

Kapitel 2	Kapitalverwendung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.1.	Begriff und Arten der Investition	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.	Investitionsentscheidungsprozess	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.1.	Prozesscharakter der Investition	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.2.2.	Investitionscontrolling	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.3.	Überblick über Investitionsplanungsinstrumente Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.4.	Qualitative Instrumente des Investitionscontrolling	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.5.	Quantitative Investitionsrechenverfahren	..Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.5.1.	Vorbemerkungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.5.2.	Statische Investitionsrechnungsverfahren	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2.5.3.	Dynamische Investitionsrechnung	2
	Exkurs: Finanzmathematische Grundlagen	3
2.5.4.	Aspekte der Unsicherheit	27

2.5.3. Dynamische Investitionsrechnung

Die dynamische Investitionsrechnung berücksichtigt den zeitlichen Ablauf der durch eine Investition ausgelösten Zahlungsströme und basiert auf der **Zinseszinsrechnung**. Als Erfolgsgrößen dienen die **Ein- und Auszahlungen** (Zahlungsreihe) einer Investition. Um die Zinseszinsberechnung zu ermöglichen, ist jedoch eine *genaue zeitliche Zuordnung der Zahlungen erforderlich*. Bei den **dynamischen Verfahren** wird die gesamte Nutzungsdauer eines Projektes in die Beurteilung einbezogen (*Mehrperiodenmodelle*). Es wird davon ausgegangen, dass jeder Investitionsalternative eine Auszahlungs- und eine Einzahlungsreihe zugeordnet werden kann. Als Problem tritt hierbei auf, dass die Erfassung von Zahlungen eben oft nicht für einzelne Investitionsobjekte erfolgt bzw. erfolgen kann.

Die mit der Investition verbundenen Ein- und Auszahlungen fallen zu verschiedenen Zeitpunkten an, Zinseszinsseffekte werden durch **Diskontierung** berücksichtigt. Ein Vergleich der Zahlungsreihen erfolgt also durch Diskontierung, und zwar mit Hilfe eines vorgegebenen **Kalkulationszinsfußes**. Der Kalkulationszinssatz stellt dabei die *subjektive Mindestverzinsungsanforderung* des Investors an die Investition dar.¹ Durch die Diskontierung zeigt sich, ob eine Investition vorteilhaft ist oder nicht.

Dynamische Verfahren der Investitionsrechnung

- Sie betrachten die **gesamte Lebensdauer** des Investitionsobjektes.
- Sie gehen von schwankenden Ein-/Auszahlungsströmen aus, die durch **Diskontierung** gleichnamig gemacht wird.

Zu den dynamischen Investitionsrechnungen zählen:

- **Kapitalwertrechnung**
- **Methode des internen Zinsfußes**
- **Annuitätenmethode**

Bevor wir auf diese Verfahren näher eingehen, soll ein kurzer Überblick über die **finanzmathematischen Grundlagen** gegeben werden.

¹ DÄUMLER, K.P., *Leitfaden zur Investitionsrechnung*, S. 25.

Exkurs: Finanzmathematische Grundlagen

Folgende Formeln zeigen zunächst die Bestimmung des Kapitals bei gegebenen Jahreszinsen und Zinssatz bzw. den Zinssatz bei gegebenen Jahreszinsen und Kapital an.

Kapital bei ...zinsen

Kapital bei Jahreszinsen
 $(\text{Zinsen} * 100\%) / \text{Zinssatz}$

Kapital bei Monatszinsen
 $(\text{Zinsen} * 100\% * 12) / (\text{Zinssatz} * \text{Monate})$

Kapital bei Tageszinsen
 $(\text{Zinsen} * 100\% * 360) / (\text{Zinssatz} * \text{Tage})$

Zinssatz bei ...zinsen

- Zinssatz bei Jahreszinsen
 - $\text{Zinsen} / 1\% \text{ v. Kapital oder}$
 - $\text{Zinsen} * 100 / \text{Kapital}$
- Zinssatz bei Monatszinsen
 - $(\text{Zinsen} * 100 * 12) / (\text{Kapital} * \text{Monate})$
- Zinssatz bei Tageszinsen
 - $(\text{Zinsen} * 100 * 360) / \text{Kapital} * \text{Tage}$

Der **Aufzinsungsfaktor** zinst einen jetzt fälligen Geldbetrag K_0 mit Zins und Zinseszins auf einen nach n Perioden fälligen Geldbetrag K_n (Endwert) auf. Durch die Aufzinsung wird ermittelt, wie viel ein Geldbetrag mit Zins und Zinseszins zu einem späteren Zeitpunkt wert ist.

Mit dem Aufzinsungsfaktor wird eine „Einmalzahlung jetzt“ in eine „Einmalzahlung nach n -Perioden“ verwandelt.

Aufg.:

Sie haben Ihr Geld auf einem Festgeldkonto $K_0 = 10.000 \text{ €}$ angelegt. Bei einem Zinssatz von $i=10\%$ verfügen Sie nach $n=5$ Jahren über wie viel Endkapital? (Lösung: 16.105,10 €)

Zinseszinsrechnung:

Endwert (I)

$K_n = K_0 * q^n$

- Mit K_0 = Anfangskapital
- K_n = Kapital am Ende des n -ten Jahres einschließlich Zinsen
- n = Zinsperioden (z.B. Laufzeiten in Jahren)
- $q = (1 + i)$
- i = Kapitalisierungszinsfuß

$q^n = \text{Aufzinsungsfaktor}$

Aufzinsungstabelle

Ist der Betrag, den wir für 1 € bei jährlichen Zinsen in n Jahren erhalten

→

Der **Abzinsungsfaktor** wird benötigt, um einen Barwert zu ermitteln. Der Barwert wird ermittelt, indem eine Zahlung, die zu einem zukünftigen Zeitpunkt erfolgt, auf den heutigen Tag abgezinst (diskontiert) wird.

Durch die Abzinsung wird ermittelt, wie viel ein Geldbetrag unter Berücksichtigung von Zinsen und Zinseszins zu einem früheren Zeitpunkt wert ist. Mit dem Abzinsungsfaktor wird eine „Einmalzahlung nach n-Perioden“ in eine „Einmalzahlung jetzt“ verwandelt.

Aufg.:

Ein Teilhaber eines Unternehmens scheidet in drei Jahren unter der Bedingung aus, dass er 100.000 € ausgezahlt bekommt. Wie groß ist der momentane Ablösungswert (Barwert) dieser Summe bei einem Zinssatz von $i = 10\%$? (Lösung: 75.131.50 €)

**Zinseszinsrechnung:
Barwert (I)**

Ist der Preis, den wir heute für 1 €, den wir bei jährlichen Zinsen in n Jahren erhalten würden, bereit wären zu zahlen.

$K_0 = K_n \cdot 1/q^n$

- ◆ Mit K_0 = Anfangskapital
- ◆ K_n = Kapital am Ende des n-ten Jahres einschließlich Zinsen
- ◆ n = Zinsperioden (z.B. Laufzeiten in Jahren)
- ◆ $q = (1 + i)$
- ◆ i = Kapitalisierungszinsfuß

$1/q^n$ = Abzinsungsfaktor

Abzinsungstabelle

Während man bei Sachanlageinvestitionen i.d.R. mit der Periodenlänge ein Jahr arbeitet, ist es bei bestimmten Finanzanlagen unumgänglich, die Zinsabrechnung und –kapitalisierung in kürzeren Zeitabständen als einem Jahr vorzunehmen. Prinzipiell führt eine Verkürzung des Zinsabrechnungszeitraums bei nominell konstantem Zins zu einer Erhöhung der Zinswirkung, da der Zinseszinsseffekt während der Anlagedauer häufiger auftritt.

**Unterjährige
Zinseszinsrechnung**

$K_1 = K_0 \cdot (1+(i/100 \cdot m))^m$

- ◆ Mit K_0 = Anfangskapital
- ◆ K_1 = Kapital am Ende des 1.ten Jahres einschließlich Zinsen
- ◆ m = monatliche Zinsperioden
- ◆ i = Kapitalisierungszinsfuß

Bsp.:

Bei jährlicher Zinskapitalisierung von 8% bedeutet dies, dass ein Kapital von 100 binnen Jahresfrist auf 108 anwächst. Werden die Zinsen jedoch halbjährlich gutgeschrieben, so wächst das Kapital bereits nach sechs Monaten von 100 auf 104 an. Für die zweite Jahreshälfte müssen somit 104

verzinst werden, was schließlich zu einem Endkapital in Höhe von 108,16 führt. Die Differenz gegenüber dem Ergebnis bei jährlicher Zinsgutschrift i.H.v. 0,16 ist auf den Zinseszinsseffekt (8% für ½ Jahr auf 4 Zinsen der ersten Jahreshälfte) zurückzuführen. Bei vierteljährlicher Abrechnungsweise würde sich ein Betrag von 108,24 ergeben.

D.h.: Der nominelle Zinssatz von 8% entspricht bei halbjährlicher Zinskapitalisierung einem Effektivzins von 8,16%, bei vierteljährlicher Zinskapitalisierung einem von 8,24%.

Es ist möglich, die Auswirkungen unterjähriger Zinskapitalisierung auf den effektiven Jahreszins (und umgekehrt) umzurechnen. Ausgangspunkt ist die Aufzinsung für ganzjährige Perioden:

$$a_0 = a_0 * (1 + p/100)^n$$

$$a_n = a_0 * (1 + (p/(100*m)))^{n*m}$$

im Bsp:

$$a_n = 100 * (1 + 8/(100 * 4))^{1*4} = 100 * 1,0824 = 108,24$$

Die praktisch wohl wichtigste Formel stellt die **Barwertformel / Endwertformel bei jährlich unterschiedlichen Rückflüssen** dar:

**Zinseszinsrechnung:
Barwert (II)**

$$K_0 = \sum_{(t=1..n)} (Z_t * 1/q^t)$$

- ◆ Mit Z_t = Zahlungen in Periode t
- ◆ K_0 = Kapital am Beginn des Zeitraums
- ◆ n = Zinsperioden (z.B. Laufzeiten in Jahren)
- ◆ $q = (1 + i)$
- ◆ i = Kapitalisierungszinsfuß

→ *Abzinsungstabelle*

**Zinseszinsrechnung:
Endwert (II)**

$$K_n = \sum_{(t=1..n)} (Z_t * q^t)$$

- ◆ Mit Z_t = Zahlungen in Periode t
- ◆ K_n = Kapital am Ende des n-ten Jahres einschließlich Zinsen
- ◆ n = Zinsperioden (z.B. Laufzeiten in Jahren)
- ◆ $q = (1 + i)$
- ◆ i = Kapitalisierungszinsfuß

→ *Aufzinsungstabelle*

Ist bspw. zu entscheiden, ob ein bestimmtes Investitionsobjekt angeschafft werden soll, sind die jährlichen Zahlungen aus dem Investitionsobjekt mit den für die Rückflüsse relevanten Diskontierungsfaktoren abzuzinsen. Die Barwerte der einzelnen Rückflüsse sind anschließend aufzusummieren. (Bsp. s. später)

Mit Hilfe des Endwertfaktors (Aufzinsungsfaktor) ist es möglich, das Endkapital einer Rente mit periodisch gleichen Renten zu berechnen. Werden mehrere Jahre die gleichen Einzahlungen getätigt, so verzinsen sich diese Einzahlungen über verschieden lange Zeiträume. Es kann zwischen vor- und nachschüssigen Renten unterschieden werden. Bei einer vorschüssigen Rente erfolgt die Zahlung am Anfang des Jahres, der Endbetrag wird am Ende des letzten Jahres berechnet. Bei einer nachschüssigen Rente erfolgt die Zahlung am Ende des Jahres.

Der Endwertfaktor verwandelt eine **Zahlungsreihe** in eine „**Einmalzahlung nach n Perioden**“.

Aufg.:

Sie zahlen am Ende eines Jahres 1.000 € auf Ihr Sparkonto ein (nachschüssig). Die Bank zahlt 7%. Welchen Betrag haben Sie am Ende des 10. Jahres zur Verfügung ? (Lösung: 13.816,45 €)

Rentenendwert

$$ZWR = R * (q^n - 1) / (q - 1)$$

- Mit R = Zahlungsbetrag (Rente)
- $q = (1+i)$
- i = Zinsfuß per Zahlungsabstand
- n = Anzahl der Zahlungen während der Laufzeit der Rente
- ZWR = Wert am Ende der Laufzeit der Rente

Betrag, den wir nach n Jahren erhalten, wenn wir jedes Jahr konstant 1 € anlegen.

$q^n - 1 / q - 1 = \text{Endwertfaktor}$

→ *Tabelle: Zukunftswert Renten*

Soll der Barwert K_0 eines Zahlungsstromes jährlich gleich hoher Rückflüsse R (Annuitäten) errechnet werden, kann der **Barwert- bzw. Rentenbarwertfaktor (=Diskontierungssummenfaktor)** benutzt werden. Zur Berechnung des Barwertes wird die Annuität mit dem Barwertfaktor multipliziert. Ermittelt wird der Barwert einer Rente, mit dem die Verpflichtung zur Zahlung einer Rente abgelöst werden kann.

Der Barwertfaktor zinst die Zahlungen R einer Zahlungsreihe unter Berücksichtigung von Zins und Zinseszins ab und addiert gleichzeitig die Barwerte. Er verwandelt eine **Zahlungsreihe** in eine „**Einmalzahlung jetzt**“.

Aufg.:

Eine jährliche nachschüssige Rente in Höhe von 5.000 € und einer Laufzeit von 15 Jahren soll abgelöst werden. Der Zinssatz beträgt 5%. (Lösung: 51.898,29 €)

Rentenbarwert (I)

Heutiger Preis, den wir für einen n Jahre lang in konstanter Höhe erhaltenen Betrag bezahlen.

GWR = $R \cdot \frac{q^n - 1}{q^n(q-1)}$

- ◆ Mit R = Zahlungsbetrag (Rente)
- ◆ $q = (1+i)$
- ◆ i = Zinsfuß per Zahlungsabstand
- ◆ n = Anzahl der Zahlungen während der Laufzeit der Rente
- ◆ GWR = Wert am Anfang der Laufzeit der Rente

$\frac{q^n - 1}{q^n(q-1)}$ = Barwertfaktor

→ Tabelle: Gegenwartswert Renten

Mit der Laufzeit $n \rightarrow \infty$ ergibt sich aus dem Barwertfaktor die sogenannte **unendliche Rente**.

$$q^\infty - 1 / q^\infty \cdot i \Rightarrow R/i$$

Aufg.:

Bei einem Unternehmenskauf soll der durchschnittliche, zukünftige Gewinnüberschuss jährlich 10.000 € betragen. Die Zeitdauer der Unternehmensübernahme ist nicht bekannt, daher wird eine unendliche Laufzeit angenommen. Welcher Betrag ist zum heutigen Zeitpunkt für den Firmenkauf aufzuwenden, wenn ein Zinssatz von 10% gilt? (Lösung: 100.000 €).

Rentenbarwert (II) Unendliche Rente

GWR = R / i

- ◆ Mit R = Zahlungsbetrag (Rente)
- ◆ i = Zinsfuß per Zahlungsabstand
- ◆ GWR = Wert am Anfang der Laufzeit der Rente

Mit Hilfe des **Annuitätenfaktors** (=Kapitalwiedergewinnungsfaktors oder Tilgungsfaktors) ist es möglich, einen heute zur Verfügung stehenden Betrag in jährlich gleich hohe Zahlungsbeträge (Annuitäten) umzuwandeln. Beim Annuitätenfaktor handelt es sich um die *Umkehrung des Diskontierungssummenfaktors*.

Der Kapitalwiedergewinnungsfaktor verwandelt eine „**Einmalzahlung jetzt**“ in eine **Zahlungsreihe**.

Aufg.:

Ein Darlehen in Höhe von 51.898,29 € soll bei einem Zinssatz $i = 5\%$ in 15 Jahren zurückgezahlt sein. Wie hoch ist die Annuität (=Zinsen + Tilgung) ? (Lösung: 5.000 €).

Annuität und Annuitätenfaktor

$A = K_0 * ((q-1) * q^n / q^n - 1)$

- ◆ K_0 = Anfangskapital
- ◆ $q = (1+i)$
- ◆ i = Zinsfuß per Zahlungsabstand
- ◆ n = Anzahl der Zahlungen während der Laufzeit der Rente

$(q^n - 1) * q^n / q^n - 1 = \text{Annuitätenfaktor}$

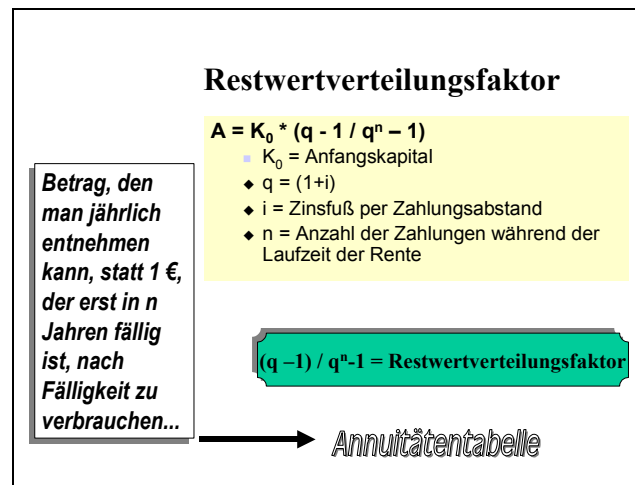
Betrag, den wir n Jahre entnehmen können, statt 1 € sofort zu verbrauchen..

→ *Annuitätentabelle*

Der Restwertverteilungsfaktor ermöglicht die Umrechnung eines zu einem späteren Zeitpunkt fälligen Betrags in einen davor liegenden Zahlungsstrom jährlich gleich hoher Zahlungsbeträge (Annuitäten), die jeweils am Ende jeder Periode (Jahr) geleistet werden. Der Restwertverteilungsfaktor verwandelt eine „Einmalzahlung nach n Jahren“ in eine Zahlungsreihe.

Aufg.:

Wie hoch muss Ihre Gehaltsforderung bei Ihrem neuen Arbeitgeber sein, damit Sie in 10 Jahren Millionär(in) sind. Sie haben das Privileg, das gesamte Gehalt zu sparen. Die Bank zahlt 6% Zinsen. (Lösung: 75.868 €)



Fälle zur Finanzmathematik²

1. Wie hoch ist Ihr Endkapital, wenn Sie 800 € zu einem Zinssatz von 6% mit einfachen Zinsen 6 Jahre lang anlegen ?
2. Ein Kapital von 18.000 € war 6 Jahre lang zu einfachen Zinsen angelegt und ist auf 24.800 € angewachsen. Wie groß war der Zinssatz ?
3. Wie viele Jahre muss ein Kapital in Höhe von 1.000 € zu einfachen Zinsen von 8% angelegt werden, damit es sich verdreifacht ?
4. Wie viel Geld müssen Sie heute auf ein Sparbuch einzahlen, damit Sie in 6 Jahren 10.000 € abheben können ? Das Kapital verzinst sich jährlich mit 4%.
5. Wie hoch muss der Jahreszins für ein Sparguthaben sein, damit sich ein Kapital innerhalb von 20 Jahren verdreifacht ?
6. In wie vielen Jahren verdoppelt sich ein Betrag von 15.000 € bei 6,5% Zinseszins ?
7. Auf welchen Betrag sind 10.000 € in 10 Jahren beim Zinssatz von a) 6% bzw. b) 7% angewachsen ?
8. Die monatliche Nettomiete eines Geschäftshauses ist 12.000 €. Wie hoch dürfte der Erwerbspreis höchstens sein, damit sich das Objekt mit 5% verzinst ?
9. Ein Wertpapiersparer erwirbt eine Aktie für 200 € und verkauft sie nach 7 Monaten für 220 €, ohne dass in dieser Zeit Dividende gezahlt wurde. Er möchte wissen, welche Verzinsung der Ertrag dieser Anlage entsprochen hätte.
10. Der Mitinhaber eines Unternehmens scheidet aus. Seine Abfindung beträgt 300.000 €, fällig nach 3 Jahren. Er erhält über diese Summe einen Wechsel. Was könnte ihm eine Bank, die mit 5% p.a. rechnet, heute dafür geben ?
11. Beim Kauf eines Hauses wird abgemacht, dass der Käufer 60.000 € in bar, 60.000 € nach zwei Jahren und weitere 60.000 € nach fünf Jahren bezahlen soll. Wie viel kostet das Haus zum Zeitpunkt 0, wenn man mit einem Zinssatz von $i = 8\%$ rechnet ?
12. Als Gegenleistung für die Überlassung seines Unternehmens erhält der Senior-Chef eine monatliche Rente von 4.000 €. Wie viel sind diese Zahlungen zum Zeitpunkt des

² Quellen: KRUSCHWITZ/DECKER/RÖHRS, Übungsbuch zur Betrieblichen Finanzwirtschaft, 5. Aufl., München-Wien 1998; HERRLING/SAUTER, Rechnen für Bankkaufleute, 2. Aufl., Wiesbaden 1994; DÄUMLER, in: controller magazin, Heft 2/2001 und 4/2001.

Betriebsübergangs (t_0) insgesamt wert, wenn sie 15 Jahre lang geleistet werden sollen und mit 5% (10%) p.a. kalkuliert wird ?

13. Ein Betrieb ist heute 500.000 € wert. Wie viel müsste der Nachfolger dem Senior, der 66 Jahre alt ist, alljährlich an festem Betrag bezahlen, wenn mit 5% kalkuliert wird und es sich um eine Leibrente handelt ? Die Leibrente soll so bemessen sein, dass im Zeitablauf der Betrieb bezahlt ist.

14. Sie haben bei einem Preisausschreiben gewonnen und können sich den Preis aussuchen:

- a. Sofort 25.000 € bar auf die Hand;
- b. ab sofort zehn Jahre lang jeden Monat 280 € oder
- c. heute in zehn Jahren 45.000 €.

Sie können Ihre Ersparnisse zu 6% bei Ihrer Bank ablegen. Wie würde eine Reihung der drei verschiedenen Preise ausfallen ?

a) Kapitalwertmethode

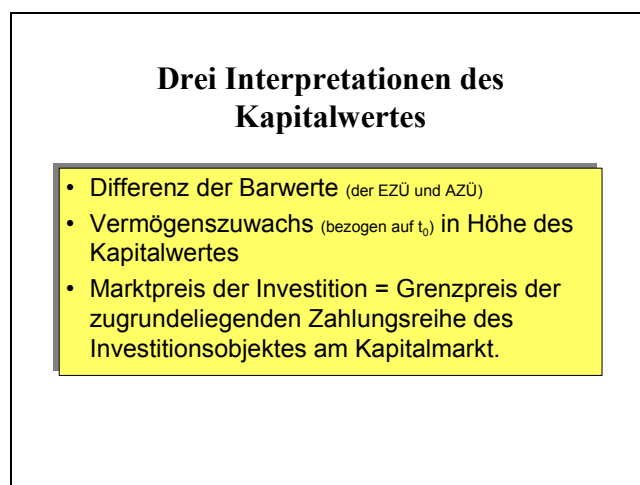
Der Kapitalwert stellt einen zentralen Beurteilungsmaßstab innerhalb der dynamischen Verfahren dar.

Bei der Kapitalwertmethode werden alle einer Investition zuzurechnenden Einnahmen und Ausgaben mit einem (vor)gegebenen Kalkulationszins diskontiert. Der Kapitalwert einer Investition ist dabei die Differenz zwischen dem Barwert der künftigen Einzahlungsüberschüsse und der Anschaffungsauszahlung.

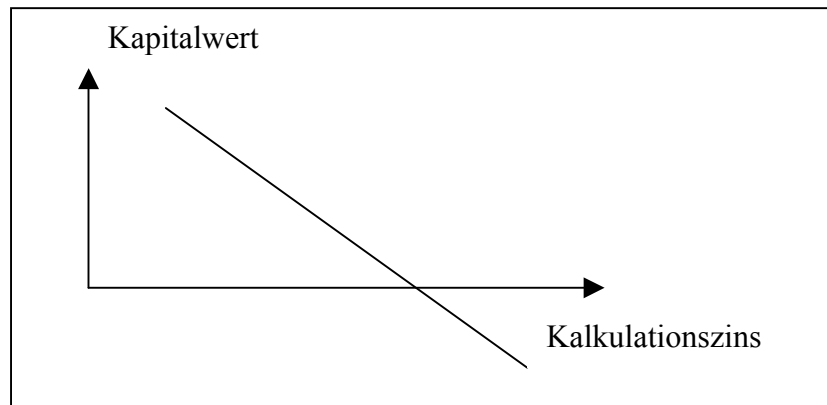
Als *Investitionsausgaben* werden die Auszahlungen für die Beschaffung oder Herstellung des Investitionsobjektes bezeichnet. Unter *Rückfluss* (Einzahlungsüberschuss) wird die Differenz der Einzahlungen (Erlöse) und der laufenden Auszahlungen (Kosten) verstanden. Dabei wird die Investition isoliert betrachtet (Partialmodell). Die Finanzierung, die erforderlich ist, um die Investition zu tätigen, findet keine Berücksichtigung.

Der **Kapitalwert** bringt die zu erwartende Erhöhung oder Verminderung des Geldvermögens bei gegebener Verzinsung in Höhe des Kalkulationszinsfußes (bezogen auf den Beginn des Planungszeitraumes) zum Ausdruck. Er gibt also den Betrag an, um den sich das Geldvermögen bei Durchführung der Investition zu Beginn des Planungszeitraums erhöht. Dieser Betrag kann im Vergleich zur Unterlassungsalternative im Planungszeitpunkt zusätzlich entnommen werden.

Ein Kapitalwert kann in mehrfacher Weise interpretiert werden:

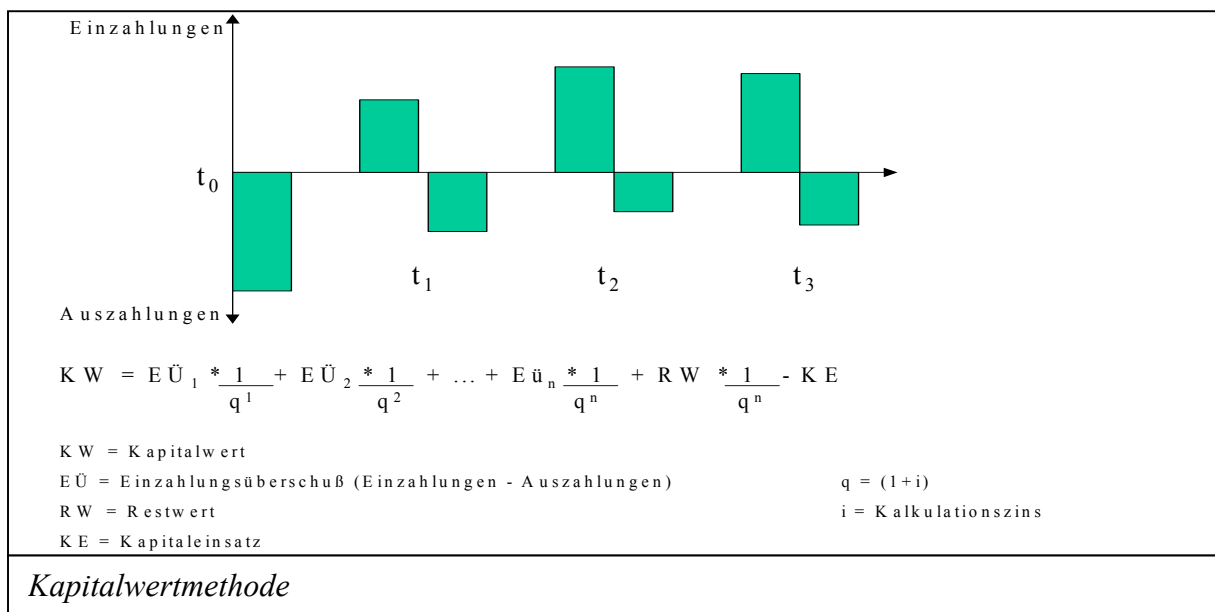


Die Höhe des Kapitalwertes ist abhängig von der Höhe der Ein- und Auszahlungen, deren zeitlicher Verteilung und dem verwendeten Kalkulationszins. Der Kapitalwert sinkt mit steigendem Kalkulationszins. In der Graphik wird vereinfacht von einem linearen Zusammenhang ausgegangen. Dies ist nicht korrekt, da der wirkliche Verlauf der Kurve **konvex** ist.



Der Kalkulationszins dient dazu, alle Zahlungen auf einen einheitlichen Bezugspunkt auf- oder abzuzinsen und sie somit vergleichbar zu machen.

Bei der Kapitalwertmethode wird davon ausgegangen, dass die Einnahmenüberschüsse der einzelnen Perioden wieder zum Kalkulationszins angelegt werden können.



Entscheidungskriterien der Kapitalwertmethode

Führe die Investition nur dann durch, wenn der
Kapitalwert positiv ist !

Bei Auswahlentscheidungen: Wähle die
Investition mit dem höchsten Kapitalwert !

$C_0 \rightarrow \text{Max} !$

Definition:

$$C_0 = -A_0 + \sum_{t=1 \dots n} R_t * q^{-t} + L_n * q^{-n}$$

Beispiel zur Kapitalwertmethode

i	t0	t1	t2	t3
7,50%	-1000	350	325	550
	325,58	* 1,075 ⁻¹		
	281,23	* 1,075 ⁻²		
	442,73		* 1,075 ⁻³	
Summe :	49,54			

Summe Barwert investitionsbedingter
Einnahmen

Summe Barwert investitionsbedingter
Ausgaben

$$C_0 = (E_n - A_n) * (1+i)^{-n}$$

Quelle: HÖLSCHER, R., Marktwertorientiertes Investitionscontrolling, in: WiSt 2/1997, S. 57f.

Die Investition ist vorteilhaft, da der Kapitalwert positiv ist, d.h.

- o die effektive Verzinsung der Investition ist höher als der Kalkulationszinsfuß von 7,5%,
- o die Investition erwirtschaftet einen über die Anschaffungsauszahlung und die Verzinsung hinausgehenden Zahlungsüberschuss mit einem Barwert von 49,54 €.

Neben der Zahlungshöhe und der zeitlichen Verteilung der Zahlungen ist der **Kalkulationszinssatz** für die Vorteilhaftigkeit einer Investition von maßgeblicher Bedeutung. Dieser stellt die aus Sicht des Investors gerade noch ausreichende Verzinsung dar, d.h. er zeigt die geforderte Mindestverzinsung.

Der verwendete Kalkulationszins liegt in der Regel über dem Kapitalmarktzins (Untergrenze), da der Investor durch die Kapitalbindung in einer Investition ein Risiko eingeht. Die zu erwartenden Ein- u. Auszahlungen, die Nutzungsdauer sowie der Restwert sind unsichere Größen, die mit einem entsprechenden Risiko behaftet sind. Je höher das mit der Durchführung der Investition verbundene Risiko eingeschätzt wird, desto höher wird der Kalkulationszins angesetzt werden. Er drückt also die **alternative Geldanlage** bzw. **Nullalternative** aus.

Eine nach der Kapitalwertmethode beurteilte Investition ist dann vorteilhaft, wenn der Kapitalwert nicht negativ ist. Bei einem *Kapitalwert von 0* wäre die Investition einer Geldanlage zum gewählten Kalkulationszins gleichwertig. Der Investor erhält in diesem Fall sein eingesetztes Kapital zurück und erzielt gerade seine geforderte Mindestverzinsung. Der entsprechende Kalkulationszins drückt hierbei den *internen Zinsfuß* aus. Ein *negativer Kapitalwert* deutet dagegen auf eine unwirtschaftliche Investition hin. Bei einem *positiven Kapitalwert* erhält der Investor sein Kapital zurück, kann das jeweils gebundene Kapital mit dem Kalkulationszins verzinsen und erwirtschaftet einen barwertigen Überschuss in Höhe des Kapitalwertes. Beim Vergleich mehrerer Investitionsalternativen ist diejenige mit dem höchsten Kapitalwert vorzuziehen.

Aufgabe:

Aufgabe zur Kapitalwertmethode

A) Ein Investitionsobjekt kostet 300.000,- und erwirtschaftet jährliche Überschüsse von 45.000,-.
B) Berücksichtigen Sie zusätzlich, dass ein Liquidationserlös von 25.000,- anfallen wird.
Ist die Investition bei einer angenommenen Nutzungsdauer von 8 Jahren (bzw. auf unbestimmte Zeit) vorteilhaft, wenn der KZF
6%
10%
14% beträgt ?

Aufgabe:

Die Beteiligungs AG will ein Grundstück für 400.000 € kaufen und rechnet damit, es nach 4 Jahren zum Preis von 540.000 € wieder verkaufen zu können. Ist diese Investition vorteilhaft, wenn mit einem KZF von 10% gerechnet wird ?

Aufgabe:

Eine Investition ist durch folgende Daten gekennzeichnet: Anschaffungswert : 275.000 € und Liquidationserlös: 30.000 €. Es werden jährliche Überschüsse erwartet, wie sie in der folgenden Tabelle dargestellt sind:

Jahr	Überschüsse
1	35.000 €
2	40.000
3	48.000
4	53.000
5	58.000
6	52.000
7	49.000
8	40.000

Wie hoch ist der Kapitalwert bei einem Kapitalisierungszins von 10% ? Mit welchem Prozentsatz verzinst sich dieses Investitionsobjekt ?

Jahr	CF _t	Abzinsungs- faktor	Barwert _{t(10%)}	8%	9%
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
Summe					

Die Anwendungsvoraussetzungen für die **Auswahlentscheidung** mittels der Kapitalwertmethode lauten:

Die verglichenen Anlagen sollten „**vollständige Alternativen**“ sein, d.h. gleichen Kapitaleinsatz, gleiche Nutzungsdauer sowie gleiche (Summe der undiskontierten) Rückflüsse haben.

Die jährlichen Rückflüsse müssen für die Alternativen bis zum Ende der Lebensdauer zum Kalkulationszinsfuß reinvestiert werden können. Man kann die Alternativen nur vergleichen, wenn die Verzinsung des gesamten ursprünglichen Kapitaleinsatzes möglich ist. Das aber bedeutet, dass alle Rückflüsse reinvestiert werden. Für die zu vergleichenden Alternativen muss derselbe Bezugszeitpunkt gelten, ebenso derselbe Kalkulationszinssatz.³

Sind die Anschaffungskosten und/oder die Nutzungsdauern der zu vergleichenden Investitionsobjekte unterschiedlich, so sollte eine Vergleichbarkeit geschaffen werden. Die kann wahlweise mit Hilfe einer

- Differenzinvestition oder
- Ergänzungsinvestition geschehen.

Eine **Differenzinvestition** ist eine fiktive Investition, deren Zahlungsreihe sich als Differenz der Zahlungsreihe zweier, alternativ durchführbarer Investitionen ergibt. Beim Vergleich absolut vorteilhafter IO ist es möglich, sich bei der Auswahl auf die Betrachtung der Differenzen zu beschränken.

$$C^D_0 = C_{01} - C_{02} = -I^D_0 + \sum_{t=1...n} (R_{t1} - R_{t2}) / q^t$$

Eine **Ergänzungsinvestition** ist eine (gedanklich) real mögliche Investition, die in Ergänzung zu einer Investition durchzuführen wäre, um diese mit einer zweiten alternativen Investition vergleichbar zu machen. Liegen zum Zeitpunkt der Kalkulation keine Pläne über die Verwendung der Unterschiedsbeträge vor, so wird die sog. **Wiederanlageprämisse** unterstellt, d.h. dass der Kapitalwert der Ergänzungsinvestition sich mit Hilfe des KZF ergibt. Die Ergänzungsinvestition beeinflusst bei einer **Wiederanlage zum Kapitalzinsfuß damit den Kapitalwert nicht**.

Das folgende Beispiel soll demonstrieren, dass bei Gültigkeit der Wiederanlageprämisse unterschiedliche Anschaffungsauszahlungen und Nutzungsdauern unerheblich sind:

³ Vgl. WÖLTJE, J., *Investitions- und Finanzmanagement*, Köln-Wien 2002, S. 93.

Bsp.: Anschaffungsauszahlungen und Nutzungsdauern ungleich				
	<u>t₀</u>	<u>t₁</u>	<u>t₂</u>	<u>Summe</u>
A1	-200	110	211,8	121,8
A2	-150	220		70
i				
10,0%	1,000	0,909	0,826	
C _{0A1}	-200	100	175	75
C _{0A2}	-150	200		50

Vollständiger Finanzplan				
	<u>t₀</u>	<u>t₁</u>	<u>t₂</u>	-
A1	-200	110	212	A1 ist um 30,25 besser als A2 in t ₂ . Abgezinst auf t ₀ = 25
A2	-150	220		
EZR1	-50	0	60,5	
EZR2	0	-110	121	
A2*	-200	110	182	

Falls auf Ergänzungszahlungsreihe KZF angewendet wird, werden Unterschiede in

- der Höhe der Anschaffungsauszahlungen,
- der zeitlichen Struktur der Zahlungsströme und
- der Nutzungsdauern damit bedeutungslos.

Sind Steuern zu berücksichtigen, so sind sowohl die Einzahlungsüberschüsse als auch der KZF nach Steuern – also jeweils netto - zu bestimmen.

Bsp.:

Bei einer geplanten Nutzungsdauer von 4 Jahren und einer Anschaffungsauszahlung von 120.000 € erwartet ein Investor folgende Einzahlungsüberschüsse in den Perioden:

T1: 44.000

T2: 52.000

T3: 56.000

T4: 56.000

Bei linearer Abschreibung (Restwert = 0) und einem gewinnabhängigen, pauschalen Steuersatz von 50% ist der Kapitalwert unter der Annahme eines KZF von 8% zu ermitteln.

Lösung:

Bei $s = 0,5$ und $i = 0,08$ resultiert ein $is = 0,04$. Da von einem Restwert von Null ausgegangen wird, ergibt sich ein jährlicher Abschreibungsbetrag von 30.000 €. Die Reihe der Netto-EZÜ lautet entsprechend:

T0: -120.000

T1: 37.000

T2: 41.000

T3: 43.000

T4: 43.000

Der Kapitalwert $C_{0s} = 28.467,15$.

Exkurs: Marktzinsmethode

Eine Besonderheit der Kapitalwertmethode stellt die **Marktzinsmethode** dar. Sie verkörpert eine Variante der Kapitalwertermittlung mit wechselnden Zinssätzen, d.h. der einheitliche Kalkulationszinsfuß für alle Betrachtungsperioden wird durch je nach Laufzeit unterschiedliche Kalkulationszinsfüße ersetzt. Besonders im Bankbetrieb bietet sich eine marktzinsorientierte Investitionsrechnung an. Dabei werden sowohl die real existierende Marktstruktur, aus der die Zinsfüße hergeleitet werden, als auch die Bewegungen im Zeitablauf einbezogen.

Statt eines einheitlichen Kalkulationszinses wird der Investitionsbeurteilung der am Geld- und Kapitalmarkt real zu beobachtende Marktstruktur als Bewertungsmaßstab zugrunde gelegt.

Das bedeutet, dass für die Zahlungsüberschüsse einer Investition je nach zeitlichem Anfall unterschiedliche Zinsfüße gelten. Eine Investition ist dann vorteilhaft, wenn der Gesamterfolg der Investition höher ist als der einer zum Entscheidungszeitpunkt real umsetzbaren alternativen Finanzanlage.

Ein typisches Feld der Investitionsbeurteilung stellt die Kreditbeurteilung dar. Die Vorteilhaftigkeit eines Kreditgeschäfts hängt dabei von zwei wesentlichen Erfolgskomponenten ab. Es erfolgt eine Trennung zwischen (Zins-) Konditionenbeitrag und Strukturbeitrag (Fristentransformationsbeitrag). Der *Konditionenbeitrag* entsteht dadurch, dass der Kreditzins über dem Guthabenzins liegt. Der *Strukturbeitrag* kommt durch Fristentransformation zustande, wenn z.B. langfristige Kredite durch kürzerfristige Einlagen refinanziert werden, d.h. es liegt eine unterschiedliche Fristenstruktur zwischen Aktiv- und Passivgeschäft vor.

Anhand des folgenden Beispiels soll demonstriert werden, dass die Berücksichtigung von Zinseszinsen im Vergleich zur Einbeziehung von bloßen Durchschnittswerten, wie dies im Rahmen der statischen Gewinnvergleichsrechnung geschieht, zu genaueren Ergebnissen führt.

Daten des Beispielprojektes:

Nutzungsdauer	7 Jahre
Anschaffungspreis	100.000 €
Restverkaufserlös	0
Zinshöhe	10%
d. jährliche zahlungswirksame Umsatzerlöse	110.000
d. jährliche laufende zahlungswirksame Kosten (ohne Abschreibungen und Zinsen).	89.500
Zahlungswirksame Überschüsse EZÜ (t1 bis t7)	20.500
Rentenbarwertfaktor (n= 7; i = 10%)	4,8684
Gegenwartswert der EZÜ	$20.500 * 4,8684 = 99.802,20$
Kapitalwert	$-100.000 - 99.802,20 = -197,80$
Gewinnvergleichsrechnung	Umsatzerlöse – lfd. Kosten – Abschreibungen – Zinskosten : $110.000 - 89500 - 14.285,71 - 5.000 = +1.214,29$
Abschreibungen p.a.	$100.000 / 7 = 14.285,71$
Zinskosten p.a.	$100.000 / 2 * 10\% = 5.000$

Ergebnis: Nach der Gewinnvergleichsrechnung wäre die Investition vorteilhaft, nach der Kapitalwertmethode richtigerweise unvorteilhaft !

Praxisfall zu Kapitalwertmethode: Großhadern vs. Puchheim

Die Fa. E-KG ist ein kleinerer Lebensmittel-Filialbetrieb. Derzeit verfügt sie über 14 Selbstbedienungsgeschäfte. Es stehen zwei neue Verkaufslokale an zwei verschiedenen Standorten zur Wahl. Im Ortsteil Großhadern kann ein bereits bestehendes, allerdings veraltetes Selbstbedienungsgeschäft mit 270 m² Verkaufsfläche günstig angemietet werden.

Im Vorort Puchheim könnte ein Geschäftslokal von 390 m² Verkaufsfläche angemietet werden. Der erste Bauabschnitt ist fast fertiggestellt, der zweite und dritte sollen unmittelbar nachfolgen.

In beiden Fällen wird ein 10-Jahres-Mietvertrag angeboten. Allerdings will die Geschäftsleitung Umsatz- und Kostenschätzungen, die über 5 Jahre hinausgehen, nicht akzeptieren. Die Berechnungen sollen sich also nur auf einen Zeitraum von 5 Jahren beziehen. Soweit nach fünf Jahren noch Werte vorhanden sind, sollen diese geschätzt werden. Für Großhadern wird generell mit einer Handelsspanne von 22% gerechnet; für Puchheim kann wegen der zu erwartenden Konkurrenz nur von 20% Handelsspanne ausgegangen werden.

Die Umsatz- und Ausgabeschätzungen gehen aus den folgenden Tabellen hervor:

Umsatzschätzungen	Großhadern (T€)	Puchheim (T€)
T1	1.800	1.900
T2	1.900	2.100
T3	2.100	2.400
T4	2.200	2.700
T5	2.200	2.800
Für t6-t10 wird für beide Standorte mit nahezu stagnierenden Umsätzen gerechnet.		
Ausgabenschätzungen		
a) Einmalige Ausgaben zu Geschäftsbeginn		
Ablösung vorhandener Einrichtung	50	0
Neueinrichtung	80	270
Mietkaution	30	60
Durchschnittlicher Warenbestand	160	260
Summe	330	590
Restwert der Einrichtung am Ende des 5. Jahres	20	50
b) Jährliche Ausgaben		
Personalkosten	140	160
Miet- und Raumkosten	75	90
Steuern und Abgaben	65	80
Sonstige fixe Ausgaben	80	80

Es wird eine Mindestrendite von 9% (= Abzinsungsfaktor) angestrebt. Die Einnahmenüberschüsse ergeben sich aufgrund der Handelsspanne. (Handelsspanne = Warenverkauf – Wareneinkauf)

Zu den Beträgen des 5. Jahres kommen noch die Restwerte der Einrichtung, der Wert des durchschnittlichen Warenbestandes sowie die Mietkaution hinzu. (Es wird so gerechnet, als würden die Mietverträge nicht 10, sondern nur 5 Jahre laufen. Dann würden die erwähnten Werte zum Ende des 5. Jahres wieder frei werden.)

Aufgabe: Drinkfrisch AG

Die Drinkfrisch AG möchte eine Flaschenabfüllanlage vom Typ Readymix erwerben, deren Anschaffung 2 Mio. € kosten würde. Da sich die Drinkfrisch AG einerseits in 2 Jahren aus dem Erfrischungsgetränkemarkt zurückziehen, aber andererseits die günstige Marktlage noch einmal ausnutzen möchte, wird die Nutzungsdauer der Anlage auf zwei Jahre festgelegt. Sie soll dann zum prognostizierten Restverkaufserlös von 1,3 Mio. € an einen Konkurrenten verkauft werden. Der

Vorstand schätzt den Wiederbeschaffungspreis in 2 Jahren auf 2,3 Mio. €. Die Abschreibung soll linear über die 2 Jahre der Nutzung vorgenommen werden. Die Finanzierung erfolgt ausschließlich mit Eigenkapital, für das der Vorstand eine alternative Anlagemöglichkeit von 10% hat.

Die jährliche Kapazität wird vom Hersteller mit 3 Mio. Flaschen pro Jahr angegeben. Der Vorstand erwartet in jedem Jahr der Nutzung einen Absatz im Umfang der Maximalkapazität zu einem durchschnittlichen Preis von 0,57 € pro Flasche. An Materialauszahlungen sollen dafür im 1. Jahr 550.000 € und im 2. Jahr 10% mehr anfallen. Die zurechenbaren Fertigungskosten werden im 1. Jahr auf 200.000 € und im 2. Jahr auf 220.000 € geschätzt; diese sind jeweils voll auszahlungswirksam. An zurechenbaren Verwaltungs- und Vertriebskosten werden im 1. Jahr 90.000 € und im 2. Jahr 30% mehr verschlagt. Die Verwaltungs- und Vertriebskosten sind jeweils zu 100% auszahlungswirksam.

Neben der Abfüllanlage vom Typ Readymix haben die Mitarbeiter der Investitionsplanungsabteilung der Drinkfrisch AG ein Angebot über ein Konkurrenzprodukt vom Typ Frischomix eingeholt. Sie legen dem Vorstand eine Zahlungsreihe mit den bereits geschätzten Summen der in- und Auszahlungen sowie den daraus abgeleiteten Einzahlungsüberschüssen vor.

Frischomix	T0	T1	T2
Summe der Einzahlungen		+1.650.000	+1.943.500
Summe der Auszahlungen	-1.500.000	-330.000	-1.157.000

Mit Hilfe der Kapitalwertmethode soll eine Entscheidung gefällt werden !

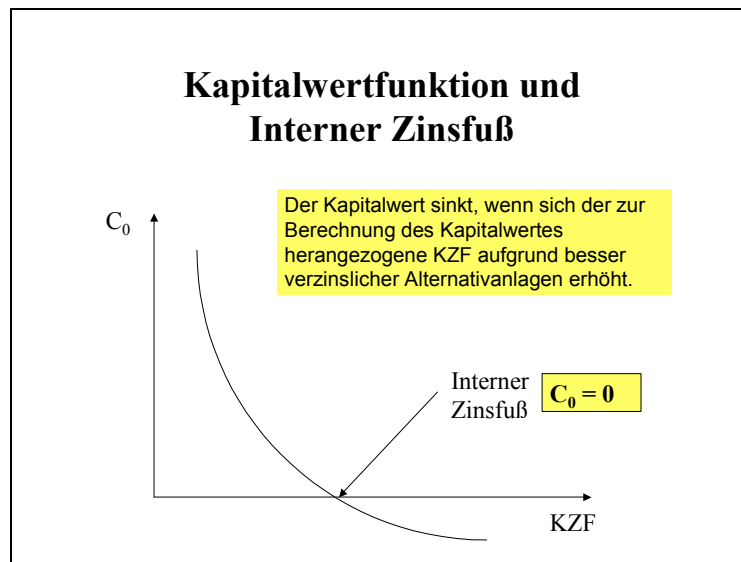
Einen **Nachteil** der Kapitalwertmethode stellt – wie generell bei den dynamischen und statischen Verfahren - die Zurechenbarkeit der Zahlungsreihen dar. Oft können besonders die Einnahmen nicht einem isolierten Investitionsobjekt zugeordnet werden. Weiterhin bereitet die Prognose der Zahlungsreihen nach Höhe und zeitlichem Anfall Schwierigkeiten. Gravierend ist jedoch der Einwand, die Kapitalwertmethode ließe keine genauen Aussagen über die Rentabilität eines Investitionsobjektes zu. Es wird lediglich bekannt, ob ein vorgegebener Zinssatz erreicht wurde oder ob dies nicht der Fall war.

Kritik an der Kapitalwertmethode

- Bei **Kapitalknappheit** ist die Kapitalwertmethode nicht zur Rangfolgenbildung geeignet, da der errechnete „Nettoüberschuss“ (Kapitalwert) nicht auf den Kapitaleinsatz bezogen wird.
- Es werden auch keine Informationen über die **Verzinsung** der Investition gemacht.
 --> **Interner Zinsfuß**

Methode des internen Zinsfußes

Der interne Zinsfuß gibt den Kalkulationszins wieder, bei dem sich ein Kapitalwert von Null ergibt. Im Gegensatz zur Kapitalwertmethode gibt diese Methode genauere Auskunft über die Rentabilität einer Investition.



Folgende Zahlungsreihe sei für das nachfolgende Beispiel gegeben:

$T_0 = -100; t_1 = 70; t_2 = 60$

Interner Zinsfuß

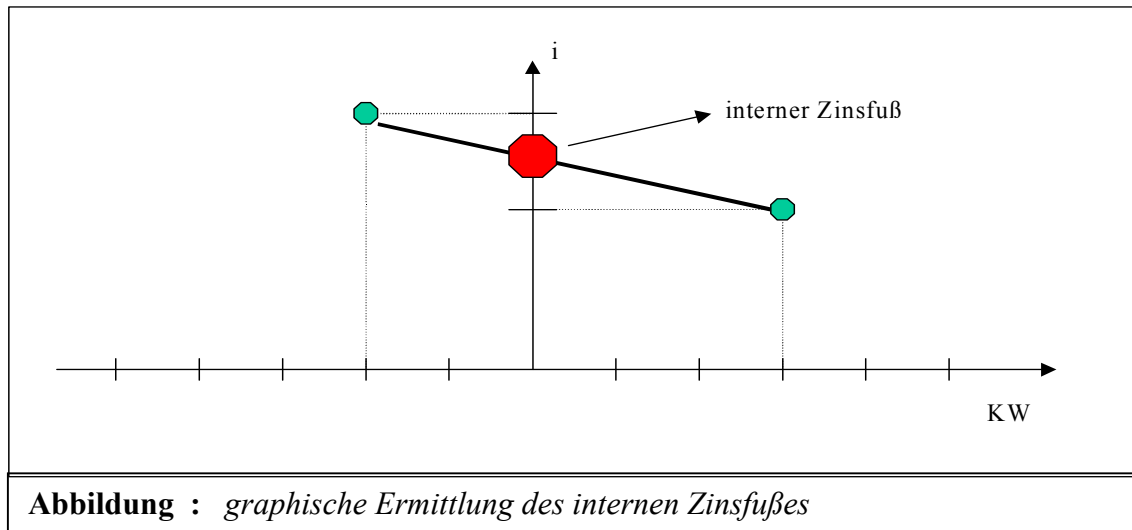
EÜ:	t0	t1	t2
$C_0 = 0$	100 =	70/q	+ 60/q ²
$q = 1,2$	(i=20%)		
<u>Probe:</u>	-100	+70	+60
		└─ 1,2 ─┘	+84
		└─ 1,2 ² ─┘	+144
			0

Implikation: Wiederanlage zum internen Zinsfuß von 20%.

Um den internen Zinsfuß r_0 zu errechnen, werden zwei Kalkulationszinssätze (r_1 und r_2) gewählt, wobei jeweils ein negativer und ein positiver Kapitalwert entstehen.

$$r_0 = r_1 - \{KW_{r1} * ((r_2 - r_1) / (KW_{r2} - KW_{r1}))\}$$

Die graphische Ermittlung des internen Zinsfußes r_0 gibt die folgende Abbildung wieder:



Beispiel Interne Zinsfußmethode			
Zahlungszeitpkt.	Abz.faktor	Rückflüsse	Barwert
t0	1,000	-100.000	-100.000
t1	0,909	30.000	27.273
t2	0,826	40.000	33.058
t3	0,751	30.000	22.539
t4	0,683	20.000	13.660
t5	0,621	20.000	12.418
Summe			8.949
	Abz.faktor		
	20,0%		
t0	1,000	-100.000	-100.000
t1	0,833	30.000	25.000
t2	0,694	40.000	27.778
t3	0,579	30.000	17.361
t4	0,482	20.000	9.645
t5	0,402	20.000	8.038
Summe			-12.178
$r = 0,10 - 8949 * (0,20 - 0,10) / (-12178 - 8949) = 0,142 = 14,2\%$			

Quelle: HORVATH & Partner, Das Controllingkonzept, dtv, 2. Aufl., München 1995, S. 108.

Durch den Vergleich des internen Zinssatzes mit dem Kalkulationszins kann die Vorteilhaftigkeit der Investition bestimmt werden. Eine Investition ist dann vorteilhaft, wenn ihre interne Verzinsung größer als die am Kapitalmarkt zu erzielende Verzinsung (ausgedrückt durch den Kalkulationszinsfuß) ist. Es

handelt sich demnach um einen einfachen Zinsvergleich. Die Finanzierung der Investition darf also nicht „teurer“ sein als der interne Zinsfuß, um die Investition durchführen zu können.

Als interner Zinsfuß wird die **Rendite bzw. Effektivverzinsung des gebundenen Kapitals** bezeichnet, die eine Investition erbringt (s. Bsp.). Das *gebundene Kapital* ist dabei als der Teil der Anschaffungsauszahlung anzusehen, der noch nicht durch Einzahlungen aus der Investition zurückgeflossen ist. Diese Methode ist demnach auf das Ziel der Rentabilitätsmaximierung ausgerichtet. Der interne Zinsfuß ermöglicht eine Aussage über die *Ertragskraft einer Investition*.

Inhaltliche Interpretation des internen Zinsfußes					
	in	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃
Kapitaleinsatz	t ₀	-1000			
Rückflüsse	t ₁		700		
davon:					
Überschuß		27,6%	→ 276		500 / 1811 = 27,6%
Amortisation			424		
Kapitaleinsatz	t ₁		-576		
Rückflüsse	t ₂			500	
davon:					
Überschuß			27,6%	→ 159	
Amortisation				341	
Kapitaleinsatz	t ₂			-235	
Rückflüsse	t ₃				300
davon:					
Überschuß				27,6%	→ 65
Amortisation					235
Kapitaleinsatz	t ₃				0

Interner Zinsfuß =
Summe Investitionsüberschüsse / Summe der Kapitalbindung

Quelle: SCHIERENBECK, H., Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre, 12. Aufl., München-Wien 1995, S. 340.

c) Annuitätenmethode

Die Annuitätenmethode basiert ebenfalls auf der Annahme, dass ein vollkommener und vollständiger Kapitalmarkt existiert und stellt eine Variante der Kapitalwertmethode dar.

Eine *Annuität* ist ein jährlich gleichbleibender Betrag, der über eine bestimmte Anzahl von Jahren gezahlt wird und denselben Kapitalwert ergibt, wie die ungleichmäßigen Zahlungsströme eines Projektes. Die Annuitätenmethode verteilt alle mit einer Investition verbundenen Zahlungen gleichmäßig auf die Nutzungsdauer. Ihre Zielsetzung ist demnach die Maximierung des Entnahmestromes.

Es stellt sich also die Frage, welche über n Jahre laufende Zahlungsreihe z bei einem Zinssatz i einem heute zu leistenden Betrag K₀ gleichwertig ist. Hierbei kommt der Kapitalwiedergewinnungsfaktor zum Einsatz, der den Kapitalwert bei gegebenem Kalkulationszins und gegebener Nutzungsdauer auf gleichmäßige Jahresraten verteilt.

$$\text{Kapitalwiedergewinnungsfaktor} = \frac{i \cdot (1+i)^n}{1 - (1+i)^{-n}}$$

$$(1+i)^n - 1$$

Die Annuität ergibt sich aus der Multiplikation des Kapitalwertes mit dem Kapitalwiedergewinnungsfaktor. Dieser Faktor ist der Kehrwert des Rentenbarwertfaktors für nachschüssige Renten.

$$z = K_0 * \text{Kapitalwiedergewinnungsfaktor}$$

Bei der Annuitätenmethode werden sämtliche Einmalzahlungen in Zahlungsreihen umgewandelt. Der Restwert wird mit Hilfe des Restwertverteilungsfaktors auf die Nutzungsjahre verteilt, wodurch sich ein anteiliger Restwert pro Periode ergibt. Die Anschaffungsauszahlung wird mit Hilfe des Kapitalwiedergewinnungsfaktors auf die Laufzeit umgelegt.

$$z = K_n * \text{Restwertverteilungsfaktor } (= i / ((1+i)^n - 1))$$

Eine Investition ist dann vorteilhaft, wenn die durchschnittlichen periodischen Einzahlungen größer als die durchschnittlichen Auszahlungen sind und somit der durchschnittliche Überschuss (Annuität) größer oder gleich Null ist. Die Annuität ist dabei zu interpretieren als Einkommensbetrag, den der Investor jeweils entnehmen und zusätzlich verbrauchen kann.

Sowohl bei den statischen als auch bei den dynamischen Investitionsrechnungen steht der Rentabilitätsaspekt im Vordergrund. Die Anwendung der statischen Verfahren beschränkt sich jedoch eher auf abgrenzbare, gleichartige Investitionsobjekte. Die dynamischen Verfahren der Investitionsrechnung sind prinzipiell den statischen Verfahren vorzuziehen, da sie für den Mehrperiodenfall ausgelegt sind und die zeitliche Verteilung von Zahlungsströmen berücksichtigen. Sie besitzen daher eine größere Realitätsnähe. Allerdings hängt die Wahl des zu verwendenden Verfahrens auch von den verfügbaren Daten ab.

Die Ergebnisse der dynamischen Verfahren besitzen eine stärkere Aussagekraft über die Vorteilhaftigkeit von Investitionen. Aussageverbesserungen können sich durch eine gesonderte Risikoanalyse ergeben. Mit Hilfe des Investitionscontrolling können die Grenzen der Investitionsrechnung zwar nicht aufgehoben werden, jedoch bieten sich bessere Möglichkeiten zur Handhabung. Dazu muss der Investitionsprozess in seinen Individualstrukturen abgebildet werden.

Die Anwendbarkeit der einzelnen Investitionsrechenverfahren ist jedoch aufgrund ihrer *partiellen Betrachtungsweise* beschränkt und als alleinige Entscheidungsgrundlage für die Auswahl einer Investitionsalternative unzureichend.

Zur Unterstützung einer integrierten Investitions- und Finanzplanung bietet sich die Aufstellung **vollständiger Finanzpläne** an. Dabei werden in tabellarischer Form sowohl die Zahlungen des Investitionsobjektes als auch die durch finanzwirtschaftliche Maßnahmen ausgelösten Zinszahlungen berücksichtigt. Die Zielgröße für das Investitionscontrolling ist dabei der aus dem Finanzplan ersichtliche Endwert des Investitionsobjektes. Je nach Zielsetzung wird dabei versucht, die jährlichen Entnahmen bzw. den Endwert zu maximieren.

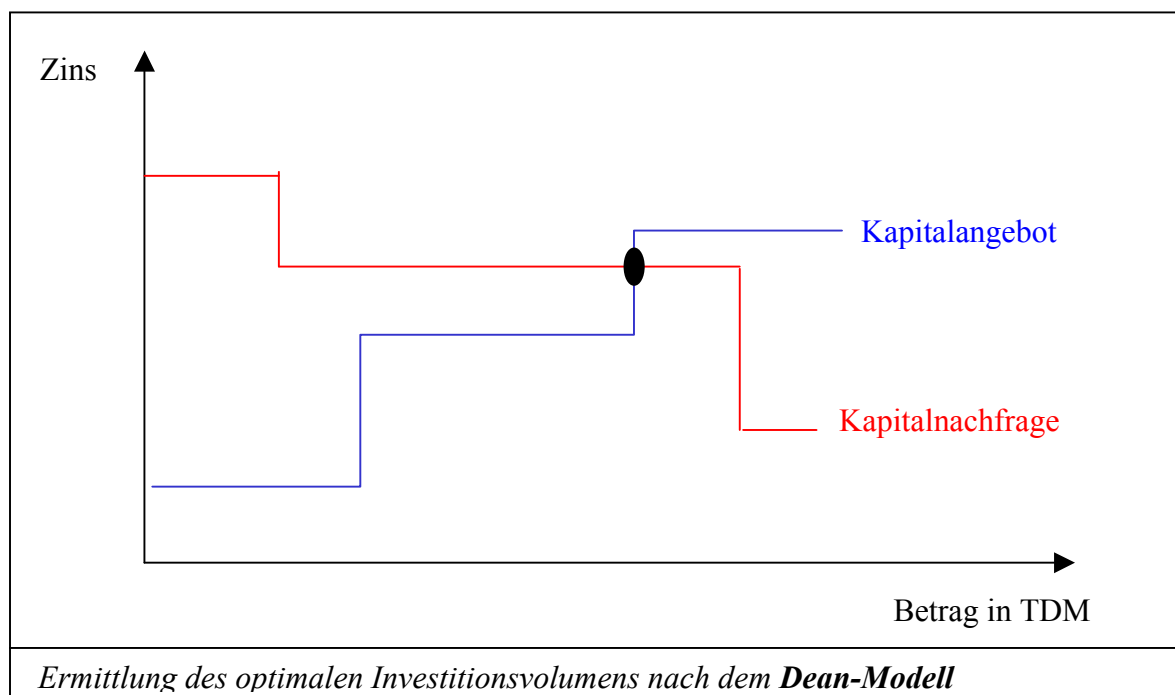
Welche Investitionsobjekte ins Investitionsprogramm aufgenommen werden, kann z.B. anhand des **Dean-Modells** eingeschätzt werden.

Im Vordergrund dieses Ansatzes steht die Erkenntnis, dass Investitions- und Finanzierungsentscheidungen grundsätzlich nicht voneinander getrennt getroffen werden dürfen, da zwischen ihnen Interdependenzen bestehen. Besonders auf einem unvollkommenen Kapitalmarkt

spielt die Anwendung von Modellen der simultanen Investitions- und Finanzplanung eine bedeutende Rolle.

Dean entwickelte ein graphisches Lösungsverfahren zur Ermittlung des **optimalen Investitionsprogrammes**. Dabei spielt der interne Zinsfuß eine entscheidende Rolle. Die Investitionsobjekte (Kapitalnachfragefunktion) werden beginnend mit dem höchsten internen Zins angeordnet und graphisch abgebildet. Danach werden die Finanzierungsmöglichkeiten (Kapitalangebotsfunktion) abgetragen, wobei zunächst die Finanzierungsquellen mit den geringsten Finanzierungskosten ins Programm aufgenommen werden.

Damit ergibt sich folgende Abbildung:



Der Schnittpunkt beider Graphen (cut-off) ergibt das **optimale Investitionsprogramm**. Es werden solange weitere Investitionsobjekte ins Investitionsprogramm aufgenommen, bis ihre **interne Verzinsung höher bzw. gleich den Kapitalkosten der Finanzierung** ist. Dabei wird von einer beliebigen Teilbarkeit der Investitionsobjekte und Finanzierungsmöglichkeiten ausgegangen. In diesem Fall können also das erste sowie Teile des zweiten Investitionsobjektes ins Investitionsprogramm aufgenommen werden.

Investitions- und Finanzierungsobjekte rechts vom Schnittpunkt beider Graphen sind zu verwerfen, da hier die Mittelbeschaffung mehr kosten würde als die Verwendung einbrächte.

Als *Kritik* am Dean-Modell lässt sich z.B. anführen, dass eine Beschränkung auf eine Planungsperiode (Zwei-Zeitpunkte-Fall) vorliegt. Investitionen besitzen jedoch langfristigen Charakter. Ein weiterer Kritikpunkt ist die Annahme der beliebigen Teilbarkeit von Investitions- und Finanzierungsobjekten, die sich in der Realität nicht erfüllen lässt. Auch wird die Unsicherheit zukünftiger Ein- und Auszahlungen bei der simultanen Investitions- und Finanzplanung ungenügend berücksichtigt.

Anwendung

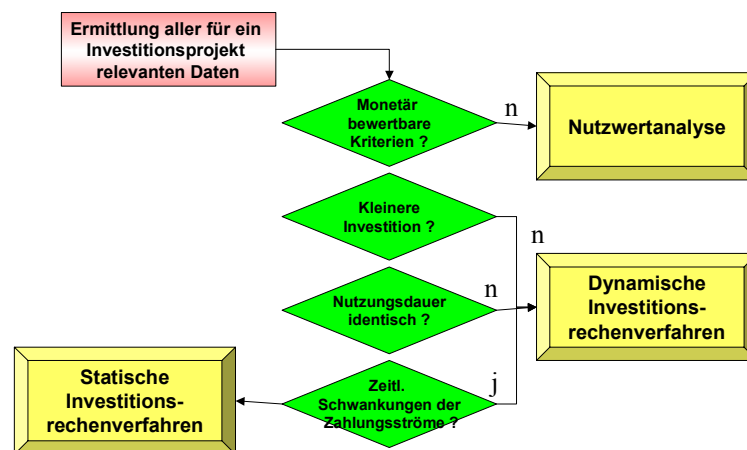
Bei der Anwendung der verschiedenen Investitionsrechenverfahren sind folgende Kriterien zu beachten. In erster Linie sind dynamische Verfahren zu verwenden (z.B. Kapitalwertmethode). Dabei empfiehlt sich, die ersten fünf Jahre detailliert zu planen, die übrigen Jahre können entsprechend fortgeschrieben werden. Ein wichtiger Aspekt der Investitionsrechenverfahren ist die Informationsversorgungsfunktion. Auf Basis der Investitionsrechnung sind Kennzahlen zu bilden, die die Entscheidungsträger über den geplanten und erreichten Investitionserfolg informieren. Dabei ist eine kombinierte Anwendung verschiedener Kennzahlen anzustreben, um einen ganzheitlichen Überblick über die Vorteilhaftigkeit der Investitionsobjekte zu gewährleisten.

Die Anwendung der Investitionsrechnung zur Unterstützung der Entscheidungsfindung stellt hohe Anforderungen an die Datenqualität, da z.B. die Zurechenbarkeit von Zahlungsströmen zu einzelnen Investitionsobjekten oft problematisch ist.

Parallel empfiehlt sich die Anwendung qualitativer Verfahren (z.B. Nutzwertanalyse), vor allem in den frühen Phasen des Investitionsprozesses, wenn quantitative Daten noch nicht in genügender Menge vorliegen oder noch nicht exakt prognostiziert werden können. Zu berücksichtigen sind dabei auch externe Informationen, wie z.B. das Marktverhalten der Kunden und der Konkurrenz.

Der Einsatz der Investitionsrechenverfahren sollte auf jeden Fall phasenübergreifend erfolgen, um eine systematische Investitionskontrolle während des gesamten Prozesses zu ermöglichen.

Entscheidungsbaum zur Methodenauswahl



Quelle: HAU, P., Datenbanken, Methodenbanken und Planungssprachen als Hilfsmittel für das interne Rechnungswesen, in: Kostenrechnungspraxis 1/1988, S. 83ff.

2.5.4. Aspekte der Unsicherheit

Investitionen sind Maßnahmen mit längerfristigem Bestand. Zum Investitionszeitpunkt sind jedoch nicht alle Rahmenbedingungen, die den Erfolg eines Investitionsprojektes beeinflussen können, mit absoluter Sicherheit zu bestimmen. Dazu zählen z.B. die volkswirtschaftliche Entwicklung, Zinsentwicklung etc. Die Investitionsrechnung unterstellt jedoch sichere Erwartungen, somit bleibt der Aspekt der **Unsicherheit** unberücksichtigt.

Investitionsentscheidungen sind stets zukunftsorientiert, wobei die Zukunft immer mit Unsicherheit und daher mit einem gewissen Risiko verbunden ist. Daher muss die Unsicherheit der Erwartungen über die Zukunft beim Treffen von Investitionsentscheidungen ausdrücklich berücksichtigt werden.

Das Investitionscontrolling muss Methoden zur Reduzierung der Unsicherheit bereitstellen, wodurch auch das Sicherheitsziel des Unternehmens gestützt wird. Die Sicherung der Liquidität (Aufrechterhaltung des finanziellen Gleichgewichts) darf durch Investitionen nicht gefährdet werden.

Unsicherheit heißt, dass der Entscheidungsträger über die Folgen einer Investitionsentscheidung nicht sicher sein kann. Unsicherheit bedeutet demnach unsichere Erwartungen und unvollkommene Information. Sie lässt sich unterteilen in **Ungewissheit** und **Risiko**. Bei Ungewissheit ist keine Wahrscheinlichkeitsangabe über die eventuell eintretenden Umweltzustände und somit keine rationale Entscheidung möglich. Bei Risiko sind die Eintrittswahrscheinlichkeiten für bestimmte Umweltzustände bekannt. Dabei wird zwischen subjektiven und objektiven Wahrscheinlichkeiten unterschieden. Zur Berücksichtigung dieser beiden Aspekte wurden Entscheidungsregeln entwickelt.

Aufgrund der oft beträchtlichen Höhe des Investitionsvolumens sind kapitalintensive Investitionen mit einem erheblichen Risiko verbunden. Außerdem sind diese Investitionen durch ihre meist strategische Ausrichtung von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung des Unternehmens.

Der Unsicherheitsfaktor erhöht sich zusätzlich dadurch, dass es sich häufig um neuartige Problemstellung und der damit verbundenen geringen Erfahrung sowie um eine wachsende Prognoseproblematik aufgrund des wachsenden zeitlichen Horizonts handelt. Daher ist gerade für diese Investitionsprogramme eine möglichst umfassende Beurteilung als Entscheidungsbasis zur Verfügung zu stellen.

Ein Ansatz zur Bewältigung des Unsicherheitsproblems ist die sogenannte **Entscheidungstheorie**. Dabei erfolgt eine systematische Analyse von Wahlhandlungen

Die Auswirkungen einer Investition hängen zum einen von den verschiedenen Umweltzuständen ab, die eintreten können. Die Unsicherheit bezieht sich demnach darauf, welcher Umweltzustand eintritt. Für das Eintreten eines bestimmten Umweltzustandes gibt es bezüglich der Erwartungen des Entscheidungsträgers subjektive Wahrscheinlichkeiten. Ein weiterer Faktor sind die in Betracht kommenden Handlungsmöglichkeiten.

Zur Darstellung des Entscheidungsproblems werden die Handlungsmöglichkeiten und Umweltzustände in einer Matrix zusammengestellt. Ihre Kombination bestimmt das eintretende Ergebnis.

Ein Beispiel für solch eine Entscheidungsmatrix liefert die folgende Abbildung:

	s1	s2	s3	a1 ... a3	Handlungsalternativen
a1	10.000	5.000	4.000	s1 ... s3	Umweltzustände
a2	4.000	6.000	7.000	Zahlen	Ergebnisse
a3	12.000	8.000	0		

Skript: Kan2.3 Kapitalverwendung.doc

Abbildung : *Beispiel für eine Ergebnismatrix*

Zur Wahl der geeignetsten Handlungsalternative stehen verschiedene **Entscheidungsregeln** zur Verfügung. Diese sollen hier jedoch nur kurz erwähnt werden, auf eine ausführliche Erläuterung wird verzichtet.

Eine bekannte Regel ist die *Minimax-Regel*, bei der diejenige Handlungsalternative ausgewählt wird, bei der im Vergleich zu den übrigen Handlungsalternativen das schlechteste Ergebnis noch das beste ist. Eine weitere Entscheidungsregel stellt das *Bernoulli-Kriterium* dar. Hierbei wird die Handlungsalternative mit dem höchsten Erwartungsnutzen der möglichen Ergebnisse gewählt.

Aus der folgenden Übersicht gehen die verschiedenen Methoden zur Risikoberücksichtigung hervor:

Methoden zur Risikoberücksichtigung bei Investitionen

<ul style="list-style-type: none">• Praktiker- verfahren• Korrekturverfahren• Bandbreitenver- fahren• Amortisationszeit• Sensitivitätsanalyse	<ul style="list-style-type: none">• Theoretisch befrie- digende Verfahren• Risikoanalyse aufgrund von Wahrscheinlich- keiten• Entscheidungs- baumverfahren• Realloptionsansätze
--	---

Wir wollen an dieser Stelle einige dieser Verfahren kurz skizzieren.

a) **Korrekturverfahren und Amortisationszeit**

Die einfachste Möglichkeit stellen die *Korrekturverfahren* dar, bei denen in Abhängigkeit vom Grad der Unsicherheit Risikoauf- bzw. -abschläge bei Ermittlung der investitionsrechnerischen Kennzahlen vorgenommen werden. Diese Methode findet vor allem bei der Bestimmung des Kalkulationszinssatzes Anwendung.

Zunächst wollen wir ein Beispiel für die Amortisationszeit geben, deren Bestimmung auf der weiter oben beschriebenen Pay-off-Methode basiert.

Beispiel zur Pay-off-Methode							
Jahre	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	
	-120	50	40	30	20	10	
Statische Pay-off-M.							
		50	90	120	140	150	
Dynamische Pay-off-M.							
$i =$	10%	Abzfakt.	0,91	0,83	0,75	0,68	0,62
Barwerte			45,45	33,06	22,54	13,66	6,21
kumulierte Barwerte			45,45	78,51	101,05	114,71	120,92
Die dynamische Amortisationszeit ist die Zeit, bei der der Kapitalwert = 0 wird.							
D.h. die Zeit, die vergeht, bis der Investor die Anschaffungsauszahlung nebst							
Verzinsung wiedergewonnen hat.							

b) Sensitivitätsanalyse

Mit Hilfe einer **Sensitivitätsanalyse** können Risiko und unsichere Erwartungen in die Bewertung mit einfließen. Die Sensitivitätsanalyse findet jedoch nicht nur im Rahmen der Nutzwertanalyse statt. Sie untersucht den Wirkungszusammenhang zwischen Eingangsgrößen und Ergebnis.

- Durch *Ermittlung kritischer Werte* kann festgestellt werden, inwieweit die Variation bestimmter Inputgrößen Einfluss auf die Ergebnisse hat, d.h. wie weit z.B. ein Einflussfaktor schwanken darf, ohne dass das Ergebnis bestimmte Grenzen überschreitet.
- Bei der *Ergebnisänderungsrechnung* wird untersucht, wie sich das Ergebnis ändert, wenn eine oder mehrere Inputgrößen um eine bestimmte Abweichung variieren. Dabei erfolgt jeweils eine optimistische, realistische und pessimistische Einschätzung der eintretenden Umweltzustände.

Die Sensitivitätsanalyse gibt demnach die Empfindlichkeit des Ergebnisses einer Investitionsrechnung wieder und bildet damit die **Konsequenzen der Unsicherheit** verschiedener Einflussgrößen für den Investitionserfolg ab. Sie gewährt einen Einblick in die Struktur der Chancen und Risiken für Investitionen.

Im Falle der Nutzwertanalyse kann z.B. angeführt werden, inwieweit die Variation der Zielkriterien oder -gewichtungen Einfluss auf die Rangfolge der Investitionsalternativen hat.

Sensitivitätsanalyse : Zwei Fragestellungen

- **Verfahren der kritischen Werte:**
 - Wie weit dürfen Inputdaten variieren, ohne dass die Ergebnisgröße einen vorgegebenen Wert unter-/ überschreitet ?
- **Verfahren der Ergebnis-Änderungsrechnung:**
 - Wie ändert sich die Ergebnisgröße, wenn die Inputdaten im vorgegebenen Ausmaß von dem ursprünglichen Wertansatz variieren ?

Anhand eines einfachen Beispiels soll die Sensitivitätsanalyse erläutert werden:

Beispiel : Formeln für Sensitivität der statischen Rentabilität

$$r = [(p - k) * x - F] / KB \quad (\%)$$

$$KB = (I + I/N) / 2$$

$$p_{kr,w} = ((r_m * KB + F) / x) + k$$

$$x_{kr,w} = (r_m * KB + F) / (p - k)$$

$$k_{kr,w} = (r_m * KB + F) / x - p$$

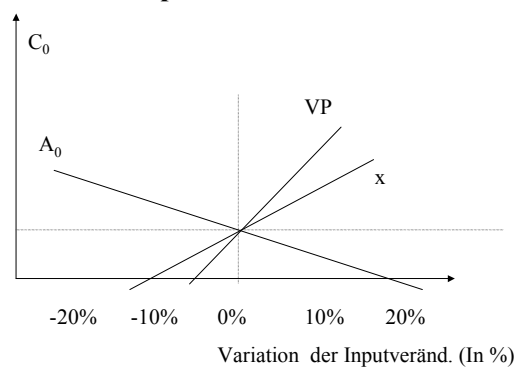
$$F_{kr,w} = ((p - k) * x) - (r_m * KB)$$

Quelle: CURTH, M./WEBER, B. PC-gestützte Managementtechniken, München-Wien 1987, S.212.

Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	
I. Plandaten	
Geplanter Absatzpreis	22,8
Geplante Absatzmenge	15000
Variable Stückkosten	16,5
Fixkosten	53000
Investitionsausgabe	252000
Nutzungsdauer	5
Gebundenes Kapital	151200
II. Rentabilität	
Zielrentabilität	18,00%
Erwartete Rentabilität	27,45%
III. Kritische Werte	
Kritischer Absatzpreis	21,85
Kritische Absatzmenge	12733
Kritische var. Stückkosten	17,45
Kritische Fixkosten	67284

Quelle: CURTH, M./WEIß, B. PC-gestützte Managementtechniken, München-Wien 1987, S.212.

Veränderung des Kapitalwerts bei Inputvariationen



Beurteilung der Sensitivitätsanalyse

Gibt gute und oft ausreichende Einblicke in der Struktur der Entscheidungsprobleme.
 Kann **Interdependenzen** zwischen den Input-Variablen kaum oder gar nicht erfassen (hier wären die funktionalen Abhängigkeiten zu ergründen).

c) Risikoanalyse

Bei der Risikoanalyse werden durch Simulation Wahrscheinlichkeitsverteilungen erzeugt, auf die dann die bekannten Entscheidungsregeln angewendet werden. Man kann z.B. den Erwartungswert eines Kapitalwertes oder eines internen Zinsfußes ermitteln, um zu prüfen, ob eine Investition vorteilhaft ist oder um zwischen mehreren Investitionsalternativen zu wählen. Aus den relevanten Informationen bezüglich der Inputgrößen wird eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für das Investitionsergebnis abgeleitet.

Dabei werden zunächst unsichere Inputgrößen ermittelt (z.B. Produktpreise, Absatzmengen) und Wahrscheinlichkeitsverteilungen für diese bestimmt. Gleichzeitig müssen stochastische Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Inputgrößen berücksichtigt werden. Durch Simulationen wird anschließend die Wahrscheinlichkeitsverteilung für das Ergebnis berechnet, analysiert und interpretiert. So kann für ein Investitionsobjekt ein Risikoprofil erstellt werden.

Risikoanalyse - Ziel

- Stellt den Übergang der unverbindlichen „what-if-Betrachtung“ der Sensitivitätsanalyse zur Verrechnung der unsicheren Erwartungen dar.
- **Ziel** besteht in der Ermittlung einer Verteilungsfunktion (Risikoprofil) des Kalkülzielwerts.
- Oft wird dafür die sog. **Monte-Carlo-Simulation** herangezogen.

Risikoanalyse - Ablauf

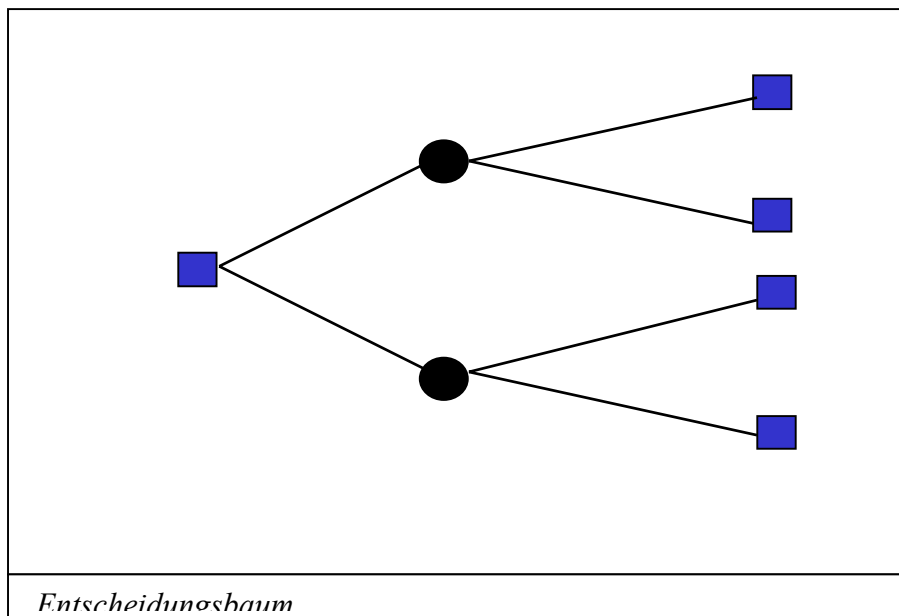
- Formulierung eines Entscheidungsmodells, insbesondere Festlegung der unsicheren Inputvariablen.
- Schätzung einer Wahrscheinlichkeitsverteilung für die unsicheren Variablen.
- Zuordnung und Erzeugung von Zufallszahlen für diese Variablen.
- Berechnung der Kapitalwerte für die so gewonnenen Konstellationen von Inputvariablen.
- Ermittlung der relativen Häufigkeiten des Kapitalwerts und der kumulierten rel. Häufigkeiten (= Risikoprofil).
- Überprüfung der Stabilität des Kapitalwert-Risikoprofils.
- Interpretation der Resultate.

d) Entscheidungsbaumverfahren

Eine flexible Investitionsplanung berücksichtigt die Möglichkeit, auf zukünftige Umweltzustände flexibel reagieren zu können. In die Bewertung einer Investitionsalternative fließt jeweils der Umweltzustand ein, bei dem der größte Zahlungsrückfluss erwartet wird. Ein Instrument dazu bildet das *Entscheidungsbaumverfahren*.

Investitionsentscheidungen werden häufig in mehreren Stufen getroffen. Dabei werden mögliche Umweltzustände, Eintrittswahrscheinlichkeiten und alle in Betracht kommenden zukünftigen

Alternativen berücksichtigt. Der sogenannte Entscheidungsbaum besteht aus Entscheidungsknoten, Ereignisknoten und Ergebnisknoten.



Der Entscheidungsbaum gibt einen Einblick in die Struktur der anstehenden Investitionsentscheidungen und trägt somit zur Transparenz des Entscheidungsprozesses bei. Er ist jedoch mit einem hohen Planungsaufwand verbunden, da alle eventuell eintretenden Umweltzustände und Wahrscheinlichkeiten einbezogen werden müssen. Der Einsatz erfolgt deshalb vor allem bei komplexen Investitionsprojekten mit einer langen Realisationsdauer.

Entscheidungsbaumverfahren

- Haben Bedeutung bei **mehrstufigen** Investitionsentscheidungen.
- **Mehrstufigkeit:** Mehrere zeitlich aufeinanderfolgende Entscheidungen, müssen gefällt werden, wobei Folgeentscheidungen die Vorteilhaftigkeit vorheriger Entscheidungen verändern können.
- Die Planung erfolgt mit dem **Roll-Back-Verfahren**.

Wie aus der obigen Abbildung ersichtlich, kann mit Hilfe des Entscheidungsbaumes der Planungsprozess klar und übersichtlich dargestellt werden. Die Ausgangssituation wird durch den

ersten Ereignisknoten dargestellt. Dem Unternehmer stehen zwei Entscheidungsmöglichkeiten zur Verfügung. Mit Hilfe geschätzter Wahrscheinlichkeiten lassen sich die durch die jeweilige Entscheidung eintretenden Konsequenzen ermitteln. Um sich für eine Investitionsalternative zu entscheiden, muss der Unternehmer die zur Auswahl stehenden Möglichkeiten mit den Eintrittswahrscheinlichkeiten gewichten.

Der erste Entscheidungsknoten bildet den Ausgangspunkt, also z.B. die betriebliche Entscheidung zur Einführung eines neuen Produktes. Dabei muss zwischen Eigen- und Fremdfertigung gewählt werden. Je nach Eintritt bestimmter Zufallsereignisse (Ereignisknoten, z.B. Steigerung oder Nachlassen der Nachfrage) müssen entsprechende Folgeentscheidungen getroffen werden. Die Zufallsereignisse treten jeweils mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten ein. Die Wahl der optimalen Investitionsalternative erfolgt im *Rollback-Verfahren* vom Prozessende her.

Vertiefende Literatur:

- Däumler, K.-D., Leitfaden zur Investitionsrechnung, Herne / Berlin 1990
Drosse, Volker, Investition. Intensivtraining, Wiesbaden 1999.
Hölscher, R. / Rücker, U.-C., Investitions-Controlling auf der Basis der Marktzinsmethode,
in: Controller-Magazin Heft 6/1996.
Jaspersen, T., Investition, München-Wien 1997.
Kruschwitz, L., Investitionsrechnung, 7. Auflage, München-Wien 1998
Olfert, K. , Investition, 6. Auflage, Ludwigshafen 1995
Olfert, K. / Reichel, C., Kompakt-Training Investition, Ludwigshafen 1999.
Rösgen, K., Investitionscontrolling, Frankfurt am Main 2000
Schmidt, R.H. / Terberger, E., Grundzüge der Investitions- und Finanzierungstheorie, 3. Auflage,
Wiesbaden 1996.
Swoboda, P., Investition und Finanzierung, 5. Auflage, Göttingen 1996.
Troßmann, E., Investition, Stuttgart 1998.