

# **Instandhaltung von Bestandsgebäuden – Ein Beitrag zu Umwelt- und Klimaschutz**

Dr. –Ing. Carolin Bahr & Prof. Dr. Kunibert Lennerts

Institut für Technologie und Management im Baubetrieb, Universität Karlsruhe, Deutschland

## **Abstract**

Im Gegensatz zum Neubau nimmt die Instandhaltung von Bestandsgebäuden nur wenige Ressourcen in Anspruch und kann darüber hinaus deren Abriss verhindern. Um den Ressourcenverbrauch im Gebäudebereich zu minimieren, sollten Bestandsgebäude möglichst gut instand gehalten werden. Hierfür spielt die Bereitstellung finanzieller Mittel zum richtigen Zeitpunkt eine wesentliche Rolle. Da die Planung der für die Instandhaltung notwendigen Mittel in der Praxis bisher große Schwierigkeiten bereitet, wurde an der Professur für Facility Management der Universität Karlsruhe das Budgetierungsverfahren PABI (praxisorientierte, adaptive Budgetierung von Instandhaltungsmaßnahmen) entwickelt. Mit Hilfe einer Realdatenanalyse von 17 Immobilien wurden die maßgeblichen kostenbestimmenden Parameter ermittelt. Hierbei wurde festgestellt, dass die Kosten für regelmäßige bzw. außerordentliche Instandhaltungsmaßnahmen durch unterschiedliche Parameter beeinflusst werden, so dass PABI zwischen diesen beiden Maßnahmearten unterscheidet. Das Verfahren ermöglicht eine transparente und belastbare Berechnung des für die Instandhaltung notwendigen Budgets, sodass die finanziellen Mittel gezielt bereitgestellt werden können. Mit diesem Hilfsmittel kann der Gebäudebestand besser instand gehalten und somit unnötiger Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen verhindert werden.

**Keywords:** Instandhaltung von Bestandsgebäuden, Budgetierung von Instandhaltungskosten

## **Ausgangssituation**

Deutschland ist in Besitz eines enormen Gebäudebestandes: Das Bruttobauanlagevermögen beläuft sich 2007 auf über 10 Bil. €, wovon 5,7 Bil. € auf Wohnbauten und 4,3 Bil. € auf Nichtwohnbauten entfallen (Destatis, 2007). Neben dem enormen ökonomischen Wert repräsentieren diese Gebäude auch einen erstaunlichen ökologischen Wert, denn Bauen verbraucht Ressourcen und belastet die Umwelt. Weltweit werden durch Gebäude ca. 40 %

des Energie- und 30 % des Rohstoffverbrauchs in Anspruch genommen (UNEP, 2007). Der Erhalt des Gebäudebestands ist somit nicht nur seitens der Wirtschaftlichkeit von Belang, sondern auch vor dem Aspekt des Umwelt- und Klimaschutzes von großer Bedeutung für unsere Gesellschaft. Der insgesamt wachsende Gebäudebestand verlangt nach einer umfassenden und zunehmend komplexen Instandhaltung und nach einer größeren Aufmerksamkeit als ihm bisher geschenkt wurde. Zwar werden nach Angaben des Bundeskreises Altbauerneuerung im Jahr 2006 bei einem Bauvolumen von insgesamt 126,2 Mrd. € in Deutschland bereits mehr als 60 % für den Gebäudebestand ausgegeben (Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung e.V., 2007), jedoch werden Immobilien bisher in der Regel nicht systematisch instand gehalten. Gehandelt wird erst dann, wenn bereits Schäden eingetreten sind. Folgeschäden und die hiermit verbundenen ökonomischen, sowie ökologischen Verluste werden hierbei außer Acht gelassen. Auf diese Weise werden Jahr für Jahr wertvolle Ressourcen sinnlos verschwendet.

### **Lösungsansatz**

Lösungsansatz stellt die systematische Instandhaltung von Bestandsgebäuden dar, wobei hier die fundierte Bemessung der für die Instandhaltung notwendigen finanziellen Mittel eine wichtige Rolle spielt. Vor diesem Hintergrund wurde an der Universität Karlsruhe (TH) das Berechnungsverfahren PABI (praxisorientierte, adaptive Budgetierung von Instandhaltungsmaßnahmen) entwickelt, das es Instandhaltungsverantwortlichen ermöglicht, das zur Instandhaltung ihres Portfolios notwendige Budget belastbar und prospektiv zu bestimmen. Die für die Gebäudeinstandhaltung erforderlichen finanziellen Mittel stehen hierdurch zum richtigen Zeitpunkt bereit.

### **Analyse von Fallbeispielen**

Das Budgetierungsverfahren PABI wurde im Rahmen des Forschungsprojektes BEWIS an der Professur für Facility Management der Universität Karlsruhe (TH) entwickelt. Hier wurden 17 Immobilien mit typischen Gebäudehistorien als sogenannte Fallbeispiele über deren gesamten Lebenszyklus kostenmäßig erfasst und analysiert. Der Verlauf der Instandhaltungskosten der analysierten Immobilien ist in nachfolgender Abbildung in kumulierter Form dargestellt (Bahr, C., 2008).

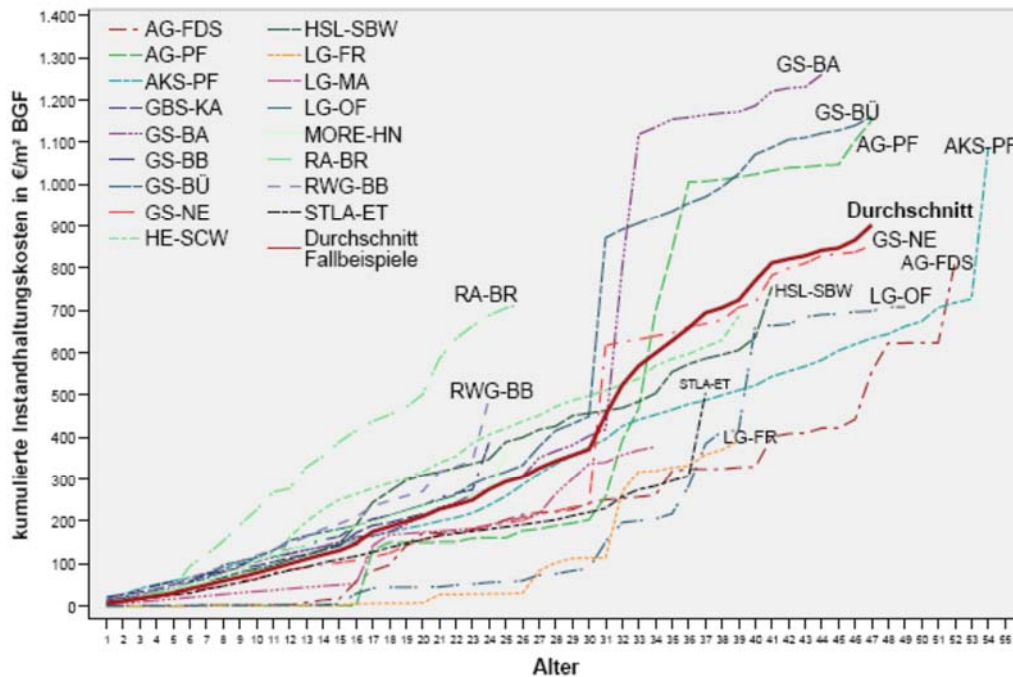


Abbildung 1 Instandhaltungskosten der Fallbeispiele [€/m<sup>2</sup> BGF] kumuliert (Bahr, C., 2008)

### Berücksichtigung von Einflussfaktoren

Da zahlreiche Faktoren auf die jeweiligen Immobilien einwirken und die Kosten der Instandhaltung beeinflussen, stellte die Identifizierung der maßgeblichen Einflussparameter einen wesentlichen Schwerpunkt bei der Entwicklung des Budgetierungsverfahrens PABI dar. Grundsätzlich wurden nachfolgende Gruppen von Einflussfaktoren mit Hilfe der Realdaten näher analysiert:

- gebäudeabhängige Einflüsse, wie z.B. das Gebäudealter oder dessen Größe
- nutzungsabhängige Einflüsse, wie z.B. die Nutzungsart der Immobilie
- standortabhängige Einflüsse, wie z.B. klimatische Verhältnisse, sowie
- sonstige Einflüsse, wie z.B. Politik

Für jeden Einflussfaktor wurde zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt und auf theoretischer Basis der Zusammenhang zwischen dem entsprechenden Parameter und dessen Einflusswirkung auf die Instandhaltungskosten hergestellt. Zur Überprüfung der Aussagen wurden diese mit Hilfe der empirischen Realdaten der analysierten Immobilien untersucht.

Die Vorgehensweise wird hier beispielhaft für den Einfluss der Gebäudegröße vorgestellt. Hinsichtlich der Abhängigkeit der beiden Variablen Instandhaltungskosten und Gebäudegröße lagen bei der Literaturrecherche widersprüchliche Aussagen vor. Während (Simons, K., Sager, R., 1980) und (Schub A., Stark K., 1985) von steigenden Instandhaltungskosten pro Quadratmeter mit zunehmender Gebäudegröße ausgehen, zeigen die Kennzahlen des BMI Special Report 341 (BMI, 2005) den umgekehrten Zusammenhang auf. Mit Hilfe der erfassten Realdaten wird nun der tatsächliche Einfluss der Gebäudegröße auf die Höhe der Instandhaltungskosten untersucht. Hierfür wurden die Immobilien in zwei Größencluster aufgeteilt und die durchschnittlichen Instandhaltungskosten in kumulierter Form gegenübergestellt (vgl. Abbildung 2).

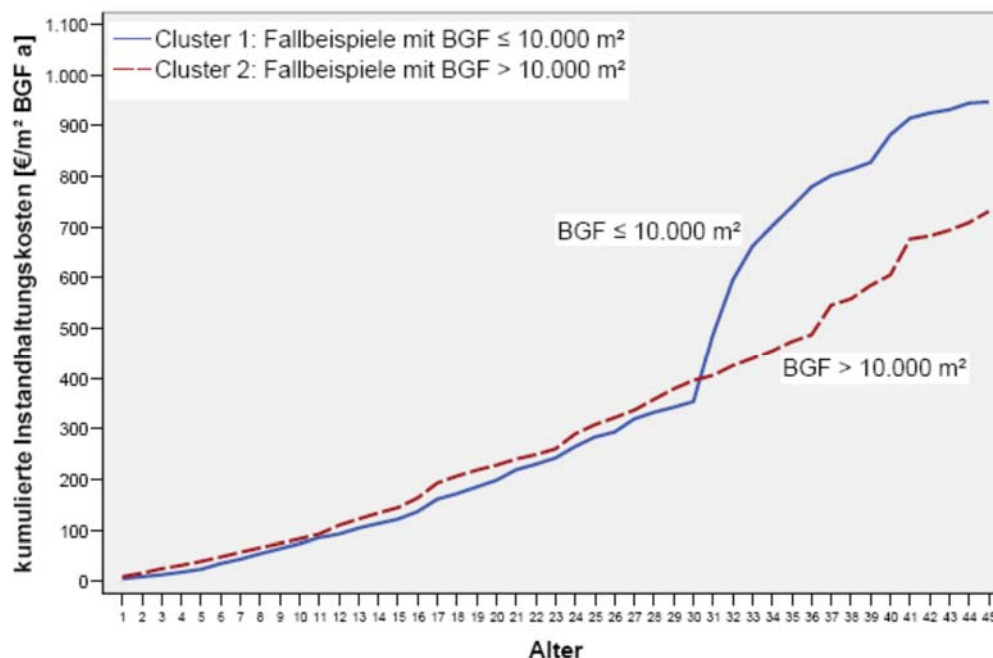


Abbildung 2: Kumulierte IHK, Fallbeispiele geclustert nach Gebäudegröße (Bahr, C., 2008)

Die Auswertung zeigt, dass die Instandhaltungskosten der beiden Cluster innerhalb der ersten 30 Lebensjahre nahezu gleich groß sind und sich erst ab dem Alter von 30 Jahren voneinander unterscheiden. Für die älteren Immobilien liegen die Kosten der größeren Immobilien deutlich unterhalb der kleinen. Es stellt sich die Frage, wieso gerade ab dem Alter von 30 Jahren ein Einfluss der Gebäudegröße zu erkennen ist. Antwort hierauf gibt die Betrachtung der Art der an den Immobilien durchgeführten Instandhaltungsmaßnahmen. Da die Daten maßnahmengenaу erfasst wurden, konnten diese über das Alter hinweg differenziert nach den Grundmaßnahmen der Instandhaltung nach DIN 31051 (DIN 31051, 2003) betrachtet werden.

Zur Vereinfachung wurden die Maßnahmen „Wartung“, „Inspektion“ und „Instandsetzung“ zusammengefasst und repräsentieren hiermit die regelmäßigen Instandhaltungstätigkeiten, wobei die „Verbesserung“ für große außerordentliche Instandhaltungsarbeiten, die im Abstand von mehreren Jahrzehnten durchgeführt werden, steht. Die nachfolgende Abbildung 3 verdeutlicht, dass größere Instandhaltungsarbeiten insbesondere im Alter zwischen 30 und 40 Jahren durchgeführt werden und die Höhe der regelmäßigen Instandhaltungsaufwendungen bei weitem überschreiten (Bahr, C., 2008).

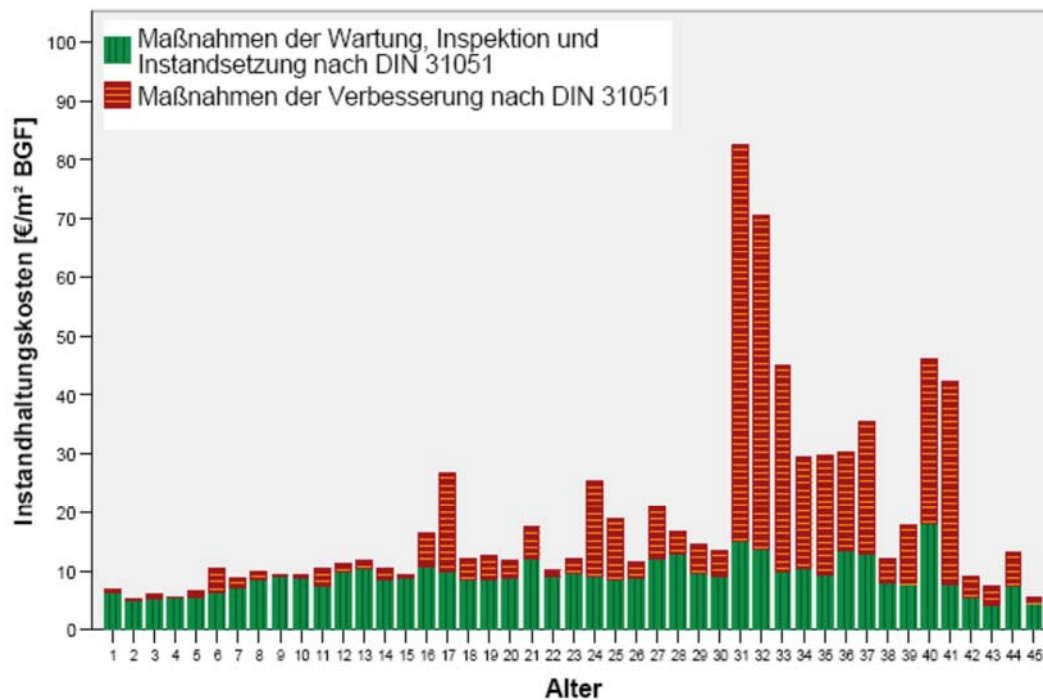


Abbildung 3: Durchschnittliche Instandhaltungskosten nach Art der Maßnahme (Bahr, C., 2008)

Darüber hinaus zeigt die dargestellte Grafik, dass die Kosten der regelmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen über das gesamte Alter der Immobilien weitgehend konstant sind und hierbei innerhalb der ersten drei Jahrzehnte den größeren Kostenpart einnehmen. Für die Einflusswirkung der Immobiliengröße auf die Höhe der Instandhaltungskosten bedeutet dies, dass sich die Größe zwar nicht auf die Kosten der regelmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen auswirkt, jedoch im Rahmen umfassender Sanierungsarbeiten eine wichtige Rolle spielt (Bahr, C., 2008).

Auch die Analyse weiterer Parameter hat gezeigt, dass die Einflusswirkung sehr stark von der Art der durchgeführten Instandhaltungsmaßnahme abhängt. So wirkt sich der Technikanteil einer Immobilie beispielsweise zwar stark auf die Höhe der regelmäßigen Instandhaltungskosten aus, nicht jedoch auf die außerordentlichen Sanierungsarbeiten. Für

diese Art der Instandhaltungsarbeiten sind Parameter, wie zum Beispiel die Gebäudegeometrie wichtige Kostentreiber, welche wiederum für die regelmäßigen Maßnahmen nicht von Bedeutung sind. Die Tatsache, dass die Parameter sich auf die Kosten der beiden Maßnahmengruppen unterschiedlich auswirken, könnte auch eine Erklärung der sich teils widersprechenden Aussagen verschiedener Studien in der Literatur sein, denen dann vermutlich jeweils Instandhaltungskosten aus den verschiedenen Maßnahmengruppen zugrunde liegen (Bahr, C., 2008).

Keines der bisherigen Budgetierungsverfahren zur Planung des Instandhaltungsbudgets differenziert zwischen unterschiedlichen Maßnahmenarten. Hierdurch erklärt sich auch der schlechte Zustand der Bestandsgebäude und der vom Deutschen Institut für Urbanistik prognostizierte Investitionsbedarf von 686 Mrd. Euro bis zum Jahr 2009 (Difu, 2005). Um den Rückbau von Immobilien und somit auch die Verschwendung von Ressourcen zu vermeiden, spielt der Werterhalt und somit auch die richtige Budgetierung der für die Instandhaltung notwendigen Mittel eine wichtige Rolle. Die Auswertungen zeigen, dass hierbei zwischen regelmäßigen und außerordentlichen Instandhaltungsmaßnahmen differenziert werden muss.

### **Budgetierungsverfahrens PABI**

Da bisherige Budgetierungsansätze den unterschiedlichen Bedarf verschiedener Maßnahmenarten nicht berücksichtigen, wurde an der Professur für Facility Management ein innovatives Budgetierungsverfahren mit dem Namen PABI (praxisorientierte, aadaptive Budgetierung von Instandhaltungsmaßnahmen) entwickelt, das zwischen regelmäßigen und außerordentlichen Instandhaltungsmaßnahmen unterscheidet. Für beide Maßnahmentearten wird als Berechnungsgrundlage der Wiederbeschaffungswert des Gebäudes gewählt, jedoch unterscheidet sich der Bemessungsparameter, also der Prozentsatz, abhängig von der Art der Maßnahme in seiner Größe. Die bei den Analysen identifizierten Kosten bestimmenden Parameter berücksichtigt PABI mit Hilfe so genannter Gewichtungsfaktoren. Auf diese Weise kann das Budgetierungsverfahren in Zukunft leicht ergänzt oder fallspezifisch angepasst werden. Darüber hinaus ermöglicht die Modifizierung mit Hilfe von Gewichtungsfaktoren durch das Berücksichtigen oder auch Vernachlässigen bestimmter Faktoren die Genauigkeit entsprechend der Anforderungen zu skalieren. Bei der Entwicklung des Verfahrens wurde insbesondere darauf geachtet, dass nur einfache Rechnungen durchzuführen sind und das

Verfahren somit in der Praxis auch tatsächlich verwendet werden kann. Der entwickelte Ansatz zur Berechnung des Instandhaltungsbudgets ist in nachfolgender Formel dargestellt (Bahr, C., 2008):

$$B_{IH} = \sum_{i=1}^n \underbrace{1,2 \% \cdot WBW_i \cdot KF_{I,W,IS,i}}_{\text{regelmäßige Maßnahmen}} + \sum_{i=1}^n \underbrace{4,4 \% \cdot WBW_i \cdot KF_{V,i}}_{\text{außerordentliche Maßnahmen}}$$

$B_{IH}$	<i>Instandhaltungsbudget</i>	$WBW$	<i>Wiederbeschaffungswert</i>
$i$	<i>Laufindex über Immobilien</i>	$n$	<i>Anzahl der Immobilien</i>
$KF$	<i>Korrekturfaktor zur Berücksichtigung von Einflussfaktoren</i>		
$I,W,IS$	<i>Regelmäßige IH-Maßnahmen wie z.B. Inspektion, Wartung und Instandsetzung nach DIN 31051</i>		
$V$	<i>Ausserordentliche IH-Maßnahmen mit Projektcharakter wie z.B. Maßnahmen der Verbesserung nach DIN 31051</i>		

Die Korrekturfaktoren berechnen sich durch Multiplikation von Gewichtungsfaktoren, entsprechend der Eigenschaften des Immobilienportfolios. Hinsichtlich der Einfachheit und der Anwendbarkeit in der Praxis, konzentriert sich das Verfahren auf die Berücksichtigung der wichtigsten Einflussparameter und vernachlässigt die unbedeutenden.

Die an der Universität Karlsruhe (TH) durchgeführten Analysen zeigen, dass im Rahmen des zu entwickelnden Budgetierungsverfahrens PABI nachfolgende Parameter bei der entsprechenden Maßnahmenart zu berücksichtigen sind:

*Tabelle 1: Zu berücksichtigende Einflussparameter*

<b>Maßnahmen der Wartung, Inspektion und Instandsetzung</b>	<b>Maßnahmen der Verbesserung</b>
Gebäudealter	Gebäudealter
Technikanteil	Gebäudegeometrie
Nutzungsart	Qualität der Planung und Erstellung
Qualität der Planung und Erstellung	

Für Maßnahmen der Wartung, Inspektion und Instandsetzung sind dies Gewichtungsfaktoren für das Gebäudealter, sowie den Technikanteil der Immobilien und die Art der Nutzung. Für die außerordentlichen Instandhaltungsmaßnahmen spielt neben dem Gebäudealter vor allem die Gebäudegeometrie bzw. die Kompaktheit eine wesentliche Rolle. Die Qualität der

Planung und Erstellung wirkt sich auf beide Maßnahmenarten aus, wobei die Einflusswirkung bislang nur qualitativ bestimmt werden kann (Bahr, C., 2008).

Der Korrekturfaktor ( $K_{I,W,IH}$ ) für regelmäßige Instandhaltungsarbeiten mit Maßnahmen der Wartung, Inspektion und der Instandsetzung nach DIN 31051 wird somit durch die Multiplikation der nachfolgenden Gewichtungsfaktoren ermittelt:

$$KF_{I,W,IS} = G_{Aj} \cdot G_T \cdot G_N \cdot G_{FMj}$$

<i>KF</i>	<i>Korrekturfaktor zur Berücksichtigung von Einflussfaktoren</i>
<i>I,W,WIE</i>	<i>Regelmäßige IH-Maßnahmen wie z.B. Wartung, Inspektion und Instandsetzung nach DIN 31051</i>
<i>G<sub>A</sub></i>	<i>Gewichtungsfaktor für das Gebäudealter</i>
<i>G<sub>T</sub></i>	<i>Gewichtungsfaktor für den Technikanteil</i>
<i>G<sub>N</sub></i>	<i>Gewichtungsfaktor für die Art der Nutzung</i>
<i>G<sub>FM</sub></i>	<i>Gewichtungsfaktor für die Qualität der Planung und Erstellung</i>
<i>j</i>	<i>regelmäßig</i>

Der Korrekturfaktor ( $K_v$ ) für die außerordentlichen Instandhaltungsmaßnahmen berechnet sich hingegen aus den Gewichtungsfaktoren für das Gebäudealter, die Gebäudegeometrie sowie die Qualität der Planung und Erstellung.

$$KF_v = G_{Ae} \cdot G_G \cdot G_{FMe}$$

<i>KF</i>	<i>Korrekturfaktor zur Berücksichtigung von Einflussfaktoren</i>
<i>v</i>	<i>Ausserordentliche IH-Maßnahmen mit Projektcharakter wie z.B. Maßnahmen der Verbesserung nach DIN 31051</i>
<i>G<sub>G</sub></i>	<i>Gewichtungsfaktor für die Gebäudegeometrie</i>
<i>G<sub>FM</sub></i>	<i>Gewichtungsfaktor für die Qualität der Planung und Erstellung</i>
<i>e</i>	<i>ausserordentlich</i>

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass alle weiteren Faktoren keine wesentlichen Abweichungen des Instandhaltungsbedarfes der analysierten Fallbeispiele zur Folge haben und somit bei der Budgetierung vernachlässigt werden können.

## Resultat

Durch eine transparente und belastbare Berechnung des für die Instandhaltung notwendigen Budgets und somit die zielgerichtete Bereitstellung der finanziellen Mittel kann der



Werterhalt von bestehenden Gebäuden maßgeblich verbessert werden. Da die Instandhaltung im Vergleich zum Neubau nur wenig Ressourcen in Anspruch nimmt und der Abriss von Gebäuden durch eine nachhaltige Instandhaltung verhindert werden kann, wirkt sich diese neben den ökonomischen Vorteilen auch positiv auf unsere Umwelt und Gesellschaft aus.

Deutschland hat sich dem Prinzip der Nachhaltigkeit verpflichtet, weshalb Forschung im Bereich der Instandhaltung eine wichtige Rolle spielt. Im Vergleich zu bisher eher kurzfristig orientierten Vorgehensweisen, ermöglicht die ganzheitliche und strategische Planung werterhaltender Maßnahmen, Immobilienbesitzern ein enormes Einsparpotential und die Schonung von wertvollen Ressourcen.

### **Literaturverzeichnis**

- Bahr, C. (2008): Realdatenanalyse zum Instandhaltungsaufwand öffentlicher Hochbauten – Ein Beitrag zur Budgetierung, Dissertation an der Professur für Facility Management der Universität Karlsruhe (TH). Download unter: <http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/1000009077>
- BMI, (2005): Building Maintenance Information: Review of Maintenance Costs. Serial 341 BMI Special Report – May 2005, RICS, London
- Bundesarbeitskreis Altbauerneuerung e.V. (2007): Der BAKA stellt sich den erweiterten Beratungsaufgaben im Wachstumsmarkt „Bauen im Bestand“, Presseinformation vom 15.01.2007
- Destatis (2007): statistisches Bundesamt: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktberechnung, detaillierte Jahresergebnisse, Wiesbaden
- Difu, (2005): Deutsches Institut für Urbanistik
- DIN 31051, (2003): Grundlagen der Instandhaltung, Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag, Berlin
- Simons, K., Sager, R. (1980): Berechnungsmethoden für Baunutzungskosten; Schriftenreihe Bau- und Wohnforschung des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bonn

Schub A., Stark K., (1985): Life Cycle Cost von Bauobjekten, Methoden zur Planung von Folgekosten; Schriftenreihe der Gesellschaft für Projektmanagement, Verlag TÜV Rheinland, Köln

UNEP (2007): Sustainable Building and Construction Initiative