Institut für Theoretische Physik
Universität zu Köln

Prof. Dr. S. Trebst
Christoph Berke

Statistische Physik

Blatt 0

WS 2020/21

Abgabe: Keine Abgabe. **Präsenzübung** **Besprechung**: Dienstag, 03.11.2020

Webseite: www.thp.uni-koeln.de/trebst/Lectures/2020-StatPhys.shtml

Aufgabe 1: Wie wahrscheinlich ist das denn?

a) Zu der Vorlesung „Statistische Physik“ haben sich ca. 70 Studierende angemeldet. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass davon **zwei am selben Tag Geburtstag** haben?

b) Bei einem **Skatspiel** werden von 32 Karten jeweils zehn auf drei Spieler verteilt und zwei Karten bleiben übrig (10+10+10+2). Wie viele **mögliche Ausgangssituationen** gibt es? Skat wird in Deutschland seit 1820 gespielt. Wenn im Durchschnitt jede Sekunde ein Spiel gestartet wird und noch nie ein Spiel zweimal vorkam, wie groß ist dann die Wahrscheinlichkeit, dass Sie heute ein Spiel mit einer Kartenverteilung anfangen, die es bereits einmal gegeben hat? Wie viele Möglichkeiten ergeben sich für die Karten eines einzelnen Spielers?

c) Ein **Doppelkopfspiel** besteht aus zwei identischen Kartenspielen zu jeweils 20 Karten. Was macht die Berechnung der Verteilungen schwieriger? Machen Sie sich den Unterschied anhand der beiden Kartenspiele $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ und $\{1, 1, 2, 2, 3, 3\}$ klar.

Aufgabe 2: Simpson-Paradoxon

Eine medizinischen Studie (ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1339981/) vergleicht **die Wirksamkeit zweier Behandlungsmöglichkeiten** A **und** B bei Nierensteinen. Die Behandlungserfolge sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Welche der Methoden ist insgesamt besser? Gilt das auch bei kleinen Nierensteinen? Was würden Sie dann für große Nierensteine erwarten?

Tabelle 1: Wirksamkeit der Behandlungsmethoden A und B bei Nierensteinen (Nst).

	A hilft	B hilft
kleine Nst	55/80	192/263
große Nst	234/270	81/87

Aufgabe 3: Wartezeiten

Auf der Autobahn A4 fahren durchschnittlich 12 Busse und 12 Auto pro Stunde von Köln in Richtung Aachen. Während **die Busse** streng nach Fahrplan **alle fünf Minuten** fahren, erscheinen **die Autos zufällig**. Die Wahrscheinlichkeit im Zeitintervall dt ein Auto zu beobachten sei dt/τ, mit $\tau = 5$ Minuten. Ein Beobachter B_1 zählt die vorbeifahrenden Autos und Busse.

a) Zeigen Sie, dass der Beobachter B_1 tatsächlich durchschnittlich 12 Autos pro Stunde zählt.

b) Geben Sie die Wahrscheinlichkeit $P_B(n)$ an, mit der B_1 in einem zufällig gewählten 10-Minuten-Intervall n Busse zählt. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit $P_A^T(n)$ für n Autos in einem zufällig startenden Intervall der Länge T? Geben Sie Namen, Mittelwert und Standardabweichung dieser Verteilung an.

c) Finden Sie die Wahrscheinlichkeitsverteilungen $\rho_A(\Delta)$ und $\rho_B(\Delta)$ für den zeitlichen Abstand zwischen zwei Autos, bzw. Bussen. Was ergibt sich für die mittleren Zeitintervalle?

d) Eine weitere Beobachterin B_2 erscheint zu einer zufälligen Zeit. Wie lauten die Wahrscheinlichkeitsverteilungen $\rho_{A/B}^W$ für die Zeiten Δ, die B_2 auf das Erscheinen des nächsten Autos/Busses warten muss? Wie der Mittelwert von ρ_A^W?

Ihre Rechnungen in c) sollten ergeben haben, dass der Abstand zweier Autos durchschnittlich 5 Minuten beträgt. Das gilt laut d) aber auch für die durchschnittliche Zeit, die B_2 auf das nächste Auto wartet **und** für die Zeit, die beim Erscheinen von B_2 seit dem letzten Auto vergangen ist. **Gilt also 5 Minuten + 5 Minuten = 5 Minuten?**

e) Erklären Sie den Widerspruch anschaulich. Geben Sie die Wahrscheinlichkeit an, dass B_2 in einer Lücke der Länge Δ zwischen zwei Autos auftaucht. Wie lautet der Mittelwert dieser Verteilung?