Platz-Nr.: ____________

Name: __________________________ Vorname: _________________________ Matrikel-Nr.:____________

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL
FAKULTÄT FÜR WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFT -
- SCHUMPETER SCHOOL OF BUSINESS AND ECONOMICS

Prüfungsgebiet:	Einführung in die Wirtschaftsinformatik (Hauptprüfung PO 2006)
	Grundlagen von Decision Support Systemen (BWiWi 1.14)
Tag der Prüfung:	16.06.2020
Name des Prüfers:	Prof. Dr. Bock
Erlaubte Hilfsmittel:	Taschenrechner (nicht programmierbar)
	Der Klausur beigefügte Formelsammlung.

Bearbeiten Sie jede der 8 angegebenen Aufgaben!

Die Lösungen zu den Aufgaben sollen gegliedert und in vollständigen zusammenhängenden Sätzen dargestellt werden und Rechnungen mit ihren Zwischenschritten nachvollziehbar sein. Dazu gehören auch das explizite Aufschreiben aller verwendeten Formeln und die Beantwortung der Aufgabenstellung mit einem Antwortsatz. **Ein Ergebnis ohne nachvollziehbare Rechnung erhält keine Punkte. Runden Sie auf vier Stellen hinter dem Komma.**
Die Darstellungsform und die Systematik der Gedankenführung gehen in die Bewertung ebenfalls ein. In Klammern ist für jede Aufgabe die Anzahl der maximal möglichen Punkte angegeben, die bei einer richtigen und vollständigen Bearbeitung erreicht werden können. Zudem entspricht die angegebene Punktezahl ungefähr der Dauer in Minuten, die Sie für die Lösung der jeweiligen Aufgabe benötigen sollten.

Insgesamt können **90 Punkte** erreicht werden. Für eine erfolgreiche Bearbeitung müssen wenigstens **45 Punkte** erworben werden.

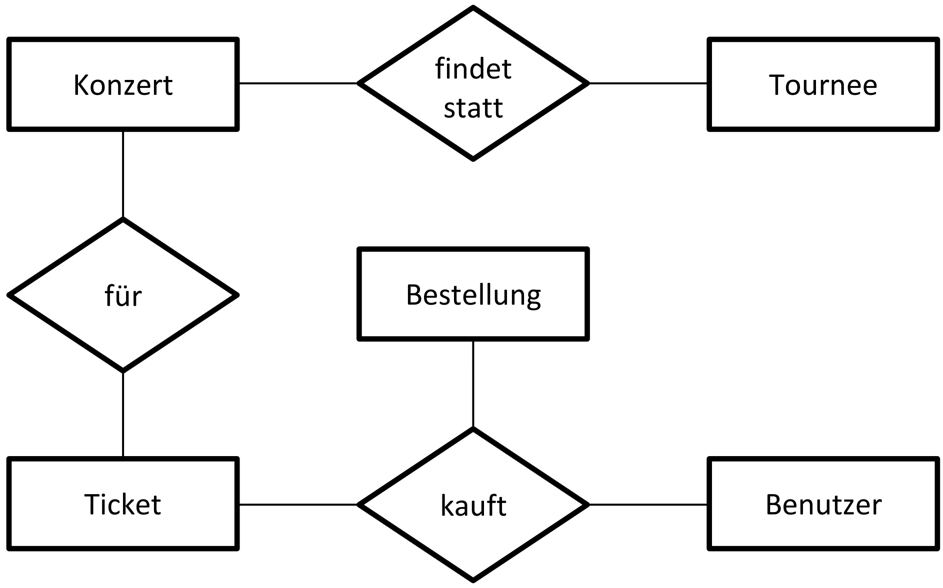
Unterschrift: ________________________________

Datenbanksysteme (45 Punkte)

Aufgabe 1: Entity Relationship Modell (Insgesamt 12 Punkte)

Gegeben sei ein unvollständiges ER-Diagramm eines Datenbankentwurfs für einen Online-Ticketvertrieb für Konzerte.

Bearbeitung Aufgabe 1:



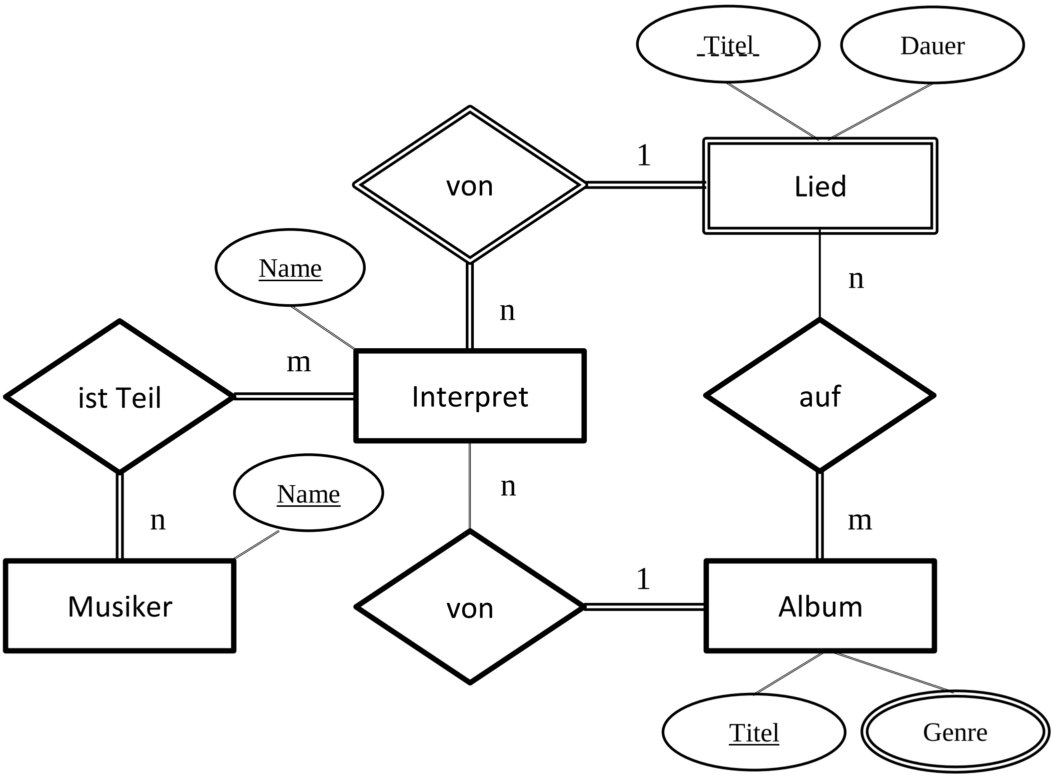
Vervollständigen Sie das ER-Diagramm auf diesem Aufgabenblatt ausschließlich durch
- Modellierung von Attributen,
- Kennzeichnung von Schlüsselattributen,
- Angabe der Kardinalitäten und Partizipationen,
- Kenntlichmachung von schwachen Entitätstypen und identifizierenden Beziehungstypen,

so dass die unten genannten zusätzlichen Anforderungen erfüllt sind:

- Ein *Konzert* findet im Rahmen genau einer *Tournee* statt und besitzt eine eindeutige ID, sowie ein Datum und einen Ort. Eine *Tournee* besitzt einen eindeutigen Namen. Zu jeder *Tournee* gibt es mindestens ein *Konzert*. (2 Punkte)
- Zu einem *Konzert* werden viele *Tickets* verkauft. Jedes *Ticket* wird über seine Platznummer und das zugehörige *Konzert* identifiziert. Zusätzlich besitzt ein *Ticket* einen Preis. (3 Punkte)
- Innerhalb einer *Bestellung* kauft ein *Benutzer* ein oder mehrere *Tickets*. Jedes Ticket kann nur einmal verkauft werden. Jede *Bestellung* wird durch eine Vorgangsnummer eindeutig identifiziert. (3 Punkte)
- Der Gesamtpreis einer *Bestellung* ist durch die innerhalb dieser *Bestellung* gekauften *Tickets* ableitbar. (2 Punkte)
- Ein *Benutzer* wird eindeutig durch seinen *Benutzernamen* identifiziert. Zusätzlich kann ein *Benutzer* eine oder mehrere Kontaktmöglichkeiten angeben. (2 Punkte)

Aufgabe 2: Überführung in das relationale Schema (Insgesamt 10 Punkte)

Dargestellt ist ein ER-Diagramm für einen Musikstreaming-Anbieter. **Überführen Sie** das vorliegende ER-Diagramm mit Hilfe des in der Vorlesung behandelten Transformationsalgorithmus in das relationale Schema.



Aufgabe 3: Relationale Algebra (Insgesamt 8 Punkte)

Dargestellt sind zwei vollständige Relationen einer Relationalen Datenbank für Musikinterpreten.

MusikerRolle	
Musiker	**Rolle**
Young	Gitarre
Stanley	Gitarre
Stanley	Gesang
Simmons	Gesang
Simmons	Bass
Criss	Schlagzeug
Criss	Gesang
Sullivan	Gitarre
Sullivan	Gesang

MusikerBand	
Musiker	**Band**
Young	ACDC
Stanley	Kiss
Simmons	Kiss
Criss	Kiss
Sullivan	Survivor

Notieren Sie für jede Anfrage der relationalen Algebra die <u>vollständige Ergebnisrelation</u> bestehend aus den <u>Attributsbezeichnungen und den Ergebnistupeln</u>. **Verwenden Sie** hierzu die untenstehenden Tabellen auf dem Aufgabenblatt (**streichen Sie** nicht genutzte Spalten und Zeilen).

a) $R_1 = \pi_{Musiker}\left(\sigma_{Rolle="Gitarre"}(MusikerRolle)\right)$

$S_1 = \pi_{Musiker}\left(\sigma_{Rolle="Gesang"}(MusikerRolle)\right)$

$C_1 = R_1 - (R_1 - S_1)$ (4 Punkte)

b) $R_2 = MusikerRolle$

$S_2 = MusikerBand$

$C_2 = \pi_{Musiker,Band}\left(\sigma_{Rolle=Gitarre}\left(\sigma_{Band\neq"Kiss"}(R_2 * S_2)\right)\right)$ (4 Punkte)

Bearbeitung Aufgabe 3:

*Hinweis: **Streichen Sie** nicht genutzte Spalten und Zeilen*

C_1	

C_2	

Aufgabe 4: Designtheorie (Insgesamt 15 Punkte)

Gegeben Sei das Relationenschema (R, F) in *Boyce-Codd Normalform* bestehend aus der Relation $R(A, B, C, D, E)$ mit der Menge von funktionalen Abhängigkeiten $F = \{\{A, B\} \rightarrow \{C, D, E\}\}$.

Bearbeiten Sie die Teilaufgaben a) bis c) unabhängig voneinander:

a) **Erweitern Sie** die Menge von funktionalen Abhängigkeiten F um genau eine weitere funktionale Abhängigkeit f, so dass das erweiterte Relationenschema $(R, F \cup \{f\})$

- die Anforderungen der *dritten Normalform* weiterhin erfüllt,
- aber nicht mehr die Anforderungen der *Boyce-Codd Normalform*.

Notieren Sie diese funktionale Abhängigkeit f und **Begründen Sie** ihre Auswahl über die Normalformtests aus der Veranstaltung. (5 Punkte)

b) **Erweitern Sie** die Menge von funktionalen Abhängigkeiten F um genau eine weitere funktionale Abhängigkeit f, so dass das erweiterte Relationenschema $(R, F \cup \{f\})$

- die Anforderungen der *zweiten Normalform* weiterhin erfüllt,
- aber nicht mehr die Anforderungen der *dritten Normalform*.

Notieren Sie diese funktionale Abhängigkeit f und **Begründen Sie** ihre Auswahl über die Normalformtests aus der Veranstaltung. (5 Punkte)

c) **Erweitern Sie** die Menge von funktionalen Abhängigkeiten F um genau eine weitere funktionale Abhängigkeit f, so dass die Attributsmenge {A, B}

- ein *Superschlüssel*,
- aber kein *Schlüsselkandidat* für das erweiterte Relationenschema $(R, F \cup \{f\})$ ist.

Notieren Sie diese funktionale Abhängigkeit f und **Begründen Sie** Ihre Auswahl mit Hilfe der Abschlüsse der Attributsmengen. (5 Punkte)

Ermittlung von Prognosedaten (18 Punkte)

Aufgabe 5: Nachfrageprognose I (Insgesamt 11 Punkte)

Gegeben sei eine unvollständige Tabelle, die die tatsächlich realisierte Nachfragedaten mit Prognosewerten und Fehlern des Verfahrens der *exponentiellen Glättung 1. Ordnung*, sowie eine abschließende Bewertung über die Kennzahl *Mean Absolute Deviation* (MAD) angibt.

Prognose: Exponentielle Glättung 1. Ordnung				
Glättungsfaktor $\alpha =$ [?]				
Periode t	Nachfrage y_t	Prognose $\hat{y}_{t-1,t}$	Fehler ϵ_t	Absoluter Fehler $\lvert\epsilon_t\rvert$
4	94	98	4	4
5	104	96	-8	8
6	105	[?]	[?]	[?]
7	110	102,5	-7,5	7,5
Mean Absolute Error MAD = [?]				

a) **Vervollständigen Sie** die obige Tabelle. **Berechnen Sie** hierzu die Werte der mit Symbol [?] markierten Stellen. Dies sind im einzelnen die Werte für α, $\hat{y}_{5,6}$, ϵ_6, $|\epsilon_6|$ und MAD für die Perioden 4 bis 7.
Falls Sie den Prognosewert $\hat{y}_{5,6}$ nicht bestimmen können, berechnen Sie den MAD mit dem Wert $\hat{y}_{5,6} = 120$. (7 Punkte)

b) **Berechnen Sie** das Gewicht mit welchem der Nachfragewert y_4 in den Prognosewert für die siebte Periode $\hat{y}_{6,7}$ einfließt. (4 Punkte)

Aufgabe 6: Nachfrageprognose II (Insgesamt 7 Punkte)

Bearbeiten Sie die folgenden beiden Teilaufgaben:

a) Im Zuge der Initialisierung der *exponentiellen Glättung 3. Ordnung* sind für einen Datensatz mit $P = 4$ Saisons die normierten saisonalen Faktoren $C_1 = 0{,}6$, $C_2 = 0{,}9$ und $C_3 = 1{,}1$ bestimmt worden. **Bestimmen Sie** den Wert für den normierten saisonalen Faktor C_4 und **begründen Sie** Ihre Antwort <u>kurz</u>. (3 Punkte)

b) Betrachten Sie den Fall, dass die *exponentielle Glättung 2. Ordnung* <u>*nach Holt*</u> und die *exponentielle Glättung 3. Ordnung* auf den selben Datensatz angewendet werden. Die erste Periode die prognostiziert wird sei die Periode $s + 1$. Die Initialisierung der Werte a_s und b_s und die verwendeten Glättungsfaktoren α und β seien für beide Prognoseinstrumente identisch. **Bestimmen Sie** die Werte der saisonalen Faktoren C_i für die Saisons $i = 1, \ldots, P$, die dazu führen, dass beide Prognoseinstrumente identische Prognosewerte liefern und **begründen Sie** Ihre Antwort <u>kurz</u>. (4 Punkte)

Einführung in die Optimierung (27 Punkte)

Aufgabe 7: Lineare Optimierung (Insgesamt 17 Punkte)

Im Rahmen der Produktionsprogrammplanung soll ein Produktionsplan für zwei unterschiedliche Produkte bestimmt werden. Die Produkte 1 und 2 sind jeweils flüssig und die geplanten Produktionsmengen daher reellwertig. Zielsetzung ist die Maximierung der Summe der erzielten Deckungsbeiträge. Die Deckungsbeiträge pro hergestellten Liter betragen 5€ für Produkt 1 und 10€ für Produkt 2. Die verfügbaren Kapazitäten der einzusetzenden Ressourcen sind begrenzt. Diese Maximalkapazitäten, sowie die Verbräuche der Produkte pro produziertem Liter lauten:

Ressource	Produkt 1	Produkt 2	Kapazität
Rohstoff A (in Liter)	3	1	720
Rohstoff B (in Liter)	2	2	660
Maschinenzeit (in Minuten)	2	5	1350

a) **Formulieren Sie** das Problem als lineares Programm (LP) in kanonischer Form und **defininieren Sie** ihre verwendeten Entscheidungsvariablen. (7 Punkte)

b) Ein Dictionary (D) ohne Angabe des Zielfunktionswertes (ersetzt durch V), welches eine zulässige Basislösung des Problems definiert, lautet:

$$z = \mathrm{V} + \frac{25}{3}x_2 - \frac{5}{3}x_3$$

$$\begin{aligned}
x_1 &= 240 - \frac{1}{3}x_2 - \frac{1}{3}x_3 && (NB\ I)\\
x_4 &= 180 - \frac{4}{3}x_2 - \frac{1}{3}x_3 && (NB\ II)\\
x_5 &= 870 - \frac{13}{3}x_2 + \frac{2}{3}x_3 && (NB\ III)\\
&\quad x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0
\end{aligned}$$

Bestimmen Sie über die gegebene Basislösung des Dictionarys (D) die Produktionsmengen der Produkte 1 und 2 in Litern sowie den aktuell erreichten Deckungsbeitrag V. Berechnen Sie zudem für diese aktuelle Lösung des Dictionarys (D) die verbrauchten Mengen der Rohstoffe A und B in Litern, die genutzte Maschinenzeit in Minuten sowie die noch verfügbaren Kapazitäten dieser drei Ressourcen. (6 Punkte)

c) Welchen Basiswechsel würde der primale Simplex-Algorithmus unter Verwendung der Regel „*Größter Koeffizient*" ausführen? **Bestimmen Sie**

- die neue Basisvariable,
- die Variable die die Basis verlässt,
- sowie den Wert, den die neue Basisvariable erhält. (4 Punkte)

Aufgabe 8: Stochastisches Bestandsmanagement (Insgesamt 10 Punkte)

Der Kiosk *Read and More* steht in den Verhandlungen die Zeitschrift *OR News* in sein Sortiment aufzunehmen. Laut Buchbindungspreis ist der Verkaufspreis r von 10,00€ pro Exemplar festgeschrieben, der Einkaufspreis c ist nicht verhandelbar und beträgt 9,00€ pro Exemplar. Verhandelbar ist lediglich der Wiederverkaufspreis v für den $v \leq c$ gilt. *Read and More* rechnet mit einer normalverteilten, erwarteten Anzahl von 10 verkauften Exemplaren bei einer Standardabweichung von 10 Exemplaren. Die folgenden Teilaufgaben sind unter Verwendung des *Newsvendormodells* zu lösen.

a) **Berechnen Sie** den maximalen Wiederverkaufspreis v für den der Kiosk *Read and More* keine Exemplare der nächsten Ausgabe von *OR News* bestellen wird. **Nehmen Sie an,** dass die errechnete optimale Bestellmenge für die Bestellung immer aufgerundet wird. (7 Punkte)

b) **Berechnen Sie** den Wert, den die Standardabweichung besitzen muss, so dass, unabhängig vom Wiederverkaufspreis, die optimale Bestellmenge immer dem Erwartungswert von 10 Exemplaren entspricht. (3 Punkte)

Standardnormalverteilung

z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	$L(z)$	z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	$L(z)$	z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	$L(z)$
-1,10	0,2179	0,1357	0,3924	-0,55	0,3429	0,2912	0,4302	0,00	0,3989	0,5000	0,3989
-1,09	0,2203	0,1379	0,3932	-0,54	0,3448	0,2946	0,4305	0,01	0,3989	0,5040	0,3940
-1,08	0,2227	0,1401	0,3940	-0,53	0,3467	0,2981	0,4308	0,02	0,3989	0,5080	0,3890
-1,07	0,2251	0,1423	0,3949	-0,52	0,3485	0,3015	0,4310	0,03	0,3988	0,5120	0,3841
-1,06	0,2275	0,1446	0,3957	-0,51	0,3503	0,3050	0,4312	0,04	0,3986	0,5160	0,3793
-1,05	0,2299	0,1469	0,3965	-0,50	0,3521	0,3085	0,4314	0,05	0,3984	0,5199	0,3744
-1,04	0,2323	0,1492	0,3973	-0,49	0,3538	0,3121	0,4315	0,06	0,3982	0,5239	0,3697
-1,03	0,2347	0,1515	0,3981	-0,48	0,3555	0,3156	0,4317	0,07	0,3980	0,5279	0,3649
-1,02	0,2371	0,1539	0,3989	-0,47	0,3572	0,3192	0,4318	0,08	0,3977	0,5319	0,3602
-1,01	0,2396	0,1562	0,3998	-0,46	0,3589	0,3228	0,4319	0,09	0,3973	0,5359	0,3556
-1,00	0,2420	0,1587	0,4007	-0,45	0,3605	0,3264	0,4319	0,10	0,3970	0,5398	0,3509

FORMELN

$$TS_t = \frac{SE_t}{SAE_t} \text{ mit } SE_t = \phi \cdot \left(\hat{y}_{t-1,t} - y_t\right) + (1-\phi) \cdot SE_{t-1} \text{ und } SAE_t = \phi \cdot \left|\hat{y}_{t-1,t} - y_t\right| + (1-\phi) \cdot SAE_{t-1}$$

$$MAD = T^{-1} \cdot \sum_{t=1}^{T} \left|\hat{y}_{t-1,t} - y_t\right| \qquad MSE = T^{-1} \cdot \sum_{t=1}^{T} \left(\hat{y}_{t-1,t} - y_t\right)^2 \qquad MAPE = T^{-1} \cdot \sum_{t=1}^{T} \frac{\left|\hat{y}_{t-1,t} - y_t\right|}{y_t}$$

$$b = \frac{CoVAR(x,y)}{VAR(x)} \qquad a = n^{-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} y_i - b \cdot n^{-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i$$

$$VAR(x) = n^{-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(n^{-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2 \qquad CoVAR(x,y) = n^{-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot y_i - \left(n^{-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} x_i\right) \cdot \left(n^{-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} y_i\right)$$

$$\hat{y}_{t,t+1} = T^{-1} \cdot \sum_{\tau=t-T+1}^{t} y_\tau \qquad \hat{y}_{t,t+1} = \alpha \cdot y_t + (1-\alpha) \cdot \hat{y}_{t-1,t}$$

$$\hat{y}_{t,t+\tau} = a_t + b_t \cdot \tau \text{ mit } \quad a_t = a_{t-1} + b_{t-1} + \left(2 \cdot \alpha - \alpha^2\right) \cdot \left(y_t - a_{t-1} - b_{t-1}\right)$$

$$b_t = b_{t-1} + \alpha^2 \cdot \left(y_t - a_{t-1} - b_{t-1}\right)$$

$$\hat{y}_{t,t+\tau} = a_t + b_t \cdot \tau \text{ mit } \quad a_t = \alpha \cdot y_t + (1-\alpha) \cdot \left(a_{t-1} + b_{t-1}\right)$$

$$b_t = \beta \cdot \left(a_t - a_{t-1}\right) + (1-\beta) \cdot b_{t-1}$$

$$\hat{y}_{t,t+\tau} = (a_t + b_t \cdot \tau) \cdot c_{t+((\tau-1) \text{ MOD } P)+1-P}$$

$$J\left(S^*\right) = \sigma \cdot L\left(z^*\right) \qquad L(z) = \int_{y=z}^{\infty} (y-z) \cdot \varphi(z) dy$$

$$z^* = F_{01}^{-1}\left(\frac{p}{p+h}\right) \qquad z^* = z(CR) = F_{01}^{-1}(CR) \text{ mit } CR = \frac{c_u}{c_o + c_u}$$

$$c_u = r - c \qquad c_o = c - v$$

$$P\left(x \geq a\right) = 1 - F_{01}\left(\frac{a-\mu}{\sigma}\right) \qquad S^* = \mu + z^* \cdot \sigma$$

$$S^* = F^{-1}(\alpha) \qquad S^* = \mu + L^{-1}\left(\frac{(1-\beta) \cdot \mu}{\sigma}\right) \cdot \sigma$$

$$\Pi\left(S^*\right) = c_u \cdot \mu - Z\left(S^*\right) \qquad Z\left(S^*\right) = (p+h) \cdot f_{01}\left(z^*\right) \cdot \sigma$$

$$Z\left(S^*\right) = \left(c_u + c_o\right) \cdot f_{01}\left(z(CR)\right) \cdot \sigma \qquad Z\left(S^*\right) = \left(c_u + c_o\right) \cdot \sum_{y=0}^{S^*} \left(\left(S^* - y\right) \cdot p\left(X = y\right)\right) + c_u \cdot \left(\lambda - S^*\right)$$