

Dynamische Verfahren

Der wichtigste Unterschied zwischen den statischen und den dynamischen Wirtschaftlichkeitsberechnungen ist die Berücksichtigung des zeitlichen Kostenverlaufes. Zeitliche Unterschiede im Anfall der Kosten und der Erlöse werden durch Auf- bzw. Abzinsung berücksichtigt. Das heißt, zukünftige Kosten und Erlöse werden zum heutigen Zeitpunkt geringerwertig eingeschätzt als gegenwärtige. Ein heute angelegter Geldbetrag vermehrt sich zinsbringend und deckt damit die künftig höheren Kosten.

Die Kosten K , die zum gegenwärtigen Zeitpunkt anfallen, werden mit Kosten verglichen, die eine oder mehrere Zeitperioden später anfallen. Die Umsetzung dieses Ansatzes erfolgt über das Prinzip der Auf- oder der Abzinsung. Die Aufzinsung geht folgender Frage nach: Auf welchen Betrag hat sich das heute angelegte Geld künftig vermehrt? Der heute angelegte Betrag ist dabei bekannt. Abzinsung erfolgt nach dem umgekehrten Ansatz: Wie viel Geld muss heute angelegt werden, um einen festen künftigen Betrag zu erlangen. In beiden Fällen wird ein Zinssatz p , der Kalkulationszinssatz, verwendet.

Aufzinsung über eine Periode: $K_1 = (1+p) \cdot K_0$

Abzinsung über eine Periode: $K_0 = \frac{K_1}{1+p}$

Werden n Perioden (üblicherweise Jahre, denn der Kalkulationszins ist ein Jahreszins) betrachtet und somit über n Perioden auf- bzw. abgezinst, muss die dementsprechend n -malige Verzinsung durch die n -te Potenz dargestellt werden.

Aufzinsung über n Perioden: $K_1 = (1+p)^n \cdot K_0$

Abzinsung über n Perioden: $K_0 = \frac{K_1}{(1+p)^n}$

Der Auf- bzw. Abzinsungsfaktor, der zwischen den heutigen und den künftigen Kosten steht, kann natürlich auch separat angegeben werden. Die beiden Faktoren erhalten kein offizielles Kürzel.

Aufzinsungsfaktor: $q^n = (1+p)^n$

Abzinsungsfaktor: $\frac{1}{q^n} = \frac{1}{(1+p)^n}$

Der Wert q ist der Kalkulationszinsfuß und leitet sich aus dem Kalkulationszinssatz p ab: $q = 1 + p$.

1. Kapitalwert- bzw. Barwert-Methode

Für eine Bewertung von Energieeinsparmaßnahmen, aber auch anderen Investitionen, sind alle Verfahren geeignet, die einen Vergleich von Gesamtkosten erlauben. Deren Grundlage ist die Kapitalwert- bzw. die Barwert-Methode.

Diese Verfahren können sowohl bei nach- als auch bei vorschüssiger Zahlungsweise, also anhand der Auf- oder der Abzinsung, angewandt werden. Für die gängige Berechnung wird üblicherweise die nachschüssige Zahlung und somit Aufzinsung zugrunde gelegt: das heute verfügbare Kapital ist bekannt und sein Wert in der Zukunft ist gesucht. Als Bezugszeitpunkt wird der Zeitpunkt der Inbetriebnahme $i = 0$ einer Investition gewählt.

Der Kapitalwert C ist die Summe aller Kosten K_i , die während der Nutzungsdauer n einer Investition anfallen. Bezugszeitpunkt ist der Anfangszeitpunkt $i = 0$. Alle späteren Kosten werden nicht mit ihrem Nominalbetrag berücksichtigt, sondern mit dem Betrag, den man zur Zeit $i = 0$ hätte anlegen müssen, um die späteren Kosten zu bezahlen. Der Kapitalwert ist damit der zum Kalkulationszins p anzulegende Gesamtbetrag, der zusammen mit den Zinsen alle Investitions- und laufenden Kosten deckt.

$$C = \sum_{i=0}^n \left(K_i \cdot \frac{1}{(1+p)^i} \right)$$

C	Kapitalwert
K_i	Kosten im Jahr i
p	Kalkulationszinssatz
n	Nutzungsdauer

Ziel ist es, den Kapitalwert, d. h. die Gesamtkosten, gering zu halten. Nachteil der Kapitalwert-Methode ist das unanschauliche Ergebnis, der Kapitalwert.

Wenn nicht nur Kosten anfallen, sondern auch Einnahmen erzielt werden, so ist anstelle der Kosten K_i die Differenz aus Ausgaben A_i und Einnahmen E_i einzusetzen. anstelle der Differenz der Einnahmen und Ausgaben kann der Rückfluss $R_i (= E_i - A_i)$ verwendet werden. Der Ansatz wird also erweitert, der Kapitalwert C wird zum Barwert B aller Zahlungsströme.

$$B = \sum_{i=0}^n \left(R_i \cdot \frac{1}{(1+p)^i} \right)$$

B	Barwert
R_i	Rückflüsse im Jahr i
p	Kalkulationszinssatz
n	Nutzungsdauer

In verschiedenen Veröffentlichungen werden Kapitalwert- und Barwert-Methode nicht explizit unterschieden. Begründet wird dies durch die Tatsache, dass in diesen Verfahren unter der Rubrik Kosten K (der Kapitalwertbetrachtung) sowohl positive Kosten (Ausgaben A) als auch negative Kosten (Einnahmen E) angesetzt werden.

Der Kapitalwert oder auch der Barwert sind damit der anzulegende Gesamtbetrag, der mit den Zinsen alle Investitions- und laufenden Kosten abdeckt.

Die Kapitalwert- und die Barwert-Methode lassen eine Betrachtung von jährlichen Preissteigerungen zu. Diese Preissteigerungsrate kann für jede Kostenart ange-

nommen werden. Sie kann der Inflationsrate entsprechen, aber auch davon abweichen. Häufig wird eine Energiepreis-Steigerungsrate größer als die allgemeine Preissteigerungsrate angenommen.

Kapitalwert- und auch Barwert-Methode sind also geeignete Verfahren zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit einer energietechnischen Investition. Sie können entweder mit absoluten Kosten oder mit Differenzkosten rechnen. Werden absolute Kosten bestimmt, dann ist jeweils die volle Höhe der verbrauchsgebundenen, der betriebsgebundenen, der kapitalgebundenen und der sonstigen Kosten anzusetzen. Bei einer Differenzkostenrechnung, wie sie für die Bewertung einer Sanierung üblich ist, werden Mehr- und Minderkosten bezogen auf einen Standard betrachtet.

Kapitalwert- und auch Barwert-Methode sind Grundlage für die in den Kapiteln 0 bis 0 beschriebenen dynamischen Wirtschaftlichkeitsverfahren. Die Betrachtungen der nächsten Kapitel erfolgen auf Grundlage des Kapitalwertes C (der nachfolgend mit dem Buchstaben K_0 bezeichnet wird). Alle Aussagen können jedoch auch auf den Barwert B übertragen werden.

2. Annuitäten-Methode

Die Annuitäten-Methode baut auf der Kapitalwert-Methode auf. Der Kapitalwert K_0 wird in dieser Art der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf nominal gleich hohe jährliche Raten K_a über die Nutzungsdauer n verteilt:

$$K_a = K_0 \cdot a_{p,n}$$

Der Umrechnungsfaktor, der zwischen den jährlichen Kosten und dem Kapitalwert steht, wird Annuitäts- oder Wiedergewinnfaktor $a_{p,n}$ genannt. Die Indizierung deutet an, von welchen Größen der Faktor abhängt. Dies sind der Kalkulationszins p und die Nutzungsdauer n :

$$a_{p,n} = \frac{p}{1 - (1+p)^{-n}} = \frac{p \cdot (1+p)^n}{(1+p)^n - 1}$$

3. Interner Zinssatz oder interne Rendite

Das Verfahren des internen Zinssatzes beruht ebenfalls auf dem Prinzip des Kapitalwertes bzw. Barwertes. Der interne Zinssatz kennzeichnet die effektive Verzinsung des eingesetzten Kapitals. Die Wirtschaftlichkeit zweier Investitionsmaßnahmen kann anhand dieser internen Rendite miteinander verglichen werden. Eine Investition kann aber auch einer alternativen Kapitalanlage gegenübergestellt werden.

In der Berechnung nach dem Kapitalwert- oder Barwert-Verfahren wird anstelle des Kapitalzinssatzes p der interne Zinssatz p_{intern} verwendet. Die Ermittlung des internen Zinssatzes ist eine iterative Lösung. Der Zinssatz wird dabei solange variiert, bis der Gegenwartswert aller Ausgaben gleich dem Gegenwartswert aller Einnahmen aus einer Investition ist.

Üblich ist auch der folgende Weg: eine Bezugsvariante V_1 wird festgelegt. Der Kapitalwert K_0 dieser Investition wird bestimmt, dabei wird ein definierter Kalkulationszins

p zugrunde gelegt. Für die alternative Variante V2 wird derselbe Kapitalwert K_0 als Ausgangswert genommen und der interne Zins p_{intern} bestimmt. Ist dieser höher als p , so ist die Alternative als wirtschaftlicher einzustufen, denn das eingesetzte Kapital wird mit einem höheren Satz verzinst.

4. Äquivalenter Energiepreis

Die Methode des äquivalenten Energiepreises beruht ebenfalls auf der Kapital- oder Barwert-Methode. Bestimmt werden hier die spezifischen Gestehungskosten je eingesparte Kilowattstunde Energie. Voraussetzung ist eine Bezugsvariante. Anhand dieser werden sowohl die Energieersparnis als auch die Zusatzkosten gemessen.

Die Darstellung der Wirtschaftlichkeit mit Hilfe der Kosten für die eingesparte Kilowattstunde hat folgende Vorteile: Dieses Verfahren liefert ein sehr anschauliches Ergebnis, den Preis je eingesparte Kilowattstunde Energie, der mit dem aktuellen oder einem mittleren Energiepreis über den Betrachtungszeitraum verglichen werden kann.

5. Sensitivitätsanalysen und Korrekturverfahren

Alle dynamischen Wirtschaftlichkeitsverfahren treffen Annahmen über die künftige Kostenentwicklung, ausgedrückt in Größen wie Preissteigerungsraten, Instandhaltungskosten oder dem Kapitalzins. Diese Annahmen sind mit Unsicherheiten behaftet. Je länger die Prognosen in die Zukunft reichen, desto unsicherer werden auch die Ergebnisse von Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

Bei der Beurteilung dieser Unsicherheiten helfen Sensitivitätsanalysen bzw. Korrekturverfahren. Bestimmte Eingangsparameter einer Wirtschaftlichkeitsberechnung werden systematisch variiert oder mit Risikozuschlägen versehen und der Einfluss auf das Ergebnis, beispielsweise den Kapitalwert, dokumentiert. Mit Hilfe solcher Variationsrechnungen können also Grenzwerte für die Wirtschaftlichkeit abgeschätzt werden. Diese Grenzen liegen immer dann vor, wenn die Eingangsgrößen gerade so ungünstig gewählt sind, dass der Kapitalwert gleich null wird.

Für eine Risikoanalyse können beispielsweise folgende Eingangsgrößen verändert werden:

- die Rückflüsse der Investition werden höher oder niedriger angesetzt,
- die Betriebskosten der Investition werden höher oder niedriger angesetzt,
- die Lebensdauer wird kürzer oder länger gewählt,
- der Kalkulationszinssatz wird höher oder niedriger angesetzt.

Quelle: Jagnow, Horschler, Wolff;
Die neue Energieeinsparverordnung 2002;
Deutscher Wirtschaftsdienst; Köln; 2002