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:	10.09.2021
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 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: Der Zoologische Garten (Insgesamt 29 Punkte)

Wir betrachten ein ER-Diagramm sowie ein Relationales Schema für die datenbankgestützte Verwaltung eines fiktiven Zoologischen Gartens. Ein Teil des verwendeten Relationalen Schemas ist durch folgende Relationen gegeben:

Person

ID	Geburtsdatum	Name	Telefonnummer

Futtermittel

Tierart_Bezeichnung_FK	Futter

Gehege

Nr	Eröffnungsdatum	Fläche

Tierpflege

Person_ID_FK	Gehege_Nr_FK

Tierart

Bezeichnung	Gehege_Nr_FK

Zoobesuch

Person_ID_FK	Datum	Zeitfenster

a) **Realisieren Sie** die folgenden Abfragen ausschließlich mit den **Grundoperationen** der relationalen Algebra:

   i. „In welchen Gehegen sind Heu fressende Tierarten untergebracht?“
   Ergebnisrelation: E1(Nr, Bezeichnung). (4 Punkte)

   ii. „Welche Tierpfleger arbeiten in einem Gehege, das vor ihrem Geburtsdatum eröffnet wurde?“
   Ergebnisrelation: E2(ID, Name). (4 Punkte)

b) **Entscheiden Sie begründet**, z. B. mit Hilfe der Integritätsregeln für das relationale Modell, ob folgende Konstellationen in den Daten möglich sind, wenn die oben angegebenen Relationen verwendet werden:

   i. Eine Person besucht an einem Tag mehrmals den Zoo. (3 Punkte)

   ii. Zwei verschiedene Tierpfleger sind für die identische Menge von Gehegen zuständig. (3 Punkte)

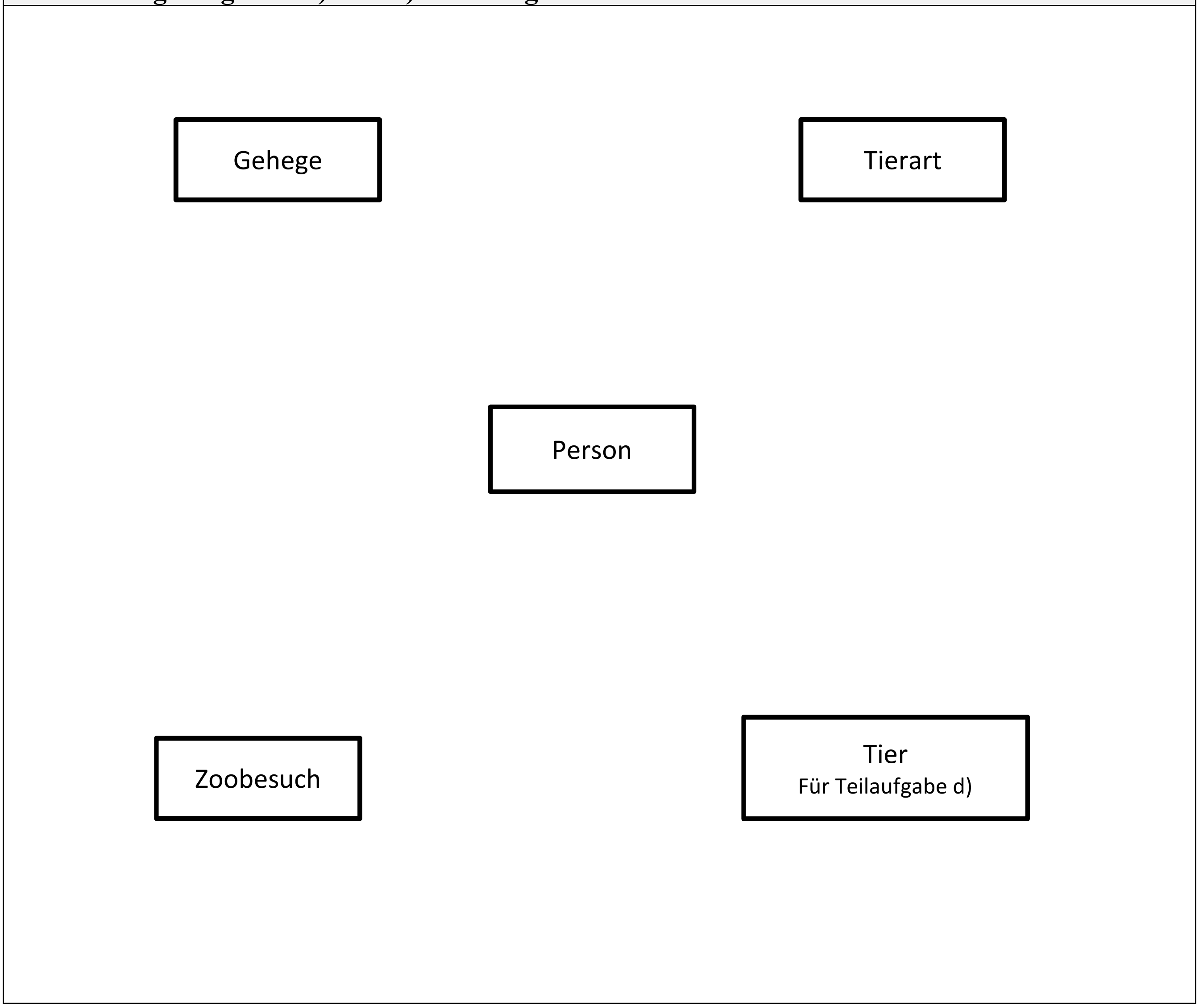
Bearbeiten Sie die Teilaufgaben c) und d) **ausschließlich** in dem vorgegebenen Feld. **Vervollständigen Sie** das ER-Diagramm **nur** durch

- Modellierung von Attributen,
- Kennzeichnung von Schlüsselattributen,
- Kenntlichmachung von schwachen Entitätstypen,
- Hinzufügen von (identifizierenden) Beziehungstypen mit Angabe von Kardinalität und Partizipation auf jedem Ast!

c) Wir betrachten die vorgegebenen Relationen *Futtermittel, Gehege, Person, Tierart, Tierpflege* und *Zoobesuch*. **Ergänzen Sie das ER-Diagramm** in sinnvoller Weise derart um die entsprechenden Elemente, so dass der Transformationsalgorithmus aus der Vorlesung genau zu diesen Relationen führt! (8 Punkte)

d) **Ergänzen Sie** das **ER-Diagramm** mit Hilfe der folgenden Informationen: Ein *Tier* im Zoo wird durch eine eindeutige Chipnummer identifiziert, hat oft einen Namen und gehört immer zu genau einer Tierart. Manche Tiere haben eine Person als Paten. Für ein Tier kann maximal eine Person ein Patenamt übernehmen. (7 Punkte)

Bearbeitung Aufgabe 1 c) und d): ER-Diagramm



Aufgabe 2: 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) **Ergänzen Sie** die Menge von funktionalen Abhängigkeiten F um genau eine weitere funktionale Abhängigkeit f mit einelementigen linken und rechten Seiten, so dass die Zerlegung der Relation R in zwei Teilrelationen $S(A, B, C, E)$ und $T(A, D, E)$, auch die funktionale Abhängigkeit $\{A, B\} \rightarrow \{D\}$ erhält.
Weisen Sie dies mit Hilfe des Algorithmus aus der Vorlesung nach.
Hinweis: $Z = Z \cup ((Z \cap R_i)^+ \cap R_i)$ (5 Punkte)

b) **Erweitern Sie** die Menge von funktionalen Abhängigkeiten F um genau eine weitere funktionale Abhängigkeit f mit einelementigen linken und rechten Seiten, so dass die Attributsmenge {A, D} 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)

c) **Begründen Sie** anhand der Testalgorithmen aus der Vorlesung, warum jedes Relationenschema, das die Anforderungen der *3. Normalform* erfüllt, automatisch auch gleichzeitig die Anforderungen an die *2. Normalform* erfüllt. (5 Punkte)

Aufgabe 3: Newsvendormodell (Insgesamt 12 Punkte)

Wir betrachten ein Newsvendorproblem bei dem unter den Grundannahmen des Newsvendormodells für $k > 0$ gelte: $c_o = k \cdot c_u$.

a) **Bestimmen Sie** den maximalen Wert für k, der gerade noch sicherstellt, dass die optimale Bestellmenge die gesamte Nachfrage mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 75% befriedigt. (6 Punkte)
b) **Nehmen Sie** zu folgender These begründet Stellung: „Für eine normalverteilte Nachfrage mit Mittelwert μ und Standardabweichung σ nimmt der Einfluss der Standardabweichung auf die optimale Bestellmenge umso mehr zu, je näher k am Wert 1 liegt.“ (6 Punkte)

Hinweis zur Standardnormalverteilung:

z	-1	-0,5	0	0,5	1
$F_{01}(z)$	0,15866	0,30854	0,5	0,69146	0,84134

Aufgabe 4: Nachfrageprognose (Insgesamt 16 Punkte)

Der Assistent des Zoodirektors untersucht im Rahmen seines MBA-Aufbaustudiums das Trinkverhalten eines Elefantenbabys, um die Exponentielle Glättung 3. Ordnung besser zu verstehen. Wir nehmen an, dass das Elefantenbaby zunächst konstant 10 Liter Milch pro Tag - verteilt auf drei Mahlzeiten - zu sich nimmt. Ziel ist es, die Trinkmenge pro Mahlzeit zu prognostizieren.

a) Über mehrere Tage wurde für morgens eine durchschnittliche Trinkmenge von 3 Litern, für mittags von 5 Litern und für abends von 2 Litern ermittelt. **Bestimmen Sie** auf Basis dieser Information initiale *normierte* saisonale Faktoren für $P = 3$. (6 Punkte)

b) Das Elefantenbaby wird nun größer und steigert seine tägliche Trinkmenge kontinuierlich. **Erläutern Sie kurz**, wie eine bereits laufende Anwendung der Exponentiellen Glättung 3. Ordnung auf diesen Umstand reagiert! (4 Punkte)

c) Der Assistent hat anhand einer Lehrbuchaufgabe eine exponentielle Glättung **erster (!)** Ordnung in folgender Tabelle durchgeführt. Aufgrund einer unvollständigen Datensicherung sind einige Daten verloren gegangen. **Ermitteln Sie** mit Hilfe der verbliebenen Daten den verwendeten **Glättungsfaktor $\boldsymbol{\alpha}$** und die **Nachfrage $\boldsymbol{y_5}$**! (6 Punkte)

t	1	2	3	4	5	6	7	8
y_t	?	?	?	105	**?**	?	?	?
$\hat{y}_{t-1,t}$	?	?	?	90,16	93,128	90,5024	?	?

Aufgabe 5: Lineare Optimierung (Insgesamt 18 Punkte)

Wir betrachten ein unbekanntes Lineares Programm mit den Variablen $x_1, \dots, x_5$ und dem unten angegebenen zugehörigen Dictionary. Die Zielfunktion ist zunächst noch irrelevant.

$$x_3 = \frac{50}{3} - \frac{7}{3}x_4 + \frac{2}{3}x_5$$
$$x_2 = \frac{2}{3} - \frac{1}{3}x_4 + \frac{2}{3}x_5$$
$$x_1 = \frac{10}{3} - \frac{2}{3}x_4 + \frac{1}{3}x_5$$
$$x_1, \dots, x_5 \geq 0$$

a) **Geben Sie** die Werte aller Variablen in der durch das Dictionary gegebenen Basislösung an. **Ermitteln Sie** auch die Werte aller Variablen in der neuen Basislösung, die entsteht, wenn Sie die Variable x_4 im Rahmen eines Basistauschs in die Basis aufnehmen. (6 Punkte)

b) Im Folgenden betrachten wir nun zwei verschiedene Zielfunktionen. **Bestimmen Sie** jeweils den Zielfunktionswert der im gegebenen Dictionary angegebenen Basislösung! **Ermitteln Sie** für beide Zielfunktionen und ausgehend vom gegebenen Dictionary, nach welchem Kriterium in diesem Beispiel eine weitere Anwendung des Simplexalgorithmus jeweils terminiert. **Begründen Sie** Ihre Entscheidung kurz!

   i. $\min x_2 - x_1$ (4 Punkte)

   ii. $\max x_1 + x_2$ (4 Punkte)

c) Wir betrachten ein Produktionsprogrammplanungsproblem mit m beschränkt zur Verfügung stehenden Ressourcen. Trotz einer großen Produktpalette, die die Anzahl der Ressourcen deutlich übersteigt, lässt die vom Simplexalgorithmus ermittelte optimale Lösung maximal m verschiedene Produkte fertigen. **Erklären Sie** diesen Effekt! (4 Punkte)

Formeln:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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