

# **Die Instandsetzung – ein wesentlicher Beitrag zum nachhaltigen Bauen**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank U. Vogdt, Fachgebiet Bauphysik und Baukonstruktionen,  
Technische Universität Berlin

## **1. Begriffsbestimmung**

### **Nachhaltigkeit**

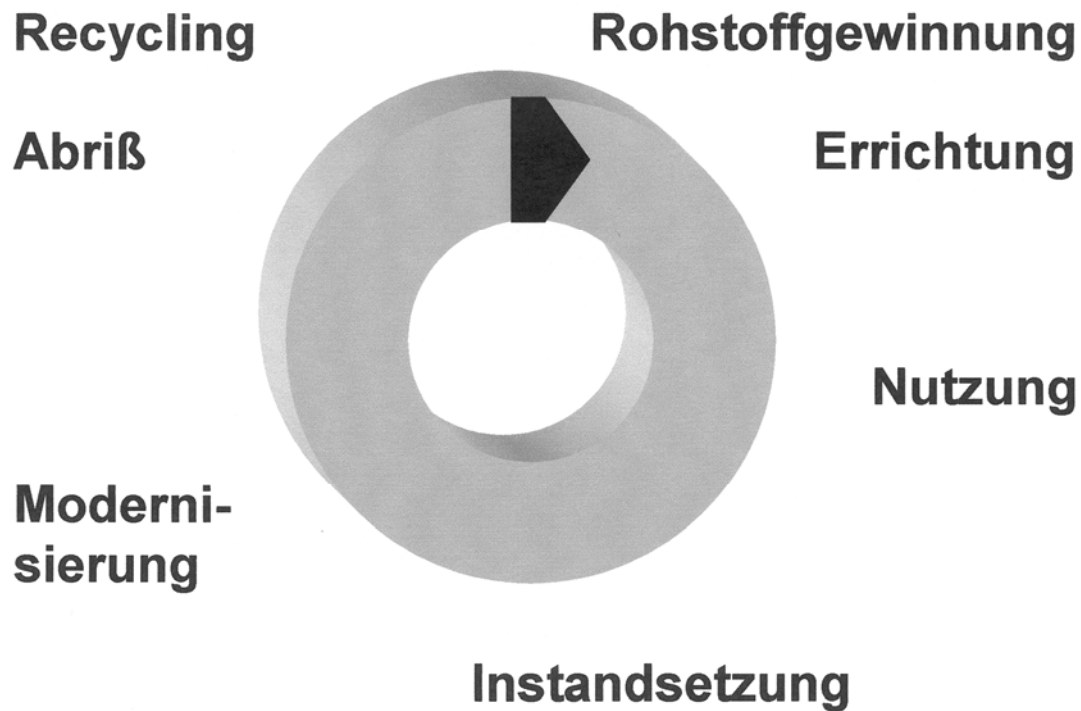
Die Nachhaltigkeit basiert auf den drei Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Sozio-Kulturelles. Für diese drei Dimensionen lassen sich exemplarisch folgende Schutzziele benennen:

- Schutz der Ressourcen,
- Schutz des Ökosystems,
- Erhaltung von Kapital,
- geringe Betriebskosten,
- Gestaltung und Ästhetik,
- Gesundheit und Behaglichkeit sowie
- Schaffung von Erwerbsmöglichkeit.

Diese Schutzziele sind auch im „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung BMVBS verankert.

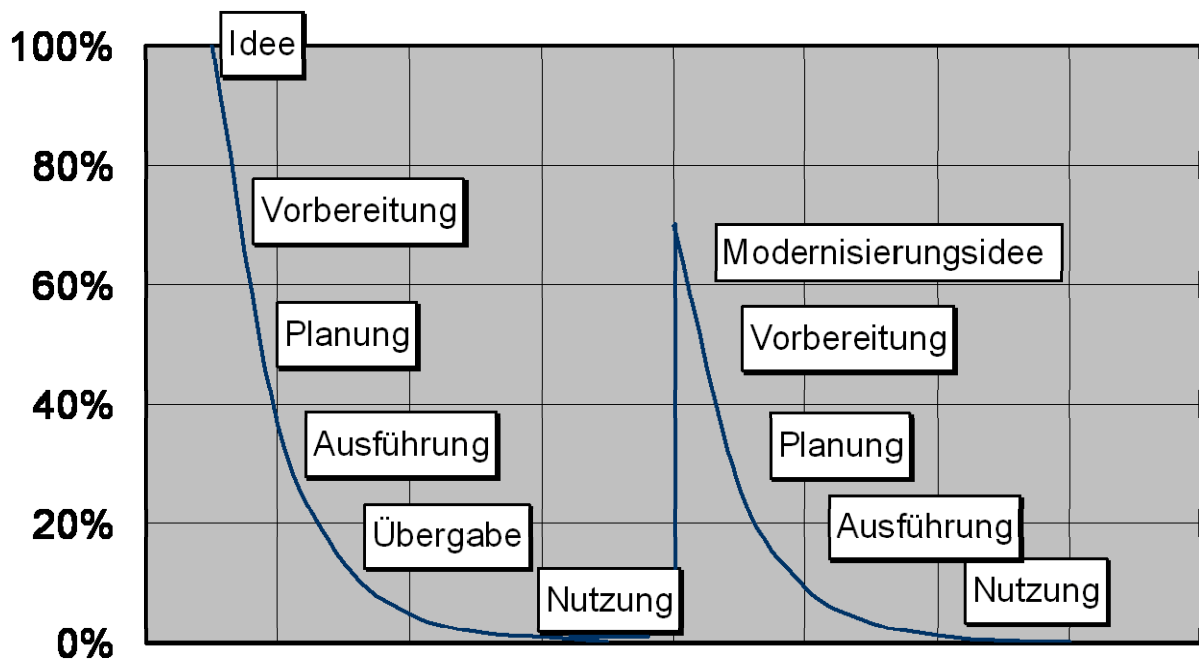
### **Lebenszyklusbetrachtung**

Dabei verfolgt der Leitfaden die Zielstellung, sämtliche Einflussfaktoren über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes (Bild 1) zu optimieren.



**Bild 1: Lebenszyklus**

Die Lebenszyklusaufwendungen – wie Kosten oder Ressourceninanspruchnahme – sowie die Umweltwirkungen – wie das Treibhauspotential (Global Warming Potential GWP) oder das Versauerungspotential (Acidification Potential AP) – sind zu minimieren. Wesentlicher Hintergrund für den „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“, der für sämtliche Bundesbauvorhaben im Verantwortungsbereich des BMVBS verbindlich eingeführt wurde, ist die Erkenntnis, dass die Möglichkeit der Einflussnahme auf die Gebäudeeigenschaften bereits im frühen Planungsprozess stark abnimmt und erst wieder bei einer Modernisierungsidee ansteigt (Bild 2).



**Bild 2: Abnahme der Einflussnahme auf die Gebäudeeigenschaften im Planungsprozess (qualitativ)**

Neben einer qualitativen Erstbewertung in Form von Checklisten wird im Leitfaden eine rechnergestützte quantitative Tiefenbewertung als Variantenvergleich auf Gebäudeebene angedacht. Bisher fehlte hierzu jedoch die Datengrundlage.

Im Rahmen des „Runden Tisches Nachhaltiges Bauen“, der durch die Bauindustrie initiiert und durch das BMVBS moderiert wird, wurden im Konsens der interessierten Gruppen quantifizierbare Indikatoren für die ökologischen, ökonomischen, sozio-kulturellen, technischen und prozessorientierten Aspekte der Nachhaltigkeit festgelegt.

### **Lebensdauer, Nutzungsdauer, Referenzzeitraum**

Auf die Ergebnisse der Lebenszyklusanalyse hat der Ansatz der Nutzungsdauer wesentlichen Einfluss. Es stellt sich somit die Frage, welche Ansätze zur Lebensdauer

bzw. Nutzungsdauer für Baukonstruktionen oder Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung sinnvoll sind. Dabei ist zwischen technischer und wirtschaftlicher Lebensdauer, der Nutzungsdauer und dem Referenzzeitraum zu differenzieren. Unter dem Referenzzeitraum versteht man den Ansatz der Nutzungsdauer der Gesamtgebäude für die Lebenszyklusbetrachtung. Dabei können die Ansätze nach Tabelle 1 und 2 zugrundegelegt werden.

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| • Wohnen:                                                                                             | 60 Jahre  |
| • Verwaltung:                                                                                         | 50 Jahre  |
| • Gewerbe:                                                                                            | 40 Jahre  |
| • Industrie:                                                                                          | 20 Jahre  |
| • Forschung:                                                                                          | 30 Jahre  |
| • Lehre und Ausbildung:                                                                               | 40 Jahre  |
| [Amt für Bundesbauten: Standardisierte Nutzungszeiten von Gebäuden und Bauteilen, Schweiz, Jan. 1997] |           |
| Bundesbauten:                                                                                         | 100 Jahre |
| [Leitfaden Nachhaltiges Bauen, BMVBW, 2001]                                                           |           |

**Tabelle 1: Nutzungsdauer von Gebäuden**

| <u>Nutzungsdauer von anderen Gebäuden</u>                                                             |                    |        |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|------|
| Bauweise:                                                                                             | Installationsgrad: |        |      |
|                                                                                                       | gering             | mittel | hoch |
| massiv                                                                                                | 60                 | 50     | 40   |
| gemischt                                                                                              | 50                 | 40     | 30   |
| leicht                                                                                                | 40                 | 30     | 20   |
| [Amt für Bundesbauten: Standardisierte Nutzungszeiten von Gebäuden und Bauteilen, Schweiz, Jan. 1997] |                    |        |      |

**Tabelle 2: Nutzungsdauer von Gebäuden**

Zum Vergleich: Nach dem „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ wird für Bundesbauten ein Referenzzeitraum von 100 Jahren festgelegt.

Im Leitfaden sind des Weiteren zusätzlich die Nutzungsdauerspanne sowie ein gewichtetes Mittel der Nutzungsdauer von Baukonstruktionen nach dem Ordnungsprinzip der DIN 276 angegeben. Dabei wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die tatsächliche Lebensdauer der Bauteile und Bauteilschichten vor allem von den Bauteileigenschaften, der Ausführungsqualität, der konkreten Beanspruchung und den Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen beeinflusst wird. Die Lebenserwartung ist deshalb in der angegebenen Spanne ingenieurmäßig unter Berücksichtigung folgender Einflussgrößen sinnvoll abzuschätzen:

- Materialqualität,
- Komplexität des Bauteils,
- Ausführungsqualität,
- Anforderungen an das handwerkliche Geschick,
- Exposition (Klima, Umwelt, etc.),
- Nutzungsintensität,
- Inspektions- und Wartungsintervalle,
- Reparaturfreundlichkeit,
- Nutzungsflexibilität,
- technischer Fortschritt und
- ästhetischer Verschleiß.

## **Instandhaltung**

Instandhaltung beinhaltet nach DIN 31051 alle Grundmaßnahmen – das heißt die Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus eines Gebäudes – die notwendig sind, um ein Gebäude mit seiner technischen Ausrüstung in dem Zustand zu halten oder in diesen zurückzuführen, in dem es die geforderte Funktion erfüllen kann.

Dabei können folgende Arten der Instandhaltung unterschieden werden:

- vorbeugende Instandhaltung,
- zustandsabhängige Instandhaltung,
- ausfallsbedingte Instandhaltung.

Ziel der vorbeugenden Instandhaltung ist es, den Ausfall bzw. die komplette Abnutzung eines Bauteils oder einer Bauteilschicht zu vermeiden. Nach Erreichen einer festgelegten Nutzungszeit (Anzahl von Kalendertagen, Laufstunden oder einer erreichten Ausbringungsmenge) werden Instandsetzungsmaßnahmen veranlasst.

Beispiele hierfür sind:

- Anstricherneuerung bei Fenstern oder Fassadenteilen,
- Wartung der Dachentwässerung,
- Austausch von Leuchtmitteln, z.B. der Notbeleuchtung,
- Anstricherneuerung reflektierender Flächen, besonders Deckenbereiche bei indirekter Beleuchtung,

- Filterwechsel bei Lüftungsanlagen,
- Ölfilteraustausch sowie
- Austausch von Sicherheitsausrüstungen, z.B. Feuerlöscher.

Bei der zustandsabhängigen Instandhaltung wird durch eine regelmäßige Inspektion des Gebäudes bzw. der Anlagen festgestellt, ob weitere Maßnahmen erforderlich werden. Ziel der Inspektion ist die Ermittlung des Zeitpunktes, an dem gehandelt werden muss, bevor das Bauteil oder die Anlage ausfällt. Beispiele hierzu sind:

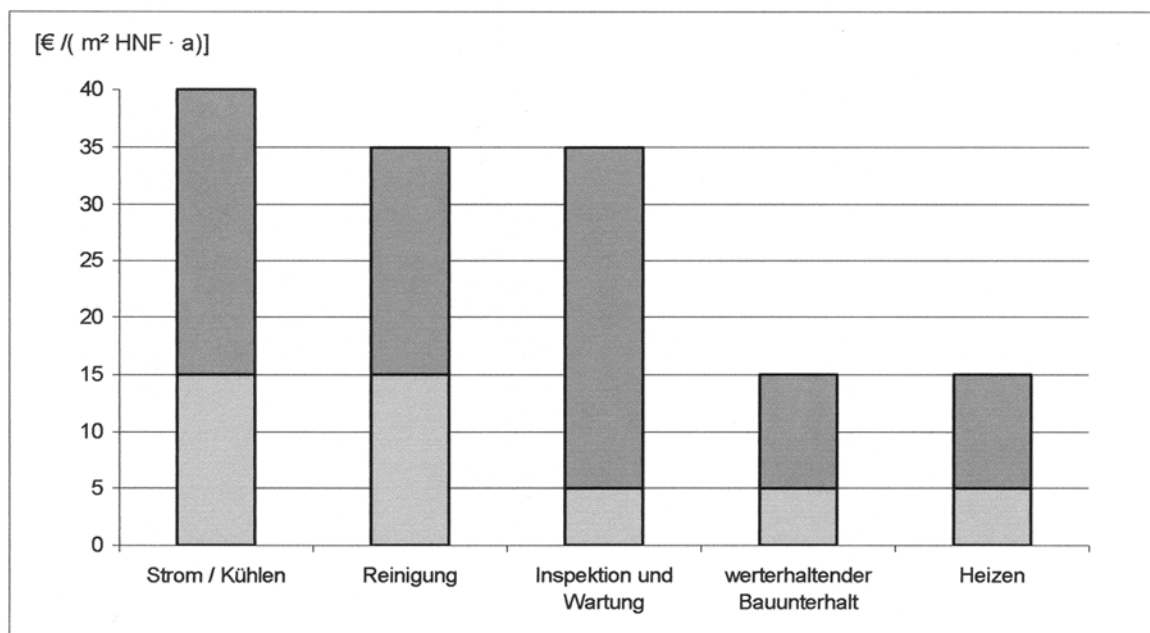
- Bodenbeläge in Abhängigkeit der Abnutzung oder Verfärbung,
- Decken- und Wandbeschichtungen, z.B. bei Feststellung von Teilablösungen,
- Fugenabdichtung, z.B. bei Feststellung von Versprödungen oder Ablösungen,
- Rohre in Abhängigkeit vom Verkalkungsgrad und
- Pumpen und Ventile, z.B. bei der Feststellung von Korrosionserscheinungen.

Die ausfallsbedingte Instandsetzung wird erst bei einer Beeinträchtigung der Funktion des Bauteils bzw. der Anlage vorgenommen. Die Instandsetzung muss dann ohne Verzug erfolgen, um die Ausfallkosten oder Folgeschäden zu minimieren. Die technische Lebensdauer des Bau- bzw. Anlagenteils wird in diesem Fall voll ausgenutzt. Beispiele hierfür sind:

- Dachsanierung bei Eintritt von Durchfeuchtungsschäden,
- Erneuerung der Regenrinnen und Regenfallrohre bei Auftreten von Leckagen,
- Sonnenschutzvorrichtungen, z.B. nach Sturmschäden oder
- Rohrbruch der Abwasserleitung.

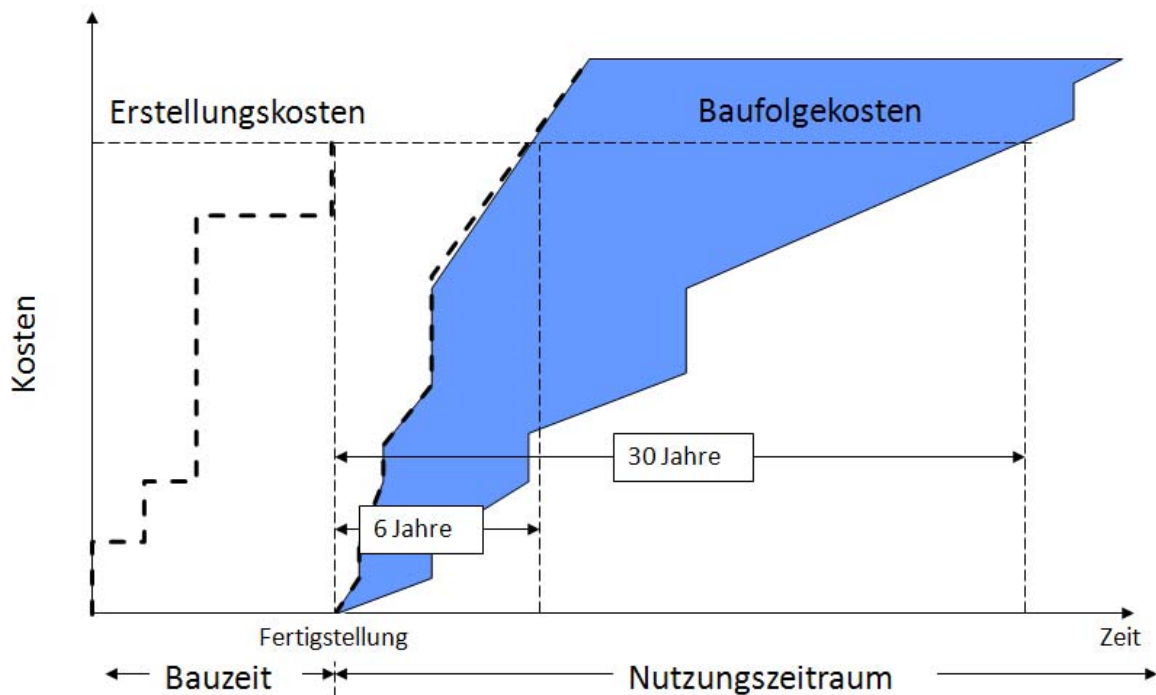
## 2. Problemstellung

Die statistische Auswertung der Kosten in der Betriebs- bzw. Nutzphase von Verwaltungsgebäuden entsprechend Bild 3 zeigt, dass erhebliche Spannen festzustellen sind, die das Optimierungspotential verdeutlichen.



**Bild 3: Betriebskosten (Ist-Werte) von Verwaltungsgebäuden**

Untersuchungen der OFD Hannover zeigten, dass – je nach Gebäudeentwurf – im günstigen Fall die kumulierten Betriebskosten nach 30 Jahren die Größe der Erstellungskosten erreichen, im ungünstigen Fall bereits nach 6 Jahren (Bild 4).



**Bild 4: Errichtungs- und Betriebskosten [OFD Hannover]**

Dabei haben auch die Maßnahmen der vorbeugenden Instandhaltung einen erheblichen Einfluss. Hier gilt es, die Instandhaltungsintensität derart zu optimieren, dass die Gesamtkosten als Summe aus Instandhaltungskosten, Schadensfolgekosten und Schadenskosten ein Minimum erreichen.

Die Steigerung der Nutzungsdauer durch Maßnahmen der Qualitätssicherung, Wartung und Inspektion müssen auch im Rahmen der Lebenszyklusbetrachtung quantifiziert werden können, um sich als ökonomisch oder ökologisch rentabel darstellen zu können, da anderenfalls Instandhaltungsmaßnahmen nur zu Aufwendungen, nicht aber zum „Nutzen“ führen würden.

### 3. Beispiel

Am Beispiel von Außenwandkonstruktionsvarianten soll dargestellt werden, welchen Einfluss die Variation der Lebensdauer auf das Gesamtergebnis der Lebenszyklusbetrachtung haben kann.

Welche Möglichkeiten bei einer Lebensdaueroptimierung bestehen, ist Bild 5 zu entnehmen. Durch Instandhaltungsmaßnahmen wird die Lebensdauer des Wärmedämmverbundsystems von 30 auf 40 Jahre verlängert. Hieraus ergibt sich eine Reduzierung des kumulierten Primärenergieinhalts um 20 %. Dies macht das Optimierungspotential deutlich. Hierzu sind zukünftig belastbare Algorithmen zu entwickeln, die den positiven Einfluss der Instandhaltung auf die technische Nutzungsdauer der Bauteile und Anlagen quantifiziert.

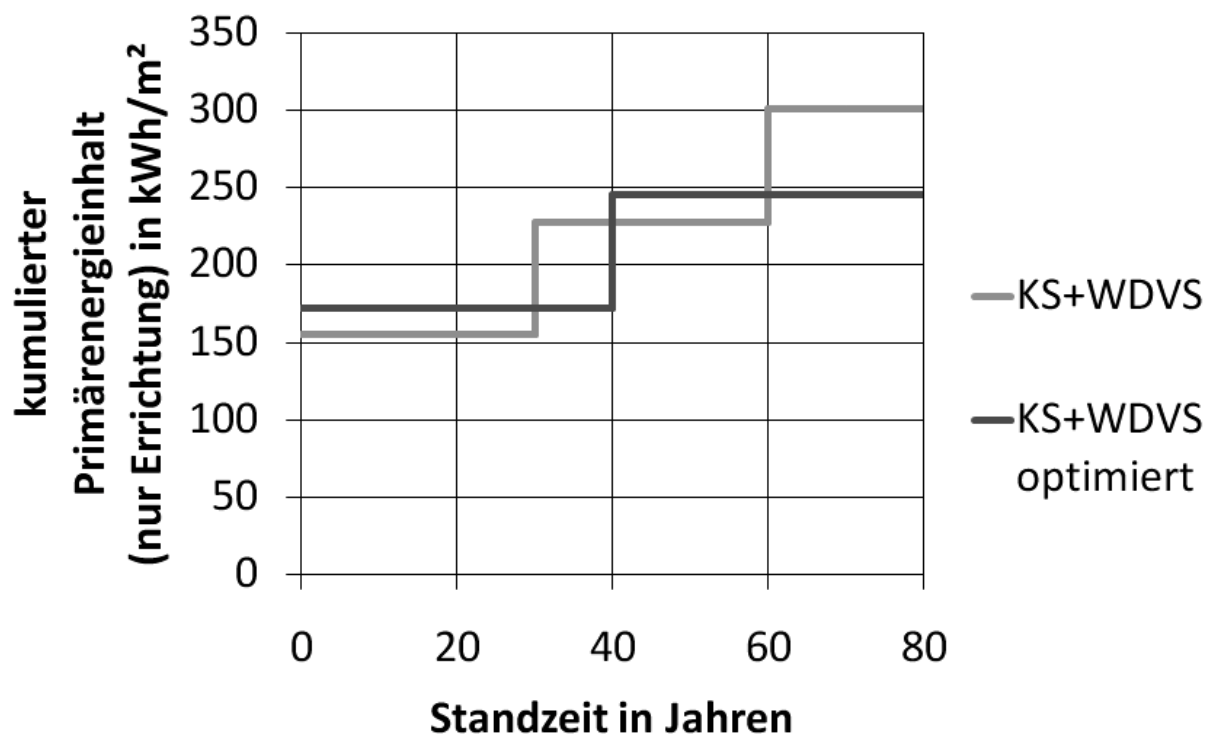


Bild 5: kumulierter Primärenergieeinhalt (hier nur Erstellungsphase)

## **4. Datenbasis**

### **Wirtschaftliche Nutzungsdauer**

Aus dem Bereich der Wertermittlung können folgende Grundlagen angegeben werden:

- Wertermittlungsverordnung Wert R91,
- Standardisierte Nutzungszeiten von Gebäuden und Bauteilen, Schweizer Amt für Bundesbauten, 1997,
- Zentralstelle für wirtschaftliches Bauen LAGDAT, 1998,
- Baukosteninformationsdienst BKI, 1998,
- Nutzungsdauerkatalog baulicher Anlagen und Anlagenteile, Landesverband Steiermark und Kernten, 2006.

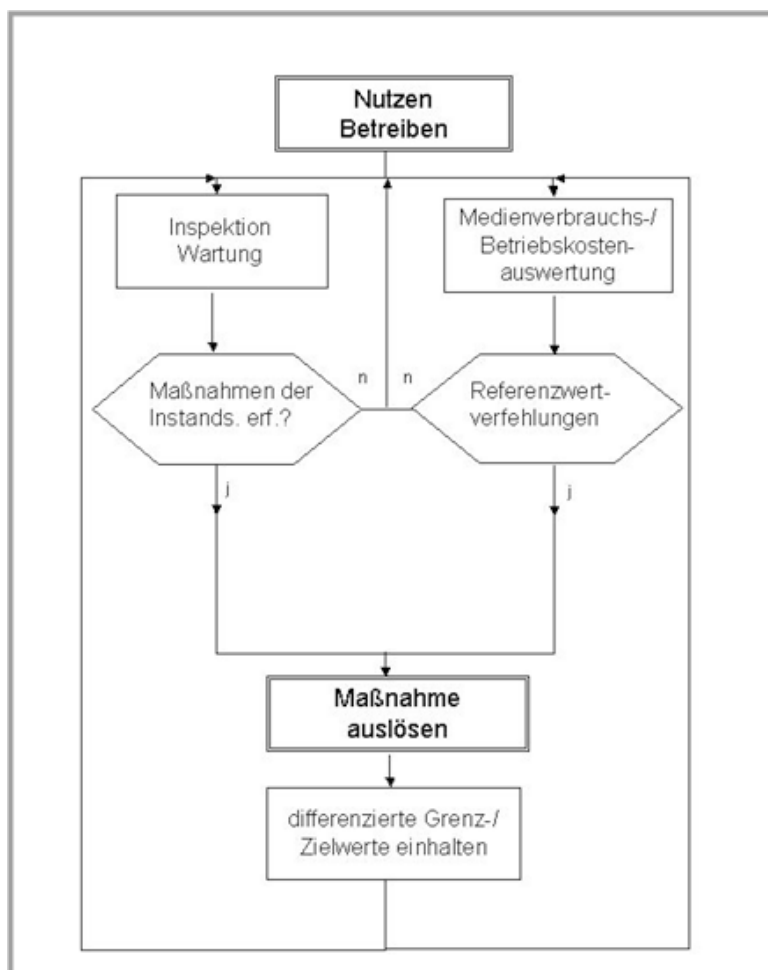
### **Technische Nutzungsdauer**

Angaben zur technischen Nutzungsdauer finden sich in:

- Leitfaden Nachhaltiges Bauen, BMVBW, 2001,
- Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile, Institut für Bauforschung, 2004,
- Europäische Zulassungen (European Technical Approvals ETA),
- Umweltdeklarationen (Environmental Product Declaration EPD).

## 5. Ausblick

Im Rahmen der derzeitigen Überarbeitung des „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ wird dem Bereich der Instandsetzung und Modernisierung sowie dem Betreiben von Gebäuden ein besonderer Schwerpunkt eingeräumt. Dabei wird eine Instandsetzungs- und Modernisierungsstrategie entwickelt. Handlungsauslöser für Maßnahmen der Modernisierung werden zum einen die bisher bereits übliche Inspektion und Wartung, zum anderen eine turnusmäßige Überprüfung des Medienverbrauchs sowie der Betriebskosten in Hinblick auf eine Referenzwertverfehlung sein (Bild 6).



**Bild 6:** zyklische Prüfung im Rahmen der Instandsetzungs- und Modernisierungsstrategie

Diese Referenzwerte werden für verschiedene Gebäudetypen nach dem Bauwerkszuordnungskatalog für die unterschiedlichen Medienverbräuche und -kosten bestimmt (Tabelle 3).

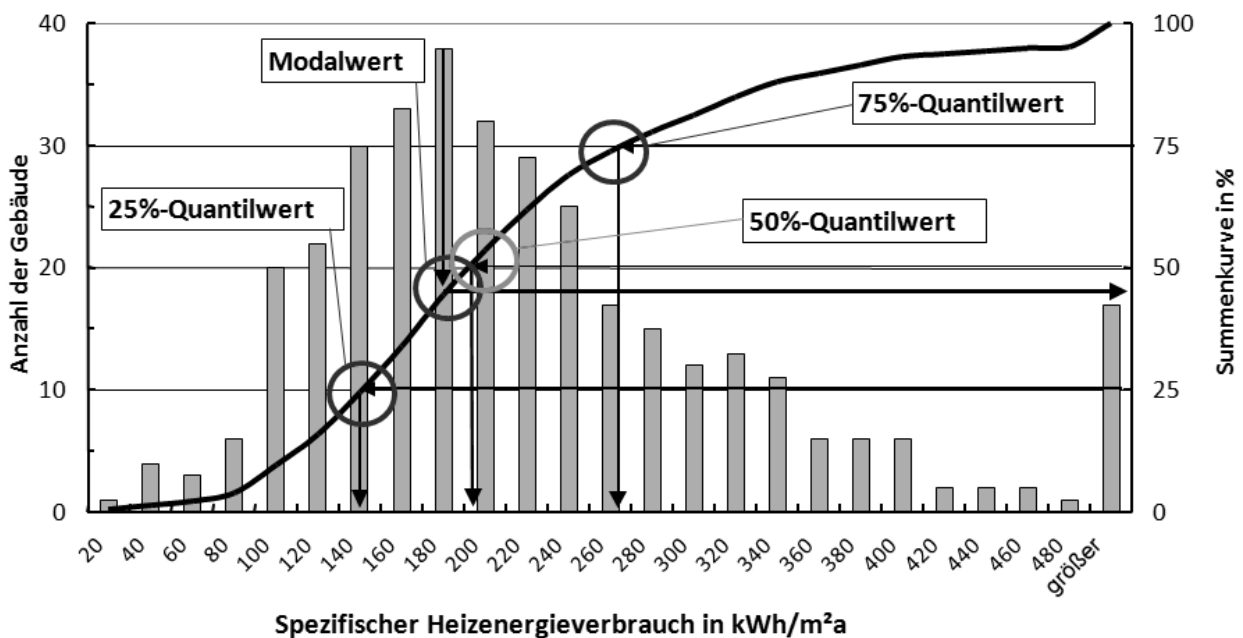
| Bauzuordnungs-katalog | Gebäudeart                                        |
|-----------------------|---------------------------------------------------|
| 1000                  | Parlaments-, Gerichts- und Verwaltungsgebäude     |
| 2000                  | Gebäude für wissenschaftliche Lehre und Forschung |
| 3000                  | Gebäude des Gesundheitswesens                     |
| 4000                  | Schulen                                           |
| 5000                  | Sportbauten                                       |
| 6000                  | Wohnbauten, Gemeinschaftsstätten                  |
| 7000                  | Gebäude für Produktion, Werkstätten, Lagergebäude |
| 8000                  | Bauwerke für technische Zwecke                    |
| 9000                  | Gebäude anderer Art                               |

**Tabelle 3: Gebäudetypisierung nach dem Bauwerkzuordnungskatalog**

Referenzwerte für die Medienverbräuche Wärme, Strom und Wasser liegen bereits vor. Gleiches gilt für die Betriebskosten dieser Medienverbräuche. Zu den Betriebskostenar-

ten Reinigung, Inspektion und Wartung sowie werterhaltender Bauunterhalt besteht ein weiterer Untersuchungsbedarf.

Die Referenzwertbestimmung erfolgte, wie beispielhaft in Bild 10 dargestellt, anhand einer statistischen Auswertung. Hier könnte beispielsweise eine Überschreitung des 75 %-Quantilwerts durch den Heizenergieverbrauch einer Liegenschaft zu Maßnahmen der energetischen Modernisierung führen.



**Bild 7: statistische Auswertung des spezifischen Heizenergieverbrauchs**

Zukünftig werden als Datenbasis für den Bereich der Bundesbauten die Umweltdeklarationen EPD anzusetzen sein. Die Kennwerte der EPD werden branchenbezogen nach einheitlichen Regeln durch die Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliche Bauprodukte AUB ermittelt. Neben den Wirkungsbilanzdaten sollen dann auch die Angaben der Nutzungsdauer zu finden sein. Derzeit sind ca. 70 Bauprodukte entsprechend zertifiziert. Eine Methodik zur Bestimmung der Nutzungsdauer unter Berücksichtigung der relevan-

ten Einflussfaktoren könnte zukünftig nach der Faktorenmethode nach ISO15 686 erfolgen:

$$ELSC = RLSC * A * B * C * D * E * F * G$$

|      |                         |
|------|-------------------------|
| ELSD | erwartete Lebensdauer   |
| RLSC | Referenzlebensdauer     |
| A    | Materialqualität        |
| B    | Planungsqualität        |
| C    | Ausführungsqualität     |
| D    | Innenraumbedingungen    |
| E    | Umwelteinflüsse         |
| F    | Nutzungsbedingungen     |
| G    | Instandhaltungsqualität |

## **6. Zusammenfassung**

Die ökonomische und ökologische Lebenszyklusbetrachtung LCC und LCA wird zukünftig im Bauwesen an Bedeutung gewinnen. Der Ansatz der Lebensdauer von Bauteilen und Anlagen der TGA hat dabei einen wesentlichen Einfluss. Die Lebensdauer wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Ein wesentlicher ist dabei die Instandhaltung.