

## Musterlösung zu Serie 5

1. (Diese war eine Prüfungsaufgabe im Herbstsemester 2011.) Das Pharmaunternehmen Life Co. hat ein neues Medikament zur Bekämpfung von ADHS entwickelt. Um die Wirksamkeit festzustellen wurde das Medikament mit  $n = 10$  Patienten getestet. Die derzeitige Standardmethode zeigt bei 30% der behandelten Patienten eine Wirkung.

- a) Angenommen das neue Medikament ist genauso wirksam wie die Standardmethode, wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Behandlung bei genau 2 Patienten eine Wirkung zeigt? Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie bei höchstens 2 Patienten eine Wirkung zeigt?

$$P(X = 2) = \binom{10}{2} 0.3^2 0.7^8 = 0.23$$

$$P(X \leq 2) = P(X = 0) + P(X = 1) + P(X = 2) = 0.7^{10} + \binom{10}{1} 0.3^1 0.7^9 + \binom{10}{2} 0.3^2 0.7^8 = 0.38$$

- b) Die Behandlung mit dem neuen Medikament war bei 4 Patienten erfolgreich. Führen Sie einen einseitigen Hypothesentest durch um festzustellen ob das neue Medikament wirksamer ist als die Standardmethode (bei einem Signifikanzniveau von 5%). Geben Sie explizit alle Schritte an.

1. Modell:  $X$  ist die Anzahl erfolgreich behandelter Patienten,  $X \sim \text{Bin}(10, \pi)$ .
2. Die Nullhypothese ist  $H_0 : \pi = 0.3$ , die Alternative ist  $H_A : \pi > 0.3$ .
3. Die Teststatistik ist  $X$ :  $P(X = x|H_0) = \binom{10}{x} 0.3^x 0.7^{10-x}$ .
4. Das Signifikanzniveau ist  $\alpha = 0.05$ .
5. Verwerfungsbereich:

$P(X \geq x)$	$x = 5$	$x = 6$	$x = 7$	$x = 8$	$x = 9$	$x = 10$
	0.1503	0.0473	0.0106	0.0016	0.0001	$5.9 \times 10^{-6}$

Daher ist der Verwerfungsbereich  $K = \{6, 7, 8, 9, 10\}$ .

6. Testentscheid: Da  $4 \notin K$  wird  $H_0$  nicht verworfen. Eine erhöhte Wirksamkeit des neuen Medikaments kann nicht nachgewiesen werden.

- c) Wie ist die *Macht* eines Hypothesentests definiert? Geben Sie die Macht an für den Test  $H_0 : \pi = 0.3$  vs.  $H_A : \pi = 0.6$  ( $\pi$  ist die Wirksamkeit).

Die Macht eines Tests ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Nullhypothese verworfen wird, wenn die Alternative stimmt:  $P(X \in K|H_A)$ . (Alternativ:  $\text{Macht} = 1 - P(\text{Fehler 2. Art}) = 1 - P(X \notin K|H_A)$ )

Im konkreten Fall:

$$\text{Macht} = \binom{10}{6} 0.6^6 0.4^4 + \binom{10}{7} 0.6^7 0.4^3 + \binom{10}{8} 0.6^8 0.4^2 + \binom{10}{9} 0.6^9 0.4 + 0.6^{10} = 0.6331$$

2. 1. **Modell:**  $X$ : Anzahl defekter Reagenzgläser in einer Stichprobe aus 50 Reagenzgläsern.  $X \sim \text{Bin}(50, \pi)$ .

2. **Nullhypothese:**  $H_0 : \pi = 0.1$

**Alternative:**  $H_A : \pi < 0.1$

3. **Teststatistik:**  $T$ : Anzahl defekter Reagenzgläser in einer Stichprobe aus 50 Reagenzgläsern.

**Verteilung der Teststatistik unter  $H_0$ :**  $T \sim \text{Bin}(50, 0.1)$

4. **Signifikanzniveau:**  $\alpha = 0.05$

5. **Verwerfungsbereich:** Falls  $H_0$  stimmt, gilt:

$P(X = 0)$	=	0.0052	$P(X \leq 0)$	=	0.0052
$P(X = 1)$	=	0.0286	$P(X \leq 1)$	=	0.0338
$P(X = 2)$	=	0.0779	$P(X \leq 2)$	=	0.1117

Der Verwerfungsbereich  $K$  für ein Signifikanzniveau von 5% ist also gegeben durch  $K = \{0, 1\}$ .

6. **Testentscheid:** Der beobachtete Wert der Teststatistik ist  $t = 3$ . Der beobachtete Wert der Teststatistik ( $t = 3$ ) liegt nicht im Verwerfungsbereich der Teststatistik ( $K = \{0, 1\}$ ). Die Nullhypothese kann daher auf dem 5% Signifikanzniveau nicht verworfen werden. Es kann also durchaus sein, dass der Anteil minderwertiger Gläser in der ganzen Lieferung 10% ist. Der Hersteller sollte also seine Lieferung nicht losschicken sondern genauer untersuchen.