

Energiebericht der Stadt Troisdorf für das Jahr 2022

Troisdorf, den 07.08.2023

Stadt Troisdorf
Kölner Str. 176
53840 Troisdorf

Amt für Zentrales Gebäudemanagement
Energiemanagement

Inhalt

Energiebericht der Stadt Troisdorf für das Jahr 2022	1
Einleitung	2
1. Allgemein	3
2. Verbrauchs- und Kostenentwicklung 2016 bis 2022	6
2.1. Wärme	6
2.2. Strom	9
2.3. Wasser.....	12
2.4. Solarstrom.....	14
3. Verbräuche 2022 nach Gebäudekategorie.....	16
3.1. Wärme	17
3.2. Strom	20
3.3. Wasser.....	23
3.4. Solarstrom.....	26
4. Detaillierte Betrachtung einzelner Gebäude	27
4.1. Rathaus u. Verwaltungsgebäude Kaiserstr.	27
4.2. Kita Daimlerstr. Friedrich-Wilhelms-Hütte	29
4.3. Solarstromanlagen Kindertagesstätten	31
5. Zusammenfassung	32
Anhang.....	1
1. Liste energierelevanter Gebäude	1
2. Abbildungsverzeichnis	5

Einleitung

Die Stadt Troisdorf hat knapp 77.000 Einwohner*Innen und ist die bevölkerungsreichste Stadt des Rhein-Sieg Kreises. Das Stadtgebiet umfasst 12 Stadtteile, die sich auf einer Fläche von ca. 62 km² erstrecken.

Insgesamt ist die Stadt im Besitz von etwa 300 Gebäuden, welche zum Teil selbst genutzt, vermietet oder anderweitig zur Verfügung gestellt werden. Hinzu kommen Immobilien, die durch die Stadt angemietet werden. Im Energiemanagement werden 157 städtisch genutzte Gebäude betrachtet. In diesen Gebäuden ist die Stadt durch Ihre Nutzer*Innen für die Energie- und Wasserverbräuche eigenverantwortlich.

Das Gebäudeportfolio der städtischen Gebäude umfasst u.a. folgende Gebäudetypen:

- Schulen (Gymnasien, Real-, Haupt- und Grundschulen)
- Sporthallen
- Verwaltungsgebäude
- Kindertagesstätten
- Asylunterkünfte
- Stadt- und Mehrzweckhallen, Bürgerhäuser, Kulturgebäude
- Feuerwache und Feuerwehrgerätehäuser
- Bauhof und Friedhöfe

Durch die Einstellung des Energiemanagers im Jahr 2021 wurden für den Aufbau des Energiemanagements zunächst die Grundlagen und Daten der energierelevanten Gebäude ermittelt und zusammengestellt. Der Energiebericht wird dadurch erstmalig für das Jahr 2022 erstellt und betrachtet die Daten ab dem Jahr 2016. Damit ist eine Datengrundlage deutlich vor der Zeit der Covid-19-Pandemie in den Jahren 2020-2022 geschaffen.

Neben den Jahresverbräuchen für Wärme, Strom und Wasser wird der Gesamtertrag für Solarstrom und die Entwicklung der Gebäudenutzflächen im ersten Schritt betrachtet. Für das Jahr 2022 werden die Verbräuche und Erträge auf die einzelnen Gebäudekategorien aufgeteilt und so detailliert verglichen und betrachtet.

Zum Schluss werden im Energiebericht, beispielhafte Gebäude, welche im Laufe der Jahre saniert wurden, detailliert betrachtet und neue Gebäude, unsanierten Gebäuden der gleichen Kategorie gegenübergestellt. Ebenso wird am Beispiel der Troisdorfer Kindertagesstätten, der Einfluss von selbst genutztem Solarstrom aufgezeigt.

1. Allgemein

Neben der Unterhaltung der bestehenden Gebäude, werden von städtische Seite neue Gebäude gebaut, Bestandsimmobilien erworben oder nach Bedarf weitere Gebäude angemietet. Mit der Anzahl der Gebäude steigt in der Regel die gesamte Nutzfläche. Nimmt die Anzahl der Gebäude antiproportional zur Gebäudefläche zu, lässt sich daraus ableiten, dass entweder viele kleine Gebäude hinzukommen, oder umgekehrt wenige große Gebäude.

Die Anzahl (Abb. 1) der städtisch genutzten Gebäude lag 2016 bei 143 Gebäuden, im Jahr 2022 bei 157 Gebäuden. Absolut gesehen sind gegenüber 2016 insgesamt 14 Gebäude bis 2022 dazu gekommen. Das entspricht einer prozentualen Zunahme von 8,9%.

Jahr	Anzahl Gebäude	Nutzfläche [m²]
2016	143	219.472
2017	146	219.996
2018	150	220.936
2019	152	221.566
2020	154	222.928
2021	157	227.921
2022	157	228.141

Tabelle 1 Entwicklung der Gebäudezahl und Nutzflächen

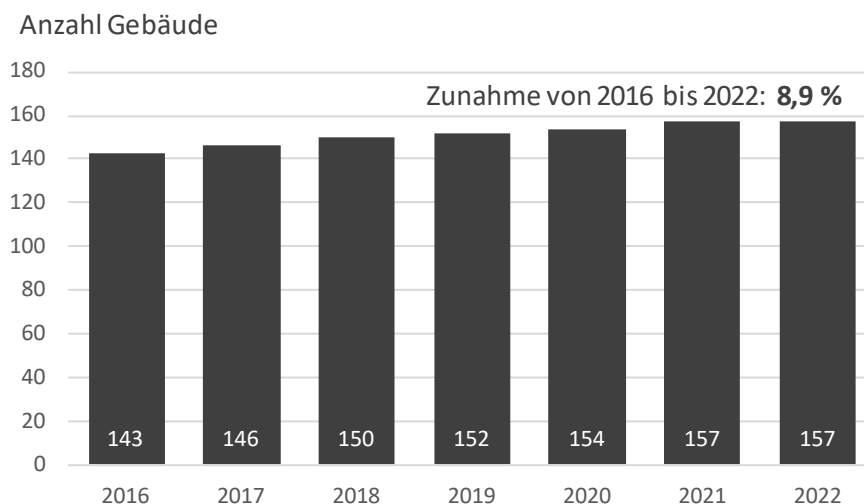


Abb. 1 Anzahl der energierelevanten Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022

Betrachtet man gegenüber der Anzahl der Gebäude die Flächenzunahme (Abb. 2), so lässt sich erkennen, dass diese nur um 3,9% zugenommen hat. Von 2016 bis 2020 hat die Grundfläche der städtischen Immobilien in nur sehr geringem Maß zugenommen. 2021 kamen durch das neue Verwaltungsgebäude an der Kaiserstraße etwa 5.000 m² hinzu. Dies entspricht etwa der Hälfte der Gesamtzunahme seit 2016 (ca. 10.000 m²).

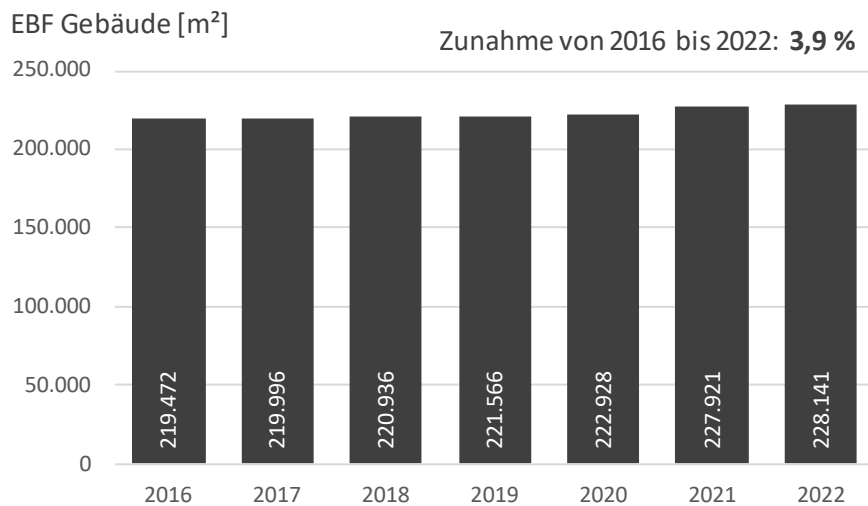


Abb. 2 Energiebezugsfläche der energierelevanten Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022

Die Gebäudegrundflächen werden zur Kennwertbildung verwendet. Dazu wird die Gebäudegrundfläche ins Verhältnis zu den Energie- und Wasserverbräuchen gesetzt. Für Wärme und Strom werden die Kennwerte in kWh/m² für Wasser in l/m² angegeben. Dadurch sind die Gebäude untereinander und mit Literaturwerten vergleichbar. Die Kennwerte werden für jedes Kalenderjahr ermittelt und durch einen Faktor witterungsbereinigt.

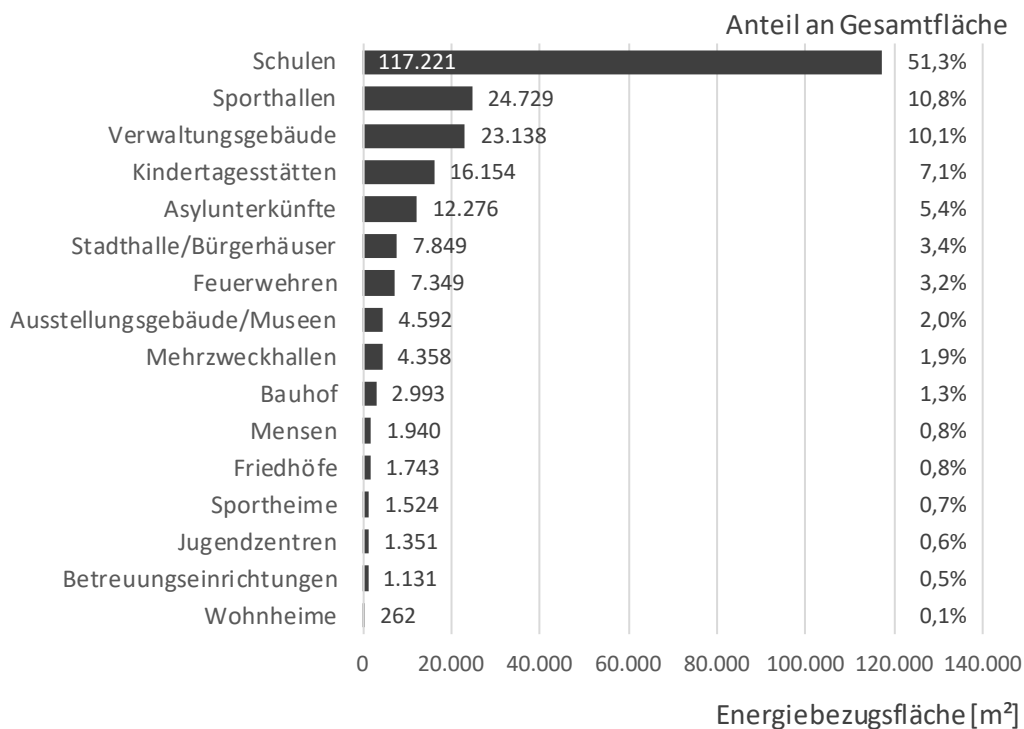


Abb. 3 Energiebezugsflächen der Stadt Troisdorf nach Gebäudekategorien in m² im Jahr 2022

Die gesamte Gebäudenutzfläche der Stadt liegt im Jahr 2022 bei ca. 228.000 m². Davon entfallen mit 117.200 m² über 50% auf den Anteil der Schulen (Abb. 3). Die Sport- und Turnhallen (24.700 m²), sowie die städtischen Verwaltungsgebäude (23.100 m²) belegen jeweils ca. 10% der Gesamtfläche. Kindertagesstätten haben mit etwa 16.100 m² einen Anteil von 7% und Asylunterkünfte einen Anteil von ca. 5% und 12.200 m². Die restlichen Gebäudekategorien belegen einen Anteil von unter 20% der Gesamtfläche.

2. Verbrauchs- und Kostenentwicklung 2016 bis 2022

Die Energiepreise (Tabelle 2) haben sich in den Jahren 2016-2022 nur sehr geringfügig geändert. Durch langfristige Verträge sind diese auch im Zuge der Inflation und Energiekrise 2022 für die städtischen Liegenschaften noch nicht gestiegen. Ab 2020 ist der Gaspreis um etwa 9% gestiegen. Bei Gas und Wärme (KWK) greift ab 2022 die CO₂ Steuer für fossile Brennstoffe. Dagegen entfällt beim Strom ab 2022 die EEG-Umlage. Der Preis für Frischwasser bleibt durchgehend konstant bei 1,76 €/m³. Die Preise für Abwasser liegen 2022 gegenüber den Preisen für 2016 darunter und sind gesunken. In den weiteren Auswertungen werden nur die Arbeitspreise und nicht die Grundgebühren betrachtet.

Jahr	Gas	Wärme	Wärmepumpenstrom	Strom	Wasser	Abwasser
	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/kWh]	[€/m ³]	[€/m ³]
2016	0,061404	0,0719593	0,2017526	0,2217446	1,7655	3,63
2017	0,061404	0,0719593	0,1902334	0,2217446	1,7655	3,63
2018	0,061404	0,0719593	0,1964214	0,2273495	1,7655	3,63
2019	0,061047	0,0719593	0,1964214	0,2316454	1,7655	3,63
2020	0,067235	0,0750176	0,2149616	0,2316454	1,7655	3,32
2021	0,066224	0,0750176	0,1973734	0,2390234	1,7655	3,32
2022	0,072769	0,0812651	0,1447635	0,1895075	1,7655	3,56

Tabelle 2 Energie- und Wasserpreise für die Gebäude der Stadt Troisdorf je Abrechnungsintervall

2.1. Wärme

Von den 157 städtisch genutzten Gebäuden werden 80% mit Gas beheizt, 13% mit Strom (Direktheizung oder Wärmepumpe) und 7% mit Nahwärme (KWK).

Jahr	Energieträger			Energiekosten			CO ₂ Ausstoß			Kennwert
	Gas	Wärme	Strom	Gas	Wärme	Strom	Gas	Wärme	Strom	Wärme spezifisch witterungsbereinigt
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[€]	[€]	[€]	[tco ₂]	[tco ₂]	[tco ₂]	[kWh/m ²]
2016	19.900	3.600	200	1.219.000	257.000	47.000	3.991	1.000	123	121,7
2017	17.700	4.000	200	1.084.000	286.000	34.000	3.548	1.114	87	115,9
2018	17.100	3.700	200	1.051.000	269.000	35.000	3.440	1.046	84	117,2
2019	18.800	4.100	200	1.145.000	293.000	39.000	3.769	1.140	82	124,6
2020	18.100	4.300	300	1.214.000	322.000	55.000	3.628	1.201	94	131,9
2021	20.400	4.400	400	1.352.000	331.000	83.000	4.102	1.236	172	122,8
2022	17.100	4.000	500	1.245.000	326.000	71.000	3.439	1.122	212	122,3

Tabelle 3: Energieverbrauch, Energiekosten und CO₂ Ausstoß für die Beheizung der Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022

Die Endenergieverbräuche werden hauptsächlich durch die Witterung, die Nutzung und die beheizte Grundfläche beeinflusst. Ist ein Jahr kühler, steigt der Heizwärmeverbrauch und

umgekehrt. Auch durch den Flächenzuwachs steigt der absolute Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften. Die Wärmeverbräuche (Abb. 4) sind in den Jahren 2016 bis 2018 kontinuierlich gesunken. 2021 war der Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften am höchsten. Dies ist auf die kühle Witterung 2021 zurück zu führen.

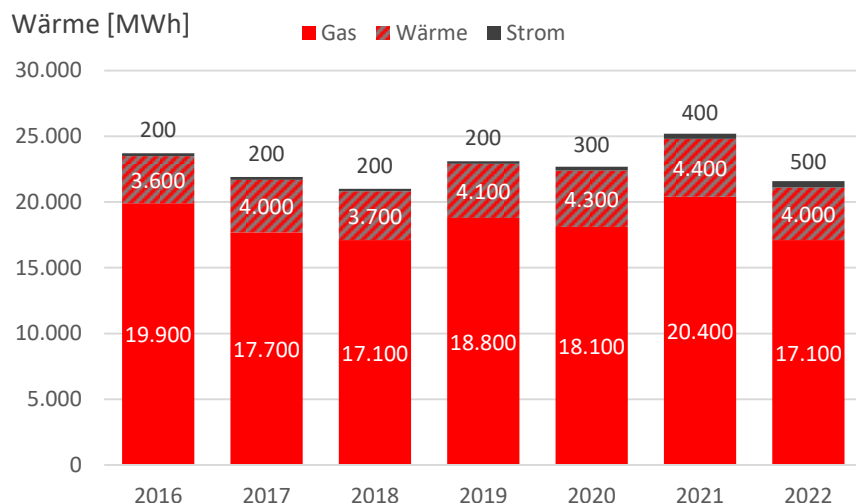


Abb. 4 Endenergieverbrauch für Wärme aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in MWh.

Dagegen war das Jahr 2022 ein sehr warmes Jahr, wodurch die Wärmeverbräuche entsprechend gesunken sind. Der Anteil für Gas liegt 2016 bei ca. 83%, für Wärme bei ca. 15% und für Strom bei ca. 2%. 2022 ist der Anteil der Gasverbräuche gesunken. Dieser liegt für 2022 bei 79%, für Wärme bei 18% und für Strom bei 3%

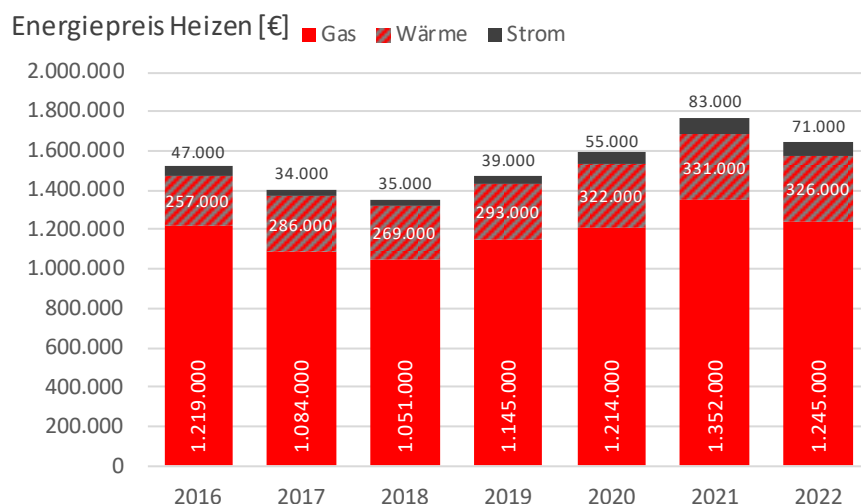


Abb. 5 Endenergiekosten für Wärme aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in €.

Dank der sinkenden Energieverbräuche sind die Energiekosten (Abb. 5) für Wärme für die Stadt Troisdorf von 2016 bis 2018 gefallen. 2019 sind diese durch die höheren Verbräuche

wieder gestiegen. Die Einsparungen 2020 wurden durch die Preiserhöhungen relativiert wodurch die Kosten im gesamten von 2019 bis 2021 gestiegen sind. Im Jahr 2022 sind die Energiekosten für Gas trotz der zusätzlichen CO₂-Steuern auf fossile Brennstoffe aufgrund der milden Witterung gesunken. Auch der Wegfall der EEG Umlage hat zu geringeren Energiekosten für Wärme, bereitgestellt durch Strom, geführt.

Der CO₂-äquivalente Treibhausgasausstoß wurde für Energieträger Gas, (Nah-)Wärme¹, und den deutschen Strommix² ermittelt. Während die Emissionsfaktoren für Gas und Wärme konstant sind, ist der Emissionsfaktor für den deutschen Strommix im Jahr 2022 angestiegen. Die CO₂-Emissionen (Abb. 6) sind im Gesamten von 2016 bis 2022 gesunken. Durch den Verbrauchsanstieg bei Wärme und Strom, sind die Emissionen in den städtischen Gebäuden für die beiden Energieträger angestiegen. Die Emissionen für das Heizen mit Gas sind abhängig vom Verbrauch gesunken.

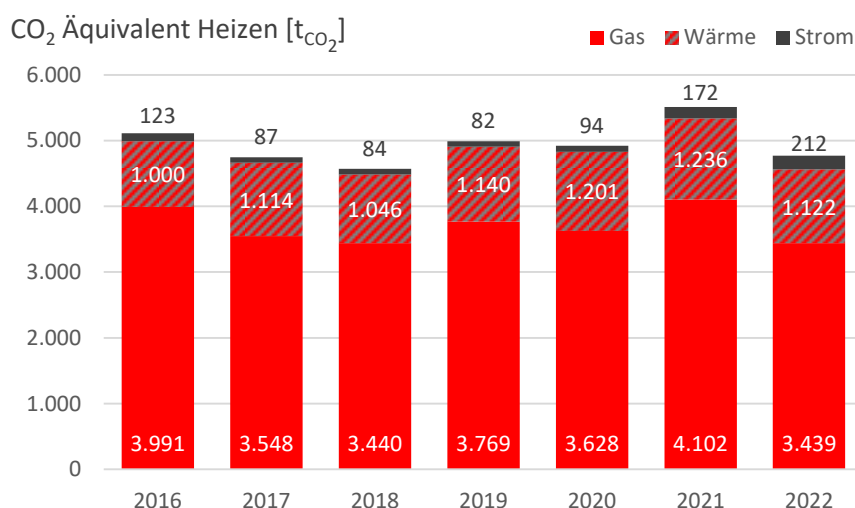


Abb. 6 CO₂ Ausstoß für Wärme aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016-2022 in tCO₂

Da der Endenergieverbrauch für die Beheizung der Gebäude stark von der Witterung des jeweiligen Jahres und der Gebäudegrundfläche abhängig ist, werden die Energieverbräuche mit Hilfe eines Faktors für das jeweilige Jahr witterungsbereinigt³ und in das Verhältnis zur Gebäudegrundfläche gesetzt. Dadurch werden die Endenergieverbräuche untereinander vergleichbar und können somit auch Kennwerten aus der Literatur gegenübergestellt werden.

¹ Informationsblatt CO₂-Faktoren, Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft-Zuschuss; Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle; Eschborn; 30.11.2022

² Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2022; Petra Icha; Dr. Thomas Lauf, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, April 2023

³ MS-Excel-Anwendung; Gradtagzahlen-Deutschland.xlsx; Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU); Darmstadt; 21.06.2023 | <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/#c205> Zugriff 18.07.2023

Auch ein Vergleich mit Gebäuden anderer klimatischer Standorte in Deutschland ist dadurch möglich.

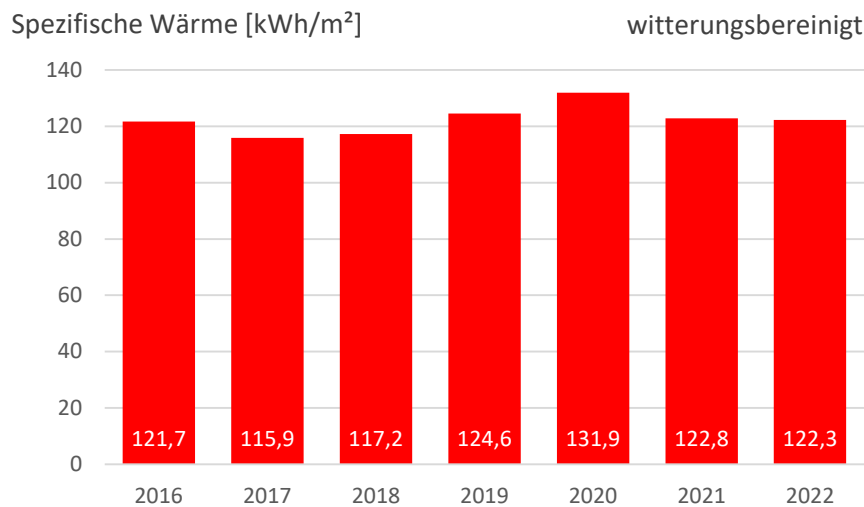


Abb. 7 Flächenspezifischer und witterungsbereinigter Endenergieverbrauch für Wärme aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in kWh/m²

Betrachtet man die witterungsbereinigten Kennwerte für Wärme (Abb. 7), lässt sich erkennen, dass der spezifische Wärmeverbrauch von 2016 bis 2022 mit ca. 120 kWh/m² gleichgeblieben ist. 2017 und 2018 liegt dieser unter 120 kWh/m² und im Jahr 2020 mit 132 kWh/m² etwa 10% über dem Durchschnitt. Da in den darauffolgenden Jahren der Kennwert wieder auf das vorherige Niveau gesunken ist, kann davon ausgegangen werden, dass ein erhöhtes Lüftungsverhalten im Zuge der Covid-19-Pandemie die Heizenergieverbräuche im Jahr 2020 negativ beeinflusst hat.

2.2. Strom

Jahr	Strom Verbrauch [MWh]	Strom Kosten [€]	CO ₂ Ausstoß [tCO ₂]	Kennwert Strom [kWh/m ²]
2016	5.502	1.220.000	2.883	25,1
2017	5.378	1.193.000	2.613	24,4
2018	5.376	1.222.000	2.543	24,3
2019	5.769	1.337.000	2.371	26,0
2020	4.809	1.114.000	1.774	21,6
2021	5.223	1.249.000	2.141	22,9
2022	5.047	957.000	2.190	22,1

Tabelle 4 Energieverbrauch, Energiekosten und CO₂ Ausstoß für Strom der Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022

Betrachtet werden die Stromverbräuche der städtischen Immobilien, für Anlagentechnik wie Lüftungs- und Kälteanlagen, Beleuchtung und der Strom der durch die Nutzenden in den Gebäuden verbraucht wird. Die Stromverbräuche sind von 2016 bis 2022 grundsätzlich gesunken (Abb. 8). Dies lässt sich auf eine kontinuierliche Umrüstung der Beleuchtungstechnik auf LED sowie neue effiziente Elektrogeräte und Elektrotechnik zurückführen. Im Jahr 2019 gab es einen Anstieg der Energieverbräuche, 2020 sanken diese auf einen Tiefstwert. Gegenteilig zum Anstieg des Wärmeverbrauchs 2020, lässt sich der niedrigere Stromverbrauch auf den Lockdown im Zuge der Covid-19-Pandemie zurückführen. Die Gebäude wurden weniger genutzt, wodurch der Stromverbrauch gesunken ist.

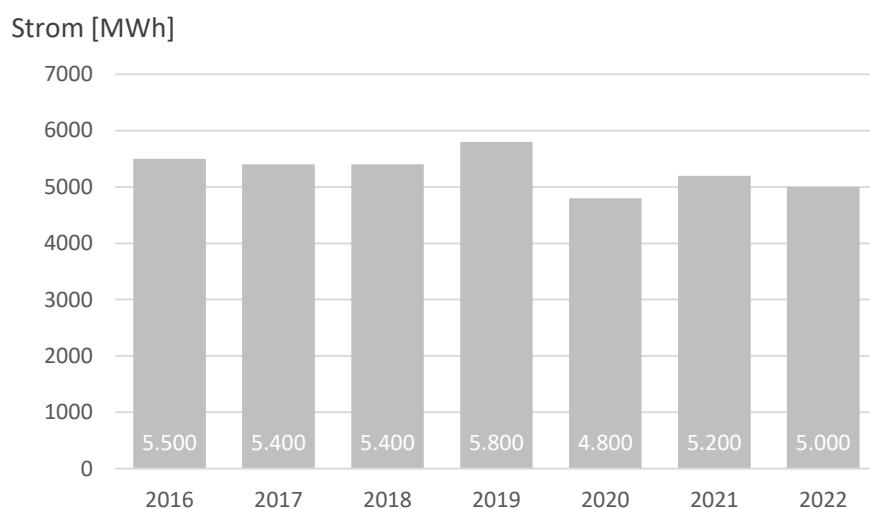


Abb. 8 Endenergieverbrauch für Strom aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in MWh.

Die Kosten für Strom bleiben von 2016 bis 2021 durch den stetigen Anstieg des Arbeitspreises trotz des sinkenden Verbrauchs gleich (Abb. 9). Sie liegen jährlich bei etwa 1.250.000 € für alle städtischen Gebäude. Nur in den Jahren 2019 und 2020 steigen und sinken die Stromkosten äquivalent zum Stromverbrauch. Erst die Einstellung der EEG-Umlage 2022 lässt die Stromkosten auf deutlich unter 1.000.000 €/a sinken.

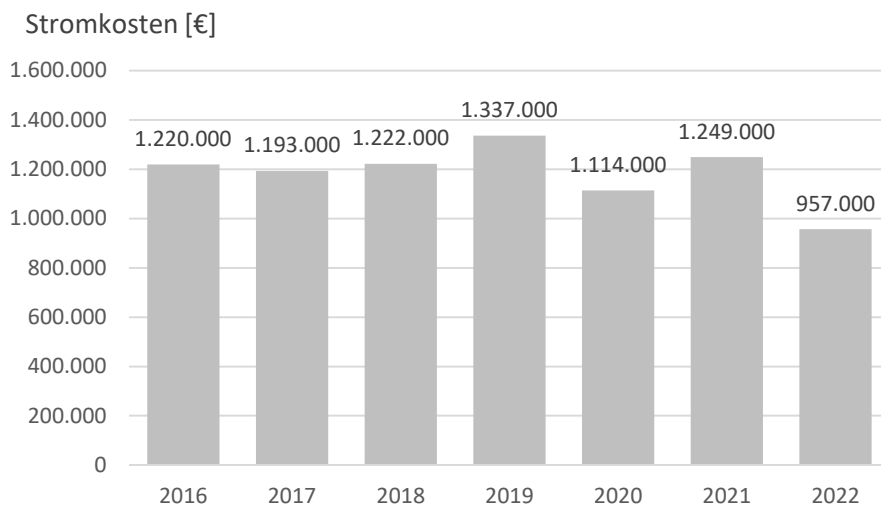


Abb. 9 Energiekosten für Strom aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in €

Die CO₂-äquivalenten Emissionen für den verbrauchten Strom der städtischen Gebäude sinken von 2016 bis 2022 (Abb. 10). Dies ist neben dem generell gesunkenen Stromverbrauch auch auf den stetig steigenden Anteil an erneuerbaren Energien im deutschen Strommix zurück zu führen. Zwar ist der Stromverbrauch 2022 gegenüber 2021 um 4% gesunken, der CO₂-Ausstoß jedoch um 2% gestiegen. Durch die Energiekrise und den Atomausstieg im Jahr 2022 wurde der Strom vermehrt durch fossile Energieträger produziert, was einen Anstieg des CO₂-Ausstoßes zur Folge hatte.

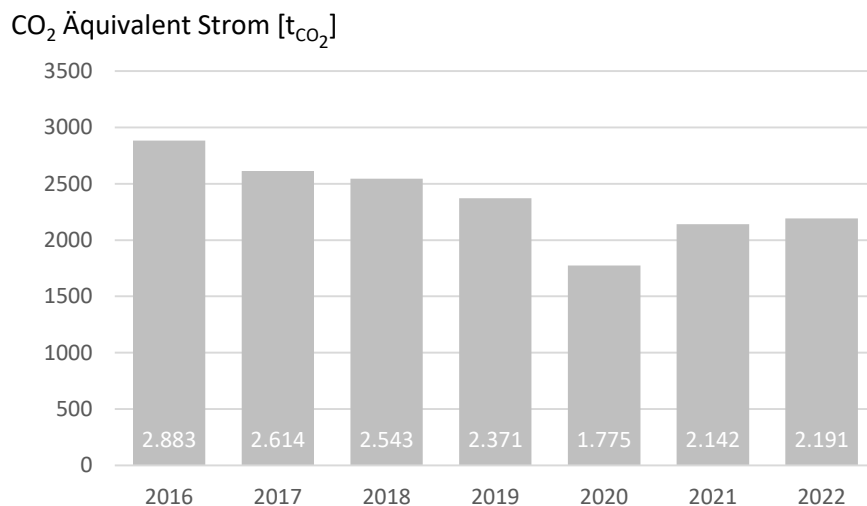


Abb. 10 CO₂ Ausstoß für Strom aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016-2022 in t_{CO₂}

spezifischer Stromverbrauch [kWh/m²]

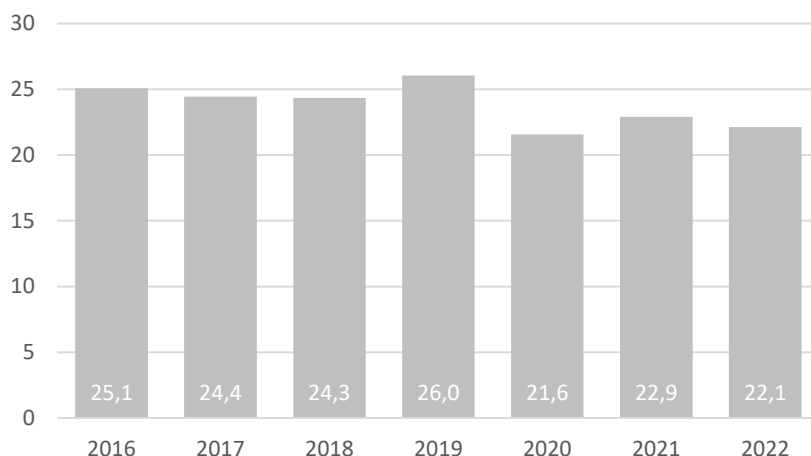


Abb. 11 Flächenspezifischer Endenergieverbrauch für Strom aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in kWh/m².

Auch der flächengewichtete Endenergieverbrauch (Abb. 11) für Strom ist gesunken und verhält sich, trotz Flächenzunahme, äquivalent zum absoluten Stromverbrauch.

2.3. Wasser

Jahr	Wasserverbrauch	Wasserkosten	Abwasserkosten	Kennwert Wasser
	[m ³]	[€]	[€]	[l/m ²]
2016	70.500	124.513	256.009	321
2017	71.300	125.924	258.910	324
2018	80.900	142.781	293.569	366
2019	80.500	142.186	292.344	363
2020	86.300	152.316	286.429	387
2021	72.400	127.904	240.521	318
2022	81.000	142.953	288.254	355

Tabelle 5 Wasserverbrauch, Wasser- und Abwasserkosten der Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022

Der Wasserverbrauch ist von 2016 bis 2022 um 15% angestiegen (Abb. 12). Der Anstieg des gesamten Wasserverbrauchs hängt mit der zunehmenden Zahl der kommunalen Gebäude zusammen. Der höchste Wasserverbrauch lag im Jahr 2020 bei knapp 86.000 m³. Auch hier wird der Verbrauch wahrscheinlich durch die Covid-19-Pandemie beeinflusst, da in dieser Zeit verstärkt auf Handhygiene geachtet wurde.

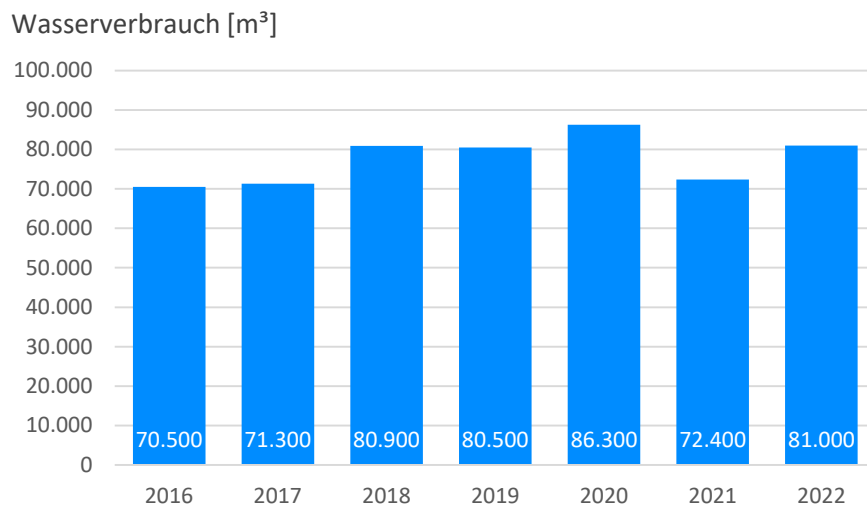


Abb. 12 Wasserverbrauch aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in m³.

Die Wasserkosten (Abb. 13) sind von 2016 von jährlich 125.000 € auf etwa 145.000 € im Jahr 2022 gestiegen. Das ist ein Anstieg von ca. 15%. Die Abwasserkosten stiegen aufgrund der Preissenkungen beim Abwasser von 256.000 € auf 288.000 € nur um 12,5%.

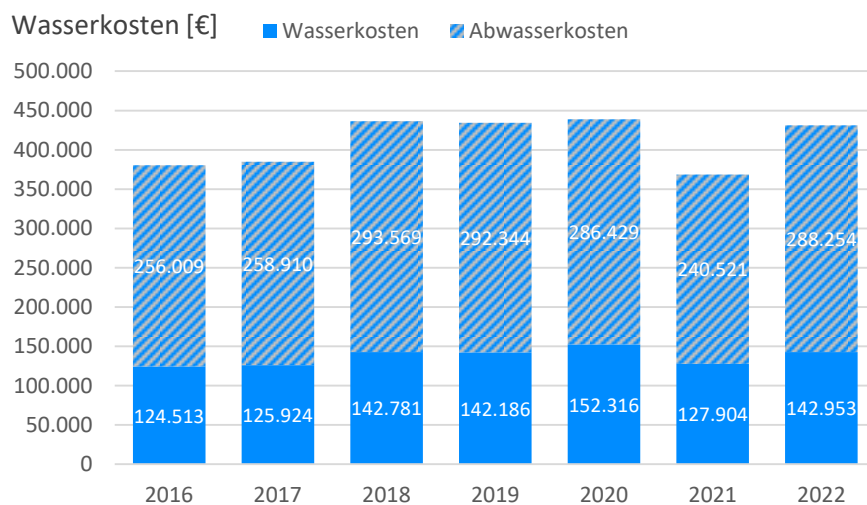


Abb. 13 Wasser- und Abwasserkosten aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in €

Der flächenbereinigte Kennwert (Abb. 14) wird in l/m² angegeben. Durch Einbezug der gestiegenen Grundfläche zeigt sich, dass der Wasserverbrauch flächengewichtet nur um 10% angestiegen ist. Auch hier ist der Mehrverbrauch im Jahr 2020 zu erkennen.

spezifischer Wasserverbrauch [l/m²]

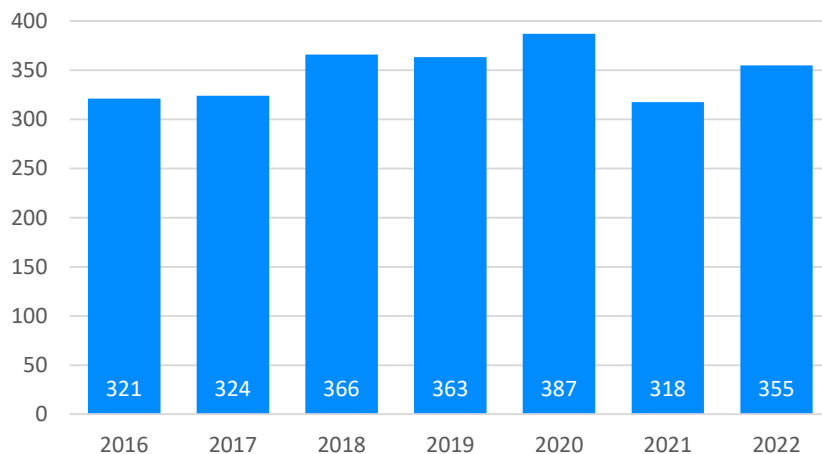


Abb. 14 Spezifischer Wasserverbrauch aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in l/m².

2.4. Solarstrom

Auf vielen städtischen Dächern sind bereits Solarstromanlagen installiert. Viele dieser Anlagen wurden bereits 2009 und 2010 von der Stadt Solar Troisdorf eG installiert, die die Dachflächen dafür gepachtet hat. Auch die Stadt Troisdorf betreibt eigene Solarstromanlagen, die den Solarstrom in der Regel voll ins Stromnetz einspeisen. Die Anlagen wurden auf Schulen, Kitas, Sporthallen, aber auch Feuerwehrhäusern installiert. Betrachtet wird nur der erzeugte Solarstrom der eigenen städtischen Anlagen, nicht der Solarstromanlagen der verpachteten Dachflächen. Dieser kann dem städtischen Stromverbrauch nicht angerechnet werden.

Strom [MWh]

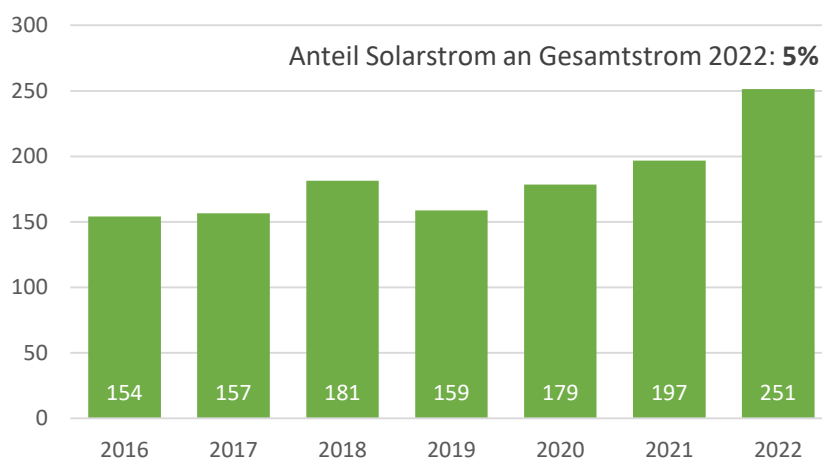


Abb. 15 Solarstromerzeugung aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022

Die große Solarstromanlage auf der Stadthalle, dient primär der Eigenstromnutzung. Mitte 2021 wurden zehn städtische Kitas mit kleineren Solarstromanlagen mit einer Leistung von jeweils ca. 8 kWp ausgerüstet. Der erzeugte Solarstrom wird direkt im Gebäude genutzt, wodurch für die Gebäude weniger Strom dazu gekauft werden muss. Auch das neue Verwaltungsgebäude an der Kaiserstr. besitzt eine Solarstromanlage zur Eigenstromnutzung.

Von 2016 bis 2020 ist der Solarstromertrag mit etwa 160 MWh auf gleichbleibendem Niveau (Abb. 15). Durch den Ausbau der Solarstromanlagen auf den städtischen Kitas steigt der Ertrag ab 2021 bis 2022 auf 251 MWh. Das ist ein Zuwachs gegenüber 2016 von über 60%.

3. Verbräuche 2022 nach Gebäudekategorie

Neben der Gegenüberstellung der Gesamtverbräuche für die Jahre 2016 bis 2022 werden Energie- und Wasserverbräuche für das Jahr 2022 detaillierter betrachtet. Dazu werden die Gebäude nach ihrer Nutzung in Kategorien aufgeteilt und für die einzelnen Kategorien die Kennwerte ermittelt.

Die Kennwerte werden mit den Vergleichswerten aus der VDI 3807 Blatt 2 von 2014 verglichen. Die Vergleichswerte aus der Norm werden dafür in Mittelwert und Richtwert über alle untersuchten Gebäude aufgeteilt und stammen aus einer empirischen Datenerhebung über eine Vielzahl an Gebäuden der jeweiligen Gebäudekategorie in Deutschland. Der Mittelwert bezeichnet sich dabei als Modalwert über alle untersuchten Gebäude einer Kategorie, der Richtwert als unterer Quartilsmittelwert. Da es sich bei den Vergleichswerten der Norm um real gemessene Verbräuche handelt, sind die Werte nicht mit den Grenzwerten des Gebäude-Energie-Gesetzes (GEG) zu vergleichen.

Die Gebäude werden in ihre jeweilige Nutzungskategorie eingeteilt, da die unterschiedlichen Nutzungen nicht grundsätzlich miteinander vergleichbar sind.

Die Bewertung erfolgt nach Tabelle 34 der VDI 3807 Blatt 2:

Bewertung	Kennwert (Istwert)
sehr gut	$\leq$ Richtwert
gut	$>$ Richtwert $\leq$ Mittelwert
befriedigend	$>$ Mittelwert und $\leq 1,25 \times$ Mittelwert
Schlecht	$> 1,25 \times$ Mittelwert

Tabelle 6: Bewertung von Gebäuden nach Kennwert der VDI 3807⁴

Ein niedrigerer Kennwert einer Gebäudekategorie gegenüber einer anderen Gebäudekategorie bedeutet nicht automatisch, dass die Kennwerte besser bewertet werden. Durch die unterschiedlichen Nutzungsanforderungen ist beispielsweise ein hoher Wasserverbrauch kennzeichnend für eine Bestimmte Gebäudegruppe (z.B. Bewässerung auf Friedhöfen) oder ein höherer Stromverbrauch aufgrund von durchgehender Gebäudenutzung Tag und Nacht (Asyl- und Obdachlosenunterkünfte).

⁴ VDI 3807 Blatt 2, *Verbrauchskennwerte für Gebäude – Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser*, Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf, 2014

3.1. Wärme

In den städtischen Schulen wird 46% der gesamten Endenergie für Heizen verbraucht (Abb. 16). 13% entfallen auf die Sporthallen und etwa 10% auf die städtischen Verwaltungsgebäude. In den städtisch betriebenen Asyl- und Obdachlosenunterkünften wird etwa 8% der Gesamtwärme und in den Kindertagesstätten etwa 7% verbraucht. Die Bürgerhäuser, Mehrzweckhallen und Feuerwehrhäuser verbrauchen jeweils etwa 2-4% der Gesamtwärme. Insgesamt ca. 8% entfallen auf alle weiteren Gebäude.

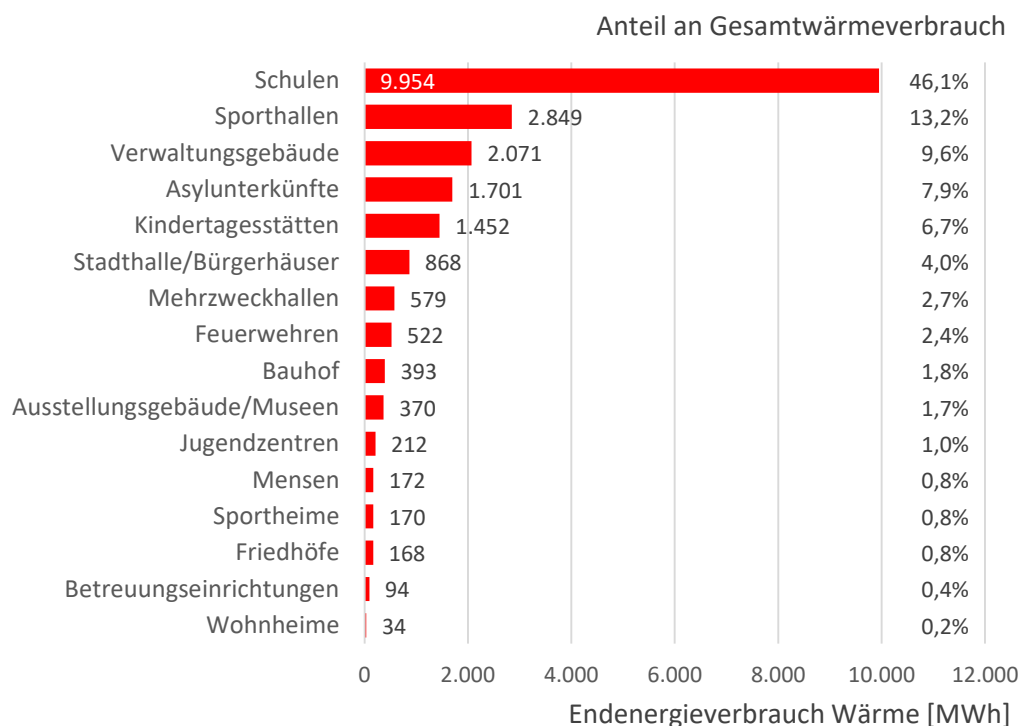


Abb. 16 Endenergieverbrauch für Wärme der Stadt Troisdorf nach Gebäudekategorien in MWh im Jahr 2022.

Bildet man die Kennwerte für die einzelnen Gebäudekategorien kann man erkennen wie viel Heizenergie in der jeweiligen Gebäudekategorie je Quadratmeter Grundfläche verbraucht wird. Dabei wird hier nur ein Mittelwert über alle Gebäude der einzelnen Kategorie betrachtet. Einzelne Gebäude können je Kategorie deutlich effizienter, aber auch deutlich ineffizienter sein.

Bewertet man die Kennwerte der Wärmeverbräuche der einzelnen Gebäudekategorien nach der VDI 3807 (Tabelle 7) so sind die Energieverbräuche überwiegend im guten Bereich. Dagegen schneiden die Jugendzentren am schlechtesten ab. Die Wärmeverbräuche im städtischen Bauhof sind ebenfalls nur als befriedigend zu bewerten. Im Vergleich über alle

Gebäudekategorien sind die Wärmeverbräuche der Troisdorfer Feuerwehrhäuser als sehr gut zu bewerten.

Gebäudekategorie	Verbrauchsdaten			Vergleich		
	Wärme	Fläche	Kennwert	Richtwert	Mittelwert	Bewertung
	[kWh]	[m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	nach VDI 3807
Schulen	9.954.271	117.221	84,9	72	113	gut
Sporthallen	2.849.415	24.729	115,2	80	149	gut
Verwaltungsgebäude	2.070.700	23.138	89,5	69	112	gut
Asylunterkünfte	1.700.508	12.276	138,5	28	333	gut
Kindertagesstätten	1.451.973	16.154	89,9	87	134	gut
Stadthalle/Bürgerhäuser	867.671	7.849	110,5	78	151	gut
Mehrzweckhallen	579.054	4.358	132,9	84	170	gut
Feuerwehren	521.688	7.349	71,0	73	148	sehr gut
Bauhof	393.166	2.993	131,4	66	114	befriedigend
Ausstellungsgebäude/ Museen	370.088	4.592	80,6	43	128	gut
Jugendzentren	211.531	1.351	156,5	54	120	schlecht
Mensen	171.867	1.940	88,6	138	201	sehr gut
Sportheime	170.304	1.524	111,8	47	173	gut
Friedhöfe	167.501	1.743	96,1	76	167	gut
Betreuungseinrichtungen	94.307	1.131	83,4	72	124	gut
Wohnheime	34.123	262	130,4	107	167	gut

Tabelle 7 Kennwerte für den Endenergieverbrauch für Wärme nach Gebäudekategorie der Stadt Troisdorf von 2022 im Vergleich zu den Kennwerten der VDI 3807

Vergleicht man die Wärmeverbrauchskennwerte der städtischen Gebäudekategorien untereinander (Abb. 17) so sind Jugendzentren und Asyl- und Obdachlosenunterkünfte, aber auch der städtische Bauhof und die Mehrzweckhallen auf gleichem Niveau. Im Bereich der Jugendzentren (Lahnstr.) und des Bauhofs finden in kürze Umbau- und Sanierungsmaßnahmen statt, damit die Gebäude zukünftig effizienter werden. Die städtischen Asyl- und Obdachlosenunterkünfte befinden sich in der Regel in unsanierten und temporären Gebäuden, wodurch hier die Effizienz im Bereich Wärme geringer ist.

In den neuen Feuerwehrhäusern, den neuen Kindertagesstätten und auch dem Neubau auf Burg Wissem (Museen) wird die Wärme mittels Wärmepumpen zur Verfügung gestellt. Daher sind die Wärmeverbräuche in diesen Gebäudekategorien durchschnittlich geringer. Auch die den Troisdorfer Schulgebäuden wurden im Laufe der Jahre energetisch ertüchtigt. So verfügen viele Schulgebäude bereits über neue Fenster und nachträglich gedämmte Fassaden.

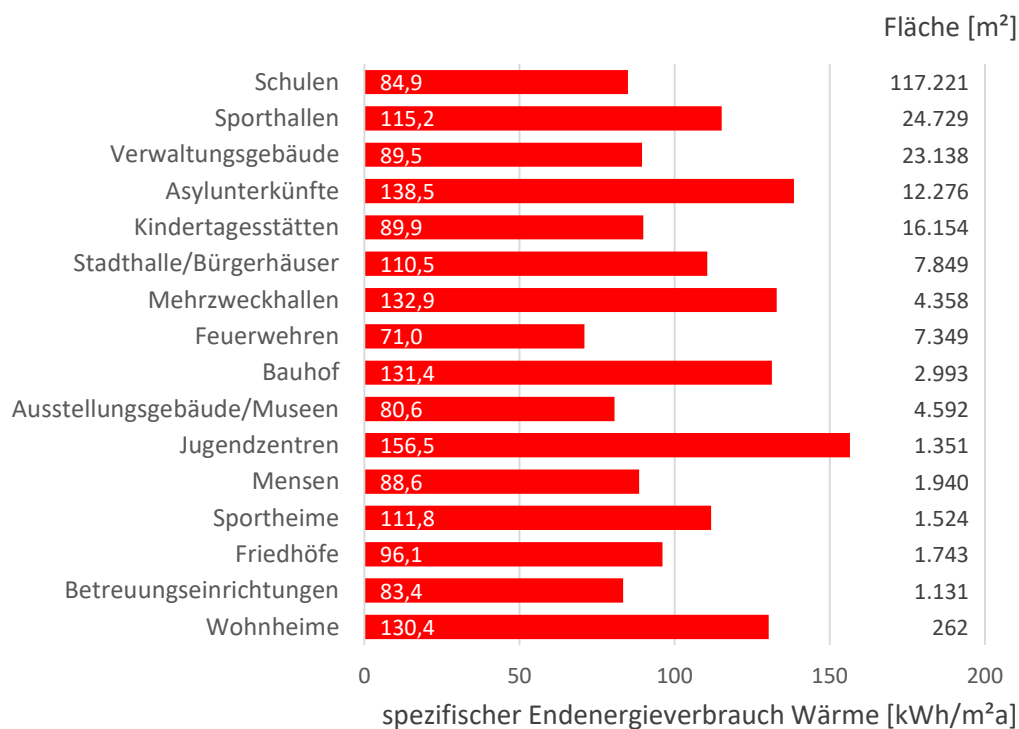


Abb. 17 Flächenspezifischer und witterungsbereinigter Endenergieverbrauch für Wärme nach Gebäudekategorie der Stadt Troisdorf von 2022 in kWh/m²

3.2. Strom

Der Gesamtstromverbrauch der städtischen Gebäude lag 2022 bei ca. 5.047.000 kWh. Davon entfällt mehr als 80% des Verbrauchs auf fünf Gebäudekategorien (Abb. 18): Schulgebäude (28%), Verwaltungsgebäude (20%), Sporthallen (16%), Asyl- und Obdachlosenunterkünfte (10%) und Kindertagesstätten (7%). Die restlichen ca. 20% des Stromverbrauchs werden in den übrigen Gebäudekategorien verbraucht.

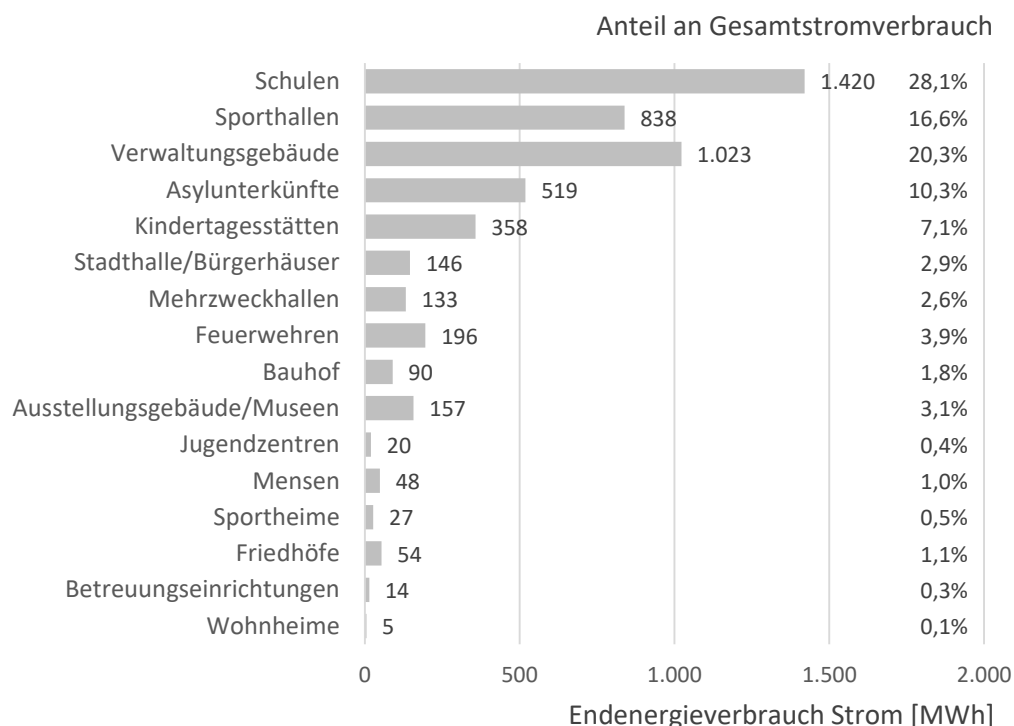


Abb. 18 Endenergieverbrauch für Strom der Stadt Troisdorf nach Gebäudekategorien in MWh im Jahr 2022.

Die Kennwerte der einzelnen Gebäudekategorien für den Stromverbrauch zeigen (Tabelle 8), dass die Kennwerte für sechs Kategorien nach der VDI 3807 als schlecht zu bewerten sind. In drei Kategorien sind diese befriedigend und in fünf Kategorien gut.

Ein Grund für die schlechte Einordnung kann eine veraltete Anlagentechnik sein wie beispielsweise ältere wenig effiziente Lüftungsanlagen oder Beleuchtungsanlagen, die noch nicht auf LED-Technik umgerüstet sind. Im Jahr 2023 sollen in mehreren Sporthallen die RLT-Anlagen erneuert und der städtische Bauhof saniert werden.

Gebäudekategorie	Verbrauchsdaten			Vergleich		
	Strom	Fläche	Verbrauch	Richtwert	Mittelwert	Bewertung nach VDI 3807
	[kWh]	[m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	[kWh/m ²]	
Schulen	1.420.434	117.221	12,1	6	9	schlecht
Sporthallen	838.416	24.729	33,9	10	22	schlecht
Verwaltungsgebäude	1.022.545	23.138	44,2	12	21	schlecht
Asylunterkünfte	518.678	12.276	42,3	21	46	gut
Kindertagesstätten	357.859	16.154	22,2	12	24	gut
Stadthalle/Bürgerhäuser	146.058	7.849	18,6	13	20	gut
Mehrzweckhallen	132.766	4.358	30,5	11	21	schlecht
Feuerwehren	195.732	7.349	26,6	7	12	schlecht
Bauhof	89.797	2.993	30,0	7	8	schlecht
Ausstellungsgebäude/ Museen	157.467	4.592	34,3	6	13	schlecht
Jugendzentren	19.625	1.351	14,5	9	18	gut
Mensen	48.220	1.940	24,8	59	136	sehr gut
Sportheime	27.234	1.524	17,9	7	17	befriedigend
Friedhöfe	54.027	1.743	31,0	12	25	befriedigend
Betreuungseinrichtungen	14.150	1.131	12,5	7	13	gut
Wohnheime	4.938	262	18,9	12	16	befriedigend

Tabelle 8 Kennwerte für den Endenergieverbrauch für Strom nach Gebäudekategorie der Stadt Troisdorf von 2022 im Vergleich zu den Kennwerten der VDI 3807

Abb. 19 zeigt in welchen Gebäuden flächenbezogen am meisten Strom verbraucht wird. Dabei zeigt sich, dass die Verwaltungsgebäude mit 44,2 kWh/m², gefolgt von den Asylunterkünften mit 42,3 kWh/m² den meisten Strom verbrauchen. Im Vergleich zu den Gebäuden der anderen Kategorien liegen die Sporthallen, Mehrzweckhallen, Museen und der Bauhof mit einem Stromverbrauch von ca. 30 kWh/m² im mittleren Bereich. Die Schulgebäude haben den niedrigsten Verbrauch je Quadratmeter (12,1 kWh/m²).

Die höchsten Stromverbräuche erzielen die Gebäude mit aufwendiger technischer Gebäudeausrüstung. So sind die städtischen Verwaltungsgebäude, Sport- und Mehrzweckhallen, aber auch das Museum auf Burg Wissem mit einer RLT-Anlage und Gebäudeleittechnik ausgestattet. Zum Teil werden die Gebäude zusätzlich gekühlt.

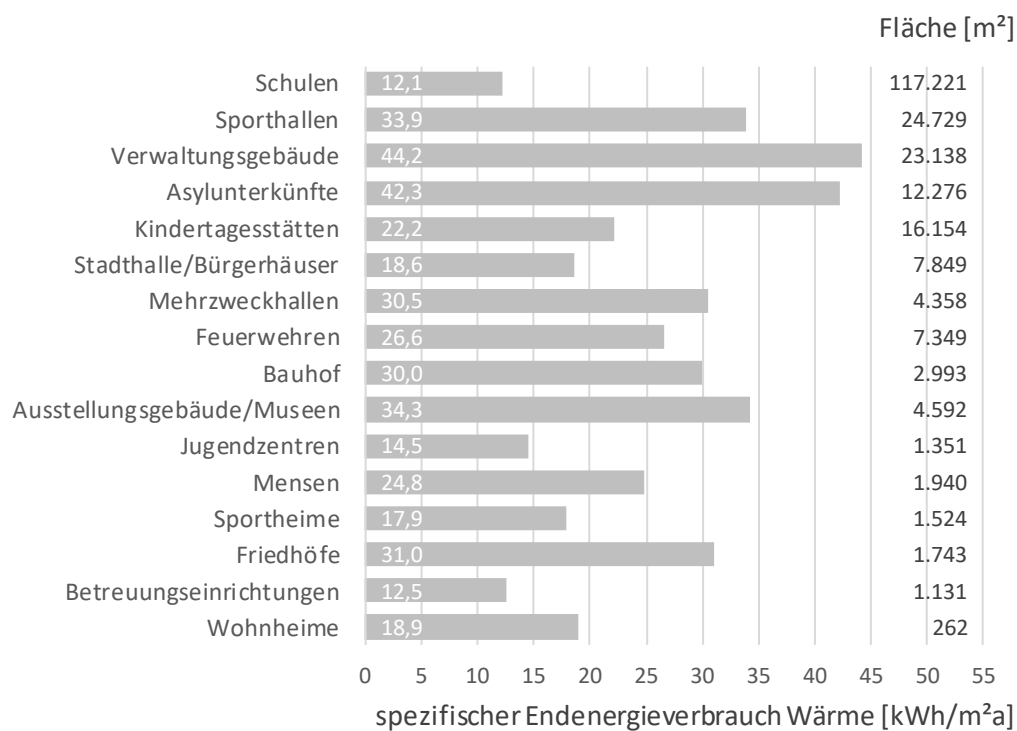


Abb. 19 Flächenspezifischer Stromverbrauch nach Gebäudekategorie der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in kWh/m²

3.3. Wasser

Der Wasserverbrauch in den städtischen Gebäuden lag 2022 bei insgesamt 81.000 m³ Wasser. Dabei entfällt der größte Anteil (Abb. 20) auf die Asyl- und Obdachlosenunterkünfte (27,4%), gefolgt vom städtischen Bauhof (22,3%) und den Schulen mit einem Anteil von 19,2%. Die Kindertagesstätten liegen mit 9,4% im Mittelfeld. Sporthallen (5,1%), Verwaltungsgebäude (5,0%) sowie die Friedhöfe schließen sich dem an.

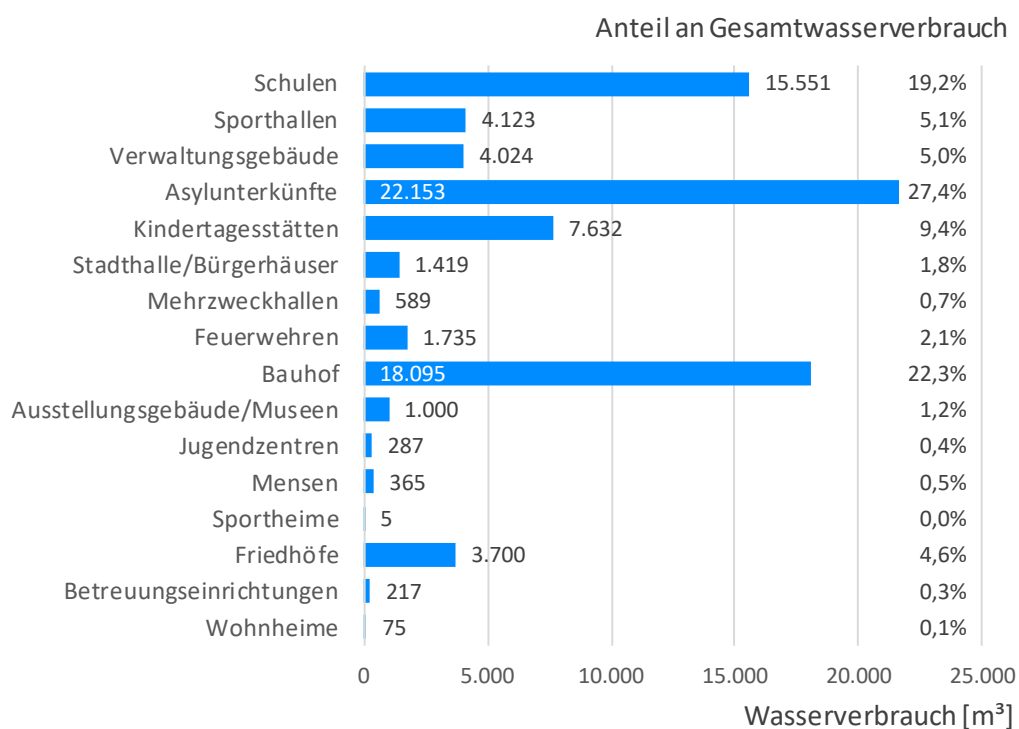


Abb. 20 Verbrauch für Wasser der Stadt Troisdorf nach Gebäudekategorien in m³ im Jahr 2022.

Die Kennwerte für den Wasserverbrauch werden in Litern je Quadratmeter Nutzfläche angegeben. Im Vergleich (Tabelle 9) mit den Kennwerten sind die Wasserverbräuche der Gebäude der drei Kategorien Mensen, Sportheime und Betreuungseinrichtungen sehr gut. In sechs Gebäudekategorien sind die Verbräuche gut (Sporthallen, Verwaltungsgebäude, Mehrzweckhallen, Feuerwehren, Friedhöfe und Wohnheime). Für die Schulen, Kindertagesstätten und Jugendzentren sind die Wasserverbräuche als befriedigend einzustufen. Als schlecht bewertet werden die Wasserverbräuche für vier Gebäudekategorien: die Asyl- und Obdachlosenunterkünfte, den Bauhof, die Feuerwehren und die Museen.

Gebäudekategorie	Verbrauchsdaten			Vergleich		
	Wasser	Fläche	Verbrauch	Richtwert	Mittelwert	Bewertung nach VDI 3807
	[m³]	[m²]	[l/m²]	[l/m²]	[l/m²]	
Schulen	15.551	117.221	133	70	116	befriedigend
Sporthallen	4.123	24.729	167	96	170	gut
Verwaltungsgebäude	4.024	23.138	174	93	184	gut
Asylunterkünfte	22.153	12.276	1.805	372	1.159	schlecht
Kindertagesstätten	7.632	16.154	472	281	415	befriedigend
Stadthalle/Bürgerhäuser	1.419	7.849	181	59	216	gut
Mehrzweckhallen	589	4.358	135	112	241	gut
Feuerwehren	1.735	7.349	236	45	83	schlecht
Bauhof	18.095	2.993	6.046	123	178	schlecht
Ausstellungsgebäude/ Museen	1.000	4.592	218	41	51	schlecht
Jugendzentren	287	1.351	212	74	184	befriedigend
Mensen	365	1.940	188	731	916	sehr gut
Sportheime	5	1.524	3	269	606	sehr gut
Friedhöfe	3.700	1.743	2.123	1.065	2.392	gut
Betreuungseinrichtungen	217	1.131	192	202	222	sehr gut
Wohnheime	75	262	287	154	412	gut

Tabelle 9 Kennwerte für den Wasserverbrauch nach Gebäudekategorie der Stadt Troisdorf von 2022 im Vergleich zu den Kennwerten der VDI 3807

Beim städtischen Bauhof wurde im Zuge der Analysen ein Rohrbruch festgestellt, wodurch die Verbräuche ab dem Jahr 2023 wieder sinken werden. An das Museum auf Burg Wissem ist eine vielfach genutzte öffentliche Wasserspielanlage angeschlossen, die erst seit Ende 2022 mit einem separaten Wasserzähler ausgestattet ist. Diese Verbräuche können erst zukünftig heraus gerechnet werden. Im Bereich der Unterkünfte, ist der Mehrverbrauch mit dem Nutzungsverhalten zu erläutern.

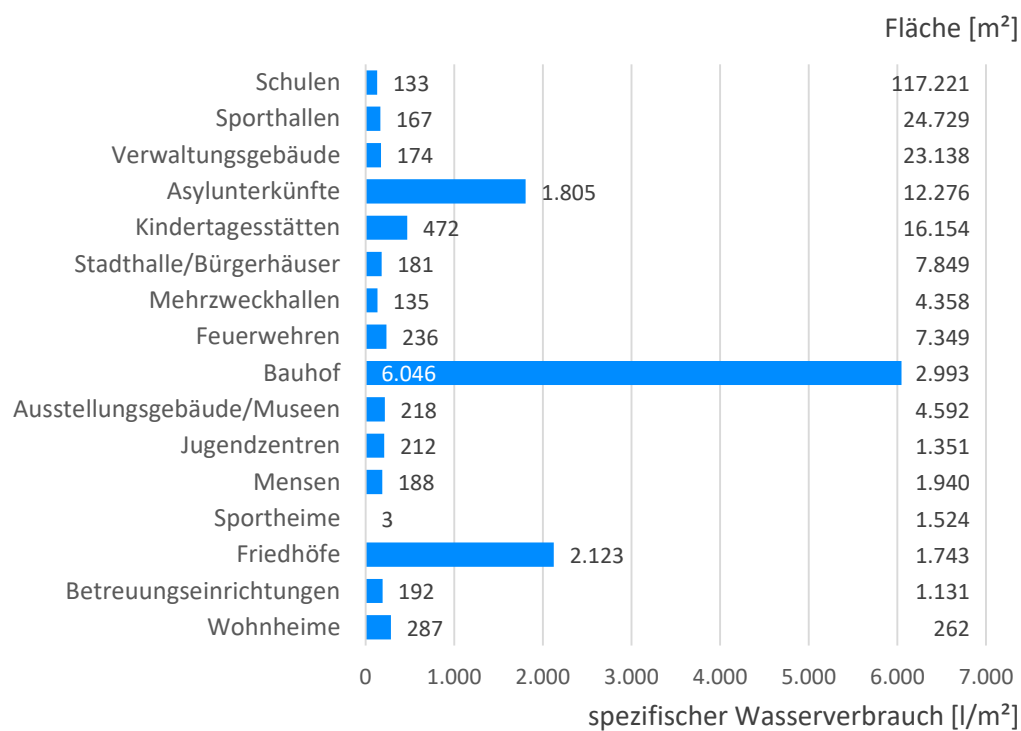


Abb. 21 Flächenspezifischer Wasserverbrauch nach Gebäudekategorie der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in l/m²

3.4. Solarstrom

Im Jahr 2022 wurden insgesamt 251.000 kWh Solarstrom erzeugt, der durch Einspeisung oder Eigenverbrauch den städtischen Liegenschaften zu Gute kommt.

Den größten Ertrag bringt die Solarstromanlage auf der Stadthalle (Abb. 22). Ihr Anteil am Gesamtertrag beträgt 44,3%. Insgesamt elf Solarstromerzeugungsanlagen befinden sich auf den Dächern städtischer Kindertagesstätten. Diese Anlagen produzieren einen Anteil von über 40% des gesamten Solarstroms. An einer der Troisdorfer Schulen sowie einer städtischen Sporthalle betreibt die Stadt eigene Photovoltaikanlagen. Die Anlage auf dem neuen Verwaltungsgebäude an der Kaiserstr. ist er im Laufe des Jahres 2022 in Betrieb gegangen. Neben der Solarstromanlage auf dem Feuerwehrgerätehaus in Spich, wird 2023 auf dem neuen Feuerwehrgerätehaus in Friedrich-Wilhelms-Hütte die erste Solarstromanlage mit Batteriespeicher in Betrieb gehen.

Im Jahr 2022 war die Solarstromanlage auf der Burg Wissem wegen diversen Defekten nicht in Betrieb, wodurch diese nicht in der Aufstellung für 2022 einfließt. Die Anlage läuft seit Mai 2023 wieder.

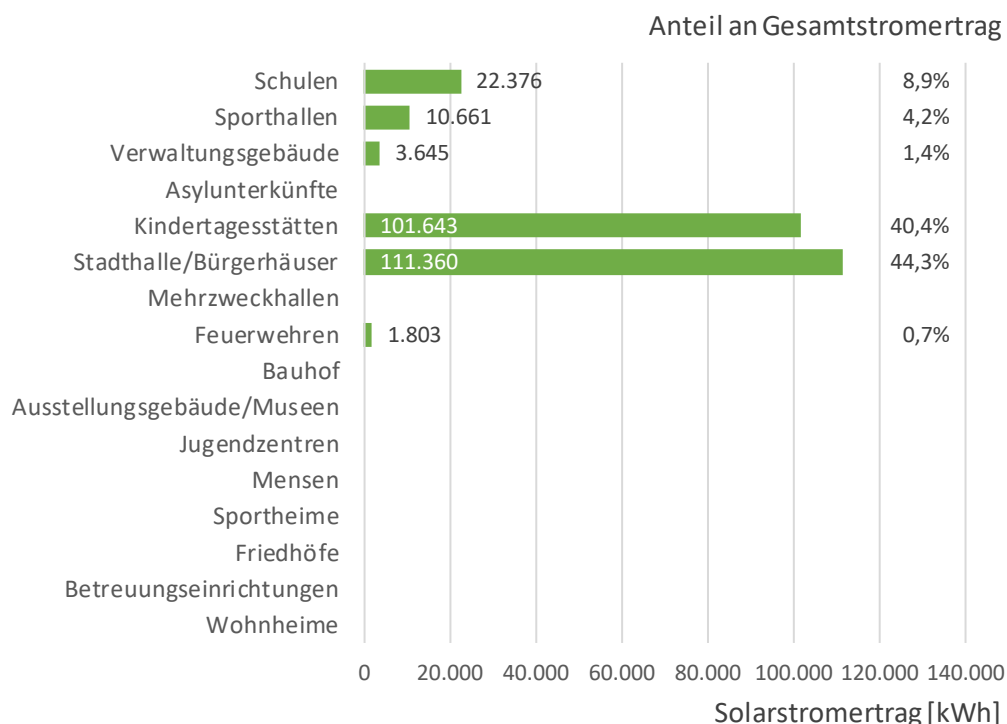


Abb. 22 Solarstromerzeugung der Stadt Troisdorf nach Gebäudekategorien in MWh im Jahr 2021.

4. Detaillierte Betrachtung einzelner Gebäude

4.1. Rathaus u. Verwaltungsgebäude Kaiserstr.

Die Verwaltung der Stadt Troisdorf verteilt sich seit der Inbetriebnahme des neuen Verwaltungsgebäudes an der Kaiserstr. im Jahr 2022 hauptsächlich auf zwei Standorte. Dabei unterscheiden sich die beiden Gebäude nicht nur in ihrem Baualter und ihrer Größe, sondern auch in ihrer Gebäudetechnik und damit einhergehend in ihrer Energieeffizienz. Das neue Verwaltungsgebäude wurde auf einigen Geschossen erst im Laufe des Jahres 2022 bezogen und stand teil- und zeitweise noch leer.

Das Rathaus (Baujahr 1979) hat eine Nutzfläche von 15.561 m² und das Verwaltungsgebäude Kaiserstr. (Baujahr 2021) eine Nutzfläche von 4.349 m². Beide Gebäude erstrecken sich über sieben Geschosse.

Für das Rathaus besteht ein Wärmecontracting mit den Stadtwerken Troisdorf. Das Gebäude wird über zwei Gas-Brennwert Kessel und mehreren kleine Luft-Wasser Wärmepumpen beheizt. Das Gebäude wird über eine Zu- und Abluftanlage belüftet. Zwei der drei Sitzungssäle werden zusätzlich gekühlt. Die Wärmeübergabe erfolgt über ein Einrohrheizsystem über Heizkörper in den Büroräumen und die RLT-Anlage. Die Beleuchtung besteht zum Großteil aus Lampen mit Leuchtstoffröhren. Die sanitären Anlagen befinden sich im dem Baujahr entsprechenden Zustand und wurden im Zuge von regulären Instandhaltungsarbeiten erneuert.

Das Verwaltungsgebäude Kaiserstr. wird über zwei reversible Wärmepumpen mittels Geothermie beheizt. Die Wärmeübergabe erfolgt über eine Flächenheizung in den Böden des Gebäudes und die RLT Anlage. Die Belüftung erfolgt über eine Zu- und Abluftanlage in den Bürobereichen. Gekühlt wird das Gebäude im Sommer über die Wärmepumpen mit einer zusätzlichen Kompressionskältemaschine. Auf dem Dach befindet sich eine Solarstromanlage, welche erst im Jahr 2022 in Betrieb genommen wurde. Daher kann der Ertrag noch nicht final in die Auswertung einfließen. Im neuen Verwaltungsgebäude kann der Stromverbrauch für die Gebäudetechnik aufgrund der detaillierten Zählerinfrastruktur separat ausgewiesen werden.

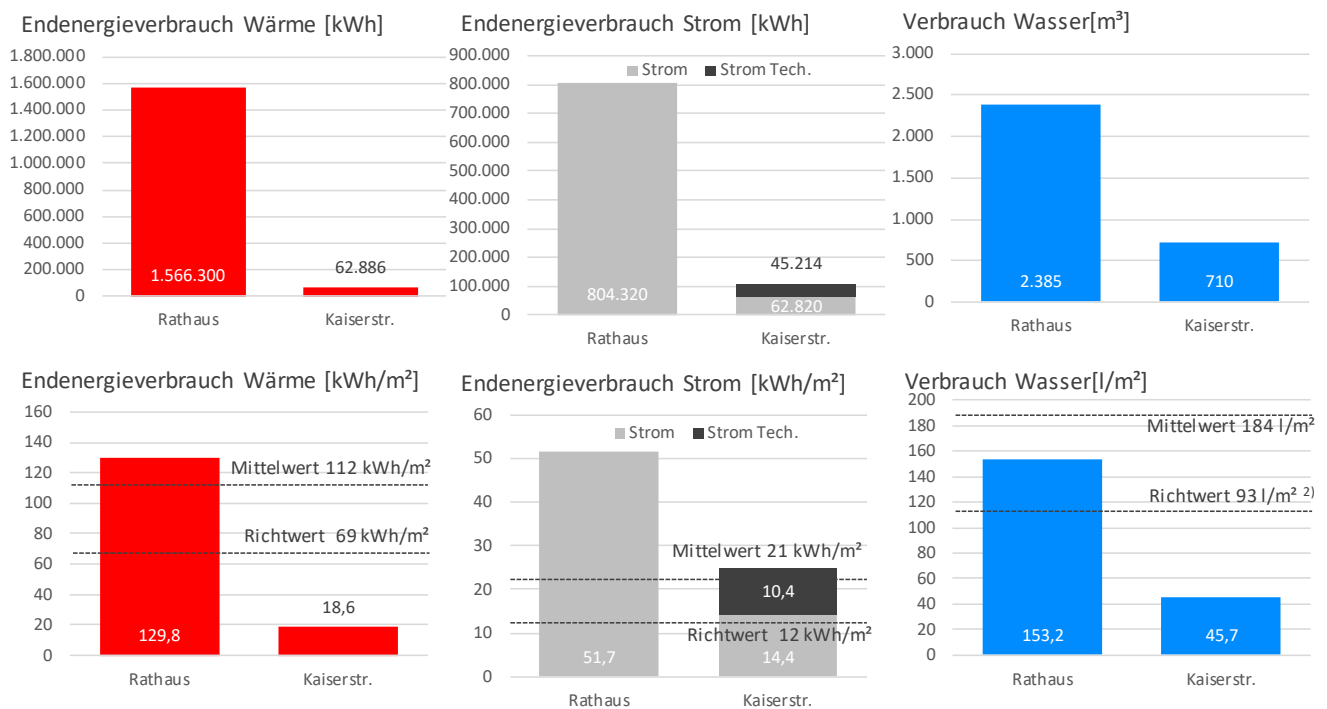


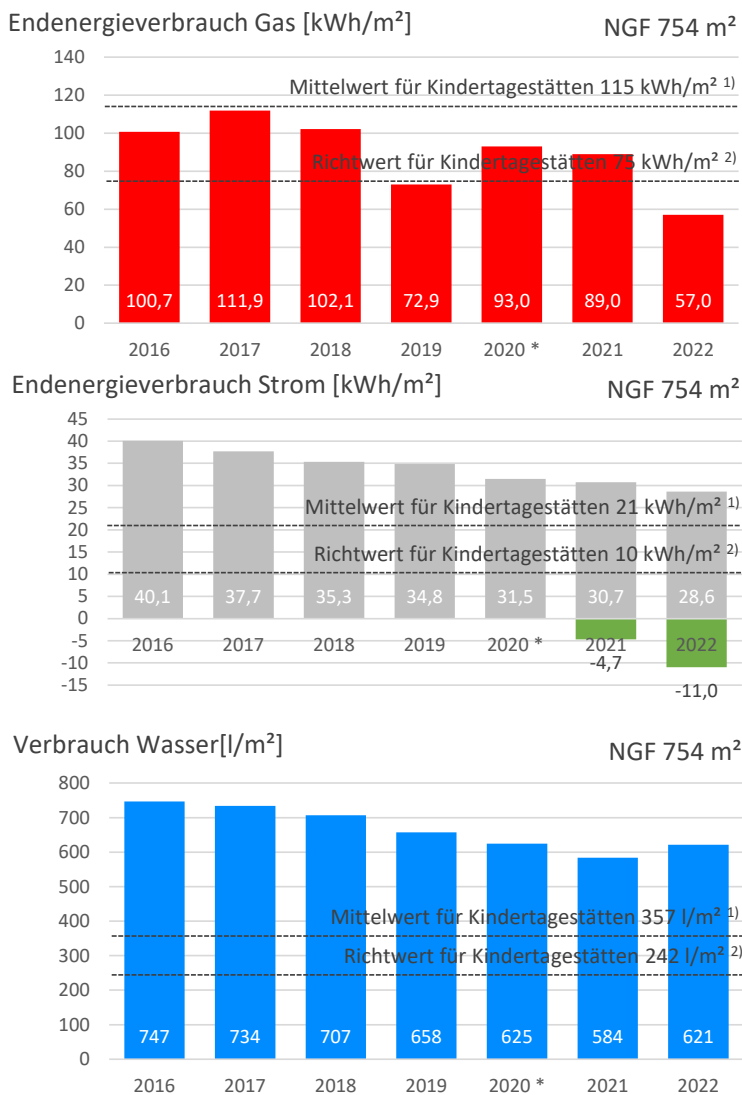
Abb. 23 Gegenüberstellung der Endenergie- und Wasserverbräuche der beiden Hauptstandorte der Verwaltung der Stadt Troisdorf für das Jahr 2022.

Die Absoluten Endenergie- und Wasserverbräuche des Rathauses liegen deutlich über den Verbräuchen des neuen Verwaltungsgebäudes. Grund dafür ist primär die Nutzfläche des Rathauses, die etwa viermal größer als die des Verwaltungsgebäudes ist. Auch die Anzahl der Personen die das Gebäude nutzen, ist deutlich geringer gegenüber dem Rathaus. Der Vergleich der Kennwerte macht deutlich, dass die bereinigten Verbräuche des Rathauses etwa 80% über dem des neuen Verwaltungsgebäudes liegen. Nach Bewertung der VDI 3807 ist der Kennwert des Rathauses nur als befriedigend einzustufen. Dagegen ist der bereinigte Endenergieverbrauch für Wärme im neuen Verwaltungsgebäude sehr gut. Für den Endenergiekennwert für Strom fällt der Unterschied geringer aus. Hier liegt der Wert des Rathauses ca. 50% über dem Kennwert des neuen Verwaltungsgebäudes. Das Rathaus überschreitet den Mittelwert um mehr als 25% und ist als schlecht einzuordnen, das neue Verwaltungsgebäude nur um 18% und ist damit als befriedigend einzuordnen. Zum einen liegt das im Rathaus an der veralteten Gebäudetechnik und im neuen Verwaltungsgebäude an der komplexeren Gebäudetechnik. Die Kennwerte für den Wasserverbrauch ist im Rathaus mit 153 l/m² gut, für das neue Verwaltungsgebäude mit 45 l/m² sehr gut. Beeinflusst wird der Wasserverbrauch durch wassersparende Sanitärtechnik im neuen Gebäude, aber auch noch durch den teilweisen Leerstand 2022.

Der Vergleich der beiden Standorte zeigt, dass ein Gebäude nach dem neusten Standard deutlich effizienter gegenüber einem Bestandsgebäude aus den späten 1970er Jahren ist, und somit deutlich Emissionen und Kosten einspart.

4.2. Kita Daimlerstr. Friedrich-Wilhelms-Hütte

Sukzessive wird die energetische Sanierung der städtischen Bestandsliegenschaften vorangetrieben. Das Beispiel der Kindertagesstätte in der Daimlerstraße in Friedrich-Wilhelms-Hütte zeigt, wie sich die einzelnen Maßnahmen über die Jahre auf den Energieverbrauch auswirken.



* Der Gasverbrauch für 2020 ist durch erhöhtes Lüftungsverhalten deutlich angestiegen. Der Strom- und Wasserverbrauch ist durch den Lockdown gesunken.

1) Modalwert nach VDI 3807 als Verbrauchskennwert über alle untersuchten Gebäude der Gebäudekategorie Kindertagesstätte.

2) Richtwert als unterer Quartilmittelwert der Verbrauchskennwerte.

Abb. 24 Verlauf der Energieverbrauchskennwerte der Kita Daimlerstr. von 2016 bis 2022

Die sanierte Kita ist ein eingeschossiger Flachdachbau. Das Gebäude aus dem Jahr 1988 hat eine Grundfläche von 754 m². Im Laufe der Jahre wurde das Gebäude regelmäßig modernisiert. So wurde bereits das Dach (2018), die Fenster und die Heizungsanlage (2020)

erneuert. Im Jahr 2021 wurde auf dem Dach der Kita eine Solarstromanlage zur Eigenstromnutzung installiert und in Betrieb genommen. 2022 wurde die Fassade der Kita gedämmt.

Betrachtet werden die Kennwerte der Energie- und Wasserverbräuche (Abb. 24) für die Jahre 2016 bis 2022. Die Wärmeverbräuche wurden auf den Referenzstandort Potsdam klima- und witterungsbereinigt.

Es ist erkennbar, dass die Wärmeverbräuche durch die Sanierungsmaßnahmen über die Jahre sinken. Auch die Strom- und Wasserverbräuche sinken kontinuierlich. 2020 und 2021 stieg der Heizwärmeverbrauch gegenüber 2019 um etwa 20% an, wogegen Strom und Wasserverbrauch weiter sinken. Dies lässt sich auf die Corona-Pandemie zurückführen. Durch erhöhtes Lüftungsverhalten zur Senkung der Virenbelastung der Raumluft, stieg der Wärmeverbrauch durch die Lüftungswärmeverluste an. Auf Grund des Lockdowns und der Schließung der Kitas, wurde weniger Strom und Wasser verbraucht.

Vor Beginn der Sanierungen lag das Gebäude mit einem Kennwert von 111,9 kWh/m² nahezu am Mittelwert für die Gebäudekategorie der Kindertagesstätten nach den Werten der VDI 3807 und hatte damit einen guten Heizenergieverbrauch. Nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen wird der Richtwert um 24% unterschritten, wodurch der Energieverbrauch nun nach der Norm als sehr gut einzuordnen ist. Im Gesamten hat sich der Heizenergieverbrauch seit 2018 (Beginn der ersten Sanierungsmaßnahmen) witterungsbereinigt nahezu halbiert.

4.3. Solarstromanlagen Kindertagesstätten

2021 wurden zehn städtische Kindertagesstätten mit Solarstromanlagen zur Eigenstromnutzung ausgestattet. Der erzeugte Solarstrom wird direkt im Gebäude verbraucht und nicht durch einen Batteriespeicher zwischen gespeichert. Verglichen werden die Stromverbräuche von 2020 (letztes Abrechnungsjahr ohne Solarstrom) und die Stromverbräuche von 2022 (erstes vollständiges Jahr mit Solarstrom). In den Kitas in der Rathausstr. in Sieglar und der Reichensteinstr. in Kriegsdorf gab es 2022 Probleme in der Datenübertragung der Wechselrichter, wodurch hier der Eigennutzungsanteil des Solarstroms nicht ermittelt werden kann.

In allen Kindertagesstätten konnte durch den erzeugten Solarstrom der Strombezug gesenkt werden. Der Anteil des selbst genutzten Solarstroms am Gesamtverbrauch liegt je nach Gebäude und Verbrauch zwischen 22% und 31% im Jahr 2022. Der Eigennutzungsgrad des erzeugten Solarstroms liegt zwischen 34% und 58%.

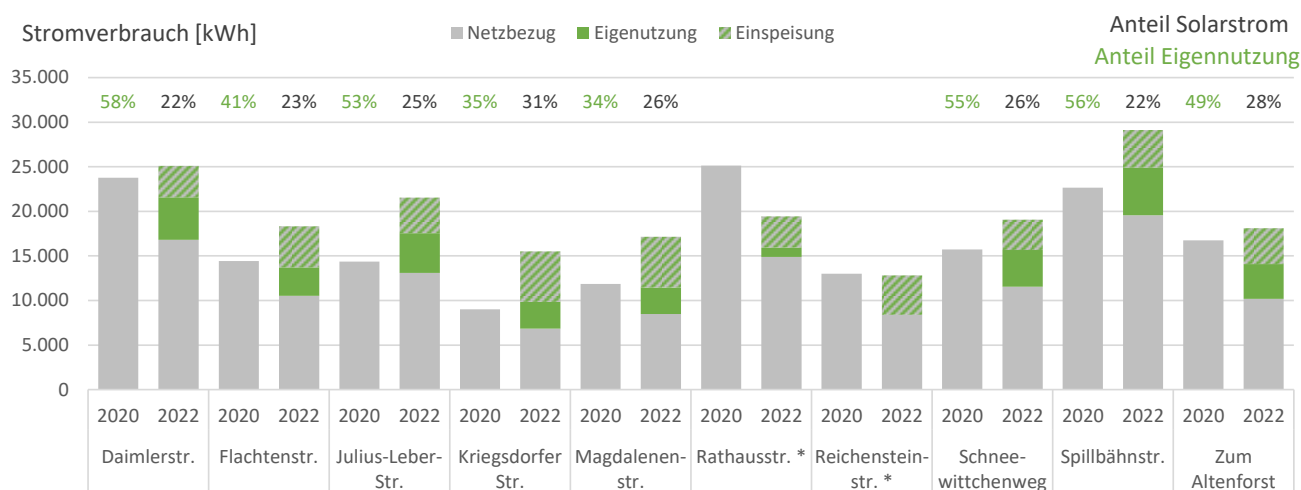


Abb. 25 Gegenüberstellung der Stromverbräuche vor und nach der Installation der Solarstromanlagen auf den städtischen Kindertagesstätten

5. Zusammenfassung

Die Betrachtung der Energie- und Wasserverbräuche der städtischen Gebäude der Stadt Troisdorf zeigt auf in welchen Bereichen, die Gebäude bereits gut aufgestellt, in welchen noch Potential besteht.

Trotz stetigem Anstieg der Gebäudezahlen und –grundflächen sind die Wärme- und Stromverbräuche von 2016 bis 2022 gesunken. Die Wasserverbräuche sind durch die Zunahme der Gebäude dagegen gestiegen. Der voranschreitende Ausbau von Solarstromanlagen trägt zum Umstieg auf erneuerbare Energien bei.

Für das Jahr 2022 wurden die Energie- und Wasserverbräuche nach Gebäudekategorien aufgeteilt und mit Literaturwerten aus der VDI 3807 Blatt 2 verglichen und nach der Norm bewertet. Dabei hat sich gezeigt, dass die städtischen Gebäude im Mittel für Wärme im Großen und Ganzen gut aufgestellt sind und jeweils nur in einer Gebäudekategorie als befriedigend und schlecht eingestuft sind, dagegen sogar in einer Kategorie als sehr gut. Im Bereich der Stromverbräuche weisen die städtischen Gebäude deutlich größere Potentiale auf. Die Stromverbräuche sind zum großen Teil nur als befriedigend oder gar schlecht einzuordnen. Grundsätzlich werden neue technische Anlagen und Beleuchtung zukünftig effizienter, jedoch steigt ihr Anteil in den Gebäuden durch Klimafolgeanpassungen und die Energiewende stetig. Der Vergleich der Wasserverbräuche mit den Literaturwerten hat gezeigt, dass diese je nach Gebäudetypen von sehr gut bis schlecht einzustufen sind.

Die detaillierten Untersuchungen einzelner Gebäude hat veranschaulicht, wie moderne und effiziente Gebäude gegenüber Bestandsgebäuden Energie und damit CO₂-Emissionen und Kosten einsparen können. Auch stetige energetische Sanierungsmaßnahmen und der Ausbau der erneuerbaren Energien tragen dazu bei.

Letztendlich zeigt sich bei den städtischen Gebäuden, dass es über alle Verbrauchsmedien in vielen Bereichen noch große Einsparpotentiale, als auch bereits gute Beispiele gibt. Der Weg hin zu einem klimaneutralen Bestand der kommunalen Gebäude muss durch die Stadt Troisdorf mit Blick auf die bundesweiten Klimaziele mit gutem Beispiel weiter vorangetrieben werden.

Anhang

1. Liste energierelevanter Gebäude

Gebäudebezeichnung	Standort			
	PLZ	Ort	Straße	Nr.
Gesamtschule am Bergeracker Oberlar	53842	Oberlar	Am Bergeracker	31
Sporthalle GES Am Bergeracker	53842	Oberlar	Am Bergeracker	31
Friedhofshalle Spich	53842	Spich	Am Friedhof	9
Kita am Krausacker	53844	Bergheim	Am Krausacker	2
Stadtteilteam Jugendamt Mitte	53840	Mitte	Am Wasserwerk	20
Grundschule u. Trogata Asselbachstraße	53842	Spich	Asselbachstr.	40
Sporthalle Asselbachstraße	53842	Spich	Asselbachstr.	40
Kita Astrid-Lindgren-Straße	53844	Bergheim	Astrid-Lindgren-Straße	4
Feuerwehr Gerätehaus Kriegsdorf	53844	Kriegsdorf	Birklestr.	54
Kita Bismarckplatz	53842	West	Bismarckplatz	1
Grundschule Blücherstraße	53842	West	Blücherstr.	42
Turnhalle Mozartstraße	53842	West	Mozartstr.	1
Bauhof	53842	Oberlar	Bonner Str.	56
Burg Wissem Herrenhaus	53840	Mitte	Burgallee	1
Burg Wissem Remise	53840	Mitte	Burgallee	2
Burg Wissem Museum-Restour	53840	Mitte	Burgallee	3
Kita Curieweg 1	53840	FWH	Curieweg	1
Kita Curieweg 3	53840	FWH	Curieweg	3
Kita Edisonplatz	53840	FWH	Edisonplatz	8
Kita Damilerstraße	53840	FWH	Daimlerstr.	33
Feuerwehr Gerätehaus Bergheim neu	53844	Bergheim	Die Große Heerstr.	2
Grundschule Dorfstraße Müllekoven	53844	Müllekoven	Dorfstr.	51
Mehrzweckhalle Müllekoven	53844	Müllekoven	Dorfstr.	53
Gymnasium Heinrich Böll	53844	Sieglar	Edith-Stein-Str.	15
Gesamtschule Sieglar	53844	Sieglar	Edith-Stein-Str.	20
3-fach Sporthalle Edith-Stein-Straße	53844	Sieglar	Edith-Stein-Str.	20
Sporthalle 4 Edith-Stein-Straße	53844	Sieglar	Edith-Stein-Str.	20
Sporthalle 5 Edith-Stein-Straße	53844	Sieglar	Edith-Stein-Str.	20
Sportheim Edith-Stein-Straße	53844	Sieglar	Edith-Stein-Str.	19
Bürgerhaus Sieglar, Saal zur Küz	53844	Sieglar	Eintrachtstr.	1
Bürgerhaus Sieglar, Gaststätte zur Küz	53844	Sieglar	Larstr.	168
Kita Evrystraße	53844	Rotter-See	Evrystr.	1
Kita Flachtenstraße	53844	Sieglar	Flachtenstr.	1

Begegnungsstätte/Altentagesstätte Altenrath	53842	Altenrath	Flughafenstr.	29
Friedhofshalle Bergheim	53844	Bergheim	Friedhofstr.	9
Siegauenschule Glockenstraße Bergheim	53844	Bergheim	Glockenstr.	64
Siegauenschule Mehrzweckhalle Bergheim	53844	Bergheim	Glockenstr.	66
Grundschule u. Trogata Heerstraße	53840	Mitte	Heerstr.	1
Turnhalle Heerstraße	53840	Mitte	Heerstr.	1
Friedhofshalle Waldfriedhof Troisdorf Mitte	53840	Mitte	Heerstr.	17
Feuerwehr Gerätehaus Altenrath neu	53842	Altenrath	Heidegraben	40
Realschule am Heimbach	53840	Mitte	Heimbachstr.	10
Mehrzweckhalle Helmholzstraße FWH	53840	FWH	Helmholtzstr.	5
Friedhofshalle Eschmar	53844	Eschmar	Holbeinstr.	
Fördergruppe Im Laach	53840	Mitte	Im Laach	7-9
Unterkunft Asyl im Laach/Volkshochschule	53840	Mitte	Im Laach	9a
Kita Julius-Leber-Straße	53840	Mitte	Julius-Leber-Str.	8
Grundschule Turnhalle Kettelerstraße Sieglar	53844	Sieglar	Kettelerstr.	9
Trogata u. Sporthalle Kettelerstraße Sieglar	53844	Sieglar	Kettelerstr.	9
Förderschule DonBosco	53844	Sieglar	Kettelerstr.	11
Rathaus	53840	Mitte	Kölner Str.	176
Stadthalle Troisdorf	53840	Mitte	Kölner Str.	167
Grundschule Kriegsdorfer Straße	53842	Spich	Kriegsdorfer Str.	48
Sporthalle Kriegsdorfer Straße	53842	Spich	Kriegsdorfer Str.	48
Trogata Kriegsdorfer Straße	53842	Spich	Kriegsdorfer Str.	48
Kita Kriegsdorfer Straße	53842	Spich	Kriegsdorfer Str.	26
Sportheim Kurt-Schumacherstraße	53840	FWH	Kurt-Schumacher-Str.	11
Abenteuerspielplatz u. Jugendzentrum FWH	53840	FWH	Lahnstr.	16
Stadtteilhaus Friedrich-Wilhelms-Hütte	53840	FWH	Lahnstr.	18
Kita Lambertusstraße Müllekoven	53844	Müllekoven	Lambertusstr.	32
Feuerwehr Gerätehaus Müllekoven	53844	Müllekoven	Lambertusstr.	65
Feuerwehr Gerätehaus Oberlar	53842	Oberlar	Landgrafenstr.	54
Feuerwehr Hauptwache Troisdorf	53844	Sieglar	Larstr.	2
Hauptschule Lohmarer Straße	53840	Mitte	Lohmarer Str.	33
Fördergruppe Lohmarer Straße	53840	Mitte	Lohmarer Str.	37
Rundsporthalle Lohmarer Straße	53840	Mitte	Elsenplatz	1
Feuerwehrgerätehaus Spich	53842	Spich	Lülsdorfer Str.	14
Janosch Grundschule Magdalenenstraße	53842	Oberlar	Magdalenenstr.	12a
Trogata Grundschule Magdalenenstr.	53842	Oberlar	Magdalenenstr.	12b
Turnhalle Janosch Grundschule	53842	Oberlar	Beuthener Str.	15
Jugendgruppe Magdalenenstraße	53842	Oberlar	Magdalenenstr.	14
Kita Magdalenenstraße	53842	Oberlar	Magdalenenstr.	38
Friedhofshalle Oberlar	53842	Oberlar	Magdalenenstr.	41
Jugendamt Stadt Troisdorf	53844	Sieglar	Marktplatz	19
Turnhalle Markusstraße Bergheim	53844	Bergheim	Markusstr.	40

Kita Markusstraße Bergheim	53844	Bergheim	Markusstr.	38
Grundschule Matthias-Langen-Straße	53840	Mitte	Matthias-Langen-Str.	9
Sporthalle Matthias-Langen-Straße	53840	Mitte	Matthias-Langen-Str.	9
Feuerwehr Gerätehaus FWH	53840	FWH	Mendener Str.	39
Feuerwehr Mitte	53840	Mitte	Mülheimer Str.	26
Kita Niederkasseler Straße	53842	Spich	Niederkasseler Str.	12
Stadtteilteam Jugendamt Spich	53842	Spich	Niederkasseler Str.	12b/c
Kita Rathausstraße	53844	Sieglar	Rathausstr.	21
Kita Ravensberger Weg	53840	Mitte	Ravensberger Weg	10
Kita Reichensteinstraße, Gebäude	53844	Kriegsdorf	Reichensteinstr.	53
Kita Reichensteinstraße, Container	53844	Kriegsdorf	Reichensteinstr.	53
Friedhofshalle Kriegsdorf	53844	Kriegsdorf	Reichensteinstr.	51
Grundschule Rheinstraße Eschmar	53844	Eschmar	Rheinstr.	55
Sporthalle Grundschule Rheinstraße	53844	Eschmar	Rheinstr.	55
Feuerwehr Gerätehaus Eschmar	53844	Eschmar	Braschosweg	3
Kita Robert Müller Platz	53840	FWH	Robert-Müller-Platz	3
Turnhalle Römerplatz	53840	Mitte	Römerplatz	4
Musikschule Römerstraße	53840	Mitte	Römerstr.	61
Grundschule Roncallistraße	53840	FWH	Roncallistr.	26
Sporthalle Roncallistraße	53840	FWH	Roncallistr.	26
Friedhofshalle Friedrich-Wilhelms-Hütte	53840	FWH	Roncallistr.	79
Mehrzweckhalle Altenrath	53842	Altenrath	Rübkamp	2
Jugenzentrum Altenrath	53842	Altenrath	Rübkamp	2a
Kita Rübkamp	53842	Altenrath	Rübkamp	6
Feuerwehr Gerätehaus Altenrath alt	53842	Altenrath	Rübkamp	7
Erziehungsbereatung Scharnhorststr.	53842	West	Scharnhorststr.	8
Grundschule Schlossstraße	53840	Mitte	Schloßstr.	8
Turnhalle Annonisweg / GS Schloßstr.	53840	Mitte	Annonisweg	3
Kita Schmelzer Weg	53844	Sieglar	Schmelzer Weg	13
Kita Schneewittchenweg	53842	Oberlar	Schneewittchenweg	14
Feuerwehr Gerätehaus Bergheim alt	53844	Bergheim	Siegstr.	2
Kita Spillbahnstraße	53844	Eschmar	Spillbahnstr.	20
Friedhofshalle Sieglar	53844	Sieglar	Steinstr.	20a
Aggerstadion	53840	Mitte	Taubengasse	201
Sportheim Aggerstation	53840	Mitte	Taubengasse	203
Jugendzentrum Bergheim	53844	Bergheim	Theodor-Körner-Str.	3
Friedhofshalle Parkfriedhof Eschmar	53844	Eschmar	Vorgebirgsblick	47
Bürgerhaus Spich	53842	Spich	Waldstr.	35
Sportpark Oberlahr	53842	Oberlar	Wim-Nöbel-Str.	2
Gymnasium zum Altenforst	53840	Mitte	Zum Altenforst	10
Gymnasium zum Altenforst Aula	53840	Mitte	Zum Altenforst	10
Sporthalle Gymnasium zum Altenforst	53840	Mitte	Zum Altenforst	12a

Kita Zum Altenforst	53840	Mitte	Zum Altenforst	15
Kita Zur Grube Versöhnung	53842	Altenrath	Zur Grube Versöhnung	6
Unterkunft Asyl Aggerstraße 24 Troisdorf	53840	Mitte	Aggerstr.	24
Unterkunft Asyl Aggerstraße 26 Troisdorf	53840	Mitte	Aggerstr.	26
Unterkunft Asyl Am Krausacker 4 Bergheim	53844	Bergheim	Am Krausacker	4
Unterkunft Asyl Am Landgraben 17 Spich	53842	Spich	Am Landgraben	17
Unterkunft Asyl Auf dem Schellerod 7	53842	Oberlar	Auf dem Schellerod	7
Unterkunft Asyl Bonner Straße 58 Oberlahr	53842	Oberlar	Bonner Str.	58
Unterkunft Asyl Bonner Straße 60 Oberlahr	53842	Oberlar	Bonner Str.	60
Unterkunft Asyl Bonner Straße 62 Oberlahr	53842	Oberlar	Bonner Str.	62
Unterkunft Asyl Flughafenstraße Altenrath	53842	Altenrath	Flughafenstr.	22
Unterkunft Obdach Oberlar	53842	Oberlar	Godesberger Str.	3-5
Unterkunft Obdach Sieglar	53844	Sieglar	Graf-Galen-Str.	17
Unterkunft Asyl Hippolytusstraße Troisdorf	53840	Mitte	Hippolytusstr.	13
Unterkunft Asyl Kuttgasse 5	53840	Mitte	Kuttgasse	5
Unterkunft Asyl Kuttgasse 7	53840	Mitte	Kuttgasse	7
Unterkunft Asyl Larstraße 81 Sieglar	53844	Sieglar	Larstr.	81
Unterkunft Asyl Larstraße 90 Sieglar	53844	Sieglar	Larstr.	90
Unterkunft Asyl Lindenstraße 31 Oberlar	53842	Oberlar	Lindenstr.	31
Unterkunft Asyl Lindenstraße 33 Oberlar	53842	Oberlar	Lindenstr.	33
Unterkunft Asyl Lindlaustraße Oblerar	53842	Oberlar	Lindlastr.	1
Unterkunft Asyl Marienstraße 1 Oberlahr	53842	Oberlar	Marienstr.	1
Mehrgenerationenhaus Marienstraße 1a	53842	Oberlar	Marienstr.	1a
Unterkunft Asyl Niederkasseler Str. 29	53842	Spich	Niederkasseler Str.	29
Unterkunft Asyl Niederkasseler Str. 31	53842	Spich	Niederkasseler Str.	31
Unterkunft Asyl Niederkasseler Str. 33	53842	Spich	Niederkasseler Str.	33
Unterkunft Asyl Pfarrer-Kenntemich-Platz Troisdorf	53840	Mitte	Pfarrer-Kenntemich-Platz	17
Unterkunft Asyl Am Hirschpark	53840	Mitte	Am Hirschpark	47
Unterkunft Asyl Am Ufer 34 Oberlar	53842	Oberlar	Am Ufer	34
Unterkunft Asyl Auelblick	53842	Oberlar	Auelblick	1c
Unterkunft Asyl auf der Sanderwiese 10	53840	Mitte	Auf der Sanderwiese	10
Unterkunft Asyl Bueckstr. 10	53840	Mitte	Bueckstr.	10
Unterkunft Asyl Güldenbergr. 47	53840	Mitte	Güldenbergr.	47
Unterkunft Asyl Lohmarer Str. 45	53840	Mitte	Lohmarer Str.	45
Unterkunft Asyl Lohmarer Str. 66	53840	Mitte	Lohmarer Str.	66
Unterkunft Nahestr. 61	53840	FWH	Nahestr.	61
Unterkunft Nahestr. 63	53840	FWH	Nahestr.	63
Fördergruppe Allemannenstr.	53844	Sieglar	Allemannenstr.	48
Neubau Rathaus Kaiserstr.	53840	Mitte	Kaiserstr.	1a
Feuerwehr Gerätehaus FWH	53840	FWH	Mendener Str.	21
Künstleratelierhaus Mülheimer Str.	53840	Mitte	Mülheimer Str.	23

2. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Anzahl der energierelevanten Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022.....	3
Abb. 2 Energiebezugsfläche der energierelevanten Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022	4
Abb. 3 Energiebezugsflächen der Stadt Troisdorf nach Gebäudekategorien in m ² im Jahr 2022	4
Abb. 4 Endenergieverbrauch für Wärme aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in MWh.	7
Abb. 5 Endenergiekosten für Wärme aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in €.	7
Abb. 6 CO ₂ Ausstoß für Wärme aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016-2022 in tco ₂	8
Abb. 7 Flächenspezifischer und witterungsbereinigter Endenergieverbrauch für Wärme aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in kWh/m ²	9
Abb. 8 Endenergieverbrauch für Strom aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in MWh.	10
Abb. 9 Energiekosten für Strom aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in €	11
Abb. 10 CO ₂ Ausstoß für Strom aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016-2022 in tco ₂	11
Abb. 11 Flächenspezifischer Endenergieverbrauch für Strom aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in kWh/m ²	12
Abb. 12 Wasserverbrauch aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in m ³	13
Abb. 13 Wasser- und Abwasserkosten aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in €	13
Abb. 14 Spezifischer Wasserverbrauch aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in l/m ²	14
Abb. 15 Solarstromerzeugung aller Gebäude der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022	14
Abb. 16 Endenergieverbrauch für Wärme der Stadt Troisdorf nach Gebäudekategorien in MWh im Jahr 2022.	17
Abb. 17 Flächenspezifischer und witterungsbereinigter Endenergieverbrauch für Wärme nach Gebäudekategorie der Stadt Troisdorf von 2022 in kWh/m ²	19
Abb. 18 Endenergieverbrauch für Strom der Stadt Troisdorf nach Gebäudekategorien in MWh im Jahr 2022.	20
Abb. 19 Flächenspezifischer Stromverbrauch nach Gebäudekategorie der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in kWh/m ²	22
Abb. 20 Verbrauch für Wasser der Stadt Troisdorf nach Gebäudekategorien in m ³ im Jahr 2022.....	23
Abb. 21 Flächenspezifischer Wasserverbrauch nach Gebäudekategorie der Stadt Troisdorf von 2016 bis 2022 in l/m ²	25
Abb. 22 Solarstromerzeugung der Stadt Troisdorf nach Gebäudekategorien in MWh im Jahr 2021.	26
Abb. 23 Gegenüberstellung der Endenergie- und Wasserverbräuche der beiden Hauptstandorte der Verwaltung der Stadt Troisdorf für das Jahr 2022.	28
Abb. 24 Verlauf der Energieverbrauchskennwerte der Kita Daimenstr. von 2016 bis 2022.....	29
Abb. 25 Gegenüberstellung der Stromverbräuche vor und nach der Installation der Solarstromanlagen auf den städtischen Kindertagesstätten	31