

Nicht bestanden: ☐

Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Endnote: _____

B.Sc. Bioverfahrenstechnik in Agrar- und Lebensmittelwirtschaft

Klausur Angewandte Statistik für Bioverfahrenstechnik

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

30. Juni 2025

Erlaubte Hilfsmittel

- Normaler Taschenrechner ohne Möglichkeit der Kommunikation mit anderen Geräten! Ausdrücklich kein Handy!
- Eine DIN A4-Seite als beidseitig, selbstgeschriebene, handschriftliche Formelsammlung. Keine digitalen Ausdrücke!
- **Die Verwendung eines roten Farbstiftes ist nicht gestattet! Korrekturfarbe!**
- *You can answer the questions in English without any consequences.*

Endnote

_____ von 20 Punkten sind aus den Multiple Choice Aufgaben erreicht.
_____ von 70 Punkten sind aus den Rechen- und Textaufgaben erreicht.
_____ von 90 Punkten in Summe.

Es wird folgender Notenschlüssel angewendet.

Punkte	Note
86.0 - 90.0	1,0
81.5 - 85.5	1,3
77.0 - 81.0	1,7
72.5 - 76.5	2,0
68.0 - 72.0	2,3
63.5 - 67.5	2,7
59.0 - 63.0	3,0
54.5 - 58.5	3,3
50.0 - 54.0	3,7
45.0 - 49.5	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.

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

- 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	8	10	9	12	10	11	10

- Es sind ____ von 70 Punkten erreicht worden.

1 Aufgabe

(2 Punkte)

Nach einem Feldexperiment wollen Sie zwei Gruppen mit einem Welch t-Test vergleichen. Welche Aussage ist auch für den Student t-Test richtig?

- A ☐ Der t-Test vergleicht die Mittelwerte von zwei Gruppen.
- B ☐ Der t-Test vergleicht die Varianzen von mindestens zwei oder mehr Gruppen
- C ☐ Der t-Test ist ein Vortest der ANOVA und basiert daher auf dem Vergleich von Streuungsparametern
- D ☐ Der t-Test vergleicht die Mittelwerte von zwei Gruppen unter der strikten Annahme von Varianzhomogenität. Sollte keine Varianzhomogenität vorliegen, so gibt es keine Möglichkeit den t-Test in einer Variante anzuwenden.
- E ☐ Der t-Test testet generell zu einem erhöhten α -Niveau von 20%.

2 Aufgabe

(2 Punkte)

Sie führen einen agrarwissenschaftlichen Versuch durch. Dafür müssen Sie als ersten Schritt Ihre Versuchseinheiten zufällig den Behandlungen zuordnen. Dieses zufällige Zuordnen nennt man in der Statistik eine Randomisierung. Warum ist die Randomisierung so wichtig für das Gelingen eines Versuchs?

- A ☐ Durch eine Randomisierung können wir nicht von Strukturgleichheit zwischen der Stichprobe und der Grundgesamtheit ausgehen.
- B ☐ Randomisierung bringt starke Unstrukturiertheit in das Experiment und erlaubt erst von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit zurückzuschliessen.
- C ☐ Randomisierung erlaubt erst die Varianzen zu schätzen. Ohne eine Randomisierung ist die Berechnung von Mittelwerten und Varianzen nicht möglich. Dadurch lässt sich erst ein Experiment auswerten.
- D ☐ Strukturgleichheit ist durch Randomisierung gegeben. Leider hilft die Randomisierung noch nicht um von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit zu schließen. Deshalb wurde das Falsifikationsprinzip entwickelt.
- E ☐ Strukturgleichheit ist durch Randomisierung gegeben. Somit kann von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit geschlossen werden

3 Aufgabe

(2 Punkte)

Sie rechnen eine einfaktorielle ANOVA und erhalten eine Teststatistik. Nun müssen Sie diese Teststatistik interpretieren. Welche Aussage ist richtig?

- A ☐ Die ANOVA berechnet die F-Statistik indem die MS des Fehlers durch die MS der Behandlung geteilt werden. Wenn die F-Statistik sich der 0 annähert kann die Nullhypothese abgelehnt werden.
- B ☐ Wenn die F-Statistik kleiner als der kritische Wert ist kann die Nullhypothese nicht abgelehnt werden. Die F-Statistik ist der Quotient der MS der Behandlung durch die MS des Fehlers.
- C ☐ Die ANOVA berechnet die F-Statistik aus den SS Behandlung geteilt durch die SS Fehler.
- D ☐ Die ANOVA berechnet die T-Statistik indem den Mittelwertsunterschied der Gruppen simultan durch die Standardabweichung der Gruppen teilt. Wenn die T-Statistik höher als 1.96 ist, kann die Nullhypothese abgelehnt werden.
- E ☐ Wenn die F-Statistik höher ist als der kritische Wert kann die Nullhypothese nicht abgelehnt werden. Die F-Statistik ist die Differenz der MS der Behandlung durch die MS des Fehlers.

4 Aufgabe

(2 Punkte)

Um die Ergebnisse eines statistischen Tests und die damit verbundene Theorie besser zu verstehen, kann eine Analogie zur Wettervorhersage genutzt werden. Welche Analogie zu der Testtheorie trifft am meisten zu?

- A ☐ In der Analogie der Durchschnittstemperatur: Wie oft tritt ein Effekt durchschnittlich ein? Wir erhalten eine Wahrscheinlichkeit für die Effekte. Zum Beispiel, wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit für einen Mittelwert als Durchschnitt.
- B ☐ In der Analogie des Niederschlags oder Regenmenge: ein statistischer Test gibt die Stärke eines Effektes wieder. Zum Beispiel, wie hoch ist der Mittelwertsunterschied.

- ☐ C In der Analogie der Wahrscheinlichkeit für Regen: ein statistischer Test erlaubt die Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis abzuschätzen. Die Stärke des Effektes können wir nicht bestimmen.
- ☐ D In der Analogie der Maximaltemperatur: Was ist der maximale Unterschied zwischen zwei Gruppen. Wir erhalten hier eine Aussage über die Spannweite und den maximalen Effekt.
- ☐ E In der Analogie der Sonnenscheindauer: Wie lange kann mit einem entsprechenden Effekt gerechnet werden? Die Wahrscheinlichkeit für den Effekt gibt der statistische Test wieder.

5 Aufgabe

(2 Punkte)

Das statistische Testen basiert auf dem Falsifikationsprinzip. Es besagt,

- ☐ A ... dass Fehlerterme in statistischen Modellen nicht verifiziert werden können.
- ☐ B ... dass Annahmen an statistische Modelle meist falsch sind.
- ☐ C ... dass ein minderwertiges Modell durch ein minderwertiges Modell ersetzt wird. Es gilt das Verifikationsprinzip nach Karl Popper.
- ☐ D ... dass ein schlechtes Modell durch das Falsifikationsprinzip durch ein weniger schlechtes Modell ersetzt wird.
- ☐ E ... dass ein schlechtes Modell durch das Falsifikationsprinzip durch ein noch schlechteres Modell ersetzt wird. Die Wissenschaft lehnt ab und verifiziert nicht.

6 Aufgabe

(2 Punkte)

In Ihrer Abschlußarbeit wollen Sie Ihre Daten für den Ertrag in einem Boxplot darstellen. Sie nutzen den Boxplot auch, da der Boxplot zu den meist genutzten Visualisierungen von Daten gehört. Welche statistischen Maßzahlen stellt der Boxplot dar?

- ☐ A Den Mittelwert und die Varianz.
- ☐ B Der Boxplot stellt die Mittelwerte und die Varianz dar.
- ☐ C Den Median und die Quartile.
- ☐ D Den Mittelwert und die Standardabweichung.
- ☐ E Den Mittelwert sowie den Median und die Streuung.

7 Aufgabe

(2 Punkte)

Geben ist $Pr(D|H_0)$ als mathematischer Ausdruck, welche Aussage ist richtig?

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

8 Aufgabe

(2 Punkte)

Nach der Berechnung einer einfaktoriellen ANOVA ergibt sich ein $\eta^2 = 0.52$. Welche Aussage ist richtig?

- ☐ A Das η^2 ist die Korrelation der ANOVA. Mit der Ausnahme, dass $\eta^2 = 0$ der beste Wert ist.
- ☐ B Das η^2 ist ein Wert für die Güte der ANOVA. Je kleiner desto besser. Ein η^2 von 0 bedeutet ein perfektes Modell mit keiner Abweichung. Die Varianz ist null.
- ☐ C Das η^2 beschreibt den Anteil der Varianz, der von den Behandlungsbedingungen nicht erklärt wird. Somit der Rest an nicht erklärbarer Varianz.
- ☐ D Das η^2 beschreibt den Anteil der Varianz, der von den Behandlungsbedingungen erklärt wird.
- ☐ E Das η^2 beschreibt den Anteil der globalen Varianz, der von den Umweltbedingungen erklärt wird.

9 Aufgabe

(2 Punkte)

Gegeben ist y mit 19, 13, 16, 15 und 13. Berechnen Sie den Mittelwert und Standardabweichung.

- A** ☐ Es berechnet sich 15.2 ± 6.2
- B** ☐ Es ergibt sich 14.2 ± 3.1
- C** ☐ Sie erhalten 15.2 ± 1.245
- D** ☐ Sie erhalten 15.2 ± 1.58
- E** ☐ Es berechnet sich 15.2 ± 2.49

10 Aufgabe

(2 Punkte)

Die Standardabweichung ist eine bedeutende deskriptive Statistik für die Analyse von Daten. Wie müssen Sie vorgehen um die Standardabweichung zu berechnen?

- A** ☐ Den Mittelwert berechnen, dann die absoluten Abstände zum Mittelwert aufsummieren. Die Fallzahl $(n - 1)$ entsprechend gewichten.
- B** ☐ Als erstes berechnen wir den Mittelwert. Dann bilden wir die Summe der quadratischen Abstände zu dem Mittelwert. Abschließend teilen wir durch die Fallzahl $(n - 1)$. Nicht zu vergessen, am Ende dann noch die Wurzel zu ziehen.
- C** ☐ Den Median berechnen, dann die quadratischen Abstände zum Median aufsummieren, dann die Wurzel ziehen. Am Ende durch die Fallzahl $(n - 1)$ teilen
- D** ☐ Als erstes berechnen wir den Mittelwert. Dann bilden wir die Summe der quadratischen Abstände zu dem Mittelwert. Abschließend subtrahieren wir die Fallzahl $(n - 1)$.
- E** ☐ Den Mittelwert berechnen, dann die quadratischen Abstände zum Mittelwert aufsummieren und durch die Fallzahl $(n - 1)$ teilen.

11 Aufgabe

(8 Punkte)

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

Wenn die Erwartung nicht wäre, ja dann wäre wohl vieles möglich für Nilufar! Aber so.. Deshalb gilt anschauen, was andere vor einem gemacht haben. Für Nilufar ist es eine Möglichkeit schneller ans Ziel zu gelangen. Deshalb hat sich Nilufar viele Poster in der Fakultät angeschaut und ist zum Schluß gekommen, dass Barplots eine häufig genutzte Abbildung sind. Nilufar soll nun in ihrer Abschlussarbeit Erdbeeren untersuchen. Die Behandlung in ihrer Abschlussarbeit sind verschiedene Substrattypen (*torf*, *40p60n* und *70p30n*). Erhoben wurden von Nilufar als Endpunkt (Y) *Ertrag* benannt als *yield* in ihrer Exceldatei. Erwartungsgemäß erhält sie von ihrer Betreuerin den Auftrag die erhobenen Daten als Barplots darzustellen. Dann kann Nilufar auch schonmal abschätzen, was bei einem statistischen Test rauskommen könnte. Na dann mal los. Nilufar schafft sich die nötige Stimmung. Nilufar nickt im Takt von Deichkind und bemerkt dabei gar nicht was das Huhn schon wieder anstellt.

treatment	yield
40p60n	32.2
40p60n	17.1
torf	37.1
70p30n	40.5
torf	37.7
70p30n	34.0
70p30n	42.1
40p60n	43.1
torf	42.6
40p60n	32.2
torf	45.7
torf	35.6
40p60n	18.0

Leider kennt sich Nilufar mit der Erstellung von Barplots nicht aus. Deshalb braucht sie bei der Visualisierung Ihre Hilfe!

1. Formulieren Sie die wissenschaftliche Fragestellung! **(1 Punkt)**
2. Zeichnen Sie in *einer* Abbildung die Barplots für die Behandlung von Erdbeeren! Beschriften Sie die Achsen entsprechend! **(4 Punkte)**
3. Beschriften Sie *einen* Barplot mit den gängigen statistischen Maßzahlen! **(2 Punkte)**
4. Wenn Nilufar keinen Effekt zwischen den Behandlungen von Erdbeeren erwarten würde, wie sehen dann die Barplots aus? Antworten Sie mit einer Skizze der Barplots! **(1 Punkt)**

12 Aufgabe

(10 Punkte)

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

Wenn es nach Jonas ginge, wäre er schon längst fertig mit seinem Projektbericht. Geht es aber nicht. Jonas schmeißt noch eine Handvoll Snickers in seinen Rachen. Im Hintergrund klirrt leise der Spiegel zum Sound von Iron Maiden. In seinem Projektbericht hatte er ein Freilandversuch im Oldenburger Land durchgeführt. Nach der Meinung seinem Betreuer sieht das jedoch etwas anders aus. Jetzt soll er doch noch eine explorative Datenanalyse für den Zusammenhang zwischen durchschnittlichen Anteil an Ton [%/l] und Chlorophyllgehalt (SPAD-502Plus) [SPAD] in Lauch durchführen. Wie nervig! Wenn die Erschöpfung nicht wäre, ja dann wäre wohl vieles möglich für Jonas! Aber so.. Da zwei kontinuierliche Variablen vorliegen, geht die explorative Datenanalyse leider nicht mit Boxplots oder Barplots. Dann was anderes. Irgendwie komisch, wenn er Mission Impossible anmacht, dann ist das Meerschweinchen eigentlich sofort vor dem Bildschirm und starrt hinein.

Durchschnittlichen Anteil an Ton [%/l]	Chlorophyllgehalt (SPAD-502Plus) [SPAD]
18.7	31.9
24.6	36.7
19.5	29.5
15.5	27.8
14.7	28.8
20.1	30.4
22.3	36.0
21.6	32.8
23.6	35.3
16.5	29.3

Leider kennt sich Jonas mit der Erstellung einer explorativen Datenanalyse für kontinuierliche Daten überhaupt nicht aus. Deshalb braucht er bei der Erstellung Ihre Hilfe!

1. Erstellen Sie eine Visualisierung für die Datentabelle. Beschriften Sie die Achsen entsprechend! **(4 Punkte)**
2. Schätzen Sie eine Gerade durch die Punkte! **(1 Punkt)**
3. Beschriften Sie die Gerade mit den gängigen statistischen Maßzahlen! Geben Sie die numerischen Zahlenwerte mit an! **(3 Punkte)**
4. Wenn *ein* Effekt von x auf y vorhanden wäre, wie würde die Gerade verlaufen und welche Werte würden die statistischen Maßzahlen annehmen? **(2 Punkt)**

13 Aufgabe

(9 Punkte)

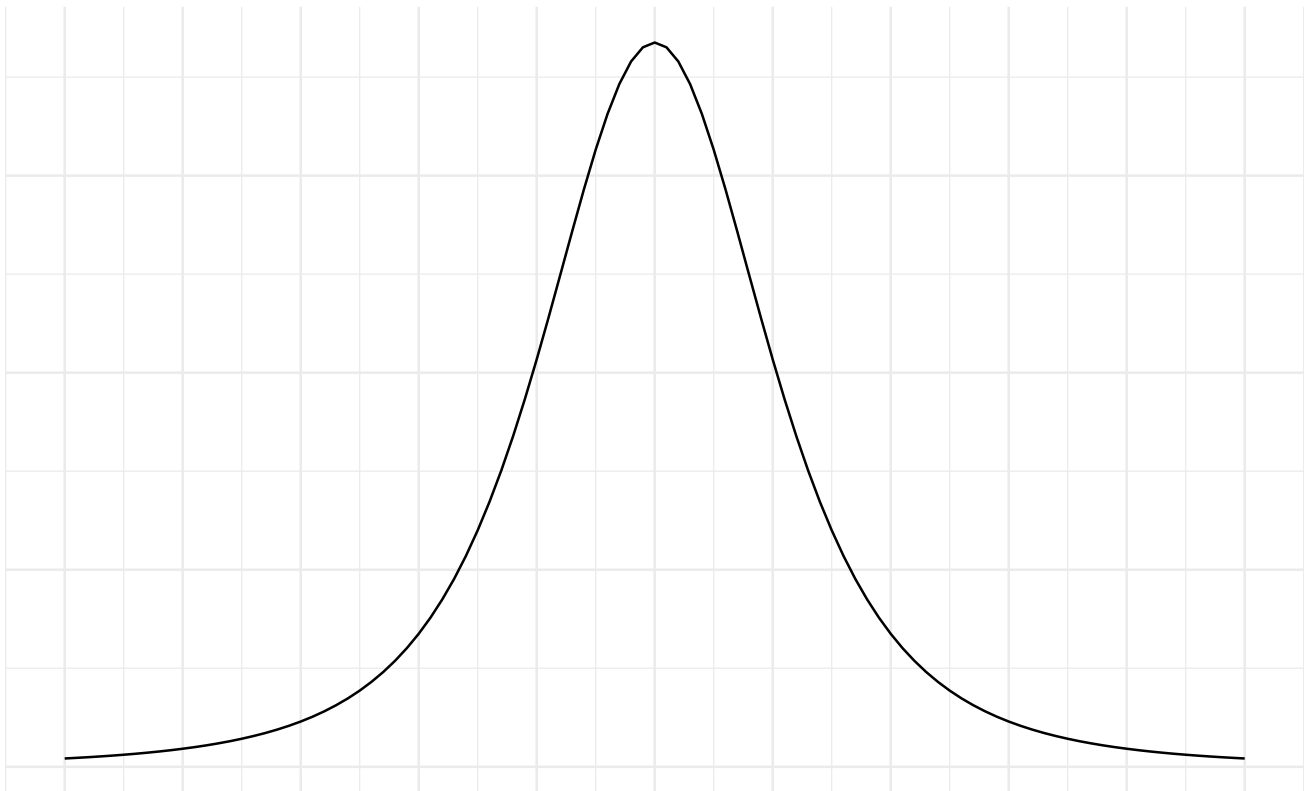
Geben Sie grundsätzlich Formeln und Rechenweg zur Lösung der Teilaufgaben mit an!

'Kannst du mir nochmal an einer Visualisierung erklären, wie der Zusammenhang zwischen der Teststatistik aus den Daten T_D und dem p-Wert ist? Ich habe hier zig Fachbegriffe, kriege die aber nicht zusammen...', fragt Jessica nachdrücklich Jonas. Das hilft aber nur bedingt, denn Jonas hat wenig geschlafen und träumt zu den Klängen von David Bowie. Jessica hatte den ganzen Abend mit Jonas über den Mangel diskutiert und nun sind beide voll neben der Spur. So wird es nichts mit der Klausur. Jessica mampft noch ein paar Schokobons und nickt ein. Jetzt brauchen die beiden gesondert Hilfe!

Leider kennen sich Jessica und Jonas mit der Visualisierung der Teststatistik T_D und dem p-Wert überhaupt nicht aus und brauchen daher Ihre Hilfe!

Beachten Sie, dass im Folgenden keine numerisch korrekte Darstellung verlangt wird! Es gilt Erkennbarkeit vor Genauigkeit!

1. Ergänzen Sie eine beschriftete x-Achse! **(1 Punkt)**
2. Ergänzen Sie „ $\bar{y}_1 = \bar{y}_2$ “! **(1 Punkt)**
3. Ergänzen Sie „95%“! **(1 Punkt)**
4. Zeichnen Sie $T_{\alpha=5\%}$ in die Abbildung! **(1 Punkt)**
5. Zeichnen Sie das Signifikanzniveau α in die Abbildung! Begründen Sie Ihre Antwort! **(2 Punkte)**
6. Zeichnen Sie $-T_D$ in die Abbildung! **(1 Punkt)**
7. Zeichnen Sie einen signifikanten p-Wert in die Abbildung! Begründen Sie Ihre Antwort! **(2 Punkte)**



14 Aufgabe

(9 Punkte)

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

Tina ist im Oldenburger Land für einen Pilotexperiment mit sehr geringer Fallzahl ($n_1 = n_2 = 3$) mit Spargel. Allein diese Tatsache ist für sie eine Erzählung wert. Wenn die Wut nicht wäre, ja dann wäre wohl vieles möglich für Tina! Aber so.. Für ihre Abschlussarbeit musste sie ein Freilandversuch mit Spargel durchführen und das sollte laut ihrem Betreuer an diesem Ort besonders gut gelingen, da man hier gut neue technische Anlagen und Behandlungen fernab der Bevölkerung testen könne. Zeugen gibt es hier jedenfalls keine. Gar keine. Alleine sein hilft jetzt aber nur bedingt, denn ihre Behandlung Substrattypen (*torf* und *70p30n*) und der Messwert Proteingehalt [g/kg] sollen mit einem t-Test ausgewertet werden. Immerhin weiß sie, dass ihr Messwert einer Normalverteilung folgt. Hm..., was entspannendes wäre gut. Um zu Boxen geht Tina dann später nochmal raus. Echte Entspannung.

Substrattypen	Proteingehalt
70p30n	18.8
70p30n	19.4
torf	24.0
torf	20.6
70p30n	15.5
torf	19.2

Leider kennt sich Tina mit der Berechnung eines Welch t-Tests überhaupt nicht aus. Deshalb braucht sie bei der Berechnung Ihre Hilfe!

1. Formulieren Sie die wissenschaftliche Fragestellung! **(1 Punkt)**
2. Bestimmen Sie die Teststatistik T_D eines Welch t-Tests! **(3 Punkte)**
3. Treffen Sie mit $T_{\alpha=5\%} = 2.04$ eine Aussage zur Nullhypothese! Begründen Sie Ihre Antwort! **(2 Punkte)**
4. Berechnen Sie den Effekt des Welch t-Tests! **(1 Punkt)**
5. Formulieren Sie eine Antwort an Tina über das Ergebnis Ihrer statistischen Analyse! **(2 Punkte)**

15 Aufgabe

(9 Punkte)

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

'Wir waren im Teuteburgerwald um Hühnern in einem Stallexperiment zu messen.', Yuki legt das Dokument auf den Tisch und schaut Jessica und Jonas fragend an. Beide schauen fragend zurück. Gäbe es die Erschöpfung nicht, dann wäre es für Jonas irgendwie einfacher hier zu helfen. Echt unangenehm. Die beiden sind zu Yuki gekommen, da sie sich nicht mit R auskennen und daher Hilfe bei der Interpretation des t-Tests brauchen. Im Hintergrund wummert London Grammar und leere Reese's Peanut Butter Cups Packungen stapeln sich auf dem Boden. 'Kein Problem', sagt Yuki und streichelt langsam das Minischwein. 'Aber worum es in dem Versuch geht, lässt sich nur aus dem Text in seiner Hand erahnen.' merkt sie an. Vielleicht hilft da ja die Ausgabe des t-Tests in R weiter. Draußen geht blutrot die Sonne unter.

```
##  
## Two Sample t-test  
##  
## data: Schlachtgewicht by Flüssignahrung  
## t = 2.9483, df = 19, p-value = 0.008253  
## alternative hypothesis: true is not equal to [condensed]  
## 95 percent confidence interval:  
## 3.64716 21.49829  
## sample estimates:  
## mean in group ctrl mean in group fl0w  
## 36.17273 23.60000
```

Helfen Sie Yuki bei der Interpretation des t-Tests! Sonst geht es auch für Jessica und Jonas nicht weiter.

1. Formulieren Sie die wissenschaftliche Fragestellung! **(1 Punkt)**
2. Formulieren Sie das statistische Hypothesenpaar! **(1 Punkt)**
3. Liegt ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen vor? Begründen Sie Ihre Antwort! **(2 Punkte)**
4. Berechnen Sie den Effekt des t-Tests! **(1 Punkt)**
5. Skizzieren Sie die sich ergebenden Barplots! **(2 Punkte)**
6. Skizzieren Sie die sich ergebenden Boxplot! Welche Annahmen an die Daten haben Sie getroffen? Begründen Sie Ihre Antwort! **(2 Punkte)**

16 Aufgabe

(11 Punkte)

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

'Als erstes visualisieren wir unsere Daten und dann können wir schon abschätzen, ob unser Gruppenvergleich in der ANOVA signifikant werden würde?', Jonas schaut Yuki fragend an und hofft auf eine positive Regung im Gesicht. Wird aber enttäuscht. Die beiden hatten sich auf einem Konzert von London Grammar kennengelernt. Yuki tut sich auch sehr schwer mit der einfaktoriellen ANOVA. Beide waren im Teuteburgerwald um ein Feldexperiment mit Brokkoli durchzuführen. Dabei ging es herauszufinden, ob es einen Zusammenhang zwischen der Behandlung Düngestufen (*ctrl*, *low* und *high*) und dem Messwert Chlorophyllgehalt (SPAD-502Plus) [SPAD] gibt. Später wird noch Matrix geguckt. Yuki befürwortet das!

Düngestufen	Chlorophyllgehalt
low	41
high	35
ctrl	45
ctrl	45
high	37
low	40
low	40
low	40
ctrl	45
ctrl	45
ctrl	46
high	36
high	36
ctrl	46
high	34
high	36
ctrl	45
low	39
low	40
low	40


Leider kennen sich Jonas und Yuki mit Darstellung einer einfaktoriellen ANOVA überhaupt nicht aus.

1. Erstellen Sie eine Visualisierung der Datentabelle! Beschriften Sie die Abbildung! **(2 Punkte)**
2. Benennen Sie die Visualisierung mit dem korrekten, statistischen Fachbegriff! **(1 Punkt)**
3. Zeichnen Sie folgende statistischen Maßzahlen passend ein!
 - Den globalen Mittelwert β_0 **(1 Punkt)**
 - Die Mittelwerte der einzelnen Behandlungsstufen **(1 Punkt)**
 - Die Mittelwertsdifferenz der einzelnen Behandlungsstufen mit β_{ctrl} , β_{low} und β_{high} **(1 Punkt)**
 - Die Residuen oder Fehler mit ϵ **(1 Punkt)**
4. Liegt ein *vermutlicher* signifikanter Unterschied vor? Begründen Sie Ihre Antwort! **(2 Punkte)**
5. Schätzen Sie die Effekte der Behandlungsstufen! **(2 Punkte)**

17 Aufgabe

(10 Punkte)

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

'Uff... die einfaktorielle ANOVA und . Nicht so einfach... Was sagt mir jetzt die Ausgabe der ANOVA und wo sehe ich, ob da was signifikant ist?', denkt Steffen und hebt die Augenbraue. Steffen hatte sich ein Freilandversuch mit Erbsen angeschaut. Als wäre das nicht alles schon schwer genug. Steffen und die Romantik, eine unendliche Geschichte mit kniffligen Wendungen. Dabei ging es beim Experiment herauszufinden, ob es einen Zusammenhang zwischen der Behandlung Lichtstufen (*none*, *200lm*, *400lm* und *600lm*) und dem Messwert Frischegewicht [kg/ha] gibt. Nun möchte seine Betreuerin seiner Hausarbeit erstmal eine ANOVA sehen und die Ergebnisse präsentiert bekommen. Und eigentlich will er ja was anderes... Hm, lecker Oreos und dazu dann im Hintergrund Harry Potter laufen lassen.

```
## Analysis of Variance Table
##
## Response: Frischegewicht
##           Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
## Lichtstufen  3  25.06   8.352   0.7132 0.5524
## Residuals   28 327.91  11.711
```

Leider kennen sich Steffen mit Berechnung einer einfaktoriellen ANOVA überhaupt nicht aus. Deshalb braucht er bei der Erstellung Ihre Hilfe!

1. Formulieren Sie die wissenschaftliche Fragestellung! **(1 Punkt)**
2. Formulieren Sie das statistische Hypothesenpaar! **(2 Punkte)**
3. Interpretieren Sie das Ergebnis der einfaktoriellen ANOVA! **(2 Punkte)**
4. Berechnen Sie den Effektschätzer η^2 . Was sagt Ihnen der Wert von η^2 aus? **(2 Punkte)**
5. Skizzieren Sie eine Abbildung, der dem obigen Ergebnis der einfaktoriellen ANOVA näherungsweise entspricht! **(3 Punkte)**