Liebe Studierende,

bitte bearbeiten Sie die folgenden 8 Aufgaben. Für die Bearbeitung erhalten Sie 4 bis 25 Punkte (jeweils vor der Frage bzw. Teilfrage angegeben). Insgesamt können Sie 90 Punkte erzielen. Dafür haben Sie 90 Minuten Zeit.

Auf den letzten Seiten dieses Dokuments finden Sie die Formelsammlung und ausgewählte Wahrscheinlichkeiten für die Werte der Standardnormalverteilung (die auch als Werte der *t*-Verteilungsfamilie genutzt werden können).

Bitte halten Sie sich bei der Beantwortung **kurz und prägnant**. Sie können hierbei gern auch Stichpunkte nutzen.

ICH WÜNSCHE IHNEN VIEL ERFOLG!

Teil „Wissen und Interpretation"

1. 6 Punkte

   Welche nicht-wahrscheinlichkeitsbasierten Möglichkeiten der Inferenz von einem Stichprobenergebnis auf die „Population" (bzw. Verfahren, um Stichprobenergebnisse zu verallgemeinern) kennen Sie? (Population ist hierbei nicht mathematisch gemeint.) Nennen Sie sechs.

2. 25 Punkte

   Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen zu den prüfungsrelevanten Artikeln:

   a. 9 Punkte

      Beziehen Sie sich bitte auf den Artikel von **Sawatzky und Stumm (2021)**:

      Beziehen Sie Stellung zu der folgenden Aussage auf Basis des Artikels von Sawatzky und Stumm (2021):

      „Da frequentistische Verfahren uns keine Auskunft über Populationsparameter (Erwartungswerte von Stichprobenkennwerten) geben können, sollten anstatt frequentistischer Verfahren Bayesianische verwendet werden."

   b. 12 Punkte

      Beziehen Sie sich bitte auf den Artikel von **Gigerenzer (2004)**:

      Was sind laut Gigerenzer (2004) die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem Nullritual (NHST) und dem Ansatz von Fisher (spät) sowie dem Nullritual (NHST) und dem Ansatz von Neyman und Pearson? Nennen Sie 12.

   c. 4 Punkte

      Beziehen Sie sich bitte auf den Artikel von **Hoekstra et al. (2014)**:

      Wie teilen Hoekstra et al. (2014) die Fehlinterpretationen aus ihrer eigenen Untersuchung ein? Erläutern Sie kurz.

3. 7 Punkte

   Beziehen Sie Stellung zu folgender Aussage:

   „Zweifelsohne ist die Aussagekraft des Nullhypothesen-Signifikanztests eingeschränkt und wird häufig fehlinterpretiert. Es ist daher dringend zu empfehlen, statt des NHST Konfidenzintervalle zu nutzen."

Teil „Interpretation und Anwendung"

4. 12 Punkte

   a. 4 Punkte

   In einer Studie zur Bedeutung von Feedback für die Genesung nach einem orthopädischen operativen Eingriff (z. B. Knie- oder Hüftoperation) schreibt das Forschungsteam:

   „As expected, we found that patients who received only positive feedback from their doctors ("your mobility has much improved compared to yesterday!") recovered more quickly. These patients spent 1.5 days less in the hospital (mean difference of e = -1.5). The significant result (p < .001) indicates a stronger effect of the positive feedback than chance alone would allow."

   Beziehen Sie kritisch Stellung zu der Aussage.

   b. 4 Punkte

   In einer Studie zur Bedeutung von Feedbackkultur für die Arbeitsleistung schreibt das Forschungsteam:

   „As expected, we found that feedback culture explained 7 % of variance in job performance across different organizations ($\Delta R^2 = .07$). The 95%-CI [.03, .11] can be viewed as strong evidence for feedback culture as an important factor for the prediction of job performance. "

   Beziehen Sie kritisch Stellung zu der Aussage.

   c. 4 Punkte

   In einer Studie zur Verbesserung der Lernleistung in Abhängigkeit von Rückmeldungen schriebt das Forschungsteam:

   „As expected, we found that students who received regular feedback showed a higher improvement in correctly answered test questions after three weeks compared to students who did not receive regular feedback with e = 3.2 correctly answered test questions more. Moreover, the significant result (p < .01) suggests that the effect of regular feedback is reliable."

   Beziehen Sie kritisch Stellung zu der Aussage.

5. 4 Punkte

   In einer Studie zur Wirkung von glaubwürdigem vs. nicht glaubwürdigen positivem Feedback schreiben die Forscherinnen und Forscher:

   „Es ist daher davon auszugehen, dass glaubwürdiges positives Feedback (Lob für eine korrekt gelöste Aufgabe) zu einer besseren Leistung in einem Statistik-Quizz führt als nicht glaubwürdiges positives Feedback (Lob für eine nicht korrekt gelöste Aufgabe).

   […] Die Testplanung mit einem angenommenen mindestens moderatem Effekt, einer angestrebten Power von 80 % und einem α-Risiko von 5 % ergab, dass n = 102 Personen für die Studie gewonnen werden sollten."

   Begründen Sie, inwiefern die Forscher:innen die Neyman-Pearson-Entscheidungstheorie verwendet haben.

6. 5 Punkte

   In einer Studie soll untersucht werden, inwiefern sich die Anzahl der im Krankenhaus verbrachten Tage nach einer Operation durch die wahrgenommene Häufigkeit positiver Rückmeldungen und die wahrgenommene Aufrichtigkeit der Rückmeldungen durch das ärztliche Personal erklären lässt. Die Forscher:innen schreiben dazu:

   „[…] Es kann daher vermutet werden, dass die wahrgenommene Häufigkeit positiven Feedbacks und die wahrgenommene Aufrichtigkeit des Feedbacks eine Rolle für die Vorhersage der im Krankenhaus verbrachten Tage spielen. […]

   Für die Untersuchung wurden 184 Patient:innen verschiedener Kliniken und Krankenhäuer bei der Entlassung für die Teilnahme gewonnen. […]

   Die Datenauswertung zeigte eine Varianzerklärung der im Krankenhaus verbrachten Tage von $R^2 = .02$ mit $p > .05$ durch die wahrgenommene Häufigkeit positiver Rückmeldungen und die wahrgenommene Aufrichtigkeit der Rückmeldungen durch das ärztliche Personal. Die Hypothese, dass die Anzahl der im Krankenhaus verbrachten Tage nach einer Operation durch die wahrgenommene Häufigkeit positiver Rückmeldungen und die wahrgenommene Aufrichtigkeit der Rückmeldungen durch das ärztliche Personal vorhergesagt werden kann, konnte daher nicht angenommen werden."

   Welcher Hypothesentest-Ansatz wurde hier genutzt? Bitte beurteilen Sie auf Basis der hier vorliegenden Informationen und begründen Sie Ihre Antwort.

7. 6 Punkte

   In der Forschung zur postoperativen Versorgung von Patient:innen nach orthopädischen Eingriffen betrifft ein sehr wichtiges Forschungsthema die Förderung von Bewegung. Es ist aus bisherigen Studien bekannt, dass Patient:innen, die sich bald nach dem Eingriff mehr bewegen, eine deutlich höhere Chance auf eine vollständige Wiederherstellung der Mobilität haben. Um zu untersuchen, ob positives Feedback von dem ärztlichen Personal zu einer Steigerung von Bewegung führt, sollen Patient:innen in einem Krankenhaus verdeckt hinsichtlich ihrer Mobilität beobachtet werden (wie oft, wie weit und wie intensiv sich die Personen bewegen zusammengefasst in einem Durchschnittswert) vor und nach der ärztlichen positiven Rückmeldung. Die Fragestellung, die durch die Studie beantwortet werden soll, lautet:

   „Fördert positives Feedback seitens des ärztlichen Personals die Mobilität von Patient:innen nach einem orthopädischen Eingriff?"

   Welcher inferenzstatistische Ansatz wäre Ihrer Meinung nach am besten geeignet, um die Fragestellung zu beantworten? Begründen Sie kurz.

   Welche Einschränkung wäre mit dem Ihrer Meinung nach am besten geeigneten inferenzstatistischen Ansatz verbunden?

8. 25 Punkte

   Es ist bekannt, dass glaubwürdiges positives Feedback, d. h. positives Feedback (Lob) für tatsächlich erfolgreich bewältigte Aufgaben, die Leistung von Personen erhöht. Noch ist jedoch ungeklärt, wie das Feedback genau wirkt. Eine Vermutung besteht darin, dass glaubwürdiges positives Feedback die eigene wahrgenommene Selbstwirksamkeit[1]erhöht und diese Selbstwirksamkeitserwartung dazu führt, dass Personen sich mehr anstrengen und weniger schnell aufgeben beim Bearbeiten von Aufgaben mit in der Folge höheren Leistungen. Um zu untersuchen, ob diese Vermutung zutrifft, führt ein Forschungsteam ein Feld-Experiment in mehreren Unternehmen durch.

   Die Untersuchung lief folgendermaßen ab: in drei ungefähr vergleichbaren Abteilungen von verschiedenen Unternehmen derselben Branche in einer ähnlichen wirtschaftlichen Situation wurden

---

[1] Selbstwirksamkeit ist die Fähigkeit/Fertigkeit, mit dem eigenen Verhalten erwünschte Ergebnisse herbeizuführen (aus Dorsch Lexikon der Psychologie).

Führungskräfte trainiert, den Mitarbeiter:innen auf verschiedene Weise Feedback zu geben. In einer Abteilung (Abt 1) lernten die Führungskräfte positives Feedback für tatsächlich erfolgreich bewältigte Arbeit zu geben. Die Führungskräfte der zweiten Abteilung (Abt 2) wurden trainiert, insbesondere dann positives Feedback zu geben, wenn Arbeitsaufgaben nicht erfolgreich bewältigt wurden. Die Führungskräfte der dritten Abteilung (Abt 3) wurden gebeten, kein Feedback zu geben, sondern den Mitarbeiter:innen die Einschätzung der Aufgabenbewältigung zu überlassen. Nach drei Monaten wurden die Mitarbeitenden gebeten, einen Fragebogen zu Selbstwirksamkeitserwartungen auszufüllen (insgesamt 10 Items, z. B. „Die Lösung schwieriger Probleme gelingt mir immer, wenn ich mich darum bemühe" auf einer Ratingskala von 1 = stimmt gar nicht bis 7 = stimmt vollkommen).

Zufällige Stichprobenkontrollen des Feedbackverhaltens der Führungskräfte zeigten, dass das Feedback in den drei Abteilungen in etwa wie trainiert gegeben bzw. nicht gegeben wurde.

Nach Abschluss der Untersuchung wurden alle Führungskräfte in der für die Selbstwirksamkeit der Mitarbeitenden günstigsten Feedbackmethode trainiert.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Untersuchung aufgeführt:

Tabelle 1.
Deskriptive Statistiken für die Selbstwirksamkeitserwartung (Mittelwerte, Standardabweichungen) und Stichprobengrößen der drei Untersuchungsgruppen.

	M	*SD*	*n*
„glaubwürdig" (Abt 1)	4.85	1.23	16
„unglaubwürdig" (Abt 2)	3.93	1.76	17
„kein Feedback" (Abt 3)	3.96	1.81	15
Alle	4.25	1.68	48

a. 5 Punkte

Wie beurteilen Sie das Studienergebnis im Sinne der Erwartung der Forschenden? Belegen Sie und erklären Sie kurz.

b. 15 Punkte

Bitte nehmen Sie die **für die Beantwortung der Fragestellung sinnvollen** Signifikanztests nach Fishers frühem Ansatz vor und interpretieren Sie das Ergebnis. Inwiefern ändert sich Ihre Beurteilung des Studienergebnisses im Sinne der Erwartung der Forschenden im Vergleich zu Ihrer Beurteilung in der vorangegangenen Aufgabe?

c. 5 Punkte

Was ist in der Studie insgesamt herausgekommen? Was kann man noch zu den Ergebnissen der Studie sagen?

FORMELSAMMLUNG

Standardfehler und geschätzte Standardfehler

Standardfehler des Mittelwerts

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \sqrt{\sigma_{\bar{x}}^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}$$

Geschätzter Standardfehler des Mittelwerts

$$\hat{\sigma}_{\bar{x}} = \sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{x}}^2} = \frac{\hat{\sigma}^2}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}^2}{n}} = \sqrt{\frac{\frac{\sum_{m=1}^{n}(x_m - \bar{x})^2}{n-1}}{n}} = \sqrt{\frac{\frac{QS}{n-1}}{n}} = \sqrt{\frac{\frac{s^2 \cdot n}{n-1}}{n}}$$

Standardfehler der Mittelwertedifferenz

$$\sigma_e = \sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\sigma_{\bar{x}_1}^2 + \sigma_{\bar{x}_2}^2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

Geschätzter Standardfehler Mittelwertedifferenz

$$\hat{\sigma}_e = \hat{\sigma}_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{x}_1}^2 + \hat{\sigma}_{\bar{x}_2}^2} = \sqrt{\frac{\hat{\sigma}_1^2}{n_1} + \frac{\hat{\sigma}_2^2}{n_2}} = \sqrt{\frac{\frac{\sum_{m=1}^{n_1}(x_{m_1} - \bar{x}_1)^2}{n_1 - 1}}{n_1} + \frac{\frac{\sum_{m=1}^{n_2}(x_{m_2} - \bar{x}_2)^2}{n_2 - 1}}{n_2}} = \sqrt{\frac{\frac{QS_1}{n_1 - 1}}{n_1} + \frac{\frac{QS_2}{n_2 - 1}}{n_2}} = \sqrt{\frac{\frac{s_1^2 \cdot n_1}{n_1 - 1}}{n_1} + \frac{\frac{s_2^2 \cdot n_2}{n_2 - 1}}{n_2}}$$

Standardfehler der mittleren Differenz

$$\sigma_{e'} = \sigma_{\bar{x}_d} = \frac{\sigma_d}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{{\sigma_d}^2}{n}}$$

mit

$\bar{x}_d$: mittlere Differenz,

d_m: Differenz der beiden Werte eines Merkmalträgers (oder Differenz des Wertepaars)

σ_d: Standardabweichung der Differenzen (von Wertepaaren) in der Population

Geschätzter Standardfehler der mittleren Differenz

$$\hat{\sigma}_{e'} = \hat{\sigma}_{\bar{x}_d} = \frac{\hat{\sigma}_d}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{{\hat{\sigma}_d}^2}{n}} = \sqrt{\frac{\frac{\sum_{m=1}^{n}(d_m - \bar{x}_d)^2}{n-1}}{n}} = \sqrt{\frac{\frac{QS_d}{n-1}}{n}} = \sqrt{\frac{\frac{s_d^2 \cdot n}{n-1}}{n}}$$

mit

$\bar{x}_d$: mittlere Differenz,

d_m: Differenz der beiden Werte eines Merkmalträgers (oder Differenz des Wertepaars)

$\hat{\sigma}_d$: geschätzte Standardabweichung der Differenzen (von Wertepaaren) in der Population

Standardfehler des Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten (wenn 0 erwartet)

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{1 - \rho_{XY}^2}{n}}$$

Geschätzter Standardfehler des Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten (wenn 0 erwartet)

$$\hat{\sigma}_r = \sqrt{\frac{1 - r_{XY}^2}{n-2}}$$

Standardfehler des Partialkorrelationskoeffizienten

$$\sigma_{r_{XY\cdot Z_1,\ \dots,\ Z_k}} = \frac{1 - \rho_{XY\cdot Z_1,\ \dots,\ Z_k}{}^2}{\rho_{XY\cdot Z_1,\ \dots,\ Z_k} \cdot n}$$

mit k: Anzahl der auspartialisierten Variablen ($Z_1,\ \dots,\ Z_k$)

Geschätzter Standardfehler des Partialkorrelationskoeffizienten

$$\hat{\sigma}_{r_{XY\cdot Z_1,\ \dots,\ Z_k}} = \frac{1 - r_{XY\cdot Z_1,\ \dots,\ Z_k}{}^2}{r_{XY\cdot Z_1,\ \dots,\ Z_k} \cdot (n - k - 2)}$$

mit k: Anzahl der auspartialisierten Variablen ($Z_1,\ \dots,\ Z_k$)

Standardfehler des Regressionsgewichts aus einer einfachen linearen Regression

$$\sigma_b = \sqrt{\frac{1 - \rho_{XY}^2}{n} \cdot \frac{\sigma_Y^2}{\sigma_X^2}}$$

Geschätzter Standardfehler des Regressionsgewichts aus einer einfachen linearen Regression

$$\hat{\sigma}_b = \sqrt{\frac{1 - r_{XY}^2}{n - 2} \cdot \frac{s_Y^2}{s_X^2}}$$

Standardfehler des Partialregressionsgewichts

$$\sigma_{b_j} = \sqrt{\frac{1 - P^2}{n}} \cdot \sqrt{\frac{1}{1 - P_{X_j|X_{\backslash j}}^2}} \cdot \frac{\sigma_Y}{\sigma_{X_j}}$$

wobei $P_{X_j|X_{\backslash j}}^2$ (Großbuchstabe Rho) die multiple Korrelation zwischen dem Prädiktor und allen anderen Prädiktoren (außer sich selbst) meint.

Geschätzter Standardfehler des Partialregressionsgewichts

$$\hat{\sigma}_{b_j} = \sqrt{\frac{1 - R^2}{n - k - 1}} \cdot \sqrt{\frac{1}{1 - R_{X_j|X_{\backslash j}}^2}} \cdot \frac{s_Y}{s_{X_j}}$$

wobei $R_{X_j|X_{\backslash j}}^2$ die multiple Korrelation zwischen dem Prädiktor und allen anderen Prädiktoren (außer sich selbst)

und k die Anzahl der Prädiktoren in der multiplen Regression meint.

Standardfehler eines Determinationskoeffizienten

$$\sigma_{R^2} = \frac{1 - P^2}{n}$$

wobei P^2 den Großbuchstaben Rho darstellt.

Geschätzter Standardfehler eines Determinationskoeffizienten (Regressionsanalyse)

$$\hat{\sigma}_{R^2} = (1 - R^2) \cdot \frac{df_{erklärt}}{df_{Fehler}}$$

$df_{erklärt}$:
$J - 1$
mit J: Anzahl der Gruppen in einer Varianzanalyse bzw.
$k + 1 - 1 = k$
mit k: Anzahl der Prädiktoren und $k + 1$ Anzahl der Variablen in einer Regressionsgleichung

df_{Fehler}:
$n - J$ in einer Varianzanalyse bzw.
$n - k - 1$ in einer Regressionsanalyse

Umrechnung eines Stichprobenkennwerts in einen Wahrscheinlichkeitsverteilungswert zur Bestimmung von p-Werten

Mittelwert:

z-Wert

$$z_{\bar{x}} = \frac{\bar{x} - \mu_{\bar{x}}}{\sigma_{\bar{x}}}$$

Die entsprechende z-Verteilung hat die beiden Parameter

1) $\mu = 0$ (wenn wir $Effekt = \bar{x} - \mu_{\bar{x}} = 0$ erwarten) bzw. $\mu = \frac{Effekt}{\sigma_{\bar{x}}}$ (wenn wir $Effekt = \bar{x} - \mu_{\bar{x}} \neq 0$ erwarten) und
2) $\sigma = 1$.

t-Wert

$$t_{\bar{x};\, df = n-1} = \frac{\bar{x} - \mu_{\bar{x}}}{\hat{\sigma}_{\bar{x}}}$$

Die entsprechende t-Verteilung hat den Parameter $df = n - 1$. Bei $Effekt = \bar{x} - \mu_{\bar{x}} \neq 0$ kommt als zweiter Parameter der Nonzentralitätsparameter hinzu mit

$$\frac{Effekt - 0}{\hat{\sigma}_{\bar{x}}}$$

Mittelwertedifferenz:

t-Wert

$$t_{e;\, df = n_1 + n_2 - 2} = \frac{e - \mu_e}{\hat{\sigma}_e}$$

Die entsprechende t-Verteilung hat den Parameter $df = n_1 + n_2 - 2$. Bei $\mu_e \neq 0$ kommt als zweiter Parameter der Nonzentralitätsparameter hinzu mit

$$\frac{\mu_e - 0}{\hat{\sigma}_e}$$

Mittlere Differenz:

t-Wert

$$t_{\bar{x}_d = e';\, df = n-1} = \frac{\bar{x}_d - \mu_{\bar{x}_d}}{\hat{\sigma}_{\bar{x}_d}} = \frac{e' - \mu_{e'}}{\hat{\sigma}_{e'}}$$

mit n: Wertepaare.

Die entsprechende t-Verteilung hat den Parameter $df = n - 1$. Bei $\mu_{\bar{x}_d} \neq 0$ (bzw. $\mu_{e'} \neq 0$) kommt als zweiter Parameter der Nonzentralitätsparameter hinzu mit

$$\frac{\mu_{\bar{x}_d} - 0}{\hat{\sigma}_{\bar{x}_d}} \quad \text{bzw.} \quad \frac{\mu_{e'} - 0}{\hat{\sigma}_{e'}}$$

Produkt-Moment-Korrelation:

t-Wert (wenn 0 erwartet)

$$t_{r;\, df = n-2} = \frac{r - \mu_r}{\hat{\sigma}_r} = \frac{r}{\hat{\sigma}_r} = \frac{r \cdot \sqrt{n-2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

Die entsprechende t-Verteilung hat den Parameter $df = n - 2$.

z-Wert (wenn nicht 0 erwartet)[2]

$$z_r = \left(\left(\frac{1}{2} \cdot ln\frac{1+r}{1-r}\right) - \left(\frac{1}{2} \cdot ln\frac{1+\mu_r}{1-\mu_r}\right)\right) \cdot \sqrt{n-3}$$

Die entsprechende z-Verteilung hat die beiden Parameter $\mu = 0$ und $\sigma = 1$.

Partialkorrelation:

F-Wert (wenn 0 erwartet)

$$F_{df_1=1;\,df_2=n-k-2} = \frac{r_{XY\cdot Z_1,\,\ldots,\,Z_k}}{\hat{\sigma}_{r_{XY\cdot Z_1,\,\ldots,\,Z_k}}} = \frac{{r_{XY\cdot Z_1,\,\ldots,\,Z_k}}^2}{1-{r_{XY\cdot Z_1,\,\ldots,\,Z_k}}^2} \cdot (n-k-2)$$

mit k: Anzahl der auspartialisierten Variablen $(Z_1,\ \ldots,\ Z_k)$. Die entsprechende F-Verteilung hat die Parameter $df_1 = 1$ und $df_2 = n-k-2$.

Regressionsgewicht aus einfacher linearer Regression:

t-Wert (wenn 0 erwartet)

$$t_{b_1;\,df\,=\,n-2} = \frac{b_1 - \mu_{b_1}}{\hat{\sigma}_{b_1}}$$

mit k: Anzahl der Prädiktoren in der multiplen Regression. Die entsprechende t-Verteilung hat den Parameter $df\ = n-2$.

Partialregressionsgewicht:

t-Wert (wenn 0 erwartet)

$$t_{b_j;\,df\,=\,n-k-1} = \frac{b_j - \mu_{b_j}}{\hat{\sigma}_{b_j}}$$

mit k: Anzahl der Prädiktoren in der multiplen Regression. Die entsprechende t-Verteilung hat den Parameter $df\ = n-k-1$.

Determinationskoeffizient

$$F = \frac{R^2}{\hat{\sigma}_{R^2}} = \frac{R^2}{(1-R^2)\cdot\frac{df_{erklärt}}{df_{Fehler}}} = \frac{MQS_{erklärt}}{MQS_{Fehler}} = \frac{QS_{erklärt}/df_{erklärt}}{QS_{Fehler}/df_{Fehler}} = \frac{R^2}{1-R^2}\cdot\frac{df_{Fehler}}{df_{erklärt}}$$

$df_{erklärt}$:
$J-1$
mit J: Anzahl der Gruppen in einer Varianzanalyse bzw.
$k+1-1 = k$
mit k: Anzahl der Prädiktoren und $k+1$ Anzahl der Variablen in einer Regressionsgleichung

df_{Fehler}:
$n-J$ in einer Varianzanalyse bzw.
$n-k-1$ in einer Regressionsanalyse

Berechnung der Quadratsummen aus Standardabweichungen und Mittelwerten der Gruppen für eine Varianzanalyse:

$$QS_{erklärt} = \sum_{g=1}^{j}\left(\bar{x}_g - \bar{x}\right)^2 \cdot n_g\ = \sum_{g=1}^{j}\left(\bar{x}_g - \bar{x}\right)^2 \cdot n_g$$

[2] Vereinfachte Formel (Details siehe Eid et al., 2017, S. 573-574).

$$QS_{Fehler} = \sum_{g=1}^{j} \sum_{m_g=1}^{n_g} \left(x_{m_g} - \bar{x}_g\right)^2 = \sum_{g=1}^{j} QS_g = \sum_{g=1}^{j} s_g^2 \cdot n_g$$

mit

j: Anzahl der Gruppen,

g: die jeweilige Gruppe,

$\bar{x}_g$: Mittelwert der jeweiligen Gruppe,

n_g: Anzahl der Personen in der jeweiligen Gruppe,

x_{m_g}: Messwert einer Person

Bestimmung von symmetrischen Konfidenzintervallen für ausgewählte Stichprobenkennwerte (geschätzt)

allgemein:

$$\mu_{SKW\ untere\ Grenze} = SKW - \left|V_{(1-KK)/2}\right| \cdot \hat{\sigma}_{SKW}$$

$$\mu_{SKW\ obere\ Grenze} = SKW + \left|V_{(1-KK)/2}\right| \cdot \hat{\sigma}_{SKW}$$

mit KK: Konfidenzkoeffizient (Wahrscheinlichkeit)

Mittelwertedifferenz:

untere Grenze:

$$\mu_e = e - |t_{(1-KK)/2;\, df\, =\, n_1+n_2-2}| \cdot \hat{\sigma}_e$$

obere Grenze:

$$\mu_e = e + |t_{(1-KK)/2;\, df\, =\, n_1+n_2-2}| \cdot \hat{\sigma}_e$$

Mittlere Differenz:

untere Grenze:

$$\mu_{e'} = e' - |t_{(1-KK)/2;\, df\, =\, n-1}| \cdot \hat{\sigma}_{e'}$$

obere Grenze:

$$\mu_{e'} = e' + |t_{(1-KK)/2;\, df\, =\, n-1}| \cdot \hat{\sigma}_{e'}$$

mit n: Wertepaare.

Partialregressionsgewicht:

untere Grenze:

$$\mu_{b_j} = b_j - \left|t_{(1-KK)/2;\, df\, =\, n-k-1}\right| \cdot \hat{\sigma}_{b_j}$$

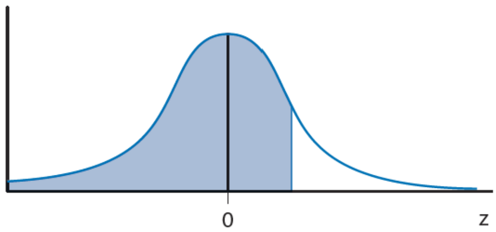
obere Grenze:

$$\mu_{b_j} = b_j + \left|t_{(1-KK)/2;\, df\, =\, n-k-1}\right| \cdot \hat{\sigma}_{b_j}$$

mit k: Anzahl der Prädiktoren in der multiplen Regression.

Wahrscheinlichkeitstabelle

Ausgewählte Wahrscheinlichkeiten für die Werte der zentralen Standardnormalverteilung (bitte nutzen Sie diese Wahrscheinlichkeiten als ungefähre Angaben für Werte der zentralen t-Verteilungen)



Zweite Dezimalstelle des z-Wertes

z-Wert*	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,00	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,10	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,20	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,30	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,40	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,50	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,60	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,70	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,80	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,90	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,00	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,10	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,20	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,30	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,40	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,50	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,60	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,70	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,80	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,90	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,00	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,10	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,20	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,30	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,40	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,50	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,60	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,70	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,80	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,90	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,00	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990

* Beispiel: $P(z \leq 1{,}52) = 0{,}936$. Der Flächenanteil 0,936 befindet sich in der Zeile für $z = 1{,}50$ und Spalte 0,02. Die Flächenanteile für negative z-Werte ergeben sich nach der Beziehung $P(-z) = 1 - P(z)$.