Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107 (1989)
Heft: 17

Artikel: Zustandsbewertung grosser Gebäudebestände
Autor: Schröder, Jules
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77093

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zustandsbewertung grosser Gebäudebestände

Vor einer Generation noch liess sich der Gebäudeunterhalt mit dem Pflichtenheft des Hauswartes nahezu bewältigen. Unterhaltsplanung war ein Fremdwort. Seither hat sich die Zahl der Gebäude verdoppelt und ihre Qualität insgesamt vermindert. Unterhaltsplanung ist zur volkswirtschaftlichen Notwendigkeit geworden, die gebieterisch nach einem Arbeitsinstrument verlangt. Es stehen aber weder eine gesicherte Theorie noch genügend Erfahrung bereit. Trotzdem muss ein solches Instrument bereits heute zum praktischen Gebrauch taugen und sowohl ausbaufähig als auch differenzierbar sein.

VON JULES SCHRÖDER
WETZIKON

Die Verwaltung von Gebäuden erfordert einen zuverlässigen Überblick über den aktuellen Zustand und die notwendigen Unterhaltsmittel. Der Zustand verändert sich aber von Jahr zu Jahr, so dass für grosse Bestände auch grosse Mengen an Informationen zusammengetragen und verarbeitet werden müssten, um die Zustände einzeln zu ermitteln und gesamthaft darzustellen. Mit traditionellen Methoden war dies bisher kaum zu bewerkstelligen. Nachstehend ist ein Verfahren beschrieben, das den grössten Teil eines solchen Aufwandes dem PC überträgt und damit ein bisher entbehrtes Informations- und Entscheidungsinstrument jeder Verwaltung zur Verfügung stellt, die sich mit solchen, nämlich den folgenden Fragen befasst:

- Wieviele Gebäude besitzen wir genau?
- Welches ist ihr Neuwert?
- Welches ist ihr Zustandswert?
- Wie verändern sich diese Werte mit der Zeit und mit dem Unterhalt?
- Welches ist der jährliche Unterhaltsbedarf in Abhängigkeit des Zustandes?
- Welches ist der Sanierungsbedarf für die nächsten Jahre?
- Wann wird er im einzelnen fällig?

Die ersten beiden Fragen lassen sich mit der nötigen administrativen Disziplin ohne weiteres beantworten. Es ist darum auch üblich, den Unterhaltsbedarf in Prozenten des Neuwertes festzusetzen – das Hochbauamt des Kantons Zürich rechnete bisher mit 1,1%. Das missachtet aber die bedeutungsvolle Tatsache, dass neue Gebäude weniger und vernachlässigte mehr Unterhalt erfordern, womit die dritte Frage mit all ihren Problemen gestellt ist. Der Lösungsgedanke setzt an folgendem Sachverhalt an:

Der Gebäudezustand verändert sich aus zwei grundsätzlich verschiedenen Ursachen, nämlich einerseits als Folge der Unterhalts- und Sanierungstätigkeit, aber andererseits auch als Folge ihrer Unterlassung.

Pro Jahr werden nur wenige Gebäude eines ganzen Bestandes baulich so unterhalten oder saniert, dass sich ihr Zustand merklich verändert. Am weitaus grössten Teil geschieht in diesem Sinne nichts, und der Zustandswert wird dort um einen gewissen Betrag absinken. Diese Bewegung lässt sich aber schematisch beschreiben, gerade weil sie nicht durch bewusste Eingriffe, sondern durch vorwiegend natürliche und gesetzmässige Einflüsse entstand.

Es war also ein System zu entwickeln, das den personellen Aufwand für das Zusammentragen der Informationen auf die wenigen Fälle baulicher Massnahmen beschränkt und die alterungsbedingte Abwertung nach einem Schema, das heisst mathematisch erfasst. So wird sie nicht nur rationell, sondern richtigerweise auch nach einheitlichen Gesichtspunkten festgehalten. An dieses System wurden von vornherein strenge Massstäbe der Zweckmässigkeit gelegt:

Erstens konnte das Erheben der Daten, das nur manuell und mit Fachwissen erfolgen kann, nicht einfach genug sein. Es wurde nach den unvermeidlichen und nicht nach den möglichen Differenzierungen gesucht. Diese Phase gehört ganz dem bautechnischen Fachverstand, und Formalismus ist nur soweit zugelassen, als er die manuelle Arbeit zu vereinfachen und an das Resultat einen nützlichen Beitrag zu leisten vermag. Das Nützliche wird vom Zweck bestimmt, dem Zweck des Überblicks und der Entscheidungshilfe. In diesem Sinne ist denn auch eine zweckdienliche und nicht eine theoretische Genauigkeit erwünscht.

Anders liegen die Voraussetzungen beim mathematischen Entwertungsmodell. Der bautechnische Sachbearbeiter ist von diesem Element nicht betroffen. Es soll darum Differenzierungen möglichst zulassen. Sie können aber gleichwohl sinnvoll oder weniger sinnvoll geplant werden.

Man ist von der Tatsache ausgegangen, dass das Verhalten der Bauteile noch wenig erforscht ist. Überliefertes Wissen veraltet zunehmend, teils darum, weil eine veränderte Umwelt neue Einflüsse schafft, aber auch deshalb, weil die Überlieferung nicht immer in allen Teilen richtig ist. Formeln und Computerprogramm sollen darum künftige Anpassungen möglichst universell und einfach zulassen. Somit kann ein Entwertungsverhalten vorgegeben werden, das sich mit der heutigen Erfahrung verträgt, das aber auch jederzeit an bessere Erkenntnisse angepasst werden kann.

Diese Überlegungen bildeten die Grundlage zur Entwicklung des hier beschriebenen Systems, das sich in die drei Elemente gliedert:

- Erheben der Daten,
- Rechnungsmodell und
- Auswertung.

Das *Erheben der Daten* verlangt alljährlich vom Personal eine Meldung über Veränderungen, die durch Bauen bewirkt wurden. So muss es nur zu jenen Fällen eine Mitteilung machen, die es sowieso in frischer Erinnerung und darum rasch erledigt hat.

Der Unterhalt und ein Teil der Sanierungen bewahren vorhandene Werte und schaffen so das Gegenstück zur alterungsbedingten Entwertung. Diese gegenläufigen Bewegungen werden jährlich miteinander verglichen und so der Erfolg oder Misserfolg des Unterhaltes ermittelt.

Zuerst wird ein theoretischer Zustandswert errechnet, unter der Annahme, dass seit der letzten Bewertung kein Unterhalt erfolgt sei. Die Differenz zu den tatsächlich vorhandenen Werten stellt den Unterhaltserfolg, d.h. die Summe der bewahrten Werte, dar. Sind sie grösser als die alterungsbedingte Entwertung, dann war das Jahr erfolgreich, andernfalls ist man in Rückstand geraten. Diesen Rückstand ausweisen zu können, ist ebenfalls ein wichtiges Anliegen der Gebäudebewertung.

Mit einem anderen Teil des Sanierungsaufwandes werden neue Werte geschaffen. Es sind Bestandteile von Bauten, die vorher nicht da waren, wie beispielsweise zusätzliche Isolationen oder Verbesserungen im Innenausbau. Sie

machen sich bemerkbar in einem Anstieg der Neuwerte.

Diese getrennte Betrachtung von Neu- und Zustandswerten erlaubt es, die gesamten Ausgaben anhand der tatsächlichen Resultate zwangslos und mit natürlicher Logik in Unterhalt und Investitionen aufzuschlüsseln.

Als Grundlage für diese Berechnungen sind Angaben nötig, die das Personal zusammentragen muss. Das Formular zur Erhebung der Daten musste

- die Gebäude in wenige vernünftig zu bewertende Teile gliedern, wobei diese Aufteilung für alle Gebäudearten logisch sein musste,
- einen anschaulichen Überblick über das Einzelgebäude bieten,
- in 15 Minuten ausgefüllt werden können,
- als Karteikarte verwendbar sein und durfte deshalb nicht grösser als A5 werden.

Diese Bedingungen führten zwangsläufig zur Beschränkung auf ein sinnvolles Minimum an nötiger Information.

Das *Rechnungsmodell* gliedert sich in einen mathematischen Teil, der das Alterungsverhalten der Bauteile beschreibt und das Computerprogramm. Das Alterungsverhalten ist so festgelegt, dass normalerweise die Entwertung am Anfang in kleinen und später, bei schlechteren Zuständen, in zunehmend grösseren Jahresschritten verläuft. Diese Tendenz kann pro Bauteil verstärkt, verflacht oder auch in ihr Gegenteil verkehrt werden, indem man wenige Parameter im Computerprogramm auf einfche Art verändert. Damit lässt sich das Modell anhand der heutigen Erfahrung vernünftig festlegen und später beliebig an bessere Erkenntnisse anpassen.

Vom Zustand der Bauteile oder des Gebäudes leiten sich dann der Unterhaltsbedarf, der Sanierungsbedarf, die Sanierungskosten und der ideale Sanierungszeitpunkt des einzelnen Bauteiles ab.

So entsteht eine *Auswertung*, die dem Bauverwalter eine grobe, budgettaugliche Information zum einzelnen Gebäude und der verantwortlichen Leitung einen guten Gesamtüberblick über den Bestand liefert. Das Computerprogramm erlaubt eine Sortierung nach allen Kriterien und das Aufteilen des Gesamtbestandes in beliebige Gruppen mit Zwischenresultaten.

Das alles befreit den Sachbearbeiter keineswegs von der Pflicht, sich auch um jene Objekte zu kümmern, die er zur Zeit nicht bearbeitet. Das System nimmt ihm keine Arbeit und vor allem keine Entscheidungen ab.

Das Erheben der Daten

Der Bauverwalter oder Sachbearbeiter erstellt für jedes Gebäude eine Bewertungskarte (Bild 1). Nachstehend folgt eine Beschreibung der einzelnen Kartenfelder.

A Suchbegriff

Die linke obere Zeile enthält den eindeutigen Suchbegriff für jedes Gebäude. Er setzt sich aus drei Ziffern zusammen:

1. Gemeindenummer
2. Assekuranznummer
3. allfällige Unterteilung der Assekuranznummer

Diese Gliederung ist den Gegebenheiten im Kanton Zürich angepasst. Für den Computer ist das aber eine reine Ziffernlogik, die irgendeine Bedeutung haben kann und darum auch nicht an den Kanton Zürich gebunden ist. In die anderen Felder des Kopfes werden administrative Informationen eingetragen.

B Bauteile

Es sind 12 Bauteile definiert. Sie gelten für alle Gebäudearten und stellen Blökke dar, die üblicherweise zusammenhängende Sanierungspakete bilden. Eine Aufteilung nach BKP oder nach der Promilletabelle des Zürcher Baukostenindexes wäre im Sinne des Zweckes zu fein und zu aufwendig.

Der Rohbau beansprucht zwei Zeilen. Er lässt sich so in den massiven und den übrigen Rohbau gliedern, damit sich unterschiedliche «Lebenserwartungen» auswirken können. Die Aufteilung des Innenausbaus erlaubt es, verschiedene Standards, wie Läden und Wohnungen oder renovierte und unrenovierte Stockwerke, zu unterscheiden. Die 12. Zeile steht zur freien Verfügung.

C Komfort

Wo dies sinnvoll ist, kann zu jedem Bauteil eine Aussage über den Komfort gemacht werden. Diese Beurteilung ist eine reine Information und nimmt an der Zustandsbewertung nicht teil.

D Wertung (*W*)

Jeder Bauteil wird nach dem vorgegebenen Schema mit einem Kreuz im entsprechenden Feld bewertet. Zwischenwerte auf den Linien sind möglich. Der Bauverwalter orientiert sich an den Kolonnentexten. Die Zahlen darunter sind Faktoren für die spätere Ausrechnung, die für den Einzelfall manuell erfolgen kann, aber nicht muss.

E Anteile (*A*):

In der linken Kolonne sind die Promilleanteile gemäss Zürcher Baukostenindex so zusammengefasst, dass ihre Teilsummen, auf Prozente gerundet, der Gliederung auf der Karte entsprechen. Dies dient als Orientierungshilfe. Für ein Gebäude von der Struktur der Indexhäuser kann diese Teilung übernommen werden. Für andere Zusammensetzungen steht rechts eine leere Kolonne zur Verfügung.

Das Kolonnentotal muss nicht 100 ergeben. Massgebend sind die Verhältnisse des neuwertigen Zustandes.

F Wertung mal Anteil ($W \times A$)

Multipliziert man den *(Anteil)* mit dem Faktor der entsprechenden Bewertungskolonne *(W)*, erhält man einen reduzierten Anteil (sofern nicht mit 1 bewertet wurde). So ergibt sich eine relative Zusammensetzung der Bauteile, die dem bewerteten Zustand entspricht.

G Neuwert

Auf dieser Zeile wird der Neuwert des ganzen Gebäudes entwickelt. Weil man es bei der Erhebung meistens mit bestehenden Gebäuden zu tun hat, zu denen eine Bauabrechnung fehlt, geht man im Kanton Zürich am einfachsten von der Assekuranzschätzung aus. Grundlage ist der Basiswert 1939 (= 100 Punkte). Er wird mit dem aktuellen Index multipliziert.

Nun deckt sich aber der so errechnete Neuwert nicht unbedingt mit dem empirischen Urteil des Bauverwalters. Gefragt ist aber dieses Urteil. In der 3. Position kann er deshalb den Wert seiner Überzeugung mit einem Korrekturfaktor herbeiführen. Sieht er sich dazu veranlasst, so wählt er einen von 1 abweichenden Faktor. Dies ist gleichzeitig ein Hinweis zur Notwendigkeit einer Neuschätzung durch die Gebäudeversicherung.

Die beiden nächsten Positionen dienen zum Hinzufügen von nicht mitversicherten Teilen bzw. zum Abziehen von mitversichertem Fremdeigentum.

Das Resultat dieser Kette ist der Neuwert des Gebäudes.

H Zustandswert

Der Dreisatz: Neuwert, dividiert durch die Summe der Anteile *(A)*, multipliziert mit der Summe der reduzierten Anteile ($W \times A$), liefert den Zustandswert. Er ist um den aktuellen Grad der Abnützung tiefer als der Neuwert.

Allgemeines zur Datenerhebung

Das Schema der Bewertungskarte bietet die Möglichkeit der manuellen Aus-

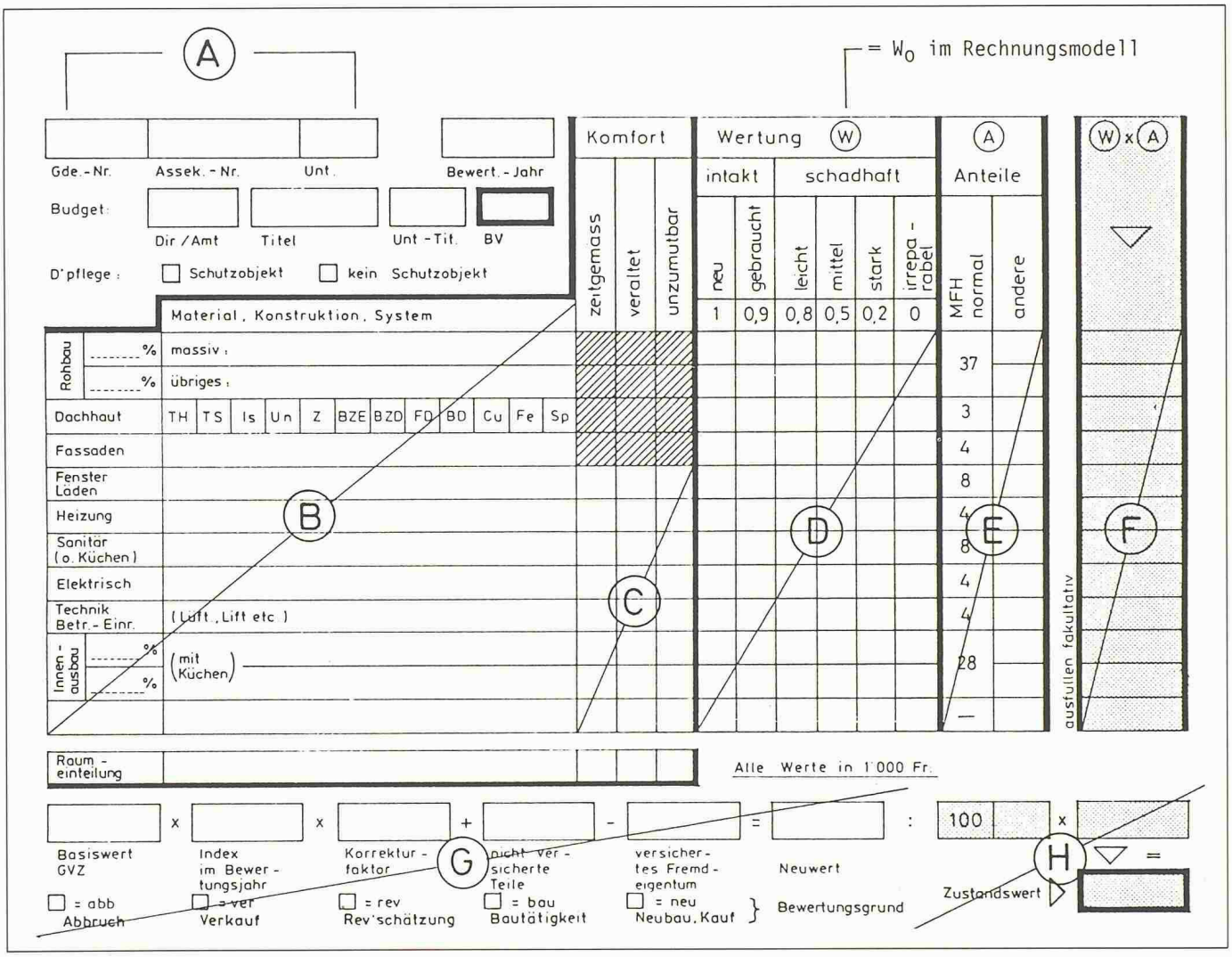

Bild 1. Der Bauverwalter oder Sachbearbeiter erstellt für jedes Gebäude eine Bewertungskarte

rechnung ($W \times A$, Neuwert, Zustandswert). Sie ist fakultativ und dient bei Bedarf der Auswertung einzelner Gebäude an Ort und Stelle, muss aber nicht in den Computer eingegeben werden.

Das Rechnungsmodell

Grundsätze

Der mathematische Teil des Rechnungsmodells bechreibt das Entwertungsverhalten der Bauteile als Funktion der Zeit. Die Struktur der Funktion ist für alle Bauteile gleich, ihr Verlauf aber je nach Wahl bestimmter Parameter verschieden.

Der Zustandswert ist definiert als jener Teil des Neuwertes, der noch vorhanden ist. Er bewegt sich von 1 für einen neuen Bauteil, bis 0 für einen irreparablen, nur noch durch Ersatz zu sanierenden Bauteil. Die Skala entspricht der Wertung *(W)* auf der Bewertungskarte. Entsprechend bewegt sich das Alter von 0 für einen neuen Bauteil bis 1 für den irreparablen.

Die Zahlen sind relativ und beziehen sich auf den Neuwert bzw. auf die Lebensdauer des Bauteils. Diese feste Beziehung zwischen Wert und Alter bedeutet, dass umgekehrt auch das Alter als Funktion des Wertes verstanden werden kann. Somit bewirkt eine Sanierung, mit der ja ein Bauteil wieder an Wert gewinnt, dass dieser im Sinne des Rechnungsmodells jünger wird. Um später absolute Zahlen zu gewinnen, wird der relative Wert mit dem Neuwert in Franken und das relative Alter mit der Lebensdauer in Jahren multipliziert.

Die Beziehung zwischen Wert und Alter lässt sich in einem Diagramm darstellen, in dem der Wert auf der Ordinate und das Alter auf der Abszisse aufgetragen wird. Sie ist in zwei Abschnitte unterteilbar, für welche die Entwertungsfunktionen einzeln und unabhängig voneinander festgesetzt werden können. Damit lässt sich ab einem bestimmten Alter des Bauteiles ein ande-

Die Wertung (W) und die Anteile (A) soll der Bauverwalter anhand seiner Erfahrung und mit gesundem Fachverstand aus dem Augenblick abschätzen und festsetzen, keinesfalls aber aus Unterlagen analytisch herleiten wollen. Das würde zuviel kostbare Zeit verschlingen und trotzdem «nur» sein empirisches Urteil zum Ausdruck bringen. Genau dieses Urteil ist aber gefragt. Alles andere führt am Zweck vorbei.

Wichtig ist, dass solche generellen Überlegungen überhaupt angestellt werden und die beteiligten Mitarbeiter in gleichen Bahnen denken. Dass sie zu gleichen Zahlen kommen, ist nicht verlangt. Die Urteile dürfen im Rahmen der fachtechnischen Vernunft voneinander abweichen.

Die Gebäudebewertung ist kein Instrument für bessere oder schnellere Kostenvoranschläge von Sanierungen. Sie trägt plausible Zustandsbewertungen zu gültigen Gesamtbildern zusammen. Die bisherige Erfahrung zeigt aber, dass die ausgewiesenen Werte auch zu Budgetzwecken und groben Kostenschätzungen am Einzelobjekt taugen.

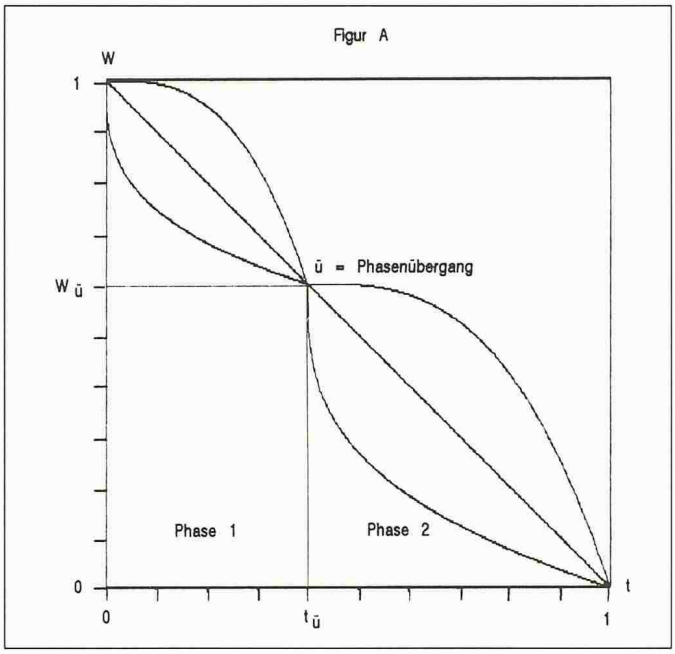

Bild 2. Die Entwertung als Funktion der Zeit ist in zwei Phasen mit unabhängigen Verläufen unterteilbar

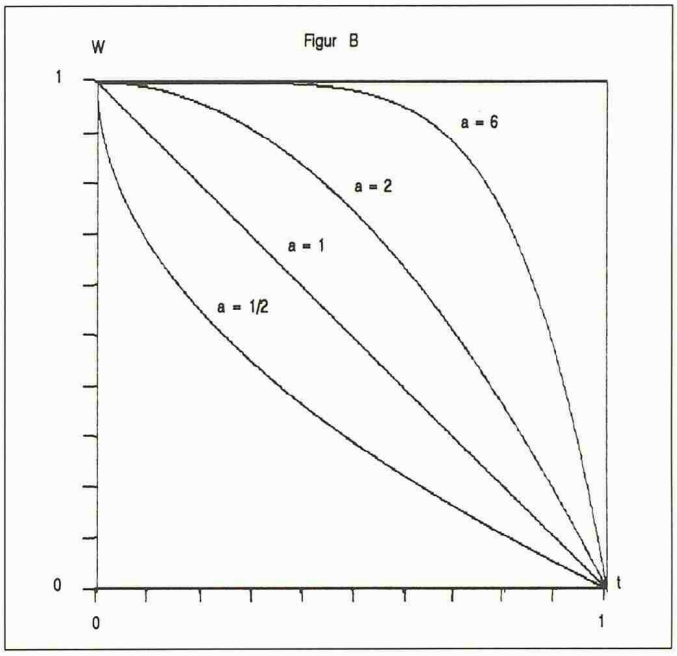

Bild 3. Durch Variation eines Exponenten in der Entwertungsformel ergeben sich verschieden gekrümmte Verläufe

res Verhalten festlegen. Dieser Punkt ist frei wählbar. Ist aber über die ganze Lebensdauer nur eine einzige Funktion erwünscht, wird das Alter, bei dem der Übergang stattfinden soll – im folgenden Phasenübergang genannt – bei 0 oder 1 festgesetzt. Damit reduziert sich der Definitionsbereich der einen Funktion auf 0 und derjenige der anderen Funktion dehnt sich über die ganze Abszisse aus. In Bild 2 sind diese Beziehungen dargestellt.

Für beide Phasen sind drei mögliche Graphen der gleichen Grundfunktion dargestellt. Sie unterscheiden sich nur in den Parametern, die leicht austauschbar sind. Der lineare Verlauf ergibt sich bei einer bestimmten Wahl der Parameter als Spezialfall. Der Berührungspunkt beider Abschnitte wird als Phasenübergang bezeichnet. Er kann sich nur auf der Geraden zwischen den Punkteadressen (0/1) und (1/0) bewegen. Das heisst, dass die Summe aus den Wertepaaren des Phasenüberganges immer 1 ergibt. ($W_ü + t_ü = 1$).

Symbole und Begriffe

W relativer Wert eines Bauteils
W_o relativer Wert, vom Bauverwalter deklariert (auf der Bewertungskarte = W)
$W_ü$ relativer Wert am Phasenübergang
t relatives Alter eines Bauteils
t_o relatives Alter, das der Bewertung W_o entspricht
t_z relatives Alter, ein oder mehrere Jahre nach t_o
$t_ü$ relatives Alter am Phasenübergang
N absoluter Neuwert eines Bauteils
N' absoluter Neuwert des Gebäudes
Z absoluter Zustandswert eines Bauteils
Z' absoluter Zustandswert des Gebäudes
J Gegenwartsjahr (= Auswertungsjahr)
J_o Jahr der Bewertung, pro Bauteil einzeln erfasst
L absolute Lebensdauer eines Bauteils
f Faktor zur Bestimmung der Sanierungskosten in Abhängigkeit von W
s relative Sanierungskosten zu einem bestimmten Zeitpunkt
s_q relative Sanierungskosten pro Zeiteinheit
T idealer Sanierungszeitpunkt eines Bauteils
S absolute Sanierungskosten eines Bauteils
S' absolute Sanierungskosten des Gebäudes
a Exponent in der Entwertungsformel
b Exponent in der Formel für die Sanierungskosten
1,2 Indizes für die Phasen (1 = vor $t_ü$, 2 nach $t_ü$

Die variablen Parameter für das Entwertungsverhalten der Bauteile sind: $t_ü$, a_1 und a_2. $W_ü$ verändert sich automatisch mit $t_ü$.

Weitere variable Parameter: b, T, und L.

Die Entwertung

In allgemeiner Form hängt W nach der folgenden Beziehung von t ab:

(0) $W = 1 - t^a$

Nach t aufgelöst, ergibt sich die Abhängigkeit des Alters vom Wert:

$t = \sqrt[a]{1 - W}$

Durch Variieren von a kann der Verlauf der Funktion verändert werden. Nachstehend sind einige Möglichkeiten mit Formel 0 aufgezeigt. Für diese allgemeine Betrachtung wird nicht in zwei Phasen aufgeteilt (Bild 3).

für $a = 1$ resultiert ein linearer Verlauf als Spezialfall.

Die bisherige Erfahrung zeigt, dass $a = 2$ für den Normalfall gute Resultate liefert. Die Entwertungscharakteristik, die sich für $a < 1$ ergibt, erscheint zunächst unverständlich, wäre aber für gewisse Spezialfälle gar nicht so abwegig. Wo beispielsweise Wasser eindringt, wird sich am Anfang eine rasche Verschlechterung der betroffenen Bauteile einstellen, die sich aber mit fortschreitender Zerstörung relativ verzögert. Der Anteil des jährlichen Schadenfortschritttes am bisher eingetretenen Gesamtschaden nimmt ab. Eine solche sogenannte «Nassalterung» könnte mit $a < 1$ berücksichtigt werden. Das Rechnungsmodell enthält diese Möglichkeit. Im Computerprogramm müsste sie noch installiert werden, was aber erst später bei einer weiteren Differenzierung aufgrund gezielter Beobachtungen sinnvoll wird.

Die einfache Beziehung $W = 1 - t^a$ (0) wird aber mit der Aufteilung in zwei Phasen mathematisch etwas komplizierter. Beide Phasen erstrecken sich über nur einen Teil des Definitionsbereiches und ihre Graphen müssen sich

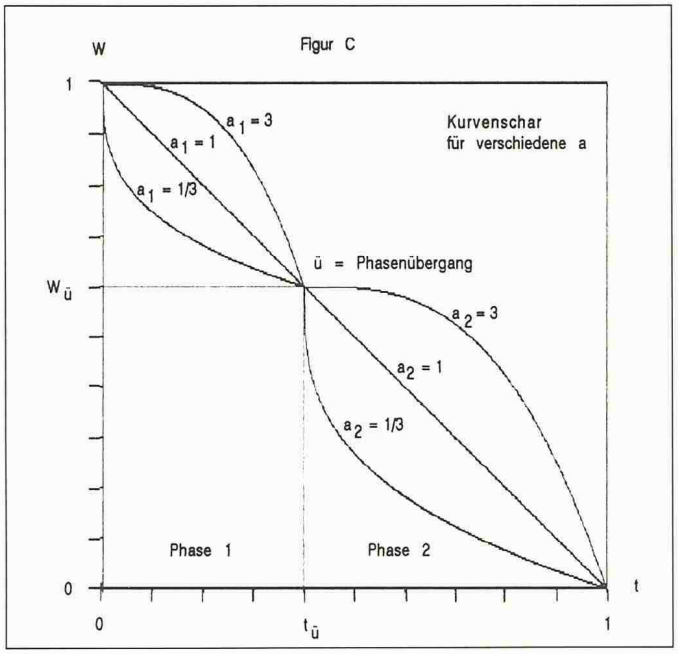

Bild 4. Kurvenscharen für verschiedene Exponenten a in den Entwertungsformeln

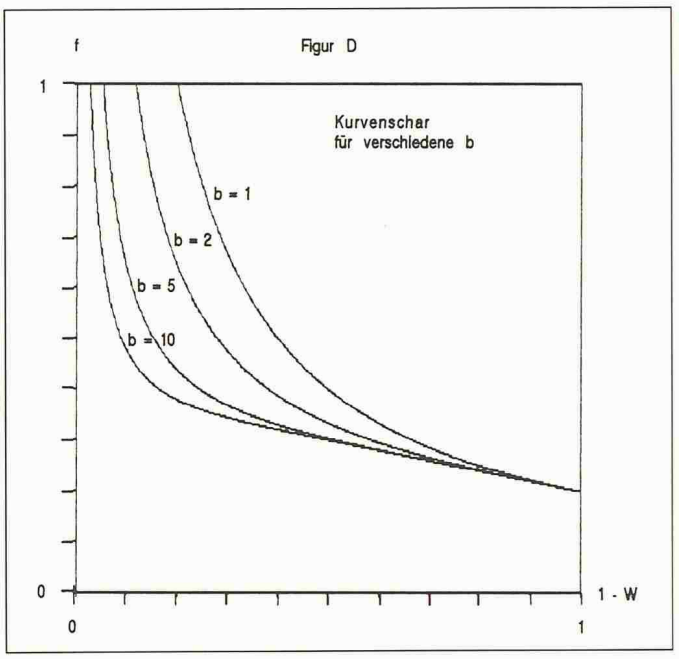

Bild 5. Mit zunehmendem Alter sinken die Sanierungskosten pro Franken Wertverlust

im Phasenübergang treffen. Formel (0) muss deshalb transformiert werden und präsentiert sich dann wie folgt (Bild 4):

	Phase 1	*Phase 2*
Grundformel:	$W = 1 - t_ü \left(\frac{t}{t_ü}\right)^{a_1}$	$W = W_ü - W_ü \left(\frac{t - t_ü}{W_ü}\right)^{a_2}$
nach t aufgelöst:	$t = t_ü \sqrt[a_1]{\frac{1 - W_o}{t_ü}}$	$t = t_ü + W_ü \sqrt[a_2]{\frac{W_ü - W_o}{W_ü}}$

Die eigentliche Entwertung baut auf der beschriebenen Beziehung zwischen W und t auf. Sie verläuft in drei Schritten (Bild 8):

1. Es wird das Alter t_o ermittelt, das dem vom Bauverwalter deklarierten Wert W_o entspricht. Ist W_o grösser als $W_ü$, wird automatisch die Formel für Phase 1 verwendet, andernfalls jene für Phase 2:

Phase 1

$$(1_1) \quad t_o = t_ü \sqrt[a_1]{\frac{1 - W_o}{t_ü}}$$

Phase 2

$$(1_2) \quad t_o = t_ü + W_ü \sqrt[a_2]{\frac{W_ü - W_o}{W_ü}}$$

2. Zum Alter t_o wird die seit jener Bewertung verflossene Zeit addiert. Um eine relative Zeitdifferenz zu erhalten, wird die Anzahl dieser Jahre durch die absolute Lebensdauer des Bauteils dividiert.

$$(2) \quad t_z = t_o + \frac{J - J_o}{L}$$

3. Der zum aktuellen Alter t_z passende Wert W wird ermittelt. Ist t_z kleiner als $t_ü$, wird automatisch die Formel für Phase 1 benützt, andernfalls jene für Phase 2.

Phase 1

$$(3_1) \quad W = 1 - t_ü \left(\frac{t_z}{t_ü}\right)^{a_1}$$

Phase 2

$$(3_2) \quad W = W_ü - W_ü \left(\frac{t_z - t_ü}{W_ü}\right)^{a_2}$$

Die Sanierungskosten

Wenn der aktuelle Wert eines Bauteils ermittelt ist, können daraus die Sanierungskosten abgeleitet werden. Das System prüft, ob der ideale Sanierungszeitpunkt noch bevorsteht, erreicht oder überschritten ist. Nur im letzten Fall weist es Sanierungskosten aus. Unabhängig von dieser Prüfung aber, die später behandelt wird, ist nachstehend das Prinzip erläutert, nach welchem die Sanierungskosten als Funktion des Zustandes, d.h. des aktuellen Wertes, bestimmt werden.

Mit einer Sanierung sollen ja die bisher abgebauten Werte eines Bauteils wiederhergestellt werden, also das t^a aus der Formel (0) ($W = 1 - t^a$) oder anders ausgedrückt: Der Wertverlust $1 - W$ ist zurückzugewinnen. Dabei sind zwei Aspekte zu berücksichtigen:

1. Je neuwertiger ein Bauteil, um so weniger ist zu sanieren und umgekehrt.
2. Erfahrungsgemäss kostet das Wiederherstellen verlorener Bauwerte in grober Vereinfachung etwa das 1,5fache ihres seinerzeitigen Anteiles an den Erstellungskosten. Das hat seinen Grund darin, dass ein Teil des Basisaufwandes wie Gerüste, Fahrzeit, Administration etc. unabhängig von kleinen oder grösseren Massnahmen unvermindert anfallen sowie Arbeiten an bestehenden und benützten Bauten zudem weniger effizient ablaufen als in Neubauten.

   Dieser empirische Faktor von im Mittel etwa 1,5 gilt aber nur in der näheren Umgebung des idealen Sanierungszeitpunktes T. Ist ein Bauteil neuer, verschlechtert sich das Verhältnis zwischen Basiskosten und Produktion. Eine zu frühe Sanierung ist darum relativ teuer und wenig sinnvoll.

   Umgekehrt verbessert sich dieses Verhältnis mit zunehmender Verschlechterung des Bauteils, bis er im Extremfall irreparabel wird und demzufolge ersetzt werden muss. Der Faktor wird dann 1, das heisst, dass die Basiskosten sich zur Produktion wieder gleich verhalten wie

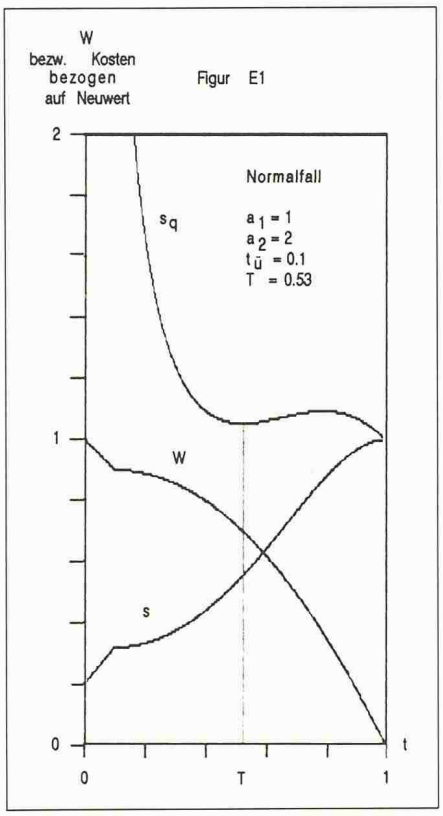

Bild 6.1. Im Normalfall hat die Funktion sq der durchschnittlichen Sanierungskosten für die wiederkehrende Sanierung nach jeweils der halben Lebensdauer ein Minimum

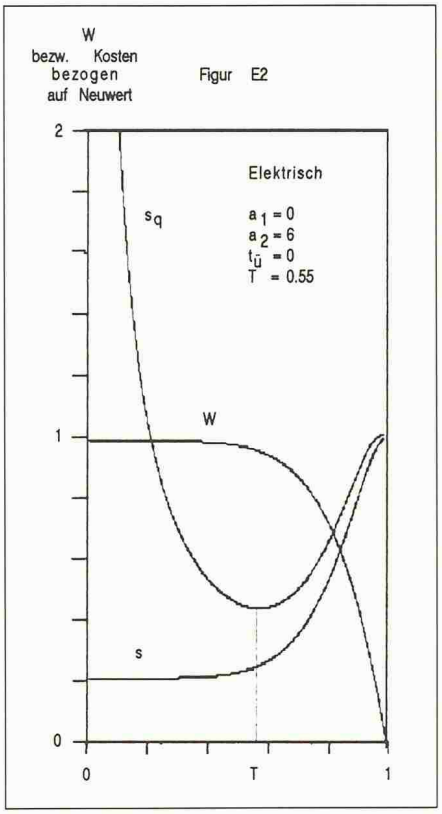

Bild 6.2. Das Minimum der durchschnittlichen Sanierungskosten wird ausgeprägter und verschiebt sich nach rechts mit wachsendem Exponenten a in der Entwertungsformel

bei der Erstellung. Die Sanierungskosten entsprechen dann den Neubaukosten.

Punkt 1 und 2 sind gegenläufig. Irgendwo werden sie sich zu einem Minimum kombinieren, dessen Bedeutung im nächsten Abschnitt behandelt wird.

Der Sanierungsfaktor

$$(4) \quad f = 1 + \frac{W}{1 - W^b}$$

Auf der Abszisse ist der zu sanierende Wertverlust $1 - W$, auf der Ordinate der Faktor f aufgetragen. Mit ihm wird der Wertverlust multipliziert, um die Sanierungskosten zu erhalten. Durch Variieren des Exponenten b – er kann als Variable im Computerprogramm pro Bauteil gewählt werden – lässt sich der Funktionsverlauf von f steuern. Aufgrund bisheriger Erkenntnisse ist er für alle Bauteile bei 5 festgesetzt worden.

Die Sanierungskosten: (5) $s = f(1 - W)$

Das Entwertungsverhalten und der Sanierungszeitpunkt

Mit zunehmender Verschlechterung des Bauteils wächst der Wertverlust $1 - W$ und damit der Sanierungsaufwand. Andererseits wird der Faktor f kleiner. Wo ergänzen sich diese beiden Tendenzen zum Minimum an Sanierungskosten pro Zeiteinheit?

Unter der Annahme, es werde immer dann saniert, wenn ein bestimmter Wertverlust eingetreten ist, liegen gemäss diesem Rechnungsmodell gleiche Zeitabschnitte zwischen den Sanierungen. Daraus lässt sich ein Sanierungsaufwand pro Zeiteinheit, die sogenannten mittleren Sanierungskosten S_q, ermitteln.

Je nach Wahl dieses wiederkehrenden Sanierungszeitpunktes wird nun s_q grösser oder kleiner. Gesucht ist natürlich das kleinste s_q. Es bezeichnet den idealen Sanierungszeitpunkt T als rein analytische Grösse. Die Praxis weicht aus guten Gründen wie Kapazität, Koordination mit anderen Vorhaben und Budget meistens von T ab. Solche Motive sind aber analytisch nicht fassbar. T ist nur jenes von mehreren Kriterien, das sich rechnerisch behandeln und deshalb in der Gebäudebewertung als Parameter festsetzen lässt. Die Gebäudebewertung zeigt das wählbare T an und benützt es als Grenze, unterhalb derer keine Sanierungskosten ausgewiesen werden, sowie als Marke, um die Sanierungsfälligkeit dort anzusetzen.

Nach Formel (5) gilt: $s = f(1 - W)$

$$(6) \quad s_q = \frac{s}{t_s}$$

wobei t_s der wiederkehrende Sanierungszeitpunkt ist, und s_q die Sanierungskosten pro Zeiteinheit sind.

Die nachstehenden zwei Diagramme zeigen je den Normal- und einen Spezialfall. Das «normale» Entwertungsverhalten ist vorläufig acht Bauteilen zugeordnet, die sich lediglich in der absoluten Lebensdauer unterscheiden. Eine anfängliche, kurze Entwertungsphase (normale Setzungen, Schwindrisse, erste Verschmutzungen) verläuft zunächst linear und geht nach 10% der Lebensdauer in einen nichtlinearen, vorerst flachen und zunehmend steileren Verlauf über.

Der abgebildete Spezialfall zeigt die elektrischen Installationen. Sie folgen mit Ihrem sehr guten Zustand über lange Zeit und dem anschliessenden, plötzlichen Abfall der Erfahrung, dass sie wenig Unterhalt verlangen, zum Schluss aber sehr rasch untauglich werden – meistens am Tag, an dem der Starkstrominspektor erscheint.

Dieses andere Verhalten ergibt sich aus den unterschiedlichen Werten von nur drei Parametern:

- a_1 für den Exponenten der Entwertungsformel in Phase 1,
- a_2 für den gleichen Exponenten der Formel in Phase 2 (bei den elektrischen Installationen ist die erste Phase auf 0 reduziert) und
- $t_{ü}$ zur Bezeichnung des relativen Alters t, an dem der Phasenübergang stattfinden soll.

Diese Parameter können in fünf Minuten geändert werden, sind aber vor zufälligen Einflüssen durch Bedienungsfehler geschützt.

Die mittlere Kurve W zeigt den eigentlichen Entwertungsverlauf. Auf der unteren Kurve s lassen sich die Sanierungskosten ablesen, die sich bei irgend einem relativen Alter t, das heisst für einen entsprechenden Zustand, ergeben. Ein 0,4 auf der Ordinate bedeutet, dass mit Sanierungskosten von 40% des entsprechenden Neuwertes zu rechnen ist.

Die obere Kurve s_q schliesslich teilt mit, welche durchschnittlichen Sanierungskosten pro Jahr entstehen, wenn immer wieder beim gleichen t saniert wird. Aus dem Minimum dieser Kurve ergibt sich somit der theoretisch ideale Sanierungszeitpunkt T.

Die Dringlichkeit D oder Fälligkeit einer Sanierung wird ermittelt, indem das aktuelle Alter t_z vom idealen Sanierungszeitpunkt T abgezählt und diese relative Differenz mit der absoluten Lebensdauer des Bauteils multipliziert wird. Das ergibt für gute Bauteile, also

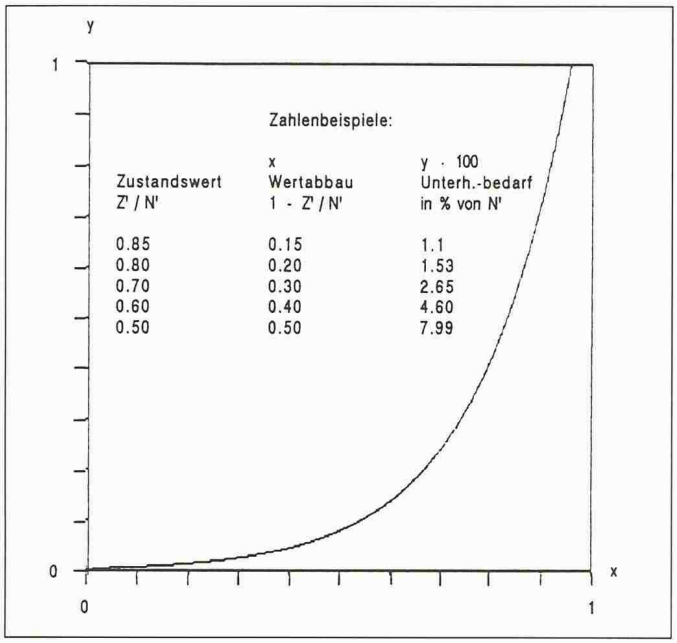

Bild 7. Der jährliche Unterhaltsbedarf in Prozenten des Neuwertes ist abhängig vom Zustand

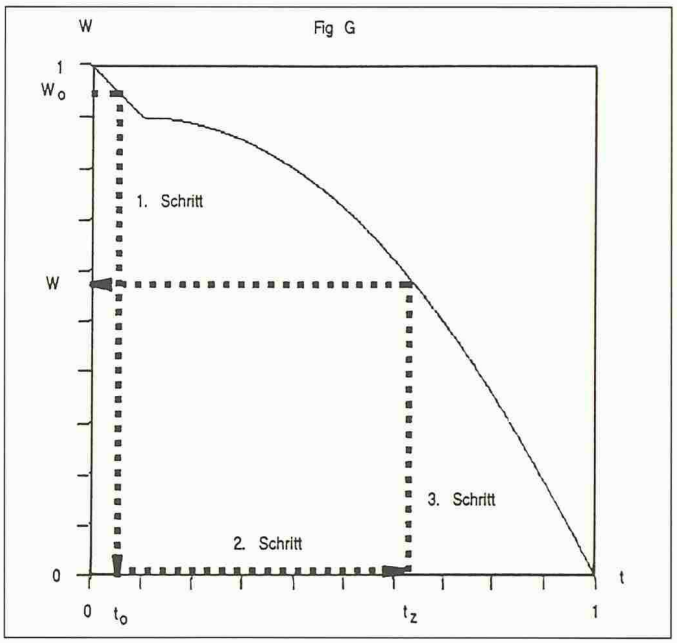

Bild 8. Die Entwertungsschritte: 1. Alter in Abhängigkeit der letzten Bewertung; 2. seither verflossene Zeit; 3. Wert entsprechend dem heutigen Alter

für solche, die T noch vor sich haben, eine positive Zahl und für die andern eine negative. Eine 0 bedeutet, dass die Fälligkeit gerade eingetreten ist.

Für Bauteile mit positivem D werden keine Sanierungskosten ausgewiesen. Man könnte dagegen einwenden, dass dadurch die Kosten für Bauteile, die in den allernächsten Jahren fällig und darum für die Finanzplanung wichtig werden, gerade nicht erscheinen. In der Praxis wird aber aus den bereits erwähnten Gründen meistens nicht genau bei T und zwar eher um einige Jahre später saniert. So decken sich die Bauten, deren Sanierungskosten die Gebäudebewertung erstmals anzeigt auf natürliche Art mit jenen, die nach der Praxis nächstens zur Sanierung kommen. D wird dadurch zur «Vorwarnlampe».

(7) $D = L(T - t_z)$

Die «Lebenserwartung» L des Bauteils wird in den Formeln (2) und (7) verwendet. Sie ist einer der veränderbaren Parameter im Computerprogramm und wurde einstweilen für die zwölf Bauteile wie folgt festgesetzt:

Rohbau massiv	150 Jahre
übriger Rohbau	90 Jahre
Dachhaut	45 Jahre
Fassaden	60 Jahre
Fenster	45 Jahre
Heizungsanlagen	45 Jahre (Kessel 15 Jahre)
Sanitärinstallation	45 Jahre
Elektrische Anlagen	60 Jahre
übrige Haustechnik	30 Jahre
Innenausbau 1. Teil	45 Jahre
Innenausbau 2. Teil	45 Jahre
disponibler Bauteil	45 Jahre

Der Unterhaltsbedarf

Der jährliche Unterhaltsbedarf wird nicht über die Bauteile sondern direkt in Prozenten des gesamten Gebäudeneuwertes N' ermittelt. Bisher galt ein Unterhaltsbedarf von 1,1% über alles und ohne Rücksicht auf neue oder überalterte Substanz (U_{norm}). Diese Zusammensetzung kann aber nicht ohne Einfluss sein. Aufgrund der Erfahrung wurde nun abgeschätzt, in welchem Mass der tatsächliche Aufwand für neuere und ältere Bauten von dieser Zahl abweicht, wobei man sie für einen normalen Abnützungsgrad von intakten Bauten mit einem W von 0,85 als richtig taxierte. Die Zahlen wurden zu hypothetischen Extremwerten extrapoliert, um dann aus ihnen mit einer exponentiellen Regression die entsprechende Funktion zu ermitteln.

Je nach dem auf den Neuwert N' bezogenen Abnützungsgrad $(N' - Z')/N'$ der ja aus der Bewertung der Bauteile hervorgeht, wird nun anhand dieser Funktion ein kleinerer oder grösserer Unterhaltsbedarf (U_{eff}) abgeleitet und mit dem bisherigen U_{norm} verglichen, der nur noch bei einem intakten Zustand und geringer Abnützung gilt. So ist für Einzelbauten, Gruppen und den Gesamtbestand direkt ersichtlich, wieviel teurer der Unterhalt für vernachlässigte Bauten wird oder würde.

Man ist versucht, die Anzeige des Unterhalts- und des Sanierungsbedarfes vom System ineinanderrechnen und ihre Summe irgendwie reduzieren zu lassen, weil das Sanieren ja immer auch ein Stück Unterhaltsrückstand aufholt. Das wäre aber falsch. Denn für die Budgetplanung ist nach wie vor im Einzelfall zu entscheiden, ob saniert, unterhalten oder Zurückhaltung geübt werden soll.

Die Gebäudebewertung soll keine Entscheidungen treffen. Das muss nach wie vor der Bauverantwortliche tun. Sie soll Informationen und Entscheidungshilfen liefern.

Der Bauverwalter darf aber aus diesen Gründen auch nicht einfach den Unterhalts- und den Sanierungsbedarf addieren, um den Finanzbedarf der nächsten Jahre abzuschätzen. Er muss auswählen.

Ferner wird nach jedem Unterhalt, der sich seiner Grösse nach in der Bewertungskarte auswirken kann, eine Mutationsmeldung abgegeben und verarbeitet. Dadurch verbessert sich der Zustand, und die Anzeige des Sanierungsbedarfes reduziert sich ab dem Folgejahr automatisch.

Die Formel (8) und das Diagramm (Bild 7) zeigen die Abhängigkeit des Unterhaltsbedarfes vom gegenwärtigen Abnützungsgrad. Die Kurve ist mit Formel (8) gerechnet. Sie liefert für schlechtere Zustände höhere und für neuere Bauten kleinere Zahlen, mit denen der Gebäude-Neuwert N' zu multiplizieren ist, um auf den tatsächlichen Unterhaltsbedarf U_{eff} zu kommen.

(8) $y = 0{,}005081 * e^{5{,}51x}$

$$x = \frac{N' - Z'}{N'} = \text{Abnützungsgrad}$$

Ein Zahlenbeispiel

Mit Ausnahme der Lebensdauer L wurde bisher nur mit relativen Zahlen operiert. Für die spätere Auswertung sind aber absolute Zahlen erforderlich. Man gewinnt sie durch Multiplikation der Gebäude-Stammdaten mit den zugehörigen Relativzahlen, die das System aus den Angaben des Bauverwalters errechnet hat.

Wir treffen folgende Annahmen für eine hypothetische Fassade:

N' Gebäude-Neuwert	5000 kFr.
A Neuwert-Anteil der Fassade gemäss Bewertungskarte	6
Summe der Neuwert-Anteile aller Bauteile	108
W_o Bewertung durch den Bauverwalter	0,95
J_o Bewertungsjahr	1960
J Gegenwartsjahr (= Auswertungsjahr)	1995

Parameter für Fassaden:

$t_ü$ t am Phasenübergang	0,1
$W_ü$ W am Phasenübergang, folgt aus $1 - t_ü$	0,9
a_1 Exponent in der Entwertungsformel für Phase 1	1
a_2 Exponent in der Entwertungsformel für Phase 2	2
T idealer Sanierungszeitpunkt	0,53
L Lebensdauer	60 Jahre

Ausrechnungen des Systems:

Neuwert des Bauteils:

$$N = \frac{N' \cdot A}{108} = \frac{5000 \cdot 6}{108} = 278 \text{ kFr.}$$

Alter im Bewertungsjahr:
nach Formel 1_1 ($W_o > W_ü$)

$$t_o = t_ü \sqrt[1]{\frac{1 - W_o}{t_ü}} = 0{,}1 \frac{0{,}05}{0{,}1} = 0{,}05$$

aktuelles Alter nach Formel 2:

$$t_z = t_o + \frac{J - J_o}{L} = 0{,}05 + \frac{35}{60} = 0{,}63$$

aktueller Wert:
nach Formel 3_2 ($t_z > t_ü$):

$$W = W_ü - W_ü \left(\frac{t_z - t_ü}{W_ü}\right)^{a_2} = 0{,}9 - 0{,}32 = 0{,}58$$

Zustandswert abs.:
$Z = N \cdot W = 278 \cdot 0{,}58 = 162$ kFr.

Sanierungsfaktor:
nach Formel 4 ($b = 5$)

$$f = 1 + \frac{W}{1 - W^b} = 1 + 0{,}63 = 1{,}63$$

Die einzelnen Kolonnen bedeuten (Dimensionen: B/m³ und N/m³ in Fr., übrige Beträge in kFr.):

BV	Bauverwalter
Di	Direktion (Departement)
Tit	Butdgettitel
Un	Budget-Untertitel
Anlage	die durch Budget- und Untertitel bezeichnete Anlage
GebArt	Nutzung
Standortgem	Standortgemeinde
GNr	offizielle Gemeindenummer identisch mit eindeutiger
AssNr	Assekuranznummer Gebäudeversich.Identifikationscode
Un	mögliche Unterteilung, fakultativ
m³ SIA	Volumen nach SIA, kann auch geschätzt sein
Basis39	Basiswert 1939 gemäss Assekuranzschätzung
B/m³	Basiswert pro m³ umbauten Raumes: gleicher Informationsgehalt wie der Kubikmeterpreis, aber kleinere, indexunabhängige und darum unveränderliche Zahl
Neuwert	Neuwert gemäss Bewertungskarte
N/m³	Indexabhängiger Kubikmeterpreis Neuwert/Volumen
ZustWert	Zustandswert
Ueff	jährlicher Unterhaltsbedarf in Abhängigkeit des Zustandes
Unor	jährlicher Unterhaltsbedarf für das gleiche Gebäude bei gutem Zustand (1,1)
SanKost	Sanierungskosten zum heutigen Zeitpunkt für die fälligen Bauteile in Abhängigkeit ihres Zustandes
ZPt	Sanierungsfälligkeit des schlechtesten Bauteiles positive Zahl: in x Jahren fällig negative Zahl: seit x Jahren überfällig 0: gerade fällig
AT	Sachbearbeiter des für die technische Gebäudeausrüstung zuständigen Amtes im Kanton Zürich

Sanierungskosten:
nach Formel 5
(rel.)
$s = f(1 - W) = 1{,}63 \cdot 0{,}42 = 0{,}68$
(abs.)
$S = s \cdot N = 0{,}68 \cdot 278 = 188$ kFr.

Fälligkeit: nach Formel 7
$D = L(T - t_z) = 60(0{,}53 - 0{,}63) = -6$

Die drei eigentlichen Entwertungsschritte sind in einem Diagramm verdeutlicht (Bild 8).

Die Auswertung

Nach den alljährlichen Mutationen werden in verschiedenen systematisch hintereinander angeordneten Läufen alle Bauteile durchgerechnet und die Gesamtwerte der Bauten ermittelt. Diese wiederum sortiert das Programm nach wählbaren Kriterien und druckt sie mit den entsprechenden Zwischenergebnissen auf Listen aus. Zu den gleichen Gruppierungen werden für einen raschen und einprägsamen Überblick Grafiken erstellt.

Die Gebäudeliste (A-Liste)

Jedes Gebäude beansprucht eine Zeile. Das Beispiel zeigt einen Ausschnitt aus der Liste von 2096 Bauten, die das Hochbauinspektorat des Kantons Zürich zur Zeit betreut. Sie werden in drei Stufen sortiert:

1. nach Bauverwalter (BV). Jeder von acht Bauverwaltern ist mit drei bis sechs weiteren Mitarbeitern für einen Teil dieser Bauten verantwortlich. Dieses erste Sortierkriterium liefert ihm eine Liste seines Bereiches.
2. nach Budgettitel (Tit). Diese budgettechnische Struktur bezeichnet Anlagen oder grössere Gruppierungen mit einem sachlichen Zusammenhang und eigener Rechnung.
3. nach Budget-Untertitel (Un) = Unterstruktur des Budgettitels.

Die gleiche Liste wird auch nach anderen Gesichtspunkten sortiert. Um die Departemente und die Betriebsdirektionen mit einer Übersicht über ihren Bestand zu bedienen, wird die Direktion (Di) oder der Budgettitel zum ersten Kriterium gemacht. Aber auch nach Gemeinde, nach Gebäudevolumen, nach Neu- oder Zustandswert usw. lässt sich beliebig in auf- oder absteigendem Sinn sortieren.

Die Detailliste (B-Liste)

Sie gibt detaillierte Auskünfte zu den einzelnen Bauteilen. Jedes Gebäude steht wiederum auf einer Zeile an der gleichen Stelle wie in der Gebäudeliste. Sortierung und Seitenzahlen sind gleich. Der dreiteilige Identifikationscode steht am linken Seitenrand. Dann folgen sich die 12 Bauteile in der gleichen Reihenfolge wie auf der Bewer-

Seite 8 von Gebäudeliste - Datei: E300087 - ALISTE - Auswertungsjahr: 1987 - Index: 718.9 - Datum: 03.10.88

BV	Di	Tit	Un	Anlage	GebArt	Standortgem	GNr	AssNr	Un	m3 SIA	Basis39	B/m3	Neuwert	N/m3	ZustWert	Ueff	Unorm	SanKost	ZPt	AT
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	267	56		2473	134	54	963	390	809	12	11	22	-15	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Wirtsch.gb	Zuerich	273	1210		31823	2148	67	16942	532	14861	169	186	242	-10	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	1705		31805	2416	76	17469	549	15357	173	192	254	-10	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	1909		1590	73	46	525	330	438	7	6	12	-15	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	1910		1885	85	45	611	324	510	8	7	14	-15	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	1911		1893	86	45	618	327	516	8	7	14	-15	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	1912		1651	75	45	647	392	581	6	7	8	-5	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	1913		1990	119	60	855	430	749	9	9	8	-5	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	1914		2317	110	47	791	341	660	10	9	18	-15	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	1915		1763	84	48	604	343	504	8	7	14	-15	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	1916		1087	51	47	367	337	306	5	4	8	-15	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	1932		2024	116	57	834	412	721	9	9	13	-10	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Einstellr.	Zuerich	273	2049		1496	77	51	574	383	427	12	6	186	-20	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Gartenhaus	Zuerich	273	222		64	4	56	26	404	21	0	0	0	2	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Portierh.	Zuerich	273	2247		3267	143	44	1028	315	764	22	11	70	-20	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Bueros	Zuerich	273	368		1528	60	39	431	282	357	6	5	8	-13	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Wohnhaus	Zuerich	273	392		616	40	65	288	467	256	3	3	5	-10	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Personalh.	Zuerich	273	400		2464	132	54	949	385	802	11	10	18	-13	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	WC-Geb.	Zuerich	273	414		128	9	66	61	477	52	1	1	1	-13	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	WC-Geb.	Zuerich	273	415		63	4	62	28	445	22	0	0	0	-15	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Gartenhaus	Zuerich	273	499		48	2	42	14	300	11	0	0	0	-15	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Gartenhaus	Zuerich	273	500		48	2	42	14	300	11	0	0	0	2	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Klinikgeb.	Zuerich	273	724	1	43373	3105	72	22822	526	18533	327	251	740	-15	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Klinikgeb.	Zuerich	273	724	2	55123	4845	88	34831	632	30730	339	383	790	-10	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Klinikgeb.	Zuerich	273	724	3	50434	4099	81	39781	789	32513	553	438	1120	-13	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Klinikgeb.	Zuerich	273	724	4	6633	468	71	3364	507	2995	31	37	25	-10	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Klinikgeb.	Zuerich	273	735		3454	163	47	1182	342	894	23	13	38	-20	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Wohnhaus	Zuerich	273	81		4356	242	56	1740	399	1542	17	19	26	-10	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Un.-Klin.Zuerich	Gartenpav.	Zuerich	273	834		299	20	65	140	469	100	3	2	27	-23	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Uni-Klin. Zürich	Reglerstat	Zürich	273	497		143	8	52	104	727	93	1	1	1	-10	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Uni-Klin. Zürich	Bürogeb.	Zürich	273	723		1628	57	35	410	252	339	5	5	8	-13	MO
BE	GD	2730	001	Psych.Uni-Klin. Zürich	Einstellr.	Zürich	273	799		1634	44	27	538	329	426	9	6	43	-5	MO
										259100	19019	1753	149551	13437	126897	1785	1645	3734	-389	Sum

Anzahl Beobachtungen: 32

A-Liste. Die Gebäude-Stammdaten mit den Wertsummen der Bauteile

Seite 8 von Detailliste - Datei: E300087 - BLISTE - Auswertungsjahr: 1987 - Index: 718.9 - Datum: 03.10.88

GNr	AssNr	Un	Rmass	ZPt	ZW	R	übr	ZPt	ZW	Dach	ZPt	ZW	Fass	ZPt	ZW	Fenst	ZPt	ZW	Heizg	ZPt	ZW	San	ZPt	ZW	Elekt	ZPt	ZW	Techn	ZPt	ZW	Inn 1	ZPt	ZW	Inn 2	ZPt	ZW	disp	ZPt	ZW	
267	56		0	39	89	0	35	90	0	6	81	0	10	82	0	6	81	0	8	78	0	6	81	22	-15	71	0	***	**	0	6	81	0	***	**	0	***	**	
273	1210		0	39	89	0	***	**	0	2	75	0	22	90	0	16	90	0	10	83	0	16	90	242	-10	85	0	3	80	0	16	90	0	16	90	0	***	**	
273	1705		0	39	89	0	***	**	0	2	75	0	22	90	0	16	90	0	10	83	0	16	90	254	-10	85	0	3	80	0	16	90	0	16	90	0	***	**	
273	1909		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	22	90	0	16	90	0	8	78	0	6	81	12	-15	71	0	***	**	0	2	75	0	***	**	0	***	**	
273	1910		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	22	90	0	16	90	0	8	78	0	6	81	14	-15	71	0	***	**	0	2	75	0	***	**	0	***	**	
273	1911		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	22	90	0	16	90	0	8	78	0	6	81	14	-15	71	0	***	**	0	2	75	0	***	**	0	***	**	
273	1912		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	22	90	0	16	90	0	8	78	0	20	93	8	-5	92	0	***	**	0	18	90	0	***	**	0	***	**	
273	1913		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	22	90	0	16	90	0	8	78	0	20	93	8	-5	92	0	***	**	0	18	90	0	***	**	0	***	**	
273	1914		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	22	90	0	16	90	0	8	78	0	6	81	18	-15	71	0	***	**	0	2	75	0	***	**	0	***	**	
273	1915		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	22	90	0	16	90	0	8	78	0	6	81	14	-15	71	0	***	**	0	2	75	0	***	**	0	***	**	
273	1916		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	22	90	0	16	90	0	8	78	0	6	81	8	-15	71	0	***	**	0	2	75	0	***	**	0	***	**	
273	1932		0	39	89	0	35	90	0	6	81	0	22	90	0	16	90	0	10	83	0	16	90	13	-10	85	0	***	**	0	6	81	0	6	81	0	***	**	
273	2049		0	39	89	0	35	90	34	-4	57	44	-5	59	17	-4	57	0	***	**	11	-4	57	12	-20	51	12	-3	55	56	-4	57	0	***	**	0	***	**	
273	222		0	****	**	0	16	83	0	2	75	0	10	82	0	6	81	0	***	**	0	***	**	0	***	**	0	***	**	0	6	81	0	***	**	0	***	**	
273	2247		0	10	79	0	8	78	0	2	75	0	4	76	0	2	75	0	5	73	38	-4	57	33	-20	51	0	0	70	0	2	75	0	2	75	0	***	**	
273	368		0	39	89	0	16	83	0	6	81	0	10	82	0	6	81	0	10	83	0	16	90	8	-13	78	0	3	80	0	6	81	0	6	81	0	***	**	
273	392		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	22	90	0	16	90	0	10	83	0	16	90	5	-10	85	0	***	**	0	16	90	0	***	**	0	***	**	
273	400		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	10	82	0	6	81	0	8	78	0	6	81	18	-13	78	0	***	**	0	6	81	0	***	**	0	***	**	
273	414		0	39	89	0	35	90	0	16	90	0	10	82	0	6	81	0	***	**	0	6	81	1	-13	78	0	***	**	0	6	81	0	***	**	0	***	**	
273	415		0	10	79	0	***	**	0	2	75	0	4	76	0	***	**	0	***	**	0	2	75	0	-15	71	0	***	**	0	2	75	0	***	**	0	***	**	
273	499		0	****	**	0	8	78	0	2	75	0	4	76	0	***	**	0	***	**	0	***	**	0	-15	71	0	***	**	0	***	**	0	***	**	0	***	**	
273	500		0	****	**	0	8	78	0	2	75	0	4	76	0	***	**	0	***	**	0	***	**	0	***	**	0	***	**	0	***	**	0	***	**	0	***	**	
273	724	1	0	39	89	0	35	90	0	2	75	0	22	90	0	16	90	0	10	83	0	2	75	740	-15	71	0	0	70	0	2	75	0	2	75	0	***	**	
273	724	2	0	39	89	0	35	90	0	2	75	0	22	90	0	16	90	0	10	83	0	16	90	790	-10	85	0	3	80	0	16	90	0	***	**	0	***	**	
273	724	3	0	41	90	0	37	90	0	4	78	0	6	79	0	4	78	0	7	78	0	4	78	1120	-13	77	0	2	77	0	4	78	0	4	78	0	***	**	
273	724	4	0	39	89	0	***	**	0	16	90	0	22	90	0	***	**	0	***	**	0	***	**	25	-10	85	0	3	80	0	16	90	0	***	**	0	***	**	
273	735		0	10	79	0	8	78	0	2	75	0	4	76	0	2	75	0	8	78	0	6	81	38	-20	51	0	0	70	0	2	75	0	2	75	0	***	**	
273	81		0	39	89	0	***	**	0	16	90	0	22	90	0	16	90	0	10	83	0	16	90	26	-10	85	0	3	80	0	16	90	0	16	90	0	***	**	
273	834		0	10	79	0	8	78	0	2	75	0	4	76	0	2	75	0	***	**	0	***	**	4	-23	31	0	***	**	23	-4	57	0	***	**	0	***	**	
273	497		0	39	89	0	***	**	0	16	90	0	22	90	0	***	**	0	***	**	0	***	**	1	-10	85	0	***	**	0	***	**	0	***	**	0	***	**	
273	723		0	39	89	0	16	83	0	6	81	0	10	82	0	6	81	0	10	83	0	16	90	8	-13	78	0	3	80	0	6	81	0	6	81	0	***	**	
273	799		0	21	84	0	16	83	0	20	93	39	-5	59	0	16	90	0	***	**	0	18	90	4	-5	92	0	0	70	0	2	75	0	***	**	0	***	**	
			0	****	**	0	***	**	34	290	**	82	454	**	17	***	**	0	***	**	49	***	**	3462	***	**	12	***	**	79	***	**	0	***	**	0	***	**	Sum

Anzahl Beobachtungen: 32

B-Liste. Sanierungskosten, -fälligkeit und Zustandswert in Prozenten des Neuwertes der einzelnen Bauteile

tungskarte. Jeder Bauteil ist in drei Kolonnen gegliedert:

- Die erste Kolonne gibt Sanierungskosten in kFr. für die überfälligen Bauteile an. Steht die Fälligkeit erst bevor, werden keine Kosten ausgewiesen
- In der zweiten Kolonne steht die Sanierungsfälligkeit. Eine positive Zahl bedeutet bevorstehende Fälligkeit in Jahren, eine negative heisst Überfälligkeit und im Falle einer 0 ist der theoretische Zeitpunkt einer Sanierung gerade eingetreten
- Die dritte Kolonne zeigt den Zustandswert in Prozenten des Neuwertes an.

Nicht bei allen Bauten treten auch alle Bauteile auf. Für Bauteile, die nicht vorhanden sind, erscheinen Sternchen in der zweiten und dritten Kolonne.

Die grafische Auswertung

Zahlen sind nützlich für absolute Auskünfte. Für den Vergleich von Zahlen sind Grafiken besser.

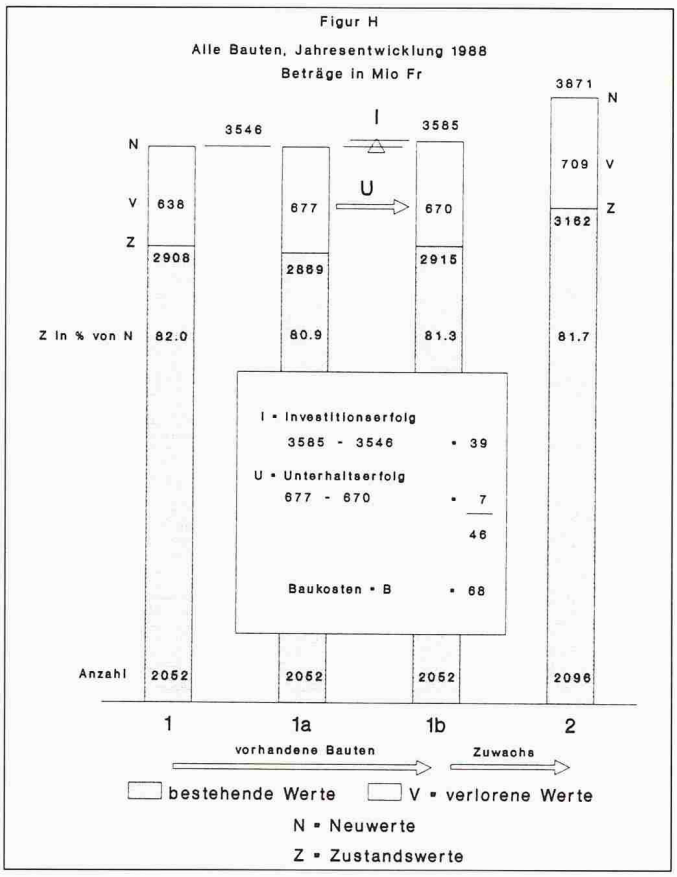

Bild 9. Die Mutationen, in geeigneten Schritten verarbeitet, erlauben Vergleiche der Wertveränderung mit den aufgewendeten Mitteln

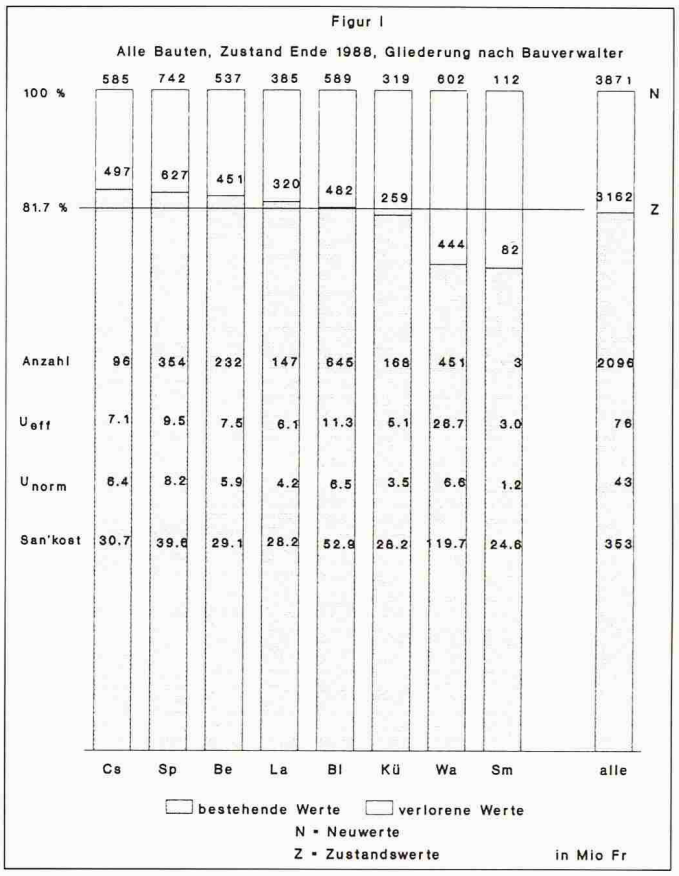

Bild 10. Der Gesamtbestand ist in beliebige Gruppen unterteilbar

Bild 9 (Säulengrafik, Absolutwerte) zeigt am Beispiel der staatseigenen Gebäude des Kantons Zürich (Akutspitäler und Universität sind noch nicht aufgenommen) die Entwicklung während des Jahres 1988.

Säule 1

stellt den Anfangszustand dar. Er wird zunächst um ein Jahr älter gemacht, indem man die Jahrzahl im Computerprogramm um 1 erhöht. Dieses entwertet alle Gebäude nach dem beschriebenen Rechnungsmodell und zeigt gemäss

Säule 1a

einen Endzustand, der sich bei Ausbleiben des Unterhaltes einstellen würde. In Wirklichkeit trifft das nur auf einen Teil der Bauten zu. Anschliessend werden die Mutationsmeldungen der Bauverwalter verarbeitet, das heisst, der verbesserte Zustand der sanierten Bauten wird eingelesen. Ein erneuter Rechnungslauf führt zu

Säule 1b

dem tatsächlichen Zustand der bestehenden Bauten am Ende des Jahres. Die Differenz zwischen den verlorenen Werten *V* der Säulen 1b und 1a ist jener Wertverlust, der dank des Unterhaltes nicht eingetreten ist. Er wird Unterhaltserfolg genannt. Aber auch der Neuwert kann steigen, nämlich dann, wenn zum Beispiel mit dem Sanieren zusätzlicher Komfort geschaffen, technische Ausrüstung hinzugefügt oder stärker isoliert wurde. Diese Neuwertvermehrung heisst Investitionserfolg. Bis jetzt wurden nur bestehende Gebäude betrachtet. Neu erstellte oder erworbene Bauten würden die Berechnung des Unterhaltserfolges fälschen. Sie werden darum erst am Schluss aufgenommen und erscheinen in

Säule 2,

die den Zustand am Ende des Jahres mitsamt dem Gebäudezuwachs abbildet.

Der Unterhaltserfolg *U* ist identisch mit Werterhaltung. Zusammen mit dem Investitionserfolg *I* bildet er jene Summe, die, verglichen mit den Baukosten *B*, den Kosten-Nutzenfaktor *K* liefert

Säule 2

$$K = \frac{B}{U+I} = \frac{68}{7+39} = 1{,}48$$

Zwei Dinge fallen auf: der scheinbar schlechte Kosten-Nutzenfaktor und der geringe Unterhaltserfolg, den man nach dem Begriff «Werterhaltung» gefühlsmässig in der Grössenordnung des theoretischen Verlustes von 677 − 638 = 39 Mio ansetzen möchte.

Der Kosten-Nutzenfaktor wird naturgemäss immer über 1 liegen, denn das Zurückgewinnen verlorener Werte ist teurer als ihre seinerzeitige Erstellung (s. Kapitel «Sanierungskosten»). Dennoch würde man ihn näher bei 1 erwarten, weil ja der Investitionsgewinn, dessen K praktisch 1 ist, an der Rechnung ebenfalls teilnimmt. Dem wirkt aber der Umstand entgegen, dass ein nicht geringer Teil des ganzen Unterhaltsaufwandes aus kleinen und kleinsten Massnahmen besteht, deren Einzelwirkungen zu Korrekturen auf der Bewertungskarte nicht ausreichen. Die Bewertung ist bewusst in verhältnismässig grobe Stufen gegliedert, die für den Fachmann im Augenblick abschätzbar sind und plausible Entscheidungen ohne grosse Grundlagenarbeit zulassen.

Der geringe Unterhaltserfolg geht zum Teil aus dem gleichen Sachverhalt hervor. Zu einem anderen Teil folgt er logisch aus der Tatsache, dass Unterhalt sich vorwiegend an der Oberfläche abspielt und verdeckte Konstruktionen

sowie Installationen sich zwar ebenfalls kontinuierlich entwerten, aber nur in grösseren Zeitabständen saniert werden. Ein Ausgleich findet selbst in grossen Beständen kaum alle Jahre statt. Nur eine Betrachtung über mehrere Jahre ergibt ausgewogene Zahlen. Dennoch – oder gerade durch den Vergleich der jährlichen Anomalie mit dem tatsächlichen Geschehen – lassen sich grundsätzliche Zusammenhänge aufspüren und deuten.

Überdies liefert das Verhältnis zwischen U und I über einige Jahre einen direkten Massstab, um die Baukosten in Unterhalt und Investitionen aufzuteilen. Dieser Schlüssel ist präziser als die Auswertung von Budgetkonten oder Bauabrechnungen, deren breite Grauzonen eine zuverlässige Ausscheidung nicht erlauben. Genau genommen wird das Aufschlüsseln der Ausgaben sogar überflüssig. Man will daraus ja auf die Vermehrung an Zustands- und Neuwerten schliessen, was nun aber aus der Gebäudebewertung direkt hervorgeht.

Bild 10 (prozentuale Säulengrafik) zeigt, wie der Zustand am Jahresende aufgeteilt werden kann. Im abgebildeten Fall wurden die Unterhaltsressorts betrachtet, denen je ein Teil aller Bauten zugeordnet ist. Andere Sortierungen sind beliebig möglich, so zum Beispiel nach Departementen, Anlagen mit eigener Rechnung, Budgetgruppen, Ortschaften, Alters- und Zustandskategorien usw.

Für jede Gruppe wird der effektive Unterhaltsbedarf (U_{eff}) dem «normalen» (U_{norm}) gegenübergestellt. U_{eff} wird anhand der einzelnen Zustandswerte aller Gebäude ermittelt, U_{norm} ist der traditionelle Unterhaltsbedarf von 1,1% des gesamten Neuwertes. Dieser Satz ist aber, wie im Kapitel «Unterhaltsbedarf» besprochen, nur für intakte Gebäude mit einem normalen Abnützungsgrad richtig. Der Vergleich beider Werte zeigt also an, ob gute oder schlechte Bauten überwiegen.

Nach einer Sanierung wird aufgrund des besseren, meist nahezu wieder neuwertigen Zustandes ein U_{eff} errechnet, der kleiner ist als U_{norm}.

Bild 11 (Kreisgrafik) schliesslich stellt dar, wie sich die Neuwerte der einzelnen Gruppen von Figur I zueinander verhalten, denn die Tragweite von guten oder schlechten Einheiten hängt von ihrem Anteil am Ganzen ab. Streng genommen müssten hierzu die Zustandswerte herangezogen werden. Hingegen interessiert rein statistisch auch die Verteilung der Gebäude- oder Neuwertmengen. Deswegen aber eine zusätzliche Auswertung mitzuführen wäre übertrieben, denn der Präzisionsgewinn für die Zustandswertbetrachtung läge ausserhalb des praktischen Nutzens.

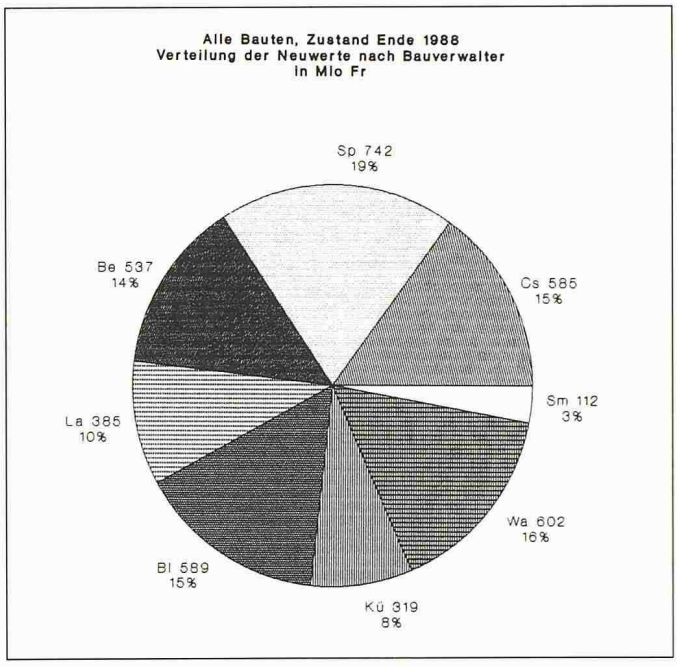

Bild 11. Die Massenverteilung erlaubt Rückschlüsse über die Tragweite von speziell guten oder schlechten Gruppen

Schlussbemerkungen

Obwohl dieses Verfahren dem Überblick über grössere Bestände dient, hat sich seine Tauglichkeit auch für Plausibilitätsprüfungen grober Kostenschätzungen, zu Vergleichs- und Budgetzwecken am Einzelobjekt von hinreichender Grösse erwiesen.

Anmerkungen zur denkmalpflegerischen Schutzwürdigkeit oder die Ausgabe von Energiedaten sind hier nicht besprochen. Sie haben definitionsgemäss auch keinen Einfluss auf den Bewertungsvorgang. Im Sinne von informativen Arbeitsinstrumenten sind sie aber wertvoll und lassen sich auch leicht als zusätzliche Datenfelder in das System integrieren. Nur werden verschiedene Anwender den Inhalt und die Darstellung auch verschieden wünschen. Dem kann ohne weiteres Rechnung getragen werden. Aus diesen Gründen ist eine Beschreibung hier müssig. Die Aussage der einfachen Machbarkeit genügt. Im Kanton Zürich ist beispielsweise ein Risikokataster erstellt und an die Gebäudebewertung «angebunden» worden. Ausbauten sind individuell möglich, und Stammdaten müssen so nur einmal eingelesen werden.

Der Gebäudeunterhalt wird an Bedeutung gewinnen und ein tieferes Verständnis des Bauteilverhaltens wird notwendig. Das stellt uns vor neue Aufgaben, deren Lösung auch Kenntnisse verlangt, die wir noch nicht oder erst in Ansätzen haben. Solche Aufgaben sind schwierig und reizvoll. Sie verlangen aber nach vermehrtem Austausch von Erfahrungen, Beobachtungen und Ideen.

Adresse des Verfassers: *Jules Schröder*, Architekt HTL, Hochbauinspektor, Hochbauamt des Kantons Zürich, 8090 Zürich.