

# Ermittlung der jährlichen Belastung als Entscheidungskriterium einer Immobilieninvestition

[ Artikel erschienen in: *Wissenschaftliche Schriftenreihe Immobilienwirtschaft, Europäisches Institut für postgraduale Bildung an der TU Dresden e.V., Der Beitrag erscheint voraussichtlich im Juni 2006* ]

## Inhalt

- 1 Problemstellung
- 2 Eingrenzung
- 3 Lösungsansatz
  - 3.1 Ermittlung der Grundflächen nach DIN 277
  - 3.2 Bruttogrundfläche, Bruttorauminhalt und Kennwerte
  - 3.3 Ermittlung der Grobelementmengen
  - 3.4 Aufbau, Kosten und Transmissionswärmeverluste der Grobelemente
  - 3.5 Ermittlung der Belastung im ersten Jahr
- 4 Schlussbetrachtung

## 1 Problemstellung

Der Bau einer Immobilie stellt für den Bauherrn eine erhebliche Investition dar. In der Regel verschuldet sich der Bauherr über Jahrzehnte. Im Fokus der Entscheidungsfindung standen bisher primär die Herstellungskosten. Die Investition wurde getätigt, sofern der Schuldendienst nicht die finanziellen Möglichkeiten des Bauherrn überschritt. Die grundsätzliche Bereitschaft zum Bauen stand nicht zur Disposition.

Heute hat sich die Entscheidungssituation grundlegend geändert, die Erstellung einer Immobilie steht in Konkurrenz mit einer Vielzahl von alternativen Geldanlagen. Es geht also nicht mehr um die Frage, ob sich der Bauherr die Immobilie leisten kann, sondern um eine Kosten-Nutzen-Abwägung. Für eine Kosten-Nutzen-Abwägung sind nicht nur die einmaligen Anschaffungskosten relevant, sondern vor allem die laufenden Kosten. Die Vorteilhaftigkeit einer Investition kann nur dann sachgerecht ermittelt werden, wenn sie über die gesamte Laufzeit – sprich Lebensdauer des Bauwerks – betrachtet wird. Über die gesamte Lebensdauer relativieren sich die Herstellungskosten. Die Instandsetzungs- und Instandhaltungskosten und vor allem die Energiekosten für die Klimatisierung des Gebäudes betragen ein Vielfaches der Anschaffungskosten. Mithin würde eine Entscheidung allein auf Basis der Herstellungskosten zu einer suboptimalen Lösung führen.

Um die Tragweite einer Investition in eine Immobilie abschätzen zu können, ist eine Antizipation der während der Nutzungsphase anfallenden, mit der Immobilie ursächlich zusammenhängenden Kosten notwendig. Eine Entscheidung, ob der Bau vorteilhaft ist oder nicht, kann nur mit Hilfe eines Kalkulationswertes erfolgen, der die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Kosten zu einem jährlichen Kennwert zusammenfasst. Nur so ist der Vergleich zu alternativen Investitionsentscheidungen möglich.

## 2 Eingrenzung

Bei einer Kosten-Nutzen-Abwägung ist zwischen quantifizierbaren und nicht quantifizierbaren Kriterien zu unterscheiden. Im Rahmen dieses Beitrages sollen nur die quantifizierbaren Kriterien Berücksichtigung finden. Der hauptsächliche Nutzen einer Immobilie besteht in der Bereitstellung der benötigten Quadratmeter an Wohn- bzw. Verkaufs- und Bürofläche. Auf der Kostenseite sollen die Herstellungskosten, die

Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten sowie die Heizenergiekosten berücksichtigt werden.

### 3 Lösungsansatz

Mit Hilfe eines datenbankgestützten Eingabetools sollen verschiedene Entwurfsvarianten bereits in der Vorplanungsphase bezüglich der Herstellungskosten, der Instandsetzungs- und Instandhaltungskosten und des Heizenergieverbrauchs untersucht werden. Die Kosten sollen hierbei nicht wie üblicherweise auf Basis von Quadratmeterpreisen für die Wohnfläche bzw. Grundfläche ermittelt werden, sondern durch eine auf die jeweilige Konzeption und Konstruktion eingehende Berechnung ermittelt werden. Durch die Abschätzung der Kosten für Instandhaltung, Instandsetzung und Heizenergie werden die mit einem Bauvorhaben verbundenen laufenden Kosten angemessen berücksichtigt. Nur so lassen sich verschiedene Entwurfsvarianten untereinander vergleichen. Für die Frage der Finanzierbarkeit des Bauvorhabens soll die finanzielle Belastung ermittelt werden, die auf den Bauherrn im ersten Jahr zukommt.

Die Datenbank ist so aufgebaut, dass zunächst die Grundflächen der Entwurfsvariante ermittelt werden (Abschnitt 3.1). Auf einer zweiten Eingabemaske werden die Bruttogrundfläche und der Bruttorauminhalt ermittelt (Abschnitt 3.2). Aus den Grundflächen, der Bruttogrundfläche und dem Bruttorauminhalt lassen sich bestimmte Kennwerte ermitteln, die eine Aussage über die Effizienz des Entwurfes zulassen. Um die Erstellungskosten ermitteln zu können, ist zunächst eine mengenmäßige Auflistung der wesentlichen Bauteile (Außenwände, Innenwände, Decken, Dächer etc.) des Entwurfes notwendig (Abschnitt 3.3). In einem weiteren Schritt sind dann die Qualitäten der einzelnen Bauteile zu bestimmen. Nur so können den Bauteilen angemessene Quadratmeterpreise zugeordnet werden. Die Bestimmung des prinzipiellen Aufbaus der einzelnen Bauteile ermöglicht außerdem eine Abschätzung der später anfallenden Instandsetzungs- und Instandhaltungskosten. Schließlich lassen sich anhand der einzelnen Schichten der Bauteile auch die Wärmeverluste des Gebäudes quantifizieren (Abschnitt 3.4). In einem Ergebnisblatt der Datenbank werden alle Informationen zusammengefasst und zu einem Wert verdichtet. Hierbei wird der Schuldendienst berechnet, der sich aus der Tilgung und Verzinsung eines Kredites für den Hausbau ergibt. Hinzu kommen die jährlichen Instandsetzungs- und Instandhaltungskosten, sowie die jährlichen Heizenergiekosten. Dieser Wert – die finanzielle Belastung im ersten Jahr – dient als Entscheidungshilfe, um zwischen verschiedenen Varianten abwägen zu können (Abschnitt 3.5).

Die hier vorgestellte datenbankgestützte Lösung ist an der TU Dresden im Fachbereich Bauökonomie und CAD unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Möller entstanden.

#### 3.1 Ermittlung der Grundflächen nach DIN 277

Zunächst soll der Nutzen eines Bauwerks durch eine differenzierte Ermittlung der Grundflächen und des Bruttorauminhaltes determiniert werden. Die Flächen werden laut DIN 277 unterschieden nach Hauptnutzfläche (HNF), Nebennutzfläche (NNF), Funktionsfläche (FF) und Verkehrsfläche (VF). Die Hauptnutzfläche ist die Fläche eines Gebäudes, die der Zweckbestimmung des Bauwerks dient, also beispielsweise die Büro- und Verkaufsfläche bei Geschäftshäusern. Nebennutzfläche sind z.B. Kantinen und Toiletten. Hauptnutzfläche und Nebennutzfläche ergeben zusammen die Nutzfläche (NF). Unter der Funktionsfläche versteht man denjenigen Teil der Netto-Grundfläche, der der Unterbringung zentraler betriebstechnischer Anlagen (Heizung, Fahrstuhltechnik) dient. Die Verkehrsfläche dient dem Zugang zu den Räumen, dem Verkehr innerhalb des Bauwerks und dem Verlassen des Gebäudes im Notfall. Die erste Eingabemaske der Datenbank ist in Abbildung 1 dargestellt.

1. Ermittlung der Grundflächen nach DIN 277														
Ebene	Raum-Nr.	Bezeichnung	Länge	Breite	Zusätzliche Flächen	Faktor	Flächenart nach DIN 277	a1, a2, b, c	Hauptnutzfläche	Nebennutzfläche	Nutzfläche(NNF+NNF)	Funktionsfläche	Verkehrsfläche	Netto-Grundfläche
			m	m	m²					HNF	NNF	NF	FF	VF
Keller	1	Keller	3,000	2,400		1	NNF	a1		7,20	7,20			7,20
	1a	Schacht	0,600	0,300		-1	NNF	a1		-0,18	-0,18			-0,18
	2	Heizung	2,000	1,500		1	FF	a1				3,00		3,00
	2	Heizung	2,200	1,400	1,550	1	NNF	a2		4,33	4,33			4,33
DG	1a	h < 1,5m	5,400	1,000		2	HNF	a2	10,80		10,80			10,80
	1b	h ≥ 1,5m	5,400	2,000		1	HNF	a1	10,80		10,80			10,80
	1c	Schacht	0,400	0,600		-1	HNF	a1	-0,24		-0,24			-0,24
	2	Treppe	1,800	0,750		1	VF	a1					1,35	1,35
	Summe der Flächen 4. Ebene:									21,36	0,00	21,36	0,00	1,35
<b>Gesamtsumme aller Stockwerke:</b>									<b>97,56</b>	<b>32,96</b>	<b>130,52</b>	<b>3,00</b>	<b>34,10</b>	<b>167,62</b>

  

überdeckt und allseitig in voller Höhe umschlossen, h ≥ 1,5m	a1	65,27	28,63	93,90	3,00	34,10	131,00
überdeckt und allseitig in voller Höhe umschlossen, h < 1,5m	a2	11,59	4,33	15,92			15,92
überdeckt, jedoch nicht in voller Höhe umschlossen	b	8,70		8,70			8,70
nicht überdeckt, jedoch ganz oder teilweise durch Bauelem. begrenzt	c	12,00		12,00			12,00

Abb. 1: Ermittlung der Grundflächen nach DIN 277

### 3.2 Bruttogrundfläche, Bruttorauminhalt und Kennwerte

Bei der Berechnung der Bruttogrundfläche (BGF) und des Bruttorauminhalts (BRI) ist zwischen beheiztem und unbeheiztem Bereich zu unterscheiden. Dies ist für die spätere Ermittlung des Heizenergiebedarfs notwendig.

Aus den Grundflächen und dem Bruttorauminhalt lassen sich mit Hilfe von Kennwerten Aussagen über die Flächen- und Raumeffizienz des Bauwerks treffen. Vier Kennwerte sollen hierfür herangezogen werden.

#### Funktionsflächenkennwert (FF-KW)

Der Funktionsflächenkennwert ergibt sich aus:  $(NF + FF) / NF$ . Dieser Quotient macht eine Aussage über den Flächenbedarf der Technik, die für eine sachgerechte Nutzung der Haupt- und Nebennutzfläche vorgesehen ist. Je höher der Wert, desto ungünstiger ist das Verhältnis zwischen der Fläche, die dem eigentlichen Zweck des Gebäudes dient und der Grundfläche, die für die Technikräume benötigt wird.

#### Verkehrsflächenkennwert (VF-KW)

Der Verkehrsflächenkennwert macht eine Aussage über den für die Erschließung der Nutzfläche benötigten Bedarf an Fluren, Treppenhäusern, Fluchtwegen und Eingangshallen. Er wird ermittelt, indem die Nettogrundfläche (NGF) in Beziehung zur Nutzfläche (NF) und Funktionsfläche (FF) gesetzt wird:  $VF-KW = NGF / (NF + FF)$ . Je größer der Verkehrsflächenwert ist, desto ineffizienter ist die Konzeption und Anordnung der Verkehrsflächen.

#### Konstruktionsflächenkennwert

Den Konstruktionsflächenkennwert erhält man durch eine Division der Bruttogrundfläche durch die Nettogrundfläche. Je höher dieser Wert ist, desto mehr Konstruktionsgrundfläche (Wände und Stützen) wird für die Bereitstellung der

Nutzfläche benötigt. Gebäude mit einem geringen Konstruktionsflächenkennwert sind in der Regel in der Erstellung kostengünstiger.

### Kubaturkennwert

Der Kubaturkennwert ergibt sich aus dem Quotienten des Bruttorauminhalts und der Bruttogrundfläche:  $BRI / BGF$ . Dieser Wert lässt sich als durchschnittliche Geschosshöhe interpretieren. Je niedriger dieser Wert ist, desto besser ist das Verhältnis zwischen der vermietbaren Grundfläche und der kostenverursachenden Raumhöhe.

Die Eingabemaske für die Bruttogrundflächen und die Bruttorauminhalte der einzelnen Geschosse ist in der Abbildung 2 dargestellt. In dieser zweiten Eingabemaske werden automatisch auch bestimmte Kennwerte aus den Grundflächen und Rauminhalten ausgewiesen.

2.1 BGF- und BRI-Ermittlung										2.2 Kennwerte				
Ebene	Flächen-Nr.	Bezeichnung	Länge	Breite	Zusätzliche Flächen	Faktor	Höhe	beheizt = 1 unbeheizt = 0	Brutto-Grundfläche		FF-KW (NF+FF/NF)	VF-KW (NGF / NF+FF)	Konstr.fl.-KW (B-GF/NGF)	Kubatur-KW (BRI/B-GF)
			m	m					m <sup>2</sup>	BGF				
Keller	a	Keller	6,100	4,800		1	3,00	1	29,28	87,84	1,25	1,36	1,43	3,00
DG	a	Schlafen	5,800	4,800		1	1,70	1	27,84	47,33				
	a	Treppe	1,800	0,750		1	0,00		1,35					
Summe der Flächen 4. Ebene:									29,19	47,33	1,00	1,06	1,29	1,62
Summe beheizt:									193,44	569,38				
Summe unbeheizt:									22,95	51,96				
Gesamtsumme (beheizt und unbeheizt):									216,39	621,34	1,02	1,26	1,29	2,87

Abb. 2: Bruttogrundfläche, Bruttorauminhalt und Kennwerte

### 3.3 Ermittlung der Grobelementmengen

Die Herstellungskosten werden durch die Art und Menge der verwendeten Bauteile bestimmt. Für die Entscheidungsfindung, ob gebaut werden soll oder nicht, bzw. ob über weitere Varianten nachgedacht werden sollte, genügt eine vereinfachte Berechnung der zu erwartenden Kosten. Entscheidend ist die Berücksichtigung der konstruktiven und entwurflichen Besonderheiten eines Bauwerks. Für die Abschätzung der Baukosten sind zunächst die Mengen zu ermitteln. Folgende Bauteile sind für eine Abschätzung der Baukosten relevant: Gründung, Decken, Außenwände, Innenwände, Fenster und Dächer. Für die Ermittlung der Mengen dieser Grobelemente muss zumindest ein Vorentwurfsplan des Architekten vorliegen. Zu unterscheiden sind Bauteile mit Dämmung und ohne, da sie einen erheblichen Kostenunterschied aufweisen.

In der Eingabemaske für die Grobelementmengen (Abbildung 3) sind im beheizten Bereich jeweils bis zu zwei Varianten pro Grobelement möglich.

3. Ermittlung der Grobelementmengen (Kgr. 100 -300)										
Code	Kostengruppen	Ver. A   B	Einheit	Länge	Breite	Höhe	Faltdie	+ Zusatz - Abzug	Menge	Kommentar
100	Grundstückfläche		m² FBO	30,00	30,00			1,00	900,00	
100	Grundstückfläche		m² FBO							
100	Grundstückfläche		m² FBO							
200	Herrichten und Beschließen		m² FBIG						900,00	
310	Baugruhe		m³	6,10	4,88	3,00	1,00	222,96	310,74	
310	Baugruhe		m³							
310	Baugruhe		m³							
<b>Bauwerk (beheizter Bereich)</b>										
330	Gründung (Basisfläche)	A	m²	6,10	4,88		1,00		29,28	unter Keller
330	Gründung (Basisfläche)		m²							
330	Gründung (Basisfläche)		m²							
330	Außenwand (Keller)	A	m²	6,10		2,60	2,00		31,72	Süd+Nord-Wand Keller
330	Außenwand (Keller)	A	m²	4,88		2,60	2,00		24,96	Ost+West-Wand Keller
330	Außenwand (Keller)		m²							
330	Außenwand (oberirdisch)	A	m²	15,20		2,60	2,00		79,04	Süd+Nord-Wand BG
330	Außenwand (oberirdisch)	A	m²	4,88		2,60	2,00		24,96	Ost+West-Wand BG
330	Außenwand (oberirdisch)	A	m²	13,20		2,60	2,00		68,64	Süd+Nord-Wand OG
330	Außenwand (oberirdisch)	A	m²	4,88		2,60	2,00		24,96	Ost+West-Wand OG
330	Außenwand (oberirdisch)		m²							
350	Deckenfläche zu unheizten Räumen		m²							
360	Dachfläche	A	m²	13,70	4,10		2,00		112,30	Dach (über West-Terrasse)
360	Dachfläche	B	m²	2,00	4,88		1,00		9,60	Terrasse OG
360	Dachfläche		m²							
<b>Bauwerk (unbeheizter Bereich)</b>										
330	Gründung		m²							
330	Außenwand (einschl. Fenster)		m²							
340	Innenwand		m²							
350	Deckenfläche		m²	4,00	3,00		1,00		12,00	Steg BG
360	Dachfläche		m²							
370+380	Sonstige Baukonstruktion		m³ BZF						216,78	

Abb. 3: Ermittlung der Grobelementmengen (Kgr. 100-300)

### 3.4 Aufbau, Kosten und Transmissionswärmeverluste der Grobelemente

Nachdem die Mengen der einzelnen Grobelemente ermittelt worden sind, sollen nun der Aufbau, die Erstellungskosten, die Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten sowie der Transmissionswärmeverlust der einzelnen Grobelemente bestimmt werden. Hierzu wird jedes Bauteil in seine Schichten zerlegt. Eine Außenwand besteht beispielsweise von innen nach außen aus folgenden Schichten: Anstrich, Gipsputz, Hochlochziegel, Mineralfaserwärmedämmung, Luftschicht und einer Stülpchalung. Jede dieser Schichten hat spezifische Funktionen, Eigenschaften und Kosten. Die Erstellungskosten pro Quadratmeter einer Schicht lassen sich beispielsweise aus den SiraDos-Baudaten des AUM-Verlages entnehmen. Die Baukosten für einen Quadratmeter des kompletten Grobelements ergeben sich aus der Summe der Kosten der einzelnen Schichten und einem Zuschlag für Nebenpositionen, dies können im Fall der Außenwand beispielsweise die Fußleisten und die Türen sein.

In der Regel sind lediglich für die innersten und äußersten Schichten eines Bauteils Instandhaltungskosten und Instandsetzungskosten zu veranschlagen. Diese werden als Prozentsatz der Herstellungskosten angegeben und fallen pro Jahr an (Quelle: Institut für Bauforschung e.V.).

Für den Heizenergieverbrauch eines Bauwerks ist der Transmissionswärmeverlust eines Bauteils entscheidend. Dieser wird auf der Basis der Lambda-Werte der einzelnen Schichten und der jeweiligen Dicke der Schicht ermittelt. Eine besondere Bedeutung für den Energiehaushalt eines Gebäudes haben die Fenster, sie müssen gesondert ausgewiesen werden. Hier interessieren neben den Transmissionswärmeverlusten vor allem die solaren Wärmegewinne. Sie lassen sich mit Hilfe der g-Werte der Fenster und der Himmelsrichtungsabhängigen Sonneneinstrahlung bestimmen. Dies bedeutet, dass die Ausrichtung der Fenster (Süden, Westen, Osten, Norden) erfasst werden muss.

Bei der Kostenermittlung ist noch der Kostenstand der Datenquelle zu berücksichtigen. Stammen die Kostendaten beispielsweise aus dem Jahre 1999, so ist mit Hilfe eines Preisindizes eine Aktualisierung notwendig. Es muss auch darauf geachtet werden, ob die Kostendaten bereits mit der Mehrwertsteuer ausgewiesen sind oder nicht. Die Abbildung 4 zeigt eine Eingabemaske für die Grobelemente – in diesem Fall für die Außenwand und die Fenster.

[Monat/Jahr] Preisstand der Kostendaten   Index der Kostendaten (bezogen auf das Basisjahr 1995)  
 [Quartal/Jahr] des akt. Indizes   aktueller Preisindex für Wohngebäude (Basisjahr 1995)  
 Veränderung der Kosten  
 Mehrwertsteuer:   Kostendaten ohne / incl. MwSt.

**4. Aufbau, Kosten und Transmissionswärmeverluste der Grobelemente**

330 Aussenwand (oberirdisch) A :		171 m <sup>2</sup>	HLz, MF+Schalung, I-Putz, Dispersion					
Nr.	Kostenelemente	Dicke d mm	Baukosten		Instandsetz.-Kosten / Instandhalt.-Rücklage		Transmissionswärmeverlust	
			€/ m <sup>2</sup>		%	€/ m <sup>2</sup> a	λ W/(m <sup>2</sup> K)	R (m <sup>2</sup> K)/W
1	Dispersion a Putz, waschbest.	0	4,53		4,71%	0,21		0,00
2	Kalkoputzputz innen,1-lagig, gerieben	10	17,48			0,00	0,70	0,01
3	Hochlochziegel 12/1,2, MG IIa	240	73,40			0,00	0,50	0,48
4	Mineralfaser-Wärmedämmung	80	7,98		1,84%	0,15	0,04	2,00
5	Luftschicht	50				0,00		0,00
6	Stülp Schalung,rauh,m.Winddichtung	20	59,65		6,12%	3,65		0,00
Zuschlag für Nebenpositionen (%) <input type="text" value="25%"/>			40,76		2%	0,82		R <sub>t</sub> 0,13
Summen Preisstand 11/99			203,80			4,83		Σ 2,62
Summen Preisstand II/03 incl. MwSt.			236,65			5,60	U <sub>max</sub> 0,40	U-Wert 0,38

330 Fenster A :		44 m <sup>2</sup>	Holzfenster, Fichte						
Baukosten		Instandsetz.-Kosten / Instandhalt.-Rücklage		Transm. verlust U-Wert W/(m <sup>2</sup> K)	Solare Wärmegewinne			F <sub>z</sub> kWh/m <sup>2</sup> a	
€/ m <sup>2</sup>		%	€/ m <sup>2</sup> a		g-Wert	lx kWh/m <sup>2</sup> a	W/(m <sup>2</sup> K)		
352,59		3,52%	12,41						
Σ Preisstand 11/99	352,59		12,41		N 1,30	0,550	100	0,45	0,65
Σ Preisst. II/03 incl. MwSt.	409,42		14,41		O/W 1,30	0,550	155	0,70	0,46
					S 1,30	0,550	270	1,21	0,07
					W/(m <sup>2</sup> K)				

Abb. 4: Aufbau, Kosten und Transmissionswärmeverluste der Grobelemente

**3.5 Ermittlung der Belastung im ersten Jahr**

In einem letzten Schritt werden alle bisherigen Informationen auf einem Ergebnisblatt zusammengetragen und ausgewertet. Ziel ist die Ermittlung der Belastung im ersten Jahr, die durch den Bau und die Nutzung des Gebäudes auf den Bauherrn zukommt.

Aus der ersten Erfassungsmaske (Grundflächen) wird die Nutzfläche (NF) übernommen. Aus der zweiten werden die Bruttogrundfläche (BGF), der Bruttorauminhalt (BRI) und das beheizte Bauwerksvolumen übernommen. Als wichtiger Kennwert wird das A/V- Verhältnis berechnet, es ergibt sich aus dem Quotienten der Summe der Flächen, die das Gebäude umhüllen, und dem Bauwerksvolumen. Ein günstiges A/V-Verhältnis spricht für eine kompakte Bauform - mithin ergibt sich ein relativ geringer Heizenergieverbrauch.

Die Herstellungskosten ergeben sich aus den Elementmengen - die in der dritten Eingabemaske der Datenbank (Ermittlung der Grobelementmengen) ermittelt wurden - und den zugehörigen Kosten pro Quadratmeter (vierte Eingabemaske: Aufbau, Kosten und Transmissionswärmeverluste der Grobelemente). Die Mengen der

Gründungsflächen, Decken, Außenwände, Innenwände, Fenster, Dächer und der Baugrubenaushub lassen sich aus den Vorentwurfsplänen des Architekten ermitteln.

Für bestimmte Kostengruppen können in einem so frühen Stadium der Planung in der Regel noch keine hinreichend genauen Aussagen gemacht werden. Hierbei handelt es sich um die Kostengruppen 370 Baukonstruktive Einbauten, 390 Sonstige Konstruktionen, 400 Bauwerk - Technische Anlagen, 500 Außenanlagen und 600 Ausstattung und Kunstwerke. Diese Kostengruppen sind nicht von der gewählten Konstruktion und nicht von der geometrischen Konzeption des Entwurfes abhängig. Mithin können sie in diesem frühen Stadium für die Investitionsentscheidung als ergebnisneutral eingestuft werden. Der Vollständigkeit halber werden diese Kostengruppen mit einem symbolischen Wert von einem Euro pro Quadratmeter Bruttogrundfläche (bzw. Außenfläche bei der der Kostengruppe 500) in die Datenbank aufgenommen.

Die Baunebenkosten - hierunter fallen beispielsweise die Architektenkosten - werden als Prozentsatz der Kostengruppen 300 und 400 angesetzt. Mithin ist diese Kostengruppe für die Investitionsentscheidung ebenfalls ergebnisneutral.

Um den Kapitaldienst zu errechnen, sind zunächst die Gesamtkosten nach DIN 276 zu ermitteln. Sie ergeben sich aus der Summe der Kostengruppen 100 bis 700, das heißt inklusive Grundstückskosten, den Kosten für das Herrichten und Erschließen des Baugrundstücks und den Baunebenkosten. Die Gesamtkosten werden dann um den Betrag der Eigenmittel gekürzt. Der verbleibende Betrag wird üblicherweise über den Kreditmarkt vorfinanziert. Der Bauherr muss hierfür Zinsen und Tilgung zahlen (z.B. 6% Zinsen und 1% Tilgung per annum).

Den zweiten Kostenblock stellen die Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten dar. Hierfür werden die entsprechenden Kostendaten aus der Eingabemaske 4 (Aufbau, Kosten und Transmissionswärmeverluste der Grobelemente) mit den Grobelementmengen multipliziert. Die angegebenen Kosten stellen jährliche Kosten dar. Kostengruppen, die mengenmäßig nicht gesondert erfasst wurden, sondern durch einen BGF-abhängigen Zuschlag berücksichtigt wurden, werden in dem hier gezeigten Beispiel analog zu der Vorgehensweise bei den Baukosten mit einem symbolischen Wert von einem Euro in die Datenbank aufgenommen.

Den dritten Kostenblock bilden die Heizwärmekosten. Ausgangsbasis sind die Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauelemente, die je nach Aufbau und Dämmung höher oder niedriger ausfallen. Der Transmissionswärmeverlust wird in Watt pro Quadratmeter und Grad Kelvin angegeben und als Wärmedurchgangskoeffizient  $\lambda$  bezeichnet. Der Kehrwert ergibt den Wärmedurchlasswiderstand  $R$  ( $m^2K/W$ ). Durch die Addition der Wärmedurchlasswiderstände der einzelnen Schichten erhält man den  $R$ -Wert für das gesamte Bauteil. Der Kehrwert des Wärmedurchlassgesamtwiderstandes ergibt den  $U$ -Wert ( $W/m^2K$ ), er ist ein Maß für die Transmissionswärmeverluste des kompletten Bauteils. Dieser Wert gibt den Wärmeverlust gemessen pro Quadratmeter und pro Grad Kelvin Temperaturunterschied zwischen innen und außen an. Um hieraus einen Jahreswert zu erhalten, muss dieser Wert mit der so genannten Heizgradtagzahl multipliziert werden, in ihr spiegelt sich der durchschnittliche Temperaturunterschied zwischen den Innenräumen und der Außenluft und die Anzahl der Tage wider, an denen üblicherweise geheizt werden muss. Da der Wärmeverlust der einzelnen Bauteile auch von ihrer Lage abhängig ist, muss ein Korrekturfaktor ( $F_x$ ) berücksichtigt werden. Beispielsweise ist der Verlust der Bodenplatte geringer, da dieses Bauteil an das zusätzlich dämmende Erdreich stößt. Der Jahresheizwärmebedarf ergibt sich mithin aus der Multiplikation des  $U$ -Wertes, der Quadratmeterzahl des Bauelements, dem Abminderungsfaktor und der Heizgradtagzahl. Hinzu kommen noch der Lüftungswärmebedarf und ein Zuschlag für Wärmebrücken. Die solaren Gewinne wurden bereits bei den Fenstern berücksichtigt. Interne Wärmegewinne (Menschen,

Computer etc.) verbessern ebenfalls die Energiebilanz und können in Abzug gebracht werden. Die kostenmäßige Bewertung erfolgt durch die Multiplikation des Jahresheizwärmebedarfs mit dem spezifischen Heizwert (beispielsweise 10 kWh/l für Heizöl), dem Preis pro Einheit Heizstoff und dem Jahreswirkungsgrad  $\eta$ .

In den Kennwert „Belastung im ersten Jahr“ fließen alle drei Kostenwerte ein (Kapitaldienst, Instandsetzungskosten und Heizwärmekosten). Die Belastung im ersten Jahr ist ein Maximalwert, der aufgrund der Tilgung von Jahr zu Jahr abnimmt. Abbildung 5 stellt das Auswertungsergebnis der Datenbank dar.



und Mehrfamilienhausbau sollten die von der Planung abhängigen – und damit steuerbaren – Instandhaltungskosten und Heizenergiekosten, die während der Nutzungsphase anfallen, stärker berücksichtigt werden. Für Familien, die ein Eigenheim planen, bedeutet der Hausbau in der Regel eine jahrzehntelange Verschuldung. Übersteigen die jährlichen Belastungen die zur Verfügung stehenden finanziellen Mittel, so kann die Investition nicht getätigt werden. Der Schuldendienst für Kredite stellt dabei nur einen Teil der Belastung dar. Mithin bietet die Methode der Ermittlung der jährlichen Belastung eine größere Sicherheit vor finanziellen Risiken, die mit einem Hausbau eingegangen werden. Wird dieses datenbankgestützte Tool konsequent für verschiedene Entwurfsvarianten angewandt, so ergeben sich beträchtliche Einsparungspotentiale.

Für den Dialog mit dem Architekten sind auch die ermittelten Kennwerte von entscheidender Bedeutung, sie decken ineffiziente Entwurfsentscheidungen auf. Insbesondere der Verkehrsflächenkennwert, der Konstruktionsflächenkennwert und der Kubaturkennwert zeigen auf, ob ein Optimierungsbedarf besteht.

In dem vorgestellten Tool wurden nur quantifizierbare Kriterien berücksichtigt. Es gibt jedoch noch eine Reihe weiterer Kriterien, die für eine Kosten-Nutzen-Entscheidung von Belang sind. Kein Bauherr wird seine Entscheidung allein auf Basis von monetären Kriterien fällen. Nicht messbare qualitative Aspekte sind beispielsweise der Grad der erzielten Zufriedenheit oder der Imagegewinn, der mit einem Hausbau verbunden ist. Beim ökologischen Hausbau steht der Schutz der Natur an oberster Stelle. Die Entscheidung, welchen Stellenwert nicht monetäre und nicht quantifizierbare Aspekte bei der Investitionsentscheidung haben, kann nur durch den Bauherrn selbst getroffen werden.

Das in diesem Beitrag vorgestellte datenbankgestützte Eingabe- und Auswertungs-Tool stellt ein Instrumentarium dar, das zu einer erheblichen Verminderung der Entscheidungsunsicherheit führt. Es bietet eine verbesserte Entscheidungsgrundlage für den Bauherrn bzw. Investor.

### **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1: Ermittlung der Grundflächen nach DIN 277

Abb. 2: Bruttogrundfläche, Bruttorauminhalt und Kennwerte

Abb. 3: Ermittlung der Grobelementmengen (Kgr. 100-300)

Abb. 4: Aufbau, Kosten und Transmissionswärmeverluste der Grobelemente

Abb. 5: Ermittlung der Belastung im ersten Jahr

### **Literaturhinweise**

BKI, Baukosten 2003 - Teil 2: Kostenkennwerte für Bauelemente, Stuttgart, 2003

BKI, Handbuch: Kostenplanung im Hochbau, Stuttgart, 2003

SiraDos Baudaten für Kostenplanung und Ausschreibung: [www.aum.de](http://www.aum.de)

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im Deutschen Institut für Normung e.V.: DIN 277, Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau, Teile 1 und 2 Juni 1987, Teil 3 Juli 1998

Möller, D.-A.: Planungs- und Bauökonomie, 4. Aufl., Oldenbourg Verlag, München 2001

Kalusche, W.: Planen mit Baunutzungskosten, in: DAB Deutsches Architektenblatt 03/1999