

Wirtschaftlichkeitsberechnung der Energiesparmaßnahmen

Die nachfolgend Beschriebenen Verfahren und Berechnungen sind Grundlage der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen der eingesetzten Einblasverfahren.

Grundlagen ¹

Energetechnische Gestaltungsmaßnahmen im Gebäudebereich sind in der Regel mit Kosten verbunden und zielen auf die Reduzierung zukünftig notwendiger finanzieller Aufwendungen. Unter wirtschaftlichen Aspekten betrachtet können sie daher als Investitionen bezeichnet werden. Dabei steht naturgemäß die Wirtschaftlichkeit alternativ möglicher Investitionen im Mittelpunkt. Zur Entscheidungsfindung stellt die betriebswirtschaftliche Investitionstheorie eine Reihe von Verfahren zur Verfügung. Grundsätzlich lassen diese sich in statische und dynamische Verfahren unterteilen. Die statischen Verfahren werden jedoch in den weiteren Betrachtungen nicht berücksichtigt! Das wesentliche Merkmal von dynamischen Verfahren ist es, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Zahlungen mit Hilfe der Zinseszinsrechnung auf einen gemeinsamen Vergleichszeitpunkt ab- oder aufzudiskontieren. Somit haben Einnahmen und Ausgaben nicht nur über ihren Betrag, sondern auch über den Zeitpunkt des Cashflows (Einnahmen – Ausgaben = Cashflow) einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis. Dies ist der entscheidende Vorteil gegenüber den statischen Verfahren. Zu den dynamischen Verfahren zählen u.a. die Kapitalwertmethode und die interne Zinsfuß-Methode. Im Folgenden soll kurz auf die Verfahren eingegangen werden die zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit genutzt worden sind.

Kapitalwertmethode

Der Kapitalwert KW einer Investition ist die Summe aller mit dem Kalkulationszinssatz i auf den Zeitpunkt $t = 0$ diskontierten Investitionszahlungen (Jahresüberschüsse) \ddot{u}_t :

$$KW = \sum_{t=0}^n \ddot{u}_t * (1+i)^{-t}$$

KW = Kapitalwert

\ddot{U}_t = Überschüsse (Einnahmen – Ausgaben = Überschuss /oder Cashflow)

i = Kalkulationszinssatz

t = Betrachtungszeitraum, Jahre

Die Kapitalwertmethode setzt voraus, dass der Investor weiß, welchen "Zinsgewinn" er aus einer Investition mindestens erwirtschaften will. Diese – vom Marktzins und Risikogesichtspunkten abhängige – Mindestverzinsung nennt man Kalkulationszinssatz. Bei der Wahl des Kalkulationszinssatzes ist zu differenzieren zwischen:

1. Vollständiger Eigenfinanzierung der Investition. Der Kalkulationszinssatz sollte den Verzicht auf eine entgangene Alternativanlage widerspiegeln. Er ist definiert als Zinssatz einer risikofreien Kapitalanlage.
2. Vollständiger Fremdfinanzierung der Investition. Der Kalkulationsszinssatz sollte die durch die Kreditaufnahme entstandene Zinsbelastung abbilden. Er ist definiert als Zinssatz des aufgenommenen Kredits.
3. Mischfinanzierung der Investition. Der Kalkulationszinssatz muss die von den Eigenkapitalgebern geforderte Verzinsung und die durch die anteilige Fremdfinanzierung verursachte Zinsbelastung widerspiegeln. Als Definition bietet sich der gewogene arithmetische Mittel aus Eigen- und Fremdkapitalzinssatz an.

Die Kapitalwertmethode prüft, ob in einer Investition zumindest der gewählte Kalkulationszinssatz steckt und die Investition somit vorteilhaft ist ($KW > 0$ bei der Beurteilung einer Einzelinvestition). Aus einer Menge von Investitionsalternativen ist diejenige Alternative optimal, die den größten Kapitalwert aufweist.

In den weiteren Betrachtungen wird von einer vollständigen Eigenfinanzierung ausgegangen. Der Kalkulationszins beträgt 3,5%. Dieser ist für risikofreie Kapitalanlagen, bei derzeitigen Bedingungen, sehr hoch gewählt.

Methode des internen Zinsfußes

Bei der internen Zinsfußmethode wird der Zinsfuß ermittelt, mit dem sich das investierte Kapital verzinst. Die Ermittlung des internen Zinsfußes erfolgt, indem man der Kapitalwert gleich Null gesetzt wird.

$$KW = \sum_{t=0}^n \ddot{u}_t \cdot (1+i)^{-t} = 0$$

Daraus ergibt sich eine Gleichung mit n Unbekannten, die für $n > 2$ über ein Iterationsverfahren gelöst werden muss. Der interne Zinsfuß spiegelt die Rendite des jeweiligen gebundenen Kapitals. Eine Investition ist durchzuführen, wenn der interne Zinssatz über dem Kapitalmarktzinssatz liegt. Insoweit ist auch er zur Beurteilung von Einzelinvestitionen grundsätzlich geeignet.

Hinsichtlich der absoluten Vorteilhaftigkeit gilt, dass eine Investition Vorteilhaft ist, wenn:

- Interner Zinsfuß > 0
- Interner Zinsfuß $>$ Kalkulationszinssatz

Das Entscheidungskriterium bei der relativen Beurteilung von Investitionsobjekten lautet: Führe die Investitionsalternative mit dem höchsten internen Zinsfuß durch. Hier kann es zu Fehleinschätzungen kommen. Wenn nämlich die Kapitalwertfunktion der einen Investitionsalternative A steiler verläuft als die der anderen Investitionsalternative B, dann kann es sein, dass zwar der interne Zinsfuß A kleiner ist als der interne Zinsfuß B, aber dennoch beim Kalkulationszinssatz $i <$ interner Zinsfuß A der Kapitalwert der Investitionsalternative A größer ist als der der Investitionsalternative B. Die relative Vorteilhaftigkeitsentscheidung nur anhand eines Zinsfuß-Vergleiches würde also in diesem Fall zu einer Fehlentscheidung führen. Als Entscheider sollte man stets den Kapitalwert maximieren. Die Maximierung der Rendite kann nämlich kontraproduktiv sein. Das erkennt man am besten, wenn man die beiden folgenden Investitionsalternativen vergleicht:

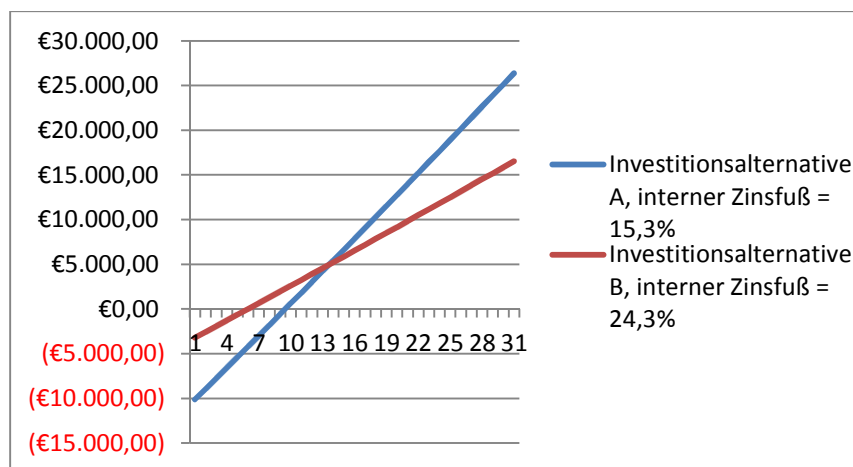


Bild 1: Vergleich Barwerte und interner Zinsfuß, eigenes Material

Würde hier „nur“ die effektive Verzinsung als Vergleich dienen, würde es zu einer Fehlentscheidung kommen.

Die Kosten der eingesparten kWh Energie

Neben der Ermittlung des Kapitalwertes und des internen Zinsfußes kann auch das Beurteilungskriterium „Kosten der eingesparten Kilowattstunde Energie“ verwendet werden. Die Kosten der eingesparten kWh Energie P_{ein} ergeben sich, wenn man die annuitätischen Kosten durch die jährliche Energieeinsparung dividiert:

$$P_{\text{ein}} = \frac{K}{E_o - E_s}$$

P_{ein} = Kosten der eingesparten Kilowattstunde Endenergie

K = Annuitätische Kosten der Energiesparmaßnahme in €

E_o = Jährlicher Energieverbrauch **vor** der Energiesparmaßnahme in kWh

E_s = Jährlicher Energieverbrauch **nach** der Energiesparmaßnahme in kWh

$$K = a * I + Z$$

K = Annuitätische Kosten der Energiesparmaßnahme in €

a = Annuitätenfaktor

I = Kosten für die energiesparende Maßnahme

Z = Eventuell anfallende jährliche Zusatzkosten für z. B. Wartung

$$a = \frac{i * (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

a = Annuitätenfaktor

i = Kalkulationszinssatz

n = Betrachtungszeitraum (Nutzungsdauer der Energiesparmaßnahme)

Die Kosten der eingesparten kWh Energie werden schließlich mit dem **mittleren** zukünftigen Energiepreis P verglichen. Eine Energiesparmaßnahme kann unter den getroffenen Annahmen dann als wirtschaftlich bezeichnet werden, wenn gilt:

$$P_{\text{ein}} < P$$

Der zukünftige mittlere Energiepreis P im Betrachtungszeitraum errechnet sich indem man den aktuellen Energiepreis mit dem Mittelwertfaktor me multipliziert.

$$P = me * \text{aktueller Energiepreis} \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$$
$$me = \frac{1 + Se}{p - Se} * p * \frac{(1 + p)^n - (1 + Se)^n}{(1 + p)^n - 1}$$

me = Mittelwertfaktor

Se = Teuerungsrate des Energiepreises in % (z.B.: 5% = 0,05)

p = Kalkulationszinssatz in % (z.B.: 5% = 0,05)

n = Betrachtungszeitraum in Jahren

Mit dem „Preis pro eingesparte Einheit Energie“ als Beurteilungskriterium können nicht nur unterschiedliche Varianten einer Maßnahme (z.B. Dämmstoffdicken), sondern auch Alternativen aus völlig unterschiedlichen Bereichen (z.B. aus den Bereichen Dämmung und Versorgungstechnik) verglichen werden. Das Beurteilungskriterium „Kosten der eingesparten kWh Energie“ eignet sich insbesondere dann zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer Investition, wenn die Energiekosteneinsparungen vom Investor tatsächlich als Einnahmestrom realisiert werden können. Dies gilt vor allem im selbstgenutzten Wohnungsbau.

¹ vgl. Dr. Andreas Enseling; Leitfaden zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Energiesparinvestitionen im

Gebäudebestand; Institut Wohnen und Umwelt GmbH, 64285 Darmstadt (2003)