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:	02.08.2023
Name des Prüfers:	Prof. Dr. Bock
Erlaubte Hilfsmittel:	Taschenrechner (nicht programmierbar)

Bearbeiten Sie jede der 5 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 drei 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 **8** 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: (Relationales Modell/Relationale Algebra/ER-Modell) (Insgesamt 30 Punkte)

Eine Fachschaft plant für einen Abend in der O-Woche eine Kneipentour. Dazu werden für diesen Abend die Besucher- und Mitarbeiterdaten datenbankgestützt in einem relationalen Schema gespeichert. Das verwendete relationale Schema ist durch folgende Relationen gegeben:

Mitarbeiter (Abkürzung: M)			
ID	Name	Erfahrung	Eingearbeitet_von_M_ID_FK

Gast (G)		
Perso-Nr	Name	Lieblingsgetränk

Schicht (S)			
M_ID_FK	K_Name_FK	Start	Ende

Bedienung (B)		
G_Perso-Nr_FK	K_Name_FK	M_ID_FK

Getränke (GE)	
K_Name_FK	Getränk

Kneipe (K)	
Name	Chef_M_ID_FK

a) Realisieren Sie die folgende Abfrage ausschließlich mit den **Grundoperationen** der relationalen Algebra. Hierzu dürfen Sie die Abkürzungen der Relationennamen wie angegeben verwenden:

Welche Mitarbeiter haben in der Kneipe „Dreistein“ eine Schicht gearbeitet, aber hatten nicht die 18-24 Uhr-Schicht im „Dreistein“?

Ergebnisrelation: E(ID, Name) (5 Punkte)

b) Erklären Sie in möglichst kurzen Sätzen, welche Abfrage mit dem folgenden Ausdruck E_2 realisiert wird. Geben Sie auch das Schema der Ergebnisrelation an.

$$E_1 = G \times B \times \left(\delta_{K\_Name\_FK \rightarrow K\_Name}\ GE\right)$$

$$E_2 = \pi_{Perso-Nr,Name}\left(\sigma_{Lieblingsgetränk=Getränk}\left(\sigma_{K\_Name\_FK=K\_Name}\left(\sigma_{Perso-Nr=G\_Perso-Nr\_FK}\ E_1\right)\right)\right)$$

(5 Punkte)

c) Eine der folgenden vier Konstellationen ist in den Daten nicht speicherbar (abbildbar). Entscheiden Sie begründet (z.B. mit Hilfe der Integritätsregeln für das relationale Modell), welche dies ist.

i. Ein Mitarbeiter übernimmt Schichten für zwei verschiedene Kneipen.

ii. Ein Mitarbeiter ist Chef von zwei verschiedenen Kneipen.

iii. Ein Kneipen-Chef ist nicht gleichzeitig Mitarbeiter.

iv. Eine Kneipe hat keinen Chef. (5 Punkte)

d) Wir betrachten die vorgegebenen Relationen *Gast, Mitarbeiter, Kneipe, Bedienung, Getränke* und *Schicht.* Ergänzen Sie das untenstehende ER-Diagramm in sinnvoller Weise derart um die entsprechenden Elemente, dass der Transformationsalgorithmus aus der Vorlesung genau zu diesen Relationen führt. Bearbeiten Sie diese Teilaufgabe ausschließlich in dem vorgegebenen Feld. Vervollständigen Sie das ER-Diagramm nur durch (10 Punkte)

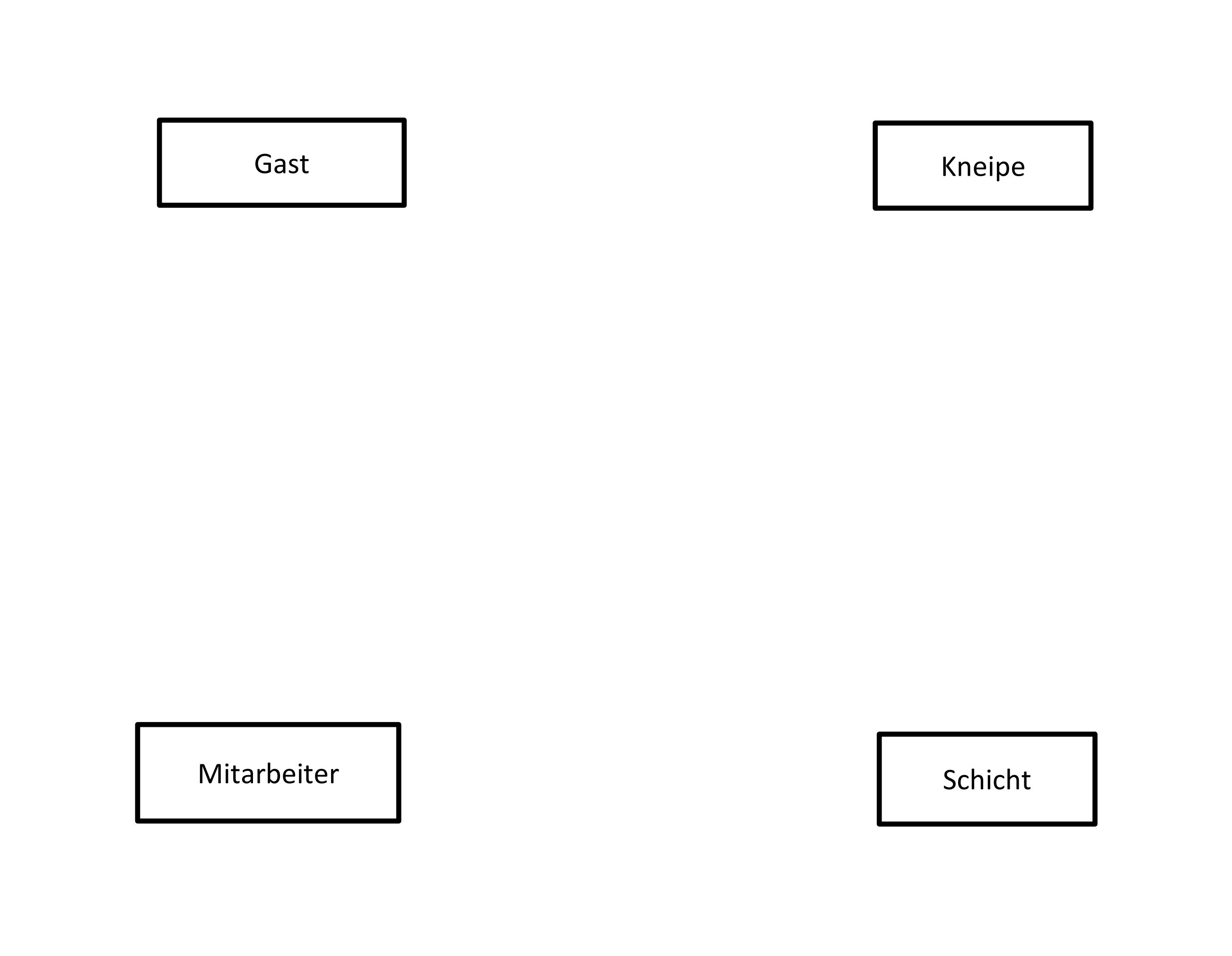
i. Modellierung von Attributen,

ii. Kennzeichnung von Schlüsselattributen,

iii. Kenntlichmachung von schwachen Entitätstypen,

iv. Hinzufügen von (identifizierenden) Beziehungstypen mit Angabe von Kardinalität und Partizipation auf jedem Ast.

Bearbeitung Aufgabe 1 d): ER-Diagramm



e) Bei der Bedienung möchten wir nun zusätzlich festhalten, wer wem wieviel Trinkgeld gegeben hat. Bilden Sie nun den Teil des ER-Modells für die vorgegebene Relation *Bedienung* mit dem entsprechenden Attribut (und den betroffenen anderen Relationen) derart, dass bei jeder Bedienung eines Gastes durch einen Mitarbeiter auch das zugehörige Trinkgeld gespeichert wird. Die Modellierungsrestriktionen (i-iv) aus d) gelten nicht mehr. (5 Punkte)

Aufgabe 2: Designtheorie (Insgesamt 12 Punkte)

Gegeben sei das Relationenschema (R, F), bestehend aus der Relation $R(A, B, C, D, E)$ und der Menge von funktionalen Abhängigkeiten $F = \{\{A, B\} \rightarrow \{C, D, E\},\ \{C\} \rightarrow \{A, B\}\}$.

a) Bestimmen Sie sämtliche Schlüsselkandidaten von (R, F). (2 Punkte)

b) Zeigen Sie, dass sich das Relationenschema in Boyce-Codd-Normalform befindet. (4 Punkte)

c) Erweitern Sie die Menge von funktionalen Abhängigkeiten F um **genau eine** funktionale Abhängigkeit, sodass sich das ergebende Schema nicht mehr in 3. Normalform, aber noch in 2. Normalform befindet. Notieren Sie diese funktionale Abhängigkeit und zeigen Sie, dass der gewünschte Effekt erreicht wird. (6 Punkte)

Aufgabe 3: Nachfrageprognose (Insgesamt 15 Punkte)

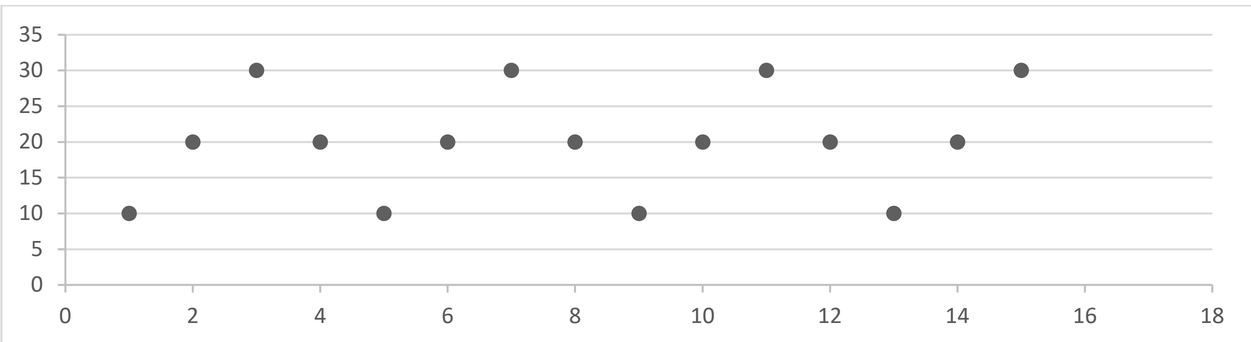
a) Ein neu eingeführter Cocktail erfreut sich wachsender Beliebtheit, weshalb in der Nachfrage ein positiver linearer Trend erkennbar ist. Sie haben bereits einige Tage mit der exponentiellen Glättung 2. Ordnung nach Holt gearbeitet ($\alpha = 0{,}2$ und $\beta = 0{,}1$) und können die berechneten Werte der folgenden Tabelle entnehmen. Auch die aktuelle Nachfrage y_4 ist bereits bekannt. Führen Sie das Verfahren fort und prognostizieren Sie (ausgehend von Tag 4) die Nachfrage für Tag 5 und Tag 7. (6 Punkte)

t	1	2	3	4
y_t	52	60	70	75
a_t	49,051	58,35	68	?
b_t	8,887	8,928	9	?

b) Der Absatz eines besonderen Bieres, das neu in die Karte aufgenommen wurde, wird für einige Perioden in der folgenden Tabelle dargestellt. Für welches in der Vorlesung behandelte Prognose-Verfahren würden Sie sich entscheiden? Begründen Sie Ihre Antwort und machen Sie deutlich, welche Annahmen Sie dabei hinsichtlich der Aussagekraft der Daten getätigt haben. (5 Punkte)

t	1	2	3	4	5	6	7
y_t	5	12	16	19	21	23	24

c) Betrachten Sie das folgende Szenario, gegeben durch die im Diagramm dargestellte Nachfrageentwicklung. Beschreiben Sie kurz, wie das Verfahren der exponentiellen Glättung 2. Ordnung hier prognostizieren würde und untersuchen sie es auf Eignung zur Prognose über mehrere Perioden. (4 Punkte)



Aufgabe 4: Lineare Optimierung (Insgesamt 19 Punkte)

a) Gegeben sei das folgende Dictionary, das sich in der ersten Phase der Zwei-Phasen-Methode befindet. Dabei sind $x_1, \dots, x_4 \geq 0$ die ursprünglichen Variablen und $x_0 \geq 0$ die künstliche Variable des Hilfs-LP.

$$\begin{aligned}
&\max\ -9 + 3x_2 - 9x_4\\
&x_1 = 5 - x_2 + 7x_4\\
&x_3 = 3 - x_2 + 3x_4\\
&x_0 = 9 - 3x_2 + 9x_4\\
&\qquad x_0, \dots, x_4 \geq 0
\end{aligned}$$

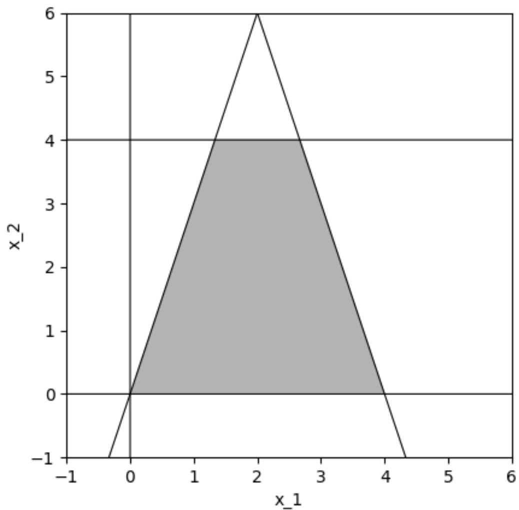
Führen Sie **eine** Iteration des Simplex-Algorithmus aus (Zur Kontrolle: Das entstehende Dictionary ist optimal) und beantworten Sie dann **begründet** die folgenden Fragen:

i. Geben Sie die entstandene Basislösung des Hilfs-LP an. Ist diese zulässig für das Ursprungs-LP?

ii. Ist Phase 1 des Simplex-Algorithmus damit abgeschlossen? Falls ja: Begründen Sie Ihre Antwort. Falls nein: Welcher Schritt fehlt noch? (6+2+2 Punkte)

b) Gegeben sei das folgende Lineare Programm (LP):

$$\begin{aligned}
\max\ & a \cdot x_1 + b \cdot x_2\\
\text{s.t.}\ & -3x_1 + x_2 \leq 0\\
& 3x_1 + x_2 \leq 12\\
& x_2 \leq 4\\
& x_1, x_2 \geq 0
\end{aligned}$$



i) Geben Sie $a, b \in \mathbb{R}$ so an, dass (LP) **genau eine** optimale Lösung hat.

ii) Geben Sie $a, b \in \mathbb{R}$ so an, dass (LP) **unendlich viele** optimale Lösungen hat.

iii) Warum ist es nicht möglich, $a, b \in \mathbb{R}$ derart zu finden, dass (LP) **keine** optimale Lösung hat?

(3+3+3 Punkte)

Aufgabe 5: Newsvendormodell (Insgesamt 14 Punkte)

‚Sammys Sandwiches' versorgt die Bürger der Stadt mit leckeren hochwertigen Snacks. Aufgrund der hohen Qualität kostet ein Sandwich bei Sammy 11€. Der Einkaufspreis für die Zutaten eines Sandwiches beläuft sich auf 3€ pro Stück. Leider werden aus Geschmacksgründen einige schnell verderbliche Zutaten verwendet, sodass die Sandwiches nur am Tag der Zubereitung verkauft werden dürfen. Allerdings hat Sammy eine Abmachung mit einer lokalen Tafel getroffen, von der er abends noch 1€ pro Sandwich bekommt, damit er kein gutes Essen wegwerfen muss. Da die Nachfrage Schwankungen unterliegt, fragt er sich nun, wie viele Sandwiches er zubereiten sollte, um seine erwarteten Kosten zu minimieren. Der folgenden Tabelle können Sie einige Daten der letzten Tage entnehmen, wobei x_i für die absolute Häufigkeit, f_i für die relative Häufigkeit und F_i für die kumulierte Häufigkeit von Nachfragemenge i steht.

$\boldsymbol{i}$	$\boldsymbol{x_i}$	$\boldsymbol{f_i}$ **[%]**	$\boldsymbol{F_i}$ **[%]**
15	?	?	?
16	1	10	?
17	0	0	?
18	2	20	60
19	2	20	80
20	2	20	100

a) Bestimmen Sie die fehlenden Einträge in der Tabelle. (2 Punkte)

b) Bestimmen Sie unter Zuhilfenahme des Critical Ratio die optimale Zubereitungsmenge. (4 Punkte)

c) Erklären Sie (allgemein oder im Kontext der Aufgabe), was passieren würde, wäre $v > c$. Gehen Sie dabei auch auf die optimale Bestellmenge ein. (4 Punkte)

d) Gehen Sie nun von einer normalverteilten Nachfrage aus. Ist es möglich, dass die optimale Bestellmenge unter der erwarteten Nachfrage liegt, also $S^* < \mu$? Falls ja, geben Sie ein Beispiel (Werte für r, c, v). Falls nein, begründen Sie kurz Ihre Antwort. (4 Punkte)

Formeln:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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