

Umsetzungskonzept für die Energiewende im kommunalen Liegenschaftsbestand

■ POLITISCHE VORGABEN

Am 8. Juli 2011 hat die Bundesregierung unter dem Eindruck der Reaktorkatastrophe von Fukushima die Eckpunkte der Energiewende festgelegt. Neben dem Ausstieg aus der Kernenergie heißt es dort unter anderem:

„Wir halten auch ohne Kernenergie an dem Ziel fest, den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2020 um 40 und bis 2050 um mindestens 80 Prozent (im Vergleich zu 1990) zu senken. Bis 2020 soll der Energieanteil aus Sonne, Wind & Co am Stromverbrauch mindestens 35 Prozent betragen. Heute sind es 17 Prozent.... Bis 2050 sollen Gebäude in Deutschland nahezu klimaneutral sein, das heißt, die benötigte Energie nur aus erneuerbaren Energien beziehen.“

Um dieses Ziel zu erreichen, will die Stadt Frankfurt am Main ihren Energiebedarf bis 2050 halbieren und den Rest aus regenerativen Quellen decken. Dabei sollen 50 % regenerativ im Stadtgebiet Frankfurts erzeugt werden, die verbleibenden 50 % sollen aus der Region importiert werden.

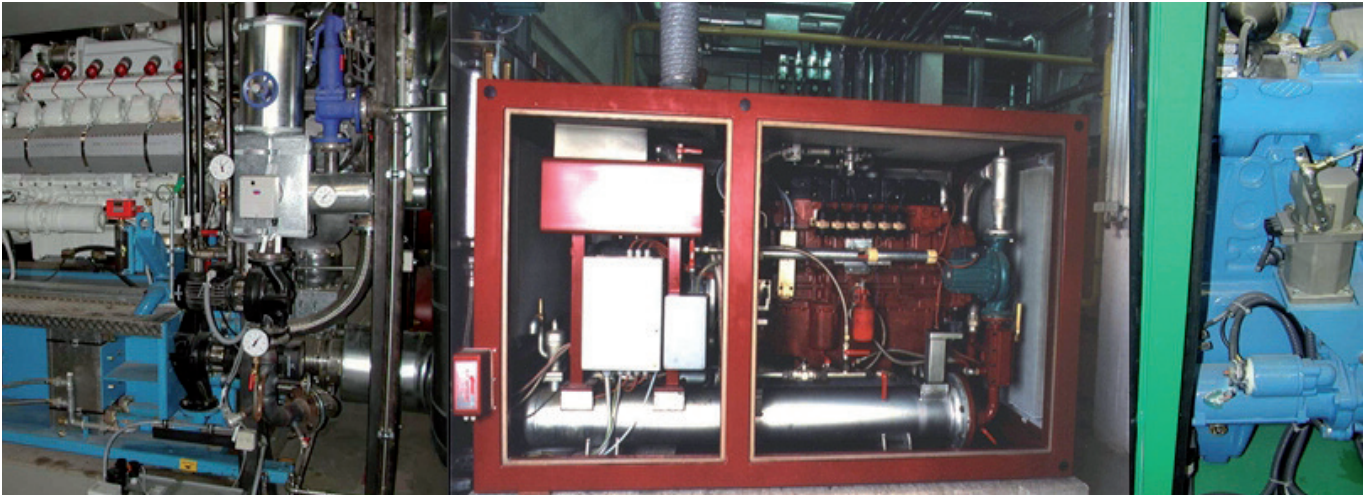
GEBÄUDEBESTAND, ENERGIECONTROLLING UND BETRIEBSOPTIMIERUNG

Die Abteilung Energiemanagement hat zur Abschätzung von Kosten und Einspa-

rungen einen Energiewenderechner entwickelt, der als Excel-Tool auf www.hochbauamt.stadt-frankfurt.de (Menüpunkt: Energiemanagement/Rechenprogramme) zur Verfügung steht (siehe Abb. S. 22).

Die Stadtverwaltung nutzt ca. 2.500 Gebäude mit einer beheizten Nettogrundfläche von ca. 2,5 Mio. m². Die Energiekosten für diese Gebäude lagen im Jahr 2011 bei 26 Mio. €. Wenn man diese Werte herunterskaliert, kommt man auf 10 € pro m² Nettogrundfläche und Jahr bzw. 38 € pro Einwohner und Jahr. Hochgerechnet auf die Einwohnerzahl Deutschlands ergeben sich ca. 3 Mrd. € Energiekosten im kommunalen Gebäudebestand.

Nach den Hinweisen des Deutschen Städtetages ist es sinnvoll, je 2 Mio. € Energiekosten mindestens eine(n) Mitarbeiter(in) für das Energiecontrolling und die Betriebsoptimierung einzusetzen. Für Frankfurt am Main ergibt sich damit ein rechnerischer Bedarf von 13 Mitarbeiter-(inne)n. Gegenwärtig sind im Energiecontrolling und der Betriebsoptimierung fünf Mitarbeiter tätig. Geschätzten Personalkosten von ca. 600.000 € für acht zusätzliche Stellen stehen Energiekosteneinsparungen von ca. 2,5 Mio. € gegenüber. Zusätzliche Stellen, hauptsächlich für die Betriebsoptimierung, rechnen sich also. Ein sol-



Kraft-Wärme-Kopplung/Foto: © Hochbauamt Frankfurt

ches Potential ist besonders wirtschaftlich und sollte generell ausgeschöpft werden, bevor mit flächendeckenden Gebäudesanierungen begonnen wird.

GEBÄUDESANIERUNG

Es ist wirtschaftlich sinnvoll, die energetische Sanierung von Gebäuden mit den ohnehin notwendigen Sanierungen zu verknüpfen. Die Lebensdauer aller energetisch relevanten Bauteile (thermische Gebäudehülle und technische Gebäudeausrüstung) beträgt maximal 40 Jahre. Daher müssen diese Bauteile bis 2052 ohnehin mindestens einmal erneuert werden. Um eine gleichmäßige und planbare Auslastung der Bauverwaltung zu gewährleisten, ist es sinnvoll, jedes Jahr 1/40 oder 2,5 % des Gebäudebestandes komplett zu sanieren (Rückführung auf den Rohbauzustand). Wenn dies unterlassen wird, findet ein ständiger Werteverzehr statt und am Ende bleibt nur Abriss und Neubau übrig. In Frankfurt müssen daher pro Jahr ca. 63 kommunale Gebäude mit insgesamt ca. 62.500 m² saniert werden.

Wenn diese Gebäude lediglich nach den Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) saniert werden, entstehen Kosten von ca. 1.400 € pro m². Hochgerechnet auf den jährlichen Sanierungsbedarf sind das 88 Mio. € pro Jahr oder 35 € pro m² Gesamtfläche und Jahr.

Dem stehen Energiekosteneinsparungen zu heutigen Preisen in Höhe von ca. 7 Mio. € pro Jahr gegenüber.

Wenn man, wie bei der Stadt Frankfurt vorgeschrieben, zusätzlich die Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen anwendet (u.a. Einsatz von Passivhauskomponenten), entstehen Mehrkosten von ca. 80 € pro m² sanierter Fläche. Hochgerechnet auf den jährlichen Sanierungsbedarf sind das 5 Mio. € pro Jahr oder 2 € pro m² Gesamtfläche und Jahr.

Im Mittel kann man durch eine Gesamt-sanierung nach den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen von einer zusätzlichen Heizenergieeinsparung von 30 % und einer zusätzlichen Stromeinsparung von 15 % ausgehen. Dabei ist bereits berücksichtigt, dass denkmalgeschützte und architektonisch hochwertige Gebäude teilweise nur von innen gedämmt werden können. Die zusätzliche Energieeinsparung für die Sanierung auf den optimierten Standard beträgt ca. 6 Mio. € pro Jahr. Die Mehraufwendungen sind daher bereits bei rein betriebswirtschaftlicher Betrachtung sinnvoll.

REGENERATIVE QUELLEN

Nach der Halbierung des Energiebedarfes liegt der zweite Teil der Aufgabe in der Versorgung aus regenerativen Quellen.

In Städten wie Frankfurt kommt an regenerativen Quellen im Wesentlichen die Photovoltaik in Frage. Die Wasserkraft ist weitgehend ausgeschöpft, für Windkraft sind Mindestabstände zu Gebäuden einzuhalten und für Biomasse stehen im Stadtgebiet nur relativ kleine Flächen zur Verfügung. Die oberflächennahe Geothermie kann wiederum nur mit Wärmepumpen erschlossen werden, für deren Betrieb Strom oder Gas erforderlich ist. Damit bleibt im Stadtgebiet nur die Photovoltaik übrig.

Wenn man davon ausgeht, dass die öffentlichen Gebäude im Mittel 2,5 Geschosse haben und nur 50 % der Dachflächen für Photovoltaiknutzung zur Verfügung stehen (keine ausreichenden Statikreserven, Verschattung, Vandalismusgefahr, Denkmalschutz), dann sind in Frankfurt ca. 500.000 m² kommunale Dachfläche grundsätzlich für Photovoltaik geeignet. Bei einer konstanten Erneuerungsrate und einer mittleren Lebensdauer der Anlagen von 25 Jahren müssen 1/25 oder 4 % pro Jahr dieser Flächen mit Photovoltaikanlagen belegt werden. Dies sind 20.000 m² pro Jahr oder 2 MW_{peak} pro Jahr. Bei spezifischen Kosten von 2.000 €/kW_{peak} ergibt sich ein Investitionsbedarf von 4 Mio. € pro Jahr oder 1,60 €/m² Gesamtfläche und Jahr.

STADT FRANKFURT AM MAIN

HOCHBAUAMT - ENERGIEMANAGEMENT

Kosten und Einsparung der Energiewende im kommunalen Gebäudebestand

Mengengerüst mit stark gerundeten Werten

Gebäudebestand	/m² NGF	/Einwohner	Frankfurt a.M.	Deutschland	
Einwohnerzahl		1 EW	690.000	81.800.000	EW
Anzahl der öffentlichen Gebäude			2.500	300.000	Gebäude
Beheizte Nettogrundfläche der öffentlichen Gebäude	1	4 m²	2,5	300	Mio. m²
Heizenergiekosten 2011	5	19 €/Jahr	13	1.500	Mio. €/Jahr
Stromkosten 2011	5	19 €/Jahr	13	1.500	Mio. €/Jahr
Energiekosten 2011	10	38 €/Jahr	26	3.000	Mio. €/Jahr
Energiecontrolling und Betriebsoptimierung					
Personalbedarf (1 Mitarbeiter(in) für 2 Mio. € Energiekosten)			13	1.500	Mitarbeiter
Personalkosten (75.000 € / Mitarbeiter, Jahr)	0,4	1,4 €/Jahr	1	113	Mio. €/Jahr
Energiekosteneinsparung durch Energiemanagement (15 %)	1,6	5,7 €/Jahr	4	450	Mio. €/Jahr
Gebäudesanierung auf EnEV-Standard					
Mittlere Lebensdauer der energierelevanten Bauteile	40	Jahre			
jährliche Sanierungsrate	2,5%	/Jahr			
jährlich zu sanierende Gebäude			63	7.500	Gebäude/Jahr
jährlich zu sanierende Nettogrundfläche			62.500	7.500.000	m²/Jahr
spez. Kosten für Sanierung auf EnEV-Standard (ohne hin erforderlich!)	1.400	€/m²			
jährliche Kosten für Sanierung nach EnEV (ohne hin erforderlich!)	35	127 €/Jahr	88	10.500	Mio. €/Jahr
Personalkosten Bauverwaltung (20 % Honorar, davon 25 % Projektleit.)	2	6 €/Jahr	4	525	Mio. €/Jahr
Personalbedarf Bauverwaltung (bei 75.000 €/P)			58	7.000	Mitarbeiter
Heizenergieeinsparung durch Sanierung auf EnEV-Standard	40%				
Stromeinsparung durch Sanierung auf EnEV-Standard	15%				
Energiekosteneinsparung durch Sanierung auf EnEV-Standard	3	10 €/Jahr	7	825	Mio. €/Jahr
Gebäudesanierung auf optimierten Standard					
spez. Mehrkosten für optimierten Sanierungsstandard	80	€/m²			
jährl. Mehrkosten für optimierten Sanierungsstandard	2,0	7,2 €/Jahr	5	600	Mio. €/Jahr
Personalmehrkosten Bauverwaltung	0,1	0,4 €/Jahr	0,3	30	Mio. €/Jahr
Personalmehrbedarf Bauverwaltung			3	400	Mitarbeiter
zus. Heizenergieeinsparung durch optimierten Sanierungsstandard	30%				
zus. Stromeinsparung durch optimierten Sanierungsstandard	15%				
zus. Energiekosteneinsparung durch optimierten Sanierungsstandard	2,3	8,5 €/Jahr	6	675	Mio. €/Jahr
Einbau von Photovoltaikanlagen					
Nutzbare Dachfläche (im Mittel 2,5 Geschosse, 50 % nutzbar)	0,2	m²	0,5	60	Mio. m²
Mittlere Lebensdauer der PV-Anlagen	25	Jahre			
jährliche Zubau-/Sanierungsrate	4%	/Jahr			
jährlich zu errichtende Photovoltaikanlagen (Fläche)			20.000	2.400.000	m²/Jahr
jährlich zu errichtende Photovoltaikanlagen (Leistung)			2.000	240.000	kW _{peak} /Jahr
spez. Kosten für Photovoltaikanlagen	2.000	€/kW _{peak}			
jährliche Kosten für den Bau von Photovoltaikanlagen	1,6	5,8 €/Jahr	4	480	Mio. €/Jahr
Personalkosten Bauverwaltung	0,1	0,3 €/Jahr	0,2	24	Mio. €/Jahr
Personalbedarf Bauverwaltung			3	320	Mitarbeiter
Ertrag aus den Photovoltaikanlagen (850 h/a, 0,12 €/kWh)	102	€/kW _{peak} ·Jahr			
Stromertrag aus den Photovoltaikanlagen im Endausbau	2,0	7,4 €/Jahr	5	612	Mio. €/Jahr
Einbau von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen					
Anzahl von Heizzentralen			1.000	120.000	Stück
Wärmeverbrauch nach optimierter Sanierung			66	7.800	GWh
Mittlere Lebensdauer der KWK-Anlagen	10	Jahre			
jährliche Zubau-/Sanierungsrate	10%	/Jahr			
jährlich einzubauende KWK-Anlagen (Anzahl in 50 % der Heizzentralen)			50	6.000	Stück/Jahr
jährlich einzubauende KWK-Anlagen (Leistung für 50 % der Wärmeerzeugung)			330	39.000	kW _{el} /Jahr
spez. Kosten für KWK-Anlagen	2.800	€/kW _{el}			
jährliche Kosten für den Bau von KWK-Anlagen	0,4	1,3 €/m²/Jahr	1	109	Mio. €/Jahr
Personalkosten Bauverwaltung	0,0	0,1 €/Jahr	0,0	5	Mio. €/Jahr
Personalbedarf Bauverwaltung			1	73	Mitarbeiter
Ertrag aus den KWK-Anlagen (5.000 h/a, 0,07 €/kWh _{el})	350	€/kW _{el} ·Jahr			
Ertrag aus den KWK-Anlagen im Endausbau	0,5	1,7 €/m²·Jahr	1	137	Mio. €/Jahr
Zusammenfassung					
Energiekosten 2011	10	38 €/m²·Jahr	26	3.000	Mio. €/Jahr
Energiekosten 2051 (zu Preisen von 2011)	1	4 €/m²·Jahr	3	302	Mio. €/Jahr
jährliche Kosten für Sanierung nach EnEV (ohne hin erforderlich!)	35	127 €/m²·Jahr	88	10.500	Mio. €/Jahr
jährliche Mehrkosten für EM, optimierten Standard, PV und KWK	4	14 €/m²·Jahr	10	1.189	Mio. €/Jahr
jährliche Einsparung für EM, optimierten Standard, PV und KWK	6	23 €/m²·Jahr	16	1.874	Mio. €/Jahr
Personalbedarf für Sanierung nach EnEV (ohne hin erforderlich!)			58	7.000	Mitarbeiter
Personalmehrbedarf für EM, optimierten Standard und PV			20	2.293	Mitarbeiter

alle Kosten Brutto incl. MWSt.

Annahme: Energiepreissteigerung = Kommunalkreditzins



Photovoltaikanlage/Foto: © Hochbauamt Frankfurt

▼ Bei einem typischen Ertrag von 850 Vollnutzungsstunden pro Jahr wird selbst bei einem sehr niedrig angesetzten Stromerlös von 12 Ct/kWh ein Ertrag von 102 €/kWpeak und Jahr erwirtschaftet. Im Endausbau wird damit ein Stromertrag von 5 Mio. € bzw. 2 € pro m² Gesamtfläche erzielt.

KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG

Die vorgenannten Maßnahmen reichen jedoch noch nicht ganz aus, um das energie- und klimapolitische Ziel zu erreichen. Insbesondere steht die Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen hauptsächlich tagsüber und im Sommer zur Verfügung. Um die Stromlücke im Winter zu schließen und einen überdimensionalen Netzausbau zu vermeiden, sollte die Erzeugung der verbleibenden Restwärme möglichst vollständig über dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) erfolgen.

Unter der Voraussetzung, dass KWK derzeit erst ab 5.000 Vollnutzungsstunden wirtschaftlich ist, können bei Analyse der kommunalen Wärmelastprofile 50 % des Restwärmebedarfs von 66 GWh wirtschaftlich über KWK bereitgestellt werden. Wenn man von einer Lebensdauer der Aggregate von 10 Jahren und spezifischen Investitionskosten von 2.800 € pro kW elektrisch ausgeht, dann müssen

jährlich in Frankfurt ca. 0,9 Mio. € in KWK-Anlagen im kommunalen Gebäudebestand investiert werden. Dem steht ein Ertrag von ca. 1,1 Mio. € gegenüber.

FAZIT UND WEITERES VORGEHEN

Die jährlichen Energiekosten der kommunalen Gebäude in Frankfurt können durch eine geschickte Kombination von Energiecontrolling, Betriebsoptimierung, Gesamtanierung auf einen optimierten Standard, Einsatz von Photovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung von heute ca. 26 Mio. € pro Jahr zu heutigen Preisen auf etwa ein Zehntel gesenkt werden.

Der größte Kostenaufwand in Höhe von 88 Mio. € pro Jahr entsteht durch die ohnehin erforderliche Sanierung auf den gesetzlichen Standard. Wenn diese unterlassen wird, kommt es zu einem ständigen Werteverzehr im kommunalen Gebäudebestand, der schließlich im Totalverlust (Abriss) enden kann. Den jährlichen Mehrkosten für das Energiemanagement, den optimierten Standard, den Einsatz von Photovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung in Höhe von ca. 10 Mio. € pro Jahr stehen Energiekosteneinsparungen in Höhe von ca. 16 Mio. € pro Jahr gegenüber.

Da die Energiepreissteigerung (nach sta-

tistischem Bundesamt ca. 5 % pro Jahr) höher ist als die gegenwärtigen Kommunalkreditzinsen, ist der tatsächliche wirtschaftliche Vorteil sogar noch größer. Hinzu kommt, dass der Kaufkraftabfluss durch Energiekosten nach Russland und an den Persischen Golf durch regionale Handwerkerleistung ersetzt wird. Damit steigen die Gewerbesteuereinnahmen für die Kommunen und der Wohlstand in der Region. Die Energiewende ist daher im Bereich der kommunalen Gebäude besonders wirtschaftlich umsetzbar, wenn die notwendigen Finanzmittel und die entsprechende Personalausstattung zur Verfügung gestellt werden.

Dipl.-Ing. Mathias Linder





Kinder und Familienzentrum, Frankfurt-Griesheim/Foto: © Lumen photo

Die Frankfurter Leitlinien für wirtschaftliches Bauen als Instrument zur Umsetzung des Passivhausstandards

▼ Im umfangreichen Liegenschaftsbestand der Stadt Frankfurt am Main werden jedes Jahr zahlreiche Neubau- und Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Wichtig ist, dass bei diesen Maßnahmen auch die künftigen Betriebskosten berücksichtigt werden und jeweils das wirtschaftliche Optimum eingebaut wird. Deshalb hat das Frankfurter Hochbauamt Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen aufgestellt, die die wichtigsten Standards zusammenfassen. Diese Leitlinien liegen allen städtischen Bauvorhaben zugrunde. Sie wurden vom Magistrat der Stadt Frankfurt beschlossen und werden jährlich fortgeschrieben. Dort ist unter anderem festgelegt, dass neue städtische Gebäude dem Passivhausstandard genügen sollen. Dieser umfasst im Wesentlichen eine hervorragende Wärmedämmung und eine auf den hygienischen Frischluftbedarf ausgelegte Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung.

Zur Qualitätssicherung wird die Einhaltung der Leitlinien an vier Meilensteinen (zum Abschluss der Vorplanung, zur Bau- und Finanzierungsvorlage, bei der Abnahme und nach 2 Jahren Betrieb) mit einer Checkliste überprüft.

Abweichungen von den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen sind möglich. Allerdings muss mit dem von der Abteilung Energiemanagement entwickelten Verfahren zur Gesamtkostenberechnung nachgewiesen werden, dass durch die Abweichung ein wirtschaftlicheres Ergebnis erzielt wird. Das Excel-Tool zur Gesamtkostenberechnung steht ebenso wie die Leitlinien unter www.hochbauamt.stadt-frankfurt.de zur Verfügung. Als Mindeststandard ist die Energiesparverordnung (EnEV 2009) um 30 % zu unterschreiten.

Das Bauen der Stadt Frankfurt am Main im Passivhausstandard ist eine Erfolgsbilanz:

Bislang hat die Stadt Frankfurt 2 Feuerwachen, 5 Jugendhäuser, 10 Kindertagesstätten, 10 Schulen bzw. Schulerweiterungen, 12 Schulmensen, 5 Sportfunktionsgebäude und 6 Turnhallen im Passivhausstandard fertiggestellt. Weitere 65 Projekte befinden sich in Planung oder im Bau.



Kinder und Familienzentrum, Frankfurt-Griesheim/Foto: © Lumen photo

1. NEUBAU EINES KINDER- UND FAMILIENZENTRUMS Frankfurt am Main - Griesheim

Projektbeschreibung

Der individuelle, eingeschossige Entwurf des Neubaus ist eine gezielte Antwort auf die besondere städtebauliche Situation und den schwierigen Zuschnitt des Grundstücks. Der Baukörper schließt die Figur des Blockrandes und nimmt die Fluchten der Nachbargebäude auf. Es entsteht ein durch das Gebäude geschützter Innenbereich, eine „Insel für die Kinder“. Das Erscheinungsbild der Kindertagesstätte ist nach Außen durch einen einfachen, eingeschossigen, weiß verputzten Baukörper geprägt, der sich nach Süden über große Fensterflächen in die Gruppenhöfe öffnet. Darüber erzeugen die drei aufgesattelten Boxen eine Rhythmisierung des Baukörpers und seiner Fassade entlang der Lärchenstraße. Zum Innenhof hin ist der Baukörper gefaltet; weist 'Einschnitte und Spalte' auf. Der Raum des Innenhofes wird dadurch gegliedert und zu einem Gesamten mit dem Außenbereich der bereits bestehenden Kindertagesstätte

Gebäudekonzept

Die fünf Gruppenbereiche werden über einen Spielflur erschlossen, der von einer rhythmisierten Abfolge von Garderoben,

Rampen und Zugängen zu den Gruppen und zum Innenhof geprägt ist. Die Gruppenräume liegen - um jeweils 15 cm gestaffelt - tiefer als das Eingangsniveau. Der Höhenunterschied wird durch 3 Rampen hergestellt. Die Hauptgruppenräume erweitern sich durch eine Galerie entlang der Südfassade in die dritte Dimension. Von hier haben die Kinder einen Ausblickspunkt auf die Lärchenstraße. Den Gruppen ist jeweils ein eigener Gruppenhof zugeordnet, der gegenüber der Straße durch eine das Grundstück einfassende ca. 1,70 m hohe Mauer geschützt ist. Über den Spielflur hat jede Gruppe einen eigenen Zugang zum gemeinschaftlichen Innenhof. Materialräume und WCs zu den Gruppenbereichen sind zwischen Spielflur und Innenhof angeordnet. Die gemeinschaftlichen Nutzungen wie Mehrzweckraum, Küche, Personal und Verwaltung befinden sich im nördlichen Gebäudeschenkel.

Passivhauskonzept

Der eingeschossige Baukörper ist entsprechend den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen im Passivhausstandard konzipiert. Die Außenwand ist mit 300 mm Polystyrol, der Boden gegen Erdreich mit 300 mm extrudiertem Polystyrol und das Dach mit 500 mm Gefälledämmung gedämmt. Wie in allen Passivhäusern kommen Fenster mit 3-fach-Verglasung sowie eine Lüftungsanlage mit einem Wärmebereitstellungsgrad

von 75 % zum Einsatz. Zusätzlich zum außenliegenden Sonnenschutz werden einbruchsichere Lüftungskappen zur Nachtauskühlung im Sommer eingesetzt.

Bauherr

Stadtschulamt Frankfurt am Main

Projektleitung und Projektsteuerung

Hochbauamt Stadt Frankfurt am Main

Gebäudeplanung und Bauleitung

arge raum-z architekten gmbh, Darmstadt
klaus leber architekten bda, Darmstadt

Bauzeit

03/2009 - 01/2011

Raumprogramm

Nutzfläche	798 m ²
Netto-Grundfläche	1.077 m ²
Brutto-Grundfläche	1.298 m ²
Bruttorauminhalt	5.613 m ³
Heizwärmebedarf nach PHPP	15 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nach PHPP	116 kWh/m ² a
Drucktest (n50)	0,477 (1/h)



IGS Nordend/Fotos: © Uwe Dettmar

▼ 2. IGS NORDEND NEUBAU CAFETERIA, UMBAU BIBLIOTHEK, SANIERUNG AUSSENANLAGEN Frankfurt am Main - Nordend

Projektbeschreibung

Die Gebäude der Günthersburg- und der Comeniuschule stammen aus dem Jahr 1906 und wurden 1989 zur Integrierten Gesamtschule (IGS) Nordend in Frankfurt am Main zusammengefasst. Ähnlich einer barocken Schlossanlage bildet das historische Gebäudeensemble eine symmetrische breite Hufeisenform, die den Schulhof umschließt und sich nur zur Hartmann-Ibach-Straße hin öffnet. Ein Mensaneubau, errichtet im Passivhausstandard, sorgt nun für den warmen Mittagstisch. Um den Blick auf das denkmalgeschützte historische Gebäudeensemble nicht zu beeinträchtigen, griffen die Architekten zu einer außergewöhnlichen „unterirdischen“ Entwurfslösung, die einen spektakulären Eindruck macht und zum zentralen Mittelpunkt und Stolz der Schule wurde. Die Anordnung der Räume um einen quadratischen Lichthof herum versorgt die Mensa mit Tageslicht. Bis auf drei Lüftungstürme und die massive Brüstung um den Hof herum, sind keinerlei Bauteile oberirdisch sichtbar und der Schulhof konnte in seiner bisherigen vollen Größe erhalten bleiben.

Gebäudekonzept

Die Räume der Mensa sind um einen 12 x 9,6 Meter breiten Lichthof herum angeordnet. Dabei orientiert sich der Speisesaal in Richtung Süden und Westen. So wird eine ausreichende natürliche Belichtung garantiert. Die für die Erreichung der Passivhausqualität erforderliche Dreifachverglasung ist mit raumhohen doppelflügeligen Türen zum Innenhof ausgestattet. Diese ermöglichen die optimale Verzahnung von Außenraum zu Innenraum an schönen Sommertagen. Der Lift im Bereich der Freitreppe sorgt für den erforderlichen barrierefreien Zugang. Ein ebenerdiger Lastenaufzug im Bereich des Grünstreifens beliefert die Mensa. Die großzügig angelegte Freitreppe und der vorgelagerte Lichthof erschließen die Mensa: Sitzstufen in der Mitte laden zum Essen und Verweilen im Freien ein und verleihen der neuen Cafeteria den Eindruck eines Amphitheaters.

Passivhauskonzept

Der eingeschossige Baukörper ist entsprechend den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen im Passivhausstandard konzipiert. Die erdberührten Bereiche der Außenwand sowie die Dachdecke sind mit 300 mm XPS, alle weiteren Bereiche mit 200 mm EPS gedämmt. Wie

in allen Passivhäusern kommen Fenster mit 3-fach-Verglasung sowie eine Lüftungsanlage mit einem Wärmebereitstellungsgrad von mindestens 75 % zum Einsatz.

Bauherr

Stadtschulamt Frankfurt am Main

Projektleitung und Projektsteuerung

Hochbauamt Frankfurt am Main

Gebäudeplanung und Bauleitung

schneider + schumacher
Architektengesellschaft mbH, Frankfurt

Bauzeit

12/ 2009 - 01/2012

Raumprogramm

Cafeteria und Bibliothek

Nutzfläche	550 m ²
Netto-Grundfläche	400 m ²
Brutto-Grundfläche	1.000 m ²
Bruttorauminhalt	3.350 m ³
Heizwärmebedarf nach PHPP	15 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nach PHPP	237 kWh/ m ² a
Drucktest (n50)	0,5 (1/h)

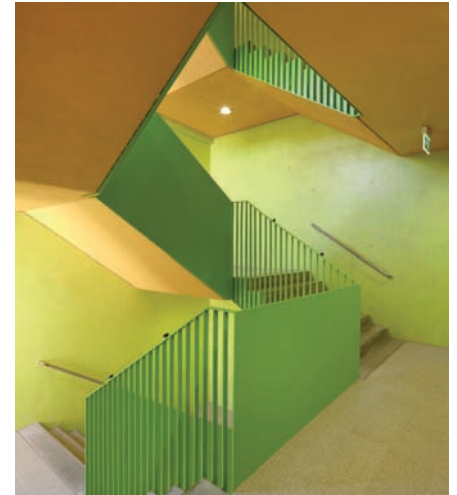
3. UMBAU UND ERWEITERUNG DER LUDWIG-BÖRNE-SCHULE, Frankfurt-Innenstadt

Projektbeschreibung

Der Neubau der Ludwig-Börne-Schule beherbergt eine aus dem Zusammenschluss zweier Schulen entstandene Haupt- und Realschule für ca. 400 Schü-



Ludwig-Börne-Schule/Fotos: © Jörg Hempel



ler. Sie nimmt 36 Klassen, Fachräume für Arbeitslehre und Naturwissenschaften, EDV-Räume, Schulbibliothek und eine Kantine mit angegliederter Lehrküche auf. Bei der Neukonzeption des Gebäudekomplexes wurden Teile des in den frühen 60er Jahren errichteten viergeschossigen Vorgängerbaus erhalten und so in die Neubaumaßnahme integriert, dass ein einheitliches Erscheinungsbild von Neu- und Altbauteilen erreicht wurde. Außen wirkt die neue Schule dank einheitlicher Fassade wie aus einem Guss.

Gebäudekonzept

Stilprägend und für den urbanen Charakter des Gebäudes maßgeblich ist die Natursteinfassade aus sandfarbenem Kalkstein, eine im Vergleich zur ursprünglich geplanten Betonfassade preisgleiche hochwertige Natursteinlösung.

Variierende gekippte Fensterleibungen sorgen für die Plastizität der Fassade, die besonders bei Sonnenlicht ein interessantes Licht- und Schattenspiel erzeugt und zudem den Sonneneinfall in die Klassenräume lenkt. Die für den Neubau einer Schule ungewöhnlichen stehenden Formate der Fenster tragen den umgebenden Gründerzeitgebäuden Rechnung. Die hinter den Fassadenplatten geführte Entwässerungsebene verhin-

dert die innerstädtisch typischen verschmutzten Regenwasserspuren von den Fensterbänken der Gebäudehülle und sorgt für eine dauerhafte, wartungsfreie und vor allem über Jahre werthaltige Optik.

Strapazierfähiges Industrieparkett, Sichtbeton und die für die Optimierung der Raumakustik wesentlichen massiven Wände aus Schallschutzziegeln geben dem Inneren eine besondere Wertigkeit und Langlebigkeit. Die Vorgabe der Nachhaltigkeit beschränkt sich bei diesem Gebäude also nicht allein auf den Energieverbrauch.

Eine Besonderheit ist die farbliche Konzeption der Innenräume durch das Atelier des Schweizer Farbkünstlers Jörg Niederberger, nach der Farbgestaltung mehrerer Schulbauten in der Schweiz, seine erste Arbeit in Deutschland. Ungewöhnliche und leuchtende Farbkompositionen ziehen sich durch Eingangshalle, Treppenhäuser, Flure bis zu den Verkleidungen der Wände der Klassenräume, prägen mit den Naturmaterialien das innere Erscheinungsbild und schaffen die angenehme Raumatmosphäre. Dieser architektonisch umgesetzte Dreiklang aus Werthaltigkeit, Nachhaltigkeit und Wertschätzung den Nutzern gegenüber soll so das engagierte pädagogische Konzept der Schule unterstützen.

Passivhauskonzept

Der kompakte Baukörper in Massivbauweise ist entsprechend den Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen im Passivhausstandard konzipiert. Die Außenwand ist mit 300 mm, der Boden gegen Erdreich mit 270 mm und das Dach mit 300 mm gedämmt. Wie in allen Passivhäusern kommen Fenster mit 3-fach-Verglasung sowie eine Lüftungsanlage mit einem Wärmebereitstellungsgrad von mindestens 75 % zum Einsatz. Die Wärmeversorgung erfolgt über Fernwärme.

Bauherr

Stadtschulamt Frankfurt am Main

Projektleitung und Projektsteuerung

Hochbauamt Frankfurt am Main

Gebäudeplanung und Bauleitung

Dierks Blume Nasedy Architekten BDA
Darmstadt / Frankfurt

Bauzeit

04/2009-09/2011

Raumprogramm

Nutzfläche	3.796 m ²
Netto-Grundfläche	5.760 m ²
Brutto-Grundfläche	6.237 m ²
Bruttorauminhalt	21.430 m ³
Heizwärmebedarf nach PHPP	15 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nach PHPP	98 kWh/m ² a
Drucktest (n50)	0,35 (1/h)



Ziehenschule/Fotos: © Chr. Kraneburg



▼ 4. ERWEITERUNG DER ZIEHENSCHULE, Frankfurt-Eschersheim

Projektbeschreibung

Der konzeptionelle Ansatz für den ersten Bauabschnitt der Schulerweiterung ist die Anbindung des Neubaus an vorhandene Grünstrukturen. Aus dieser Idee ist der Planungsgrundsatz „Grünes Gebäude“ entwickelt. Durch die Raumkomprimierung nach Abbruch der Holzbaracken konnte in Abschnitten der gesamte Freiraum neu gegliedert und die heterogenen Gebäudestrukturen an die angeschlossenen Wege und Plätze sinnvoll angebunden werden.

Gebäudekonzept

Der Erweiterungsneubau erhielt elf Klassenräume, einen Sammlungsraum, einen multifunktional nutzbaren Speiseraum (530 Essen in drei Schichten), eine Küche mit Nebenräumen sowie erforderliche Technik- und Sanitäräume. Der dreigeschossige Hauptbaukörper nimmt in den Obergeschossen die Klassenräume auf, ein zweiter, eingeschossiger Baukörper integriert sich in den Hauptbaukörper. Hier befindet sich die Cafeteria. Die Nordfassade ist aus energetischen Gründen bis auf erforderliche Ausgänge komplett geschlossen. Aus Brandschutzgründen erhielt die Schule einen umlaufenden Fluchtbalkon aus Stahl, der mit einer sommergrünen Kletterpflanze begrünt wird. Die Ve-

getation unterstützt das energetische Gesamtkonzept: Im Sommer bietet das Laub einen effektiven Sonnenschutz und kühlt den Baukörper, im Winter gelangt die Solarstrahlung direkt an die Fenster und wird dort in nutzbare Wärmestrahlung umgewandelt.

Passivhauskonzept

Die Außenwand ist mit 300 mm, der Boden gegen Erdreich mit 500 mm Schaumglaschotter und das Dach mit 350 mm gedämmt. Wie in allen Passivhäusern kommen Fenster mit 3-fach-Verglasung sowie eine Lüftungsanlage mit einem Wärmebereitstellungsgrad von 80 % zum Einsatz.

Bauherr

Stadtschulamt Frankfurt am Main

Projektleitung und Projektsteuerung

Hochbauamt

Gebäudeplanung

Marcus Schmitt Architekten, Frankfurt

Bauleitung

Braun & Schlockermann und Partner GbR, Frankfurt

Bauzeit - 10/2009-08/2011

Raumprogramm

Nutzfläche	1.600 m ²
Netto-Grundfläche	3.348 m ²
Brutto-Grundfläche	3.008 m ²
Bruttorauminhalt	13.015 m ³
Heizwärmebedarf nach PHPP	15 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nach PHPP	93 kWh/m ² a
Drucktest (n50)	0,4 (1/h)

5. NEUBAU EINER EINFELD-TYPENSPORTHALLE, LIEBIGSCHULE Frankfurt-Rödelheim

Projektbeschreibung

Die Entwicklung des Baukastensystems für den Bau neuer Schulsporthallen geht auf einen europaweiten Wettbewerb Ende 2006 zurück. Wettbewerbsziel war die Bauwerksplanung für eine Ein-Feld-Sporthalle im Baukastensystem mit hohem Vorfertigungsgrad und in Passivhausstandard. Gemäß den Planungsvorgaben des Hochbauamtes war ein Gebäude-Grundtypus in günstiger und ökologischer Modulbauweise zu entwickeln, der möglichst flexibel auf vielen verschiedenen Grundstücken und Grundstückszuschnitten zum Einsatz kommen kann. Ziel ist, dass in jedem einzelnen Schulstandort eine individuelle Ausprägung in Fassadenmaterial und Raumschnitt realisiert werden kann.

Das Schulsporthallen-Konzept des Hochbauamtes im Baukastensystem, umgesetzt durch das Architekturbüro D'Inka Scheible Hoffmann, ist bereits mehrfach preisausgezeichnet worden, so zuletzt mit einer "besonderen Anerkennung" im Architekturwettbewerb Vorbildliche Bauten in Hessen 2011. Außerdem wurde im Mai 2010 der Sonderpreis im Architekturwett-



Liebigsschule/Foto: © Uwe Dettmar

bewerb 2010 Passivhaus des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) für Nichtwohngebäude verliehen. Der Wettbewerb zeichnete unter rund sechzig eingegangenen Bewerbungen besonders gelungene Passivhäuser aus der ganzen Welt aus, die architektonische Qualität mit hoher Energieeffizienz verbinden. Die Preisverleihung unterstreicht Frankfurts beispielhafte und wegweisende Position beim Passivhausbau.

Gebäudekonzept

An diesem Standort bestehen die Stirnseiten der Sporthalle aus Stahlbeton. Die verklankerten Stirnseiten korrespondieren mit dem vorhandenen Gebäudeensemble. Sämtliche anderen Außenwand- und Deckenflächen sind aus Holz (Rippenträger und Stützen aus Kerto-Holz, dazwischen eine Wärmedämmung, luftdicht abgeklebt). Die Innenwände und Decken bestehen aus Massivholz, die Außenhaut aus durchscheinenden, satinierten VSG-Glascheiben, die in zwei Richtungen geschuppt sind und mittels einzelner Glashalter aus Edelstahl an der Unterkonstruktion befestigt sind. Die Pergola auf schlanken Holzstützen markiert den Eingangsbereich. Die zweigeschossige Nebenraumspanne beherbergt im Erdgeschoss u.a. die Geräteräume und Behinderten-WCs und im Obergeschoss die

Technikräume, die Lehrer-Umkleiden und die Umkleiden/Duschen für Mädchen und Jungen. Der Zugang zur Halle und zu den Nebenräumen im EG ist barrierefrei erschlossen.

Passivhauskonzept

Der kompakte Baukörper weist eine minierte Hüllfläche auf, wobei die hohen Dämmstoffstärken und wenigen Wärmebrücken für einen optimalen Wärmeschutz sorgen und eine effiziente Energieeinsparung ermöglichen. Die Räume mit höheren Raumtemperaturen (Umkleiden und Nassräume) liegen zusammengefasst. Die Belichtung des Hallenraumes erfolgt über eine vierseitig umlaufende Fensterbank, so dass eine gleichmäßige Ausleuchtung mit Tageslicht erreicht wird. Die Flachdächer erhalten eine extensive Begrünung bzw. eine Bekiesung, falls sie in Zukunft mit Photovoltaik-Elementen bestückt werden sollen.

Stadt Frankfurt am Main Der Magistrat - Hochbauamt -

Gerbermühlstraße 48
60594 Frankfurt am Main
Tel. 069 - 212 33269
Fax 069 - 212 46547

hochbauamt@stadt-frankfurt.de
www.hochbauamt.stadt-frankfurt.de

Bauherr

Stadtschulamt Frankfurt am Main

Projektleitung und Projektsteuerung

Hochbauamt Frankfurt am Main

Gebäudeplanung und Bauleitung

Dinko Scheible Hoffmann Architekten BDA, Fellbach

Bauzeit

04/2010-08/2011

Raumprogramm

Nutzfläche	800 m ²
Netto-Grundfläche	893 m ²
Brutto-Grundfläche	991 m ²
Bruttorauminhalt	6.016 m ³
Heizwärmebedarf nach PHPP	15 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nach PHPP	106 kWh/m ² a
Drucktest (n50)	0,25 (1/h)

Partner am Bau:

- Grontmij GmbH
- Ing.-Büro Karl-Heinz Martin GmbH
- Glaserei K.H. Bischofer
- Schreinerei Thomas Zeschich
- Warning Garten + Landschaftsbau GmbH
- Büsing Ing. GmbH