

# Statistik – Übungen WS 2024

## Blatt 3: Schließende Statistik

### Parameterschätzung, Konfidenzintervalle

1. Lebensmittelpackungen werden normalerweise durch Maschinen abgefüllt, bei denen die Soll-Füllmenge eingestellt werden kann. Die Menge, die tatsächlich abgefüllt wird, wird allerdings in der Regel ein wenig variieren. Da die tatsächlichen Füllmengen aus Verbraucherschutzgründen nicht zu stark von der Soll-Füllmenge abweichen dürfen, führen die staatlichen Eichämter Kontrollen anhand von zufälligen Stichproben durch. Die Einhaltung der Soll-Füllmenge soll durch die Schätzung des Mittelwertes inklusive der Berechnung eines Konfidenzintervalls überprüft werden.

Eine Molkerei liefert an eine Lebensmittelkette jeden Werktag 50.000 Flaschen Milch mit einer Soll-Füllmenge von je 1.000 ml.

Der letzten Lieferung wurden 25 Flaschen entnommen; in dieser Stichprobe betrug die durchschnittliche Füllmenge  $\bar{x} = 1000,55$  ml. Aufgrund zahlreicher Kontrollen weiß man, dass die Ist-Füllmenge normalverteilt ist mit einer Standardabweichung von  $\sigma = 10$  ml.

- a) Bestimmen Sie ein zweiseitiges 95 %-Konfidenzintervall für die durchschnittliche Füllmenge der 50.000 Flaschen.
  - b) Bestimmen Sie ein nach unten begrenztes 95 %-Konfidenzintervall für  $\mu$ .
  - c) Angenommen man möchte erreichen, dass das zweiseitige 95 %-Konfidenzintervall höchstens 2 ml breit ist. Welcher Stichprobenumfang wäre dazu nötig?
2. **P 28** Die Leistung eines bestimmten Photovoltaik-Modultyps ist normalverteilt mit einer bekannten Standardabweichung von  $\sigma_0 = 8$  Watt. Im Rahmen einer Qualitätskontrolle werden nun stündlich Module in Stichproben vom Umfang  $n = 9$  entnommen und deren Leistung unter standardisierten Bedingungen ermittelt.  
Die Daten zu dieser Aufgabe finden Sie im Excel-File  
STATISTIK\_2024\_WS\_Blatt\_2\_Excel\_Vorlage.xlsx Tabellenblatt 25\_Solarmodule.  
Wählen Sie nun eine beliebige Uhrzeit aus und verwenden Sie die zugehörige Stichprobe vom Umfang  $n = 9$  für die Beantwortung der folgenden Fragen.
    - a) Bestimmen Sie ein zweiseitiges 90 %-Konfidenzintervall für die zu erwartende durchschnittliche Leistung des untersuchten Modultyps.
    - b) Welcher Stichprobenumfang wäre nötig, wenn man erreichen möchte, dass das zweiseitige 90 %-Konfidenzintervall höchstens 4 Watt breit ist?

3. Bei einem Statistikkurztest wurde die Bearbeitungszeit der gestellten Aufgaben bei einer Gruppe von 10 Studierenden gemessen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Bearbeitungszeiten stochastisch unabhängig und identisch normalverteilt sind. Es ergaben sich folgende Werte (Angaben in Minuten):

36	42	31	41	33	44	28	36	29	31
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

- a) Geben Sie einen Schätzwert für die zu erwartende durchschnittliche Bearbeitungszeit an.
- b) Bestimmen Sie ein zweiseitiges 90 %-Konfidenzintervall für die durchschnittliche Bearbeitungszeit eines Statistik-Kurztests.
- c) Wie ändert sich (bei ansonsten unveränderten Bedingungen) das in b) berechnete Konfidenzintervall, wenn
- bei 100 Studierenden gemessen wird
  - bei 10 Studierenden ein 95 %-Konfidenzintervall bestimmt wird? (Nur Begründung, keine Rechnung!)
4. **P 29** In einem Ferienort wurde eine Urlauber-Befragung durchgeführt, um unter anderem die Aufenthaltsdauer der Urlauber in Erfahrung zu bringen. Von den 5.200 Urlaubsgästen wurden 25 befragt. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer betrug dabei 14,2 Tage bei einer Stichprobenstandardabweichung von 4,5 Tagen.
- Bestimmen Sie ein zweiseitiges 95 %-Konfidenzintervall für die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Urlaubsgäste, wenn davon ausgegangen werden kann, dass die Aufenthaltsdauer normalverteilt ist.
5. Vor den Wahlen möchte man den relativen Anteil der Wähler einer bestimmten Partei an der Gesamtheit aller Wähler feststellen. Im Zuge einer Umfrage gaben 234 von 1000 befragten Personen an, Partei A wählen zu wollen. Bei der darauffolgenden Wahl lag der tatsächliche Anteil der Personen, die die Partei A gewählt haben, bei 29,5 %.
- a) Ermitteln Sie auf Basis dieses Umfrageergebnisses ein symmetrisches 95 %-Konfidenzintervall für den (unbekannten) Stimmenanteil der Partei A und geben Sie an, ob der tatsächliche Anteil in diesem Intervall enthalten ist.
- b) Welchen Stichprobenumfang würden Sie in der Vorbereitungsphase der Erhebung empfehlen, wenn noch keine Informationen über den Stimmenanteil der Partei A vorliegen und die Forderung gestellt ist, dass das Konfidenzintervall höchstens die Länge 0,08 bei einem Konfidenzniveau von 0,95 haben soll?
- c) Sie lesen in einer Zeitschrift, dass in einer anderen Umfrage in einer Stichprobe von  $n = 600$  Befragten ein empirischer Anteil von  $p = 30$  % erhoben wurde, und dass daraus abgeleitet werden kann, dass der unbekannte Anteil in der Grundgesamtheit daher durch ein Intervall von 29 % bis 31 % abgedeckt wird. Welches Konfidenzniveau würde sich daraus ergeben?

6. **P 30** Von einem Meinungsforschungsinstitut wurde eine Studie über das Freizeitverhalten von Grazer Jugendlichen durchgeführt. Dazu wurden 500 Grazer Jugendliche zufällig und unabhängig ausgewählt und befragt. 263 der Befragten gaben an, regelmäßig Sport zu treiben.
- Bestimmen Sie ein zweiseitiges 90 %-Konfidenzintervall für den Anteil der Jugendlichen, die regelmäßig Sport betreiben. Auf welche Grundgesamtheit beziehen sich Ihre Überlegungen?
  - Wie viele Jugendliche müsste man befragen, um den Anteil der Sport Treibenden auf plus/minus 3 Prozentpunkte genau zu schätzen, wenn noch keine Informationen über den Anteil vorliegen?

### Hypothesentests – parametrische Einstichprobentests

7. Die beim USI Fest ausgeschenkte Füllmenge  $X$  der Biergläser wird als normalverteilt mit einer Standardabweichung von  $\sigma = 12$  ml angesehen. Um zu überprüfen, ob die mittlere Füllmenge von 500 ml noch eingehalten wird, werden zehn abgefüllte Gläser zufällig ausgewählt und die Füllmenge kontrolliert. Die Stichprobe lieferte die folgenden Werte (Angaben in ml):

471	501	490	510	473	512	486	504	481	494
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- Testen Sie zum Niveau  $\alpha = 0,1$  die Nullhypothese  
 $H_0 : \mu = 500$  gegen  $H_1 : \mu \neq 500$
  - Innerhalb welcher Grenzen muss der beobachtete Mittelwert liegen, damit die Nullhypothese akzeptiert wird?
8. **P 31** Bei der Herstellung von Injektionsnadeln ist für den Außendurchmesser  $X$  der Sollwert  $\mu = 0,8$  mm vorgegeben. Die Varianz  $\sigma^2 = 0,0025$  ist aufgrund langjähriger Erfahrung bekannt. Im Zuge der Überwachung des Prozesses wird aus der laufenden Produktion eine Prüfstichprobe von  $n = 10$  Nadeln entnommen und die Außendurchmesser gemessen. Als Schätzer für den Außendurchmesser ergab sich ein arithmetisches Mittel von  $\bar{x} = 0,827$  mm. Gehen Sie davon aus, dass der Außendurchmesser einer Normalverteilung unterliegt.
- Hat sich der Außendurchmesser im Vergleich zum Sollwert signifikant zum Niveau  $\alpha = 0,05$  erhöht?
  - Bestimmen Sie den p-Value, d.h. bestimmen Sie das Signifikanzniveau, zu dem der realisierte Mittelwert von 0,827 mm gehört.

9. **P 32** In einem Experiment wurde die Selbstentladung von wiederaufladbaren NiMH Gerätezellen mit einer Kapazität von 2000 mAh überprüft. Laut Hersteller soll die Kapazität  $X$  nach 12 Monaten 85% des Anfangswertes, also  $\mu_0 = 1700$  mAh, betragen. Das Experiment ergab die folgenden Messwerte:

1590	1620	1670	1790	1675	1710
1680	1670	1450	1780	1560	1680

Die Kapazität nach 12 Monaten kann als näherungsweise normalverteilt angenommen werden.

- Prüfen Sie mit einem geeigneten Test zum Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$ , ob statistisch gesichert ist, dass die Kapazität  $X$  nach 12 Monaten 85% des Anfangswertes, also  $\mu_0 = 1700$  mAh, signifikant unterschreitet.
  - Zu welchem Signifikanzniveau gehört der realisierte Mittelwert von 1656,25, d. h. für welches  $\alpha$  ist dieser die Grenze des kritischen Bereiches für den Mittelwert (p-Value)?
10. Eine Verbraucherzentrale möchte überprüfen, ob ein bestimmtes Medikament Übelkeit bei den Konsumentinnen und Konsumenten auslöst. In einer Studie mit zehn Personen wird bei sieben Personen nach dem Genuss dieses Medikaments eine auftretende Übelkeit registriert.
- Überprüfen Sie zum Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$  die statistische Nullhypothese, dass der Anteil der Personen mit Übelkeitssymptomen nach dem Genuss dieses Produkts in der Grundgesamtheit höchstens 50 % beträgt.
  - Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass in einer Stichprobe mit 10 Personen bei mindestens 7 nach dem Genuss des Medikaments eine auftretende Übelkeit registriert wird, wenn in Wirklichkeit (d. h. in der Grundgesamtheit) der Anteil der Personen mit Übelkeitssymptomen nach dem Genuss dieses Produkts 50 % beträgt (p-Value)?
11. **P 33** Im Rahmen einer Befragung antworteten auf die Frage „Glauben Sie, dass in 25 Jahren der gesamte Stromverbrauch durch Erneuerbare Energien abgedeckt werden könnte, wenn man heute entsprechend intensiv in diese Richtung forschen und investieren würde?“ in Graz 3 von 12 Befragten mit Ja. Bundesweit lag der Anteil der Ja-Antworten bei 45%.
- Lässt sich durch die Befragung statistisch absichern, dass der Anteil der Ja-Antworten in Graz signifikant unter dem bundesweiten Anteil von 45% liegt? Formulieren Sie geeignete Hypothesen und führen Sie den Test zum Signifikanzniveau 0,1 durch.
  - Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass in einer Stichprobe mit 12 Befragten höchstens 3 mit Ja antworten, wenn in Wirklichkeit (d. h. in der Grundgesamtheit) 45 % der Befragten mit Ja antworten?

## Zweistichprobentests, parametrisch

12. Eine Molkerei produziert unter anderem zwei unterschiedliche Milchvarianten: Vollmilch mit 3,5 % Fettgehalt, sowie fettarme Milch mit einem Fettgehalt von 1,5 %. Bei einer Analyse der beiden Varianten ergaben sich über acht Wochen folgende Verkaufszahlen für 1-Liter-Packungen:

Vollmilch ( $X$ )	9170	7540	8456	9852	7990	8754	8853	8741
Fettarme Milch ( $Y$ )	8723	8140	8012	9285	7842	7663	8215	8146

Zudem ergab die statistische Analyse, dass die Verkaufszahlen jeweils als Realisationen einer normalverteilten Zufallsgröße aufgefasst werden können.

- Prüfen Sie auf einem Signifikanzniveau von 0,05 mit Hilfe eines geeigneten Verfahrens, ob die Varianzen der wöchentlichen Verkaufszahlen gleich sind.
  - Lässt sich mit einem Signifikanzniveau von 0,05 zeigen, dass die wöchentlichen Verkaufszahlen bei fettarmer Milch im Durchschnitt signifikant niedriger ausfallen als bei Vollmilch?
  - Bestimmen Sie den p-Value zu Aufgabe b).
13. **P 34** In sieben Großstädten (Einwohnerzahlen über 750.000) und sieben kleineren Städten (Einwohnerzahlen unter 250.000) wurden in demselben Zeitraum die folgenden mittleren  $SO_2$ -Werte der Luft (in  $\mu g/m^3$ ) gemeldet:

Großstädte	29	110	47	35	85	69	52
kleinere Städte	12	56	36	14	47	94	28

Eine Analyse ergab, dass die mittleren  $SO_2$ -Werte der Luft jeweils als Realisationen einer normalverteilten Zufallsgröße aufgefasst werden können.

Es ist zu untersuchen, ob es hinsichtlich der  $SO_2$ -Belastung einen signifikanten Unterschied zwischen Großstädten und kleineren Städten gibt. (Signifikanzniveau  $\alpha = 0,1$ ).

14. Ein Immobilienunternehmen analysierte den Mietpreis (Stand: zweites Quartal 2023) von Zwei-Zimmer-Wohnungen in vergleichbarer Wohnlage in Wien und in Graz. Eine Datenanalyse der Stichproben ergab zudem, dass der Mietpreis einer Zwei-Zimmer-Wohnung jeweils als eine Realisation einer normalverteilten Zufallsgröße aufgefasst werden kann und man nicht von Varianzhomogenität ausgehen kann.

Welcher Test ist anzuwenden, wenn man überprüfen soll, ob in beiden Mietwohnungsmärkten ein gleiches durchschnittliches Niveau hinsichtlich der Mietpreise existiert? Begründen Sie ausführlich! Wie sind die Hypothesen zu formulieren?

15. **P 35** Eine Gruppe  $G_1$  von  $n_1 = 41$  Versuchspersonen wird mit einem neuen Medikament behandelt, welches den Blutdruck senken soll. Eine Vergleichsgruppe  $G_2$  mit  $n_2 = 51$  Personen wird nicht behandelt und dient nur der Kontrolle. Es wurde bei allen Personen der Blutdruck in mmHg gemessen. Folgende Werte wurden aus den Stichproben errechnet (in mmHg):

Gruppe	Stichprobenmittelwert	Stichprobenstandardabweichung
$G_1$	$\bar{x}_1 = 114,81$	$s_1 = 8,51$
$G_2$	$\bar{x}_2 = 122,13$	$s_2 = 11,90$

Eine Datenanalyse der Stichproben ergab zudem, dass die Blutdruckmesswerte jeweils als eine Realisation einer normalverteilten Zufallsgröße aufgefasst werden können.

Welcher Test mit einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  ist aufgrund der Stichprobenergebnisse anzuwenden, wenn man überprüfen soll, ob das Medikament tatsächlich die beabsichtigte Wirkung hat? Begründen Sie! Wie sind die Hypothesen zu formulieren? (Diesen Test müssen Sie nicht rechnen.)

16. Um den Einfluss der Bereifung auf den Treibstoffverbrauch von Pkws zu untersuchen, wurden 10 Fahrzeuge zunächst mit Reifensorte  $X$  ausgestattet und der Treibstoffverbrauch auf 100 km gemessen. Auf dieselben Fahrzeuge wurden dann die Reifen der Sorte  $Y$  montiert und erneut der Treibstoffverbrauch gemessen. Die dabei erhobenen Daten sind in folgender Tabelle zusammengefasst (in Liter pro 100 km):

Pkw ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$X$	11,1	9,1	8,0	11,4	8,9	7,6	8,7	6,8	9,9	7,5
$Y$	10,4	8,7	7,8	10,3	9,1	7,3	7,9	6,2	8,4	6,8

Lässt sich damit bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  statistisch nachweisen, dass der Treibstoffverbrauch bei Verwendung von Reifensorte  $Y$  niedriger ist als bei Verwendung von Sorte  $X$  wenn angenommen werden kann, dass der Treibstoffverbrauch in der Grundgesamtheit normalverteilt ist?

17. **P 36** Für einen Alkohol-Test wurde ein neues Gerät entwickelt. In der Probezeit wurde festgestellt, dass das neue Gerät möglicherweise einen systematischen Fehler aufweist und im Mittel einen zu hohen Promille-Wert ausgibt. Zur Überprüfung wurden 16 Blutproben jeweils mit dem früher benutzten und dem neuen Gerät ausgewertet und die Differenzwerte  $d_i$  (= mit dem neuen Gerät gemessener Wert minus mit dem alten Gerät gemessener Wert) bestimmt. Diese Stichprobe der Differenzen ergab folgende Größen (in Promille): Stichprobenmittelwert:  $\bar{d} = 0,032$ ; Stichprobenstandardabweichung:  $s_d = 0,043$ . Die Datensätze werden als einfache Zufallsstichproben aus normalverteilten Grundgesamtheiten unterstellt. Ist mit einem Niveau von  $\alpha = 0,01$  signifikant nachgewiesen, dass das neue Gerät im Mittel einen höheren Promille-Wert misst als das alte Gerät?

### Zweistichprobentests, nicht parametrisch

18. An der SOWI-Fakultät der KF-Uni Graz nahmen im Sommersemester 2021 insgesamt 160 Studierende aus dem Studiengang Betriebswirtschaftslehre und insgesamt 50 Studierende aus dem Studiengang VWL an der (einheitlichen) Klausur „Statistik“ teil. Um vorab statistisch zu prüfen, ob es wesentliche Unterschiede im Niveau der von den Klausurteilnehmern erreichten Punktezahlen gibt, wurden zunächst die Klausuren von jeweils sechs zufällig ausgewählten Teilnehmenden der beiden Studiengänge korrigiert. Die Tabelle beinhaltet die erreichten studiengangspezifischen Punktezahlen:

BWL	42	65	53	40	67	33
VWL	41	71	69	80	47	91

Erfahrungsgemäß können erreichte Punktezahlen in einer Statistik-Klausur nicht als Realisationen einer normalverteilten Zufallsgröße angesehen werden.

- a) Prüfen Sie mit Hilfe eines geeigneten Tests auf einem Signifikanzniveau von 0,1 die folgende Ausgangshypothese: „In beiden Studiengängen existiert ein gleiches mittleres Niveau in der Anzahl der von den Teilnehmenden erreichten Punkte.“
- b) Bestimmen Sie den p-Value der Aufgabe a). Wie würden Sie bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  entscheiden?

19. **P 37** Es soll untersucht werden, ob Menschen schneller auf ein akustisches als auf ein optisches Signal reagieren. Dabei ergaben sich folgende Reaktionszeiten (in Hundertstel-sekunden):

akustisch	46	35	39	51	47	33		
optisch	54	52	48	41	53	35	48	53

Erfahrungsgemäß können Reaktionszeiten nicht als Realisation einer normalverteilten Zufallsgröße angesehen werden. Lässt sich mit einem Signifikanzniveau von 0,05 zeigen, dass Reaktionszeiten auf das optische Signal signifikant langsamer, als die Reaktionszeiten auf das akustische Signal sind?

20. Es soll untersucht werden, ob die Konzentrationsleistung von Studierenden durch die Teilnahme an einem Yoga-Kurs besser wird. Dazu wird den Studierenden vor und nach einer Trainingsphase ein Konzentrationsleistungstest vorgegeben, bei dem sie folgende Punktzahlen erreichen:

Studierender	A	B	C	D	E	F	G	H	I
vorher:	23	23	21	22	21	29	22	31	27
nachher:	24	27	26	22	24	27	30	29	32

Prüfen Sie mit Hilfe eines geeigneten Tests auf einem Signifikanzniveau von 0,05, ob die Teilnahme an einem Yoga-Kurs eine Verbesserung der Konzentrationsleistung bewirkt.

21. **P 38** Es soll überprüft werden, ob durch ein bestimmtes Medikament eine fiebersenkende Wirkung eintritt. Dazu wurde vor bzw. 3 Stunden nach Einnahme des Medikaments die Körpertemperatur gemessen. Kann mit mit 99%iger Sicherheit eine signifikante Absenkung der Körpertemperatur nachgewiesen werden? Testen Sie ohne Annahme von Normalverteilung.

Patient	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
°C vorher	38,5	38,6	39,4	40,1	39,3	38,7	40,3	37,9	38,4	39,5
°C nach 3 h	37,3	38,8	39,4	38,9	38,4	38,6	38,7	37,4	38,5	38,8

- Wie sind die Hypothesen zu formulieren?
- Geben Sie den Testwert an.
- Bestimmen Sie den Kritischen Bereich.
- Wie entscheiden Sie?
- Wie kann das Ergebnis interpretiert werden?



## Tests auf Zusammenhang

22. (Siehe Blatt 1, Beispiel 18) In einem Experiment zur Wirkung von Musik auf die Ausgabebereitschaft beim Einkauf in einem Supermarkt wurden 100 Kunden zufällig ausgewählt. Ein Teil der Kunden tätigte seine Einkäufe an Tagen, an denen im Supermarkt keine "Hintergrundmusik" eingespielt wurde. Der andere Teil an einem Tag, an dem der Einkauf durch Musik und Werbeansagen begleitet wurde. Jeder Kunde wurde hinsichtlich der Gesamtsumme der getätigten Einkäufe in eine der drei Gruppen der Ausgabebereitschaft (hoch, mittel und gering) eingeordnet. Es ergab sich folgende (bivariate) Verteilung:

	Ausgabebereitschaft		
Ambiente	gering	mittel	hoch
Mit Musik	8	16	21
Ohne Musik	24	20	11

Ist die Ausgabebereitschaft unabhängig vom Ambiente? Formulieren Sie die Hypothesen und führen Sie den entsprechenden Test zum Signifikanzniveau von 10 % durch.

23. P 39 In einem Supermarkt wurde eine Fragebogenaktion durchgeführt, mit der untersucht werden sollte, ob Kunden mit dem bestehenden Warensortiment zufrieden sind. Erhoben wurde dabei an 270 Kunden das Merkmal „Familienstand“ in den Ausprägungen (Single, Paare ohne Kinder, Paare mit Kindern, Wohngemeinschaften) sowie das Merkmal „Sortimentszufriedenheit“ in den Ausprägungen (Sehr zufrieden, Zufrieden und Weniger zufrieden). Es ergab sich folgende Tabelle:

	Sortimentszufriedenheit		
Familienstand	Sehr zufrieden	Zufrieden	Weniger zufrieden
Single	29	21	19
Paare mit Kindern	18	27	21
Paare ohne Kinder	33	19	16
Wohngemeinschaften	20	23	24

Kann man mit einem Signifikanzniveau von 0,05 aufgrund der Daten zeigen, dass es zwischen den Variablen „Familienstand“ und „Sortimentszufriedenheit“ eine Abhängigkeit gibt?

## Anpassungstests

24. Die Eintrittskarten für ein Sommerkonzert wurden an den Kassen K1, K2, K3, K4 und K5 vertrieben. Vor Beginn des Verkaufs erhielt jede Kasse die gleiche Anzahl von Karten. In der Pause des Konzertes wird eine Umfrage unter 120 zufällig ausgewählten Besucherinnen und Besuchern durchgeführt. Dabei wird u.a. die Frage gestellt, an welcher Kasse die jeweilige Person ihre Eintrittskarte erworben hat. Die Auswertung zeigt folgendes Resultat:

Erwerb an Kassa	K1	K2	K3	K4	K5
Anzahl der Besucher	30	15	26	17	32

Testen Sie mit Hilfe eines geeigneten Verfahrens auf einem Signifikanzniveau von 0,05, ob dieses Ergebnis gegen die Annahme spricht, dass die Zahl der insgesamt verkauften Karten gleichmäßig auf die Kassen K1, K2, K3, K4 und K5 verteilt ist. Formulieren Sie die Hypothesen, geben Sie den Wert der Testgröße und die Testentscheidung an und interpretieren Ihr Ergebnis sowohl statistisch als auch kontextbezogen.

25. **P 40** In den fünf Niederlassungen eines Unternehmens verteilte sich der Jahresumsatz vor zwei Jahren wie folgt:

Niederlassung	A	B	C	D	E
Umsatzanteil (in %)	23	31	17	10	19

Im Vorjahr wurde folgende Verteilung (in Tausend €) gemessen:

Niederlassung	A	B	C	D	E
Umsatz (in Tausend €)	170	280	120	70	160

Lässt sich die Vermutung, dass sich die Verteilung des Jahresumsatzes deutlich geändert hat, mit Hilfe eines geeigneten Tests zum Signifikanzniveau von 10 % bestätigen?

26. Ein Hersteller von TV-Geräten versucht durch eine technische Verbesserung, den Energieverbrauch von 65-Zoll LED-Geräten zu verringern. Zur Überprüfung wird eine Stichprobe von 10 Geräten mit alter Technik und 8 Geräten mit neuer Technik gezogen und der jeweilige Energieverbrauch gemessen (jeweils in kWh/Jahr). Es soll überprüft werden, ob die technische Verbesserung tatsächlich den Energieverbrauch verringert hat.

Ein Jarque-Bera-Test mit  $\alpha = 0,05$  auf Normalverteilung ergab für die Daten der Stichprobe der Geräte mit alter Technik einen p-Value von  $p_{alt} = 0,280$ , für die Geräte mit neuer Technik einen p-Value von  $p_{neu} = 0,125$ .

Weiters ergab ein F-Test einen Testwert von  $t_0 = 4,501$  mit einem kritischen Bereich  $K = [0; 0,24[ \cup ]4,82; \infty[$ .

Welcher Test ist durchzuführen, wenn man überprüfen möchte, ob die technische Verbesserung tatsächlich den Energieverbrauch verringert hat? Formulieren Sie geeignete Hypothesen und begründen Sie! Der Test selbst muss nicht durchgeführt werden.

Die mit P gekennzeichneten Beispiele sind von den Studierenden vorzubereiten und nach Aufruf durch die Lehrveranstaltungsleitung zu präsentieren!