



# Energieeffizientes Planen und Bauen in Berlin

Evaluierung von Projekten aus dem Landesprogramm  
„Stadtökologische Modellvorhaben“



Auftraggeber:

Land Berlin  
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung  
Abteilung VI, ministerielle Angelegenhei-  
ten des Bauwesens  
Dipl.-Ing. Regierungsbaumeister Peter  
Foerster-Baldenius

Unter Mitwirkung:

Dipl.-Ing. Gerd Boström  
Dipl.-Verwaltungsw. Gudrun Darge

Auftragnehmer:

Institut für Erhaltung und Modernisierung  
von Bauwerken e.V. an der TU Berlin  
Salzufer 14  
10 587 Berlin

© 2005 Senatsverwaltung für Stadtentwicklung

Fotos:

Institut für Erhaltung und Modernisierung  
von Bauwerken e.V. an der TU Berlin:

Titelseite M. r. und u. r.

sowie Seiten: 7; 8; 11; 12 o. und u.; 13; 14  
o. und u.; 18 o. und u.; 19; 20 o. und u.;  
21; 22 u.; 23; 24 M.; 25 o. l.; 26 o.; 29; 31;  
32 M. l. und r.; 34 o. und u.; 35 o., M. l.  
und r.; 36; 37 o. l. und r., M. l.; 38 u. l.; 40  
o. und u.; 41 o. und u.; 42 o. und u.; 43; 44  
M. r. und u.; 48 o. l. und r.; 49;

Dipl.-Ing. Peter Foerster-Baldenius:

Titelseite u. l.

sowie Seiten: 16 o. und u.; 17;

Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch:

Titelseite o. l.

sowie Seiten: 28 u. l.; 30 o. und u.;

Brenne und Eble:

Titelseite o. r.

sowie Seiten: 24 o.; 25 M. l.;

Wohnungsbaugesellschaft Hellersdorf:

Titelseite m. l.;

IbW:

Seite: 22 o.;

WeiberWirtschaft eG:

Seite: 38 o.;

BTB:

Seite: 45 u. l.;

Abkürzungen:

M.	Mitte
o.	oben
u.	unten
l.	links
r.	rechts

Erscheinungsjahr: 2006

Stand: Oktober 2005

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>4</b>
1 Grundlagen Rahmenbedingungen und Methoden der Untersuchung	6
1.1 Das Landesprogramm „Stadtökologische Modellvorhaben“	6
1.2 Untersuchungsauftrag	6
1.3 Methodische Probleme und Ansätze	7
1.4 Begriffe, Berechnungen, Vergleichszahlen	8
2 Einzeldarstellung der Modellvorhaben	10
2.1 Modellvorhaben zur Verbesserung der Energieeffizienz im Wohnungsneubau	10
Wohnanlage Berliner Str. 88, Zehlendorf	12
Solarhäuser an der Wannseebahn (Teil der Wohnanlage Berliner Str. 88)	14
Solarsiedlung Weinmeisterhornweg, Spandau	16
Niedrigenergiehaus Marzahn	18
Niedrigenergiehäuser Rudow-Süd	20
Niedrigenergiehäuser Müggelheim, Köpenik	22
Heinrich-Böll-Siedlung, Pankow	24
Niedrigenergiesiedlung „Am Petersberg“, Zehlendorf	26
Niedrigenergiesiedlung „Am Grunewald“, Zehlendorf	28
Solaranlage Buchholz-West, Pankow	30
2.2 Modellvorhaben zur energetischen Ertüchtigung des Wohngebäudebestandes	32
ModInstRL90 – „Soziale Stadterneuerung“	33
Ökologische Mustermodernisierung Hellersdorf	34
2.3 Modellvorhaben zur energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden	37
Gewerbehof „WeiberWirtschaft“, Mitte	38
Kirche Zum Heiligen Kreuz, Kreuzberg	40
Tanzwerkstatt, Weißensee	42
2.4 Grundlagen und Querschnittsuntersuchungen zum Baustein Energie	44
Energieversorgungskonzept für das Neubauvorhaben Rudow-Süd (Planung und Umsetzung)	45
Leitfaden für Energieversorgungskonzepte	46

	Heizungsprogramm 1991 bis 1994	48
	Modernisierungs- und Instandsetzungsprogramme	50
	Monitoring und Optimierung größerer thermischer Solaranlagen in Berlin	53
3	Vergleichende Bewertungen	55
4	Ausblick und Schlussbemerkung	58
	Erläuterungen zu den Abkürzungen	60

# 1. Grundlagen, Rahmenbedingungen und Methoden der Untersuchung

## 1.1 Das Landesprogramm „Stadtökologische Modellvorhaben“

In Anlehnung an das Bundesprogramm für Experimentellen Wohnungs- und Städtebau EX-WOST ist in Berlin seit 1988 das Landesprogramm „Stadtökologische Modellvorhaben“ entwickelt und als eigenständiger Haushaltstitel eingerichtet worden. Zweck dieses Programms sollte es sein, durch konkrete Bauprojekte abgesicherte Erkenntnisse zur Weiterentwicklung des Bauens und des Städtebaus im Sinne ökologischer Ziele zu gewinnen.

Thematische Schwerpunkte des Modellprogramms sind einerseits die Erprobung innovativer ökologischer Einzelmaßnahmen, andererseits die Entwicklung und Umsetzung ökologischer Gesamtkonzepte für stadttypische Bauaufgaben. Die durch Begleitforschung zu den einzelnen Modellvorhaben sowie durch vergleichende Querschnittsuntersuchungen und Wirkungsanalysen erzielten Ergebnisse sollen dann die Grundlage für eine breitenwirksame Umsetzung der damit erprobten ökologischen Maßnahmen und Konzepte bilden. Deshalb liegt die Besonderheit der Modellvorhaben als „gebaute Forschung“ vor allem darin, dass sie wissenschaftlich begleitet und über einen längeren Betriebszeitraum ausgewertet, optimiert und dokumentiert werden.

Förderfähig im Rahmen dieses Programms sind bauliche oder städtebauliche Vorhaben, die neuartige Ansätze, Konzepte oder Verfahrensweisen beinhalten, an deren Erprobung, Weiterentwicklung und verbreiteter Anwendung ein öffentliches Interesse besteht. Gegenstand der Förderung sind die Mehrkosten für ökologische Maßnahmen der Vorhaben, die sich aufgrund des Modellcharakters ergeben, wie insbesondere

- Kosten der innovativen baulichen Maßnahmen
- Kosten der Begleitforschung, Projektauswertung und Dokumentation.
- Mehrkosten der Projektentwicklung und Planung

Gefördert werden auch Querschnittsauswertungen und öffentlichkeitswirksame Darstellungen

gen realisierter Modellvorhaben sowie umsetzungsbezogene Arbeitshilfen und Merkblätter zur Verbreitung der stadtökologischen Ergebnisse<sup>1</sup>.

Seit Einführung des Landesprogramms im Jahr 1988 wurden bis heute für 64 realisierte Modellvorhaben Fördermittel von insgesamt rd. 18 Mio. € ausgezahlt.

Aus dem beschriebenen Programm resultieren drei Typen von Modellvorhaben:

- Bauvorhaben, bei denen es um Erprobung innovativer Maßnahmen zu einem der „ökologischen Bausteine“ Energie, Wasser, Grün, Abfall und Baustoffe geht,
- Bauvorhaben zur Realisierung eines alle Bausteine umfassenden ökologischen Gesamtkonzepts
- Grundlagen- und Querschnittsuntersuchungen.

Gegenstand dieses Berichts ist die Querschnittsauswertung ausgewählter Modellvorhaben zum ökologischen Baustein „Energie“, wobei alle drei Vorhabentypen vertreten sind.

## 1.2 Untersuchungsauftrag

Das Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an der TU Berlin wurde im Jahr 2003 von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung mit der Durchführung der Querschnittsauswertung beauftragt. Die Analysen wurden im Jahr 2004 abgeschlossen. Schwerpunkt der Auswertung war dabei die vergleichende Ermittlung der geplanten und erreichten energetischen Effizienz für die einzelnen Vorhaben, beginnend von der Vorplanung über die Ausführung bis hin zum tatsächlichen Verbrauch.

<sup>1</sup> Quelle: Foerster-Baldenius, P.: Das Landesprogramm „Stadtökologische Modellvorhaben“ Jahrbuch Berliner Energieinnovationen 2001, S. 73-81

Die ausgewerteten **Bauvorhaben** sind:

- Wohnanlage Berliner Straße 88, Zehlendorf
- Solarhäuser an der Wannseebahn (Teil der Wohnanlage Berliner Straße 88)
- Kirche „Zum Heiligen Kreuz“, Kreuzberg
- Solarsiedlung Weinmeisterhornweg, Spandau
- Gewerbehof „WeiberWirtschaft“, Mitte
- Ökologische Modernisierung, Hellersdorf
- Tanzwerkstatt, Weißensee
- Niedrigenergiehaus Marzahn
- Gartenhofstadt Heinrich-Böll-Siedlung, Berlin-Pankow
- Niedrigenergiehäuser Rudow-Süd
- Niedrigenergiehäuser Müggelheim
- Niedrigenergiesiedlungen „Am Petersberg“ und „Am Grunewald“ in Zehlendorf
- Solaranlage Buchholz-West, Pankow.

Bei sieben dieser Vorhaben, nämlich den Wohnanlagen Berliner Straße, Weinmeisterhornweg und Heinrich-Böll-Siedlung, der Plattenbaumodernisierung in Hellersdorf sowie den Umbau- bzw. Umnutzungsprojekten Kirche, Gewerbehof und Tanzwerkstatt handelt es sich im Planungsansatz um den Typ „ökologische Gesamtkonzepte“, während die übrigen vorrangig als „Maßnahmen zum Baustein Energie“ angelegt sind.

Die oben gewählte Reihenfolge entspricht in etwa dem zeitlichen Verlauf des Projektbeginns der unterschiedlichen Modellvorhaben.

Darüber hinaus wurden die im Rahmen des Landesprogramms durchgeführten Grundlagen und Querschnittsuntersuchungen ausgewertet. Bei diesen Projekten stehen die Übertragung der aus den gebauten Modellprojekten gewonnenen Erfahrungen und die Energieeinsparung außerhalb dieser Projekte im Vordergrund:

- Entwicklung eines Leitfadens zur Erstellung von Energieversorgungskonzepten am Beispiel des Neubaugebietes Rudow-Süd
- Energetische Auswertung von Förderprogrammen des Landes Berlin
  - Heizungsprogramm 1991 – 1994
  - Modernisierungs- und Instandsetzungsprogramme
- Monitoring von Solaranlagen in Berlin
  - Bestandsaufnahme und Monitoring größerer thermischer Solaranlagen
  - Solaranlagenkataster.

### 1.3 Methodische Probleme und Ansätze

Für die modellhaften Bauvorhaben wurden zwischen dem Land Berlin und den Bauherren vertragliche Vereinbarungen zu den energetischen Zielen getroffen, die sowohl mit der Planung nachzuweisen als auch durch eine mindestens zweijährige Evaluationsphase nach Baufertigstellung zu überprüfen waren. Das betraf überwiegend die Unterschreitung der WärmeschutzV '95 im Bereich von 20 bis 25 % (definiert als Niedrigenergiestandard). Bei einigen Bauvorhaben wurde die Einhaltung der WärmeschutzV '95 gefordert (Modernisierungsprojekte) oder es wurden nur qualitative Anforderungen gestellt. Einige Bauvorhaben wurden vor Einführung der WärmeschutzV '95 begonnen (z.B. Berliner Straße) und sind aus diesem Grund nicht zwingend an diese gebunden. Unterschiede im Energieverbrauch zwischen den einzelnen Modellvorhaben resultieren somit schon aus den verschiedenen energetischen Anforderungsniveaus.



Niedrigenergiehaus Marzahn,

Die Auswertung von Energieverbräuchen der einzelnen Modellvorhaben beruht weitgehend auf den dokumentierten Ergebnissen der Evaluierungsphase und der dazu beauftragten wissenschaftlichen Begleitforschung wie z.B.:

- durch zusätzliche Messtechnik ermittelte Energieverbräuche,
- Berechnungen der Projektplaner oder der Beauftragten für die Begleitforschung und
- Rechnungen des Energieversorgers bzw. des Abrechnungsunternehmens.

Damit standen in Berlin erstmals im großen Umfang zuverlässige und belastbare Messwerte zu Energieverbräuchen von energetisch anspruchsvollen Bauvorhaben zur Verfügung.





Niedrigenergiehäuser Rudow-Süd, Punkthäuser

Die vorliegenden Unterlagen sind allerdings in Bezug auf Vollständigkeit, Erhebungs- und Berechnungsmethoden sowie den Zeitpunkt und Vertiefungsgrad der Auswertungen sehr unterschiedlich. Das betrifft vor allem die Zuordnung der Gesamtverbräuche zu den Teilverbräuchen Heizung, Warmwasser und Verluste, die Gradtagszahlbereinigung der Energieverbräuche und fehlende oder unplausible Flächenangaben. Dieses erschwert teilweise die Auswertung von Verbrauchs- und Bedarfswerten.

Da die Modellvorhaben gerade auch als gebaute Forschung zu verstehen sind, konnten bei einigen Vorhaben – auf der Grundlage der wissenschaftlichen Begleitforschung - technische Verbesserungen bzw. regelungstechnische Optimierungen vorgenommen werden, die den Energieverbrauch im Laufe der Betriebsjahre z.T. nachhaltig verringert haben.

Die Vertrauenswürdigkeit der ermittelten Energieverbräuche wird durch das IEMB grundsätzlich als sehr hoch eingeschätzt. Dabei bestehen allerdings zwischen den Projekten deutliche Unterschiede.

Die Auswertemethodik für die beiden unterschiedlichen Vorhabenskomplexe „modellhafte Bauvorhaben“ und Grundlagen und Querschnittsuntersuchungen wurde vom IEMB in Abstimmung mit dem Auftraggeber entwickelt.

Die Auswertung der **modellhaften Bauvorhaben** konzentriert sich auf die

- Zusammenstellung der energetischen Zielstellungen der Modellvorhaben, Abgleich der methodischen Grundlagen,
- Prüfung der Vertrauenswürdigkeit und der Plausibilität der für die Nutzungsphase durch Dritte ermittelten Ergebnisse,
- Aktualisierung der Ergebnisse der Modellvorhaben,

- Auswertung der Modellvorhaben und vergleichende Bewertung des erreichten energetischen Niveaus auch im Vergleich zu anderen Bauvorhaben,
- Analyse von Mehrverbräuchen.

Einheitliche Basis für den Vergleich des Jahresheizwärmebedarfs ist für alle Modellvorhaben die berechnete Nutzenergie auf Basis der WärmeschutzV'95. Das gilt auch für die Projekte, die vor Einführung der WärmeschutzV'95 begonnen wurden.

Die ergänzende Berechnung der Heizenergiebedarfswerte in Anlehnung an die Energieeinsparverordnung (EnEV) stellt den Bezug zum energetischen Niveau der Modellvorhaben aus heutiger Sicht dar.

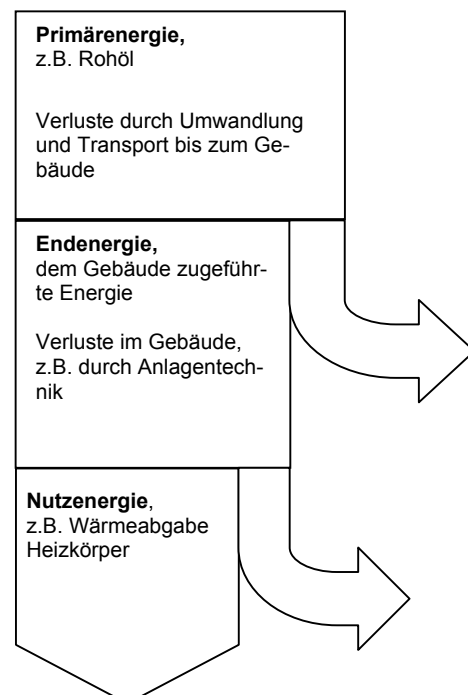
Die Auswertung der **Grundlagen und Querschnittsuntersuchungen** beschränkt sich auf die Aufgabenstellung und wesentliche Ergebnisse dieser Vorhaben.

## 1.4 Begriffe, Berechnungen, Vergleichszahlen

Zum Verständnis der Untersuchungsergebnisse sind die folgenden Definitionen und Erläuterungen erforderlich:

### Nutzenergie

Energie, die vom Heizsystem unter normierten Bedingungen abgegeben werden muss, um den Heizwärmebedarf und den Trinkwasser-Wärmebedarf decken zu können.





Das ist somit die Wärmemenge, die vom Heizkörper an den Raum und vom Wasserhahn durch Warmwasser abgegeben wird.

### Endenergie

Energiemenge, die zur Deckung des Jahresheizenergiebedarfs und des Trinkwasserwärmebedarfs benötigt wird, ermittelt an der Systemgrenze des betrachteten Gebäudes. Die zusätzlichen Energiemengen, die durch vorgelagerte Prozessketten bei der Erzeugung des jeweiligen Brennstoffs entstehen, werden nicht betrachtet. Das ist somit die Energiemenge, die einem Gebäude zugeführt und üblicherweise abgerechnet wird.

### Primärenergie

Energiemenge, die zur Deckung des Jahresheizenergiebedarfs und des Warmwasserbedarfs (Trinkwasserwärmebedarf) benötigt wird, unter Berücksichtigung der zusätzlichen Energiemenge, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze „Gebäude“ bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe entstehen. Primärenergie bezieht sich auf einen Energieträger im Urzustand, wie beispielsweise Rohöl oder Erdgas.

### WärmeschutzV'95:

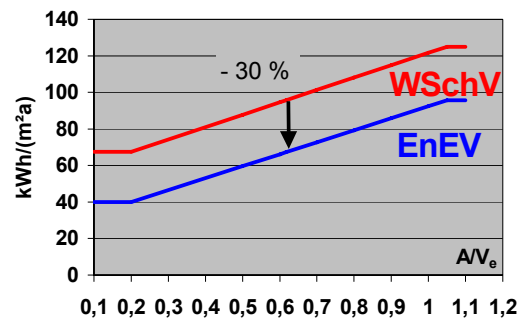
Wärmeschutzverordnung geltend ab 1995. Nach der Wärmeschutzverordnung'95 sind Anforderungen an den Jahresheizwärmebedarf (Nutzenergie) in kWh/a einzuhalten.

Durch Bezug dieses Jahresheizwärmebedarfs auf das umbaute Volumen oder auf eine Gebäudenutzfläche  $A_N$  wird ein Energiekennwert gewonnen, welcher eine einfache wärmetechnische Kennzeichnung von Gebäuden gestattet.

Die Anlagentechnik wird bei diesem Verfahren nicht berücksichtigt.

### Energieeinspar-Verordnung (EnEV):

Um gegenüber der WärmeschutzV'95 eine weitere Energieeinsparpotenziale wirtschaftlich zu realisieren, wurde mit der EnEV das Zusammenspiel zwischen dem Gebäude, seiner Heiztechnik, seiner Technik zur Warmwasserbereitung und seiner Lüftungstechnik zum zentralen Ansatzpunkt gemacht.



Vergleich WärmeschutzV'95 und EnEV 2001, Verschärfung des Anforderungsniveaus um 30%

Ein einheitlicher und eindeutiger **Flächenbezug** ist von maßgeblicher Bedeutung für die Berechnung von Verbrauchskennwerten. Die eigenen Berechnungen von Verbrauchskennwerten beziehen sich auf die Nutzfläche  $A_N$  nach WärmeschutzV'95 bzw. EnEV und die Wohnfläche nach II. Berechnungsverordnung. Die **Nutzfläche  $A_N$**  ist eine fiktive vom Gebäudevolumen abgeleitete Größe, die zwangsläufig größer ist als die für Miet- und Betriebskostenberechnungen maßgebliche **Wohnfläche  $A_{WF}$** , so dass auf letztere bezogene Energiekennzahlen deutlich höher liegen.

### Witterungsbereinigung der Verbrauchsdaten:

Um Verbrauchsangaben aus unterschiedlichen Messzeiträumen bzw. Jahren vergleichbar zu machen bedarf es der Umrechnung auf ein „Durchschnittsjahr“ anhand sog. Gradtagszahlen. Gradtagszahlen wurden auf der Basis der mittleren täglichen Außentemperaturen Berlin-Tempelhof (Daten Deutscher Wetterdienst) ermittelt. Die individuelle Ermittlung wurde entsprechend der jeweiligen Abrechnungszeiträume vorgenommen.

### Kennwerte:

Wesentliche Ergebnisse der Berechnungen sind der spezifische, temperaturbereinigte Heizenergieverbrauch auf der Basis  $m^2$  Gebäudenutzfläche nach EnEV und  $m^2$  Wohnfläche in  $[kWh/m^2_{AN} a]$  bzw.  $[kWh/m^2_{WF} a]$  sowie der Kennwert für den Gesamtenergieverbrauch, die sich aus den Verbrauchern Heizung, Trinkwarmwasser und Verluste zusammensetzen.

Der Bezug auf gebräuchliche, aber unterschiedliche Flächen führt, bei gleichen Verbräuchen, zu teilweise erheblich unterschiedlichen Kennwerten. Insofern sind bei der Ausweisung von Kennwerten immer auch die verwendeten Flächenbezüge offenzulegen.

Die Problematik wird anhand eines Beispiels verdeutlicht:

### Beispiel Niedrigenergiehaus Marzahn:

Heizenergieverbrauch (temperaturbereinigt):  
201.000 kWh

Bezug	Fläche	Verbrauchs- Kennwert	Verbrauchs- Kennwert
	[m <sup>2</sup> ]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[%]
A <sub>N</sub> [m <sup>2</sup> <sub>AN</sub> ]	5.196,8	38,7	100
A <sub>WF</sub> [m <sup>2</sup> <sub>WF</sub> ]	4.234,0	47,4	122,5

A<sub>N</sub> : Nutzfläche nach WärmeschutzV'95

A<sub>WF</sub> : Wohnfläche nach II. Berechnungsverordnung

Da im Rahmen der Untersuchung der Maßstab „Wohnfläche“ einheitlich für alle dokumentierten Vorhaben verfügbar war, sind die ermittelten Kennwerte jeweils auf diesen bezogen. Dies führt zu regelmäßig „schlechteren“ bzw. „höheren“ Kennwerten (siehe obige Beispielrechnung) als die auf Nutzflächen bezogenen Vorgaben und Ergebniserwartungen der Modellprojekte.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Berechnung von Bedarfskennwerten nach WärmeschutzV'95 und nach EnEV 2002 nur bedingt den zukünftigen Energieverbrauch eines Gebäudes abbilden.

## 2. Einzeldarstellung der Modellvorhaben

Die für die vorliegende Untersuchung repräsentativ ausgewerteten „stadtökologischen Modellvorhaben“ lassen sich wie folgt strukturieren

- Modellvorhaben zur Verbesserung der Energieeffizienz im Wohnungsneubau
- Modellvorhaben zur energetischen Erhöhung des Wohnungsbestandes
- Modellvorhaben mit energetischen Sanierungsmaßnahmen bei Nichtwohngebäuden
- Modellvorhaben zur Schaffung von Entscheidungs- und Handlungsgrundlagen zum energiesparenden Planen und Bauen (Grundlagen- und Querschnittsuntersuchungen)

Die ausgewerteten Einzelmodellvorhaben werden in dieser Struktur nachfolgend vorgestellt.

### 2.1 Modellvorhaben zur Verbesserung der Energieeffizienz im Wohnungsneubau

Mit den Wohnungsbauförderbestimmungen (WFB) von 1990 wurden in Berlin bundesweit erstmals besondere ökologische Anforderungen an die Bauausführung einschließlich eines verbesserten, d.h. über die geltende Wärmeschutzverordnung (WSV) von 1982 hinausgehenden Wärmeschutzstandards eingeführt. Das Modellvorhaben „*Berliner Straße*“, das älteste der hier dokumentierten Projekte, diente der **Erprobung des neuen ökologischen Standards**, der neben der Energieeffizienz auch die anderen Elemente eines ökologischen Gesamtkonzepts wie den Einsatz ökologischer Baustoffe, den sparsamen Umgang mit Wasser, die Gestaltung von Grün- und Freiflächen sowie die Entwicklung und Umsetzung umweltfreundlicher Abfallkonzepte umfasst.

Die weiteren Vorhaben beinhalten jeweils energetische Konzepte, die zum Planungszeitpunkt richtungweisenden Charakter hatten, sowie teilweise auch einzelne der genannten ökologischen Maßnahmenkomplexe.

Im zeitlichen Anschluss an die „*Berliner Straße*“ wurden noch vor Einführung der WärmeschutzV'95, anknüpfend an bauliche Energie-

sparkonzepte der IBA 87, zwei **experimentelle Wohnungsbauprojekte mit dem Anspruch auf Niedrigenergiestandard** als Modellvorhaben realisiert (*Solarhäuser an der Wannseebahn und Solarsiedlung Weinmeisterhornweg*).

Nach 1995 entstand eine **zweite Generation von Niedrigenergieprojekten im Geschosswohnungsbau**, bei denen es darauf ankam, die Richtwerte der neuen Wärmeschutzverordnung um mindestens 20% zu unterbieten:

- Das *Niedrigenergiehaus Marzahn* wurde gezielt unter Energiespargesichtspunkten entworfen.
- Bei den Vorhaben *Rudow-Süd* und *Müggelheim* ging es um die energetische Optimierung bereits vorliegender Planungen.

Die wie die „Berliner Straße“ nach einem ökologischen Gesamtkonzept geplante *Heinrich-Böll-Siedlung* in Pankow kann mit rd. 250 Wohnungen als die zur Zeit größte Niedrigenergie-Wohnanlage in Berlin und gleichzeitig als **Leitprojekt für ökologisch-energetisch optimierten Wohnungsbau** gelten.

Die jüngsten Modellvorhaben, die Wohnanlagen „*Am Petersberg*“ und „*Am Grunewald*“ sowie das Vorhaben „*Buchholz-West*“ wurden als „**solarintegrierte Nahwärmekonzepte**“ entwickelt, wobei Energieeinsparung gleichzeitig durch Niedrigenergiestandard und den Einsatz größerer thermischer Solaranlagen für die Heizwärmeversorgung bewirkt werden sollte.



Solaranlage Buchholz West

Aus energetischer Sicht zeichnen sich die realisierten Modellprojekte durch einen sehr guten baulichen Wärmeschutz, durch kompakte Bauweise, durch umfassende Nutzung solarer Gewinne und durch den Einsatz von innovativer Anlagentechnik aus.

Die ermittelten Heizenergieverbrauchswerte betragen im Mittel  $76 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WF}} \text{ a})$  und reichen von min. 47 bis max.  $100 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WF}} \text{ a})$ . Im Vergleich zu anderen gleichzeitig errichteten Wohngebäuden belegen diese Verbrauchswerte den modellhaften Charakter der Vorhaben im Rahmen des Landesprogramms „Stadökologische Modellvorhaben“.

Für die überwiegende Anzahl der Modellvorhaben werden die Anforderungen der WärmeschutzV '95 aber auch die der erst ab 2002 geltenden Energieeinsparverordnung eingehalten und zum Teil deutlich unterschritten.

Die haustechnischen Anlagensysteme folgen einem ganzheitlichen Konzept und schließen innovative Einzellösungen ein. Dazu zählen insbesondere die Sonnenenergienutzung durch Luftkollektoren und daran angekoppelte Bauteilmassen (Hybridsysteme bei den Vorhaben „Solarhäuser an der Wannseebahn“ und „Weinmeisterhornweg“) sowie integrierte Energieversorgungslösungen zur Heizwärmeversorgung von Wohnanlagen, bei denen eine thermische Solaranlage das lokale Nahwärmenetz unterstützt (Niedrigenergiesiedlungen „Am Grunewald“ und „Am Petersberg“ sowie „Solaranlage Buchholz West“).

## Wohnanlage Berliner Str. 88, Zehlendorf



Gemeinschaftshaus

**Standort:**

Berliner Str. 88, Berlin-Zehlendorf

**Bauherr:**

GSW,  
BWV  
bbg

**Architekten:**

v. Halle, PPL, Nalbach, Schattauer + Tibes, IBUS

**Energieplaner:**

IBUS, IBP, ITW u.a.

**Begleitforschung:**

complan

**Siedlung:**

169 Wohneinheiten  
4 Solarreihen Häuser  
3 Gewerbeeinheiten  
1 Kindertagesstätte  
1 Gemeinschaftshaus  
Baujahr 1993

**Bezugsflächen**

Wohnfläche  $A_{WF}$  15.373 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>

### Ziele, Motivation

Die Wohnanlage „Berliner Str. 88“ wurde als Ergebnis eines im Frühjahr 1988 bundesweit durchgeführten Wettbewerbes mit ökologischem Schwerpunkt errichtet und wurde in der Bauphase als Bundesmodellvorhaben im EX-WOST-Programm wissenschaftlich begleitet. Sie ist nach der Internationalen Bauausstellung 1987 das erste große ökologische Wohnungsbauprojekt in Berlin. Erstmals ging es auch darum, die besonderen ökologischen Anforderungen der WFB 1990 umzusetzen.

Ziel besonderer Untersuchungen war, die Entwicklung von Kosten und Verbräuchen für die Haushalte vor dem Hintergrund der Umsetzung ökologischer Maßnahmen zu ermitteln.



Torhaus zur Berliner Straße

### Maßnahmen

Folgende ökologisch orientierten Maßnahmen wurden realisiert:

**Energie**

- Fernwärmeversorgung über Nutzung des Fernwärmerücklaufs; Kombination von Fußboden- und Radiatorheizung
- Wärmemengenzähler
- Nutzung von Solarenergie über Wintergärten
- Zusätzliche Wärmedämmung der Fassaden
- Windkraft- und PV-Anlage auf dem Gemeinschaftshaus zum Antrieb des Regenwasserkreislaufs, Messstation

**Wasser:**

- Wassersparinstallation (Kaltwasserzähler, Durchflussbegrenzer, 6-l-WC)
- Regenwassernutzung zur Grünflächenbewässerung
- Regenwasserkreislauf mit Zisternen, Wasserlauf und Teich

**Grün- und Freiflächen:**

- Maßnahmen zur Fassaden- und Dachbegrünung
- Haus- und Mietergärten
- Anspruchsvolles Freiflächenkonzept mit Grünachse, Wasserlauf und Regenwasserteich



### Abfall:

- Wohnungsbezogene Mülltrennvorrichtungen in den Küchen
- Komposter für Garten- und organische Küchenabfälle

### Baustoffe:

- Verwendung diffusionsfähiger Dämmstoffe
- Mineralische Putze und Anstriche für die Außenflächen bzw. hinterlüftete Fassaden
- Naturgips im Innenausbau
- Chlorfreie Baustoffe (z.B. Bodenbeläge aus Linoleum)
- Holzfenster



Grünachse mit Wasserlauf

## Ergebnisse

### Ausführung

Aufgrund der Vorgaben und zusätzlichen Fördermöglichkeiten der WFB 1990 zeichnet sich das realisierte Energiekonzept durch einen über die Anforderungen der zum damaligen Zeitpunkt geltenden WärmeschutzV '82 hinausgehenden baulichen Wärmeschutz und gebäudeweise durch Solarenergienutzung über Wintergärten aus.

#### k-Werte:

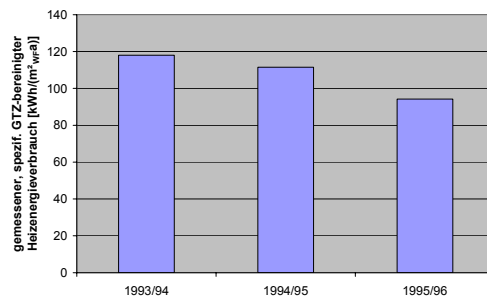
Dach	0,30 bis 0,33 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,41 bis 0,50 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	2,6 bis 2,8 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,43 bis 0,76 W/(m <sup>2</sup> K)

#### Kompakte Bauweise

A / V – Verhältnis	0,24 bis 0,26
--------------------	---------------

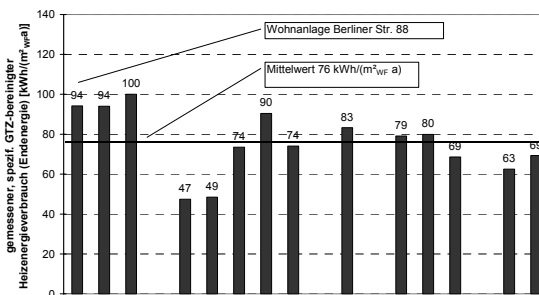
### Nutzung

Der gemessene, gradtagsbereinigte mittlere Heizenergieverbrauch (Endenergie) der Wohnanlage hat sich im



Siedlung Berliner Str. 88; Verlauf des gemessenen, gradtagsbereinigten Heizenergieverbrauchs (Endenergie)

Verlauf der Heizperioden 1993/94 bis 1995/96 von anfänglich 118 kWh/(m<sup>2</sup>\_WF a) auf 94,2 kWh/(m<sup>2</sup>\_WF a) reduziert.



Siedlung Berliner Str. 88; Vergleich mit Heizenergieverbräuchen (Endenergie) anderer Modellvorhaben

Damit liegt der Heizenergieverbrauch für dieses Modellvorhaben zwar deutlich über dem Durchschnittswert der anderen evaluierten Modellvorhaben (für die allerdings wesentlich höhere Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz bestanden), aber ebenso deutlich unter allen Verbrauchswerten, die für vorher oder zeitgleich errichtete Wohnbauten in Berlin von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung ermittelt wurden.

Insgesamt stellt die Wohnanlage Berliner Straße auch heute noch ein ökologisches Vorzeigebjekt mit hohem Wohnwert dar.

# Solarhäuser an der Wannseebahn (Teil der Wohnanlage Berliner Str. 88)



Ansicht von Süd-Westen

**Standort:**  
Siedlung Berliner Str. 88

**Bauherr:**  
bbg

**Architekten:**  
IBUS

**Energieplaner:**  
IBUS, IBP, ITW

**Begleitforschung:**  
IBUS, IPB, ITW, complan

**Wohngebäude:**  
4 Reihenhäuser  
3 Geschosse  
Baujahr 1994

**Bezugsflächen**  
Wohnfläche  $A_{WF}$  548 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>  
Nutzfläche  $A_N$  856 m<sup>2</sup><sub>AN</sub>  
Verhältnis  $A_{WF} / A_N$  64 %

## Ziele, Motivation

Als experimenteller Teil der Wohnanlage Berliner Straße wurde, anknüpfend an bauliche Energiesparkonzepte der „Internationalen Bauausstellung 87“, das Wohnungsbauprojekt „Solarhäuser an der Wannseebahn“ mit dem Anspruch auf Niedrigenergiestandard realisiert.

Ziel des Wettbewerbsentwurfs und der Sonderförderung durch den Bund (BMFT) und das Land Berlin war laut Forschungsantrag „Entwicklung, Bau und Erprobung von ökologischen Niedrigenergiegebäuden mit hybrider Solarheizung, Tageslichtsystemen und integrierten Wintergärten, mit Energieverbräuche unter 20 kWh/m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche im Jahr“.



Ansicht von Süd-Westen

Dieser Gesamtanspruch wurde zwar im Rahmen der Realisierungsplanung zurückgenommen, die innovativen Elemente der Solartechnik sollten aber umgesetzt werden.

## Maßnahmen

Das realisierte Energiesparkonzept beruht auf einer kompakten Bauweise, einem guten Wärmeschutz der Gebäudehülle und der gezielten Nutzung von Sonnenenergie durch südorientierte Fenster und große der Südfassade vorgelagerte Wintergärten.

Ferner wurden solare Hybridsysteme realisiert, d.h. über Luftkollektoren wird zusätzliche Sonnenenergie in der Gebäudemasse gespeichert, die dann zu einem späteren Zeitpunkt genutzt werden kann.

Bei diesem Modellprojekt wurden erstmals Hybridsysteme mit aktiver Entladung eingesetzt. Speicherelement ist die Gebäudemittelwand.

### Baulicher Wärmeschutz:

Der bauliche Wärmeschutz zeichnet sich durch einen guten Wärmedämmstandard aus.

k-Werte:

Dach	0,26 bis 0,37 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,30 bis 0,49 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,6 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,32 bis 0,52 W/(m <sup>2</sup> K)

A / V – Verhältnis 0,49

### Heizungsanlage:

Die Raumbeheizung erfolgt über eine Fußbodenheizung.

### Lüftungskonzept:

Die Wohnungen werden konventionell über die Fenster gelüftet.

### Wärmeversorgung:

Das Gebäude ist – wie die gesamte Wohnanlage Berliner Straße - an die Rücklaufleitung des Fernwärmenetzes der BEWAG angeschlossen.

### Regenerative Energien:

Neben der passiven Solarenergienutzung über Fenster und Wintergarten erfolgt eine aktive Nutzung der Sonnenenergie durch Luftkollektoren und daran angekoppelte Bauteilmassen (Hybridsystem).

### Ergebnisse

Ein Sonderproblem dieses Vorhabens ist die Energiebezugsfläche, da die bewohnte und beheizte Fläche des Untergeschosses formal nicht zur Wohnfläche gerechnet wird. Nachfolgend werden für dieses Vorhaben zwei Heizenergiekennwerte genannt. Dabei wird ein Kennwert mit der formalen Wohnfläche und ein Kennwert mit der tatsächlichen Wohnfläche (beheizte Fläche, ca. um 25 % größer als die formale Wohnfläche) gebildet. Die auf die formale wohnflächenbezogenen Verbrauchswerte liegen entsprechend höher.

### Ausführung

Der mit der Planung nachgewiesene Heizwärmebedarf beträgt  $89,33 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WF}}\text{a})$  bzw.  $62,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{beh. NGF}} \text{ a})$  (Energiebezugsfläche hier die beheizte Nettogrundfläche) und liegt damit deutlich über dem Zielwert des Forschungsantrags von  $20 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WF}}\text{a})$ , der die Realisierung eines kostenmäßig nicht darstellbaren Passivhausstandards erfordert hätte. Gleichwohl werden die Anforderungen der WärmeschutzV '95 um 18 % unterschritten.

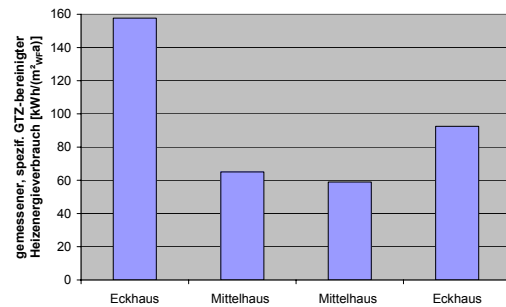
Mit der Ausführungsplanung der „Solarhäuser Wannseebahn“ wird auch die geltende EnEV deutlich unterschritten: bezüglich des Zielwertes  $H'_T$  um 15 %.

Die Berechnung des Energiebedarfs für die Heizung nach EnEV (Endenergie, Standort Berlin) ergibt einen Bedarf von  **$83,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WF}}\text{a})$  bzw.  $58,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{beh. NGF}} \text{ a})$**  (Energiebezugsfläche hier die beheizte Fläche).

### Nutzung

Der gemessene mittlere spezifische, temperaturbereinigte Heizenergieverbrauch (Endenergie) des Gebäudes beträgt bezogen auf die Wohnfläche  **$134,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WF}}\text{a})$  bzw.  $93,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{beh. NGF}} \text{ a})$** .

Dieses Ergebnis ist auch im Verhältnis zur Realisierungsplanung enttäuschend und erklärungsbedürftig.



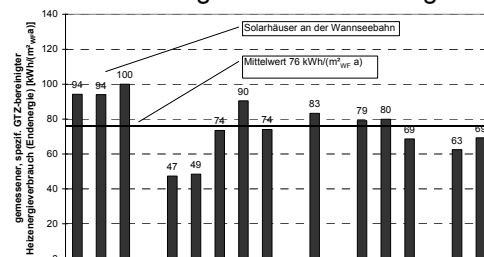
Solarhäuser an der Wannseebahn; gemessener, gradtagsbereinigter Heizenergieverbrauch (Endenergie) 1994/95

Hausweise Verbrauchserfassungen der Begleitforschung haben ergeben, dass in einem der vier Häuser der Wintergarten ständig bewohnt und beheizt wird, so dass auf dieses Haus rd. 40 % des Heizenergieverbrauchs entfallen.

Das experimentelle Energiegewinnsystem hat die darin gesetzten Erwartungen nicht erfüllen können; Voraussetzung seiner Effizienz wäre ggf. die Realisierung des ursprünglich ange-dachten Passivhausstandards gewesen.

Weitere Ursachen für den Mehrverbrauch gegenüber der Zielstellung sind:

- Die gemessene mittlere Raumlufttemperatur lag während der Heizperiode bei  $21,9^\circ\text{C}$  (Auslegungstemperatur  $20^\circ\text{C}$ ).
- Die ermittelte Luftwechselrate lag bei  $n = 0,8 \text{ h}^{-1}$  und nicht bei dem erwünschten Wert von  $n \leq 0,5 \text{ h}^{-1}$ .
- Aufgrund von Geräuschbelästigungen wurde das Hybridsystem abgeschaltet. Daraus resultieren geminderte Wärmegewinne.



Solarhäuser an der Wannseebahn; Vergleich mit Heizenergieverbräuchen (Endenergie) anderer Modellprojekte

Im Vergleich zu den anderen Modellprojekten weisen die Solarhäuser an der Wannseebahn bezogen auf die formale Wohnfläche die höchsten Heizenergieverbräuche auf; bezogen auf die wohngenutzte Fläche relativiert sich dieses Ergebnis. Wesentliche Erfahrung dieses Vorhabens ist, dass gute konventionelle Wärmedämmung und geeignetes Nutzerverhalten für die Energieeffizienz meist wirksamer sind als experimentelle technische Maßnahmen.



# Solarsiedlung Weinmeisterhornweg, Spandau



Straßenansicht

### Wohngebäude:

60 Wohneinheiten  
2 ½ Geschosse  
Baujahr 1994

### Bezugsflächen

Wohnfläche  $A_{WF}$  4.787 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>  
Nutzfläche  $A_N$  5.370 m<sup>2</sup><sub>AN</sub>  
Verhältnis  $A_{WF} / A_N$  89 %

### Standort:

Weinmeisterhornweg 170  
bis 178, Berlin-Spandau

### Bauherr:

GSW-Fonds

### Architekten:

IBUS

### Energieplaner:

IBUS

### Begleitforschung:

IBUS mit IBP  
Wohnstatt

## Ziele, Motivation

Die Planung der Wohnanlage ist Ergebnis eines 1989 durchgeführten beschränkten Wettbewerbs mit ökologischen Vorgaben. Bestandteile des prämierten Entwurfs sind – neben dem experimentellen Energiesparkonzept mit passiver und aktiver Solarenergienutzung – der Einsatz umweltverträglicher Baustoffe, Dachbegrünung und Regenwasserversickerung.

Gegenstand der Modellförderung war die Umsetzung des vorgeschlagenen „Energiegewinnsystems“, das einerseits Wintergärten, andererseits ein hybrides Heizsystem mit Solarkollektoren und Bauteilaktivierung umfasst, sowie die Auswertung des Vorhabens, die vorrangig auf die Wirkungskontrolle der energiebedarfs- und verbrauchsreduzierenden Maßnahmen angelegt war.

Das energetische Ziel war insgesamt ein Niedrigenergiestandard, mit dem ein Heizwärmebedarf bezogen auf die Nutzfläche  $A_N$  von ca. 50 kWh/m<sup>2</sup><sub>AN</sub> a eingehalten werden sollte.



Grünanlage mit Sickermulde

## Maßnahmen

Die Bebauung sollte aufgrund ihrer Ausrichtung nach Süden, durch entsprechende Ausführung der Gebäudehülle sowie Gestaltung der Gebäudegeometrie eine maximale Nutzung solarer Gewinne ermöglichen.

Auch durch die Grundrisszonierung wurde eine wesentliche Reduzierung des Heizenergieverbrauchs angestrebt (Wintergärten und Wohnräume nach Süden sowie Flur, Küche und Essplatz nach Norden ausgerichtet).

### Baulicher Wärmeschutz:

Der bauliche Wärmeschutz weist überwiegend einen der WärmeschutzV'95 entsprechenden Wärmedämmstandard auf.

### k-Werte:

Dach	0,3 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,33 bis 0,42 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,6 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,26 bis 1,97 W/(m <sup>2</sup> K)

### Kompakte Bauweise

$A / V$  – Verhältnis 0,53

### Heizungsanlage / regenerative Energien:

Konventionelle Warmwasserheizung über Plattenheizkörper verbunden mit Hybridheizungsanlage aus Luftkollektoren (als Fassadenelemente) und dahinter liegender Speicherwand mit eingebauten Röhrenregistern (Bauteilaktivierung). Regelung der Raumlufttemperatur mit Raumthermostat und Thermostatventilen an den Konvektoren.



Fußweg

### Lüftungskonzept:

Anlagen zur Wohnungslüftung wurden nur in den innenliegenden Bädern vorgesehen. Die Wohnungslüftung erfolgt ansonsten konventionell über die Fenster.

### Wärmeversorgung, Warmwasserbereitung:

Für die Wärmeversorgung einschließlich der Warmwasserbereitung der Siedlung wurden vier Niedertemperaturgaskessel installiert. Die Auslegungstemperaturen betragen  $t_V / t_R = 70/50^\circ\text{C}$ . Es wurden vier Warmwasserspeicher a 750 l eingebaut.

## Ergebnisse

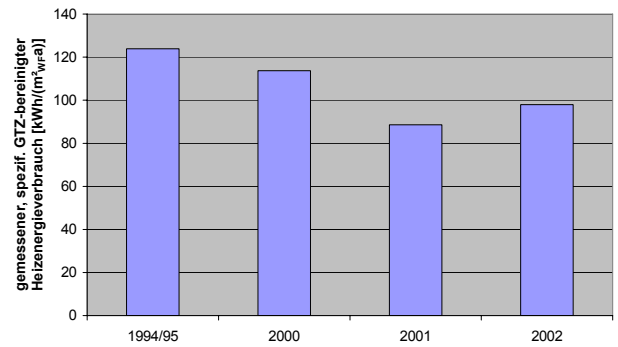
### Ausführung

Um das experimentelle Energiegewinnsystem zu realisieren wurde wegen erheblicher Finanzierungsprobleme auf weitere Energiesparmaßnahmen (u.a. solare Warmwassererzeugung), aber auch auf die Umsetzung des ursprünglich geplanten Wärmedämmstandards verzichtet.

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs des beispielhaft betrachteten Gebäudetyps A (Ausführungsplanung) nach WärmeschutzV '95 (Nutzwärme) ergibt bezogen auf die Wohnfläche deshalb nur einen Bedarf von  $93,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WFA}})$ .

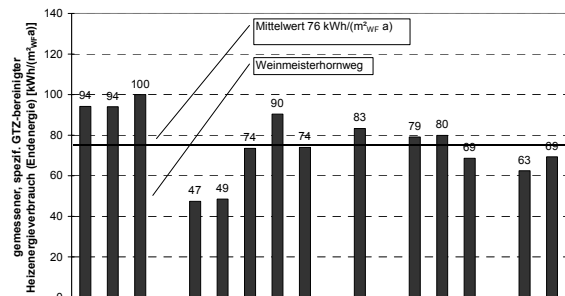
Eine Berechnung des Energiebedarfs des Gebäudetyps A für Heizung nach EnEV (Endenergie) ergibt bezogen auf den Standort Berlin und auf die Wohnfläche einen Bedarf von  **$112,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WFA}})$** .

## Nutzung



Weinmeisterhornweg; Verlauf des gemessenen, gradtagsbereinigten Heizenergieverbrauchs (Endenergie); Mittelwerte der gesamten Siedlung.

Der mittlere gemessene, gradtagsbereinigte Heizenergieverbrauch (Endenergie) der Versorgungsbereiche Weinmeisterhornweg 170 bis 178 wurde für die Heizperiode 1994/95 mit  $126,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WFA}})$  ermittelt; nach der Durchführung von Nachbesserungs- und Optimierungsmaßnahmen beträgt er im Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2002  **$100 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WFA}})$** .



Weinmeisterhornweg; Vergleich mit Heizenergieverbräuchen (Endenergie) anderer Modellvorhaben

Der Heizenergieverbrauch liegt trotz der umfassenden Solarenergienutzung deutlich über dem durchschnittlichen Wert anderer Modellvorhaben. Ursache dafür ist der gegenüber der Planung geringer ausgeführte bauliche Wärmeschutz und die dadurch anteilig verringerte Effizienz des experimentellen Systems.

Trotz der nicht eingelösten energetischen Anfangszielstellung stellt die Wohnanlage einen optisch gelungenen und technisch interessanten Beitrag zum ökologischen Bauen dar.

# Niedrigenergiehaus Marzahn



Ansicht von Süden

## Standort:

Niemegker Straße 2 - 4 /  
Ecke Flämingstraße,  
Berlin-Marzahn

## Bauherr:

WBG Marzahn

## Architekten:

Assmann, Salomon und  
Scheidt

## Energieplaner:

ARUP

## Begleitforschung:

ARUP

## Wohngebäude:

56 Wohneinheiten  
7 Geschosse  
Baujahr 1997

## Bezugsflächen

Wohnfläche  $A_{WF}$  4.234 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>  
Nutzfläche  $A_N$  5.197 m<sup>2</sup><sub>AN</sub>  
Verhältnis  $A_{WF} / A_N$  81,5 %

## Ziele, Motivation

Das Niedrigenergiehaus Marzahn, Ergänzungsbaumaßnahme innerhalb der Plattenbau-Großsiedlung, ist Teil einer zweiten Generation von Niedrigenergiehausprojekten im Berliner Geschosswohnungsbau. Diese sollten die Richtwerte der neuen Wärmeschutzverordnung 1995 um mindestens 20% unterbieten.

Ziel dieses Vorhabens war es, unter Ausschöpfung der entwerflichen und bautechnischen Möglichkeiten bezüglich Gebäudestellung und -form, Grundriss, Haustechnik und Wärmedämmung einen spezifischen Niedrigenergiehaustyp im Geschosswohnungsbau zu realisieren.



Ansicht von Südwesten

## Maßnahmen

Die Maßnahmen resultierten aus einer ganzheitlichen energetisch optimierten und rechnergestützten Gebäudeplanung.

Die konkave Gebäudeform führt zu vergrößerten Fassaden- und Fensterflächen auf der Südseite. Damit ist eine Maximierung der solaren Gewinne in der Heizperiode möglich. Wohnräume wurden zur Nutzung dieses Vorteils auf der Südseite des Gebäudes angeordnet.

Laubbäume an der Süd- und Nordseite des Gebäudes verbessern das Mikroklima in der Umgebung des Gebäudes.

Zur Nutzung von internen und solaren Wärme gewinnen, aber auch der Nachtkühle im Sommer wurde das Gebäude in schwerer, d.h. speicherfähiger Bauweise ausgeführt.

## Baulicher Wärmeschutz:

Der bauliche Wärmeschutz zeichnet sich durch einen im Vergleich zu den Experimentalprojekten der ersten Niedrigenergiehausgeneration verbesserten hohen Wärmedämmstandard aus.





Ansicht von Südosten

**k-Werte:**

Dach	0,15 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,19 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,10 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,19 W/(m <sup>2</sup> K)

**Kompakte Bauweise**

A / V – Verhältnis 0,31

**Heizungsanlage:**

konventionelle Radiatorheizung, außentemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung

Warmwasserheizungssystem mit Vorlauftemperatur 80°C, Rücklauftemperatur 60°C. Die Thermostatventile werden mittels Fensterkontakten und Gebäudeleittechnik beim Öffnen der Fenster geschlossen.

**Lüftungskonzept:**

Abluftanlage mit Außenwandluftdurchlässen in der Fassade

**Warmwasserbereitung:**

Zentrale Warmwasserbereitung im Untergeschoss des Gebäudes, Zirkulationsleitung

**Wärmeversorgung:**

Anschluss an das Fernwärmenetz des örtlichen Energieversorgers Bewag

**Ergebnisse**

**Ausführung**

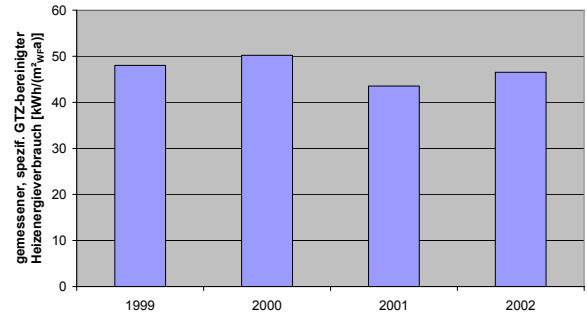
Die Berechnung des Heizwärmebedarfs nach WärmeschutzV'95 (Ausführungsplanung; Nutzenergie) ergibt bezogen auf die Wohnfläche einen Bedarf von 41,5 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>). Dem steht ein Zielwert (20%-tigue Unterschreitung des An-

forderungsniveaus der WärmeschutzV'95) von 50,9 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>) gegenüber.

Mit der Ausführungsplanung des Niedrigenergiehauses Marzahn wird auch die geltende Energieeinsparverordnung deutlich unterschritten (bezüglich des Zielwertes H<sub>T</sub> um 36%).

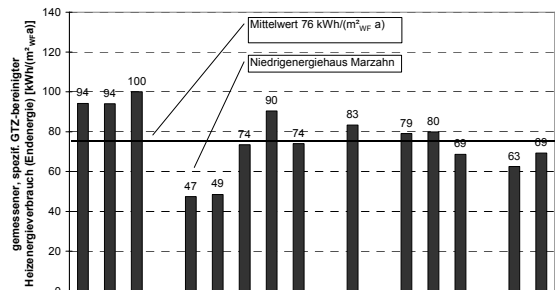
Die Berechnung des Energiebedarfs für Heizung nach EnEV (Endenergie) bezogen auf den Standort Berlin und auf die Wohnfläche ergibt einen Bedarf von **48 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)**.

**Nutzung**



NEH Marzahn; Verlauf des gemessenen, gradtagsbereinigten Heizenergieverbrauchs (Endenergie)

Der gemessene, gradtagsbereinigte mittlere Heizenergieverbrauch (Endenergie) des Gebäudes von **47 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)** entspricht dem prognostizierten Energiebedarf.



NEH Marzahn; Vergleich mit Heizenergieverbräuchen (Endenergie) anderer Modellvorhaben

Im Vergleich mit anderen Modellvorhaben wurden im Niedrigenergiehaus Marzahn die geringsten Heizenergieverbräuche gemessen; in Berlin ist es nach Angaben der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung eines der energetisch besten Geschosswohngebäude. Das erzielte Ergebnis ist im Wesentlichen auf die energetisch optimierte Gebäudeplanung und den realisierten guten Wärmedämmstandard zurückzuführen.

# Niedrigenergiehäuser Rudow-Süd



Rudow Süd, Winkelbau

## Wohngebäude:

3 Gebäude  
58 Wohneinheiten  
4 Geschosse  
Baujahr 1997

## Bezugsflächen

Wohnfläche  $A_{WF}$  5.371 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>  
Nutzfläche  $A_N$  6.118 m<sup>2</sup><sub>AN</sub>

## Standort:

Friederike-Nadig-Str. 27-33,  
(Winkelbau)  
Elisabeth-Selbert-Str. 34/36  
(Punkthäuser)  
Berlin, Rudow-Süd

## Bauherr:

GEHAG

## Architekten:

Liepe + Steigemann;  
Blase · Kapici

## Energieplaner:

Steinbeis – Transferzentrum

## Begleitforschung:

Steinbeis – Transferzentrum

## Ziele, Motivation

Im Neubauquartier Rudow-Süd, für das insgesamt ein modellhaftes Energieversorgungskonzept entwickelt wurde (vergl. Leitfadens Energieversorgungskonzepte), ist eine aus drei Häusern bestehende Gebäudegruppe in Niedrigenergiestandard realisiert worden. Anders als beim Projekt in Marzahn wurde hier die bereits vorliegende Gebäudeplanung energetisch optimiert.

Die Anforderung der WärmeschutzV'95 an den Jahres-Heizwärmebedarf sollte dabei um 20% unterschritten werden.



Rudow Süd, Innenhof

## Maßnahmen

Energetische Optimierung der Gebäudehülle (inkl. Fenster) und der technischen Gebäudeausrüstung (Abluftanlage)

Intensivierung der Nutzung von Solarenergie durch als Wintergärten ausgebildete Loggien (Orientierung in Richtung West oder Süd)

## Baulicher Wärmeschutz:

Der bauliche Wärmeschutz zeichnet sich durch einen hohen Wärmedämmstandard aus.

### k-Werte Winkelbau:

Dach	0,14 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,29 bis 0,46 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,50 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,25 W/(m <sup>2</sup> K)

### k-Werte Punkthäuser:

Dach	0,13 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,25 bis 0,26 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,50 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,21 W/(m <sup>2</sup> K)

### Kompakte Bauweise:

A / V – Verhältnis 0,39 (Winkelbau) bzw. 0,51 (Punkthäuser)

## Heizungsanlage:

Konventionelle Radiatorheizung mit außentemperaturgeführter Vorlauf temperaturregelung

## Lüftungskonzept:

Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung mit Frischlufteinlässen in Außenwänden bzw. Wintergärten sowie dezentralen Abluftventilatoren in Küche und Bad/WC-Räumen. Bedarfslüftungs-

schaltung über Lichtschalter (Bad) bzw. über separaten Handschalter (Küche).



Rudow Süd, Punkthaus

### Wärmeversorgung:

Die Wärmeversorgung für Heizung und die Warmwasserbereitung erfolgt aus dem Blockheizkraftwerk des örtlichen Energieversorgers BTB.

## Ergebnisse

### Ausführung

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs nach WärmeschutzV'95 (Ausführungsplanung; Nutzenergie) ergibt bezogen auf die Wohnfläche einen Bedarf von

- 50,4 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>) (Winkelbau) bzw.
- 56,6 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>) (Punkthäuser).

Dem stehen Zielwerte (20%-tige Unterschreitung des Anforderungsniveaus der WärmeschutzV'95) von

- 55,8 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>) (Winkelbau) bzw.
- 57,4 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>) (Punkthäuser)

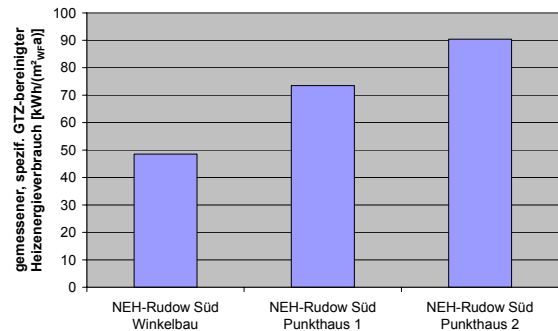
gegenüber.

Mit der Ausführungsplanung der Niedrigenergiehäuser Rudow Süd wird auch die geltende Energieeinsparverordnung deutlich unterschritten [bezüglich des Zielwertes H<sub>T</sub> um 27% (Winkelbau) bzw. 23% (Punkthaus)].

Die Berechnung des Energiebedarfs für die Heizung nach EnEV (Endenergie) ergibt bezogen auf den Standort Berlin und auf die Wohnfläche einen Bedarf von

**50,1 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)** (Winkelbau) bzw.  
**62,5 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)** (Punkthäuser).

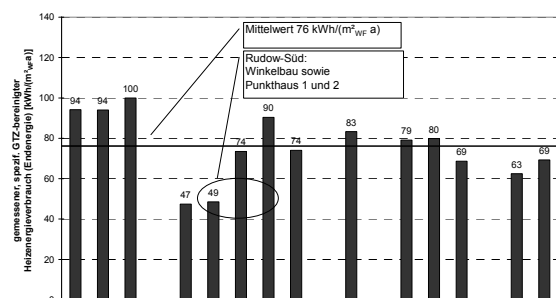
## Nutzung



Rudow-Süd; mittlerer, gemessener und gradtagsbereinigter Heizenergieverbrauch

Der für das Jahr 1999 (01.01. bis 31.12.) gemessene gradtagsbereinigte mittlere Heizenergieverbrauch (Endenergie) beträgt:

- **48,5 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)** (Winkelbau)
- **73,5 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)** (Punkthaus 1)
- **90,4 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)** (Punkthaus 2).



Niedrigenergiehäuser Rudow Süd; Vergleich mit Heizenergieverbräuchen (Endenergie) anderer Modellvorhaben

Im Vergleich zu den übrigen ausgewerteten Modellvorhaben wurden im Winkelbau die zweitniedrigsten spezifischen Heizenergieverbräuche gemessen.

Der Verbrauch der Punkthäuser liegt um 20% (Punkthaus 1) bzw. 48% (Punkthaus 2) über dem Prognosewert nach EnEV.

Mögliche Ursachen der Mehrverbräuche im Messzeitraum:

- Erhöhter Wärmebedarf für die Bautrocknung in den ersten beiden Heizperioden nach Fertigstellung sowie
- Nutzerverhalten

Später gemessene Verbräuche belegen, dass der Gesamtenergieverbrauch der Liegenschaft (Winkelbau, Punkthäuser sowie andere) rückläufig ist.



# Niedrigenergiehäuser Müggelheim, Köpenick



Luftbild

## Standort:

Wohnpark Ludwigshöhe,  
Berlin-Köpenick, Ortslage Müggelheim

## Bauherr:

V.I.A.

## Energieplaner:

IC Consult

## Begleitforschung:

IbW

## Wohngebäude:

19 Wohngebäude  
191 Wohneinheiten  
Baujahr 1997

## Bezugsflächen

Wohnfläche  $A_{WF}$  14.024 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>  
Nutzfläche  $A_N$  16.033 m<sup>2</sup><sub>AN</sub>  
Verhältnis  $A_{WF}/A_N$  87,5 %

## Ziele, Motivation

Hintergrund und Anlass dieses Projektes war ein die Ortslage Müggelheim umfassendes Bundes-Modellvorhaben im EXWOST-Programm „Schadstoffminderung im Städtebau“, bei dem es u.a. darum ging, Bauherren bei ihren laufenden Vorhaben zur Einplanung zusätzlicher Energiesparmaßnahmen zu motivieren. Dies gelang nur beim „Wohnpark Ludwigshöhe“; für zwei von sechs Baufeldern (B und C) wurden hier die bereits vorliegenden Planungen energetisch optimiert. Im Mittelpunkt stand dabei die Verbesserung des Wärmeschutzes der Gebäudehülle einschließlich der Fenster.

Die Anforderungen der WärmeschutzV'95 an den Jahresheizwärmebedarf sollten dabei um 20% unterschritten werden. Die dadurch ausgelösten Mehrkosten waren zusammen mit der Wirkungsanalyse Gegenstand der Förderung des Landes Berlin.



Eckgebäude im Baufeld C

## Maßnahmen

Die Entscheidungen zur energetischen Optimierung der bereits vorliegenden Planungen basieren auf umfangreichen Variantenuntersuchungen zur Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher energetischer Maßnahmen. Darin einbezogen waren Bewertungen zur technischen Realisierbarkeit.

Die Ausführungsqualität der Gebäudehülle wurde durch Luftdichtheitsmessungen und Infrarotthermographie überprüft.

## Baulicher Wärmeschutz:

Der bauliche Wärmeschutz zeichnet sich durch einen hohen Wärmedämmstandard aus.

### k-Werte:

Dach	0,18 bis 0,27 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,31 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,3 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,33 W/(m <sup>2</sup> K)

### Kompakte Bauweise

A / V – Verhältnis 0,48 bis 0,68





Reihenhäuser Baufeld B

### Heizungsanlage:

Konventionelle Radiatorheizung, außentemperaturgeführte Vorlauftemperaturregelung.

### Lüftungskonzept:

Systeme zur kontrollierten Wohnungslüftung sind nicht vorhanden. Es wird ausschließlich über die Fenster gelüftet.

### Warmwasserbereitung und Wärmeversorgung:

Für die Wärmeversorgung und Warmwasserbereitung wurde je Haus ein Gas-Niedertemperatur-Kessel mit einer Auslegungstemperatur von  $T_V/T_R = 70/55^\circ\text{C}$  installiert.

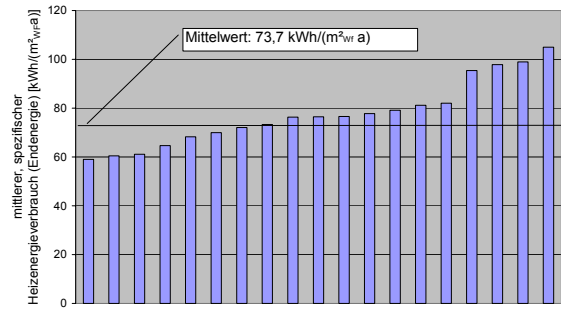
## Ergebnisse

### Ausführung

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs nach WärmeschutzV'95 (Ausführungsplanung; Nutzenergie) ergibt bezogen auf die Wohnfläche einen mittleren Bedarf der Siedlung von **62,7 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a)**. Damit wird die Zielstellung zur Unterschreitung der WärmeschutzV'95 um 20% im Wesentlichen eingehalten.

Die Berechnung des Energiebedarfs für die Heizung nach EnEV (Endenergie) ergibt bezogen auf den Standort Berlin und auf die Wohnfläche einen mittleren Bedarf der Siedlung von **67,1 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a)**.

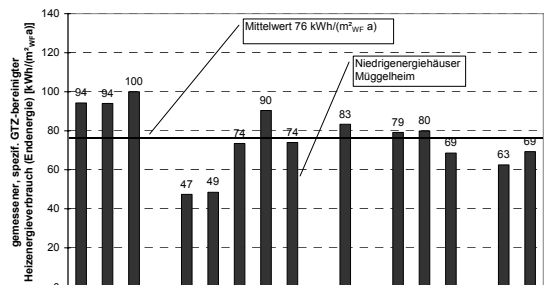
## Nutzung



NEH Müggelheim; gemessene, gradtagsbereinigte Heizenergieverbräuche (Endenergie); von 19 messtechnisch erfassten Gebäuden

Der mittlere spezifische, temperaturbereinigte Heizenergieverbrauch (Endenergie) der Siedlung (Baufelder B und C) beträgt **73,7 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a)**, als Höchstwert eines Gebäudes wurde 104,9 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a), als niedrigster Wert 59 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a) gemessen.

Als Ursachen für den erhöhten Heizenergieverbrauch (Endenergie) einiger Gebäude kommen das Nutzerverhalten (erhöhte Raumlufttemperaturen gegenüber der Auslegung, lang anhaltende Fensterlüftung), Unterschiede in der Ausführungsqualität (Nachweis von Wärmebrücken durch Infrarotthermographie und von unzureichender Luftdichtheit durch Blower-Door-Messung) sowie z.T. ungünstige Bauformen in Betracht.



Vergleich der Modellprojekte, Endenergieverbrauch bezogen auf die Wohnfläche

Im direkten Vergleich weisen die Niedrigenergiehäuser Müggelheim einen mittleren Endenergieverbrauch auf, der unterhalb des durchschnittlichen Verbrauchs der übrigen in dieser Evaluierung ausgewerteten Modellprojekte liegt.

Insgesamt zeigt dieses Vorhaben, dass mit dem hier realisierten Standard eine Nutzung als Niedrigenergiehaus (Unterschreitung der WärmeschutzV'95 um 20%) möglich ist.

# Heinrich-Böll-Siedlung, Pankow



Luftbild

## Wohngebäude:

216 Wohneinheiten  
4/5 Geschosse  
Baujahr 1999

## Bezugsflächen

Wohnfläche  $A_{WF}$  13.803 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>  
Nutzfläche  $A_N$  21.686 m<sup>2</sup><sub>AN</sub>  
Verhältnis  $A_{WF} / A_N$  63,6 %

## Standort:

Heinrich-Böll-Straße,  
Berlin-Pankow

## Bauherr:

GSW

## Architekten:

Architekten-  
Arbeitsgemeinschaft  
Winfried Brenne – Joa-  
chim Eble

## Energieplaner:

Energiekontor, EST,  
Steinbeis Transferzent-  
rum,  
HELIOGRAPH

## Begleitforschung:

ARGE Brenne / Eble  
u.a.

## Ziele, Motivation

Die nach einem ökologischen Gesamtkonzept entwickelte Heinrich-Böll-Siedlung ist die größte Neubaumaßnahme im Landesprogramm „Stadt-ökologische Modellvorhaben“ und gleichzeitig Leitprojekt für den ökologisch-energetisch optimierten Wohnungsbau in Berlin. Ziel der Modellförderung war es durch eine Begleitforschung mit Ergebnisauswertung und Dokumentation des Vorhabens den Nachweis zu führen, dass ökologisches Bauen auch unter normalen Finanzierungsbedingungen bezahlbar ist.

In diesem Rahmen war auch Niedrigenergiestandard angestrebt, d.h. die Anforderung der Wärmeschutzverordnung '95 an den Jahresheizwärmebedarf sollte um 20 bis 25 % unterschritten werden.

Das Projekt sollte darüber hinaus auch insbesondere im Hinblick auf die Wahl der Baumaterialien und die Energieversorgung sowie die Gestaltung der Außenanlagen (u.a. mit einem Regenwasserkonzept) vorbildlich sein.

Zusätzliches Anliegen des Bauherren war die Realisierung eines ökologischen Experiments: Eines der 12 Gebäude wurde als „Ökohaus“ in Brettstapelbauweise sowie mit Lehm-Innenputz und Wandheizung errichtet.



Dach mit Photovoltaikanlage

## Maßnahmen

Großer Wert wurde auf die Ausnutzung der solaren Einstrahlung gelegt. Etwa 75% der Häuser und Wohnungen sind südorientiert (von Südost bis Südwest). Dabei wurde nicht nur auf die Ausnutzung solarer Gewinne, sondern auch auf einen hohen Tageslichtanteil in den Gebäuden geachtet. Gegenseitige Verschattung der Gebäude wurde weitestgehend vermieden.

### Baulicher Wärmeschutz:

Der bauliche Wärmeschutz zeichnet sich durch einen hohen Wärmedämmstandard aus.

k-Werte:

Dach	0,17 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,25 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,2 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,29 W/(m <sup>2</sup> K)

A / V – Verhältnis 0,45



Fassadengestaltung

### Heizungsanlage:

Standard-Radiatorheizung; im Ökohaus Wandflächenheizung (Kupferrohre in den jeweiligen Außenwänden). Die Heizungsanlage ist auf eine Vorlauf- /Rücklauf-temperatur von 70/50°C ausgelegt. In den Bädern werden Heizkörper in den Heizkreislauf integriert. Die Regelung der Raumlufttemperatur erfolgt über Thermostatventile mit Fernfühlern.

### Lüftungskonzept:

Die Wohnungslüftung erfolgt konventionell über die Fenster.

### Warmwasserbereitung:

Zur Warmwasserbereitung wurde gebäudeweise ein Trinkwarmwasser-Speicher aufgestellt.

### Wärmeversorgung:

Die Wärmebereitstellung ist als Nahwärmeversorgung aus Gas-Brennwertkesseln konzipiert.

### Regenerative Energien:

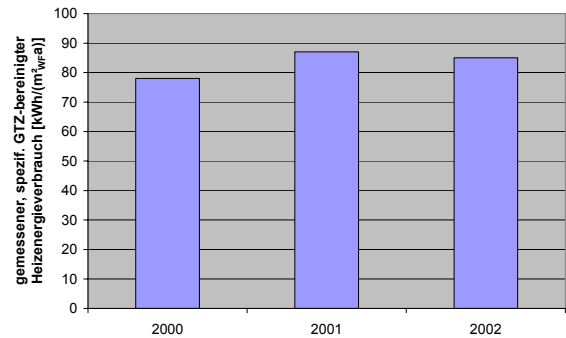
Auf südorientierten, geneigten Dachflächen wurden Photovoltaikanlagen mit einer Modulfläche von insgesamt 1.360 m<sup>2</sup> installiert. Die Spitzenleistung beträgt 145 kW<sub>p</sub>.

## Ergebnisse

### Ausführung

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs nach WärmeschutzV '95 (Nutzenergie) ergibt bezogen auf die Wohnfläche einen Bedarf von **70,7 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a)** (Ökohaus bzw. II. BA Haus).

## Nutzung



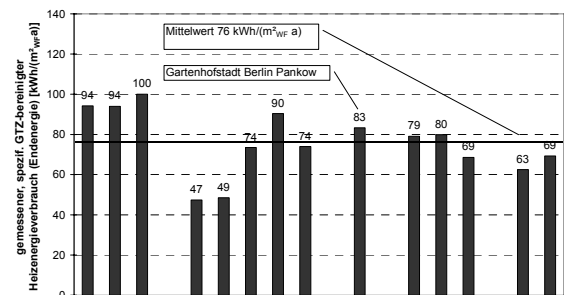
Gartenhofstadt Berlin-Pankow; Verlauf des gemessenen, gradtagsbereinigten Heizenergieverbrauch (Endenergie).

Die Berechnung des Energiebedarfs für die Heizung nach EnEV (Endenergie) ergibt bezogen auf den Standort Berlin und auf die Wohnfläche einen Bedarf für das Ökohaus von **88,39 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a)**.



Außenwand-Flächenheizung während der Bauphase

Der mittlere, ermittelte Heizenergieverbrauch (Endenergie) der Siedlung beträgt **83,3 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a)**. Er ist damit vergleichbar zu anderen Modellvorhaben.



Gartenhofstadt Berlin-Pankow; Vergleich mit Heizenergieverbräuchen (Endenergie) anderer Modellvorhaben

Insgesamt zeigt dieses Vorhaben, dass mit dem unter ökologisch-ökonomisch Gesichtspunkten umgesetzten Konzept eine Nutzung als Niedrigenergiehaus (Unterschreitung der WärmeschutzV'95 um 20%) möglich ist.



# Niedrigenergiesiedlung „Am Petersberg“, Zehlendorf



Fassadengestaltung

**Standort:**  
Am Petersberg 2 bis 30,  
Berlin-Zehlendorf

**Bauherr:**  
GEHAG

**Architekten:**  
Prof. Klaus Theo Brenner

**Energieplaner:**  
Steinbeis Transferzentrum

**Begleitforschung:**  
IGS

**Wohngebäude:**  
105 Wohneinheiten  
4 Geschosse  
Baujahr 1999

**Bezugsflächen**  
Wohnfläche  $A_{WF}$  9.177  $m^2_{WF}$   
Nutzfläche  $A_N$  11.760  $m^2_{WF}$   
Verhältnis  $A_{WF} / A_N$  72,7 %

## Ziele, Motivation

Die aus 15 Stadtvillen bestehende Wohnanlage „Am Petersberg“ ist eine von zwei Siedlungen in Zehlendorf, deren bauliche und energetische Konzeption im Rahmen eines Realisierungswettbewerbs zur Planung von Bundesbedienstetenwohnungen entwickelt wurde. Dabei geht es um Niedrigenergiebauweise verbunden mit einer innovativen Energieversorgungslösung zur Heizwärmeversorgung, bei der eine zentrale thermische Solaranlage in das lokale Nahwärmenetz der Siedlung integriert ist.

Die Anforderung der WärmeschutzV'95 an den Jahres-Heizwärmebedarf sollte dabei um 25% unterschritten werden; zur Dimensionierung der Solaranlage wurde ein solarer Deckungsanteil für die Warmwasserbereitung von 50% zugrunde gelegt.



Thermische Solaranlage

## Maßnahmen

Das energetische Konzept zeichnet sich durch einen guten baulichen Wärmeschutz und die solargestützte Nahwärmeversorgung aus. Zu den Besonderheiten des Projekts gehört die Ausführung in Fertigteilbauweise – u.a. zweischalige Betonwandelemente mit Kerndämmung. Das Konzept wurde konsequent umgesetzt.

### Baulicher Wärmeschutz:

k-Werte:

Dach	0,15 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,23 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,3 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,33 bis 0,56 W/(m <sup>2</sup> K)

Kompakte Bauweise  
A / V – Verhältnis 0,49

### Heizungsanlage:

Versorgung des lokalen Nahwärmenetzes aus dem Fernwärmenetz der BEWAG. Außentemperaturgeführte Vorlauf-temperatur-Regelung durch Beimischung. Auslegungstemperaturen von  $t_v/t_R$  = 70/40°C.

### Lüftungskonzept:

Zur Reduzierung der Lüftungswärmeverluste wurden in allen Gebäuden zentrale Abluftanlagen mit Außenluftdurchlässen eingebaut.



Grünflächengestaltung

### Warmwasserbereitung:

Die Trinkwassererwärmung erfolgt hausweise mittels Speicherladesystemen (Trinkwasserspeicher mit 300 Liter Volumen je Haus). Alle Gebäude verfügen über Zirkulationsleitungen.

### Wärmeversorgung:

Solarunterstützte Nahwärmeversorgung. Hauptkomponenten: Heizzentrale mit Fernwärmeübergabestation (Fernwärme aus KWK), Anlagentechnik zur Einbindung der Solaranlage sowie nachgeschaltetes Nahwärmenetz.

### Regenerative Energie:

Die zentrale Solaranlage bestehend aus Vakuum-Röhrenkollektoren hat eine Gesamtfläche von 176,5 m<sup>2</sup> und ist auf den Flachdächern von drei Stadt villen montiert. Die realisierte Anlage ist auf einen Deckungsanteil von 40,6 % des Warmwasserbedarfs ausgelegt.

## Ergebnisse

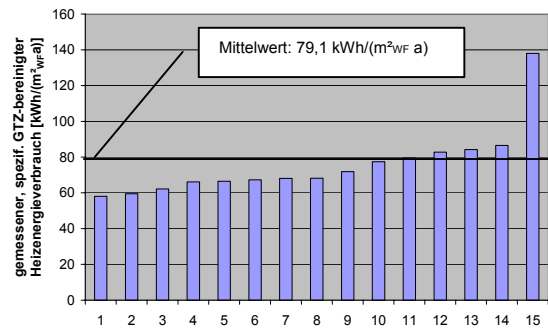
### Ausführung

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs nach WärmeschutzV '95 (Nutzenergie) ergibt bezogen auf die Wohnfläche einen Bedarf von 63 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>a). Damit wird die Zielstellung zur Unterschreitung der WärmeschutzV'95 um 25% erreicht.

Mit der Vorplanung wird auch die geltende EnEV deutlich unterschritten (bezüglich des Zielwertes H<sub>T</sub> um 15%).

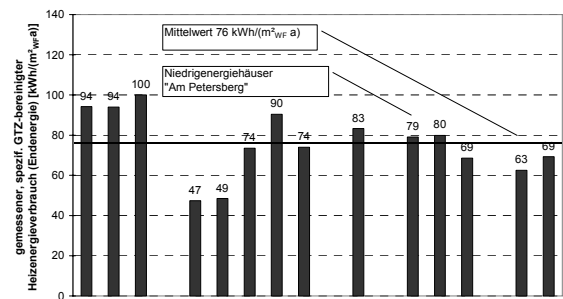
Die Berechnung des Energiebedarfs für die Heizung nach EnEV (Endenergie) ergibt bezogen auf den Standort Berlin und auf die Wohnfläche einen Bedarf von **60,16 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>a)**.

## Nutzung



Niedrigenergiehäuser „Am Petersberg“; gemessener, gradtagsbereinigter Heizenergieverbrauch (Endenergie); Heizperiode 2001

Der gemessene mittlere spezifische, temperaturbereinigte Heizenergieverbrauch (Endenergie) beträgt **79,1 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>a)**.



Niedrigenergiehäuser „Am Petersberg“ (Kennwert einschließlich Solarertrag); Vergleich mit Heizenergieverbräuchen (Endenergie) anderer Modellvorhaben

Minimum und Maximum liegen für die Siedlung bei 57,4 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>a) und 131,6 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>a). Die Mehrzahl der Gebäude weist allerdings Verbräuche im Bereich des Bedarfswertes auf (siehe Abbildung). Damit wird der Niedrigenergiehausstandard auch praktisch erreicht.

Das energetische Konzept der thermischen Solaranlage sah nach Änderungen in der Bauausführung solare Energieerträge von 412 kWh/m<sup>2</sup><sub>Kollektor</sub>a vor.

Der in 2002 / 2003 erreichte Solarertrag von 372 kWh/m<sup>2</sup><sub>Kollektor</sub>a entspricht zu 90% dem prognostizierten Ertrag, und damit auch in etwa der in der Bauausführung geänderten Zielstellung für die Anlage. Weitere Potenziale werden gesehen in

- einem besseren hydraulischen Abgleich des zu versorgenden Nahwärmenetzes und
- in der vollständigen Entlüftung des Kollektorkreislaufes.

# Niedrigenergiesiedlung „Am Grunewald“, Zehlendorf



Fassadengestaltung

## Standort:

Lohrbergweg 2 bis 8  
Löwenburgweg 2 bis 10  
Wolkenburgweg 2 bis 10  
Berlin-Zehlendorf

## Bauherr:

GEHAG

## Architekten:

Achatzi, Bolwin, Tütüncü

## Energieplaner:

Steinbeis Transferzentrum

## Begleitforschung:

IGS

## Wohngebäude:

108 Wohneinheiten  
4 Geschosse  
Baujahr 2000

## Bezugsflächen

Wohnfläche  $A_{WF}$  8.409 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>  
Nutzfläche  $A_N$  11.351 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>  
Verhältnis  $A_{WF} / A_N$  74,1 %

## Ziele, Motivation

Die aus 14 Stadtvillen bestehende Wohnanlage „Am Grunewald“ ist neben „Am Petersberg“ die zweite der beiden Siedlungen in Zehlendorf, deren bauliche und energetische Konzeption im Rahmen eines Realisierungswettbewerbs zur Planung von Bundesbedienstetenwohnungen entwickelt wurde. Auch hier geht es um Niedrigenergiebauweise verbunden mit einer gleichartigen Energieversorgungslösung zur Heizwärmeversorgung, bei der eine zentrale thermische Solaranlage in das lokale Nahwärmenetz der Siedlung integriert ist.

Die Anforderung der WärmeschutzV'95 an den Jahres-Heizwärmebedarf sollte dabei um 25% unterschritten werden; zur Dimensionierung der Solaranlage wurde ein solarer Deckungsanteil für die Warmwasserbereitung von möglichst 50% zugrunde gelegt.



Blick auf die thermische Solaranlage

## Maßnahmen

Das energetische Konzept zeichnet sich durch einen guten baulichen Wärmeschutz und die solargestützte Nahwärmeversorgung aus. Auch dieses Projekt wurde in Fertigteilbauweise – u.a. zweischalige Betonwandelemente mit Kerndämmung - ausgeführt.

Das Konzept wurde konsequent umgesetzt.

## Baulicher Wärmeschutz:

k-Werte:

Dach	0,23 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,27 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,3 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,32 bis 0,50 W/(m <sup>2</sup> K)

Kompakte Bauweise

A / V – Verhältnis 0,46

## Heizungsanlage:

Versorgung des lokalen Nahwärmenetzes aus dem Fernwärmenetz der BEWAG. Außentemperaturgeführte Vorlauftemperatur-Regelung durch Beimischung. Auslegungstemperaturen von  $t_V/t_R = 70/40^\circ\text{C}$ .



Eingangsbereich

### Lüftungskonzept:

Zentrale Abluftanlagen mit Außenluftdurchlässe in Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmer.

### Warmwasserbereitung:

Trinkwassererwärmung mittels Speicherladesystem. Gebäudeweise zentraler Trinkwarmwasserspeicher mit 300 Liter Volumen.

### Wärmeversorgung:

Solarunterstützte Nahwärmeversorgung. Hauptkomponenten: Heizzentrale mit Anschluss an Fernwärme aus KWK, Anlagentechnik zur Einbindung der Solaranlage sowie nachgeschaltetes Nahwärmenetz.

### Regenerative Energie:

Die zentrale Solaranlage bestehend aus Vakuum-Röhrenkollektoren hat eine Gesamtfläche von 173,3 m<sup>2</sup> und ist auf den Flachdächern von zwei Stadtvillen montiert. Die realisierte Anlage ist auf einen Deckungsanteil von 36,8 % des Warmwasserbedarfs ausgelegt.

## Ergebnisse

### Ausführung

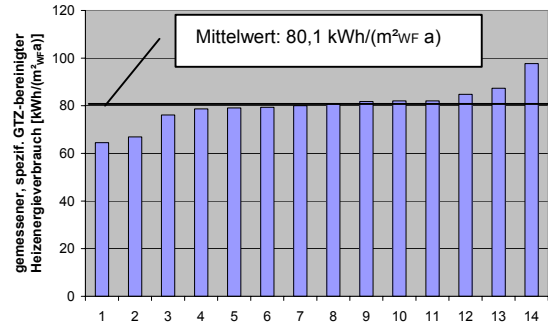
Die Berechnung des Heizwärmebedarfs nach WärmeschutzV '95 (Nutzenergie) ergibt bezogen auf die Wohnfläche einen Bedarf von 68,8 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>a). Damit wird die Zielstellung zur Unterschreitung der WärmeschutzV'95 um 25% erreicht.

Mit der Vorplanung wird auch die geltende EnEV deutlich unterschritten (bezüglich des Zielwertes H<sub>T</sub> um 16 %)

Die Berechnung des Energiebedarfs für die Heizung nach EnEV (Endenergie) ergibt bezogen auf den Standort Berlin und auf die Wohnfläche einen Bedarf von **55,2 kWh/ (m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>a)**.

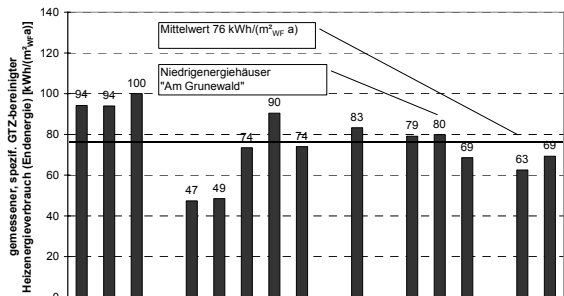
Während der Bauausführung wurde das Konzept der thermischen Solaranlage verändert. Die Neuberechnung eines realistischen Zielwertes ergab einen spezifischen Ertrag von 361 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Kollektor</sub>a).

## Nutzung



Niedrigenergiehäuser „Am Grunewald“; gemessener, gradtagsbereinigter Heizenergieverbrauch (Endenergie); Heizperiode 2001

Der gemessene mittlere spezifische, temperaturreinigte Heizenergieverbrauch (Endenergie) der Gebäude beträgt **80,1 kWh/(m<sup>2</sup><sub>wF</sub>a)**.



Niedrigenergiehäuser „Am Grunewald“ (Kennwert einschließlich Solarertrag); Vergleich mit Heizenergieverbräuchen (Endenergie) anderer Modellvorhaben

Minimum und Maximum des Heizenergieverbrauchs liegen für die Siedlung bei 64,5 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>a) und 97,7 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>a).

Die aus einer Hochrechnung ermittelte Wärmelieferung der Solarkollektoren betrug in den Jahren 2002/2003 78,4 MWh/a bzw. 452 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Kollektor</sub>a).

Der somit praktisch ermittelte Solarertrag übersteigt den prognostizierten Ertrag um 25 %.



# Solaranlage Buchholz-West, Pankow



Luftaufnahme

**Standort:**  
Triftstraße 31 bis 33,  
Berlin Buchholz-West

**Bauherr:**  
Arge Nord

**Energiekonzept:**  
IGS

**Begleitforschung:**  
IGS

**Wohngebäude:**

44 Wohneinheiten  
Baujahr 2000

**Bezugsflächen**

Wohnfläche  $A_{WF}$  3.025 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>  
Nutzfläche  $A_N$  3.962 m<sup>2</sup><sub>AN</sub>  
Verhältnis  $A_{WF} / A_N$  76,4 %  
Davon sind Gewerbeflächen 709 m<sup>2</sup>

## Ziele, Motivation

Ziel des ursprünglich als Teil einer Bauausstellung geplanten Modellvorhabens war es, Wohngebäude mit einem Primärenergiebedarf zur Wärme- und Stromversorgung von weniger als 120 kWh/(m<sup>2</sup> a) bezogen auf die Wohnfläche zu errichten. Dies sollte einerseits durch hohen Wärmeschutzstandard der Reihenhäuser, die z.T. als Passivhäuser geplant waren, andererseits durch anteilige Wärmeversorgung über eine große thermische Solaranlage bewirkt werden.

Realisiert wurde von der ursprünglichen Planung allein das Mehrfamilienhaus Triftstraße 31-33 einschließlich Gewerbeflächen als Standort der Heizzentrale und der zentralen Solaranlage, deren Installation und Evaluation als Gegenstand der Modellförderung übrig blieb.



Vorderseite

## Maßnahmen

Im Mittelpunkt der Modellmaßnahme stand damit die thermische Solaranlage, die in Berlin bisher größte ihrer Art (Kollektorfeld 591 m<sup>2</sup>, angestrebter jährlicher Ertrag ca. 210 MWh). Sie dient zur Unterstützung der Nahwärmeversorgung; ihre Erträge werden in den Rücklauf des Nahwärmenetzes eingespeist.

Die Kollektorfelder wurden aus vorgefertigten Elementen auf den um 15° geneigten Pultdächern installiert. Die Kollektoren sind in den Dachaufbau integriert. Dadurch wurden Material und Montagezeiten vor Ort erheblich reduziert.

Im Untergeschoss des Gebäudes Triftstraße 31-33 ist die Heizzentrale für die gesamte Siedlung integriert.

Da für das in Niedrigenergiestandard errichtete Gebäude Planungs- und Verbrauchsdaten vorliegen, wird es als Vergleichsobjekt zu den Wohnungsbau-Modellvorhaben dokumentiert.

**Baulicher Wärmeschutz:**

Der bauliche Wärmeschutz zeichnet sich durch einen hohen Wärmedämmstandard aus.

k-Werte:

Dach	0,15 bis 0,20 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,21 bis 0,25 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,4 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,30 W/(m <sup>2</sup> K)

Kompakte Bauweise

A / V – Verhältnis 0,45



Detail Fasadengestaltung

### Heizungsanlage:

Anschluss der Heizungsanlage an Nahwärmenetz. Versorgung über Gasbrennwertkesselanlage. Auslegung der Vor-/Rücklauf-temperatur von  $T_V / T_R = 70 / 40^\circ\text{C}$ . Installation von Flachheizkörpern.

### Lüftungskonzept:

Abluftanlagen ohne Wärmerückgewinnung.

### Warmwasserbereitung:

Warmwasserbereitung in Wärmeübergabestationen der jeweiligen Gebäude. Speichersysteme mit Plattenwärmetauschern. Alle Gebäude mit Zirkulationsleitungen für Warmwasser.

### Wärmeversorgung:

Die Energieversorgung wird über eine Heizentrale für das gesamte Baugebiet sichergestellt. In die Nahwärmeversorgung des Baugebietes wurde eine zentrale thermische Solaranlage integriert.

## Ergebnisse

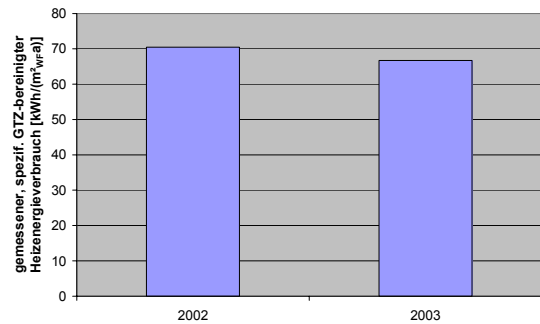
### Ausführung

Die Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs nach WärmeschutzV '95 (Nutzenergie) ergibt bezogen auf die Wohnfläche einen Bedarf von  $66,26 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WFA}})$ .

Mit der Vorplanung wird auch die geltende EnEV unterschritten (bezüglich des Zielwertes  $H_T$  um 19% und bezüglich des Primärenergiebedarfs um 4,2 %).

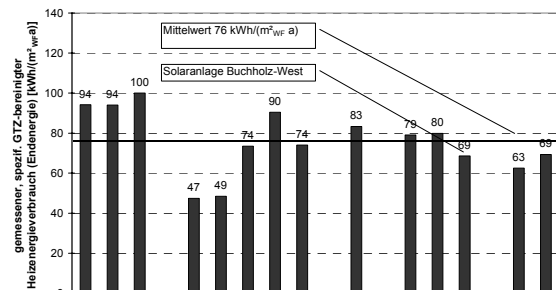
Die Berechnung des Endenergiebedarfs für Heizung nach EnEV ergibt bezogen auf den Standort Berlin und auf die Wohnfläche einen Bedarf von  $71,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WFA}})$ .

## Nutzung



Solaranlage Buchholz-West; gemessener, gradtagsbereinigter Heizenergieverbrauch (Endenergie) über zwei Heizperioden

Der gemessene, gradtagsbereinigte mittlere Heizenergieverbrauch (Endenergie) des Gebäudes beträgt in den Jahren 2002/2003  $68,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WFA}})$ .



Solaranlage Buchholz-West (Kennwert einschließlich Solarertrag); Vergleich mit Heizenergieverbräuchen (Endenergie) anderer Modellvorhaben

Der Vergleich mit anderen Modellvorhaben verdeutlicht den sehr guten energetischen Standard des Gebäudes.

Die Wärmelieferung der Solarkollektoren betrug  $136 \text{ MWh/a}$  bzw.  $225 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{Kollektor a}})$  (2002) und  $189 \text{ MWh/a}$  bzw.  $320 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{Kollektor a}})$  (2003).

Die deutliche Steigerung des Solarertrags um  $53 \text{ MWh/a}$  in 2003 gegenüber dem Vorjahr ist fast ausschließlich auf das höhere Strahlungsangebot zurückzuführen. Der im Jahr 2003 erreichte Solarertrag entspricht zu 90% dem prognostizierten Ertrag bei Antragstellung.

Obwohl das ursprüngliche Energiekonzept der Bauausstellung nicht umgesetzt wurde, besteht jetzt in Buchholz-West ein solar gestütztes Nahwärmesystem mit einem dokumentierten Erfahrungspotential, das sowohl den Bau, die Optimierung und den Betrieb der Solaranlage als auch das Zusammenwirken der Komponenten des Nahwärmesystems betrifft.

## 2.2 Modellvorhaben zur energetischen Ertüchtigung des Wohngebäudebestandes

Das Land Berlin hat im Rahmen seiner Stadterneuerungspolitik seit den 80er Jahren umfangreiche Programme zur Instandsetzung und Modernisierung von Wohngebäuden umgesetzt. Mit den Modernisierungs- und Instandsetzungsrichtlinien von 1990 (ModInstRL 90) wurden dazu erstmals verbindliche ökologische Anforderungen eingeführt, so dass Maßnahmen zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz seitdem Regelbestandteile der Einzelvorhaben sind.



Umfassende Sanierung alter Wohngebiete

Als Beispiel wird hier die umfassende Modernisierung eines typischen Berliner Altbaus vom Ende des 19. Jahrhunderts, gefördert im Programm „Soziale Stadterneuerung“, dargestellt, wie sie im Rahmen einer Sonderuntersuchung (vergl. Abschnitt 2.4) dokumentiert wurde. Dabei zeigte sich, dass die notwendige Umstellung des Heizungssystems von kohlebefeuelten Einzelöfen auf Zentralheizung trotz verbesserten Wärmeschutzes zu einem Mehrverbrauch an Heizenergie, aber auch zur Minderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes führt.

Dem steht das Modellvorhaben „Ökologische Mustersanierung Hellersdorf“ gegenüber, bei dem es wie bei einigen der Neubauvorhaben um die Realisierung eines umfassenden ökologischen Gesamtkonzepts zur Plattenbausanierung ging. Dafür wurden Mittel aus dem Modellprogramm zusätzlich zur Regel-ModInst-Förderung eingesetzt.

Im Vergleich zum Fallbeispiel der Altbausanierung war hier Zentralheizung vorhanden, die es allerdings zu verbessern galt. Die insgesamt im baulichen und haustechnischen Bereich durchgeführten Maßnahmen bewirkten eine annähernde Halbierung des Energieeinsatzes und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes gegenüber dem Ausgangszustand. Der gemessene Heizenergieverbrauch liegt deutlich unter dem vergleichbarer Sanierungsvorhaben von Plattenbauten. Außerdem wird ein Teil der Wärme für die Warmwassererzeugung regenerativ durch eine thermische Solaranlage bereitgestellt.



Ökologische Mustersanierung Hellersdorf, Fassadengestaltung

Der Vergleich der beiden Vorhaben zeigt das bedeutende Energiesparpotential von Sanierungsmaßnahmen im Wohnungsbestand.

# ModInstRL90 – „Soziale Stadterneuerung“

## Ziele, Motivation

Mit dem Programm „Soziale Stadterneuerung“ werden ältere Wohngebäude (Baujahr vor 1918) vorrangig in Sanierungsgebieten umfassend modernisiert. Auf der Grundlage der ModInstRL 90 waren die wesentlichen energetischen Programmvorgaben:

- Wärmedämmung von Außenwänden bei Wandstärken < 36 cm
- Isolierung der Geschossdecken gegenüber unbeheizten Räumen (Keller, Durchfahrt etc.)
- Wärmedämmung des Daches
- Umstellung von Einzelöfen auf Sammelheizung mit zentraler Warmwasserversorgung
- Austausch von einfachverglasten gegen doppelverglaste Fenster
- Einbau von Thermostatventilen und Wasserzähleinrichtungen
- Wärmedämmung von Heizungs- und Warmwassersteigeleitungen
- Nach Möglichkeit: Nutzung regenerativer Energiequellen (Solaranlagen und gasbetriebene Wärmepumpen).

## Beispielgebäude Karl-Marx-Str. 160, Neukölln

### Wohngebäude:

Mehrfamilienwohngebäude  
Viergeschossig  
15 Wohneinheiten  
3 Gewerbeeinheiten

### Bezugsflächen:

Wohn- u. Gewerbefläche  $A_{WF} = 1327 \text{ m}^2_{WF}$

### Begleitforschung: BSM

Die Ergebnisse des Programms „Soziale Stadterneuerung“ sollen beispielhaft am Wohngebäude Karl-Marx-Str. 160 vorgestellt werden, das aus einem viergeschossigen Vorderhaus mit Läden im EG und zwei gleichhohen Seitenflügeln besteht.

## Maßnahmen

### Baulicher Wärmeschutz:

Verbesserungen des baulichen Wärmeschutzes wurden an der Straßenfassade, den Fensternischen und den Fenstern sowie am Dach vorgenommen mit folgendem rechnerischen Ergebnis:

Flächengewichteter mittlerer k-Wert des gesamten Gebäudes

vor Modernisierung 1,4 W/(m<sup>2</sup>K)  
nach Modernisierung 1,16 W/(m<sup>2</sup>K)

Kompakte Bausweise

A/V-Verhältnis 0,3

### Heizung und Warmwasserbereitung

Als wesentliche Modernisierungsmaßnahme wurden die vorhandenen Kohleeinzelöfen (85 %) und Gasetagenheizungen (15 %) sowie die überwiegend elektrisch, anteilig auch mit Kohle oder Gas betriebene Warmwasserbereitung durch ein Zentralheizungssystem mit Fernwärmeversorgung ersetzt.

### Lüftungskonzept:

Verringerung der ungewollten Lüftungswärmeverluste durch Verbesserung der Luftdichtheit der Gebäudehülle.

## Ergebnisse

Im Rahmen der Begleitforschung wurde für das Gebäude nach VDI 3815 eine spezifische Heizlast vor der Modernisierung von **106,3 W/m<sup>2</sup><sub>WF</sub>** und von **90,0 W/m<sup>2</sup><sub>WF</sub>** nach der Modernisierung ermittelt.

Nach WärmeschutzV'95 berechneten die Begleitforscher einen Jahresheizwärmebedarf (Nutzenergie) vor der Modernisierung von **106,4 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub> a)** und von **178,9 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub> a)** nach der Modernisierung.

Dieser Negativeffekt beruht auf der plausiblen Annahme, dass die erfolgte Komfortverbesserung am Heizungssystem das Nutzerverhalten verändert. Deshalb wurde für den Zustand vor der Modernisierung mit einem Teilbeheizungsfaktor von 0,5 und nach der Modernisierung mit einem Teilbeheizungsfaktor von 0,9 gerechnet. Aus dieser Annahme resultiert der höhere Heizwärmebedarf nach der Modernisierung.

Der Steigerung des Energiebedarfs, bedingt durch den Einbau neuer Heizungssysteme und Warmwasserbereitung, steht eine Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, im Wesentlichen durch die Umstellung des Energieträgers von Kohle auf Fernwärme, gegenüber. Die Berechnung ergibt eine spezifische CO<sub>2</sub>-Emission vor der Modernisierung von **56,6 kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub> a)** und von **43,6 kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub> a)** nach der Modernisierung. Die Differenz der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen von **13,0 kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub> a)** entspricht einer Reduzierung um 23%.

Insgesamt weist dieses Projektbeispiel auf einen Sondereffekt der Modernisierungspolitik hin, der gerade beim ältesten Berliner Wohngebäudebestand eine Rolle spielt: Der Quantensprung von Einzelöfen zu Zentralheizung bringt in der Regel keine Energieeinsparung, wohl aber einen Beitrag zum Klimaschutz.



# Ökologische Modernisierung Hellersdorf



Ansicht Solardach

## Standort:

Eisenacher Str. 17 – 33  
und  
Gothaer Str. 38 – 50,  
Berlin-Hellersdorf

## Bauherr:

WoGeHe

## Architekten:

Casa Nova Architektur  
und Design sowie  
Artus GmbH

## Ökologieberater:

GUT  
CONVIS

## Begleitforschung:

GUT

## Wohngebäude:

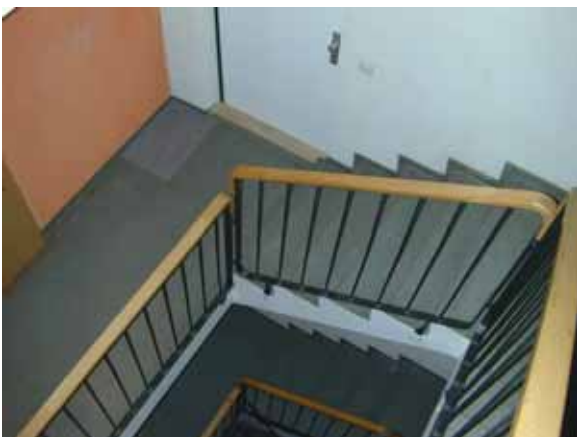
196 Wohneinheiten  
6 Geschosse  
Modernisierung 1996

## Bezugsflächen

Wohnfläche  $A_{WF}$  11.801 m<sup>2</sup><sub>WF</sub>  
Nutzfläche  $A_N$  13.077 m<sup>2</sup><sub>AN</sub>  
Verhältnis  $A_{WF} / A_N$  90,2 %

## Ziele, Motivation

Ziel war die beispielhafte Modernisierung und Instandsetzung eines typischen Wohnblocks der Plattenbau-Großsiedlung Hellersdorf unter ökologischen Gesichtspunkten. U.a. sollte die Anforderung der WärmeschutzV '95 an den Jahresheizwärmebedarf für Neubauten eingehalten werden.



Detail Treppenhaus

Der am Beispiel dieses Wohnblocks entwickelte ökologische Standard wurde auch für die Modernisierungsmaßnahmen des übrigen Wohnquartiers (Kienbergviertel) mit rund 2000 Wohnungen übernommen.

## Maßnahmen

Die wesentlichen Maßnahmen des umgesetzten ökologischen Gesamtkonzeptes sind:

- Energie: deutliche Reduzierung des Wärmebedarfs durch Fassadendämmung (Wärmedämmverbundsystem), Fenstererneuerung und Verbesserung bzw. Erneuerung der technischen Anlagen
- Wasser: Reduzierung des Wasserverbrauchs bei gleichzeitiger Verbesserung des Bedienkomforts durch Wassersparinstallation, Regenwassernutzung
- Grün- und Freiflächen: Verbesserung des Mikroklimas u.a. durch Fassadenbegrünung, Neugestaltung der Grünflächen, Verminderung des Niederschlagabflusses, Verkehrsberuhigung etc.)
- Abfall: Anlagen zur Abfallreduzierung, Mülltrennung und Kompostierung
- Baustoffe: Verzicht auf die Baustoffe Aluminium und PVC
- Mieterbeteiligung (Ermittlung des Nutzerverhaltens und der Akzeptanzänderung)

### Baulicher Wärmeschutz:

Der bauliche Wärmeschutz zeichnet sich durch einen der WärmeschutzV'95 entsprechenden Standard aus.

k-Werte:

Dach	0,32 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,30 bis 0,35 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,4 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,34 W/(m <sup>2</sup> K)

Kompakte Bauweise

A / V – Verhältnis 0,32 bis 0,35



Ansicht Innenhof

### Heizungsanlage:

Die Heizungsanlage wurde direkt an das Fernwärmenetz angeschlossen und komplett erneuert. Die Ausführung erfolgte als Zweirohr-Heizanlage mit einer Vorlauf-/Rücklauf-Temperatur von  $T_V / T_R = 80 / 60^\circ\text{C}$ .

### Lüftungskonzept:

Ausgeführt wurden zentrale Abluftanlagen mit Dachventilator und Sockelschalldämpfern. Eine Grundlüftung wird durchgehend gewährleistet.

### Warmwasserbereitung:

Die zweistufige Erwärmung des Trinkwassers (Vorerwärmung durch Solaranlage) erfolgt im reinen Durchflussverfahren ohne Warmwasserspeicher. Wegen des fehlenden Speichers verringern sich die Wärmeverluste.

### Wärmeversorgung:

Die Wärmebereitstellung für Heizung und Warmwasser erfolgt mit Fernwärme aus dem Netz des lokalen Energieversorgers BEWAG.



Durchgang zum Innenhof

### Regenerative Energien:

Auf Basis eines festen Budgets wurde ein Anlagenkonzept zur solargestützten Trinkwassererwärmung für den Versorgungsbereich Eisenaacher Str. 29, 31 und 33 erstellt und umgesetzt.

Darüber hinaus wurde eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 1 kW<sub>p</sub> mit einer Modulfläche von 7,56 m<sup>2</sup> installiert. Die Anlage erzeugt jährlich ca. 750 kWh elektrische Energie. Der produzierte Strom wird vollständig für haustechnische Verbraucher (z.B. Treppenhausbeleuchtung) genutzt.



Ansicht Gothaer Str.

# Ergebnisse

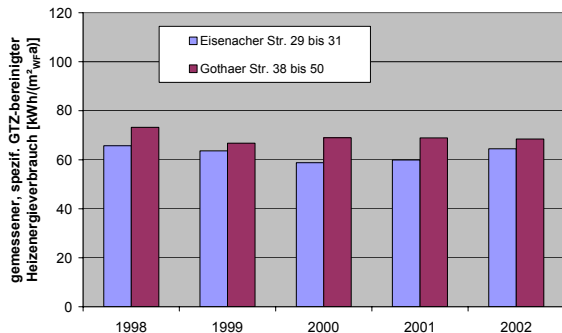
## Ausführung

Die Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs nach WärmeschutzV'95 (Nutzenergie) ergibt bezogen auf die Wohnfläche einen Bedarf von 55,63 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>) (Eisenacher Str. 17 bis 33) bzw. 54,78 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>) (Gothaer Str. 38 bis 50).

Mit der Ausführungsplanung der Wohngebäude Eisenacher Str. 17 bis 33 (ES) und Gothaer Str. 38 bis 50 (GS) wird auch die geltende EnEV deutlich unterschritten: bezüglich des Zielwertes H<sub>T</sub> um 28,8% (ES) bzw. 30,3% (GS)

Die Berechnung des Energiebedarfs für die Heizung nach EnEV (Endenergie) ergibt bezogen auf den Standort Berlin und auf die Wohnfläche einen Bedarf von **63,7 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)** (ES) bzw. **62,65 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)** (GS).

## Nutzung



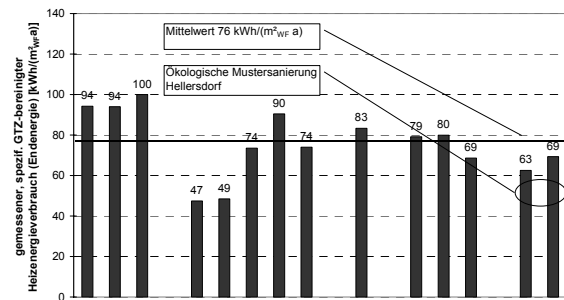
Ökologische Modernisierung Hellersdorf; Verlauf des gemessenen, gradtagsbereinigten Heizenergieverbrauchs (Endenergie)

Der mittlere, gemessene und gradtagsbereinigte Heizenergieverbrauch (Endenergie) der Gebäude beträgt im Zeitraum 1998 bis 2002:

**62,5 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)** (ES) bzw.

**69,3 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>)** (GS).

Aus dem Bericht der Begleitforschung resultiert im Ergebnis der Auswertung eine Halbierung des Heizenergieverbrauchs.



Ökologische Modernisierung Hellersdorf; Vergleich mit Heizenergieverbräuchen (Endenergie) anderer Modellvorhaben

Der Vergleich mit anderen Modellvorhaben verdeutlicht den sehr guten energetischen Standard der Modernisierung Hellersdorf und das bedeutende Energiesparpotential der Plattenbaubestände.



Eingangsbereich

Die Wärmelieferung der Solarkollektoren betrug bei einer Kollektorfläche von 46 m<sup>2</sup> im Jahr 2002 17,5 MWh/a bzw. 380 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Kollektor·a</sub>). In den Jahren 1999 bis 2001 belief sich der spezifische Ertrag der Anlage auf 139 bis 165 kWh/(m<sup>2</sup><sub>Kollektor·a</sub>).

Der im Jahr 2002 erreichte Solarertrag entspricht zu 90% dem prognostizierten Ertrag. Geringere Erträge in den Vorjahren sind auf einen bis dahin nicht optimierten Betrieb der Solaranlage zurückzuführen.



## 2.3 Modellvorhaben zur energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden

Zu den typischen Bauaufgaben im Bereich der Nichtwohngebäude gehört die Modernisierung und Qualifizierung vorhandener Bausubstanz für eine bestehende oder völlig neue Nutzung. Diese an sich schon ökologische Alternative zu Abriss und Neubau wurde im Rahmen des Modellprogramms für verschiedene Projekte jeweils auf der Grundlage ökologischer Gesamtkonzepte realisiert. Unter energetischen Gesichtspunkten wurden die drei folgenden Modellvorhaben ausgewertet:



Gewerbehof „WeiberWirtschaft“

- Ausbau eines alten Gewerbehofs zu einem Gründerinnenzentrum (WeiberWirtschaft)
- Aus- und Umbau einer denkmalgeschützten Großkirche zu einem kirchlichen Kultur- und Stadtteilzentrum (Heilig-Kreuz-Kirche)
- Umbau eines industriellen Typenbaus aus DDR-Zeit (ehemaliges Schulspeisungsgebäude) zu einer „Tanzwerkstatt“.



Kirche Zum Heiligen Kreuz, Kreuzberg, Eingangsbereich

Diese Vorhaben sind sowohl in Hinblick auf die Bauweise als auch auf die Nutzung sehr unterschiedlich und untereinander nicht vergleichbar. Gleichwohl zeigen diese drei Beispiele, dass durch Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes, durch Einsatz moderner Anlagentechnik und deren regelungstechnische Optimierung auch bei Nichtwohngebäuden mit Sondernutzungen energetisch anspruchsvolle Modernisierungen verwirklicht werden können. Die beispielhaften energetischen Konzepte haben Vorbildfunktion und können auf ähnliche Projekte übertragen werden.



Tanzwerkstatt, Weißensee

# Gewerbehof „WeiberWirtschaft“, Mitte



Luftbild

**Standort:**

Anklamer Str. 38 – 40,  
10115 Berlin

**Bauherr:**

WeiberWirtschaft eG

**Architekten:**

Architekturbüro Prof. In-  
ken Baller

**Energieplaner:**

EST

**Begleitforschung:**

WeiberWirtschaft eG

**Mischnutzung:**

Gastronomie  
Verwaltung  
Handel  
Modernisierungsjahr 1995

**Bezugsflächen**

Altbau: A <sub>NF</sub>	5.724 m <sup>2</sup> <sub>NF</sub>
Neubau A <sub>NF</sub>	1.329 m <sup>2</sup> <sub>NF</sub>

## Ziele, Motivation

Ziel des Modellprojekts war die Entwicklung, Umsetzung und anschließende Optimierung eines ökologischen Gesamtkonzeptes für Instandsetzung und Modernisierung des von der Frauengenossenschaft WeiberWirtschaft erworbenen Gewerbehofs in Berlin-Mitte mit der Motivation, durch begrenzte Investitionen für ökologische Maßnahmen eine nachhaltige Erhöhung des Gebrauchswertes unter günstigen Betriebskosten zu erreichen.



Sitzecke

Wichtige Teilziele waren:

- Die Senkung des Energieverbrauchs
- Die Senkung von umweltbelastenden Emissionen
- Die Reduzierung von Betriebskosten für die ansässigen Unternehmen
- Die Schaffung eines attraktiven Angebots an Gewerbeflächen in diesem bebauten Innenstadtbereich
- Die Verbesserung des Mikroklimas
- Ein Image, das die Vereinbarkeit von Wirtschaft und Ökologie sichtbar macht
- Die Übertragbarkeit des Modells auf andere innerstädtische Vorhaben

## Maßnahmen

Das Modellvorhaben zeichnet sich durch ein breites Spektrum z.T. innovativer Maßnahmen zu allen ökologischen Bausteinen aus: neben einem anspruchsvollen Energiekonzept u.a. Anlagen zur Regenwassernutzung, zur Müllsamm- lung und Kompostierung, Dach-, Fassaden- und Hofbegrünung sowie Einsatz umweltverträglicher Baustoffe. Genannt seien aber auch die ökologische Beratung und die intensive interne

Kommunikation der Beteiligten innerhalb des Gründerinnenzentrums.

Das Energiekonzept zielt auf eine möglichst effiziente integrierte Strom- und Wärmeversorgung durch die Kombination von Blockheizkraftwerk (BHKW) und Brennwertkesselanlage mit thermischen und fotovoltaischen Solaranlagen.

#### **Baulicher Wärmeschutz:**

Der bauliche Wärmeschutz beim Altbau umfasst die verstärkte Dämmung von Brandwänden, Dächern und Fensternischen (Innendämmung hinter den Heizkörpern) sowie die Erneuerung der Fenster.

k-Werte:

Fenster 1,6 W/(m<sup>2</sup>K)

#### **Heizungsanlage:**

Es wurde eine konventionelle Heizungsanlage mit Heizkörpern und Thermostatventilen ausgeführt.

#### **Lüftungskonzept:**

In der Kantinenküche des Gewerbehofes wurde eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingebaut. Die Anlage hat einen Wärmerückgewinnungsgrad von 63%.

#### **Warmwasserbereitung:**

Die Wärmebereitstellung für die Trinkwassererwärmung erfolgt vorrangig durch die thermische Solaranlage, unterstützt durch das BHKW und die Brennwertkesselanlage. Die Wärme wird in drei Speichern mit je 500 l Fassungsvermögen zwischengespeichert.

#### **Wärmeversorgung:**

Im Keller des Vorderhauses ist das Blockheizkraftwerk untergebracht; zusätzlich wurden zwei Brennwertkessel installiert. Die Kesselanlage deckt den Energieverbrauch für Heizung und Trinkwassererwärmung zu 47%.

Das BHKW hat eine elektrische Leistung von 44 kW und eine thermische Leistung von 30 kW.

#### **Solarunterstützte Trinkwassererwärmung:**

Die thermische Solaranlage hat eine Kollektorfläche von 25,2 m<sup>2</sup> (Vakuumröhrenkollektoren). Angestrebt wird ein Jahresertrag von 10 MWh. Die von den Kollektoren gelieferte Wärme wird in zwei Pufferspeicher mit einem Volumen von je 500 l eingespeist.

Auf dem Dach des „1. Quergebäudes“ wurde eine Photovoltaikanlage (Südorientierung, Dachneigung von 45°, Modulfläche 45 m<sup>2</sup>, Leistung 5,61 kW<sub>peak</sub>) installiert.

## **Ergebnisse**

### **Ausführung**

Die energetische Zielstellung des Modellvorhabens „WeiberWirtschaft“ für den gesamten Gewerbehof war ein auf die Nutzfläche bezogener spezifischer Jahresheizwärmebedarf (Nutzenergie)  $Q'_h$  von **113,0 kWh/(m<sup>2</sup><sub>NF</sub>a)** bzw. ein auf das Bruttovolumen bezogener spezifischer Jahresheizwärmebedarf (Nutzenergie)  $Q''_h$  von **42 kWh/m<sup>3</sup> a**.

Der mittlere jährliche Solarertrag von 279 kWh/m<sup>2</sup><sub>Kollektor</sub>a liegt um rd. 30% unter der Zielstellung von 397 kWh/m<sup>2</sup><sub>Kollektor</sub>a. Eine Ursachenanalyse für den Minderertrag liegt nicht vor.

### **Nutzung**

Auf Basis der Angaben des Betreibers wurde der spezifische, gradtagsbereinigte Heizenergieverbrauch (Endenergie) ermittelt. Dieser beträgt für den gesamten Gewerbehof 52,18 kWh/(m<sup>3</sup> a).

Durch die energetischen Maßnahmen konnte ein Einsparpotenzial von über 50% erschlossen werden (Altbau). Der flächenspezifische gradtagsbereinigte Heizenergieverbrauch (Endenergie) des Altbaus betrug vor der Sanierung 325 kWh/(m<sup>2</sup><sub>NF</sub> a); nach der Sanierung waren es 147,5 kWh/(m<sup>2</sup><sub>NF</sub> a).

Der in Zusammenhang mit dem Modellprojekt „WeiberWirtschaft“ realisierte Neubau (s. Luftbild) wird überwiegend als Wohngebäude, zum Teil auch als Geschäftsgebäude genutzt. Dieser Neubau, für den nur die Mindestanforderung der WärmeschutzV '95 an den Jahresheizwärmebedarf einzuhalten war, hat einen spezifischen, gradtagsbereinigten Heizenergieverbrauch von 107 kWh/(m<sup>2</sup><sub>NF</sub>a).

Der Vergleich des Verbrauchskennwertes dieses „normalen“ Neubaus mit dem Durchschnittsverbrauch der im Abschnitt 2.1 dokumentierten (etwa zeitgleich errichteten) Modellvorhaben von 76 kWh/m<sup>2</sup>a verdeutlicht das gute Ergebnis und kann als Beleg für den relativ hohen energetischen Standard der Projekte gewertet werden.



# Kirche Zum Heiligen Kreuz, Kreuzberg



Außenansicht,  
Zum Heiligen Kreuz

## Kirche:

Nutzung u.a. als kulturelles  
Zentrum  
Modernisierungsjahr 1995

## Bezugsflächen

Nutzfläche  $A_N = 2.033 \text{ m}^2_{AN}$   
Bruttovolumen  $V_e = 26.740 \text{ m}^3$

## Standort:

Zossener Str. 65,  
10961 Berlin-Kreuzberg

## Bauherr:

Evangelische Kirchengemein-  
de Zum Heiligen Kreuz Berlin-  
Kreuzberg

## Architekten:

Architektengruppe Wassertor-  
platz

## Planung technische Ausrüs- tung:

Ingenieurbüro KEP

## Begleitforschung:

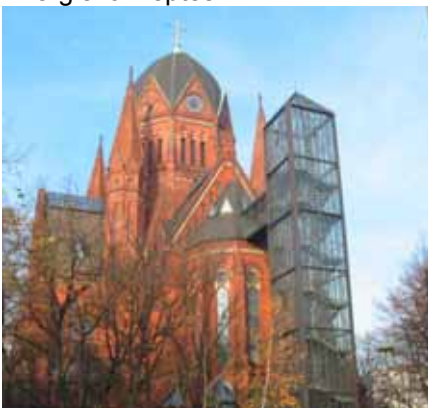
Stattbau

## Ziele, Motivation

Die Kirchengemeinde Zum Heiligen Kreuz stand vor dem Problem, eines der größten Kirchengebäude Berlins zu erhalten und zu unterhalten. Sie gab dazu ein umfassendes Umbau- und Nutzungskonzept in Auftrag. Ziel des Umbaus sollte es sein, die Kirche zu einem offenem Gemeinde-, Sozial- und Kulturzentrum zu entwickeln.

Leitidee der Bauherren und ihrer Planer war von Anfang an ein ökologisches Gesamtkonzept, von dem eine nachhaltige Erhöhung des Gebrauchswertes unter günstigen Betriebskosten erwartet wurde. Die Umsetzung und Auswertung dieses Konzepts war Gegenstand der Modellförderung.

Teilziel der modellhaften, ökologischen und energetischen Modernisierung der Kirche Zum Heiligen Kreuz war die Realisierung eines für Großräume beispielhaften und übertragbaren Energiekonzeptes.



Neuer Treppenturm

## Maßnahmen

Wesentliche Elemente des Energiekonzepts für den Kirchengroßraum sind der bauliche Wärmeschutz sowie die zeitliche und örtliche Zonierung des Wärmebedarfs in Verbindung mit rationeller Energietechnik.

Daneben wurde ein Beleuchtungskonzept entwickelt, das eine umfassende Nutzung des Tageslichtes gewährleistet. Die künstliche Beleuchtung ist energiesparend ausgelegt und kann dem jeweiligen Bedarf angepasst werden.

Zu den weiteren ökologischen Maßnahmen gehört die Regenwassernutzung u.a. zur Toiletten-spülung.

Bei der Auswahl von Baumaterialien wurde hoher Wert auf Umweltverträglichkeit und Nutzerfreundlichkeit gelegt.

Der Kirchengarten wurde als offene zugängliche Grünzone ausgebildet, die ebenso wie die Kirche offen für vielfältige Aktivitäten ist.

Das Gesamtkonzept zur Verbesserung der Akustik wurde konsequent umgesetzt. Verschiedenen Veranstaltungen können parallel ohne gegenseitige Beeinträchtigung stattfinden.



### Baulicher Wärmeschutz:

Der bauliche Wärmeschutz konzentriert sich aus Gründen des Denkmalschutzes weitgehend auf Maßnahmen an den Fenstern und im ausgebauten Dachraum, erreicht aber gleichwohl eine beachtliche Verbesserung der Ausgangssituation.



Außenansicht, Zum Heiligen Kreuz

k-Werte:

Dach	0,132 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	1,3 bis 1,5 W/(m <sup>2</sup> K)

### Heizungsanlage:

Die Beheizung erfolgt über eine Fußbodenheizung. Ergänzende Heizeinrichtungen sind Niedertemperatur-Heizkörper für kleine Räume und für das Dachgeschoss sowie eine Luftheizung für den Großraum.

### Lüftungskonzept:

Für den Großraum wurde unter anderem eine Luftheizung realisiert. Die Wärmeversorgung der Luftherhitzer erfolgt über das Niedertemperaturnetz der Brennwertkesselanlage. Die Luftheizungsanlage hat einen Nennvolumenstrom von 11.500 m<sup>3</sup>/h und kann einen einfachen Luftwechsel pro Stunde realisieren.

### Warmwasserbereitung:

Die Warmwasserbereitung erfolgt, da nur geringe Verbräuche zu erwarten waren, dezentral über Elektro-Kleinspeicher.

### Wärmeversorgung:

Die Wärmeversorgung erfolgt über eine gasbeheizte Niedertemperatur-Kessel-Anlage. Die Wärmeverteilung wurde durch Zonierung in vier Heizkreise (Nutzungsbereiche Dachgeschoss,

Empore, Erdgeschoss und Luftheizung) optimiert.

## Ergebnisse

### Ausführung

In den vorliegenden Berichtsunterlagen wird ein berechneter, spezifischer Jahresheizwärmebedarf (Nutzenergie) von **299 kWh / (m<sup>2</sup><sub>NF</sub> a)** bzw. **22,7 kWh / (m<sup>3</sup> a)** ausgewiesen.

### Nutzung

Der gemessene temperaturbereinigte, spezifische Heizenergieverbrauch (Endenergie) des Gebäudes beträgt für den betrachteten Zeitraum:

**296 kWh / (m<sup>2</sup><sub>NF</sub> a)** bzw.  
**22,5 kWh / (m<sup>3</sup> a)** [1996]  
und

**281 kWh / (m<sup>2</sup><sub>NF</sub> a)** bzw.  
**21,4 kWh / (m<sup>3</sup> a)** [1997].



Außenansicht, Zum Heiligen Kreuz

Im Vergleich zu den Heizenergieverbrauchswerten anderer Kirchen, (saniert als auch unsaniert) bestehen große Unterschiede. Diese sind überwiegend durch die Art der Nutzung begründet.

Spezifische Verbrauchskennwerte unterschiedlich genutzter Kirchen:

Heilig Kreuz (saniert)	21,9 kWh/(m <sup>3</sup> a)
Auferstehungskirche (saniert)	10,6 kWh/(m <sup>3</sup> a)
Heilandskirche (unsaniert)	0,8 kWh/(m <sup>3</sup> a)

# Tanzwerkstatt, Weißensee



Eingangsbereich

## Ehemalige Schulspeisungsgebäude:

Eingeschossiger Typenbau  
Modernisierungsjahr 1998

## Bezugsflächen

Nutzfläche  $A_{NF}$  570 m<sup>2</sup><sub>NF</sub>  
Nutzfläche  $A_N$  666 m<sup>2</sup><sub>AN</sub>  
Verhältnis  $A_{NF} / A_N$  85,5 %

## Standort:

Buschallee 87, Berlin-Weißensee

## Bauherr:

Tanzwerkstatt „No Limit“ e.V.

## Architekten:

Architektengemeinschaft Grossmann und Vasella

## Begleitforschung:

Arge Grossmann und Vasella

## Ziele, Motivation

Ziel des Modellprojekts war die modellhafte, ökologische Modernisierung und Umnutzung eines ehemaligen Schulspeisungsgebäudes. Dieser industriell gefertigte Typenbau ist in den östlichen Bezirken Berlins insgesamt 26-mal vorhanden.

Im Rahmen des Modellprogramms wurde zunächst die Entwicklung des Planungskonzepts gefördert. Unter energetischen Gesichtspunkten war dabei die Einhaltung der Anforderung der WärmeschutzV'95 an den Jahresheizwärmebedarf wesentliches Ziel.



Fassadengestaltung

Bei der ansonsten als EU-Projekt geförderten baulichen Realisierung wurden weitere Mittel für den erstmaligen Einsatz eines neuartigen

Dämmstoffes an den Außenwänden des Gebäudes zur Verfügung gestellt. Durch einen Vergleich mit anderen baugleichen Objekten, sollte die Energieeffizienz dieses Materials ermittelt werden.

## Maßnahmen

Für die Wärmedämmung des Gebäudes kam der bisher in Deutschland nicht bekannte, in den USA entwickelte Baustoff „AIR-KRETE“ zum Einsatz. Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung bescheinigt dem Produkt eine der Mineralwolle vergleichbare Dämmeigenschaft.

Das Produkt ist frei von organischen Substanzen und hat die Zulassung als Baustoff der Brandschutzklasse A1.

Anhand von thermographischen Aufnahmen wurde die Ausführungsqualität des baulichen Wärmeschutzes untersucht.

## Baulicher Wärmeschutz:

Der bauliche Wärmeschutz zeichnet sich insgesamt durch einen hohen Wärmedämmstandard aus.

## k-Werte:

Dach	0,23 bis 0,33 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenwand	0,18 bis 0,40 W/(m <sup>2</sup> K)
Fenster	0,91 bis 1,70 W/(m <sup>2</sup> K)
Kellerdecke	0,52 bis 0,72 W/(m <sup>2</sup> K)
A / V – Verhältnis	0,78



Zugehöriges Schulgebäude im Hintergrund

### Heizungsanlage:

Die Beheizung erfolgt durch eine statische Heizung. Im Zusammenhang mit der Umnutzung wurden neue Heizkörper installiert.

### Lüftungskonzept:

Die ehemals vorhandene Lüftungsanlage wurde demontiert. Die Lüftung erfolgt nun über Fenster bzw. Oberlichter.

### Wärmeversorgung:

Für die Wärmeversorgung wurde eine Verbindungsleitung zur benachbarten Oberschule mit Anschluss an das Fernwärmenetz der BEWAG reaktiviert.

## Ergebnisse

### Ausführung

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs nach WärmeschutzV '95 (Nutzenergie) ergibt bezogen auf die Nutzfläche einen Bedarf von 75,1 kWh/(m<sup>2</sup><sub>NFA</sub>). Dieser Wert liegt 12% unter der energetischen Zielstellung.

Mit der Ausführungsplanung für den Versorgungsbereich „Tanzwerkstatt“ wird auch die geltende EnEV deutlich unterschritten (bezüglich des Zielwertes H<sub>T</sub> um 14%).

Die Berechnung des Energiebedarfs für die Heizung nach EnEV (Endenergie) ergibt bezogen auf den Standort Berlin und auf die Nutzfläche einen Bedarf von

**90,2 kWh/(m<sup>2</sup><sub>NFA</sub>).**

### Nutzung

Der temperaturbereinigte Heizenergieverbrauch des Gebäudes beträgt für den betrachteten Zeitraum **111,5 kWh/(m<sup>2</sup><sub>NFA</sub>).**

Weitere Gebäude gleicher Bauart sind der sogenannte „Würfel“ und der „Quartier-Pavillon“

An den Gebäuden „Tanzwerkstatt“ und „Würfel“ wurden Wärmedämmmaßnahmen auf ver-

gleichbarem Niveau realisiert, während die Wärmedämmung vom „Quartier-Pavillon“ geringer bemessen wurde. Die Berechnung des Heizwärmebedarfs nach WärmeschutzV '95 spiegelt diese Unterschiede wieder:

„Tanzwerkstatt“	24 kWh/(m <sup>3</sup> a)
„Würfel“	26 kWh/(m <sup>3</sup> a)
„Quartier-Pavillon“	41 kWh/(m <sup>3</sup> a)

Mittlere spezifische gradtagsbereinigte Verbrauchskennwerte (Endenergie) aus der Heizperiode 1999/00:

Tanzwerkstatt	31 kWh/(m <sup>3</sup> a) (100 %)
Würfel	23 kWh/(m <sup>3</sup> a) (74 %)
Quartier-Pavillon	46 kWh/(m <sup>3</sup> a) (148 %)

Trotz des vergleichbaren Dämmniveaus wird im „Würfel“ ein um ca. 25% geringerer Endenergieverbrauch als in der „Tanzwerkstatt“ erzielt. Ursachen dafür können sowohl die unzureichende Regelmöglichkeit der Heizungsanlage in der „Tanzwerkstatt“ als auch ein erhöhter Lüftungswärmeverlust über die geöffneten Fenster aufgrund der besonderen Nutzung als Tanzwerkstatt sein.

Insgesamt stellt die Tanzwerkstatt ein gelungenes Beispiel für die Umnutzung dieses Gebäudetyps dar.



## 2.4 Grundlagen- und Querschnittsuntersuchungen zum Baustein Energie

Im Zusammenhang mit dem Ende 1994 vorgelegten Energiekonzept Berlin und der Weltklimakonferenz Berlin 1995 wurden im Rahmen des Landesprogramms "Stadtökologische Modellvorhaben" verschiedene Untersuchungen zu Fragen der Energieeinsparung und Emissionsminderung durchgeführt, wobei es vor allem um die Entwicklung allgemeingültiger ökologischer Planungsvorgaben und um die energetische Evaluation von Förderprogrammen ging.

- Für die seit Anfang der 90er Jahre intensivierete Planung großer Neubauwohngebiete war es erforderlich, wirtschaftlich und ökologisch effiziente Energieversorgungskonzepte zu entwickeln. Am Bauvorhaben Rudow-Süd wurde dies beispielhaft erprobt; das Verfahren diente als Grundlage eines **Leitfadens zur Erstellung von Energiekonzepten**, der bei größeren Stadtentwicklungsvorhaben regelmäßig eingesetzt werden sollte.

- Die erste umfassende Wirkungsanalyse für ein Förderprogramm des Landes Berlin galt dem in den Jahren 1991 – 1994 z.T. mit Bundesmitteln zum „Aufschwung Ost“ durchgeführten „Sonderprogramm für Energiesparende Maßnahmen an zentralen Heizungs- und Warmwasseranlagen im Ostteil Berlins“, dem so genannten **Heizungsprogramm**. Mit einem Fördermitteleinsatz von rd. 370 Mio. DM (185 Mio. €) und Gesamtinvestitionen von rd. 580 Mio. DM (290 Mio. €) wurden heiztechnische Verbesserungen an rd. 156.000 Wohnungen, einem Viertel des Wohnungsbestandes im ehemaligen Ost-Berlin, umgesetzt und dabei für die Gesamtstadt erhebliche Energieeinsparung und Schadstoffminderung bewirkt.



Frankfurter Tor, Eckgebäude

- Da das Land Berlin im Rahmen seiner Stadt-erneuerungspolitik seit den 80er Jahren umfangreiche **Programme zur Instandsetzung und Modernisierung von Wohngebäuden** umgesetzt hat, lag es nahe, nach dem energetischen Beitrag der geförderten Maßnahmen zu fragen. Die hierzu beauftragte „Untersuchung zur Energieeinsparung und Emissionsminderung“ im Rahmen der Altbausanierung liefert eine Abschätzung für die Jahre 1991 - 1994.



Kollektorfeld einer thermischen Solaranlage

- In der seit Mitte der 90er Jahre geführten Diskussion um eine Berliner Solaranlagenverordnung zeigte sich, dass über die in Berlin bereits bestehenden Solaranlagen keine gesicherten Erkenntnisse vorlagen. Deshalb wurden Untersuchungsaufträge zur **Bestandsaufnahme und zum Monitoring größerer thermischer Solaranlagen** erteilt, mit denen umfangreiche Erfahrungen zur Nutzung und zum optimierten Betrieb dieser Anlagen gesammelt wurden. Die Erkenntnisse werden im Rahmen des "Solarkatasters Berlin" fortgeschrieben.



# Energieversorgungskonzept für das Neubauvorhaben Rudow-Süd (Planung und Umsetzung)

**Bericht:** Gutachten zur Energieversorgung des Neubaugebietes Rudow-Süd 2 „Trapez“ – in Berlin-Neukölln

**Bearbeiter:** IC Consult, Industrie & Communal Consulting GmbH Aachen

**Bearbeitungszeitraum:** 1994

## Anlass der Untersuchung

Im Stadtgebiet Rudow-Süd war auf einer Fläche von 45,3 ha der Neubau von rund 1700 Wohnungen und Gebäuden der öffentlichen Infrastruktur mit einer Gesamtnutzfläche von rund 200.000 m<sup>2</sup> zu realisieren.

Das Modellvorhaben sollte die Umsetzung einer ökologisch und ökonomisch optimalen Energieversorgungslösung für das gesamte Neubauvorhaben bewirken und zusätzlich für einen Teilbereich erhöhte Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz gegenüber der Wärmeschutzverordnung 95 realisieren (siehe auch Modellvorhaben „Niedrigenergiehäuser Rudow Süd“). Es sollten Zielwerte des Primärenergiebedarfes an fossilen Energieträgern für die Raumheizung und den Warmwasserbedarf in Höhe von 75 kWh/m<sup>2</sup>a erreicht werden - definiert als sogenannte Brennstoffkennzahl (entsprechend der Vorgabe der in das Modellvorhaben miteinbezogenen RWTH Aachen).

## Durchführung und Ergebnisse

Das Büro IC Consult ermittelte die Vorzugsversorgungslösung aus der Untersuchung verschiedener Versorgungsvarianten, wie

- dezentrale Versorgung durch Nieder-temperaturkessel, durch Brennwertkessel,
- zentrale Versorgung durch Brennwertkessel, durch Brennwertkessel mit solarer Warmwasserversorgung, BHKW mit Spitzenkessel, gasmotorische Wärmepumpe mit Spitzenkessel, gasmotorische Wärmepumpe mit Spitzenkessel und solarer Warmwasserversorgung,
- Blockversorgung analog den Varianten der zentralen Versorgung.

Als ökologische und ökonomische Vorzugslösung wurde die zentrale Versorgung durch ein BHKW mit Spitzenkessel ausgewiesen.

Diese Vorzugslösung wurde frühzeitig als Contracting-Vorhaben ausgeschrieben, damit der Contractor (Investor und Betreiber) durch

parallele Realisierung der Energieversorgungsanlagen mit den sonstigen Tief- und Hochbaumaßnahmen Kosten sparen und der Grundpreis der Wärmeversorgung niedrig gehalten werden kann.

Das günstigste Angebot wurde von der BTB Blockheizkraftwerks- Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin abgegeben, so dass der BTB auch der Zuschlag erteilt wurde.

Die BTB realisierte die BHKW-Heizzentrale mit zwei wärmegeführten BHKW-Modulen und Spitzenkesseln, rund 3.500 m Wärmeleitung (erdverlegte Kunststoffrohre) und 55 Hausanschlusstationen. Die Inbetriebnahme der Heizzentrale erfolgte im September 1996.

Das gesamte Neubauvorhaben wurde über einen längeren Zeitraum in Bauabschnitten realisiert.

Für die Umsetzung dieser neuartigen Verfahrensweise wurde zwischen dem Land Berlin und der BTB ein Vertrag geschlossen, mit dem folgendes abgesichert wurde:

- Realisierung der Versorgungsanlagen auf hohem technischen und ökologischen Niveau in vorgegebenem Kostenrahmen.
- Sicherung der erforderlichen Voraussetzungen/Dienstbarkeiten für die Realisierung der Anlagen und den notwendigen Wärmeschutz durch das Land Berlin.

Auswertungen ausgewählter realisierter Wohngebäude belegen, dass der vom Konzeptsteller IC Consult vorgegebene verbesserte bauliche Wärmeschutz umgesetzt wurde. Die Anforderungen der Wärmeschutzverordnung 95 werden um 20% unterschritten. Die spezifischen temperaturbereinigten Heizenergieverbrauchswerte liegen zwischen 65 und 89 kWh/m<sup>2</sup>a.

Der detaillierte Nachweis zur Einhaltung der Brennstoffkennzahl von 75 kWh/m<sup>2</sup>a konnte nicht geführt werden, da die dazu notwendigen Angaben zur Fahrweise der BHKW-Module nicht verfügbar sind.

Inzwischen erfolgte der Wärmeverbund mit dem auch von der BTB betriebenen benachbarten Heizkraftwerk Adlershof, um eine Optimierung der Fahrweise beider Heizkraftwerke vornehmen zu können.

# Leitfaden für Energieversorgungskonzepte

**Bericht:** Leitfaden – Planung und Umsetzung von integrierten Energieversorgungskonzepten für Neubau- und Sanierungsgebiete Berlins

**Bearbeiter:** IC Consult, Industrie & Communal Consulting GmbH Aachen

**Bearbeitungszeitraum:** 1994 - 1997

## Anlass der Untersuchung

In den 90-iger Jahren wurde für Berlin noch von einer Prognose des Wohnungsneubaus in der Größenordnung von 400.000 Wohnungen im Zeitraum 1990 bis 2010 ausgegangen. Zusätzlich bestand und besteht immenser Erneuerungsbedarf des Altbaubestandes (Festsetzung von 22 Sanierungsgebieten).

Um die mit dem Berliner Energiekonzept vorgegebene Zielstellung, bis zum Jahre 2010 gegenüber 1990 ein CO<sub>2</sub>-Minderung von 25% zu erreichen, sollten im Zuge dieser Vorhaben innovative Energieversorgungs-lösungen umgesetzt werden.

## Durchführung und Ergebnisse

IC Consult ist daher beauftragt worden, auf der Grundlage der Vorgehensweise und Erfahrungen zum Modellvorhaben Rudow-Süd einen Leitfaden für die Planung und Umsetzung von integrierten Energieversorgungskonzepten für Neubau- und Sanierungsgebiete zu erstellen. Unter einem **integrierten** Energieversorgungskonzept ist die gebietsbezogene Energieplanung mit dem Ziel der optimalen Kombination von Maßnahmen der Energieeinsparung, der rationellen Energieverwendung und der Nutzung erneuerbarer Energien zu verstehen.

Als grundsätzliche Zielgröße für ein derartiges innovatives Konzept wurde eine Brennstoffkennzahl in der Größenordnung von 50-75 kWh/m<sup>2</sup>a zugrunde gelegt.

Es wurden weitere Energieversorgungskonzepte für vorgesehene Neubau- und Sanierungsgebiete (Altglienicke, Biesdorf-Süd, Gartenstadt Falkenberg, Müggelheim, Oberschöneweide, Wasserstadt Spandau) ausgewertet und daraus schlussfolgernd die Vorgehensweise zur Planung und Umsetzung integrierter Energieversorgungskonzepte unterschieden nach größeren Neubaugebieten (Städtebauliche Entwicklungs- und Arrondierungsvorhaben) und Sanierungsgebieten differenziert herausgearbeitet. Auch für kleinere Neubauvorhaben und kleinere Vorhaben der Instandsetzung und Modernisierung werden Hinweise zur Umsetzung energiesparender Energieversorgungskonzepte gegeben.

Für größere Neubauvorhaben wird die Vorgehensweise durch folgende Aktivitäten beschrieben:

- Berücksichtigung von Kriterien der Energieeinsparung bereits in der Phase des städtebaulichen Wettbewerbes (kompakte Baukörper, Süd-Orientierung der Gebäude und Dachflächen, Vermeidung unnötiger Verschattung, Schaffung guter Voraussetzungen für die Erschließung mit leitungsgebundenen Energieträgern u. a.).
- Erarbeitung eines integrierten Energieversorgungskonzeptes (Arbeitsschritte siehe Grafik)
- Nutzung von Instrumenten zur Umsetzung des integrierten Energieversorgungskonzeptes: Festsetzungen in Bebauungsplänen, Städtebauliche Verträge, Contracting-Umsetzung der Nahwärmelösung u. a.

Für größere Sanierungsvorhaben (städtebauliche Sanierungsgebiete) wird die Vorgehensweise durch folgende Aktivitäten beschrieben:

- Beurteilung des energetischen Ist-Zustandes im Rahmen der vorbereitenden Untersuchungen, förmlichen Festlegung des Sanierungsgebietes mit Vorgabe energierelevanter Sanierungsziele.
- In der Phase der Rahmenplanung (Sanierungskonzept): Verankerung grundlegender Energiespar- und -versorgungsziele im Vertrag mit dem Sanierungsträger, Erarbeitung eines integrierten Energieversorgungskonzeptes für das Sanierungsgebiet (verbindliche Festsetzung der Konzeptergebnisse im Sanierungskonzept und der Bebauungsplanung)
- Planung, Ausführung und Erfolgssicherung: Einbindung der Gutachter des Energieversorgungskonzeptes in die Planung, Ausschreibung von Energiedienstleistungen/Umsetzung von Contractingmodellen, Nutzung von Fördermöglichkeiten, Schaffung von Flexibilität für künftige energetische Optimierungen, Information und Schulung von Betreibern und Nutzern u. a.

Die methodischen Grundsätze des Leitfadens wurden vielfältig genutzt und integrierte Energieversorgungskonzepte für folgende Projektgebiete erarbeitet und auch zum Teil umgesetzt:

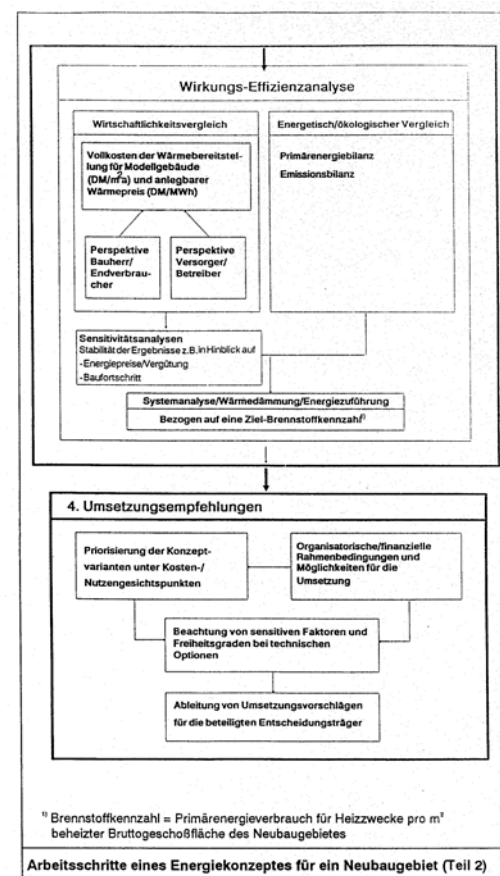
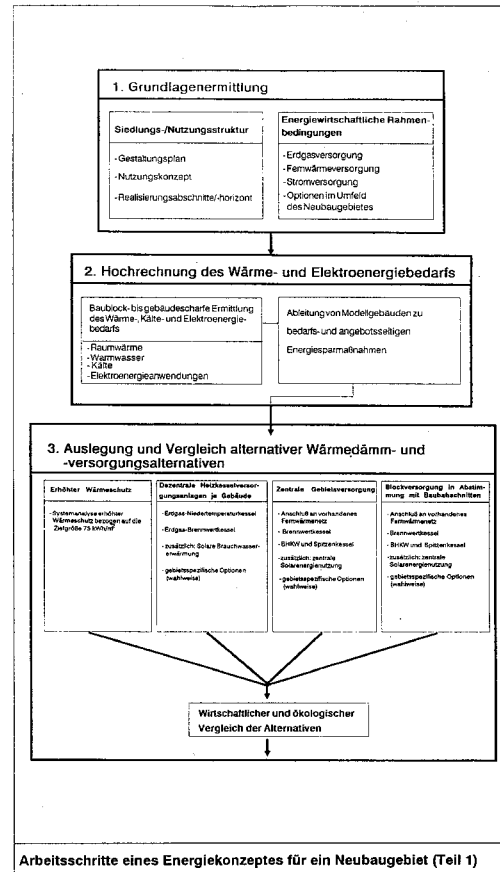
- Rummelsburger Bucht (Fernwärmeversorgung durch Bewag; umgesetzt)
- Wasserstadt Oberhavel (Blockversorgung durch Gas-BHKW; zum Teil umgesetzt)
- Eldenaer Straße (Blockversorgung durch Gas-BHKW, umgewandelt in Fernwärmeversorgung durch Bewag; zum Teil umgesetzt)
- Biesdorf-Süd (Solare Nahwärme mit Gas-Heizzentrale; nicht umgesetzt)
- Lichterfelde-Süd (Solare Nahwärme mit Gas-Heizzentrale; nicht umgesetzt)
- Wissenschaftsstandort Adlershof (Fernwärmeversorgung durch BTB, zum Teil auch Kälteversorgung durch BTB; umgesetzt)
- Sanierungsgebiet Niederschöneweide (Fernwärmeversorgung durch BTB und dezentrale Versorgungslösungen; zum Teil umgesetzt)
- Sanierungsgebiet Oberschöneweide (Nahwärmeversorgung durch Gas-BHKW und Gas-Brennwertkessel; zum Teil umgesetzt)
- Gartenstadt Falkenberg (Nahwärmelösung mit Gas-BHKW; nicht umgesetzt)

Gründe für die Nicht- bzw. Teil-Umsetzung sind verzögerte Bauabläufe bzw. extreme Reduzierung der Bauvorhaben (fehlende Investoren).

Der Leitfaden ist auf die Tätigkeit von beauftragten Entwicklungs- und Sanierungsträgern und das Instrumentarium des Städtebaulichen Vertrages zugeschnitten. Das Land Berlin hat aus finanzpolitischen Gründen und aus Gründen vorher nicht absehbarer Entwicklungen der reduzierten Investitionsbereitschaft seine Strategie der Städtebaulichen Entwicklung ändern müssen. Die Tätigkeit der Entwicklungs- und Sanierungsträger musste eingestellt bzw. drastisch reduziert werden.

Mit der Novelle des Baugesetzbuches vom Juni 2004 (Europaanpassungsgesetz Bau) ist die baurechtliche Neuerung gegeben, dass der **allgemeine Klimaschutz** in den Zielkatalog für die Bauleitplanung aufgenommen wurde und **die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie** bei der Aufstellung von Bauleitplänen zu berücksichtigen ist.

Es gilt daher, den Leitfaden zu überarbeiten und den neuen Gegebenheiten anzupassen.



Arbeitsschritte zur Erarbeitung eines Energiekonzeptes für ein Neubaugebiet (IC Consult)

## Heizungsprogramm 1991 bis 1994



Mehrgeschossige Wohngebäude in Berlin



**Bericht:** Heizungsprogramm 1991-1994 – Wirkungen Energiesparender Maßnahmen im Wohnungsbestand der östlichen Bezirke Berlins, 1998

**Bearbeiter:**

Dr.-Ing. G. Valentin, Berlin - Datendokumentation  
F+B Forschung und Beratung, Hamburg – Ergebnisbericht

Bearbeitungszeitraum: 1992 – 1998

### Anlass der Untersuchungen

Zwischen 1991 und 1994 hat der Senat von Berlin ein Sonderprogramm für die Umsetzung „Energiesparender Maßnahmen an zentralen Heizungs- und Warmwasseranlagen“ im Ostteil Berlins (Heizungsprogramm) durchgeführt. Anlass dafür waren – als Umwelthypothek der ehemaligen DDR – der übermäßige Energieverbrauch im Wohngebäudebestand und daraus resultierende hohe Umweltbelastungen, aber auch - als Folge des veränderten Wohnungsrechts - z.T. exorbitante Heizenergiekosten für die Bewohner.

Um kurzfristig wirksame Verbesserungen zu schaffen, wurde das o.g. Förderprogramm entwickelt, das zunächst aus Mitteln des Bundesprogramms „Aufschwung Ost“, später aus Haushaltsmitteln des Landes gespeist wurde. Den städtischen Wohnungsbaugesellschaften und -genossenschaften, die damals über 80 % des Wohnungsbestandes verwalteten, sind daraus für im Wesentlichen haustechnische Maßnahmen in fünf Teilprogrammen Fördermittel in Höhe von rd. 370 Mio. DM (180 Mio. €) zur Verfügung gestellt und damit Gesamtinvestitionen von 580 Mio. DM (330 Mio. €) ausgelöst worden.

Insgesamt wurden damit heiztechnische Verbesserungen für rd. 156.000 Wohnungen, ein Viertel des gesamten und ca. 58 % des zentral- und fernwärmebeheizten Wohnungsbestandes von Ost-Berlin, bewirkt.

### Durchführung

Ökologische Bedeutung und Umfang dieses Programms machten es aus der Sicht der Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen erforderlich, seine Ergebnisse und Wirkungen auszuwerten, zu dokumentieren und zu analysieren. Deshalb wurden bereits während der Umsetzung der ersten Teilprogramme begleitende Untersuchungen über die Energieeinsparungs-, Kostensenkungs- und CO<sub>2</sub>-Minderungseffekte der bewilligten Maßnahmen in Auftrag gegeben. Dabei ging es vorrangig um die Sicherung der Zustands- und Maßnahmendaten der geförderten Objekte sowie um Vergleichsmessungen und Hochrechnungen des Energieverbrauchs. Zu einem späteren Zeitpunkt wurden die Dokumentation des Programmablaufs und die Zusammenfassung der Ergebnisse in Auftrag gegeben.

### Ergebnisse

Ein Hauptproblem des Ost-Berliner Wohngebäudebestandes waren die überwiegend veralteten und uneffizienten Wärmeerzeugungs- und -verteilungssysteme. Die wesentlichen Maßnahmenswerpunkte des Heizungsprogramms waren entsprechend

- die Erneuerung bzw. Umrüstung von Braunkohle-Heizzentralen mit Betriebsum-



stellung auf Gas, Fernwärme oder leichtes Heizöl,

- die Erneuerung bzw. Umrüstung von Hausanschlussstationen bei Fernwärmeversorgung,
- Erneuerungsmaßnahmen am Gebäudeheizsystem (z.B. Ersatz nicht regulierbarer Konvektortruhen) sowie
- Folgemaßnahmen am Gebäude.
- In den relativ neueren Plattenbau-Großsiedlungen wurden auch kleinteilige Maßnahmen der Gebäudeabdichtung und Anschlussregulierung durchgeführt.

In einer Hochrechnung der durch das Gesamtprogramm erzielten Effekte wurden eine Absenkung des Heizenergieverbrauches um rd. **650.000 MWh** - entsprechend einer Fernwärmeleistung von ca. 260 MW und eine Heizkostenverringerung um insgesamt rd. 45 Mio. € im Jahr, d.h. im Durchschnitt aller betroffenen Wohnungen rd. 24 € im Monat, ermittelt. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß verminderte sich danach um ca. 250.000 t/Jahr, wobei dieses Ergebnis je zur Hälfte der Umstellung von Braunkohlefeuerung auf andere Energieträger und Verbesserungsmaßnahmen an vorhandenen Fernwärmesystemen zuzurechnen ist.

Schließlich errechneten die Gutachter, dass während der Durchführung des Heizungsprogramms mehr als 5500 Arbeitsplätze vor allem in kleineren und mittleren Betrieben Berlins und Brandenburgs gesichert werden konnten.

Baujahr:

Gebäudetyp:

Energieverbrauch vor Sanierung:

Energieverbrauch nach Sanierung:

Energieeinsparung

Anschlusswert vor Sanierung:

Anschlusswert nach Sanierung:

spezifischer Energieverbrauch vor Sanierung:

spezifischer Energieverbrauch nach Sanierung:

Kosten:

spezifische Kostenersparnis Mieter:

Kapitalrückflussdauer:

CO<sub>2</sub>-Einsparung:

Ein Auswertungsbeispiel: Für das in das Programm einbezogene Wohngebäude Frankfurter Allee 26 wurde eine Energieeinsparung von 43% errechnet.



Beispiel Wohngebäude Frankfurter Allee 26

#### Maßnahmen Frankfurter Allee 26:

- Erneuerung bzw. Modernisierung der Fernwärmeübergabestation im Hausanschlussraum
- Instandsetzung und Sanierung der Heizungs- und Warmwasseranlagen

zwischen 1953 und 1957

Mauerziegelbau

1363 MWh/a

779 MWh/a

584 MWh/a, das entspricht 43 %

0,800 MW

0,506 MW

273 kWh/(m<sup>2</sup>a)

156 kWh/(m<sup>2</sup>a)

757 TDM

0,55 €/(m<sup>2</sup> Monat)

12a

152 t/a

# Modernisierungs- und Instandsetzungsprogramme

**Bericht:** Energieeinsparung und Emissionsminderung im Rahmen der öffentlichen Förderung des Landes Berlin bei der Altbausanierung 1991 bis 1994, 2001

**Bearbeiter:** BSM Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und Modernisierung mbH

**Bearbeitungszeitraum:** 1995 - 2001

## Anlass der Untersuchung

In der Berliner Stadterneuerungspolitik spielt die Altbaumodernisierung seit Ende der 70er Jahre eine zentrale Rolle. Auf der Grundlage des Modernisierungs- und Energieeinsparungsgesetzes der Bundesregierung (1978) wurden Landesförderrichtlinien und -programme aufgestellt und mehrfach mit modifizierten Inhalten fortgeschrieben. Im Rahmen dieser Programme waren energiesparende Maßnahmen von Anfang an förderfähig; mit den Modernisierungs- und Instandsetzungsrichtlinien von 1990 (ModInst RL 90) wurden dafür verbindliche ökologische Vorgaben eingeführt. Das Gesamtvolumen der Fördermittel, die inzwischen überwiegend in den östlichen Stadtbezirken eingesetzt wurden, lag Anfang der 90er Jahre deutlich über 1 Mrd. DM p.a.

Die mit der Betreuung wichtiger Teilprogramme beauftragte BSM erhielt 1995 den Auftrag, für die Jahre 1991 bis 1994 die energetischen Effekte der ModInst-Programme zu ermitteln.

## Durchführung

Gegenstand der Untersuchung waren folgende ausschließlich auf den Altbau-Wohngebäudebestand ausgerichtete Programme – jeweils mit Angabe des Fördervolumens 1991 /94:

- Soziale Stadterneuerung (SOST), Programm für umfassende Modernisierung von Gebäuden in Sanierungsgebieten, Volumen 1.169 TDM
- Wohnungspolitische Projekte (WOPRO), 205 TDM
- Städtebaulicher Denkmalschutz (DMS), 179 TDM
- Leerstands-beseitigungsprogramm (LEBE), 548 TDM
- Stadtweite Maßnahme (STADTMAß), Einzelmaßnahmen in und an Wohngebäuden, 554 TDM,
- Mietermodernisierung (MIETMOD), Einzelmaßnahmen, 240 TDM

Über die vier erstgenannten Programme wurde im Untersuchungszeitraum die Modernisierung und Instandsetzung von ca. 18.000 Wohneinheiten gefördert. Die beiden Einzelmaßnah-

men-Programme kamen – nach Angaben der Förderstelle – ca. 260.000 Wohnungen zugute.

In Anlehnung an das Berechnungsverfahren der WärmeschutzV 95 wurden für 20 repräsentative Bauvorhaben aus dem Programm „Soziale Stadterneuerung“ der spezifische Wärmebedarf und die CO<sub>2</sub>-Emissionen vor und nach der Sanierung berechnet. In diesem Rahmen wurden auch die Wirkungen der energierelevanten Einzelmaßnahmen (z.B. Wärmedämmung von Gebäudeteilen, Fenstererneuerung) eingeschätzt. Diese Ergebnisse wurden anhand der Objekt- bzw. Maßnahmenzahlen für die o.g. Programme hochgerechnet.

## Ergebnisse

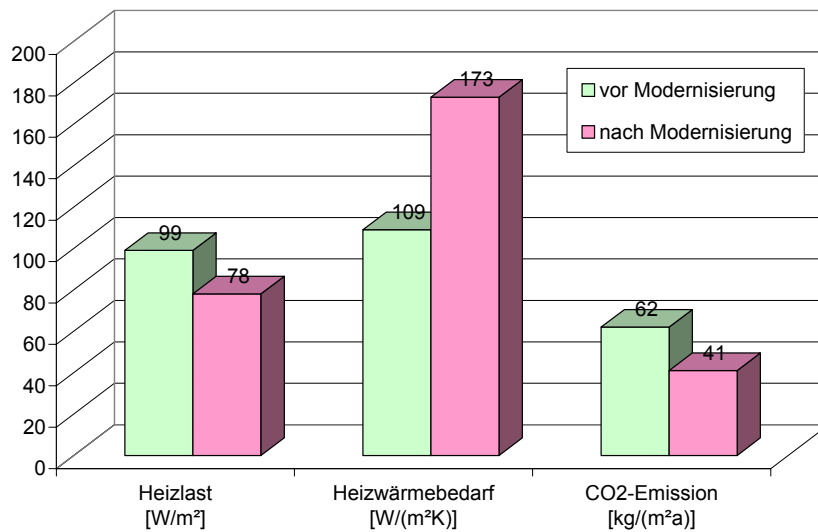
Nach den Berechnungen der Gutachter ergab sich für die umfassenden Modernisierungsvorhaben aufgrund der realisierten Maßnahmen zwar eine durchschnittliche Senkung der spezifischen Heizlast um 21 %, allerdings gleichzeitig eine Erhöhung des Heizwärmebedarfs um 58 %. Dies ist auf die erhebliche Komfortverbesserung und das entsprechend veränderte Nutzerverhalten bei der Umstellung von Kohle- einzelofen- auf Zentralheizung (mit Gas oder Fernwärme) zurückzuführen (vergl. Projektbeispiel in Kap. 2.2).

Diese Maßnahme führt aber auch zu einer deutlichen Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, nämlich im Durchschnitt um ca. 34 %. Für den Zeitraum 1991 bis 1994 konnte durch die Förderprogramme SOST, WOPRO, DMS und LEBE eine Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 19.000 t berechnet werden. Der durchschnittliche Fördermittelanteil betrug demnach ca. 110 DM/ t CO<sub>2</sub> bzw. 55 €/t CO<sub>2</sub>.

Zu den beiden Förderprogrammen für bauliche Einzelmaßnahmen waren auswertbare Daten nur für die Jahre 1993 und 1994 verfügbar. Mit knapp der Hälfte der über 200.000 Maßnahmen für rd. 80.000 Wohnungen waren energetische Verbesserungen, vor allem durch Wärmedämmung und Fensteraustausch, aber auch Heizungsumstellung und Installation von Solaranlagen, verbunden. Eine Berechnung des dadurch veränderten Heizenergiebedarfs war nach Datenlage aus Sicht der Gutachter nicht möglich; die Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurde für die auswertbaren Jahre mit 48.000 t CO<sub>2</sub> und der Fördermitteleinsatz mit 24,5 €/t CO<sub>2</sub> (STADTMAß) bzw. 164,6 €/t CO<sub>2</sub> (MIETMOD) errechnet.

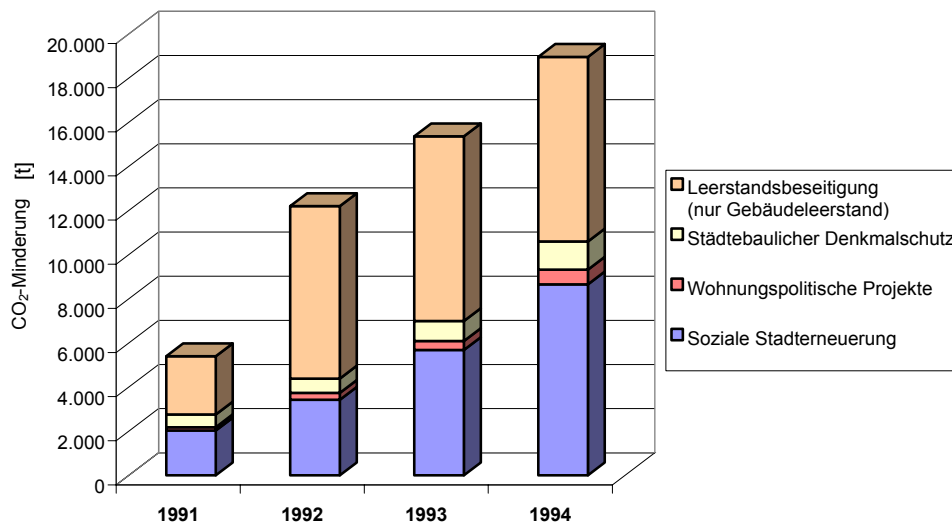
## Hauptergebnisse der ausgewerteten Förderprogramme

- Beispielgebäude



Mittelwerte von 20 untersuchten Objekten<sup>1</sup>

- Förderprogramme SOST, WOPRO, DMS, LEBE

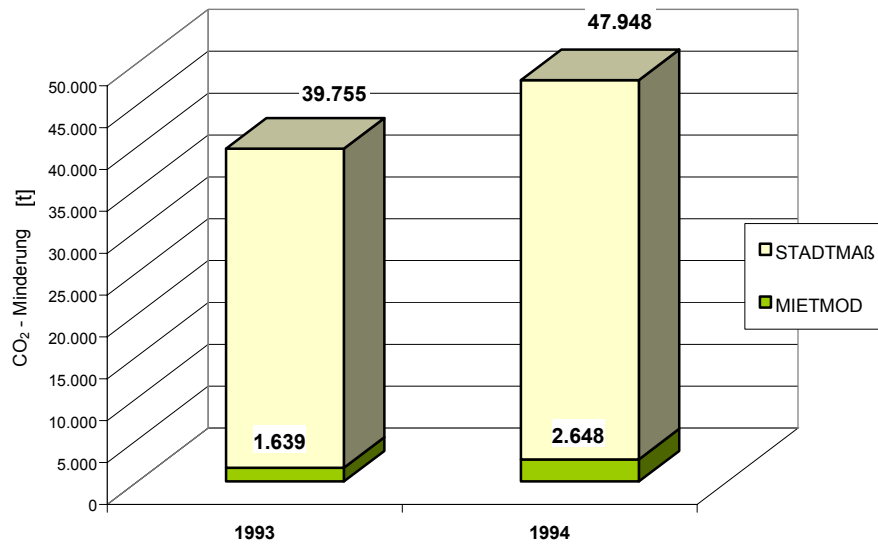


Addition der CO2-Minderung im Zeitraum 1991 - 1994<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Quelle: Kurzfassung Studie „Untersuchung zur Energieeinsparung und Emissionsminderung im Rahmen der öffentlichen Förderung des Landes Berlin bei der Altbausanierung 1991 bis 1994; BSM Mai 2000

<sup>2</sup> Quelle: Kurzfassung Studie „Untersuchung zur Energieeinsparung und Emissionsminderung im Rahmen der öffentlichen Förderung des Landes Berlin bei der Altbausanierung 1991 bis 1994; BSM Mai 2000

- Förderprogramm STADTMAß, MIETMOD



Addition der CO<sub>2</sub>-Minderung im Zeitraum 1993, 1994<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Quelle: Kurzfassung Studie „Untersuchung zur Energieeinsparung und Emissionsminderung im Rahmen der öffentlichen Förderung des Landes Berlin bei der Altbausanierung 1991 bis 1994; BSM Mai 2000)



# Monitoring und Optimierung größerer thermischer Solaranlagen in Berlin

**Bericht:** Thermische Solaranlagen in Berlin, Bestand, Erfahrungen, Instrumente und Ausblick, Herausgeber Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2001

**Bearbeiter:** DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie Landesverband Berlin Brandenburg e.V.

**Bearbeitungszeitraum:** 1996 - 2001

## Anlass der Untersuchung

In der seit Mitte der 90er Jahre geführten Diskussion um eine Berliner Solaranlagenverordnung zeigte sich, dass über die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit von Solaranlagen noch wenig konkrete Erfahrungen vorlagen. Im Rahmen eines stadtoökologischen Modellvorhabens sollten deshalb die Aktivitäten, Ergebnisse und Erfahrungen aus allen in Berlin installierten großen thermischen Solaranlagen dokumentiert werden. Mit diesem Ziel sind in einer ersten Untersuchungsphase ca. 50 Anlagen, in einer zweiten Phase bereits ca. 80 Anlagen erfasst worden.

## Durchführung

Im Jahr 1996 wurde für eine repräsentative Anzahl größerer solarthermischer Anlagen Vergleichsdaten insbesondere über Kosten und Betriebsergebnisse erhoben. Als Schwellenwert wurde eine Kollektorgröße von 20 m<sup>2</sup> gewählt.

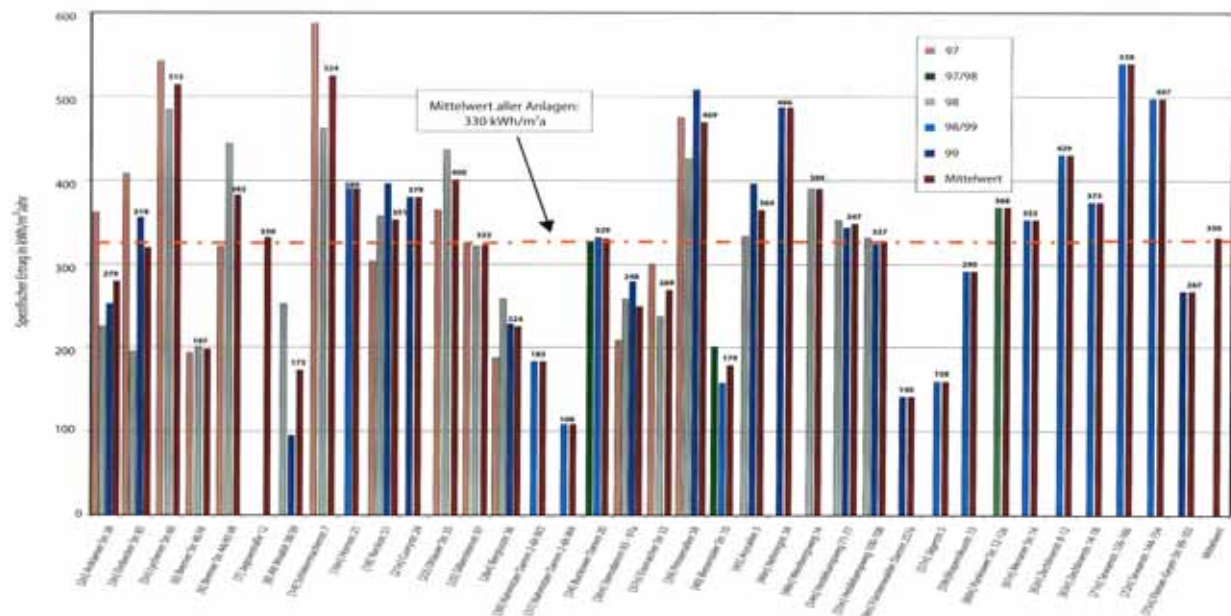
Dabei zeigte sich, dass für diese Anlagengröße eine Kompletterhebung der in Berlin noch überschaubaren Bestände möglich war. So wurden erstmals vollständige Angaben über Standort, Größe, Alter, Anlagentyp, Kosten und Förderung zusammengetragen. Daneben konnten Aussagen über typische Planungs-, Installations- und Materialmängel, über den Einsatz von Hilfsenergie sowie über Wartungsverfahren und -kosten getroffen werden.

Durch das daraufhin – als zweite Untersuchungsphase – eingeleitete Monitoringverfahren, das mit einem Beratungs- und Nachrüstungsangebot für die Betreiber verbunden war, verfügt Berlin jetzt über gesicherte Angaben zur Funktionsfähigkeit und zu den Erträgen der bis einschließlich 1999 installierten größeren thermischen Solaranlagen.

## Ergebnisse

Die spezifischen Kollektorerträge von 36 analysierten Anlagen betragen 108 bis 538 kWh/m<sup>2</sup> Jahr, im Mittel 330 kWh/m<sup>2</sup> Jahr (siehe nachfolgendes Diagramm).

Gut geplante und installierte Anlagen können in Berlin Werte über 500 kWh/m<sup>2</sup> Jahr erreichen. Auch nach 10-jähriger Betriebszeit liefern Anlagen gute Erträge.



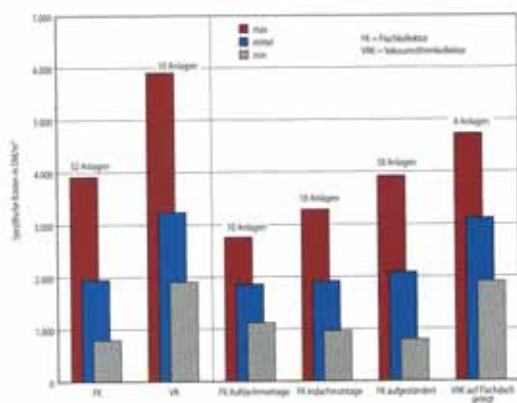
Spezifische Kollektorerträge von 36 Anlagen

Der mittlere Kollektorkreisnutzungsgrad von 43 untersuchten Anlagen erreichte 2 bis 51 %, im Mittel 29 %

Der solare Deckungsanteil von 19 Anlagen schwankt zwischen 5 und 87 %.

Die spezifischen Systemkosten für 62 Anlagen konnten zw. 270 bis 3.415 €/m<sup>2</sup>, im Mittel bei 1.163 €/m<sup>2</sup> (Diagramm rechts) ermittelt werden. Dabei bestanden deutliche Abhängigkeiten zum Jahr der Inbetriebnahme und zur Anlagengröße. Die relativ hohen mittleren Kosten resultieren aus dem hohen Anteil von Anlagen, die vor 1996 installiert wurden. Zwischen Inndach- und Aufdachmontage von Flachkollektoren konnten keine wesentlichen Unterschiede ausgemacht werden.

Bei richtiger Auslegung der Anlagen sind 600 bis 800 €/m<sup>2</sup> Kollektorfläche inklusive Planung und Baunebenkosten zu erreichen.



**spezifische Kosten nach Kollektor- und Montageart von insgesamt 62 Anlagen**

Die Diagramme sind dem Endbericht „Thermische Solaranlagen in Berlin, Bestand, Erfahrungen, Instrumente und Ausblick entnommen.

Die ermittelten Daten wurden in das ebenfalls als stadtökologisches Modellvorhaben in Auftrag gegebene Solaranlagenkataster Berlin übernommen, das erstmals für das Jahr 2000 und in einer ersten Fortschreibung für 2002 sowohl thermische Solaranlagen als auch Fotovoltaikanlagen in allen Größen dokumentiert ([www.solarkataster.de](http://www.solarkataster.de)).

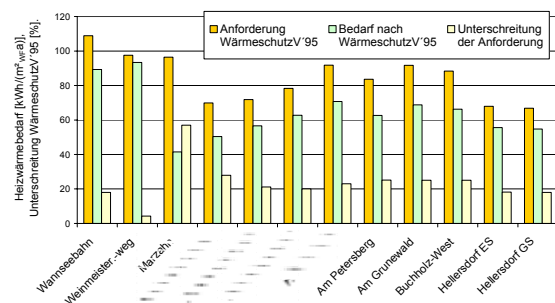
### 3. Vergleichende Bewertungen

Nachfolgend werden die im Vorabschnitt beschriebenen energetisch anspruchsvollen Vorhaben, die von unterschiedlichen Bauherren, Architekten und Energieplaner innerhalb eines Jahrzehnts entwickelt und realisiert worden sind, vergleichend analysiert und bewertet.

#### Energiekennwerte

Einheitlich für alle Projekte ist neben dem durch die Sonderförderung bedingten Modellcharakter ein über die jeweils gültigen Vorschriften hinausgehender baulicher Wärmeschutz. Dies schlägt sich mehr oder weniger deutlich in den Kennwerten des errechneten Wärmebedarfs und des gemessenen Wärmeverbrauchs nieder. Im haustechnischen Bereich wurde eine breite Palette konventioneller und neuartiger Energiekonzepte realisiert. Beide Maßnahmenkomplexe, sowohl der bauliche Wärmeschutz als auch der haustechnische Bereich, beeinflussen Verbrauchs- bzw. Bedarfskennwerte. Belastbare Aussagen zum Anteil des jeweiligen Maßnahmenkomplexes am Kennwert lassen sich jedoch nicht ableiten.

Für die in dieser Evaluierung ausgewerteten Wohngebäude wird der nach WärmeschutzV 95 vorgegebene Jahres-Heizwärmebedarf nicht nur eingehalten sondern überwiegend im Sinne der Zielstellungen um 20% unterschritten.



Ausgewertete Wohngebäude: Anforderungsniveau nach WärmeschutzV 95 (oranger Balken) sowie Unterschreitung des Anforderungsniveaus (grüner Balken entspricht dem Absolutwert und gelber Balken entspricht dem Prozentwert)

Nach den in der Nutzungsphase gewonnenen Messergebnissen haben die Wohngebäude im Mittel einen temperaturbereinigten Heizenergieverbrauch (Endenergie) bezogen auf die Wohnfläche von 76 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a).

Die jeweils mittleren Verbrauchswerte der einzelnen Modellvorhaben liegen im Bereich von 47 bis 100 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a).

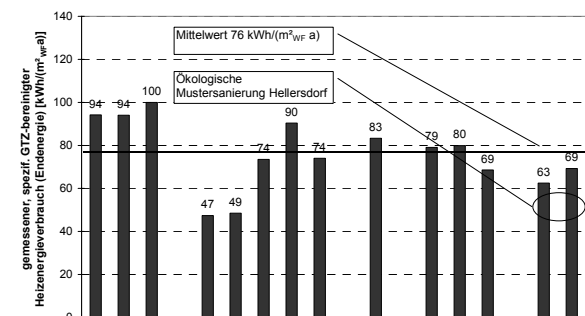
Die höchsten Heizenergieverbräuche (Endenergie) weisen die drei ältesten Vorhaben „Berliner Straße“, „Solarhäuser an der Wannseebahn“ (Mittelwert aus vier Gebäuden) und die Siedlung

„Weinmeisterhornweg“ (Mittelwert aus sieben Gebäuden) auf. Für die beiden letztgenannten Modellprojekte als Niedrigenergiehäuser der ersten Generation mit Wintergärten und Solar Kollektoren in Verbindung mit Hybridheizung sind die Verbrauchsergebnisse nicht zufriedenstellend. Praktische Erfahrungen mit Hybridheizungen wurden bei diesen Projekten erst gesammelt. Der mittlere Heizenergieverbrauch (Endenergie) der Siedlung „Weinmeisterhornweg“ konnte durch Nachbesserungsmaßnahmen von anfänglich 127 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a) auf heute 100 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a) reduziert werden.

Der geringe Heizenergieverbrauch von 47 kWh/(m<sup>2</sup><sub>WF</sub>a) für das „Niedrigenergiehaus Marzahn“ basiert nicht nur auf dem guten baulichen Wärmeschutz und der eingesetzten Gebäudetechnik, sondern auch auf der Grundrisszonierung. Die Gebäudekonzeption wurde insbesondere auch nach „solargeometrischen“ Kriterien optimiert.

Ein hohes Niveau des baulichen Wärmeschutzes, die Planung von Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung und eine dichte Ausführung der Gebäudehülle (n<sub>50</sub> < 1h<sup>-1</sup>) führen auch beim Modellvorhaben NEH Rudow-Süd, Winkelbau, zu einem geringen Heizenergieverbrauch (Endenergie).

Hervorzuheben sind im Vergleich zu den Neubaumaßnahmen die günstigen Verbrauchswerte der Mustermodernisierung Hellersdorf.



Ökologische Mustersanierung Hellersdorf: Vergleich mit Heizenergieverbräuchen anderer Modellvorhaben

Gleichwohl lässt sich feststellen, dass in einigen Fällen erhöhte Verbrauchswerte auftraten. Als Ursachen sind zu nennen:

- unangepasstes Nutzerverhalten (übermäßige Lüftung und zu hohe Raumlufttemperatur)
- anlagentechnische Verluste (Abschaltung von Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien aufgrund von Geräuschbelästigung, fehlende Einregulierung von bzw. regelungstechnische Probleme bei Anlagen)
- bauphysikalische bedingte Verluste (Bautrocknung in der ersten Heizperiode nach Fertigstellung).

## Baulicher Wärmeschutz

Die ausgewerteten Modellvorhaben weisen überwiegend einen hohen baulichen Wärmeschutz auf.

Kennzeichnender Parameter ist dafür der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust  $H_T'$ . Dieser liegt für die analysierten Modellvorhaben nach EnEV im Bereich von  $H_T' = 0,42$  bis  $0,59$   $W/(m^2K)$ , im Mittel bei  $0,52$   $W/(m^2K)$ . Die Anforderungen der EnEV werden überwiegend um 7 bis 36 % unterschritten.

Das Modellvorhaben mit dem im Vergleich zu den anderen Vorhaben (Wohngebäude) höchsten Wärmedämmstandard ist das „Niedrigenergiehaus Marzahn“. Die Dämmstoffdicken betragen im Dach 20 cm, in der Außenwand 12 cm und in der Kellerdecke 12 cm.

Daraus resultieren mittlere k-Werte für das Dach von  $0,15$   $W/(m^2K)$ , für die Außenwand von  $0,19$   $W/(m^2K)$  und der Kellerdecke von  $0,19$   $W/(m^2K)$ . Hervorzuheben ist der hohe Dämmstandard der Fenster (k-Wert =  $1,10$   $W/(m^2K)$ ).

Die Analysen belegen jedoch auch am Beispiel der drei älteren Modellvorhaben „Berliner Straße“, „Solarhäuser an der Wannseebahn“ und „Weinmeisterhornweg“, dass ein Wärmeschutz auf niedrigerem Niveau auch zu einem höheren Heizenergieverbrauch beiträgt. Die erhöhten Transmissionswärmeverluste können nur zum Teil und dann ggf. auch nur mit erhöhtem Aufwand (aktive Solarenergienutzung) ausgeglichen werden.

## Haustechnische Anlagen

Bei der überwiegenden Anzahl der Modellvorhaben wurden Heizungsanlagen als Radiatorheizungen ausgeführt. Daneben wurden in Einzelfällen Luftheizungen, Wandheizungen, Konvektoren und Fußbodenheizungen installiert. Je nach Bedarf bzw. Zonierung wurden z.T. mehrere Systeme miteinander kombiniert.

Ein Großteil der Modellvorhaben wird über maschinelle Lüftungsanlagen belüftet. Dabei wurden in den modellhaften Wohngebäuden häufig zentrale Abluftanlagen installiert. Im gleichen Umfang sehen die Lüftungskonzepte eine freie Lüftung über Fenster vor. Luftheizungen wurden

überwiegend für Umluftbetrieb ausgelegt und dienen somit nicht der Frischluftzufuhr. In einer gewerblichen Küche wurde eine Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung installiert.

Die Warmwasserbereitung erfolgt fast ausschließlich über zentrale Anlagen mit Warmwasserspeicher. Nur bei einem Modellvorhaben (Heilig-Kreuz-Kirche) ist der Bedarf so gering, dass eine dezentrale, elektrische Warmwasserbereitung erfolgt.

Aus primärenergetischer Sicht kann positiv festgestellt werden, dass bei der überwiegenden Anzahl der Modellvorhaben die Wärmeversorgung über Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung erfolgt. Darüber hinaus wurden auch Blockheizkraftwerke, Brennwertkessel und Niedertemperaturkessel ausgeführt.

Hervorzuheben ist die Installation solarthermischer Anlagen. Diese unterstützten entweder die Trinkwassererwärmung oder speisen ihre Wärme in lokale Nahwärmenetze von Wohnsiedlungen ein. Im Zusammenhang mit der solargestützten Nahwärmeversorgung wurden Anlagen mit bis zu ca.  $600$   $m^2$  Kollektorfläche gebaut.

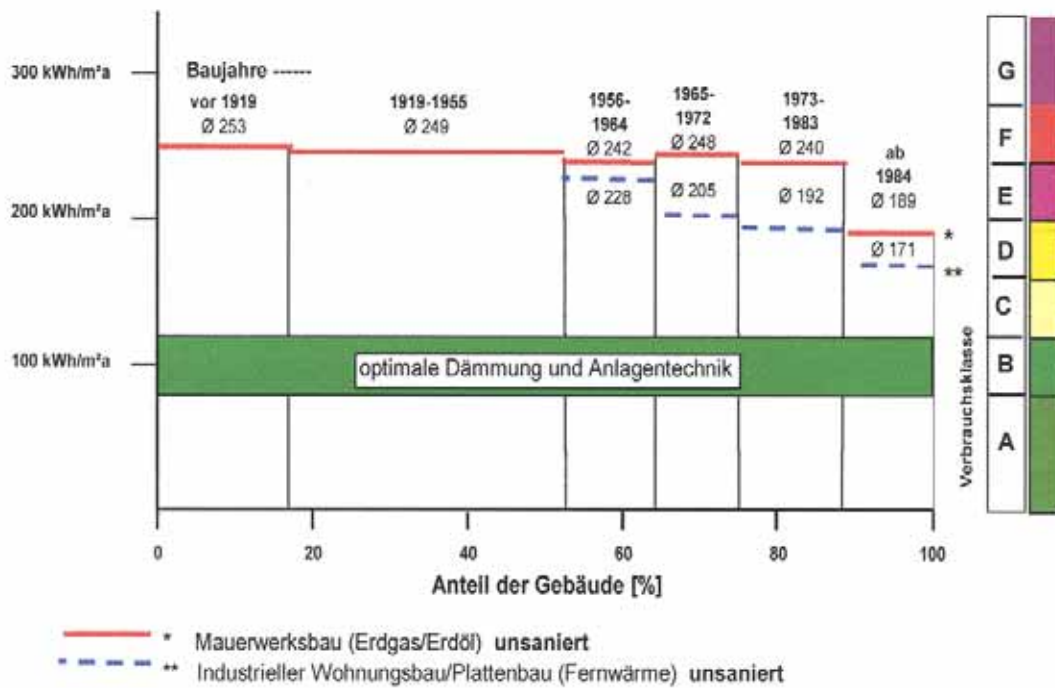
Regenerative Energien werden weiterhin über Photovoltaikanlagen und Wintergärten genutzt.

In diesem Zusammenhang sei besonders auf die innovative Lösung zur Nutzung regenerativer Energien über Luftkollektoren und daran angekoppelte Bauteilmassen (Hybridsystem) verwiesen. Jedoch konnten die zu erwartenden energetischen Effekte aus der Installation des Hybridsystems praktisch nur in Einzelfällen (Weinmeisterhornweg) nachgewiesen werden.

## Vergleich zu anderen Wohngebäuden

Der Vergleich mit den Energieverbräuchen anderer Wohngebäude ist insofern schwierig, als Datengrundlagen, wie sie für die Modellvorhaben vorliegen, für zeitgleich errichteten normalen Wohnungsbau nicht verfügbar sind bzw. nur mit unverhältnismäßigem Aufwand beschaffbar wären. Die nachstehende Grafik mit Durchschnittswerten für Gebäude unterschiedlicher Altersklassen, erstellt im Zusammenhang mit dem Berliner Heizspiegel, belegt das hohe energetische Niveau aller Modellvorhaben.

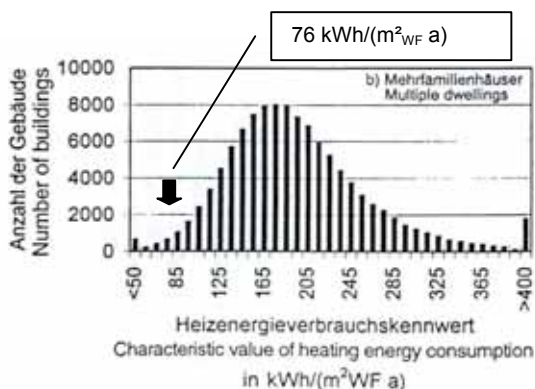




#### Verbrauchsklassen unterschiedlicher Gebäude<sup>4</sup>

Innerhalb dieser Vergleichswerte nehmen die Modellvorhaben mit einem mittleren Endenergieverbrauch von  $76 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{WF}}\text{a})$ , entspricht Verbrauchsklasse A, bezogen auf die Wohnfläche und eine Gradtagszahl von 3711 Kd, eine herausragende Rolle ein: der Energieverbrauchskennwert liegt deutlich unter dem Mittelwert für ab 1984 errichtete Gebäude (siehe Diagramm oben). Die gemessenen Energieverbräuche entsprechen zu 64% der Verbrauchsklasse A, 36% der Verbrauchsklasse B.

Im Vergleich mit den nach VDI 3807 definierten Verbrauchsklassen liegt der Durchschnitt der Modellvorhaben in einem Bereich, den zur Zeit nur weniger als 5% aller Gebäude erreichen (VDI 3807, Diagramm nachfolgend).



Heizenergieverbrauchskennwerte nach VDI 3807

<sup>4</sup> Quelle: KEBAB gGmbH

#### Spezifische Kollektorerrträge thermischer Solaranlagen

Als weiterer ökologischer Aspekt wurden bei insgesamt fünf der evaluierten Modellvorhaben thermische Solaranlagen installiert. Sie unterstützen die Trinkwarmwassererwärmung bzw. die Nahwärmeversorgung von Wohnsiedlungen.

Entsprechend der Einschätzung der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie ist ein durchschnittlicher spezifischer Kollektorerrtrag von ca.  $340 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{Kollektor}}\text{a}$  für ausgeführte thermische Solaranlagen in der Praxis ein akzeptabler Wert. In Berlin können jedoch auch Spitzenwerte der spezifischen Kollektorerrträge von bis zu  $500 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{Kollektor}}\text{a})$  und mehr erreicht werden (vergleiche dazu in Kap. 2.4 „Monitoring und Optimierung größerer thermischer Solaranlagen in Berlin“).

Vier der ausgeführten thermischen Solaranlagen der evaluierten Modellvorhaben weisen spezifische Kollektorerrträge oberhalb von  $340 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{Kollektor}}\text{a})$  aus. Der geringste spezifische Kollektorerrtrag liegt bei  $320 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{Kollektor}}\text{a})$  und damit nur geringfügig unterhalb des genannten akzeptablen Wertes. Den höchsten spezifischen Kollektorerrtrag mit  $473 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{Kollektor}}\text{a})$  erreicht die Solaranlage des Projekts NEH Am Grunewald. Die spezifischen Kollektorerrträge erreichen somit ein befriedigendes bis sehr gutes Niveau.

#### CO<sub>2</sub>-Emission

Die Kombination unterschiedlicher Maßnahmen sowohl bei den Grundlagen und Querschnittsuntersuchungen als auch bei den modellhaften

Bauvorhaben führen zu einer nachhaltigen Reduzierung bzw. Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Als wesentliche Maßnahmen zur Senkung des Primärenergieverbrauchs und damit auch von CO<sub>2</sub>-Emissionen sind guter baulicher und anlagentechnischer Wärmeschutz, Ausnutzung solarer Gewinne, Einsatz regenerativer Energien und effektiver Anlagentechnik zu nennen.

Allein die Unterschreitung des Anforderungsniveaus der WärmeschutzV'95 (Jahresheizwärmebedarf) führte bei den ausgewerteten Modellvorhaben im Mittel zu jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 5,4 kg CO<sub>2</sub> / (m<sup>2</sup><sub>AN</sub> a) (Rechenwert). Der Bereich der jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen reicht von 2,1 bis 11,5 kg CO<sub>2</sub> / (m<sup>2</sup><sub>AN</sub> a) (Rechenwert).

Durch die Maßnahmen im Rahmen des Landesprogramms „Stadtökologische Modellvorhaben“ wurde in Berlin ein beachtenswerter Beitrag zu den anspruchsvollen Zielen der Bundesregierung zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Rahmen des „Kyoto-Protokolls“ geleistet.

## Fazit

Im Ergebnis der Auswertung Grundlagen und Querschnittsuntersuchungen konnte festgestellt werden, dass im Rahmen der öffentlichen Förderung für die Altbausanierung und für energiesparende Maßnahmen an zentralen Heizungs- und Warmwasseranlagen die Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emission um über 320.000 t erreicht wurde.

Der Leitfaden zur Planung und Umsetzung von integrierten Energieversorgungskonzepten für Neubau und Sanierungsgebiete ist inzwischen Regelstandard bei der Vorbereitung aller größeren Wohnungsbau- und Stadterneuerungsvorhaben in Berlin.

Durch das Monitoring von 80 thermischen Solaranlagen wurden umfangreiche Erfahrungen zur Nutzung und zum optimierten Betrieb dieser Anlagen gesammelt.

Im Ergebnis der Auswertung der modellhaften Bauvorhaben kann festgestellt werden, dass in der Planung und Ausführung die WärmeschutzV'95 zumeist um 20 bis 25 % unterschritten wurde.

Das energetische Konzept der Modellvorhaben zeichnet sich für fast alle Vorhaben durch einen guten bis sehr guten baulichen Wärmeschutz aus. Ergänzend dazu werden bei acht Vorhaben regenerative Energien genutzt (Photovoltaik, thermische Solaranlagen, Luftkollektoren). Drei Wohngebiete werden über eine solargestützte Nahwärmeversorgung beheizt. Zwei Modellvor-

haben werden über Blockheizkraftwerke mit Wärme versorgt.

Mehrverbräuche werden vor allem auf ein unangepasstes Nutzerverhalten zurückgeführt (Lüftungsverhalten, höhere Raumtemperatur). Aber auch nicht belastbare Messungen in der ersten Nutzungsphase der Gebäude mit erhöhtem Wärmebedarf für die Austrocknung werden als Ursachen angeführt.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass durch das Landesprogramm „Stadtökologische Modellvorhaben“ gesicherte Erkenntnisse zum ökologisch nachhaltigen Bauen gewonnen, ökologische Einzelmaßnahmen erprobt und ökologische Gesamtkonzepte umgesetzt werden konnten.

Im Gegensatz zu vielen anderen „ökologischen“ Bauvorhaben liegen aus dem Monitoring belastbare Ergebnisse in der Nutzungsphase vor. Daraus wird auch deutlich, dass nur eine kontinuierliche, an den Anforderungen orientierte Begleitung des Planungs- und Bauprozesses durch engagierte „Sachverwalter des ökologischen Bauens“ zu diesen Ergebnissen führt. Selbst unter diesen günstigen Voraussetzungen ist festzustellen, dass oft aus Kostengründen innovative Einzellösungen aus der Planung nicht zur Ausführung kommen.

## 4. Ausblick und Schlussbemerkung

In Anlehnung an das Bundesprogramm für Experimentellen Wohnungs- und Städtebau EXWOST sind seit 1988 in Berlin 64 „Stadtökologische Modellvorhaben“ entwickelt, gefördert und realisiert worden. Dafür wurden rund 18 Mio € Fördermittel ausgezahlt. Mit diesem Programm sollten gesicherte Erkenntnisse zur Weiterentwicklung des Bauens und des Städtebaus im Sinne des ökologisch nachhaltigen Bauens gewonnen werden. Thematische Schwerpunkte waren sowohl die Erprobung innovativer ökologischer Einzellösungen als auch die Umsetzung ökologischer Gesamtkonzepte. Die Modellvorhaben wurden wissenschaftlich begleitet und ausgewertet.

Im Rahmen einer Querschnittsanalyse waren die geplante und tatsächlich erreichte energetische Effizienz für ausgewählte Modellvorhaben auszuwerten. Die Ergebnisse sollten u.a. auch Grundlage für die Erarbeitung von Richtlinien, Arbeitshilfen und ggf. eines Leitfadens zum energiesparenden Bauen der öffentlichen Hand in Berlin sein. Mit der Bearbeitung der Analyse wurde das Institut für Erhaltung und Modernisie-

rung von Bauwerken e. V. an der TU Berlin (IEMB) beauftragt.

Die Analysen belegen, dass mit der Förderung von Energieeinsparmaßnahmen sowie durch die energetische Begleitung und das Monitoring der erreichten Energieeffizienz erhebliche Effekte erreicht werden können. Allein aus den Maßnahmen im Rahmen der öffentlichen Förderung des Landes Berlin für die Altbausanierung und für energiesparende Maßnahmen an zentralen Heizungs- und Warmwasseranlagen wurden 1991 bis 1994 die CO<sub>2</sub>-Emissionen um über 320.000 t/a und der Heizenergieverbrauch um 45 % reduziert sowie 5.500 Arbeitsplätze gesichert bzw. neu geschaffen.

Im Ergebnis der Auswertungen schlägt das IEMB vor, dass durch das Land Berlin, angepasst an die finanzielle Situation in Berlin, die Anstrengungen zu deutlicher Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebestand fortgesetzt werden.

Dabei erscheint es ratsam

- Richtlinien, Arbeitshilfen oder auch einem Leitfaden zum nachhaltigen Bauen (Neubau und Bestand) zu entwickeln und für Bauvorhaben des Landes verbindlich vorzugeben,
- die energetische Begleitung wichtiger Landesbauvorhaben aus dem Personalbestand abzusichern,
- innovative Technologien zur rationellen Energieverwendung mit „Berliner Hintergrund“ bzw. deren Entwicklung gezielt zu fördern und die Ergebnisse durch ein vergleichbares Monitoring praxisnah zu erfassen und auszuwerten und
- die Ergebnisse der Modellvorhaben in solche Projekte wie „Solarkataster Berlin“, „Gütesiegel und neue Standards für thermische Solaranlagen“ oder auch das Projekt „Solares Contracting“ einfließen zu lassen.

## Erläuterungen zu den Abkürzungen

<b>ARGE Nord</b>	GbR ARGE Nord Pandion GmbH & Grundbesitz KG und Otremba Grundbesitz Verwaltungsgesellschaft mbH, Berlin
<b>ARUP</b>	Arup GmbH Ingenieure und Planer, Berlin
<b>bbg</b>	BERLINER BAUGENOSSENSCHAFT eG
<b>BSM</b>	Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und Modernisierung mbH
<b>BWV</b>	Beamten-Wohnungs-Verein zu Berlin eG
<b>complan</b>	complan Gesellschaft für kommunale Planung und Stadtentwicklung mbH, Berlin
<b>CONVIS</b>	CONVIS Baumanagement & Projektsteuerung GmbH, Kleinmachnow
<b>Energiekontor</b>	Ingenieurgesellschaft für Haustechnik mbH, Berlin
<b>EST</b>	Ingenieurbüro EST Ingenieure GmbH Berlin (vorm. EST EnergieSystemTechnik Wiedmann und Wüst GbR, Berlin)
<b>GEHAG</b>	Gemeinnützige Heimstätten AG, Berlin
<b>GSW</b>	Gemeinnützige Siedlungs- und Wohnungsbaugesellschaft Berlin mbH
<b>GUT</b>	Gesellschaft für Umwelttechnik und Unternehmensberatung mbH
<b>HELIOGRAPH</b>	Ingenieurgesellschaft für rationelle Energieverwendung mbH Aachen
<b>IBP</b>	Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart
<b>IBUS</b>	Institut für Bau- Umwelt- und Solarforschung GmbH, Berlin
<b>lbW</b>	Ingenieurbüro Wärme, Berlin
<b>IC Consult</b>	Industrie & Communal Consulting GmbH, Aachen
<b>IGS</b>	Institut für Gebäude- und Solartechnik, Technische Universität Braunschweig
<b>ITW</b>	Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik, Universität Stuttgart
<b>KEP</b>	KLAUS ENGELHARDT & Partner, beratenden Ingenieure für Industrie- und Haustechnik, Berlin
<b>PPL</b>	Planungsgruppe Professor Laage, Hamburg
<b>STATTBAU</b>	STATTBAU Stadtentwicklungsgesellschaft mbH - Treuhänderischer Sanierungsträger Berlins
<b>Steinbeis-Transferzentrum</b>	Steinbeis-Transferzentrum-Energie, Gebäude- und Solartechnik (EGS), Stuttgart
<b>V.I.A.</b>	Vertriebs- und Konzeptionsgesellschaft für Immobilien- und Fondsanlagen mbH, Dortmund
<b>WBG Marzahn</b>	Wohnungsbaugesellschaft Marzahn mbH
<b>WoGeHe</b>	Wohnungsbaugesellschaft Hellersdorf mbH
<b>wohnstatt</b>	wohnstatt Gesellschaft für Stadterneuerung mbH – Treuhänderischer Sanierungsträger Berlins