Platz-Nr.: ____________

Name: ________________________ Vorname: _______________________ Matrikel-Nr.:____________

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

Prüfungsgebiet:	BWiWi 1. 14: Einführung in die Wirtschaftsinformatik (Grundlagen von Decision Support Systemen)
Tag der Prüfung:	13.08.2020
Name des Prüfers:	Prof. Dr. Bock
Erlaubte Hilfsmittel:	Taschenrechner (nicht programmierbar)

Bearbeiten Sie jede der 6 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.

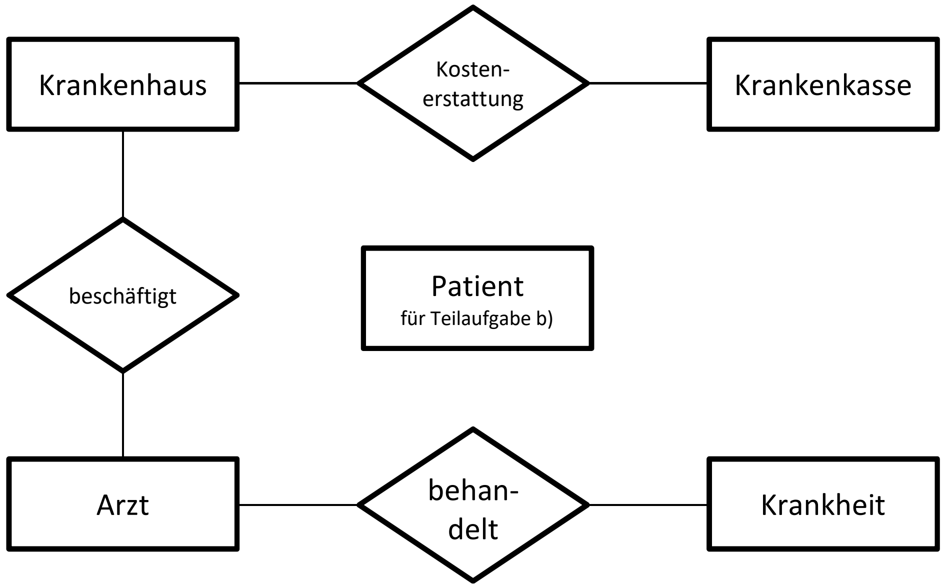
Insgesamt können **90 Punkte** erreicht werden. Für eine erfolgreiche Bearbeitung müssen wenigstens **45 Punkte** erworben werden. Die Klausur besteht mit Deckblatt insgesamt aus **7** Seiten.

Ich erkläre, dass ich gesundheitlich in der Lage bin, diese Klausur zu bearbeiten und derzeit keine erheblichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen vorliegen, die sich auf meine Leistungsfähigkeit auswirken. Mir ist bekannt, dass ich mein Recht auf Rücktritt aus Krankheitsgründen verwirke, wenn ich im Bewusstsein einer gesundheitlichen Beeinträchtigung eine Klausur antrete.

Unterschrift: ______________________________

Aufgabe 1: Entity Relationship Modell und Relationales Schema (Insgesamt 15 Punkte)
Gegeben sei ein unvollständiges ER-Diagramm eines Datenbankentwurfs für ein zentral verwaltetes Gesundheitssystem.

Bearbeitung Aufgabe 1:



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

a) Erfüllen Sie die folgenden zusätzlichen Anforderungen:

- Ein *Krankenhaus* befindet sich an einem bestimmten Ort und wird zusätzlich durch seinen Namen identifiziert. Ein *Krankenhaus* beschäftigt immer mehrere *Ärzte*, die durch ihre Arztnummer identifiziert werden und einen Namen, bestehend aus Vor- und Zuname, haben. Ein *Arzt* ist immer in genau einem *Krankenhaus* angestellt. (3 Punkte)
- Jede *Krankheit* besitzt einen eindeutigen Schlüssel nach ICD-10. Ein Arzt behandelt mindestens eine *Krankheit*. Das Behandlungsspektrum eines *Arztes* ergibt sich aus der Verkettung der ICD-Codes der von ihm behandelten Krankheiten. (4 Punkte)
- Jedes *Krankenhaus* schließt mit verschiedenen *Krankenkassen* Verträge zur Kostenerstattung ab. Jede *Krankenkasse* (versehen mit einer eindeutigen Kostenträgernummer) ist verpflichtet, für mindestens ein Krankenhaus die Kostenerstattung zu garantieren. (3 Punkte)

b) Im Rahmen der Weiterentwicklung der Datenbank hat ein Datenbankentwickler bereits die Relationen *Filiale* und *Patient* angelegt. **Ergänzen Sie** das ER-Diagramm auf der vorherigen Seite in sinnvoller Weise derart um die entsprechenden Elemente, so dass der Algorithmus aus der Vorlesung genau zu diesen Relationen führt! (5 Punkte)

Filiale	
Kostenträgernummer_FK	Filialort

Patient				
Name	Geburtsdatum	Versicherungsnummer	Kostenträgernummer_FK	Lieblingsarzt_FK
Bär	24.12.2011		100	
Maus	24.12.2017		101	

Aufgabe 2: Relationale Algebra (Insgesamt 10 Punkte)

Zusätzlich zu der Relation *Patient* (wie oben) gibt es nun die folgenden beiden Relationen, die unabhängig von Aufgabe 1 zu betrachten sind:

Kostenerstattungsvertrag	
KrankenhausID	Kostenträgernummer_FK

Behandlung		
PatientVersNr_FK	Arzt_FK	Kosten
		10
		15

a) Die Assistentin in der Aufnahme des Krankenhauses mit der ID „WUP_A3“ möchte mit Hilfe einer Abfrage in den **Grundoperationen** der Relationalen Algebra wissen, ob die Behandlungskosten für den Patienten mit der Versicherungsnummer 13082020 über einen Vertrag zur Kostenerstattung abgedeckt sind (es kann sein, dass sich für den Patienten noch kein Tupel in der Relation „Behandlung“ findet). Die Abfrage soll ermöglichen, die Frage genau dann mit „Ja“ beantworten zu können, falls eine nicht-leere Ergebnisrelation vorliegt. **Formulieren Sie** eine für diesen Zweck geeignete Abfrage in den folgenden Zeilen:

(5 Punkte)

b) **Ergänzen Sie** die Tupel der Relationen *Patient* und *Behandlung* jeweils mit beliebigen ganzzahligen Werten, so dass die **beiden** folgenden Abfragen **unterschiedliche** Ergebnisrelationen C_1 und C_2 mit je zwei Ergebnistupeln erzeugen. Gehen Sie davon aus, dass in jedem Fall die referentielle Integrität der Datenbank gewährleistet ist. (5 Punkte)

$$C_1 = \pi_{Name,Kosten}\left(\sigma_{PatientVersNr\_FK=Versicherungsnummer}(Behandlung \times Patient)\right)$$

$$C_2 = \pi_{Name,Kosten}\left(\sigma_{Arzt\_FK=Lieblingsarzt\_FK}(Behandlung \times Patient)\right)$$

Aufgabe 3: Designtheorie (Insgesamt 20 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 d) unabhängig voneinander:

a) **Erweitern Sie** die Menge von funktionalen Abhängigkeiten F um genau eine weitere funktionale Abhängigkeit f, so dass bei der Berechnung der Minimalen Überdeckung für die Menge von Funktionalen Abhängigkeiten $F \cup \{f\}$ eine Verkleinerung der linken Seite einer funktionalen Abhängigkeit möglich wird.
Notieren Sie diese funktionale Abhängigkeit f und **zeigen Sie,** dass der gewünschte Effekt tatsächlich erzielt wird. (5 Punkte)

b) **Zerlegen Sie** die Relation R in zwei Teilrelationen, so dass die funktionale Abhängigkeit $\{A, B\} \rightarrow \{C\}$ nicht mehr erhalten ist.
Weisen Sie dies dann mit Hilfe des Algorithmus aus der Vorlesung nach.
Hinweis: $Z = Z \cup ((Z \cap R_i)^+ \cap R_i)$ (5 Punkte)

c) **Erweitern Sie** die Menge von funktionalen Abhängigkeiten F um genau eine weitere funktionale Abhängigkeit f mit einelementiger rechter Seite, so dass die Attributsmenge {B, C} ein *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)

d) Wir betrachten das erweiterte Relationenschema $(R, F \cup \{\{C\} \rightarrow \{A\}\})$.
Zeigen Sie mit einem Test aus der Vorlesung, dass das Schema die Anforderungen der *3. Normalform* erfüllt und **transformieren Sie** es, sofern nötig, in die *Boyce-Codd-Normalform*!
(5 Punkte)

Aufgabe 4: Nachfrageprognose (Insgesamt 16 Punkte)

a) Wir betrachten die **Kausalprognose** und unterstellen eine lineare Abhängigkeit der Nachfrage von einer messbaren Größe x. Bisher wurde die lineare Regression zur Minimierung des mittleren quadratischen Fehlers eingesetzt. Nun taucht der Vorschlag auf, die Exponentielle Glättung 2. Ordnung mit nur einem Glättungsfaktor α anstelle der linearen Regression einzusetzen. **Nehmen Sie kurz zu diesem Vorschlag Stellung!** Gehen Sie dabei auf die Probleme ein, die sich bei Anwendung der Exponentiellen Glättung für die Kausalprognose ergeben. (6 Punkte)

b) Wir betrachten die Initialisierung der Parameter für die Exponentielle Glättung dritter Ordnung. Dabei werden die vorliegenden Nachfragemengen der einzelnen Perioden y_t durch die Formel $\widetilde{y_t} = \frac{y_t}{a_{init}+b_{init} \cdot t}, \forall t = 1, \ldots, T$ transformiert, bevor mit Hilfe von $\widetilde{y_t}$ die saisonalen Faktoren ermittelt werden. **Erläutern Sie kurz** diesen Schritt und beschreiben Sie, was durch den Wert $\widetilde{y_t}$ gemessen werden soll. (5 Punkte)

c) **Beschreiben und erläutern Sie** kurz Eigenschaften eines erheblichen systematischen Prognosefehlers (also grob gesagt, ein Prognosefehler, der wiederholt und nicht zufällig auftritt und die Prognosequalität deutlich herabsetzt), der durch das Tracking Signal nur sehr schwer erkannt werden kann. (5 Punkte)

Aufgabe 5: Newsvendormodell (Insgesamt 10 Punkte)

Wir betrachten ein Newsvendorproblem mit einem Verkaufspreis von 10 GE und einem Wiederverkaufspreis in Höhe von 1 GE.

a) **Bestimmen Sie** den Einkaufspreis, der unter den Grundannahmen des Newsvendormodells automatisch sicherstellt, dass die optimale Bestellmenge mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% die gesamte Nachfrage befriedigt! (5 Punkte)

b) Wie verändert sich die optimale Bestellmenge (wird sie größer oder kleiner?) im Newsvendormodell unter a) wenn, ceteris paribus (also unter sonst gleichen Bedingungen), der Einkaufspreis erhöht wird? Begründen Sie Ihre Antwort alleine durch die Betrachtung der Höhe der Kostensätze! (5 Punkte)

Aufgabe 6: Lineare Optimierung (Insgesamt 19 Punkte)

Im Rahmen der Produktionsprogrammplanung soll ein Tagesproduktionsplan für zwei unterschiedliche Produkte bestimmt werden. Der Produktionsprozess kann beliebig unterbrochen werden und die geplanten Produktionsmengen können daher fraktionelle Werte annehmen. Zielsetzung ist die Maximierung der Summe der erzielten Deckungsbeiträge. Die verfügbaren Kapazitäten der einzusetzenden Ressourcen sind begrenzt. Die im Problem betrachteten Parameter entnehmen Sie bitte folgender Tabelle:

Parameter	Produkt 1 (x_1)	Produkt 2 (x_2)	Kapazität
Personalaufwand (pro Stück in Stunden)	2	2	[?]
Maschinenzeit (pro Stück in Stunden)	[?]	4	48
Variable Kosten (pro Stück in GE)	5	2	
Deckungsbeitrag (pro Stück in GE)	2	[?]	

a) Ein Dictionary (D) <u>ohne Angabe des Zielfunktionswertes</u> (ersetzt durch V), das nach **einem** Basistausch bei der Anwendung des Simplexverfahrens auf das Problem entstanden ist, lautet:

$$\begin{aligned} z &= \mathrm{V} + 2x_2 - x_3 & \\ x_1 &= 16 - x_2 - \frac{1}{2}x_3 & \text{(NB: Personalaufwand)} \\ x_4 &= 16 - 2x_2 + x_3 & \text{(NB: Maschinenzeit)} \\ & x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0 & \end{aligned}$$

Bestimmen Sie über die gegebene Basislösung des Dictionarys (D) die Produktionsmengen der Produkte 1 und 2 sowie den aktuell erreichten Deckungsbeitrag V. Berechnen Sie zudem die gesamt zur Verfügung stehende Personalkapazität, die Maschinenzeit pro Stück für Produkt 1 sowie den Deckungsbeitrag pro Stück von Produkt 2! (10 Punkte)

b) Ein Manager des Unternehmens möchte einen Produktionsplan erstellen, der einen **Mindestumsatz von 120 GE pro Tag** garantiert, und weiterhin den Deckungsbeitrag maximiert.

Ergänzen Sie das Dictionary durch die neue Nebenbedingung und gehen Sie dabei wie folgt vor: Führen Sie zunächst auf geeignete Weise eine neue Restriktion ein. Die Schlupfvariable dieser neuen Restriktion soll im neuen Dictionary Basisvariable der Nebenbedingung werden. Führen Sie hierzu die notwendigen Umformungsschritte durch. Was können Sie über die entstandene Lösung aussagen? Wie ist nun weiter vorzugehen, um die Lösungssuche fortzuführen? (5 Punkte)

Hinweis: Als Alternativwert für den Deckungsbeitrag von Produkt 2 verwenden Sie den Wert 4!

c) Unter welchen Umständen und mit welchem jeweiligen Ergebnis kann der Simplexalgorithmus (nun angewendet auf ein beliebiges Lineares Programm) terminieren, wenn es eine zulässige initiale Basislösung gibt? (4 Punkte)

Formeln:

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

$$MAD = T^{-1} \cdot \sum_{t=1}^{T} |\hat{y}_{t-1,t} - y_t|$$

$$MSE = T^{-1} \cdot \sum_{t=1}^{T} (\hat{y}_{t-1,t} - y_t)^2$$

$$MAPE = T^{-1} \cdot \sum_{t=1}^{T} \frac{|\hat{y}_{t-1,t} - y_t|}{y_t}$$

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

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

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

$$\hat{y}_{t,t+1} = T^{-1} \cdot \sum_{\tau=t-T+1}^{t} y_\tau$$

$$\hat{y}_{t,t+1} = \alpha \cdot y_t + (1-\alpha) \cdot \hat{y}_{t-1,t}$$

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

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

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

$$z^* = z(CR) = F_{01}^{-1}(CR) \;\; mit \;\; CR = \frac{c_u}{c_o + c_u}$$
$$J(S^*) = \sigma \cdot L(z^*)$$
$$L(z) = \int_{y=z}^{\infty} (y-z) \cdot \varphi(z) dy$$

$$S^* = \mu + z^* \cdot \sigma$$

$$S^* = F^{-1}(\alpha)$$

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

$$\Pi(S^*) = c_u \cdot \mu - Z(S^*)$$

$$Z(S^*) = (c_u + c_o) \cdot f_{01}(z(CR)) \cdot \sigma$$

$$p(X = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

$$Z(S^*) = (c_u + c_o) \cdot \sum_{y=0}^{S^*} \left((S^* - y) \cdot p(X = y)\right) + c_u \cdot (\lambda - S^*)$$
$$z^* = F_{01}^{-1}\left(\frac{p}{p+h}\right)$$
$$Z(S^*) = (p+h) \cdot f_{01}(z^*) \cdot \sigma$$