

Denkmal und Energie
Bewertung von energetischen Maßnahmen an
Baudenkmalen

Monument and Energy
Assessment of Energy Efficiency in Architectural Monuments

An der Fakultät Bauingenieurwesen
der Technischen Universität Dresden
zur Erlangung der Würde eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
vorgelegte

Dissertation

von
Dipl.-Ing. Sven Jakubetz
aus Wittichenau.

Denkmal und Energie – Bewertung von energetischen Maßnahmen an Baudenkmalen

Kurzfassung

Zweifellos handelt es sich bei der Verbindung von Denkmalschutz und Energieeffizienz um eine kontroverse Thematik. Zu dieser Problemstellung leistet die vorliegende Arbeit einen Beitrag zur Bewertung von energetischen Maßnahmen an Baudenkmalen und liefert eine kritische Untersuchung der bestehenden Bewertungsmethodik. Das Ergebnis soll Architekten, Denkmalpflegern, Fachplanern und Bauherren helfen zwischen den unterschiedlichen Bewertungskriterien abzuwägen sowie die Berechnungsergebnisse besser zu interpretieren.

Die Vorgehensweise und der Aufbau der Arbeit orientiert sich an den drei Hauptsäulen des nachhaltigen Bauens: Ökologie, Ökonomie und Soziokultur. Als Datenbasis für diese strukturierte Untersuchung dienen denkmalgeschützte Beispielprojekte, die im Rahmen von mehreren Forschungsvorhaben analysiert und teilweise fachlich begleitet wurden. In der Einleitung verdeutlichen mehrere Experteninterviews die bestehende Problemstellung und die unterschiedlichen Sichtweisen der betroffenen Akteure.

Am Beginn der Arbeit erfolgt eine baukonstruktive Beschreibung und Einteilung des untersuchten Gebäudebestands in sogenannte Baualtersklassen. Obwohl in Deutschland ein heterogener Bestand vorliegt und insbesondere denkmalgeschützte Gebäude besondere Baukonstruktionen aufweisen, lassen sich innerhalb begrenzter Zeitabschnitte erkennbare Gemeinsamkeiten finden. Dies ermöglicht die Ableitung von übertragbaren Handlungsempfehlungen für energetische Probleme.

Für die Beurteilung von energetischen Maßnahmen sollten die denkmalpflegerischen Gesichtspunkte als Teilaspekt des soziokulturellen Bereichs die größte Bedeutung besitzen. Dabei hat die Pflege und die Bewahrung von Kulturdenkmalen oberste Priorität – sowohl das authentische Erscheinungsbild als auch die originale Bausubstanz. Gleichzeitig sollte man dem Baudenkmal als lebendiges Zeitzeugnis, wie in der Vergangenheit, auch in der Gegenwart eine einzelfallabhängige Transformation und das Ausbilden neuer Zeitschichten zugestehen.

Auch für Denkmale gewinnen die ökologischen Gesichtspunkte eine immer wichtigere Bedeutung. Dabei gehen die Umweltwirkungen von Bestandsgebäuden weit über die Kohlendioxidemissionen und den Verbrauch von fossilen Energieträgern hinaus. Eine Lebenszyklusanalyse zeigt, dass bei den denkmalgeschützten Gebäuden die Nutzung gegenüber der Herstellung und Entsorgung dominiert. Das Verhalten in der Nutzungsphase wird neben dem Beleuchtungs- und Kühlenergiebedarf in erster Linie durch den Heizenergiebedarf bestimmt, so dass in der vorliegenden Arbeit eine genaue Analyse der derzeit verwendeten Energiebilanzierungsverfahren und der wirtschaftlichen Konsequenzen erfolgt.

Für die Zusammenführung der diskutierten Bewertungskriterien bieten nationale und internationale Zertifizierungssysteme für nachhaltiges Bauen zwar einen methodischen Ansatz, jedoch berücksichtigen sie speziell die denkmalpflegerischen Aspekte noch unzureichend. Demnach sollte auch weiterhin der individuelle Abwägungsprozess als geeignetes Mittel für die Bewertung zum Einsatz kommen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass energetische Maßnahmen an denkmalgeschützten Gebäuden eine große Herausforderung darstellen, für die es keine universellen Patentrezepte gibt. Vielmehr müssen individuelle Lösungen entwickelt werden, die auf die spezifischen Eigenarten des Denkmals eingehen. Dabei spielt die richtige Anwendung und Interpretation der verschiedenen Bewertungsverfahren eine entscheidende Rolle für den Erfolg. Am Ende der Arbeit lässt sich Anhand von gelungenen Beispielprojekten zeigen, dass für die schwierige Problemstellung denkmalgerechte Lösungen möglich sind. Bei vielen Fällen ließen sich mit denkmalverträglichen Eingriffen deutliche Energieeinsparungen erzielen.

Monument and Energy – Assessment of Energy Efficiency in Architectural Monuments

Abstract

Certainly, the connection of monument conservation and energy efficiency is a controversial topic. This paper contributes to energy efficiency assessment in historic architectural monuments and provides a critical investigation of the existing assessment methodology. The findings help architects, curators of monuments, engineers and principals to compare the different assessment criteria as well as to better interpret the calculation results.

The approach and the structure of this contribution are based on the "three pillars" of sustainability – environmental, social and economic demands. The data base for this investigation consists of example projects which were analysed within several research projects and partly professionally supported in planning. In the introduction several experts' interviews illustrate the existing problem and the different perception of the affected stakeholders.

First, historic architectural monuments are divided into groups according to their year of construction. Although the existing building stock in Germany is heterogeneous and particularly the historic architectural monuments have various special construction details, recognizable common characteristics can be found within defined periods of time. This allows transferable guidance for energy problems.

From the viewpoint of sustainability, monument conservation is the one part of the socio-cultural factors which is of utmost significance for historic architectural monuments. Both, the authentic appearance as well as the original structure are to be preserved to the same extent. Nevertheless, it is important to consider them as living objects. As in the past, contemporary alterations and adding of new layers must be also possible in the present time.

Currently, the importance of ecology increases also for historic architectural monuments. The environmental effects from the historic building stock go beyond the carbon dioxide emissions and the consumption of fossil energy sources. A life cycle analysis of the stated monuments shows, that the use of the building dominates its construction and disposal. The environmental impact is primarily influenced by the heating energy demand and additionally by the air conditioning and lighting needs. Accordingly, this paper analyses the energy balance procedures currently used as well as the economic consequences.

Indeed, national and international certification systems of Green Building provide a methodical approach for the desegregation of the different assessment criteria. However, they still do not sufficiently consider heritage protection criteria. Therefore, the individual consideration process should continue to be used as suitable method for the assessment.

In conclusion, it can be stated that energy efficiency measures on historic architectural monuments represent a major task for which there is no universal solution. Rather, individual solutions must be developed to consider the specific criteria of the monument. The appropriate use and interpretation of the various assessment methods are of great importance for their success. Finally, successful example projects show that it is possible to find appropriate solutions for this difficult problem. In many cases, notable energy savings have been obtained using structural interventions compatible with the conservation of the architectural heritage.

Denkmal und Energie – Bewertung von energetischen Maßnahmen an Baudenkmalen

Thesen

Grundsätzlich existieren für energetische Maßnahmen an denkmalgeschützten Gebäuden keine universellen Patentrezepte. Für jedes Baudenkmal sollte ein individuelles Konzept zum Einsatz kommen, das die spezifischen Eigenschaften des einzelnen Gebäudes berücksichtigt.

Eine Hilfestellung im praktischen Umgang mit Baudenkmalen bietet die Einteilung in sogenannte Baualtersklassen. Trotz des differenziert ausgeprägten Gebäudebestands in Deutschland lassen sich innerhalb begrenzter Zeitabschnitte erkennbare Gemeinsamkeiten finden.

Eine Bewertung von energetischen Maßnahmen an Baudenkmalen sollte sich an den drei Hauptsäulen des Nachhaltigen Bauens orientieren. Dazu zählen ökologische, ökonomische und soziokulturelle Aspekte.

Im Vergleich der unterschiedlichen Kriterien des Nachhaltigen Bauens besitzen die denkmalpflegerischen Aspekte als Teil des soziokulturellen Bereichs eine erhöhte Priorität und sollten für eine Auswahlentscheidung ausschlaggebend sein.

Die drei wichtigsten Zertifizierungssysteme (LEED, BREEAM und DGNB) für das Nachhaltige Bauen decken die Kriterien der Nachhaltigkeit umfangreich ab, jedoch berücksichtigen sie in ihren aktuellen Versionen die denkmalpflegerischen Gesichtspunkte nur im ungenügenden Maße.

Bei einer Lebenszyklusbetrachtung unter Berücksichtigung von Herstellung, Nutzung und Entsorgung dominiert aufgrund der hohen Betriebsaufwendungen bei Baudenkmalen die Nutzungsphase. Die Einbeziehung der Erzeugung und der Entsorgung von Baustoffen und Bausystemen würde aus Bilanzierungstechnischer Sicht nur eine geringe Veränderung ergeben.

Bei der Anwendung der gesetzlich eingeführten Bilanzierungsverfahren für die energetische Bewertung treten bei Baudenkmalen starke Abweichungen zwischen dem berechneten Bedarf und den gemessenen Verbrauchswerten auf. Im Durchschnitt sind die realen Verbrauchswerte der untersuchten Gebäude niedriger als die berechneten Bedarfswerte. Deutlich genauere Ergebnisse lassen sich mit einer thermischen Gebäudesimulation erzielen.

Im Rahmen einer energetischen Optimierung eines Baudenkmals sollte zuerst die Gebäudetechnik optimiert werden. Mit Hilfe einer effizienten Anlagentechnik lassen sich Eingriffe in die originale Baustanz kompensieren beziehungsweise reduzieren.

Für eine erste Einschätzung der Wirtschaftlichkeit einer energetischen Maßnahme liefert die statische Investitionstheorie in Kombination mit dem Heizperiodenverfahren hinreichend genaue Ergebnisse. Bei einer genauen Analyse der Wirtschaftlichkeit können jedoch bei Veränderung der Analyseebene, der Akteursebene und des Wirtschaftlichkeitsmodells unterschiedliche Ergebnisse für eine energetische Maßnahme entstehen.

Anhand von gelungenen Beispielprojekten lässt sich zeigen, dass in vielen Fällen mit überschaubaren denkmalverträglichen Eingriffen deutliche Energieeinsparungen von über 50 Prozent möglich sind. Trotzdem sollten für Baudenkmal nicht die energetischen Standards des Neubaus angestrebt werden.

Monument and Energy – Assessment of Energy Efficiency in Architectural Monuments

Theses

In general there is no universal solution for energy measures on historic monuments observable. In practice it is appropriate to develop an individual solution for each building. The solution should consider the specific features of each monument.

The classification into groups according to their year of construction offers assistance in the practical contact with historic architectural monuments. Although the existing building stock in Germany is heterogeneous, recognizable common characteristics can be found within defined periods of time.

An assessment of energetic measures in historic architectural monuments should be orientated by itself by the "three pillars" of sustainability. Ecological, economic and sociocultural aspects belong to sustainability.

In the comparison of the different criteria of the sustainability the monument conservation aspects as a part of the sociocultural area own a raised priority and should be decisive for a choice decision.

Three most important certification systems (LEED, BREEAM and DGNB) for green building cover the criteria of the sustainability. However, in their current version they consider conservation aspects limited to an insufficient degree.

Considering the building lifecycle, the phase of usage dominates compared to production and disposal. The reason can be found in the high on the high expenditure for the use of the building. Taking stock we can see that production and disposal phase have only low impact during the lifecycle of a building.

With the use of the legally introduced balance procedures for the energetic assessment strong divergences appear with historic architectural monuments between the calculated need and the measured consumption values. On average the real consumption values of the examined buildings are lower than the calculated values. Clearly more exact results are achievable with a thermal building simulation.

Within the scope of an energetic optimization of a historic architectural monument the building technology should be optimized first. With the help of an efficient HVAC-system (heating, ventilation, and air conditioning) intervention in the original construction can be compensated.

For a first appraisal of the economic efficiency of an energetic measure the static investment theory in combination with the heating period procedure enough delivers exact results. Nevertheless, in an exact analysis of the economic efficiency different results can originate by change of the analysis level, the actor level and the economic efficiency model for an energetic measure.

Demonstration projects have shown that in most of the cases with monument-acceptable interventions significant improvements with more than 50 percent energy savings are possible. However, the energetic standard of a new building should not be applied to architectural monuments.