17. Kapitel: Die Investitionsplanung

Leitfragen des Kapitels:

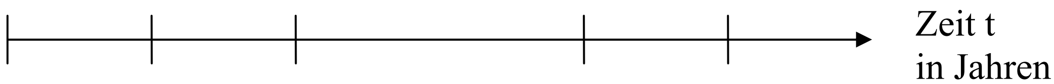
- Welche Typen von Investitionsobjekten gibt es?
- Wie lässt sich die Vorteilhaftigkeit eines Investitionsobjekts feststellen?
- Wie kann aus einer Reihe von Investitionsmöglichkeiten die günstigste herausgefunden werden?
- Wann ist für eine Maschine der optimale Ersatzzeitpunkt erreicht?
- Wie kann das Problem der Unsicherheit in der Investitionsplanung berücksichtigt werden?

Begriff der **Investition**:

Unter einer Investition versteht man die Anlage eines vorhandenen oder noch zu entleihenden Geldbetrages.

Charakterisierung der Investition durch die mit ihr verbundenen Zahlungsreihen:

A_0: Anschaffungsauszahlung
a_t: laufende jährliche Auszahlungen im t-ten Jahr
e_t: laufende jährliche Auszahlungen im t-ten Jahr
R: Liquidationserlös (Restwert)
n: Anzahl der Nutzungsjahre



0	1	2	n-1	n
$-A_0$	$-a_1$ $+e_1$	$-a_2$ $+e_2$	$-a_{n-1}$ $+e_{n-1}$	$-a_n$ $+e_n$ $+R$

Universität Passau, Lehrstuhl für Finanzierung
Josef Schosser, e-mail: josef.schosser@uni-passau.de

Investitionsarten:

- Sachinvestition (Geldanlage in Gebäuden, Grundstücken, Maschinen, Bildern usw.)
- Finanzinvestition (Wertpapiere, Sparbücher usw.)
- Immaterielle Investition (Forschung und Entwicklung, Aus- und Weiterbildung usw.)

Sachinvestitionen gliedern sich in

- Ersatzinvestitionen
- Erweiterungsinvestitionen

Bruttoinvestitionen = Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen

Nettoinvestitionen = Erweiterungsinvestitionen

Dynamische Investitionsplanungsverfahren:

Ausgangspunkt: Wert 1 € heute $\neq$ Wert 1 € in einem Jahr

K_0: heute verfügbarer Betrag
K_n: in n Jahren verfügbarer Betrag
i: zu Grunde gelegter Zinssatz je Jahr

$K_n = K_0\,(1+i)^n$ … Aufzinsung

$K_0 = \frac{K_n}{(1+i)^n}$ …Abzinsung

Fristigkeitsstruktur der Zinssätze:

Abhängigkeit des Zinssatzes von der vereinbarten Laufzeit

Fälle:

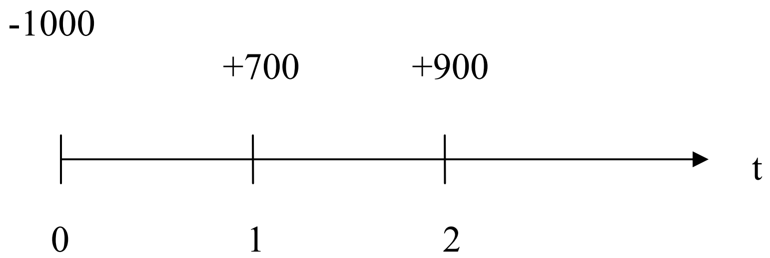
- Zinssätze für langfristige Engagements höher als Zinssätze für kurze Laufzeiten (normale Zinsstruktur)
- Zinssätze für lange Laufzeiten geringer als bei kurzen Laufzeiten (inverse Zinsstruktur)
- Zinssatz unabhängig von der Laufzeit (flache Zinsstruktur)
  → wird i. A. bei der Kapitalwertmethode unterstellt

Vorteilhaftigkeit eines einzelnen Investitionsobjekts: Die Kapitalwertmethode I

i: Kalkulationszinssatz: als notwendig angesehene Mindestverzinsung

Beispiel:

Zahlungsreihe eines Investitionsobjekts:



Kalkulationszinssatz: i=0,08 (8%)

$$\text{Ertragswert } E = \frac{700}{(1+0{,}08)^1} + \frac{900}{(1+0{,}08)^2}$$
$$= \frac{700}{1{,}08} + \frac{900}{1{,}1664} = 648 + 772 = 1420$$

Kapitalwert K = 1420 – 1000 = 420

K > 0 => Investition ist vorteilhaft

Allgemeine Darstellung:

$$E = \frac{e_1 - a_1}{(1+i)^1} + \frac{e_2 - a_2}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{e_n - a_n}{(1+i)^n} + \frac{R}{(1+i)^n}$$

$K = E - A_0$

Vorteilhaftigkeit eines einzelnen Investitionsobjekts: Die Kapitalwertmethode II

Nettoeinzahlungen am Ende jeden Jahres gleich groß: $e_t - a_t = c$
⇨ Vereinfachung ist möglich

$$E = \frac{c}{(1+i)^1} + \frac{c}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{c}{(1+i)^n}$$

mit q = (1+i) :

$$E = cq^{-1} + cq^{-2} + ... + cq^{-n} = c(q^{-1} + q^{-2} + ... + q^{-n})$$

$$Eq = qc(q^{-1} + q^{-2} + ... + q^{-n}) = c(1 + q^{-1} + \cdots + q^{-n+1})$$

$$Eq - E = c(1 - q^{-n})$$

$$E(q-1) = c(1 - q^{-n})$$

$$E = c\frac{1 - q^{-n}}{q-1}$$

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

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

$$= c\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$ d. h. c * Rentenbarwertfaktor

$$=> E = c\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} + \frac{R}{(1+i)^n}$$

$$K = E - A_0$$

Vorteilhaftigkeit eines einzelnen Investitionsobjekts: Die Kapitalwertmethode III

„ewige Rente“ von c

$$E = \frac{c}{i}$$

$$K = E - A_0$$

Schritte bei der Anwendung der Kapitalwertmethode:

a) Bestimmung des – subjektiven – Kalkulationszinssatzes des Investors
b) Ermittlung des Ertragswertes: Abzinsung der Zahlungen auf den Investitionszeitpunkt bei Anwendung des Kalkulationszinssatzes
c) Ermittlung des Kapitalwertes:
   Ertragswert – Anschaffungsauszahlung
d) Prüfung der Vorteilhaftigkeit des Investitionsobjekts:
   Positiver Kapitalwert bedeutet Vorteilhaftigkeit
   Negativer Kapitalwert bedeutet Unvorteilhaftigkeit

Universität Passau, Lehrstuhl für Finanzierung
Josef Schosser, e-mail: josef.schosser@uni-passau.de

Vorteilhaftigkeit eines einzelnen Investitionsobjekts: Die Methode des internen Zinssatzes

Interner Zinssatz: effektive Verzinsung eines Investitionsobjekts

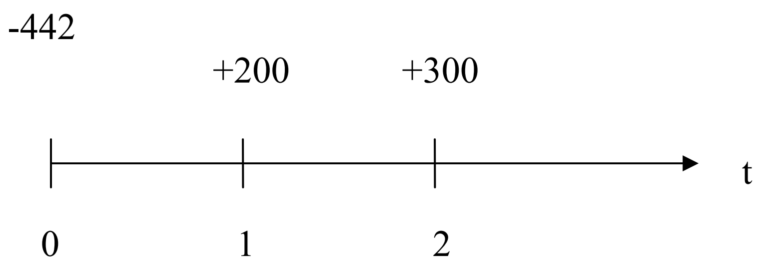
Interner Zinssatz > Kalkulationszins des Investors
→ Investition vorteilhaft

Interner Zinssatz < Kalkulationszinssatz des Investors
→ Investition unvorteilhaft

Interner Zinssatz = Kalkulationszins, bei dem Kapitalwert der Investition genau Null wird.

Beispiel:

Zahlungsreihe eines Investitionsobjekts:



Abzinsung der Einzahlungen zu 8 %:

$$E = \frac{200}{(1+0{,}08)^1} + \frac{300}{(1+0{,}08)^2} = 185 + 247 = 442$$

K = 442 – 442 = 0

⇨ interner Zinssatz = 8 %

Universität Passau, Lehrstuhl für Finanzierung
Josef Schosser, e-mail: josef.schosser@uni-passau.de

Vorteilhaftigkeit eines einzelnen Investitionsobjekts: Die Annuitätenmethode I

Wie bekannt gilt für den Kapitalwert einer Investition ohne Restwert (R=0) mit konstanten jährlichen Nettoeinzahlungen:

$$K = c\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} - A_0$$

Mit K = 0 folgt:

$$\bar{c} = A_0 \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$\bar{c}$… Annuität: Nettoeinzahlung, die im Durchschnitt jedes Jahr erzielt werden muss, damit exakt die Anschaffungsauszahlung A_0 und eine Verzinsung i in den n Nutzungsjahren verdient wird.

$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ … Annuitätenfaktor, Kapitalwiedergewinnungsfaktor

Beispiel: Die Kosten eines Wohnhauses betragen 1,5 Mio. €. Wie hoch müssen im Durchschnitt die jährlichen Netto-Mieteinnahmen sein, damit bei einem Kalkulationszinssatz von 5 % die Anschaffungsauszahlung in 30 Jahren verdient werden kann?

$$\bar{c} = 1500000\frac{0,05(1+0,05)^{30}}{(1+0,05)^{30} - 1} = 1500000 * 0,06505 = 97575$$

Tilgungsplan:

Ende des Jahres	Zinsen (5 %)	Tilgung	Annuität	Restwert
0	-	-	-	1500000
1	75000	22575	97575	1477425
2	73871	23704	97575	1453721
3	72686	24889	97575	1428832
…	...	...	...	...

Vorteilhaftigkeit eines einzelnen Investitionsobjekts: Die Annuitätenmethode II

Anstelle der exakten Methode wird gelegentlich eine vereinfachte „Praxis“-Methode verwendet:

$$
\begin{aligned}
\hat{c} &= \frac{A_0}{n} + \frac{A_0}{2} i \\
&= \frac{1500000}{30} + \frac{1500000}{2} 0{,}05 \\
&= 50000 + 37500 = 87500 \\
&\neq 97575
\end{aligned}
$$

Annuität < erwartete jährliche Nettoeinzahlung
⇨ Investition vorteilhaft
Annuität > erwartete jährliche Nettoeinzahlung
⇨ Investition unvorteilhaft

Die Höhe der Annuität wird wesentlich vom Kalkulationszins des Investors mitbestimmt: Eine Erhöhung des Zinssatzes vergrößert die Annuität.

Vorteilhaftigkeit eines einzelnen Investitionsobjekts: Die Amortisationsdauer (Pay-off-Methode)

Anwendungsfall: Probleme bei der Schätzung der Zahlungen aus dem Investitionsobjekt in den späteren Perioden

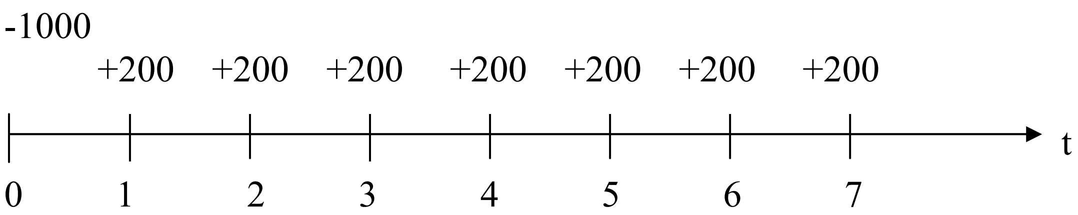
Amortisationsdauer: Zeitdauer, in der ein Investitionsobjekt seine Anschaffungsauszahlung verdient

Ist-Amortisationsdauer < Soll-Amortisationsdauer (als angemessen betrachtete Zeitspanne) => Investition wird durchgeführt

Ist-Amortisationsdauer > Soll-Amortisationsdauer => Investition wird nicht durchgeführt

Beispiel:

Zahlungsreihe eines Investitionsobjekts:



⇨ Ist-Amortisationsdauer = 5 Jahre

Kritik:

- Erfasst nicht den Gesamtwert einer Investition
- Datenunsicherheit könnte mit Hilfe von Sensitivitäts-analysen berücksichtigt werden

Universität Passau, Lehrstuhl für Finanzierung
Josef Schosser, e-mail: josef.schosser@uni-passau.de

Vorteilhaftigkeitsvergleich mehrerer Investitionsobjekte: Die Horizontwertmethode I

Beispiel:
Zahlungsreihen zweier Investitionsobjekte, die sich in der Höhe der Anschaffungsauszahlung und der Länge der Laufzeit unterscheiden:

t	0	1	2	3	4
I_1:	-10				+20
I_2:	-5	+10			

Annahmen: Investor hat 10 € zur Verfügung und will bis t=4 anlegen!
Anlagezins bei der Bank: i=0,08

⇨ Ergänzung der Zahlungsreihen der Alternativen, um die Alternativen vergleichbar zu machen.

t	0	1	2	3	4
I_1:	-10				+20
I_2:	-5	+10			
	-5	-10			+X

$X = 5\,(1{,}08)^4 + 10\,(1{,}08)^3 = 19{,}40$

Falls $X > 20 \Rightarrow I_2$ ist vorteilhafter (relative Vorteilhaftigkeit)
Falls $X < 20 \Rightarrow I_1$ ist vorteilhafter (relative Vorteilhaftigkeit)

Zusätzlich: Überprüfung der absoluten Vorteilhaftigkeit der besten Alternative durch Kapitalwert-Methode oder interne Zinssatz-Methode.

Vorteilhaftigkeitsvergleich mehrerer Investitionsobjekte: Die Horizontwertmethode II

Beispiel: Zwei Investitionsobjekte

	0	1	2
I_1:	-50	+80	
I_2:	-100	+70	+60

Sollzins = 8 %, Habenzins = 6 %
Eigenkapital des Investors = 50, Anlagezeitraum = 2 Jahre, subjektiver Kalkulationszinssatz = 10 %

Lösung:

	0	1	2
I_1:	-50	+80	
		-80	$+X_1$
I_2:	-100	+70	+60
	+50	-70	$+X_2$

$X_1 = 80\ (1{,}06) = 84{,}80$
$X_2 = [70-50*1{,}08]\ 1{,}06 = 16{,}96$

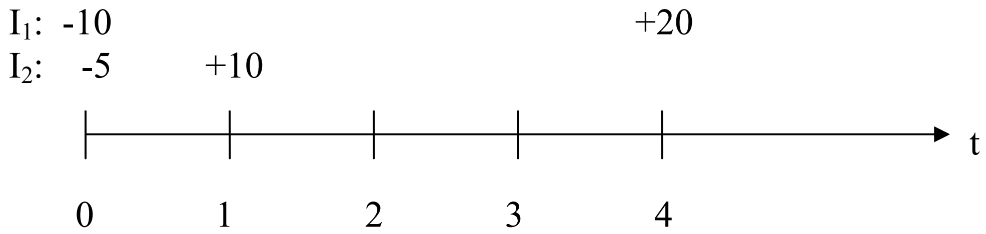
84,80 versus 60 + 16,96
=> Investitionsobjekt I_1 ist vorteilhafter.

Absolute Vorteilhaftigkeit:

$$E = \frac{84{,}80}{1{,}1^2} = 70{,}08 \qquad K = 70{,}08 - 50 = 20{,}08 > 0$$

Vorteilhaftigkeitsvergleich mehrerer Investitionsobjekte: Die Problematik des Kapitalwertvergleichs

Beispiel: Zwei Investitionsobjekte



Kalkulationszinssatz = 10 %

$$K_1 = \frac{20}{1{,}1^4} - 10 = 3{,}66$$

$$K_2 = \frac{10}{1{,}1} - 5 = 4{,}09$$

Jedoch:

- Unterschiedlicher Anlagebetrag
- Unterschiedliche Laufzeit

⇨ Ergänzung erforderlich (Horizontwertmethode)

⇨ Ergänzungsinvestition nur dann Kapitalwert-neutral, wenn Sollzins = Habenzins = (subjektiver) Kalkulationszins

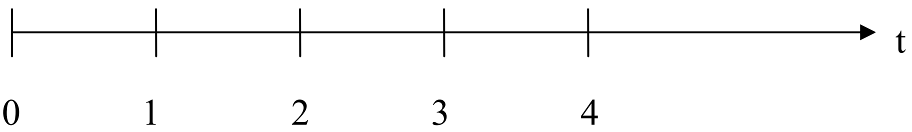
⇨ Praktisch sehr geringe Anwendbarkeit

Universität Passau, Lehrstuhl für Finanzierung
Josef Schosser, e-mail: josef.schosser@uni-passau.de

Vorteilhaftigkeitsvergleich mehrerer Investitionsobjekte: Die Unmöglichkeit des Vergleichs der internen Zinssätze

Beispiel: Zwei Investitionsobjekte

I_1: -10 +20
I_2: -5 +10



K = 0 => E = A_0

$$10 = \frac{20}{(1+r)^4} \quad ; \qquad r = 18{,}9\ \%\ \text{für}\ I_1$$

$$5 = \frac{10}{(1+r)^1} \quad ; \qquad r = 100\ \%\ \text{für}\ I_2$$

Kritik: Vernachlässigung unterschiedlicher Anlagebeträge und unterschiedlicher Laufzeiten

Ergebnis nur dann richtig, wenn

Interner Zinssatz = Sollzins = Habenzins

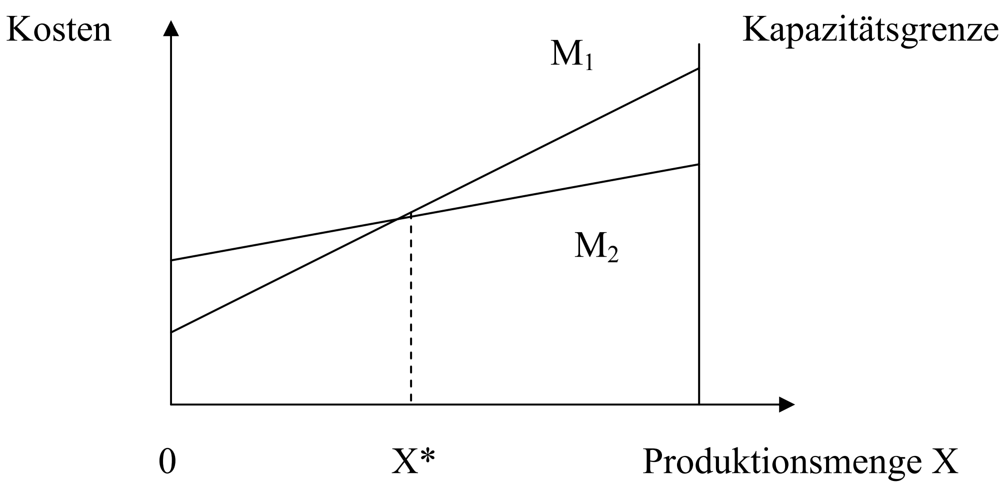
Universität Passau, Lehrstuhl für Finanzierung
Josef Schosser, e-mail: josef.schosser@uni-passau.de

Vorteilhaftigkeitsvergleich mehrerer Investitionsobjekte: Die Kostenvergleichsmethode

Knüpft an Kosten, nicht an (Ein- und Aus-)Zahlungsreihen an!

Fixe Kosten: Entstehen unabhängig von der Produktionsmenge

Variable Kosten: Umso höher, je mehr produziert wird



⇨ In Abhängigkeit von der Produktionsmenge können Verfahrensempfehlungen gegeben werden

Kritik:

- Mögliche Veränderungen der Kostenverläufe in den Folgeperioden
- Mögliche Veränderungen der Absatzmengen in den Folgeperioden
- Allgemein: statisches Verfahren, d. h. keine Veränderung der Rahmenbedingungen

Vorteilhaftigkeitsvergleich mehrerer Investitionsobjekte: Die Rentabilitätsrechnung

Berechnung der jährlichen Rentabilität:

$$R = \frac{\text{Jahresgewinn}}{\text{investiertesKapital}}$$

Alternativenauswahl: Wähle die Investition, die die größte Rentabilitätskennziffer hat!

Kritik:

- Annahme eines gleichbleibenden Jahresgewinns
- Zuordnung des Jahresgewinns zu bestimmten Investitionsobjekten schwierig
- Bei konstantem Investitionsbetrag A_0 entspricht R nur dann dem internen Zinssatz, wenn der Jahresgewinn als ewige Rente angenommen werden kann

Die Bestimmung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer und des optimalen Ersatzzeitpunkts I

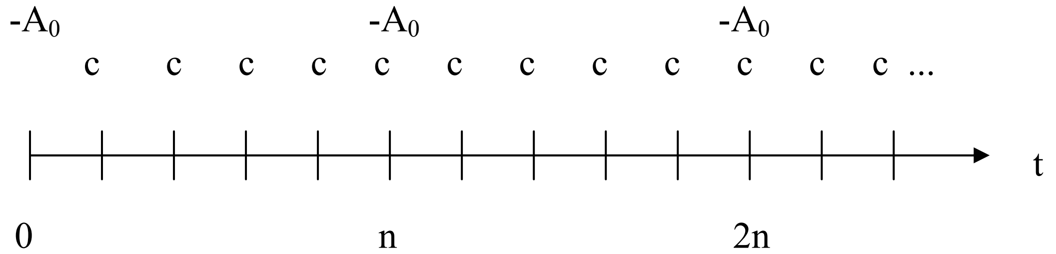
Die wirtschaftliche Nutzungsdauer ist noch nicht erreicht, wenn es sich lohnt, eine Anlage ein weiteres Jahr (n+1) zu nutzen:

- Verkauf nach n Jahren: Restwert R_n wird angelegt
  → am Ende des Jahres n+1 : $R_n (1+i)$
- Nutzung über n+1 Jahre
  → Nettoeinzahlungen c_{n+1} + Restwert R_{n+1}

⇨ zeitlicher Grenzgewinn

$G_{n+1} = c_{n+1} + R_{n+1} – R_n (1+i)$
$G_{n+1} > 0$: Weiterverwendung in Periode n+1
$G_{n+1} < 0$: Liquidation am Ende der Periode n

Investitionskette: Abfolge identischer Anlageinvestitionen mit einer jeweiligen Nutzungsdauer von n Jahren



Josef Schosser, e-mail: josef.schosser@uni-passau.de

Die Bestimmung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer und des optimalen Ersatzzeitpunkts II

Umrechnung des Kapitalwerts einer Investitionskette in eine ewige Rente (zeitlicher Durchschnittsgewinn)

$$\hat{K} = \frac{K * \text{Kapitalwiedergewinnungsfaktor}}{i}$$

$$\text{mit } K = c\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} - A_0$$

$$\begin{aligned} K * KWF &= [c\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} - A_0] * KWF \\ &= c - A_0 KWF \\ &= c - \overline{c} \end{aligned}$$

… gleichmäßige jährliche Nettoeinzahlung – wiederkehrende Anschaffungsauszahlungen

Optimaler Ersatzzeitpunkt:

G_{n+1} > K * KWF => Weiternutzung sinnvoll

G_{n+1} < K * KWF => Start der neuen Investitionskette

(zeitlicher Grenzgewinn vs. zeitlicher Durchschnittsgewinn)

Die Bestimmung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer und des optimalen Ersatzzeitpunkts III

Beispiel:

Taxiunternehmer: Weiternutzung des alten Taxis oder Anschaffung eines neuen?

$c_{n+1} = 25000$
$R_n = 20000$ $R_{n+1} = 10000$
$A_0 = 60000$ ND = 6 Jahre $R = 0$
$c_{n+1}^* = 30000$
$i = 10\ \% = 0{,}1$

Zeitlicher Grenzgewinn:

$G_{n+1} = 25000 + 10000 – 20000 * 1{,}1 = 13000$

Zeitlicher Durchschnittsgewinn:

$K*KWF = 30000 – 60000 * 0{,}2296 = 16224$

=> Es ist sinnvoll, das alte Taxi durch ein neues zu ersetzen.

Zum Problem der Unsicherheit in der Investitionsplanung I

Problem: mangelhafte Schätzbarkeit weiter in der Zukunft liegender Zahlungen

Korrektur der Einflussgrößen durch Risikozu- und –abschläge („Sensitivitätsanalyse“):
- Erhöhung des Kalkulationszinssatzes
- Verringerung der jährlichen Nettoeinzahlungen
- Verringerung der Anzahl der Nutzungsjahre

Dem Investitionsobjekt inhärentes Risiko versus Risiko durch wirtschaftliche Rahmenbedingungen.

Beispiel: Unsichere konjunkturelle Entwicklung

Gegeben: Wahrscheinlichkeitsverteilung der Horizontwerte

	Eintrittswahrscheinlichkeit		
	w_1=0,2	w_2=0,6	w_3=0,2
I_1	400	500	600
I_2	0	500	1000

Erwartungswert-Kriterium (μ -Kriterium):

$\mu_1 = 400 * 0{,}2 + 500 * 0{,}6 + 600 * 0{,}2 = 500$
$\mu_2 = 0 * 0{,}2 + 500 * 0{,}6 + 1000 * 0{,}2 = 500$

Beide Investitionsobjekte gleich vorteilhaft.

Zum Problem der Unsicherheit in der Investitionsplanung II

Erwartungswert/Streuungs-Kritierium (μ σ -Kriterium):

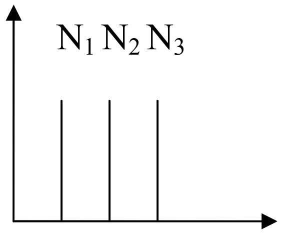
$\sigma_1^2 = (400-500)^2*0,2 + (500-500)^2*0,6 + (600-500)^2*0,2$
$= 4000$ (Varianz)
$\sigma_1 = 63$ (Standardabweichung)

$\sigma_2^2 = (0-500)^2*0,2 + (500-500)^2*0,6 + (1000-500)^2*0,2$
$= 100000$ (Varianz)
$\sigma_2 = 316$ (Standardabweichung)

Risikoneutraler Investor: Indifferenz zwischen I_1 und I_2
Risikoscheuer Investor: Vorzug für I_1
Risikofreudiger Investor: Vorzug für I_2

Veranschaulichung durch Indifferenzkurven ($N_1 < N_2 < N_3$):

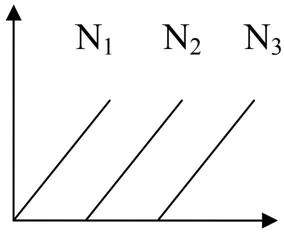
Streuung (σ)



risikoneutraler Investor

Erwartungswert (μ)

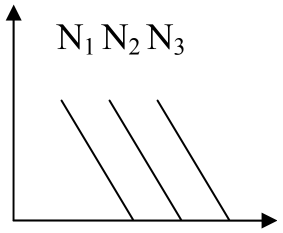
Streuung (σ)



risikoscheuer Investor

Erwartungswert (μ)

Streuung (σ)



risikofreudiger Investor

Erwartungswert (μ)

Universität Passau, Lehrstuhl für Finanzierung
Josef Schosser, e-mail: josef.schosser@uni-passau.de