

Energieeffiziente Sanierung: Prinzipien – Aufgaben – Möglichkeiten

Renovation for Energy-Efficiency: Principles – Issues to be Addressed – Possibilities

Roberto Gonzalo



1

In der Vergangenheit weckten Sanierungen und Umbaumaßnahmen erst dann das Interesse des Architekten, wenn es sich um denkmalgeschützte oder bedeutungsvolle Sonderbauten handelte. Dabei nahmen gestalterische Ansprüche eine herausragende Stellung ein, während die energetischen Aspekte meist zweitrangig behandelt wurden und vor allem auf die Sicherung der Bausubstanz oder auf das Vorbeugen von Bauschäden abzielten. Die Sanierung des Alltäglichen kam einer Hausmeistertätigkeit gleich und wurde eher verachtet. Auch Investoren waren kaum bereit, sich bei der energiesparenden Sanierung der Bausubstanz zu engagieren.

Energieeffiziente Architektur wurde in Entwicklung und Anwendung anfangs fast ausschließlich bei Neubauten praktiziert. Dabei sind die realisierbaren Einsparungen in diesem Sektor von untergeordneter Bedeutung, vergleicht man diese mit dem Einsparungspotenzial im gesamten Baubestand. Schätzungsweise über drei Viertel der vorhandenen Bausubstanz sind im energetischen Sinne sanierungsbedürftig. Der Energiebedarf dieser Bauten beträgt ein Vielfaches des Energiebedarfs eines Neubaus. Dies war der Grund für eine stärkere Berücksichtigung von Sanierungsmaßnahmen bei der letzten Novellierung der Energieeinsparverordnung sowie diverse Fördermaßnahmen in Form von finanziellen Anreizen.

Der energetische Aspekt in der Gebäudesanierung entwickelte sich schließlich von einer »nice to have«-Attitüde zu einem unverzichtbaren Bestandteil und immer öfter sogar zum eigentlichen Auslöser von Sanierungsmaßnahmen. Betrachtet man das Ausmaß des sanierungsbedürftigen Bauvolumens, erkennt man deutlich, dass die Sanierung mittlerweile ein wichtiges Beschäftigungsfeld des Architekten darstellt. Für diese Aufgabe gilt es, sich genau vorzubereiten. Die Aneignung oder die Entwicklung eines Repertoires erprobter Lösungsmöglichkeiten für sich wiederholende Sanierungsprobleme (Wärmebrücken, Lüftung) sollte zum selbstverständlichen Grundbestandteil der technischen Ausbildung werden. Wichtiger jedoch

erscheint die Entwicklung eines gestalterischen Wortschatzes für die Anwendung dieser Maßnahmen. Energetische Anforderungen sollten auch bei der Gebäudesanierung nicht als freiheits- und fantasieraubend angesehen werden. Vielmehr sollten die Möglichkeiten genutzt werden, den formalen Kanon signifikant zu erweitern. Die energetische Sanierung von Gebäuden ist mehr noch als ein konstruktiver ein global-integrativer Prozess, in dem auch städtebauliche, typologische und planerische Aspekte in ihrer energetischen Auswirkung gewürdigt werden müssen. So kann diese Tätigkeit als ein nahezu unendliches Beschäftigungsfeld für den Architekten betrachtet werden.

Städtebau

In der städtebaulichen Betrachtung kommt der Sanierung des Bestands, auch ohne besonderes Augenmerk auf die energetischen Aspekte der Gebäudesanierung selbst, eine herausragende Bedeutung zu. Neben den Energieeinsparungen im Betrieb wird eine Verlängerung der Lebensdauer der Bausubstanz und die weitere Nutzung der vorhandenen Infrastruktur (Erschließung, Ver- und Entsorgung) ermöglicht. Der Energieaufwand bei der Herstellung und dem anschließenden Abbruch verteilt sich so über einen längeren Zeitraum. Die Stoffkreisläufe werden verlängert, statt einzelner Materialien wird das ganze Gebäude recycelt (Abb. 1).

Auf städtebaulicher Ebene stellt die Sanierung des Bestands in Verbindung mit der Verdichtung der Baufläche durch Aufstockung, Anbau, Erweiterung oder Neubau zwischen bestehenden Bauten eine energetisch optimale Lösung dar. Damit wird zusätzlich zur Reduzierung des Verbrauchs eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Infrastruktur erreicht. Angesichts der unkontrollierbaren Folgen der Stadterweiterung in der Peripherie gibt es dazu bei vielen Städten keine vernünftige Alternative.

Bestehende Bauten zu sanieren bedeutet große Energieeinsparungen im Vergleich zu neuen Baumaßnahmen auf der grünen Wiese mit all ihren Folgen, angefangen von den unmittelbar auf den Bau bezogenen Aspekten wie Infrastruktur und Erschließung bis hin zu den bekannten negativen Entwicklungen wie Flächenversiegelung, Entwurzelung der Innenstadt oder Pendelverkehr mit seinen nicht unbedeutenden energetischen Kosten. So entspricht beispielsweise der Energieaufwand einer täglichen Pendelfahrt von insgesamt nur 25 km mit einem durchschnittlichen Pkw dem Heizungsbedarf einer nach der geltenden Energieeinsparverordnung gebauten Wohnung mit 75 m².

Gebäudeplanung

Die energetische Sanierung eines Gebäudes darf nicht nur als ein technisches oder konstruktives Problem gesehen werden.



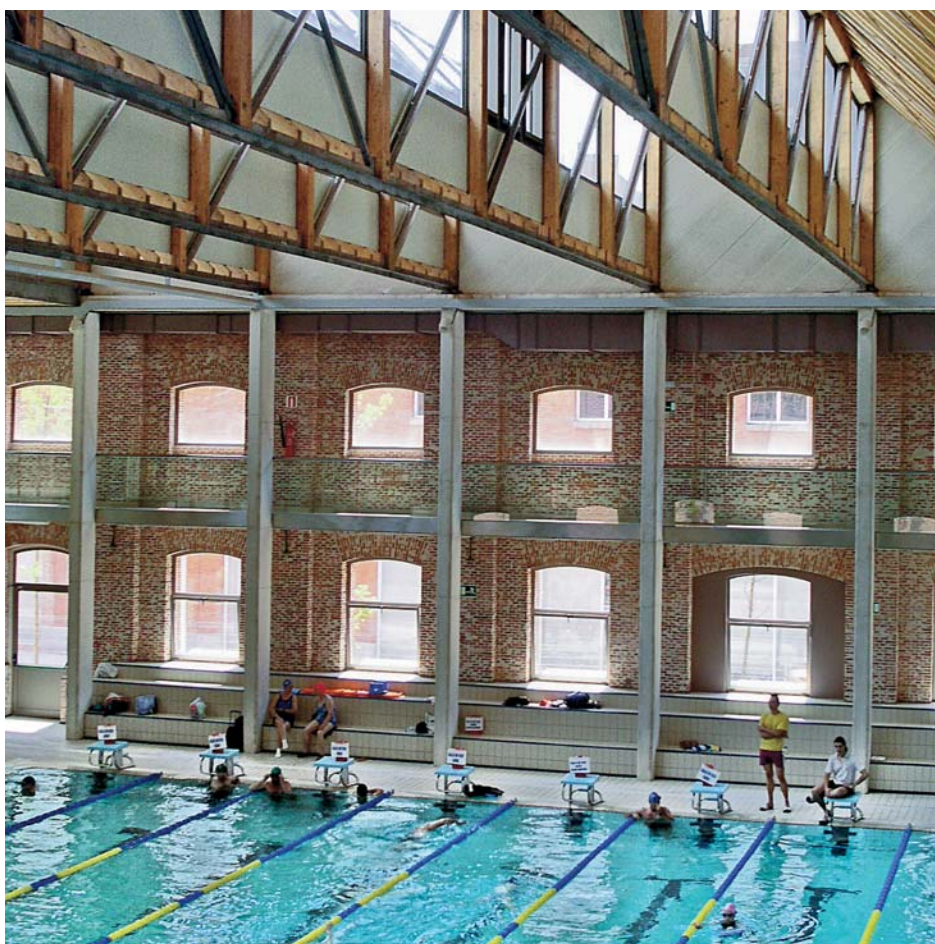
2

- 1 Ökologische Modellsanierung in München, Per Krusche, Arche Nova, 1989. Frühes Beispiel einer energetischen Sanierung in der Stadt
- 2 Woningbouw Kiefoek in Rotterdam, JJP Oud, 1925–30. Mit der Sanierung wurde die Siedlung den neuen Wohnanforderungen angepasst.
- 3 Umwandlung von Industriebauten in ein Sportzentrum in Madrid, Oscar Tusquets Blanca, 2004

Roberto Gonzalo promovierte bereits 1989 an der TU München mit dem Thema Passive Nutzung der Sonnenenergie und ist Mitinhaber des Architekturbüros Pollok+Gonzalo in München. Im Frühjahr erschien eine ausführliche Darstellung des Themas als Buch: Energieeffiziente Architektur, R. Gonzalo, K. Habermann, Basel, 2006.

- 1 Ecological renovation prototype in Munich, Per Krusche, Arche Nova, 1989. Early example of energy-conscious renovation in an urban environment.
- 2 Woningbouw Kiefoek in Rotterdam, JJP Oud, 1925–30. With this renovation the residential complex was brought up to contemporary living standards.
- 3 Industrial buildings were converted to serve as a sports centre in Madrid, Oscar Tusquets Blanca, 2004.

Roberto Gonzalo completed his dissertation at the University of Technology Munich on the topic passive-solar energy, and is founding member of the architecture firm Pollok + Gonzalo in Munich. For a detailed treatment of the topic see Energy-Efficient Architecture, R. Gonzalo, K. Habermann, Birkhäuser, 2006.



Im Gegenteil, der Umfang der angestrebten Sanierung wird auch die Reichweite der möglichen Energiesparmaßnahmen definieren. Handelt es sich um eine reine Sanierung der Bausubstanz, werden sich die Maßnahmen in erster Linie auf die Dämmung der Gebäudehülle und Ertüchtigung oder Erneuerung der technischen Einrichtungen beschränken. Wenn bei der Sanierung auch die Funktion des Gebäudes an neue Anforderungen anzupassen ist oder eine neue Nutzung im Bestand untergebracht werden soll, kann sowohl eine grundlegende planerische Überarbeitung des Gebäudes als auch eine Betrachtung von Nutzungskonzepten die Beziehung

zwischen Gebäude und Energieverbrauch in eine andere Perspektive rücken (Abb. 2). Durch eine Neuordnung der Funktionen kann eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Fläche erzielt werden, denn Fläche zu sparen ist die beste Energiesparmaßnahme. Nicht benötigte Fläche zu beheizen stellt eine sinnlose Energieverschwendung dar. Über Jahrzehnte führten neue Entwicklungen in der Nutzung in vielen Fällen zu Restflächen oder nicht effizient genutzten Grundrisszuschnitten. Mit Hilfe der Sanierung werden diese ungenutzten Potenziale im Gebäude bei gleich bleibendem Bauvolumen abgerufen. Die Gegebenheiten des Bestands können

dazu führen, neue Nutzungsmuster zu entwickeln. Die Sanierung verwandelt sich so in einen Motor für die Entwicklung und Erprobung neuer Konzepte. Dem Wandel und der Vielgestaltigkeit der unterschiedlichen Wohn- und Arbeitskonzepte könnte damit in einer Form Rechnung getragen werden, welche in dieser Art selten bei einem Neubau zu finden wäre. Dabei sollte beachtet werden, dass die Potenziale für eine energetische Sanierung in Abhängigkeit von der jeweiligen Gebäudetypologie unterschiedlich zu bewerten sind.

Die Sanierung von Wohnbauten eignet sich beispielsweise bestens dafür, die Wohnkultur neu zu definieren und von festgefahrenen Konzepten abzuweichen. Altbauten sind meistens durch verhältnismäßig große, nutzungsneutrale Raumzuschnitte charakterisiert. Diese bieten zahlreiche Möglichkeiten für verschiedene Wohnungsnutzungen. Gewerbliche Bauten werden bei einer Sanierung hinsichtlich ihrer Nutzung fast immer radikal verändert. Die Umplanung dient dazu, eine bessere Ausnutzung der vorhandenen Räumlichkeiten zu erzielen (Abb. 3). Offene Grundrisse eignen sich besser für veränderbare Organisationsprinzipien und erlauben es, mit einfachen Mitteln auf Änderungen in den Nutzungsanforderungen zu reagieren. Auch für die Wärme- und Luftverteilung ist die Offenheit im Grundriss nützlich. Abhängig von der Bausubstanz ist eine offene Raumnutzung aber meistens ein nur schwer erreichbares Ziel.

Die technischen Standards werden in den meisten Fällen auf die modernen Bedürfnisse angepasst. So machen z.B. Belichtungsdefizite durch kleine Öffnungen, tiefe Laibungen oder eine ungünstige Lage eine Unterstützung durch künstliche Beleuchtung notwendig.

Aufgrund der Nutzungsverdichtung und eines höheren Installationsgrads gewinnt die interne Wärmeproduktion an Bedeutung. Dies stellt einen willkommenen Beitrag für den Winter dar, erweist sich aber im Sommer oft als schwerwiegendes Überhitzungsproblem. Ist eine massive Bauweise vorhanden, kann diese einen Temperatureausgleich



4

- 4 Sanierung des Pfarrzentrums in Gilching, Pollok+Gonzalo, 2000. Natürliche Belichtung und Sonnenschutz wurden optimiert.
- 5 Innenhofüberdachung Museum für hamburgische Geschichte in Hamburg, von Gerkan, Marg und Partner, 1989. Der unbeheizte Pufferbereich reduziert die Wärmeverluste.
- 6, 7 Sanierung eines Kindergartens aus den 70er-Jahren in Lochham, Pollok+Gonzalo, 2003. Innenliegende Dämmung der Wärmebrücke bei den Betonschotten und Dämmung der nicht unterkellerten Bodenplatte mit Vakuumdämmpaneelen.

- 4 Renovation of the parish centre in Gilching, Pollok+Gonzalo, 2000. Daylighting and sun protection were optimised.
- 5 Enclosure of interior court at the hamburgmuseum, Hamburg, by von Gerkan, Marg and Partners, 1989. The unheated buffer-zone reduces heat loss.
- 6, 7 Renovation of a pre-school dating to the 1970s in Lochham, Pollok+Gonzalo, 2003. Interior insulation of the thermal bridging at the load-bearing member, and vacuum-insulation-panel insulation of the concrete slab on grade.

bewirken. Zudem kann ein effizienter Sonnenschutz bei vorgegebenen Himmelsrichtungen eine zusätzliche Überhitzung durch unerwünschte Sonneneinstrahlung verhindern. Dabei sind die Verschattungsmittel mit der natürlichen Belichtung und Belüftung in Einklang zu bringen (Abb. 4).

Soziale und kulturelle Einrichtungen umfassen meist eine Vielzahl an Funktionen mit sehr unterschiedlichen Anforderungen. Obgleich alle Grundsätze zur Energieeinsparung auch hier Gültigkeit besitzen, sind pauschale Lösungen für die energetische Sanierung wenig sinnvoll. Die einzelnen Maßnahmen müssen von Fall zu Fall untersucht und bewertet werden. Bei Schulen etwa hält nach einer natürlichen Bedarfslüftung die nötige Luftqualität nicht lange vor, was Konzentrationsstörungen zur Folge hat. Eine kontrollierte Lüftung bietet sich hier also, nicht nur als energiesparende Maßnahme, besonders an.

Bei kulturellen Einrichtungen wie Bibliotheken, Museen oder Veranstaltungsräumen befand sich selten vorher die gleiche Nutzung im Bestand. Oft ziehen diese Institutionen in historisch bedeutsame Gebäude oder in frei gewordene gewerbliche Bauten ein. Durch die architektonische Bedeutung solcher Bauten rücken die energiesparenden Maßnahmen meist in den Hintergrund. Dabei ist angesichts der Vorbildfunktion gerade hier eine energetisch qualitätvolle Architektur besonders wichtig (Abb. 5).

Egal bei welcher Nutzung, der Erfolg eines energiesparenden Konzepts ist in vielerlei Hinsicht vom Nutzerverhalten abhängig. Wie in vielen Messungen nachgewiesen wurde, kann allein die bevorzugte Innentemperatur bei wenigen Grad Unterschied erhebliche Abweichungen im Verbrauch hervorrufen. Divergenzen zwischen Energieberechnung und Messungen, welche auf das Verhalten des Nutzers zurückzuführen sind, ergeben sich bei Maßnahmen, die eine Bedienung verlangen (Sonnenschutz, Lüftung) so gut wie immer. Vor allem bei unbekanntem Nutzern sollte die Bereitschaft zur richtigen Bedienung eher vorsichtig eingeschätzt wer-

den. Ein sicheres Funktionieren kann nur über eine einfache, weitestgehend wartungsfreie Konzeption garantiert werden.

Konstruktion und technischer Ausbau

Mittlerweile lassen sich für verschiedene Bauperioden typisierte, konstruktive Merkmale der bestehenden Bauten finden. So ist in der technischen Literatur bereits eine Katalogisierung der wichtigsten Lösungsansätze für die verschiedenen Situationen zu finden. Sicherlich können bei denkmalgeschützten Bauten und bestimmten Konstruktionsarten wie etwa Fachwerkhäusern Schwierigkeiten bei einer energetischen Sanierung auftreten. Mit ihrem Bauvolumen

stellen sie aber nur einen geringen Teil der Sanierungsaufgaben dar.

Dagegen hat die rege Bautätigkeit der Nachkriegszeit bis in die 70er-Jahre ein umfangreiches Bauvolumen produziert, welches heute ca. 50 % der vorhandenen Baubsubstanz ausmacht. Mit nur der Hälfte ihrer Lebenserwartung hinter sich sind diese Bauten in konstruktiver und energetischer Hinsicht zumeist obsolet geworden und stehen vor einer Generalsanierung, wenn nicht vor dem Abbruch. Dabei sind Einsparungen von 30 bis 70 % des Energieverbrauchs allein auf konstruktiver Ebene technisch und wirtschaftlich durchaus realisierbar. Zudem wurden in dieser Zeit klare Grundrisse mit



5



6



7

nutzungsneutralen Räumen und die Verwendung elementierter Bauteile bevorzugt. Dies sind ideale Voraussetzungen für weitere Einsparungen bei der Umplanung. Eine Bestandsanalyse aus bauphysikalischer Sicht ist Voraussetzung für die Auswahl der Sanierungsmaßnahmen. Die Gewichtung der Bestandteile hinsichtlich ihrer Energiebilanz entscheidet letztlich über ihre Priorität. Eine Minderung der Transmissionswärmeverluste verlangt die saubere Definition der thermischen Trennung zwischen beheiztem und unbeheiztem Raum, um an dieser Stelle den nötigen Wärmeschutz anzubringen. Bei einem kompakten Volumen ist diese Aufgabe entsprechend einfacher und die benötigten Dämmstandards sind dann in wirtschaftlicherer Form zu bewerkstelligen. Vordächer, Balkone und bauliche Unregelmäßigkeiten der Fassade (z. B. Gesimse) stellen gewichtige Hindernisse dar. Die Beseitigung der Wärmebrücken bildet im Grunde die sportliche Herausforderung der energetischen Sanierung (Abb. 6, 7). Anbaumaßnahmen mit einer Erweiterung des Fassadenbereichs bieten eine dreidimensionale Lösung für die Fassadendämmung. Auch die Öffnung der Fassade kann dadurch funktionalen und energetischen Anforderungen angepasst werden (Abb. 8–10). Mit der Reduzierung der Transmissionswärmeverluste gewinnen die Lüftungswärmeverluste an Bedeutung. Mit einer kontrollierten Lüftung mit Wärmerückgewinnung lässt sich erhöhten Lüftungswärmeverlusten in Folge eines unkontrollierten Luftaustauschs entgegenwirken. Diese Systeme setzen eine dichte Ausführung der Gebäudehülle voraus. Neue Fenster und die sorgfältige Behandlung von Bauteilanschlüssen und Durchbrüchen sind deshalb unerlässlich. Seitens der Energiegewinne lassen sich die Solarbeiträge bei unveränderten Fenstergrößen und Himmelsrichtungen wenig beeinflussen. Hier bringen hochqualitative Verglasungen einen wertvollen Ausgleich zur geringen Sonneneinstrahlung. Nicht zuletzt bildet die Erneuerung des Heizsystems in der Regel einen Eckpunkt der energetischen Sanierung. Eine solar-

thermische Ausrüstung im Zusammenhang mit einer Heizungserneuerung ist die aussichtsreichste Maßnahme, um die Energiebilanz im Bestand zu verbessern. Der Einsatz von Solarkollektoren ist jedoch streng von der Situation des Bestands, hauptsächlich von seiner Lage und Himmelsrichtung, abhängig. Daneben gibt es im technischen Bereich weitere Faktoren, die ein erhebliches Einsparpotenzial bieten. Diese reichen von der Art der Wärmeabgabe oder dem jeweiligen Regelungssystem bis hin zur Auswahl des Energieträgers und der Abrechnung der Heizkosten.

Das Zusammenspiel verschiedener aufeinander abgestimmter Maßnahmen bei der energetischen Optimierung eines Gebäudes kann beispielhaft anhand des Kindergartens St. Martin in Martinsried veranschaulicht werden (Abb. 11–13): Eine radikale Neugestaltung sollte das Gebäude aus den 70er-Jahren in Alu-Skelett-Konstruktion von gravierenden funktionalen und konstruktiven Defiziten befreien. Ein zwischen den zwei bestehenden Trakten eingefügter Verbindungsgang bildet den raumbestimmenden Kern der neuen Planung und erstreckt sich vom Eingangshof bis zum Garten als Windfang, Warteraum, Garderobe oder geschützter Freibereich. Galerien in Stahl sind in den Gruppenräumen an die vorhandene Struktur angehängt worden. Bei den baulichen Maßnahmen ist die Energiebilanz in vielfacher Weise beeinflusst worden:

Transmissionswärmeverluste – Die gesamte Gebäudehülle ist mit baubiologisch unbedenklichen Materialien erneuert worden. Den konstruktiven und gestalterischen Anforderungen der jeweiligen Bauelemente entsprechend wurden unter Berücksichtigung einer wirtschaftlichen Bauweise die passenden Dämmsysteme ausgewählt:

- neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung (U-Wert von 2,80 auf 1,10 W/m²K reduziert)
- zusätzlicher Schutz der kompletten Fassade mit 80 mm Mineralwollendämmung und hinterlüfteter Eternitverkleidung (U-Wert

von 0,27 auf 0,17 W/m²K reduziert), hierdurch

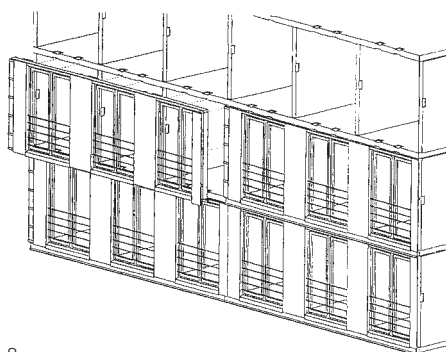
- Behebung der strukturbedingten problematischen Wärmebrücken Bodenplatte/Außenwand und Außenwand/Dach
- Dachdämmung mit ca. 340 mm Zellularsedämmung, zwischen die Aluminiumträger in die bestehende Dachkonstruktion eingebracht (U-Wert von 0,33 auf 0,12 W/m²K reduziert)
- neuer verglaster Windfang im Westen als thermischer Puffer
- Kriechkeller unterseitig gedämmt mit angedübelten 100 mm Mineralwolle-Dämmplatten (U-Wert von 0,62 auf 0,21 W/m²K reduziert)

Lüftungswärmeverluste – Die winddichte Ausführung der kompletten Außenfläche und luftdichte neue Fenster bilden die Voraussetzung für eine effiziente kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung in den Gruppen- und Intensivräumen. Die kostengünstige Ausführung besteht aus zwei geraden sichtbaren Kanälen im Firstbereich mit einer Rückgewinnungsanlage im Bereich der Galerien. Zu- und Abluft erfolgen auf kürzestem Weg über Dach. Nebenräume, Flure und Räume mit zeitlich beschränkter Nutzung (Leiterin, Personal, MZR) erhalten eine natürliche Fensterlüftung.

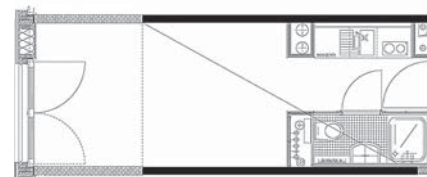
Solare Wärmegewinne – Die solaren Wärmegewinne werden durch Entfernung der Dachüberstände und durch neue Fenster mit geringem Rahmenanteil (Pfosten-/Riegel-Fassade mit zwei Drittel der Glasfläche als Festverglasung) optimiert. Differenzierte Sonnenschutzmaßnahmen nach Lage oder Himmelsrichtung (Oberlichte mit Stoffrollos, Pergola vor Gruppenräumen, Vorhänge) schützen vor Überhitzung.

Interne Wärmegewinne – Der Nutzung angepasste Oberlichter, die Umgestaltung der Fassade und die Entfernung der Dachüberstände lassen eine offene, helle Atmosphäre in den Räumen entstehen, wodurch auch der Stromverbrauch für die Beleuchtung reduziert wird. Die kontrollierte Lüftung erlaubt zudem eine bessere Ausnutzung und Verteilung der internen Wärmegewinne sowie der solaren Wärmeeinträge.

- 8–10 Studentenwohnheim in Wuppertal, PPP in Partnerschaft mit Müller-Schlüter, 2000. Erweiterung im Grundriss mit neuer, gut gedämmter Fassade und optimierten Öffnungen
- 9 Sanierung eines Kindergartens in Martinsried, Pollok+Gonzalo, 2005. Erneuerung der Außenhaut und Einbau einer kontrollierten Lüftung mit Wärmerückgewinnung
- 8–10 Dormitory in Wuppertal, PPP in partnership with Müller-Schlüter, 2000. Floor area expanded with new, well-insulated facade and optimised apertures
- 9 Renovation of a pre-school in Martinsried, Pollok+Gonzalo



8



9

Heizung – Als Energieträger steht Fernwärme zur Verfügung. Das System für die Wärmeverteilung wurde geändert – anstelle der trägen Fußbodenheizung wurden flache hohe Radiatoren (Niedrigtemperatur mit hohem Strahlungsanteil) senkrecht zur Fassade an den Innenwänden platziert. Die schnellere Reaktion des Systems erlaubt eine bessere Anpassung auf wechselnde Anforderungen (Sonnenschein, intermittierender Betrieb).

Der berechnete Heizenergiebedarf für den Bestand ergab einen Wert von 229,2 kWh/m²a, charakteristisch für Gebäude dieser Bauart. Durch die beschriebenen Maßnahmen konnte dieser Wert auf 49,1 kWh/m²a reduziert werden, womit ein Niedrigenergiestandard erreicht wurde.

Perspektiven – Aufgaben

Im Entscheidungsprozess einer Sanierung sind vorrangig zwei Faktoren zu überprüfen: die Sanierungsfähigkeit und die Sanierungswürdigkeit des Gebäudes. Erstere bezieht sich auf die Eigenschaften des Gebäudes selbst und definiert sowohl die Reichweite der Maßnahmen als auch ihre Wirtschaftlichkeit. Zweitere bezieht sich auf die Werte des Bestands wie Denkmalschutz, Lage oder funktionale Eignungsmerkmale, die für den Erhalt der Bausubstanz von Bedeutung sind. Auch energetische Gesichtspunkte sind, wenn auch selten entscheidend, wichtige Aspekte.

Maßnahmen, die bei der Sanierung konstruktiv notwendig sind (Dachsanierung, neue Fenster, Erneuerung der Heizung), benötigen keine wirtschaftliche Begründung aus energetischer Sicht. Hier sollte man die gegebenen Möglichkeiten nutzen, um ein optimales Niveau anzustreben. Ansonsten werden energetische Überlegungen sehr wohl auf ihre Wirtschaftlichkeit hin überprüft. Neben der Einsparung von Betriebskosten sind jedoch auch andere Aspekte in die Kosten-Nutzen-Bilanz einzubeziehen, so etwa die Senkung von Unterhaltungskosten, die Wertsteigerung des Gebäudes, die Steigerung der Behaglichkeit, die Sicherung der Bauqualität und nicht zuletzt die Bildung

einer Versicherung gegen steigende Energiekosten.

Die angestrebten energetischen Standards bei Neubauten entwickeln sich ständig weiter. Diese Entwicklung spiegelt sich auch in der Gebäudesanierung wider. Niedrigenergiehäuser waren vor knapp 20 Jahren noch ein Innovations- und Forschungsfeld. Heute gelten sie als normativer Standard und sind als konzeptionelles Ziel bereits überholt. Ähnlich verhält es sich in unserer sich immer schneller ändernden Gesellschaft mit den Nutzungsanforderungen oder dem Raum- und Flächenbedarf für unterschiedliche Funktionen. Folglich kann Nachhaltigkeit in der Gebäudesanierung nicht durch fest definierte Parameter, sondern nur als dynamischer, fortdauernder Prozess zum Erfolg führen.

Das Passivhaus ist ein energetischer Standard, der in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht auch für Sanierungen Anwendung finden kann. Physikalische Prinzipien und wirkende Faktoren sind untersucht und erprobt worden, damit sie jetzt zuverlässig angewendet werden können. Dabei hat auch

die Industrie ihren Beitrag mit der Entwicklung von passivhaustauglichen Komponenten geleistet.

Sanierungsbeispiele stellen bei den letzten Passivhaustagungen einen gewichtigen Teil der Beiträge dar. Mehrere Beispiele demonstrieren nicht nur die Machbarkeit dieser Sanierungsart, sie dokumentieren auch eine anspruchsvolle architektonische Haltung. Sie sind also keineswegs Retortenkin- der der Bauphysik, sondern wertvolle Architekturprodukte.

Materialien und technische Verfahren sind mittlerweile für fast alle kritischen Bereiche vorhanden und ausreichend erprobt. Der kreative Umgang mit diesen Maßnahmen muss jedoch noch ausgebaut werden. Doch wohl gemerkt: Dies ist keine Einschränkung, sondern eine motivierende und nahezu unerschöpfliche Gelegenheit für die planerische und gestalterische Tätigkeit. Es gibt im Grunde kein Gebot und kein Verbot. Die Vorgehensweise ist offen, wenn auch nicht beliebig. Es geht, wie in der Architektur überhaupt, vor allem um das Begreifen von Beziehungen.



10



11



12

In the past renovation and remodelling projects only interested architects when the buildings in question were listed on the national registry or significant in some other way. In such cases design concerns tend to receive the most attention, while issues of energy technology were typically secondary, and were aimed in most cases at securing the building's soundness or at preventing future deterioration. Minor renovating tasks have been perceived as banal and therefore looked down upon. Investors, too, were rarely willing to initiate energy-saving renovation. Energy-efficient architecture has been executed almost exclusively in new construction – although the savings in this sector are of less consequence when compared to the potential in existing buildings. From the standpoint of energy technology an estimated seventy-five percent or more of existing buildings require retrofitting. The energy load in these structures far exceeds that of new construction. Due to this fact, in Germany amendments to the energy-conservation regulations were implemented taking retrofitting into account, and measures were taken to support – in the form of financial incentives – this type of renovation. The attitude toward energy technology has shifted: it was once regarded as a “perk”, then as an essential component, and most recently, as the motivating factor in renovating. If one takes into account the tremendous number of buildings which require retrofitting, it will become evident that this has become an important area for architects. Thorough, precise preparation is necessary for this task. Acquiring or developing a repertoire of tested solutions to problems typically addressed by retrofitting (thermal bridging, ventilation) should become a matter-of-fact, basic component of technical architectural education. More important still is the development of a design vocabulary for application in conjunction with these measures. Requirements of energy technology in these projects should not be considered detrimental to the architect's freedom and fantasy. Instead, the possibilities should be capitalised upon in order to expand significantly upon the formal canon. Retrofitting for energy-efficiency of buildings is

– over and above the tectonic aspects – a global, integral process in which it is crucial to understand the important role urban-planning, typological and design issues play with respect to energy conservation. And now is the time to recognise the sheer endless field of activity this can become for architects.

Urban Planning

The renovation of a building – also cases which do not specifically address energy technology – has distinct ramifications for urban planning. Next to the energy savings in operation, it extends the life expectancy of the building-matter, and enables further use of the existing infrastructure (circulation, delivery, and disposal). The energy load is distributed over a longer period of time. Material cycles are extended; instead of a limited number of materials, entire buildings are recycled. On the urban-planning level the renovation of an existing building – in conjunction with increased density of the site through additional storeys, building additions, expansions or new construction – constitutes the optimal solution in terms of energy technology (ill. 1). Thus, in addition to reducing consumption, improved utilisation of the existing infrastructure is achieved. Moreover, in view of the uncontrollable consequences of urban expansion on the periphery, there is no viable alternative. Compared to new construction on virgin land with all of its repercussions, renovating existing buildings yields great energy savings, beginning with the immediate issues such as infrastructure and circulation, as well as the acknowledged negative impact, such as the increase in paved surfaces, uprooting of historic centres, or commuter traffic with its not insignificant costs in terms of energy consumption. The energy consumed, for example, by a daily commute of only twenty-five kilometres in an average automobile is equivalent to the heating load of a 75-square-metre flat built according to the current energy-conservation guidelines.

Building Design

Retrofitting a building for energy-efficiency should not be viewed as a merely technical or

structural venture. On the contrary, the scope of the intended renovation will determine the extent of the possible energy-conservation measures. When it is purely overhauling building soundness, the measures will be limited to insulating the building envelope and improving or renewing the technical systems. When the building is adapted to accommodate new requirements as well, or if a new usage is to be introduced into the existing building, a comprehensive redesign as well as an examination of concepts for program can shift the scales with respect to the relationship between the building and its energy consumption. By reorganising the functions, optimisation of the existing floor space can be attained: reducing floor space is the best energy-saving measure (ill. 2). Heating vacant floor space wastes energy. In recent decades, in many instances, new developments in usage led to residual spaces or inefficient use of space. Aided by energy-conscious renovation, untapped potential in the building can be capitalised upon without necessitating increasing the volume.

The specific conditions present in the existing building can lead to development of new patterns of usage. Retrofitting thereby evolves into a mechanism for developing and testing new concepts. The changes and diversity of the various concepts of living and working can be manifest in a manner which would be impossible in new construction. It should be noted that the energy-conservation potential must be evaluated as a function of the respective building typologies.

The renovation of residential buildings is, for example, well-suited to redefining ways of living and to casting aside outdated concepts. Buildings dating to the pre-WW1 era are typically characterised by comparably large, neutral-use rooms. These present numerous possibilities for different types of flats. Industrial buildings are almost always altered radically during renovation with respect to program. The redesign makes better utilisation of the existing space possible (ill. 3). Open floor plans are better suited to modifiable organisation principles and to reacting with economy of means to changes in the programmatic re-



13

quirements. The open floor plan is useful in heat and air distribution as well. Dependent upon the how the building is structured, however, non-determinant use of space is usually difficult to achieve.

The technical standards are typically adapted in order to meet modern-day requirements. When apertures are small or inadequately positioned, for example, or the depth of the reveals is large, artificial lighting may be necessary.

Due to the increased density in the building's usage and a high degree of climate-control ductwork and equipment, internal production of heat takes on greater significance. This is a welcome contribution in winter, but in summer overheating may prove to be a serious problem. Load-bearing masonry or concrete construction can mitigate this effect. In addition, efficient sun-protection in the prescribed cardinal direction prevents undesirable solar radiation. The means of shading must, of course, be attuned to the daylighting and natural-ventilation concept (ill. 4).

Social and cultural buildings typically host a variety of functions with strongly diverging requirements. Although all of the various principles of energy conservation maintain their validity, "blanket" solutions for retrofitting them are not the answer. The individual measures must be examined and evaluated from case to case. In schools, for example, the required air exchange cannot be attained with non-controlled ventilation because it would result in concentration problems for the pupils. Controlled ventilation is well suited in this case – not only due to its energy-saving characteristics.

For cultural venues such as libraries, museums, or assembly halls, in many cases the building had a different use in the past. These amenities tend to be set in conversions of historically significant buildings or industrial structures. Due to the architectonic significance of such buildings, the energy-saving measures often play a less important role. Yet in view of these buildings' exemplary status, a high standard of energy technology is of particular significance.

Regardless of the program, the success of an

Energiebilanz Energy balance	Bestand Pre-Renovation	Sanierung Post-Renovation
Transmissionswärmeverluste (kWh/a) Transmission heat loss	69393	29764
Lüftungswärmeverluste (kWh/a) Ventilation heat loss	68341	22780
interne Wärmegewinne (kWh/a) Internal heat gain	17199	16405
solare Wärmegewinne (kWh/a) Solar heat gain	10812	11479
Heizungswärmebedarf (kWh/a) Annual heat load	109722	24661
Zusatzheizung pro Quadratmeter und Jahr (kWh/m ² a) Annual back-up heat per square metre	229,19	49,05

14

energy-saving concept depends in many respects upon the behaviour patterns inherent in the usage. As has been proven in a number of studies, minimal changes in the preferred interior temperature can result in significant changes in the usage. Variance between energy calculations and actual measurements can be a result of the occupants' conduct, and almost always occurs when the system requires daily attention (sun protection, ventilation). Particularly in cases in which it has not been determined in advance who the users will be, the designer should not overestimate the occupants' readiness to attend to the system. To insure that the measures will be effective, a maintenance-free concept – to the greatest extent possible – should be targeted. A number of measures were taken for an optimal energy-conscious renovation of a 1970s pre-school in Martinsried (ills. 11–13), influencing the energy balance in a variety of ways:

- thermal transmission loss – The entire building envelope was renewed and insulated with eco-friendly materials.
- ventilation and heat loss – The wind-tight conception of the entire exterior surface and air-tight windows are prerequisites for efficient controlled ventilation.
- solar gains – Solar gains are optimised by removing overhangs and by installing windows with minimised mullions and transoms; sun protection is attuned to cardinal direction.
- internal heat gains – Skylights attuned to the building design, the redesign of a facade, and removal of overhangs all contribute to an airy, bright atmosphere. Electricity consumption for lighting goes down; controlled ventilation makes it possible to better distribute internal heat gains and solar gains.
- heating – As energy source, off-site steam is available; the system for heat distribution was changed – instead of floor heating (slow to respond), flat, high radiators (low temperature at a high degree of radiation) were situated perpendicular to the facade of the interior walls. The system's reduced response time makes it possible to better adapt to changing conditions (sunshine, intermittent operating schedules).

Outlook – Issues to be Addressed

In determining which path to take in a renovation project, two factors should be examined: Is the building capable and worthy of renovation? The former refers to the building's inherent traits and defines the extent of the measures, as well as their cost effectiveness. The latter refers to the existing building's value with regard to characteristics of historic preservation, location, or functional suitability. Energy issues also play an important role.

Measures which restore firmness (roof renovation, new windows, new heating system) do not require economical justification from the energy-technology standpoint. In this area it is crucial to make use of the possibilities in order to attain the highest possible standard. In all other respects, however, energy-technology considerations are subject to scrutiny of their cost-effectiveness. Aside from savings in operating costs, other aspects of economic viability must be evaluated, such as lower maintenance costs, the increased value of the building, the improved quality of life, securing the building standard, and last but not least, insurance against climbing energy costs.

Building with passive climate control is a standard which, with respect to technology and budget, can also be attained in renovation. Physical principles and active forces have been examined and tested and are now admissible for construction. The industry has also made contributions along the way by developing components which meet passive-climate-control standards. Presentations at recent symposiums have focused to a large extent on examples of passive climate control in renovation projects. A number of these demonstrate not only the feasibility of this type of renovation, but also that nothing stands in the way of high design standards. These projects are by no means merely a materialisation of building-physics principles, but are highly esteemed works of architecture. In the meantime, materials and technical processes are available for almost all crucial areas, and have been sufficiently tested. Creative exploitation of these measures must, however, be strengthened. The possibilities are unlimited. Understanding interrelationships is the key.