

Wirtschaftlichkeitsbewertung von Energieeinsparmaßnahmen

Die folgenden Ausführungen geben einen kleinen Ausschnitt des weiten Feldes der 'Wirtschaftlichkeitsbewertung' wieder – mit dem Ziel, es einem Energieberater zu ermöglichen, energiesparende Maßnahmen zu bewerten ohne ein Studium der Betriebs- oder Volkswirtschaftslehre absolviert zu haben.

Vorab soll jedoch erwähnt werden, dass sich nicht alle Vorteile einer Modernisierung bzw. des sparsamen Energieeinsatzes quantitativ bzw. in Geldgrößen erfassen lassen. Beispiele hierfür sind Komfortverbesserungen, Bedienungsvereinfachungen, geringeres Risiko oder geringere Umweltbelastung. Zudem liegen die Ergebnisse der betriebswirtschaftlichen Rechnung oftmals so nahe beieinander, dass die Abweichungen innerhalb der auf unsichere Daten (insbesondere der Energiepreisentwicklung) zurückgehenden Bandbreite liegen und damit das Wirtschaftlichkeitskriterium allein keine vernünftige Entscheidung erlaubt.

Innerhalb solcher Alternativen ist eine Entscheidung nach anderen als wirtschaftlichen Kriterien vorzunehmen. An dieser Stelle muss der Energieberater andere Überzeugungsarbeit leisten, die über das rein betriebswirtschaftliche hinausgehen.

Dennoch gehört die betriebswirtschaftliche Bewertung zum Handwerkszeug eines jeden Beraters und soll hier vertieft werden.

1. Mögliche Rechenverfahren

Ziel jeder Wirtschaftlichkeits- oder Investitionsrechnung ist, eine Aussage über die finanzielle Auswirkung zu ermöglichen. Bei der Betrachtung von energietechnischen Anlagen aus Verbrauchersicht ist aber die Besonderheit gegeben, dass keine direkten Gewinne erwirtschaftet werden können. Es kann immer nur ein Vergleich von Kosten und Einsparungen vorgenommen werden, wobei die energiesparenden im Vergleich zu den alternativ entstehenden Energiekosten beurteilt werden.

1.1. Statische und dynamische Berechnungen

Die gängige Praxis bei überschlägigen Wirtschaftlichkeitsberechnungen ist, Kosten und Einsparungen des ersten Betriebsjahres zu ermitteln und über die Nutzungsdauer als konstant anzunehmen. Diese Art der Betrachtung wird von den statischen Wirtschaftlichkeitsverfahren verfolgt. Sie liefern für kurze Betrachtungszeiträume tendenziell richtige Ergebnisse. Energieversorgungsanlagen und Anlagen zum rationellen Energieeinsatz haben jedoch häufig Nutzungsdauern von 20 Jahren und länger. Über einen Betrachtungszeitraum dieser Länge müssen auch Zinsen, Tilgungen und Preissteigerungen jeder Art berücksichtigt werden.

Die dynamischen Wirtschaftlichkeitsverfahren schließen zeitliche Unterschiede im Anfall der Kosten und Erlöse ein. Es gibt hierbei verschiedene Rechenverfahren, die im Ansatz sehr ähnlich sind. Die wichtigsten und im Rahmen der Energieberatung etabliertesten sind die Ansätze des LEG Hessen (Leitfaden Energiebewusste Ge-

bäudeplanung; Hessisches Umweltministerium; 1999) und der VDI 2067 (Grundlagen und Kostenrechnung; VDI; 2000).

1.2. Kapital-/Barwertmethode

Die dynamische Wirtschaftlichkeitsberechnung sowohl das LEG-Verfahren als auch der VDI 2067 basiert auf dem Ansatz der Bildung eines Kapital- oder Barwertes.

Der Kapitalwert ist die Summe aller Kosten, die während der Nutzungsdauer einer Investition anfallen. Er wird auch als der Betrag bezeichnet, der heute anzulegen wäre, um alle Investitions- und laufenden Kosten abzudecken. Zeitliche Unterschiede im Anfall der Kosten und der Erlöse werden durch Auf- bzw. Abzinsung berücksichtigt. Alle späteren Kosten werden also nicht mit ihrem Nominalbetrag berücksichtigt, sondern mit dem Betrag, den man zum Investitionszeitpunkt anlegen muss, um die späteren Kosten zu bezahlen (spätere Energiekosten zum Beispiel). Das heißt, zukünftige Kosten werden zum heutigen Zeitpunkt üblicherweise geringerwertig eingeschätzt als gegenwärtige, da ein heute angelegter Geldbetrag sich zinsbringend vermehrt und damit die künftig höheren Kosten deckt.

Wenn nicht nur Kosten anfallen, sondern auch Einnahmen erzielt werden, so wird der Kapitalwert auch oft Barwert genannt. Der Ansatz der Betrachtung ist identisch, weshalb in verschiedenen Veröffentlichungen Kapitalwert- und Barwert-Methode nicht explizit unterschieden werden.

Der Kapitalwert oder Barwert ist leider eine sehr unanschauliche Größe, denn er gibt ja die Summe aller Kosten während der Nutzungsdauer – z.B. der nächsten 30 Jahre – an.

1.3. Jahreskosten- bzw. Annuitätenmethode

Anschaulicher ist das Ergebnis, wenn es als Jahreskosten dargestellt wird. Dazu wird der Kapital-/Barwert in gleich große Jahresraten geteilt, z.B. 30 Raten. Der Umrechnungsfaktor, der zwischen dem Kapitalwert und den jährlichen Kosten steht, wird Annuitätsfaktor $a_{p,n}$ genannt.

Beispiel: Bei 100.000 € als Kapital-/Barwert ergeben sich bei 4 % Zins über 30 Jahre Jahreskosten von 5800 €/a. Die Annuitätsfaktoren sind auszugsweise in Tabelle 2 wiedergegeben.

Das Bilanzergebnis im Vergleich einer Sanierungsmaßnahme mit dem Bestand sind jährliche Kosten oder besser Kosteneinsparungen – bei einem bestimmten festgelegten Kapitalzins und innerhalb eines festgelegten Betrachtungszeitraums.

Zur Investitionsentscheidung werden die Jahreskosten für den Bestand (überwiegend Energiekosten) sowie für die die möglichen Sanierungsmaßnahmen (Energie- und Kapitalkosten) gebildet. Es wird in die Maßnahme mit den geringsten Jahreskosten investiert. Sind die Jahreskosten beim Bestand am geringsten, wird nicht investiert.

1.4. Berechnung der dynamischen Amortisation

Aus dem Kapital-/Barwert lässt sich aber auch eine dynamische Amortisationszeit bestimmen, d.h. die Anzahl von Jahren, innerhalb der der Kapital-/Barwert für den Bestand genauso groß ist wie für die Sanierung.

Das Bilanzergebnis ist die Zeit in Jahren, nach der Gewinne zu verzeichnen sind bzw. der Umschlagpunkt zwischen Gewinnen und Verlusten – bei einem bestimmten festgelegten Kapitalzins.

Zur Investitionsentscheidung wird die dynamische Amortisation jeder Maßnahme berechnet und in die Maßnahme mit der kürzesten Amortisation investiert. Liegt die Amortisation der Maßnahmen über deren Lebensdauer, wird nicht investiert.

1.5. Berechnung der internen Rendite

Aus dem Kapital-/Barwert lässt sich letztlich auch die interne Rendite (der interne Zinsfuß) berechnen, d.h. der Zins, den die Investition erwirtschaftet.

Das Bilanzergebnis ist ein Kapitalzins, der sich rechnerisch innerhalb des festgelegten Betrachtungszeitraums ergibt.

Zur Investitionsentscheidung wird die interne Rendite für jede Maßnahme berechnet und die Maßnahme mit der höchsten Rendite gewählt. Liegt die Rendite unter dem Anlagezins, wird nicht investiert, sondern das Geld angelegt.

1.6. Berechnung von äquivalenten Energiepreisen

Die letzte, sehr übliche Methode der Darstellung des Bilanzergebnisses ist der 'äquivalente Energiepreis'. Bestimmt werden hierbei die so genannten spezifischen Gestehungskosten bzw. die Kosten für die eingesparte Kilowattstunde.

Der äquivalente Energiepreis ist ein nützliches Instrument, wenn einzelne oder zusammengefasste Sanierungsmaßnahmen in Bezug auf einen ursprünglichen Zustand bewertet werden sollen. Ins Verhältnis gesetzt werden die jährlichen Mehrkosten aufgrund der Investition (in €/a) zu den jährlichen Einsparungen (in €/kWh). Die Einsparmaßnahme ist nur wirtschaftlich, wenn der sich ergebende äquivalente Energiepreis $k_{\text{äqu}}$ (in €/kWh) geringer ist als der mittlere künftige Energiepreis. Dieser wird als Vergleichswert ebenfalls bestimmt – dies wird weiter unten erläutert.

Die Darstellung hat folgende Vorteile: es ergibt sich ein sehr anschauliches Ergebnis, ein Preis je eingesparte Kilowattstunde Energie, der zunächst einmal völlig unabhängig vom künftigen Energiepreis ist.

Zur Investitionsentscheidung wird der äquivalente Energiepreis jeder Maßnahme berechnet und in die Maßnahme mit dem geringsten äquivalenten Energiepreis investiert. Liegt der äquivalente Energiepreis über dem mittleren künftigen Energiepreis (hier fließt die Energiepreissteigerung ein), wird nicht investiert.

1.7. Verfahren für die Beratung

Für die konventionelle Energieberatung eignet sich die Angabe der Jahreskosten – und zwar jeweils für den Bestand und alle Verbesserungsmaßnahmen. Darüber hinaus werden auch die dynamische Amortisationszeit und der äquivalente Energiepreis vom Auftraggeber verstanden, letztere sind graphisch beispielhaft in Bild 1 dargestellt.

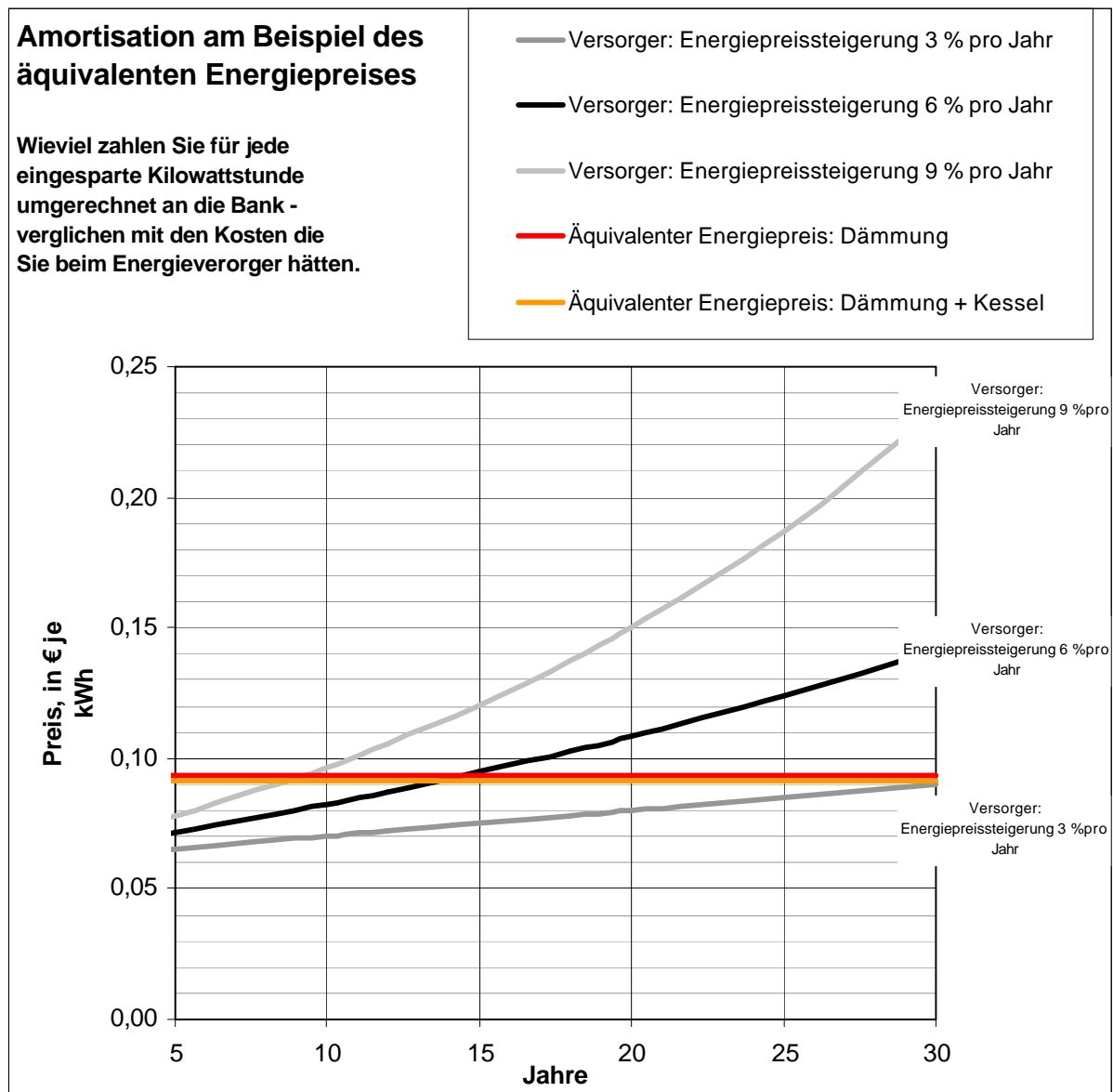


BILD 1 ÄQUIVALENTER ENERGIEPREIS UND DYNAMISCHE AMORTISATION

Der äquivalente Energiepreis der Maßnahme "Dämmung" beträgt 0,093 €/kWh. Verglichen mit dem heutigen Energiepreis von ca. 0,06 €/kWh rechnet sich die Investition noch nicht. Wenn die Energiepreise mit 6 %/a so weitersteigen wie im Mittel der letzten 30 Jahre, liegt der Zeitpunkt der dynamischen Amortisation bei 15 Jahren. Steigen die Energiepreise schneller, ist die Amortisation eher erreicht, z.B. bei 9 %/a Energiepreissteigerung schon nach ca. 9 Jahren. Die Maßnahme "Dämmung + Kessel" mit einem äquivalenten Energiepreis von 0,091 €/kWh ist unabhängig von der Energiepreissteigerung etwas wirtschaftlicher.

2. Berechnungsgrundlagen und Verfahren

Die Berechnung des Kapital-/Barwertes bzw. sofort der daraus abgeleiteten Jahreskosten K_a soll nachfolgend erläutert werden. Im Rahmen der Energieberatung ergeben sich die Jahreskosten üblicherweise durch Summation der jährlichen Kapitalkosten K_i , der jährlichen mittleren Energiekosten $K_{e,m}$ sowie der jährlichen Wartungs- und Unterhaltskosten $K_{u,m}$ während der Nutzungsdauer.

$$K_a = K_i + K_{e,m} + K_{u,m}$$

Die Gesamtkosten umfassen für den Bestand und jede Variante somit die verbrauchsgebundenen Brennstoff- bzw. Energiekosten, die kapitalgebundenen Kosten aus Zinsen und Tilgungen und die betriebsgebundenen Wartungskosten sowie Instandhaltungskosten. Weitere Kostenanteile können ergänzt werden, z.B. Mieteinnahmen, Versicherungsausgaben, Steuern, Personalkosten für Anlagenbedienung usw. – gehören aber nicht unmittelbar zur Berechnung der Gesamtkosten.

2.1. Betrachtungszeitraum und Nutzungsdauern

Vor der eigentlichen Bestimmung der Jahreskosten müssen die Nutzungsdauer der Investition und der gewünschte Betrachtungszeitraum festgelegt werden. Beispielhafte Nutzungsdauern für Investitionen sind auszugsweise in Tabelle 1 wiedergegeben. Die Daten entstammen – gekürzt – dem LEG-Verfahren bzw. der VDI 2067. Für Kessel und Anlagen sind in der Praxis häufig längere Lebensdauern festzustellen!

	Nutzungsdauern, in [a]	jährliche Wartungs- und Unterhaltskosten in Prozent des Anlagenwertes, in [%/a]
zusätzliche Wärmedämmung	25-30	1,0
Fenster	15-30	1,5
Wärmeerzeugung (Kessel, Brenner, Kamin etc.) und Kälteerzeugung <300 kW _{thermisch}	15	3,5
Wärmepumpe Elektromotor <300 kW _{thermisch}	10	4,0
Sonnenkollektoren	15	3,0
Blockheizkraftwerk >100 kW _{elektrisch}	15	6,0
Regelungen	10	3,0
Lüftungsanlagen	15	3,5
Beleuchtungsanlagen	15	1,5

TABELLE 1 NUTZUNGSDAUERN SOWIE WARTUNGS- UND UNTERHALTSKOSTENSÄTZE

Wird in nur eine Maßnahme investiert, z.B. eine Solaranlage, dann ist der Betrachtungszeitraum für die Wirtschaftlichkeit die Nutzungsdauer, also geschätzt 15 Jahre. Die Jahreskosten werden als Mittelwerte der nächsten 15 Jahre bestimmt. Dann ist die Investition genau einmal bezahlt.

Werden Mischinvestitionen bewertet, deren Komponenten unterschiedliche Nutzungsdauern haben, beispielsweise in Wärmedämmung und eine Solaranlage, muss jedoch anders vorgegangen werden. Hier wird nach dem LEG-Verfahren die längste aller Lebensdauern als Betrachtungszeitraum gewählt. Die kürzerlebigen Komponenten müssen entsprechend mehrfach investiert werden. Nach dem Verfahren der VDI 2067 würde die kürzeste Nutzungsdauer – oder ein beliebiger Zeitraum – gewählt, wobei alle einzelnen Komponenten zu diesem Zeitraum noch einen Restwert haben. Der Ansatz ist prinzipiell identisch, daher wird er hier nicht weiter beschrieben.

2.2. Kapitalkosten

Unter der Rubrik 'Kapitalkosten' werden Tilgung und Zinsen des eingesetzten Kapitals verstanden. Die jährlichen Kapitalkosten K_i (in €/a) ergeben sich aus den Investitionen zum heutigen Zeitpunkt I (in €) multipliziert mit einem Annuitätsfaktor $a_{p,n}$ (in 1/a).

$$K_i = I \cdot a_{p,n}$$

Der Annuitätsfaktor hängt – wie von der Kreditberatung bei der Bank bekannt – vom Zins und dem Betrachtungszeitraum ab. In Tabelle 2 sind auszugsweise Annuitäten zusammengestellt.

Annuitäten $a_{p,n}$, in [1/a]												
Betrach- tungszeitraum n , in [a]	Kapitalzinssatz p , in [%/a]											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	0,100	0,106	0,111	0,117	0,123	0,130	0,136	0,142	0,149	0,156	0,163	0,170
15	0,067	0,072	0,078	0,084	0,090	0,096	0,103	0,110	0,117	0,124	0,131	0,139
20	0,050	0,055	0,061	0,067	0,074	0,080	0,087	0,094	0,102	0,110	0,117	0,126
25	0,040	0,045	0,051	0,057	0,064	0,071	0,078	0,086	0,094	0,102	0,110	0,119
30	0,033	0,039	0,045	0,051	0,058	0,065	0,073	0,081	0,089	0,097	0,106	0,115

TABELLE 2 ANNUITÄTEN

Beispiel: Bei einem Kalkulationszins von 6 %/a und einem Betrachtungszeitraum von 10 Jahren ergibt sich ein Annuitätsfaktor von $0,136 a^{-1}$. Das bedeutet für eine Investitionssumme von 10.000 € ergeben sich zehn Raten á 1360 €/a. Davon sind 1000 €/a Tilgung und 360 €/a sind Zinsen.

2.2.1. Kapitalzins

Der Kapital- oder Kalkulationszins ist der Zinssatz für Eigenkapital (entgangener Sparzins) oder für Fremdkapital (Kreditzins) bzw. bei einer Mischfinanzierung ein gewichteter Mittelwert aus beiden. Zinsvergünstigungen (z.B. der KfW) werden in einem entsprechend niedrigem Zinssatz berücksichtigt. Es sollten keinesfalls die derzeitigen sehr niedrigen Kreditzinsen der KfW einfach als Kalkulationszins für die nächsten 20 oder 30 Jahre angesetzt werden, da die Zinsbindung nur 10 Jahre beträgt. Besser wird ein langfristig realistischer Wert angenommen, wobei die KfW aus Erfahrung dann etwa 2 %/a unter der normalen Bank liegt.

Bei reiner Eigenkapitalverzinsung gilt 2 ... 3 %/a derzeit als sicherer Inflationsausgleich und deckt die derzeitige Normalverzinsung ab. Bei reiner Fremdkapitalverzinsung über eine Bank sollte von einem üblichen Zinssatz, zurzeit etwa 5 ... 6 %/a ausgegangen werden. Für Finanzierung mit KfW-Krediten ist derzeit 3 ... 4 %/a ein sinnvoller Ansatz. Eine Bandbreite von +/- 2 %/a ist jedoch durchaus in allen Fällen denkbar.

Der gewählte Kapitalzins ist im Beratungsbericht zu nennen.

2.2.2. Investitionskosten

Die Kostendaten der Investitionen sind bei der Energieberatung in der Regel Abschätzungen anhand der Literatur, also anhand von Erfahrungswerten. Das Einholen von Angeboten erfolgt eher selten, um die Energieberatung kostengünstig zu halten.

Als Quelle für Schätzkosten zeichnet sich Profi-Energieberatungssoftware mit umfassenden Kostendatenbanken aus.

Im Energieberatungsbericht werden die einzelnen Kostenpositionen verbal beschrieben, aber die Investition meist nur als Summe (ohne Einzelpositionen) genannt, da für die Bauherrenschaft in erster Linie die Summe interessant ist. Einzelkosten werden aus Platzgründen oft nur im Anhang genannt.

2.2.3. Sowieso- und Zusatzkosten

Soll eine Energieeinsparmaßnahme bewertet werden, dann werden den Energieeinsparungen Mehrkosten gegenübergestellt. Die in der Beratung schwierige Frage ist, wie die Mehrkosten definiert werden, wie nachfolgendes Beispiel aufzeigt.

Die im Gebäude befindlichen Fenster ($U = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) sind abgängig. Statt irgendwelcher Fenster werden im Rahmen des Energiekonzeptes Passivhausfenster ($U = 1,0 \text{ /m}^2\text{K}$) vorgeschlagen. Bei der Berechnung der Energieeinsparung wird vermutlich der Sprung von 2,8 auf $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ berücksichtigt. Bei den Kosten ist dies nicht so einfach.

Es besteht im einfachsten Fall die Möglichkeit, die gesamten Kosten der Passivhausfenster als Investition anzusetzen (ungünstigster Fall) und gegen null Investition im Bestand zu rechnen. Dies leuchtet vor allem deshalb nicht ein, weil die Fenster ja als abgängig beschrieben werden. Also müssen auch im Bestand Fensterkosten angesetzt werden, so dass für die Wirtschaftlichkeitsbewertung nur Mehrkosten relevant werden.

Die Wahl einer Bezugsvariante ist nicht eindeutig. Es könnten Fenster mit $U = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ gewählt werden (reine Instandhaltung, größter Mehrkostenanteil, weil die billigsten Fenster als Alternative). Dies ist nach EnEV aber nur zulässig, wenn die Fenster nicht alle auf einmal getauscht werden. Alternativ könnten sofort die nach EnEV § 3 im Falle einer größeren Modernisierung sowieso notwendigen Fenster mit $U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ als Vergleichsvariante herangezogen werden. Oder auch übliche Fenster, die man sowieso genommen hätte, wenn es die Beratung nicht gegeben hätte. Welche dieser drei Alternativen der Berater wählt, hängt vom Einzelfall ab.

Das Problem verschärft sich, wenn die Fenster des Bestandes noch nicht abgängig sind, sondern vielleicht noch 5 oder 10 Jahre halten. Folgender Hinweis sei in jedem Fall gegeben: im Bericht sollten auf jeden Fall die absoluten Kosten für jede Variante angegeben werden und nicht nur die Mehrkosten, denn der Bauherr zahlt ja absolut.

Die Empfehlung lautet wie folgt:

- die volle Investitionssumme sollte angesetzt werden, wenn die Investition sonst nicht getätigt würde, wie z.B. in eine Solaranlage
- die volle Investitionssumme sollte angesetzt werden, wenn die Investition erfolgen soll, obwohl bereits neue Komponenten vorhanden sind, z.B. Ersatz eines ein oder zwei Jahre alten Kessels durch einen anderen oder Dämmung einer Fassade, deren Putz erst drei Jahre alt ist

- die volle Investitionssumme kann angesetzt werden, wenn zwar Sowieso-Kosten ansetzbar wären, aber die Maßnahme auch bei voller Investitionshöhe wirtschaftlich ist – Beispiel Fenstertausch oben. Dann ergeben sich zwar längere Amortisationszeiten, aber der Berater spart die Ermittlung der Sowieso-Kosten. Eine Rechnung dieser Art sollte kommentiert werden, in der Art: 'die Maßnahme ist wirtschaftlich, und erwirtschaftet sogar die Instandsetzungskosten, obwohl sie das nicht müsste'.
- in allen anderen Fällen sollten Sowieso-Kosten für den Bestand mit ausgewiesen werden.

Für die Überlegungen hinsichtlich der Mehrkosten kann folgender Ansatz helfen: auch für den Bestand sollten die Investitionen berücksichtigt werden, die notwendig sind, um einen vergleichbaren Gebäudestandard aufrecht zu erhalten. Wenn nicht davon auszugehen ist, dass der Bestand die nächsten 30 Jahre ohne Investition erhalten werden kann, dann gehört für den Vergleich mit einer Wärmedämmung mindestens die Putzsanierung zu den Sowieso-Kosten.

2.2.4. Nachinvestition

Nachinvestitionen werden immer dann berücksichtigt, wenn Maßnahmenpakete miteinander verglichen werden sollen, deren Nutzungsdauer (näherungsweise Komponentenlebensdauer) unterschiedlich lang ist. Dies wurde oben unter dem Stichwort 'Betrachtungszeitraum' schon angedeutet.

Das LEG-Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbewertung schlägt vor, die längste aller Nutzungsdauer als Betrachtungszeitraum zu wählen und die kürzerlebigen Komponenten entsprechend mit mehrfacher Investition zu berücksichtigen. Die notwendige Ersatzinvestition für alle kürzerlebigen Komponenten wird anhand ihres Barwertes berücksichtigt. Das ist der Geldbetrag, der zum Investitionszeitpunkt hätte angelegt werden müssen, um die Investition in Zukunft tätigen zu können. Dieser Wert hängt davon ab, wie fern in der Zukunft die Ersatzinvestition stattfindet, wie hoch der Kalkulationszins ist und welche Preissteigerungsrate für das Investitionsgut erwartet wird.

Statt der Investition I wird das Produkt aus der Investition heute I_0 und einem Faktor für Ersatzbeschaffung (Nachinvestition) $f_{p,s,m,n}$ gebildet. Der Faktor berücksichtigt neben der Nutzungsdauer im Verhältnis zum Betrachtungszeitraum auch den Kapitalzins und die Teuerung der Anlagegüter bis zur Investition.

$$I = I_0 \cdot f_{p,s,m,n}$$

Der Faktor ist 1, wenn die Nutzungsdauer der Investition so lang ist wie der Betrachtungszeitraum. Ist dies nicht der Fall kann er anhand einer Formel bzw. aus Tabellen bestimmt werden, siehe Tabelle 3.

Faktor $f_{p,s,m,n}$ für Ersatzbeschaffung, in [-]									
Kapitalzins $p = 4 \text{ %/a}$									
Nutzungsdauer m , in [a]	Betrachtungszeitraum n , in [a]	Anlagenteuerung s_a , in [%/a]							
		0	1	2	3	4	5	6	7
5	10	1,82	1,86	1,91	1,95	2,00	2,05	2,10	2,15
15	30	1,56	1,64	1,75	1,87	2,00	2,15	2,33	2,53
Kapitalzins $p = 6 \text{ %/a}$									
Nutzungsdauer m , in [a]	Betrachtungszeitraum n , in [a]	Anlagenteuerung s_a , in [%/a]							
		0	1	2	3	4	5	6	7
5	10	1,75	1,79	1,83	1,87	1,91	1,95	2,00	2,05
15	30	1,42	1,48	1,56	1,65	1,75	1,87	2,00	2,15

TABELLE 3 FAKTOREN FÜR ERSATZBESCHAFFUNG

Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen, bei denen keine weiteren Randbedingungen bekannt sind, sollte von einer Anlagenteuerung $s_a = 1,5 \dots 2 \text{ %/a}$ ausgegangen werden. Das entspricht der normalen Inflationsrate.

Beispiel: Die Investition in Wärmedämmmaßnahmen zu 10.000 € soll verglichen werden mit der Anschaffung eines Kessels zu 5.000 €. Betrachtungszeitraum ist die Nutzungsdauer der Dämmung, also 30 Jahre. Für den Kessel ergeben sich bei einer Nutzungsdauer von 15 Jahren, einer Anlagenteuerung von 2 %/a, einem Kapitalzins von 4 %/a Investitionskosten von $5.000 \cdot 1,75 = 8750 \text{ €}$ innerhalb der nächsten 30 Jahre. Es werden also gegenübergestellt die Einsparungen zu Kessel und Dämmung in den nächsten 30 Jahren den Investitionen in den nächsten 30 Jahren.

Dem Beratungsempfänger sollte in diesem Fall die Erstinvestition I_0 mitgeteilt werden. Das hochgerechnete Ergebnis auf den längeren Zeitraum (Investition plus Nachinvestition) sollte im Bericht nicht erscheinen, da sie den Leser eher verwirrt.

2.2.5. Mehrwertsteuer

Alle Kosten (Investition und Energiepreise) sind entweder mit oder ohne Mehrwertsteuer einzugeben. Für Endverbraucherberichte eignet sich die Angabe mit Mehrwertsteuer.

2.2.6. Förderungen, Zuschüsse, tilgungsfreie Jahre

Alle einmaligen Geldförderungen und Subventionen für die Investition sind als negative Investitionskosten bzw. Investitionskostenminderungen anzusetzen (z.B. Tilgungszuschüsse der KfW). Sie sollten im Bericht mit ihrer Summe genannt werden.

Subventionen in Form vergünstigter Kredite werden direkt im Kalkulationszins berücksichtigt.

Der Effekt tilgungsfreier Jahre kann in der Regel mit der üblichen Energieberatungssoftware nicht berücksichtigt werden, es wird eine gleichmäßige Abzahlung berechnet.

2.3. Energiekosten

Die mittleren jährlichen Energiekosten $K_{e,m}$ (in €/a) ergeben sich für den Bestand und alle Verbesserungsmaßnahmen nach einem einheitlichen Ansatz. Berücksichtigt werden Endenergiemengen Q (in kWh/a), der heutige Energiepreis $k_{e,0}$ (in €/kWh) und ein Faktor für Energiepreissteigerung m_e (ohne Einheit).

$$K_{e,m} = \sum (Q \cdot k_{e,0} \cdot m_e) = \sum (Q \cdot k_{e,m}) = \sum (K_{e,0} \cdot m_e)$$

Das Produkt aus Energiemenge Q (kWh/a) und heutigem Energiepreis $k_{e,0}$ (€/kWh) ergibt die heutigen Energiekosten $K_{e,0}$ (€/a). Das Produkt aus heutigem Energiepreis $k_{e,0}$ (€/kWh) und dem Faktor für Energiepreissteigerung m_e ergibt den künftigen mittleren Energiepreis $k_{e,m}$ (€/kWh).

Faktoren für die Preissteigerung sind auszugsweise in Tabelle 4 enthalten. Wegen des gewählten Rechenansatzes ist der Kapitalzins in diesem Faktor enthalten.

Mittelwertfaktoren für Preissteigerungen m_e und m_u , in [-]											
Kapitalzins $p = 4\%/a$											
Betrachtungszeitraum n , in [a]	Preissteigerung s , in [%/a]										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	1,00	1,08	1,16	1,25	1,35	1,46	1,58	1,71	1,85	2,00	2,18
30	1,00	1,14	1,30	1,50	1,73	2,02	2,36	2,78	3,28	3,90	4,64
Kapitalzins $p = 6\%/a$											
Betrachtungszeitraum n , in [a]	Preissteigerung s , in [%/a]										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	1,00	1,07	1,15	1,24	1,33	1,43	1,54	1,67	1,80	1,94	2,10
30	1,00	1,12	1,27	1,44	1,64	1,89	2,18	2,53	2,95	3,46	4,07

TABELLE 4 MITTELWERTFAKTOREN FÜR PREISSTEIGERUNGEN

2.3.1. Energiemengen

Die Energiemengen als die Eingangsgrößen zur Bestimmung der Energiekosten sind getrennt nach Energieträger zu erheben. Neben den Wärmeenergien werden üblicherweise auch Hilfsenergien berücksichtigt – insbesondere wenn die Verbesserungsmaßnahmen deutlich höhere Aufwendungen aufweisen (zusätzliche Lüftungsanlage usw.).

Für eine seriöse Beratung werden als Energiemengen die Werte berücksichtigt, die unter realistischen Annahmen (Nutzer, Klimadaten) bestimmt wurden, d.h. Werte aus einer Energieberatungsbilanz, nicht Werte aus EnEV- oder anderen Nachweisen. Dies ist von fundamentaler Bedeutung, wenn die Aussagen zur Wirtschaftlichkeit annähernd stimmen sollen.

2.3.2. Heutige Energiepreise

Die geltenden Energiepreise (zum Investitionszeitpunkt) sind vom Versorger zu erfragen. Dies muss nicht vor jedem Gutachten in einer Region erfolgen, aber in Abständen. In fremden Regionen empfiehlt sich ebenfalls eine Nachfrage vor der Ausarbeitung des Berichtes.

Als Energiepreise sind Mischwerte für Leistung/Grund- und Arbeits/Verbrauchspreis anzusetzen oder beide Anteile getrennt. Die heutigen Energiepreise sind ebenfalls im Bericht anzugeben.

Hinweise für Gaspreise: Gasversorgungspreise in €/kWh sind auf den Brennwert bezogen. Alle am Markt üblichen Energiebilanzen rechnen aber bezogen auf den Heizwert. Entweder sind die Preise auf Heizwertpreise umzurechnen (Versorgerpreis · 1,11) oder es wird konsequent mit Kubikmetern Gas gerechnet – sowohl bei der Energiebilanz als auch beim Preis.

2.3.3. Energiepreissteigerung

Ein in der Energieberatung heikles und vielfach diskutiertes Thema sind Energiepreissteigerungen. Die dynamische Wirtschaftlichkeitsberechnung berücksichtigt diese Preissteigerungen, deren Höhe legt jedoch der Berater mit seiner Annahme fest.

Die Preissteigerung wird mit einem dimensionslosen Faktor m_e berücksichtigt. Dieser gibt an, wie hoch der Energiepreis im Mittel (nicht am Ende!) im Betrachtungszeitraum sein wird. Die progressiv ansteigende Energiepreiskurve wird damit gemittelt und auf eine Zahl verdichtet.

Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen, bei denen keine weiteren Randbedingungen bekannt sind, ist eine nominale Energiepreisverteuerung von $s_e = 6\%/a$ ein üblicher Ansatz. Der Wert von nominal etwa $6\%/a$ entspricht einer realen Verteuerung von etwa $3\%/a$ – da real auch die Inflation wirksam ist. Die Energiepreissteigerung spiegelt die Preisentwicklung der letzten 30 Jahre wieder und wird – mangels besseren Wissens – auch in die Zukunft prognostiziert.

Da die reale Energiepreissteigerung eine sehr unsichere Größe ist, kann der angenommene Basiswert von $6\%/a$ mit einer Spanne von $\pm 3\%/a$ versehen werden. So erweckt der Berater nicht den Anschein des allwissenden. Im Bericht ergeben sich dann Grafiken analog zu Bild 1.

Die Teuerungsrate kann unterschiedlich für verschiedene Energieträger sein. Rechnerisch empfiehlt sich jedoch der gleiche Wert für alle Energieträger, auch für Holz und Strom, auch wenn sich die Preisentwicklung dieser Energieträger nicht ganz wie für Gas und Öl verhält.

2.4. Wartungs- und Unterhaltskosten

Die mittleren jährlichen Wartungs- und Unterhaltskosten $K_{u,m}$ (in €/a) ergeben sich für den Bestand und alle Verbesserungsmaßnahmen nach dem gleichen Ansatz die die Energiekosten. Sie sollten immer dann berücksichtigt werden, wenn in den Verbesserungsmaßnahmen deutlich andere Kosten als im Bestand zu erwarten sind.

Berücksichtigt werden die Wartungs- und Unterhaltskosten zu heutigen Preisen (in €/a), und ein Faktor für Preissteigerung m_u (ohne Einheit).

$$K_{u,m} = \Sigma (K_{u,0} \cdot m_u)$$

Faktoren für die Preissteigerung sind auszugsweise in Tabelle 4 enthalten.

Die Kosten für Wartung und Unterhalt können aus Wartungsverträgen entnommen werden oder aufgrund von Herstellerangaben, Erfahrungswerten oder Richtlinien abgeschätzt werden. Es gibt es die Möglichkeit, die Wartungskosten als prozentualen Wert auf die Investition abzuschätzen, Ansätze liefert Tabelle 1.

Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen, bei denen keine weiteren Randbedingungen bekannt sind, kann mit einer nominalen Preissteigerung für Wartung und Unterhalt von $s_u = 2 \%/a$ (normale Inflationsrate) ausgegangen werden

2.5. Sonstige Kosten

Alle sonstigen Kosten – egal ob Einnahmen oder Ausgaben – können anhand der Rechenansätze für Investition, Energie oder Wartung/Unterhalt berücksichtigt werden.

Kosten, die einmalig anfallen werden dabei analog den Investitionen behandelt, Kosten die wiederkehrend anfallen wie Energie- oder Wartungskosten mit einer sinnvoll zu wählenden Preissteigerung.

- einmalige Kosten: Verwaltungskosten, Gebäudewertsteigerung usw.
- wiederkehrende Kosten: Versicherungen, Mieteinnahmen usw.

Auch steuerliche Absetzungs- und Abschreibungsmöglichkeiten können berücksichtigt werden, wobei dies nur nicht-private Auftraggeber betrifft. Hierbei sollte unbedingt der Steuerberater des Auftraggebers hinzugezogen werden.

3. Auswertung, Interpretation, Darstellung

Wenn die Berechnungen abgeschlossen sind, sollten Hinweise zu Unsicherheiten der Berechnung sowie Interpretationen für den Kunden nicht fehlen.

3.1. Einflüsse auf das Ergebnis

Sofern davon auszugehen ist, dass die berechnete Energieeinsparung mit einiger Sicherheit bestimmt wurde, haben die Investitionskosten bzw. der Anteil der Sowieso-Kosten und die vermutete Energiepreissteigerung den größten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsbewertung.

Die Kostenansätze sollten mit dem Kunden daher besprochen werden – welche Investitionen sind sowieso fällig. Hinsichtlich der Energiepreissteigerung empfehlen sich Bandbreitenberechnungen, wie in Bild 1 gezeigt, die verdeutlichen, je länger die Prognosen in die Zukunft reichen, desto unsicherer werden auch die Ergebnisse.

Alternativ können Berechnungen so angestellt werden, dass jeweils Grenzen der Wirtschaftlichkeit genannt werden. Beispiele für den Bericht könnten lauten:

- 'Nur wenn die Energiepreise weniger als 4 %/a steigen, rechnet sich die Maßnahme nicht. Dies ist allerdings sehr unwahrscheinlich, weil im Mittel der letzten 30 Jahre eine Steigerung von 6 %/a zu verzeichnen war – Tendenz steigend. Ich rate Ihnen daher zur Investition'.

- 'Die Maßnahme rechnet sich innerhalb von 20 Jahren. Es wurden dabei allerdings noch keine ohnehin notwendigen bei der Berechnung berücksichtigt. Wenn Sie davon ausgehen, dass das Haus ja sowieso einen neuen Putz braucht, dann wird die Sanierung heute noch viel wirtschaftlicher. Ich rate Ihnen daher zur Investition'.

3.2. Ergebnisausgabe

Für den Endkunden empfiehlt sich nach unserer Erfahrung mit der Energieberatung die folgende Ausgabe von Ergebnissen.

3.2.1. Investitionskosten

Die Angabe der Investitionskosten erfolgt für den Bestand und alle Varianten in absoluter Höhe; reine Mehrkostenangaben sollten vermieden werden.

Bei der Variantenbeschreibung werden die Summenkosten als Text oder tabellarisch genannt. Eine Einzelkostenaufschlüsselung findet sich im Anhang. Es muss in jedem Fall deutlich werden, dass es sich um Schätzkosten handelt und dies keine Kostenvoranschläge sind – es sei denn, dies ist mit Bestandteil des Auftrags.

Bei der Gegenüberstellung der Varianten gibt es eine Grafik, welche die Investitionskosten zusammenfasst, vergleiche Bild 2.

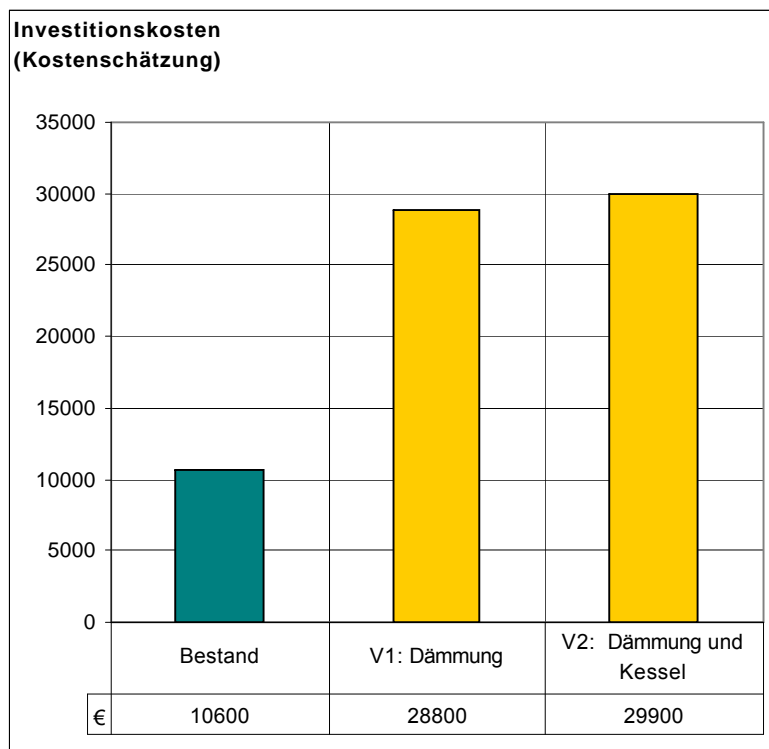


BILD 2 BEISPIEL FÜR INVESTITIONSKOSTEN

3.2.2. Jahreskosten

Bei der Erläuterung der Einzelvarianten wird auf die Angabe der Jahreskosten verzichtet, dort reicht die Angabe der Investitionen (in €) und der Energieeinsparung (in kWh/a und %).

Die Ergebnisse der Jahreskosten für den Bestand und die einzelnen Varianten werden nur am Ende in der Übersicht zusammengefasst, vergleiche Bild 3. Sinnvoll sind zwei Übersichten mit den Jahreskosten jeweils im ersten Jahr und im Langzeitmittel. Denn diese verdeutlichen, in der Anfangszeit sind die Gesamtkosten meist höher als alles so zu belassen!

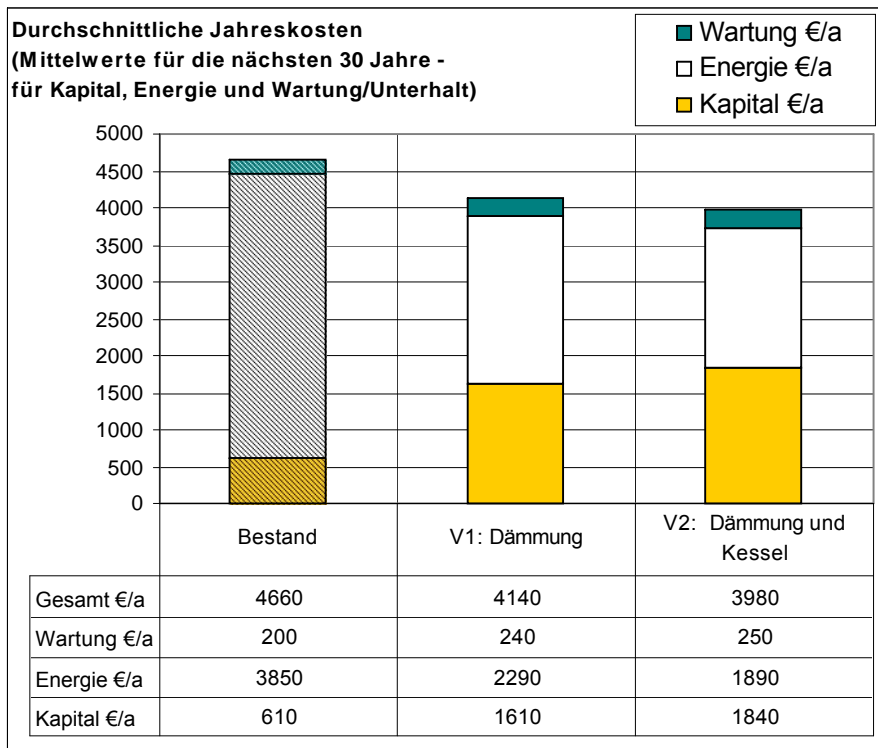
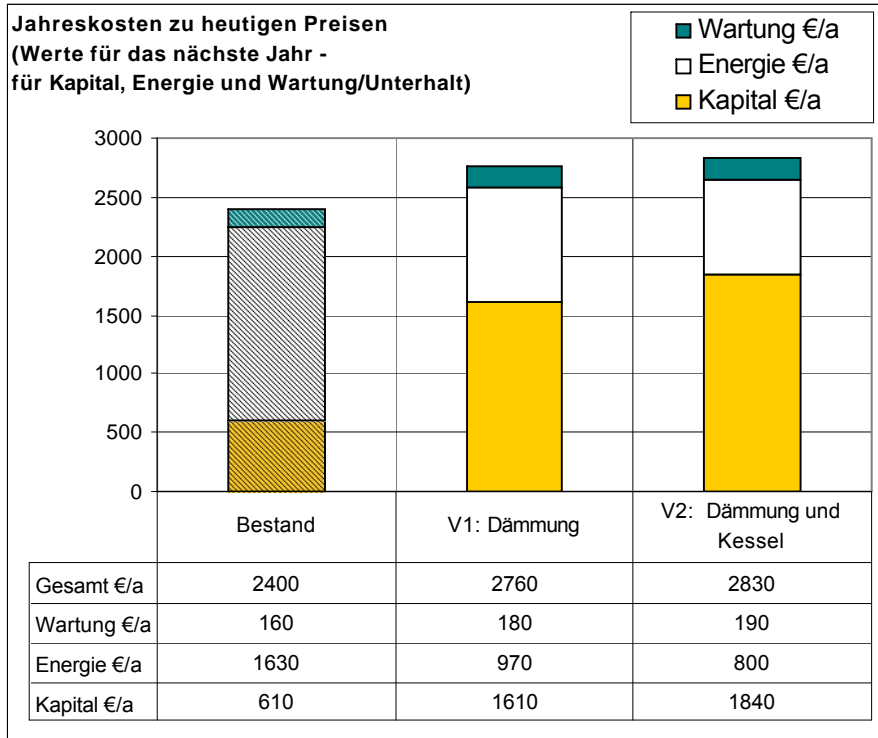


BILD 3 BEISPIEL FÜR JAHRESKOSTEN

3.2.3. Äquivalenter Energiepreis und Amortisation

Für die Ergebnisübersicht eignet sich eine Grafik analog Bild 1. Bei der Erläuterung der Einzelvarianten können äquivalente Energiepreise und Amortisationszeiten beispielsweise folgendermaßen angegeben werden:

- Angabe der dynamischen Amortisationszeit bei gleich bleibenden Energiepreisen, wenn innerhalb des Betrachtungszeitraums eine Amortisation erreicht wird. Beispiel: 'die Fenster rechnen sich nach 23 Jahren, wenn die Energiepreise weiter so steigen wie bisher'
- Angabe einer notwendigen Preissteigerung, damit sich die Maßnahme überhaupt rechnet, meist wenn innerhalb des Betrachtungszeitraums keine Amortisation erreicht wird. Beispiel: 'die Fenster rechnen sich innerhalb ihrer Nutzungsdauer nur, wenn die Energie mindestens um 8 %/a steigt.'
- Angabe des äquivalenter Energiepreises

4. Fazit

Für die Vertiefung und Hintergrundinformationen empfehlen sich die unten genannten Originaldokumente LEG und VDI 2067-1. Das LEG-Verfahren ist über den Originalbezugsweg allerdings nur schwer zu erhalten, daher auszugsweise unter folgender Quelle im Internet einzusehen:

www.delta-q.de >> Wirtschaftlichkeit >> Literatur und Texte.

Dort sind auch ausführliche Formelsammlungen und die gesamten Tabellen hinterlegt, welche in diesem Artikel nur gekürzt abgedruckt wurden. Die Anwendungsprogramme sind vielfältig. Die Palette reicht von der Profi-Energieberatungssoftware bis hin zu kostenlosen Programmen. Letztere lassen sich im Internet finden, zwei Programme zum LEG-Verfahren (Programmierung des IWU sowie eigene Programmierung) sind unter nachfolgender Adresse verlinkt:

www.delta-q.de >> Wirtschaftlichkeit >> Excel

5. Literatur

- [LEG] Heizenergie im Hochbau - Leitfaden energiebewusste Gebäudeplanung; Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit; Druck: Elektra/Niedernhausen; 1999.
- [VDI 2067-1] VDI 2067; Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Blatt 1: Grundlagen und Kostenrechnung; VDI; 2000.