



Prof. Dr. Arnd Wiedemann

Investitionstheorie



Sommersemester 2017

Gliederung

1. Einführung in die Bewertung risikobehafteter Investitionen: vom Kapitalwertmodell für Einzelinvestitionen zum Unternehmenswertmodell
2. State Preference-Modell
3. Erwartungswert-Varianz-Prinzip
4. Theorie der Portfolio Selection
5. Capital Asset Pricing Model
6. Klassisches Entscheidungsbaumverfahren
7. Stochastisches Entscheidungsbaumverfahren
8. Anwendungsbeispiel zur Bewertung risikobehafteter Investitionsprojekte im Kontext einer wertorientierten Unternehmensführung

Basisliteratur

Nöll, Boris / Wiedemann, Arnd (2008): Investitionsrechnung unter Unsicherheit - Wertorientierte Analyse von Investitionen mit Rendite-/Risiko-Kalkülen, München.



Weitere Lehrbücher zur Investitions- und Finanzierungstheorie

- Bodie, Zvi / Kane, Alex / Marcus, Alan J. (2008):** Investments, 8. Auflage, Boston et al.
- Copeland, Thomas E. / Weston, Fred J. / Shastri, Kuldeep (2008):** Financial Theory and Corporate Policy, 4. Auflage (Nachdr.), Boston et al.
- Kruschwitz, Lutz (2008):** Investitionsrechnung, 12. Auflage, München.
- Rosenkranz, Friedrich / Missler-Behr, Magdalena (2005):** Unternehmensrisiken erkennen und managen, Berlin et al. (als e-Ressource in der UB vorhanden).
- Schmidt, Reinhard H. / Terberger, Eva (2006):** Grundzüge der Investitions- und Finanzierungstheorie, 4. aktualisierte Auflage (Nachdr.), Wiesbaden.
- Sharpe, William F. / Alexander, Gordon J. / Bailey, Jeffery V. (1999):** Investments, 6. Auflage, Upper Saddle River et al.
- Trautmann, Siegfried (2007):** Investitionen, 2. Auflage, Berlin et al. (als e-Ressource in der UB vorhanden).

Gliederung

1. Einführung in die Bewertung risikobehafteter Investitionen: vom Kapitalwertmodell für Einzelinvestitionen zum Unternehmenswertmodell
2. State Preference-Modell
3. Erwartungswert-Varianz-Prinzip
4. Theorie der Portfolio Selection
5. Capital Asset Pricing Model
6. Klassisches Entscheidungsbaumverfahren
7. Stochastisches Entscheidungsbaumverfahren
8. Anwendungsbeispiel zur Bewertung risikobehafteter Investitionsprojekte im Kontext einer wertorientierten Unternehmensführung

Investitionen in der neoklassischen Sichtweise

- ▶ Ausgangspunkt: Investieren ist eine unternehmerische Tätigkeit, bei der ein Investor eine heutige sichere Auszahlung gegen eine Abfolge zukünftiger unsicherer Einzahlungen eintauscht (zahlungsstromorientierte Betrachtung).
Ziel: Erhöhung des Konsumstroms des Investors
- ▶ Merkmale von Investitionen:
 1. **Mehrperiodigkeit:** Investitionen bzw. die aus ihnen resultierenden Zahlungsströme betreffen i.d.R. nicht nur eine, sondern mehrere zukünftige Perioden. Die Erhöhung des Konsumstromes stellt sich oft erst im Zeitablauf ein \Rightarrow der Zeitwert des Geldes ist zu beachten.
 2. **Unsicherheit:** Der Erfolg oder Misserfolg einer Investition ist abhängig von zukünftigen, unsicheren Umweltzuständen und Rahmenbedingungen (\Rightarrow unmittelbare Folge der mehrperiodischen Sichtweise). Mit zunehmender Nutzungsdauer einer Investition nimmt diese Unsicherheit immer weiter zu.
 3. **Irreversibilität:** Einmal getroffene Investitionsentscheidungen können zwar rückgängig gemacht werden, dieser Vorgang ist jedoch häufig mit Einbußen in Bezug auf die erwarteten Einzahlungsüberschüsse oder sogar mit Auszahlungen verbunden. Damit sind die „Kosten“ der vorzeitigen Beendigung eines Investitionsprojektes faktisch in vielen Fällen prohibitiv hoch.
 4. **Interdependenz:** Unternehmen vereinen eine Vielzahl von Einzelinvestitionen in sich, deren Zahlungsströme sich in gegenseitiger Abhängigkeit befinden. Dadurch ergeben sich Probleme bei der genauen, verursachungsgerechten Zuordnung von Ein- und Auszahlungen zu einzelnen Investitionsobjekten.

Finanzierung in der neoklassischen Sichtweise

- Eine Finanzierung ist ein Zahlungsstrom, der mit einer sicheren Einzahlung für den Investor beginnt. Daran schließt sich eine Abfolge von Auszahlungen (Zins und Tilgung) an.
- Investition und Finanzierung bilden die zwei Seiten einer Medaille.

	Eigenkapital	Fremdkapital
Haftung	mindestens in Höhe der Einlage, u.U. auch mit dem gesamten Privatvermögen	keine Haftung
Ertragsanteil	Residualanspruch, volle Teilhabe an Gewinn und Verlust	vertraglich fixierter Anspruch auf Zinszahlung
Vermögensanspruch	Quotenanspruch, wenn Liquidationserlös > Schulden	Anspruch auf Tilgung
Laufzeit	unbegrenzt	zeitlich begrenzt
steuerliche Auswirkung	Gewinn unterliegt der Besteuerung	Zins ist Aufwand in der GuV (steuerliche Absetzbarkeit)

- Zwischen klassischer Eigen- und Fremdfinanzierung existiert ein Kontinuum an Mischformen. Im Weiteren werden ausschließlich die klassischen Formen betrachtet.

Kapitalwertberechnung bei sicheren Erwartungen

➤ Betrachtet sei folgende Zahlungsreihe einer Investition:

	t = 0	t = 1	t = 2	t = 3
Zahlungsreihe der Investition	-1.000,00	700,00	500,00	300,00
	648,15 ←	· 1,08 ⁻¹		
	428,67 ←	· 1,08 ⁻²		
	238,15 ←	· 1,08 ⁻³		
Kapitalwert	314,97			

➤ Annahmen:

- Die Einzahlungsüberschüsse der Investition sind sicher.
- Der risikolose Zins am Geld- und Kapitalmarkt liegt bei 8 % p.a. für alle Laufzeiten.

➤ Der Kapitalwert entspricht bei sicheren Einzahlungsüberschüssen der sicheren barwertigen Vermögensmehrung des Investors bei Durchführung der Investition.

➤ Die Durchführung einer Investition ist vorteilhaft, wenn sie einen positiven Kapitalwert besitzt.

Bei sicheren Rückflüssen besteht kein Unterschied zwischen Eigen- und Fremdfinanzierung

- Die Kapitalwertformel bei sicheren Rückflüssen lässt sich darstellen als:

$$C_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{E_t - A_t}{(1 + r_f)^t}$$

mit: I_0 : Auszahlungsbetrag in $t=0$
 r_f : risikoloser Zins
 E_t : Einzahlung in t
 A_t : Auszahlung in t
 T : Laufzeit

- Die von den Kapitalgebern geforderte Mindestverzinsung für das Investitionsobjekt entspricht genau dem risikolosen Zinssatz \Rightarrow Grund: eine risikolose Geldanlage ist die geeignete Vergleichsanlage (= Opportunität) für ein ebenfalls risikoloses (Real-) Investitionsobjekt.
- Aufgrund der sicheren Vereinnahmung des Kapitalwertes tragen weder Eigen- noch Fremdkapitalgeber ein Risiko \Rightarrow Folge: beide verlangen eine identische Mindestrendite in Höhe des risikolosen Zinssatzes.
- Bei sicheren Rückflüssen gilt:

Mindestforderung der Eigenkapitalgeber = Mindestforderung der Fremdkapitalgeber
= risikoloser Zinssatz

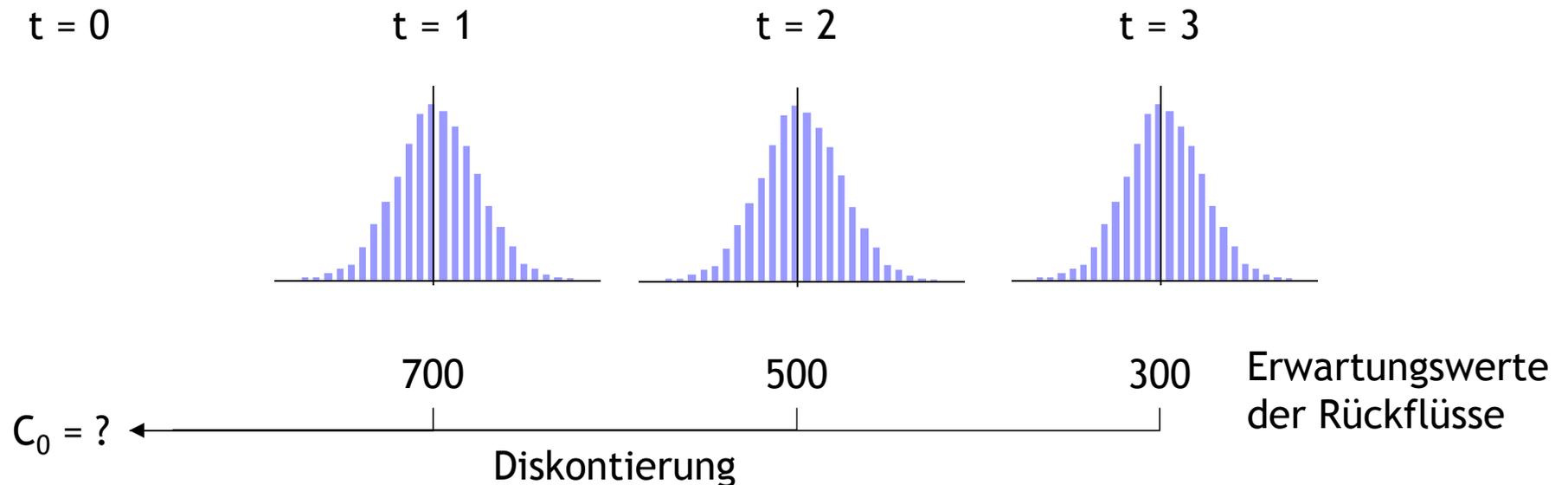
Kapitalwert bei sicheren Rückflüssen und gemischter Eigen- und Fremdfinanzierung

- Annahme: die Anschaffungsauszahlung wird i.H.v. 60 % fremdfinanziert.

	t = 0	t = 1	t = 2	t = 3
Zahlungsreihe der Investition	-1.000,00	700,00	500,00	300,00
Zahlungsreihe der Fremdfinanzierung	+ 600,00	- 48,00	- 48,00	- 648,00
Zahlungsreihe der Eigenkapitalgeber (Residuum)	- 400,00	652,00	452,00	-348,00
	714,97	←		
	314,97			

- Unabhängig von der Höhe des Fremdkapitalanteils an der gesamten Finanzierung des Investitionsobjektes fällt dem Investor (Eigenkapitalgeber) immer der Kapitalwert zu.
- Bei sicheren Rückflüssen spielt es keine Rolle, dass Eigen- und Fremdkapitalgeber de jure unterschiedliche Haftungs- und Vergütungsansprüche besitzen.
- Fremdkapitalgeber: vertraglich fixierter Zins- und Tilgungsanspruch vorrangig vor Zahlungen an die Eigenkapitalgeber.
- Eigenkapitalgeber: residualer Gewinnanspruch nach Bedienung der Fremdkapitalgeber.

Tatsächlich sind die Zahlungsüberschüsse einer Investition aber unsicher

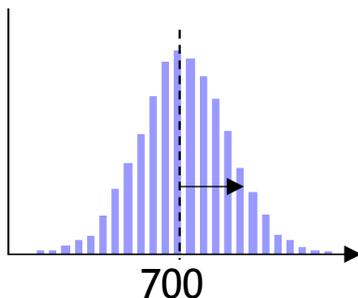


- Für den Fall unsicherer Rückflüsse lassen sich die Einzahlungsüberschüsse der einzelnen Perioden als Verteilungen darstellen.
- Eine Diskontierung mit dem risikolosen Zinssatz ist nicht mehr zulässig, da eine risikolose Anlage keine geeignete Opportunität für risikobehaftete Zahlungsüberschüsse darstellt.

Die Verdichtung unsicherer Rückflüsse auf den Erwartungswert unterstellt Risikoneutralität

$$\text{sicher: } C_0 = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{E_t - A_t}{(1+r_f)^t} \qquad \text{unsicher: } E(\tilde{C}_0) = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{E(\tilde{E}_t - \tilde{A}_t)}{(1+r_f + \text{Risikoprämie})^t}$$

- Beim Übergang auf unsichere Rückflüsse werden im Zähler der Kapitalwertformel Erwartungswerte verwendet. ⇒ Folge: Der sich ergebende Kapitalwert ist ebenfalls ein Erwartungswert.
- Der Erwartungswert ist aber nur ein Parameter der Verteilung der Zahlungsüberschüsse. Alle weiteren in der Verteilung enthaltenen Informationen gehen bei einer Fokussierung auf den Erwartungswert verloren.
- Beispiel für den Zahlungsüberschuss des ersten Jahres:

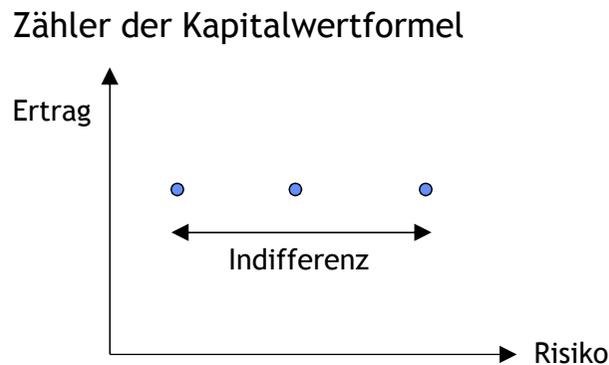


- der Erwartungswert trifft keine Aussage über die Streuung (Varianz) der Zahlungsüberschüsse der Periode,
- auch Momente höherer Ordnung wie Schiefe oder Kurtosis sind bei alleiniger Verwendung des Erwartungswertes nicht zu erkennen.

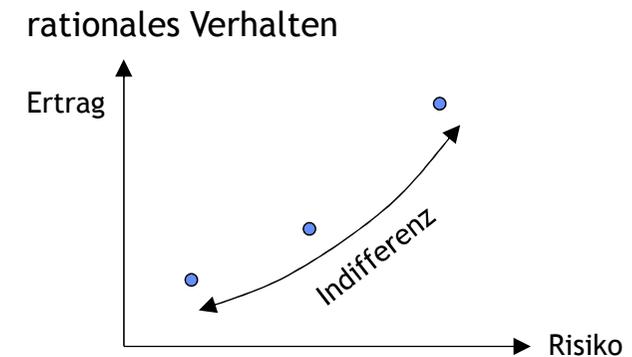
- Obwohl die Höhe der Rückflüsse unsicher ist, werden sie auf einen einzelnen Wert verdichtet, der von jeglicher Unsicherheit abstrahiert. ⇒ Der Zähler der Kapitalwertformel unterstellt einen risikoneutralen Investor.

Risikoneutralität ist mit dem Verhalten eines rationalen Investors nicht zu vereinbaren

- Rationale Investoren vergleichen verschiedene Investitionsalternativen auf der Grundlage von Rendite-/Risiko-Gesichtspunkten.
- Dabei verhalten sich Investoren risikoscheu: von zwei Investitionsalternativen mit identischem erwarteten Ertrag aber unterschiedlichem Risiko wird diejenige Alternative mit dem geringeren Risiko ausgewählt.
- Die im Zähler vorgenommene Fokussierung auf den erwarteten Einzahlungsüberschuss unterstellt hingegen Risikoneutralität, d. h. Auswahlentscheidungen werden ausschließlich unter Rendite-, nicht aber unter Risikogesichtspunkten getroffen.



alle drei Investitionen sind gleichwertig bei alleiniger Betrachtung der Rendite (Risikoneutralität)

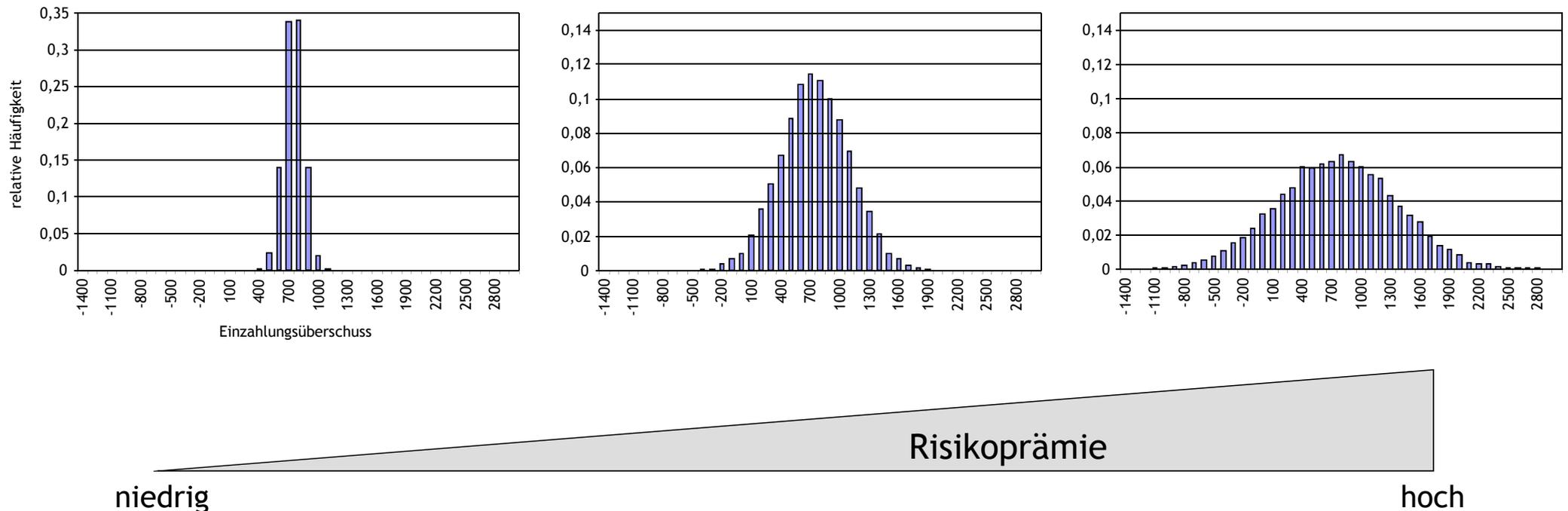


ein rationaler Investor verlangt für zusätzliches Risiko auch ein Mehr an Rendite

- Das tatsächliche Verhalten der Investoren wird außer Acht gelassen, wenn lediglich eine Korrektur der Zählergröße der Kapitalwertformel vorgenommen wird.

Einpreisung der Risikoaversion in den Kapitalkostensatz

- ➔ Da die Unsicherheit der Rückflüsse im Zähler der Kapitalwertformel nicht erfasst wird, muss sie durch eine Risikoprämie im Diskontierungszinssatz abgebildet werden.



- ➔ Alle drei Cash Flow-Verteilungen besitzen einen identischen Erwartungswert (identische Zählergröße in der Kapitalwertformel).
- ➔ Sie unterscheiden sich jedoch stark in der Schwankungsbreite (unterschiedlich hohe Unsicherheit).

Kapitalwertformel bei vollständiger Eigenfinanzierung und unsicheren Rückflüssen

$$E(\tilde{C}_0) = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{E(\overline{FCF}_t)}{(1+r_{EK})^t} \quad \text{mit } r_{EK} : \text{risikoadjustierte Renditeforderung der Eigenkapitalgeber}$$

$$r_{EK} = r_f + \text{Risikoprämie}$$

- Die bisher als erwartete Einzahlungsüberschüsse bezeichnete Zählergröße erfährt eine inhaltliche Konkretisierung in Form der erwarteten Free Cash Flows (FCF).
- Der Kalkulationszinssatz als risikoadjustierte Renditeforderung setzt sich zusammen aus dem risikolosen Zinssatz und einer für die betrachtete Investition spezifischen Risikoprämie.
- Der Nenner der Kapitalwertformel erfüllt damit zwei Funktionen:
 1. Berücksichtigung des Zeitwertes des Geldes,
 2. Einbezug der Risikoaversion der Investoren.
- Durch einen Anstieg der Risikoprämie im Diskontierungsfaktor wird dem Anstieg der Unsicherheit der Einzahlungsüberschüsse Rechnung getragen werden.

Bestimmung der Free Cash Flows

- ▶ Die erwarteten Einzahlungsüberschüsse einer Investition werden berechnet als erwartete Free Cash Flows:

Earnings before Interest and Taxes (EBIT)

- Steuern auf EBIT

+ Abschreibungen

-/+ Investitionen in das Working Capital / Desinvestitionen

+/- sonstige nicht zahlungswirksame Aufwendungen / Erträge

-/+ Investitionen in das Anlagevermögen / Desinvestitionen

= Free Cash Flow

- ▶ Der Free Cash Flow ist der Erwartungswert des den Eigen- und Fremdkapitalgebern in einer Periode zur Verfügung stehenden Zahlungsüberschusses.
- ▶ Es handelt sich um einen Cash Flow vor Berücksichtigung von Fremdfinanzierung aber nach Berücksichtigung von Investitionen.
- ▶ Er bezieht keine Effekte bestehender oder geplanter Fremdfinanzierung (Zins- und Tilgungszahlung) ein, sondern unterstellt ein ausschließlich eigenfinanziertes Unternehmen.

Free Cash Flow in einem ausschließlich eigenfinanzierten Unternehmen

GuV - Sicht (in TSD EUR)

Umsatzerlöse	6.000
- Herstellungskosten *	- 4.000
Bruttoergebnis vom Umsatz	2.000
-/+ sonstige Aufw. / Erträge	0
+ Zinserträge	0
EBIT	2.000
- Zinsen	0
Reingewinn vor Steuern	2.000
- Steuern	- 500
Reingewinn nach Steuern	1.500

Free Cash Flow - Berechnung

2.000	EBIT
- 500	Steuern auf EBIT
1.500	
+ 420	Abschreibungen
- 37	Erhöhung des Working Capital
- 380	Investitionen in das AV
1.503	FCF

Identität

25 %

25 %

* enthält Abschreibungen i.H.v. 420 TEUR

- ➔ Sowohl in der GuV-Sicht als auch bei der Free Cash Flow-Berechnung wird derselbe Steueraufwand verrechnet, sofern das Unternehmen vollständig eigenfinanziert ist.
- ➔ Diese Form der Free Cash Flow-Berechnung wird später unverändert auch für teilweise fremd-finanzierte Unternehmen übernommen.

Free Cash Flow in einem teilweise fremdfinanzierten Unternehmen

- ➔ Fremdkapitalzinsen mindern den zu versteuernden Gewinn eines Unternehmens, da sie als Betriebsausgabe steuerlich absetzbar sind.

GuV - Sicht (in TSD EUR)

Umsatzerlöse	6.000
- Herstellungskosten *	- 4.000
<u>Bruttoergebnis vom Umsatz</u>	<u>2.000</u>
-/+ sonstige Aufw. / Erträge	0
+ Zinserträge	0
<u>EBIT</u>	<u>2.000</u>
- Zinsen	- 85
<u>Reingewinn vor Steuern</u>	<u>1.915</u>
- Steuern	- 478,75
<u>Reingewinn nach Steuern</u>	<u>1.436,25</u>

Free Cash Flow - Berechnung

25 %	2.000	EBIT
	- 500	- Steuern auf EBIT
	<u>1.500</u>	
	+ 420	+ Abschreibungen
	- 37	- Erhöhung des Working Capital
	- 380	- Investitionen in das AV
	<u>1.503</u>	<u>FCF</u>

keine Identität

* enthält Abschreibungen i.H.v. 420 TEUR

Vergleich von GuV und Free Cash Flow bei reiner Eigenfinanzierung und teilweiser Fremdfinanzierung

GuV			Free Cash Flow		
	ohne FK	mit FK	ohne FK	mit FK	
Umsatzerlöse	6.000	6.000	2.000	2.000	EBIT
- Herstellungskosten	- 4.000	- 4.000	- 500	- 500	Steuern auf EBIT
Bruttoerg. vom Umsatz	2.000	2.000	1.500	1.500	
-/+ sonstige Aufw./Erträge	0	0	420	420	Abschreibungen
+ Zinserträge	0	0	- 37	- 37	Erhöhung des Working Capital
EBIT	2.000	2.000	- 380	- 380	Investitionen in das AV
- Zinsen	0	- 85	1.503	1.503	FCF
Reingewinn vor Steuern	2.000	1.915			
- Steuern	- 500	-478,75			
Reingewinn nach Steuern	1.500	1.436,25			

- Obwohl beim Einbezug von Fremdkapital der Aufwand 85 TEUR höher ist als bei vollständiger Eigenfinanzierung, sinkt der Reingewinn nach Steuern nur um $1.500 - 1.436,25 = 63,75$ TEUR.
- Die Substitution von Eigenkapital durch Fremdkapital verringert die Steuerlast um $500 - 478,75 = 21,25$ TEUR, da der Zinsaufwand eine steuermindernde Aufwandsgröße darstellt.
- Für die Free Cash Flow-Berechnung ist diese Substitution folgenlos, da eine ausschließlich eigenfinanzierte Unternehmung unterstellt wird.
⇒ Für die Höhe der Free Cash Flows spielt die Höhe des Fremdkapitals keine Rolle!

Der Free Cash Flow vernachlässigt bei teilweiser Fremdfinanzierung steuersparende Effekte (Tax Shield)

- Die GuV weist einen geringeren Steueraufwand auf als das Berechnungsschema für die Free Cash Flows.
- Grund: Bei der Free Cash Flow-Berechnung werden die Steuerzahlungen auf das EBIT bezogen, d.h. ein vorhandener (steuerlich abzugsfähiger) Zinsaufwand wird bei der Steuerberechnung nicht berücksichtigt.
- Tax Shield: bezeichnet den steuermindernden Effekt einer Fremdfinanzierung, der sich aus der steuerlichen Abzugsfähigkeit des Zinsaufwandes ergibt.
- Die zu hohe Steuerzahlung bei der Berechnung der Free Cash Flows muss bei der Ermittlung der Kosten des Fremdkapitals wieder rückgängig gemacht werden.

Kapitalwertformel bei teilweiser Fremdfinanzierung und unsicheren Rückflüssen

$$E(\tilde{C}_0) = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{E(\overline{FCF}_t)}{(1+r^{WACC})^t}$$

$$r^{WACC} = r_{EK} \cdot EKQ^{MW,Ziel} + r_{FK} \cdot (1-s) \cdot (1-EKQ^{MW,Ziel})$$

mit: $EKQ^{MW,Ziel}$: angestrebte Eigenkapitalquote im Rahmen des Investitionsobjektes zu Marktwerten

r_{FK} : Fremdkapitalzins

s : Steuersatz

- ➡ Als Diskontierungszinssatz wird ein gewogener Kapitalkostensatz (r^{WACC} = Weighted Average Cost of Capital) verwendet.
- ➡ Der erwartete Kapitalwert einer Investition ergibt sich, indem die erwarteten Free Cash Flows mit dem gewichteten Kapitalkostensatz diskontiert werden und die Anfangsauszahlung subtrahiert wird.

Interpretation des Weighted Average Cost of Capital

$$r^{\text{WACC}} = r_{\text{EK}} \cdot \text{EKQ}^{\text{MW,Ziel}} + r_{\text{FK}} \cdot (1-s) \cdot (1 - \text{EKQ}^{\text{MW,Ziel}})$$

- ➔ Der WACC wird als Mittelwert der Renditeforderungen der Eigen- und Fremdkapitalgeber berechnet.
- ➔ Die Gewichtungsfaktoren entsprechen der Eigen- und Fremdkapitalquote zu Marktwerten (nicht zu Buchwerten!), wobei nicht die aktuell vorhandene Kapitalstruktur von Bedeutung ist, sondern die vom Unternehmen für das konkrete Investitionsprojekt angestrebte Kapitalstruktur zu Marktwerten.
- ➔ Die Renditeforderungen der Fremdkapitalgeber werden um $(1 - s)$ gemindert, denn bei der Berechnung der Free Cash Flows wurde ein zu hoher Steueraufwand verrechnet. Dies muss im Kapitalkostensatz korrigiert werden.
- ➔ Der WACC ist der durchschnittliche risikoadjustierte Kapitalkostensatz für das gesamte im Unternehmen eingesetzte (Eigen- und Fremd-) Kapital.