

**1. Aufgabe**

Welche der folgenden Aussagen sind korrekt (Genauigkeit der angegebenen Macht plus/minus 5%)?

- (a) Ein neues Medikament soll getestet werden. Bei 11 (kranken) Patienten wird das Medikament angewendet. Nach einer Woche wird festgestellt, welche Patienten geheilt wurden. Das Medikament ist wirtschaftlich interessant, wenn die Wirkwahrscheinlichkeit grösser als 0.1 ist (einseitiger Binomialtest, Signifikanzniveau 0.05). Die Macht in dieser Studie für die konkrete Alternative  $p_A=0.45$  ist ca. 0.95.
- (b) In einer Getränkefabrik sollen 0.4 Liter abgefüllt werden. Nach einem Stromausfall soll getestet werden, ob die Einstellung geändert wurde (zweiseitiger ein-Stichproben t-Test, Sign.niveau 0.01). Der Hersteller der Abfüllmaschine gibt an, dass die einzelnen Abfüllungen eine Std.abw. von 0.06 haben. Es sollen 12 Flaschen bzgl. ihrer Abfüllmenge untersucht werden. Eine Einstellung der Abfüllmenge von 0.34 kann mit Wahrscheinlichkeit 0.66 erkannt werden.
- (c) Wir wollen untersuchen, ob untrainierte Personen nach einem neuartigen Trainingsprogramm eine bessere Ausdauerleistung erbringen als nach einem herkömmlichen Trainingsprogramm. Die Messung der Ausdauerleistung wird nach dem Programm in beiden Gruppen mit dem gleichen Verfahren durchgeführt (kontinuierliche Skala von 0 bis 100; wir nehmen in jeder Gruppe eine Standardabweichung von 20 an). Anschliessend wollen wir einen ungepaarten, zweiseitigen zwei-Stichproben t-Test mit dem Sign.niveau 0.05 durchführen ( $H_0$ : Beide Trainingsmethoden sind gleich gut). Angenommen, wir interessieren uns für die konkrete Alternative:  $\mu_{\text{Herkömmlich}} = 55$ ,  $\mu_{\text{Neu}} = 60$ . Wenn wir pro Gruppe 12 Testpersonen einsetzen, haben wir eine Macht von 0.08.
- (d) Wir vergleichen 3 Bakterienstämme auf Resistenz gegen ein Antibiotikum. Pro Bakterienstamm werden 42 Petrischalen mit der gleichen Bakterienmenge angesetzt. Anschliessend wird überall die gleiche Menge vom Antibiotikum beigegeben. Nach einer vorgegebenen Zeit wird die Menge der Bakterien pro Petrischale bestimmt (skalierte Einheit zw. 0 und 100). Die Standardabweichung der Bakterienmengen pro Bakterienstamm nehmen wir als 50 an. Wir prüfen nun mit einer 1-weg ANOVA die Nullhypothese, dass die mittlere Bakterienmenge am Ende des Experiments für alle Stämme gleich ist (Sign.niveau 0.05). Angenommen, wir interessieren uns für die konkrete Alternative, bei der alle Bakterienstämme am Ende des Experiments den mittleren Wert 10 haben, nur ein Bakterienstamm hat den mittleren Wert 28 (resistent). Die Macht für diese Alternative ist 0.38.
- (e) Wir haben ein Verfahren entwickelt, mit dem wir den Blutzuckergehalt in einer Speichelprobe bestimmen wollen. Um nachzuweisen, dass zwischen dem Marker im Speichel ( $x$ ) und dem Blutzuckergehalt ( $y$ ) wirklich ein Zusammenhang besteht, untersuchen wir bei 18 Personen sowohl eine Speichel- als auch eine Blutprobe mit einer einfachen linearen Regression; prüfe dazu ob Steigung auf Sign.niveau 0.01 von Null verschieden ist. Die Standardabweichung für den Fehler in der Linearen Regression nehmen wir als 4.4 an; die Menge des Markers im Speichel kann so genau gemessen werden, dass sie als exakt angenommen werden kann. Die Macht für die konkrete Alternative  $y = 1.4 + 0.5 * x$  ist 0.01 .
- (f) Ein neues Medikament (Wirkungswa.  $p_M$ ) wird mit einem Placebo (Wirkungswa.  $p_P$ ) verglichen. 22 Patienten bekommen das Placebo, 38 Patienten bekommen das neue Medikament. Anschliessend halten wir fest, welche Patienten nach einer Woche gesund

geworden sind (zweiseitiger Fisher-Test, Sign.niveau 0.01). Angenommen, wir interessieren uns für die konkrete Alternative  $p_M=0.6$  und  $p_P=0.32$ , dann ist die Macht für diese Alternative 0.28.

### Lösung

- (a) **False.** Die Macht in dieser Studie für die Alternative  $p_A=0.45$  ist ca. 0.8.
- (b) **True.** Eine Einstellung der Abfüllmenge von 0.34 kann mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 0.66 erkannt werden.
- (c) **True.** Wenn wir pro Gruppe 12 Testpersonen einsetzen, haben wir eine Macht von ca. 0.08.
- (d) **True.** Die Macht für diese Alternative ist ca. 0.38.
- (e) **True.** Die Macht für die Alternative  $y = 1.4 + 0.5 \cdot x$  ist ca. 0.01.
- (f) **True.** Die Macht für die Alternative  $p_M=0.6$  und  $p_P=0.32$  ist ca. 0.28.

### 2. Aufgabe

Welche der folgenden Aussagen sind korrekt (Genauigkeit der angegebenen Macht plus/minus 5%)?

- (a) Ein neues Medikament soll getestet werden. Bei 22 (kranken) Patienten wird das Medikament angewendet. Nach einer Woche wird festgestellt, welche Patienten geheilt wurden. Das Medikament ist wirtschaftlich interessant, wenn die Wirkwahrscheinlichkeit grösser als 0.15 ist (einseitiger Binomialtest, Signifikanzniveau 0.01). Die Macht in dieser Studie für die konkrete Alternative  $p_A=0.35$  ist ca. 0.35.
- (b) In einer Getränkefabrik sollen 0.57 Liter abgefüllt werden. Nach einem Stromausfall soll getestet werden, ob die Einstellung geändert wurde (zweiseitiger ein-Stichproben t-Test, Sign.niveau 0.05). Der Hersteller der Abfüllmaschine gibt an, dass die einzelnen Abfüllungen eine Std.abw. von 0.06 haben. Es sollen 18 Flaschen bzgl. ihrer Abfüllmenge untersucht werden. Eine Einstellung der Abfüllmenge von 0.62 kann mit Wahrscheinlichkeit 0.91 erkannt werden.
- (c) Wir wollen untersuchen, ob untrainierte Personen nach einem neuartigen Trainingsprogramm eine bessere Ausdauerleistung erbringen als nach einem herkömmlichen Trainingsprogramm. Die Messung der Ausdauerleistung wird nach dem Programm in beiden Gruppen mit dem gleichen Verfahren durchgeführt (kontinuierliche Skala von 0 bis 100; wir nehmen in jeder Gruppe eine Standardabweichung von 15 an). Anschliessend wollen wir einen ungepaarten, zweiseitigen zwei-Stichproben t-Test mit dem Sign.niveau 0.05 durchführen ( $H_0$ : Beide Trainingsmethoden sind gleich gut). Angenommen, wir interessieren uns für die konkrete Alternative:  $\mu_{\text{Herkömmlich}} = 50$ ,  $\mu_{\text{Neu}} = 55$ . Wenn wir pro Gruppe 18 Testpersonen einsetzen, haben wir eine Macht von 0.16.
- (d) Wir vergleichen 5 Bakterienstämme auf Resistenz gegen ein Antibiotikum. Pro Bakterienstamm werden 47 Petrischalen mit der gleichen Bakterienmenge angesetzt. Anschliessend wird überall die gleiche Menge vom Antibiotikum beigegeben. Nach einer vorgegebenen Zeit wird die Menge der Bakterien pro Petrischale bestimmt (skalierte Einheit zw. 0 und 100). Die Standardabweichung der Bakterienmengen pro Bakterienstamm nehmen wir als 20 an. Wir prüfen nun mit einer 1-weg ANOVA die Nullhypothese, dass die mittlere Bakterienmenge am Ende des Experiments für alle Stämme gleich ist (Sign.niveau 0.05). Angenommen, wir interessieren uns für die konkrete Alternative, bei der alle Bakterienstämme am Ende des Experiments den mittleren Wert 46 haben, nur ein Bakterienstamm hat den mittleren Wert 65 (resistent). Die Macht für diese Alternative ist 1.

- (e) Wir haben ein Verfahren entwickelt, mit dem wir den Blutzuckergehalt in einer Speichelprobe bestimmen wollen. Um nachzuweisen, dass zwischen dem Marker im Speichel ( $x$ ) und dem Blutzuckergehalt ( $y$ ) wirklich ein Zusammenhang besteht, untersuchen wir bei 95 Personen sowohl eine Speichel- als auch eine Blutprobe mit einer einfachen linearen Regression; prüfe dazu ob Steigung auf Sign.niveau 0.05 von Null verschieden ist. Die Standardabweichung für den Fehler in der Linearen Regression nehmen wir als 3.1 an; die Menge des Markers im Speichel kann so genau gemessen werden, dass sie als exakt angenommen werden kann. Die Macht für die konkrete Alternative  $y = 1.5 + 0.7 * x$  ist 0.39 .
- (f) Ein neues Medikament (Wirkungswa.  $p_M$ ) wird mit einem Placebo (Wirkungswa.  $p_P$ ) verglichen. 60 Patienten bekommen das Placebo, 95 Patienten bekommen das neue Medikament. Anschliessend halten wir fest, welche Patienten nach einer Woche gesund geworden sind (zweiseitiger Fisher-Test, Sign.niveau 0.05). Angenommen, wir interessieren uns für die konkrete Alternative  $p_M=0.7$  und  $p_P=0.39$ , dann ist die Macht für diese Alternative 0.57.

### Lösung

- (a) **True.** Die Macht in dieser Studie für die Alternative  $p_A=0.35$  ist ca. 0.35.
- (b) **True.** Eine Einstellung der Abfüllmenge von 0.62 kann mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 0.91 erkannt werden.
- (c) **True.** Wenn wir pro Gruppe 18 Testpersonen einsetzen, haben wir eine Macht von ca. 0.16.
- (d) **True.** Die Macht für diese Alternative ist ca. 1.
- (e) **False.** Die Macht für die Alternative  $y = 1.5 + 0.7 * x$  ist ca. 0.25.
- (f) **False.** Die Macht für die Alternative  $p_M=0.7$  und  $p_P=0.39$  ist ca. 0.97.