

## Musterlösung zu Serie 6

1. a) Wir müssen  $P[X \leq 1]$  berechnen im Falle von  $\pi = 0.075$ . Mit R machen wir dies mit `pbinom(1, 50, 0.075)` und erhalten 0.10. Wenn die Lieferung also nur 7.5% defekte Gläser enthält, so können wir dies mit unserem Test (mit 50 Proben) nur in ca. 10% der Fälle nachweisen!
- b) Mit `pbinom(0:50, 150, 0.1)` sehen wir, dass der Verwerfungsbereich  $K = \{X \leq 8\}$  ist. Wenn wir wie oben verfahren können wir nun

`pbinom(8, 150, 0.075)`

anwenden und erhalten 0.20. Dank der grösseren Stichprobe ist auch die Macht grösser geworden.

2.  $X$  sei die Anzahl Patienten, die auf die Behandlung ansprechen. Es gilt also  $X \sim \text{Bin}(n, \pi)$  mit  $n = 16$ .

- a) Gemäss Fragestellung haben wir  $H_0 : \pi = 0.15$  und  $H_A : \pi > 0.15$ .

Der Verwerfungsbereich hat also die Form  $K = [c, n]$ .

Wir bestimmen  $c$  indem wir  $P_{H_0}(X \in K)$  für verschiedene, grösser werdende  $c$  berechnen, so lange bis die entsprechende Wahrscheinlichkeit kleiner oder gleich 5% wird. Dabei benutzen wir, dass

$$P_{H_0}(X \geq c) = 1 - P_{H_0}(X \leq c - 1)$$

gilt.

```
> 1-pbinom(1,16,0.15)
```

```
[1] 0.7160988
```

```
> 1-pbinom(2,16,0.15)
```

```
[1] 0.4386207
```

```
> 1-pbinom(3,16,0.15)
```

```
[1] 0.2101093
```

```
> 1-pbinom(4,16,0.15)
```

```
[1] 0.0790513
```

```
> 1-pbinom(5,16,0.15)
```

```
[1] 0.02354438
```

Somit ist unser  $c = 5 + 1 = 6$ , d.h. der Verwerfungsbereich ist  $K = [6, 16]$ . Da 5 nicht im Verwerfungsbereich liegt, wird die Nullhypothese beibehalten.

- b) Obigem R-Output entnehmen wir, dass bei  $p = 0.0790513$  der Testentscheid von "Beibehalten" zu "Verwerfen" wechselt.
- c) Die Wahrscheinlichkeit, dass  $H_0$  verworfen wird, wenn die wahre Ansprechwahrscheinlichkeit  $\pi = 0.3$  ist, berechnet sich wie folgt:

$$P_{\pi=0.3}(X \in K) = P_{\pi=0.3}(X \geq 6) = 1 - P_{\pi=0.3}(X \leq 5) = 1 - \sum_{k=0}^5 \binom{16}{k} 0.3^k 0.7^{16-k}.$$

Wir berechnen dies mit R:

```
> 1-pbinom(5,16,0.3)
```

```
[1] 0.3402177
```

Die Wahrscheinlichkeit beträgt also 0.3402177.

3. a) Wir benutzen folgende Notation:  $R = \text{Reise}$ ;  $A = \text{Absage}$ .

$$P[3R 1A] = \binom{4}{3} \cdot 0.9^3 \cdot 0.1^1 = 0.2916 = 29.16\%$$

- b)  $S_n$  sei der Anzahl Personen, die den Flug nehmen möchten.  $S_n$  ist binomialverteilt. Mit 28 Passagiere haben wir:

$$\begin{aligned} S_{28} &\sim \text{Bin}(28, 0.9) \\ \mathbf{E}[S_{28}] &= 28 \cdot 0.9 = 25.2 \\ \text{Var}(S_{28}) &= 28 \cdot 0.9 \cdot 0.1 = 2.52 \end{aligned}$$

c)

$$\begin{aligned} P[\text{Zu viele Leute}] &= P[k = 27] + P[k = 28] \\ &= \binom{28}{27} \cdot 0.9^{27} \cdot 0.1^1 + \binom{28}{28} \cdot 0.9^{28} \cdot 0.1^0 \\ &= 0.1628 + 0.05233 = 0.215154 = 21.52\% \end{aligned}$$

d) • Nullhypothese und Alternative

$$\begin{aligned} H_0 &: \pi = \pi_0 = \frac{801}{890} \\ H_A &: \pi \neq \pi_0 \end{aligned}$$

- Das Signifikanzniveau ist  $\alpha = 0.05$ .
- Verwerfungsbereich (Normalapproximation):

$$K = [0, c_u] \cup [c_o, n] = [0, 783.45] \cup [818.54, 890]$$

wobei

$$\begin{aligned} c_u &= n\pi_0 - 1.96\sqrt{n\pi_0(1-\pi_0)} \quad \text{abrunden} \\ c_o &= n\pi_0 + 1.96\sqrt{n\pi_0(1-\pi_0)} \quad \text{aufrunden} \end{aligned}$$

- Testentscheidung: ist die beobachtete Anzahl Personen am Flughafen in  $K$ ? Ja, so wird die Nullhypothese deutlich verworfen.

4. a) Das 95% Vertrauensintervall ist gegeben durch  $\frac{x}{n} \pm \frac{1.96}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{x}{n}(1-\frac{x}{n})}$ . Mit  $x =$  Beobachtete Anzahl Gewinne und  $n =$  Anzahl Wiederholungen, finden wir  $[0.0438, 0.2362]$ .

b) ?binom.test

binom.test(7, 50)

Das 95% Vertrauensintervall ist gegeben durch

95 percent confidence interval:

0.0581917 0.2673960

- c) Das Vertrauensintervall aus Teilaufgabe b) wird basierend auf der Binomialverteilung ausgerechnet. Deshalb handelt es sich hierbei um ein *exaktes* Vertrauensintervall. In Teilaufgabe a) handelt es sich hingegen um ein *approximatives* Vertrauensintervall basierend auf der Normalapproximation der Binomialverteilung. Dieses wird zwar umso genauer, je grösser  $n$  ist, ist aber nur eine Approximation an das exakte Vertrauensintervall. Deshalb sind die beiden Resultate in a) und b) nicht gleich.