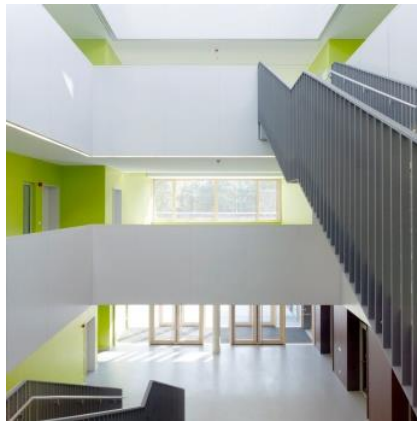


# Energieverbrauch von Bauprojekten mit Passivhaus-Komponenten



## 1. Einleitung

Im Jahr 2019 wurden die Energieverbrauchswerte der Jahre 2016 bis 2018 für die Bauprojekte der Stadt Frankfurt a.M. mit Passivhauskomponenten systematisch in einer großen Tabelle ausgewertet (siehe [Anlage 1](#)).

Leider konnten nicht für alle Projekte Verbrauchswerte ermittelt werden, da es sich häufig um einzelne Gebäude auf größeren Liegenschaften handelt und trotz der entsprechenden Vorgaben in den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen teilweise keine entsprechenden Unterzähler eingebaut worden sind oder für die Zähler keine plausiblen Werte vorlagen. Teilweise waren der Gebäudebestand und die neuen Gebäudeteile mit Passivhauskomponenten bei der Gebäudetechnik derart ineinander verflochten, dass sie messtechnisch nicht getrennt zu erfassen waren. Die Ursachen für nicht vorliegende Werte können dem Abkürzungsverzeichnis in der beiliegenden Tabelle entnommen werden.

## 2. Neubauprojekte

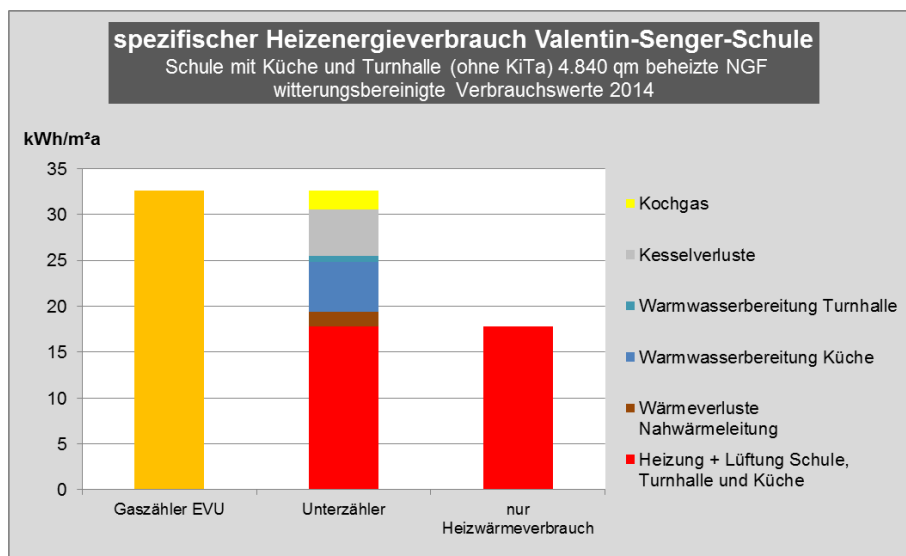
### 2.1 Stromverbrauch

Für das Jahr 2016 konnten bei 38 Neubauprojekten Stromverbrauchskennwerte ermittelt werden, für das Jahr 2017 bei 42 Projekten und für das Jahr 2018 bei 39 Projekten. Der flächengewichtete Mittelwert des spezifischen Stromverbrauches lag **im Jahr 2016 bei 38 kWh/m<sup>2</sup>a, im Jahr 2017 bei 42 kWh/m<sup>2</sup>a und im Jahr 2018 bei 39 kWh/m<sup>2</sup>a**. Der Durchschnitt der Stromverbrauchskennwerte sämtlicher städtischen Liegenschaften lag im gleichen Zeitraum zwischen **41 und 42 kWh/m<sup>2</sup>a**. Bei diesem Vergleich ist jedoch zu berücksichtigen, dass es bei den Neubauprojekten im Vergleich zum gesamten Gebäudebestand einen besonders hohen Anteil von hochinstallierten Gebäuden (z.B. Schulmensen, Feuerwachen, Sportanlagen mit Flutlichtanlagen, Schwimmhallen) gibt. Außerdem ist zu beobachten, dass die Planungsbeteiligten bei Neubauten einen höheren Ausstattungsgrad einfordern als im Gebäudebestand. Durch diese höhere Ausstattung werden die Effizienzgewinne durch Passivhaus-Komponenten zu großen Teilen wieder kompensiert. Die Lüftungsanlagen spielen nach unseren Erfahrungen mit einem Anteil von unter 10 % am Stromverbrauch eine eher untergeordnete Rolle. Bei einer Passivhaus-Lüftung mit einer Wärmerückgewinnung von 75 % und einer Stromeffizienz von 0,45 Wh/m<sup>3</sup> ist Wärmeeinsparung 5-10 mal so groß wie der Stromverbrauch.

Die Mehrverbräuche gegenüber den berechneten Werten nach der Gesamtkostenberechnung sind häufig durch höhere Verbräuche der Küchentechnik zu erklären. Aufgrund fehlender Energiekennzeichnungen professioneller Küchengeräte ist eine Prognose des Verbrauchs besonders schwierig, gleichzeitig gehören Verpflegungseinrichtungen gemäß VDI 3807-2 mit durchschnittlichen Stromverbrauchswerten von 140 kWh/(m<sup>2</sup>a) zu den besonders energieintensiven Bereichen.

## 2.2. Heizenergieverbrauch

Der Heizenergieverbrauchskennwert beschreibt den gesamten Endenergieverbrauch (z.B. Erdgas oder Fernwärme) und ist nicht mit dem im Passivhaus-Projektierungs-Paket verwendeten Heizwärmebedarf zu verwechseln. Der Heizenergieverbrauchskennwert beinhaltet neben dem Heizwärmeverbrauch nämlich auch die Warmwasserbereitung, den evtl. Kochgasbedarf, die Erzeugungsverluste (Abgasverluste und Betriebsbereitschaftsverluste), die Speicherverluste und die Verteilungsverluste.



Für das Jahr 2016 konnten bei 44 Neubauprojekten Heizenergieverbrauchskennwerte ermittelt werden, für das Jahr 2017 bei 46 Projekten und für das Jahr 2018 bei 40 Projekten.

Der witterungsbereinigte flächengewichtete Mittelwert des spezifischen Heizenergieverbrauches lag **im Jahr 2016 bei 44 kWh/m²a, im Jahr 2017 bei 46 kWh/m²a und im Jahr 2018 bei 40 kWh/m²a**. Der Durchschnitt der Heizenergieverbrauchskennwerte sämtlicher städtischen Liegenschaften lag im gleichen Zeitraum zwischen **104 und 125 kWh/m²a**. Bei diesem Vergleich ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass es bei den Neubauprojekten im Vergleich zum gesamten Gebäudebestand einen besonders hohen Anteil von Gebäuden mit hohem Warmwasser- und/oder Kochgasbedarf (z.B. Schulmensen, Feuerwachen, Sportanlagen, Schwimmhallen) gibt. Der eigentliche Heizwärmeverbrauch hat in solchen Gebäuden meist nur einen vergleichsweise geringen Anteil. Nur in sehr wenigen Gebäuden sind Zähler vorhanden, um diesen Verbrauch separat zu erfassen.

Die Mehrverbräuche gegenüber den berechneten Werten könnten ein Hinweis auf ineffiziente Anlagentechnik sein (überdimensionierte Speicher, höhere Wärmeverluste des Verteilsystems etc.), welche sich bei hocheffizienten Gebäuden relativ stärker auswirken. Hinzu kommt dass die gemessenen Raumtemperaturen im Mittel bei 22-23°C lagen, während bei der Gesamtkostenberechnung meist eine Raumtemperatur von 20°C unterstellt wurde. Außerdem öffnen die Nutzer die Fenster auch während der Heizperiode hin und wieder, während in der Gesamtkostenberechnung in der Vergangenheit lediglich mit der Infiltration durch Undichtigkeiten gerechnet wurde. Deshalb wurde die Gesamtkostenberechnung entsprechend angepasst und bildet seither die in der Praxis gemessenen Verbrauchswerte gut ab.

### 3. Sanierungsprojekte

#### 3.1 Stromverbrauch

Für die Jahre 2016 bis 2018 konnten bei 3 Sanierungsprojekten Stromverbrauchskennwerte ermittelt werden. Der flächengewichtete Mittelwert des spezifischen Stromverbrauches lag **im Jahr 2016 bei 22 kWh/m<sup>2</sup>a, im Jahr 2017 bei 21 kWh/m<sup>2</sup>a und im Jahr 2018 bei 21 kWh/m<sup>2</sup>a.**

Die bei den Sanierungsprojekten gegenüber den Neubauprojekten deutlich niedrigeren Stromverbrauchskennwerte bestätigen, dass bei den Neubauprojekten eine höhere Ausstattung und meist auch eine energieintensivere Nutzung vorherrscht. Man erkennt weiterhin, dass hier die in der Gesamtkostenberechnung prognostizierten Werte deutlich besser getroffen wurden.

#### 3.2. Heizenergieverbrauch

Für die Jahre 2016 bis 2018 konnten bei 5 Sanierungsprojekten Heizenergieverbrauchskennwerte ermittelt werden.

Der witterungsbereinigte flächengewichtete Mittelwert des spezifischen Heizenergieverbrauches lag **im Jahr 2016 bei 38 kWh/m<sup>2</sup>a, im Jahr 2017 bei 29 kWh/m<sup>2</sup>a und im Jahr 2018 bei 33 kWh/m<sup>2</sup>a.**

Auch hier liegen die Verbrauchswerte deutlich niedriger als bei den Neubauprojekten mit der energieintensiveren Nutzung. Auffällig ist der hohe Verbrauch bei der Sportanlage Bertramswiese (hoher Warmwasserverbrauch) und beim Kinderzentrum-Karl-Flesch-Straße (Gasverbrauch des BHKW).

### 4. Schlussfolgerungen

Die Auswertung zeigt, dass die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen bei der Zählerausstattung häufig nicht eingehalten wurden. Außerdem wurden teils erhebliche Mängel bei der gewerkeübergreifenden Integrationsplanung und der technischen Gebäudeausrüstung festgestellt. Daher können einige technische Anlagen nicht bedarfsgerecht betrieben werden. Hier sind künftig die Anforderungen der Leitlinien (möglichst einfache und leicht zu bedienende Gebäudetechnik und insbesondere Gebäudeautomation) noch konsequenter umzusetzen. Die in der Planung gewählten baulich-technischen Lösungen sind bei der Inbetriebnahme in ihrer Gesamtfunktion zu überprüfen und in den ersten Betriebsjahren nachzujustieren (Inbetriebnahmemanagement). Diese dringend notwendige technische Inbetriebnahme wurde in der Vergangenheit nur teilweise durchgeführt. Dies liegt an der unzureichenden personellen Ausstattung im technischen Bereich, die den ständig wachsenden technischen Anforderungen der Gebäude oft nicht gerecht werden konnte. Außerdem sollte, wie in den Leitlinien vorgesehen, an den Nutzer ein allgemeinverständlicher Gebäudebetriebsordner übergeben werden.

Weiterhin ist festzustellen, dass in den Gesamtkostenberechnungen zum Teil zu optimistische Annahmen hinsichtlich des Nutzerverhaltens getroffen wurden. Wenn man das tatsächliche Nutzerverhalten und die tatsächliche Betriebsführung in die Gesamtkostenberechnung einträgt, dann lassen sich die tatsächlichen Verbrauchswerte ziemlich gut reproduzieren (+/- 10-15 % Abweichung). Die Wirtschaftlichkeit der in den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen vorgegebenen Passivhaus-Komponenten verbessert sich durch das in der Praxis höhere Temperaturniveau sogar. Insgesamt haben sich die Passivhaus-Komponenten in der Praxis bewährt.

**Anlagen:**

1. Energieverbrauch und Energiekosten von Bauprojekten mit Passivhaus-Komponenten
2. Spezifischer Energie- und Wasserverbrauch aller städtischen Liegenschaften