

### 6.1.2 Dynamische Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung

Die zeitlichen Unterschiede im Anfall der Einnahmen und Ausgaben durch **Zinseszinsrechnung** (Diskontierung) werden, im Gegensatz zu statischen Verfahren, berücksichtigt. Dadurch werden die Einnahmen (und Ausgaben) einer Investition, die im ersten Jahr anfallen, höher bewertet als Einnahmen aus späteren Nutzungsjahren.

<b>F o l g e n d e   D a t e n (   ü b e r   A u s g a b e n   u n d   E i n n a h m e n ) m ü s s e n   e x a k t   v o r l i e g e n :</b>	
<b>1</b>	<b>Anschaffungszahlungen für das Investitionsobjekt /Kapitaleinsatz</b>
<b>2</b>	<b>die laufenden fixen Auszahlungen für die Bereitstellung der Kapazität</b>
<b>3</b>	<b>die variablen Auszahlungen für die Leistungserstellung</b>

<b>K a p i t a l e i n s a t z</b>	
1	Forschungs- und Entwicklungskosten
2	+ Kosten für das Beschaffen der Grundstücke
3	+ Kosten für das Beschaffen und Aufstellen der Maschinen und Anlagen
4	+ Kosten für das Beschaffen sonstigen Anlagevermögens
5	+ Kosten für das Beschaffen zusätzlichen Umlaufvermögens
6	+ Kosten für künftige Ersatzinvestitionen, Folgeinvestitionen und Großreparaturen
7	+ Installationskosten
8	= <b>Bruttokapitaleinsatz</b>
9	- Erträge aus dem Verkauf nicht mehr benötigter alter Anlagen
10	- Kosten für vermiedene Großreparaturen
11	= <b>Nettokapitaleinsatz</b>

Bild 6.9 : Zu berücksichtigende Kosten beim Kapitaleinsatz

#### Begriffe

#### Liquidationserlös:

**Einnahmen aus der Veräußerung von Gegenständen des Anlage- und Umlaufvermögens, die zum Investitionsprojekt gehören.**

#### Liquidität:

**Fähigkeit und Bereitschaft eines Unternehmens, seinen bestehenden Zahlungsverpflichtungen termingerecht und betragsgenau nachzukommen.**

**Liquiditätskennzahl** sagt aus, zu wie viel Prozent die Zahlungsverpflichtungen an einem bestimmten Zeitpunkt gedeckt sind.

$$\text{Liquidität} = \frac{\text{Geldanfangsbestand} + \text{Zahlungseingang}}{\text{Zahlungsbedingungen}}$$

$$\text{Liquiditätsgrad} = \frac{\text{Verfügbare Zahlungsmittel}}{\text{Verbindlichkeiten}}$$

$$\text{Liquiditätsgrad 1. Ordnung} = \frac{\text{Sofort verfügbare Mittel}}{\text{Kurzfristig fällige Verbindlichkeiten}} \times 100 [\%]$$

$$\text{Liquiditätsgrad 2. Ordnung (quick ratio)} = \frac{\text{Sofort} + \text{kurzfristig verfügbare Mittel}}{\text{kurzfristig fällige Verbindlichkeiten}} \times 100 [\%]$$

$$\text{Liquiditätsgrad 3. Ordnung (current ratio)} = \frac{\text{Sofort} + \text{kurzfristig verfügbare Mittel} + \text{Warenbestände}}{\text{kurzfristig fällige Verbindlichkeiten}} \times 100 [\%]$$

**Zeitwert:**

**Der Wert einer Zahlung zum Zeitpunkt des Entstehens (Zahlungszeitpunkt).**

**Barwert:**

**Der Wert einer Zahlung, den man durch Auf- oder Abzinsen auf einen bestimmten Bezugspunkt erhält.  
In der Regel wird als Bezugspunkt der Nutzungsbeginn (t = 0) gewählt.**

$$\text{Erfolg} = \text{Eigenkapital am Jahresende} - \text{Eigenkapital am Jahresanfang} + \text{Entnahmen} - \text{Einlagen während des Jahres}$$

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Ergebnis der Leistung}}{\text{Einsatz}} = \frac{\text{Erzeugungsmenge}}{\text{Einsatzmenge}}$$

Zinssatz 6 %					
Periode	Endwert einmalig	Barwert einmalig	Renten- (Annuitäten-) Barwertfaktor	Wieder- gewinnungs- (Annuitäten-) Faktor	Periode
<b>t</b>	$1/(1+i)^t$	$1/(1+i)^t$	$\frac{(1+i)^t - 1}{i \cdot (1+i)^t}$	$\frac{i \cdot (1+i)^t}{(1+i)^t - 1}$	<b>t</b>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	1,060	0,9434	0,943	1,06000	1
2	1,124	0,8900	1,833	0,54544	2
3	1,191	0,8396	2,673	0,37411	3
4	1,262	0,7921	3,465	0,28859	4
5	1,338	0,7473	4,212	0,23740	5
6	1,419	0,7050	4,917	0,20336	6
7	1,504	0,6651	5,582	0,17914	7
8	1,594	0,6274	6,210	0,16104	8
9	1,689	0,5919	6,802	0,14702	9
10	1,791	0,5584	7,360	0,13587	10
11	1,898	0,5268	7,887	0,12679	11
12	2,012	0,4970	8,384	0,11928	12
13	2,133	0,4688	8,853	0,11296	13
14	2,261	0,4423	9,295	0,10758	14
15	2,397	0,4173	9,712	0,10296	15
16	2,540	0,3936	10,106	0,09895	16
17	2,693	0,3714	10,477	0,09544	17
18	2,854	0,3503	10,828	0,09236	18
19	3,026	0,3305	11,158	0,08962	19
20	3,207	0,3118	11,470	0,08718	20

Zinssatz 8 %					
Periode  <b>t</b>	Endwert einmalig  $1/(1+i)^t$	Barwert einmalig  $1/(1+i)^t$	Renten- (Annuitäten-) Barwertfaktor  $\frac{(1+i)^t - 1}{i \cdot (1+i)^t}$	Wieder- gewinnungs- (Annuitäten-) Faktor  $\frac{i \cdot (1+i)^t}{(1+i)^t - 1}$	Periode  <b>t</b>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	1,080	0,9259	0,926	1,08000	1
2	1,166	0,8573	1,783	0,56077	2
3	1,260	0,7938	2,577	0,38803	3
4	1,360	0,7350	3,312	0,30192	4
5	1,469	0,6806	3,993	0,25046	5
6	1,587	0,6302	4,623	0,21632	6
7	1,714	0,5835	5,206	0,19207	7
8	1,851	0,5403	5,747	0,17401	8
9	1,999	0,5002	6,247	0,16008	9
10	2,159	0,4632	6,710	0,14903	10
11	2,332	0,4289	7,139	0,14008	11
12	2,518	0,3971	7,536	0,13270	12
13	2,720	0,3677	7,904	0,12652	13
14	2,937	0,3405	8,244	0,12130	14
15	3,172	0,3152	8,559	0,11683	15
16	3,426	0,2919	8,851	0,11298	16
17	3,700	0,2703	9,122	0,10963	17
18	3,996	0,2502	9,372	0,10670	18
19	4,316	0,2317	9,604	0,10413	19
20	4,661	0,2145	9,818	0,10185	20

(Ermitteln Sie die Werte für weitere Zinssätze)

## Vermögenswertmethode

### ❶ Die Kapitalwertmethode

(auch Diskontierungs- und Barwertmethode genannt)

$$K_w = \sum_{t=0}^n (E_t - A_t) (1+i)^{-t}$$

Hierin bedeuten:

$K_w$  = Kapitalwert

$E_t$  = Einzahlungen am Ende der Periode t

$A_t$  = Auszahlungen am Ende der Periode t

i = Kalkulationszinssatz

t = Periode (t = 0, 1, 2, 3, . . . . n)

n = Nutzungsdauer des Investitionsobjektes

Beispiel:

Zeitpunkt	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	Summe
Einzahlungen	---	3.000	2.000	2.000	2.000	9.000
Auszahlungen	- 6.000	- 1.000	- 500	- 300	-----	- 7.800
Nettoeinzahlung	- 6.000	2.000	1.500	1.700	2.000	<b>1.200</b> Kapitalwert

Bild 6.10: Vereinfachtes Beispiel für eine Kapitalwertmethode  
(ohne Berücksichtigung des Kalkulationszinssfußes)

Ohne Berücksichtigung des Kalkulationszinssfußes hat die Investition einen Kapitalwert von 1.200 €. Ein Investor, der über die Dauer von 4 Perioden einen zinslosen Kredit aufnehmen könnte, würde diese Investition durchführen. Muss jedoch der Investor 8% Zinsen zahlen für die Kreditaufnahme oder für sein Kapital 8% Zinsen erhalten, so sieht sein Kapitalwert  $K_w$  aus:

$$\begin{aligned} \text{Kapitalwert} &= - 6.000 + (2.000 / 1,08^1) + (1.500 / 1,08^2) + (1.700 / 1,08^3) + (2.000 / 1,08^4) \\ &= - 6.000 + 1.852 + 1.286 + 1.349 + 1.084 = - 6.000 + 5.957 \end{aligned}$$

$$K_w = - 43$$

Da der Kapitalwert ein negatives Vorzeichen trägt, ist die effektive Verzinsung niedriger, als der angenommene Zinssatz von 8 %. Dies bedeutet, dass der Wert der Investition niedriger ist als die Anschaffungszahlung.

(Berechnen Sie bitte den Kapitalwert bei einem Kalkulationszinssfuß von 7%)

.....  
.....

	<b>Kapitalwertmethode</b>
1	<i>Sie unterscheidet sich von der Kosten- und Vergleichsrechnung durch die zeitliche Berücksichtigung des Einnahmen- und Ausgabenanfalls.</i>
2	<i>Sie kann für jede einzelne Investition den Vorteil im Vergleich zu einer Kapitalanlage zum Kalkulationszinssatz aufzeigen.</i>
3	<i>Sie eignet sich zur Auswahl alternativer Investitionsobjekte bei vollständigem Kapitalmarkt und gleicher Nutzungsdauer bzw. bei Berücksichtigung von Folgeinvestitionen.</i>
4	<i>Sie ist nicht geeignet zur Rangfolgebildung von Investitionsobjekten bei knappen Geldmitteln, da der Kapitalwert die Höhe des Kapitaleinsatzes nicht berücksichtigt.</i>

## ② Annuitätenmethode:

**Annuität:** Bei der Tilgung einer Kapitalschuld die regelmäßige Jahreszahlung, die die Zinsquote umfasst.

[Anno (*lat.*) = im Jahre; annus (*lat.*) = Jahr; pro anno = für das Jahr, im Jahr, jährlich]

A n n u i t ä t e n	
1. Feste Annuität (übliche Form)	<p>Jährlich wird ein gleich großer Betrag gezahlt; da die Schuldsumme durch die Tilgung ständig abnimmt, wird die Zinsquote zunehmend geringer und die Tilgungsquote entsprechend höher.</p> $\text{Annuität} = \frac{K_S \times q^n \times (q - 1)}{q^n - 1}$ <p> <math>K_S</math> = Kapitalschuld  <math>q</math> = Zinsfaktor ( = 1 + i)  <math>i</math> = Zinssatz  <math>n</math> = Jahre </p>
2. Fallende Annuität	Jährliche Tilgungsquote gleichbleibend; da die jährliche Zinsquote kleiner wird, fällt auch die Annuität entsprechend (längere Tilgungszeit).
3. Steigende Annuität	Tilgungsquote wächst stärker als bei fester Annuität.

Vereinfachte Berechnung:

$$\text{Annuität} = K_W \times W_F$$

$$W_F = \text{Wiedergewinnungsfaktor} = \frac{(1 + i)^t \times i}{(1 + i)^t - 1}$$

Bei konstantem jährlichem Rückfluss (R) über die gesamte Nutzungsdauer kann die Annuität, ohne zuvor den Kapitalwert zu bestimmen, wie folgt berechnet werden:

$$\text{Annuität} = R - (K_0 - L_T \times q^{-t}) \times W_F$$

$K_0$  = Kapitaleinsatz

$L_T$  = Liquidationserlös

$q^{-t}$  = Abzinsungsfaktor

### Beispiel:

Kapitaleinsatz : 100 T€;                      Planungszeitraum: 5 Jahre;

Liquidationserlös: 0 T€;                      Kalkulationszinssatz: 10 %

### **Berechnung des Kapitalwertes:**

1	Zahlungszeitpunkt	t Jahre	0	1	2	3	4	5	Summe
2	Kapitaleinsatz	$K_0$ T€	100	---	---	---	---	---	100
3	Einnahmen	$E_t$ T€	---	60	70	90	90	100	410
4	Ausgaben	$A_t$ T€	---	35	40	50	60	75	260
5	Rückfluss (Zeitwert) (Zeile: 3 - 4)	$R_t$ T€	---	25	30	40	30	25	150
6	Abzinsungsfaktor	$q^{-t}$	---	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209	
7	Rückfluss (Barwert) (Zeile: 5 x 6)	$R_B$ T€	---	22,727	24,792	30,052	20,49	15,52	113,583
8	Kapitalwert (= $\sum R_B - K_0$ )	$K_W$ T€	13,582						

$$\text{Annuität} = K_W \times W_F = 13,582 \times \frac{(1 + 0,1)^5 \times 0,1}{(1 + 0,1)^5 - 1} = 3,583 \text{ T€}$$

### Zusammenfassung der Annuitätenmethode:

1. Bei der Auswahl alternativer Investitionsprojekte mit unterschiedlicher Nutzungsdauer bietet die Ann.methode gegenüber der Kap.wertmethode den Vorteil, dass Folgeinvestitionen nicht berücksichtigt werden müssen, wenn man davon ausgehen kann, dass die kurzlebigere Investition wiederholt wird.
2. Das Ergebnis der Ann.methode ist der **absolute Überschuss einer Investition auf ein Jahr bezogen**, ohne eine Aussage über die Verzinsung zu machen.
3. Auch bei dieser Methode wird ein vollkommener Kapitalmarkt vorausgesetzt.

Beispiel für iteratives Rechnen der Annuität mit einer Tabellenkalkulation:

Monate	Schulden	Raten	Zinsen	Tilgung	Restschuld
1	17000	294,00 €	106,37 €	187,63 €	16.812,37 €
2	16.812,37 €	294,00 €	105,20 €	188,80 €	16.623,57 €
3	16.623,57 €	294,00 €	104,02 €	189,98 €	16.433,59 €
4	16.433,59 €	294,00 €	102,83 €	191,17 €	16.242,42 €
5	16.242,42 €	294,00 €	101,63 €	192,37 €	16.050,05 €
6	16.050,05 €	294,00 €	100,43 €	193,57 €	15.856,48 €
66	2.007,75 €	294,00 €	12,56 €	281,44 €	1.726,31 €
67	1.726,31 €	294,00 €	10,80 €	283,20 €	1.443,11 €
68	1.443,11 €	294,00 €	9,03 €	284,97 €	1.158,14 €
69	1.158,14 €	294,00 €	7,25 €	286,75 €	871,39 €
70	871,39 €	294,00 €	5,45 €	288,55 €	582,84 €
71	582,84 €	294,00 €	3,65 €	290,35 €	292,49 €
72	292,49 €	294,00 €	1,83 €	292,17 €	0,32 €

Kapitalschuld=17.000 €

Ann. Perioden = 72 Monate

Zinssatz =

7,5087 %

Annuität = 294 €/Monat

Berechnung nach der Annuitätenmethode:

$$\text{Annuität} = (\text{Kapitalschulden} \times q^n \times (q - 1)) / (q^n - 1)$$

Zinsen/Monat (i)	Zinsfaktor (q=1+i)	Aufzins (q^n)	(q^n)-1	Wiedergew .fakt	Schulden
0,00625725	1,00625725	1,566930074	0,5669300	0,0172943	17000

### ③ Dynamische Amortisationsrechnung

Der Unterschied zur statischen Amortisationsrechnung liegt darin, dass die bei der Berechnung der Amortisationsdauer (**Kapitalrückflussdauer**) einzusetzenden Rückflüsse abgezinst werden.

Bei der statischen Amortisationsrechnung wird eine Aussage über das Risiko der nominalen Gelderhaltung gemacht, wobei die dynamische Amortisationsrechnung **das Risiko der realen Gelderhaltung** ermittelt.

**Daher wird die dynamische Amortisationsrechnung bei erhöhter Inflation empfohlen.**



Bei der Berechnung wird nicht nur die Frage gestellt „wie lange dauert die Rückgewinnung des eingesetzten Kapitals“, sondern auch zusätzlich die kalkulatorische Verzinsung des für die Investition gebundenen Geldmittels gefordert.

**Ziel:**

B e u r t e i l u n g	
des Risikos	der Liquidationswirksamkeit
einer Investition	

**Beispiel:**

Investitionssumme: 80 T€  
Kalkulationszinssatz: 10 %

Jahre	Rückfluss $R_t$ (Zeitwert) $E_t - A_t$ T€	Abzinsungsfaktor 1 $(1/q^t) = \frac{1}{1,1^t}$	Rückfluss $R_B$ (Barwert) T€	Kumulierter Rückfluss (Barwert) T€
1	20	0,9091	18,182	18,182
2	30	0,8264	24,792	42,794
3	30	0,7513	22,539	65,513
4	20	0,6830	13,660	79,173
5	15	0,6209	9,313	88,486
$\Sigma$	115		88,486	

Bild 6.11: Beispiel zur dynamischen Amortisationsrechnung

#### **④ Interne Zinssatzmethode**

Diese Methode kann hinsichtlich der Aussagefähigkeit mit der statischen Rentabilitätsrechnung verglichen werden, jedoch mit dem Unterschied, dass bei der internen Zinssatzmethode die Zinseszinsen berücksichtigt werden.

**Der interne Zinssatz stellt eine Effektivverzinsung dar,**

die bei der Investition erzielt werden soll.

*Bei mehreren Alternativprojekten ist demjenigen Vorrang zu geben, das den höchsten internen Zinssatz aufweist.*

Bei der Ermittlung des internen Zinssatzes setzt man die Barwerte der **Ein- und Auszahlungsdifferenz** Null:

$$\sum_{t=0}^n (E_t - A_t) \times (1 + i)^{-t} = 0$$

*Die Vorteilhaftigkeit einer Investition ist dann gegeben, wenn der ermittelte interne Zinssatz den in die Rechnung eingesetzten Kalkulationszinssatz (zugrundegelegter Mindestzinssatz) übersteigt.*

Beispiel:

Zahlenwerte sind Annahmen und stellen die Ein- und Auszahlungsdifferenz dar.

$$K_W = -100 (x q^0) + 25 x q^{-1} + 30 x q^{-2} + 40 x q^{-3} + 30 x q^{-4} + 25 x q^{-5} \quad | q = (1 + i)$$

Durch Einsatz des Kalkulationszinssatzes (*Annahme*) von 12 % und 18 % ergeben sich folgende Kapitalwerte  $K_W$  :  $(q_1 = 1 + 0,12; q_2 = 1 + 0,18)$

$$K_W(12\%) = 7,960 \text{ T€}$$

$$K_W(18\%) = -6,521 \text{ T€} \quad (\text{Bitte die Werte nachrechnen !})$$

**Der interne Zinssatz lässt sich dann nach folgender Formel errechnen:**

(Der Kalkulationszinssatz muss so gewählt sein, dass  $K_{w1}$  größer Null und  $K_{w2}$  kleiner Null ergibt.)

$$i_{int} = i_1 - K_{w1} \times \frac{i_2 - i_1}{K_{w2} - K_{w1}} \quad \begin{array}{l} | K_{w1} > 0 \\ | K_{w2} < 0 \end{array}$$

$$i_{int} = 12 - 7960 \times \frac{18 - 12}{-6521 - 7960}$$

$$\underline{i_{int} = 15,3 \%}$$

*Die Anwendung der **internen Zinssatzmethode** ist besonders zur Bildung einer **Rangreihenfolge** bei **alternativen Investitionsobjekten** vorteilhaft.*

*Grafische Darstellung des internen Zinssatzes*



**Diskussion über internen Zinssatz:**

## ⑤ Baldwin - Methode

Merkmale der Baldwin - Methode	
1.	Sie ist eine Variante der internen Zinssatzmethode
2.	Der rechnerische Aufwand ist geringer
3.	Eine Aussage über die Gesamtverzinsung des eingesetzten Kapitals ist möglich, während bei der internen Zinssatzmethode die Verzinsung des noch nicht amortisierten Kapitals berechnet wird.

Es wird vorausgesetzt, dass:	
1.	die durchschnittliche Gesamtrentabilität des Unternehmens für die nächsten Jahre bekannt ist,
2.	diese Durchschnittsrentabilität für die gesamte Nutzungsdauer konstant ist und
3.	die Rückflüsse für die Investitionszwecke und nicht z.B. zur Schuldentilgung oder für eine Dividendenzahlung verwendet werden.

Endwert der Rückflüsse  $R_E$  :

$$R_E = \sum_{t=1}^n R_t \times q_R^{n-1}$$

Hierin :

$R_t$  : Rückfluss / Periode

$n$  : Nutzungsdauer

$q_R$  : Aufzinsungsfaktor der Rückflüsse

Kapitalwert  $K_W$ :

$$K_W = R_E \times \frac{1}{q^n} - K_0 = 0$$

Aufzinsungsfaktor :  $\rightarrow q = (R_E / K_0)^{1/n}$

Aufzinsungsfaktor:  $q^t = (1+i)^t$ ;  
 $q = (1+i)$

Abzinsungsfaktor:  $1/q^t = 1/(1+i)^t$   
 $\rightarrow i$  = Zinssatz oder Zinsfuß

---

z.B.  $\dot{i} = 13\%$  entspricht 0,13