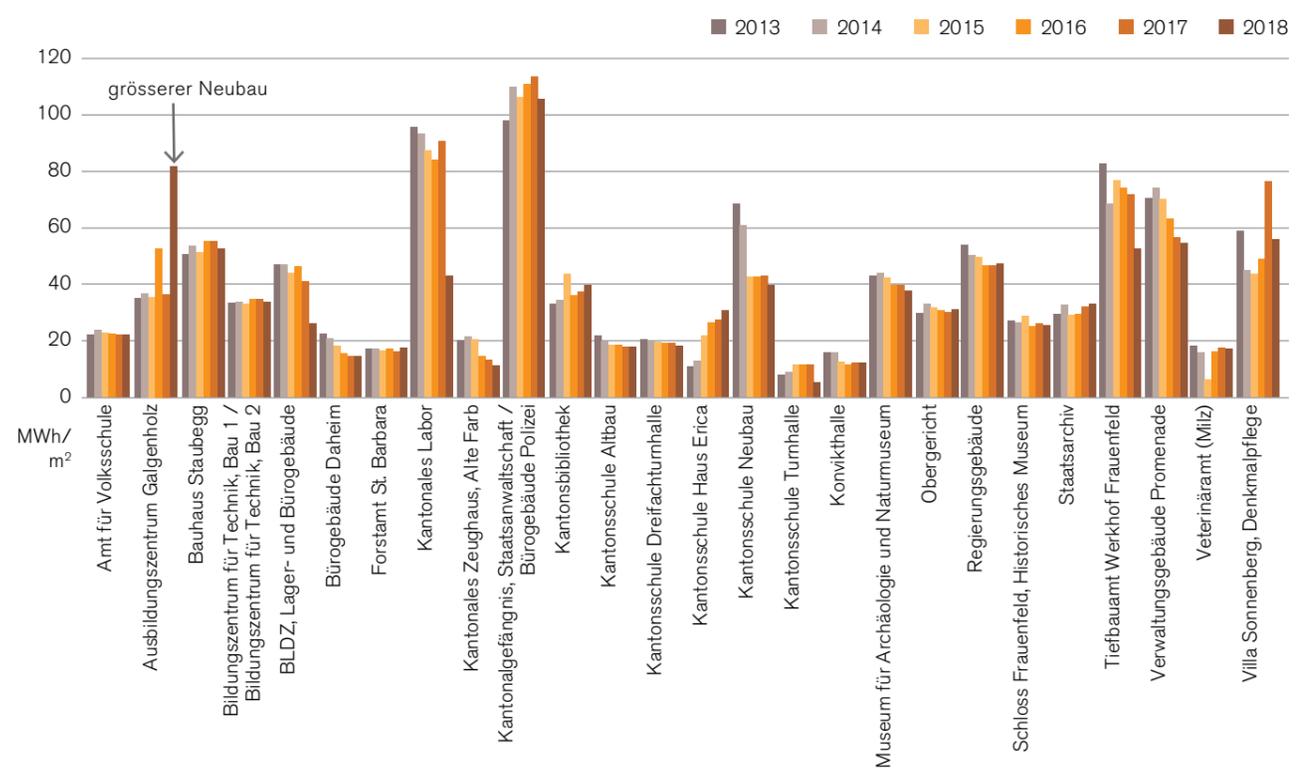


<sup>10</sup>SIA 380/4, Ausgabe 2006: Bsp. Schulhaus mit Turnhalle: 29 kWh/m<sup>2</sup>. Bsp. Bürohaus: 42 kWh/m<sup>2</sup> (E-Kennzahlen Strom)

**Grafik 16 Stromverbrauch in MWh je Liegenschaft**



**Grafik 17 Spezifischer Stromverbrauch in kWh/m² je Liegenschaft**

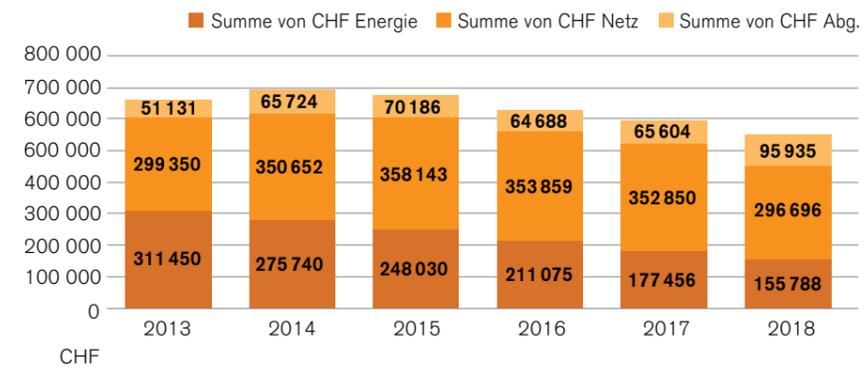


**4.2 Stromkosten**

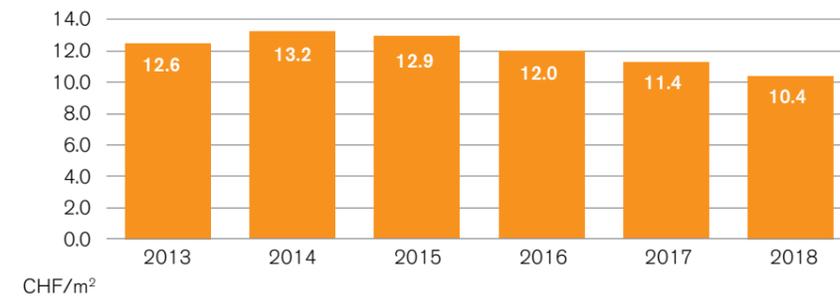
Der Strom kostete 2018 CHF 548 419.–, unterteilt in Energie, Netz und öffentliche Abgaben. Seit 2014 liegen die Netzkosten über den eigentlichen Energiekosten.

Die Stromkosten je m² EBF lagen zwischen CHF 10.– und 13.–, die kWh kostete zwischen 15 und 17 Rappen.

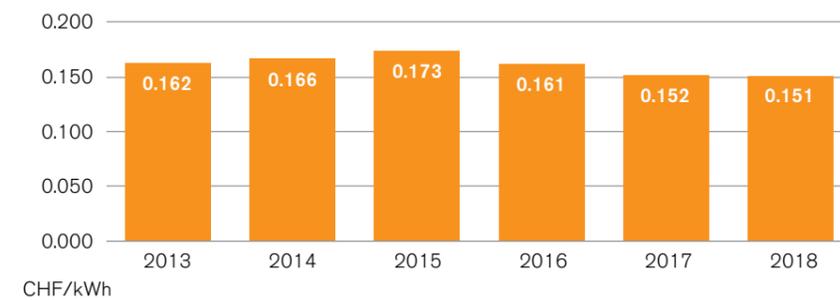
**Grafik 18 Stromkosten 2013 – 2018**



**Grafik 19 Stromkosten in CHF/m²**



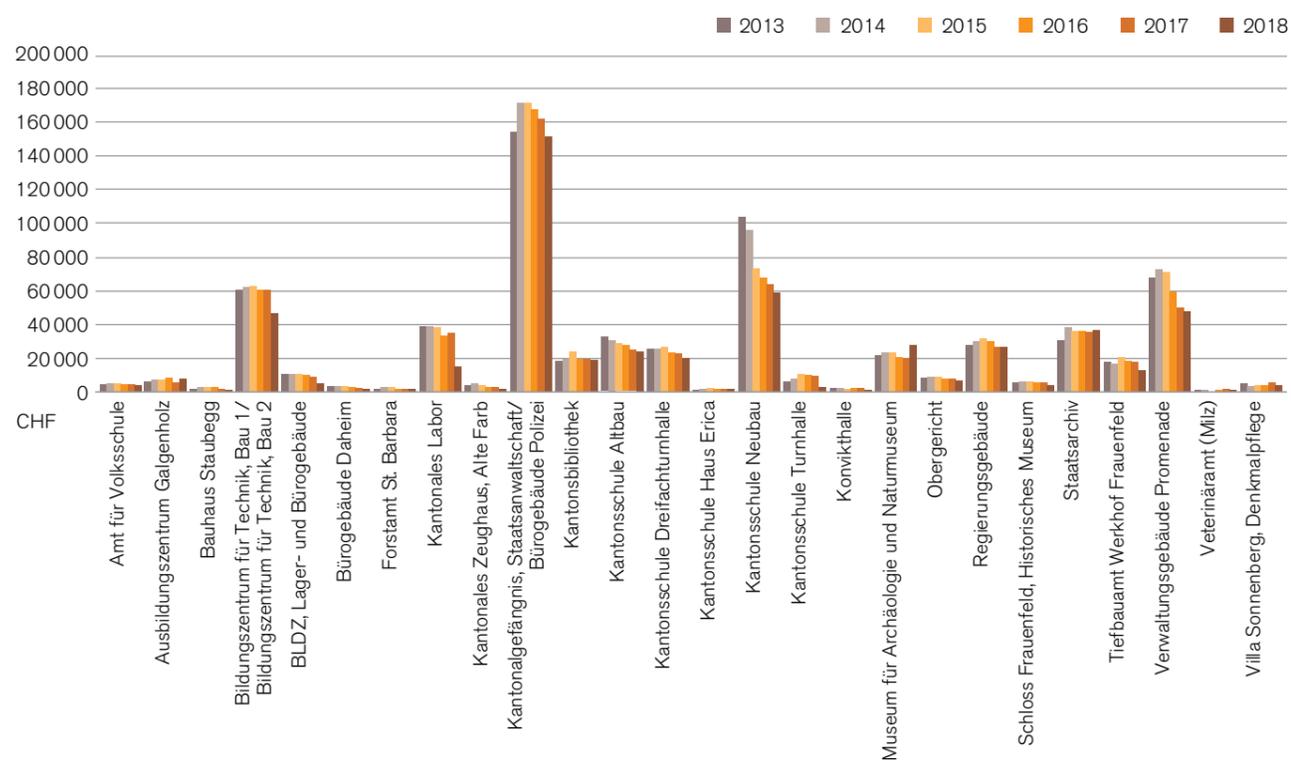
**Grafik 20 Stromkosten in CHF/kWh Strom**



Wie beim Strombezug sind die Liegenschaften Kantonalgefängnis, Staatsanwaltschaft und Bürogebäude Polizei auch bei den Stromkosten an der Spitze. Bei den spezifischen Kosten pro m<sup>2</sup> liegt die Liegenschaft kantonales Labor aber über dem Verbrauch des Gefängnisses/ Polizeigebäudes.

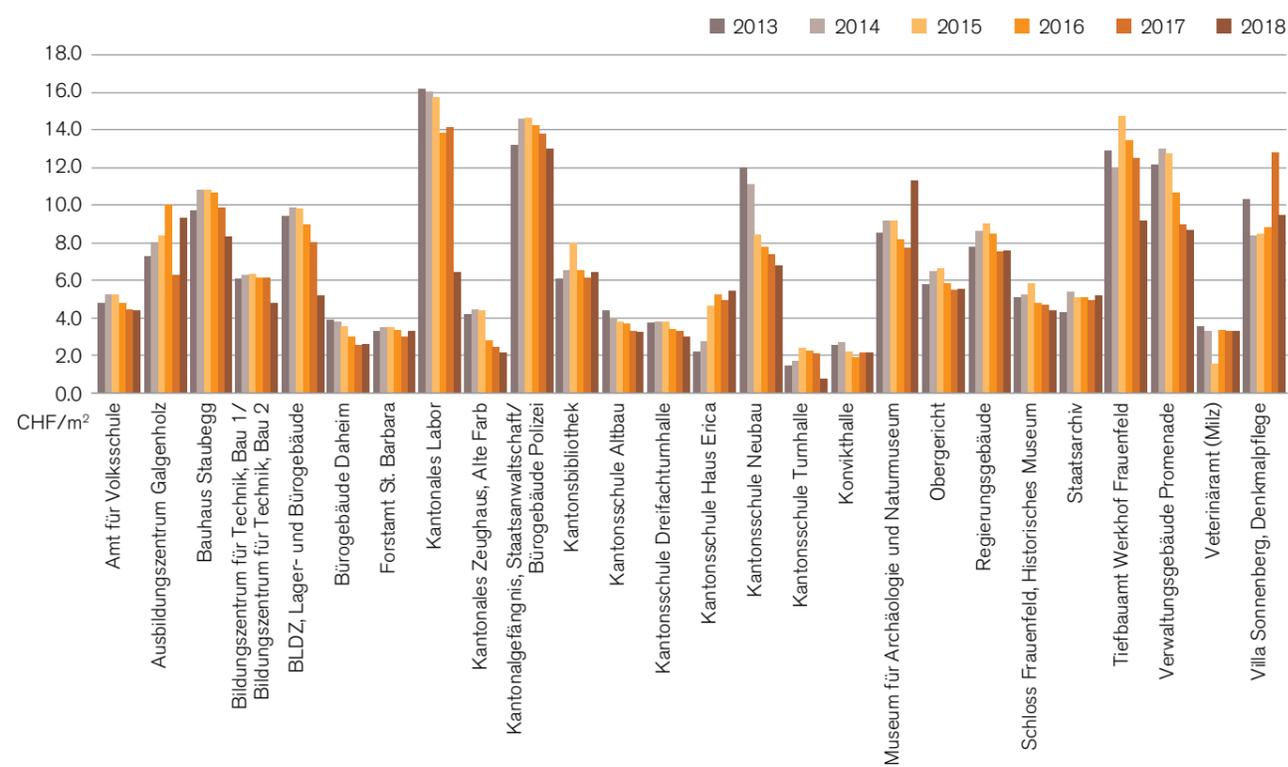
Die Leistungsspitzen sind in den Netzkosten enthalten. Aus Kostensicht kann es interessant sein, die Liegenschaften mit einem hohen Stromverbrauch (> 100 000 kWh/Jahr) hinsichtlich dieser Spitzen zu plausibilisieren (Verbrauch kWh/Leistung kW = ca. Volllaststunden).

**Grafik 21 Stromkosten in CHF je Liegenschaft**

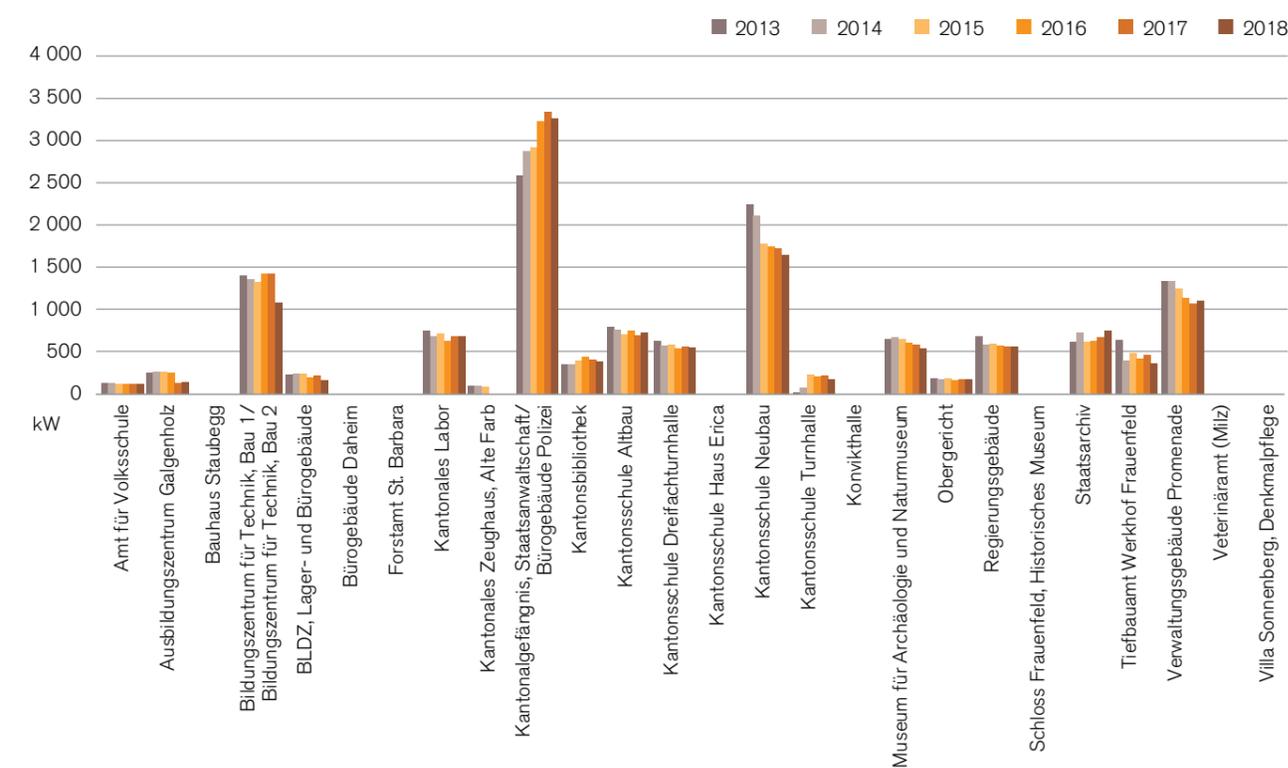


<sup>11</sup>Nicht bei allen Gebäuden wird die Leistung erfasst. Bei einem Jahresverbrauch ab 100 000 kWh ist eine Lastgangmessung eingebaut.

**Grafik 22 Stromkosten in CHF/m<sup>2</sup> je Liegenschaft**



**Grafik 23 Elektrische Leistung in kW<sup>11</sup>**





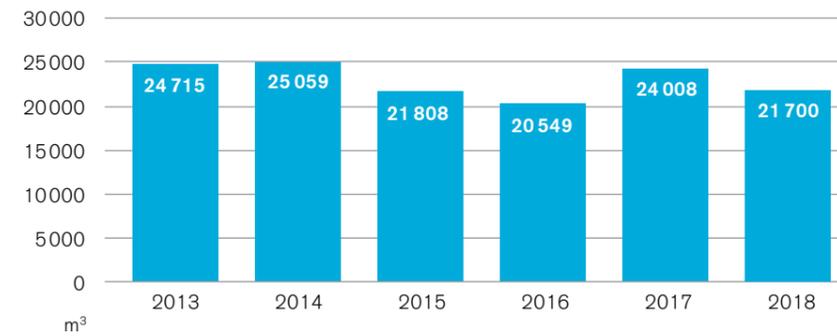
## 5 Wasser

Nicht erfasst sind die beiden Liegenschaften Konvikthalle und Kantonsschule Dreifachturnhalle.

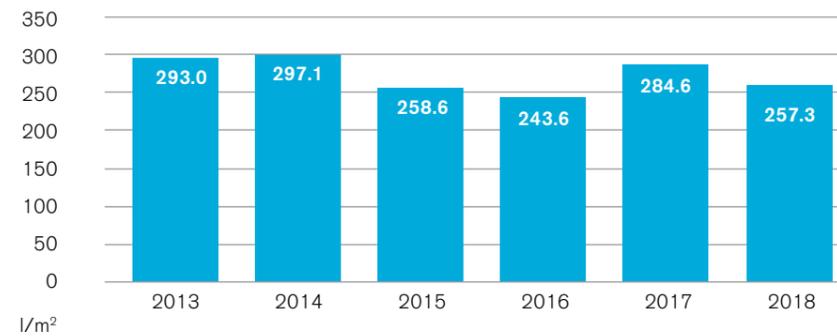
### 5.1 Wasserverbrauch

Der Wasserbezug für die kantonalen Liegenschaften betrug 2018 total 21 700 m<sup>3</sup> Wasser. Der spezifische Bezug liegt bei 257 l/m<sup>2</sup>.

Grafik 24 Gesamter Wasserverbrauch 2013–2018



Grafik 25 Spezifischer Wasserverbrauch in l/m<sup>2</sup>

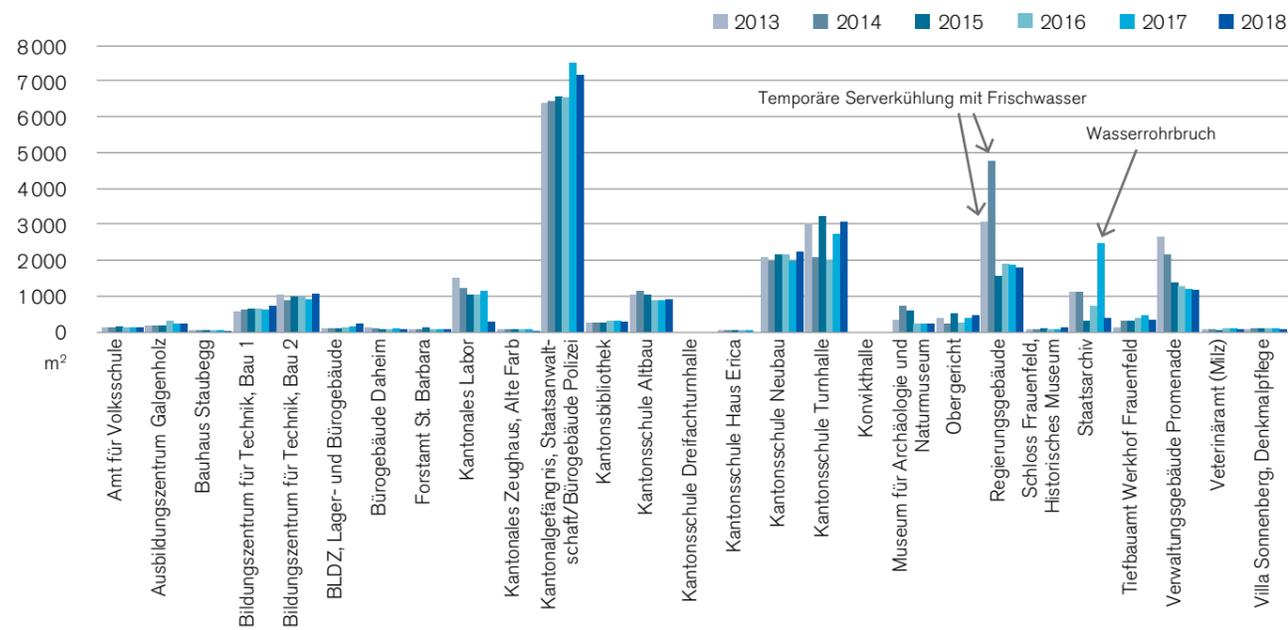


Mit jährlich über 6 500 m<sup>3</sup> ist der Wasserbezug der Liegenschaften Kantonalgefängnis, Staatsanwaltschaft und Bürogebäude Polizei am grössten. Die spezifischen Spitzenwerte weisen die Liegenschaften Regierungsgebäude

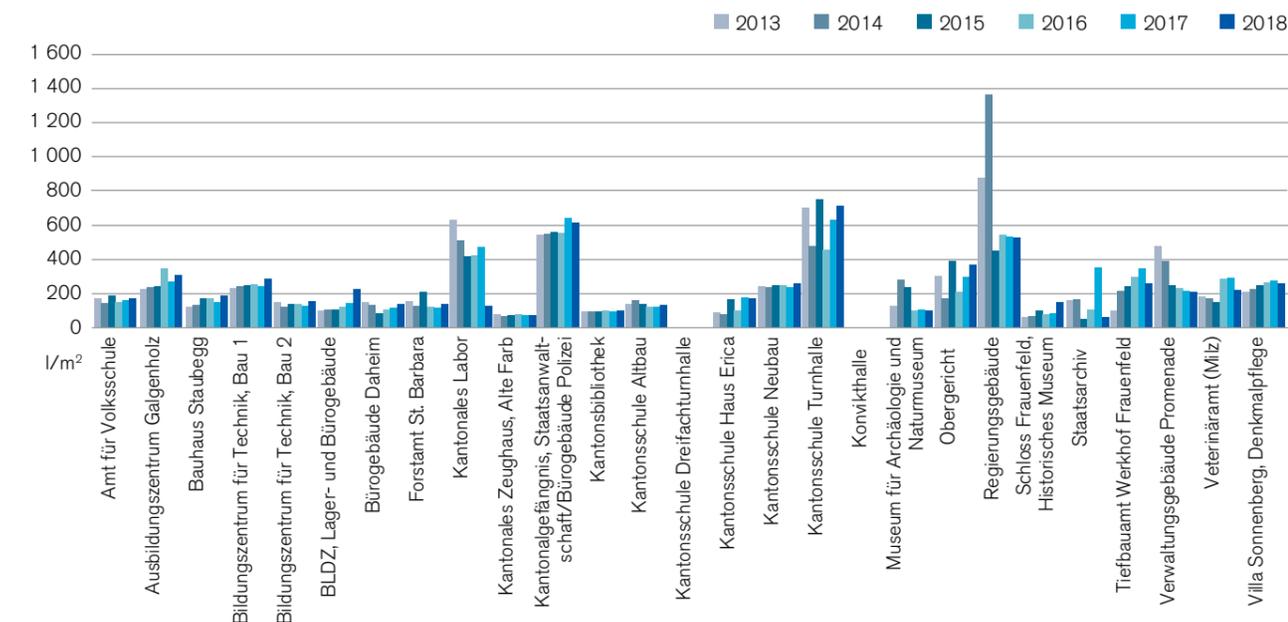
sowie Kantonsschule Turnhalle auf. Der in den Jahren 2013 und 2014 erhöhte Wasserverbrauch im Regierungsgebäude ist im Zuge der Gebäudesanierung entstanden. Temporär mussten die Server mit Frischwasser gekühlt werden. Der

grosse Anstieg (über 50%) des Wasserverbrauchs des Staatsarchivs 2017 ist wegen eines Wasserrohrbruchs entstanden.

**Grafik 26 Wasserverbrauch in m<sup>3</sup> je Liegenschaft**



**Grafik 27 Spezifischer Wasserverbrauch in l/m<sup>2</sup> je Liegenschaft**



**5.2 Wasserkosten**

Das Wasser kostete 2018 CHF 85 554.–. Der höchste Kostenteil lag mit 38 % beim Abwasser. Die spezifischen Kosten lagen über alle Liegenschaften bei CHF 1.00 je m<sup>2</sup> EBF. Mit über CHF 2.70/m<sup>2</sup>

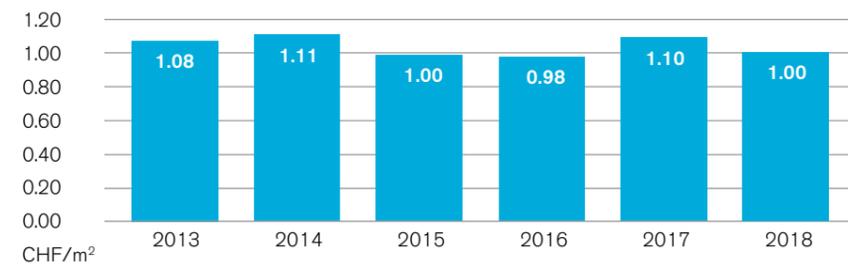
bezahlte die Liegenschaft Tiefbauamt Werkhof Frauenfeld am meisten für das Wasser. Die in den Jahren 2013 und 2014 erhöhten Wasserkosten im Regierungsgebäude sind durch den erhöhten Wasserverbrauch im Zuge der Gebäude-

sanierung (Temporäre Serverkühlung mit Frischwasser) entstanden. Der grosse Anstieg (über 50%) der Wasserkosten des Staatsarchivs 2017 ist durch den erhöhten Wasserverbrauch wegen eines Wasserrohrbruchs entstanden.

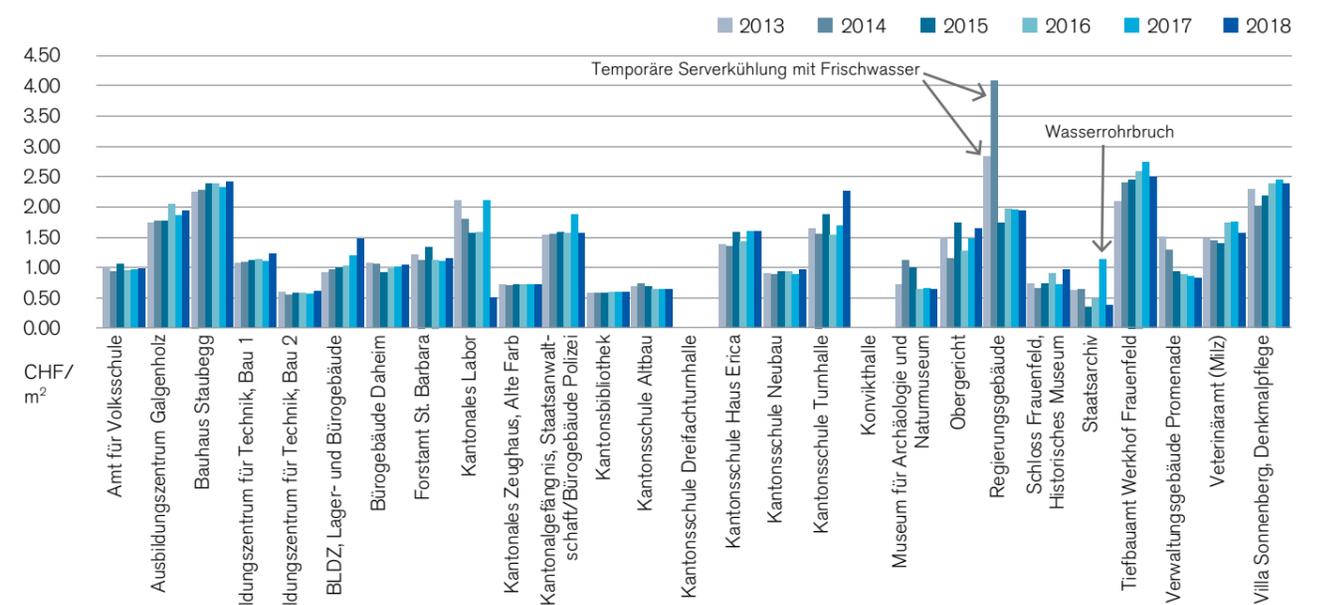
**Grafik 28 Wasserkosten 2013–2018 in CHF**



**Grafik 29 Wasserkosten in CHF/m<sup>2</sup>**



**Grafik 30 Wasserkosten in CHF/m<sup>2</sup> je Liegenschaft**





## 6 CO<sub>2</sub>-Emissionen, Transmissionspfad

### 6.1 CO<sub>2</sub>-Emissionen

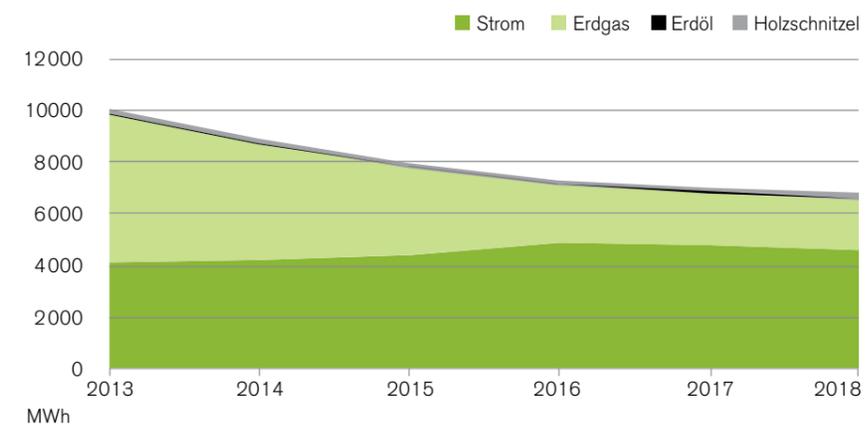
Mit dem Umstellen der Wärmeerzeugungen auf die Wärmepumpen der Wärme Frauenfeld AG ab 2014 veränderte sich die Endenergie. Der Anteil Erdgas reduzierte sich wesentlich. Der Stromanteil nahm ab 2014 zu, dies da der Strom für die Wärmepumpen in der Endenergie

enthalten ist. Die geringe Reduktion der Endenergie und Treibhausgasemissionen der letzten 3 Jahren sind hauptsächlich auf die wärmeren Jahre (weniger Heizgradtage) zurückzuführen.

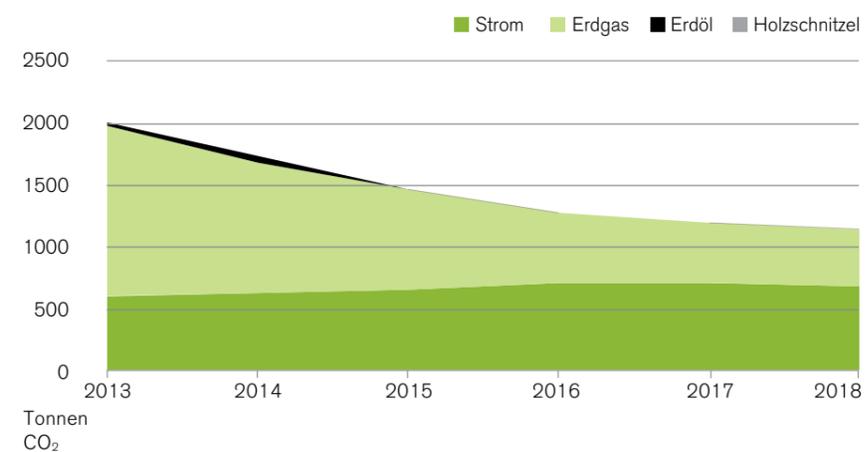
Dank der Substitution von Erdöl und Erdgas durch Strom für die Wärmepumpen<sup>12</sup>

bei der Wärmeerzeugung reduzierte sich die jährliche Endenergie 2013–2018 um ca. 3 186 MWh (30%) und die damit verbundenen jährlichen Treibhausgasemissionen<sup>13</sup> während der gleichen Zeitspanne um 860 t (43%).

**Grafik 31 Endenergie 2013–2018**



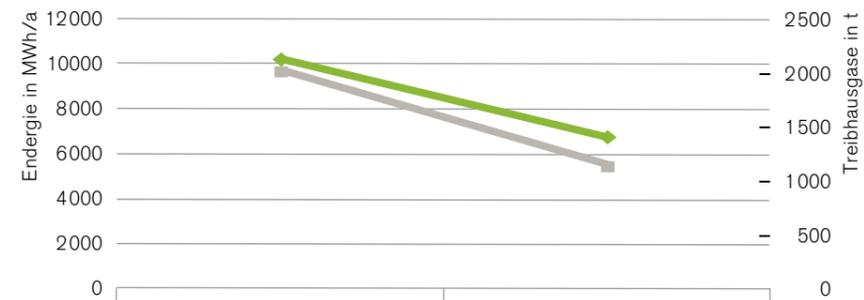
**Grafik 32 Entwicklung der Treibhausgasemissionen**



<sup>12</sup>Berechnung Strombedarf Wärmepumpen: Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen in kWh/3 = Elektrische Leistung in kW (vereinfacht). Nicht berücksichtigt ist der Energieanteil für das Niedertemperaturnetz.

<sup>13</sup>Treibhausgasemissionen gemäss SIA 2040

**Grafik 33 Entwicklung Energie und Treibhausgase**



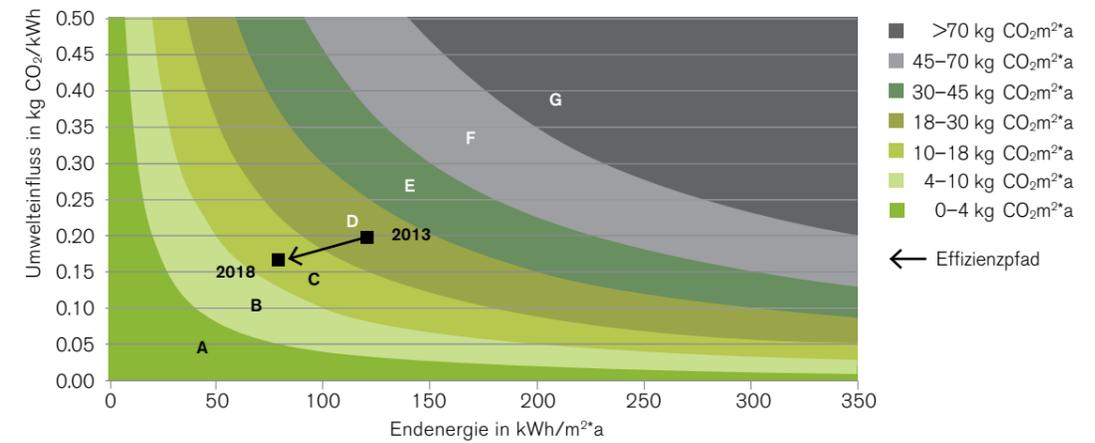
	2013	2018
Total Endenergie:	10 169 236 kWh	6 699 738 kWh
Total Treibhausgasemissionen:	2 006 401 kg	1 126 175 kg

**6.2 Transmissionspfad Energie**

Der Transmissionspfad beinhaltet einerseits die benötigte Endenergie und andererseits den verursachten CO<sub>2</sub>-Ausstoss. Die Energieklassen A–G der Grafik 34 entsprechen im Grundsatz der bekannten

Energiekette. Der rote Pfeil zeigt den Weg vom Erfassungsjahr 2013 bis zur Erfassung 2018, also die erreichte Verbesserung von der Effizienzklasse D zur Klasse C<sup>14</sup>.

**Grafik 34 Transmissionspfad anhand Endenergie (CO<sub>2</sub> nach SIA Merkblatt 2040)**



<sup>14</sup>Elektrische Energie: CH Verbrauchsmix.



## 7 Photovoltaik-Anlagen

Das kantonale Hochbauamt realisierte in den Jahren von 2015 – 2018 über 20 Photovoltaikanlagen auf kantonal genutzten Dächern. Die Anlagengrössen reichen von 30 kWp bis über 200 kWp. Die beiden grössten Photovoltaikanlagen befinden sich auf dem Dach des Werk-

hofes Sulgen sowie auf dem Dach der Berufsschule Bau- und Mode in Kreuzlingen. Alle Photovoltaikanlagen erzeugen jährlich zusammen über 1400 MWh an erneuerbarer Energie.

Im Jahr 2013 betrug die erzeugte «grüne» Energie rund 170 MWh. Im Jahr 2018 waren es bereits 1 413<sup>15</sup> MWh. Auch in den kommenden Jahren sind weitere Photovoltaik-Anlagen auf kantonal genutzten Dächern geplant.

**Grafik 35** Installierte Leistung Photovoltaik-Anlagen

	Installierte Leistung	Einheit
2014	120.5	kWp
2015	262.5	kWp
2016	482.7	kWp
2017	321.8	kWp
2018	127.1	kWp

