

Energieeffizienz - Strategie in Frankfurt a.M. – Bauen für die Zukunft

1. Idee und Planung der baulichen Maßnahmen

Frankfurt am Main ist Spitzenreiter beim Passivhausbau. Mit dem Datum 6. September 2007 hat Frankfurt seine Vorreiterrolle für die Energiewende untermauert: Das Stadtparlament legte für den Bau neuer Gebäude den Passivhausstandard fest.

Stellvertretend für etwa 45 Passivhausgebäude, die in den letzten Jahren in Frankfurt entstanden sind, wird hier ein repräsentativer Querschnitt der aktuellsten Maßnahmen erläutert.

Der Erweiterungsneubau der Münzenbergerschule in Frankfurt-Eckenheim (Fertigstellung 2008) umfasst eine neue Mensa für ca. 140 Essen, eine Bibliothek, sowie mehrere Gruppen- und Mehrzweckräume. Der Neubau mit den zentralen Nutzungen wie Bibliothek, Computerraum und Mensa stellt die neue Mitte der Schulanlage von 1962 dar. Abgesenkte Höfe und Freitreppen dienen nicht nur als Zugang und Belichtung, sondern sind gleichzeitig Orte zum Spielen und Verweilen. Das Thema der Fassadenrahmen der Bestandsgebäude von 1962 wird aufgegriffen und weiterentwickelt: Die Bibliothek präsentiert sich nach außen mit einer „Regalfassade“ - einer Synthese aus farbiger Verglasung und Bücherregal. Das Gebäude wurde in einem 30% besseren Energiestandard als die ENEC erstellt.

Der Neubau der Ziehenschule in Frankfurt-Eschersheim (Fertigstellung 2011) wurde erforderlich, weil neue Klassenräume und eine Mensa mit gewerblicher Großküche für ca. 550 Essen für den Ganztagschulbetrieb benötigt wurden. Der kompakte Neubau, der im Erdgeschoss die Mensa und im Obergeschoss die Klassenräume beinhaltet, ist als Passivhaus mit begrünten Dächern konzipiert. Aus der Idee, den Baukörper als dreidimensionale Erweiterung des neuen Gesamt-Grünkonzepts der Schule zu sehen, entstand der Planungsgrundsatz, ein "Grünes Gebäude" zu entwickeln. Die innere Erschließung erfolgt über ein lichtdurchflutetes und farbenfrohes Atrium, der außen liegende Fluchtbalkon wird mit sommergrünen Kletterpflanzen begrünt. Der Neubau ergänzt die bestehende Gründerzeitschule um elf Klassenräume und eine Cafeteria. Das Gebäude wurde im Passivhausstandard errichtet. Der erste und zweite Rettungsweg wurde als Fluchtbalkon nach außen verlegt und mit einer sommergrünen Fassadenbegrünung versehen. Der Neubau wurde im Passivhausstandard errichtet.

Der Neubau der Grundschule in Frankfurt-Kalbach (Fertigstellung 2012) wurde wegen steigender Einwohnerzahlen und eine Erhöhung der Schülerzahlen notwendig. Zwischen der alten Schule und der Turnhalle ist ein Gebäudekomplex entstanden, der alle Bereiche der Schule unter einem Dach vereint. Alte Bausubstanz, energetisch saniert,

und zeitgemäße Architektur in Passivhausstandard verschmelzen unter Ausnutzung der Topografie zu einem homogenen Ensemble. Zwei versetzt angeordnete Baukörper erstrecken sich um ein Atrium, das als Dreh- und Angelpunkt dient. Im Spannungsfeld von alt und neu bilden sich klar definierte Außenflächen und reizvolle Innenräume heraus. Der Neubau ersetzt einen in die Jahre gekommenen Bestandsbau aus den 1970er Jahren und wurde im Passivhausstandard errichtet.

1.1 Ausgangssituation

Aufgrund der steigenden Einwohnerzahlen, der Umstellung auf Ganztagsbetrieb und der Ausbau der Tagesbetreuungsplätze in Frankfurt a.M. musste in der Vergangenheit und Heute vermehrt städtische Infrastruktureinrichtungen, wie Kindertagesstätten, Schulen oder Schulkantinen gebaut werden. Ein Großteil der aus den 50er und 60er Jahren stammenden Schulen muss kapazitätsbedingt erweitert werden, viele Gebäude sind stark sanierungsbedürftig und werden teilweise durch neue Bauten ersetzt (Abb. 1).



Abb.1 Ehemaliges Schulgebäude der Grundschule Frankfurt-Kalbach aus den 1970er Jahren mit Bauschäden

Schulen wurden in der Vergangenheit durch temporäre Pavillon- oder Containeranlagen erweitert, diese Anlagen werden nun schrittweise durch Neubauten ersetzt.



Abb. 2 Pavillonanlage der Ziehenschule (Frankfurt-Eschersheim) aus den 1950er und 80er Jahren

1.2 Zielsetzung

Nicht billig, sondern wirtschaftlich - Diesem Ziel hat das Frankfurter Hochbauamt einen Rahmen gesteckt. Die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen sollen helfen, die Gesamtkosten für öffentliche Bauten zu senken. Dabei legt das Hochbauamt den Lebenszyklus eines Gebäudes zugrunde. Folglich gilt es, die Kapital-, Betriebs- und Umweltfolgekosten zu minimieren-und zwar beginnend bei der Planung bis hin zu Abriss und Entsorgung.

Seit dem Jahr 2005 liegen die Leitlinien allen öffentlichen Bauvorhaben zugrunde. Da sich Gesetze und Normen jedoch ändern und die Entwicklung voranschreitet, überarbeitet das Energiemanagement des Hochbauamtes die Leitlinien jährlich und schreibt sie fort. Folglich spiegeln die Vorgaben den aktuellen Stand der Technik wider und sind fester Bestandteil der Aufträge für Architekten und Ingenieure.

Zu den vorgegebenen Qualitäten gehören neben der jährlichen Gesamtkostenreduktion:

- die Gesundheit und Behaglichkeit für den Nutzer
- der lokale Beitrag zum globalen Klimaschutz (10 % Reduktion der CO₂-Emission alle 5 Jahre)
- Berücksichtigung des Klimawandels (heißere Sommer, stärkere Stürme, heftigere Starkregenereignisse)
- die Minimierung des Materialeinsatzes und des Primärenergiebedarfs der Baustoffe
- die Dauerhaftigkeit und Rückbaufähigkeit der Konstruktionen und Bauteile
- Herstellung des „barrierefreien Frankfurt“
- eine angemessene Gestaltung von Neubauten, welche die Identifikation der Nutzer mit ihrem Gebäude und damit den pfleglichen Umgang fördert
- die Erhaltung gestalterisch hochwertiger oder denkmalgeschützter Gebäude

Diese Qualitäten gelten für alle Neubau- und Sanierungsvorhaben der Stadtverwaltung, städtische Einrichtungen und Eigenbetriebe sowie für alle Gebäude, die als Public-Private-Partnership Modelle künftig für die Stadt Frankfurt errichtet werden.

1.3 Vorgehensweise

Integrale Planung macht zufriedene Nutzer!

Die Einhaltung der Leitlinien wird an 4 Meilensteinen (zum Abschluss der Vorplanung, zur Bau- und Finanzierungsvorlage, bei der Abnahme und nach 2 Jahren Betrieb) geprüft. Zusätzlich ist eine aktuelle Gesamtkostenberechnung vorzulegen, aus der neben den Investitionskosten auch die Betriebs- und Folgekosten hervorgehen (siehe www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de, Gesamtkostenberechnung).

Bei Einhaltung der Leitlinien und der Gesamtkosten wird von der Abteilung Energiemanagement ein entsprechendes Zertifikat ausgestellt.

2. Beschreibung der baulichen Maßnahmen

Stellvertretend für etwa 45 Passivhausgebäude, die in den letzten Jahren in Frankfurt entstanden sind, wird hier ein repräsentativer Querschnitt der aktuellsten erläutert.

2.1 Nutzung erneuerbarer Energien

Regenerative Energiequellen:

Bereits seit Anfang der 90er Jahre erhöht die Abteilung Energiemanagement im Hochbauamt den Anteil der regenerativen Energiequellen in den städtischen Liegenschaften.

Grünstrombezug:

Seit dem Jahr 2004 werden die Liegenschaften der Stadt Frankfurt zunehmend mit Grünstrom versorgt. Seit dem Jahr 2008 stammen im Mainova-Versorgungsgebiet 50 % des Stroms für die städtischen Liegenschaften aus regenerativen Energiequellen (zertifiziert nach Grüner-Strom-Label) und 50 % aus Kraft-Wärme-Kopplung. Die Tarifabnahmestellen im Süwag-Versorgungsgebiet werden zu 100 % aus regenerativen Energiequellen versorgt.

Photovoltaik:

Auf den Liegenschaften der Stadt Frankfurt sind gegenwärtig 26 stadteigene Photovoltaik-Anlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von 217 kW-peak im Betrieb bzw. in Planung. Hinzu kommen 37 fremdfinanzierte Anlagen mit insgesamt 3.692 kW-peak. Mit den Betreibern der fremdfinanzierten Anlagen werden Dachnutzungsverträge abgeschlossen. Die Betriebsdaten der Photovoltaikanlagen sollen im Internet und vor Ort auf einem Display dargestellt werden.

Solarthermie:

Auf den Liegenschaften der Stadt Frankfurt sind gegenwärtig 8 Solarkollektor-Anlagen mit einer Gesamtfläche von 119 m² im Betrieb. Hinzu kommen zwei Solarabsorber-Anlagen zur Beckenwassererwärmung in Freibädern mit insgesamt 2.012 m². Eine Liste der Anlagen finden Sie hier:

Biomasse: In den Liegenschaften der Stadt Frankfurt sind gegenwärtig 2 Holzhackschnitzel- und 10 Holzpellet-Heizkessel mit einer thermischen Gesamtleistung von 2.063 kW im Betrieb.

Geothermie:

In den Liegenschaften der Stadt Frankfurt sind gegenwärtig 2 Geothermie-Anlagen mit einer gesamten Wärmeleistung von 800 kW und einer gesamten Kälteleistung von 600 kW im Betrieb. Eine Liste der Anlagen finden Sie hier:

Solarenergienutzung:

Die im Passivhausstandard realisierten Projekte nutzen die Solarstrahlung durch entsprechend den Himmelsrichtungen ausgerichtete Fenster- und Glasflächen, die als Solarkollektor funktionieren. Die Anordnungen der Glasfassaden werden nicht nur nach den energetischen Aspekten, sondern auch

nach Gestaltkriterien, wie der Zuordnung der Innenräume zu den Außenflächen festgelegt. Am Beispiel des Atriums der Grundschule Kalbach, welches als räumliche Mitte und zentraler Erschließungsraum der neuen Grundschule konzipiert ist, sind die innen- und außenräumlichen Beziehungen gut ablesbar. Der Innenraum dient den Schülerinnen und Schülern nicht nur als Aufenthaltsraum und Orientierung, er verbindet gleichzeitig den südlichen Schulhof mit Freilufttheater mit dem nördlichen Spielhof (Abb. 3 und 4).



Abb.3 Grundschule Kalbach: Südansicht des Atriums, zum Innenhof mit Freilufttheater



Abb.4 Grundschule Kalbach: Innenansicht des zentralen Atriums

Der helle und freundliche Innenraum bietet mit den fast quadratischen Proportionen in Grund- und Aufriss einen idealen Ort für jegliche Art der Kommunikation, sowie einen überdachten Pausenbereich für Schlechtwettertage. Bei den Klassenräumen wurde ein speziell kindgerechtes Fenster entwickelt: Für den sommerlichen Wärmeschutz muss ein wirksamer Sonnenschutz, als außenliegende Raffstoreanlage konzipiert, vorhanden sein. Durch die herabgelassenen Lamellen wird jedoch die Blickbeziehung und Offenheit zum Außenraum verhindert. Die Idee: Ein zweigeteiltes Fenster mit außenbündiger Verglasung und Raffstore im oberen Bereich und innenbündiger Verglasung im unteren Bereich. Das obere Fenster wird durch den Sonnenschutz verschattet, das untere Fenster erhält den Sonnenschutz durch den ca. 60 cm tiefen Rücksprung, die Tieflage erzeugt einen Eigenschatten. Ergebnis: Die Schülerinnen und Schüler können trotz herabgelassenem Raffstore im

Sommer weiter aus dem unteren Fenster schauen. Dieses „Panoramafenster“ wurde entsprechend auf Sichthöhe der sitzenden Kinder angeordnet (Abb. 5 und 6)



Abb.5 Blick in einen Klassenraum mit maximaler Verglasung zur Sonnenseite, Nachtlüftungsklappen und „Panoramafenster“ für Kinder



Abb.6 Das „Panoramafenster“ im Detail: Der obere Bereich wird durch den außenliegenden Raffstore, der untere Bereich durch die Tieflage verschattet. Das untere Fenster bleibt also im Sommer frei für die Blickbeziehung zum Außenraum.

Beim Gymnasium der Ziehenschule in Frankfurt-Eschersheim wird ein anderer Weg eingeschlagen: Die Fensterfläche wird durch Tiefersetzen der Brüstungshöhe von 1,00m (gemäß Arbeitsschutz) bis auf Tischhöhe (ca. 70 cm) vergrößert. Ermöglicht wird dies durch einen außenliegenden Fluchtbalkon direkt vor den Fenstern, zu dem keine Absturzgefahr besteht (Abb.7).



Abb.7 Die Fenster bei der Ziehenschule wurden bis zur

Tischoberkante heruntergeführt, wodurch eine freundliche und helle Arbeitsatmosphäre erzeugt wird. Die Raumwirkung wird durch den Einsatz von Farben und Holzfurnieren der Einbauschränke unterstützt.

Der Einsatz von Solarkollektoren (Abb.8) und Pelletheizungen (Abb.9) als erneuerbare Energiequellen ergänzen die solaren Energiegewinne der Passivhausschulen. Für die Zeit nach den Weihnachtsferien und Wochenenden im Winter ist ein schnell reagierendes Heizsystem erforderlich, da in diesen Zeiträumen die Gebäude mangels Anwesenheit von Personen sowie geringerer Solarstrahlung abkühlen und deshalb schnell wieder auf Betriebstemperatur gebracht werden müssen.



Abb.8 Solarkollektoren der Riedbergschule



Abb.9 Pelletheizung der Liesel-Oestreicher-Schule

2.2 Energieeffizienz

Bis 2007 wurden alle städtischen Projekte im 30 % besseren Energiestandard als die jeweils gültige ENEV ausgeführt. 2007 folgte dann der Beschluss des Frankfurter Magistrats, dass alle Projekte im Passivhausstandard realisiert werden.

Um die für den Passivhausstandard erforderlichen Werte zu erreichen, muss eine Reihe von planerischen und baulichen Maßnahmen erfüllt werden, die hier näher erläutert werden.

Gebäudeorientierung begünstigt passive Solarenergienutzung

Die Ausrichtung der Gebäude zu den Himmelsrichtungen mit Solarstrahlung zeigt das Beispiel der Ziehenschule (Abb.10). Konsequenterweise wurde

die Nordfassade des Baukörpers ohne Fenster ausgeführt, da hier die Anordnung von Fensterflächen zu nicht kompensierbaren Energieverlusten führen würde (Abb. 11).



Abb.10 Ausrichtung der Ziehenschule zu den Himmelsrichtungen Osten, Süden und Westen.



Abb.11 Geschlossene Nordfassade minimiert Energieverluste

Das Baugrundstück für den Neubau der Ziehenschule ist ideal, weil es aufgrund der entfernt liegenden umgebenden Bebauung keine Verschattung des Neubaus gibt.

Thermische Zonierung

Bei der inneren Organisation des Gebäudes wurde auf eine konsequente thermische Zonierung mit zwei Temperaturzonen geachtet: Die Räume mit sitzender Tätigkeit (Klassenzimmer) werden mit 20 Grad Celsius temperiert, die Erschließungsräume, in denen man sich bewegt, mit 15 Grad Celsius (Abb.12).

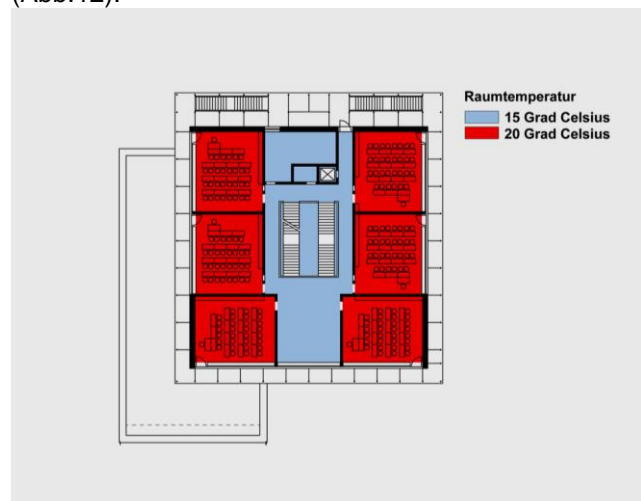


Abb.12 Thermische Zonierung des Grundrisses Ziehenschule

Kompakte Form

Die Planung von kompakten Baukörpern mit einem guten Verhältnis von Hüllfläche zu Bauvolumen ist eine weitere wichtige Grundlage für das energieeffiziente Bauen. So wurde zum Beispiel der Neubau von Mensa und Bibliothek der Münzenbergerschule als kompakter, zweigeschossiger Baukörper konzipiert (Abb.13).



Abb.13 Kompakter Baukörper am Beispiel Münzenbergerschule

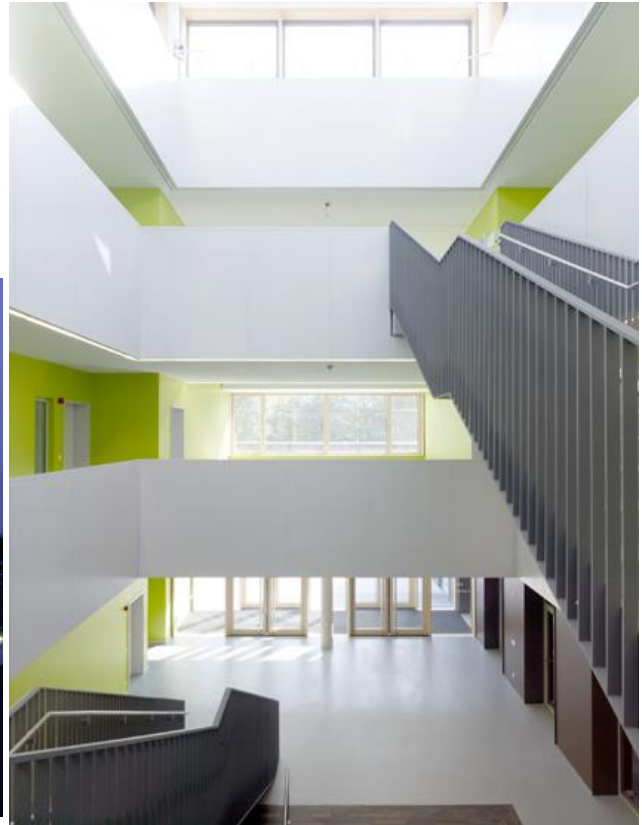


Abb.15 Das Atrium der Ziehenschule erhält Tageslicht über die Oberlichtverglasung der „Laterne“.

Hauptzugänge mit unbeheizten Windfängen

Um Energieverluste bei Eingangssituationen zu vermeiden, werden unbeheizte Windfänge angeordnet.

Tageslichtnutzung

Um die Innenräume effizient zu beleuchten, wird ein maximaler Anteil von Tageslicht genutzt, was zu speziellen Grundrissanordnungen führt. Bei der Grundschule Kalbach wurden die Flure immer als einbündige Organisation vorgesehen, so dass die Erschließungsflächen immer Tageslicht haben, und die Energiekosten für die Flurbeleuchtung gering gehalten werden kann (Abb.14). Im Neubau der Ziehenschule wird das innenliegende Atrium über eine großzügige, vertikal angeordnete Oberlichtverglasung belichtet. Es entsteht ein großer, freundlicher Innenraum (Abb.15).

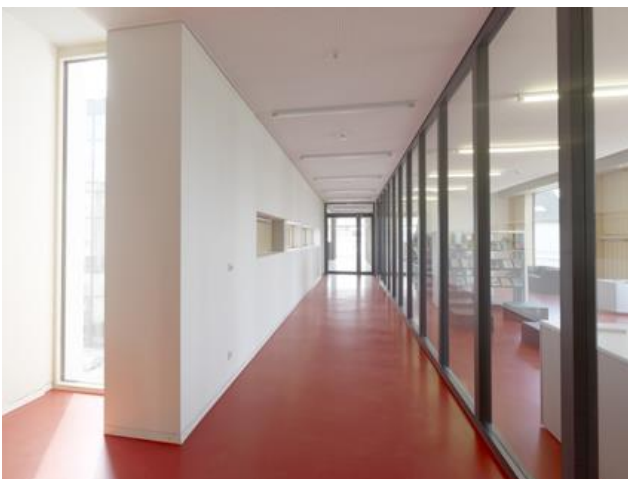


Abb.14 Grundschule Kalbach: Ein bündige Flure mit Tageslicht

Sommerlicher Wärmeschutz

Bei der Konzipierung der Passivhäuser muss neben dem Winterfall auch immer der Sommerfall, die mögliche Aufheizung des Gebäudes, betrachtet werden. Um dies zu vermeiden, werden in Frankfurt sämtliche Bildungsbauten mit Nachtlüftungsklappen versehen. Anstelle von energetisch und technisch aufwändigen Klimaanlage werden in der Fassade motorisch angetriebene Klappen vorgesehen, die temperatur- und zeitgesteuert ermöglichen, dass die Gebäude im Sommer über die kältere Nachtluft heruntergekühlt werden. Die Anordnung und Ausführung variiert von Projekt zu Projekt, so wurden in Kalbach die Nachtlüftungsklappen in der Bibliothek als Doppelklappen vorgesehen, bei der Grundschule Riedberg als Klappe oberhalb von Rettungswegen (Abb.16 und 17).

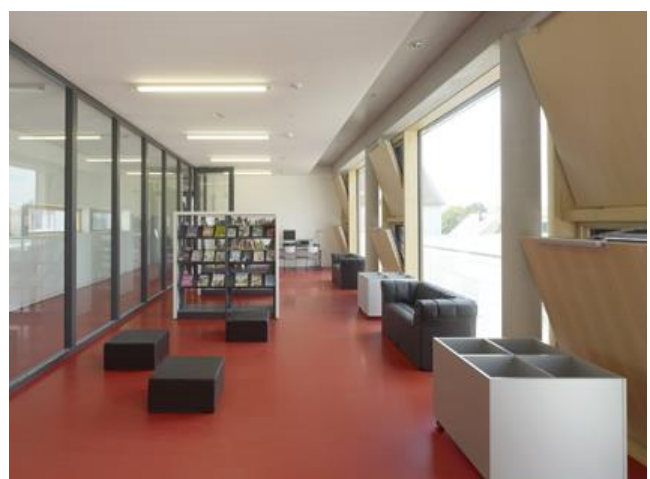


Abb.16 Nachtlüftungsklappen in der Bibliothek der Grundschule Kalbach



Abb.17 Nachtlüftungsklappen in der Grundschule Riedberg

Eine gute Voraussetzung für dieses einfache Lüftungskonzept ist die Ausführung der Gebäude in massiver Bauweise (Speichermasse durch Baustoffe mit hoher Dichte.) Je mehr Speichermasse, desto mehr Wärme kann über den Tagesverlauf in den Bauteilen gepuffert werden. Durch die natürliche Nachtlüftung über die Nachtlüftungsklappen und Oberlichter kann allein über die Thermik die Speichermasse über Nacht entladen werden, damit am nächsten Tag wieder Speicherkapazität zur Verfügung steht und sich die Innenraumtemperaturen nicht kumulieren und damit angenehme Raumtemperaturen erreicht werden. Bei der Mensa der Münzenbergerschule wurde die Stahlbetonkonstruktion als hochwertige Sichtbetonkonstruktion ausgeführt (Abb.18)



Abb.18 Mensa Münzenbergerschule in Sichtbetonkonstruktion mit möbelartigen Einbauten

Erhalten von Bausubstanz

Zum Thema der Energieeffizienz gehört auch die gewissenhafte Prüfung des Erhaltens von alter Bausubstanz, denn der Anteil der grauen Energie, die bei der Herstellung von Baustoffen für die Errichtung eines Gebäudes aufgewendet wird, kann in Abhängigkeit vom Komplexitätsgrad und der Bauweise bis zu 2.500kWh/m² betragen.

Quelle: GBTool, Green Building Challenge, 2000

Bei der Grundschule Kalbach hat sich die Stadt Frankfurt aufgrund der materiellen, städtebaulichen und psychologischen Wertigkeit des alten

Bestandsgebäudes von 1915 dafür entschieden, dieses zu erhalten und zu sanieren (Abb.19)



Abb.19 Erhalt und Einbindung des alten Schulhauses von 1915

2.3 Nachahmbarkeit

Grüne Dächer und Fassaden bringen den Bewohnern städtischer Regionen Natur näher, und fördern, was Albert Schweitzer und Erich Fromm mit dem Begriff „Biophilie“ bezeichnet haben. Schon Le Corbusier propagierte in seinem 1923 erschienen Buch „Ausblick auf eine Architektur“, jedes Wohnhaus mit einem begrünten Flachdach zu krönen. Dieser „Luftgarten“ war als Ersatz für die bei der Hauserrichtung verbaute Freifläche am Boden gedacht. Über Gebäudebegrünungen bleiben Menschen trotz Urbanisierung mit der Natur über Wind, Sonne, Regen und Schnee in Verbindung. Gebäudeaußenflächen werden zu grünen Lungen dicht besiedelter Städte, filtern Schadstoffe aus der Luft und fangen Feinstaubpartikel auf. Fassadenbegrünungen können jahreszeitliche Abwechslung in Farben und Düften bieten, in sonst doch recht farblosen Umgebungen und die Gebäude vor extremen Wetterbedingungen schützen, was die Lebensdauer von Dach und Fassade erhöht. Darüber hinaus bilden sich isolierende Luftschichten zwischen Pflanzen und Gebäude, wodurch extreme Temperaturschwankungen ausgeglichen werden und Heiz- und Klimatisierungskosten eingespart werden. Grüne Gebäude helfen das Befinden von Menschen zu verbessern und wirken positiv auf körperliches und geistiges Wohlbefinden.

Die Fassade der Ziehenschule wurde mit Schlingrosen, der Jungfernebe (Wilder Wein), Chinesischem Strahlengriffel (Kiwi) und der Kletterhortensie begrünt. Die sommergrünen Pflanzen verfärben sich im Herbst und werfen im Winter ihr Laub ab, so dass im Sommer ein zusätzlicher Sonnenschutz besteht und im Winter die Solarstrahlung an das Gebäude gelangen kann (Abb. 20 und 21).



Abb.20 Visualisierung - Dach- und Fassadenbegrünung der Ziehenschule



Abb.23 Innenraum der Mensa Ziehenschule mit Echtholzparkett



Abb.21 Detailaufnahme einer Kiwi-Blüte (Ziehenschule)

2.4 Vorbildfunktionen

Die Stadt Frankfurt a.M. verwendet bei ihren Bauvorhaben ausschließlich ökologische Baustoffe. Bei der Grundschule Kalbach kam als Beispiel im Altbau ein Lehmputz zur Ausführung, der das für das Innenraumklima aufgrund des Feuchtigkeitshaushaltes nachhaltig verbessert (Abb.22). Der nachhaltige Baustoff „Holz“ findet in verschiedenen Formen Anwendung: In der Ziehenschule, ebenso wie beim Altbau in Kalbach wurde Echtholzparkett eingesetzt (Abb. 22 und 23)



Abb.22 Innenraum des sanierten Altbaus von 1915 mit Echtholzparkett und Lehmputz

Der Baustoff Holz schafft gerade in Kindergärten und Grundschulen eine behagliche Aufenthaltsatmosphäre. In der Münzenbergerschule wurde die komplette Bibliothek mit Brettern aus einer Weisstanne bekleidet (Abb. 24). Die anfängliche Sorge, dass die unbehandelten Bretter schnell dem Vandalismus zum Opfer fallen würden, blieb unbegründet. Nach einem Nutzungszeitraum von mittlerweile sechs Jahren ist die Holzoberfläche weiterhin unbeschädigt wie am ersten Tag (Abb 24). Gemäß den städtischen „Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen“ wird in Frankfurt auch bei Fenstern und Glasfassaden das Material „Holz“ in Form von Holz-Aluminium-Fenstern eingesetzt. Beim Beispiel der Münzenbergerschule wurde die Glasfassade der Bibliothek als eine Synthese aus hölzernem Bücherregal und Glasfassade mit farbigem Glas konzipiert. Die kindgerechte Fassade schafft über den reinen Nutzen als Regal eine freundliche Lichtatmosphäre (Abb.25)



Abb.24 Gruppenraum Münzenbergerschule mit Holzbekleidung.



Abb. 25 Die kombinierte Bücherregal-Glas-Fassade aus Holz

Eine Besonderheit stellt die neue WC-Anlage der Ziehenschule dar: Aufgrund von Vandalismus-Problemen in den schuleigenen WC-Anlagen in der Vergangenheit war zu befürchten, dass auch die neue WC-Anlage beschädigt werden wird. Das Hochbauamt hat sich deshalb entschieden, mit dem Thema „Vandalismus“ offensiv umzugehen: Anstelle einer Standard-WC-Anlage wurden die WC-Räume als „grüne Erlebnisräume“ mit Pflanzenmotiven an den Wänden und grünem Bodenbelag und grüner Decke konzipiert. Waldgeräusche aus dem Lautsprecher ergänzen das neue Raumerlebnis. Nach über einem Jahr Betrieb hat sich das Konzept, attraktive und schöne Innenräume statt langweiliger Standardräume zu schaffen, bewährt. Bislang sind keine Vandalismus Schäden zu verzeichnen.



Abb.26 Die neue WC-Anlage der Ziehenschule

Nutzereinbindung

Ein wesentliches Problem bei kommunalen Gebäuden besteht darin, dass das Bedienungspersonal und die Gebäudenutzer kein unmittelbares Interesse an der Einsparung von Energie und Wasser haben. Um diesem Problem zu begegnen, die Motivation zu erhöhen und das Erfahrungspotenzial zu nutzen, wurde ein Beteiligungsmodell (50:50) mit direkter Erfolgszahlung entwickelt. Die ersten 50 % fließen der Liegenschaft zu. Davon bekommt der Energiebeauftragte die Hälfte als Prämie ausgezahlt. Die Zweiten 50 % erhält das Energiemanagement zur Durchführung von weiteren energetischen Maßnahmen.

Als Berechnungsgrundlage müssen die Standard-Nutzungsbedingungen für das Gebäude fixiert werden, damit Nutzungsänderungen (z.B. abendliche Vereins- oder VHS-Nutzung) entsprechend berücksichtigt werden können. Anschließend wird ein 3-jähriger Referenzzeitraum festgelegt. Der Referenzverbrauch für jeden Verrechnungszähler (Strom, Heizenergie und Wasser) ergibt sich dann als mittlerer Jahresverbrauch in dem Referenzzeitraum. Während des laufenden Jahres muss der/die Energiebeauftragte monatlich die Zählerstände notieren, damit der Erfolg der Einsparung zeitnah überwacht werden kann. Am Ende des Jahres werden die Einsparungen für jeden Verrechnungszähler gegenüber dem Referenzverbrauch berechnet. Dabei werden bauliche Maßnahmen und Nutzungsänderungen über einen Faktor Gebäude/Nutzung berücksichtigt. Beim Heizenergieverbrauch wird eine Witterungsreinigung vorgenommen.

Fazit der Nutzereinbindung

Die vorhergehenden Punkte zeigen eine positive Bilanz für das „Energiecontrolling vor Ort“ auf und schaffen so freie Finanzmittel für Investitionen. Im Jahr 2011 konnte die Stadt Frankfurt über 1 Million Euro an Energie- und Wasserkosten einsparen. Unsere Erfahrungen zeigen, dass Projekte dieser Art zum Selbstläufer werden können, wenn die Nutzer durch eine transparente Darstellung der Verbrauchskennwerte einbezogen, unterstützt und zeitnah am Sparerfolg, nicht nur finanzieller Art, beteiligt werden.

- Höhere Motivation
 - Höhere Disziplin (z.B. Zählerablesung; Wartung)
 - Kreativität beim Energiesparen
- Höhere Lernbereitschaft
 - Eigeninteresse sich tiefer mit der Technik und Nutzung zu beschäftigen
 - Sensibilisierung der Thematik „Umwelt“
- Übernahme der Teilverantwortung
 - Entlastung des Energiemanagement
 - Verminderung von Schäden und Folgeschäden

2.5 Multiplikator Wirkung

Die Multiplikator Wirkung der Bildungsbauten im Passivhausstandard in Frankfurt wird nicht nur durch Generationen von Schülerinnen und Schülern sichergestellt, sondern auch durch Führungen für eine interessierte Öffentlichkeit abgerundet.



Abb. 27 Die intensiv genutzte Mensa der Ziehenschule

Die Projekte Ziehenschule und Grundschule Kalbach werden regelmäßig im Rahmen der "Klimatours Frankfurt" besucht. Bei Führungen und Vorträgen den letzten beiden Jahren haben sich Delegationen von Architekten, Ingenieuren, Baufachleuten und Politikern aus Barcelona, Kopenhagen, Shizouka / Japan und Moskau (Passive House Institute Russia), die Projekte angesehen. Beim Tag der Architektur, veranstaltet durch die Architekten- und Stadtplanerkammer Hessen, wurden die Projekte veröffentlicht.

2.6 Kooperationen

Die Stadt engagiert sich in zahlreichen Netzwerken und Kooperationsprojekten und hat ihre Erfahrungen in vielen Fällen weitergeben können. Ein wichtiger Bestandteil vieler Frankfurter Projekte ist Öffentlichkeitsarbeit, um Unternehmen und Bevölkerung an den Klimaschutzaktivitäten zu beteiligen und einen Bewusstseinswandel zu erreichen.

Europäische Zusammenarbeit

1990 trat die Stadt Frankfurt am Main als Gründungsmitglied dem Klima-Bündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder / Alianza del Clima e.V. bei. Ziel ist, die CO₂-Emissionen alle 5 Jahre um 10% zu senken und bis zum Jahr 2030 zu halbieren. Als Mitglied dieses und weiterer Städte-Netzwerke (Energie Cites, EUROCITIES) ist Frankfurt an vielen EU-finanzierten Projekten beteiligt. Im Rahmen des IEE (SAVE / ALTENER)-Programmes beteiligt sich die Stadt an Projekten zur Schaffung von neuen Energie-Agenturen, Niedrig-Energie-Bürogebäuden (GREEN-EFFECT), KWK (COGENchallenge; CHP goes green), zu Energieausweisen (DISPLAY), zu Energie-Foren (BELIEF), zur Beschaffung (PRO-EE), zum sozialen Wohnungsbau (URBACT-CASH), zum

Energie-Management („INTENSE“) und zu einigen Vorhaben den öffentlichen Verkehr betreffend (STEER, Urbact). Frankfurt ist ein bekannter, erfahrener Partner der Kommissionen DG Energie und Verkehr und hat sich mit Vorschlägen und Beratungen für viele andere europäische Städte engagiert. 2008 unterzeichnete die Stadt die Charta des Konvents der Bürgermeister, der das Ziel hat, die von der EU angestrebten Klimaschutzziele noch zu übertreffen.

Nationale Zusammenarbeit

Wichtige nationale Kooperationspartner sind die deutschen Mitgliedsstädte im Klima-Bündnis. Weitere nationale Partner sind Forschungsinstitute wie IFEU-Heidelberg, Wuppertal-Institut, Öko-Institut, ISOE Institut Frankfurt, IWU Darmstadt, TU Darmstadt, IfS Braunschweig.

Regionale Zusammenarbeit

Als Zentrum der Metropolregion Frankfurt-Rhein-Main bietet die Stadt ihre Erfahrungen anderen Städten in der Region an. Vorbildliche Projekte aus Frankfurt werden in regionaler Zusammenarbeit verbreitet.

2.7 Öffentlichkeitsarbeit

Das Hochbauamt berichtet zweimal im Jahr über die Zeitung **planen+bauen** des Dezernates Planen und Bauen, über das aktuelle Planungs- und Baugeschehen in Frankfurt. Die kostenlose Zeitung wird in fast allen Stadtteilen verteilt. Daneben erfolgen Pressemeldungen zu aktuellen Anlässen, Preisverleihungen, Einsparkampagnen etc., sowie weitere Berichte in Fachpresse und Internet. Seit 2002 veröffentlicht das Hochbauamt einen Jahresbericht mit einem Querschnitt seiner Bauleistungen für die städtischen Bauherrenämter.

Auf der Homepage des Energiemanagements www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de werden u.a. alle Infos über die aktuellen Projekte, Verbrauchswerte, Erfolge, Energieausweise, Preisverleihungen, Vorträge, Publikationen und Veranstaltungsreihen informiert.

3. Bilanzierung

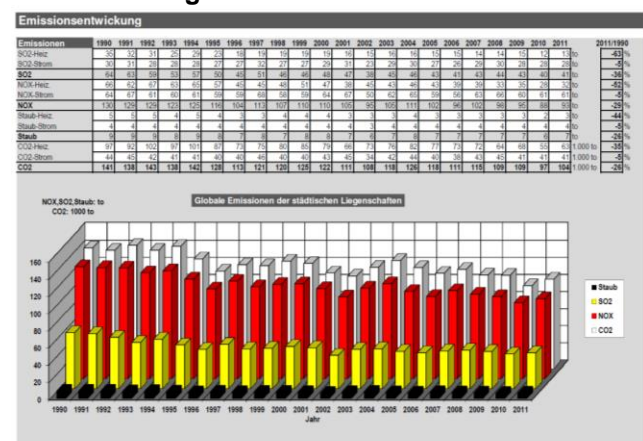


Abb.28 Emissionsentwicklung Frankfurt a.M.
Quelle: www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de

Mit den drei wesentlichen Instrumenten des kommunalen Energiemanagements:

Energiecontrolling, Betriebsoptimierung und Investive Maßnahmen konnte seit dem Jahr 1990 der Stromverbrauch trotz der vor allem im Bereich der IT rasant zunehmenden technischen Ausstattung im Schnitt um 5 % gesenkt werden. Der Heizenergieverbrauch sank in dieser Zeit um 31 %, der Wasserverbrauch sogar um 55 % und die Kohlendioxid-Emissionen um 26 %

-> Dies entspricht einer CO₂ Reduktion von 37.000to.



Abb.29 Ludwig-Börne-Schule Frankfurt a.M.

Am Beispiel der Ludwig-Börne-Schule wird über den Vergleich unterschiedlicher Energiestandards gezeigt, dass die CO₂ Emissionen bei diesem Gebäude welches nach Passivhausstandard realisiert wurde, im Vergleich zum aktuellen EnEV-Standard um ca. 40% reduziert werden konnten.

-> Dies entspricht einer jährlichen CO₂ Reduktion von ca. 50to.

Wirtschaftlichkeitsvergleich Ludwig-Börne-Schule
Quelle: Abteilung Energiemanagement, Hochbauamt Frankfurt

Ludwig-Börne-Schule, Alt- und Neubau, Lange Straße 30-36				
Kenngrößen	Einheit	Standard EnEV 2009	Standard EnEV 2009 -30%	Passivhaus
beheizte Nettogrundfläche	m ²		5277	
Personenzahl			400	
spez. Heizwärmebedarf	kWh/m ² a	53	42	18
spez. Heizenergiebedarf	kWh/m ² a	58	47	22
spez. Strombezug	kWh/m ² a	23	23	18
spez. Primärenergiebedarf	kWh/m ² a	100,93	92,772	62,797
spez. CO ₂ -Emissionen	kg/m ² a	25,831	23,808	16,209
spez. Trinkwasserbezug	l/m ² a	275	275	275
Kapitalkosten				
Baukosten (DIN 276)	€	12.789.489	12.820.275	13.348.030
Kapitalkosten	€/m ²	553303,70	554635,58	577467,51
spez. Kapitalkosten	€/m ² a	104,85	105,10	109,43
mittl. Betriebskosten				
Heizkosten	€/a	27.151	21.921	10.443
Stromkosten	€/a	41.295	41.113	32.208
Reinigungskosten	€/a		64037,84	
Betriebsführungskosten	€/a		26.385	
Instandhaltungskosten	€/a	100.050	99.675	132.238
Verwaltung+Versicherung	€/a		5277	
heutige Betriebskosten	€/a	269.650,08	263.862,40	256.042,92
mittl. Betriebskosten	€/a	495.669,36	480.843,16	446.934,52
spez. Betriebskosten	€/m ² a	93,93	91,121	84,695
Umweltfolgekosten				
CO ₂ -Emissionen (50 €/t)	€/a	6815,64	6281,69	4276,73
Trinkwasser (1 €/m ³)	€/a		1450,60	
Umweltfolgekosten	€/a	8266,24	7732,29	5727,33
spez. Umweltfolgekost.	€/m ² a	1,566	1,465	1,085
Gesamtkosten				
Gesamtkosten	€/a	1.057.239,29	1.043.211,04	1.030.129,36
spez. Gesamtkosten	€/m ² a	200,35	197,69	195,21
Einsparung in 40 Jahren im Vgl. zu Standard EnEV 2009	€	-	561.130,23	1.084.397,20

Abb.30 Wirtschaftlichkeitsvergleich Ludwig-Börne-Schule
Quelle: energiemangement.stadt-frankfurt.de

4. Finanzierung

Die Projekte werden mit städtischen Mitteln finanziert und teilweise durch unterschiedliche Förderprogramme unterstützt.

Aus dem **Investitionsprogramm Zukunft, Bildung und Betreuung** (IZBB), das von 2003 bis 2007 lief, wurden Baumaßnahmen an verschiedenen Frankfurter Schulen finanziert, die vorrangig der ganztägigen Betreuung und Förderung zugutekamen. Insgesamt haben 21 Frankfurter Schulen mit 25 Projekten von dem Förderprogramm des Bundes profitiert, der 90% der Finanzierung trug. Die Restsumme steuerte die Stadt Frankfurt selbst bei. Das Hochbauamt war neben zahlreichen Neubauten von Cafeterien auch mit diversen Erweiterungsbauten und Einrichtungen von Bibliotheken und Fachklassen betraut. Bis zum Ende des im Dezember 2009 ablaufenden Förderzeitraums standen der Mainmetropole 24 Millionen Euro zur Verfügung.

Mit dem Bau der vielen Schul-Cafeterien und Unterrichtsgebäude im Rahmen des G8-Programms ist in den letzten zwei Jahren ein umfangreiches Maßnahmenpaket seitens des Hochbauamtes gesteuert worden. Die Kostenkontrolle wurde über wiederkehrende Elemente in Serienbauweise, kurze Erschließungswege der Gebäude und die Nutzung bereits vorhandener Infrastruktur und Haustechnik gewährleistet.

Konjunkturpaket II in Frankfurt – Bauten für Schüler, Sport und Soziales

Das Konjunkturprogramm von Bund und Land von 2008/2009 hat das Ziel, in konjunkturell schwacher Zeit die Investitionsausgaben zu erhöhen und die Konjunktur zu stützen. Allein das Konjunkturpaket II vom Frühjahr 2009 umfasst 50 Milliarden Euro und beinhaltet „Zukunftsinvestitionen der öffentlichen Hand“. Das Maßnahmenpaket, das die Stadt Frankfurt am Main auf der Basis dieser Zuschüsse „geschnürt“ hat, umfasst 170 Millionen Euro.

Alle Maßnahmen laufen zusätzlich zu dem Bauvolumen in Höhe von 150 Millionen Euro, welches das das Hochbauamt ohnehin jährlich betreut. Der Löwenanteil fließt in den Schulbau.

Zwei Drittel der Projekte entstehen im Auftrag des Stadtschulamts. Aber auch mit Jugendhäusern, Kindertagesstätten und Sportbauten setzt das Hochbauamt Maßnahmen im Rahmen des Konjunkturpakets II um.

Impressum

Herausgeber

Magistrat der Stadt Frankfurt am Main
Dezernat Planen und Bauen
Hochbauamt
April 2013

Redaktion

Estelle Wüsten

Alle Rechte vorbehalten

© 2013 Stadt Frankfurt am Main

Der Magistrat

Bezugsadresse

Hochbauamt der Stadt Frankfurt am Main
Gerbermühlstrasse 48
60594 Frankfurt am Main
E-Mail: hochbauamt@stadt-frankfurt.de

Informationen im Internet

www.hochbauamt.stadt-frankfurt.de

www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de