

Kleingartenhäuser als Passivhäuser?

Eine vorbereitende Parameterstudie auf Basis von thermischen Simulationen

Die Einführung in das Arbeiten mit Programmen zur Simulation des thermischen Verhaltens von Gebäuden wurde u. a. dazu benutzt, um mittels eigens auf die Entwurfsaufgabe abgestimmten Parameterstudien erste Planungsempfehlungen zu erhalten. Um auf möglichst klare und leicht interpretierbare Aussagen zu kommen, wurden für die Parameterstudien sehr einfache Gebäudegeometrien angenommen und auf die Modellierung von Details bewusst verzichtet.

Verglichen werden zwei quaderförmige Gebäude mit jeweils quadratischem Grundriss. Für das kleinere Gebäude – im Folgenden als „Typ 1“ bezeichnet – wird als Höhe 5,5 m und als Grundriss 7,0 m x 7,0 m angesetzt, wobei es sich bei den Längenangaben der Norm entsprechend um Außenabmessungen handelt. Das größere Gebäude (Typ 2) wird mit den Abmessungen 6,0 m x 8,0 m x 8,0 m modelliert.

Im Zuge einer ersten Variantenrechnung werden für beide Gebäude vier verschiedene Wärmedämmstandards angenommen. Bei der Festlegung dieser Wärmedämmstandards wird vorerst darauf Bedacht genommen, dass derzeit dauergenutzte Kleingartenhäuser von den Bestimmungen der Wiener Bauordnung ausgenommen sind. Für diese ist lediglich der Nachweis erforderlich, dass die Wärmedurchgangskoeffizienten („U-Werte“) für die opaken Außenbauteile kleiner oder gleich $0,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ sind. Für die Fenster sind keinerlei wärmetechnische Anforderungen definiert. Als schlechtest mögliche Ausführungsvariante wird daher angenommen, dass Außenwand, Decke und Boden den geforderten U-Wert von $0,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ aufweisen und als Fensterglas ein 2-fach Isolierglas mit einem U-Wert von $3,0 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ verwendet wird.

Als zweite Variante wird eine Bauausführung angenommen, die lediglich die Obergrenzen der Wärmedurchgangskoeffizienten für die einzelnen Bauteile nach aktuellem Stand der Wiener Bauordnung berücksichtigt. Die ebenfalls nach Bauordnung erforderliche Begrenzung des auf das Bruttovolumen des Gebäudes bezogenen thermischen Leitwerts der Gebäudehülle wird somit nicht berücksichtigt.

Diese beiden, den geltenden Vorschriften entsprechenden Ausführungsvarianten werden mit einem Niedrigenergiehaus-Standard und einer Ausführung als Passivhaus verglichen.

Um vergleichbar zu bleiben, werden die Anteile der Fenster an der Fassadenfläche mit 70% der Südfassade, jeweils 30% der Ost- und der Westfassade und 10% der Nordfassade fix vorgegeben und konstant gehalten. Der Planungsansatz zielt somit bewusst auf eine möglichst gute, passive Nutzung der Sonneneinstrahlung ab.

In einem ersten Schritt wird der Heizwärmebedarf der beiden Gebäude für die unterschiedlich angesetzten Wärmedämmstandards mittels thermischer Gebäudesimulation berechnet. Der Heizwärmebedarf ist jene Wärmemenge, die dem Gebäude im langjährigen Schnitt während einer Heizsaison zugeführt werden muss, um die im Gebäudeinneren vorgeschriebenen Solltemperaturen zu gewährleisten.

Als außenklimatische Bedingungen werden hierbei die am Planungsstandort Wien, Floridsdorf, im langjährigen Schnitt zu erwartenden Jahresverläufe der Außenlufttemperatur und der Sonneneinstrahlung den Simulationen zugrunde gelegt. Die Angaben zur Gebäudenutzung, also die Solltemperatur ($20 \text{ }^\circ\text{C}$), die Personenbelegung, die Innenwärmen durch Beleuchtung und Geräte sowie die im Winter verfolgte Lüftungsstrategie werden normgemäß festgesetzt und für alle Variantenrechnungen konstant gehalten.

Als erstes Ergebnis zeigt die folgende Abbildung eine Gegenüberstellung der errechneten HWB_{BGF} -Werte, also der auf die Bruttogeschoßfläche bezogenen Heizwärmebedarfswerte.

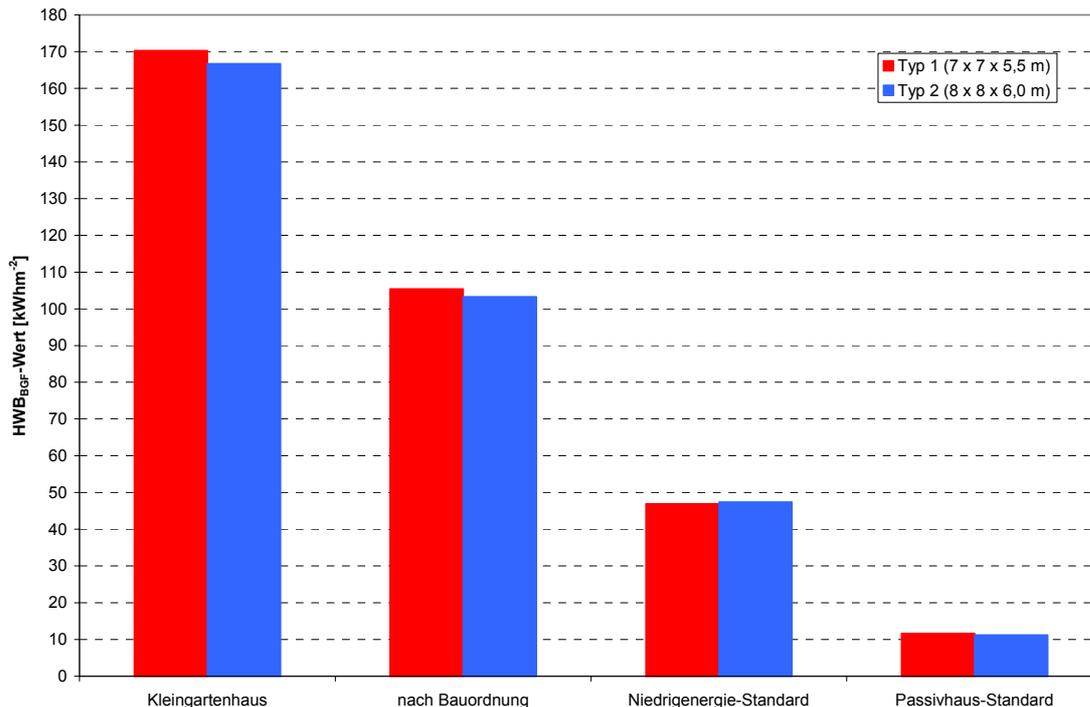


Abb. 1: Für Typ1 und Typ 2 berechnete HWB_{BGF} -Werte in Abhängigkeit vom angenommenen Wärmedämm-Standard

Es stellt sich heraus, dass der Wärmedämmstandard bei den zu entwerfenden kleinvolumigen Gebäuden eine besonders große Rolle spielt.

Wird bei der Planung lediglich die für dauergenutzte Kleingartenhäuser vorgeschriebene Obergrenze für den U-Wert der opaken Außenbauteile von $0,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ berücksichtigt und werden keine weiteren Anstrengungen in Hinblick auf die Erreichung einer besseren thermischen Qualität der Gebäudehülle unternommen, so liegt der prognostizierte bruttogeschossflächenbezogene jährliche Heizwärmebedarf (HWB_{BGF} - Wert) mit ca. 170 kWhm^{-2} für einen den gültigen Bestimmungen entsprechenden Neubau in einem Bereich, der sonst nur dem höchst sanierungsbedürftigen Altbestand zugeordnet werden würde.

Orientiert man sich bei der Planung an den von der derzeit gültigen Wiener Bauordnung festgesetzten U-Wert - Obergrenzen, so liegt der HWB_{BGF} - Wert mit über 100 kWhm^{-2} noch immer sehr hoch, aber schon wesentlich niedriger als jener des schlecht wärmedämmten Kleingartenhauses.

Die Ausführung des Gebäudes als Niedrigenergiehaus führt zu einer weiteren drastischen Reduktion des HWB_{BGF} - Werts. Ein HWB_{BGF} - Wert im Bereich von 47 kWhm^{-2} bedeutet, dass der Heizwärmebedarf auf nun nur noch ca. 28% des Werts der Ausgangsvariante („Kleingartenhaus“) zurück gegangen ist. Eine genauere Analyse des Ergebnisses zeigt, dass selbst mit dem Niedrigenergiestandard die in der Wiener Bauordnung für kleinvolumige Gebäude (Klasse A) für den volumenbezogenen thermischen Leitwert der Gebäudehülle festgesetzte Obergrenze von $0,36 \text{ Wm}^{-3}\text{K}^{-1}$ mit $0,38 \text{ Wm}^{-3}\text{K}^{-1}$ für Gebäudetyp1 bzw. $0,37 \text{ Wm}^{-3}\text{K}^{-1}$ für Typ 2 (knapp) nicht eingehalten wird.

Wird die thermische Qualität der Gebäudehülle mittels besserer Wärmedämmung weiter angehoben und zusätzlich der Lüftungswärmeverlust mittels hochdichter Bauweise und Vorsehen einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung reduziert, so liegt der HWB_{BGF} - Wert bei ca. 10 kWhm^{-2} , womit der Passivhausstandard erreicht ist. Es zeigt sich somit, dass sich mittels Planung in Passivhausqualität der prognostizierte Heizwärmebedarf auf ca. 7% des Heizwärmebedarfs eines nach den geltenden Vorschriften für dauergenutzte Kleingartenhäu-

er errichteten Gebäudes abgesenkt werden kann. Auch die Vorgaben der Wiener Bauordnung werden bei diesem Gebäudestandard mit einem volumenbezogenen thermischen Leitwert der Gebäudehülle von $0,27 \text{ Wm}^{-3}\text{K}^{-1}$ (Typ 1) bzw. $0,24 \text{ Wm}^{-3}\text{K}^{-1}$ (Typ 2) leicht erfüllt.

Die hohe Bedeutung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle für die untersuchten Gebäudetypen ergibt sich durch die mit der Gebäudegeometrie verbundene, relativ schlechte Kompaktheit. Als Kennzahl für die Kompaktheit ist in der ÖNorm B8110-1 die sog. „charakteristische Länge“, die sich aus dem Bruttovolumen des Gebäudes durch Division mit der Hüllfläche des Gebäudes ergibt, eingeführt. Für Gebäudotyp 1 errechnet sich die charakteristische Länge zu 1,07 m; für Typ 2 sind es 1,20 m. Die Bedeutung dieser beiden Kenngrößen wird klar, wenn man bedenkt, dass die Kompaktheit eines Gebäudes mit größer werdender charakteristischer Länge zunimmt und ein Wert um 1,00 m am unteren Ende der für die charakteristischen Länge möglichen Bandbreite liegt.

Der Heizwärmebedarf eines Gebäudes lässt sich nicht nur durch eine gut gedämmte Gebäudehülle und mittels Nutzung der solaren Einstrahlung sondern auch durch Erhöhung der Kompaktheit des Gebäudes klein halten. Eine besondere Problematik der vorliegenden Entwurfsaufgabe stellt die sehr hohe Anforderung an die thermisch-energetische Gebäudequalität bei gleichzeitiger Wahrung hoher Ansprüche an das Angebot an nutzbarem Wohnraum dar. Um dem mit der großen Wanddicke hoch gedämmter Außenwände verbundenen Verlust an Nutzfläche entgegen zu steuern, ist es nahe liegend, eine Erhöhung der thermischen Qualität des Gebäudes mittels Erhöhung der Kompaktheit anzustreben. Aus diesem Grund wird im Rahmen einer zweiten Parameterstudie untersucht, in wieweit sich die Kupplung zweier Gebäude oder das Aufbauen von Reihenhausstrukturen auf den Heizwärmebedarf auswirken.

In folgender Abbildung ist der HWB_{BGF} - Wert eines einzeln stehenden Hauses des Typs 1 jenen HWB_{BGF} - Werten gegenüber gestellt, die sich bei einer Aneinanderreihung mehrerer Gebäude ergeben. Hierbei wird angenommen, dass das Nachbargebäude jeweils an der Ost- oder Westseite anschließt, die hoch verglaste Südfassade also bei jedem Gebäude erhalten bleibt.

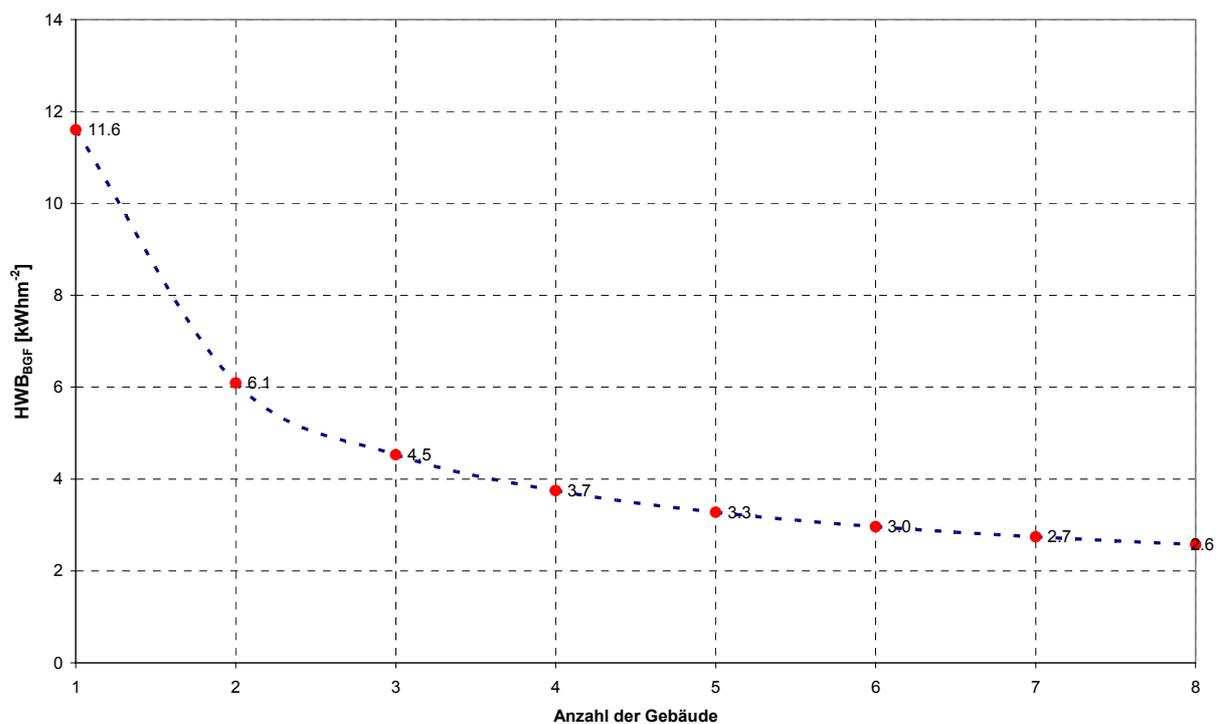


Abb. 2: Verlauf des berechneten HWB_{BGF} - Werts in Abhängigkeit von der Anzahl aneinander gereihter Gebäude; Haustyp 1; Passivhausstandard

Es zeigt sich, dass bereits die Kuppelung zweier Gebäude bei gleich gehaltenem Wärmedämm-Standard den errechneten HWB_{BGF} – Wert nahezu halbiert. Bei drei aneinander anschließenden Gebäuden beträgt der flächenbezogene Heizwärmebedarf mit $4,5 \text{ kWhm}^{-2}$ nur noch 39% von jenem des freistehenden Gebäudes. Bei einer weiteren Vergrößerung der Anzahl aneinander gereihter Gebäude sinkt der HWB_{BGF} – Wert zwar weiter. Das Einsparungspotential an Heizwärmebedarf bei einer größeren Anzahl aneinander gereihter Häuser ist jedoch nicht mehr so ausgeprägt wie bei gekuppelter Bauweise oder dem aus drei Gebäuden bestehenden Reihenhaus.

Die Flächenwidmung der für die Entwurfsaufgabe heran zu ziehenden Planungsgebiete impliziert die Planung einzelner, freistehender Gebäude. Wie bereits die hier diskutierten Voruntersuchungen zeigen, werden damit wichtige und hoch wirksame Planungsansätze des energieeffizienten Bauens von vornherein ausgegrenzt. Als Ergebnis eines zu dieser Problematik geführten Diskussionsprozesses wurde für das Entwerfen die Empfehlung ausgegeben, sich dann über Vorgaben des Flächenwidmungsplans hinweg zu setzen, wenn diese für das Erreichen des Entwurfsziels - einer Bebauung mit Gebäuden in Passivhausqualität - hinderlich sind.

Neben dem Heizwärmebedarf bzw. dem HWB_{BGF} – Wert ist die Heizlast eine insbesondere für die Passivhausplanung wichtige Kenngröße. Im Gegensatz zum Heizwärmebedarf, also einem prognostizierten, auf ein mittleres Jahr bezogenen Energiebedarf, ist die Heizlast jene Heizleistung, die der Wärmeerzeuger unter extremen winterlichen Bedingungen zu erbringen hat. Sie dient dem Heizungs- und Klimaingenieur zu einer sinnvoll auf das Gebäude abgestimmten Auslegung der Heizungsanlage. Beim ursprünglichen Passivhauskonzept, wonach die Beheizung des Passivhauses ausschließlich über die Erwärmung der Zuluft erfolgt, darf die auf die Nettanutzfläche bezogene Heizlast lt. Passivhausinstitut den Wert von 10 Wm^{-2} nicht übersteigen.

Die folgende Abbildung zeigt die errechneten, auf die Bruttogeschossflächen bezogenen Werte der Heizlast für die 4 verschiedenen Wärmedämm-Standards. Die Werte gelten jeweils für einzelne, frei stehende Gebäude.

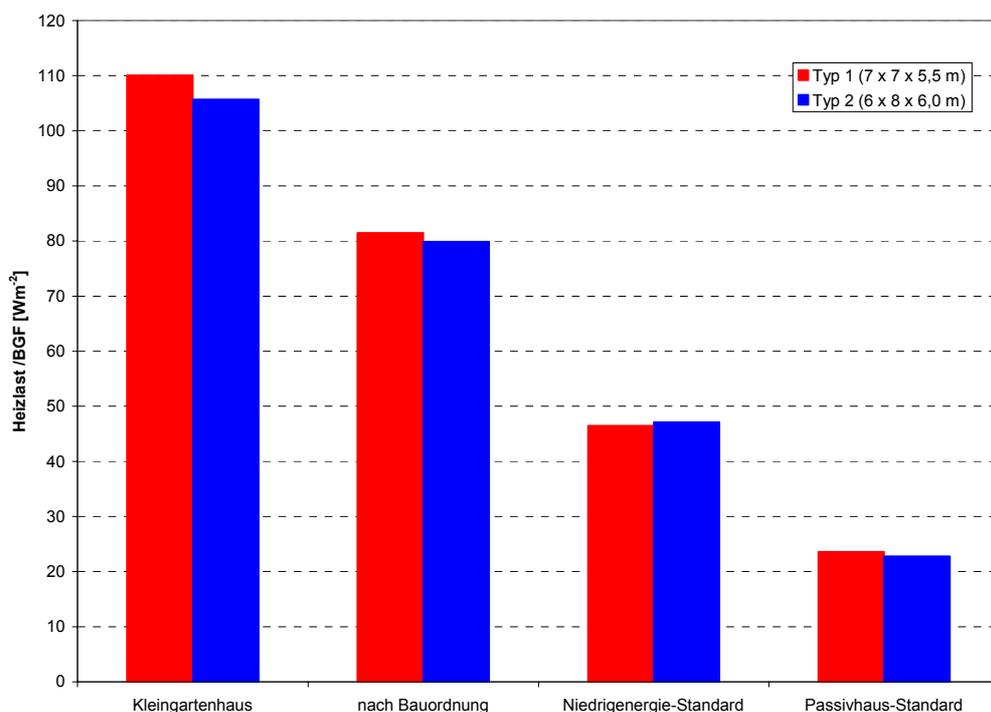


Abb. 3: Für Typ1 und Typ 2 berechnete, bruttoflächenbezogene Heizlast - Werte in Abhängigkeit vom angenommenen Wärmedämm-Standard

Auch bei der Heizlast zeigt sich eine starke Abhängigkeit vom Wärmedämm-Standard. Da mit besser werdender Wärmedämmung die Heizlast deutlich kleiner wird, wird bei gut gedämmten Gebäuden mit kleineren Heizungsanlagen das Auslangen gefunden, womit sich Einsparungspotential in Hinblick auf die Investitionen für das Heizungssystem ergibt.

Als wesentliches Teilergebnis stellt sich heraus, dass die auf die Bruttofläche bezogene Heizlast für den Passivhausstandard über 20 Wm^{-2} liegt. Die für reine Luftheizung vom Passivhausinstitut geforderte Obergrenze ist damit um mehr als das Doppelte überschritten. Auch bei sämtlichen Entwurfprojekten stellte sich heraus, dass der Wert von 10 Watt pro Quadratmeter Nettonutzfläche für die kleinvolumigen Bauten nicht annähernd erreicht oder gar unterschritten wird. Als wesentlicher Planungshinweis ergibt sich aus diesem Ergebnis, dass die Beheizung der Gebäude über die Erwärmung der Zuluft allein nicht gewährleistet werden kann. Eine Zusatzheizung für extreme winterliche außenklimatische Verhältnisse ist somit bei allen Projekten vorzusehen und sinnvoll in das Energiekonzept zu integrieren.

Bei allen Projekten wurden Simulationsprogramme zur planungsbegleitenden Optimierung der thermisch-energetischen Gebäudequalität verwendet. Neben der laufenden Kontrolle von Heizwärmebedarf und Heizlast wurde hierbei auch der Sommertauglichkeitsanalyse hoher Stellenwert eingeräumt.