ANLAGE 1
„Weiterentwicklung des energetischen Standards bei öffentlichen Neubauten“

# I. Ergebnisse der Evaluation bei Schul- und Kita- Neubauten

Eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe (AG Bildung einer Verwaltungsmeinung) im Fachbereich Gebäudemanagement übernahm die Aufgabe, die unterschiedlichen Aspekte des energieeffizienten Bauens anhand der Erfahrungen der Projektverantwortlichen mit den von Ihnen betreuten 26 Passivhausprojekten der letzten Jahre sowie anhand konkreter Forschungsprojekte vergleichend auszuwerten und zu belegen.

Folgende Projekte und Untersuchungen wurden für die Evaluation verwendet und durch die AG Verwaltungsmeinung ausgewertet:

- Abschlussbericht – acht Passivhaus – Kitas in Hannover, Optimierung von Qualitätssicherungsprozessen für nachhaltige Gebäude [1]
- Vergleich der Investitionskosten für Passivhausstandard, gesetzlichen EnEV-Standard und städtischen Standard EnEV- 30% an drei Objekten
    - Kita - Herrenhäuser Kirchweg
    - GY Goetheschule
    - Kita - In den Sieben Stücken
- Vergleich Variantenberechnung Lüftung – Projekt GY Goetheschule 1. BA
- Messungen zur Nachtauskühlung
- Vergleich der Endenergieverbrauchskennwerte für drei Schulen & drei Kitas in EnEV -30% Bauweise, drei Kindertagesstätten im Kronsberg-Standard sowie dreizehn Kitas und einer Schule im Passivbauweise-Standard

## 1. Verbrauchswerte

Die ermittelten Wärmeverbrauchskennwerte bestätigen, dass die Erhöhung des Energiestandards durch die steigenden Anforderungen an die Bauteile, die Wärmebrückenfreiheit der Gebäudehülle sowie den Einsatz von Lüftungstechnik mit Wärmerückgewinnung den Verbrauch an Wärmeenergie deutlich senkt.

Die gebauten Passivhaus-Kitas und -Schulen weisen jedoch hohe Stromverbräuche auf.
Zum einen sind die Stromverbräuche auf den hohen und notwendigen Automatisierungsgrad (in erster Linie der Lüftungstechnik) zurückzuführen, zum anderen auf die immer umfangreichere und bessere technische Ausstattung der Gebäude (WLAN, interaktive Tafeln, Beamer, Rauchschutztüren mit Offenhaltung usw.) und die Küchennutzung.

Grundsätzlich muss beachtet werden, dass die theoretisch berechneten Energiebedarfe eine Vielzahl von Annahmen z. B. für den Luftwechsel, die Innentemperatur, die Nutzungsintensität und das Wetter beinhalten, die mitunter weit vom tatsächlichen Gebäudebetrieb abweichen. Die gemessenen Verbräuche von Einzelgebäuden weisen daher immer Unterschiede zur Energiebedarfsberechnung nach EnEV oder Passivhaus-Bilanz auf.

[1] http://bibliothek.dbu.de/libero/WebOpac.cls?VERSION=2&ACTION=DISPLAY&RSN=400018167&DATA=DBU&TOKEN=NirSwVbJLa161&Z=1&SET=3

## 2. Investitions- und Betriebskosten

Aus der Evaluation der städtischen Schul- und Kita-Neubauprojekte ergeben sich Investitionsmehrkosten der Passivhausbauweise gegenüber dem Standard „EnEV -30 %“ ohne Lüftungsanlage (auf Basis der EnEV 2009) von ca. 12,8 % bzw. ca.11 % (auf Basis der EnEV 2016).

Die Investitionsmehrkosten im Passivhaus ergeben sich hauptsächlich aus folgenden Gründen:

- Höhere Materialkosten durch stärkere Dämmstoffschichten und bessere Wärmeleitgruppen für Außenwand-, Dach- und Sohlendämmung, einschl. Fundamente
- Aufwändige Konstruktionen zur Vermeidung von Wärmebrücken und Sonderlösungen (z.B. thermisch getrenntes Fundament, Verankerungen der Vorsatzschale)
- Einsatz von „zertifizierten“ Bauteilen (z.B. Passivhaus-Fenster)
- Einsatz von Lüftungstechnik mit Wärmerückgewinnung
- notwendige Einhausung von Lüftungsleitungen
- aufwändigere Gebäudeautomation
- Höhere Honorarkosten aufgrund steigender anrechenbarer Kosten und Auswirkungen auf die Honorarzone durch die Komplexität der Aufgabe

Der wesentliche Anteil der Investitionsmehrkosten resultiert aus dem steigenden Technisierungsgrad (in erster Linie der Lüftungstechnik im Vergleich zur Fensterlüftung) der Gebäude

Betriebskosten bei Passivhäusern:
Die Einsparungen beim Heizwärmebedarf der Passivhäuser werden durch die Instandhaltungskosten (hoher Wartungsaufwand der technischen Anlagen, kurze Sanierungszyklen der Technik), insbesondere der Lüftungstechnik, jedoch nahezu kompensiert. Hinzu kommt ein erhöhter Strombedarf für die Luftförderung.
Der erhöhte Komfort durch Lüftungsanlagen, wie Raumluftqualität und thermische Behaglichkeit, wurde innerhalb der Kostenbetrachtung (monetär) nicht bewertet.

## 3. Bautechnische Anforderungen

Die Planung eines Passivhauses ist durch einen iterativen Prozess zur Unterschreitung des Heizenergiekennwerts (≤15 kWh/(m²a)) gekennzeichnet. Vereinfacht gesagt muss der Gebäudeentwurf so oft optimiert werden, bis der vorgegebene Heizenergiekennwert unterschritten wird. Dies führt zu einem hohen Aufwand in der Planungsphase.

Zukünftig entfällt dieser iterative Planungsprozess und stattdessen werden klare Mindestanforderungen definiert. **Vom Prototyp zur Serienfertigung!**

### 3.1 Gebäudehülle

Die Erfahrungen aus den Projekten haben gezeigt, dass sich der angewandte Baustandard für die Gebäudehülle (Gründung/ Bodenplatte, Außenwand, Fenster, Fenstertüren, Pfosten-Riegel-Glas-Fassaden, Eingangstüren, Dach) in der Größenordnung der Passivhaus-Mindestanforderungen bewährt hat. Eine Ausnahme bilden hier hochfrequentierte Haupteingangstüren (Schule, Kita).
Hier kommt es zu Zielkonflikten im Hinblick auf Bedienbarkeit und Barrierefreiheit der schweren, daher bzgl. des Öffnungs- und Schließvorgangs notwendigerweise motorisch unterstützten dreifachverglasten Türen.

Infolge häufiger Fehlbedienungen und -funktionen ergeben sich auch regelmäßig hohe Aufwendungen für die Unterhaltung und den Betrieb.

Zukünftig sind diese Türen nur 2-fach verglast und werden ohne absenkbare Bodendichtung ausgeführt. Der Verzicht auf eine motorische Unterstützung ist projektbezogen zu prüfen, ggf. mit der Möglichkeit der Nachrüstung bei Bedarf auszuführen.

Zur Einhaltung des für das Passivhaus geforderten Heizwärmebedarfes (≤15 kWh/(m²a)) musste regelmäßig auf komplizierte Konstruktionen zur Sicherstellung der Wärmebrückenfreiheit zurückgegriffen werden.
Dies führte zu kostenintensiven Detaillösungen, die teilweise bautechnische Einzelzulassungen erfordern und in der Regel nur minimale Energie-Einsparungen ermöglichen.

Zukünftig wird für die Wärmebrückenfreiheit ein Mindestzielwert vorgegeben, der den Verzicht auf aufwändige, kostenintensive Sonderlösungen ermöglicht.

„Zertifizierte“ Passivhaus-Komponenten (PH-Komponenten-Siegel) wurden bisher in der Regel zur Erfüllung der Anforderungen an den Passivhaus-Standard eingesetzt.

Zukünftig ist die Verwendung der durch das Passivhaus-Institut zertifizierten Bauteile zur Zielerreichung des neuen energetischen Standards nicht erforderlich und führt zur Reduzierung der Investitionskosten.
Der Einsatz von hocheffizienten Komponenten, in der energetischen Qualität der Passivhaus-Mindestanforderung, ist ausreichend.

Die Anforderungen an die Luftdichtheit haben sich bewährt, gleichwohl liegen hierzu noch keine Langzeiterkenntnisse vor.

### 3.2 Gebäudetechnik

Raumlufttechnische Anlagen mit Wärmerückgewinnung führen zu hohen Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten sowie erhöhtem Stromverbrauch.
Komplexe Anlagensteuerungen können bei Fehleinstellungen zusätzliche Stromverbräuche verursachen.

Die Evaluation liefert dazu folgende Erkenntnisse:

- handwerkliches Know-how ist bei den Baufirmen nicht immer vorhanden
- Anlagen sind empfindlich gegenüber Verarbeitungsfehlern
- Anlagen/Steuerungen sind für den Anwender nicht verständlich
- Fehleinstellungen sind häufig nicht erkennbar

Zukünftig sind einfache und robuste Steuerungskonzepte einzusetzen (z.B. Sonnenschutz nach Kalender, statt Messungen nach Innen-/Außentemperatur und Helligkeit. Manuelle Übersteuerung muss jederzeit möglich sein).

Bei städtischen Neubauten wird eine Vereinfachung der Gebäudelüftung unter Beachtung raumlufthygienischer Anforderungen angestrebt.

Zukünftig ist bei Kitas der Verzicht auf Lüftungsanlagen, bei Schulen die Reduzierung auf eine technische Grundlüftung, verbunden mit manuell möglicher Fensterlüftung (Hybride Lüftung), projektbezogen zu prüfen.

## 4. Nutzung der Gebäude

Die Anforderungen an Schulen und Kitas sind mit den Anforderungen an Wohn- bzw. Verwaltungsgebäude kaum zu vergleichen.
Die unterschiedlichen Nutzungsbedingungen resultieren insbesondere aus den heterogenen, unstetigen, sehr individuellen Nutzerkreisen und den spezifischen Nutzungsbedarfen von Schulen und Kitas.

Die hohe Belegungsdichte von z. B. 30 Schülern pro 64 m² Klassenraum gegenüber 4 Personen pro ca. 123 m² Wohnfläche[2] (Wohnfläche Ein-Personenhaushalt 68,3 m²), die Jahresnutzungsstunden von ca.1.600 Stunden im Wechsel von Intensivnutzung insbesondere an wöchentlich 5 Vormittagen außerhalb der Schulferien und Leerstandszeiten während der Wochenenden und Ferien im Vergleich zu ca. 5.000 relativ gleichmäßig über den Tag und das Jahr verteilten Stunden bei Wohnnutzungen führt in Schulen und Kitas zu einer gänzlich anderen Nutzungsfrequenz und zu erheblich höherer Beanspruchung aller Bauteile gegenüber einer Wohnnutzung.

Exemplarisch für diese eklatanten Unterschiede ist der Luftwechselbedarf. Während bei einer Wohnfläche von 123 m² den hier anwesenden 4 Personen ein Luftvolumen von ca. 77 m³/Person zur Verfügung steht, sind es bei 64 m² Klassenraum und 30 Schülern nur ca. 6,4 m³/Person. Dies bedingt eine um den Faktor 12 höhere notwendige Luftwechselrate, auf die eine rein mechanische Lüftung ausgelegt werden müsste.

Die Maximierung des Wärmeschutzes ist in Schulen und Kitas nicht zielführend, da durch die vorhandene Belegungsdichte ein hoher interner Wärmeeintrag für die Dauer der Nutzung vorhanden ist.
Anders als bei Wohngebäuden ist es bei Schulen und Kitas weder erforderlich noch zweckmäßig, dauerhaft eine konstante Raumtemperatur vorzuhalten.

[2] https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wohnflaeche (Artikel vom 27.07.218)

## II. Zukünftiger energetischer Standard bei öffentlichen Neubauten

Der weiterentwickelte energetische Standard im Überblick:

### 1. <u>städtische Verwaltungs-, Wohn- und sonstige Gebäude</u>

- Passivhausbauweise
- Einsatz von Photovoltaik-Anlagen (soweit technisch möglich)
- Berechnung nach Passivhausprojektierungspaket PHPP

### 2. <u>Schul- und Kita-Neubauten</u>

- hohe Wärmeschutzanforderungen für alle Außenbauteile (U-Wert-Vorgaben)
- Verwendung von Passivhaus-Komponenten (ohne zusätzliche Zertifizierung)
- vorgegebener max. Wert für die Wärmebrückenfreiheit
- vorgegebener max. Wert für die Luftdichtheit
- Einsatz von Photovoltaik-Anlagen (soweit technisch möglich)
- Projektbezogen ist ein Verzicht auf mechanische Lüftung oder Reduzierung auf Grundlüftung möglich
- Berechnung nach gesetzlich gefordertem Nachweisverfahren EnEV/DIN 18599, Passivhaus-Einzelnachweis entfällt
  (kein iterativer Planungsprozess, kein vorgegebener Wert für den Heizwärmebedarf)
- Eine Evaluation des neuen energetischen Standards für Schul- und Kita- Neubauten wird zur Sicherstellung der Zielerreichung durchgeführt.

  Die ersten fünf Schulen und die ersten fünf Kitas, die mit den Anforderungen des zukünftigen Standards errichtet werden, sind zu evaluieren. Die Evaluation erfolgt mit Hilfe einer einfachen Berechnung auf Grundlage der ausführungsreifen Planung.
  Es wird der Heizwärmebedarf nach dem aktuellen Berechnungsprogramm des Passivhausinstitutes, dem Passivhausprojektierungspaket PHPP 9, ermittelt.

  Dabei wird überprüft, ob der bei Anwendung des neuen energetischen Standards prognostizierte Zielkorridor des Heizwärmebedarfs von 20 bis 25 kWh/(m²a) eingehalten wird.

  Darüber hinaus findet ein Monitoring der Energieverbrauchskennwerte für Strom und Wärme statt.

  In Abhängigkeit der Evaluationsergebnisse wird der Standard gegebenenfalls angepasst.

**Die energetischen Anforderungen des weiterentwickelten Standards der Landeshauptstadt Hannover sind im Detail in Kapitel IV dargestellt**.

Mit diesen Vorgaben übertrifft der energetische Standard der LHH bei Weitem die derzeitigen gesetzlichen Anforderungen an den Gesamtprimärenergiebedarf (Qp) von Nichtwohngebäuden und liegt auch über den Anforderungen des vorliegenden Referentenentwurfs zum Gebäude-Energie-Gesetz (GEG).
Die Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile (U-Werte) sind ≥ 40% besser als die Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz der gesetzlichen Anforderungen.

## III. Ökologische Auswirkungen

Der Einsatz von Passivhauskomponenten erweist sich als wichtige Voraussetzung für niedrige Wärmeverbräuche in der Nutzungsphase. Der vorgeschlagene Wärmeschutz der Außenbauteile ist ≥ 40 % besser als die Anforderungen der Energieeinsparverordnung. Auf dem Weg zur Klimaneutralität sind hocheffiziente Komponenten aufgrund der Langlebigkeit der Außenbauteile von besonderer Bedeutung.

Zur Erreichbarkeit der Klimaschutzziele der LHH und der zukünftigen gesetzlichen Anforderungen ist der Einsatz von Photovoltaik-Anlagen bei städtischen Neubauten, soweit dies technisch möglich ist, vorzusehen.
Weitere Installationen von Anlagen für Erneuerbare Energien am oder auf dem Gebäude reduziert den Einsatz von fossilen Energieträgern und ermöglichen bei geeigneten Rahmenbedingungen mehr Energie zu erzeugen als der Verbrauch erfordert (Plusenergiegebäude).
Die Nutzung der Neubauten für Photovoltaikanlagen vermeidet zusätzliche Flächen-versiegelung.

Durch die Evaluation der neu errichteten Schul- und Kita- Neubauten wird die Zielerreichung in Bezug auf die energetischen Anforderungen überprüft.

**Konsequenzen für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen durch die Anwendung des weiterentwickelten energetischen Standards für Schul- und Kita- Neubauten**

Grundsätzlich muss beachtet werden, dass die in der Planungsphase **theoretisch berechneten Bedarfswerte**, die zur Vergleichbarkeit herangezogen werden, Annahmen sind.
Bei der Energiebedarfsberechnung nach Passivhausstandard werden nicht die **gemessenen Verbräuche** der realen Nutzung wiedergespiegelt. Nach dem neuen Standard werden theoretisch errechnete Heizwärmebedarfe von 15-25 kWh/(m²a) erwartet. Ein Passivhaus muss hier einen Wert von ≤15 kWh/(m²a) einhalten.

Die zukünftig zu erwartenden **Verbrauchswerte** für **Heizwärme** der Schul- und Kitagebäude werden sich durch den weiterentwickelten energetischen Standard nur marginal von den gemessenen Verbrauchswerten der realisierten Passivhäuser der LHH unterscheiden. Diese Annahme wurde bei einer Hochrechnung des Energieverbrauches auf Basis realitätsnaher Nutzungsbedingungen bestätigt. Durch das laufende Energiecontrolling des Fachbereich Gebäudemanagement werden die Verbrauchswerte der nach dem neuen Standard errichteten Gebäude verglichen und im Rahmen der Evaluation abschließend bewertet.

Der **Stromverbrauch** wird durch die Vereinfachung der Lüftungstechnik verringert und der bereits seit längerem vorhandene positive Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bleibt erhalten.
Das durch den weiterentwickelten Standard erzielte $CO_2$-Einsparpotenzial (auf Basis der tatsächlich gemessenen Verbräuche), lässt sich erst durch die Evaluation nach Inbetriebnahme der Gebäude ermitteln.

Durch den flächendeckenden Einsatz von Photovoltaikanlagen zur regenerativen Stromerzeugung wird der Zukauf von konventionellem Strom vom Energieversorger verringert. Da der selbst produzierte PV-Strom nahezu $CO_2$-neutral ist, reduziert sich somit die $CO_2$-Belastung aus dem Strombedarf deutlich. Bei zum Beispiel einer ca. 60%igen Ausnutzung der Gebäudedachflächen einer Kita für Photovoltaik, könnte mit einer PV-Stromerzeugung eine deutliche Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 11 kg/m² Nutzfläche erreicht werden.

# IV. Darstellung der energetischen Anforderungen des weiterentwickelten Standards sowie der geltenden EnEV

**Übersicht:**
**Weiterentwicklung des energetischen Standards der LHH bei bei öffentlichen Gebäuden**

| | **1. Passivhausstandard** (alle öffentlichen Neubauten mit Ausnahme von Schul- und Kitagebäuden) | **2. Schul- und Kita-Neubauten** | **EnEV 2014** (ab. 01.01.2016) |
|---|---|---|---|
| **Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile** | [W/m²*K] | [W/m²*K] | [W/m²*K] |
| **Gründung / Bodenplatte** | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 | $\bar{u}^{*3}$ = 0,28 |
| **Außenwand** | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 | |
| **Fenster / Fenstertüren** | ≤ 0,8 | ≤ 0,8 | $\bar{u}^{*3}$ = 1,5 |
| **Pfosten-Riegel-Glas Fassaden** | ≤ 0,8 | ≤ 0,8 | |
| **Eingangstüren** | ≤ 0,8 | ≤ 1,2 | |
| **Dach** | ≤ 0,15 | ≤ 0,10 | $\bar{u}^{*3}$ = 0,28 |
| **Primärenergiebedarf** *1<br>⇨ **nach DIN 18599** | ./. | bis 31.12.2018<br>≤ 0,6375 * $Q_{p\ REF}$ kWh/(m²a)<br>ab 1.1.2019*2<br>≤ 0,555 * $Qp_{REF}$ kWh/(m²a) | ≤ 0,75 * $Qp_{REF}$ kWh/(m²a) |
| ⇨ **nach PHPP** | 120 kWh/(m²a) | ./. | ./. |
| **Heizwärmebedarf** | ≤ 15 kWh/(m²a) | kein Zielwert | kein Zielwert |
| **Wärmebrückenfreiheit** (Detailierter Nachweis) | $\Delta U_{WB}$ ≤ 0,01 W/m²K | $\Delta U_{WB}$ ≤ 0,025 W/m²K | Pauschalzuschläge:<br>• $\Delta U_{WB}$ ≤ 0,10 W/m²K im Regelfall, oder<br>• $\Delta U_{WB}$ ≤ 0,05 W/m²K bei vollständiger Umsetzung der DIN 4108 Beiblatt 2 (kein Grenzwert) |
| **Luftdichtheit Gebäudehülle** | n50 < 0,6/h | n50 < 0,6/h | • bei Gebäuden ohne RLT- Anlage<br>n50 < 3 /h<br>• bei Gebäuden mit RLT- Anlage<br>n50 < 1,5 /h |
| **Kompaktheit** | Der Entwurf eines kompakten Baukörpers ist anzustreben. | | |
| **Erzeugung / Nutzung Erneuerbarer Energien** | Im innerstädtischen Bereich vorzugsweise PV, EEWärmeG wird übertroffen (§ 5 und § 7) *4 | | keine Vorgaben, EEWärmeG ist einzuhalten (§ 5 oder § 7) *4 |
| **RLT-Anlage** | erforderlich | Schule: erforderlich<br>Sonstige: Abweichung möglich | keine Vorgaben |

*1 Die Berechnung des Primärenergiekennwertes nach PHPP 120 kWh/(m²a) und DIN 18599 erfolgt nach unterschiedlichen Parametern und Maßstäben.
*2 vorbehaltlich der Neufassung der DIN 18599 und nationalerer Regelungen (Neufassung EnEV- Gebäudeenergiegesetz GEG 2018)
*3 Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsflächen (u- mittel)
*4

| § 5 Anteile regenerativer Energie für öffentliche Gebäude | Anhang | § 5 Neubau |
|---|---|---|
| Solare Strahlungsenergie | I | 15% |
| flüssige Biomasse | II | 50% |
| gasförmige Biomasse in Verbindung mit KWK-Anlagen | II | 30% |
| feste Biomasse | II | 50% |
| Geothermie / Umweltwärme, unter Beachtung vorgegebener Jahresarbeitszahlen | III | 50% |
| **§ 7 Ersatzmaßnahmen** | | |
| Höchstwert des Jahres-Primärenergiegedarf (ENEV) Unterschreitung um | VII | 15% |
| und Transmissionswärmetransferkoeffizient (ENEV DIN 18599-2) in öff. Geb. Unterschreitung um | VII | 30% |
| Fernwärme der Stadtwerke Hannover | VIII | 100% |
| Näheres ist im Anhang zum EEWärmeG festgelegt | | |