

FernUniversität in Hagen

Matrikel-Nr.: _____

Fakultät für Wirtschaftswissenschaft

Name: _____

Vorname: _____

Klausur: Finanzwirtschaftliche Bewertungstheorie und Kreditrisikomanagement

Prüfer: Prof. Dr. Rainer Baule

Semester: Sommersemester 2016

Termin: 08.09.2016; 14:00 - 16:00 Uhr

Aufgabe	1	2	3	4		Summe
Maximale Rohpunktzahl	30	20	25	25		100
Erreichte Rohpunktzahl						
Erreichte Klausurpunktzahl						

Gesamtpunktzahl:

Note:

Datum: _____ Unterschrift des Prüfers: _____

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie die Übersetzung und des Nachdrucks, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der FernUniversität reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.

Hinweise für die Bearbeitung:

- Die Klausur besteht aus 4 Aufgaben auf 16 Seiten einschließlich Deckblättern. Hinzu kommt im Anhang eine Formelsammlung. Sie dürfen diesen Anhang von der restlichen Klausur abtrennen.
- Bei jeder (Teil-)Aufgabe ist die maximal erreichbare Rohpunktzahl am Rand vermerkt. Die maximal erreichbare Punktzahl für die gesamte Klausur beträgt 100 Punkte. Beachten Sie dies bei der Zeitplanung für die Gesamtklausur sowie für die einzelnen Aufgaben und Aufgabenteile.
- Sofern nicht explizit anders angegeben, gelten die im Kurstext verwendeten Bezeichnungen und Konventionen.
- Tragen Sie auf dem Deckblatt der Klausur Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer sowie auf jeder Seite Ihre Matrikelnummer ein!
- Unterschreiben Sie die Klausur auf der letzten Seite!

- **Hilfsmittel:**

Die Verwendung eines Taschenrechners ist dann und nur dann erlaubt, wenn dieser einer der folgenden Modellreihen angehört:

- Casio fx86 oder Casio fx87
- Texas Instruments TI 30 X II
- Sharp EL 531

Die Verwendung anderer Taschenrechnermodelle wird als Täuschungsversuch gewertet und mit der Note „nicht ausreichend“ (5,0) sanktioniert. Ob ein Taschenrechner einer der drei Modellreihen angehört, können Sie selbst überprüfen, indem Sie die vom Hersteller auf dem Rechner angebrachte Modellbezeichnung mit den oben angegebenen Bezeichnungen vergleichen: Bei **vollständiger** Übereinstimmung ist das Modell erlaubt. Ist die auf dem Rechner angebrachte Modellbezeichnung umfangreicher, enthält aber eine der oben angegebenen Bezeichnungen **vollständig**, ist das Modell ebenfalls erlaubt. In allen anderen Fällen ist das Modell nicht erlaubt. **Eventuelle Vorgänger- oder Nachfolgemodelle, die nicht in der oben aufgeführten Liste enthalten sind, sind ebenfalls nicht erlaubt.**

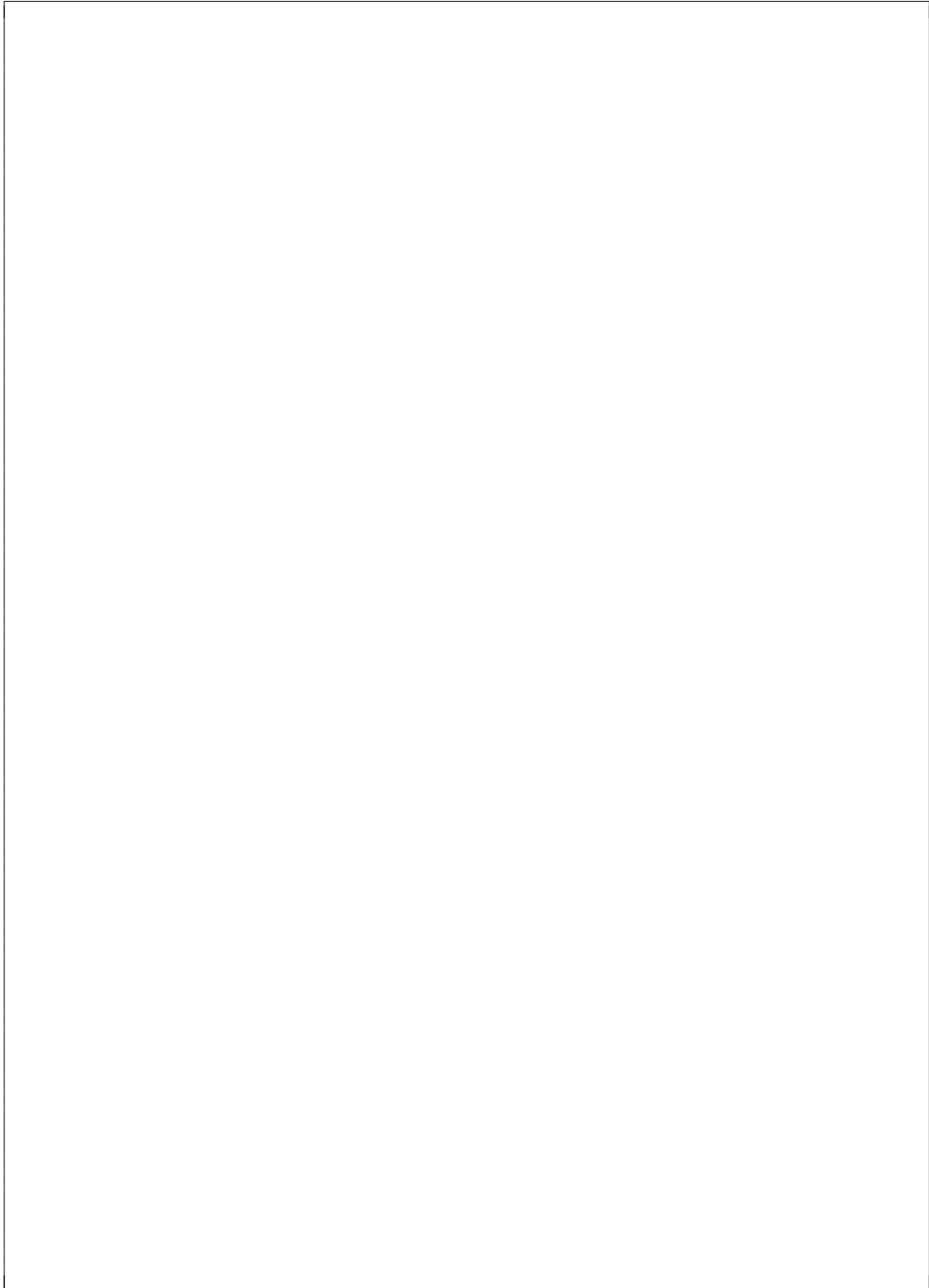
Des Weiteren ist Zeichenmaterial zugelassen.

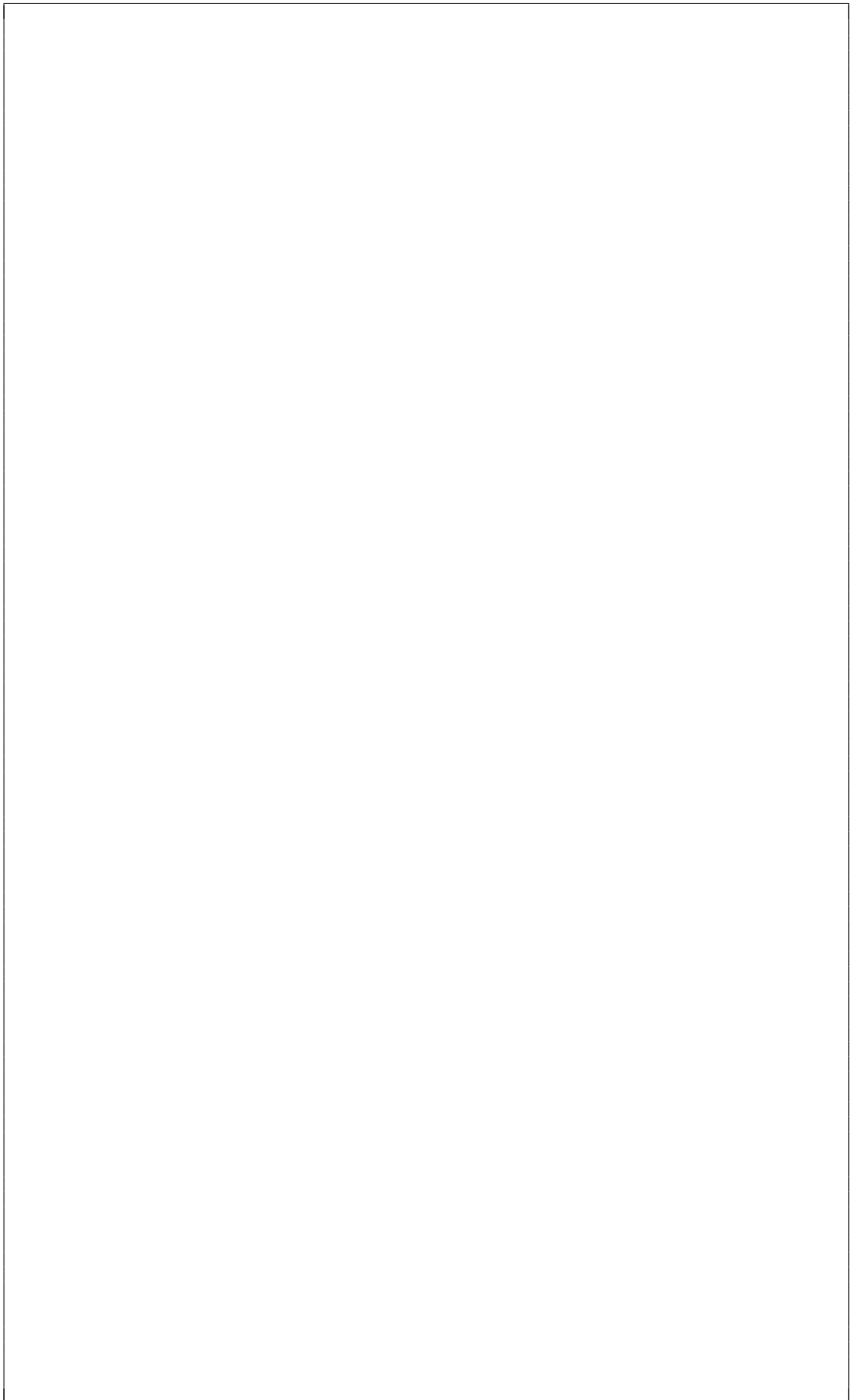
- Schreiben Sie leserlich. Unleserliches kann nicht gewertet werden.
- Verwenden Sie einen dokumentenechten Stift (Kugelschreiber oder Füllfederhalter), keinen Bleistift! Dies gilt auch für Grafiken, Schaubilder o. Ä.!
- Die Angabe einer numerischen Lösung ohne Angabe des Lösungswegs (bzw. ohne Skizzierung des zur Lösung führenden Gedankenganges) ist nicht hinreichend und wird als unvollständige Lösung bewertet.

1. Optionspreistheorie

(30 P.)

- (a) Bestimmen Sie mit Hilfe eines Dreiperioden-Binomialbaumes den Wert einer (15 P.)
sechsmonatigen amerikanischen Verkaufsoption. Die zugrunde liegende Aktie hat
aktuell einen Kurs von 70 und der Strike liegt bei einem Wert von 94. Der kon-
tinuierliche Zinssatz für eine Laufzeit von sechs Monaten beträgt 1,5 % p. a. Die
Volatilität der Aktie sei gegeben durch $\sigma = 25\%$. Bestimmen Sie die fehlenden
Parameter nach dem Vorgehen von Cox, Ross und Rubinstein.





- (b) Betrachten Sie eine amerikanische Verkaufsoption, die in $t = 0$ aufgelegt wird und im Zeitpunkt $t = T$ verfällt. (5 P.)

Ist es im Binomialmodell möglich, dass ein Zeitpunkt t , mit $0 < t < T$ existiert, an dem eine amerikanische Verkaufsoption in jedem Knoten ausgeübt werden würde? Begründen Sie Ihre Antwort!

- (c) Wie müsste folgende Aussage richtigerweise lauten, damit beschrieben wird, wie der Wert einer Option bestimmt werden kann? (3 P.)

„Der Wert einer Option entspricht ihrer erwarteten Auszahlung in der realen Welt.“

- (d) Welche Grundvoraussetzung muss gelten, damit das Prinzip der risikoneutralen Bewertung auf ein beliebiges Derivat angewendet werden kann? (2 P.)

- (e) Damit man mit dem Binomialmodell den Wert einer Option, deren Underlying einer zeitkontinuierlichen Brownschen Bewegung folgt, näherungsweise trifft, muss es passend kalibriert werden. Nennen Sie einerseits die beiden Bedingungen, die bei der Kalibrierung erfüllt sein müssen und andererseits die Parameter, deren Werte passend gewählt werden müssen. (5 P.)

2. Euro-BUND-Futures

(20 P.)

Für den Verfallsmonat Dezember 2016 weist die Eurex zwei lieferbare Anleihen mit jährlicher Kuponzahlung aus.

ISIN	Kupon in Prozent	Fälligkeitstermin	Konversionsfaktor
DE0001102382	1,00	15.08.2025	0,669071
DE0001102390	0,50	15.02.2026	?

Der Fälligkeitstermin für den Futures-Kontrakt ist der 09.12.2016 und bei allen Berechnungen ist die act/365-Konvention zu verwenden. Des Weiteren sind noch die Kurse der Anleihen gegeben, diese betragen

ISIN	Kurs in $t = 0$ (08.09.2016)	Kurs bei Fälligkeit des Futures (09.12.2016)
DE0001102382	109,72	108,58
DE0001102390	102,31	101,18

Außerdem ist noch die Anzahl der vergangenen Kalendertage zwischen verschiedenen Datumsangaben gegeben

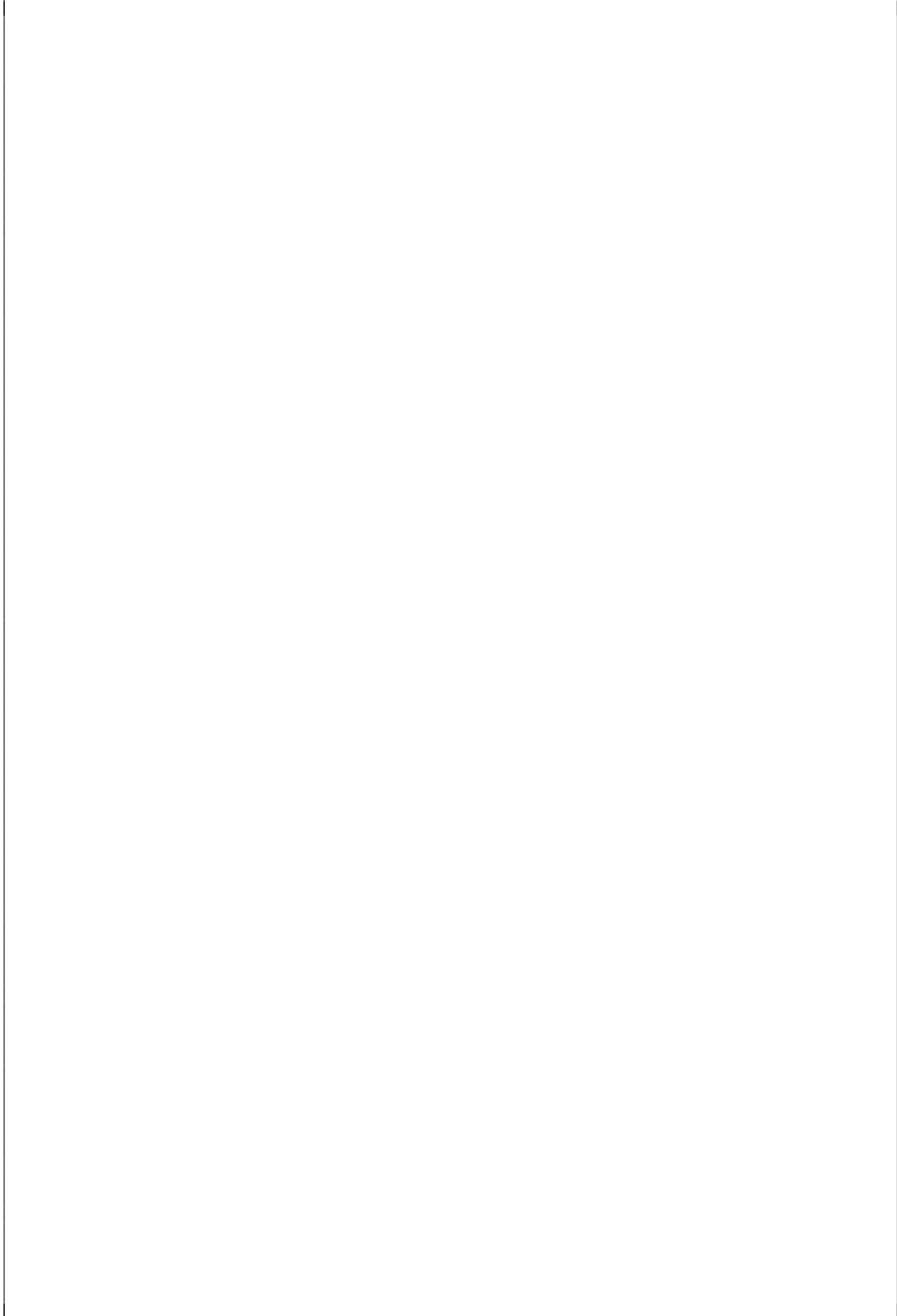
Zeitraum	Anzahl Kalendertage
15.02.2016 - 15.08.2016	182
15.02.2016 - 08.09.2016	206
15.02.2016 - 09.12.2016	298
15.08.2016 - 08.09.2016	24
15.08.2016 - 09.12.2016	116
08.09.2016 - 09.12.2016	92

- (a) Im Rahmen eines BUND-Futures-Kontraktes besteht die Möglichkeit von der Qualitätsoption Gebrauch zu machen und eine beliebige Anleihe aus einem Anleiheportfolio zu liefern. Erläutern Sie kurz, warum diese Konstruktion notwendig ist und nicht einfach eine bestimmte, klar definierte Anleihe geliefert werden muss. Nehmen Sie dabei auch Stellung zum Konversionsfaktor und beschreiben Sie dessen Bedeutung! (6 P.)

- (b) Bestimmen Sie den fehlenden Konversionsfaktor für die zweite Anleihe mit der ISIN DE0001102390! (6 P.)

- (c) Bestimmen Sie die Preise der beiden Anleihen! Welche Anleihe würde ein rational agierender Marktakteur liefern? (8 P.)

Hinweis: Verwenden Sie unabhängig von Ihrem Ergebnis aus Teilaufgabe (b) als Konversionsfaktor für die zweite Anleihe den Wert $k_f = 0,619342$.



3. Credit Default Swaps

(25 P.)

- (a) Was versteht man bei einem Credit Default Swap allgemein unter einem *Binary Settlement*? (2 P.)

- (b) Erläutern Sie kurz zwei alternative Verfahren zur Bestimmung der Ausgleichszahlung (bei Eintritt des Kreditereignisses)! Welche Methode hat sich als Standardverfahren seit dem „*Big Bang Protocol*“ der ISDA (2009) etabliert? (6 P.)

Ein einjähriger Zerobond mit einer Rückzahlungsquote von 20 % notiere am Markt zu 92 %. Der risikofreie Zinssatz betrage 2 %. Ihnen als Kreditrisikohändler wird ein Credit Default Swap mit dem Zerobond als Referenzaktivum und einem *Binary Settlement* von 40 % zu einer Prämie von 2 % angeboten. Unterstellen Sie ein Nominalvolumen von 1 Mio. Euro. Sie möchten in dieser Marktsituation einen risikolosen Gewinn realisieren.

- (c) Berechnen Sie dazu zunächst die faire Prämie des Credit Default Swaps! Warum ist unter den genannten Marktbedingungen ein risikoloser Gewinn überhaupt möglich? (7 P.)

- (d) Welche Transaktionen müssen Sie zur Erzielung eines risikolosen Gewinns tätigen (10 P.)
und wie hoch fällt dieser Gewinn barwertig (per $t = 0$) aus?

4. Vasicek-Modell

(25 P.)

Betrachtet wird im Folgenden das Ein-Faktor-Portfoliomodell nach Vasicek.

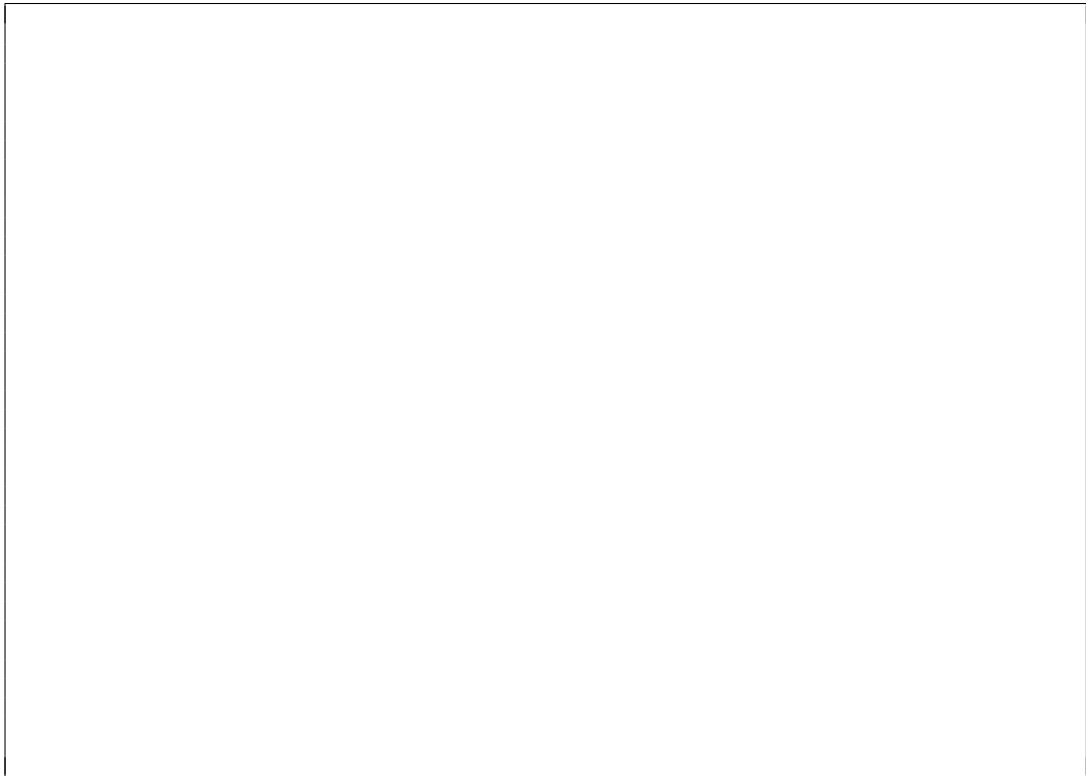
- (a) Erläutern Sie kurz verbal, wann es im Vasicek-Modell zum Ausfall eines Unternehmens kommt! (2 P.)

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student's verbal explanation of when a company might default in the Vasicek model.

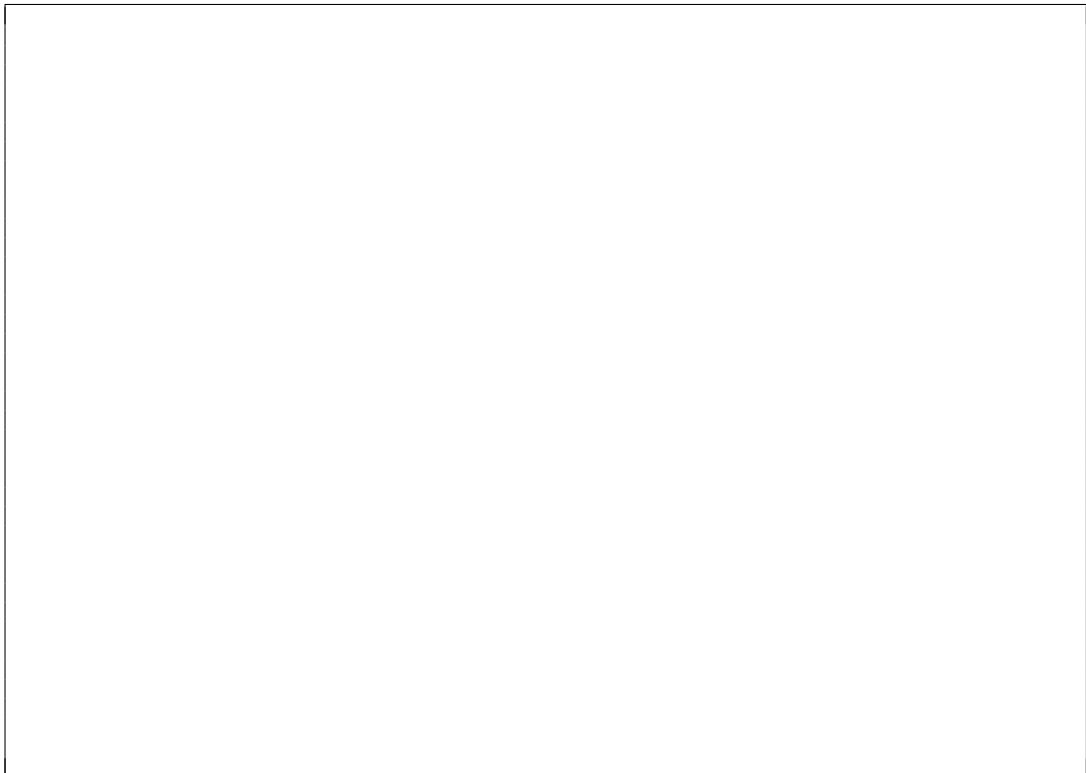
- (b) Nennen Sie die wesentlichen Modellannahmen zur Modellierung eines einzelnen Kredits! (4 P.)

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to list the essential model assumptions for modeling a single credit.

- (c) Stellen Sie die zentrale Aussage des Vasicek-Modells zur Modellierung von Abhängigkeiten zwischen den Krediten eines Portfolios dar! (3 P.)



- (d) Erläutern Sie, welche Bedeutung der Parameter ρ im Vasicek-Modell hat! Gehen Sie dabei auch auf das Verhalten des Modells bei maximalen und minimalen Werten für ρ ein. (6 P.)



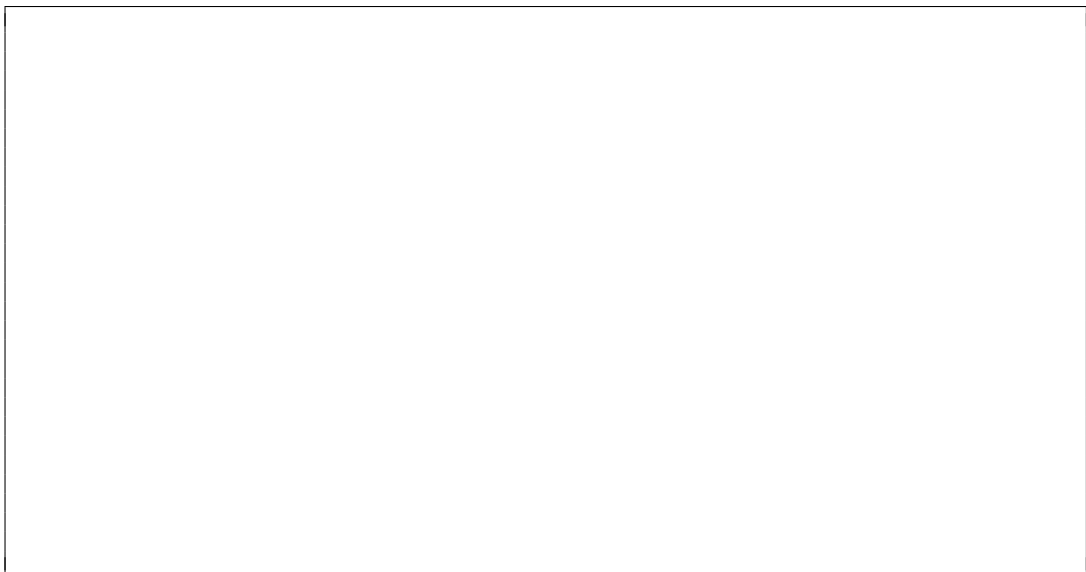


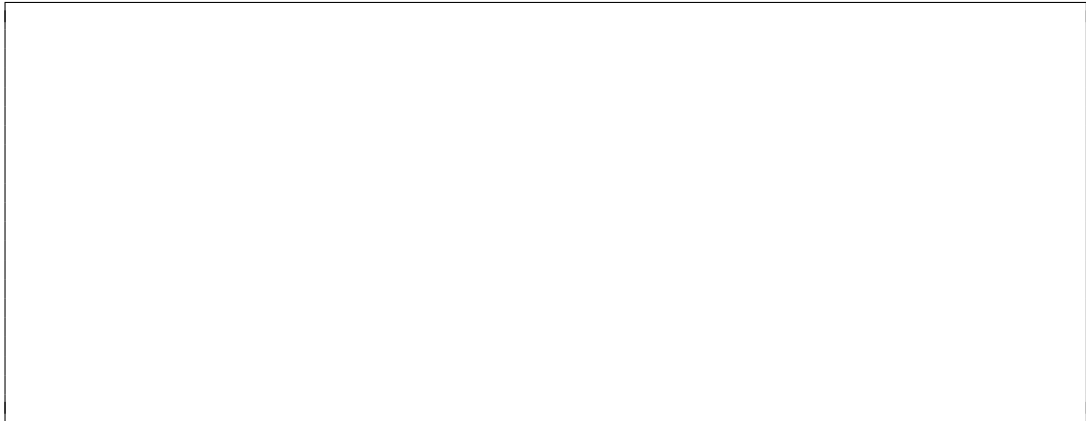
Betrachten Sie nun ein Unternehmen mit einer Ausfallwahrscheinlichkeit von 10 %. Der Parameter ρ betrage 0,36. Im Rahmen einer Simulation mit vier Durchläufen werden folgende Werte für die Marktrendite M und die individuelle Rendite ϵ ermittelt:

Sim.-Lauf	M	ϵ
1	-0,9	-1,9
2	-1,5	+0,2
3	-0,1	-0,2
4	0,1	-1,9

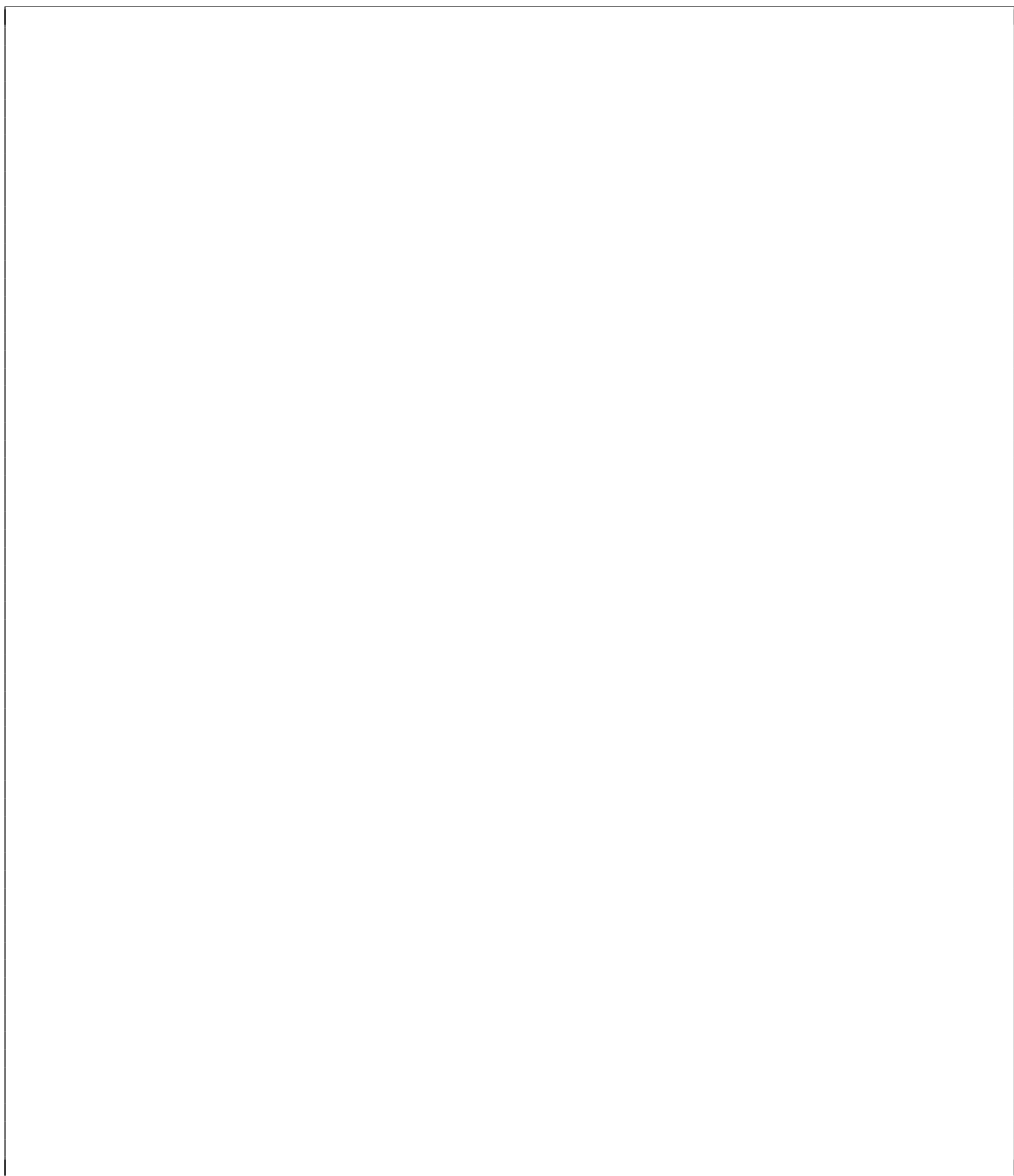
(Gehen Sie in den folgenden Teilaufgaben davon aus, dass die Unternehmenswertrendite bereits standardisiert worden ist.)

- (e) Bestimmen Sie – unter Zuhilfenahme der Normalverteilungstabelle – die kritische Schwelle im Vasicek-Modell! (*Hinweis*: Runden Sie den abgelesenen Wert auf zwei Nachkommastellen; eine lineare Interpolation ist *nicht* notwendig.) (4 P.)





(f) In welchen der oben aufgeführten Simulationsläufe fällt das Unternehmen aus? (6 P.)



Formelsammlung zum Modul 32831 Finanzwirtschaftliche Bewertungstheorie und Kreditrisikomanagement

Vorbemerkung: Die Bezeichnungen der Variablen entsprechen denen im Kurstext. Die Formeln sind nicht zwingend allgemeingültig, sondern gelten für den im Kurstext behandelten Kontext.

Kurs 42310 Finanzwirtschaftliche Bewertungstheorie

Kurseinheit 1

Umrechnung verschiedener Zinsrechnungsmethoden

- Gegeben: linearer Zinssatz i^l
 - Gesucht: diskreter Zinssatz i^d

$$A_0 \cdot (1 + i^l T) = A_0 \cdot (1 + i^d)^T \implies i^d = \sqrt[T]{1 + i^l T} - 1$$
 - Gesucht: kontinuierlicher Zinssatz i^k

$$A_0 \cdot (1 + i^l T) = A_0 \cdot e^{i^k T} \implies i^k = \frac{\ln(1 + i^l T)}{T}$$
- Gegeben: diskreter Zinssatz i^d
 - Gesucht: linearer Zinssatz i^l

$$A_0 \cdot (1 + i^d)^T = A_0 \cdot (1 + i^l T) \implies i^l = \frac{(1 + i^d)^T - 1}{T}$$
 - Gesucht: kontinuierlicher Zinssatz i^k

$$A_0 \cdot (1 + i^d)^T = A_0 \cdot e^{i^k T} \implies i^k = \frac{\ln((1 + i^d)^T)}{T} = \ln(1 + i^d)$$
- Gegeben: kontinuierlicher Zinssatz i^k
 - Gesucht: linearer Zinssatz i^l

$$A_0 \cdot e^{i^k T} = A_0 \cdot (1 + i^l T) \implies i^l = \frac{e^{i^k T} - 1}{T}$$
 - Gesucht: diskreter Zinssatz i^d

$$A_0 \cdot e^{i^k T} = A_0 \cdot (1 + i^d)^T \implies i^d = \sqrt[T]{e^{i^k T} - 1} - 1$$

Kurseinheit 2

Preis einer Kuponanleihe

$$KA_t^{clean} = KA_t - AI_t \\ = \sum_{k=j}^{n-1} \left(\frac{\tau \cdot c}{(1 + r_t(t_k - t))^{t_k - t}} \right) + \frac{1 + \tau \cdot c}{(1 + r_t(T - t))^{T - t}} - (t - t_{j-1}) \cdot c$$

Floating Rate Note (exakt)

$$FRN_t^0 = \frac{(1 + r_{t_{j-1}}(\tau))^{\tau}}{(1 + r_t(t_j - t))^{\tau - t}}$$

Floating Rate Note (vereinfacht)

$$FRN_t^0 = \frac{1 + \tau \cdot EURIBOR_{t_{j-1}}(\tau)}{(1 + r_t(t_j - t))^{\tau - t}}$$

Floater mit Auf- oder Abschlag

$$FRN_t^c = 1 + \sum_{k=1}^n \frac{\tau \cdot c}{(1 + r(k\tau))^{k\tau}}$$

$$FRN_t^c = FRN_t^0 + \sum_{k=j}^n \frac{\tau \cdot c}{(1 + r_t(k\tau - t))^{k\tau - t}}$$

Swap Rate für eine Laufzeit von T Jahren

$$sr(T) = \left(1 - \frac{1}{(1 + r(T))^T} \right) / \left(\sum_{k=1}^{T/\tau} \frac{\tau}{(1 + r(k\tau))^{k\tau}} \right)$$

Wert eines FRA aus Käufersicht

$$FRA_t = \frac{1}{(1 + r_t(t_1 - t))^{t_1 - t}} - \frac{1 + (t_2 - t_1)}{(1 + r_t(t_2 - t))^{t_2 - t}}$$

Forward Rate (lineare Zinsrechnung)

$$fr_0^l(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \left(\frac{(1 + r_0(t_2))^{t_2} - 1}{(1 + r_0(t_1))^{t_1} - 1} \right)$$

Forward Rate (diskrete Zinsrechnung)

$$fr(t_1, t_2) = \left(\frac{(1 + r(t_2))^{t_2}}{(1 + r(t_1))^{t_1}} \right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} - 1$$

Spot Rate

$$r(T) = \left(\frac{1 + \tau \cdot sr(T)}{1 - \sum_{k=1}^{T/\tau - 1} \left(\frac{\tau \cdot sr(T)}{(1 + r(k\tau))^{k\tau}} \right)} \right)^{1/T} - 1$$

Kurseinheit 3

Forward-Wert

$$F_{t,T}^{\text{long}} = -F_{t,T}^{\text{short}} = S_t - F(1 + r_t(T-t))^{-(T-t)}$$

Forward-Preis eines dividendenlosen Underlyings

$$F = S_0(1 + r_0(T))^T$$

Forward-Preis einer Dividenden zahlenden Aktie

$$F = \left(S_0 - \sum_{j=1}^k \frac{D_{t_j}}{(1 + r(t_j))^{t_j}} \right) (1 + r(T))^T$$

Forward-Preis einer Anleihe

$$F = (KA_0^{\text{clean}} + AI_0)(1 + r)^T - c(1 + r)^{T-t_1} - AI_T$$

Terminwechselkurs

$$F = F_{X_0} \cdot \left(\frac{1 + r}{1 + r_f} \right)^T$$

Forward-Preis mit Lagerkosten und Convenience Yield

$$F = S_0(1 + r + c - q)^T, \quad c = \frac{C}{S_0 \cdot T}$$

Konversionsfaktor für die Cheapest-to-Deliver-Option bei Bund-Futures

$$k_f = 1,06^{t-1} \left[\frac{c}{1,06} (1,06 - 1,06^{-Y}) + 1,06^{-Y} \right] - c \cdot f$$

Anzahl der Futures-Kontrakte im Minimum-Varianz-Hedge

$$x = -a \cdot \frac{\rho \cdot \sigma_S \cdot S_0}{\sigma_H \cdot H_0}$$

Kurseinheit 4

Put-Call-Parität

$$f_0^{\text{Call}} - f_0^{\text{Put}} = S_0 - B \cdot (1 + r)^{-T}$$

Risikoneutrale Wahrscheinlichkeit im Binomialmodell

$$q = \frac{(1 + r)^T - d}{u - d}$$

Geometrische Brownsche Bewegung (Differenzialgleichung)

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dW_t$$

Geometrische Brownsche Bewegung (Differenzengleichung)

$$\frac{\Delta S_t}{S_t} = \mu \Delta t + \sigma \epsilon_t \sqrt{\Delta t}$$

Prozess des logarithmierten Aktienkurses

$$d \log S_t = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dW_t$$

Verteilung des logarithmierten Aktienkurses

$$\log S_T \sim N \left(\log S_0 + \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T; \sigma^2 T \right)$$

Black/Scholes-Formeln

$$\begin{aligned} f_0^{\text{Call}} &= S_0 N(d_1) - e^{-rT} B N(d_2) \\ f_0^{\text{Put}} &= -S_0 N(-d_1) + e^{-rT} B N(-d_2) \\ d_1 &= \frac{\log(S_0/B) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma \sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T} \end{aligned}$$

Wertuntergrenze für Kaufoptionen (europäisch und amerikamisch)

$$f_t \geq S_0 - \frac{B}{(1 + r)^{T-t}} \geq S_0 - B$$

Wertuntergrenze für europäische Verkaufsoptionen

$$f_0^{\text{Put}} \geq B e^{-rT} - S_0$$

Schätzer der historischen Volatilität

$$\hat{\sigma} \sqrt{\Delta t} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_{t+i\Delta t} - \bar{r})^2}, \quad \bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{t+i\Delta t}$$

Volatilitätskonsistente Parameterwahl nach Cox, Ross, Rubinstein im Binomialmodell

$$u = e^{\sigma \sqrt{\Delta t}}, \quad d = \frac{1}{u} = e^{-\sigma \sqrt{\Delta t}}, \quad q = \frac{e^{r \Delta t} - d}{u - d}$$

Kurs 42311 Kreditrisikomanagement

Kurseinheit 1

Marginale Ausfallwahrscheinlichkeit in der n -ten Periode

$$p_n = \frac{PD_n - PD_{n-1}}{1 - PD_{n-1}}$$

Kumulative Ausfallwahrscheinlichkeit innerhalb der ersten n Perioden

$$PD_n = 1 - \prod_{k=1}^n (1 - p_k)$$

Optimaler Gewichtsvektor in der bivariaten linearen Diskriminanzanalyse

$$w = \Sigma^{-1}(\mu^G - \mu^B),$$

$$\Sigma = \frac{1}{n_G + n_B - 2} \left(\sum_{i=1}^{n_G} (x^{G,i} - \mu^G)(x^{G,i} - \mu^G)^T + \sum_{i=1}^{n_B} (x^{B,i} - \mu^B)(x^{B,i} - \mu^B)^T \right)$$

Logit-Funktion

$$\text{logit}(E[A_j]) = \log \left(\frac{E[A_j]}{1 - E[A_j]} \right) = \alpha + \beta_1 x_1^j + \dots + \beta_n x_n^j + \epsilon^j$$

Ausfallwahrscheinlichkeit als Umkehrfunktion des Logit

$$E[A_j] = \frac{\exp(\alpha + \beta_1 x_1^j + \dots + \beta_n x_n^j)}{1 + \exp(\alpha + \beta_1 x_1^j + \dots + \beta_n x_n^j)}$$

Bonitätsprämie im Merton-Modell

$$BP = NW e^{-rT} N(-d_2) - V N(-d_1)$$

$$d_1 = \frac{\log(V/NW) + (r + \sigma_V^2/2)T}{\sigma_V \sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma_V \sqrt{T}$$

Credit Spread im Merton-Modell

$$s = \frac{1}{T} \log \left(\frac{NW}{NW e^{-rT} - BP} \right) - r$$

Unternehmenswertvolatilität und Eigenkapitalvolatilität

$$\sigma_{EK} = \frac{V}{EK} \cdot N(d_1) \cdot \sigma_V$$

Kurseinheit 2

Verteilungsfunktion des Portfoliowertes im Vasicek-Modell

$$F_X(x) = P(X \leq x) = N \left(\frac{1}{\sqrt{\rho}} (\sqrt{1-\rho} N^{-1}(x) + N^{-1}(p)) \right)$$

Value-at-Risk des Portfoliowertes im Vasicek-Modell zum Referenzwert $x_0 = 1$

$$\text{VaR}(X) = N \left(\frac{N^{-1}(p) - \sqrt{\rho} N^{-1}(\alpha)}{\sqrt{1-\rho}} \right)$$

0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9986	0,9986	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9990
3,1	0,9990	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992
3,2	0,9993	0,9993	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996
3,4	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997
3,5	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998
3,6	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998
3,7	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,8	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,9	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999

Abbildung 1. Tabelle der Normalverteilungsfunktion $N(x) = \int_{-\infty}^x \frac{e^{-t^2/2}}{\sqrt{2\pi}} dt$ für $x \geq 0$. Es gilt $N(-x) = 1 - N(x)$.