

Forschungsjournal

der Technischen Universität Graz

Research Journal / Graz University of Technology





Forschung an der Fakultät für Architektur

Energieeffiziente Sanierung von Büroobjekten

Energy Efficient Renovation of Office Buildings

Gebäude sind verantwortlich für 50 % des Weltenergiebedarfs, was deutlich zeigt, wie wichtig eine Minimierung des Energiebedarfs von Gebäuden für unsere Gesellschaft ist. Natürlich kann man ein Gebäude aber nur dann insgesamt als nachhaltig für die nächsten Generationen bezeichnen, wenn es architektonischen Ansprüchen genügt, gut „funktioniert“ und auch behagliche Raumzustände gewährleistet.

Die am Institut für Gebäude und Energie behandelten Fragestellungen werden deshalb stets ganzheitlich unter Beachtung der Aspekte Energieperformance, Raumklima und architektonischer Qualität betrachtet.

Forschung am Institut reicht über Studien zur Energieeffizienz technischer Gebäudeausrüstung über Fragestellungen, die sich mit dem Thema Gebäudeform und Energie beschäftigen bis hin zu Projekten im städtebaulichen Maßstab.

In Architekturwettbewerben werden immer öfter in der Auslobung Anforderungen zur Minimierung von Herstell-, Betriebs-, und Rückbauenergie formuliert. Diese Entwicklung resultiert aus der Erkenntnis, dass eine Optimierung der Energieperformance sehr wichtig ist und zu einem frühen Zeitpunkt besonders effektiv.

Eine nachgeordnete Bewertung der angebotenen Wettbewerbskonzepte durch Spezialisten ist ein wichtiges Instrument, das den Bauherren zur Verfügung steht, um Sicherheit in seinen Entscheidungen zu erhalten. Aufgrund der Komplexität der Aufgabe sollte diese Prüfung unbedingt stattfinden. Natürlich sollte auch die Fortführung des gewählten Entwurfs kontinuierlich durch Spezialisten begleitet werden. In diesem Sinne wurde das Institut für Gebäude und Energie beauftragt, die Energieeffizienz der Entwürfe des Architektenwettbewerbs für die neue Konzernzentrale des Energieversorgers STEWEAG-STEG GmbH in Graz zu beurteilen. Der Auftraggeber entschied sich im Rahmen einer Restrukturierung für eine Sanierung ihres Hochhauses am Leonhardgürtel, ein Gebäude aus den frühen 60er Jahren. Zusätzlich wird der Standort um 150 Personen erweitert. Als Resultat der Beratung konnte die STEWEAG-STEG GmbH letztlich verschiedene Designoptionen bezüglich Energieeffizienz und Komfortaspekten fundiert beurteilen.

Die Bewertung der Entwürfe umfasste beispielsweise die Auswirkungen der Situierung und Orientierung auf dem Grundstück, den Einfluss der Gebäudeform auf den Energiehaushalt, eine optimale Gestaltung der Fassade sowie die Fragestellung, inwieweit natürliche Lüftung möglich ist.

Abb. 1 zeigt einen Entwurf, der die Aufgabe der Erweiterung durch Verlängerung des Baukörpers in der Längsachse löst.

Auffällig ist, dass sich derzeit die Bemühungen der Planer hinsichtlich energetischer Verbesserungen auf eine Reduktion der Wärmeverluste im Winter durch Verbesserung des Dämmstandards konzentrieren. Verstärkt wird diese Tendenz dadurch, dass auch Rechenvorschriften für den einzuführenden Gebäudeenergiepass derzeit nur diesen Nachweis fordern. Viele andere Gesichtspunkte werden dagegen oft nicht beachtet, wie eine gesamtenergetisch optimale Fassadengestaltung. Hier gilt es Blendung und eine hohe thermische Last im Raum durch Solarstrahlung zu vermeiden sowie gleichzeitig eine gute Tageslichtversorgung zu ermöglichen. Für viele Bauherren und Planer bringt die Aufschlüsselung des



Abb. 1: Entwurf mit Erweiterung durch Verlängerung des Baukörpers

Energiebedarfs auf die einzelnen Verursacher überraschende Erkenntnisse. Diese Kenntnis ist Voraussetzung, um die Relevanz einzelner Aspekte vernünftig einschätzen zu können. Um hier Klarheit zu schaffen, wurde eine computergestützte Simulationsrechnung durchgeführt. Ein Simulationsmodell wird dabei sowohl mit den auftretenden äußeren Lasten in Form von stündlichen Klimadaten als auch mit inneren Lasten, wie Personenbelegung, Abwärme durch Bürogeräte und Beleuchtung beaufschlagt.

Der Bestand wurde einem sanierten Bestand sowie einem Neubau gegenübergestellt, der frei von sämtlichen Zwängen ist, z.B. Möglichkeit einer anderen Gebäudeorientierung oder einer besonders schlanke Gebäudeform. Folgende Eingabedaten liegen zugrunde:

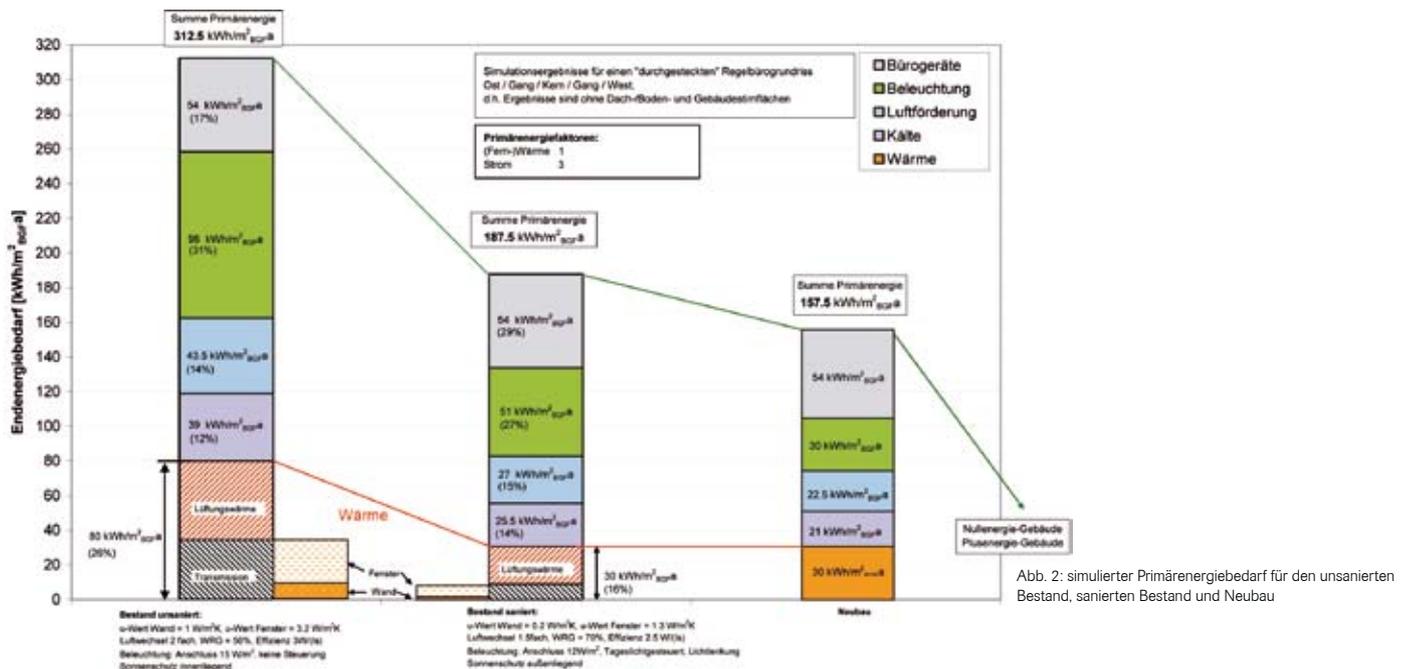
Bestand unsaniert:

u -Wert Wand = $1 \text{ W/m}^2\text{K}$, u -Wert Fenster = $3.2 \text{ W/m}^2\text{K}$,
2-facher Luftwechsel, Wärmerückgewinnung 50%,
Effizienz der Luftförderung der RLT-Anlage = $3\text{W}/(\text{Is})$
Beleuchtung 15 W/m^2 (ohne Steuerung), innenliegender Sonnenschutz

Bestand saniert:

u -Wert Wand = $0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, u -Wert Fenster = $1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
1.5-facher Luftwechsel, Wärmerückgewinnung 70%,
Effizienz der Luftförderung der RLT-Anlage = $2.5 \text{ W}/(\text{Is})$, Beleuchtung 12 W/m^2 tageslichtgesteuert, außenliegender Sonnenschutz

Abb. 2 zeigt den Primärenergiebedarf der Varianten. Alle Wärmeverbraucher wurden mit einem Primärenergiefaktor von 1, alle elektrischen Verbraucher mit einem Primärenergiefaktor von 3 bewertet. Der Wärmebedarf - rötlich eingefärbt - verschlingt in einem Verwaltungsbau dieser Art nur einen Bruchteil der benötigten Energie. Es ist zu erkennen, dass für die Transmissionsverluste über die Gebäudeoberfläche die Sanierung der Fenster eine deutliche Einsparung bringt. Die Sanierung der opaken Wandflächen verspricht isoliert betrachtet ebenso eine deutliche Reduktion, nämlich um 400% von rd. $12 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF,a}}$ auf $3 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF,a}}$. Für den Gesamtenergiebedarf ist dies jedoch eher von untergeordneter Bedeutung. Dies würde – aus energetischer Sicht – sogar ein weiteres Nachdenken über das Erhalten der bestehenden opaken Wandflächen erlauben.



Aus Abb. 2 ist weiterhin ersichtlich, dass auf eine ausreichende Tageslichtversorgung geachtet werden muss. Der Anteil des Primärenergiebedarfs, der für Kunstlicht aufgewendet wird, liegt im unsanierten Fall mit 31% vom Gesamtbedarf höher als der des Wärmebedarfs des Gebäudes. Durch eine entsprechende Ausbildung der Fassade mit ausreichenden Fensterflächen, einem effektiven Sonnen- und Blendschutz, der selbst im geschlossenen Zustand noch eine gute Belichtung erlaubt sowie mit Tageslicht lenkenden Maßnahmen lässt sich der Kunstlichtbedarf signifikant senken.

Im Verwaltungsbau erkennen Unternehmen immer häufiger die enorme Bedeutung eines optimierten Raumklimas für das Wohlbefinden und damit die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter. Kleine Verbesserungen zeigen hier große ökonomische Wirkung.

Umso erstaunlicher ist, dass in fast keinem Entwurf Stellung bezogen wurde, ob Fenster geöffnet werden dürfen. Der Luftwechsel soll in erster Linie weiterhin über eine bestehende mechanische Anlage erfolgen. Dabei ist erwiesen, dass eine weitgehend natürliche Belüftung das Wohlbefinden deutlich zu steigern vermag. Auch ist ein Öffnen von Fenstern aufgrund unserer gemäßigten Klimaverhältnisse ohne Behaglichkeitseinbußen häufig möglich.

In einem Grundlagenforschungsprojekt am Institut für Gebäude und Energie ([COD 01] und [COD 02]) wurde gezeigt, dass durch ein geeignetes Konzept mit hybrider Betriebsweise von Fenster und mechanischer Anlage (mixed mode), nochmals eine Energieersparnis gegenüber einem reinen Betrieb mit mechanischer Anlage möglich ist. Dies beruht u.a. auf dem für Bürogebäude großen Potenzial zur freien Erwärmung der Außenluft, da hohe interne Lasten vorhanden sind. Die mechanische Lüftung wird erst bei Überschreitung bzw. Unterschreitung bestimmter Grenzwerte der Außentemperatur eingeschaltet, typischerweise bei Außentemperaturen unter 5°C und oberhalb 22°C. In der verbleibenden Zeit werden die Büros über Fenster natürlich gelüftet. Wesentlich dabei ist, dass der in Abb. 2 ausgewiesene Energiebedarf für die Luftförderung der mechanischen Anlage dadurch nochmals drastisch reduziert werden kann.

Im Anschluss an dieses Forschungsprojekt wurde die Aufgabenstellung in die Lehre des Wintersemesters 2006 eingebunden. Vier eigenständige Lehrveranstaltungen werden angeboten, die sich allesamt mit dem Projekt beschäftigen. Die folgenden Themen werden in den Lehrveranstaltungen bearbeitet: architektonischer Entwurf, Aufstellen eines Klima- und Energiekonzepts, konzeptionelle Planung der Gebäudetechnik, thermische und energetische Computersimulation. Alle Lehrveranstaltungen sind miteinander vernetzt, so dass am Ende jeweils eine Gesamtlösung für die Aufgabe als Teamprodukt entsteht.

Quellenhinweis:

[COD 01] Energieeffiziente Lüftung von Bürogebäuden (1) in HLH Bd.56 (2005) Nr. 12, Brian Cody, Springer-VDI-Verlag, 2005, Düsseldorf
 [COD 02] Energieeffiziente Lüftung von Bürogebäuden (2) in HLH

Bd.57 (2006) Nr. 1, Brian Cody, Springer-VDI-Verlag, 2005, Düsseldorf
 Website: www.ige.tugraz.at

Energy Efficient Renovation of Office Buildings

Energy efficiency and accompanying reductions in running costs are becoming increasingly important for building owners and users. On the other hand the contribution which energy efficiency provides in terms of corporate identity and marketing is for many firms equally important and in the case of a company such as our client Steweag-Steg, whose business is producing and supplying energy, perhaps especially important. The relationship between internal environmental conditions and productivity at the work place is also becoming increasingly recognised. International research efforts already more often deal with these issues and building design practice reflects this fact. Today's low energy prices mean that for most firms marginal improvements in productivity far outweigh even substantial increases in energy consumption in economical terms. The challenge is to combine low energy demand with optimal environmental conditions and architectural quality. The institute for Buildings and Energy is specialised in this field.

Decisions made during the architectural competition stage and the early design stages have typically far greater impact on the final achieved energy efficiency than optimisation during detailed design, construction and operation, whereby the importance of these activities should not be underestimated. Building owners and users are becoming increasingly aware of these issues and are increasingly expecting information regarding the energy efficiency of building projects at the competition stage. With the support of the Institute of Buildings and Energy our client Steweag-Steg was able to make informed decisions regarding the energy efficiency and user comfort aspects related to various design options as well as in the selection of the winning design in the architectural competition for their planned headquarters building in Graz, which includes the renovation of an existing building built in the 1960's. In the context of a research project a quantitative comparison of the energy efficiency of the submitted designs was enabled. The added value provided also included new insights into the relative significance of the various contributing factors in a project such as this. The knowledge, which detailed analysis of a particular problem such as in this case, can provide can lead to quite different design solutions.

A further important goal at our institute is the integration of teaching and research. Following on from the research project described above we implemented a new type of teaching course in the winter semester of 2006 which links four separate teaching units together so that teams concentrating on different aspects of the design problem outlined above work together to produce a team product.

The project combines two issues which will be of utmost importance for graduates in their future work: energy efficient design and the renovation of existing buildings.