

Aufgabe 1: (Relationales Modell/Relationale Algebra/ER-Modell) (Insgesamt 28 Punkte)

Für eine Rezepte-Sammlung möchten Sie die Gerichte aus verschiedenen Kochbüchern datenbankgestützt in einem relationalen Schema speichern. Das verwendete relationale Schema ist durch folgende Relationen gegeben:

Gericht (Abkürzung: G)		
<u>Name</u>	Herkunft	Vegetarisch?

Verwendung (V)		
<u>Z.Name.FK</u>	<u>G.Name.FK</u>	<u>Menge</u>

Kochbuch (KB)			
<u>ISBN</u>	Name	Verlag	Autor.K.Name.FK

Zutat (Z)	
<u>Name</u>	Preis

Koch (K)				
<u>ID</u>	Name	Sterne	AusgebildetVon.K.Name.FK	Liebblingsgericht.G.Name.FK

Enthalten (E)	
<u>KB.ISBN.FK</u>	<u>G.Name.FK</u>

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

In welchen indischen Gerichten wird mindestens 100g Hähnchen verwendet, dafür aber kein Koriander?

Ergebnisrelation: E(Name) (6 Punkte)

- b) Erklären Sie in möglichst kurzen Sätzen, welche Abfrage mit dem folgenden Ausdruck E_2 realisiert wird. Gehen Sie dabei auch auf das Schema der Ergebnisrelation ein.

$$E_1 = \pi_{K.ISBN.FK}(\sigma_{Vegetarisch?="ja"}(\sigma_{Name=G.Name.FK}(E \times G)))$$

$$E_2 = \pi_{Autor.K.Name.FK, Name}(\sigma_{ISBN=KB.ISBN.FK}(E_1 \times KB))$$

(6 Punkte)

- c) Konstruieren Sie für zwei der obigen Relationen Beispielbelegungen mit Tupeln, sodass die referentielle Integrität verletzt ist. (6 Punkte)

d) Wir betrachten die vorgegebenen Relationen *Gericht*, *Verwendung*, *Kochbuch*, *Zutat*, *Koch* und *Enthalten*. Ergänzen Sie das untenstehende ER-Diagramm in sinnvoller Weise um die entsprechenden Elemente, damit 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

- 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.

(10 Punkte)

Bearbeitung Aufgabe 1 d): ER-Diagramm	
	
	
	

Aufgabe 2: Designtheorie

(Insgesamt 12 Punkte)

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

a) Zeigen Sie, dass sich (R, F) in 3. Normalform befindet. (5 Punkte)

b) Zerlegen Sie (R, F) mit dem Algorithmus aus der VL in Teilrelationen, sodass jede Teilrelation in Boyce-Codd-Normalform (BCNF) ist.

Hinweis: Sie können hierfür ohne Nachweis verwenden, dass jede Relation mit nur zwei Attributen bereits in BCNF ist. (7 Punkte)

Aufgabe 3: Nachfrageprognose

(Insgesamt 17 Punkte)

a) Es seien die folgenden Daten gegeben, die eine Nachfrage im Zeitverlauf darstellen. Führen Sie für diese eine lineare Regression durch, geben Sie die Prognosefunktion an und prognostizieren Sie die fehlende Werte in den Tupeln $(8, y_8)$ und $(t, 73)$. (7 Punkte)

t	1	2	3	4	5
y_t	1	9	15	20	25

b) Während der nächsten Perioden fällt Ihnen auf, dass der Anstieg der Nachfrage aus Aufgabenteil a) langsamer verläuft als vorher. Erklären Sie in möglichst kurzen Sätzen, warum Sie nun besser das Verfahren der exponentiellen Glättung 2. Ordnung verwenden sollten. (4 Punkte)

c) Der Nachfrageverlauf einer Sonnencreme wird in der folgenden Tabelle dargestellt. Sie können begründet davon ausgehen, dass im Herbst und im Frühling ähnlich viel Sonnencreme gekauft wird, im Sommer dreimal so viel wie im Herbst bzw. Frühling und im Winter nur halb so viel wie im Herbst bzw. Frühling. Bestimmen Sie mit Hilfe der saisonalen Faktoren die saisonbereinigten Nachfragewerte. (6 Punkte)

Periode	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
Nachfrage y_t	88	288	104	56

Aufgabe 4: Lineare Optimierung

(Insgesamt 17 Punkte)

a) Gegeben sei das folgende Dictionary während der Durchführung des Simplex-Algorithmus:

$$\begin{aligned}\max & 6 + 3x_1 + 4x_4 \\ x_2 &= 4 - 2x_1 + 4x_4 \\ x_3 &= 9 - 3x_1 - 3x_4 \\ x_4 &= 5 - x_1 - 5x_4 \\ & x_1, \dots, x_4 \geq 0\end{aligned}$$

Ohne die Iteration durchzuführen: Um wieviel erhöht sich der Zielfunktionswert, wenn die Variable x_1 in die Basis eintritt? (4 Punkte)

b) Lösen Sie das folgende LP graphisch. Kennzeichnen Sie dabei alle Restriktionen entsprechend und machen Sie kenntlich, in welche Richtung die jeweilige Restriktion die zulässige Menge einschränkt.

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

(8 Punkte)

c) Gegeben sei das folgende aus der Vorlesung bekannte Modell, das ein Ernährungsproblem darstellt:

$$\begin{aligned} \min \quad & 5x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 8x_4 \\ \text{s.t.} \quad & 26x_1 + 4x_2 + 28x_3 + 42x_4 \geq 80 \quad (\text{I}) \\ & 45x_1 + 16x_2 + 60x_3 + 84x_4 \geq 250 \quad (\text{II}) \\ & 24x_1 + 6x_2 + 35x_3 + 36x_4 \geq 50 \quad (\text{III}) \\ & 0 \leq x_1 \leq 5 \quad (\text{IV}) \\ & 0 \leq x_2 \leq 4 \quad (\text{V}) \\ & 0 \leq x_3 \leq 3 \quad (\text{VI}) \\ & 0 \leq x_4 \leq 6 \quad (\text{VII}) \end{aligned}$$

Dabei stehen die Variablen jeweils für eine Portion Pasta (x_1), Gemüsepfanne (x_2), Curry (x_3) bzw. Pizza (x_4). Die ersten drei Restriktionen garantieren die Nährstoffmengen für Fett (I), Kohlenhydrate (II) bzw. Eiweiß (III), jeweils in Gramm.

- i. Passen Sie das Modell so an, dass Ihnen Ihr Ernährungsplan beliebig viele Portionen Pasta pro Tag erlaubt.
- ii. Passen Sie das Modell so an, dass Ihr täglicher Konsum von Fett 120 (Gramm) nicht übersteigt.

(5 Punkte)

Aufgabe 5: Newsvendormodell

(Insgesamt 16 Punkte)

Als CEO des Unternehmens ‚Marias Müllentsorgung‘ obliegt Ihnen die tägliche Planung des Betriebs. Jeden Tag zahlt Ihnen ein Großkunde 5€ für jedes kg Müll, das Sie ihm abnehmen. Diesen Müll können Sie dann in einer Verbrennungsanlage ordnungsgemäß entsorgen. Dafür müssen Sie 2€ pro kg zahlen. Leider hat die Verbrennungsanlage nur begrenzte Kapazität für Sie, die Sie vorher nicht kennen. Falls Sie mehr Müll übernommen haben als Sie dort entsorgen können, **müssen** Sie diesen abends als Sonder-Entsorgung für einen hohen Preis von 10€ pro kg vernichten lassen.

- a) Sie wollen nun die tägliche Müll-Abnahmemenge bestimmen, die zu minimalen erwarteten Kosten führt. Erklären Sie, warum Sie hierfür das Newsvendor-Modell anwenden können, z. B. indem Sie die zugehörigen Parameter angeben und auf die wichtigen Voraussetzungen bzw. Annahmen des Modells eingehen. (6 Punkte)

Hinweis für die folgenden Aufgabenteile: Falls Sie Aufgabenteil a) nicht lösen konnten, verwenden Sie stattdessen die Werte $c = 8$, $r = 11$ und $v = 3$.

- b) Nehmen Sie an, dass die Kapazität der Verbrennungsanlage normalverteilt ist mit Mittelwert $\mu = 750$ und Standardabweichung $\sigma = 125$. Bestimmen Sie die Menge von Müll S^* mit minimalen erwarteten Kosten, die Sie Ihrem Kunden täglich abnehmen. (6 Punkte)
- c) Was bedeuten **im Kontext der Aufgabe** ein α -Servicegrad von 0,9 bzw. ein β -Servicegrad von 0,8? (4 Punkte)

Formeln:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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