

# Musterlösung zur Klausur Statistik

WMS10C

Oettinger 19.09.2011

Zeit: 90Min.

Insgesamt erreichbare Punktzahl: 55, 100%: 50 Punkte.

## Aufgabe 1

- (a) Der Median entspricht dem 50%-Quantil - richtig.
- (b) Für eine unimodale, symmetrische Verteilung gilt stets, dass der Median und der Modus denselben Wert annehmen - richtig.
- (c) Die Varianz kann nur positive Werte annehmen - richtig.
- (d) Ein Merkmal ist entweder metrisch oder stetig, d.h. es gibt kein Merkmal, das gleichzeitig metrisch und stetig ist - falsch.

## Aufgabe 2

An einer neu gegründeten Universität sollen 6-stellige Matrikelnummern vergeben werden. Berechnung unter der vereinfachenden Annahme, dass auch 000000 als Matrikelnummer zulässig sein soll:

- (a) Anzahl  $A$  aller möglichen Kombinationen für 6-stellige Matrikelnummern: Jede Stelle kann mit  $0 \dots 9$  besetzt werden.  $A = 10^6$  (unter der Annahme, dass auch 000000 als Matrikelnummer zählt).

- (b) Soll keine Nummer mit einer Null beginnen, gibt es für die erste Stelle nur 9 Möglichkeiten (1 . . . 9).  $A = 9 \cdot 10^5$ .
- (c) Keine Ziffer soll zweimal vorkommen (Berechnung unter der Annahme, dass eine führende Null erlaubt ist): für die erste Stelle gibt es 10 Möglichkeiten,  
für die zweite 9,  
für die dritte 8 usw.  
 $A = 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5 = 151200$

### Aufgabe 3

Die Summe der Vorfälle ist 56,  $n = 7$  und damit

$$\bar{x} = 56/7 = 8.$$

Zur Bestimmung des Medians werden die Daten in Form eines geordneten Vektors dargestellt:

$$\{x_i\} = (4, 5, 6, 8, 10, 11, 12)$$

Der Median  $\bar{x}_Z$  ist der Wert  $x_4$ , also  $\bar{x}_Z = 8$ .

Die Varianz berechnet sich wie folgt:

$$\begin{aligned} s_x^2 &= \frac{1}{7}(4^2 + 5^2 + 6^2 + 8^2 + 10^2 + 11^2 + 12^2) - 8^2 \\ &= 8,286, \end{aligned}$$

damit ergibt sich die Standardabweichung

$$s_x = |\sqrt{s_x^2}| = 2,878$$

und der Variationskoeffizient

$$v_x = \frac{s_x}{\bar{x}} = \frac{2,878}{8} = 0,36.$$

Die Daten lassen sich über die Variationskoeffizienten vergleichen (keine Berechnung gefordert: der Variationskoeffizient der weltweiten Daten ist  $v_y = 0,214$ ).

## Aufgabe 4

Vollständige gemeinsame Wahrscheinlichkeitstabelle der beiden Zufallsvariablen  $X$  und  $Y$  und relative Werte:

$X$	$Y$	1	2	3	$f_X(X)$
1		1/16	1/8	1/16	1/4
2		1/8	1/4	1/8	1/2
3		1/16	1/8	1/16	1/4
	$f_Y(Y)$	1/4	1/2	1/4	1

$X$	$Y$	1	2	3	$f_X(X)$
1		1/4	1/4	1/4	1/4
2		1/2	1/2	1/2	1/2
3		1/4	1/4	1/4	1/4
	$f_Y(Y)$	1	1	1	1

- Die Spalten sowie die Randverteilung der rechten Tabelle sind identisch  $\implies$  die Zufallsvariablen  $X$  und  $Y$  sind stochastisch unabhängig.
- Bei  $f(x_i|Y = 2)$  handelt es sich um relative Häufigkeiten bzw. Wahrscheinlichkeiten (Die Summe muss eins ergeben!):  
 $f(x_i|Y = 2) = (1/4, 1/2, 1/4)$

- Varianz  $s^2(X|Y = 2) = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i$ . Benötigt wird das arithmetische Mittel

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n f_i \cdot x_i = (1/4 \cdot 1 + 1/2 \cdot 2 + 1/4 \cdot 3) = 2$$

oder

$$\bar{x} = \frac{1}{1/2} (1/8 \cdot 1 + 1/4 \cdot 2 + 1/8 \cdot 3) = 2 \cdot \left( \frac{1 + 4 + 3}{8} \right) = 2$$

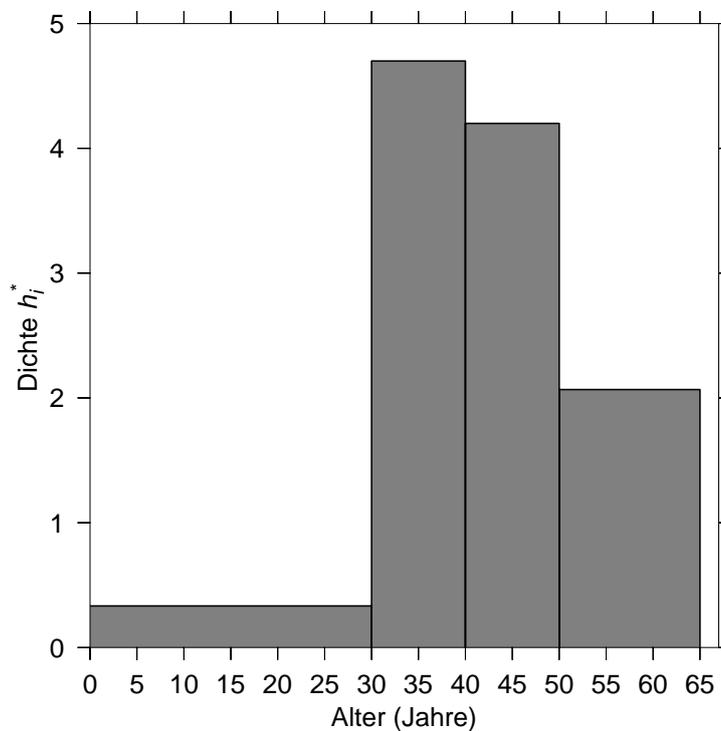
$$\begin{aligned} s^2(X|Y = 2) &= \sum_{i=1}^3 (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i = (1 - 2)^2 \cdot \frac{1}{4} + (2 - 2)^2 \cdot \frac{1}{2} + (3 - 2)^2 \cdot \frac{1}{4} \\ &= \frac{1}{4} + 0 + \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

## Aufgabe 5

Daten zur Altersverteilung:

Alter in Jahren von ... bis unter ...	Absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit $f_i$	kumulierte rel. Häufigkeit $F_i$	Klassenbreite $\Delta_i$	Dichte $h_i^* = h_i/\Delta_i$
bis 30	10	0,076	0,076	30	0,333
30 - 40	47	0,362	0,438	10	4,7
40 - 50	42	0,323	0,761	10	4,2
50 - 65	31	0,238	1	15	2,067

(a) Histogramm der Altersverteilung:  
Altersverteilung



Berechnung des Durchschnittsalters (in Jahren):

$$\bar{x} = \frac{1}{130}(10 \cdot 15 + 47 \cdot 35 + 42 \cdot 45 + 31 \cdot 57,5) = 42,06$$

Berechnung des Medians:

50% der befragten Personen werden in der 3.Klasse erreicht. Der Median lässt sich wie folgt berechnen:

$$\begin{aligned} \bar{x}_Z &= x_j^u + (x_j^o - x_j^u) \frac{F(\bar{x}_Z) - F(x_3^u)}{F(x_3^o) - F(x_3^u)} = x_j^u + (x_j^o - x_j^u) \frac{F(0,5) - F(x_3^u)}{F(x_3^o) - F(x_3^u)} \\ &= 40 + 10 \cdot \frac{0,5 - 57/130}{(99 - 57)/130} = 40 + 10 \cdot \frac{8}{42} = 41,9 \end{aligned}$$

(b) Durchschnittseinkommen  $\bar{y}$  in Tausend Euro:

$$\bar{y} = \frac{1}{130} \cdot (10 \cdot 2,5 + 47 \cdot 4,2 + 42 \cdot 5 + 31 \cdot 4,9) = 4,49$$

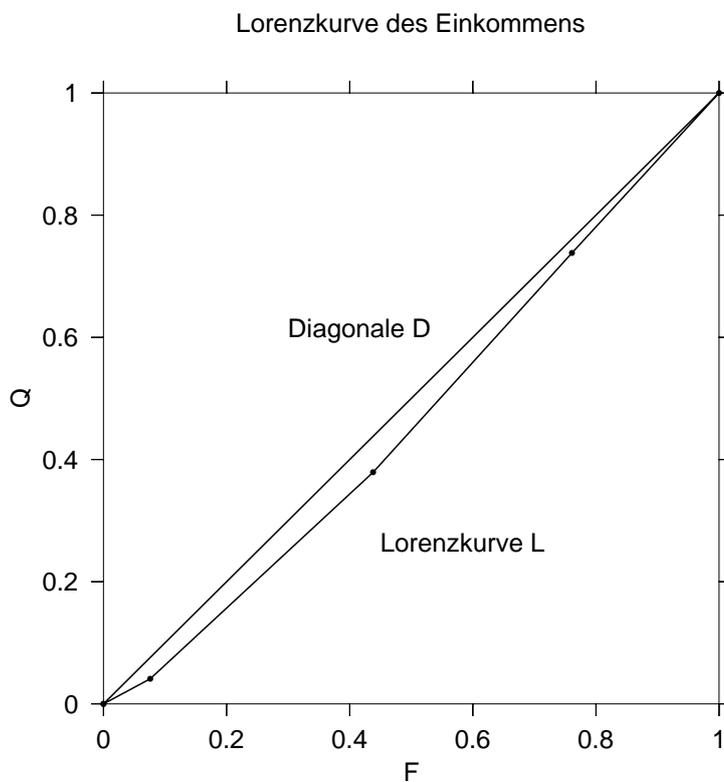
(c) Gesamtvarianz des Einkommens: die Varianz  $s^2$  ist die mittlere quadratische Abweichung  $\implies$  die Summe der quadratischen Abweichungen ist gleich  $n \cdot s^2$ . Die Gesamtvarianz ergibt sich also zu

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^4 h_i \cdot s_{Y,i}^2 = \frac{1}{130} (10 \cdot 1,8 + 47 \cdot 2,9 + 42 \cdot 3,4 + 31 \cdot 3,6) = 3,14$$

(d) Für die Darstellung der Lorenzkurve werden die relativen Anteile  $q_i$  an der Gesamtsumme der Merkmalswerte bzw deren kumulierte Werte  $Q_i$  benötigt:

Alter in Jahren von ... bis unter ...	Absolute Häufigkeit	$\bar{y}$	relativer Anteil $q_i$	kumulierte rel. Anteile $Q_i$
bis 30	10	2,5	0,043	0,043
30 - 40	47	4,2	0,337	0,38
40 - 50	42	5,0	0,359	0,739
50 - 65	31	4,9	0,26	1

Der Wert des Gini-Koeffizienten entspricht der doppelten Fläche zwischen der Diagonalen und der Lorenzkurve. Der Gini-Koeffizient ist sehr klein, damit ist die Disparität (die relative Konzentration) klein, die Einkommen sind relativ gleichmäßig verteilt.



## Aufgabe 6

Geeignete Mittelwerte.

1. Eine Stunde 50 km/h, 1 Stunde und 15 Minuten 40 km/h.  
Die Gesamtzeit sind 2 Stunden und 15 Minuten, die zurückgelegte Strecke  $s = 1\text{h} \cdot 50\text{km/h} + 1,25\text{h} \cdot 40\text{km/h} = 100\text{km}$ .  
Durchschnittsgeschwindigkeit in km/h:

$$\bar{v} = \frac{100}{2,25} = 44,4\bar{4}.$$

Das ist das harmonische Mittel der Geschwindigkeiten (in km/h):

$$\bar{v} = \frac{1}{1/2(\frac{1}{50} + \frac{1}{40})} = 44,4\bar{4}$$

2. Arithmetisches Mittel:  $\bar{x} = \frac{1}{11}(5 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 1) = 2$  Sterne

3. Geometrisches Mittel:  $\bar{x}_G = \sqrt{(1 + 0,2) \cdot (1 + 0,3875)} - 1 = 29,03\%$
4. Es werden Durchschnittsgeschwindigkeiten gemittelt  $\implies$  harmonisches Mittel.
5. Insgesamt befragte Personen:  $100 + 1000 = 1100$ . Für die Abschaffung sind  $60 + 380 = 440$ . Also sind  $440/1100 = 40\%$  dafür.

## Aufgabe 7

Nominale/ordinale/kardinale Merkmale:

- (a) Körpergröße: kardinal
- (b) Farbe: nominal
- (c) Krawattenlänge: kardinal
- (d) Qualität von Vorlesungen: ordinal