

BKM 10 Managing Bond Portfolios

Passive Investment-Strategie

- Marktpreise der Finanzinstrumente werden als gegeben gesehen
- Es wird versucht ein angemessenes Gleichgewicht zwischen Risiko und Rendite zu erreichen.
- So versucht die „Immunization Strategie“ das Portfolio vom Zinssatzrisiko zu trennen.

Aktive Investment-Strategie

- Es wird versucht, die Rendite weit über das eingegangene Risiko zu steigern.
 - Vorhersage von Zinssätzen
 - Vorhersage von Börsenkursen

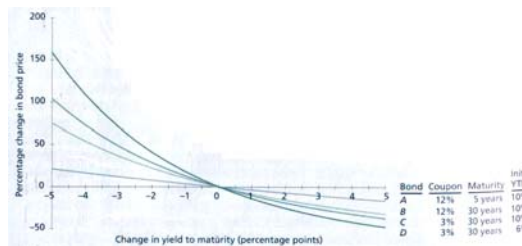
10.1 Zinssatzänderungsrisiko

Zinssatzrisiko

- Wenn sich der **Marktzinssatz verändert**, erleiden die Inhaber von Obligationen entweder **Kapitalgewinne** oder **Kapitalverluste**.

Zinssatzempfindlichkeit (Interest rate Sensitivity)

- Es stellt sich deshalb die Frage, wie fest sich eine Veränderung des Marktzinssatzes auf den Kurs der Obligation auswirkt.
- Die folgende Abbildung zeigt, die **prozentualen Veränderungen des Kurses der Obligation im Vergleich zu der Veränderung der Rendite auf Verfall (Marktzinssatz)**



1. Börsenpreis und Rendite auf Verfall weisen eine inverse Beziehung auf: **Steigt Der Marktzinssatz (Rendite auf Verfall), sinkt der Börsenkurs. Sinkt der Marktzinssatz (Rendite auf Verfall), steigt der Börsenkurs.**
2. **Der Börsenpreis verändert sich stärker, wenn der Marktzinssatz (Rendite auf Verfall) abnimmt, als wenn sie zunimmt.**
3. A und B haben die gleiche Ausgangs-Rendite auf Verfall sowie den gleichen Coupon. Jedoch hat B die längere Restlaufzeit als Obligation A. **Der Börsenpreis von langfristigen Obligationen reagiert stärker auf Veränderungen des Marktzinssatzes**

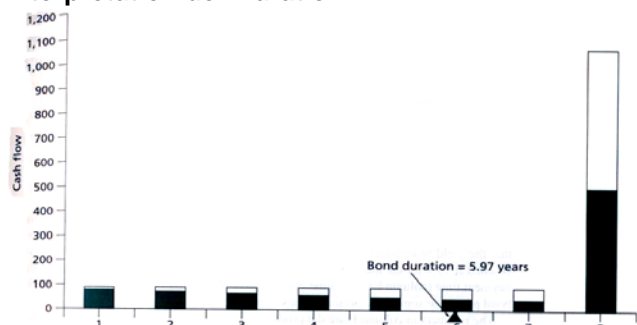
(Rendite auf Verfall). Dies ist deshalb der Fall, weil sich bei der längeren Laufzeit eine Zinsänderung auf mehr Coupons auswirken kann als bei Obligation A.

4. Obligation B hat eine sechsmal längere Laufzeit als A. Trotzdem reagiert Obligation B (langfristige Obligation) weniger als sechsmal mehr auf die Veränderung der Rendite auf Verfall.
5. Obligation B und C haben die gleiche Restlaufzeit und die gleiche Ausgangs-Rendite auf Verfall. **Die Obligation mit dem tieferen Zinssatz reagiert stärker auf Veränderungen im Marktzinssatz (Rendite auf Verfall).** Dies kann man folgendermassen begründen: Sinkt bei der Obligation mit tieferem Zinssatz (C) der Marktzinssatz um 1 %, so macht dies 33.3 % des Coupons aus. Sinkt bei der Obligation mit höherem Zinssatz (B) der Marktzinssatz um 1 %, so macht dies nur gerade 8.3 % des Coupons aus.
6. Obligation C und D haben den gleichen Coupon (3 %) und die gleiche Restlaufzeit. Beide weisen eine Rendite auf Verfall auf, die viel höher ist als der Coupon. Dies ist der Fall, weil beide tief unter Pari (Wahrscheinlich C zu 80 % mit YTM 10 % und D zu 90 % mit YTM 6 %) verkaufen. D weist die tiefere Rendite auf Verfall auf. **Diejenige Obligation mit der höheren Rendite auf Verfall ist weniger empfindlich auf Veränderungen im Marktzinssatz.** Dies kann wieder wie bei 5. begründet werden: Sinkt bei der Obligation mit tieferem Ausgangs-Marktzinssatz (Rendite auf Verfall) (D) der Marktzinssatz um 1 %, so macht dies 16.6 % des Coupons aus. Sinkt bei der Obligation mit höherem Ausgangs-Marktzinssatz (C) der Marktzinssatz um 1 %, so macht dies nur gerade 10 % des Coupons aus. **Man kann also generell sagen, dass die Tiefmarktzinsphase für den Obligationenmarkt gefährlich ist, weil die Börsenkurse sehr stark auf Veränderungen im Marktzinssatz reagieren.** Im vorliegenden Fall ist das Zinssatzänderungsrisiko bei D viel grösser als bei C, weil sich C in einem Markt mit tiefem Marktzinssatz bewegt.
7. **Dieses Zinssatzänderungsrisiko kann mit der M-Duration für jede Obligation bestimmt werden** (siehe hinten).

Macaulay's Duration (Skript Seite 3.4)

- Die **Macaulay's Duration** ist ein Massstab für die effektive Restlaufzeit einer Obligation.
- Die **Duration zeigt die in Jahren gemessene mittlere Anlage-dauer**, resp. die **Dauer der durchschnittlichen Kapitalbindung**, zeigt also, wie lange das Kapital unter Berücksichtigung von Zeitpunkt und Grösse aller Zahlungsströme angelegt ist.
- Die **Duration ist ein mittlerer Verfall der zeitlich gewichteten Cashflows**.
 - Berechnung: **gewichteter Barwert / Marktpreis** (siehe Skript)
 - Dieses Mass kann uns also über die „Zinssatz-empfindlichkeit (Interest Rate Sensitivity)“ Auskunft geben, weil diese bekanntlich je höher ist, desto länger die Restlaufzeit einer Obligation ist.

Interpretation der Duration



- Die Abbildung zeigt die **Cashflows** einer 9 %-Obligation, Nominal 1'000, n = 8 Jahre, Rendite auf Verfall bei Kauf = 10 %, Kaufpreis also 946.651.
 - Die Höhe jeder Säule stellt den Cashflow dar, wobei die schwarze Fläche den Barwert (10 % abgezinst) darstellt.
 - Die Duration von 5.97 Jahren ist genau jener Zeitpunkt, wo die Barwerte links und die Barwerte rechts genau gleich hoch sind.
 - Was passiert, wenn der Marktzinssatz von 10 % auf 11 % steigt?**
 - Alle Barwerte der schwarzen Barwert-Säulen werden aufgrund des höheren Diskontierungssatzes kleiner.
 - Die grösste Säule, die Rückzahlung im Jahre 8, wird aber relativ kleiner als die

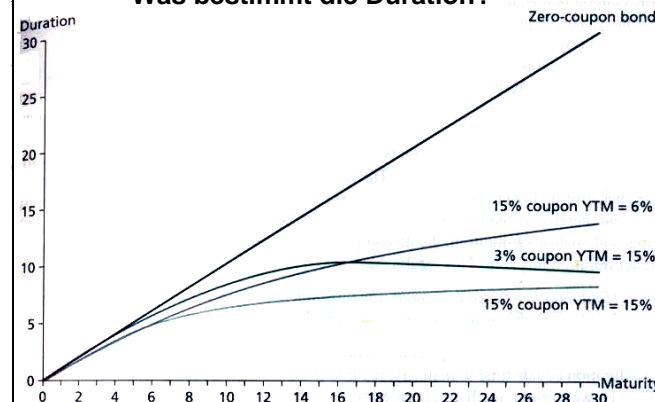
Säulen auf der linken Seite. Die Duration wird kleiner.

- Die **Duration eines Zero-Bonds** wird genau der Restlaufzeit (Time to maturity) entsprechen. Dies macht Sinn, weil dann die einzige Zahlung erfolgt.
- Weshalb ist die Duration wichtig?**
 - Die Duration misst die effektive durchschnittliche Restlaufzeit einer Obligation. (**Macaulay's-Duration**)
 - Die Duration ist ein Massstab der Zinssatzempfindlichkeit (Interest Rate sensitivity). (**M-Duration**)
 - Die Duration ist ein wichtiges Hilfsmittel um eine Obligation vom Zinssatzrisiko zu isolieren. (**Immunization**)

M-Duration / Modified Duration (Skript Seite 3.5)

- Mit der Duration erhält man ein Mass für die prozentuale Veränderung des Obligationenkurses in Abhängigkeit der prozentualen Änderung des Marktzinssatzes.
- Berechnung: siehe Skript**
- Beispiel**
 - Eine 8 %-Obligation mit 30 Jahre Restlaufzeit weist eine Duration von 11.37 Jahre und einen Kurs von 897.26 auf. Der Marktzinssatz/Rendite auf Verfall beträgt 9 %.
 - Wie verändert sich der Preis der Obligation, wenn der Marktzinssatz auf 9.1 % steigt?**
 - $[-11.37 / (1 + 0.09)] \cdot (0.1) = -1.043119 \%$
 - $-1.043119 \% \cdot 897.26 = -9.36$
 - Steigt also der Marktzinssatz, so sinkt der Kurs der Obligation.**
- Obligationen welche über die gleiche Duration verfügen, sind gleich fest anfällig auf Veränderungen des Marktzinssatzes.**

Was bestimmt die Duration?



Verschiedene Durations

Years to Maturity	Coupon Rates (% per year)			
	6	8	10	12
1	1.000	1.000	1.000	1.000
5	4.439	4.312	4.204	4.110
10	7.615	7.247	6.996	6.744
20	11.231	10.604	10.182	9.880
Infinite (perpetuity)	13.500	13.500	13.500	13.500

1. Die Duration eines Zero-Bonds entspricht der Restlaufzeit.
2. Die Duration nimmt mit steigender Laufzeit zu. (3 % / 15 % = Sonderfall)
3. Die C=3 %, YTM=15 % Obligation weist für eine Restlaufzeit von 28 Jahren die höhere Duration auf als die C=15 %, YTM=15 % Obligation auf. **Betrachtet man Obligationen mit einer identischen Restlaufzeit und Rendite auf Verfall, so ist die Duration und damit auch die Zinssatzempfindlichkeit umso höher, desto tiefer der Zinssatz der Obligation ist.** Die Begründung kann mit der Säulengrafik auf Seite 2 (links) erfolgen. Bei einem tieferen Coupons-Satz werden alle Säulen links von der Rückzahlung kleiner während die Rückzahlungssäule gleich bleibt. Die Duration verschiebt sich nach rechts.
4. **Betrachtet man Obligationen mit einem identischen Zinssatz, so steigen Duration und Zinssatzempfindlichkeit mit steigender Restlaufzeit.**
5. Die Duration und die Zinssatzempfindlichkeit einer Obligation sind höher, wenn die Rendite auf Verfall kleiner ist.

10.2 Passive Bond Management

- **Anwendung der Duration: Zinsimmunisierung (Immunization)**
 - Immunization ist eine Strategie zum Schutz des Wertes einer Obligation vor dem Zinssatzänderungsrisiko.
 - **Beispiel: Banken** haben einen natürlichen Unterschied zwischen Verbindlichkeiten und Forderungen.
 - Die Verbindlichkeiten (Kundengelder) sind kurzfristig, die Forderungen eher langfristig (Kredite). Die Duration der Forderungen ist also länger als jene der Verbindlichkeiten.
 - **Der Barwert (Present Value) von langfristigen Forderungen (Kredite) reagiert also stärker auf Veränderungen des Marktzinssatzes, als die Verbindlichkeiten (Kundengelder).**
 - Dies kann dazu führen, dass bei einem Zinssatzanstieg die langfristigen Forderungen stärker an Barwert (Present Value) verlieren als die kurzfristigen Verbindlichkeiten. **Die Bank erleidet einen Schaden.**
 - Aus diesem Grund muss versucht werden, dieses **Zinssatzänderungsrisiko** zu isolieren.
 - **Beispiel: Eine Versicherungsgesellschaft** emittiert einen **Zero Bond** von 10'000.00 mit einer Laufzeit von 5 Jahren und einem garantierten **Zins von 8 %**.

- Der **Zero Bond** stellt also eine **Verbindlichkeit dar**. In **fünf Jahren** muss die Versicherungsgesellschaft also $10'000.00 \cdot 1.08^5 = 14'693.28$ zurückbezahlen.
- Nehmen wir an, die Versicherung verwende den Betrag von 10'000.00 um eine **8 %-Obligation**, Kurs 100, Restlaufzeit 6 Jahre zu kaufen. Dies stellt dann eine **Forderung** dar.
- Solange der Marktzinssatz bei 8 % verweilt, hat die Unternehmung dadurch ihre Verbindlichkeiten voll gedeckt, weil sie in diesem Fall ihre 6-Jahres-Obligation jederzeit zu Pari verkaufen kann um die Verbindlichkeiten aus der 5-Jahresobligation zu tilgen.

A. Rates remain at 8%

1	4	$800 \times (1.08)^4 = 1,088.39$
2	3	$800 \times (1.08)^3 = 1,007.77$
3	2	$800 \times (1.08)^2 = 933.12$
4	1	$800 \times (1.08)^1 = 864.00$
5	0	$800 \times (1.08)^0 = 800.00$
Sale of bond	0	$10,800/1.08 = 10,000.00$ zu Pari
		14,693.28

B. Rates fall to 7%

1	4	$800 \times (1.07)^4 = 1,048.64$
2	3	$800 \times (1.07)^3 = 980.03$
3	2	$800 \times (1.07)^2 = 915.92$
4	1	$800 \times (1.07)^1 = 856.00$
5	0	$800 \times (1.07)^0 = 800.00$
Sale of bond	0	$10,800/1.07 = 10,093.46$ über Pari
		14,694.05

C. Rates increase to 9%

1	4	$800 \times (1.09)^4 = 1,129.27$
2	3	$800 \times (1.09)^3 = 1,036.02$
3	2	$800 \times (1.09)^2 = 950.48$
4	1	$800 \times (1.09)^1 = 872.00$
5	0	$800 \times (1.09)^0 = 800.00$
Sale of bond	0	$10,800/1.09 = 9,908.26$ unter Pari
		14,696.02

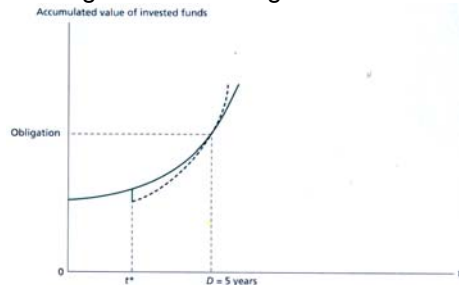
- **A:** Bleibt der Marktzinssatz bei 8 %, so wird die Versicherung genau 14'693.28 Ertrag aus ihrer 6-Jahresobligation erwirtschaften und so ihre Verbindlichkeit zurückzahlen können. Dies kann sie, weil sie die Erträge aus dem 6-Jahres Bond zum Marktzinssatz von 8 % anlegen kann und die Obligation zu Pari 10'000 zurückbezahlt wird.
- Die Frage, ob die Verbindlichkeit nach 5 Jahren mit der 6-Jahres-Obligation zurück bezahlt werden kann, hängt von zwei Faktoren ab:
 - Steigt der Marktzinssatz, sinkt der Kurswert der 6-Jahresobligation und die Rückzahlung im 5. Jahr erfolgt nicht zu Pari. = **price risk**
 - Steigt der Zinssatz, so können aber im Gegenzug die Zinserträge aus der 6-Jahresobligation zu einem höheren Zinssatz

reinvestiert werden und den Kapitalverlust ausgleichen. = **reinvestment rate risk**

- **Wird die Portfolio Duration der Forderung und der Verbindlichkeit so gewählt, dass diese identisch sind, werden sich diese beiden Risiken gegenseitig ausschalten und die Rückzahlung der Verbindlichkeiten kann mittels der Forderungen erfolgen. → Die Obligation ist immunisiert.**

- Im vorliegenden Fall beträgt die Duration der Forderung 5 Jahre (Zero-Bond). Auch die Duration der 6-Jahres Obligation als Forderung beträgt 5 Jahre. Die Unternehmung hat das Zinssatzänderungsrisiko immunisiert.
- Betrachten wir nun, ob die Immunization wirklich gelingt oder nicht. Im Jahr 5, ein Jahr vor Verfall der 6-Jahres-Obligation, wird diese zur Tilgung der Verbindlichkeit verkauft.
- **B:** Nehmen wir an, der Zinssatz falle auf 7 %. Sodann wird ein Ertrag von insgesamt 14'694.05 erwirtschaftet. Es entsteht ein kleiner Überschuss von 0.77. **Die Immunization ist gelungen.**
- **C:** Nehmen wir an, der Zinssatz steige auf 9 %. Sodann wird ein Ertrag von insgesamt 14'696.02 erwirtschaftet. Es entsteht ein kleiner Überschuss von 2.74. **Die Immunization ist gelungen.**

- Die folgende Abbildung fasst noch einmal zusammen:



- Die durchgezogene Linie zeigt den akkumulierten Wert der Obligation bei einem Zinssatz von 8 %.
- Die gestrichelte Linie zeigt den akkumulierten Wert der Obligation wenn der Zinssatz steigt.
- **Bis zum Zeitpunkt der Duration (5 Jahre), gleichen sich das Preisrisk (Kursverlust) und Reinvestment rate risk (höherer Reinvestitionssatz) wieder aus.**

- **Die Grafik zeigt aber auch, dass zu Beginn der Kursverlust grösser ist als der Zusatzertrag aus der Reinvestition der Coupons.** Dies ist logisch, weil die Couponzahlungen erst mit der Zeit anfallen und reinvestiert werden können.

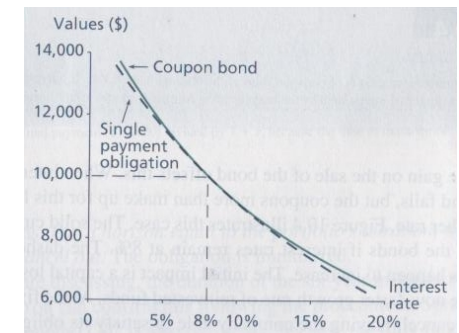
A. Interest rate = 8%

Assets		Liabilities	
Bonds	\$10,000	Obligation	\$10,000
B. Interest rate = 7%			
Assets		Liabilities	
Bonds	\$10,476.65	Obligation	\$10,476.11
C. Interest rate = 9%			
Assets		Liabilities	
Bonds	\$9,551.41	Obligation	\$9,549.62

- Die nebenstehende Abbildung zeigt die **Eröffnungsbilanz** der Versicherungsgesellschaft mit den Forderungen und Verbindlichkeiten bilanziert zum Barwert.

- Bei einem Zinssatz von 8 % haben sowohl Forderung als auch Verbindlichkeit einen Wert von 10'000.00.
- Auch bei einem Zinssatz von 7 oder 9 % sind Forderung und Verbindlichkeit bestens ausgeglichen.

- Die nebenstehende Abbildung zeigt den Barwert der Forderung und der Verbindlichkeit als Funktion des Marktzinssatzes.



- Beim gegenwärtigen Marktzinssatz von 8 % sind die beiden Barwerte identisch und die Finanzierung ist sichergestellt.
- Verändert sich der Marktzinssatz nach oben oder unten, ist die Finanzierung aufgrund der übereinstimmenden Duration immer noch sichergestellt.
- Ab einem gewissen Marktzinssatz aber, hat die Forderung (Coupon Bond) mehr Wert als die Verpflichtung (Obligation).
- **Ursache** hierfür ist, dass sich die **Rendite auf Verfall** der Forderung (Coupon Bond) ändert und damit auch die **Duration der Forderung ändert**.
 - Die Duration entspricht 5 Jahre bei einer Rendite auf Verfall von 8 % (Marktzinssatz).
 - Die Duration steigt aber auf 5.02 Jahre weil die Rendite auf Verfall auf 7 % steigt (Marktzinssatz).
 - Die Duration sinkt auf 4.97 Jahre wenn die Rendite auf Verfall auf 9 % steigt.

- Die Durations der beiden Positionen sind also nicht für die gesamte Zinsebene ausgeglichen und somit ist die Position nicht vollkommen immunisiert.
- Es zeigt sich daher, dass die immunisierten Portfolios einem „Rebalancing“ unterzogen werden müssen. Wenn sich Zinssatz und Duration kontinuierlich verändern, muss das Portfolio festverzinslicher Wertschriften angepasst werden, damit sich die Durations wieder entsprechen.
- Auch wenn sich die Rendite auf Verfall nicht ändern würde, die Duration wird auf jeden Fall ändern, denn sie wird auf Ende der Laufzeit immer kleiner. Deshalb werden die Durations immer auseinander laufen. Es ist also ein stetiges Rebalancing nötig damit sich alle Durations entsprechen.

Immunization in 5 Schritten

1. Duration der Verbindlichkeit berechnen.
Beispiel: 7 Jahre für 10'000.00
2. Duration der einzelnen eigenen Forderungen berechnen.
Beispiel: 3 und 11 Jahre
3. Gesamt-Duration des Portfolios aufstellen:
 $w \cdot 3 \text{ Jahre} + (1 - w) \cdot 11 \text{ Jahre}$
 $w = \text{Gewichtung einer Einzelforderung}$
4. Gleichung nach w auflösen damit eine Duration von 7 Jahren entsteht:
 $w \cdot 3 \text{ Jahre} + (1 - w) \cdot 11 \text{ Jahre} = 7$
 $w = 0.5$
Der Investmentmanager sollte also die Hälfte in die 3-jährige Forderung und die Hälfte in die 11-jährige Forderung investieren.
5. Investition in Forderungen
1 · 5'000 zu 3 jähriger Duration
1 · 5'000 zu 11 jähriger Duration

Rebalancing

- Nach einem Jahr muss die Position überprüft werden. Ist die Position noch vollkommen immunisiert?
- 1. $w \cdot 2 \text{ Jahre} + (1 - w) \cdot 10 \text{ Jahre} = 6$
 $w = 0.5$
An der Position muss nichts verändert werden: Die Gewichtung stimmt noch.
- 2. Falls eine Umgewichtung statt finden müsste, würde jener Teil der nicht mehr gebraucht wird, einfach in das andere Anlageinstrument investiert.

Beispiel 1: Zinsimmunisierung (Zusatzblatt Hobein)

- Ein Investor besitzt drei verschiedene Wertpapiere mit gleichem Nennwert (Fr. 15'000.00) und identischer Laufzeit ($n=3$), aber unterschiedlichen Cashflows. Der Marktzinssatz beträgt 6 %.
- **Wertpapier A:** jährliche Tilgung zu je Fr. 5'000.00 und aufgelaufene einfache Zinsen. Zinssatz 6 %.
- **Wertpapier B:** jährliche Tilgung zu je Fr. 5'000.00 mit Zinseszinsen. Zinssatz 6 %.
- **Wertpapier C:** jährliche Zinsen (Coupon) zu je 6 % und Rückzahlung bei Verfall
- In einem ersten Schritt wird nun die Duration dieser Anlagen bestimmt:

	t	CF	PV	PV · t	Σ	P ₀	D
A	1	5'900.00	5'566.00	5'566.00	28'884.00	15'000.00	1.93 Jahre
	2	5'600.00	4'984.00	9'968.00			
	3	5'300.00	4'450.00	13'350.00			
B	1	5'300.00	5'000.00	5'000.00	30'000.00	15'000.00	2 Jahre
	2	5'618.00	5'000.00	10'000.00			
	3	5'955.00	5'000.00	15'000.00			
C	1	900.00	849.00	849.00	42'501.00	15'000.00	2.83 Jahre
	2	900.00	801.00	1'602.00			
	3	15'900.00	13'350.00	40'050.00			

- In einem zweiten Schritt interessiert, wie diese drei Investments auf das sich ändernde Marktzinsniveau reagieren werden.
- Im vorliegenden Fall interessiert die Vermögenssituation nach Ablauf von zwei Jahren ($t = 2$). Der Wert jedes Investments nach zweier Jahre ist also zu bestimmen:

Marktzinssatz nach zwei Jahren				
	4 %	6 %	8 %	
A	1)	16'832.15	16'854.00	16'879.40
B	2)	16'856.00	16'854.00	16'856.00
C		17'125.00	16'854.00	16'594.00

$$1) 5'900 \cdot 1.04 + 5'600 + \frac{5'300}{1.04} = 16'832.15$$

$$2) 5'300 \cdot 1.04 + 5'618 + \frac{5'955}{1.04} = 16'856.00$$

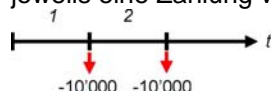
Erkenntnisse

- Bleibt der Marktzinssatz 6 %, so verfügen nach 2 Jahren alle 3 Investments über den gleichen kumulierten Wert. Dies ist der Fall weil alle über einen Nominalzins von 6 % verfügen.
- Das Investment B verfügt als einziges über eine Duration von 2 Jahren. Aus diesem Grund ist dieses Wertpapier für den Zeitpunkt $t=2$ Zinsimmun. Es spielt keine Rolle ob der Marktzinssatz 4, 6 oder 8 % beträgt, das Wertpapier behält seinen Wert.

- Für das Wertpapier A mit Duration < 2 Jahre ergibt sich für steigende Zinsen ein Wertzuwachs.
- Für das Wertpapier C mit Duration > 2 Jahre ergibt sich für fallende Zinsen ein Wertzuwachs.

Beispiel 2: Zinsimmunisierung (BKM 9 Seite 370)

- Eine Versicherungsgesellschaft muss am Ende der nächsten beiden Jahren jeweils eine Zahlung von \$10'000.00 an Geschädigte vornehmen.



- Der Marktzinssatz beträgt derzeit 8 %.

a) Berechnen Sie den Barwert (PV) und die Duration dieser Verpflichtung.

t	CF	Abzinsung	PV	PV · t	Summe	PV	Duration
1	10'000.00	: 1.08	9'259.26	9'259.26	26'406.04	17'832.66	1.48 Jahre
2	10'000.00	: 1.08 ²	8'573.40	17'146.78			
			17'832.66				

- Die **Duration** beträgt **1.48 Jahre**.
 - Der **Barwert** der Verpflichtung beträgt **\$17'832.66**. Stellt man also diesen Betrag zum Zeitpunkt t=0 zur Verfügung und verbleibt der Marktzinssatz innert der nächsten 2 Jahren bei 8 %, so wird man in der Lage sein die beiden Zahlungen von je 10'000.00 zu erfüllen.
- #### b) Mit welcher Restlaufzeit eines Zero-Coupons könnte man die Verpflichtung über \$20'000.00 zinsimmunisieren?
- Es stellt sich also die Frage, was für einen Zero-Coupon man erwerben müsste, damit man die Zahlung von Total \$20'000.00 auch dann erfüllen kann, wenn der Marktzinssatz sich verändert.
 - Gemäss Theorie (ZF Seite 4) muss die Duration der Forderung (Zero-Bond) so gewählt werden, dass diese identisch ist mit der Duration der Verpflichtung (\$20'000.00). **In diesem Fall müsste die Duration eines zu erwerbenden Zero-Bonds also 1.48 Jahre betragen.**
 - Weiter stellt sich die Frage, für welchen Betrag man einen solchen Zero-Bond erwerben muss.
 - Logischerweise muss der Barwert des zu erwerbenden Zero-Coupons mit dem Barwert der Verpflichtung übereinstimmen, also \$17'832.66 betragen.

- Dies war ja auch beim Beispiel im BKM so, als der Barwert der Verpflichtung 10'000.00 betrug und eine Obligation (Forderung) zu 10'000.00 gekauft wurde.

- **Gekauft werden muss also ein Zero-Bond mit Duration von 1.48 Jahren und einem Barwert von \$17'832.66.**
- Man kann sich weiter fragen, wie hoch der Rückzahlungswert des Zero-Bonds sein muss.
 - Da bei Zero-Bonds die Duration immer mit der Restlaufzeit übereinstimmt (ZF Seite 3 oben) muss die Laufzeit des Zero-Bonds 1.48 Jahre betragen.
 - Mit Hilfe dieser Angabe kann der Rückzahlungsbetrag berechnet werden: $17'832.66 \cdot 1.08^{1.48} = 19'984.04$.
- **Man muss also in einen Zero-Bond mit einer Restlaufzeit von 1.48 Jahren 17'832.66 investieren und eine Rückzahlung von 19'984.04 erwarten.**

c) Nach Kauf des entsprechenden Zero-Bonds steigt der Marktzinssatz sofort auf 10 %. Ist die Verpflichtung durch die Forderung nach einem und zwei Jahren noch gedeckt?

- Nach einem Jahr muss eine Zahlung von \$10'000.00 geleistet werden.
 - Wieviel beträgt der Wert des Zero-Bonds nach 1 Jahr?
 - Garantierte Rückzahlung nach 1.48 Jahren: 19'984.04
 - $19'984.04 / 1.10^{0.48} = 19'090.39$
 - Von diesen 19'090.39 werden nun 10'000.00 verkauft um die Verpflichtung zu decken. Es bleiben 9'090.39 im Zero-Bond für weitere 0.48 Jahre angelegt.
- Nach weiteren 0.48 Jahren wird der Zero-Bond zurückbezahlt.
 - Die Rückzahlung beträgt: $9'090.39 \cdot 1.10^{0.48} = 9'515.92$.
 - Dieser Betrag von \$9'515.92 wird ausgeschüttet auf das Konto und wird dort zu 10 % verzinst während 0.52 Jahren: $9'515.92 \cdot 1.10^{0.52} = 10'000.00$.
 - Dieser Betrag entspricht genau jenem der benötigt wird, um die Verpflichtung von 10'000.00 zu decken.
- **Die Zinsimmunisierung ist gelungen.**