



HOCHSCHULE OSNABRÜCK  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur

- ☐ Bachelorprüfung  
☐ Masterprüfung

Klausur im Modul: \_\_\_\_\_  
Prüfer\*in: \_\_\_\_\_  
Name, Vorname: \_\_\_\_\_  
Matrikelnr.: \_\_\_\_\_ Fachsemester.: \_\_\_\_\_  
Tisch Nr.: \_\_\_\_\_ Zugel. Hilfsmittel: \_\_\_\_\_

**Hiermit bestätige ich, dass ich prüfungsfähig bin. Weiter bestätige ich die Kenntnisnahme der umseitigen Klausurbelehrung.**

**Die für den Prüfungszeitraum ggf. geltenden Hygienebestimmungen habe ich zur Kenntnis genommen.**

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum, Unterschrift der\*des Studierenden

### Bewertung - von den Prüfenden auszufüllen -

|                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Prüfer*in: _____<br>Unterschrift | 2. Prüfer*in: _____<br>Unterschrift |
| Punkte: _____ von _____             | Punkte: _____ von _____             |
| Note: _____                         | Note: _____                         |

\_\_\_\_\_



## Klausurbelehrung

Lesen Sie die nachstehende Belehrung bitte sorgfältig durch. Durch Ihre Unterschrift auf dem Klausurendeckblatt bestätigen Sie, die Bestimmungen des Allgemeinen Teils der Prüfungsordnung der Hochschule Osnabrück (ATPO) in der aktuell gültigen Fassung über Rücktritt, Täuschung und Ordnungsverstöße zur Kenntnis genommen zu haben.

Die nachstehenden Hinweise dienen lediglich der Information und verschaffen einen Überblick. Die für Ihre Prüfungen maßgeblichen Regelungen ergeben sich aus den einschlägigen Ordnungen.

### **Prüfungsfähigkeit aufgrund einer eigenen Krankheit (vgl. § 15 Abs. 2 ATPO)**

- Prüflinge, die eine Klausur empfangen, nehmen an der Klausur teil und erklären sich mit Unterschrift auf dem Deckblatt für prüfungsfähig. Prüflinge, die sich gesundheitlich nicht in der Lage fühlen, die Klausur zu bewältigen, müssen vor Beginn der Klausur den Prüfungsraum verlassen. Ein Prüfungsrücktritt nach Beginn der Klausur ist in der Regel ausgeschlossen.

### **Täuschung und Ordnungsverstöße (vgl. § 15 Abs. 3, 4 ATPO)**

- Das Mitsichführen von Unterlagen mit fachlichem Bezug ist untersagt, außer sie sind ausdrücklich zugelassen worden.
- Informations- und kommunikationsfähige Geräte sind abzuschalten, es sei denn, ein Gebrauch ist ausdrücklich zugelassen worden.
- Der Prüfling trägt die Verantwortung dafür, dass sowohl er als Person als auch sein Prüfungsplatz von zur Täuschung geeigneten Materialien frei ist.
- Es gilt ein Sprechverbot für alle Prüflinge untereinander.
- Das Verlassen des Klausurraums ist nur zu dringenden WC-Gängen erlaubt. Es darf jeweils nur ein Prüfling zur gleichen Zeit den Klausurraum verlassen. Das Sprechen mit anderen Studierenden oder dritten Personen im Rahmen eines WC-Gangs ist untersagt.
- Es dürfen nur die Schreibblätter verwendet werden, die von den Prüfungsaufsichten ausgegeben werden, es sei denn, andere Schreibblätter wurden ausdrücklich zugelassen.
- Das Weiterschreiben nach Bekanntgabe des Bearbeitungszeitendes ist untersagt.
- Der Prüfling trägt die Verantwortung für die Abgabe seiner vollständigen Klausur.
- Verstöße gegen diese Verbote können als Täuschungsversuche gewertet werden. Die Prüfungsleistung wird mit „nicht bestanden“ bzw. „nicht ausreichend“ bewertet.
- Auch hier nicht genannte, weitere Formen von Täuschungshandlungen können vergleichbare Konsequenzen nach sich ziehen.
- Prüflinge, die den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfungen stören, können von der aufsichtführenden Person von der Klausur ausgeschlossen werden. Bei festgestellten Ordnungsverstößen wird die Prüfungsleistung mit „nicht bestanden“ bzw. „nicht ausreichend“ bewertet.

### **Mitwirkungspflichten (allgemeiner Grundsatz)**

- Für die aufsichtführende Person nicht ohne Weiteres erkennbare Störungen (störende Geräusche, wackeliger Stuhl/Tisch etc.) sind durch den Prüfling anzuzeigen.

### **Sonstiges**

- Abgelegte Prüfungsleistungen ohne Anmeldung und Zulassung werden nicht bewertet (§ 12 Abs. 3 S. 5 ATPO).

**Name:** \_\_\_\_\_

*Nicht bestanden:* ☐

**Vorname:** \_\_\_\_\_

**Matrikelnummer:** \_\_\_\_\_

**Endnote:** \_\_\_\_\_

**M.Sc. Angewandte Nutztier- und Pflanzenwissenschaften**

# **Klausur Biostatistik**

**Hochschule Osnabrück**

Prüfer: Prof. Dr. Jochen Kruppa  
Fakultät für Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur  
j.kruppa@hs-osnabrueck.de

29. Juni 2023

## Erlaubte Hilfsmittel für die Klausur

- Normaler Taschenrechner ohne Möglichkeit der Kommunikation mit anderen Geräten - also ausdrücklich kein Handy!
- Eine DIN A4-Seite als beidseitig, selbstgeschriebene, handschriftliche Formelsammlung - keine digitalen Ausdrucke.
- **You can answer the questions in English without any consequences.**

## Ergebnis der Klausur

\_\_\_\_\_ von 20 Punkten sind aus dem Multiple Choice Teil erreicht.  
\_\_\_\_\_ von 66 Punkten sind aus dem Rechen- und Textteil erreicht.  
\_\_\_\_\_ von 86 Punkten in Summe.

Es wird folgender Notenschlüssel angewendet.

| Punkte      | Note |
|-------------|------|
| 82.0 - 86.0 | 1,0  |
| 78.0 - 81.5 | 1,3  |
| 73.5 - 77.5 | 1,7  |
| 69.5 - 73.0 | 2,0  |
| 65.0 - 69.0 | 2,3  |
| 60.5 - 64.5 | 2,7  |
| 56.5 - 60.0 | 3,0  |
| 52.0 - 56.0 | 3,3  |
| 48.0 - 51.5 | 3,7  |
| 43.0 - 47.5 | 4,0  |

Es ergibt sich eine Endnote von \_\_\_\_\_.

## Multiple Choice Aufgaben

- Pro Multiple Choice Frage ist *genau* eine Antwort richtig.
- **Übertragen Sie Ihre Kreuze in die Tabelle auf dieser Seite.**
- Es werden nur Antworten berücksichtigt, die in dieser Tabelle angekreuzt sind!

|            | A | B | C | D | E | ✓ |
|------------|---|---|---|---|---|---|
| 1 Aufgabe  |   |   |   |   |   |   |
| 2 Aufgabe  |   |   |   |   |   |   |
| 3 Aufgabe  |   |   |   |   |   |   |
| 4 Aufgabe  |   |   |   |   |   |   |
| 5 Aufgabe  |   |   |   |   |   |   |
| 6 Aufgabe  |   |   |   |   |   |   |
| 7 Aufgabe  |   |   |   |   |   |   |
| 8 Aufgabe  |   |   |   |   |   |   |
| 9 Aufgabe  |   |   |   |   |   |   |
| 10 Aufgabe |   |   |   |   |   |   |

- Es sind \_\_\_\_ von 20 Punkten erreicht worden.

## Rechen- und Textaufgaben

- Die Tabelle wird vom Dozenten ausgefüllt.

| Aufgabe | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| Punkte  | 9  | 8  | 9  | 10 | 10 | 12 | 8  |

- Es sind \_\_\_\_ von 66 Punkten erreicht worden.

## 1 Aufgabe

(2 Punkte)

Der Datensatz PlantGrowth enthält das Gewicht von Pflanzen, die unter einer Kontrolle und zwei verschiedenen Behandlungsbedingungen erzielt wurden. Nach der Berechnung einer einfaktoriellen ANOVA ergibt sich ein  $\eta^2 = 0.2$ . Welche Aussage ist richtig?

- A ☐ Die Berechnung von  $\eta^2$  ist ein Wert für die Interaktion.
- B ☐ Das  $\eta^2$  ist ein Wert für die Güte der ANOVA. Je kleiner desto besser. Ein  $\eta^2$  von 0 bedeutet ein perfektes Modell mit keiner Abweichung. Die Varianz ist null.
- C ☐ Das  $\eta^2$  ist die Korrelation der ANOVA. Mit der Ausnahme, dass 0 der beste Wert ist.
- D ☐ Das  $\eta^2$  beschreibt den Anteil der Varianz, der von den Behandlungsbedingungen nicht erklärt wird. Somit der Rest an nicht erklärbarer Varianz.
- E ☐ Das  $\eta^2$  beschreibt den Anteil der Varianz, der von den Behandlungsbedingungen erklärt wird. Das  $\eta^2$  ist damit mit dem  $R^2$  aus der linearen Regression zu vergleichen.

## 2 Aufgabe

(2 Punkte)

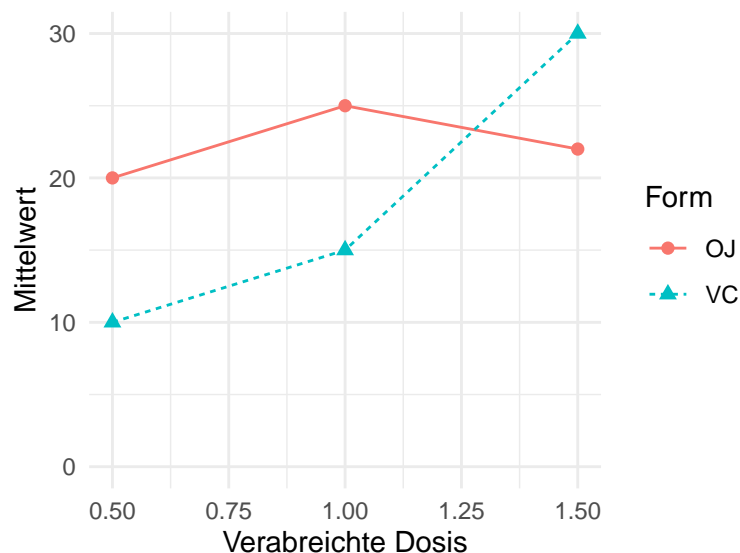
Der Fehler 1. Art oder auch Signifikanzniveau  $\alpha$  genannt, liegt bei 5%. Welcher der folgenden Gründe für diese Festlegung auf 5% ist richtig?

- A ☐ Im Rahmen eines langen Disputs zwischen Neyman und Fischer wurde  $\alpha = 5\%$  festgelegt. Leider werden die Randbedingungen und Voraussetzungen an statistische Modelle heute immer wieder ignoriert.
- B ☐ Der Wert ergab sich aus einer Auswertung von 1042 wissenschaftlichen Veröffentlichungen zwischen 1914 und 1948. Der Wert 5% wurde in 28% der Veröffentlichungen genutzt. Daher legte man sich auf diese Zahl fest.
- C ☐ Der Begründer der modernen Statistik, R. Fischer, hat die Grenze simuliert und berechnet. Dadurch ergibt sich dieser optimale Cut-Off.
- D ☐ Auf einer Statistikkonferenz in Genf im Jahre 1942 wurde dieser Cut-Off nach langen Diskussionen festgelegt. Bis heute ist der Cut Off aber umstritten, da wegen dem 2. Weltkrieg viele Wissenschaftler nicht teilnehmen konnten.
- E ☐ Die Festlegung von  $\alpha = 5\%$  ist eine Kulturkonstante. Wissenschaftler benötigt eine Schwelle für eine statistische Testentscheidung, der Wert von  $\alpha$  wurde aber historisch mehr zufällig gewählt.

## 3 Aufgabe

(2 Punkte)

Die folgende Abbildung enthält die Daten aus einer Studie zur Bewertung der Wirkung von Vitamin C auf das Zahnwachstum bei Meerschweinchen. Der Versuch wurde an 60 Schweinen durchgeführt, wobei jedes Tier eine von drei Vitamin-C-Dosen (0.5, 1 und 1.5 mg/Tag) über eine von zwei Verabreichungsmethoden mit Orangensaft (OJ) oder Ascorbinsäure (VC) erhielt.



Welche Aussage ist richtig im Bezug auf eine zweifaktorielle ANOVA?

- A** ☐ Keine Interaktion liegt vor. Die Geraden scheiden sich und laufen nicht parallel.
- B** ☐ Eine starke Interaktion ist zu erwarten. Die Geraden schneiden sich und die Abstände sind nicht gleichbleibend.
- C** ☐ Eine starke Interaktion liegt vor. Die Geraden laufen parallel und schneiden sich nicht.
- D** ☐ Keine Interaktion ist zu erwarten. Die Geraden der Verabreichungsmethode laufen parallel und mit ähnlichen Abständen.
- E** ☐ Eine leichte Interaktion ist zu erwarten. Die Geraden schneiden sich noch nicht, aber die Abstände unterscheiden sich stark.

## 4 Aufgabe

(2 Punkte)

In der Theorie zur statistischen Testentscheidung kann „ $H_0$  beibehalten obwohl die  $H_0$  falsch ist“ in welche richtige Analogie gesetzt werden?

- A** ☐ In die Analogie eines Rauchmelders: *Alarm with fire*.
- B** ☐ In die Analogie eines Feuerwehrautos: *Car without noise*.
- C** ☐ In die Analogie eines Rauchmelders: *Alarm without fire*, dem  $\alpha$ -Fehler.
- D** ☐ In die Analogie eines Rauchmelders: *Fire without alarm*, dem  $\beta$ -Fehler.
- E** ☐ In die Analogie eines brennenden Hauses ohne Rauchmelder: *House without noise*.

## 5 Aufgabe

(2 Punkte)

In einem Zuchtexperiment messen wir die Ferkel verschiedener Sauen. Die Ferkel einer Muttersau sind daher im statistischen Sinne...

- A** ☐ Untereinander stark korreliert. Die Ferkel sind von einer Mutter und somit miteinander korreliert. Dies wird in der Statistik jedoch meist nicht modelliert.
- B** ☐ Untereinander abhängig. Die Ferkel stammen von einem Muttertier und haben vermutlich eine ähnliche Varianzstruktur.

- C** ☐ Untereinander unabhängig. Die Ferkel sind eigenständig und benötigen keine zusätzliche Behandlung.
- D** ☐ Untereinander unabhängig. Sollten die Mütter verwandt sein, so ist die Varianzstruktur ähnlich und muss modelliert werden.
- E** ☐ Untereinander abhängig, wenn die Mütter ebenfalls miteinander verwandt sind. Erst die Abhängigkeit 2. Grades wird in der Statistik modelliert.

## 6 Aufgabe

(2 Punkte)

Welche Aussage zum mathematische Ausdruck  $Pr(D|H_0)$  ist richtig?

- A** ☐  $Pr(D|H_0)$  ist die Wahrscheinlichkeit die Daten D zu beobachten wenn die Nullhypothese wahr ist.
- B** ☐ Die Wahrscheinlichkeit für die Nullhypothese, wenn die Daten wahr sind.
- C** ☐ Die Wahrscheinlichkeit der Daten unter der Nullhypothese in der Grundgesamtheit.
- D** ☐ Die Inverse der Wahrscheinlichkeit unter der die Nullhypothese nicht mehr die Alternativhypothese überdeckt.
- E** ☐  $Pr(D|H_0)$  ist die Wahrscheinlichkeit der Alternativhypothese und somit  $1 - Pr(H_A)$

## 7 Aufgabe

(2 Punkte)

In einer linearen Regression werden die  $\epsilon$  oder Residuen geschätzt. Welcher Verteilung folgen die Residuen bei einer optimalen Modellierung?

- A** ☐ Die Residuen sind normalverteilt mit  $\mathcal{N}(0, 1)$ .
- B** ☐ Die Residuen folgen einer Poissonverteilung mit  $\text{Pois}(0)$ .
- C** ☐ Die Residuen sind binomialverteilt.
- D** ☐ Die Residuen sind normalverteilt mit  $\mathcal{N}(0, s^2)$ .
- E** ☐ Die Residuen sind normalverteilt mit  $\mathcal{N}(\bar{y}, s^2)$ .

## 8 Aufgabe

(2 Punkte)

Sie haben folgende unadjustierten p-Werte gegeben: 0.21, 0.02, 0.01 und 0.89. Sie adjustieren die p-Werte nach Bonferroni. Welche Aussage ist richtig?

- A** ☐ Nach der Bonferroni-Adjustierung ergeben sich die adjustierten p-Werte von 0.0525, 0.005, 0.0025 und 0.2225. Die adjustierten p-Werte werden zu einem  $\alpha$ -Niveau von 1.25% verglichen.
- B** ☐ Nach der Bonferroni-Adjustierung ergeben sich die adjustierten p-Werte von 0.84, 0.08, 0.04 und 3.56. Die adjustierten p-Werte werden zu einem  $\alpha$ -Niveau von 5% verglichen.
- C** ☐ Nach der Bonferroni-Adjustierung ergeben sich die adjustierten p-Werte von 0.0525, 0.005, 0.0025 und 0.2225. Die adjustierten p-Werte werden zu einem  $\alpha$ -Niveau von 5% verglichen.
- D** ☐ Nach der Bonferroni-Adjustierung ergeben sich die adjustierten p-Werte von 0.84, 0.08, 0.04 und 1. Die adjustierten p-Werte werden zu einem  $\alpha$ -Niveau von 1.25% verglichen.
- E** ☐ Nach der Bonferroni-Adjustierung ergeben sich die adjustierten p-Werte von 0.84, 0.08, 0.04 und 1. Die adjustierten p-Werte werden zu einem  $\alpha$ -Niveau von 5% verglichen.



## 9 Aufgabe

(2 Punkte)

Nachdem Sie in einem Experiment die Daten  $D$  erhoben haben, berechnen Sie den Mittelwert und den Median. Der Mittelwert  $\bar{y}$  und der Median  $\tilde{y}$  unterscheiden sich. Welche Aussage ist richtig?

- A** ☐ Da sich der Mittelwert und der Median nicht unterscheiden, liegen vermutlich Outlier in den Daten vor.
- B** ☐ Da sich der Mittelwert und der Median unterscheiden, ist der Datensatz nicht zu verwenden. Mittelwert und Median müssen gleich sein.
- C** ☐ Da sich der Mittelwert und der Median unterscheiden, liegen vermutlich keine Outlier in den Daten vor.
- D** ☐ Da sich der Mittelwert und der Median nicht unterscheiden, liegen vermutlich keine Outlier in den Daten vor. Wir verwenden den Datensatz so wie er ist.
- E** ☐ Da sich der Mittelwert und der Median unterscheiden, liegen vermutlich Outlier in den Daten vor. Wir untersuchen den Datensatz nach auffälligen Beobachtungen.

## 10 Aufgabe

(2 Punkte)

Die Randomisierung von Beobachtungen bzw. Samples zu den Versuchseinheiten ist bedeutend in der Versuchsplanung. Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- A** ☐ Randomisierung bringt starke Unstrukturiertheit in das Experiment und erlaubt erst von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit zurückzuschliessen.
- B** ☐ Randomisierung war bis 1952 bedeutend, wurde dann aber in Folge besserer Rechnerleistung nicht mehr verwendet. Aktuelle Statistik nutzt keine Randomisierung mehr.
- C** ☐ Randomisierung erlaubt erst die Mittelwerte zu schätzen. Ohne Randomisierung keine Mittelwerte.
- D** ☐ Randomisierung erlaubt erst die Varianzen zu schätzen. Ohne eine Randomisierung ist die Berechnung von Mittelwerten und Varianzen nicht möglich.
- E** ☐ Randomisierung sorgt für Strukturgleichheit und erlaubt erst von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit zurückzuschliessen.

## 11 Aufgabe

(12 Punkte)



1. Zeichnen Sie in die drei untenstehenden, leeren Abbildungen die Zeile des Regressionskreuzes der Poissonverteilung. Wählen Sie die Beschriftung der y-Achse sowie der x-Achse entsprechend aus! **(6 Punkte)**
2. Ergänzen Sie die jeweiligen statistischen Methoden zu der Abbildung! **(2 Punkte)**
3. Welchen Effektschätzer erhalten Sie aus der entsprechend linearen Regression bzw. den Gruppenvergleich? Geben Sie ein Beispiel! **(2 Punkte)**
4. Wenn Sie keinen Effekt erwarten, welchen *Zahlenraum* nimmt dann der Effektschätzer ein? Geben Sie ein Beispiel! **(2 Punkte)**

The figure consists of three identical empty grid areas, each with 10 columns and 10 rows, intended for the student to draw the regression line and provide answers to the questions.

## 12 Aufgabe

(9 Punkte)



Sie erhalten folgende  Ausgabe der Funktion `t.test()`.

```
##  
## Two Sample t-test  
##  
## data: weight by group  
## t = -0.21288, df = 10, p-value = 0.8357  
## alternative hypothesis: true difference in means between group high and group low is not equal to 0  
## 95 percent confidence interval:  
## -3.931447 3.245733  
## sample estimates:  
## mean in group ctrl mean in group low  
## 15.80000 16.14286
```


1. Formulieren Sie das statistische Hypothesenpaar! **(2 Punkte)**
2. Liegt ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen vor? Begründen Sie Ihre Antwort! **(2 Punkte)**
3. Skizzieren Sie die sich ergebenden Boxplot! Welche Annahmen an die Daten haben Sie getroffen? Begründen Sie Ihre Antwort! **(3 Punkte)**
4. Skizzieren Sie die sich ergebenden Barplots! **(2 Punkte)**

## 13 Aufgabe

(10 Punkte)

Geben Sie grundsätzlich Formeln und Rechenweg zur Lösung der Teilaufgaben mit an!



In einem Stallexperiment mit  $n = 60$  Ferkeln wurde der Gewichtszuwachs in kg unter ansteigender Lichteinstrahlung in nm gemessen. Sie erhalten den  Output der Funktion `tidy()` einer simplen Gaussian linearen Regression sieben Wochen nach der ersten Messung.

| term        | estimate | std.error | t statistic | p-value |
|-------------|----------|-----------|-------------|---------|
| (Intercept) | 24.27    | 1.49      |             |         |
| light       | 0.17     | 0.15      |             |         |

1. Berechnen Sie die t Statistik für *(Intercept)* und *light*! **(2 Punkte)**
2. Schätzen Sie den p-Wert für *(Intercept)* und *light* mit  $T_{\alpha=5\%} = 1.96$  ab. Was sagt Ihnen der p-Wert aus? Begründen Sie Ihre Antwort! **(3 Punkte)**
3. Zeichnen Sie die Gerade aus der obigen Tabelle in ein Koordinatenkreuz! **(1 Punkt)**
4. Beschriften Sie die Abbildung und die Gerade mit den statistischen Kenngrößen! **(2 Punkte)**
5. Formulieren Sie die Regressionsgleichung! **(2 Punkte)**

## 14 Aufgabe

(9 Punkte)

Geben Sie grundsätzlich Formeln und Rechenweg zur Lösung der Teilaufgaben mit an!



Nach einem Feldexperiment mit zwei Düngestufen (A und B) ergibt sich die folgende Datentabelle mit dem gemessenen Trockengewicht (*drymatter*).

| trt | drymatter |
|-----|-----------|
| B   | 9.0       |
| A   | 23.1      |
| A   | 18.6      |
| A   | 10.2      |
| A   | 17.1      |
| B   | 19.6      |
| B   | 24.1      |
| A   | 21.1      |
| A   | 27.6      |
| A   | 17.1      |
| B   | 20.0      |
| A   | 17.9      |
| A   | 19.6      |
| B   | 16.6      |
| A   | 18.6      |
| B   | 16.5      |
| B   | 17.2      |
| B   | 15.5      |
| B   | 24.5      |
| B   | 23.0      |
| A   | 16.7      |
| B   | 26.5      |

1. Zeichnen Sie in *einer* Abbildung die beiden Boxplots für die zwei Düngestufen A und B! Beschriften Sie die Achsen entsprechend! **(6 Punkte)**
2. Beschriften Sie *einen* der beiden Boxplots mit den gängigen statistischen Maßzahlen! **(2 Punkte)**
3. Wenn Sie *keinen Effekt* zwischen den Düngestufen erwarten würden, wie sehen dann die beiden Boxplots aus? **(1 Punkt)**

## 15 Aufgabe

(8 Punkte)



Im folgenden ist eine t-Verteilung abgebildet. Ergänzen Sie die Abbildung wie folgt.


1. Zeichnen Sie das Signifikanzniveau  $\alpha$  in die Abbildung! **(2 Punkte)**
2. Zeichnen Sie einen signifikant p-Wert in die Abbildung! **(2 Punkte)**
3. Ergänzen Sie „ $\bar{y}_1 = \bar{y}_2$ “! **(1 Punkt)**
4. Ergänzen Sie „ $A = 0.95$ “! **(1 Punkt)**
5. Zeichnen Sie  $T_{\alpha=5\%}$  in die Abbildung! **(1 Punkt)**
6. Zeichnen Sie  $+T_{calc}$  in die Abbildung! **(1 Punkt)**




## 16 Aufgabe

(10 Punkte)



Der Datensatz *pig\_gain\_weight\_tbl* enthält Daten aus einer Studie zur Bewertung der Wirkung vom Vitamin Selen auf das Wachstum bei Mastschweinen. Der Versuch wurde an 22 Mastschweinen durchgeführt, wobei jedes Tier eine von drei Selen-Dosen *dose* (0.2 ng/Tag, 1 ng/Tag und 15 ng/Tag) über eine von zwei Verabreichungsmethoden *form* erhielt (Wasser oder Festnahrung). Sie erhalten folgende Ausgabe in .


```
## Analysis of Variance Table
##
## Response: gain
##      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
## dose      2 603.84  301.919  16.2992 9.125e-05
## form      1   0.20    0.197   0.0107  0.91891
## dose:form  2  164.01   82.004   4.4270  0.02731
## Residuals 18  333.42   18.524
```

1. Stellen Sie die statistische  $H_0$  und  $H_A$  Hypothese für die obige zweifaktorielle ANOVA für den Faktor *dose* auf! **(2 Punkte)**
2. Interpretieren Sie das Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA. Gehen Sie im besonderen auf den Term *dose : form* ein! **(2 Punkte)**
3. Zeichnen Sie eine Abbildung, der dem obigen Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA näherungsweise entspricht! **(4 Punkte)**
4. Beschriften Sie die Abbildung entsprechend der  Ausgabe! **(2 Punkte)**

## 17 Aufgabe

(8 Punkte)



In einem Experiment für den Zuckergehalt von Erdbeeren in g/kg mit fünf Dosisstufen (A, B, C, D und E) erhalten Sie folgendes *Compact letter display (CLD)* als  Ausgabe aus den rohen, unadjustierten  $p$ -Werten.

```
##      A      B      C      D      E
## "a"    "b"    "b"    "a"    "a"
```

1. Erstellen Sie eine Matrix mit den paarweisen  $p$ -Werten, die sich näherungsweise aus dem *Compact letter display (CLD)* ergeben würde! Begründen Sie Ihre Antwort! **(3 Punkte)**
2. Zeichnen Sie eine Abbildung, der sich ergebenden Barplots! **(2 Punkte)**
3. Ergänzen Sie das *Compact letter display (CLD)* zu der Abbildung! **(1 Punkt)**
4. Erklären Sie *einen* Vorteil und *einen* Nachteil des *Compact letter display (CLD)*! **(2 Punkte)**