

**KLAUSUR ZU STOCHASTIK FÜR LEHRAMT
NICHT VERTIEFT**

19. JULI 2010

HILFSMITTEL: A4 BLATT MIT NOTIZEN, TR

Die Prüfung besteht aus zwei Teilen, die insgesamt 300 Punkte ergeben:

Teil 1: 10 Multiple Choice (MC) Aufgaben mit jeweils 5 Punkten

Teil 2: 5 von 8 Aufgaben mit jeweils 50 Punkten

Bitte ankreuzen, welche Aufgaben bewertet werden sollen (5 von 8)!

| | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|
| Aufgabe: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | MC | Gesamt |
| Bewerten: | | | | | | | | | | |
| Punkte: | | | | | | | | | | |

Schreiben Sie bitte auf jedes Blatt oben rechts Ihren Namen!

Viel Erfolg!

Teil 1. Multiple Choice

Zu jeder Frage ist genau eine richtige Antwortmöglichkeit vorgegeben. Tragen Sie Ihre Lösungen in die Kästchen auf der **übernächsten** Seite ein. Die Rückseite der Blätter können Sie für Berechnungen sowie zu Anmerkungen und Erläuterungen Ihrer Lösungen verwenden.

- (1) Im Restaurant „Glücksspiel“ gibt es drei Köche, welche mit gleicher Wahrscheinlichkeit ein Gericht zubereiten: Koch A versalzt nie ein Gericht, Koch B versalzt grundsätzlich jedes Gericht und Koch C versalzt genau jedes zweite Gericht. Ein Gast bekommt ein versalzenes Gericht serviert. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit p , dass Koch C das Gericht zubereitet hat?
 - (a) $p = 1/2$
 - (b) $p = 1/3$
 - (c) $p = 1/4$
 - (d) $p \geq 1/2$

- (2) Welcher Mathematiker entwickelte in den 1930er Jahren die axiomatische Begründung der Wahrscheinlichkeitstheorie?
 - (a) Andrei Kolmogorow
 - (b) Pafnuti Tschebyschow
 - (c) Carl Friedrich Gauß?
 - (d) Nikita Chruschtschow

- (3) Ein IQ-Test ergab folgende Werte:

| | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 85 | 89 | 92 | 94 | 94 | 99 | 104 | 105 | 106 | 110 | 117 | 120 |
|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Welche Aussage ist falsch?

- (a) Der Modus ist 94.
 - (b) Die Spannweite ist 35.
 - (c) Der Mittelwert ist 102.
 - (d) Der Median ist 101.5 .
- (4) Welche der folgenden Aussagen zu Histogrammen ist falsch?
- (a) Histogramme eignen sich, um die Häufigkeitsverteilung einer Variablen darzustellen.
 - (b) Histogramme eignen sich, um eine Variable auf Symmetrie zu prüfen.
 - (c) Zur Erstellung von Histogrammen muss der Wertebereich der Variablen in Klassen aufgeteilt werden.
 - (d) Histogramme sind nur für diskrete Variablen sinnvoll.
- (5) Welche Aussage zur Poisson-Verteilung ist falsch?
- (a) Eine Poisson-verteilte Zufallsvariable wird durch einen Parameter eindeutig beschrieben.
 - (b) Für große λ kann die Poisson-Verteilung durch die Normalverteilung approximiert werden.
 - (c) Die Summe zweier Poisson-verteilter Zufallsvariablen ist binomialverteilt.
 - (d) Die Poisson-Verteilung wird auch als „Verteilung der seltenen Ereignisse bezeichnet“.
- (6) Was macht das R Kommando `rpois(100,2.5)`?
- (a) Berechnet den Mittelwert einer Stichprobe der Größe 100.
 - (b) Erzeugt 100 Werte aus einer Poissonverteilung mit Parameter $\lambda = 2.5$.
 - (c) Berechnet die Wahrscheinlichkeit, dass die Poissonverteilte Zufallsvariable X zwischen 2.5 und 100 liegt.
 - (d) Erzeugt 2.5 Werte aus einer Poissonverteilung mit Parameter $\lambda = 100$.
- (7) Für das schwache Gesetz der großen Zahlen gilt...
- (a) ...Konvergenz in Verteilung.
 - (b) ...Konvergenz in Wahrscheinlichkeit.
 - (c) ...dass die Zufallsvariablen X_1, \dots, X_N normalverteilt sein müssen.
 - (d) ...fast sichere Konvergenz.

Verteilungstabelle der Standardnormalverteilung

| x | $\Phi(x)$ | x | $\Phi(x)$ | x | $\Phi(x)$ | x | $\Phi(x)$ |
|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|
| 0.000 | 0.5000 | 0.750 | 0.7734 | 1.500 | 0.9332 | 2.250 | 0.9878 |
| 0.025 | 0.5100 | 0.775 | 0.7808 | 1.525 | 0.9364 | 2.275 | 0.9885 |
| 0.050 | 0.5199 | 0.800 | 0.7881 | 1.550 | 0.9394 | 2.300 | 0.9893 |
| 0.075 | 0.5299 | 0.825 | 0.7953 | 1.575 | 0.9424 | 2.325 | 0.9900 |
| 0.100 | 0.5398 | 0.850 | 0.8023 | 1.600 | 0.9452 | 2.350 | 0.9906 |
| 0.125 | 0.5497 | 0.875 | 0.8092 | 1.625 | 0.9479 | 2.375 | 0.9912 |
| 0.150 | 0.5596 | 0.900 | 0.8159 | 1.650 | 0.9505 | 2.400 | 0.9918 |
| 0.175 | 0.5695 | 0.925 | 0.8225 | 1.675 | 0.9530 | 2.425 | 0.9923 |
| 0.200 | 0.5793 | 0.950 | 0.8289 | 1.700 | 0.9554 | 2.450 | 0.9929 |
| 0.225 | 0.5890 | 0.975 | 0.8352 | 1.725 | 0.9577 | 2.475 | 0.9933 |
| 0.250 | 0.5987 | 1.000 | 0.8413 | 1.750 | 0.9599 | 2.500 | 0.9938 |
| 0.275 | 0.6083 | 1.025 | 0.8473 | 1.775 | 0.9621 | 2.525 | 0.9942 |
| 0.300 | 0.6179 | 1.050 | 0.8531 | 1.800 | 0.9641 | 2.550 | 0.9946 |
| 0.325 | 0.6274 | 1.075 | 0.8588 | 1.825 | 0.9660 | 2.575 | 0.9950 |
| 0.350 | 0.6368 | 1.100 | 0.8643 | 1.850 | 0.9678 | 2.600 | 0.9953 |
| 0.375 | 0.6462 | 1.125 | 0.8697 | 1.875 | 0.9696 | 2.625 | 0.9957 |
| 0.400 | 0.6554 | 1.150 | 0.8749 | 1.900 | 0.9713 | 2.650 | 0.9960 |
| 0.425 | 0.6646 | 1.175 | 0.8800 | 1.925 | 0.9729 | 2.675 | 0.9963 |
| 0.450 | 0.6736 | 1.200 | 0.8849 | 1.950 | 0.9744 | 2.700 | 0.9965 |
| 0.475 | 0.6826 | 1.225 | 0.8897 | 1.975 | 0.9759 | 2.725 | 0.9968 |
| 0.500 | 0.6915 | 1.250 | 0.8944 | 2.000 | 0.9772 | 2.750 | 0.9970 |
| 0.525 | 0.7002 | 1.275 | 0.8988 | 2.025 | 0.9786 | 2.775 | 0.9972 |
| 0.550 | 0.7088 | 1.300 | 0.9032 | 2.050 | 0.9798 | 2.800 | 0.9974 |
| 0.575 | 0.7174 | 1.325 | 0.9074 | 2.075 | 0.9810 | 2.825 | 0.9976 |
| 0.600 | 0.7257 | 1.350 | 0.9115 | 2.100 | 0.9821 | 2.850 | 0.9978 |
| 0.625 | 0.7340 | 1.375 | 0.9154 | 2.125 | 0.9832 | 2.875 | 0.9980 |
| 0.650 | 0.7422 | 1.400 | 0.9192 | 2.150 | 0.9842 | 2.900 | 0.9981 |
| 0.675 | 0.7502 | 1.425 | 0.9229 | 2.175 | 0.9852 | 2.925 | 0.9983 |
| 0.700 | 0.7580 | 1.450 | 0.9265 | 2.200 | 0.9861 | 2.950 | 0.9984 |
| 0.725 | 0.7658 | 1.475 | 0.9299 | 2.225 | 0.9870 | 2.975 | 0.9985 |

Verteilungstabelle der Poissonverteilung

| $\lambda=15$ | | $\lambda=7$ | | $\lambda=6$ | | $\lambda=3$ | |
|--------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|
| x | $P(X \leq x)$ | x | $P(X \leq x)$ | x | $P(X \leq x)$ | x | $P(X \leq x)$ |
| 1 | 0 | 0.5 | 0.0009 | 0.5 | 0.0025 | 0.2 | 0.0498 |
| 2 | 0 | 1 | 0.0073 | 1 | 0.0174 | 0.4 | 0.0498 |
| 3 | 0.0002 | 1.5 | 0.0073 | 1.5 | 0.0174 | 0.6 | 0.0498 |
| 4 | 0.0009 | 2 | 0.0296 | 2 | 0.062 | 0.8 | 0.0498 |
| 5 | 0.0028 | 2.5 | 0.0296 | 2.5 | 0.062 | 1 | 0.1991 |
| 6 | 0.0076 | 3 | 0.0818 | 3 | 0.1512 | 1.2 | 0.1991 |
| 7 | 0.018 | 3.5 | 0.0818 | 3.5 | 0.1512 | 1.4 | 0.1991 |
| 8 | 0.0374 | 4 | 0.173 | 4 | 0.2851 | 1.6 | 0.1991 |
| 9 | 0.0699 | 4.5 | 0.173 | 4.5 | 0.2851 | 1.8 | 0.1991 |
| 10 | 0.1185 | 5 | 0.3007 | 5 | 0.4457 | 2 | 0.4232 |
| 11 | 0.1848 | 5.5 | 0.3007 | 5.5 | 0.4457 | 2.2 | 0.4232 |
| 12 | 0.2676 | 6 | 0.4497 | 6 | 0.6063 | 2.4 | 0.4232 |
| 13 | 0.3632 | 6.5 | 0.4497 | 6.5 | 0.6063 | 2.6 | 0.4232 |
| 14 | 0.4657 | 7 | 0.5987 | 7 | 0.744 | 2.8 | 0.4232 |
| 15 | 0.5681 | 7.5 | 0.5987 | 7.5 | 0.744 | 3 | 0.6472 |
| 16 | 0.6641 | 8 | 0.7291 | 8 | 0.8472 | 3.2 | 0.6472 |
| 17 | 0.7489 | 8.5 | 0.7291 | 8.5 | 0.8472 | 3.4 | 0.6472 |
| 18 | 0.8195 | 9 | 0.8305 | 9 | 0.9161 | 3.6 | 0.6472 |
| 19 | 0.8752 | 9.5 | 0.8305 | 9.5 | 0.9161 | 3.8 | 0.6472 |
| 20 | 0.917 | 10 | 0.9015 | 10 | 0.9574 | 4 | 0.8153 |
| 21 | 0.9469 | 10.5 | 0.9015 | 10.5 | 0.9574 | 4.2 | 0.8153 |
| 22 | 0.9673 | 11 | 0.9467 | 11 | 0.9799 | 4.4 | 0.8153 |
| 23 | 0.9805 | 11.5 | 0.9467 | 11.5 | 0.9799 | 4.6 | 0.8153 |
| 24 | 0.9888 | 12 | 0.973 | 12 | 0.9912 | 4.8 | 0.8153 |
| 25 | 0.9938 | 12.5 | 0.973 | 12.5 | 0.9912 | 5 | 0.9161 |
| 26 | 0.9967 | 13 | 0.9872 | 13 | 0.9964 | 5.2 | 0.9161 |
| 27 | 0.9983 | 13.5 | 0.9872 | 13.5 | 0.9964 | 5.4 | 0.9161 |
| 28 | 0.9991 | 14 | 0.9943 | 14 | 0.9986 | 5.6 | 0.9161 |
| 29 | 0.9996 | 14.5 | 0.9943 | 14.5 | 0.9986 | 5.8 | 0.9161 |
| 30 | 0.9998 | 15 | 0.9976 | 15 | 0.9995 | 6 | 0.9665 |
| 31 | 0.9999 | 15.5 | 0.9976 | 15.5 | 0.9995 | 6.2 | 0.9665 |
| 32 | 1 | 16 | 0.999 | 16 | 0.9998 | 6.4 | 0.9665 |
| 33 | 1 | 16.5 | 0.999 | 16.5 | 0.9998 | 6.6 | 0.9665 |
| 34 | 1 | 17 | 0.9996 | 17 | 0.9999 | 6.8 | 0.9665 |
| 35 | 1 | 17.5 | 0.9996 | 17.5 | 0.9999 | 7 | 0.9881 |

Verteilungsfunktion der Binomialverteilung $B_{n;p}(k)$ für $p = 0.5$.

| $n \setminus k$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0.500 | 1.000 | | | | | | | | | |
| 2 | 0.250 | 0.750 | 1.000 | | | | | | | | |
| 3 | 0.125 | 0.500 | 0.875 | 1.000 | | | | | | | |
| 4 | 0.062 | 0.313 | 0.687 | 0.938 | 1.000 | | | | | | |
| 5 | 0.031 | 0.188 | 0.500 | 0.812 | 0.969 | 1.000 | | | | | |
| 6 | 0.016 | 0.109 | 0.344 | 0.656 | 0.891 | 0.984 | 1.000 | | | | |
| 7 | 0.008 | 0.063 | 0.227 | 0.500 | 0.773 | 0.938 | 0.992 | 1.000 | | | |
| 8 | 0.004 | 0.035 | 0.145 | 0.363 | 0.637 | 0.855 | 0.965 | 0.996 | 1.000 | | |
| 9 | 0.002 | 0.020 | 0.090 | 0.254 | 0.500 | 0.746 | 0.910 | 0.980 | 0.998 | 1.000 | |
| 10 | 0.001 | 0.011 | 0.055 | 0.172 | 0.377 | 0.623 | 0.828 | 0.945 | 0.989 | 0.999 | 1.000 |

2. AXIOME VON KOLMOGOROW

Sei (Ω, F, P) ein Wahrscheinlichkeitsraum und seien $A, B \in F$. Leite folgende Rechenregeln direkt aus den Axiomen von Kolmogorow her:

- a) $P(A) + P(\bar{A}) = 1$
- b) $A \subset B \implies P(A) \leq P(B)$
- c) $A \cap B = \emptyset \implies P(A) \leq P(\bar{B})$
- d) $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$
- e) Zeige nun mit vorheriger Teilaufgabe die Formel von Sylvester:
$$P(A \cup B \cup C) = P(A) + P(B) + P(C) - P(A \cap B) - P(A \cap C) - P(B \cap C) + P(A \cap B \cap C)$$

Sei nun $B \in F$ mit $P(B) > 0$.

- f) Zeige, dass dann die bedingte Wahrscheinlichkeitsverteilung $P_B : A \mapsto P(A|B)$ alle Kolmogoroff-Axiome erfüllt, das heißt wieder eine Wahrscheinlichkeitsverteilung ist.

Ein gezinktes Tetraeder wird geworfen. Nach einer Versuchsreihe stellt sich heraus, dass sich die Wahrscheinlichkeiten, auf die Seiten a, b, c bzw. d zu fallen, wie folgt verhalten: $2 : 3 : 4 : 3$.

- g) Bestimme die Wahrscheinlichkeit, dass das Tetraeder auf die Seite a, b, c bzw. d fällt.
- h) Es werden folgende Ereignisse festgelegt: $A = \{a, b\}$, $B = \{b, c\}$. Bestimme die Wahrscheinlichkeit dieser Ereignisse, sowie die Wahrscheinlichkeit von $A \cup B$ und $A \cap B$.

3. AKTIENKURSE

Betrachte die folgenden Schlusskurse der Aktie der Deutschen Bank an 20 aufeinanderfolgenden Werktagen:

| Datum | Schlusskurs | Unterschied zum Vortag* |
|----------|-------------|-------------------------|
| 25.06.10 | 47,17 | 0 |
| 24.06.10 | 47,68 | 0 |
| 23.06.10 | 48,78 | 0 |
| 22.06.10 | 49,63 | 0 |
| 21.06.10 | 50,34 | 0 |
| 18.06.10 | 50,43 | 1 |
| 17.06.10 | 50,22 | 1 |
| 16.06.10 | 49,98 | 1 |
| 15.06.10 | 49,54 | 1 |
| 14.06.10 | 48,55 | 1 |
| 11.06.10 | 48,14 | 1 |
| 10.06.10 | 47,49 | 1 |
| 09.06.10 | 47,03 | 1 |
| 08.06.10 | 46,19 | 0 |
| 07.06.10 | 46,40 | 0 |
| 04.06.10 | 47,03 | 0 |
| 03.06.10 | 48,43 | 1 |
| 02.06.10 | 47,86 | 0 |
| 31.05.10 | 48,40 | 0 |
| 28.05.10 | 48,48 | 0 |

TABELLE 1. *(gefallen $\hat{=}$ 0, gestiegen $\hat{=}$ 1)

- a) Berechnen Sie
- das arithmetische Mittel der Schlusskurse der letzten fünf Tage
 - den Median der Schlusskurse der letzten zehn Tage.
- b) Nehmen Sie an, die Schlusskurse seien unabhängige, identisch verteilte Zufallsvariablen mit Erwartungswert μ und Varianz σ^2 . Wie ist das arithmetische Mittel dann approximativ verteilt? Welcher Satz ist hierbei relevant? Sind die getroffenen Annahmen für die Schlusskurse sinnvoll?

Der Verlauf eines Aktienkurses soll nun durch ein einfaches Modell beschrieben werden: Dabei seien $X_i \in \{0, 1\}$, $i = 1..n$ unabhängige Zufallsvariablen, die notieren, ob die Aktie am Tag i gestiegen ($X_i = 1$) oder gefallen ($X_i = 0$) ist. Dabei sei $P(X_i = 0) = P(X_i = 1) = 0.5$. Berechnen Sie für dieses Modell die Wahrscheinlichkeit dafür, ...

- c) ... genau die beobachtete Ziffernfolge (00010001111111100000) zu erhalten.
- d) ... dass eine Aktie an mindestens 16 der 20 Tage steigt.
- e) ... dass eine Aktie während eines Zeitraums von vier Tagen zu keinem Zeitpunkt öfter gefallen als gestiegen ist.

4. SUPERCUP

In diesem Jahr findet nach 1996 erstmals wieder der so genannte Supercup im Fußball statt, bei dem normalerweise der Gewinner der deutschen Meisterschaft gegen den DfB-Pokalsieger antritt. Da Bayern München sowohl die Meisterschaft als auch den Pokal gewonnen hat, spielt sie gegen den diesjährigen Vizemeister Schalke 04.

Bayern München hat in der vergangenen Saison in 34 Spielen 72 Tore geschossen, während Schalke nur 53 Mal traf.

- a) Wie wahrscheinlich ist es, dass Bayern München das Spiel 2:1 gewinnt? Wie wahrscheinlich ist es, dass Bayern München das Spiel in der regulären Spielzeit gewinnt (Angabe einer Formel genügt)? Welche Annahmen haben Sie hierbei getroffen?

Wenn es nach Ende der regulären Spielzeit und der Verlängerung im Spiel unentschieden steht, kommt es beim Supercup zum Elfmeterschießen. Ein Spieler der Bayern trifft beim Elfmeterschießen mit einer Wahrscheinlichkeit von 80%, ein Spieler von Schalke mit 70%.

- b) Wie wahrscheinlich ist es, dass es zum Elfmeterschießen kommt (Angabe einer Formel genügt)?
c) Wie wahrscheinlich ist es, dass nach jeweils fünf geschossenen Elfmeter bei beiden Mannschaften drei Spieler getroffen haben? Welche Annahmen haben Sie bei der Berechnung getroffen?

Vor dem Spiel wird immer noch ein Foto jeder Mannschaft geschossen. Dazu stellen sich die Spieler in zwei Reihen auf (hintere Reihe: sechs Spieler stehend, vordere Reihe: fünf Spieler in der Hocke).

- a) Wieviele Möglichkeiten gibt es, die elf Spieler für das Foto aufzustellen, wenn der Kapitän neben dem Torwart in der ersten Reihe hockt?

5. ERDBEBEN

Laut *wikipedia* gibt es pro Jahr (365 Tage) durchschnittlich ca. 120 Erdbeben der Stärke 6,0 - 7,0 auf der Richterskala.

Behandeln Sie folgende Aufgaben unter Verwendung einer geeigneten Poisson-Verteilung.

- b) Schätzen Sie den Parameter λ für die Anzahl der Erdbeben an einem Tag.
- c) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit an einem bestimmten Tag mindestens ein Erdbeben der Stärke 6,0 - 7,0 zu beobachten?
- d) Wie wahrscheinlich ist es, dass an drei Tagen hintereinander kein Erdbeben stattfindet?
- e) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass an drei Tagen hintereinander mindestens ein Erdbeben pro Tag beobachtet wird?
- f) Ist es wahrscheinlicher in einem Monat (30 Tage) höchstens zwei Erdbeben, oder in einer Woche kein einziges Erdbeben zu beobachten?

6. ZUCHTHUNDE

- a) Ein Husky kann lediglich die Augenfarbe braun oder blau haben. In einigen seltenen Fällen ist ein Auge braun und das Andere blau. Beim ländlichen Tierarzt sitzen drei Huskys mit ihren Herrchen im Warteraum. Während der erste Hund blaue und der zweite Hund braune Augen hat, ist beim Letzten der selten Fall eingetreten. Aufgrund der Untersuchung müssen alle Hunde eine Augenschutzklappe tragen. Zufällig wird ein Hund ausgewählt und in das Untersuchungszimmer geführt. Dieser besitzt ein blaues Auge. Geben Sie die Wahrscheinlichkeit dafür an, dass das zweite Auge ebenfalls blau ist.
- b) Die Huskys kommen alle aus einem Zuchtverein und müssen nun zusammen mit anderen Zuchthunden drei Übungen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad bewältigen. Von allen Hunden meistern 70% die erste Übung, 50% die 2. Übung und 30% die letzte Übung.
- Wie viele Hunde kommen mindestens mit den ersten beiden Übungen zurecht? Falls nun das Bestehen der Übungen unabhängig voneinander ist.
 - Wie hoch ist der Anteil an Hunden, die mindestens eine Übung bestehen und deshalb weiter gefördert werden?
 - Wie hoch ist der Anteil an Hunden, welche die letzten beiden Übungen meistern, gegeben, dass sie in der Ersten erfolgreich waren?
- c) In dem Zuchtverein werden ausschließlich Huskys, Schäferhunde und Labradors gefördert. Der Prozentsatz an Huskys beträgt 30%. Außerdem ist bekannt, dass 35% von allen Huskys, 55% von allen Schäferhunden und 80% von allen Labradors weiblich sind. Insgesamt werden 40% Männchen geführt.
- Welcher Prozentsatz an Schäferhunden und Labradors ist im Zuchtverein vertreten?
 - Zufällig wird ein Männchen ausgewählt. Mit welcher Wahrscheinlichkeit ist es ein Schäferhund?

7. PIZZASCHNITTEN

Nahe der Uni eröffnet ein neuer Imbiss, der Pizzaschnitten verkauft. Der Besitzer des Imbisses geht davon aus, dass die verkaufte Menge an Schnitten (in Tausend) pro Tag folgende Dichtefunktion hat:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{z(x-a)}{(b-a)(m-a)} & \text{für } a \leq x \leq m \\ \frac{z(b-x)}{(b-a)(b-m)} & \text{für } m < x \leq b \end{cases}$$

- (a) Bestimmen Sie z so, dass f eine Dichtefunktion ist, wenn $a = 200, b = 1000$ und $m = 800$.
- (b) Berechnen Sie den Erwartungswert der verkauften Menge.
- (c) Skizzieren Sie die Dichtefunktion und die Verteilungsfunktion! Welche Bedeutung haben die Parameter a, b und m ?
- (d) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass an einem Tag zwischen 700 und 900 Pizzaschnitten verkauft werden?
- (e) Pro Pizzaschnitte hat der Besitzer einen Gewinn von 50 Cent. Welcher Gewinn wird an einem Tag erwartet? Welchen Betrag übersteigt der Gewinn an einem Tag mit einer Wahrscheinlichkeit von 95%?

8. KOMBINATORIK IM FRAUENFUSSBALL

Nach der Fußball-WM der Männer ist nun in Deutschland auch die Fußball-WM der U-20 Frauen gestartet. Nachfolgende Tabelle zeigt den Kader der Spielerinnen:

| Position | Nummer/Name | Verein |
|------------|--------------------------|------------------------|
| Tor | 21 Laura Benkarth | SC Freiburg |
| Tor | 1 Almuth Schult | Magdeburger FFC |
| Tor | 12 Desire Schumann | 1. FFC Turbine Potsdam |
| Abwehr | 5 Kristina Gessat | FSV Gütersloh 2009 |
| Abwehr | 3 Tabea Kemme | 1. FFC Turbine Potsdam |
| Abwehr | 15 Valeria Kleiner | SC Freiburg |
| Abwehr | 4 Marith Prießen | FCR 2001 Duisburg |
| Abwehr | 20 Bianca Schmidt | 1. FFC Turbine Potsdam |
| Abwehr | 14 Inka Wesely | SG Essen-Schönebeck |
| Mittelfeld | 13 Sylvia Arnold | FF USV Jena |
| Mittelfeld | 16 Marie-Louise Bagehorn | 1. FFC Turbine Potsdam |
| Mittelfeld | 6 Marina Hegering | FCR 2001 Duisburg |
| Mittelfeld | 17 Turid Knaak | FCR 2001 Duisburg |
| Mittelfeld | 19 Kim Kulig | Hamburger SV |
| Mittelfeld | 2 Stefanie Mirlach | FC Bayern München |
| Sturm | 9 Svenja Huth | 1. FFC Frankfurt |
| Sturm | 10 Dzsenifer Marozsn | 1. FFC Frankfurt |
| Sturm | 18 Anne Bartke | SC 07 Bad Neuenahr |
| Sturm | 11 Alexandra Popp | FCR 2001 Duisburg |
| Sturm | 8 Selina Wagner | VfL Wolfsburg |
| Sturm | 7 Jessica Wich | 1. FFC Turbine Potsdam |

Es soll mit 4 Verteidigerinnen, 3 Mittelfeldspielerinnen und 3 Stürmerinnen (4-3-3) gespielt werden.

- Wieviele Möglichkeiten der Spielerauswahl aus dem bestehenden Kader gibt es?
- Die Mittelfeldspielerinnen Sylvia Arnold kann sowohl im Mittelfeld als auch im Sturm eingesetzt werden. Wieviele Möglichkeiten der Spielerauswahl gibt es nun?
(*Hinweis: Fallunterscheidung Mittelfeld - Sturm - kein Einsatz*)
- Angenommen, die Spielerinnen würden zufällig ausgewählt. Mit welcher Wahrscheinlichkeit stehen alle Spielerinnen des 1. FFC Turbine Potsdam in der Startelf?