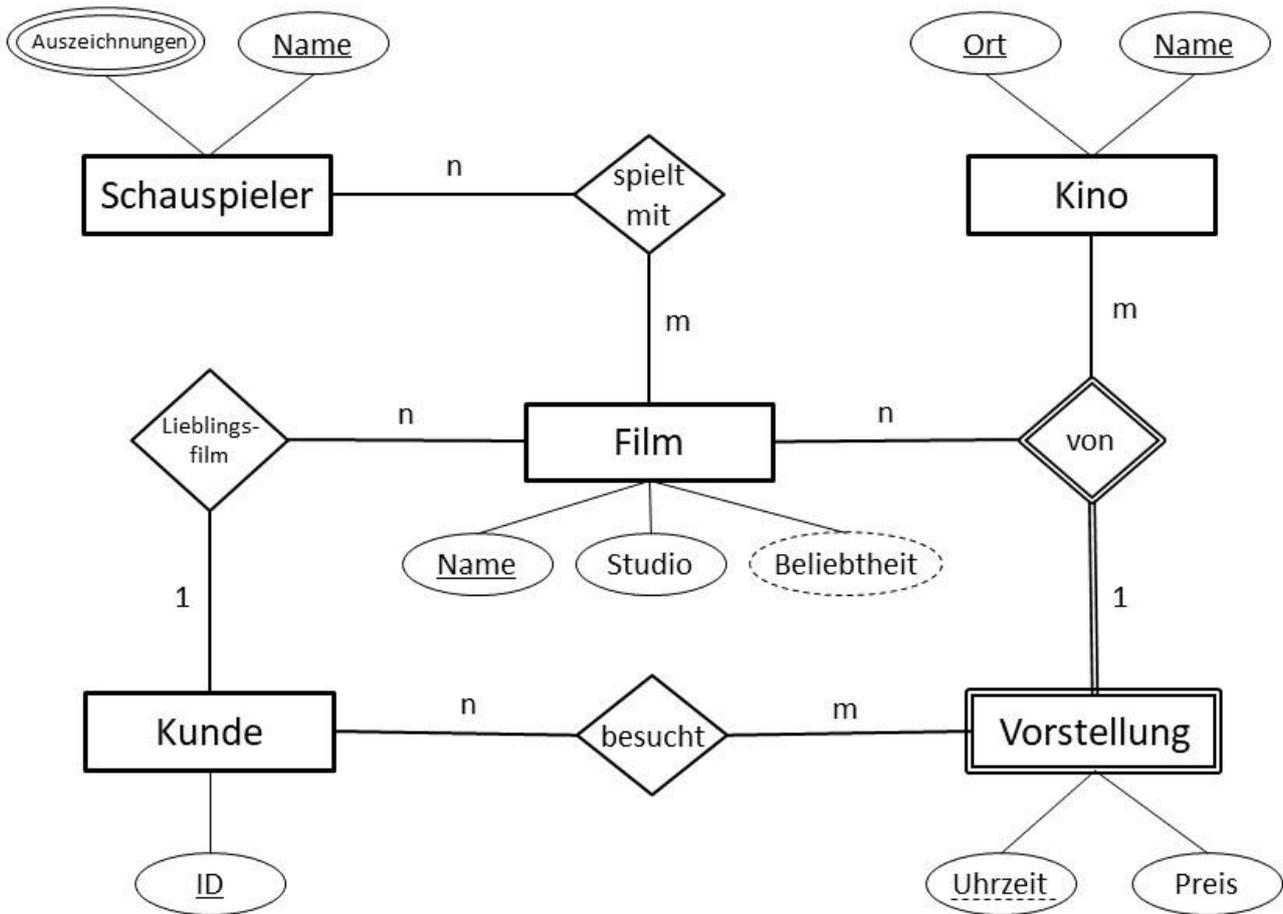


Aufgabe 1: ER-Diagramm/Relationales Schema

(Insgesamt 15 Punkte)



- Überführen Sie das obige ER-Diagramm in ein relationales Schema. Kennzeichnen Sie dabei, wenn eine Relation nach ihrer initialen Erzeugung weitere Attribute durch einen Umformungsschritt erhalten hat. (10 Punkte)
- Passen Sie das ER-Modell so an, dass jeder Kunde seinen Besuch einer Vorstellung bewerten kann. Wie verändert sich das zugehörige relationale Schema im Hinblick auf die Anzahl der Relationen? (5 Punkte)

Aufgabe 2: Relationale Algebra/Relationales Modell

(Insgesamt 15 Punkte)

Gegeben ist folgendes relationale Schema zur Katalogisierung von Waren in einem Supermarkt.

Produkt (Abkürzung: P)		
<u>ID</u>	Marke	Verkaufspreis

Klassifizierung (K)	
<u>P.ID.FK.1</u>	<u>Kategorie</u>

Bestellung (B)			
<u>P.ID.FK.2</u>	<u>H.Name.FK</u>	<u>Bestellnummer</u>	Datum

Händler (H)	
<u>Name</u>	Adresse

Einkauf (E)			
<u>H.Name.FK</u>	<u>P.ID.FK.3</u>	Preis	Lieferzeit

a) Realisieren Sie die folgenden Abfragen mit den Operationen der relationalen Algebra (Grundoperationen und/oder abgeleiteten Operationen). Hierzu dürfen Sie die Abkürzungen der Relationennamen wie angegeben verwenden. In Klammern finden Sie jeweils das Schema der Ergebnisrelation.

- i. Welche Produkte (ID) der Kategorie „TK“ sind aktuell im Einkauf verfügbar?
- ii. Bei welchen Händlern (Name) können aktuell alle Produkte eingekauft werden, die in der Bestellung mit Bestellnummer „123“ enthalten sind?

(3+6 Punkte)

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

$$X = \pi_{ID} \left(\sigma_{\text{Marke}=\text{"schlecht\&teuer"}} \left(\sigma_{\text{Kategorie}=\text{"Konserven"}} \left(\sigma_{ID=P.ID.FK.1} (P \times K) \right) \right) \right)$$

$$Y = \pi_{ID} \left(\sigma_{\text{Marke}=\text{"schlecht\&teuer"}} \left(\sigma_{\text{Preis} \leq 2\text{€}} \left(\sigma_{ID=P.ID.FK.3} (P \times E) \right) \right) \right)$$

$$Z = (X \cup Y) - (X \cap Y)$$

(6 Punkte)

Aufgabe 3: Designtheorie

(Insgesamt 18 Punkte)

a) Bestimmen Sie **einen** Schlüsselkandidaten für das relationale Schema

$R(A, B, C, D, E, G)$

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

(4 Punkte)

b) Bestimmen Sie die höchste (aus der Vorlesung bekannte) Normalform, der das folgende Schema genügt:

$R(A, B, C, D, E)$

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

(6 Punkte)

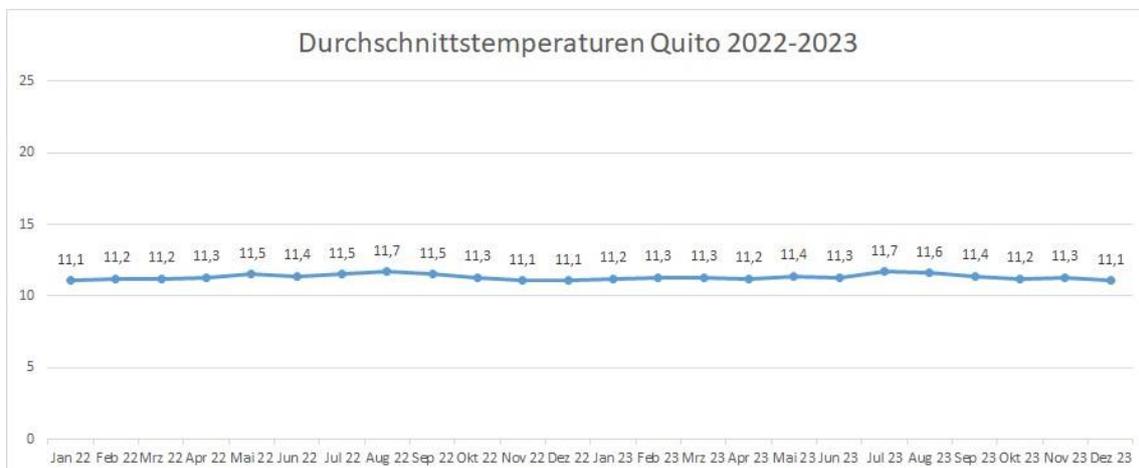
c) Fügen Sie dem Schema aus Aufgabenteil b) eine funktionale Abhängigkeit hinzu, sodass das erweiterte Schema **nur** die nächsthöhere Normalform erfüllt. Weisen Sie dafür nach, dass das erweiterte Schema der nächsthöheren Normalform genügt, der übernächsten Normalform aber nicht.

(8 Punkte)

Aufgabe 4: Prognose

(Insgesamt 10 Punkte)

Gegeben sind die folgenden veröffentlichten Messreihen, die die Durchschnittstemperaturen in den 24 Monaten der Jahre 2022 und 2023 zeigen, die an verschiedenen Messpunkten in Wuppertal und Quito in den Jahren 2022 und 2023 gemessen wurden. Diese Monate bilden die Menge T .



a) Welches Prognoseverfahren würden Sie jeweils wählen, um die nächsten Temperatur-Werte zu prognostizieren? Begründen Sie **kurz** Ihre jeweilige Wahl. (5 Punkte)

b) Bestimmen Sie mit einem geeigneten Verfahren eine Prognose für die Durchschnittstemperatur in Quito im Januar 2024. Verwenden Sie hierzu die folgenden Parameter/Werte (hierbei können allerdings auch Parameter angegeben sein, die Sie nicht benötigen):

$$\alpha = 0,2, \quad \beta = 0,1, \quad \gamma = 0,3, \quad P = 4, \quad \hat{y}_{t-1,t} = 0,9 \cdot y_t \quad \forall t \in T$$

(5 Punkte)

Aufgabe 5: Lineare Optimierung/Stochastische Optimierung

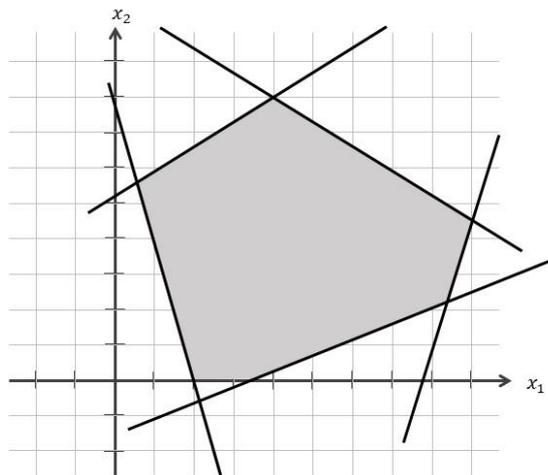
(Insgesamt 32 Punkte)

- a) Nehmen Sie kurz begründet Stellung (durch einen Nachweis oder durch ein Gegenbeispiel) zur folgenden These: „Ist die zulässige Menge eines linearen Optimierungsproblems unbeschränkt, so gibt es nie genau eine optimale Lösung.“ (5 Punkte)
- b) Sie wenden Phase 1 der Zwei-Phasen-Methode an, um eine zulässige Basislösung zu finden. Hierdurch ist das folgende Hilfs-LP entstanden. Geben Sie eine zulässige initiale Lösung $x = (x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)^T$ für das Hilfs-LP an:

$$\begin{aligned} \max & -x_0 \\ \text{s. t.} & 2x_1 - x_2 + x_3 + x_4 - x_0 = -7 \\ & 3x_1 + 2x_2 + x_3 + x_5 - x_0 = 4 \\ & -x_1 - 2x_2 + 2x_3 + x_6 - x_0 = -5 \\ & x_0, \dots, x_6 \geq 0 \end{aligned}$$

(5 Punkte)

- c) Gegeben ist die folgende zulässige Menge eines linearen Optimierungsproblems mit zwei nicht-negativen Strukturvariablen x_1 und x_2 . Zeichnen Sie alle zulässigen Basislösungen ein.



(5 Punkte)

- d) Nehmen Sie kurz begründet Stellung (durch einen Nachweis oder durch ein Gegenbeispiel) zur folgenden These: „Im Newsvendor-Modell ist für eine gegebene Bestellmenge S der erreichte α -Servicegrad immer größer oder gleich dem erreichten β -Servicegrad.“ (6 Punkte)
- e) Gegeben ist eine Instanz des Newsvendor-Modells bei Unterstellung einer normalverteilten Nachfrage mit $r = 20$, $c = ?$, $v = 4$, $\mu = 80$, $\sigma = 20$.
- Bestimmen Sie c so, dass $S^* = 80 (= \mu)$ gilt.
 - Bestimmen Sie c so, dass $S^* = 100$ gilt.

(3+8 Punkte)

Formeln:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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