

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: 06.08.2025

Name des Prüfers: Prof. Dr. Bock

Erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht programmierbar)

Bearbeiten Sie jede der fünf 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. Selbiges gilt für richtige Antworten ohne korrekte Begründung.** 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 und Formelsammlung insgesamt aus **sieben** 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: ER-Modell

(Insgesamt 14 Punkte)

Gegeben ist die folgende textuelle Anforderungsanalyse für ein relationales Schema für einen appbasierten Essens-Lieferdienst. Erstellen Sie ein ER-Diagramm, das den aufgelisteten Anforderungen genügt.

1. Ein Restaurant wird durch seinen Namen und die ID der geschäftsführenden Person identifiziert und hat eine Adresse. Die Adresse besteht aus einer Straße, einer Hausnummer, einem Ort und einer Postleitzahl (PLZ).
2. Ein Kunde ist an seiner User-ID eindeutig erkennbar, hat ebenfalls eine Adresse und kann eine Bestellung bei einem Restaurant aufgeben. Eine Bestellung wird zusätzlich durch das Datum identifiziert. Außerdem werden alle bestellten Gerichte mitgespeichert.
3. Jeder Fahrer hat eine persönliche Mitarbeiter-Nummer (M-ID) und einen Namen. Ein Fahrer arbeitet für ein oder mehrere Restaurants. Für jedes Restaurant muss mindestens ein Fahrer arbeiten.
4. Für jeden Kunden ist genau eine Zahlungsart gespeichert, die dieser für alle Transaktionen bevorzugt.
5. Die Belieferung eines bestimmten Kunden mit einer bestimmten Bestellung erfolgt durch einen bestimmten Fahrer. Fahrer sowie Kunden können beliebig oft liefern bzw. beliefert werden. Jede Bestellung wird entweder einmal ausgeliefert oder abgeholt. Im Fall der Abholung gibt es keine Speicherung des Vorgangs.

Zur Bearbeitung von Aufgabe 1

Aufgabe 2: Relationale Algebra

(Insgesamt 15 Punkte)

Gegeben ist das folgende relationale Schema zur Katalogisierung von Tieren und ihren Rollen in der Nahrungskette. Dieses Schema wurde aus einem ER-Modell abgeleitet.

Tier (Abkürzung: T)	
<u>Name</u>	Gattung

Region (R)	
<u>Bezeichnung</u>	Klima

Jagd (J)	
<u>Räuber.Name.FK</u>	<u>Beute.Name.FK</u>

Vorkommen (V)	
<u>Tier.Name.FK</u>	<u>Region.Bezeichnung.FK</u>

- a) Welches Element aus dem ursprünglichen ER-Modell ist zu der Relation „Jagd“ überführt worden? (2 Punkte)
- b) Realisieren Sie die folgenden Abfragen ausschließlich mit den **Grundoperationen** der relationalen Algebra. Hierzu dürfen Sie die Abkürzungen der Relationennamen wie angegeben verwenden. In Klammern finden Sie jeweils das Schema der Ergebnisrelation.
- Welche Tiere (Name), die in tropischem Klima leben, haben keine Fressfeinde?
 - Welche Paare von Tieren (Name1, Name2) fressen sich gegenseitig? (6+7 Punkte)

Aufgabe 3: Designtheorie

(Insgesamt 18 Punkte)

Gegeben ist das folgende relationale Schema (R, F) in 1. Normalform mit $R(A, B, C, D, E)$ und

$$F = \{AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, BC \rightarrow D, D \rightarrow E\}$$

- a) Zeigen Sie, dass (R, F) genau einen Schlüsselkandidaten besitzt. (3 Punkte)
- b) Bestimmen Sie die höchste Normalform, der (R, F) genügt. (6 Punkte)
- c) Überführen Sie (R, F) mit Hilfe der aus der Vorlesung bekannten Umwandlungsalgorithmen in die Boyce-Codd-Normalform. (9 Punkte)

Aufgabe 4: Der Erdbeer-Stand

(Insgesamt 27 Punkte)

Sie betreiben im Sommer einen Erdbeer-Stand, für den Sie die Anlieferungen von frischer Ware planen müssen. Sie erhalten die Ware morgens von einem Bauern und zahlen pro Schale 1,50 €. Diese verkaufen Sie dann für 3,50 € pro Schale an Ihre hungrigen Kunden. Mögliche Restware müssen Sie aus hygienischen Gründen abends entsorgen. Hierfür fallen keine zusätzlichen Kosten an.

Die Verteilung der in der Vergangenheit beobachteten Nachfragen können Sie der folgenden Tabelle entnehmen. Dabei gab es sieben unterschiedliche Nachfragemengen D_i , die mit ihren relativen Häufigkeiten f_i (in Prozent) angegeben sind.

D_i	50	60	70	80	90	100	110
f_i	18	12	13	14	18	15	10
F_i							

- a) Erklären Sie, warum das beschriebene Szenario die Grundannahmen des Newsvendor-Modells erfüllt. (4 Punkte)
- b) Bestimmen Sie die optimale Bestellmenge S^* . (6 Punkte)

Gehen Sie nun davon aus, dass Sie täglich die optimale Bestellmenge S^* bestellen. [*Hinweis: Falls Sie b) nicht lösen konnten, verwenden Sie $S^* = 100$.*]

Außerdem kann ab nun ein leichter (linearer) Anstieg der Nachfrage beobachtet werden, wie Sie der folgenden Tabelle entnehmen können.

t	1	2	3	4	5	6	7
y_t	80	100	100	90	110	120	140

- c) Durch die erhöhte Nachfrage wurden an Tag 6 120 Schalen Erdbeeren nachgefragt. Bestimmen Sie Gewinn sowie Opportunitätskosten für Tag 6. (4 Punkte)
- d) Geben Sie den α -Servicegrad sowie den β -Servicegrad für Tag 6 an. (3 Punkte)
- e) Erklären Sie, welche Gründe dafür sprechen, für die Prognose der weiteren Nachfragewerte die exponentielle Glättung 2. Ordnung zu verwenden. (4 Punkte)
- f) Prognostizieren Sie ausgehend von $t = 7$ die Nachfragewerte für $t = 8$ und $t = 13$. Verwenden Sie die exponentielle Glättung 2. Ordnung nach Holt mit den Glättungsparametern $\alpha = 0,2$ und $\beta = \frac{1}{3}$. Gehen Sie von den initialen Werten $a_6 = y_6$ und $b_6 = y_6 - y_5$ aus. (6 Punkte)

Aufgabe 5: Lineare Optimierung

(Insgesamt 16 Punkte)

Gegeben ist das folgende lineare Optimierungsproblem (P):

$$\begin{aligned} \max \quad & 2x_1 + x_2 - x_3 \\ \text{s. t.} \quad & -x_1 + 2x_2 + 2x_3 = 1 \\ & 2x_1 - 3x_2 - 4x_3 \geq 2 \\ & x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{aligned}$$

- a) Ist $x = (x_1, x_2, x_3)^T = \left(8, 4, \frac{1}{2}\right)^T$ eine zulässige Basislösung von P? (4 Punkte)
- b) Überführen Sie das LP zunächst in die kanonische Form und dann in die standardisierte Form. (5 Punkte)
- c) Begründen Sie, warum die Basis bestehend aus den Schlupfvariablen keine zulässige Basis für das Problem darstellt. (3 Punkte)
- d) Um eine erste Lösung zu bestimmen, wenden wir nun die Zwei-Phasen Methode an. Geben Sie dazu eine initiale Lösung für das zugehörige Hilfs-LP in Phase 1 an. (4 Punkte)

Formeln:

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

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

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

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

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

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

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

$$b_t = \frac{12 \cdot \sum_{\tau=1}^t \tau \cdot y_t - (6 \cdot t + 6) \cdot \sum_{\tau=1}^t y_t}{t^3 - t} \text{ und } a_t = \frac{1}{t} \cdot \sum_{\tau=1}^t y_t - \frac{1}{2} \cdot b_t \cdot (t + 1)$$

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

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

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

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

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

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

$$a_t = \alpha \cdot \frac{y_t}{c_{t-P}} + (1 - \alpha) \cdot (a_{t-1} + b_{t-1})$$

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

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

$$J(S^*) = \sigma \cdot L(z^*)$$

$$L(z) = \int_{y=z}^{\infty} (y - z) \cdot \varphi(z) dy$$

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

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

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

$$P(x \geq a) = 1 - F_{01} \left(\frac{a - \mu}{\sigma} \right)$$

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

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

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

$$Z(S^*) = (c_u + c_o) \cdot \sum_{y=0}^{S^*} ((S^* - y) \cdot p(X = y)) + c_u \cdot (\lambda - S^*)$$

$$z^* = F_{01}^{-1} \left(\frac{p}{p+h} \right)$$

$$Z(S^*) = (p+h) \cdot f_{01}(z^*) \cdot \sigma$$

z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	$L(z)$	z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	$L(z)$	z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	$L(z)$
0.00	0.3989	0.5000	0.3989	0.50	0.3521	0.6915	0.1978	1.00	0.2420	0.8413	0.0833
0.01	0.3989	0.5040	0.3940	0.51	0.3503	0.6950	0.1947	1.01	0.2396	0.8438	0.0817
0.02	0.3989	0.5080	0.3890	0.52	0.3485	0.6985	0.1917	1.02	0.2371	0.8461	0.0802
0.03	0.3988	0.5120	0.3841	0.53	0.3467	0.7019	0.1887	1.03	0.2347	0.8485	0.0787
0.04	0.3986	0.5160	0.3793	0.54	0.3448	0.7054	0.1857	1.04	0.2323	0.8508	0.0772
0.05	0.3984	0.5199	0.3744	0.55	0.3429	0.7088	0.1828	1.05	0.2299	0.8531	0.0757
0.06	0.3982	0.5239	0.3697	0.56	0.3410	0.7123	0.1799	1.06	0.2275	0.8554	0.0742
0.07	0.3980	0.5279	0.3649	0.57	0.3391	0.7157	0.1771	1.07	0.2251	0.8577	0.0728
0.08	0.3977	0.5319	0.3602	0.58	0.3372	0.7190	0.1742	1.08	0.2227	0.8599	0.0714
0.09	0.3973	0.5359	0.3556	0.59	0.3352	0.7224	0.1714	1.09	0.2203	0.8621	0.0700
0.10	0.3970	0.5398	0.3509	0.60	0.3332	0.7257	0.1687	1.10	0.2179	0.8643	0.0686
0.11	0.3965	0.5438	0.3464	0.61	0.3312	0.7291	0.1659	1.11	0.2155	0.8665	0.0673
0.12	0.3961	0.5478	0.3418	0.62	0.3292	0.7324	0.1633	1.12	0.2131	0.8686	0.0659
0.13	0.3956	0.5517	0.3373	0.63	0.3271	0.7357	0.1606	1.13	0.2107	0.8708	0.0646
0.14	0.3951	0.5557	0.3328	0.64	0.3251	0.7389	0.1580	1.14	0.2083	0.8729	0.0634
0.15	0.3945	0.5596	0.3284	0.65	0.3230	0.7422	0.1554	1.15	0.2059	0.8749	0.0621
0.16	0.3939	0.5636	0.3240	0.66	0.3209	0.7454	0.1528	1.16	0.2036	0.8770	0.0609
0.17	0.3932	0.5675	0.3197	0.67	0.3187	0.7486	0.1503	1.17	0.2012	0.8790	0.0596
0.18	0.3925	0.5714	0.3154	0.68	0.3166	0.7517	0.1478	1.18	0.1989	0.8810	0.0584
0.19	0.3918	0.5753	0.3111	0.69	0.3144	0.7549	0.1453	1.19	0.1965	0.8830	0.0573
0.20	0.3910	0.5793	0.3069	0.70	0.3123	0.7580	0.1429	1.20	0.1942	0.8849	0.0561
0.21	0.3902	0.5832	0.3027	0.71	0.3101	0.7611	0.1405	1.21	0.1919	0.8869	0.0550
0.22	0.3894	0.5871	0.2986	0.72	0.3079	0.7642	0.1381	1.22	0.1895	0.8888	0.0538
0.23	0.3885	0.5910	0.2944	0.73	0.3056	0.7673	0.1358	1.23	0.1872	0.8907	0.0527
0.24	0.3876	0.5948	0.2904	0.74	0.3034	0.7704	0.1334	1.24	0.1849	0.8925	0.0517
0.25	0.3867	0.5987	0.2863	0.75	0.3011	0.7734	0.1312	1.25	0.1826	0.8944	0.0506
0.26	0.3857	0.6026	0.2824	0.76	0.2989	0.7764	0.1289	1.26	0.1804	0.8962	0.0495
0.27	0.3847	0.6064	0.2784	0.77	0.2966	0.7794	0.1267	1.27	0.1781	0.8980	0.0485
0.28	0.3836	0.6103	0.2745	0.78	0.2943	0.7823	0.1245	1.28	0.1758	0.8997	0.0475
0.29	0.3825	0.6141	0.2706	0.79	0.2920	0.7852	0.1223	1.29	0.1736	0.9015	0.0465
0.30	0.3814	0.6179	0.2668	0.80	0.2897	0.7881	0.1202	1.30	0.1714	0.9032	0.0455
0.31	0.3802	0.6217	0.2630	0.81	0.2874	0.7910	0.1181	1.31	0.1691	0.9049	0.0446
0.32	0.3790	0.6255	0.2592	0.82	0.2850	0.7939	0.1160	1.32	0.1669	0.9066	0.0436
0.33	0.3778	0.6293	0.2555	0.83	0.2827	0.7967	0.1140	1.33	0.1647	0.9082	0.0427
0.34	0.3765	0.6331	0.2518	0.84	0.2803	0.7995	0.1120	1.34	0.1626	0.9099	0.0418
0.35	0.3752	0.6368	0.2481	0.85	0.2780	0.8023	0.1100	1.35	0.1604	0.9115	0.0409
0.36	0.3739	0.6406	0.2445	0.86	0.2756	0.8051	0.1080	1.36	0.1582	0.9131	0.0400
0.37	0.3725	0.6443	0.2409	0.87	0.2732	0.8078	0.1061	1.37	0.1561	0.9147	0.0392
0.38	0.3712	0.6480	0.2374	0.88	0.2709	0.8106	0.1042	1.38	0.1539	0.9162	0.0383
0.39	0.3697	0.6517	0.2339	0.89	0.2685	0.8133	0.1023	1.39	0.1518	0.9177	0.0375
0.40	0.3683	0.6554	0.2304	0.90	0.2661	0.8159	0.1004	1.40	0.1497	0.9192	0.0367
0.41	0.3668	0.6591	0.2270	0.91	0.2637	0.8186	0.0986	1.41	0.1476	0.9207	0.0359
0.42	0.3653	0.6628	0.2236	0.92	0.2613	0.8212	0.0968	1.42	0.1456	0.9222	0.0351
0.43	0.3637	0.6664	0.2203	0.93	0.2589	0.8238	0.0950	1.43	0.1435	0.9236	0.0343
0.44	0.3621	0.6700	0.2169	0.94	0.2565	0.8264	0.0933	1.44	0.1415	0.9251	0.0336
0.45	0.3605	0.6736	0.2137	0.95	0.2541	0.8289	0.0916	1.45	0.1394	0.9265	0.0328
0.46	0.3589	0.6772	0.2104	0.96	0.2516	0.8315	0.0899	1.46	0.1374	0.9279	0.0321
0.47	0.3572	0.6808	0.2072	0.97	0.2492	0.8340	0.0882	1.47	0.1354	0.9292	0.0314
0.48	0.3555	0.6844	0.2040	0.98	0.2468	0.8365	0.0865	1.48	0.1334	0.9306	0.0307
0.49	0.3538	0.6879	0.2009	0.99	0.2444	0.8389	0.0849	1.49	0.1315	0.9319	0.0300