Kantonales Hochbauamt

Thurgau

Energiebericht 2022

Kantonale Liegenschaften

Exposé | 6

Impressum
Energiebericht 2022
Kantonale Liegenschaften Thurgau
Herausgeber
Kantonales Hochbauamt Thurgau
Departement für Bau und Umwelt
Promenadenstrasse 8
CH-8510 Frauenfeld
Projektleitung
André Juszko, FM Energie
Kantonales Hochbauamt Thurgau
Mithilfe bei der Erstellung
Enastra AG, Zürich
Gestaltung und Überarbeitung
Daniel Imhof, CAD, Grafik, Datenmanager
Kantonales Hochbauamt Thurgau
Korrektorat
Miriam Waldvogel
die Schreibmaschine, Frauenfeld
Gestaltung
Barbara Ziltener, Frauenfeld
(Energiebericht 2018)

Titelbild: Salzbatteriespeicher,
Werkhof Amt für Archäologie, Frauenfeld

Über 200 staatseigene Bauten

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

Der durchschnittliche Wärmeverbrauch der kantonalen Liegenschaften liegt bei rund 85 kWh/m^2 pro Jahr

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

Vorwort

Der Kanton Thurgau investiert aufgrund der Energiestrategie 2050 des Bundes und seiner eigenen Energieziele viel in die Förderung von erneuerbaren Energien und in die Energieeffizienz. Das Kantonale Hochbauamt Thurgau setzt die Ziele des Kantons und des Bundes konsequent um. Beispiele dafür sind energetische Sanierungen der staatseigenen Liegenschaften, der weitere Ausbau der Photovoltaikanlagen auf kantonal genutzten Gebäuden sowie die Installation von Elektroladestationen für Elektroautos.

Das Jahr 2022 war in der Heizperiode Januar bis März geprägt von den Coronamassnahmen. Diese haben sich wie bereits im Jahr zuvor auch auf die Haustechnikanlagen ausgewirkt. Zudem arbeitete immer noch ein grosser Teil der Mitarbeitenden im Homeoffice. In der zweiten Hälfte des Jahres machte sich die Energieknappheit bemerkbar, indem der Kanton Thurgau auf freiwilliger Basis Energiesparmassnahmen getroffen hat.

Wie in diesem Energiebericht ersichtlich wird, haben die oben genannten Punkte dazu geführt, dass sich der Energieverbrauch des Kantons Thurgau in etwa auf dem Vorjahresniveau gehalten hat. Der Mehrverbrauch durch die Coronamassnahmen konnte durch die freiwilligen Energiesparmassnahmen abgefangen werden.

Der Ausbau der Photovoltaikanlagen wirkt sich weiterhin positiv auf die Energiebilanz aus. Der Umstieg auf Wärmepumpen, aber auch der Ausbau der Elektromobilität macht es zur Herausforderung, den elektrischen Energieverbrauch zu senken oder zumindest zu halten.

Bereits heute liegt der Anteil der erneuerbaren Energieträger bei den kantonal genutzten Gebäuden bei rund zwei Dritteln. Sollte der Erdgasanteil durch Biogas substituiert werden, wären es sogar 98 %.

Das Hochbauamt hilft auch künftig engagiert mit, dass der Kanton seine Energieziele erfolgreich erreichen kann und die Energiestrategie 2050 des Bundes umsetzen wird.

André Juszko, FM Energie
Kantonales Hochbauamt Thurgau

Inhalt

	Zusammenfassung	**6 – 8**
1	**Einleitung, Aufgabe und Zielsetzung**	**9**
	1.1 Einleitung	9
	1.2 Aufgabe	9
	1.3 Zielsetzung	9
2	**Kantonale Liegenschaften**	**10 – 11**
3	**Wärme**	**12 – 27**
	3.1 Wärmeerzeugung (Endenergie)	14
	3.2 Wärmeverbrauch (Nutzenergie)	17
	3.2.1 Wärmeverbrauch Nutzenergie pro Gebäude	18
	3.3 Wärmekosten	22
	3.3.1 Wärmekosten pro Gebäude	24
4	**Strom**	**28 – 41**
	4.1 Stromverbrauch	29
	4.1.1 Stromverbrauch pro Gebäude	30
	4.2 Stromkosten	34
	4.3 Photovoltaik (PV)	40
5	**Wasser**	**42 – 53**
	5.1 Wasserverbrauch	43
	5.1.1 Wasserverbrauch pro Gebäude	44
	5.2 Wasserkosten	48
	5.2.1 Wasserkosten pro Gebäude	50
6	**Treibhausgasemissionen, Transmissionspfad**	**54 – 57**
	6.1 Treibhausgasemissionen	55
	6.2 Transmissionspfad Energie	56
	Schlussfolgerungen	**59**

Zusammenfassung

Im Energiebericht 2022 sind die Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche sowie die zugehörigen Kosten der kantonalen Liegenschaften zusammengestellt und ausgewertet. Sämtliche Verbrauchsdaten beziehen sich auf das Energiemonitoring-Tool "e3m" als Datenquelle. Um die Kosten einheitlich und unkompliziert zu erfassen, wurden Vereinfachungen getroffen. Diese Vereinfachungen werden in den einzelnen Abschnitten genauer erläutert. Total sind 38 Objekte mit über 75 Gebäuden und einer Energiebezugsfläche von knapp über 200'000 m² enthalten, 59 % der Fläche repräsentieren die Hauptnutzung der Schulen/Turnhallen, 21 % eine Büronutzung und 20 % eine Sondernutzung.

Wärme

Klimakorrigiert ist der Energiebedarf für die Bereitstellung der Wärme seit 2018 lediglich um 4.6 % gestiegen. Gleichzeitig hat sich der Nutzenergieverbrauch um 1.2 % erhöht (nicht in Tabelle 1ersichtlich). Somit konnte die Effizienz der Wärmeerzeugung in etwa konstant gehalten werden.

Strom

Während der Verbrauch in den Jahren 2019 und 2020 abgenommen hat, ist er im Jahr 2021 gestiegen. Für die kantonalen Liegenschaften wurden 2022 total 9'703 MWh Strom bezogen. Das ist 2 % weniger als im Referenzjahr 2018.

Photovoltaik (PV)

In den letzten Jahren hat ein eindrücklicher Ausbau der PV-Kapazität stattgefunden. Die installierte Leistung ist zwischen 2018 und 2022 um 61 % gesteigert worden auf 2'173 kWp. Die produzierte Menge erhöhte sich um 63 % auf 2'092 MWh/a. Beeindruckend ist, dass 22 % der verbrauchten elektrischen Energie durch die eigenen PV-Anlagen erzeugt wurden. Dieses Verhältnis konnte in den letzten fünf Jahren von 13 % auf 22 % gesteigert werden.

Wasser

Der Wasserbezug über alle Liegenschaften betrug 2022 71'013 m³. Der reduzierte Wasserverbrauch in den Jahren 2020 und 2021 ist sehr wahrscheinlich auf die Covid-19-Pandemie zurückzuführen. Gegenüber 2018 wurde 2022 1.9 % mehr Wasser verbraucht. Bei beiden Fischbrutanlagen ist der Wasserverbrauch in diesem Jahr gestiegen, wobei der Verbrauch der Fischbrutanlage in Romanshorn deutlich über dem Mittelwert liegt. Erfreulich ist, dass der stetig steigende Wasserverbrauch der letzten Jahre im Werkgebäude des Tiefbauamts in Sulgen gestoppt werden konnte und nun einen Rückgang aufweist.

Tabelle 1: Entwicklung der Verbräuche Wärme absolut, Wärme klimakorrigiert,[1] Strom und Wasser

Jahr	Wärme absolut		Wärme ATD korrigiert		Strom		Wasser	
	MWh	kWh/m²	MWh	kWh/m²	MWh	kWh/m²	m³	l/m²
2018	12'272	60.4	15'176	74.6	9'900	48.7	69'663	342.7
2019	12'443	61.2	14'645	72.0	9'829	48.3	69'319	341.0
2020	12'144	59.7	14'766	72.6	9'389	46.2	56'313	277.0
2021	15'774	76.1	15'558	75.0	9'920	47.9	56'685	273.4
2022	**13'040**	**62.9**	**15'867**	**76.5**	**9'703**	**46.8**	**71'013**	**342.5**
Tendenz 2022 vs. 2018		+ 4.2 %		+ 2.5 %		- 3.9 %		- 0.0 %

[1] Korrektur nach den akkumulierten Temperaturdifferenzen (ATD) des langjährigen Mittels (1984 – 2003) in Bischofszell

Wärmekosten

Die Wärmekosten sind im Vergleich der Jahre 2018 und 2022 um 1.4 % leicht angestiegen. Pro kWh Wärme wurden 2022 durchschnittlich 6.6 Rappen bezahlt. Trotz Erhöhungen bei den Energiepreisen, konnten die Kosten tief gehalten werden. Ursache dafür ist der gesunkene Verbrauch sowie den erhöhten Anteil an KVA-Energie zugunsten der Reduzierung weniger effizienter Energieträger wie Heizöl und Gas.
Aus diesem Grund hat sich von 2018 bis 2022 der durchschnittliche Tarif um 2.7 % verringert, obwohl bei den einzelnen Energieträgern eine Veränderung von +46 % für Holz, +38 % für Gas, +11.5 % für WP und +63 % für Heizöl feststellbar ist.

Stromkosten

Im Vergleich der Jahre 2018 und 2022 sind die Stromkosten um 6 % gestiegen. Im gleichen Zeitraum reduzierte sich der Stromverbrauch um 3.9 %. Somit ist die Verteuerung hauptsächlich den Tarifen geschuldet. Werden die Strompreiskomponenten gesondert voneinander betrachtet, ist der Grund für den Anstieg schnell gefunden. Die Kosten für das Netz (grösster Kostenblock) haben sich leicht reduziert. Die Kosten für die Energie (zweitgrösster Kostenblock) stiegen um 26.8 % und die kantonalen Abgaben (marginaler Anteil) um knapp 3.9 %. Die Bundesabgaben blieben mit einer Veränderung von + 0.6 % beinahe auf dem gleichen Stand wie 2018. Somit kann festgehalten werden, dass die Mehrkosten hauptsächlichdurch die Verteuerung der Energiepreise zustande kommen.

Wasserkosten

Die Wasserkosten sind von 2018 bis 2022 um 1.2 % leicht angestiegen. Der Wasserbezug veränderte sich zum Referenzjahr 2018 nur geringfügig. Die Tarife blieben somit praktisch konstant. Bei der Entwicklung der Tarifkomponenten ist keine Verschiebung der Anteile (Frischwasser/Abwasser) zu erkennen.

Tabelle 2: Entwicklung der Kosten für Wärme, Strom und Wasser

Jahr	Wärme		Strom		Wasser	
	Fr.	Fr./m²	Fr.	Fr./m²	Fr.	Fr./m²
2018	830'366	4.1	1'660'206	8.2	259'346	1.28
2019	896'010	4.4	1'684'753	8.3	261'775	1.29
2020	855'915	4.2	1'667'419	8.2	211'051	1.04
2021	1'071'003	5.2	1'835'242	8.9	213'523	1.03
2022	**858'879**	**4.1**	**1'794'770**	**8.7**	**267'774**	**1.29**
Tendenz 2022 vs. 2018		+ 1.4 %		+ 6.0 %		- 1.2 %

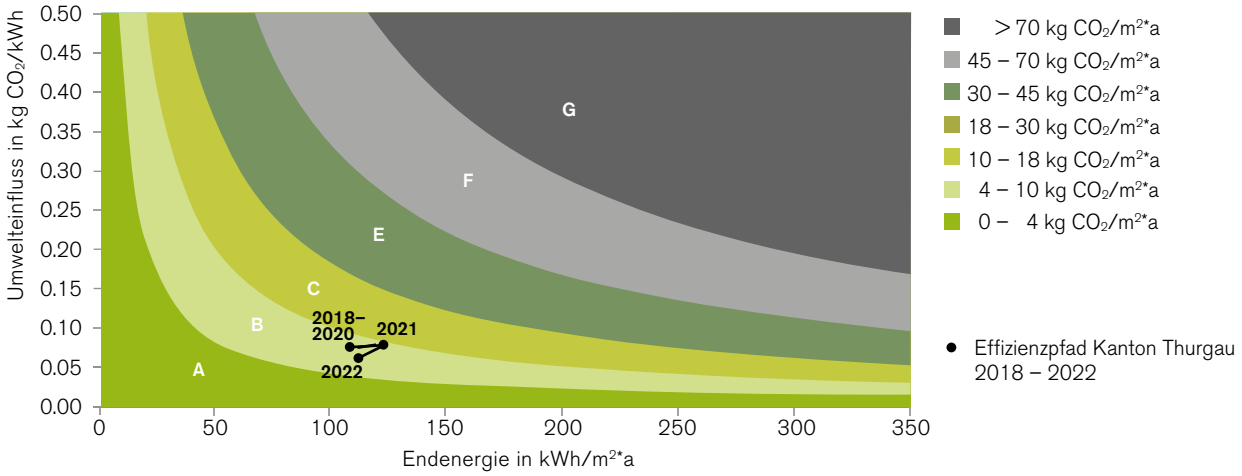
Treibhausgase

2022 wurden rund 1‘442 Tonnen CO_2-Äquivalente Treibhausgase durch die kantonalen Liegenschaften emittiert. 73 % der Emissionen wurden durch die Bereitstellung der Wärme verursacht. In diesem Anteil ist auch der Strom für die Wärmepumpen enthalten. Der restliche Strombedarf hat 27 % der Emissionen ausgemacht. Auch wenn der Kanton Thurgau zu 100 % erneuerbaren Strom bezieht und erzeugt, werden trotzdem Treibhausgase verursacht. Um die spezifischen Emissionen zu berechnen,[1] wurde der effektive Strommix berücksichtigt: Wasserkraft 69 % und Sonne 31 %.

Bei der Wärme sind es die Energieträger Gas, Öl und Strom, die Treibhausgasemissionen verursachen.

Durch den tiefen Umwelteinfluss pro kWh verbrauchter Endenergie (bestehend aus einem grossen Anteil erneuerbarer Energie bei der Wärme und einem grossen Anteil Wasserkraft) und einen mittelmässigen Wert beim Endenergiebezug pro m² wird eine gute Bewertung in der Kategorie B erreicht. Von 2018 bis 2022 ist eine Verbesserung sichtbar. Eine einfach umsetzbare Massnahme, um den Weg in Richtung Kategorie A in Angriff zu nehmen, wäre das flächendeckende Umsteigen auf Biogas. 71 % des Treibhausgas verursachenden Anteils der Wärme ist Gas. Wärme macht wiederum 73 % der Treibhausgasemissionen aus. Somit wäre mit dieser Massnahme ein grosser Schritt zur Minderung des schädlichen Umwelteinflusses gemacht. Weitere Verbesserungen sind durch die Reduktion der spezifischen Endenergie möglich. Zweckdienliche Liegenschaften, die untersucht werden sollten, sind das BBZ Weinfelden, das Polizeigebäude sowie die Kantonsschule Frauenfeld.

Grafik 1: Transmissionspfad 2018 – 2022



[1] Kalkulation auf www.treeze.ch

1 Einleitung, Aufgabe und Zielsetzung

1.1 Einleitung

Der Kanton Thurgau besitzt mehr als 200 Liegenschaften. 64 Objekte[1] davon sind bereits auf ein Energiemonitoring aufgeschaltet. Die Daten der relevanten Energie- und Wasserzähler von 55 Objekten werden 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 Internetbrowser zur Verfügung. Für die restlichen neun Objekte wurden die Verbrauchsdaten ebenfalls in der Applikation "e3m" erfasst, dies als Übergangslösung mittels Handeingaben. Die Informationen der Handeingaben stammen von Rechnungen oder von Ablesungen der Zähler durch die Hauswartungen. Ziel ist es, zukünftig alle Objekte mit automatischer Auslesung auszurüsten.

1.2 Aufgabe

Für alle kantonalen Liegenschaften ist ein Energiebericht für die Jahre 2018 bis 2022 zu erstellen. In älteren Ausführungen dieses Berichtes basierten die Energie- und Wasserdaten zum grössten Teil auf Angaben der Werkbetriebe Frauenfeld. Neu dient das Tool "e3m" ausschliesslich als Datenquelle. Vorgesehen ist, dass der Bericht für die Folgejahre einfach und mit wenig Aufwand erweitert werden kann.

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. Im Bericht sind Aussagen zur Entwicklung der Energie- und Wasserbezüge und der Treibhausgasemissionen formuliert, und mögliche Ansatzpunkte für energetische Verbesserungen werden aufgezeigt.

[1] In diesem Kontext ist unter Objekt ein Komplex zu verstehen, der zum Teil aus mehreren Liegenschaften besteht.

2 Kantonale Liegenschaften

Das Portfolio des Kantons Thurgau enthält 38 Objekte.[1][2] Die Energiebezugsfläche beträgt 207'322 m², 59 % der Nutzungen sind Schulen/Turnhallen, die restlichen Gebäude weisen Büronutzungen (21 %) und Sondernutzungen (20 %) aus.

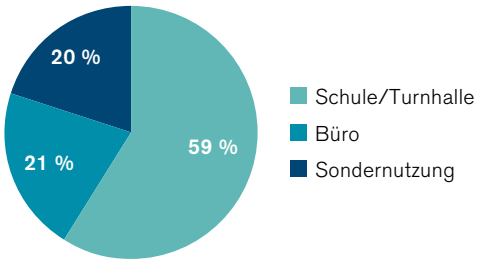
Tabelle 3: Liste aller Objekte im Energiebericht

Geb.-Nr.	Kurzbezeichnung	Ort	Nutzung	Modell Wärme	Erzeuger/ Energieträger	EBF
0101	Regierungsgebäude	Frauenfeld	Büro	Contracting	WP/Gas	4'080 m²
0114	Forstamt St. Barbara	Frauenfeld	Büro	Eigenerzeugung	Holz	519 m²
0115	Amt für Volksschule	Frauenfeld	Büro	Eigenerzeugung	Gas	708 m²
0119	Bauhaus Staubegg	Frauenfeld	Büro	Eigenerzeugung	Öl	260 m²
0120	Konvikt-Halle	Frauenfeld	Schule/Turnhalle	Contracting	WP/Gas	755 m²
0200	Kantonsbibliothek	Frauenfeld	Sondernutzung	Contracting	WP/Gas	2'580 m²
0301	Kantonales Laboratorium (inkl. 0303 Milz)	Frauenfeld	Büro	Contracting	WP/Gas	3'542 m²
0401	Verwaltungsgebäude Promenade [3]	Frauenfeld	Büro	Contracting	WP/Gas	6'569 m²
0501	Bürogebäude Daheim	Frauenfeld	Büro	Eigenerzeugung	Gas	624 m²
0600	Obergericht	Frauenfeld	Büro	Contracting	WP/Gas	1'620 m²
0701	Staatsarchiv	Frauenfeld	Sondernutzung	Contracting	WP/Gas	7'395 m²
0901	Polizeigebäude / Kantonalgefängnis / GSTA	Frauenfeld	Büro	Eigenerzeugung	WP/Gas	13'004 m²
1100	Kantonsschule	Frauenfeld	Schule	Contracting	WP/Gas	20'020 m²
1300	Campus (PMS/PHTG)	Kreuzlingen	Schule	Fernwärme	Holz/Gas	30'841 m²
1400	Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg	Salenstein	Sondernutzung	Eigenerzeugung	Holz/Öl	13'803 m²
1500	Kantonsschule	Romanshorn	Schule	Eigenerzeugung	WP/Gas	13'282 m²
1600	Kantonsschule	Kreuzlingen	Schule	Eigenerzeugung	Holz/Öl	7'428 m²
2101	Massnahmenzentrum Kalchrain	Hüttwilen	Sondernutzung	Eigenerzeugung	Holz	5'835 m²
3600	Bildungszentrum	Arbon	Schule/Turnhalle	Fernwärme	Holz/WP/Gas	5'924 m²
3700	Bildungszentrum für Technik	Frauenfeld	Schule/Turnhalle	Eigenerzeugung	Holz/Gas	7'914 m²
3801	Bildungszentrum für Bau und Mode	Kreuzlingen	Schule	Fernwärme	Öl	2'760 m²
3802	Bildungszentrum für Bau und Mode	Kreuzlingen	Schule	Eigenerzeugung	Holz/Gas	4'410 m²
4000	Berufsbildungszentrum	Weinfelden	Schule/Turnhalle	Eigenerzeugung/ Fernwärme	Gas/KVA	27'570 m²
4300	Ausbildungszentrum Galgenholz	Frauenfeld	Schule/Turnhalle	Eigenerzeugung	Holz	1'983 m²
4601	Schloss Frauenfeld, Historisches Museum	Frauenfeld	Sondernutzung	Fernwärme	Holz	851 m²
4701	Naturmuseum / Museum für Archäologie	Frauenfeld	Sondernutzung	Eigenerzeugung	Gas	2'155 m²
4901	Villa Sonnenberg, Denkmalpflege	Frauenfeld	Büro	Fernwärme	WP/Gas (von Kanti)	537 m²
6100	Bezirksgebäude	Kreuzlingen	Büro	Eigenerzeugung	Gas	2'568 m²
6202	Polizeigebäude	Arbon	Büro	Eigenerzeugung	Gas	1'317 m²
6401	Bezirksgebäude	Diessenhofen	Büro	Eigenerzeugung	Gas	781 m²
6500	Fischbrutanlage	Ermatingen	Sondernutzung	Eigenerzeugung	WP	309 m²
6601	Fischbrutanlage	Romanshorn	Sondernutzung	Eigenerzeugung	Elektroeinsatz	344 m²
7000	Tiefbauamt Werkhof	Frauenfeld	Sondernutzung	Eigenerzeugung	Gas	3'044 m²
7100	Tiefbauamt Werkhof	Sulgen	Sondernutzung	Eigenerzeugung	Gas	1'683 m²
7403	Tiefbauamt Magazin	Eschlikon	Sondernutzung	Eigenerzeugung	Holz	1'860 m²
8401	BLDZ [3]	Frauenfeld	Sondernutzung	Eigenerzeugung	Gas	915 m²
8907	Schlossmühlestrasse 15 [3]	Frauenfeld	Büro	Eigenerzeugung	WP	6'065 m²
8910	Strassenverkehrsamt [3]	Frauenfeld	Büro	Eigenerzeugung	Gas	1'467 m²
					Total	**207'322 m²**

[1] In diesem Kontext ist unter Objekt ein Komplex zu verstehen, der zum Teil aus mehreren Liegenschaften besteht.
[2] Das Amt für Informatik in Weinfelden ist vorerst nicht enthalten. Ebenfalls fehlt das Rechencenter in Frauenfeld.
[3] Angemietete Objekte

Das Berufsbildungszentrum (BBZ) in Weinfelden macht mit seiner Fläche 13.3 % vom gesamten Gebäudepark aus, der Campus Kreuzlingen 14.9 %. Werden zu den zwei erwähnten Gebäuden noch die Kantonsschulen Frauenfeld und Romanshorn dazugerechnet, sind dies 44.2 %. Ebenfalls sehr grosse Flächen haben das Polizeigebäude in Frauenfeld und das Bildungs- und Beratungszentrum (BBZ) Arenenberg. Diese sechs Objekte machen 57.2 % der Grundfläche aus.

Grafik 2: Anteil Nutzflächen



Die Schulen/Turnhallen haben mit 59 % den grössten Anteil.

3 Wärme

In diesem Kapitel wird zwischen Endenergie und Nutzenergie unterschieden. Diese Unterscheidung ist zentral.

Nutzenergie

Die Nutzenergie ist diejenige Energie, die im Gebäude zu den Verbraucherinnen und Verbrauchern geführt wird, d.h. als Nutzwärme über den Heizkörper, die Fussbodenheizung oder den Lufterhitzer an den Raum abgegeben wird. Die Nutzenergie wird über Messungen der Produktionsanlagen bestimmt. Bei Objekten mit ausgeprägtem Messkonzept wurde jeweils die erste verfügbare Messebene verwendet, die keine Wärmeverluste enthält.

Die Nutzenergie ist nicht in 100 % der Fälle über eine Messung eruiert worden. Teilweise wurde die Nutzenergie berechnet, entweder über die Gasmenge, die Ölmenge oder den Stromverbrauch der Wärmepumpe (WP) und die Annahme ihrer Arbeitszahl.

Endenergie

Die Endenergie ist die Energie, die aufgewendet wurde, um die Nutzenergie zu erzeugen. Üblicherweise wird als Systemgrenze die Gebäudegrenze verwendet. Alle Energien, die über die Gebäudegrenze geliefert werden und somit auch zu bezahlen sind, gelten im klassischen Sinn als Endenergie.

Mit den Wärmeerzeugungsmodellen, die vorhanden sind (siehe Tabelle 3, Seite 10), insbesondere Fernwärme und Contracting, wurde das Konzept für die Auswertungen in diesem Energiebericht abweichend zur Regelung oben angewendet, respektive die Systemgrenze wurde verschoben. Bei vielen Objekten, die im Contracting betrieben werden, ist dem Kanton Thurgau die Aufteilung der Wärmeerzeugung (beispielsweise Gas und Wärmepumpe) bekannt, in einigen Fällen gibt es sogar Auflagen zum WP-Anteil. Somit kann nicht die gesamte Contracting-Wärmeenergie "in einen Topf geworfen werden". Die Differenzierung, aus welchem Energieträger die Wärme erzeugt worden ist, ist relevant. Dasselbe gilt für die Fernwärme, auch dort ist der Energieträger, der verwendet wurde, um die Energie zu erzeugen, bekannt und relevant. Im Folgekapitel 3.1 ist aufgeschlüsselt, welche Mengen an Endenergie verwendet wurden, um die Nutzwärme zu erzeugen. Somit gibt es keine Energieträger, die "Contractor" oder "Fernwärme" lauten, sondern nur Energieträger, die tatsächlich zum Einsatz kamen.

Aufgeteilt wird die Endenergie somit in Holz, Gas, Kehrichtverbrennungsanlage (KVA), Elektro und Öl. Unter Elektro ist der Stromaufwand für die Wärmepumpen zu verstehen. Die Umweltenergie für die Wärmepumpen ist in der Endenergie nicht aufgeführt. In Objekten mit Wärmepumpen kann also die Nutzenergie grösser sein als die Endenergie.

Auch bei der Endenergie ist die Menge nicht in jedem Fall gemessen, sondern zum Teil über einen geschätzten Nutzungsgrad oder eine geschätzte Arbeitszahl berechnet. In manchen Fällen wurde anhand der erzeugten Wärme einer Wärmepumpe der theoretische Stromaufwand berechnet, in anderen Fällen das Umgekehrte.

3.1 Wärmeerzeugung (Endenergie)

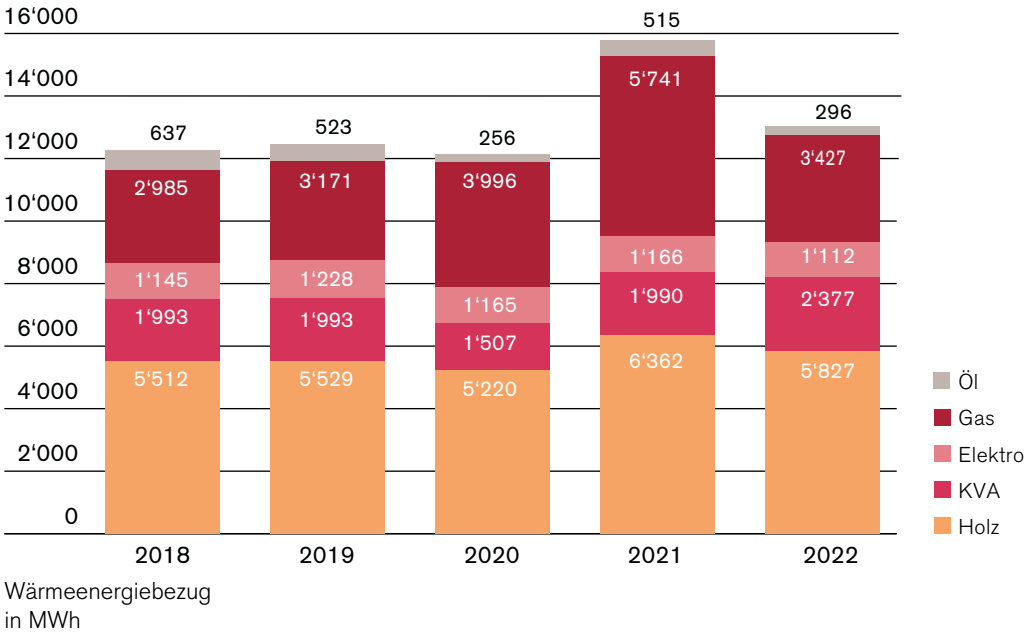
Bei allen Objekten sind unterschiedliche Wärmeerzeuger oder Kombinationen von Wärmeerzeugern im Einsatz. Aufgeschlüsselt auf die dahinterstehenden Energieträger ergibt dies folgendes Bild. Zu Beginn des Kapitels 3 ist das Konzept erklärt.

Auf den ersten Blick lässt sich in der Grafik 3 ein Rückgang des Wärmeenergiebezugs gegenüber dem Vorjahr feststellen. Die Aufteilung der Wärmeerzeugung hat sich in den letzten fünf Jahren nicht radikal geändert. Sichtbar ist eine Reduktion der Gasmenge und die Erhöhung der KVA-Menge am Wärmemix. Der Anteil an Heizöl bleibt konstant zwischen 2 und 5 %.

Erneuerbar in dieser Aufstellung ist Holz, die KVA und Strom.[1] Auch erneuerbar ist die Umweltwärme bei Wärmepumpen, diese ist jedoch in der Endenergie nicht eingerechnet. Der erneuerbare Anteil betrug 2022 somit 72 %, siehe dazu auch die folgende Grafik 4.

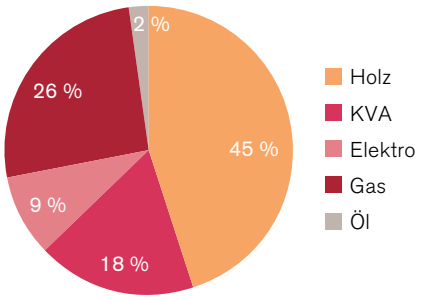
Bezogen auf das Modell der Wärmeerzeugung wurde 2022 die Hälfte (50 %) der Endenergie für die Wärmeerzeugung in Eigenerzeugungsanlagen umgewandelt. Der Anteil an Contracting ist in dieser Betrachtung der Endenergie relativ bescheiden, da dort der WP-Anteil gross ist und somit der Energieanteil (Strom) um ca. Faktor 3[2] kleiner ist als die damit erzeugte Nutzenergie.

Grafik 3: Entwicklung Wärmeerzeugung nach Energieträger 2018 – 2022

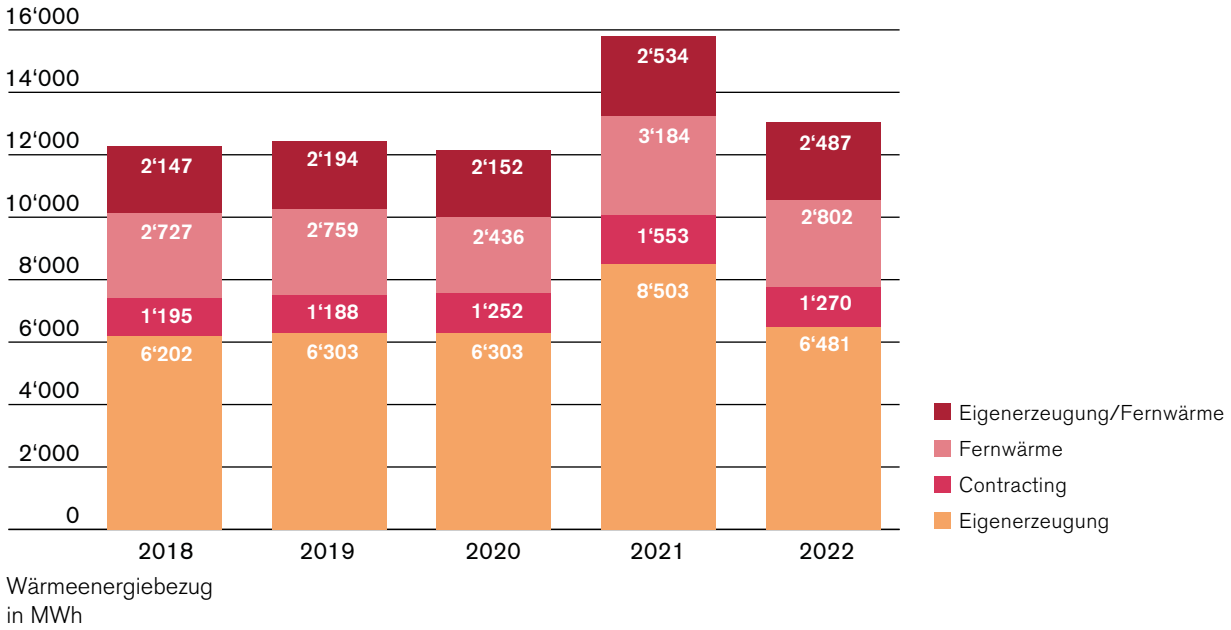


[1] Siehe dazu Kapitel 4.1
[2] Mittlere Arbeitszahl

Grafik 4: Wärmeerzeugung nach Energieträger 2022



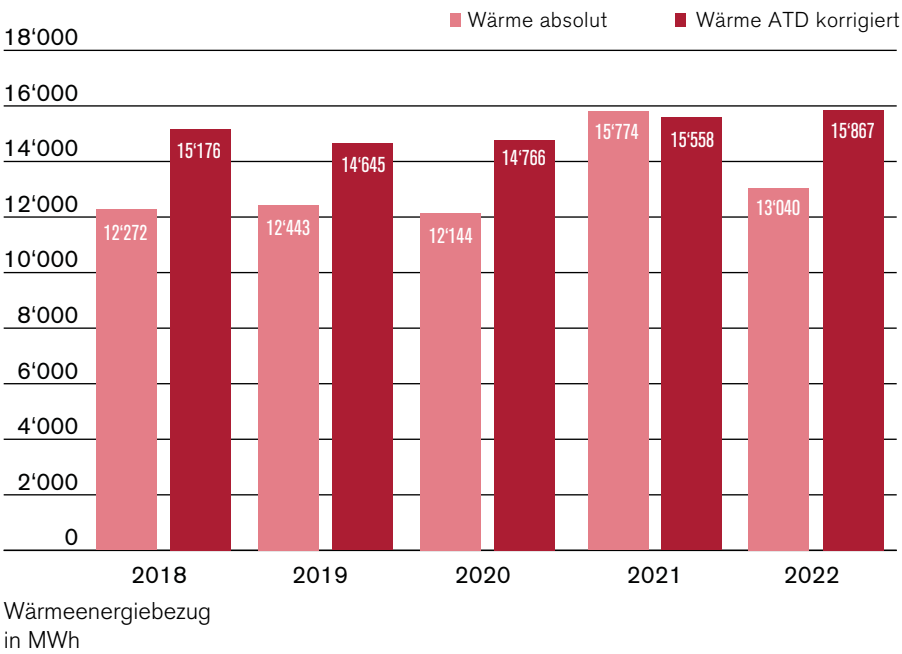
Grafik 5: Entwicklung Wärmeerzeugung Endenergie nach Erzeugungsmodell



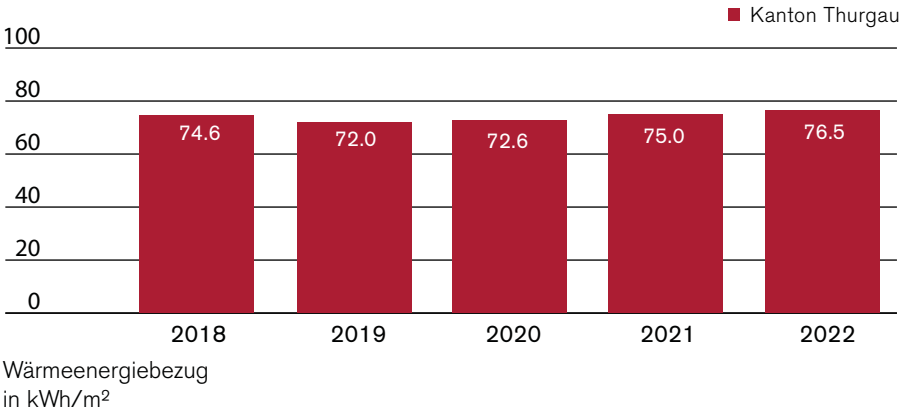
Die kantonalen Liegenschaften bezogen 2022 total 13 GWh Endenergie zur Erzeugung von Wärme. Dieser Wert ist verglichen mit dem Jahr 2021 um rund 20 % deutlich zurückgegangen (+6.3 % verglichen mit dem Wert von 2018). Korrigiert nach den akkumulierten Temperaturdifferenzen (ATD) des langjährigen Mittels von Bischofszell (1984 bis 2003), liegt der Wert bei 15.9 GWh. Dieser Wert ist der höchste im beschriebenen Zeitraum. Diese Differenz zwischen den absoluten und korrigierten Werten zeigt eindeutig, dass das Jahr 2022 deutlich wärmer war als das vorherige. Der Mehrverbrauch zum Referenzjahr 2018 beträgt klimakorrigiert also 4.6 %.

Die Grafik 7 zeigt den Trend der klimakorrigierten, flächenspezifischen Endenergie zur Erzeugung der Wärmeenergie seit 2018. Der Wert von 2022 liegt bei 76.5 kWh/m² (ohne Klimakorrektur bei 62.9 kWh/m²). Der Trend der spezifischen Wärme ist seit 2018 relativ konstant bei 72 bis 76.5 kWh/m² (klimakorrigiert).

Grafik 6: Endenergieaufwand zur Wärmeerzeugung 2018 – 2022



Grafik 7: Spezifischer Endenergieaufwand zur Wärmeerzeugung 2018 – 2022



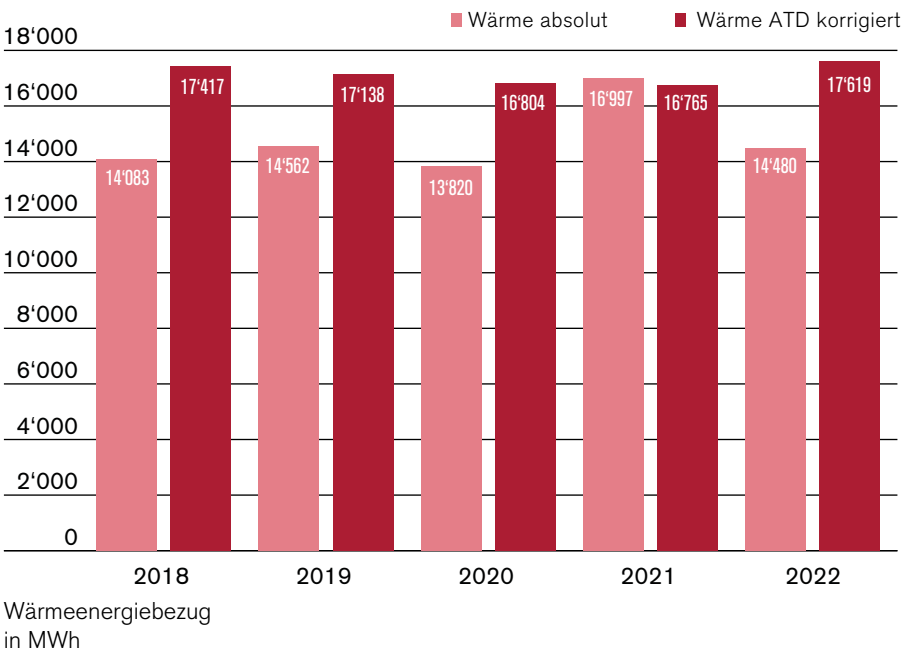
3.2 Wärmeverbrauch (Nutzenergie)

Korrespondierend mit Grafik 6 zeigt die Grafik 8 die absoluten Werte bezogen auf den Wärmeverbrauch, also die Nutzenergie. In dieser Ansicht spielt folglich die Art der Erzeugung keine Rolle. In den Gebäuden des Kantons wurden 2022 somit effektiv 14.5 GWh "verheizt". Werden die Wärmeverbräuche auf das langjährige Mittel korrigiert, beträgt der Wert 17.6 GWh. Das Verhältnis zwischen absoluten und korrigierten Werten der einzelnen Jahre ist identisch mit Grafik 6, der Trend über die Jahre jedoch nicht, da sich der Erzeugungsmix ständig ändert. Die Werte der Jahre 2018 bis 2021 sind klimakorrigiert rückgängig, wobei im Jahr 2022 ein Anstieg zu erkennen ist. In der Grafik 8 (Nutzenergie) ist ein Mehrverbrauch von 2018 bis 2022 festzustellen. Dieser beträgt 1.2 % (bei der Endenergie ein Mehrverbrauch von 4.6 %).

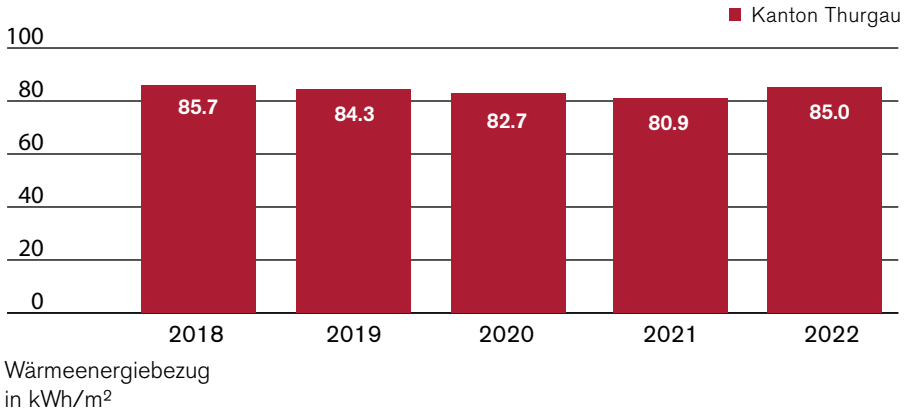
Der Vergleich der Trends zwischen Grafik 6 und Grafik 8 lässt somit den Schluss zu, dass sich die Effizienz der Wärmeerzeugung gegenüber dem Vorjahr leicht verbessert hat. Dies ist auf den erhöhten Anteil der Wärmepumpen zugunsten der Reduktion weniger effizienter Energieträger wie Gas und Heizöl zurückzuführen.

Korrespondierend mit Grafik 7 ist in Grafik 9 der Trend der spezifischen Nutzwärme klimakorrigiert seit 2018 aufgeführt. Der Trend war in den Jahren 2018 bis 2021 rückläufig, wobei ein Anstieg im Jahr 2022 zu erkennen ist. Für das durchschnittliche Alter der Liegenschaften ist

Grafik 8: Nutzenergie Wärme 2018 – 2022



Grafik 9: Spezifische Nutzenergie Wärme 2018 – 2022



[1] SIA 380/1, Ausgabe 2016 bzw. 2009: Q_H,li = 33 kWh/m², Q_WW = 19 kWh/m²

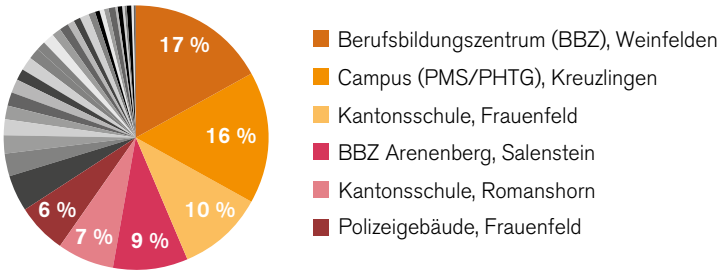
der durchschnittliche Wärmeverbrauch (immer inkl. Brauchwarmwasser) auf einem erwartbaren Niveau. Der SIA-Grenzwert [1] für Neubauten (Büro/Schule) beträgt 52 kWh/m². Die Abweichung der mehrheitlich vor 1980 erstellten Liegenschaften ist gegenüber dem SIA-Grenzwert plausibel. Wie es um den Verbrauch der einzelnen Objekte steht, ist den folgenden Seiten zu entnehmen.

Absolut gesehen verbrauchen vier Objekte knapp mehr als die Hälfte der Wärmeenergie: Berufsbildungszentrum (BBZ) Weinfelden, Campus Kreuzlingen, Kantonsschule Frauenfeld und das Bildungs- und Beratungszentrum (BBZ) Arenenberg. Die Verhältnisse und die weiteren Anteile sind der Grafik zu entnehmen.

3.2.1 Wärmeverbrauch Nutzenergie pro Gebäude

Im Folgenden sind die spezifischen klimakorrigierten Wärmeverbräuche (Nutzenergie) pro Liegenschaft aufgezeichnet. Die Gebäude wurden nach Nutzung geclustert. Büronutzungen, Schulen/Turnhallen und Sondernutzungen sind separat zusammengestellt. Die Fischbrutanlagen könnten auch separat ausgewiesen werden. Bei der Wärmeenergie ist jedoch kein Wert ausweisbar, da die Fischbrutanlagen durch Kleinwärmepumpenanlagen beheizt werden. Der Stromverbrauch ist für diese Anlagen (noch) nicht separat erfasst.

Grafik 10: Absolute Wärme Nutzenergiemengen pro Gebäude



[1] SIA 380/1, Ausgabe 2016 bzw. 2009: Q_H,li = 33 kWh/m², Q_WW = 19 kWh/m²

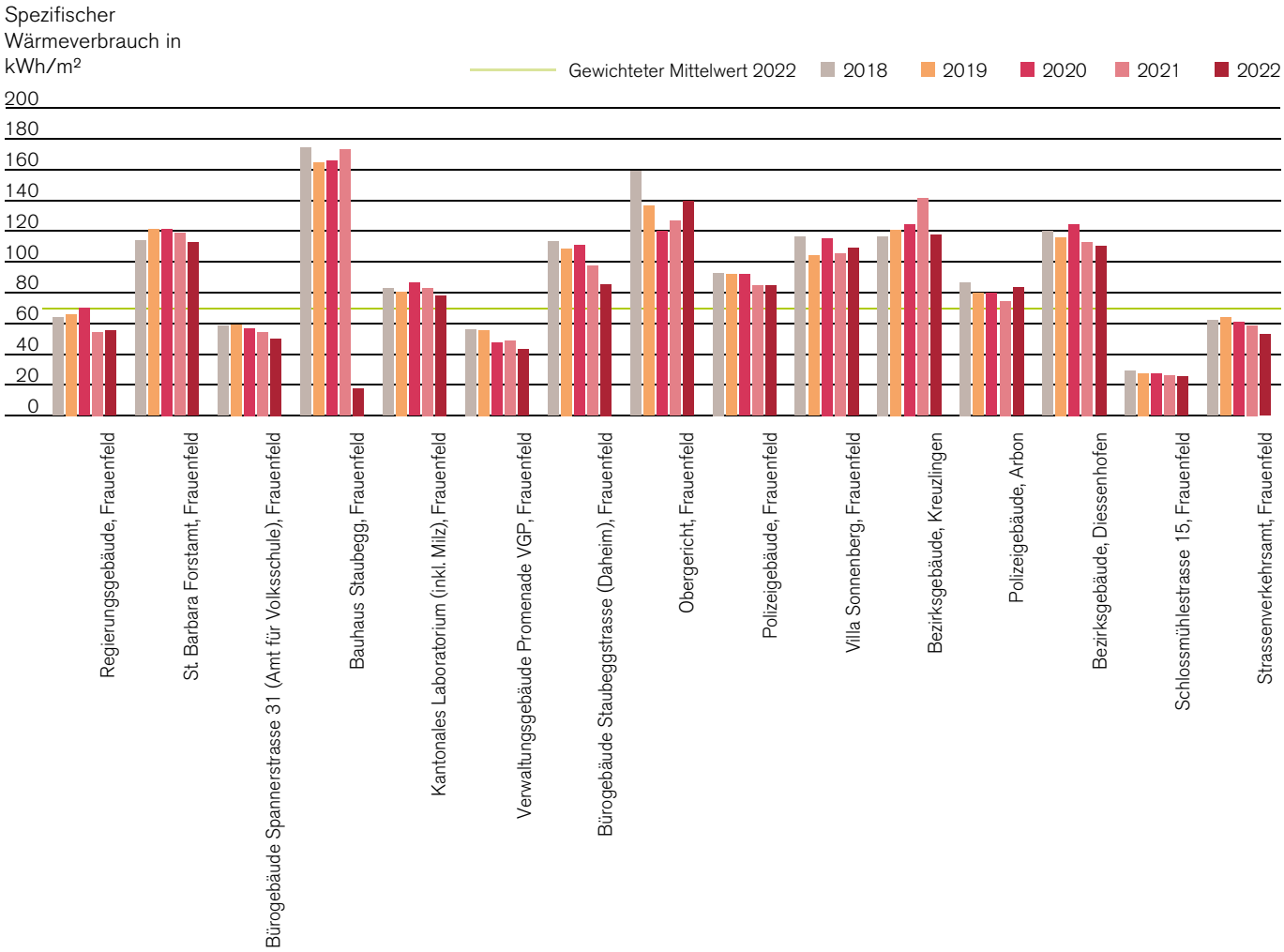
Am niedrigsten ist der Wärmebedarf in der Liegenschaft Schlossmühlestrasse 15 (25.3 kWh/m²*a im Jahr 2022), ein Bau aus dem Jahr 2016. Ebenfalls unter dem Durchschnitt liegen 2022 das Regierungsgebäude, das Bürogebäude Spannerstrasse 31, das Verwaltungsgebäude Promenade (VGP) und das Strassenverkehrsamt, alle in Frauenfeld. Das Bauhaus Staubegg wurde Anfang Juni 2022 um 18 m verschoben, um dem Erweiterungsbau des Regierungsgebäudes Platz zu machen. Das Gebäude wird aktuell saniert, daher stehen bis auf Weiteres keine Daten mehr zur Verfügung und somit ist das Objekt in der Auswertung nicht zu berücksichtigen.

Mehr oder weniger identisch mit dem Durchschnittswert sind das Kantonale Laboratorium in Frauenfeld, das Bürogebäude Staubeggstrasse, das Polizeigebäude Frauenfeld und das Polizeigebäude in Arbon.

Den höchsten Verbrauch hat das Obergericht Frauenfeld mit 139.4 kWh/m²*a. Auch das Forstamt Frauenfeld, die Villa Sonnenberg und das Bezirksgebäude Kreuzlingen liegen deutlich über dem Durchschnitt der Büronutzungen. Die grösste Veränderung im Trend (abgesehen vom Bauhaus Staubegg) zeigt das Bezirksgebäude in Kreuzlingen mit einer Reduktion von 141.3 auf 117.4 kWh/m²*a.

Die in Grafik 11 dargestellten Gebäude repräsentieren 21 % der Fläche des gesamten Gebäudeparks. Den grössten Einfluss auf den totalen Wärmeverbrauch haben das Polizeigebäude Frauenfeld, das VGP und das Gebäude Schlossmühlestrasse 15. Diese drei machen mehr als 50 % der Fläche aller Gebäude mit Büronutzungen aus. Von diesen Liegenschaften hat das Polizeigebäude den höchsten spezifischen Verbrauch von 84.4 kWh/ m²*a (13'000 m² Fläche). Eine Sanierung ist bereits angedacht und wird dementsprechend Wirkung zeigen.

Grafik 11: Spezifischer klimakorrigierter Wärmeverbrauch in kWh/m² je Liegenschaft (Büronutzungen)

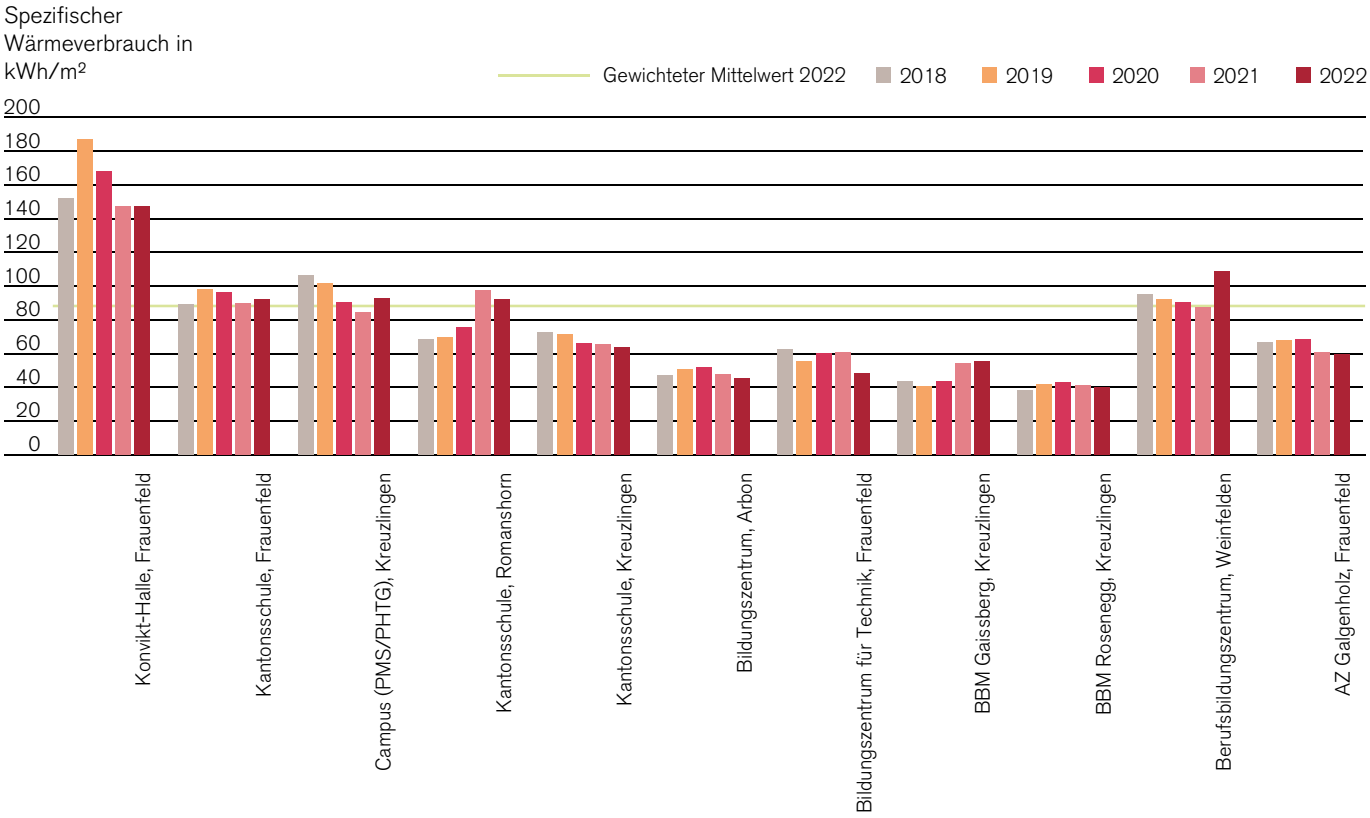


Im Vergleich der Schulen/Turnhallen bildet die Konvikt-Halle das Schlusslicht betreffend die Güte der Gebäudehülle. Dies ist dem Alter und der Bauweise der Halle geschuldet.

Den tiefsten Wert weist das Gebäude BBM Rosenegg aus mit 40 kWh/m² im Jahr 2022. Beim BBZ Weinfelden ist ein markanter Anstieg gegenüber dem Vorjahr ersichtlich und beträgt neu 109 kWh/m²*a. Deutlich unter dem Schnitt von 86 kWh/m²*a für die Schulen/Turnhallen liegt das Bildungszentrum Arbon, das Bildungszentrum für Technik in Frauenfeld und das BBM Gaissberg in Kreuzlingen. Alle anderen Gebäude liegen im relativ schmalen Spektrum von 63.9 bis 92.8 kWh/m²*a.

Die in Grafik 12 dargestellten Gebäude repräsentieren 59 % der Fläche des gesamten Gebäudeparks. Den grössten Einfluss auf den totalen Wärmeverbrauch haben das BBZ Weinfelden, der Campus Kreuzlingen, die Kantonsschulen Kreuzlingen und Romanshorn. Zusammen machen die vier Areale 74 % der Schulen/Turnhallen oder 44 % aller kantonalen Liegenschaften aus. Die Kantonsschule Kreuzlingen konnte ihren Bezug noch einmal reduzieren und liegt nun bei 63.9 kWh/m²*a.

Grafik 12: Spezifischer klimakorrigierter Wärmeverbrauch in kWh/m² je Liegenschaft (Schulen/Turnhallen)



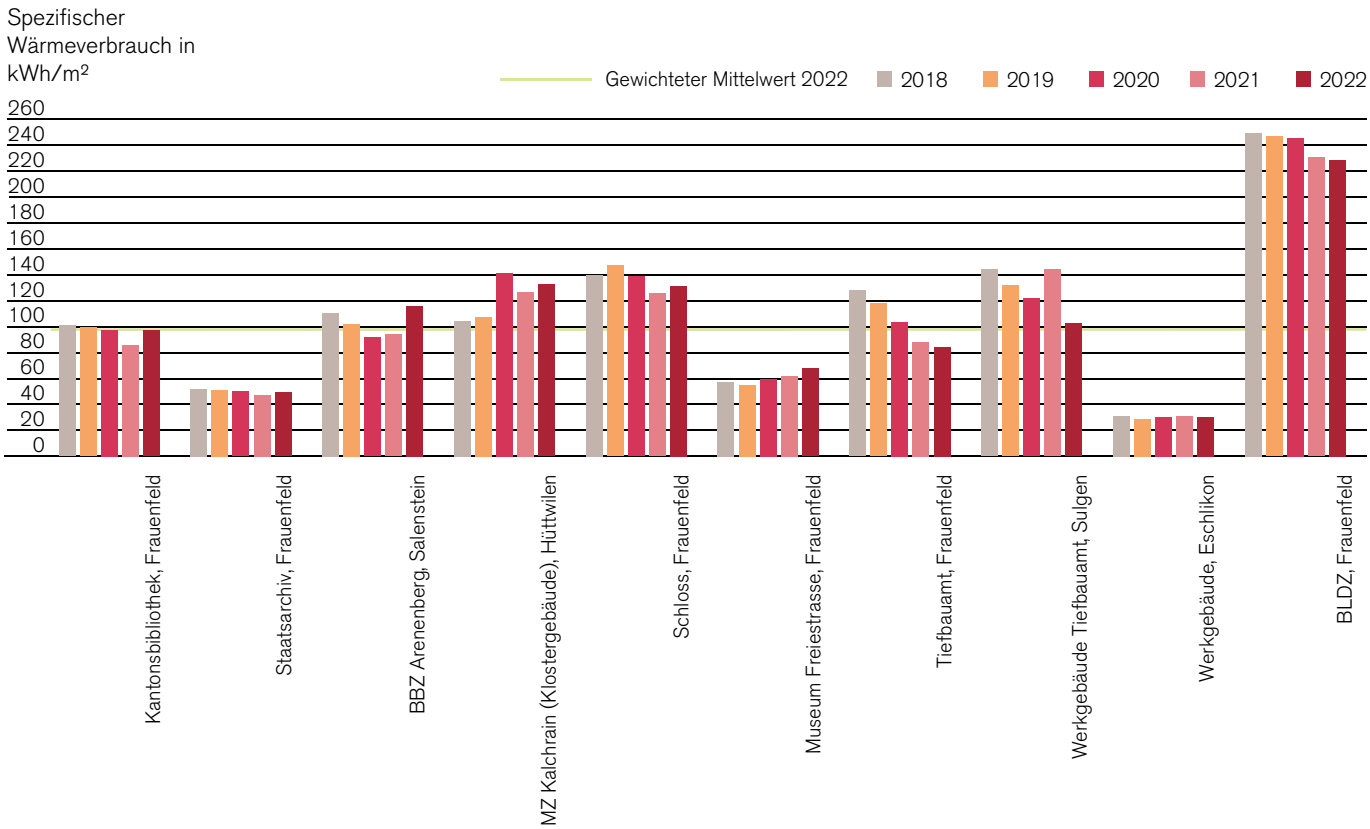
Im Vergleich der Gebäude mit Sondernutzungen fällt ein Objekt auf: Die Büro-, Lehrmittel- und Drucksachenzentrale (BLDZ) in Frauenfeld. Der BLDZ Frauenfeld wird jedoch keine weitere Beachtung geschenkt, weil sie eine Mietliegenschaft ist.

Bezogen auf die Fläche machen das BBZ Arenenberg und das Massnahmenzentrum (MZ) Kalchrain (nur das Klostergebäude) die Hälfte aller Sondernutzungen aus. Das BBZ Arenenberg liegt neu mit dem MZ Kalchrain über dem Schnitt.

Die nächstgrösseren Objekte der Sondernutzungen sind die Kantonsbibliothek und das Museumsgebäude in der Freiestrasse, beide in Frauenfeld. Die Kantonsbibliothek liegt bei 97 kWh/m²*a, das Museumsgebäude bei 67.9 kWh/m²*a.

Spitzenreiter im positiven Sinn bei den Sondernutzungen ist nach wie vor das Werkgebäude des Tiefbauamts in Eschlikon. Dies liegt daran, dass die gesamte erfasste Fläche nur temperiert oder gar nicht beheizt ist. Auch das Tiefbauamt Frauenfeld zeigt einen erfreulichen Trend nach unten und liegt neu im Jahr 2022 bei 84.3 kWh/m²*a.

Grafik 13: Spezifischer klimakorrigierter Wärmeverbrauch in kWh/m² je Liegenschaft (Sondernutzungen)



3.3 Wärmekosten

Für die Bilanzierung der Wärmekosten wurde ein spezieller Ansatz gewählt. Durch den Mix der Wärmeerzeugungsmodelle (siehe Grafik 5, Seite 15) sind verschiedene Kostenstrukturmodelle im Einsatz. Bei der Eigenerzeugung wird mit dem Einkauf von Gas, Öl, Holz oder Strom lediglich der Preis für die Energie unter den tatsächlich anfallenden Energiekosten sichtbar. Die Kosten für die Amortisation der eigenen Erzeugungsanlagen sind an anderen Orten der Kostenrechnung bilanziert.

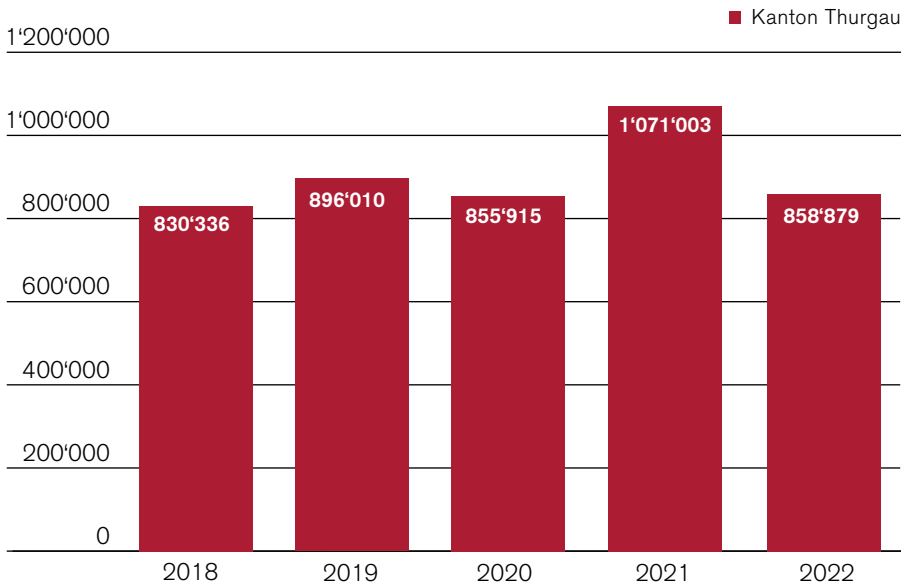
Anders ist die Situation bei der Fernwärme und beim Contracting. Dort wird klassischerweise mit dem Energiepreis die Amortisation der Anlage bezahlt. Somit wird das Bild der Wärmekosten verfälscht, wenn Objekte mit Eigenerzeugung und Objekte mit Contracting oder Fernwärme miteinander verglichen werden. Bei einem Vergleich müssten die kompletten Lifecyclekosten der Erzeugungsanlagen betrachtet werden, was den Rahmen dieses Berichtes sprengen würde.

Damit die Kosten für die Abschreibung der Anlagen ganz aus der Betrachtung verschwinden, was auch zu erwarten ist, wenn von Wärmekosten gesprochen wird, wurden mittlere Tarife pro Energieträger eingesetzt.

Die Tarife sind pro Kalenderjahr kalkuliert und setzen sich aus öffentlich zugänglichen Quellen[1] zusammen. Da mit dieser Methode immer der tatsächliche Preis pro Energieträger eingesetzt wurde, wurde die Wärme aus der KVA mit 0 Fr./kWh bepreist, denn die KVA bekommt den Abfall gratis. Da die Wärme aus der KVA für das BBZ Weinfelden ca. ein Sechstel der gesamten Endenergie des Kantons für die Wärme ausmacht, wird das Gesamtbild entsprechend beeinflusst.

Die totalen Wärmekosten belaufen sich 2022 auf ca. Fr. 859'000, dies nach dem Prinzip, wie es zu Beginn dieses Kapitels beschrieben ist. Die Entwicklung der Kosten ist durch den Endenergiebezug und durch die Tarife beeinflusst. Der Endenergiebezug der Gebäude ist wiederum vom effektiven Wärmeverbrauch (Nutzenergie, in diesem Fall nicht klimakorrigiert) und

Grafik 14: Wärmekosten 2018 – 2022 in Fr.



Kosten Wärme in Fr.

[1] Beispielsweise erdoel.ch, gaspreise.preisueberwacher.ch oder pelletpreis.ch

durch die Effizienz der Wärmeumwandlung beeinflusst. Weiter kann sich jährlich der Anteil der Erzeugungen bei bivalenten/ trivalenten Anlagen unterscheiden.

Schlussendlich sind es somit vier Faktoren, die die Wärmekosten beeinflussen. Wie in Kapitel 3.1 ersichtlich, war der Endenergieverbrauch für die Wärmeerzeugung 2018 bis 2020 relativ konstant, hat sich aber im Jahr 2021 erhöht. 2022 sank der Endenergieverbrauch dann wieder fast auf das Niveau von 2018 (+6.3 % verglichen mit dem Wert von 2018). Im selben Kapitel ist ersichtlich, dass sich die Effizienz der Wärmeerzeugung gegenüber dem Vorjahr leicht verbessert hat. Dies ist auf den erhöhten Anteil der KVA zugunsten der Reduzierung weniger effizienter Energieträger wie Heizöl und Gas zurückzuführen.

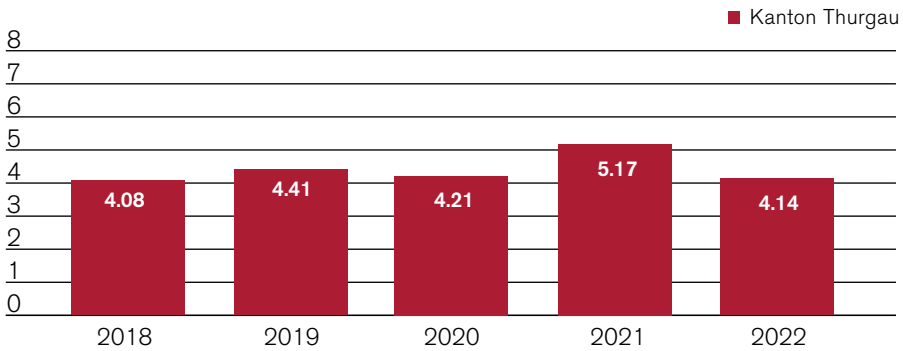
Der gesunkene Endenergieverbrauch gegenüber dem Vorjahr, spiegelt sich auch in den verminderten Wärmekosten wider. Wie die Grafik 15 aufzeigt, sind die spezifischen Wärmekosten 2022 mit 4.14 Fr./m² die zweitniedrigsten der betrachteten Zeitspanne. Verglichen mit dem Wert von 2018 ist dies lediglich ein Plus von 1.4 %.

Die spezifischen Wärmekosten von 2018 bis 2022 bewegen sich kongruent zu den absoluten Wärmekosten (siehe Grafik 14, Seite 22), denn die Energiebezugsfläche hat sich in den fünf Jahren nicht geändert.

Pro kWh Wärme wurden 2022 durchschnittlich 6.6 Rappen bezahlt. Dies ist weniger als noch im Vorjahr. Trotz den erheblichen Erhöhungen der Energiepreise konnten die Kosten tief gehalten werden. Ursache dafür ist der gesunkene Verbrauch sowie die Zusammensetzung der einzelnen Energieträger am gesamten Endenergieverbrauch.

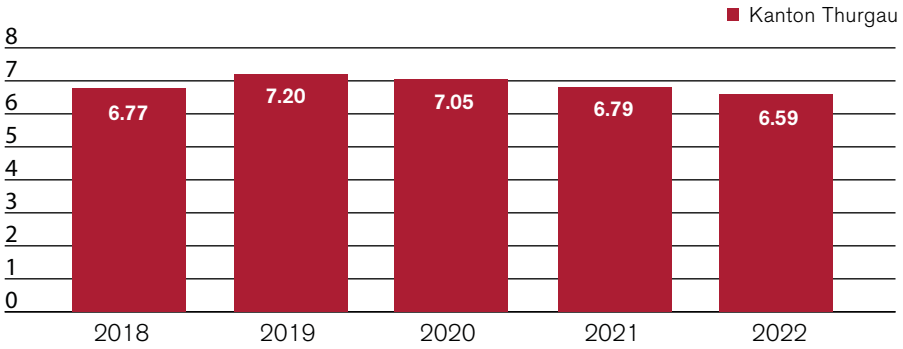
2018 bis 2022 hat sich der durchschnittliche Tarif für alle Energieträger um 2.7 % verringert. Unterteilt in die verschiedenen Energieträger ergibt dies eine Veränderung von +46 % für Holz, +38 % für Gas, +11.5 % für WP und +63 % für Heizöl.

Grafik 15: Spezifische Wärmekosten in Fr./m²



Spezifische Wärmekosten in Fr./m²

Grafik 16: Wärmekosten in Rp./kWh



Spezifische Wärmekosten in Rp./kWh

3.3.1 Wärmekosten pro Gebäude

Die folgenden Grafiken zeigen die spezifischen Kosten pro Gebäude. Im Gegensatz zu den Grafiken in Kapitel 3.2.1 (Wärmeverbrauch Nutzenergie pro Gebäude) ist in diesen Auswertungen die Art der Wärmeerzeugung relevant. Objekte mit Wärmepumpe oder Holzheizungen profitieren von tieferen Energiepreisen als Objekte mit Gas- oder Ölheizungen.

Die höchsten Kosten pro m² Energiebezugsfläche weist 2022 bei den Bürobauten das Forstamt Frauenfeld aus. Das Gebäude hat an sich schon hohe Nutzenergiebezüge und eine Holzheizung, wobei Holz im Jahr 2022 mit dem teuersten Tarif aller Energieträger zu Buche schlägt.

Im Vergleich zum Jahr 2021 ist ein genereller Rückgang der Wärmekosten sichtbar.

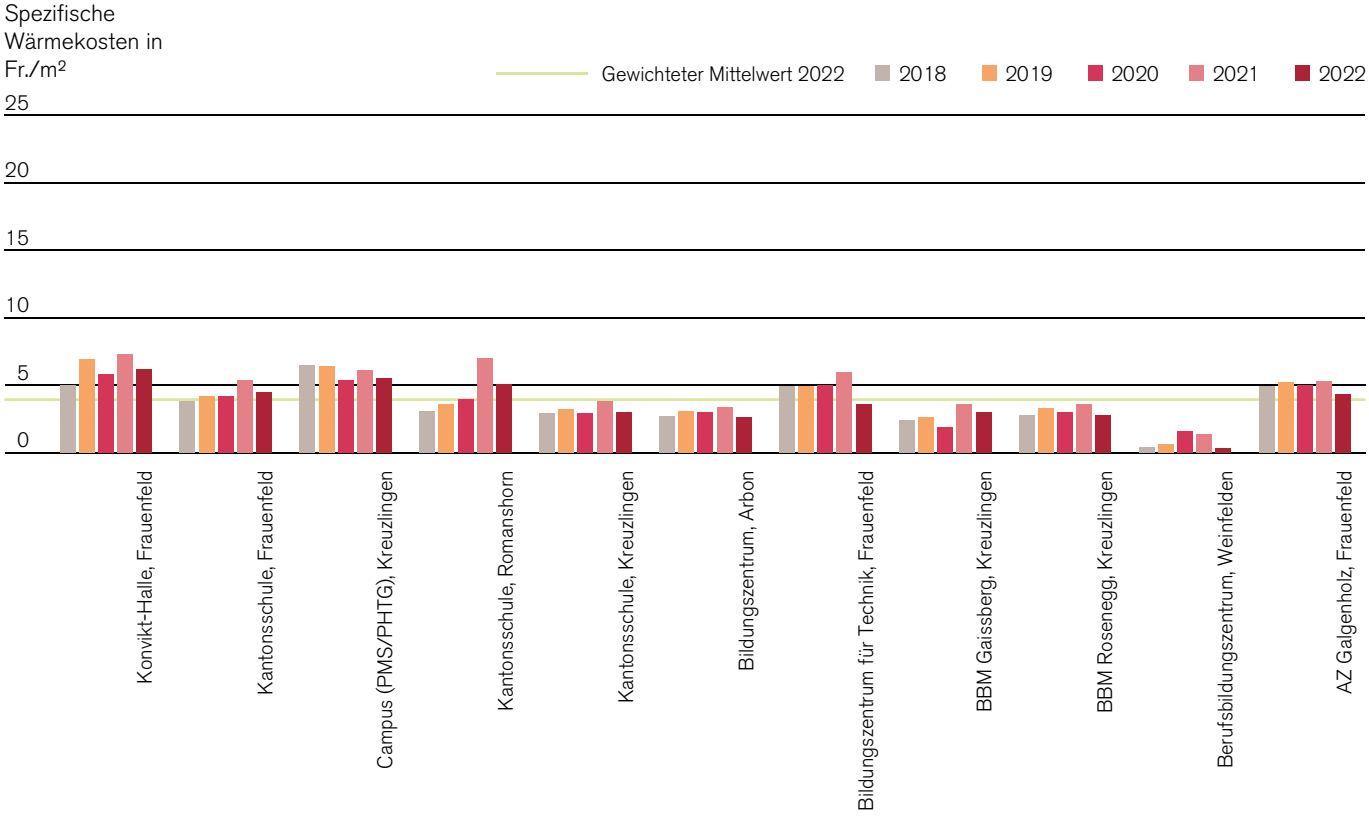
Grafik 17: Wärmekosten in Fr./m² (Büronutzungen)

Die höchsten spezifischen Kosten weist 2022 bei den Schulen/Turnhallen die Konvikt-Halle aus. Beim spezifischen Verbrauch ist die Konvikt-Halle schon der Spitzenreiter (siehe Grafik 12, Seite 20).

Der Campus Kreuzlingen weist die zweithöchsten spezifischen Kosten aus (5.5 Fr./m²).

Neben der Konvikt-Halle weist das BBZ Weinfelden gegenüber der Verbrauchsbetrachtung (siehe Kapitel 3.2.1) eine massive Verbesserung aus. Dies ist der Methodik der Wärmekosten geschuldet. KVA-Wärmekosten sind mit 0 Rp./kWh eingesetzt (siehe Kapitel 3.3). Das BBZ Weinfelden weist somit in dieser Betrachtung die tiefsten spezifischen Wärmekosten auf.

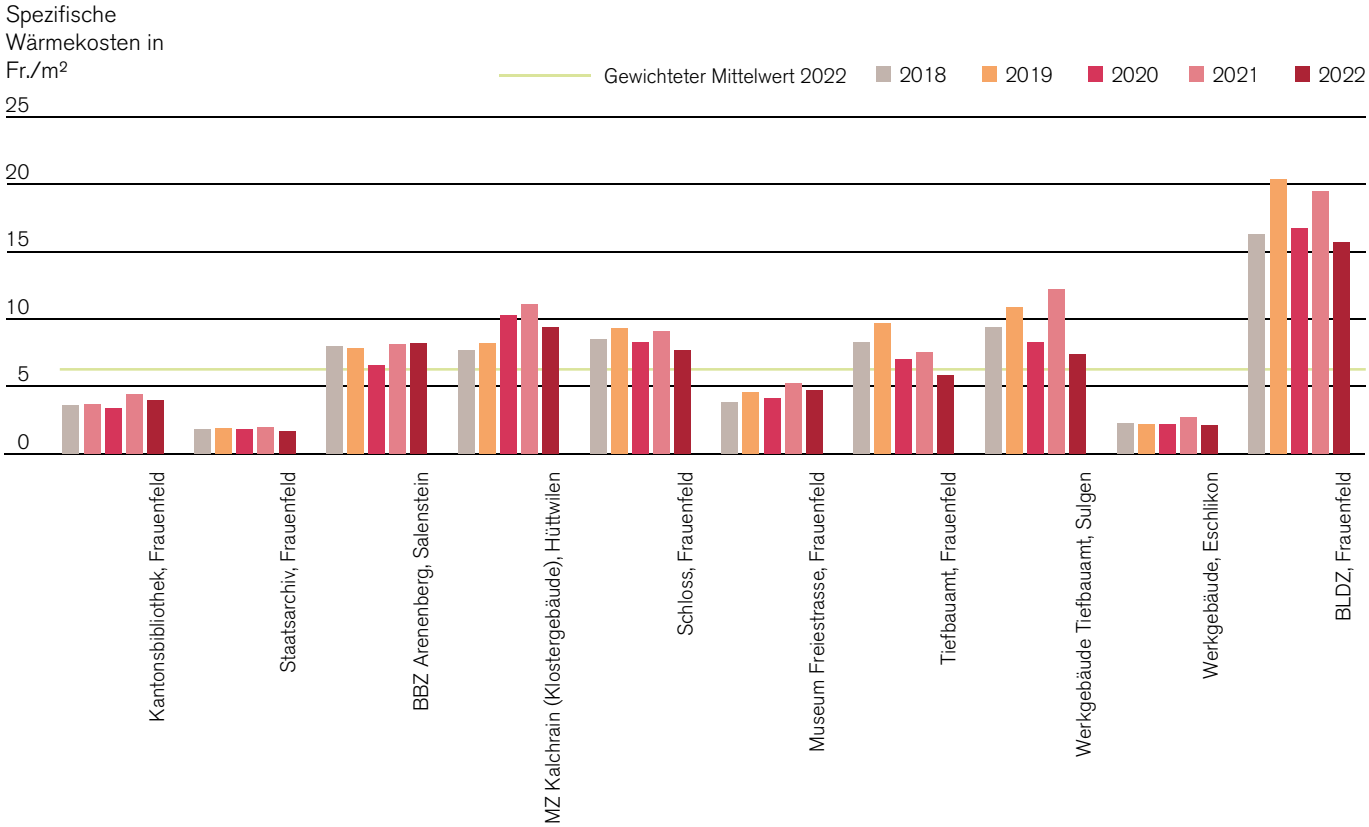
Grafik 18: Wärmekosten in Fr./m² (Schulen/Turnhallen)



Bei den Sondernutzungen weisen das Massnahmenzentrum Kalchrain, das BBZ Arenenberg und die Büro-, Lehrmittel- und Drucksachenzentrale (BLDZ) die höchsten spezifischen Kosten aus.

Die positiven Spitzenplätze werden durch das Staatsarchiv in Frauenfeld und das Werkgebäude in Eschlikon belegt, die auch schon tiefe spezifische Verbräuche ausweisen.

Grafik 19: Wärmekosten in Fr./m² (Sondernutzungen)



F1
F2
F3

6
7
8
POD NAPIĘCIEM!
POD NAPIĘCIEM!
POD NAPIĘCIEM!

4 Strom

4.1 Stromverbrauch

Die in diesem Kapitel ausgewiesenen Mengen an elektrischer Energie und die dazugehörigen Kosten sind exklusive der Mengen, die für die Wärmeerzeugung verwendet werden. Die Strombezüge für Wärme wurden schon in Kapitel 3 ausgewiesen.

Die gesamte Strommenge, die vom Kanton Thurgau verbraucht wird, ist erneuerbar erzeugt. Rund 69 % stammen aus Wasserkraft, knapp ein Drittel aus PV-Anlagen.

Der PV-Anteil teilt sich wiederum auf in 66 % Eigenerzeugung (siehe Kapitel 4.3), 31 % Solarstrom mit ökologischem Mehrwert und 3 % aus dem Anteil Solarstrom, der im Strommix der Energieversorgungsunternehmen enthalten ist. Mit dem ökologischen Mehrwert wird der Anteil KVA-Strom und ein kleiner Anteil Kernenergie kompensiert.

Für die kantonalen Liegenschaften wurden 2022 total 9'519 MWh Strom bezogen. Dies ist eine Einsparung von 4 % verglichen mit dem Vorjahr bzw. 3.8 % gegenüber 2018. Grundsätzlich verhält sich der Stromverbrauch im Jahresvergleich konstant.

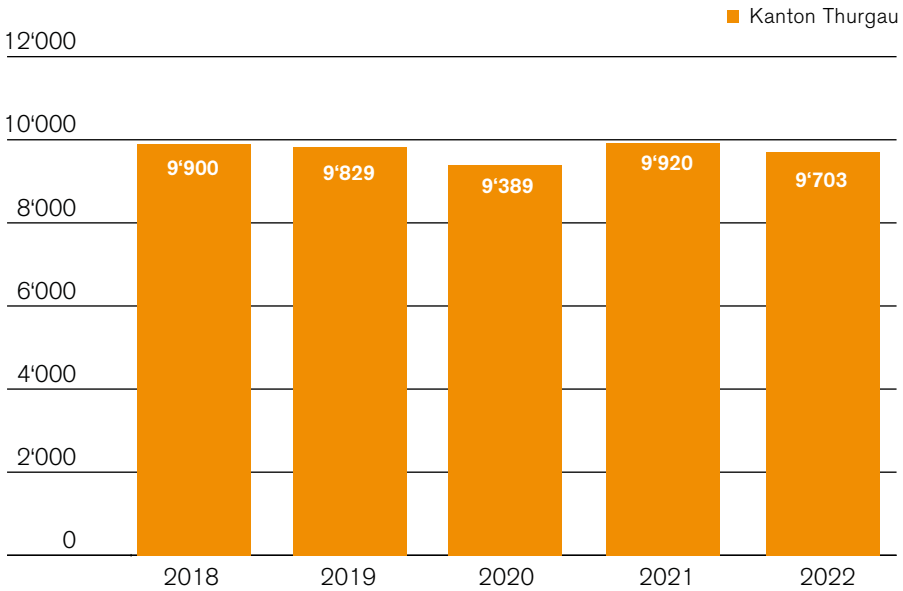
Der spezifische Bezug lag 2022 bei 45.9 kWh/m². Die SIA-Vergleichswerte für Neubauten (Büro/Schule) liegen bei 36 kWh/m², wobei diese Vergleichswerte je nach Liegenschaft und effektiver Nutzung stark variieren.

Gegenüber den spezifischen Bezügen der kantonalen Liegenschaften von 2018 liegen die spezifischen Verbräuche über den gesamten Kanton im Rahmen.

Absolut gesehen verbrauchen vier Objekte mehr als die Hälfte der elektrischen Energie: BBZ Weinfelden, Campus Kreuzlingen, Polizeigebäude Frauenfeld und die Kantonsschule Frauenfeld.

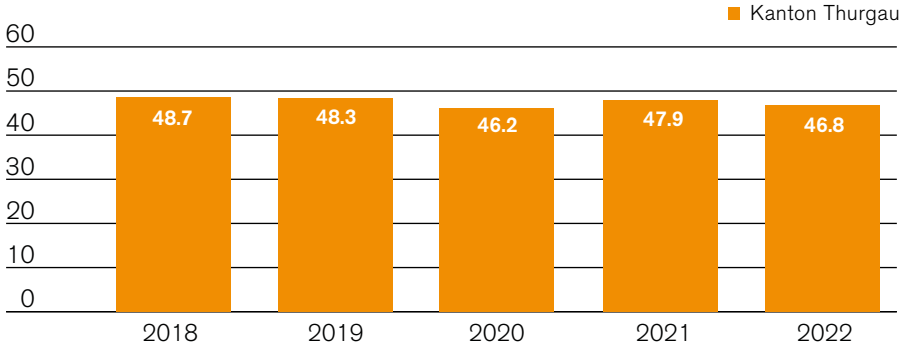
Die Verhältnisse und die weiteren Anteile sind der Grafik 22 zu entnehmen.

Grafik 20: Entwicklung Stromverbrauch 2018 – 2022



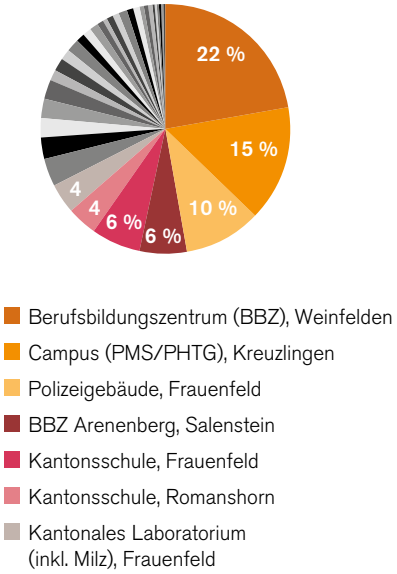
Strombezug in MWh

Grafik 21: Spezifischer Stromverbrauch in kWh/m²



Strombezug in kWh/m²

Grafik 22: Absolute Strommenge pro Gebäude



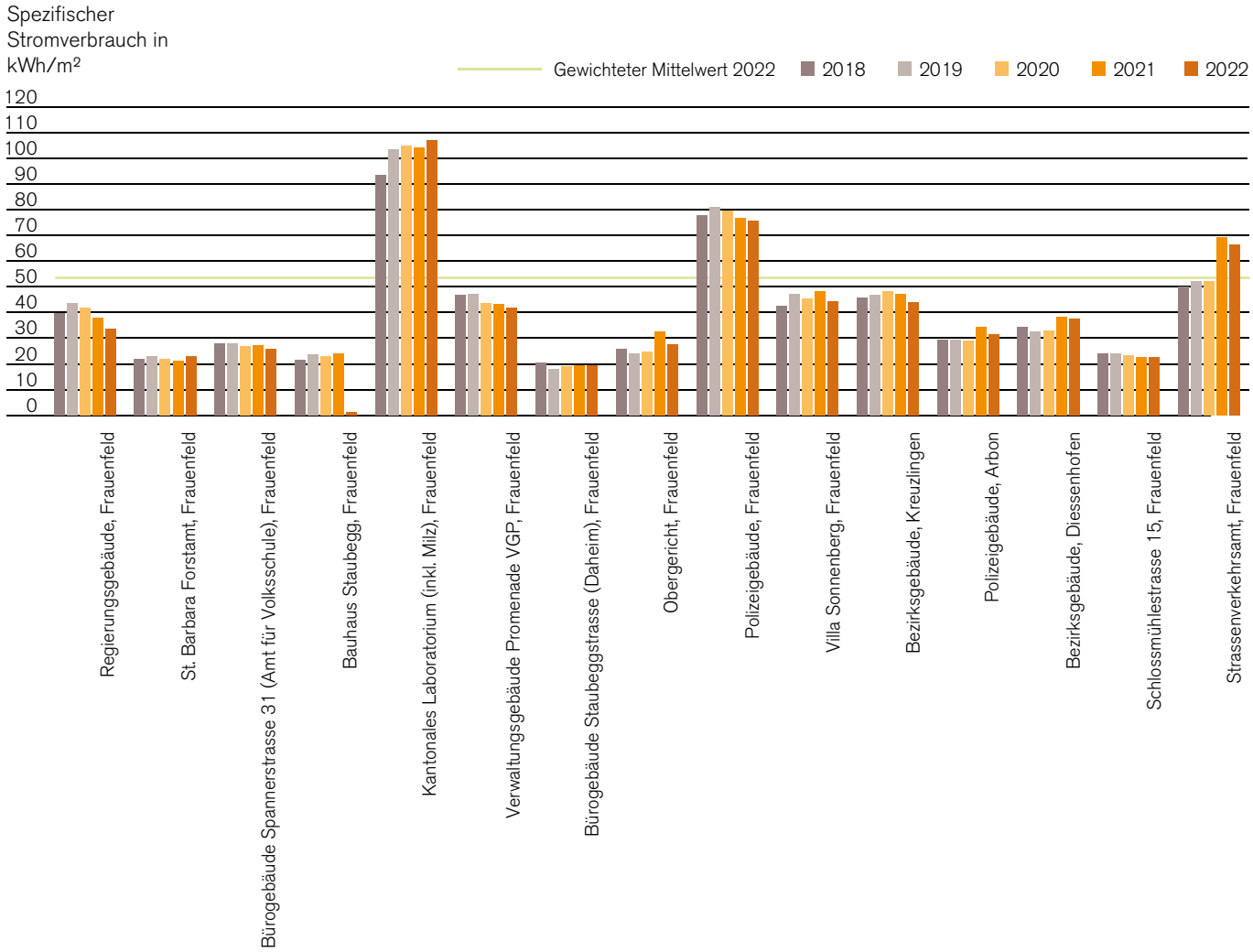
4.1.1 Stromverbrauch pro Gebäude

Wie schon im Kapitel 3.2.1 beschrieben, ist das Bauhaus Staubegg aufgrund seiner Verschiebung gesondert zu betrachten. Der Vergleich aller Gebäude mit Büronutzungen zeigt 2022 Werte zwischen 19.6 und 107.1 kWh/m²*a. Die niedrigsten Werte weisen die "einfachen" kleinen Gebäude auf, die mit wenig Technik ausgerüstet sind. Je mehr Technik, desto höher der spezifische Verbrauch. So ist es nicht verwunderlich, dass das Kantonale Laboratorium die höchsten spezifischen Werte ausweist. Auch das Polizeigebäude in Frauenfeld kommt 2022 auf 776 kWh/m².

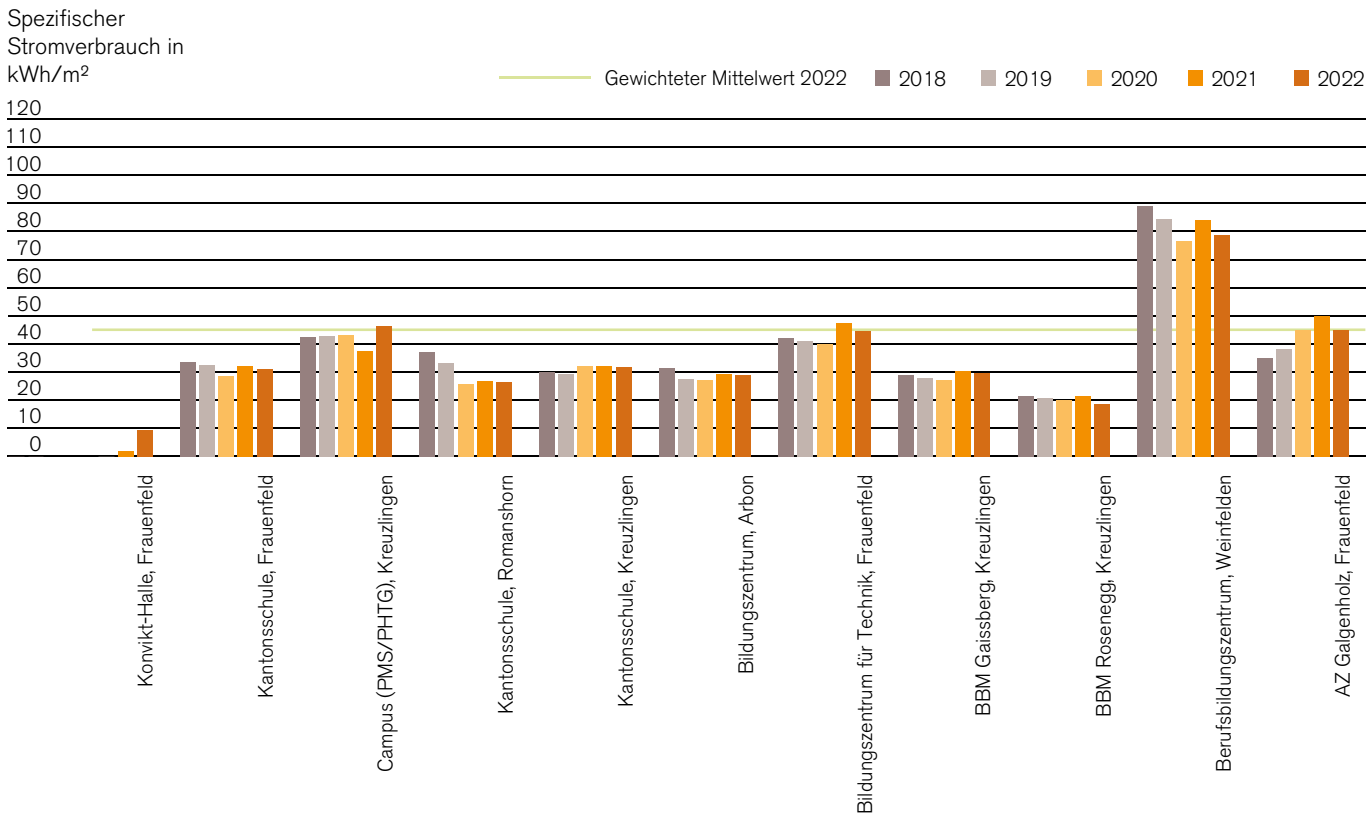
Für das Jahr 2022 stehen die Stromverbrauchsdaten für die Konvikt-Halle nun erstmals zur Verfügung. Es wird ersichtlich, dass die Turnhalle mit 9.3 kWh/m²*a deutlich unter dem Mittelwert liegt. Über dem Mittelwert der spezifischen Stromverbräuche von 46 kWh/m²*a liegen die Objekte Campus Kreuzlingen und das BBZ Weinfelden.

Letzteres hat ein integriertes Schwimmbad, das vermutlich den Mehrverbrauch verursacht. Das BBM Rosenegg liegt mit knapp über 18.7 kWh/m²*a sehr tief. Aufgrund von temperierten Räumen, die zum Dämmperimeter gehören, jedoch kaum Energie beziehen, sind die spezifischen Werte dieser Liegenschaft niedrig. Die restlichen Objekte liegen zwischen 30 und 45 kWh/m²*a, was dem erwarteten Rahmen entspricht.

Grafik 23: Spezifischer Stromverbrauch in kWh/m² je Liegenschaft (Büronutzungen)



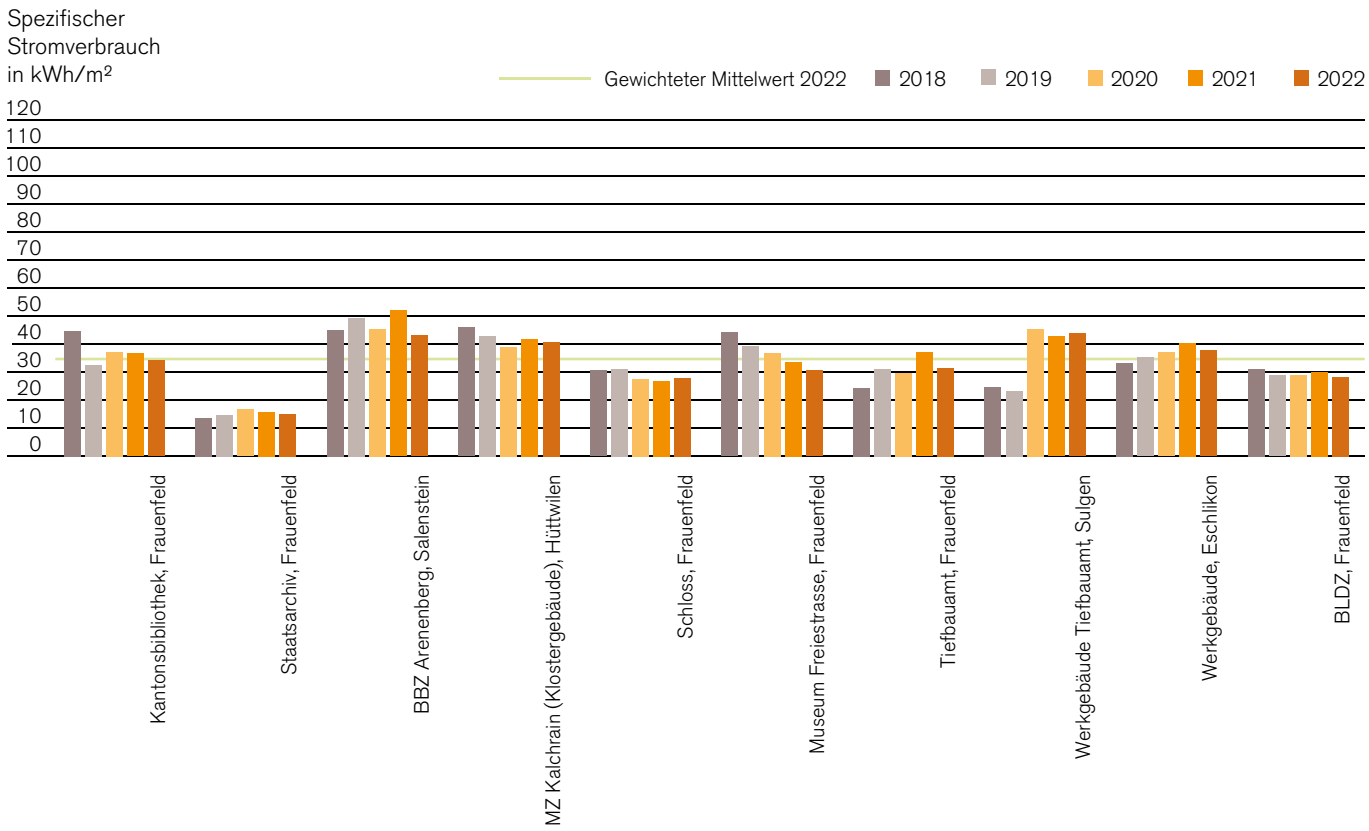
Grafik 24: Spezifischer Stromverbrauch in kWh/m² je Liegenschaft (Schulen/Turnhallen)



Am wenigsten Strom pro m² braucht das Staatsarchiv, Frauenfeld. Dies wird mit dem tiefen Technisierungsgrad und der geringen Anzahl Arbeitsplätze zu tun haben. Vermutlich hat auch die Beleuchtung kürzere Betriebszeiten.

Die höchsten Werte weisen das BBZ Arenenberg und das Werkgebäude des Tiefbauamts in Sulgen aus, wobei das BBZ Arenenberg einen um 17 % geringeren Stromverbrauch gegenüber dem höchsten Wert im Jahr 2021ausweisen kann.

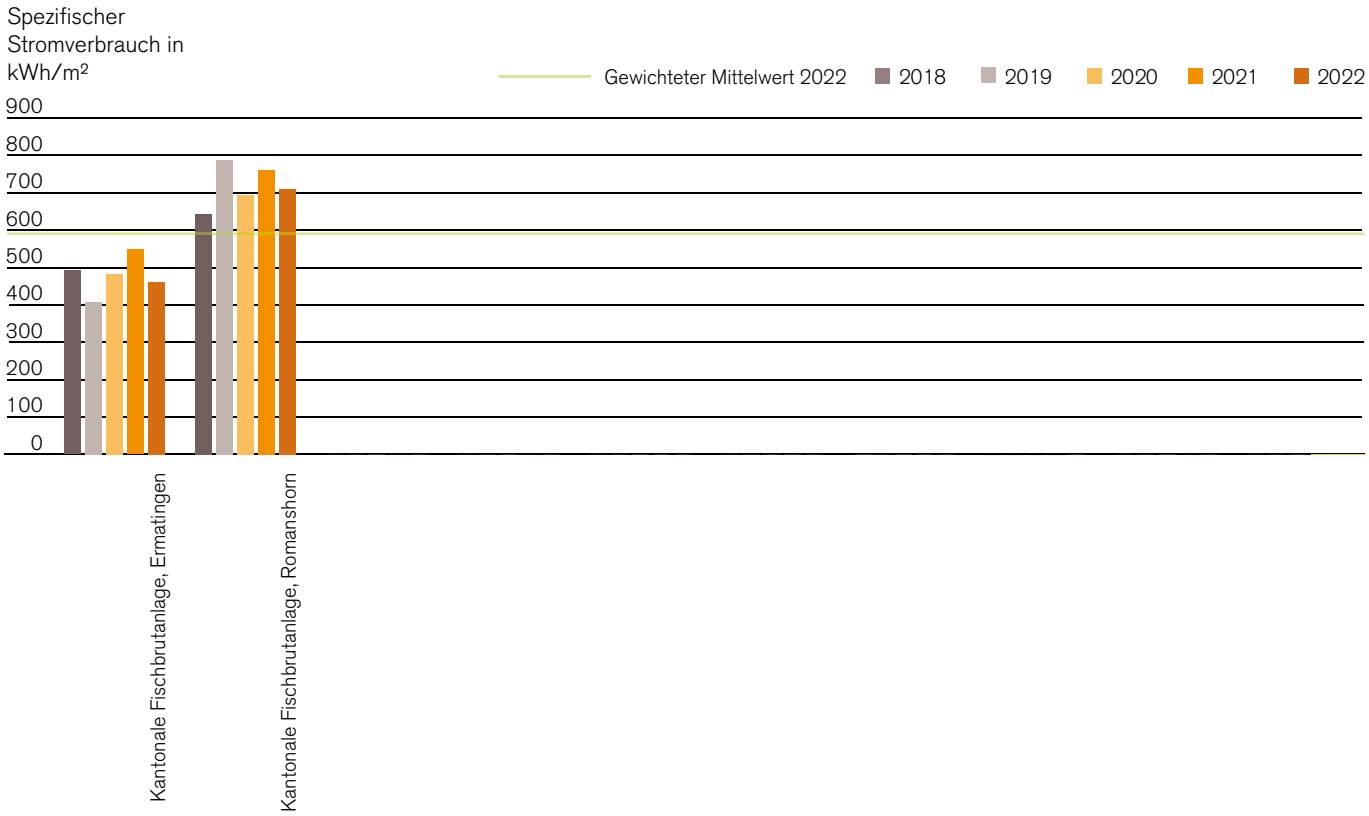
Grafik 25: Spezifischer Stromverbrauch in kWh/m² je Liegenschaft (Sondernutzungen)



Die Fischbrutanlagen werden aufgrund der sehr hohen spezifischen Werte separat visualisiert. Beide Fischbrutanlagen zusammen weisen eine Fläche von weniger als 700 m² auf und repräsentieren also 0.3 % des ganzen Gebäudeparks.

Die grossen Unterschiede zwischen den Fischbrutanlagen Ermatingen und Romanshorn sind zu analysieren. Die Stromverbräuche bei beiden Anlagen sind gegenüber dem Vorjahreswert rückläufig.

Grafik 26: Spezifischer Stromverbrauch in kWh/m² je Liegenschaft (Fischbrutanlagen)

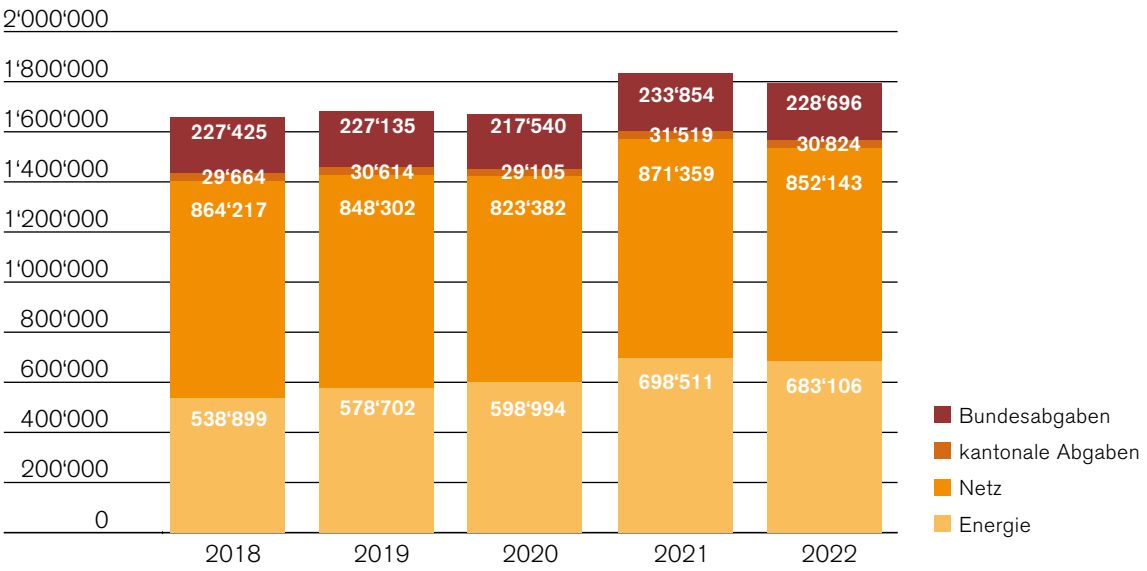


4.2 Stromkosten

Die Stromkosten sind über einheitliche Tarife für alle Standorte berechnet. Die Stromtarife basieren auf den Datenerhebungen der Elcom (Eidgenössische Elektrizitätskommission). Als Verbrauchsprofil wird C3 verwendet, welches einem durchschnittlichen Verbrauchsprofil der Thurgauer Objekte entspricht. Alle Preiskomponenten sind spezifisch für den Kanton Thurgau gewählt.

Von 2018 bis 2022 ist eine kontinuierliche Steigerung der Stromkosten zu erkennen, die lediglich 2020 unterbrochen wurde. Dies ist mit dem Minderverbrauch aufgrund der Coronapandemie zu erklären. Die Zunahme von 2022 gegenüber 2018 beträgt 8.1 %. Wie in Grafik 20, Seite 29 ersichtlich, ist im selben Zeitraum der Verbrauch sogar um 2 % gesunken. Somit lässt sich sagen, dass die Tarife gestiegen sind. Die Kosten für das Netz (grösster Kostenblock) sind seit 2018 marginal um 1.4 % gesunken. Die Kosten für die Energie (zweitgrösster Kostenblock) stiegen um 26.8 % in der Betrachtungsperiode. Die kantonalen Abgaben (marginaler Anteil) stiegen um 3.9 %. Die Bundesabgaben stiegen in der Zeit zwischen 2018 und 2022 mit 0.6 % nur leicht an. Grundsätzlich kann also festgehalten werden, dass die Energiekosten überproportional zu den restlichen Tarifpositionen gestiegen sind.

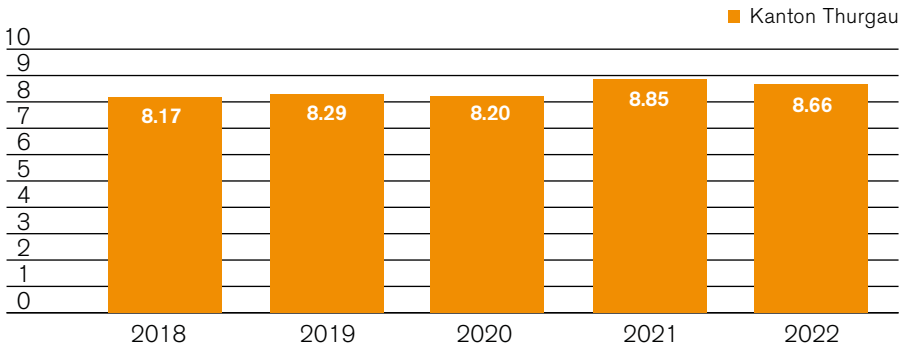
Grafik 27: Stromkosten 2018 – 2022 in Fr.



Kosten Strom in Fr.

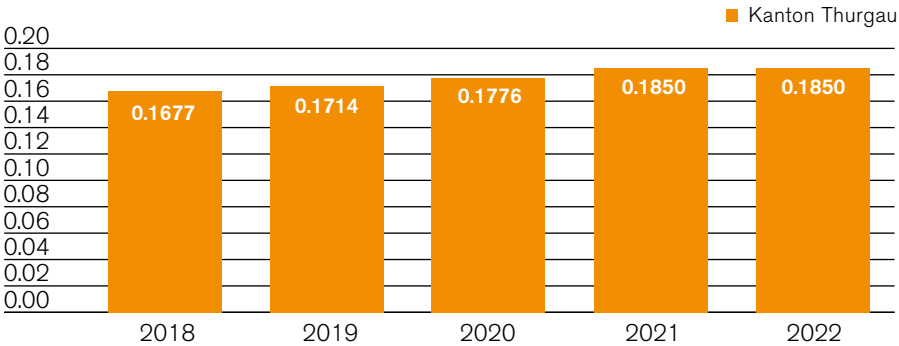
Zu Beginn dieses Kapitels sind die Gründe für die Zunahme der Stromtarife ausführlich beschrieben. Hauptsächlich dafür verantwortlich sind die gestiegenen Energiekosten. Die spezifischen Stromkosten verhalten sich kongruent zu den Stromkosten.

Grafik 28: Spezifische Stromkosten in Fr./m²



Spezifische Stromkosten in Fr./m²

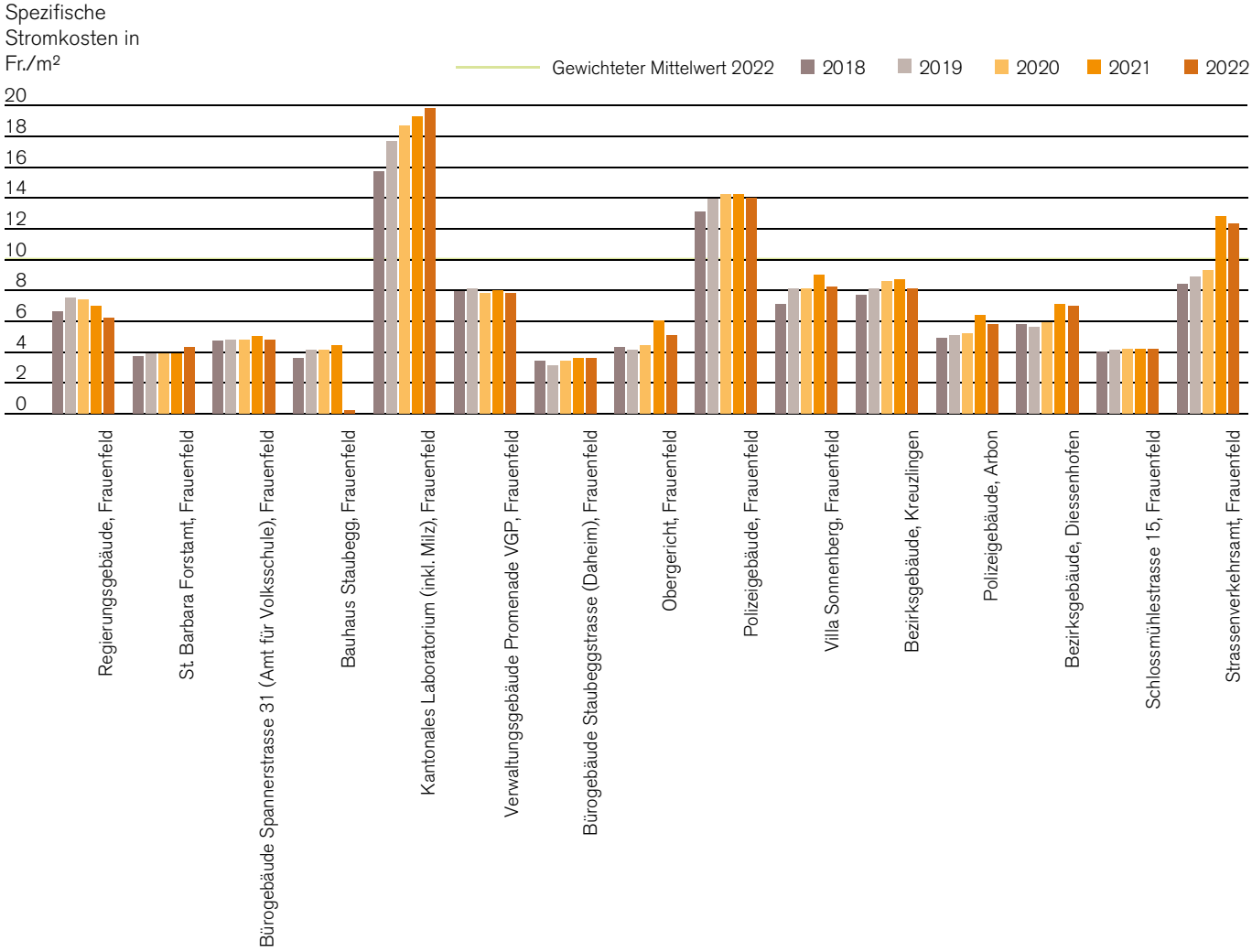
Grafik 29: Spezifische Stromkosten in Fr./kWh



Spezifische Stromkosten in Fr./kWh

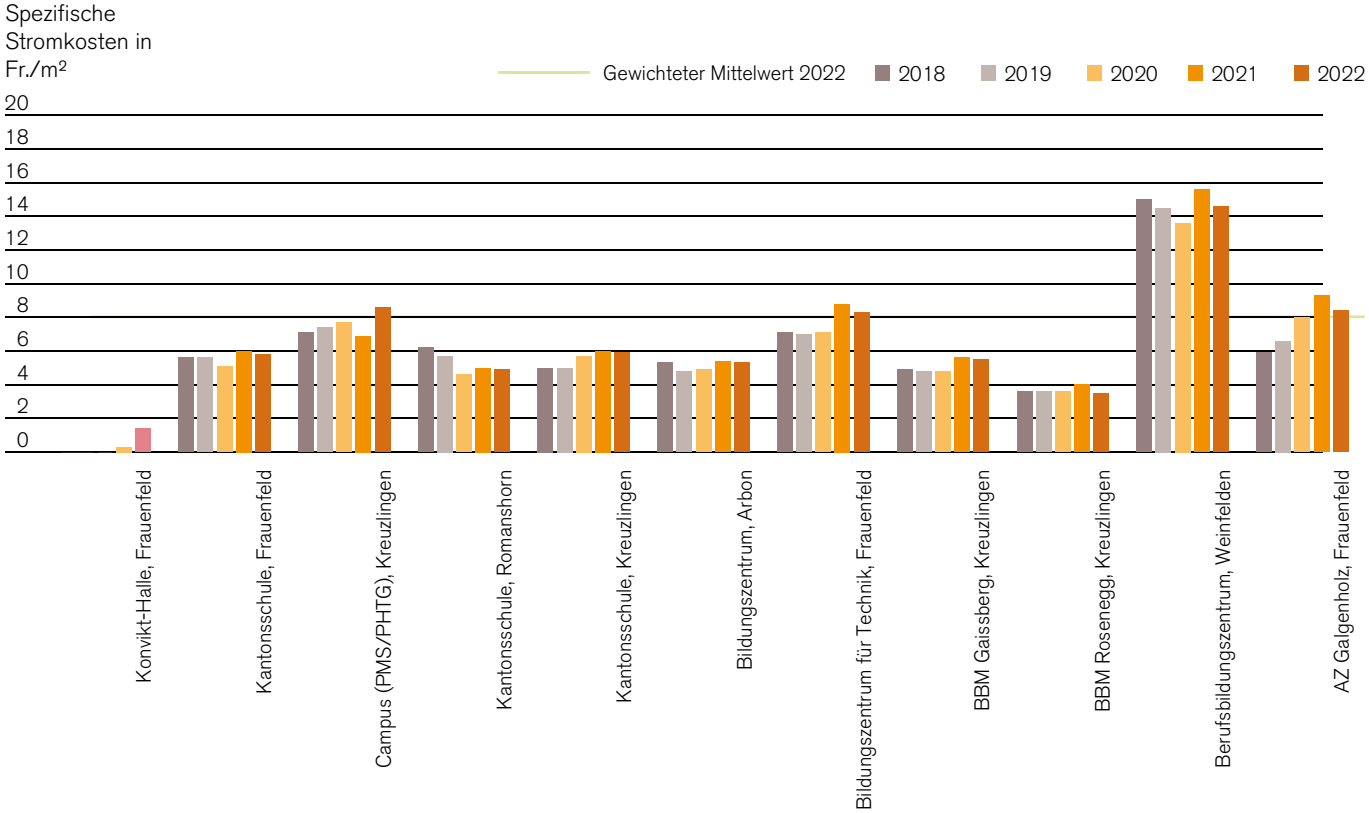
Zu Beginn dieses Kapitels sind die Gründe für die Zunahme der Stromtarife ausführlich beschrieben. Hauptsächlich dafür verantwortlich sind die gestiegenen Energiekosten. Die spezifischen Stromkosten verhalten sich kongruent zu den Stromkosten.

Grafik 30: Spezifische Stromkosten in Fr./m² je Liegenschaft (Büronutzungen)



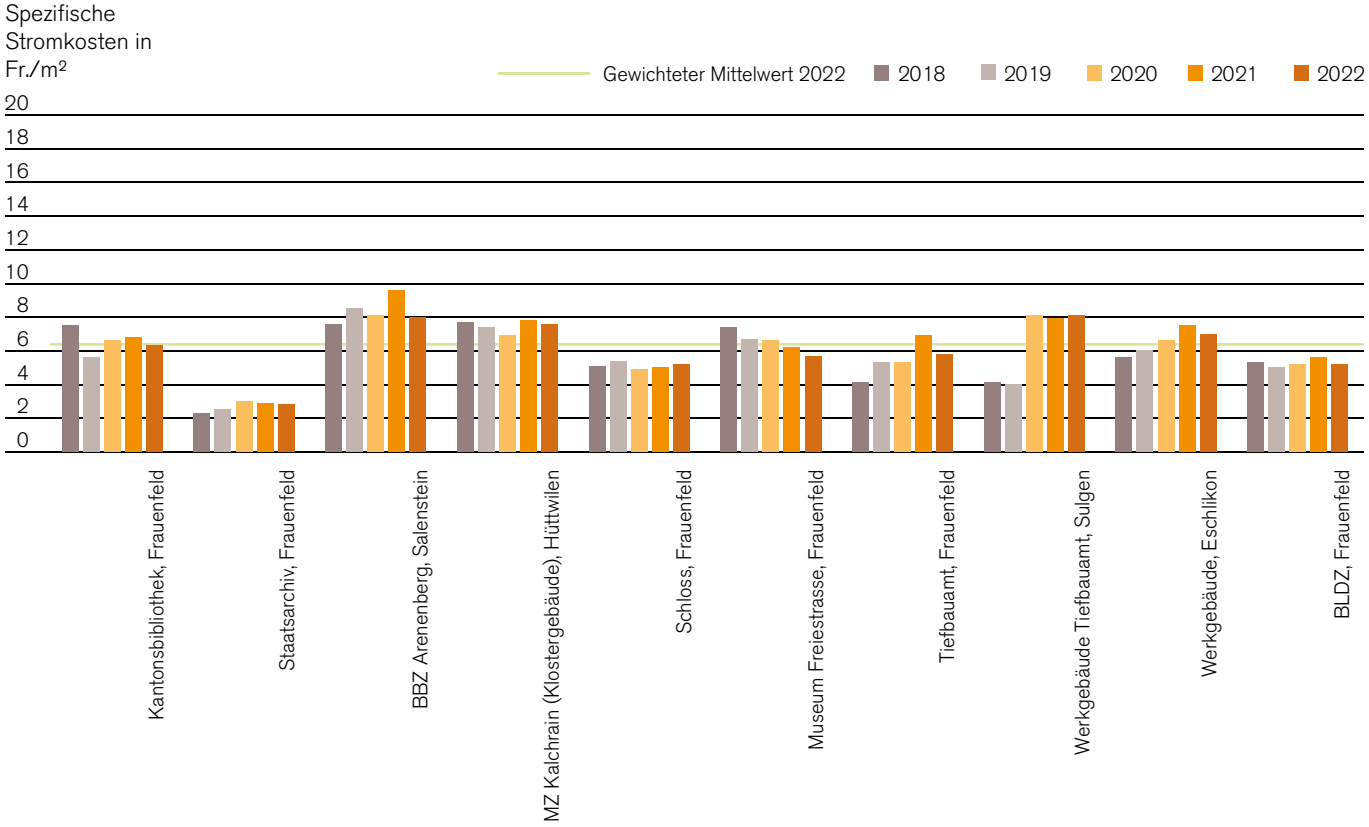
Zu Beginn dieses Kapitels sind die Gründe für die Zunahme der Stromtarife ausführlich beschrieben. Hauptsächlich dafür verantwortlich sind die gestiegenen Energiekosten. Die spezifischen Stromkosten verhalten sich kongruent zu den Stromkosten.

Grafik 31: Spezifische Stromkosten in Fr./m² je Liegenschaft (Schulen/Turnhallen)



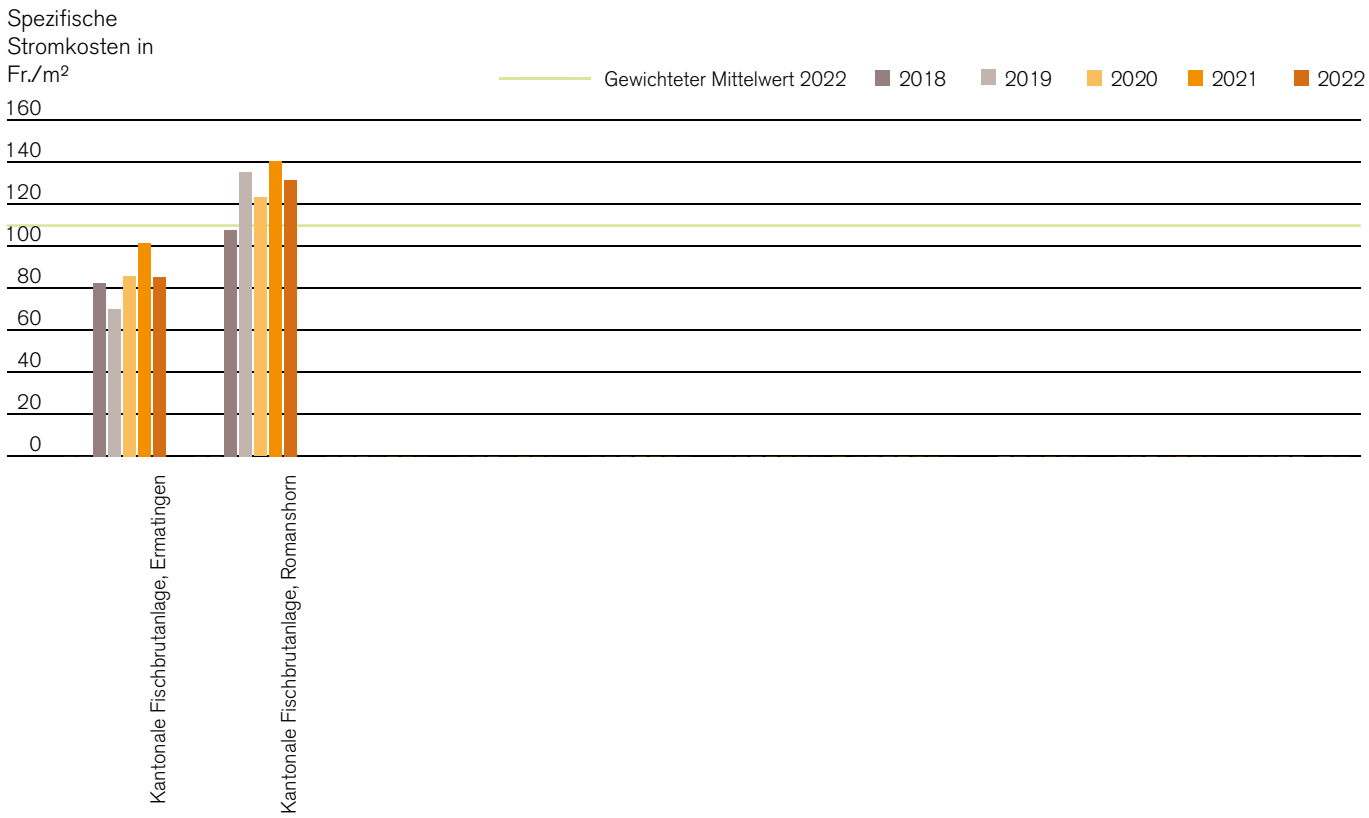
Zu Beginn dieses Kapitels sind die Gründe für die Zunahme der Stromtarife ausführlich beschrieben. Hauptsächlich dafür verantwortlich sind die gestiegenen Energiekosten. Die spezifischen Stromkosten verhalten sich kongruent zu den Stromkosten.

Grafik 32: Spezifische Stromkosten in Fr./m² je Liegenschaft (Sondernutzungen)



Zu Beginn dieses Kapitels sind die Gründe für die Zunahme der Stromtarife ausführlich beschrieben. Hauptsächlich dafür verantwortlich sind die gestiegenen Energiekosten. Die spezifischen Stromkosten verhalten sich kongruent zu den Stromkosten.

Grafik 33: Spezifische Stromkosten in Fr./m² je Liegenschaft (Fischbrutanlagen)

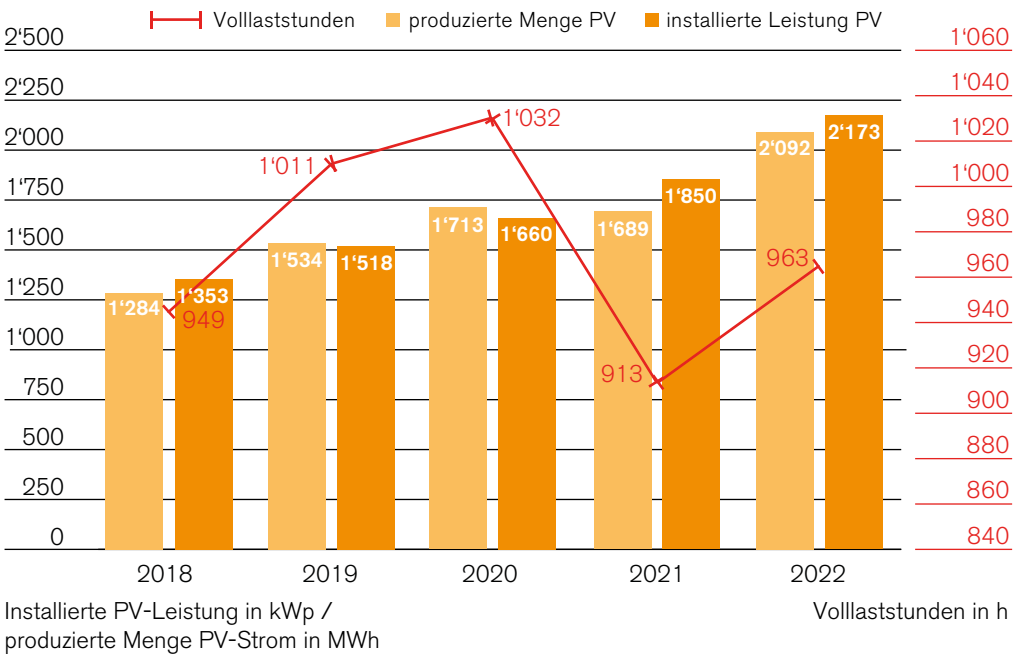


4.3 Photovoltaik (PV)

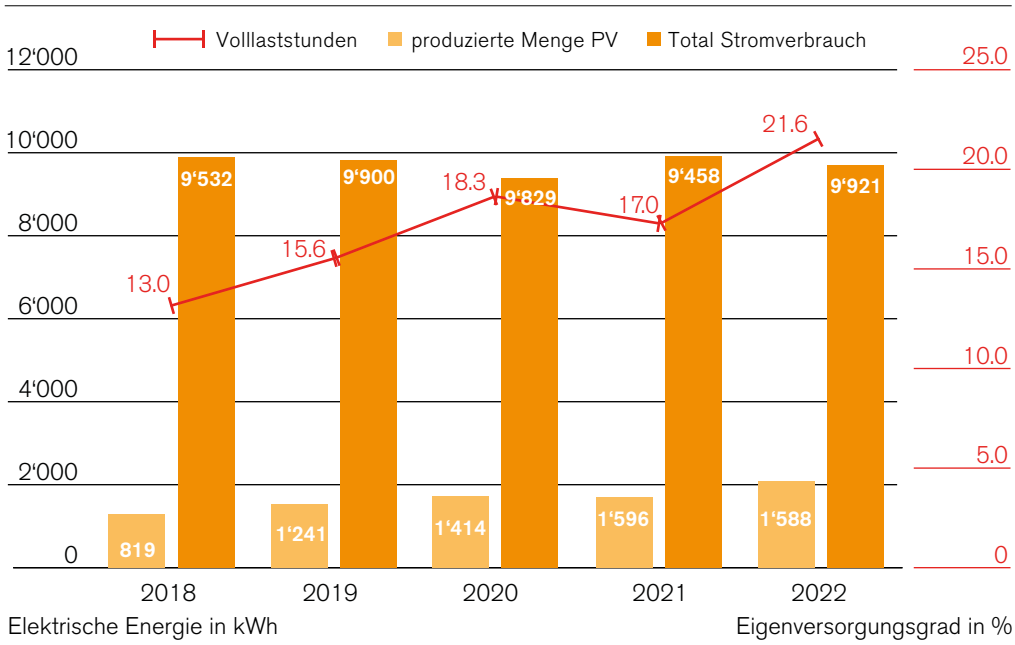
In den letzten Jahren hat ein eindrücklicher Ausbau der PV-Kapazität stattgefunden. Die installierte Leistung ist zwischen 2018 und 2022 um 61 % gesteigert worden, auf 2'173 kWp. Die produzierte Menge konnte sogar noch stärker gesteigert werden, um 63 % auf 2'092 MWh/a. Die Effizienz der PV-Anlagen, ausgedrückt in Volllaststunden,[1] liegt bei einem für das Mittelland guten Wert von 963 h.

Im Jahr 2022 konnte mittels PV-Anlagen 22 % der verbrauchten elektrischen Energie wieder produziert werden.

Grafik 34: Entwicklung PV



Grafik 35: Eigenversorgung PV

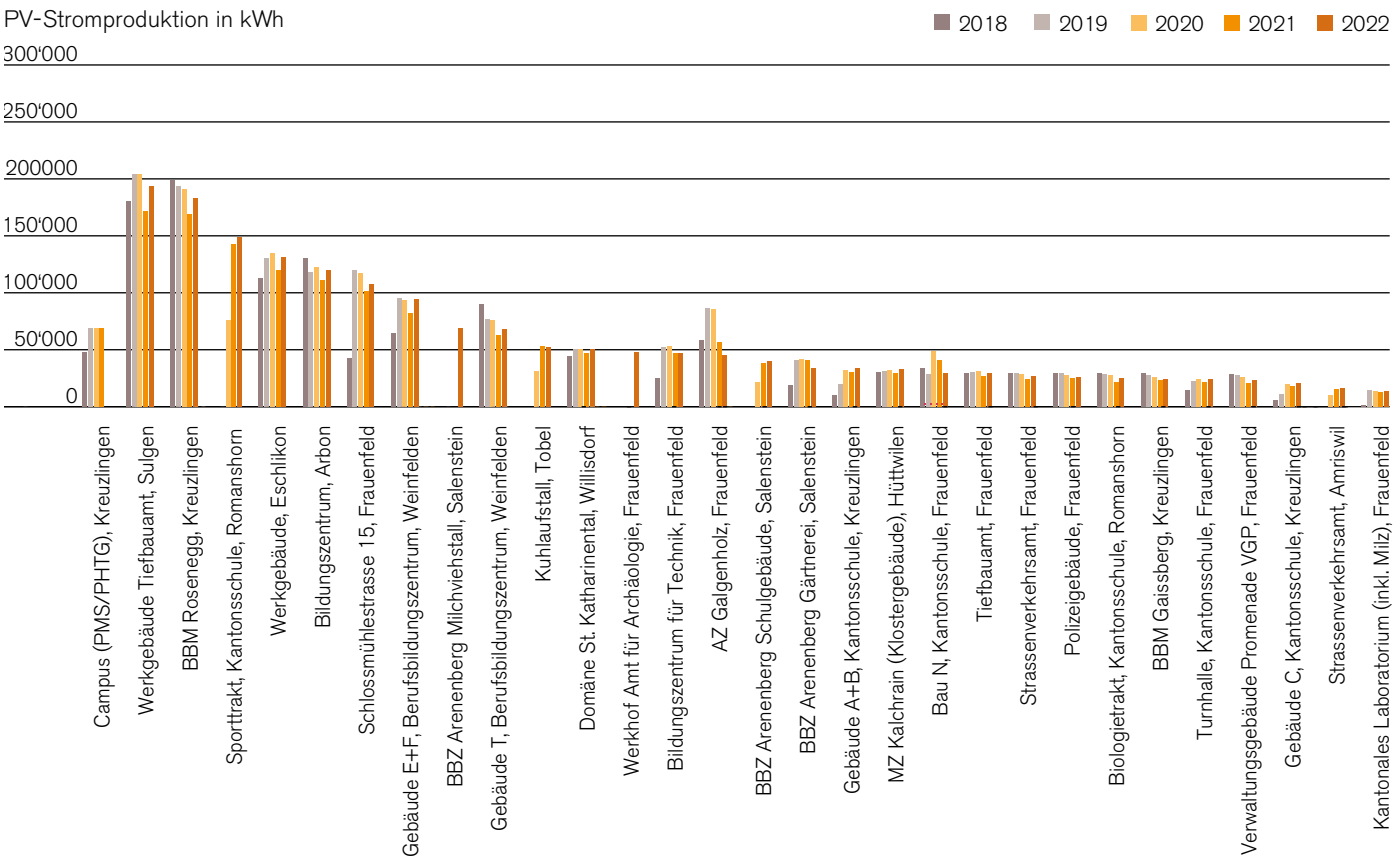


[1] Produzierte Menge PV-Strom in MWh geteilt durch installierte Leistung in MW. Ein Wert von 1'000 h ist sehr gut im Mittelland.

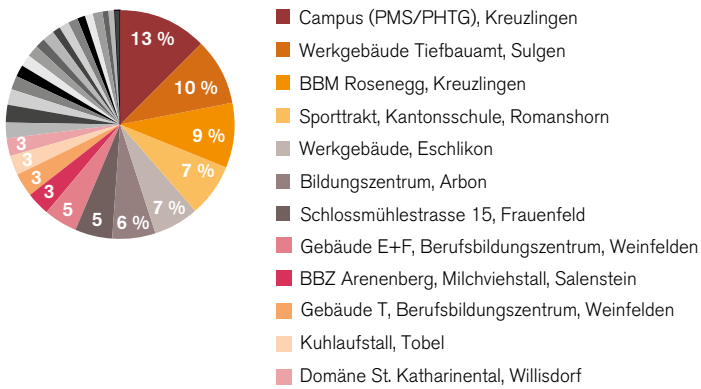
In Grafik 36 sind die einzelnen Anlagen sortiert nach der produzierten Menge des Jahres 2022. Spitzenreiter ist der Campus Kreuzlingen, wo 2022 eine neue PV-Anlage in Betrieb genommen worden ist. An zweiter Stelle steht das Werkgebäude des Tiefbauamts in Sulgen.

Die Darstellung der Grafik 37 zeigt, dass sechs Anlagen die Hälfte der PV-Energiemengen produzieren. Zwölf Anlagen produzieren über 70 % der PV-Energiemengen.

Grafik 36: Produktion PV von Anlage



Grafik 37: Produktion PV pro Anlage im Jahr 2022



mixer

5 Wasser

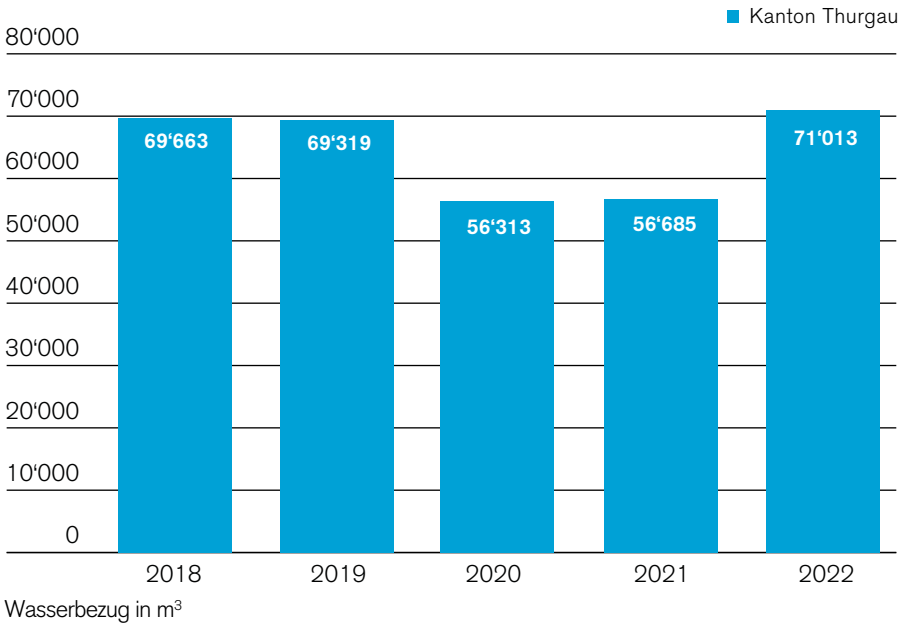
5.1 Wasserverbrauch

Der Wasserbezug über alle Liegenschaften betrug 2022 71‘013 m³ oder 865 Badewannenfüllungen[1] pro Tag. In den Jahren 2020 und 2021 hatte der Wasserkonsum coronabedingt abgenommen. Das Jahr 2022 hat den bisher höchsten Wasserverbrauch auszuweisen. Der Anstieg ist hauptsächlich mit dem neuen Milchviehstall im BBZ Arenenberg zu erklären. Gegenüber 2018 wurde 2022 1.9 % mehr Wasser verbraucht.

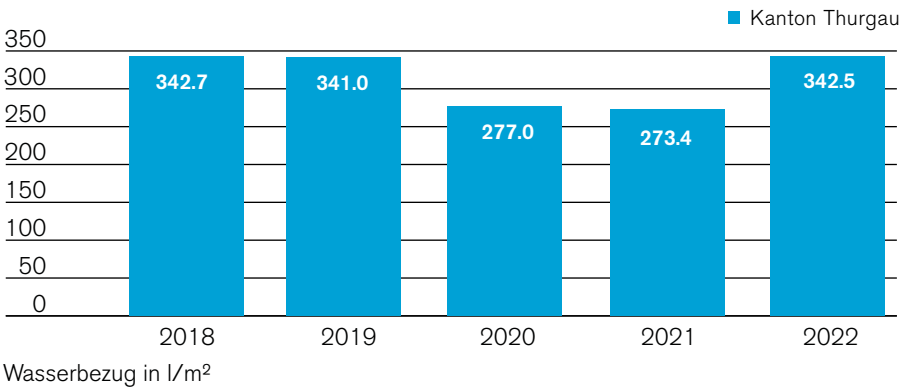
Der spezifische Bezug lag 2022 bei 342.5 l/m². Da sich im selben Zeitraum die Energiebezugsfläche erhöht hat, ist dieser Anteil marginal gesunken. Gegenüber 2018 ist der identische Verlauf wie bei den absoluten Verbräuchen (siehe Grafik 38) erkennbar.

Absolut gesehen verbrauchen drei Objekte knapp über die Hälfte des Wassers: der Campus Kreuzlingen, das BBZ Arenenberg und das BBZ Weinfelden.

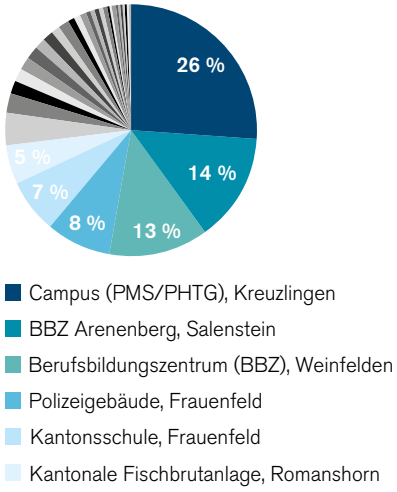
Grafik 38: Gesamter Wasserverbrauch 2018 – 2022



Grafik 39: Spezifischer Wasserverbrauch in l/m²



Grafik 40: Absolute Wassermengen pro Gebäude

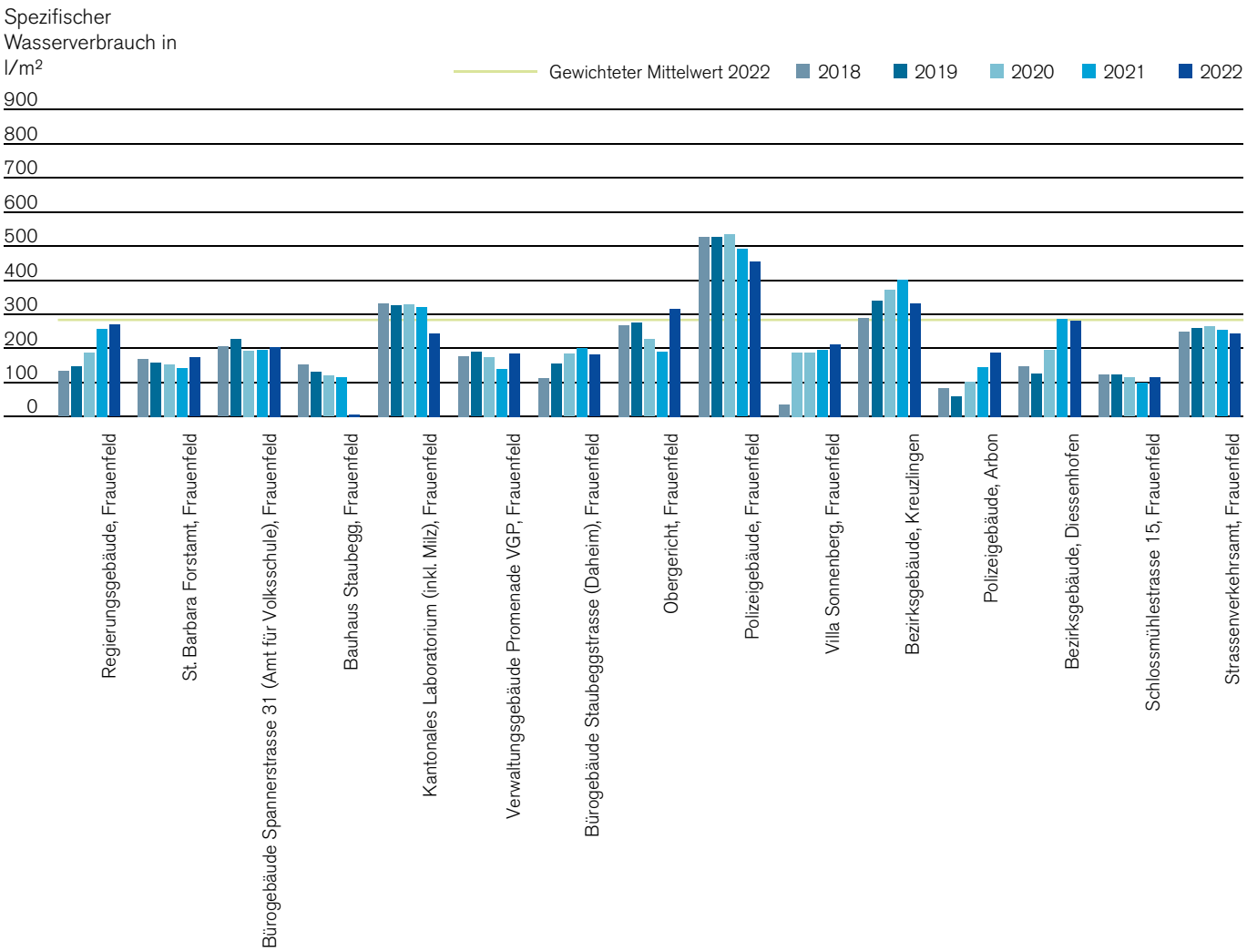


[1] 225 Liter pro Badewanne

5.1.1 Wasserverbrauch pro Gebäude

Das Polizeigebäude in Frauenfeld hat in den letzten Jahren am meisten Wasser bezogen. Dies ist durch die Nutzung zu erklären, weil es eher mit einem Hotelbetrieb verglichen werden müsste. Auch das Bezirksgebäude in Kreuzlingen, in dem sich Haftzellen befinden, hat einen spezifischen Wasserbezug, der über dem Schnitt von 285 l/m²*a liegt. Auch knapp über dem Durchschnitt aller Liegenschaften ist das Obergericht in Frauenfeld. Dies ist ebenso der Nutzung geschuldet. Am wenigsten Wasser bezog 2022 das Gebäude Schlossmühlestrasse 15 in Frauenfeld mit 115 l/m². Aufgrund der im Kapitel 3.2.1 beschriebenen Umstände werden die Werte des Bauhauses Staubegg nicht weiter berücksichtigt.

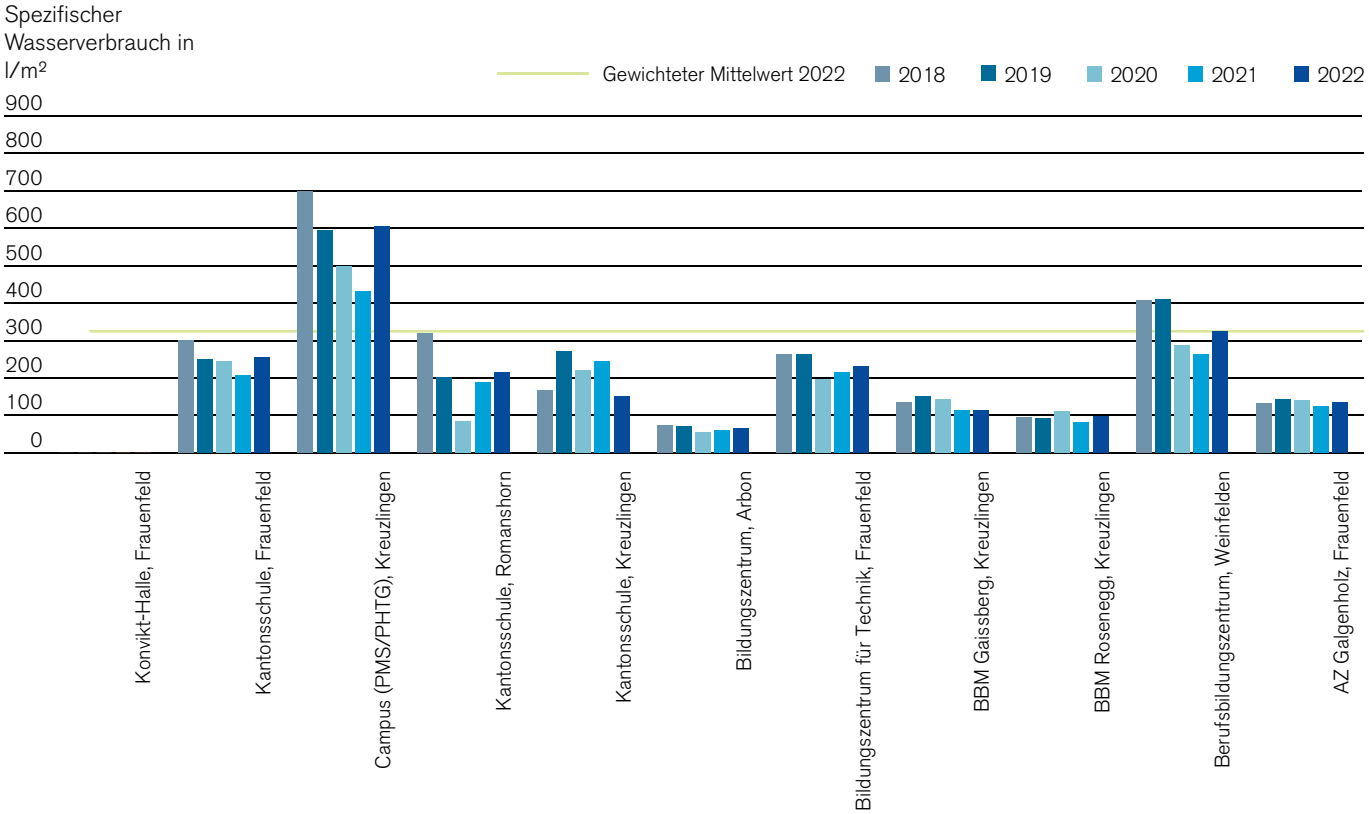
Grafik 41: Spezifischer Wasserverbrauch in l/m² je Liegenschaft (Büronutzungen)



Auch bei den Schulen/Turnhallen zeigt sich, dass sich die Werte an die Zeit vor der Coronapandemie angleichen. Die Auswirkungen der Pandemie werden besonders beim Campus Kreuzlingen ersichtlich. Der spezifische Wasserverbrauch betrug im Jahr 2022 605.2 l/m², das ist gegenüber dem Referenzjahr 2018 eine Reduktion von rund 13 %.

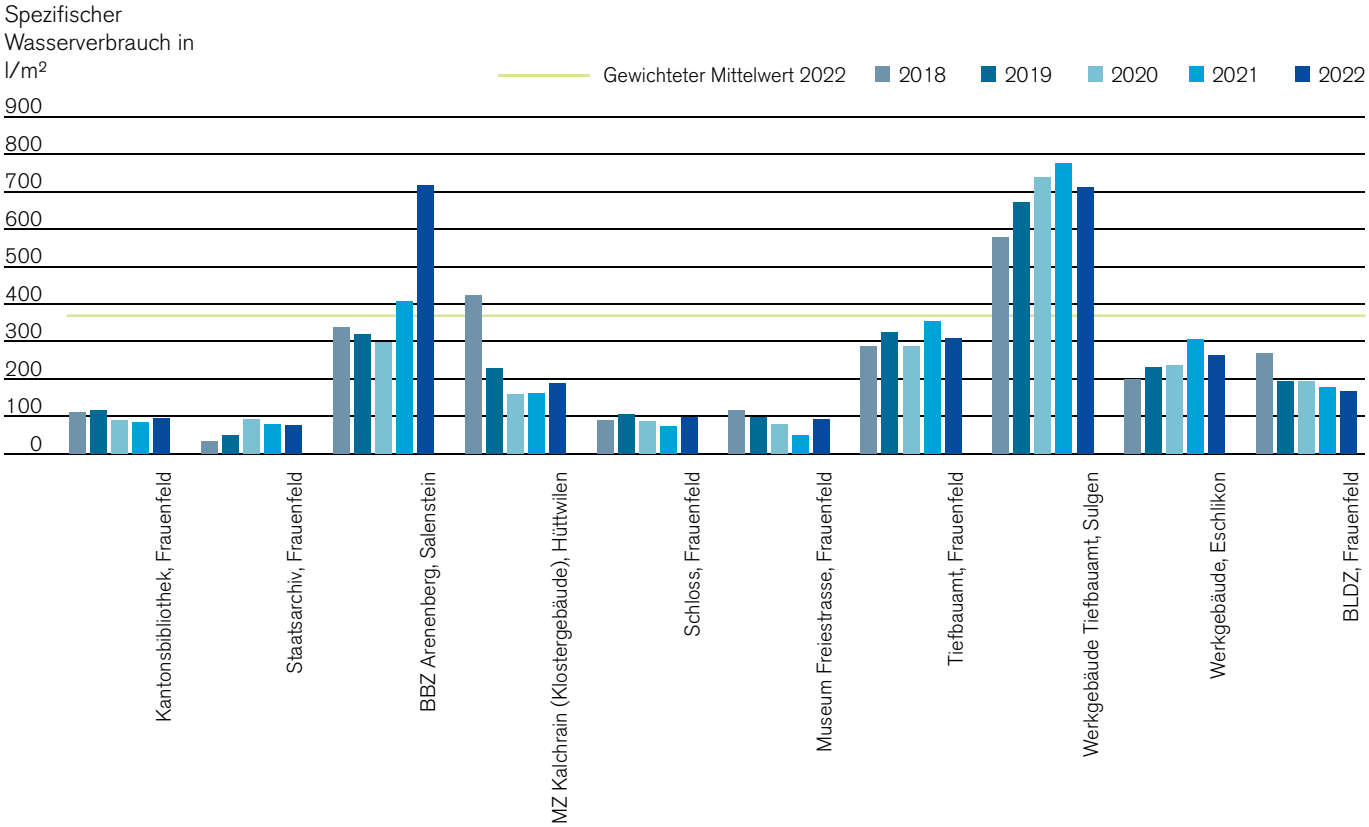
Das BBZ Weinfelden betreibt ein grosses Schwimmbad, darum der recht konstante Wert von 400 l/m² vor der Coronapandemie. Die beiden BBM in Kreuzlingen, das BZ Arbon und das AZ Galgenholz beziehen regelmässig deutlich weniger Wasser im Schnitt aller kantonalen Liegenschaften.

Grafik 42: Spezifischer Wasserverbrauch in l/m² je Liegenschaft (Schulen/Turnhallen)



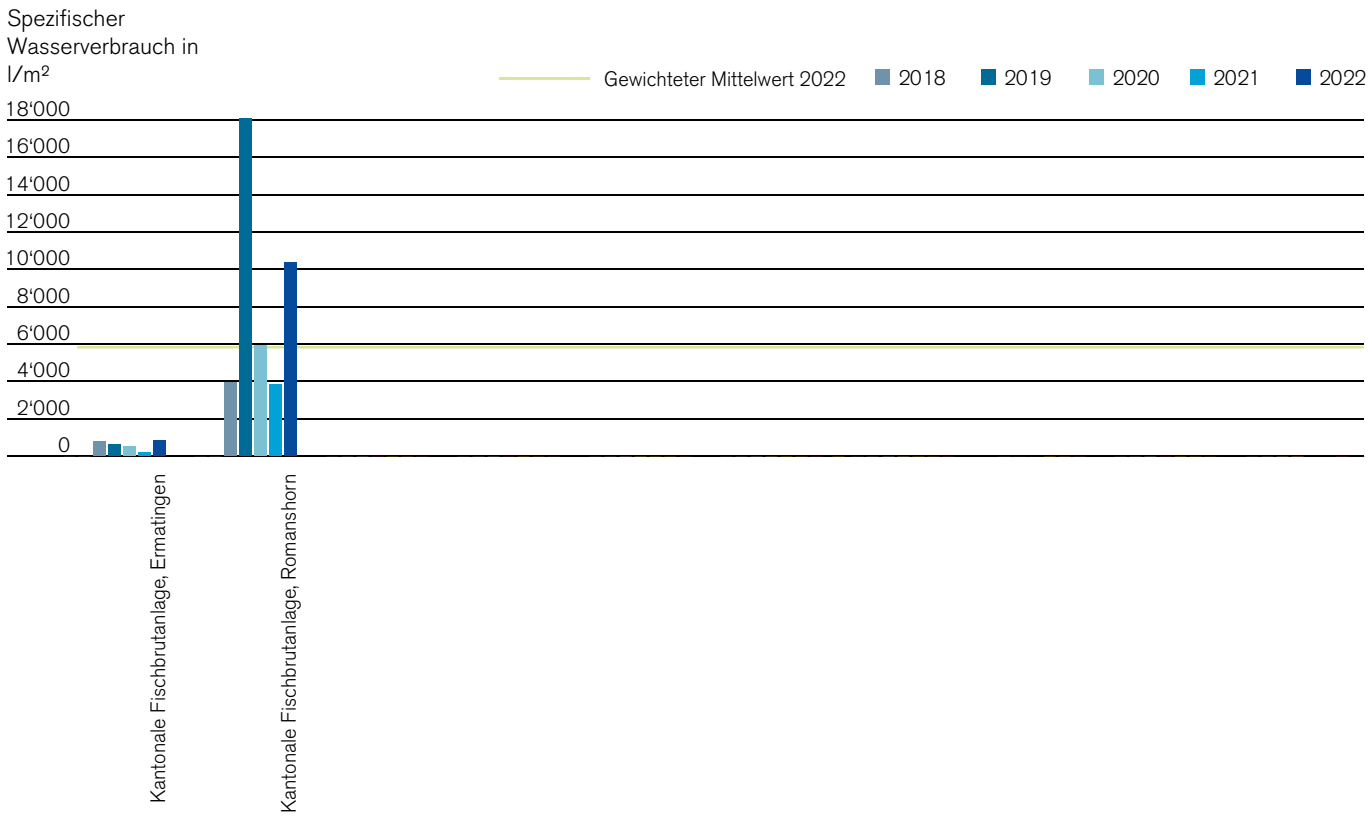
Im Vergleich der Sondernutzungen fallen das BBZ Arenenberg und das Werkgebäude des Tiefbauamts in Sulgen auf. Der hohe Wasserbezug im BBZ Arenenberg ist aufgrund des neu gebauten Milchviehstalls nachvollziehbar. Auch recht hoch ist der Wasserbezug im Werkgebäude des Tiefbauamts mit über 710.3 l/m²*a, was deutlich über dem Schnitt der Sondernutzungen liegt. Jedoch konnte der bis anhin jährlich steigende Verbrauch gegenüber dem Vorjahr um rund 8.5 % reduziert werden. Werte unter 100 l/m²*a erreichen die Objekte Kantonsbibliothek, Staatsarchiv, Schloss und Museum Freiestrasse, alle in Frauenfeld. Am meisten Wasser in dieser Nutzungsklasse bezieht das BBZ Arenenberg mit 717.3 l/m²*a.

Grafik 43: Spezifischer Wasserverbrauch in l/m² je Liegenschaft (Sondernutzungen)



Die Fischbrutanlagen werden in einer separaten Kategorie gezeigt. Pro m² Fläche wird überdurchschnittlich viel Wasser benötigt, was nicht vergleichbar ist mit anderen Nutzungen. 2019 hat die Fischbrutanlage Romanshorn einen Rekordwert von 18'000 l/m²*a erreicht. Der Grund für den Peak im Jahr 2019 ist die Befüllung der Becken. Normalerweise wird dafür Seewasser verwendet. Aufgrund des starken Muschelbefalls 2019 fiel das Pumpensystem aus. Als Notlösung mussten damals die Becken mit Leitungswasser befüllt werden. Ab dem Jahr 2020 zeichnete sich ein Abwärtstrend an, der auch 2021 anhielt. Neu liegt der Wert mit 10'350 l/m²*a wieder merklich darüber. Im Jahr 2022 gab es etliche Revisionen. In diesen Zeiträumen wurde auf Frischwasser zurückgegriffen, um so das Überleben der Fische sicherzustellen.

Grafik 44: Spezifischer Wasserverbrauch in l/m² je Liegenschaft (Fischbrutanlagen)

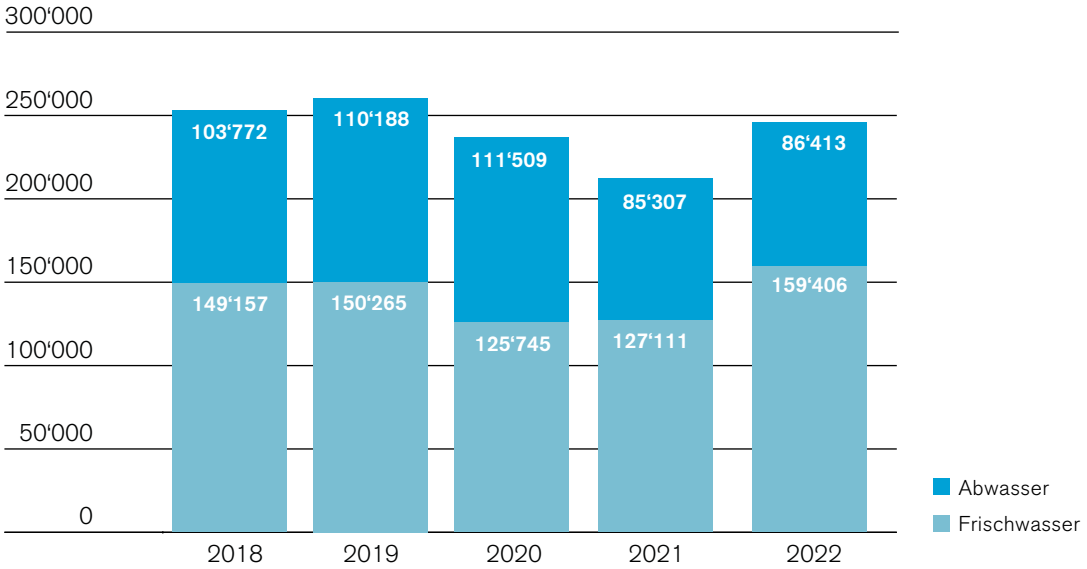


5.2 Wasserkosten

Der Wassertarif basiert auf den Datenerhebungen des Eidgenössischen Preisüberwachers. Dabei werden die Tarife der Gemeinden Arbon, Frauenfeld, Kreuzlingen, Romanshorn und Weinfelden ausgewertet. Aus diesen einzelnen Tarifen wird ein gewichteter Mittelwert errechnet. Die Gewichtung erfolgte nach bezogenem Wasser der jeweiligen Objekte in den Gemeinden. Wie schon bei der Wärme und beim Strom können also die hier ausgewiesenen Kosten von den tatsächlichen Kosten abweichen.

Die Wasserkosten haben sich von 2018 bis 2022 um 3.3 % erhöht. Der Wasserbezug hat sich in der gleichen Zeit um 1.9 % erhöht (siehe Kapitel 5.1). Somit ist der Wassertarif beinahe konstant in der Betrachtungsperiode. Betreffend die Entwicklung der Tarifkomponenten ist keine erwähnenswerte Verschiebung der Anteile zu erkennen.

Grafik 45: Wasserkosten 2018 – 2022 in Fr.

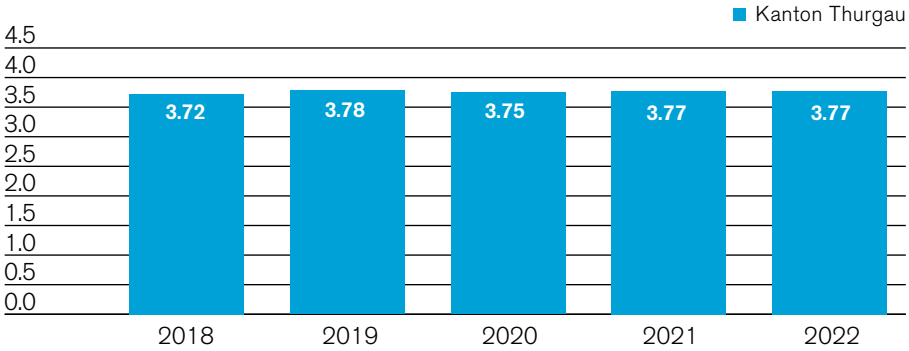


Kosten Wasser in Fr.

Die Entwicklung der spezifischen Wasserkosten folgt dem Bild der spezifischen Wasserbezüge (siehe Grafik 39, Seite 43). Im Vergleich zu den Wärme- und Stromkosten machen die Wasserkosten mit 1.29 Fr./m²*a einen bescheidenen Anteil aus.

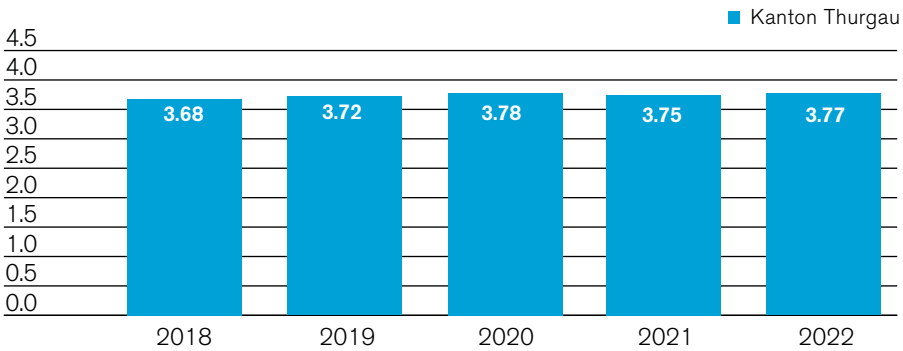
Die Wassertarife sind grundsätzlich seit 2018 konstant. Im Jahr 2018 betrug der Tarif 3.72 Fr./m³, stieg in den letzten Jahren leicht an und betrug 2022 3.77 Fr./m³. Auffällig ist, dass die Tarife in diesem Medium deutlich weniger schwanken als z.B. beim Strom.

Grafik 46: Spezifische Wasserkosten in Fr./m³



Spezifische Wasserkosten in Fr./m³

Grafik 47: Spezifische Wasserkosten in Fr./kWh

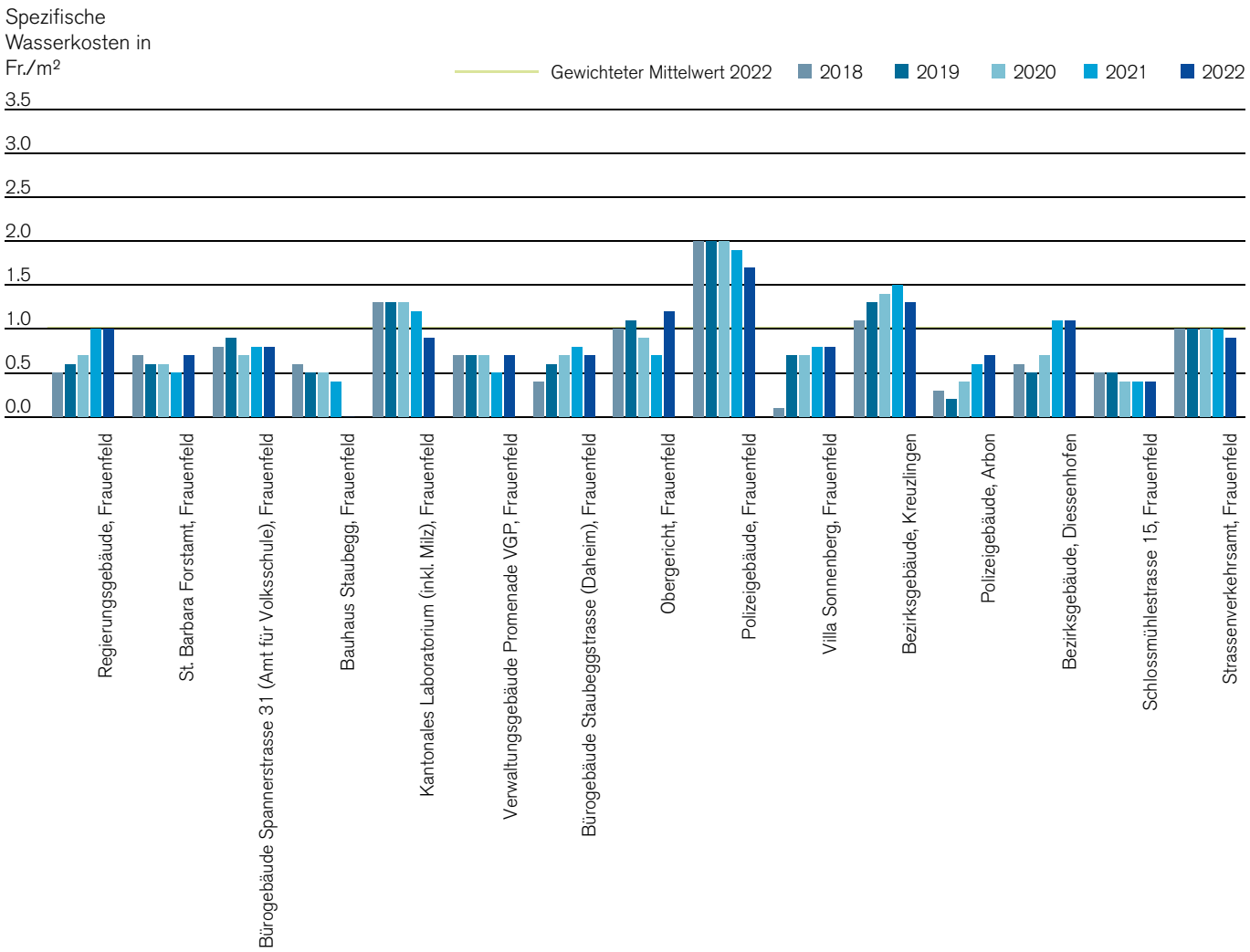


Spezifische Wasserkosten in Fr./kWh

5.2.1 Wasserkosten pro Gebäude

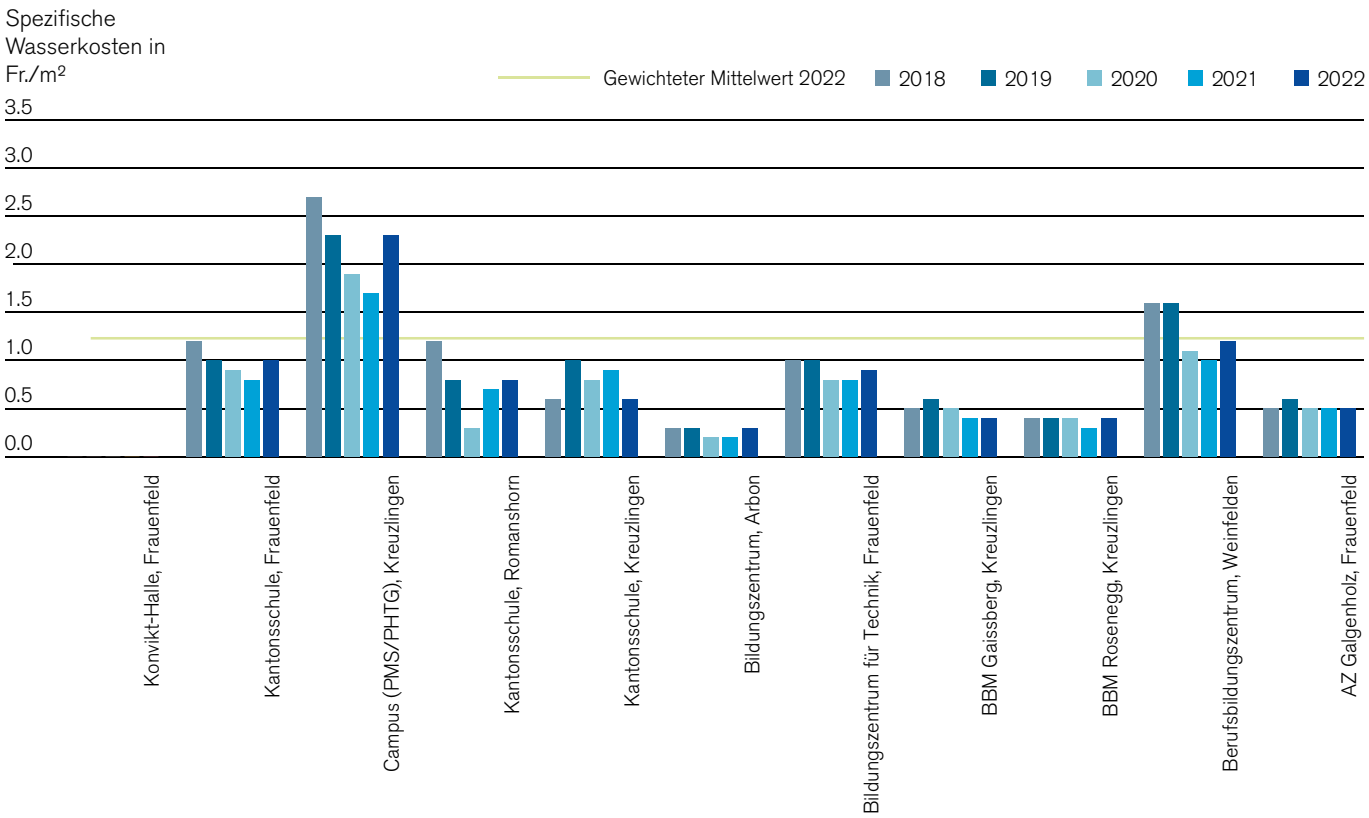
Die Wasserkosten pro Gebäude verhalten sich von 2018 bis 2022 zu 100 % kongruent zu den spezifischen Verbräuchen, da mit einheitlichen Tarifen gerechnet wurde. Siehe dazu die Bemerkungen in Kapitel 5.2.

Grafik 48: Spezifische Wasserkosten in Fr./m² je Liegenschaft (Büronutzungen)



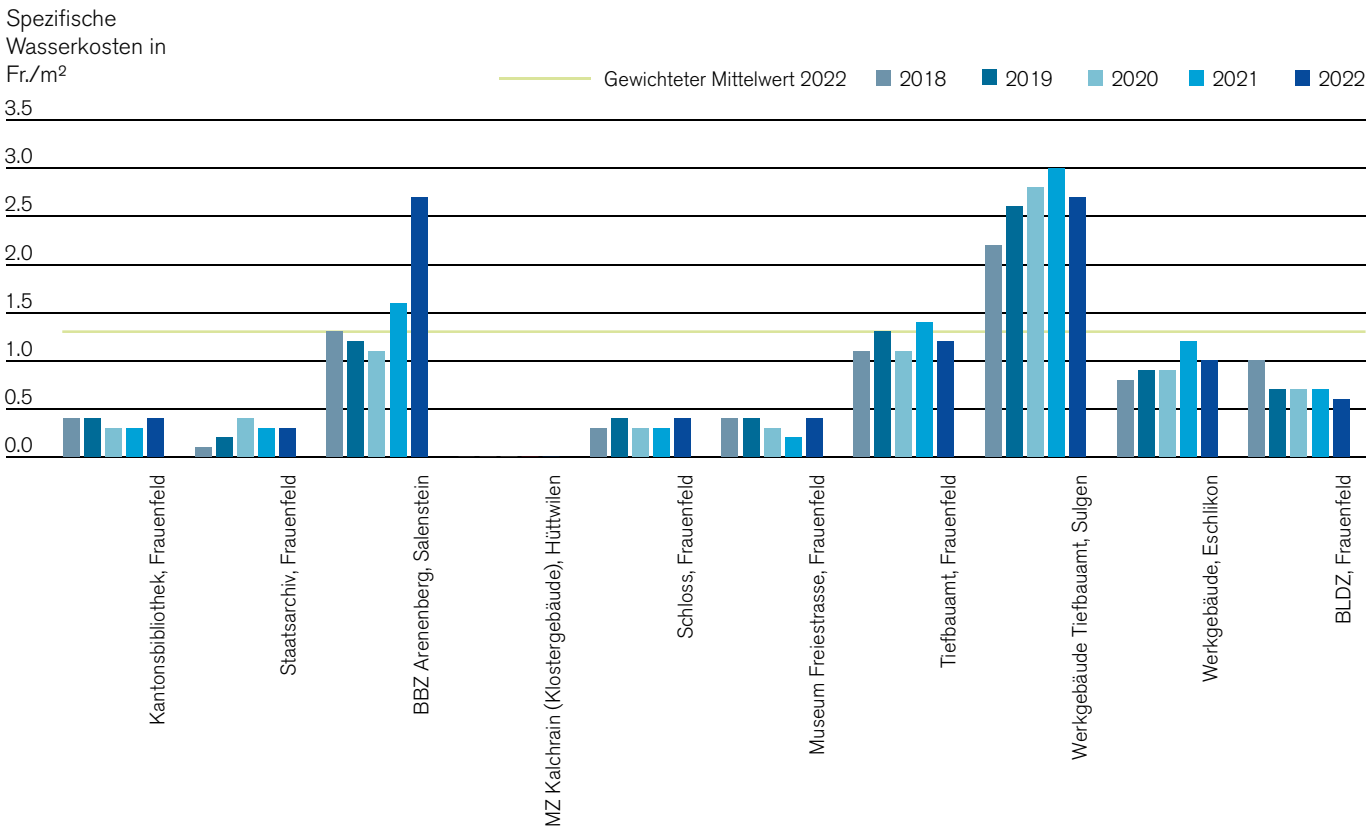
Die Wasserkosten pro Gebäude verhalten sich von 2018 bis 2022 zu 100 % kongruent zu den spezifischen Verbräuchen, da mit einheitlichen Tarifen gerechnet wurde. Siehe dazu die Bemerkungen in Kapitel 5.2.

Grafik 49: Spezifische Wasserkosten in Fr./m² je Liegenschaft (Schulen/Turnhallen)



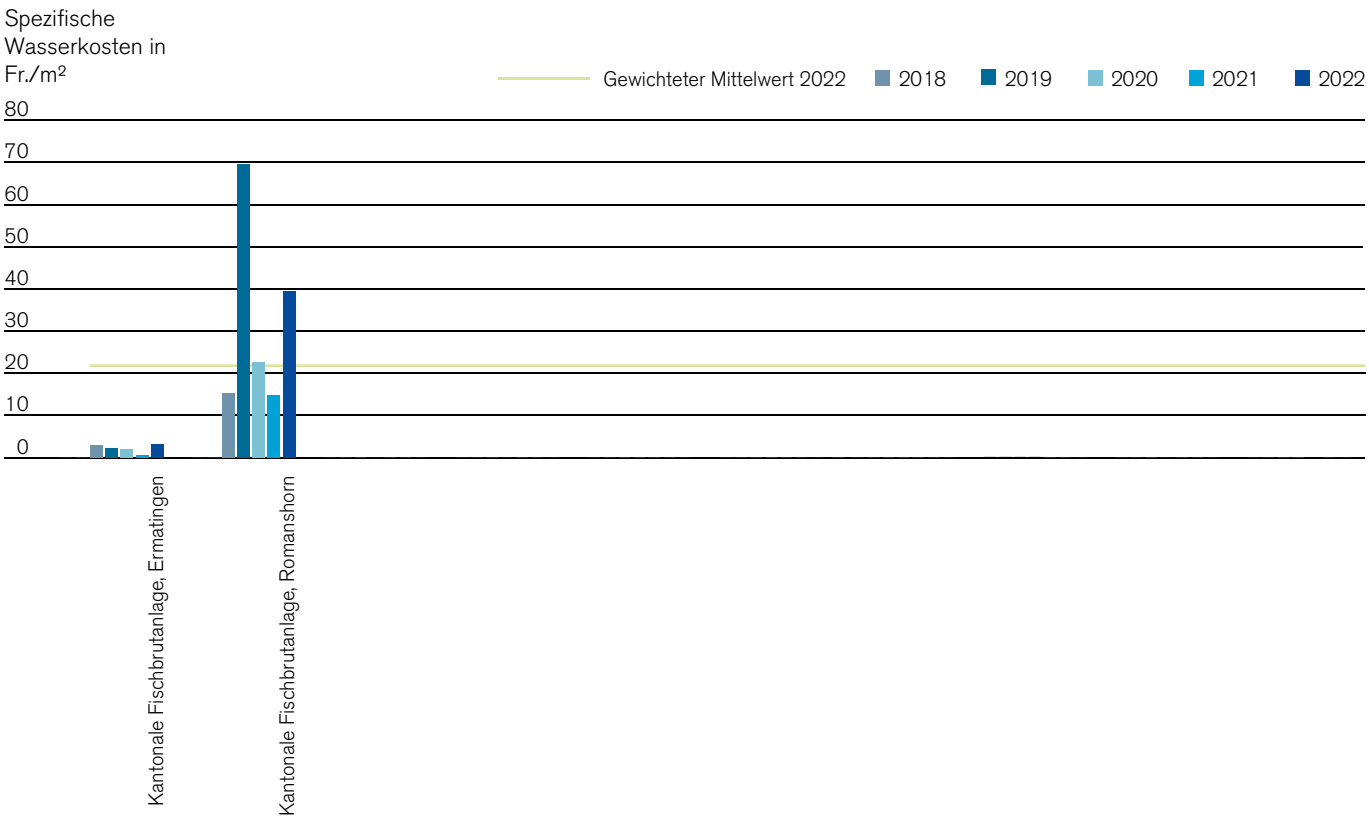
Die Wasserkosten pro Gebäude verhalten sich von 2018 bis 2022 zu 100 % kongruent zu den spezifischen Verbräuchen, da mit einheitlichen Tarifen gerechnet wurde. Siehe dazu die Bemerkungen in Kapitel 5.2.

Grafik 50: Spezifische Wasserkosten in Fr./m² je Liegenschaft (Sondernutzungen)



Die Wasserkosten pro Gebäude verhalten sich von 2018 bis 2022 zu 100 % kongruent zu den spezifischen Verbräuchen, da mit einheitlichen Tarifen gerechnet wurde. Siehe dazu die Bemerkungen in Kapitel 5.2.

Grafik 51: Spezifische Wasserkosten in Fr./m² je Liegenschaft (Fischbrutanlagen)



6 Treibhausgasemissionen, Transmissionspfad

6.1 Treibhausgasemissionen

Verantwortlich für den Ausstoss von Treibhausgasen (THG) ist die Endenergie, also die Wärme und der Strom. Das Wasser wird nicht ohne Verursachung von THG-Emissionen zur Verfügung gestellt. Es ist jedoch unüblich, den Wasserverbrauch mit einer THG-Emission zu belasten. Weiter sind keine Kennzahlen verfügbar.

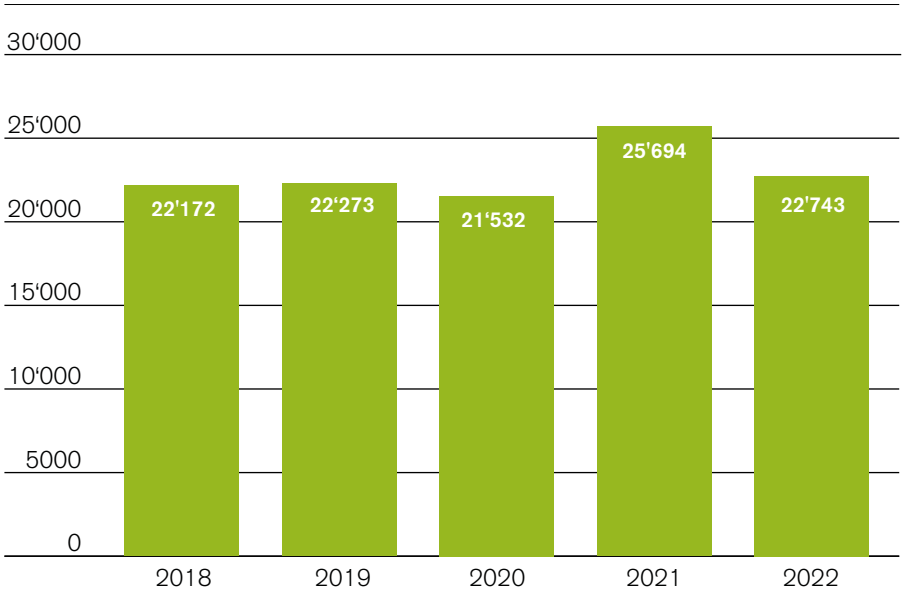
Der Endenergieverbrauch hat sich 2022 gegenüber dem Vorjahr deutlich reduziert. Die totale Endenergie hat sich um 4.2 % gesteigert auf 22.7 GWh, verglichen mit 2018. Auf das Mass der THG-Emissionen hat der Energieträger wesentlichen Einfluss.

2022 wurden rund 1'442 Tonnen Treibhausgase durch die kantonalen Liegenschaften emittiert. Das ist 8.5 % weniger als im Referenzjahr 2018 und zugleich der tiefste Wert im Betrachtungsraum. 73 % der Emissionen wurden durch die Bereitstellung der Wärme verursacht. In diesem Anteil ist auch der Strom für die Wärmepumpen enthalten.

Der restliche Strombedarf hat 27 % der THG-Emissionen verursacht. Auch wenn der Kanton Thurgau zu 100 % erneuerbaren Strom bezieht und erzeugt, werden trotzdem Treibhausgase verursacht. Um die spezifischen Emissionen zu berechnen, wurde der effektive Strommix berücksichtigt: Wasserkraft 69 % und Sonne 31 %.

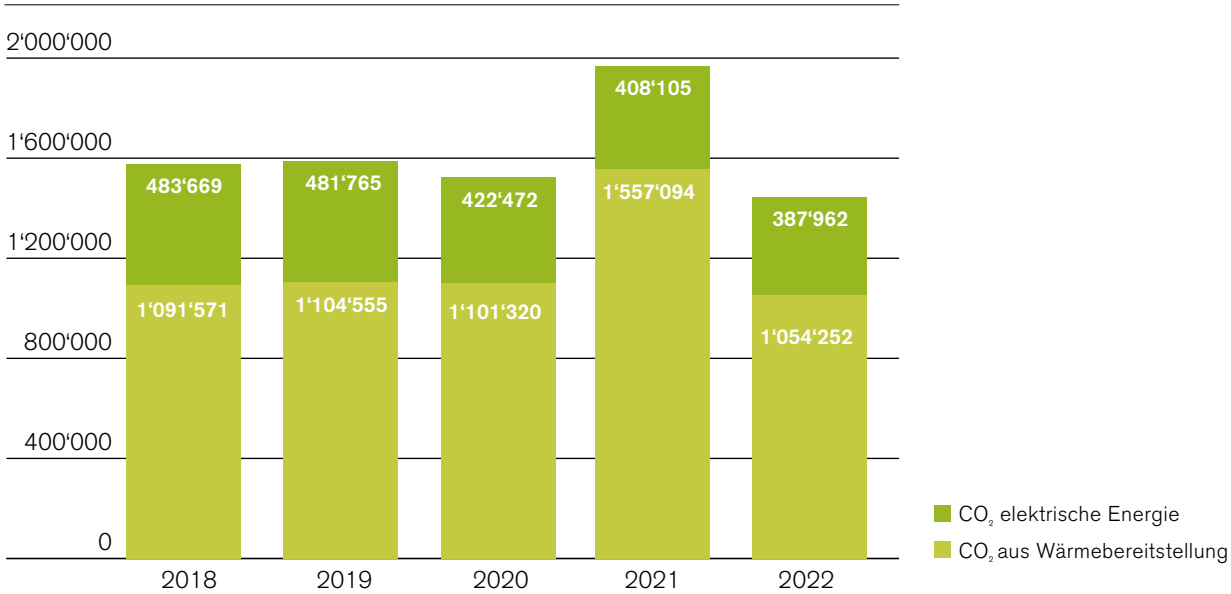
Bei der Wärme sind es die Energieträger Gas, Öl und Strom, die THG-Emissionen verursachen.

Grafik 52: Endenergie pro Jahr 2018 – 2022



Total Endenergie (Strom und Wärme) in MWh

Grafik 53: Treibhausgasemissionen pro Jahr 2018 – 2022

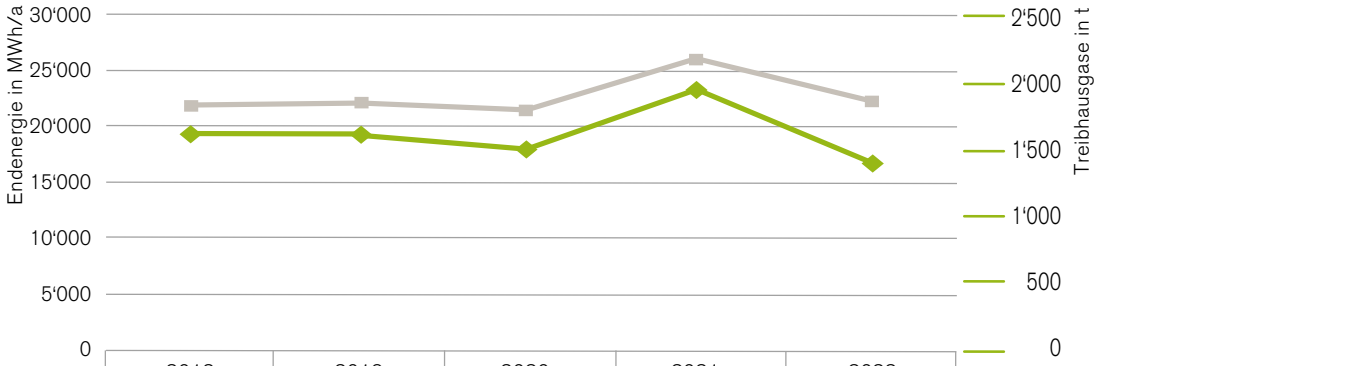


Treibhausgasemissionen in kg

6.2 Transmissionspfad Energie

Der Transmissionspfad beinhaltet einerseits die benötigte Endenergie und andererseits den verursachten THG-Ausstoss. Im Transmissionspfad wird auf der X-Achse die spezifische Endenergie angezeigt. Auf der Y-Achse wird der Umwelteinfluss in kg CO_2/kWh angezeigt. Der resultierende Schnittpunkt widerspiegelt die THG-Belastung in kg CO_2/m^2*a.

Grafik 54: Entwicklung Energie und Treibhausgase 2018 – 2022

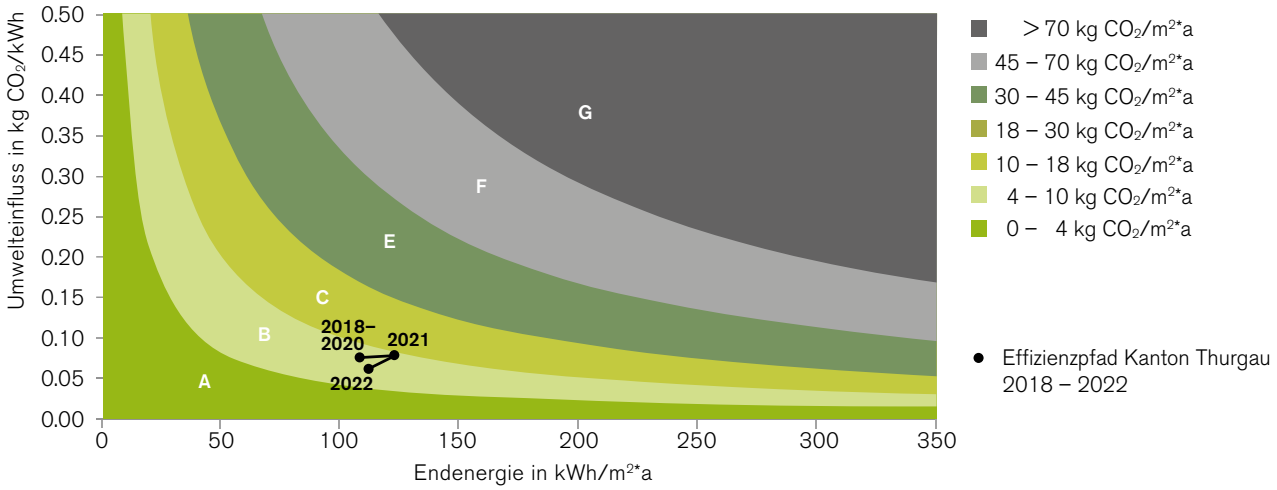


2018	2019	2020	2021	2022	
22'171'550 kWh	22'277'478 kWh	21'604'289 kWh	25'697'751 kWh	22'742'981 kWh	Total Endenergie
1'575'240 kg	1'587'210 kg	1'527'250 kg	1'965'747 kg	1'442'215 kg	Total Treibhausgasemissionen

Die Energieklassen A bis G entsprechen im Grundsatz der bekannten Energiekette. Die schwarzen Punkte zeigen den Weg vom Erfassungsjahr 2018 bis zur Erfassung 2022. Beide Jahre liegen in der Kategorie B. Der Endenergiebedarf in kWh/m²*a ist auf dieser Skala bis 350 kWh/m²*a im untersten Drittel, jedoch nicht auf dem Niveau eines Neubaus. Dafür ist der Umwelteinfluss der genutzten Energie sehr tief.
Mit demselben Energieverbrauch und der Nutzung von "dreckiger" Energie könnte im schlimmsten Fall auch die Kategorie F erreicht werden.
Die Grafik zeigt aber auch, dass mit identischem Endenergiebezug die Kategorie A möglich ist. Dazu müsste der Umwelteinfluss weiter reduziert werden von 0.063 kg CO_2/kWh auf 0.035 kg CO_2/kWh.

Eine einfach umsetzbare Massnahme, um den Weg in Richtung Kategorie A in Angriff zu nehmen, wäre das flächendeckende Umsteigen auf Biogas. Vom THG verursachenden Anteil der Wärme machte Gas 2022 71 % aus. Wärme macht wiederum 73 % der THG-Emissionen aus. Somit wäre mit dieser Massnahme ein grosser Schritt zur Minderung des schädlichen Umwelteinflusses gemacht. Weitere Verbesserungen wären durch die Reduktion der spezifischen Endenergie erreichbar. Für die Umsetzung der Massnahmen würden das Polizeigebäude in Frauenfeld oder das Tiefbauamt in Frauenfeld infrage kommen.

Grafik 55: Transmissionspfad 2018 – 2022

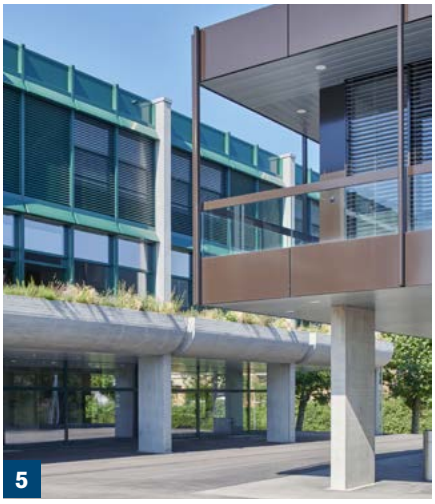


1

2

3

4


5

6

7

8

9

10

11

Schlussfolgerungen

Wärme

Durch die getroffenen Energiesparmassnahmen des Kanton Thurgaus in der zweiten Hälfte des Jahres und die laufenden Investitionen in die energetische Sanierung der kantonalen Liegenschaften konnte die Effizienz in der Wärmeerzeugung trotz erheblicher Preiserhöhungen auf dem Energiemarkt im Vergleich zu den Jahren zuvor gehalten werden. Um eine Verbesserung auch im Wärmebereich ausweisen zu können, empfiehlt sich, die Gebäude mit der grössten Wirkung zu untersuchen. Gemäss Bericht ist dies das Polizeigebäude mit dem Gefängnis in Frauenfeld. Hier ist bereits eine Sanierung des Gebäudes angedacht.

Strom

In den vergangenen Jahren hat der Stromverbrauch allmählich zugenommen. Dieser Anstieg ist teilweise auf die gestiegene Verwendung von elektrischen Verbrauchern wie Elektrofahrzeugen und Wärmepumpen sowie auf den vermehrten Einsatz von automatisierten Gebäudeteilen wie Jalousien und anderen Geräten zurückzuführen.

Angesichts dieses Trends plant man, in den kommenden Jahren eine detaillierte Analyse dieser Verbraucher durchzuführen, um Möglichkeiten zur Optimierung ihres Stromverbrauchs zu identifizieren und umzusetzen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund des wachsenden Bewusstseins für die Notwendigkeit einer nachhaltigen Energieversorgung von grosser Bedeutung.

Photovoltaik (PV)

Mittlerweile können 22 % des verbrauchten Stroms durch die PV-Anlagen produziert werden. Der stetige Ausbau der eigenen PV-Anlagen ist sehr erfreulich. Hier gilt es, diesen Trend fortzuführen und weitere geeignete kantonale Liegenschaften mit einer PV-Anlage auszustatten.

Wasser

Der Wasserverbrauch gleicht sich wieder den Werten vor der Pandemie an. Während des Lockdowns in der Coronapandemie hat der Verbrauch vor allem in den Schulen stark abgenommen. Es gilt, weiterhin den Verbrauch in den Schulen im Auge zu behalten, mit den Nutzerinnen und Nutzern vertieft zu prüfen und daraus ein Wassersparkonzept zu entwickeln.

Empfehlungen

Aus dem Bericht geht hervor, dass es im Kanton Thurgau mehrere Bereiche gibt, in denen Verbesserungen in Bezug auf den Energieverbrauch möglich sind. Um diese Ziele zu erreichen, sollen bei Sanierungen und Neubauten von kantonalen Liegenschaften stets die bereits hohen Anforderungen an energetische Massnahmen beibehalten werden.

Eine weitere Möglichkeit, den ökologischen Fussabdruck zu reduzieren, besteht darin, vermehrt auf erneuerbare Energiequellen beim Energieeinkauf zu setzen. Zum Beispiel könnte die Umstellung von Erdgas auf Biogas dort, wo Erdgas bereits genutzt wird, die Ökobilanz verbessern. Durch die konsequente Umsetzung dieser Massnahmen kann der Kanton Thurgau einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Nachhaltigkeit und zum Schutz der Umwelt leisten.

Freie Auswahl kantonaler Liegenschaften und Standorte

1. Kantonsschule (Varielbau), Romanshorn
2. Kantonsschule, Romanshorn
3. BBZ Arenenberg, Salenstein
4. Campus (PMS/PHTG), Kreuzlingen
5. Bildungszentrum, Arbon
6. Berufsbildungszentrum, Weinfelden
7. Staatsarchiv, Frauenfeld
8. Bildungszentrum für Technik, Frauenfeld
9. AZ Galgenholz, Frauenfeld
10. Werkgebäude, Eschlikon
11. Polizeigebäude, Frauenfeld

Thurgau

Kantonales Hochbauamt
Verwaltungsgebäude Promenade
8510 Frauenfeld

T +41 58 345 64 25
F +41 58 345 64 30
www.hochbauamt.tg.ch

© 2023: Kantonales Hochbauamt Thurgau