trainingslageR

Ein Übungsbuch für R-Einsteiger:innen und Fortgeschrittene

Prof. Dr. Jörg große Schlarmann

CC BY NC SA

Version vom 16.10.2024

Lizenz

Willkommen im trainingslageR!

In diesem Buch sind zahlreiche Übungen zur freien Statistiksoftware `R` enthalten, die vor allem für Studierende im Gesundheitswesen von Nutzen sein könnten.

Dieses Script ist unter der `Creative Commons BY-NC-SA 4.0`[1] lizensiert.

Sie dürfen:

- **Teilen** — das Material in jedwedem Format oder Medium vervielfältigen und weiterverbreiten.
- **Bearbeiten** — das Material remixen, verändern und darauf aufbauen.

Unter folgenden Bedingungen:

- **Namensnennung** — Sie müssen angemessene Urheber- und Rechteangaben machen , einen Link zur Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Diese Angaben dürfen in jeder angemessenen Art und Weise gemacht werden, allerdings nicht so, dass der Eindruck entsteht, der Lizenzgeber unterstütze gerade Sie oder Ihre Nutzung besonders.
- **Nicht kommerziell** — Sie dürfen das Material nicht für kommerzielle Zwecke nutzen.
- **Weitergabe unter gleichen Bedingungen** — Wenn Sie das Material remixen, verändern oder anderweitig direkt darauf aufbauen, dürfen Sie Ihre Beiträge nur unter derselben Lizenz wie das Original verbreiten.

Keine weiteren Einschränkungen — Sie dürfen keine zusätzlichen Klauseln oder technische Verfahren einsetzen, die anderen rechtlich irgendetwas untersagen, was die Lizenz erlaubt.

Zitationsvorschlag

große Schlarmann, J (2025): "trainingslageR. Ein Übungsbuch für R-Einsteiger*innen und Fortgeschrittene", Hochschule Niederrhein, https://www.produnis.de/trainingslager

```
@book{grSchl_exeRueb,
    author = {{große Schlarmann}, Jörg},
    title = {{trainingslageR}. Ein Übungsbuch für R-Einsteiger*innen und Fortgeschrittene},
    year = {2025},
    publisher = {Hochschule Niederrhein},
    address = {Krefeld},
    copyright = {CC BY-NC-SA 4.0},
    url = {https://www.produnis.de/trainingslager},
    language = {de},
}
```

[1] siehe https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Inhaltsverzeichnis

Lizenz i

Inhaltsverzeichnis ii

Einleitung 1

I. Aufgaben 2

1. Aufgaben für Einsteiger:innen 3
1.1. Objekte in R . . . 3
1.1.1. Aufgabe 1.1.1 Taschenrechner . . . 3
1.1.2. Aufgabe 1.1.2 Vektoren . . . 3
1.1.3. Aufgabe 1.1.3 Zufallsvektoren . . . 4
1.1.4. Aufgabe 1.1.4 Krankenhausaufenthalte . . . 4
1.1.5. Aufgabe 1.1.5 Größe und Gewicht . . . 5
1.1.6. Aufgabe 1.1.6 ordinale Faktoren . . . 5
1.1.7. Aufgabe 1.1.7 kleines Datenframe . . . 6
1.1.8. Aufgabe 1.1.8 Studiengänge . . . 6
1.1.9. Aufgabe 1.1.9 Hogwarts-Kurse . . . 7
1.1.10. Aufgabe 1.1.10 Datentabelle . . . 8
1.1.11. Aufgabe 1.1.11 Zusatzpaket . . . 9
1.1.12. Aufgabe 1.1.12 Daten laden . . . 9
1.2. Deskriptive Statistik . . . 10
1.2.1. Aufgabe 1.2.1 Median Mittelwert . . . 10
1.2.2. Aufgabe 1.2.2 Punktwolke und Balkendiagramm . . . 10
1.2.3. Aufgabe 1.2.3 Taylor Swift . . . 10
1.2.4. Aufgabe 1.2.4 Serumcholesterin . . . 11
1.2.5. Aufgabe 1.2.5 Gewichtsreduktion . . . 12
1.2.6. Aufgabe 1.2.6 Anscombe-Quartett . . . 13
1.2.7. Aufgabe 1.2.7 Kinder und Wohnräume . . . 13
1.2.8. Aufgabe 1.2.8 Kinder und Geschwister . . . 14
1.2.9. Aufgabe 1.2.9 Tribble Tibble . . . 14
1.2.10. Aufgabe 1.2.10 Abschlussnoten . . . 15
1.2.11. Aufgabe 1.2.11 Modulnoten . . . 15
1.2.12. Aufgabe 1.2.12 Statistikklausur . . . 16
1.2.13. Aufgabe 1.2.13 Klausurergebnisse . . . 16
1.2.14. Aufgabe 1.2.14 Ampullen aufziehen . . . 17
1.2.15. Aufgabe 1.2.15 Partys und Prüfungen . . . 18

2. Aufgaben für geübte Anwender:innen 19
2.1. Objekte in R . . . 19
2.1.1. Aufgabe 2.1.1 Hogwarts-Kurse . . . 19
2.1.2. Aufgabe 2.1.2 Aufnahme und Entlassung . . . 20
2.1.3. Aufgabe 2.1.3 SPSS Datensatz . . . 20

2.2. Datensätze auswerten . . . 21
2.2.1. Aufgabe 2.2.1 Aufnahme und Entlassung . . . 21
2.2.2. Aufgabe 2.2.2 Lungenkapazität . . . 22
2.2.3. Aufgabe 2.2.3 Brustkrebs . . . 23
2.2.4. Aufgabe 2.2.4 `data.table` Rolling Stone . . . 24

3. Aufgaben für fortgeschrittene User:innen 25
3.1. Objekte in R . . . 25
3.1.1. Aufgabe 3.1.1 Hogwarts-Kurse . . . 25
3.2. Datensätze auswerten . . . 25
3.2.1. Aufgabe 3.2.1 Kurse . . . 25

II. Lösungswege 26

4. Lösungswege zu den Aufgaben für Einsteiger:innen 27
4.1. Lösungen zu Objekten in R . . . 27
4.1.1. Lösung zur Aufgabe 1.1.1 Taschenrechner . . . 27
4.1.2. Lösung zur Aufgabe 1.1.2 Vektoren . . . 27
4.1.3. Lösung zur Aufgabe 1.1.3 Zufallsvektoren . . . 28
4.1.4. Lösung zur Aufgabe 1.1.4 Krankenhausaufenthalte . . . 29
4.1.5. Lösung zur Aufgabe 1.1.5 Größe und Gewicht . . . 31
4.1.6. Lösung zur Aufgabe 1.1.6 ordinale Faktoren . . . 33
4.1.7. Lösung zur Aufgabe 1.1.7 kleines Datenframe . . . 35
4.1.8. Lösung zur Aufgabe 1.1.8 Studiengänge . . . 37
4.1.9. Lösung zur Aufgabe 1.1.9 Hogwarts-Kurse . . . 38
4.1.10. Lösung zur Aufgabe 1.1.10 Datentabelle . . . 42
4.1.11. Lösung zur Aufgabe 1.1.11 Zusatzpaket . . . 45
4.1.12. Lösung zur Aufgabe 1.1.12 Daten laden . . . 47
4.2. Lösungen zur deskriptiven Statistik . . . 49
4.2.1. Lösung zur Aufgabe 1.2.1 Median Mittelwert . . . 49
4.2.2. Lösung zur Aufgabe 1.2.2 Punktwolke und Balkendiagramm . . . 49
4.2.3. Lösung zur Aufgabe 1.2.3 Taylor Swift . . . 51
4.2.4. Lösung zur Aufgabe 1.2.4 Serumcholesterin . . . 57
4.2.5. Lösung zur Aufgabe 1.2.5 Gewichtsreduktion . . . 62
4.2.6. Lösung zur Aufgabe 1.2.6 Anscombe-Quartett . . . 71
4.2.7. Lösung zur Aufgabe 1.2.7 Kinder und Wohnräume . . . 76
4.2.8. Lösung zur Aufgabe 1.2.8 Kinder und Geschwister . . . 78
4.2.9. Lösung zur Aufgabe 1.2.9 Tribble Tibble . . . 81
4.2.10. Lösung zur Aufgabe 1.2.10 Abschlussnoten . . . 83
4.2.11. Lösung zur Aufgabe 1.2.11 Modulnoten . . . 85
4.2.12. Lösung zur Aufgabe 1.2.12 Statistikklausur . . . 87
4.2.13. Lösung zur Aufgabe 1.2.13 Klausurergebnisse . . . 88
4.2.14. Lösung zur Aufgabe 1.2.14 Ampullen aufziehen . . . 90
4.2.15. Lösung zur Aufgabe 1.2.15 Partys und Prüfungen . . . 91

5. Lösungswege zu den Aufgaben für geübte Anwender:innen 96
5.1. Lösungen zu Objekten in R . . . 96
5.1.1. Lösung zur Aufgabe 2.1.1 Hogwarts-Kurse . . . 96
5.1.2. Lösung zur Aufgabe 2.1.2 Aufnahme und Entlassung . . . 100
5.1.3. Lösung zur Aufgabe 2.1.3 SPSS Datensatz . . . 103
5.2. Lösungen zu den Datensatzauswertungen . . . 105
5.2.1. Lösung zur Aufgabe 2.2.1 Aufnahme und Entlassung . . . 105

5.2.2. Lösung zur Aufgabe 2.2.2 Lungenkapazität 124
5.2.3. Lösung zur Aufgabe 2.2.3 Brustkrebs 130
5.2.4. Lösung zur Aufgabe 2.2.4 `data.table` Rolling Stone 136

6. Lösungswege der Aufgaben für fortgeschrittene User:innen 138
6.1. Lösungen zu Objekten in R 138
6.1.1. Lösung zur Aufgabe 3.1.1 Hogwarts-Kurse 138
6.2. Lösungen zu den Datensatzauswertungen 139
6.2.1. Lösung zur Aufgabe 3.2.1 Hogwarts-Kurse 139

Literaturverzeichnis 140

Credits 141

Einleitung

> "You shouldn't feel ashamed about your code - if it solves the problem, it's perfect just the way it is. But also, it could always be better." — **Hadley Wickham** at `rstudio::conf2019`

Willkommen im trainingslageR!

In diesem Buch sind zahlreiche Übungen zur freien Statistiksoftware `R` enthalten, die vor allem für Studierende im Gesundheitswesen von Nutzen sein könnten. Für Ihre Lösungswege kann das freie Nachschlagewerk von große Schlarmann (2025b) hilfreich sein.

Lassen Sie sich nicht entmutigen, `R` hat eine steile Lernkurve, und nur durch Übung kommen Sie weiter. Diese Sammlung möchte Sie auf Ihrem Weg begleiten und Sie befähigen, *typische* Aufgaben in `R` sicher zu meistern.

Falls Sie nach diesen Übungen immer noch nicht genug haben, finden Sie weitere Aufgabenstellungen bei große Schlarmann (2024).

Der Quelltext dieses Buchs ist bei GitHub verfügbar, siehe https://github.com/produnis/trainingslageR.

- Eine aktuelle epub-Version finden Sie unter:
  https://www.produnis.de/trainingslager/trainingslageR.epub
- Eine aktuelle PDF-Version finden Sie unter:
  https://www.produnis.de/trainingslager/trainingslageR.pdf
- Kritik und Diskussion sind per Mastodon möglich:
  https://mastodon.social/@rbuch

Teil I.

Aufgaben

1. Aufgaben für Einsteiger:innen

Schön, dass Sie Ihre R-Fähigkeiten überprüfen möchten. Bleiben Sie am Ball, Sie schaffen das!

1.1. Objekte in R

In diesem Abschnitt üben Sie den Umgang mit R-Objekten wie Vektoren, Faktoren und Datenframes.

1.1.1. Aufgabe 1.1.1 Taschenrechner

Nutzen Sie R als Taschenrechner und lösen Sie folgende Aufgaben:

a) $(15,4 + 0,2) \cdot (7 - 10,2) : 9$

b) $\frac{5}{10} + \frac{11}{7} - \frac{8}{3}$

c) $(13 + 2)^3 \cdot (17 - 8)^2 : 9$

d) $\sqrt{\frac{(1+3)\cdot 25}{(5\cdot 5-15)^2}}$

Lösung siehe Abschnitt 4.1.1

1.1.2. Aufgabe 1.1.2 Vektoren

a) Erzeugen Sie mit möglichst wenig Aufwand einen Datenvektor aus den Zahlen 1 bis 100.

b) Erzeugen Sie einen Datenvektor, der aus den Wörtern “Apfel”, “Birne” und “Postauto” besteht.

c) Erzeugen Sie einen weiteren Datenvektor, in welchem die Wörter “Apfel”, “Birne” und “Postauto” 30 mal wiederholt werden.

Caution

Schauen Sie sich die Hilfeseite zur Funktion `rep()` an, um Aufgabe c) besser lösen zu können

```
?rep()
# oder
help(rep)
```

Lösung siehe Abschnitt 4.1.2

1.1.3. Aufgabe 1.1.3 Zufallsvektoren

a) Erzeugen Sie einen Datenvektor aus 200 zufälligen Zahlen zwischen 1 und 500, ohne dass eine Zahl doppelt vorkommt (sog. "ohne zurücklegen").

b) Erzeugen Sie einen weiteren Datenvektor mit ebenfalls 200 zufälligen Zahlen zwischen 1 und 500, wobei Zahlen nun doppelt vorkommen dürfen (sog. "mit zurücklegen").

Caution

Schauen Sie sich die Hilfeseite zur Funktion `sample()` an, um die Aufgaben leichter lösen zu können.

```
?sample
# oder
help(sample)
```

Lösung siehe Abschnitt 4.1.3

1.1.4. Aufgabe 1.1.4 Krankenhausaufenthalte

Hundert zufällig ausgewählte Personen wurden befragt, wie oft sie im letzten Jahr im Krankenhaus stationär behandelt wurden. Die Antworten wurden wie folgt notiert:

```
1,0,0,3,1,5,1,2,2,0,1,0,5,2,1,0,1,0,0,4,0,1,1,3,0,
1,1,1,3,1,0,1,4,2,0,3,1,1,7,2,0,2,1,3,0,0,0,0,6,1,
1,2,1,0,1,0,3,0,1,3,0,5,2,1,0,2,4,0,1,1,3,0,1,2,1,
1,1,1,2,2,0,3,0,1,0,1,0,0,0,5,0,4,1,2,2,7,1,3,1,5
```

a) Überführen Sie die Daten in ein R-Objekt mit dem Namen `KHAufenthalte`.
b) Entfernen Sie den ersten und den dritten Eintrag aus Ihrem R-Objekt.
c) Fügen Sie die Werte 7 und 2 dem Objekt hinzu.
d) Benennen Sie das Objekt in `hospital.stays` um.
e) Unterteilen Sie die Kranenhausaufenthalte mit der `cut()`-Funktion in die Klassen

- `0`,
- `1-2` und
- `mehr als 2` Aufenthalte.

Lösung siehe Abschnitt 4.1.4

1.1.5. Aufgabe 1.1.5 Größe und Gewicht

Von 10 Personen wurden folgende Körpergrößen in Meter gemessen:

```
1,68   1,87   1,95   1,74   1,80
1,75   1,59   1,77   1,82   1,74
```

… sowie folgende Gewichte in Gramm:

```
78500  110100  97500   69200   82500
71500   81500  87200   75500   65500
```

a) Überführen Sie die Daten in R-Objekte mit den Namen `Groesse` und `Gewicht`.
b) Rechnen Sie das Gewicht um in Kilogramm, und speichern Sie Ihr Ergebnis in der Variable `Kilogramm`.
c) Berechnen Sie den BMI (kg/m^2) der Probanden und speichern Ihr Ergebnis in das Objekt `BMI` (Dabei könnten Ihnen die zuvor erstellten Variablen von Nutzen sein!).
d) Fügen Sie die Objekte `Groesse`, `Gewicht` (aber in Kilogramm) und `BMI` zu einem Datenframe zusammen.
e) Lassen Sie die Daten von Proband 4, 7 und 9 ausgeben.
f) Lassen Sie die Daten der Probanden ausgeben, deren Gewicht größer ist als 80kg.

Lösung siehe Abschnitt 4.1.5

1.1.6. Aufgabe 1.1.6 ordinale Faktoren

a) Erstellen Sie die ordinale Variable `Monate`, in welcher die 12 ausgeschriebenen Monatsnamen in korrekter Levelreihenfolge enthalten sind.

b) Erstellen Sie die ordinale Variable `Schulnoten`, in welcher die 6 ausgeschriebenen Schulnoten in korrekter Levelreihenfolge enthalten sind.

c) Erzeugen Sie einen ordinalen Factor `woche`, welcher die Wochentagen von Montag bis Sonntag mit korrekter Levelreihenfolge enthält.

d) Ändern Sie die Levelnamen so um, dass nun die Wochentage in englischer Sprache (Monday to Sunday) enthalten sind.

e) Erzeugen Sie aus den folgenden Daten einen ordinalen Faktor mit korrekter Levelreihenfolge.

vielleicht, glaube nicht, nein, glaube nicht, ja, glaube schon, vielleicht, nein, glaube nicht, ja, ja, glaube schon, ja, ja, nein, glaube nicht, glaube schon, vielleicht, vielleicht, glaube nicht, vielleicht, glaube nicht, nein, glaube nicht, ja, glaube schon, vielleicht, nein, glaube nicht, ja, ja, glaube schon, ja, ja, nein, glaube nicht, glaube schon, vielleicht, vielleicht, glaube nicht

f) Ändern Sie die Levelnamen in `-2`, `-1`, `0`, `1`, `2`.

Lösung siehe Abschnitt 4.1.6

1.1.7. Aufgabe 1.1.7 kleines Datenframe

a) Erstellen Sie ein Dataframe mit den Spalten "`Name`", "`Alter`" und "`Geschlecht`" und fügen Sie drei Beispielzeilen mit Daten hinzu.

b) Fügen Sie eine neue Spalte "`Hobbys`" hinzu und füllen Sie diese mit drei Beispielwerten.

c) Ändern Sie den Namen der zweiten Person auf "Kunigunde".

Lösung siehe Abschnitt 4.1.7

1.1.8. Aufgabe 1.1.8 Studiengänge

An den Fachbereichen 06 und 10 der HSNR wurden 2022 folgende Studiengänge angeboten:

Fachbereich 06

- BA Soziale Arbeit
- BA Kulturpädagogik
- BA Kindheitspädagogik

und

- MA Soziale Arbeit
- MA Kulturpädagogik & Kulturmanagement
- MA Sozialmanagement

Fachbereich 10

- BA Health Care Management
- BA Medizinische Informatik
- BA Angewandte Therapiewissenschaften
- BA Pflege
- BA Angewandte Hebammenwissenschaft

und

- MA Health Care

a) Erstellen Sie das Datenframe `Studiengaenge` mit den Variablen "`Fachbereich`", "`Studiengang`" und "`Niveau`" (Bachelor/Master), und überführen Sie die oben stehenden Daten in das Datenframe. Achten Sie dabei darauf, dass alle Daten das korrekte Skalenniveau aufweisen.

Lösung siehe Abschnitt 4.1.8

1.1.9. Aufgabe 1.1.9 Hogwarts-Kurse

In Hogwarts wurden jeweils die vier beliebtesten Kurse der Schüler pro Haus ermittelt.

Haus	Kurs
Gryffindor	Verteidigung gegen die dunklen Künste
Gryffindor	Zauberkunst
Gryffindor	Verwandlung
Gryffindor	Besenflugunterricht
Hufflepuff	Kräuterkunde
Hufflepuff	Pflege magischer Geschöpfe
Hufflepuff	Geschichte der Zauberei
Hufflepuff	Alte Runen
Ravenclaw	Arithmantik
Ravenclaw	Astronomie
Ravenclaw	Verwandlung
Ravenclaw	Verteidigung gegen die dunklen Künste
Slytherin	Zaubertränke
Slytherin	Zauberkunst
Slytherin	Dunkle Künste
Slytherin	Legilimentik

a) Erstellen Sie das Datenframe `Kurse`, in welchem die Daten aus den Tabellenspalten `Haus` und `Kurs` enthalten sind.
b) Wieviele Kurse haben es in die Auswahlliste geschafft?
c) Erstellen Sie per `subset()` für jedes Haus ein eigenes Datenframe
d) Wandeln Sie in jedem Haus-Datenframe die Variablen in Faktoren um.
e) Fügen Sie die Haus-Datenframes zu einem einzigen Datenframe `Hogwarts` zusammen, in der Reihenfolge Ravenclaw, Gryffindor, Syltherin und Hufflepuff. Ändern Sie anschließend den Kurs "*Geschichte der Zauberei*" in "*Geisterkunde*" um.
f) Sortieren Sie den Datensatz, so dass die Kurse in alphabetischer Reihenfolge angezeigt werden.
g) Speichern Sie den so sortierten Datensatz in das Objekt `sorted`, und reparieren Sie die Zeilennummerierung von `sorted`.

Lösung siehe Abschnitt 4.1.9

1.1.10. Aufgabe 1.1.10 Datentabelle

Von 6 Probanden wurde der Cholesterolspiegel in mg/dl gemessen.

Name	Geschlecht	Gewicht	Größe	Cholesterol
Anna Tomie	W	85	179	182
Bud Zillus	M	115	173	232
Dieter Mietenplage	M	79	181	191
Hella Scheinwerfer	W	60	170	200
Inge Danken	W	57	158	148
Jason Zufall	M	96	174	249

a) Übertragen Sie die Daten in das Datenframe `chol`.
b) Erstellen Sie eine neue Variable `Alter`, die zwischen `Name` und `Geschlecht` liegt und folgende Daten beinhaltet:

Name	Alter
Anna Tomie	18
Bud Zillus	32
Dieter Mietenplage	24
Hella Scheinwerfer	35
Inge Danken	46
Jason Zufall	68

c) Fügen Sie einen weiteren Fall mit folgenden Daten dem Datenframe hinzu

Name	Alter	Geschlecht	Gewicht	Größe	Cholesterol
Mitch Mackes	44	M	92	178	220

d) Erzeugen Sie eine neue Variable `BMI` (BMI $= \frac{kg}{m^2}$).
e) Fügen Sie die Variable `Adipositas` hinzu, in welcher Sie die `BMI`-Werte wie folgt klassieren:

- weniger als 18,5 $\rightarrow$ Untergewicht
- zwischen 18,5 und 24.5 $\rightarrow$ Normalgewicht
- zwischen 24,5 und 30 $\rightarrow$ Übergewicht
- größer als 30 $\rightarrow$ Adipositas

f) Filtern Sie Ihren Datensatz, so dass Sie einen neuen Datensatz `male` erhalten, welcher nur die Daten der Männer beinhaltet.

Lösung siehe Abschnitt 4.1.10

1.1.11. Aufgabe 1.1.11 Zusatzpaket

Das Zusatzpaket `jgsbook` enthält Funktionen und Datensätze aus dem freien Buch von große Schlarmann (2025b).

a) Installieren Sie das Zusatzpaket `jgsbook` mit allen Abhängigkeiten.
b) Welche Datensätze sind in dem Paket enthalten?
c) Speichern Sie den Datensatz `pf8` aus dem `jgsbook` in das Objekt `df`. Welche Variablen sind im Datensatz enthalten?
d) Rufen Sie Dokumentation für das `jgsbook`-Paket auf.
e) Wenden Sie die Funktion `freqTable()` aus dem Paket `jgsbook` auf die Variable `df$Kinder` an, **ohne** das Paket vorher per `library()` zu aktivieren.

Lösung siehe Abschnitt 4.1.11

1.1.12. Aufgabe 1.1.12 Daten laden

Laden Sie die folgenden Datensätz jeweils in ein R-Objekt und passen Sie die Datenklassen der Variablen entsprechend des Skalenniveaus an.

a) https://www.produnis.de/trainingslager/data/Datentabelle.txt
b) https://www.produnis.de/trainingslager/data/anwesenheitnoten.csv
c) https://www.produnis.de/trainingslager/data/Testdatumdaten.xlsx

Lösung siehe Abschnitt 4.1.12

1.2. Deskriptive Statistik

In diesem Abschnitt üben Sie typische Funktionen und Arbeitsfolgen zur deskriptiven Auswertung der Daten.

1.2.1. Aufgabe 1.2.1 Median Mittelwert

a) erzeugen Sie einen Datenvektor mit Werten von 1 bis 10
b) berechnen Sie den Median und das arithmetische Mittel
c) fügen Sie den Wert 45881 dem Datenvektor hinzu
d) berechnen Sie erneut den Median und das arithmetische Mittel. Was fällt Ihnen auf?

Lösung siehe Abschnitt 4.2.1

1.2.2. Aufgabe 1.2.2 Punktwolke und Balkendiagramm

Gegeben sind folgende Werte

x:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y:	4	7	8	11	12	9	9	6	4	2

a) Überführen Sie die Daten in ein Datenframe.
b) Stellen Sie die Werte als Punktwolke dar.
c) Stellen Sie die Werte als Balkendiagramm (**nicht** Säulendiagramm) dar.

Lösung siehe Abschnitt 4.2.2

1.2.3. Aufgabe 1.2.3 Taylor Swift

Im Datensatz `taylor_swift_spotify2024.csv`[1] sind Daten von Taylor Swift bei Spotify enthalten (Stand 2024).

a) Laden Sie den Datensatz `taylor_swift_spotify2024.csv` in Ihre R-Session. Nennen Sie Ihr Datenframe dabei `ts`.
b) Verschaffen Sie sich mittels `str()` und `summary()` einen Überblick über die enthaltenen Daten.
c) Wenn nötig, korrigiern Sie das Skalenniveau (nominal, ordinal, metrisch) der Variablen innerhalb des Datensatzes.
d) Wie lang dauern die Songs im Durchschnitt? Bei welcher Songlänge liegt der Median? Bitte geben Sie die Ergebnisse in Sekunden (nicht Millisekunden) an.
e) Erstellen Sie ein ausreichend beschriftetes Histogramm der Songlängen in Sekunden.
f) Welcher Song ist laut Datensatz der populärste, welcher der längste, und welcher der langsamste?
g) Welches Album hat die meisten Songs, und welches hat die wenigsten Songs?
h) Plotten Sie die Anzahl der Tracks pro Album als Punkt-Liniendiagramm, wobei das Datum auf der X-Achse, und die Trackanzahl auf der Y-Achse dargestellt werden.

Lösung siehe Abschnitt 4.2.3

1.2.4. Aufgabe 1.2.4 Serumcholesterin

Ein Internist misst bei 20 seiner Patienten folgende Serumcholesterinspiegel in mmol/l

```
4,5  4,9  7,3  5,2  5,8  6,2  5,0  5,6  6,4  7,6
5,4  4,4  6,6  5,3  5,7  4,7  8,2  6,7  4,8  5,9
```

a) Überführen Sie die Daten in ein Datenframe mit der Variable `chol`.

b) Klassieren Sie die Serumcholesterinwerte nach folgendem Schema:

- 4,0 bis 4,9;
- 5,0 bis 5,9;
- …..mmol/l

c) Erstellen Sie eine ausreichend beschriftete Häufigkeitstabelle mit nicht kumulierten und kumulierten absoluten und relativen Häufigkeiten für die Häufigkeiten in den zuvor erstellten Serumcholesterinklassen.

d) Bestimmen Sie bitte folgende Kenngrößen:

- Median arithmetisches Mittel Spannweite
- Varianz und Standardabweichung
- Minimum 10. Perzentil 1. Quartil 3. Quartil 90. Perzentil Maximum
- Interquartilsabstand

e) In `R` gibt es keine generische Funktion zur Berechnung der *Summe der quadrierten Abnweichungen* $\sum(x_i - \bar{x})^2$

Bitte berechnen Sie diesen Wert dennoch.

f) Erstellen Sie einen Boxplot der Werte.

g) Stellen Sie die in a) aufgelisteten absoluten nicht kumulierten Häufigkeiten als Histogramm dar.

h) Welche Form hat die Verteilung?

Lösung siehe Abschnitt 4.2.4

[1] siehe https://www.produnis.de/trainingslager/data/taylor_swift_spotify2024.csv

1.2.5. Aufgabe 1.2.5 Gewichtsreduktion

Zu einer Gruppe von 20 Teilnehmern an einem Kurs zur Gewichtsreduktion liegen Ihnen die Angaben zu Alter [Jahren] und Geschlecht [1: männlich; 2: weiblich] vor.

```
Alter:        4  7  8  9  11 12 13 14 15 16 16 20 20 22 25 26 26 28 29 34
Geschlecht:   1  2  2  2   1 1   2  2  2  1  1  2  2  2  1  0  2  1  2  0
```

a) Übertragen Sie die Daten in ein R-Datenframe.
b) Geben Sie der Variable "`Geschlecht`" die Werte

```
'männlich' (statt 1)
'weiblich' (statt 2)
'divers'   (statt 0)
```

c) Klassieren Sie das Alter der Probanden nach folgendem Schema:

```
 0-5      6-10
11-15    16-20
21-25    26-30
31-35
```

d) Bestimmen Sie folgende Stichprobenkennzahlen für das Merkmal '`Alter`':

- Minimum 5. Perzentil 1. Quartil Median Mittelwert
- 3. Quartil 95. Perzentil Maximum Interquartilsabstand

e) Zeichnen Sie ein Histogramm und ein Balkendiagramm für die nicht kumulierten absoluten Häufigkeiten zur Anzahl der Studienteilnehmer in den zuvor gebildeten Altersklassen.
f) Erstellen Sie eine Kontingenztafel zur gleichzeitigen Darstellung der beiden Merkmale `Altersgruppe` und `Geschlecht`.
g) Stellen Sie die Häufigkeitsverteilung der beiden Merkmale `Altersgruppe` und `Geschlecht` in einer geeigneten Graphik dar.

Lösung siehe Abschnitt 4.2.5

1.2.6. Aufgabe 1.2.6 Anscombe-Quartett

Das Anscombe-Quartett ist ein bekannter Datensatz in der Statistik, der von Francis Anscombe (1973) erdacht wurde. Lesen Sie sich zunächst den Wikipedia-Artikel durch, siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Anscombe-Quartett.
Der dazugehörige Datensatz ist in der `R`-Standardinstallation bereits implementiert und heisst `anscombe`.

a) Laden Sie den Datensatz `anscombe` in Ihre R-Session.
b) Schreiben Sie die 4 Anscombe-Datensätze (`x1` bis `x4` und `y1` bis `y4`) in 4 neue Datenframes mit den Namen `Anscombe1` bis `Anscombe4`. Die enthaltenen Spalten sollten jeweils `x` und `y` heissen.
c) Führen Sie für jedes Datenframe die Berechnungen von Anscombe durch (Mittelwert, Varianz, Korrelation und lineare Regression), wobei Sie Ihre Ergebnisse auf 2 Stellen runden sollen.
d) Erzeugen Sie die 4 Anscombe-Diagramme (Punktwolke und Regressionsgerade) mit der `plot()`-Funktion, und hübschen Sie die Plots mit etwas Farbe auf.
e) Erzeugen Sie die 4 Anscombe-Diagramme mittels `ggplot()`, wobei alle 4 Diagramme mit einem Plotaufruf erzeugt werden sollen. Dies geht am einfachsten, wenn der Datensatz im Tidy-Data-Format (long table) vorliegt.

Lösung siehe Abschnitt 4.2.6

1.2.7. Aufgabe 1.2.7 Kinder und Wohnräume

Man befragt 5 Ehepaare, bei denen beide Partner zwischen 20 und 40 Jahre alt sind, nach der Anzahl der im Haushalt lebenden Kinder (`X`) und nach der Anzahl der Wohnräume der Wohnung (`Y`). Die Antworten lauten:

Ehepaar	1	2	3	4	5
Anzahl Kinder im Haushalt (X)	0	2	3	0	1
Anzahl der Wohnräume (Y)	1	4	3	2	3

a) Berechnen Sie den Korrelationskoeffizienten `r`
b) Berechnen Sie die Regressionsgerade und erstellen Sie die Graphik dazu!

Lösung siehe Abschnitt 4.2.7

1.2.8. Aufgabe 1.2.8 Kinder und Geschwister

Man befragt 5 verheiratete Personen im Alter von mindestens 50 Jahren nach der Anzahl ihrer eigenen Kinder (`X`) und nach der Anzahl ihrer Geschwister (`Y`). Die Antworten lauten:

```
Person                          1  2  3  4  5
Anzahl eigener Kinder (X)       1  0  3  2  1
Anzahl eigener Geschwister (Y)  0  1  4  1  2
```

a) Berechnen Sie den Korrelationskoeffizienten `r`
b) Berechnen Sie die Gleichung der Regressionsgeraden und erstellen Sie die Graphik dazu!
c) Was geschieht mit `r` und mit der Regressionsgeraden, falls Sie die Angaben der 3. Person streichen und dann die Auswertung wiederholen?

Lösung siehe Abschnitt 4.2.8

1.2.9. Aufgabe 1.2.9 Tribble Tibble

Sie erzeugen mit der Funktion `tribble()` ein Tibble mit folgenden Daten:

Vorname	Geschlecht	Alter	Wohnort	Groesse	Gewicht	Rauchen
Hannah	weiblich	25	Berlin	1,75	65	FALSE
Max	maennlich	30	Hamburg	1,85	75	TRUE
Sophia	weiblich	20	Muenchen	1,65	55	FALSE
Lukas	maennlich	35	Frankfurt	1,95	85	TRUE
Emma	weiblich	18	Stuttgart	1,70	60	FALSE
Jonas	maennlich	40	Duesseldorf	1,80	70	TRUE
Lea	weiblich	22	Hannover	1,60	50	FALSE
Jan	divers	28	Nuernberg	1,90	80	TRUE
Mia	weiblich	24	Bremen	1,73	63	FALSE
Luca	maennlich	33	Gelsenkirchen	1,88	78	TRUE

a) Wandeln Sie mittels `mutate()` die Variablen `Geschlecht` und `Wohnort` in Faktoren um.
b) Verwenden Sie `filter()`, um nur die Fälle anzuzeigen, die Raucher sind.
c) Verwenden Sie `group_by()` und `summarise()`, um Mittelwert, Standardabweichung und Median der Variable `Alter` für jedes Geschlecht zu berechnen.
d) Verwenden Sie `arrange()`, um den Datensatz nach Wohnort in alphabetischer Reihenfolge zu sortieren.

Lösung siehe Abschnitt 4.2.9

1.2.10. Aufgabe 1.2.10 Abschlussnoten

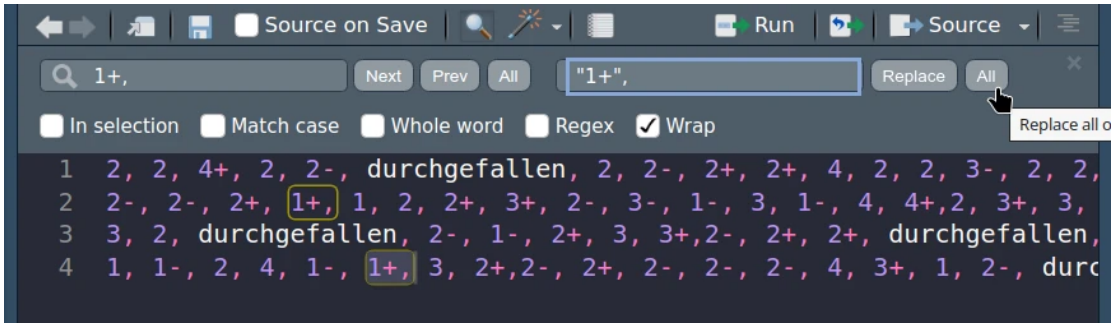
Gegeben sind folgende Abschlussnoten von 82 Studierenden:

```
2, 2, 4+, 2, 2-, durchgefallen, 2, 2-, 2+, 2+, 4, 2, 2, 3-, 2, 2, 1-, 2,
2, 4, 3+, 2-, 2-, 2+, 1+, 1, 2, 2+, 3+, 2-, 3-, 1-, 3, 1-, 4, 4+, 2, 3+,
3, 2-, 2, 1-, 3+, 1+, 3, 2, durchgefallen, 2-, 1-, 2+, 3, 3+, 2-, 2+,
2+, durchgefallen, 2-, 2+, 2+, 2+, 1, 1-, 2, 4, 1-, 1+, 3, 2+, 2-, 2+,
2-, 2-, 2-, 4, 3+, 1, 2-, durchgefallen, 1, 2+, 2-, 2
```

a) Überführen Sie die Daten in `R` und
b) erstellen Sie eine vollständige Häufigkeitstabelle, ohne dabei die Funktion `jgsbook::freqTable()` zu verwenden.

Tip

Kopieren Sie die Werte in eine leere Scriptdatei und verwenden Sie "*Find*" und "*Replace*" (Tasten `[STRG]` + `[F]`), um die Werte in Anführungszeichen zu hüllen.



c) Stellen Sie die relativen Häufigkeiten als ausreichend beschriftetes Säulendiagramm dar.

Lösung siehe Abschnitt 4.2.10

1.2.11. Aufgabe 1.2.11 Modulnoten

In einem Modul haben 76 Studierende folgende Noten erzielt:

Note	1+	1	1-	2+	2	2-	3+	3	3-	4+	4	*nb*
n	1	3	2	7	12	15	13	6	5	4	4	4

a) Übertragen Sie die Daten mittels der `rep()`-Funktion in `R` und
b) erstellen Sie eine vollständige Häufigkeitstabelle, ohne dabei die Funktion `jgsbook::freqTable()` zu verwenden.
c) Stellen Sie die relativen Häufigkeiten als ausreichend beschriftetes Balkendiagramm (nicht Säulendiagramm) dar.

Lösung siehe Abschnitt 4.2.11

1.2.12. Aufgabe 1.2.12 Statistikklausur

Nachfolgend sind die erreichten Punkte von Studierenden in der Statistikklausur aufgeführt.

> 0, 0, 1, 85, 95, 63, 89, 98, 88, 75, 90, 41, 89, 99, 97, 68, 49, 59, 96, 57, 65, 94, 48, 71, 96, 72, 98, 88, 66, 58, 43, 66, 76, 98, 44, 74, 99, 86, 87, 97, 99, 86, 61, 41, 77, 73, 71, 40, 63, 71, 78, 72, 58, 52, 68, 81, 75, 80, 70, 65, 86, 63, 97, 45, 58, 96, 48, 64, 67, 100, 49, 90, 63, 69, 93, 90, 85, 78, 62, 84, 100, 67, 88, 71, 42, 72, 44, 89, 73, 42, 71, 88, 74, 60, 81, 58, 56, 94, 90, 69, 44, 42, 69, 100, 100

Insgesamt konnten 100 Punkte erreicht werden. Zur Bestimmung der Note wurde folgender Notenschlüssel verwendet:

Prozent	Punkte	Note
95.00	95.0	1.0
90.00	90.0	1.3
85.00	85.0	1.7
80.00	80.0	2.0
75.00	75.0	2.3
70.00	70.0	2.7
65.00	65.0	3.0
60.00	60.0	3.3
55.00	55.0	3.7
50.00	50.0	4.0
49.99	49.9	5.0

Wie Sie sehen sind Studierende, die weniger als 50 Punkte erreichten, durchgefallen.

a) Überführen Sie die Ergebnisse der Studierende in ein Datenframe.
b) Erzeugen Sie eine neue Spalte `Note`, indem Sie die erreichten Punkte mit Hilfe der `cut()`-Funktion in "echte" Noten umwandeln.

   ACHTUNG

   Die Aufgabe enthällt einen Fallstrick! Schauen Sie sich Ihre Klassifikationsergebnisse **genau** an und achten Sie dabei auf die Ränder (0 Punkte und 100 Punkte).

c) Erzeugen Sie mit wenig Aufwand eine vollständige Häufigkeitstabelle der Noten.

d) Erzeugen Sie ein farbiges Histogramm, welches die Klassengrenzen nachahmt. Denken Sie daran, dass `hist()` die "Originaldaten" erwartet und die Klassierung selbst (nach Ihren Angaben) vornimmt. Geben Sie dem Plot eine Überschrift und beschriften Sie die Achsen.

Lösung siehe Abschnitt 4.2.12

1.2.13. Aufgabe 1.2.13 Klausurergebnisse

Die erreichten Punkte in der Statistikklausur sind normalverteilt mit $\bar{x} = 80$ Punkten und $sd = 8$ Punkten.

a) Berechnen Sie die Punktzahl, die dem 77. Perzentil entspricht, d.h. bei welcher Punktzahl 77% der Studierenden schlechter abgeschnitten haben.
b) Wie viele Punkte muss eine Studentin mindestens erreichen, um zu den besten 5% der Klausur zu gehören?
c) Bei welchem Punktwert liegt der Median?
d) Ein Student behauptet, dass er zu den besten 25% des Kurses gehöre. Berechnen Sie, wie viele Punkte er mindestens erreicht haben müsste.
e) Plotten Sie die Glockenkurve der Verteilung.

Lösung siehe Abschnitt 4.2.13

1.2.14. Aufgabe 1.2.14 Ampullen aufziehen

Die Studierenden im Pflegestudiengang benötigen im Schnitt 110 Sekunden für das Aufziehen einer Ampulle bei einer Standardabweichung von 17 Sekunden. Die Zeiten sind normalverteilt.
Unsere Kollegin Tina benötigt für das Aufziehen der Ampulle 105 Sekunden.

a) Wie lautet der z-transformierte Wert von Tina?
b) Wieviel Prozent der Kolleginnen sind schneller als Tina?
c) Wieviele sind langsamer als Tina?
d) Plotten Sie die Glockenkurve der Verteilung.

Lösung siehe Abschnitt 4.2.14

1.2.15. Aufgabe 1.2.15 Partys und Prüfungen

Zu Beginn des neuen Semesters führen Sie eine Befragung an 10 Studierenden zur Zahl der während der Klausurvorbereitung besuchten Partys und der Zahl der bestandenen Klausuren durch. Die Daten der Befragung liegen als Texttabelle vor:

Proband	Partys	bestanden
1	2	3
2	3	3
3	6	1
4	4	0
5	0	5
6	1	3
7	4	0
8	0	4
9	8	1
10	4	2

a) Übertragen Sie die Daten in `R` und passen Sie wo notwendig das Skalenniveau an.
b) Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl an Partys und der Anzahl an bestandenen Prüfungen? Prüfen Sie mittels geeigneter Korrelationverfahren.
c) Führen Sie eine Regression `bestanden erklärt durch Partys` durch. Wie stark ist der Zusammenhang?
d) Plotten Sie die Werte als Punktwolke, fügen Sie die Regressionsgerade hinzu und beschriften Sie Ihr Diagramm ausreichend.
e) Ein weiterer Student gibt an, er habe keine Party besucht aber leider auch keine Prüfung bestanden. Fügen Sie diese Daten Ihrem Datenframe hinzu.
f) Wie ändern sich dadurch der Korrelationskoeffizient, das Bestimmtheitsmaß R^2 und die Regressionsgerade?

Lösung siehe Abschnitt 4.2.15

2. Aufgaben für geübte Anwender:innen

2.1. Objekte in R

2.1.1. Aufgabe 2.1.1 Hogwarts-Kurse

In Hogwarts wurden jeweils die vier beliebtesten Kurse der Schüler pro Haus ermittelt. Die Ergebnisse liegen in 2 Tabellen vor.

Tabelle 1

```
                 Hufflepuff     Slytherin
               Kräuterkunde  Zaubertränke
 Pflege magischer Geschöpfe   Zauberkunst
    Geschichte der Zauberei Dunkle Künste
                 Alte Runen  Legilimentik
```

Tabelle 2:

```
                            Gryffindor                            Ravenclaw
 Verteidigung gegen die dunklen Künste                          Arithmantik
                           Zauberkunst                           Astronomie
                           Verwandlung                          Verwandlung
                    Besenflugunterricht Verteidigung gegen die dunklen Künste
```

a) Benutzen Sie die `tribble()`-Funktion, um die Daten in die Objekte `tab1` und `tab2` zu überführen.
b) Fügen Sie `tab1` und `tab2` zu einem Objekt `Hogwarts` zusammen.
c) Nutzen Sie die `mutate()`-Funktion, um die Datenklassen der Variablen anzupassen (Skalenniveau).
d) Ändern Sie anschließend mit der `mutate()`-Funktion den Kurs "*Geschichte der Zauberei*" in "*Geisterkunde*" um.
e) Die Daten liegen nicht im Tidy-Data-Format vor. Erzeugen Sie ein neues Objekt `Kurse` mit den Variablen `Haus` und `Kurs`.
f) Überführen Sie die Objekte `tab1` und `tab2` aus a) jeweils in eine `data.table`. Wiederholen Sie nun die Aufgaben b) bis e), indem Sie ausschließlich Funktionen des `data.table`-Paketes nutzen.

Lösung siehe Abschnitt 5.1.1

2.1.2. Aufgabe 2.1.2 Aufnahme und Entlassung

Im Datensatz `Krankenhaus.RData`[1] sind die Aufnahme- und Entlassungsdaten von Patienten eines Krankenhauses enthalten, die an einer bestimmten Krankheit leiden.

a) Laden Sie den Datensatz `Krankenhaus.RData` in Ihre R-Session.
b) Ein Variablenname enthält einen Tippfehler. Reparieren Sie auch die Datenklassen der Variablen. Entfernen Sie alle Einträge mit ungültigen Zeitstempeln.
c) Erstellen Sie die neue Variable `Liegedauer`, welche die Aufenthaltsdauer in Tagen beinhaltet.
d) Über welchen Zeitraum wurden die Daten erhoben?
e) Klassieren Sie die Daten der Aufnahme mit einer neuen Variable `Kalenderjahr`.
f) Klassieren Sie die Daten der Entlassung je mit einer neuen Variable `Wochentag` und `Monat`.

Lösung siehe Abschnitt 5.1.2

2.1.3. Aufgabe 2.1.3 SPSS Datensatz

Gegeben ist folgender Datensatz: https://www.produnis.de/trainingslager/data/alteDaten-kurz.sav.

a) Laden Sie den Datensatz in ein R-Objekt
b) Passen Sie die Datenklassen der Variablen entsprechend des Skalenniveaus an, indem Sie nur Funktionen aus der `R` Standardinstallation verwenden. Dabei sollen die Variablennamen als Labels erhalten bleiben.
c) Wiederholen Sie den Vorgang und verwenden dabei Funktionen aus dem `tidyverse`.

Lösung siehe Abschnitt 5.1.3

[1] siehe https://www.produnis.de/trainingslager/data/Krankenhaus.RData

2.2. Datensätze auswerten

2.2.1. Aufgabe 2.2.1 Aufnahme und Entlassung

Im Datensatz `Krankenhaus.RData`[2] sind die Aufnahme- und Entlassungsdaten von Patienten eines Krankenhauses enthalten, die an einer bestimmten Krankheit leiden.

a) Laden Sie den Datensatz `Krankenhaus.RData` in Ihre R-Session, korrigieren Sie den Tippfehler der Variable `ALter`, reparieren Sie die Datenklassen der Variablen und entfernen Sie alle Einträge mit ungültigen Zeitstempeln.
b) Plotten Sie die absoluten Häufigkeiten der Aufnahmen und Entlassungen pro Kalendertag. Was fällt Ihnen auf?
c) Plotten Sie die durchschnittlichen absoluten Häufigkeiten an täglichen Aufnahmen und Entlassungen pro Wochentag. Was fällt Ihnen auf?
d) Plotten Sie die durchschnittlichen absoluten Häufigkeiten an täglichen Aufnahmen und Entlassungen pro Monat sowie die absoluten Häufigkeiten pro Tagesstunde.
e) Erstellen Sie ein Poissionregressionsmodell für die Anzahl der täglichen Aufnahmen erklärt durch den Wochentag. Ist das Modell überdispersioniert? Wieviele Aufnahmen sind an einem Dienstag und an einem Sonntag zu erwarten?
f) Fügen Sie den Monat als weiteren Prädiktor hinzu. Wird das Modell dadurch besser? Wieviele Aufnahmen sind an einem Donnerstag im Mai zu erwarten, und wieviele im September?
g) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass an einem Mittwoch im Mai 10 Patienten aufgenommen werden?
h) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass an einem Mittwoch im Mai zwischen 4 und 7 Patienten aufgenommen werden?
i) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass an einem Montag im Januar maximal 2 Patienten aufgenommen werden?
j) Erzeugen Sie ein Histogramm des Alters der Probanden. Was fällt Ihnen auf? Korrigieren Sie wenn nötig die Daten. Ist das Alter der Probanden normalverteilt?
k) Stellen Sie das Alter der Männern und Frauen tabellarisch und graphisch dar. Unterscheidet sich das Alter der Probanden zwischen Männern und Frauen?
l) Ist der Unterschied signifikant?
m) Ab welchem Alter sind 10% der Männer älter als dieser Wert?
n) Ab welchem Alter sind 80% der Frauen jünger als dieser Wert?
o) Wie groß ist die mittlere Liegedauer in Tagen? Stellen Sie die Liegedauer mittels Kennwerten sowie graphisch dar. Was fällt Ihnen auf?
p) Wie viel Prozent der Patienten haben eine Liegedauer von mehr als 7 Tagen?
q) Unterscheiden sich Männer und Frauen hinsichtlich der Liegedauer? Stellen Sie den Unterschied ebenfalls tabellarisch und graphisch dar.
r) Ist der Unterschied der Liegedauer zwischen Männern und Frauen signifikant?

Lösung siehe Abschnitt 5.2.1

[2] siehe https://www.produnis.de/trainingslager/data/Krankenhaus.RData

2.2.2. Aufgabe 2.2.2 Lungenkapazität

Tager et al. (1983) haben die Auswirkungen des mütterlichen Zigarettenrauchens auf die Lungenfunktion in einer Kohorte von Kindern und Jugendlichen untersucht, die über einen Zeitraum von sieben Jahren prospektiv beobachtet wurden. Dabei wurde auch erfasst, ob die Kinder selbst rauchen oder nicht. Die dazugehörigen Daten stehen unter anderem im `GLMsData`-Zusatzpaket unter dem Namen `lungcap` zur Verfügung. Im Datensatz beschreibt `FEV` das forcierte exspiratorische Volumen in Litern, ein Maß für die Lungenkapazität. Die Variable `Ht` beschreibt die Körpergröße der Probanden in Zoll. Ob die Kinder selbst auch rauchen, ist in der Variable `Smoke` erfasst.

a) Laden Sie den Datensatz `lungcap` in Ihre `R`-Session
b) Erzeugen Sie eine neue Variable, welche die Körpergröße in Zentimetern enthält (1 Zoll = 2,54cm)
c) Plotten Sie nebeneinander die Boxplots der Lungenkapazität nichtrauchenden und rauchenden Kindern. Legt das Diagramm einen Zusammenhang nahe?
d) Führen Sie einen Signifikanztest durch, um zu überprüfen, ob sich die Lungenkapazitäten in Abhängigkeit zu `Smoke` unterscheidet.
e) Erzeugen Sie eine Punktwole des Lungenvolumens und des Alters. Legt das Diagramm einen Zusammenhang nahe?
f) Erzeugen Sie eine Punktwole des Lungenvolumens und der Körpergröße. Legt das Diagramm einen Zusammenhang nahe?
g) Welches Regressionsmodell ist am besten geeignet, um `FEV erklärt durch Alter` zu bestimmen?
h) Welches Regressionsmodell ist am besten geeignet, um `FEV erklärt durch Körpergröße` zu bestimmen?
i) Berechnen Sie das Modell, welches `FEV` am besten erklärt.
j) Plotten Sie eine Punktwolke, mit `FEV` auf der Y-Achse, und dem besten Prädiktor auf der X-Achse. Färben Sie die Daten mittels der Variable `Smoke`. Fügen Sie anschließend Ihre Modelllinie dem Plot hinzu.
k) Fügen Sie `Smoke`, `Age` und `Gender` als weitere Prädiktor dem Modell hinzu. Hat Rauchen einen Einfluss auf `FEV`?

Weitere Informationen zur Auswertungsstrategie finden sich bei Kahn (2005).

Lösung siehe Abschnitt 5.2.2

2.2.3. Aufgabe 2.2.3 Brustkrebs

Die Daten von mehr als 1200 Patientinnen mit Brustkrebs finden sich im Datensatz https://www.produnis.de/trainingslager/data/breast.sav.

a) Importieren Sie den Datensatz in Ihre R-Session und machen Sie sich mit dem Datensatz vertraut.
b) Klassieren Sie die Variablen

- `pathsize` in die Größen
  - "2cm und weniger",
  - "2 - 5cm" und
  - "> 5cm"
- `lnpos` in die Kategorien
  - "0 → nein" und
  - ">0 → ja"
- `er` in die Kategorien
  - "0 → negativ" und
  - ">0 → positiv"
- `pr` in die Kategorien
  - "0 → negativ" und
  - ">0 → positiv"

c) Kodieren Sie die Variable `histgrad` um, so dass korrekte `NA`s enthalten sind.
d) Erstellen Sie ein Überlebenszeitmodell `status erklärt durch time` und geben Sie die Überlebenstafel sowie die Kaplan-Meier-Plots der kumulierten Überlebenswahrscheinlichkeiten aus.
e) Gruppieren Sie Ihr Modell mit den zuvor klassierten Variablen zum

- Lymphknotenbefall
- Östrogenstatus
- Progesteronstatus
- histologischen Grad
- Tumorgröße

und plotten Sie jeweils die Kaplan-Meier-Kurven.
f) Führen Sie eine Cox-Regression auf das Überleben durch, wobei die klassierten Werte der Tumorgröße, des Lymphknotenbefalls, des Östrogen- und Progesteronstatus sowie des histologischen Grades als Prädiktoren verwendet werden. Stellen Sie Ihre Ergebnisse als Forest-Plot dar.

Lösung siehe Abschnitt 5.2.3

2.2.4. Aufgabe 2.2.4 `data.table` Rolling Stone

In dieser Aufgabe soll der Tidy Tuesday Datensatz "Rolling Stone" vom 07.05.2024[3] mit dem Paket `data.table` ausgewertet werden. Er enthält die „500 besten Alben aller Zeiten"-Listen des Rolling Stone Magazine aus den Jahren 2003, 2012 und 2020.

a) Laden Sie den Datensatz als `data.table` von https://www.produnis.de/trainingslager/data/rolling_stone.csv in Ihre R-Session, und machen Sie sich mit den Daten vertraut.

Lösung siehe Abschnitt 5.2.4

[3] siehe https://github.com/rfordatascience/tidytuesday/tree/master/data/2024/2024-05-07

3. Aufgaben für fortgeschrittene User:innen

3.1. Objekte in R

3.1.1. Aufgabe 3.1.1 Hogwarts-Kurse

a) Benutzen Sie die `tribble()`-Funktion, um die Daten in die Objekte `tab1` und `tab2` zu überführen.

Lösung siehe Abschnitt 6.1.1

3.2. Datensätze auswerten

3.2.1. Aufgabe 3.2.1 Kurse

a) Benutzen Sie die `tribble()`-Funktion, um die Daten in die Objekte `tab1` und `tab2` zu überführen.

Lösung siehe Abschnitt 6.2.1

Teil II.

Lösungswege

4. Lösungswege zu den Aufgaben für Einsteiger:innen

⚠ Gerade als Anfänger:in sollten Sie zumindest *versuchen*, die Aufgaben selbstständig zu lösen, bevor Sie sich die Lösungswege anschauen. Kopf hoch, Sie schaffen das!

4.1. Lösungen zu Objekten in R

4.1.1. Lösung zur Aufgabe 1.1.1 Taschenrechner

R als Taschenrechner

```
# a)
(15.4 + 0.2) * (7-10.2) / 9
```

```
[1] -5.546667
```

```
# b)
5/10 + 11/7 - 8/3
```

```
[1] -0.5952381
```

```
# c)
(13+2)^3 * (17-8)^2 / 9
```

```
[1] 30375
```

```
# d)
sqrt( ((1+3)*25) / (5*5-15)^2 )
```

```
[1] 1
```

4.1.2. Lösung zur Aufgabe 1.1.2 Vektoren

a) Erzeugen Sie mit möglichst wenig Aufwand einen Datenvektor aus den Zahlen 1 bis 100.

```
zahlen <- c(1:100)
#anschauen
zahlen
```

```
  [1]   1   2   3   4   5   6   7   8   9  10  11  12  13  14  15  16  17  18
```

```
 [19]  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35  36
 [37]  37  38  39  40  41  42  43  44  45  46  47  48  49  50  51  52  53  54
 [55]  55  56  57  58  59  60  61  62  63  64  65  66  67  68  69  70  71  72
 [73]  73  74  75  76  77  78  79  80  81  82  83  84  85  86  87  88  89  90
 [91]  91  92  93  94  95  96  97  98  99 100
```

b) Erzeugen Sie einen Datenvektor, der aus den Wörtern “Apfel”, “Birne” und “Postauto” besteht.

```r
worte <- c("Apfel", "Birne", "Postauto")
# anschauen
worte
```

```
[1] "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
```

c) Erzeugen Sie einen weiteren Datenvektor, in welchem die Wörter “Apfel”, “Birne” und “Postauto” 30 mal wiederholt werden.

```r
# mit rep() 30mal "worte" wiederholen
worte30 <- rep(worte, 30)
# anschauen
worte30
```

```
 [1] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
 [7] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[13] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[19] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[25] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[31] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[37] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[43] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[49] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[55] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[61] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[67] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[73] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[79] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
[85] "Apfel"    "Birne"    "Postauto" "Apfel"    "Birne"    "Postauto"
```

4.1.3. Lösung zur Aufgabe 1.1.3 Zufallsvektoren

a) Erzeugen Sie einen Datenvektor aus 200 zufälligen Zahlen zwischen 1 und 500, ohne dass eine Zahl doppelt vorkommt (sog. “ohne zurücklegen”).

```r
sample(1:500, 200, replace = FALSE)
```

```
  [1] 210 235 491 495 130 194 112 384 264 486 449 387 314 451 232  54 300 272
 [19] 205  44 101  37 151 208  83  67  96 118 462 305 204  76 338 479 215 104
 [37] 475 237 333  49 375 435 147 463 447 409 350 236 418 277  11 438  88 307
 [55]  23 396 270 241 494  21 126 388 394 193  53  19 419  68 192 288 136 234
```

```
 [73] 441 443 385  20 253 316  34 485 254 150 406  57 159 357 255 393 420 389
 [91] 283  32 407 280   8 440 271 289  25  82 158  51 248  16   2  43 239 107
[109] 456 430 368 178 185 483 390 138 295 481 423 426 119 220 452 155 402 181
[127] 458  92 298 196 370 249 309 497 164 142 244 340 211 113  84 466 464 154
[145] 106 132 225 382 325  64  36 311 391 363  55 482  69 329 251 201 304 292
[163] 103 336 124 247 461 297 250 195 467 299 206 313 457 243 156  97 282  62
[181] 157 372 125  77 263 246  48 323 373 134 219 498  33 337 145 127 312   5
[199] 341 328
```

b) Erzeugen Sie einen weiteren Datenvektor mit ebenfalls 200 zufälligen Zahlen zwischen 1 und 500, wobei Zahlen nun doppelt vorkommen dürfen (sog. “mit zurücklegen”).

```r
sample(1:500, 200, replace = TRUE)
```

```
  [1] 252 195 474 280 381  65 387 245  66  97 367 230 396 248   6  39 337 113
 [19] 273 144  98 261  10 452 496 298  86 246 335  86 456  66 367 248 257 395
 [37] 389 375 218 395 243 236 442  75 325 272  54 116 370 310  22 216  53 261
 [55] 401 500 285 375 239 302 432 426 304 238 443  28 386  60 494  86 232  50
 [73] 245 223 269 246 230 151 117 235 377 284 231 106 207  63 349 275 488   3
 [91] 486 140 498  67 489 120 438  42 459 465 117  19 401 200 433 191 464 283
[109] 406  40 343 236 210  44  31 341 390 224  32 248 175 160 248  73 232 500
[127] 280 238 200  35 457 355 460 256  68 249  19 196 409 450 329 211 483 226
[145] 219 494 455 122  43  60 471 477 204 315 474 128  75 170 396 116 126 219
[163] 135 164 490 273  67 267 288  17 238 205  19 355   2 186  79  13 483  87
[181] 253 487 302 172 441  34 433 154   7 114 183 399  17  19 377  64 487 453
[199] 224 482
```

4.1.4. Lösung zur Aufgabe 1.1.4 Krankenhausaufenthalte

a) Überführen Sie die Daten in ein R-Objekt mit dem Namen `KHAufenthalte`.

```r
KHAufenthalte <- c(1,0,0,3,1,5,1,2,2,0,1,0,5,2,1,0,1,0,0,4,0,1,1,3,0,
                   1,1,1,3,1,0,1,4,2,0,3,1,1,7,2,0,2,1,3,0,0,0,0,6,1,
                   1,2,1,0,1,0,3,0,1,3,0,5,2,1,0,2,4,0,1,1,3,0,1,2,1,
                   1,1,1,2,2,0,3,0,1,0,1,0,0,0,5,0,4,1,2,2,7,1,3,1,5)
#anschauen
KHAufenthalte
```

```
  [1] 1 0 0 3 1 5 1 2 2 0 1 0 5 2 1 0 1 0 0 4 0 1 1 3 0 1 1 1 3 1 0 1 4 2 0 3 1
 [38] 1 7 2 0 2 1 3 0 0 0 0 6 1 1 2 1 0 1 0 3 0 1 3 0 5 2 1 0 2 4 0 1 1 3 0 1 2
 [75] 1 1 1 1 2 2 0 3 0 1 0 1 0 0 0 5 0 4 1 2 2 7 1 3 1 5
```

b) Entfernen Sie den ersten und den dritten Eintrag aus Ihrem R-Objekt.

```
# ersten und dritten Wert enfernen
KHAufenthalte <- KHAufenthalte[-c(1,3)]

#anschauen
KHAufenthalte
```

```
 [1] 0 3 1 5 1 2 2 0 1 0 5 2 1 0 1 0 0 4 0 1 1 3 0 1 1 1 3 1 0 1 4 2 0 3 1 1 7 2
[39] 0 2 1 3 0 0 0 0 6 1 1 2 1 0 1 0 3 0 1 3 0 5 2 1 0 2 4 0 1 1 3 0 1 2 1 1 1 1
[77] 2 2 0 3 0 1 0 1 0 0 0 5 0 4 1 2 2 7 1 3 1 5
```

c) Fügen Sie die Werte 7 und 2 dem Objekt hinzu.

```
# 7 und 2 hinzufügen
KHAufenthalte <- c(KHAufenthalte, 7, 2)

#anschauen
KHAufenthalte
```

```
  [1] 0 3 1 5 1 2 2 0 1 0 5 2 1 0 1 0 0 4 0 1 1 3 0 1 1 1 3 1 0 1 4 2 0 3 1 1 7
 [38] 2 0 2 1 3 0 0 0 0 6 1 1 2 1 0 1 0 3 0 1 3 0 5 2 1 0 2 4 0 1 1 3 0 1 2 1 1
 [75] 1 1 2 2 0 3 0 1 0 1 0 0 0 5 0 4 1 2 2 7 1 3 1 5 7 2
```

d) Benennen Sie das Objekt in `hospital.stays` um.

```
# umbenennen
hospital.stays <- KHAufenthalte
```

e) Klassieren Sie mit der `cut()`-Funktion in die Klassen 0, $1-2$ und >2 Aufenthalte.

```
# cut
cut(hospital.stays, breaks=c(0,1,3,Inf), right=FALSE)
```

```
  [1] [0,1)   [3,Inf) [1,3)   [3,Inf) [1,3)   [1,3)   [1,3)   [0,1)   [1,3)
 [10] [0,1)   [3,Inf) [1,3)   [1,3)   [0,1)   [1,3)   [0,1)   [0,1)   [3,Inf)
 [19] [0,1)   [1,3)   [1,3)   [3,Inf) [0,1)   [1,3)   [1,3)   [1,3)   [3,Inf)
 [28] [1,3)   [0,1)   [1,3)   [3,Inf) [1,3)   [0,1)   [3,Inf) [1,3)   [1,3)
 [37] [3,Inf) [1,3)   [0,1)   [1,3)   [1,3)   [3,Inf) [0,1)   [0,1)   [0,1)
 [46] [0,1)   [3,Inf) [1,3)   [1,3)   [1,3)   [1,3)   [0,1)   [1,3)   [0,1)
 [55] [3,Inf) [0,1)   [1,3)   [3,Inf) [0,1)   [3,Inf) [1,3)   [1,3)   [0,1)
 [64] [1,3)   [3,Inf) [0,1)   [1,3)   [1,3)   [3,Inf) [0,1)   [1,3)   [1,3)
 [73] [1,3)   [1,3)   [1,3)   [1,3)   [1,3)   [1,3)   [0,1)   [3,Inf) [0,1)
 [82] [1,3)   [0,1)   [1,3)   [0,1)   [0,1)   [0,1)   [3,Inf) [0,1)   [3,Inf)
 [91] [1,3)   [1,3)   [1,3)   [3,Inf) [1,3)   [3,Inf) [1,3)   [3,Inf) [3,Inf)
[100] [1,3)
Levels: [0,1) [1,3) [3,Inf)
```

```r
# mit custom labels
cut(hospital.stays, breaks=c(0,1,3,Inf), right=FALSE,
    labels=c("0", "1-2", "mehr als 2"))
```

```
  [1] 0          mehr als 2 1-2        mehr als 2 1-2        1-2
  [7] 1-2        0          1-2        0          mehr als 2 1-2
 [13] 1-2        0          1-2        0          0          mehr als 2
 [19] 0          1-2        1-2        mehr als 2 0          1-2
 [25] 1-2        1-2        mehr als 2 1-2        0          1-2
 [31] mehr als 2 1-2        0          mehr als 2 1-2        1-2
 [37] mehr als 2 1-2        0          1-2        1-2        mehr als 2
 [43] 0          0          0          0          mehr als 2 1-2
 [49] 1-2        1-2        1-2        0          1-2        0
 [55] mehr als 2 0          1-2        mehr als 2 0          mehr als 2
 [61] 1-2        1-2        0          1-2        mehr als 2 0
 [67] 1-2        1-2        mehr als 2 0          1-2        1-2
 [73] 1-2        1-2        1-2        1-2        1-2        1-2
 [79] 0          mehr als 2 0          1-2        0          1-2
 [85] 0          0          0          mehr als 2 0          mehr als 2
 [91] 1-2        1-2        1-2        mehr als 2 1-2        mehr als 2
 [97] 1-2        mehr als 2 mehr als 2 1-2
Levels: 0 1-2 mehr als 2
```

4.1.5. Lösung zur Aufgabe 1.1.5 Größe und Gewicht

a) Überführen Sie die Daten in R-Objekte mit den Namen `Groesse` und `Gewicht`.

```r
Groesse <- c(1.68, 1.87, 1.95, 1.74, 1.80,
             1.75, 1.59, 1.77, 1.82, 1.74)

Gewicht <- c(78500, 110100, 97500, 69200, 82500,
             71500,  81500, 87200, 75500, 65500)

# anzeigen
Groesse
```

```
 [1] 1.68 1.87 1.95 1.74 1.80 1.75 1.59 1.77 1.82 1.74
```

```r
Gewicht
```

```
 [1]  78500 110100  97500  69200  82500  71500  81500  87200  75500  65500
```

b) Rechnen Sie das Gewicht um in Kilogramm, und speichern Sie Ihr Ergebnis in der Variable `Kilogramm`.

```
# Rechne Gramm in Kilogramm um
Kilogramm <-  Gewicht/1000

# anzeigen
Kilogramm
```

```
 [1]  78.5 110.1  97.5  69.2  82.5  71.5  81.5  87.2  75.5  65.5
```

c) Berechnen Sie den BMI (kg/m^2) der Probanden und speichern Ihr Ergebnis in das Objekt `BMI`.

```
# BMI berechnen
BMI <-  Kilogramm / (Groesse^2)

# anzeigen
BMI
```

```
 [1] 27.81321 31.48503 25.64103 22.85639 25.46296 23.34694 32.23765 27.83364
 [9] 22.79314 21.63430
```

d) Fügen Sie die Objekte `Groesse`, `Gewicht` (aber in Kilogramm) und `BMI` zu einem Datenframe zusammen.

```
# Datenframe erzeugen
df <- data.frame(Groesse, Gewicht=Kilogramm, BMI)

# anzeigen
df
```

```
   Groesse Gewicht      BMI
1     1.68    78.5 27.81321
2     1.87   110.1 31.48503
3     1.95    97.5 25.64103
4     1.74    69.2 22.85639
5     1.80    82.5 25.46296
6     1.75    71.5 23.34694
7     1.59    81.5 32.23765
8     1.77    87.2 27.83364
9     1.82    75.5 22.79314
10    1.74    65.5 21.63430
```

e) Lassen Sie die Daten von Proband 4, 7 und 9 ausgeben.

```
df[c(4, 7, 9),]
```

```
  Groesse Gewicht      BMI
4    1.74    69.2 22.85639
7    1.59    81.5 32.23765
9    1.82    75.5 22.79314
```

f) Lassen Sie die Daten der Probanden ausgeben, deren Gewicht größer ist als 80kg.

```
df[df$Gewicht > 80 , ]
```

```
  Groesse Gewicht      BMI
2    1.87   110.1 31.48503
3    1.95    97.5 25.64103
5    1.80    82.5 25.46296
7    1.59    81.5 32.23765
8    1.77    87.2 27.83364
```

4.1.6. Lösung zur Aufgabe 1.1.6 ordinale Faktoren

a) Erstellen Sie die ordinale Variable `Monate`, in welcher die 12 ausgeschriebenen Monatsnamen in korrekter Levelreihenfolge enthalten sind.

```
# ordinaler Faktor
Monate <- factor(c("Januar", "Februar", "März", "April", "Mai", "Juni",
                   "Juli", "August", "September", "Oktober", "November",
                   "Dezember"),
                   levels= c("Januar", "Februar", "März", "April", "Mai",
                             "Juni", "Juli", "August", "September", "Oktober",
                             "November", "Dezember"),
                   ordered=TRUE )

# anzeigen
Monate
```

```
 [1] Januar    Februar   März      April     Mai       Juni      Juli
 [8] August    September Oktober   November  Dezember
12 Levels: Januar < Februar < März < April < Mai < Juni < Juli < ... < Dezember
```

Wir können uns aber auch ein bisschen Schreibarbeit ersparen.

```
# Hilfsvektor erzeugen
dummy <- c("Januar", "Februar", "März", "April", "Mai", "Juni", "Juli",
           "August", "September", "Oktober", "November", "Dezember")
# ordinaler Faktor
Monate <- factor(dummy, levels=dummy, ordered=TRUE)

# anzeigen
Monate
```

```
 [1] Januar    Februar   März      April     Mai       Juni      Juli
 [8] August    September Oktober   November  Dezember
12 Levels: Januar < Februar < März < April < Mai < Juni < Juli < ... < Dezember
```

b) Erstellen Sie die ordinale Variable `Schulnoten`, in welcher die 6 ausgeschriebenen Schulnoten in korrekter Levelreihenfolge enthalten sind.

```
# ordinaler Faktor
# Achten Sie auf die Reihenfolge der Schulnoten,
# wir müssen mit der schlechtesten anfangen.
Schulnoten <- c("ungenügend", "mangelhaft", "ausreichend", "befriedigend",
                "gut", "sehr gut")
Schulnoten <- factor(Schulnoten, levels=Schulnoten, ordered=TRUE)

# anzeigen
Schulnoten
```

```
[1] ungenügend   mangelhaft   ausreichend  befriedigend gut
[6] sehr gut
6 Levels: ungenügend < mangelhaft < ausreichend < befriedigend < ... < sehr gut
```

c) Erzeugen Sie einen ordinalen Factor `woche`, welcher die Wochentagen von Montag bis Sonntag mit korrekter Levelreihenfolge enthält.

Um etwas Schreibarbeit zu sparen, schreiben wir die Tage in ein eigenes Objekt. Dieses kann dann für `factor()` und `levels` genutzt werden.

```
# Tage in Objekt speichern
tage <- c("Montag", "Dienstag", "Mittwoch",
          "Donnerstag", "Freitag", "Samstag", "Sonntag")
# Dieses Objekt dann wiederverwenden
woche <- factor(tage,
                ordered = TRUE,
                levels=tage)
# anzeigen
woche
```

```
[1] Montag     Dienstag   Mittwoch   Donnerstag Freitag    Samstag    Sonntag
7 Levels: Montag < Dienstag < Mittwoch < Donnerstag < Freitag < ... < Sonntag
```

d) Ändern Sie die Levelnamen so um, dass nun die Wochentage in englischer Sprache (Monday to Sunday) enthalten sind.

```
levels(woche) <- c("Monday", "Tuesday", "Wednesday", "Thursday",
                   "Friday", "Saturday", "Sunday")
# anzeigen
woche
```

```
[1] Monday    Tuesday   Wednesday Thursday  Friday    Saturday  Sunday
7 Levels: Monday < Tuesday < Wednesday < Thursday < Friday < ... < Sunday
```

e) Erzeugen Sie aus den folgenden Daten einen ordinalen Faktor mit korrekter Levelreihenfolge

```
# ordinaler Faktor
f <- factor(c("vielleicht", "glaube nicht", "nein", "glaube nicht",
              "ja", "glaube schon", "vielleicht", "nein", "glaube nicht",
              "ja", "ja", "glaube schon", "ja", "ja", "nein",
              "glaube nicht", "glaube schon", "vielleicht", "vielleicht",
              "glaube nicht", "vielleicht", "glaube nicht", "nein",
              "glaube nicht", "ja", "glaube schon", "vielleicht", "nein",
              "glaube nicht", "ja", "ja", "glaube schon", "ja", "ja",
              "nein", "glaube nicht", "glaube schon", "vielleicht",
              "vielleicht", "glaube nicht"),
            levels=c("nein", "glaube nicht", "vielleicht", "glaube schon", "ja"),
            ordered=TRUE)
# anzeigen
f
```

```
 [1] vielleicht   glaube nicht nein         glaube nicht ja
 [6] glaube schon vielleicht   nein         glaube nicht ja
[11] ja           glaube schon ja           ja           nein
[16] glaube nicht glaube schon vielleicht   vielleicht   glaube nicht
[21] vielleicht   glaube nicht nein         glaube nicht ja
[26] glaube schon vielleicht   nein         glaube nicht ja
[31] ja           glaube schon ja           ja           nein
[36] glaube nicht glaube schon vielleicht   vielleicht   glaube nicht
Levels: nein < glaube nicht < vielleicht < glaube schon < ja
```

f) Ändern Sie die Levelnamen in -2, -1, 0, 1, 2.

```
# Levelnamen ändern
levels(f) <- c("-2", "-1", "0", "1", "2")

# anzeigen
f
```

```
 [1] 0  -1 -2 -1 2  1  0  -2 -1 2  2  1  2  2  -2 -1 1  0  0  -1 0  -1 -2 -1 2
[26] 1  0  -2 -1 2  2  1  2  2  -2 -1 1  0  0  -1
Levels: -2 < -1 < 0 < 1 < 2
```

4.1.7. Lösung zur Aufgabe 1.1.7 kleines Datenframe

a) Erstellen Sie ein Dataframe mit den Spalten "Name", "Alter" und "Geschlecht" und fügen Sie drei Beispielzeilen mit Daten hinzu.

```
df <- data.frame(Name = c("Max", "Lisa", "Tom"),
                 Alter = c(22, 25, 30),
                 Geschlecht = factor(c("m", "w", "m")))
# anzeigen
df
```

```
  Name Alter Geschlecht
1  Max    22          m
2 Lisa    25          w
3  Tom    30          m
```

b) Fügen Sie eine neue Spalte "Hobbys" hinzu und füllen Sie diese mit drei Beispielwerten.

```r
df$Hobbys <- c("Sport", "Musik", "Reisen")

# anzeigen
df
```

```
  Name Alter Geschlecht Hobbys
1  Max    22          m  Sport
2 Lisa    25          w  Musik
3  Tom    30          m Reisen
```

c) Die zweite Person heisst Kunigunde

```r
df$Name[2] <- "Kunigunde"

# anzeigen
df
```

```
       Name Alter Geschlecht Hobbys
1       Max    22          m  Sport
2 Kunigunde    25          w  Musik
3       Tom    30          m Reisen
```

4.1.8. Lösung zur Aufgabe 1.1.8 Studiengänge

a) Erstellen Sie das Datenframe `Studiengaenge` mit den Variablen "`Fachbereich`", "`Studiengang`" und "`Niveau`" (Bachelor/Master), und überführen Sie die oben stehenden Daten in das Datenframe.

```
# FB06 und FB10 haben jeweils 6 Studiengänge
# schreibe direkt als factor()
Fachbereich <- factor(c("FB06", "FB06", "FB06", "FB06", "FB06", "FB06",
                  "FB10", "FB10", "FB10", "FB10", "FB10", "FB10"))
## oder auch so:
Fachbereich <- factor(c(rep("FB06", 6), rep("FB10", 6)))

# Zuerst die Studiengänge von FB06, dann von FB10
# schreibe direkt als factor()
Studiengang = factor(c("BA  Soziale Arbeit", "BA Kulturpädagogik",
                "BA Kindheitspädagogik", "MA Soziale Arbeit",
                "MA Kulturpädagogik & Kulturmanagement",
                "MA Sozialmanagement", "BA Health Care Management",
                "BA Medizinische Informatik",
                "BA Angewandte Therapiewissenschaften", "BA Pflege",
                "BA Angewandte Hebammenwissenschaft", "MA Health Care"))

# FB06 hat 3xBachelor und 3xMaster, FB010 hat 5xBachelor und 1xMaster
Niveau = factor(c("Bachelor", "Bachelor", "Bachelor", "Master", "Master",
                  "Master", "Bachelor", "Bachelor", "Bachelor", "Bachelor",
                  "Bachelor", "Master"))
# oder auch so:
Niveau = factor(c(rep("Bachelor", 3), rep("Master", 3),
                  rep("Bachelor", 5), "Master"))

# Füge zu Datenframe zusammen
Studiengaenge <- data.frame(Fachbereich,
                            Studiengang,
                            Niveau)

# anzeigen
Studiengaenge
```

```
   Fachbereich                          Studiengang   Niveau
1         FB06                    BA  Soziale Arbeit Bachelor
2         FB06                    BA Kulturpädagogik Bachelor
3         FB06                 BA Kindheitspädagogik Bachelor
4         FB06                     MA Soziale Arbeit   Master
5         FB06 MA Kulturpädagogik & Kulturmanagement   Master
6         FB06                   MA Sozialmanagement   Master
7         FB10             BA Health Care Management Bachelor
8         FB10            BA Medizinische Informatik Bachelor
9         FB10  BA Angewandte Therapiewissenschaften Bachelor
10        FB10                              BA Pflege Bachelor
11        FB10    BA Angewandte Hebammenwissenschaft Bachelor
12        FB10                        MA Health Care   Master
```

4.1.9. Lösung zur Aufgabe 1.1.9 Hogwarts-Kurse

a) Erstellen Sie das Datenframe `Kurse`, in welchem die Daten aus den Tabellenspalten `Haus` und `Kurs` enthalten sind.

```
# Daten übertragen
Kurse <- data.frame(
  Haus = c("Gryffindor", "Gryffindor", "Gryffindor", "Gryffindor",
           "Hufflepuff", "Hufflepuff", "Hufflepuff", "Hufflepuff",
           "Ravenclaw", "Ravenclaw", "Ravenclaw", "Ravenclaw",
           "Slytherin", "Slytherin", "Slytherin", "Slytherin"),
  Kurs = c("Verteidigung gegen die dunklen Künste", "Zauberkunst",
           "Verwandlung", "Besenflugunterricht",
           "Kräuterkunde", "Pflege magischer Geschöpfe",
           "Geschichte der Zauberei", "Alte Runen",
           "Arithmantik", "Astronomie",
           "Verwandlung", "Verteidigung gegen die dunklen Künste",
           "Zaubertränke", "Zauberkunst",
           "Dunkle Künste", "Legilimentik")
)
# anzeigen
Kurse
```

```
         Haus                                 Kurs
1  Gryffindor Verteidigung gegen die dunklen Künste
2  Gryffindor                           Zauberkunst
3  Gryffindor                           Verwandlung
4  Gryffindor                   Besenflugunterricht
5  Hufflepuff                          Kräuterkunde
6  Hufflepuff            Pflege magischer Geschöpfe
7  Hufflepuff               Geschichte der Zauberei
8  Hufflepuff                            Alte Runen
9   Ravenclaw                           Arithmantik
10  Ravenclaw                            Astronomie
11  Ravenclaw                           Verwandlung
12  Ravenclaw Verteidigung gegen die dunklen Künste
13  Slytherin                          Zaubertränke
14  Slytherin                           Zauberkunst
15  Slytherin                         Dunkle Künste
16  Slytherin                          Legilimentik
```

b) Wieviele Kurse haben es in die Auswahlliste geschafft?

```
# unique()
unique(Kurse$Kurs)
```

```
 [1] "Verteidigung gegen die dunklen Künste"
 [2] "Zauberkunst"
 [3] "Verwandlung"
 [4] "Besenflugunterricht"
 [5] "Kräuterkunde"
```

```
 [6] "Pflege magischer Geschöpfe"
 [7] "Geschichte der Zauberei"
 [8] "Alte Runen"
 [9] "Arithmantik"
[10] "Astronomie"
[11] "Zaubertränke"
[12] "Dunkle Künste"
[13] "Legilimentik"
```

```r
length(unique(Kurse$Kurs))
```

```
[1] 13
```

Es sind 13 Kurse in der Liste.

c) Erstellen Sie per `subset()` für jedes Haus ein eigenes Datenframe

```r
# Subsets erstellen
gryffindor <- subset(Kurse, Haus=="Gryffindor")
hufflepuff <- subset(Kurse, Haus=="Hufflepuff")
ravenclaw <- subset(Kurse, Haus=="Ravenclaw")
slytherin <- subset(Kurse, Haus=="Slytherin")
```

d) Wandeln Sie in jedem Haus-Datenframe die Variablen in Faktoren um.

```r
# Subsets erstellen
gryffindor$Kurs <- factor(gryffindor$Kurs)
gryffindor$Haus <- factor(gryffindor$Haus)

hufflepuff$Kurs <- factor(hufflepuff$Kurs)
hufflepuff$Haus <- factor(hufflepuff$Haus)

ravenclaw$Kurs <- factor(ravenclaw$Kurs)
ravenclaw$Haus <- factor(ravenclaw$Haus)

slytherin$Kurs <- factor(slytherin$Kurs)
slytherin$Haus <- factor(slytherin$Haus)
```

e) Fügen Sie die Haus-Datenframes zu einem einzigen Datenframe `Hogwarts` zusammen, in der Reihenfolge Ravenclaw, Gryffindor, Syltherin und Hufflepuff. Ändern Sie anschließend den Kurs "*Geschichte der Zauberei*" in "*Geisterkunde*" um.

```
# Zusammenführen
Hogwarts <- rbind(ravenclaw, gryffindor, slytherin, hufflepuff)

# Level ändern
levels(Hogwarts$Kurs)[levels(Hogwarts$Kurs)=="Geschichte der Zauberei"] <- "Geisterkunde"

# anzeigen
Hogwarts$Kurs
```

```
 [1] Arithmantik                           Astronomie
 [3] Verwandlung                           Verteidigung gegen die dunklen Künste
 [5] Verteidigung gegen die dunklen Künste Zauberkunst
 [7] Verwandlung                           Besenflugunterricht
 [9] Zaubertränke                          Zauberkunst
[11] Dunkle Künste                         Legilimentik
[13] Kräuterkunde                          Pflege magischer Geschöpfe
[15] Geisterkunde                          Alte Runen
13 Levels: Arithmantik Astronomie ... Pflege magischer Geschöpfe
```

f) Sortieren Sie den Datensatz, so dass die Kurse in alphabetischer Reihenfolge angezeigt werden.

Wenn wir "einfach so" die `order()`-Funktion nutzen, erhalten wir eine falsche Ausgabe.

```
# wird nicht korrekt sortiert
Hogwarts[order(Hogwarts$Kurs),]
```

```
         Haus                                 Kurs
9   Ravenclaw                           Arithmantik
10  Ravenclaw                            Astronomie
12  Ravenclaw Verteidigung gegen die dunklen Künste
1  Gryffindor Verteidigung gegen die dunklen Künste
11  Ravenclaw                           Verwandlung
3  Gryffindor                           Verwandlung
4  Gryffindor                   Besenflugunterricht
2  Gryffindor                           Zauberkunst
14  Slytherin                           Zauberkunst
15  Slytherin                          Dunkle Künste
16  Slytherin                           Legilimentik
13  Slytherin                           Zaubertränke
8  Hufflepuff                            Alte Runen
7  Hufflepuff                           Geisterkunde
5  Hufflepuff                           Kräuterkunde
6  Hufflepuff             Pflege magischer Geschöpfe
```

Das liegt daran, dass `Hogwarts$Kurs` als Factor vorliegt, und somit nach Levelreihenfolge sortiert wird.

```
# Datenklasse Factor
class(Hogwarts$Kurs)
```

```
[1] "factor"
```

Wir müssen daher die Funktion `as.character()` um die Variable wickeln, um eine alphabetische Sortierung zu erzwingen.

```r
# jetzt klappt es
Hogwarts[order(as.character(Hogwarts$Kurs)),]
```

```
         Haus                                 Kurs
8  Hufflepuff                           Alte Runen
9   Ravenclaw                          Arithmantik
10  Ravenclaw                           Astronomie
4  Gryffindor                   Besenflugunterricht
15  Slytherin                        Dunkle Künste
7  Hufflepuff                         Geisterkunde
5  Hufflepuff                         Kräuterkunde
16  Slytherin                         Legilimentik
6  Hufflepuff            Pflege magischer Geschöpfe
12  Ravenclaw Verteidigung gegen die dunklen Künste
1  Gryffindor Verteidigung gegen die dunklen Künste
11  Ravenclaw                          Verwandlung
3  Gryffindor                          Verwandlung
2  Gryffindor                          Zauberkunst
14  Slytherin                          Zauberkunst
13  Slytherin                         Zaubertränke
```

g) Speichern Sie den so sortierten Datensatz in das Objekt `sorted`, und reparieren Sie die Zeilennummerierung von `sorted`.

```r
# sortiert speichern
sorted <- Hogwarts[order(as.character(Hogwarts$Kurs)),]

# Zeilennummerierung reparieren
rownames(sorted) <- 1:length(sorted$Kurs)

# anzeigen
sorted
```

```
         Haus                                 Kurs
1  Hufflepuff                           Alte Runen
2   Ravenclaw                          Arithmantik
3   Ravenclaw                           Astronomie
4  Gryffindor                   Besenflugunterricht
5   Slytherin                        Dunkle Künste
6  Hufflepuff                         Geisterkunde
7  Hufflepuff                         Kräuterkunde
8   Slytherin                         Legilimentik
9  Hufflepuff            Pflege magischer Geschöpfe
10  Ravenclaw Verteidigung gegen die dunklen Künste
11 Gryffindor Verteidigung gegen die dunklen Künste
12  Ravenclaw                          Verwandlung
```

```
13 Gryffindor                          Verwandlung
14 Gryffindor                          Zauberkunst
15  Slytherin                          Zauberkunst
16  Slytherin                         Zaubertränke
```

4.1.10. Lösung zur Aufgabe 1.1.10 Datentabelle

a) Übertragen Sie die Daten in das Datenframe `chol`.

```r
# Daten übertragen
chol <- data.frame(Name = c("Anna Tomie", "Bud Zillus", "Dieter Mietenplage",
                            "Hella Scheinwerfer", "Inge Danken", "Jason Zufall"),
                   Geschlecht = c("W", "M", "M", "W", "W", "M"),
                   Gewicht = c(85, 115, 79, 60, 57, 96),
                   Größe = c(179, 173, 181, 170, 158, 174),
                   Cholesterol = c(182, 232, 191, 200, 148, 249)
        )
# anzeigen
chol
```

```
                Name Geschlecht Gewicht Größe Cholesterol
1          Anna Tomie          W      85   179         182
2          Bud Zillus          M     115   173         232
3 Dieter Mietenplage          M      79   181         191
4 Hella Scheinwerfer          W      60   170         200
5         Inge Danken          W      57   158         148
6        Jason Zufall          M      96   174         249
```

b) Erstellen Sie eine neue Variable `Alter`, die zwischen `Name` und `Geschlecht` liegt

```r
# Daten übertragen
alter <- c(18, 32, 24, 35, 46, 68)

# zwischen Name und Geschlecht einfügen
chol <- data.frame(Name=chol$Name, Alter=alter, Geschlecht=chol$Geschlecht,
                   Gewicht=chol$Gewicht, Größe=chol$Größe,
                   Cholesterol=chol$Cholesterol)
# anzeigen
chol
```

```
                Name Alter Geschlecht Gewicht Größe Cholesterol
1          Anna Tomie    18          W      85   179         182
2          Bud Zillus    32          M     115   173         232
3 Dieter Mietenplage     24          M      79   181         191
4 Hella Scheinwerfer     35          W      60   170         200
5         Inge Danken    46          W      57   158         148
6        Jason Zufall    68          M      96   174         249
```

c) Fügen Sie einen weiteren Fall mit folgenden Daten dem Datenframe hinzu.

```
# Daten übertragen
neu <- data.frame(Name="Mitch Mackes", Alter=44, Geschlecht="M", Gewicht=92,
                  Größe=178, Cholesterol=220)

# zusammenfügen
chol <- rbind(chol, neu)
# anzeigen
chol
```

```
                Name Alter Geschlecht Gewicht Größe Cholesterol
1          Anna Tomie    18          W      85   179         182
2          Bud Zillus    32          M     115   173         232
3 Dieter Mietenplage     24          M      79   181         191
4 Hella Scheinwerfer     35          W      60   170         200
5         Inge Danken    46          W      57   158         148
6        Jason Zufall    68          M      96   174         249
7        Mitch Mackes    44          M      92   178         220
```

d) Erzeugen Sie eine neue Variable `BMI` (BMI $= \frac{kg}{m^2}$).

```
# BMI hinzufügen
# Größe muss in Meter umgerechnet werden
chol$BMI <- chol$Gewicht / (chol$Größe/100)^2

# anzeigen
chol
```

```
                Name Alter Geschlecht Gewicht Größe Cholesterol      BMI
1          Anna Tomie    18          W      85   179         182 26.52851
2          Bud Zillus    32          M     115   173         232 38.42427
3 Dieter Mietenplage     24          M      79   181         191 24.11404
4 Hella Scheinwerfer     35          W      60   170         200 20.76125
5         Inge Danken    46          W      57   158         148 22.83288
6        Jason Zufall    68          M      96   174         249 31.70828
7        Mitch Mackes    44          M      92   178         220 29.03674
```

e) Fügen Sie die Variable `Adipositas` hinzu, in welcher Sie die `BMI`-Werte klassieren

Ein Klassierung kann auf mehrere Weisen erfolgen.

```
# bedingtes Referenzieren
chol$Adipositas[chol$BMI < 18.5] <- "Untergewicht"
chol$Adipositas[chol$BMI >= 18.5 & chol$BMI < 24.5] <- "Normalgewicht"
chol$Adipositas[chol$BMI >= 24.5 & chol$BMI < 30] <- "Übergewicht"
chol$Adipositas[chol$BMI >= 30]   <- "Adipositas"

# anzeigen
chol
```

```
                Name Alter Geschlecht Gewicht Größe Cholesterol      BMI
1          Anna Tomie    18          W      85   179         182 26.52851
2          Bud Zillus    32          M     115   173         232 38.42427
3 Dieter Mietenplage     24          M      79   181         191 24.11404
4 Hella Scheinwerfer     35          W      60   170         200 20.76125
5         Inge Danken    46          W      57   158         148 22.83288
6        Jason Zufall    68          M      96   174         249 31.70828
7        Mitch Mackes    44          M      92   178         220 29.03674
     Adipositas
1   Übergewicht
2    Adipositas
3 Normalgewicht
4 Normalgewicht
5 Normalgewicht
6    Adipositas
7   Übergewicht
```

Alternativ kann die `cut()`-Funktion verwendet werden.

```r
# cut-Funktion
chol$Adipositas <- cut(chol$BMI, breaks = c(0, 18.5, 24.5, 30, Inf),
                       labels = c("Untergewicht", "Normalgewicht",
                                  "Übergewicht", "Adipositas"),
                       right = FALSE)

# anzeigen
chol
```

```
                Name Alter Geschlecht Gewicht Größe Cholesterol      BMI
1          Anna Tomie    18          W      85   179         182 26.52851
2          Bud Zillus    32          M     115   173         232 38.42427
3 Dieter Mietenplage     24          M      79   181         191 24.11404
4 Hella Scheinwerfer     35          W      60   170         200 20.76125
5         Inge Danken    46          W      57   158         148 22.83288
6        Jason Zufall    68          M      96   174         249 31.70828
7        Mitch Mackes    44          M      92   178         220 29.03674
     Adipositas
1   Übergewicht
2    Adipositas
3 Normalgewicht
4 Normalgewicht
5 Normalgewicht
6    Adipositas
7   Übergewicht
```

f) Filtern Sie Ihren Datensatz, so dass Sie einen neuen Datensatz `male` erhalten, welcher nur die Daten der Männer beinhaltet.

```
# subset erzeugen
male <- subset(chol, Geschlecht=="M")

# anzeigen
male
```

```
                Name Alter Geschlecht Gewicht Größe Cholesterol      BMI
2         Bud Zillus    32          M     115   173         232 38.42427
3 Dieter Mietenplage    24          M      79   181         191 24.11404
6       Jason Zufall    68          M      96   174         249 31.70828
7       Mitch Mackes    44          M      92   178         220 29.03674
     Adipositas
2    Adipositas
3 Normalgewicht
6    Adipositas
7   Übergewicht
```

4.1.11. Lösung zur Aufgabe 1.1.11 Zusatzpaket

a) Installieren Sie das Zusatzpaket `jgsbook` mit allen Abhängigkeiten

```
# installiere inkl Abhängigkeiten
install.packages("jgsbook", dependencies = TRUE)
```

b) Welche Datensätze sind in dem Paket enthalten?

Der folgende Befehl öffnet einen neuen Tab in RStudio:

```
# Zeige die enthaltenen Datensätze graphisch an
data(package = "jgsbook")
```

Für die Ausgabe auf der Konsole können wir so vorgehen.

```
# Zeige die enthaltenen Datensätze auf Konsole
a <- data(package = "jgsbook")
as.data.frame(a$results[, 3:4])
```

```
                           Item
1                  Faktorenbogen
2                     MarioANOVA
3               Messwiederholung
4                   Pflegeberufe
5                            epa
6                            mma
7               nw (Nachtwachen)
8               nw_labelled (nw)
9  ordinalSample (OrdinalSample)
```

```
10                          pf8
                                                                Title
1       Datatable of the Faktorenbogen Example for factor analysis
2           Datatable of the SuperMario Example for Friedman-ANOVA
3              Datatable of the Messwiederholung Example for ANOVA
4                     Matrix of Pflegeberufe by Isfort et al. 2018
5                                   Datatable of the epa Example
6                                Dataset of a work sampling study
7  Dataset of the German Nachtwachen study with labelled variables
8  Dataset of the German Nachtwachen study with labelled variables
9                                 Datatable of an Ordinal Sample
10                                   Dataset of the PF8 example.
```

c) Speichern Sie den Datensatz `pf8` aus dem `jgsbook` in das Objekt `df`. Welche Variablen sind im Datensatz enthalten?

```r
df <- jgsbook::pf8

# anzeigen
str(df)
```

```
'data.frame':   731 obs. of  16 variables:
 $ Standort      : Factor w/ 5 levels "Rheine","Münster",..: 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 ...
 $ Alter         : int  18 67 60 61 24 21 59 56 82 52 ...
 $ Geschlecht    : Factor w/ 3 levels "männlich","weiblich",..: 2 2 2 1 1 2 2 2 1 2 ...
 $ Größe         : int  172 165 175 182 173 177 168 156 184 166 ...
 $ Gewicht       : num  69 67 NA 90 68 60 80 60 NA 60 ...
 $ Bildung       : Factor w/ 7 levels "keinen","Hauptschule",..: 6 3 7 3 6 6 3 4 3 5 ...
 $ Beruf         : Factor w/ 104 levels "","" Produktionsleiter",..: 46 81 22 13 93 93 6 69 49 4
 $ Familienstand : Factor w/ 6 levels "ledig","Partnerschaft",..: 2 4 2 1 1 2 3 4 3 3 ...
 $ Kinder        : int  0 0 0 0 0 0 0 2 0 1 ...
 $ Wohnort       : Factor w/ 2 levels "städtisch","ländlich": 2 2 1 2 1 1 2 1 1 1 ...
 $ Rauchen       : Factor w/ 2 levels "nein","ja": 1 1 1 1 1 2 1 2 1 1 ...
 $ SportHäufig   : num  NA 2 2 4 4 1 2 1 1 2 ...
 $ SportMinuten  : num  NA 60 45 120 60 60 45 90 NA 45 ...
 $ SportWie      : Factor w/ 3 levels "Allein","Gruppe",..: 1 2 3 1 1 2 2 3 2 1 ...
 $ SportWarum    : Factor w/ 8 levels "0","Vorbeugung",..: 6 2 2 4 3 4 2 2 4 2 ...
 $ LebenZufrieden: num  5 7 7 2 9 8 5 8 10 8 ...
```

d) Rufen Sie Dokumentation für das `jgsbook`-Paket auf.

```r
help(package = "jgsbook")
```

e) Wenden Sie die Funktion `freqTable()` aus dem Paket `jgsbook` auf die Variable `df$Kinder` an, **ohne** das Paket vorher per `library()` zu aktivieren.

```r
# Funktion aufrufen ohne Paket zu laden
jgsbook::freqTable(df$Kinder)
```

```
  Wert Haeufig Hkum Relativ  Rkum
```

```
1     0      563  563   77.02 77.02
2     1       81  644   11.08 88.10
3     2       60  704    8.21 96.31
4     3       21  725    2.87 99.18
5     4        1  726    0.14 99.32
6     5        1  727    0.14 99.46
```

4.1.12. Lösung zur Aufgabe 1.1.12 Daten laden

a) `Datentabelle.txt`

```r
# Lese Daten ein
a <- read.table("https://www.produnis.de/trainingslager/data/Datentabelle.txt", header=TRUE)
```

```r
# Datenklassen anschauen
str(a)
```

```
'data.frame':   10 obs. of  4 variables:
 $ Geschlecht: chr  "m" "w" "w" "m" ...
 $ Alter     : int  28 18 25 29 21 19 27 26 31 22
 $ Gewicht   : int  80 55 74 101 84 74 65 56 88 78
 $ Groesse   : int  170 174 183 190 185 178 169 163 189 184
```

```r
# Geschlecht anpassen
a$Geschlecht <- factor(a$Geschlecht)

# anschaeun
str(a)
```

```
'data.frame':   10 obs. of  4 variables:
 $ Geschlecht: Factor w/ 2 levels "m","w": 1 2 2 1 1 2 2 2 1 1
 $ Alter     : int  28 18 25 29 21 19 27 26 31 22
 $ Gewicht   : int  80 55 74 101 84 74 65 56 88 78
 $ Groesse   : int  170 174 183 190 185 178 169 163 189 184
```

b) `anwesenheitnoten.csv`

In der Datei werden Dezimalstellen mit “,” und Feldtrenner mit “;” angegeben. Entsprechend lautet der Aufruf von `read.table()`:

```r
# Lese Daten ein
b <- read.table("https://www.produnis.de/trainingslager/data/anwesenheitnoten.csv",
                header=TRUE, dec=",", sep=";")
```

```r
# Datenklassen anschauen
str(b)
```

```
'data.frame':   27 obs. of  2 variables:
 $ Anwesenheit: num  90.9 40.9 100 81.8 0 100 27.3 27.3 54.5 54.5 ...
```

```
 $ Note        : num  1.7 5 1 NA 5 2 3.7 5 3.3 NA ...
```

Alle Datenklassen sind korrekt (numerisch).

c) `Testdatumdaten.xlsx`

```r
# Lese Daten ein
d <- openxlsx::read.xlsx("https://www.produnis.de/trainingslager/data/Testdatumdaten.xlsx")
```

```r
# Datenklassen anschauen
str(d)
```

```
tibble [38 x 4] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Vornme        : chr [1:38] "Anima" "Annika" "Farhad" "Michèle" ...
 $ Geschlecht    : chr [1:38] "weiblich" "weiblich" "männlich" "weiblich" ...
 $ Geburtstag    : chr [1:38] "25.02.2001" "19.10.1995" "10.11.1999" "23.08.1993" ...
 $ Lieblingsfarbe: chr [1:38] "blau" "grün" "gelb" "blau" ...
```

```r
# Datenklassen anpassen
d$Vornme <- factor(d$Vornme)
d$Geschlecht <- factor(d$Geschlecht)
d$Lieblingsfarbe <- factor(d$Lieblingsfarbe)
# Zeitformat
d$Geburtstag <- lubridate::dmy(d$Geburtstag, tz="CET")

# anschauen
str(d)
```

```
tibble [38 x 4] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Vornme        : Factor w/ 38 levels "Alexander","Anima",..: 2 4 13 30 38 35 10 3 5 15 ...
 $ Geschlecht    : Factor w/ 2 levels "männlich","weiblich": 2 2 1 2 2 2 2 2 2 1 ...
 $ Geburtstag    : POSIXct[1:38], format: "2001-02-25" "1995-10-19" ...
 $ Lieblingsfarbe: Factor w/ 4 levels "blau","gelb",..: 1 3 2 1 3 3 1 4 4 2 ...
```

4.2. Lösungen zur deskriptiven Statistik

4.2.1. Lösung zur Aufgabe 1.2.1 Median Mittelwert

a) erzeugen Sie einen Datenvektor mit Werten von 1 bis 10

```
v <- 1:10
```

b) berechnen Sie den Median und das arithmetische Mittel

```
median(v)
```

```
[1] 5.5
```

```
mean(v)
```

```
[1] 5.5
```

c) fügen Sie den Wert 45881 dem Datenvektor hinzu

```
v <- c(v, 45881)
# anschauen
v
```

```
 [1]     1     2     3     4     5     6     7     8     9    10 45881
```

d) berechnen Sie erneut den Median und das arithmetische Mittel. Was fällt Ihnen auf?

```
median(v)
```

```
[1] 6
```

```
mean(v)
```

```
[1] 4176
```

Es fällt auf, dass der Mittelwert viel stärker von dem neuen Wert (45881) beinflusst wird als der Median.

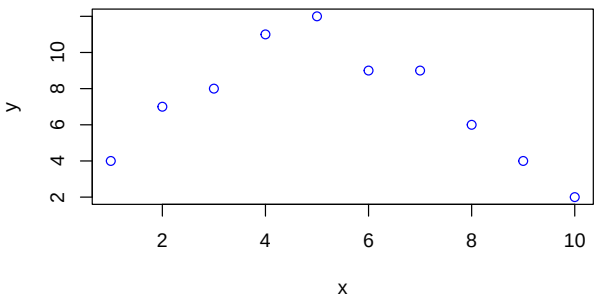
4.2.2. Lösung zur Aufgabe 1.2.2 Punktwolke und Balkendiagramm

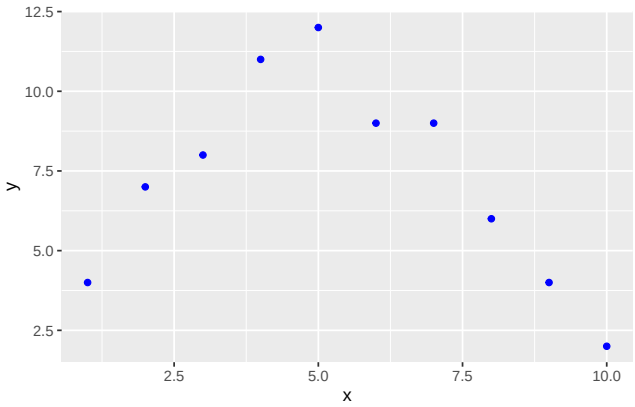
a) Überführen Sie die Daten in ein Datenframe.

```
df <- data.frame(x = c(1:10),
                 y = c(4, 7, 8, 11, 12, 9, 9, 6, 4, 2))
```

b) Stellen Sie die Werte als Punktwolke dar.

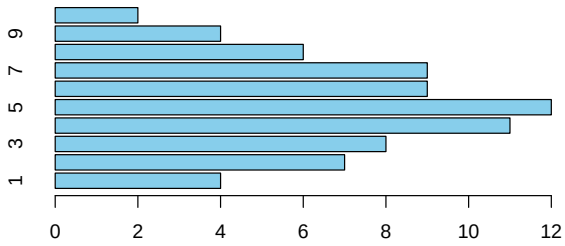
```
# Rbase
plot(df, col="blue")
# ggplot
library(ggplot2)
ggplot(df, aes(x=x, y=y)) +
  geom_point(color="blue")
```

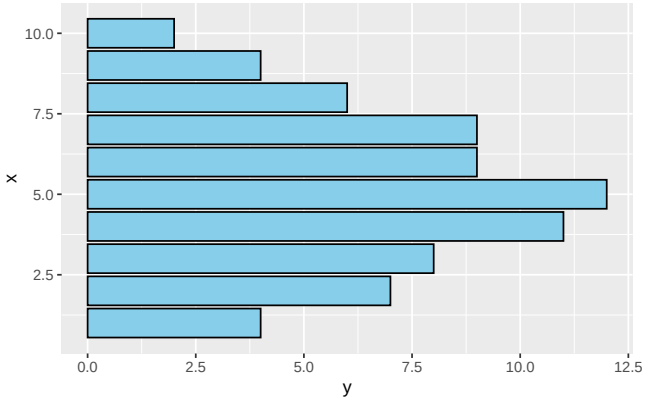




c) Stellen Sie die Werte als Balkendiagramm (**nicht** Säulendiagramm) dar.

```
# R-base
barplot(df$y, names.arg = df$x,
        col="skyblue",
        horiz = TRUE)
# ggplot
ggplot(df, aes(x=x, y=y)) +
  geom_bar(stat="identity",
           fill="skyblue", col="black") +
  coord_flip()
```





4.2.3. Lösung zur Aufgabe 1.2.3 Taylor Swift

a) Laden Sie den Datensatz `taylor_swift_spotify2024.csv` in Ihre R-Session. Nennen Sie Ihr Dataframe dabei `ts`.

```
ts <- read.csv("https://www.produnis.de/trainingslager/data/taylor_swift_spotify2024.csv",
                 sep=",", header=TRUE)
```

b) Verschaffen Sie sich mittels `str()` und `summary()` einen Überblick über die enthaltenen Daten.

```
str(ts)
```

```
'data.frame':   582 obs. of  18 variables:
 $ X               : int  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ...
 $ name            : chr  "Fortnight (feat. Post Malone)" "The Tortured Poets Department" "My E
 $ album           : chr  "THE TORTURED POETS DEPARTMENT: THE ANTHOLOGY" "THE TORTURED POETS DE
 $ release_date    : chr  "2024-04-19" "2024-04-19" "2024-04-19" "2024-04-19" ...
 $ track_number    : int  1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
 $ id              : chr  "6dODwocEuGzHAavXqTbwHv" "4PdLaGZubp4lghChqp8erB" "7uGYWMwRy24dm7RUDD
 $ uri             : chr  "spotify:track:6dODwocEuGzHAavXqTbwHv" "spotify:track:4PdLaGZubp4lghC
 $ acousticness    : num  0.502 0.0483 0.137 0.56 0.73 0.384 0.624 0.178 0.607 0.315 ...
 $ danceability    : num  0.504 0.604 0.596 0.541 0.423 0.521 0.33 0.533 0.626 0.606 ...
 $ energy          : num  0.386 0.428 0.563 0.366 0.533 0.72 0.483 0.573 0.428 0.338 ...
 $ instrumentalness: num  1.53e-05 0.00 0.00 1.00e-06 2.64e-03 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 ...
 $ liveness        : num  0.0961 0.126 0.302 0.0946 0.0816 0.135 0.111 0.309 0.0921 0.106 ...
 $ loudness        : num  -10.98 -8.44 -7.36 -10.41 -11.39 ...
 $ speechiness     : num  0.0308 0.0255 0.0269 0.0748 0.322 0.104 0.0399 0.138 0.0261 0.048 ...
 $ tempo           : num  192 110.3 97.1 159.7 160.2 ...
 $ valence         : num  0.281 0.292 0.481 0.168 0.248 0.438 0.34 0.398 0.487 0.238 ...
 $ popularity      : int  82 79 80 82 80 81 78 79 82 81 ...
 $ duration_ms     : int  228965 293048 203801 261228 262974 340428 210789 215463 254365 334084
```

```
summary(ts)
```

```
       X             name              album           release_date
 Min.   :  0.0   Length:582         Length:582         Length:582
 1st Qu.:145.2   Class :character   Class :character   Class :character
 Median :290.5   Mode  :character   Mode  :character   Mode  :character
 Mean   :290.5
 3rd Qu.:435.8
 Max.   :581.0
  track_number        id                 uri              acousticness
 Min.   : 1.00   Length:582         Length:582         Min.   :0.000182
 1st Qu.: 5.00   Class :character   Class :character   1st Qu.:0.037325
 Median :10.00   Mode  :character   Mode  :character   Median :0.184500
 Mean   :11.42                                         Mean   :0.333185
 3rd Qu.:15.00                                         3rd Qu.:0.660000
 Max.   :46.00                                         Max.   :0.971000
  danceability        energy       instrumentalness       liveness
 Min.   :0.1750   Min.   :0.1180   Min.   :0.0000000   Min.   :0.03350
 1st Qu.:0.5150   1st Qu.:0.4180   1st Qu.:0.0000000   1st Qu.:0.09652
```

```
 Median :0.5935   Median :0.5710   Median :0.0000019   Median :0.11450
 Mean   :0.5808   Mean   :0.5658   Mean   :0.0033933   Mean   :0.16113
 3rd Qu.:0.6530   3rd Qu.:0.7190   3rd Qu.:0.0000581   3rd Qu.:0.16100
 Max.   :0.8970   Max.   :0.9480   Max.   :0.3330000   Max.   :0.93100
    loudness        speechiness          tempo           valence
 Min.   :-17.932   Min.   :0.02310   Min.   : 68.10   Min.   :0.0384
 1st Qu.: -9.401   1st Qu.:0.03030   1st Qu.: 96.89   1st Qu.:0.2300
 Median : -7.353   Median :0.03760   Median :119.05   Median :0.3740
 Mean   : -7.662   Mean   :0.05648   Mean   :122.40   Mean   :0.3910
 3rd Qu.: -5.495   3rd Qu.:0.05480   3rd Qu.:143.94   3rd Qu.:0.5225
 Max.   : -1.927   Max.   :0.91200   Max.   :208.92   Max.   :0.9430
   popularity     duration_ms
 Min.   : 0.00   Min.   : 83253
 1st Qu.:45.00   1st Qu.:211823
 Median :62.00   Median :235433
 Mean   :57.86   Mean   :240011
 3rd Qu.:70.00   3rd Qu.:260820
 Max.   :93.00   Max.   :613026
```

c) Wenn nötig, korrigiern Sie das Skalenniveau (nominal, ordinal, metrisch) der Variablen innerhalb des Datensatzes.

Mindestens `album` kann als Factor angesehen werden. Streggenommen aber auch `name`, `id` und `uri`.

```r
ts$name  <- factor(ts$name)
ts$album <- factor(ts$album)
ts$release_date <- as.Date(ts$release_date)
ts$id    <- factor(ts$id)
ts$uri   <- factor(ts$uri)
summary(ts)
```

```
       X                       name
 Min.   :  0.0   The Story Of Us :  4
 1st Qu.:145.2   22              :  3
 Median :290.5   All Too Well    :  3
 Mean   :290.5   Anti-Hero       :  3
 3rd Qu.:435.8   august          :  3
 Max.   :581.0   Back To December:  3
                 (Other)         :563
                                                                          album
 reputation Stadium Tour Surprise Song Playlist                              : 46
 folklore: the long pond studio sessions (from the Disney+ special) [deluxe edition]: 34
 THE TORTURED POETS DEPARTMENT: THE ANTHOLOGY                                : 31
 Red (Taylor's Version)                                                      : 30
 Fearless (Taylor's Version)                                                 : 26
 Midnights (The Til Dawn Edition)                                            : 23
 (Other)                                                                     :392
  release_date         track_number                        id
 Min.   :2006-10-24   Min.   : 1.00   00vJzaoxM3Eja1doBUhX0P:  1
 1st Qu.:2012-10-22   1st Qu.: 5.00   0108kcWLnn2HlH2kedi1gn:  1
 Median :2020-08-18   Median :10.00   01K4zKU104LyJ8gMb7227B:  1
 Mean   :2018-04-17   Mean   :11.42   01QdEx6kFr78ZejhQtWR5m:  1
```

```
 3rd Qu.:2022-10-22   3rd Qu.:15.00   02Zkkf2zMkwRGQjZ7T4p8f:  1
 Max.   :2024-04-19   Max.   :46.00   045ZeOHPIzhxxsm8bq5kyE:  1
                                       (Other)                :576
                                  uri       acousticness       danceability
 spotify:track:00vJzaoxM3Eja1doBUhX0P:  1   Min.   :0.000182   Min.   :0.1750
 spotify:track:0108kcWLnn2HlH2kedi1gn:  1   1st Qu.:0.037325   1st Qu.:0.5150
 spotify:track:01K4zKU104LyJ8gMb7227B:  1   Median :0.184500   Median :0.5935
 spotify:track:01QdEx6kFr78ZejhQtWR5m:  1   Mean   :0.333185   Mean   :0.5808
 spotify:track:02Zkkf2zMkwRGQjZ7T4p8f:  1   3rd Qu.:0.660000   3rd Qu.:0.6530
 spotify:track:045ZeOHPIzhxxsm8bq5kyE:  1   Max.   :0.971000   Max.   :0.8970
 (Other)                              :576
     energy       instrumentalness       liveness          loudness
 Min.   :0.1180   Min.   :0.0000000   Min.   :0.03350   Min.   :-17.932
 1st Qu.:0.4180   1st Qu.:0.0000000   1st Qu.:0.09652   1st Qu.: -9.401
 Median :0.5710   Median :0.0000019   Median :0.11450   Median : -7.353
 Mean   :0.5658   Mean   :0.0033933   Mean   :0.16113   Mean   : -7.662
 3rd Qu.:0.7190   3rd Qu.:0.0000581   3rd Qu.:0.16100   3rd Qu.: -5.495
 Max.   :0.9480   Max.   :0.3330000   Max.   :0.93100   Max.   : -1.927

  speechiness          tempo           valence         popularity
 Min.   :0.02310   Min.   : 68.10   Min.   :0.0384   Min.   : 0.00
 1st Qu.:0.03030   1st Qu.: 96.89   1st Qu.:0.2300   1st Qu.:45.00
 Median :0.03760   Median :119.05   Median :0.3740   Median :62.00
 Mean   :0.05648   Mean   :122.40   Mean   :0.3910   Mean   :57.86
 3rd Qu.:0.05480   3rd Qu.:143.94   3rd Qu.:0.5225   3rd Qu.:70.00
 Max.   :0.91200   Max.   :208.92   Max.   :0.9430   Max.   :93.00

  duration_ms
 Min.   : 83253
 1st Qu.:211823
 Median :235433
 Mean   :240011
 3rd Qu.:260820
 Max.   :613026
```

d) Wie lang dauern die Songs im Durchschnitt? Bei welcher Songlänge liegt der Median? Bitte geben Sie die Ergebnisse in Sekunden (nicht Millisekunden) an.

```r
# Mittelwert
mean(ts$duration_ms)/1000
```

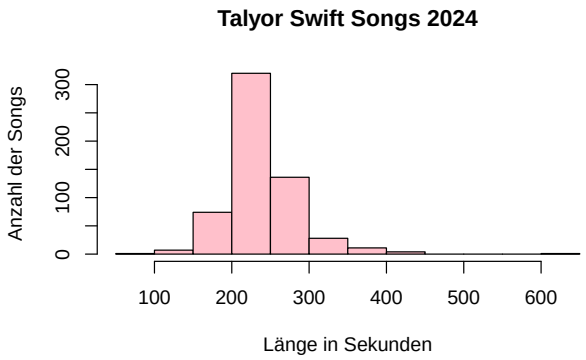
```
[1] 240.0112
```

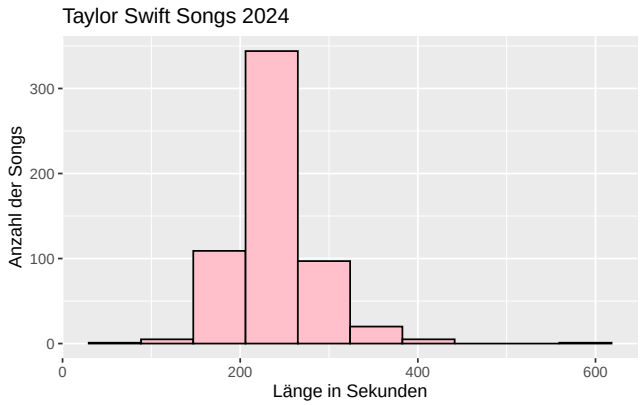
```r
# Median
median(ts$duration_ms)/1000
```

```
[1] 235.433
```

e) Erstellen Sie ein ausreichend beschriftetes Histogramm der Songlängen in Sekunden.

```
# Umrechnen in Sekunden
songlänge <- ts$duration_ms / 1000

# Rbase
hist(songlänge, col="pink",
     xlab="Länge in Sekunden",
     ylab="Anzahl der Songs",
     main= "Talyor Swift Songs 2024")
# ggplot
library(ggplot2)
songs <- as.data.frame(songlänge)
ggplot(songs, aes(x=songlänge)) +
  geom_histogram(fill="pink", col="black",
                 bins=10) +
  labs(title = "Taylor Swift Songs 2024",
       x = "Länge in Sekunden",
       y = "Anzahl der Songs")
```





f) Welcher Song ist laut Datensatz der populärste, welcher der längste, und welcher der langsamste?

Neben `min()` und `max()` können mittels `summary()` die Werte über `Min.` und `Max.` abgelesen werden.

```
## populärste
ts[ts$popularity==93, ]
```

```
     ...1 name   album release_date track_number id    uri    acousticness      1
     324 Cruel… Lover 2019-08-23       2            1Bxf… spot…  0.117
```

```
# oder
ts$name[ts$popularity==93]
```

```
[1] Cruel Summer
363 Levels: ...Ready For It? ... You're On Your Own, Kid
```

```
# oder
ts$name[ts$popularity==max(ts$popularity)]
```

```
[1] Cruel Summer
363 Levels: ...Ready For It? ... You're On Your Own, Kid
```

```r
## längste
ts[ts$duration_ms==613026, ]
```

```
     ...1 name   album release_date track_number id    uri   acousticness      1
     197 All Too… Red … 2021-11-12        30           5enx… spot…  0.274
```

```r
# oder
ts$name[ts$duration_ms==613026]
```

```
[1] All Too Well (10 Minute Version) (Taylor's Version) (From The Vault)
363 Levels: ...Ready For It? ... You're On Your Own, Kid
```

```r
# oder
ts$name[ts$duration_ms==max(ts$duration_ms)]
```

```
[1] All Too Well (10 Minute Version) (Taylor's Version) (From The Vault)
363 Levels: ...Ready For It? ... You're On Your Own, Kid
```

```r
## langsamste
ts[ts$tempo==68.097, ]
```

```
     ...1 name   album release_date track_number id    uri   acousticness      1
     281 this is … folk… 2020-11-25       9            1gaL… spot…  0.928
```

```r
# oder
ts$name[ts$tempo==68.097]
```

```
[1] this is me trying - the long pond studio sessions
363 Levels: ...Ready For It? ... You're On Your Own, Kid
```

```r
# oder
ts$name[ts$tempo==min(ts$tempo)]
```

```
[1] this is me trying - the long pond studio sessions
363 Levels: ...Ready For It? ... You're On Your Own, Kid
```

g) Welches Album hat die meisten Songs, und welches hat die wenigsten Songs?

```r
# die meisten Songs
sort(table(ts$album), decreasing=TRUE)[1]
```

```
reputation Stadium Tour Surprise Song Playlist
                                          46
```

```r
# die wenigsten Songs
sort(table(ts$album))[1]
```

```
Live From Clear Channel Stripped 2008
                                    8
```

h) Plotten Sie die Anzahl der Tracks pro Album als Punkt-Liniendiagramm, wobei das Datum auf der X-Achse, und die Trackanzahl auf der Y-Achse dargestellt werden.

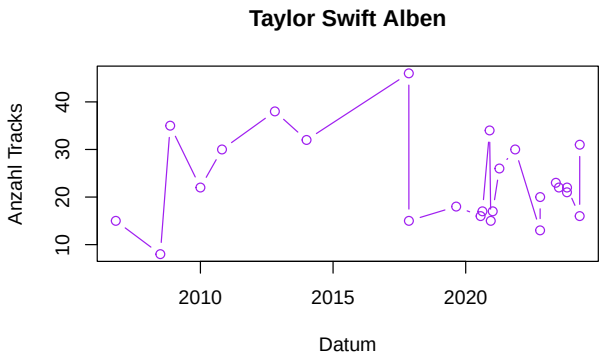
Um die Datumsangaben auf der X-Achse in korrekten Abständen anzuzeigen erstellen wir zunächst ein Datenframe der Häufigkeitstabelle von `ts$release_date`. Anschließend werden die Datumsangaben per `as.Date()` in die richtige Klasse überführt.

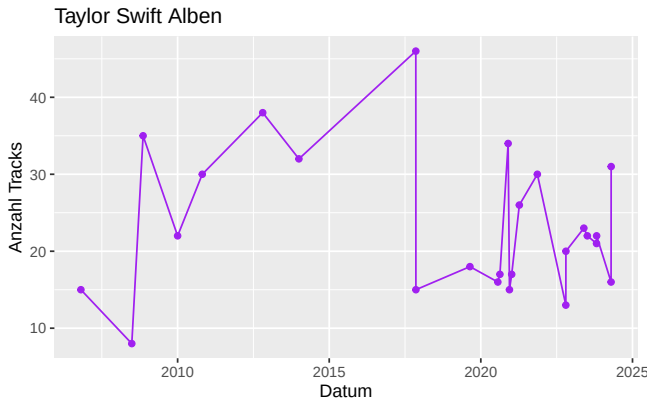
```r
# erstelle Datenframe der Häufigkeitstabelle
df <- as.data.frame(table(ts$release_date))
# anzeigen
df
```

```
         Var1 Freq
1  2006-10-24   15
2  2008-06-28    8
3  2008-11-11   35
4  2010-01-01   22
5  2010-10-25   30
6  2012-10-22   38
7  2014-01-01   32
8  2017-11-09   46
9  2017-11-10   15
10 2019-08-23   18
11 2020-07-24   16
12 2020-08-18   17
13 2020-11-25   34
14 2020-12-11   15
15 2021-01-07   17
16 2021-04-09   26
17 2021-11-12   30
18 2022-10-21   13
19 2022-10-22   20
20 2023-05-26   23
21 2023-07-07   22
22 2023-10-26   21
23 2023-10-27   22
24 2024-04-18   16
25 2024-04-19   31
```

```r
# überführe in Datumsklasse
df$Var1 <- as.Date(df$Var1)
```

```r
# plotte mit Rbase
plot(df, type="b",
     col="purple",
     ylab="Anzahl Tracks",
     xlab="Datum",
     main="Taylor Swift Alben")
# plott mit ggplot
ggplot(df, aes(x = Var1, y = Freq)) +
  geom_line(color = "purple") +
  geom_point(color = "purple") +
  labs(x = "Datum",
       y = "Anzahl Tracks",
       title = "Taylor Swift Alben")
```





4.2.4. Lösung zur Aufgabe 1.2.4 Serumcholesterin

a) Überführen Sie die Daten in ein Datenframe mit der Variable `chol`.

```r
# gebe die Werte ein
serumchol <- c(4.5, 4.9, 7.3, 5.2, 5.8, 6.2, 5.0, 5.6, 6.4, 7.6,
               5.4, 4.4, 6.6, 5.3, 5.7, 4.7, 8.2, 6.7, 4.8, 5.9)


# erstelle Datenframe
df <- data.frame(chol= serumchol)
```

b) Klassieren Sie die Serumcholesterinwerte.

Die Klassierung erfolgt entweder “von Hand”:

```r
# erstelle Werteklassen in eigener Variablenspalte
df$cholklass[df$chol < 5] <- "4.0-4.9"                  # alle Werte kleiner 5
df$cholklass[df$chol < 6 & df$chol  > 4.9] <- "5.0-5.9" # Werte kleiner 6 und größer 4
df$cholklass[df$chol < 7 & df$chol  > 5.9] <- "6.0-6.9" # Werte kleiner 7 und größer 5
df$cholklass[df$chol < 8 & df$chol  > 6.9] <- "7.0-7.9" # Werte kleiner 8 und größer 6
df$cholklass[df$chol < 9 & df$chol  > 7.9] <- "8.0-8.9" # Werte kleiner 9 und größer 7
df$cholklass <- factor(df$cholklass, ordered=T)
# neue Variable anschauen
df$cholklass
```

```
 [1] 4.0-4.9 4.0-4.9 7.0-7.9 5.0-5.9 5.0-5.9 6.0-6.9 5.0-5.9 5.0-5.9 6.0-6.9
[10] 7.0-7.9 5.0-5.9 4.0-4.9 6.0-6.9 5.0-5.9 5.0-5.9 4.0-4.9 8.0-8.9 6.0-6.9
[19] 4.0-4.9 5.0-5.9
Levels: 4.0-4.9 < 5.0-5.9 < 6.0-6.9 < 7.0-7.9 < 8.0-8.9
```

…oder mittels `cut()`.

```r
df$cholklass2 <- cut(df$chol, breaks=c(4:9),
                     right=FALSE,
                     ordered_result = TRUE)
# anzeigen
df
```

```
   chol cholklass cholklass2
1   4.5   4.0-4.9      [4,5)
2   4.9   4.0-4.9      [4,5)
3   7.3   7.0-7.9      [7,8)
4   5.2   5.0-5.9      [5,6)
5   5.8   5.0-5.9      [5,6)
6   6.2   6.0-6.9      [6,7)
7   5.0   5.0-5.9      [5,6)
8   5.6   5.0-5.9      [5,6)
9   6.4   6.0-6.9      [6,7)
10  7.6   7.0-7.9      [7,8)
11  5.4   5.0-5.9      [5,6)
12  4.4   4.0-4.9      [4,5)
13  6.6   6.0-6.9      [6,7)
14  5.3   5.0-5.9      [5,6)
15  5.7   5.0-5.9      [5,6)
16  4.7   4.0-4.9      [4,5)
17  8.2   8.0-8.9      [8,9)
18  6.7   6.0-6.9      [6,7)
19  4.8   4.0-4.9      [4,5)
20  5.9   5.0-5.9      [5,6)
```

c) Erstellen Sie eine ausreichend beschriftete Häufigkeitstabelle mit nicht kumulierten und kumulierten absoluten und relativen Häufigkeiten für die Häufigkeiten in den zuvor erstellten Serumcholesterinklassen.

```
# erzeuge eine Häufigkeitstabelle
jgsbook::freqTable(df$cholklass)
```

```
     Wert Haeufig Hkum Relativ Rkum
1 4.0-4.9       5    5      25   25
2 5.0-5.9       8   13      40   65
3 6.0-6.9       4   17      20   85
4 7.0-7.9       2   19      10   95
5 8.0-8.9       1   20       5  100
```

d) Bestimmen Sie bitte folgende Kenngrößen

```
# allgemein:
summary(df$chol)
```

```
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max. 
  4.400   4.975   5.650   5.810   6.450   8.200 
```

```
# speziell
psych::describe(df$chol,
                IQR=TRUE,
                skew=FALSE,
                quant = c(.10, 0.25, 0.75, .90)
                )
```

```
   vars  n mean   sd median min max range   se  IQR Q0.1 Q0.25 Q0.75 Q0.9
X1    1 20 5.81 1.06   5.65 4.4 8.2   3.8 0.24 1.48 4.68  4.97  6.45 7.33
```

```
# Was fehlt noch:
# Varianz
var(df$chol)
```

```
[1] 1.124105
```

```
# und Median
median(df$chol)
```

```
[1] 5.65
```

e) Berechnen Sie die Summe der quadrierten Abweichungen

Wir können “von Hand” rechnen…

```
mittelwert <- mean(serumchol)

# SQA
sum((serumchol - mittelwert)^2)
```

```
[1] 21.358
```

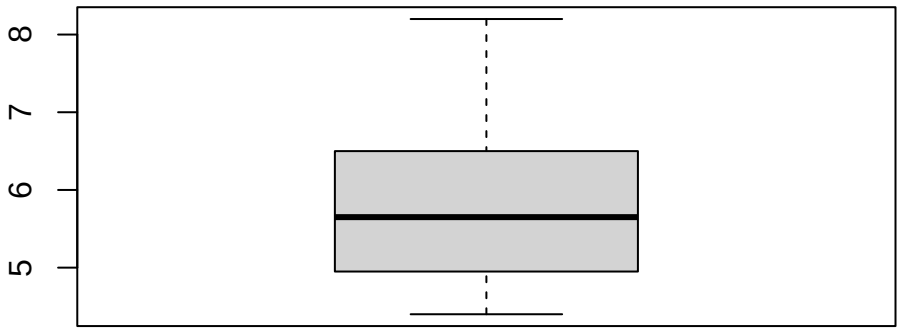
… oder wir machen uns die Tatsache zu nutze, dass die Formel für die *Varianz* $\frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{n-1}$ lautet. Folglich müssen wir die Varianz mit $(n-1)$ multiplizieren, und erhalten so die SQA.

```r
var(serumchol) * (length(serumchol)-1)
```

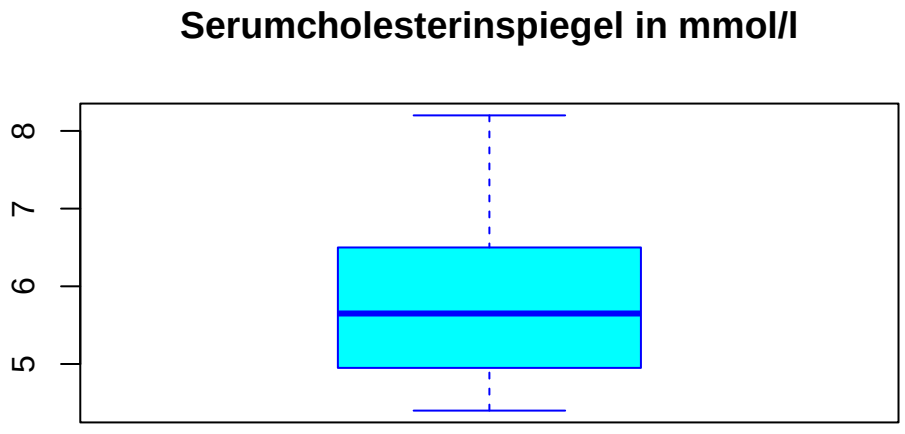
```
[1] 21.358
```

f) Erstellen Sie einen Boxplot der Werte.

```r
boxplot(df$chol)
```

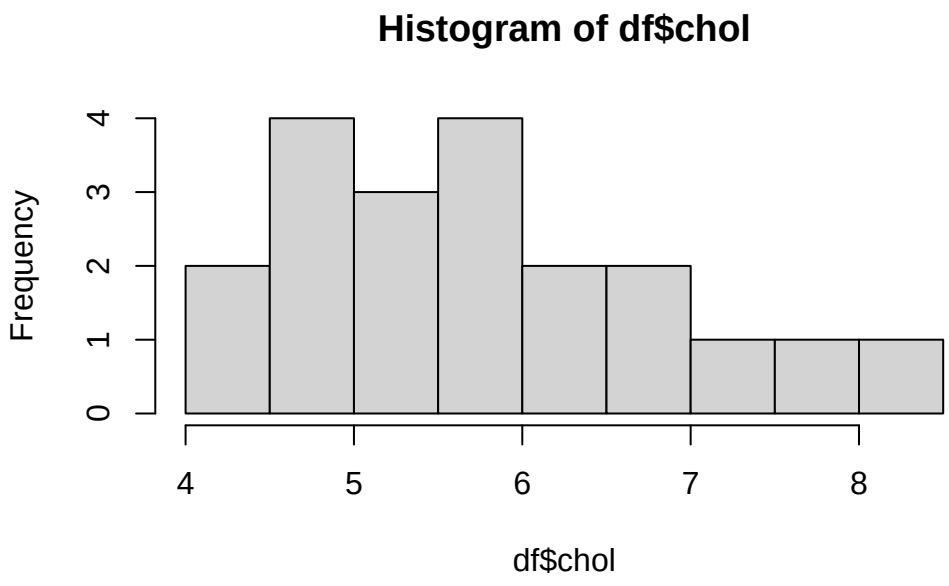



```r
# hübscher
boxplot(df$chol, main="Serumcholesterinspiegel in mmol/l",
        col="cyan", border="blue")
```

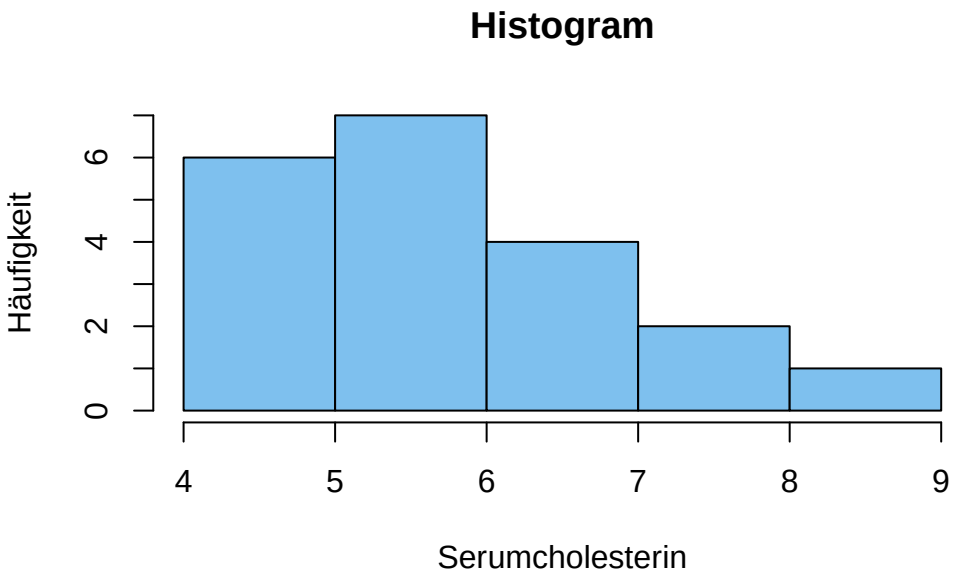


g) Stellen Sie die in b) aufgelisteten absoluten nicht kumulierten Häufigkeiten als Histogramm dar.

```
# Histogram
hist(df$chol)
```




```
# Histogram mit 5 "breaks und etwas hübscher
hist(df$chol, breaks=5,
     col="skyblue2",
     main="Histogram",
     xlab="Serumcholesterin",
     ylab="Häufigkeit")
```



h) Welche Form hat die Verteilung?

```
# "Schiefe" berechnen
psych::skew(df$chol)
```

```
[1] 0.6286707
```

```
# "Spitzigkeit" berechnen
psych::kurtosi(df$chol)
```

```
[1] -0.6340307
```

Die Skewness ist positiv, d.h. die Verteilung ist linksgipflig (aka rechtschief).
Die Kurtosis von -0,63 zeigt an, dass die Daten flacher und breiter als eine Normalverteilung sind.

4.2.5. Lösung zur Aufgabe 1.2.5 Gewichtsreduktion

a) Überführen Sie die Daten in ein Datenframe.

```
alter <- c(4,  7  ,8,  9,  11, 12, 13, 14, 15, 16, 16, 20, 20,
           22, 25, 26, 26, 28, 29, 34)
geschlecht <- c(1, 2, 2, 2, 1, 1, 2, 2, 2, 1, 1, 2, 2, 2, 1, 0, 2, 1, 2, 0)

# Erzeuge Datenframe
df <- data.frame(alter, geschlecht)
```

b) Kodieren Sie der Variable "`Geschlecht`" um

```
# wandle "Geschlecht"-Einträge um
df$geschlecht[df$geschlecht == "0"] <- "divers"
df$geschlecht[df$geschlecht == "1"] <- "männlich"
df$geschlecht[df$geschlecht == "2"] <- "weiblich"

# wandle in factor() um
df$geschlecht <- factor(df$geschlecht)
```

c) Klassieren Sie das Alter der Probanden

Die Altersklassierung erfolgt entweder "von Hand"…

```
# klassiere die Daten in eigener Spaltenvariable
df$alterk[df$alter < 6] <- "0-5" # alle Werte kleiner 6
df$alterk[df$alter < 11 & df$alter > 5] <- "6-10" # Werte kleiner 11 und größer 5
df$alterk[df$alter < 16 & df$alter > 10] <- "11-15" # Werte kleiner 16 und größer 10
df$alterk[df$alter < 21 & df$alter > 15] <- "16-20" # Werte kleiner 21 und größer 15
df$alterk[df$alter < 26 & df$alter > 20] <- "21-25" # Werte kleiner 26 und größer 20
df$alterk[df$alter < 31 & df$alter > 25] <- "26-30" # Werte kleiner 31 und größer 25
df$alterk[df$alter > 30] <- "31-35" # Werte größer 30 werden zu "31-35"

# ordinaler Faktor der Werteklassen
df$alterk <- factor(df$alterk,
                    levels=c("0-5", "6-10", "11-15", "16-20", "21-25",
                             "26-30", "31-35"),
                    ordered=TRUE)
```

… oder per `cut()`-Funktion.

```
df$alterk2 <- cut(df$alter, breaks = seq(0,35,by=5),
                            ordered=TRUE)
#anzeigen
df
```

```
   alter geschlecht alterk alterk2
1      4   männlich    0-5   (0,5]
2      7   weiblich   6-10  (5,10]
3      8   weiblich   6-10  (5,10]
4      9   weiblich   6-10  (5,10]
5     11   männlich  11-15 (10,15]
6     12   männlich  11-15 (10,15]
7     13   weiblich  11-15 (10,15]
8     14   weiblich  11-15 (10,15]
9     15   weiblich  11-15 (10,15]
10    16   männlich  16-20 (15,20]
11    16   männlich  16-20 (15,20]
12    20   weiblich  16-20 (15,20]
13    20   weiblich  16-20 (15,20]
14    22   weiblich  21-25 (20,25]
```

```
15     25   männlich  21-25 (20,25]
16     26     divers  26-30 (25,30]
17     26   weiblich  26-30 (25,30]
18     28   männlich  26-30 (25,30]
19     29   weiblich  26-30 (25,30]
20     34     divers  31-35 (30,35]
```

d) Bestimmen Sie folgende Stichprobenkennzahlen für das Merkmal ‘`Alter`’.

```r
# allgemein
summary(df$alter)
```

```
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max. 
   4.00   11.75   16.00   17.75   25.25   34.00 
```

```r
# Minimum
min(df$alter)
```

```
[1] 4
```

```r
# Perzentile und Quartile
quantile(df$alter, probs = c(0.05, 0.25, 0.75, 0.95))
```

```
   5%   25%   75%   95% 
 6.85 11.75 25.25 29.25 
```

```r
# Perzentile und Quartile
# mit SPSS-Rechenmethode (type=6)
quantile(df$alter, probs = c(0.05, 0.25, 0.75, 0.95), type=6)
```

```
   5%   25%   75%   95% 
 4.15 11.25 25.75 33.75 
```

```r
# Median
median(df$alter)
```

```
[1] 16
```

```r
# ar.Mittel
mean(df$alter)
```

```
[1] 17.75
```

```r
# Maximum
max(df$alter)
```

```
[1] 34
```

```r
# Interquartilsabstand
IQR(df$alter)
```

```
[1] 13.5
```

```
# Interquartilsabstand
# SPSS-Rechenmethode (type=6)
IQR(df$alter, type=6)
```

```
[1] 14.5
```

Berechne (fast) alles auf einmal:

```
# oder einfach
psych::describe(df$alter,
                quant = c(0.05, 0.25, 0.75, 0.95),
                skew=FALSE,
                IQR=TRUE)
```

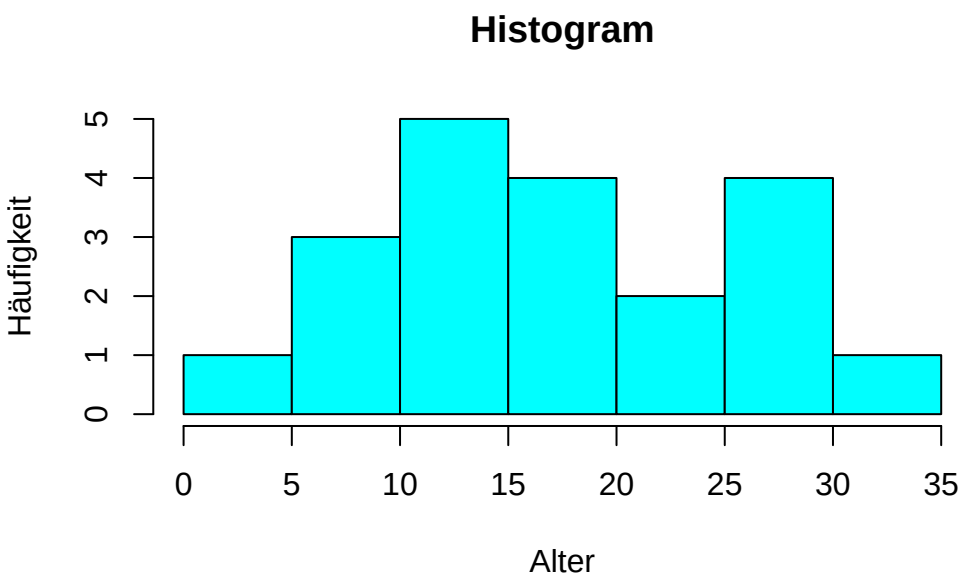
```
   vars  n  mean   sd median min max range   se  IQR Q0.05 Q0.25 Q0.75 Q0.95
X1    1 20 17.75 8.33     16   4  34    30 1.86 13.5  6.85 11.75 25.25 29.25
```

e) Zeichnen Sie ein Histogramm und ein Balkendiagramm für die nicht kumulierten absoluten Häufigkeiten zur Anzahl der Studienteilnehmer in den zuvor gebildeten Altersklassen.

Die Funktion `hist()` kann nur metrische Daten verarbeiten. Daher nehmen wir die Variable "`alter`" (und nicht "`alterk`") und stellen die Abstände auf 5 (Jahre).

```
# Histogram geht mit R-base hist() nur bei metrischen Daten!!
# Die Werteklassen können per "breaks"-Parameter angegeben werden.
hist(df$alter)
```

```r
# etwas hübscher
hist(df$alter, breaks = 5, col="cyan",
     main="Histogram",
     xlab="Alter",
     ylab="Häufigkeit") # 5er-Schritte
```

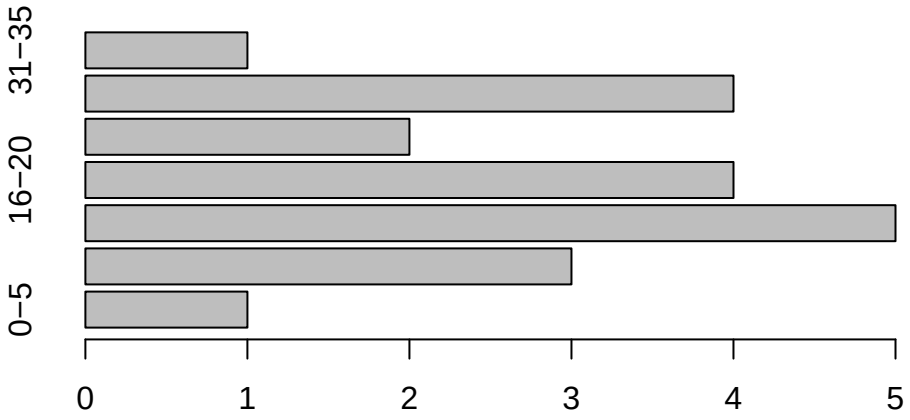


Für das Balkendiagramm nutzen wir die Funktion `table()` auf die Variable "`alterk`".

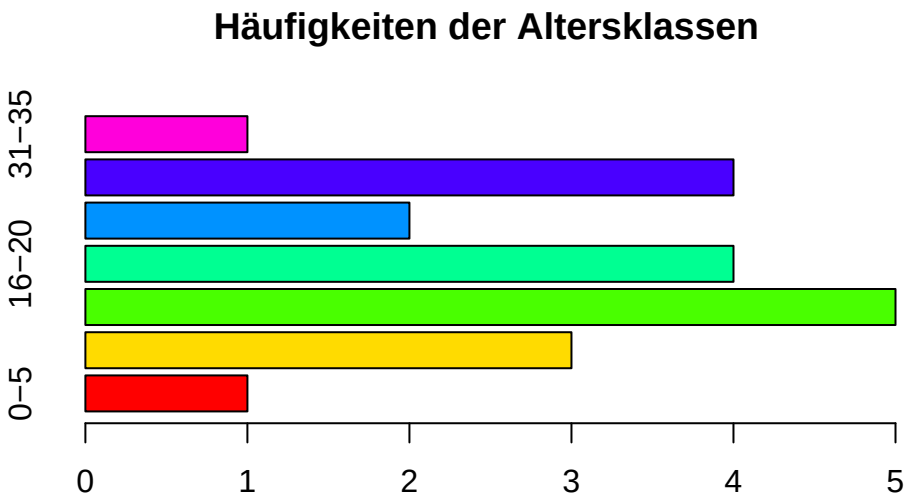
```r
# Häufigkeitstabelle von "alterk"
table(df$alterk)
```

```
  0-5  6-10 11-15 16-20 21-25 26-30 31-35
    1     3     5     4     2     4     1
```

```r
# Balkendiagramm
barplot(table(df$alterk), horiz = TRUE)
```




```
# etwas hübscher
barplot(table(df$alterk), horiz = TRUE,
        col=rainbow(7),
        main="Häufigkeiten der Altersklassen")
```



f) Erstellen Sie eine Kontingenztafel zur gleichzeitigen Darstellung der beiden Merkmale `Altersgruppe` und `Geschlecht`.

```
# Kontingenztafel
# entweder mit table()
table(df$alterk, df$geschlecht)
```

```
        divers männlich weiblich
  0-5        0        1        0
  6-10       0        0        3
  11-15      0        2        3
  16-20      0        2        2
  21-25      0        1        1
  26-30      1        1        2
  31-35      1        0        0
```

```r
# oder mit xtabs()
xtabs(~df$alterk+df$geschlecht)
```

```
         df$geschlecht
df$alterk divers männlich weiblich
    0-5        0        1        0
    6-10       0        0        3
    11-15      0        2        3
    16-20      0        2        2
    21-25      0        1        1
    26-30      1        1        2
    31-35      1        0        0
```

```r
# in Dezimal-Prozent
prop.table(table(df$alterk, df$geschlecht))
```

```
        divers männlich weiblich
  0-5     0.00     0.05     0.00
  6-10    0.00     0.00     0.15
  11-15   0.00     0.10     0.15
  16-20   0.00     0.10     0.10
  21-25   0.00     0.05     0.05
  26-30   0.05     0.05     0.10
  31-35   0.05     0.00     0.00
```

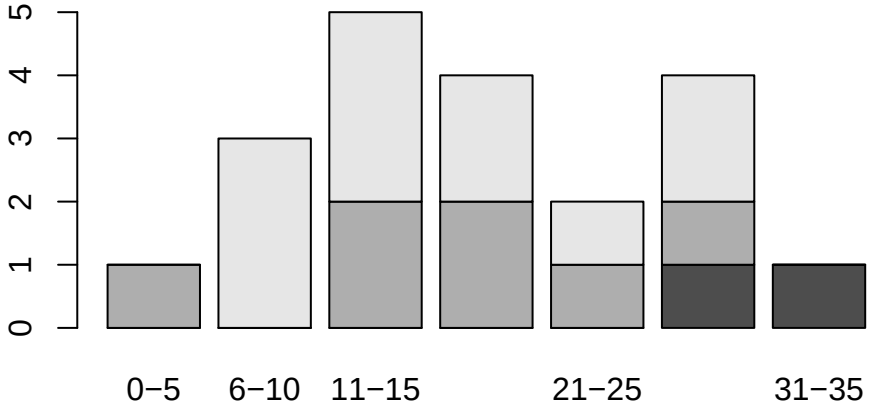
```r
# in Prozent
prop.table(table(df$alterk, df$geschlecht))*100
```

```
        divers männlich weiblich
  0-5        0        5        0
  6-10       0        0       15
  11-15      0       10       15
  16-20      0       10       10
  21-25      0        5        5
  26-30      5        5       10
  31-35      5        0        0
```

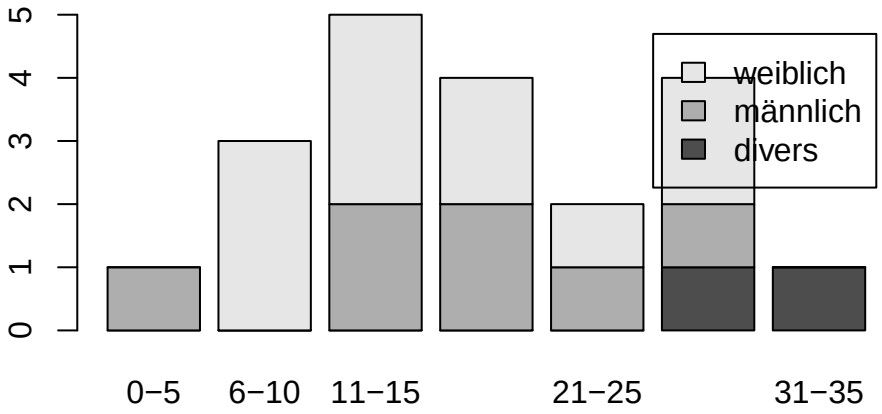
g) Stellen Sie die Häufigkeitsverteilung der beiden Merkmale `Altersgruppe` und `Geschlecht` in einer geeigneten Graphik dar.

Geeignet ist ein geschichtetes Barplot.

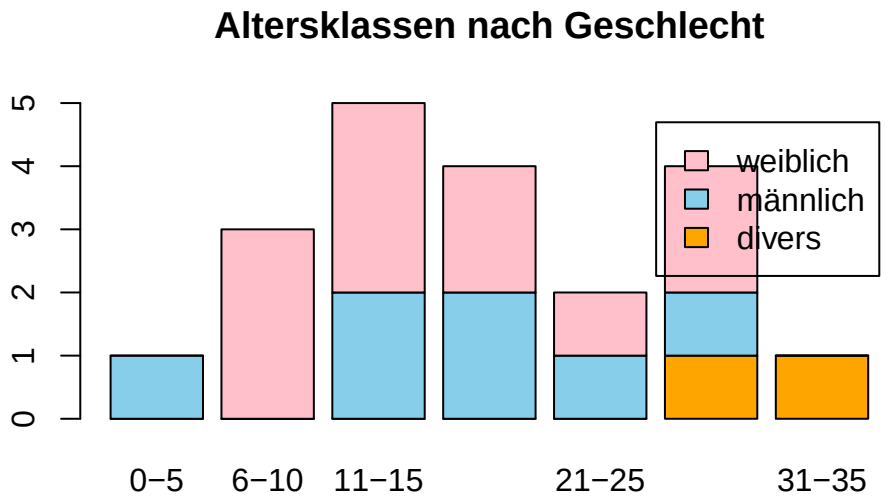
```
# Barplot
barplot(table(df$geschlecht, df$alterk))
```



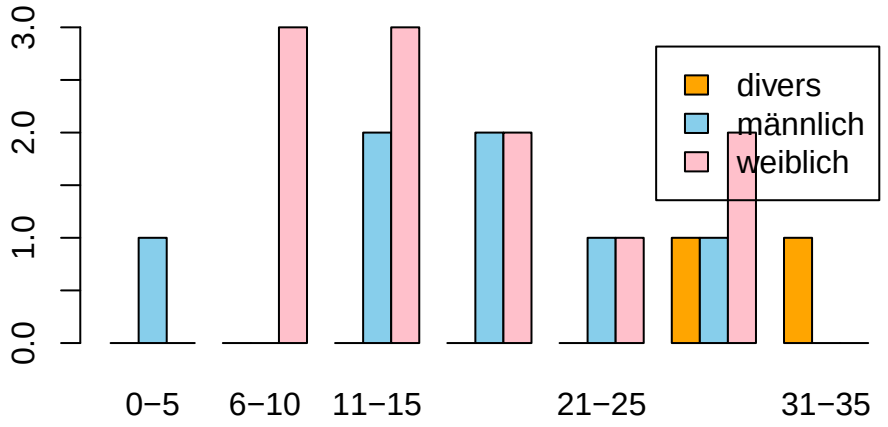

```
# mit Legendenbox
barplot(table(df$geschlecht, df$alterk), legend.text = levels(df$geschlecht))
```



```r
# hübscher
barplot(table(df$geschlecht, df$alterk),
        legend.text = levels(df$geschlecht),
        main="Altersklassen nach Geschlecht",
        col=c("orange", "skyblue", "pink")
        )
```




```r
# variante "beside=TRUE"
barplot(table(df$geschlecht, df$alterk),
        legend.text = levels(df$geschlecht),
        beside = TRUE,
        col=c("orange", "skyblue", "pink")
        )
```



4.2.6. Lösung zur Aufgabe 1.2.6 Anscombe-Quartett

a) Laden Sie den Datensatz `anscombe` in Ihre R-Session.

```
# Lade Datensatz
data("anscombe")

# anschauen
str(anscombe)
```

```
'data.frame':   11 obs. of  8 variables:
 $ x1: num  10 8 13 9 11 14 6 4 12 7 ...
 $ x2: num  10 8 13 9 11 14 6 4 12 7 ...
 $ x3: num  10 8 13 9 11 14 6 4 12 7 ...
 $ x4: num  8 8 8 8 8 8 8 19 8 8 ...
 $ y1: num  8.04 6.95 7.58 8.81 8.33 ...
 $ y2: num  9.14 8.14 8.74 8.77 9.26 8.1 6.13 3.1 9.13 7.26 ...
 $ y3: num  7.46 6.77 12.74 7.11 7.81 ...
 $ y4: num  6.58 5.76 7.71 8.84 8.47 7.04 5.25 12.5 5.56 7.91 ...
```

b) Schreiben Sie die 4 Anscombe-Datensätze (`x1` bis `x4` und `y1` bis `y4`) in 4 neue Datenframes mit den Namen `Anscombe1` bis `Anscombe4`. Die enthaltenen Spalten sollten jeweils `x` und `y` heissen.

```
Anscombe1 <- data.frame(x=anscombe$x1, y=anscombe$y1)
Anscombe2 <- data.frame(x=anscombe$x2, y=anscombe$y2)
Anscombe3 <- data.frame(x=anscombe$x3, y=anscombe$y3)
Anscombe4 <- data.frame(x=anscombe$x4, y=anscombe$y4)
```

c) Führen Sie für jedes Datenframe die Berechnungen von Anscombe durch (Mittelwert, Varianz, Korrelation und lineare Regression), wobei Sie Ihre Ergebnisse auf 2 Stellen runden sollen.

```
### Datensatz Anscombe1
# Mittelwert für x, gerundet auf 2 Stellen
round(mean(Anscombe1$x), 2)
```

```
[1] 9
```

```
# Varianz für x
round(var(Anscombe1$x), 2)
```

```
[1] 11
```

```
# Mittelwert für y
round(mean(Anscombe1$y), 2)
```

```
[1] 7.5
```

```
# Varianz für y
round(var(Anscombe1$y), 2)
```

```
[1] 4.13
```

```r
# Korrelationskoeffizient
round(cor(Anscombe1$x, Anscombe1$y), 2)
```

```
[1] 0.82
```

```r
# Regression
fit <- lm(Anscombe1$y ~ Anscombe1$x)
round(fit$coefficients, 2)
```

```
(Intercept) Anscombe1$x
        3.0         0.5
```

```r
### Datensatz Anscombe2
# Mittelwert für x, gerundet auf 2 Stellen
round(mean(Anscombe2$x), 2)
```

```
[1] 9
```

```r
# Varianz für x
round(var(Anscombe2$x), 2)
```

```
[1] 11
```

```r
# Mittelwert für y
round(mean(Anscombe2$y), 2)
```

```
[1] 7.5
```

```r
# Varianz für y
round(var(Anscombe2$y), 2)
```

```
[1] 4.13
```

```r
# Korrelationskoeffizient
round(cor(Anscombe2$x, Anscombe2$y), 2)
```

```
[1] 0.82
```

```r
# Regression
fit <- lm(Anscombe2$y ~ Anscombe2$x)
round(fit$coefficients, 2)
```

```
(Intercept) Anscombe2$x
        3.0         0.5
```

```r
### Datensatz Anscombe3
# Mittelwert für x, gerundet auf 2 Stellen
round(mean(Anscombe3$x), 2)
```

```
[1] 9
```

```r
# Varianz für x
round(var(Anscombe3$x), 2)
```

```
[1] 11
```

```r
# Mittelwert für y
round(mean(Anscombe3$y), 2)
```

```
[1] 7.5
```

```r
# Varianz für y
round(var(Anscombe3$y), 2)
```

```
[1] 4.12
```

```r
# Korrelationskoeffizient
round(cor(Anscombe3$x, Anscombe3$y), 2)
```

```
[1] 0.82
```

```r
# Regression
fit <- lm(Anscombe3$y ~ Anscombe3$x)
round(fit$coefficients, 2)
```

```
(Intercept) Anscombe3$x
        3.0         0.5
```

```r
### Datensatz Anscombe4
# Mittelwert für x, gerundet auf 2 Stellen
round(mean(Anscombe4$x), 2)
```

```
[1] 9
```

```r
# Varianz für x
round(var(Anscombe4$x), 2)
```

```
[1] 11
```

```r
# Mittelwert für y
round(mean(Anscombe4$y), 2)
```

```
[1] 7.5
```

```r
# Varianz für y
round(var(Anscombe4$y), 2)
```

```
[1] 4.12
```

```r
# Korrelationskoeffizient
round(cor(Anscombe4$x, Anscombe4$y), 2)
```

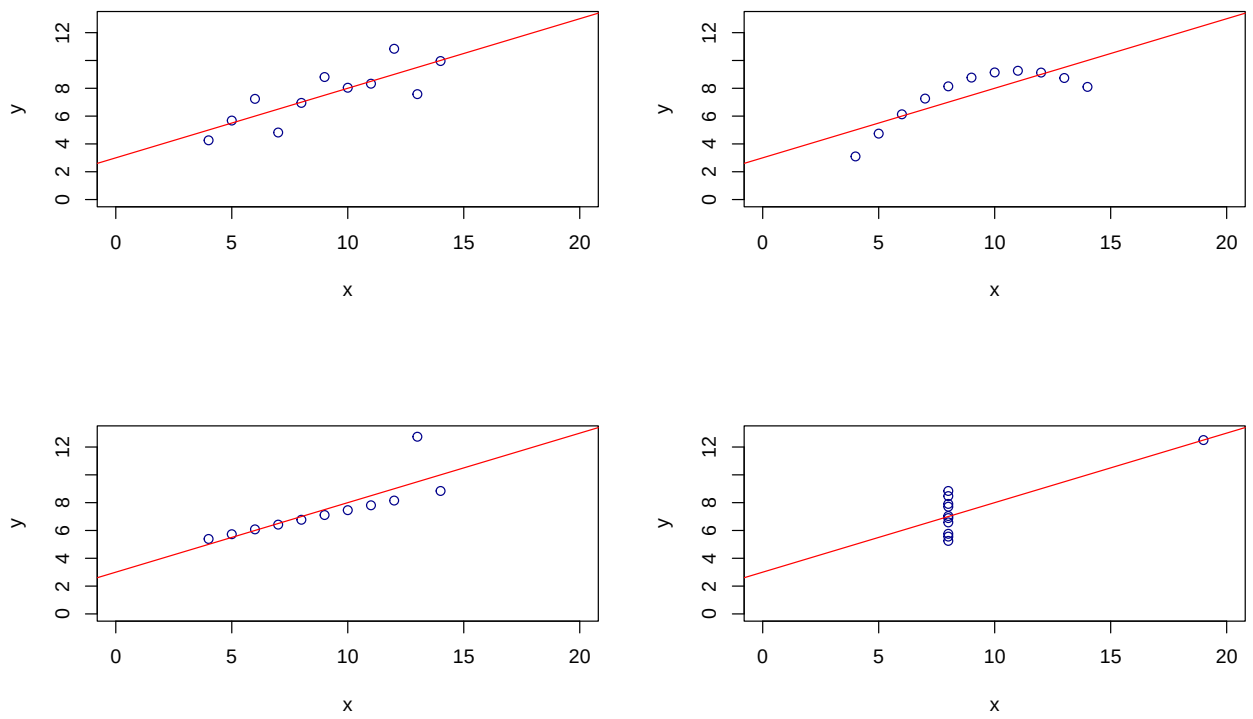
```
[1] 0.82
```

```r
# Regression
fit <- lm(Anscombe4$y ~ Anscombe4$x)
round(fit$coefficients, 2)
```

```
(Intercept) Anscombe4$x
        3.0         0.5
```

d) Erzeugen Sie die 4 Anscombe-Diagramme (Punktwolke und Regressionsgerade) mit der `plot()`-Funktion, und hübschen Sie die Plots mit etwas Farbe auf.

```r
# Datensatz Anscombe1
plot(Anscombe1$x, Anscombe1$y,
     xlim = c(0,20),  xlab="x",
     ylim = c(0,13),  ylab="y",
     col="darkblue")
abline(lm(Anscombe1$y ~ Anscombe1$x), col="red")
# Datensatz Anscombe2
plot(Anscombe2$x, Anscombe2$y,
     xlim = c(0,20),  xlab="x",
     ylim = c(0,13),  ylab="y",
     col="darkblue")
abline(lm(Anscombe2$y ~ Anscombe2$x), col="red")
# Datensatz Anscombe3
plot(Anscombe3$x, Anscombe3$y,
     xlim = c(0,20),  xlab="x",
     ylim = c(0,13),  ylab="y",
     col="darkblue")
abline(lm(Anscombe3$y ~ Anscombe3$x), col="red")
# Datensatz Anscombe4
plot(Anscombe4$x, Anscombe4$y,
     xlim = c(0,20),  xlab="x",
     ylim = c(0,13),  ylab="y",
     col="darkblue")
abline(lm(Anscombe4$y ~ Anscombe4$x), col="red")
```



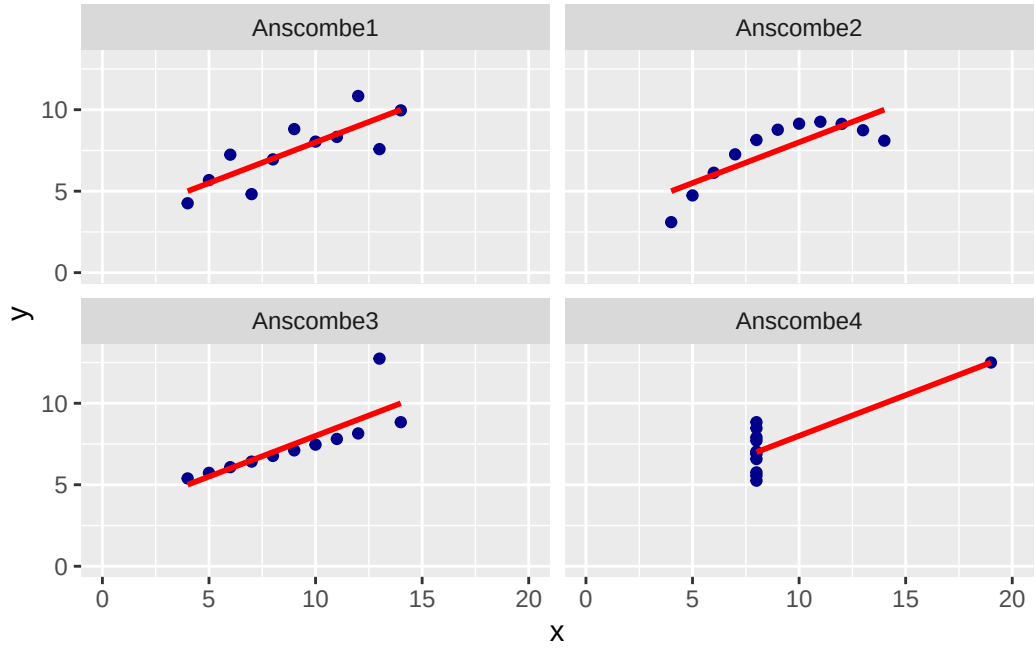
e) Erzeugen Sie die 4 Anscombe-Diagramme mittels `ggplot()`, wobei alle 4 Diagramme mit einem Plotaufruf erzeugt werden sollen. Dies geht am einfachsten, wenn der Datensatz im Tidy-Data-Format (long table) vorliegt.

```
## Tidy-Longtable erzeugen
# Gruppen separieren
Anscombe1 <- data.frame(x=anscombe$x1, y=anscombe$y1, Gruppe="Anscombe1")
Anscombe2 <- data.frame(x=anscombe$x2, y=anscombe$y2, Gruppe="Anscombe2")
Anscombe3 <- data.frame(x=anscombe$x3, y=anscombe$y3, Gruppe="Anscombe3")
Anscombe4 <- data.frame(x=anscombe$x4, y=anscombe$y4, Gruppe="Anscombe4")

# alles zusammenfügen
df <- rbind(Anscombe1, Anscombe2, Anscombe3, Anscombe4)

# anschauen
str(df)
```

```
'data.frame':   44 obs. of  3 variables:
 $ x     : num  10 8 13 9 11 14 6 4 12 7 ...
 $ y     : num  8.04 6.95 7.58 8.81 8.33 ...
 $ Gruppe: chr  "Anscombe1" "Anscombe1" "Anscombe1" "Anscombe1" ...
```

```r
# plotten
library(ggplot2)
ggplot(df) +
  aes(x=x, y=y) +
  xlim(0,20) +
  ylim(0,13) +
  geom_point(color="darkblue")+
  geom_smooth(method="lm", color="red", se=FALSE) +
  facet_wrap(~ Gruppe)
```

```
`geom_smooth()` using formula = 'y ~ x'
```



4.2.7. Lösung zur Aufgabe 1.2.7 Kinder und Wohnräume

a) Berechnen Sie den Korrelationskoeffizienten r

```r
df <- data.frame(ehepaar = c(1:5),
                 kinder  = c(0, 2, 3, 0, 1),
                 raeume  = c(1, 4, 3, 2, 3))

# Korreltation nach Pearson
cor(df$kinder, df$raeume)
```

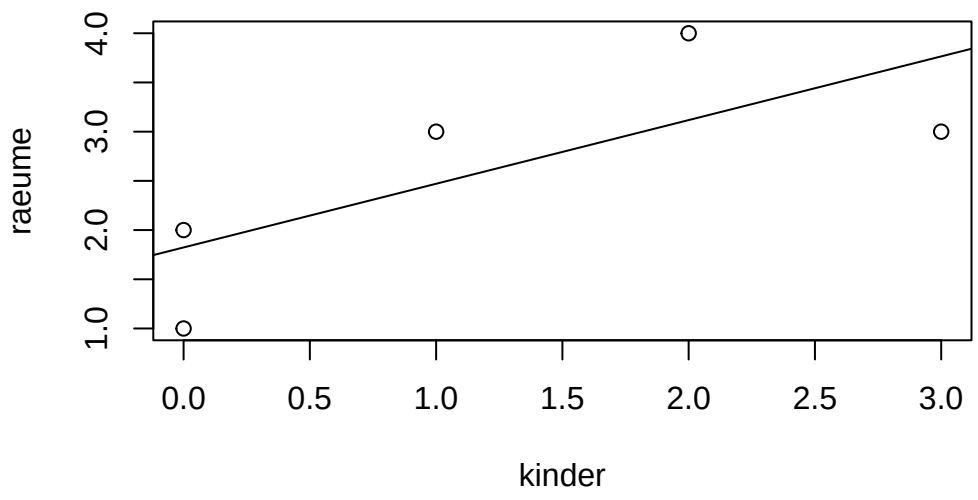
```
[1] 0.7399401
```

b) Berechnen Sie die Regressionsgerade und erstellen Sie die Graphik dazu!

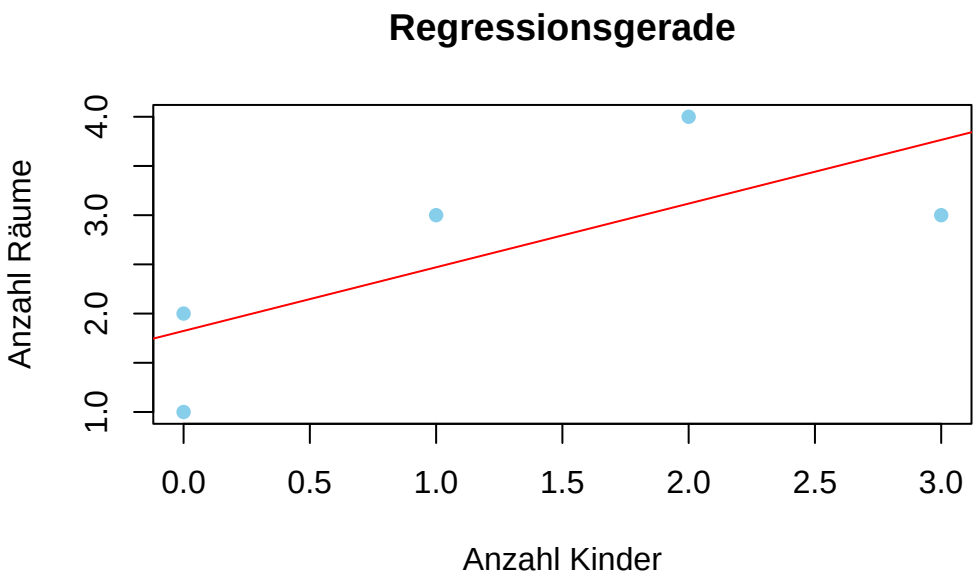
```
# regressionsmodelle immer in variable speichern
fit <- lm(raeume~kinder, data=df)

# Modellübersicht
summary(fit)
```

```
Call:
lm(formula = raeume ~ kinder, data = df)

Residuals:
      1       2       3       4       5 
-0.8235  0.8824 -0.7647  0.1765  0.5294 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)  
(Intercept)   1.8235     0.5683   3.209    0.049 *
kinder        0.6471     0.3396   1.905    0.153  
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.8856 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5475,	Adjusted R-squared:  0.3967 
F-statistic:  3.63 on 1 and 3 DF,  p-value: 0.1528
```

```
# regressionsmodell plotten
plot(raeume~kinder, data=df) # Punktwolke
abline(fit)                  # Regressionsgerade hinzufügen
```



```
# etwas hübscher
plot(raeume~kinder, data=df,
     col="skyblue",
     pch=16,
     main="Regressionsgerade",
     xlab="Anzahl Kinder",
     ylab="Anzahl Räume")
abline(fit, col="red")
```



4.2.8. Lösung zur Aufgabe 1.2.8 Kinder und Geschwister

a) Berechnen Sie den Korrelationskoeffizienten r

```
df <- data.frame(person = c(1:5),
                 kinder  = c(1,  0,  3,  2,  1),
                 geschwister  = c(0,  1,  4 , 1,  2))

# Korrelation
cor(df$kinder, df$geschwister)
```

```
[1] 0.6939779
```

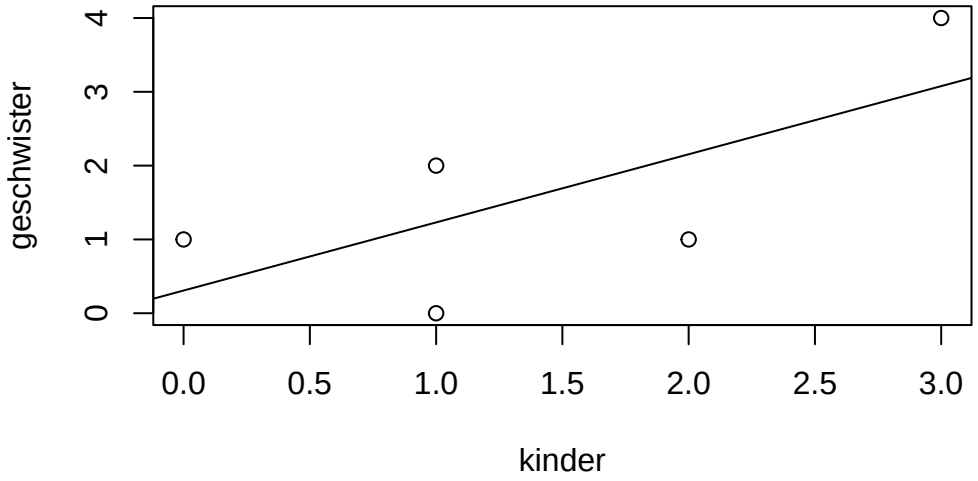
b) Berechnen Sie die Gleichung der Regressionsgeraden und erstellen Sie die Graphik dazu!

```
# regressionsmodelle immer in variable speichern
fit <- lm(geschwister~kinder, data=df)

# Modellübersicht
summary(fit)
```

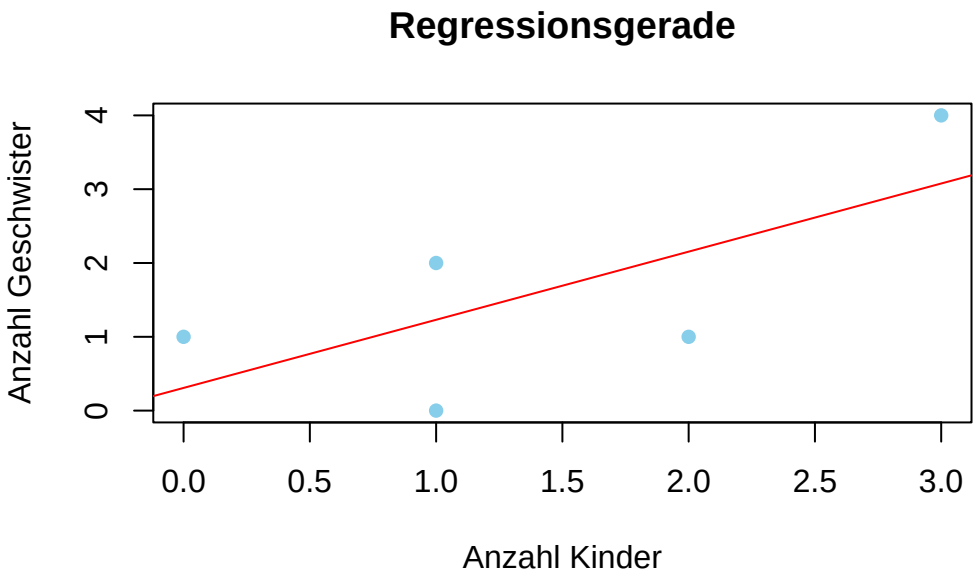
```
Call:
lm(formula = geschwister ~ kinder, data = df)

Residuals:
      1       2       3       4       5
-1.2308  0.6923  0.9231 -1.1538  0.7692

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.3077     0.9577   0.321    0.769
kinder        0.9231     0.5529   1.669    0.194

Residual standard error: 1.261 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4816,    Adjusted R-squared:  0.3088
F-statistic: 2.787 on 1 and 3 DF,  p-value: 0.1936
```

Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet $y = 0,3077 \ + 0,9231 \cdot x$.

```r
# regressionsmodell plotten
plot(geschwister~kinder, data=df) # Punktwolke
abline(fit)                       # Regressionsgerade hinzufügen
```




```r
# etwas hübscher
plot(geschwister~kinder, data=df,
     col="skyblue",
     pch=16,
     main="Regressionsgerade",
     xlab="Anzahl Kinder",
     ylab="Anzahl Geschwister")
abline(fit, col="red")
```



c) Was geschieht mit r und mit der Regressionsgeraden, falls Sie die Angaben der 3. Person streichen und dann die Auswertung wiederholen?

```
# dritte Person streichen
df <- df[-3,]

# Korrelation
cor(df$kinder, df$geschwister)
```

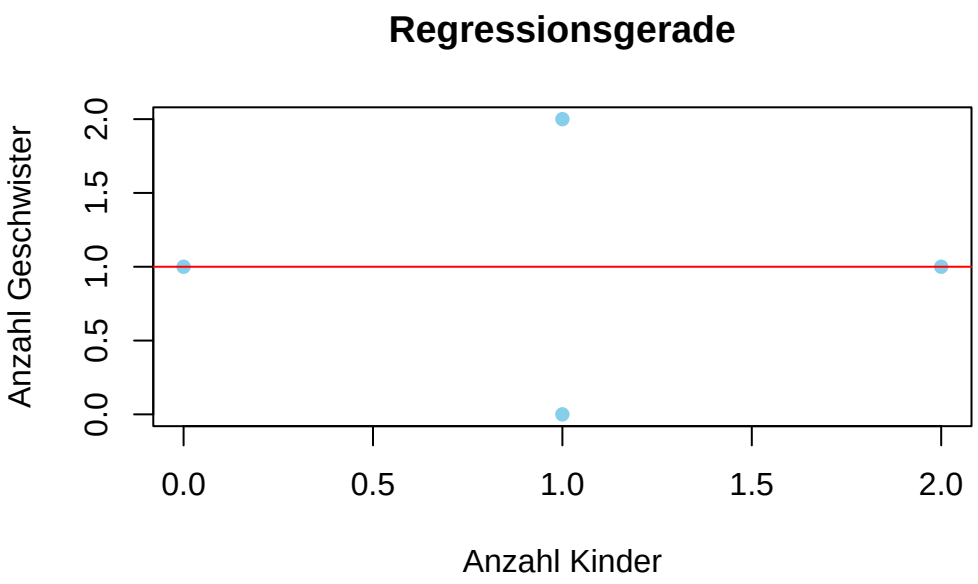
```
[1] 0
```

```
# Regression
fit <- lm(geschwister~kinder, data=df)

# Modellübersicht
summary(fit)
```

```
Call:
lm(formula = geschwister ~ kinder, data = df)

Residuals:
         1          2          4          5 
-1.000e+00  0.000e+00  5.551e-17  1.000e+00 

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.000e+00  8.660e-01   1.155    0.368
kinder      -3.925e-17  7.071e-01   0.000    1.000

Residual standard error: 1 on 2 degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared:  2.465e-32, Adjusted R-squared:   -0.5
F-statistic: 4.93e-32 on 1 and 2 DF,  p-value: 1
```

```r
# etwas hübscher
plot(geschwister~kinder, data=df,
     col="skyblue",
     pch=16,
     main="Regressionsgerade",
     xlab="Anzahl Kinder",
     ylab="Anzahl Geschwister")
abline(fit, col="red")
```



Wenn die 3. Person aus dem Datensatz entfernt wird, kann kein Zusammenhang zwischen `geschwister` und `kinder` gezeigt werden (`r=0`). Die Regressionsgerade verläuft parallel zur X-Achse, so dass `Y` für jedes `X` gleich ist.

4.2.9. Lösung zur Aufgabe 1.2.9 Tribble Tibble

```r
# erstellen des Datensatzes mittels tribble()
library(tibble)
df <- tribble(
  ~Vorname, ~Geschlecht, ~Alter, ~Wohnort, ~Groesse, ~Gewicht, ~Rauchen,
  "Hannah", "weiblich", 25, "Berlin", 1.75, 65, FALSE,
  "Max", "maennlich", 30, "Hamburg", 1.85, 75, TRUE,
  "Sophia", "weiblich", 20, "Muenchen", 1.65, 55, FALSE,
  "Lukas", "maennlich", 35, "Frankfurt", 1.95, 85, TRUE,
  "Emma", "weiblich", 18, "Stuttgart", 1.70, 60, FALSE,
  "Jonas", "maennlich", 40, "Duesseldorf", 1.80, 70, TRUE,
  "Lea", "weiblich", 22, "Hannover", 1.60, 50, FALSE,
```

```
  "Jan", "divers", 28, "Nuernberg", 1.90, 80, TRUE,
  "Mia", "weiblich", 24, "Bremen", 1.73, 63, FALSE,
  "Luca", "maennlich", 33, "Gelsenkirchen", 1.88, 78, TRUE
)
```

a) Wandeln Sie mittels `mutate()` die Variablen `Geschlecht` und `Wohnort` in Faktoren um.

```
library(dplyr)
df <- df %>%
  mutate(Geschlecht = factor(Geschlecht),
         Wohnort = factor(Wohnort))

# anzeigen
glimpse(df)
```

```
Rows: 10
Columns: 7
$ Vorname    <chr> "Hannah", "Max", "Sophia", "Lukas", "Emma", "Jonas", "Lea",~
$ Geschlecht <fct> weiblich, maennlich, weiblich, maennlich, weiblich, maennli~
$ Alter      <dbl> 25, 30, 20, 35, 18, 40, 22, 28, 24, 33
$ Wohnort    <fct> Berlin, Hamburg, Muenchen, Frankfurt, Stuttgart, Duesseldor~
$ Groesse    <dbl> 1.75, 1.85, 1.65, 1.95, 1.70, 1.80, 1.60, 1.90, 1.73, 1.88
$ Gewicht    <dbl> 65, 75, 55, 85, 60, 70, 50, 80, 63, 78
$ Rauchen    <lgl> FALSE, TRUE, FALSE, TRUE, FALSE, TRUE, FALSE, TRUE, FALSE, ~
```

b) Verwenden Sie `filter()`, um nur die Fälle anzuzeigen, die Raucher sind.

```
df %>%
  filter(Rauchen == TRUE)
```

```
# A tibble: 5 x 7
  Vorname Geschlecht Alter Wohnort       Groesse Gewicht Rauchen
  <chr>   <fct>      <dbl> <fct>           <dbl>   <dbl> <lgl>
1 Max     maennlich     30 Hamburg          1.85      75 TRUE
2 Lukas   maennlich     35 Frankfurt        1.95      85 TRUE
3 Jonas   maennlich     40 Duesseldorf      1.8       70 TRUE
4 Jan     divers        28 Nuernberg        1.9       80 TRUE
5 Luca    maennlich     33 Gelsenkirchen    1.88      78 TRUE
```

c) Verwenden Sie `group_by()` und `summarise()`, um Mittelwert, Standardabweichung und Median der Variable `Alter` für jedes Geschlecht zu berechnen.

```
df %>%
  group_by(Geschlecht) %>%
  summarise(MW = mean(Alter),
            SD = sd(Alter),
            Median = median(Alter))
```

```
# A tibble: 3 x 4
  Geschlecht    MW    SD Median
```

```
  <fct>      <dbl> <dbl>  <dbl>
1 divers      28   NA        28
2 maennlich   34.5  4.20     34
3 weiblich    21.8  2.86     22
```

d) Verwenden Sie `arrange()`, um den Datensatz nach Wohnort in alphabetischer Reihenfolge zu sortieren.

```r
df %>%
  arrange(Wohnort)
```

```
# A tibble: 10 x 7
   Vorname Geschlecht Alter Wohnort       Groesse Gewicht Rauchen
   <chr>   <fct>      <dbl> <fct>           <dbl>   <dbl> <lgl>
 1 Hannah  weiblich      25 Berlin           1.75      65 FALSE
 2 Mia     weiblich      24 Bremen           1.73      63 FALSE
 3 Jonas   maennlich     40 Duesseldorf      1.8       70 TRUE
 4 Lukas   maennlich     35 Frankfurt        1.95      85 TRUE
 5 Luca    maennlich     33 Gelsenkirchen    1.88      78 TRUE
 6 Max     maennlich     30 Hamburg          1.85      75 TRUE
 7 Lea     weiblich      22 Hannover         1.6       50 FALSE
 8 Sophia  weiblich      20 Muenchen         1.65      55 FALSE
 9 Jan     divers        28 Nuernberg        1.9       80 TRUE
10 Emma    weiblich      18 Stuttgart        1.7       60 FALSE
```

4.2.10. Lösung zur Aufgabe 1.2.10 Abschlussnoten

a) Überführen Sie die Daten in R

```r
# überführe in ordinalen Factor
noten <- factor(c("2", "2", "4+", "2", "2-", "durchgefallen", "2", "2-", "2+",
                  "2+", "4", "2", "2", "3-", "2", "2", "1-", "2", "2", "4",
                  "3+", "2-", "2-", "2+", "1+", "1", "2", "2+", "3+", "2-",
                  "3-", "1-", "3", "1-", "4", "4+", "2", "3+", "3", "2-", "2",
                  "1-", "3+", "1+", "3", "2", "durchgefallen", "2-", "1-",
                  "2+", "3", "3+", "2-", "2+", "2+", "durchgefallen", "2-",
                  "2+", "2+", "2+", "1", "1-", "2", "4", "1-", "1+", "3", "2+",
                  "2-", "2+", "2-", "2-", "2-", "4", "3+", "1", "2-",
                  "durchgefallen", "1", "2+", "2-", "2"),
                ordered=TRUE,
                levels = c("1+", "1", "1-", "2+", "2", "2-",
                           "3+", "3", "3-", "4+", "4",
                           "durchgefallen")
                )
```

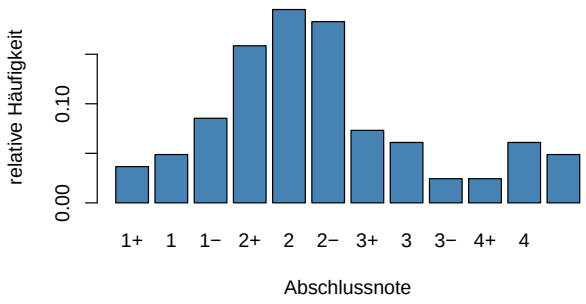
b) erstellen Sie eine vollständige Häufigkeitstabelle, ohne dabei die Funktion `freqTable()` zu verwenden.

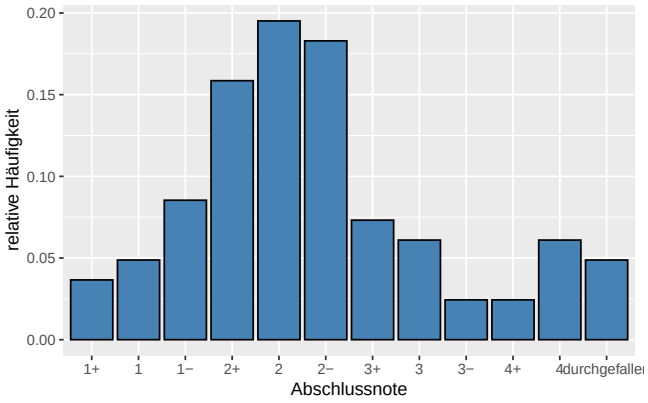
```
# überführe in Datenframe
df <- as.data.frame(table(noten))

# kumuliere
df$Hkum <- cumsum(df$Freq)

# relative Häufigkeiten
df$rel <- as.numeric(prop.table(table(noten)))

# kumulierte relative
df$relkum <- cumsum(df$rel)

# umbenennen
colnames(df) <- c("Note", "Haeufig", "Hkum", "Relativ", "Rkum")

# anzeigen
df
```

```
             Note Haeufig Hkum    Relativ       Rkum
1              1+       3    3 0.03658537 0.03658537
2               1       4    7 0.04878049 0.08536585
3              1-       7   14 0.08536585 0.17073171
4              2+      13   27 0.15853659 0.32926829
5               2      16   43 0.19512195 0.52439024
6              2-      15   58 0.18292683 0.70731707
7              3+       6   64 0.07317073 0.78048780
8               3       5   69 0.06097561 0.84146341
9              3-       2   71 0.02439024 0.86585366
10             4+       2   73 0.02439024 0.89024390
11              4       5   78 0.06097561 0.95121951
12 durchgefallen        4   82 0.04878049 1.00000000
```

c) Stellen Sie die relativen Häufigkeiten als ausreichend beschriftetes Säulendiagramm dar.

```
# Rbase
barplot(prop.table(table(noten)),
        col="steelblue",
        xlab="Abschlussnote",
        ylab="relative Häufigkeit")
# ggplot()
library(ggplot2)
ggplot(df, aes(x=Note, y=Relativ)) +
  geom_bar(stat="identity", fill="steelblue", color="black") +
  xlab("Abschlussnote") +
  ylab("relative Häufigkeit")
```





4.2.11. Lösung zur Aufgabe 1.2.11 Modulnoten

a) Übertragen Sie die Daten mittels der `rep()`-Funktion in R

```
# überführe mittels rep()
noten <- c( rep("1+",1),  rep("1", 3),  rep("1-", 2),
            rep("2+",7),  rep("2", 12), rep("2-", 15),
            rep("3+",13), rep("3", 6),  rep("3-", 5),
            rep("4+",4),  rep("4", 4),  rep("nb", 4))

# überführe in ordinalen Factor
noten <- factor(noten, ordered=TRUE,
                levels = c("1+", "1", "1-", "2+", "2", "2-",
                           "3+", "3", "3-", "4+", "4", "nb")
                )
```

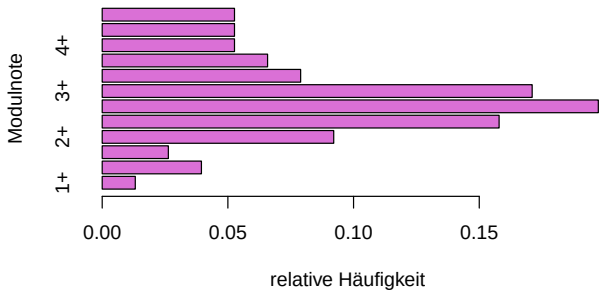
b) erstellen Sie eine vollständige Häufigkeitstabelle, ohne dabei die Funktion `jgsbook::freqTable()` zu verwenden.

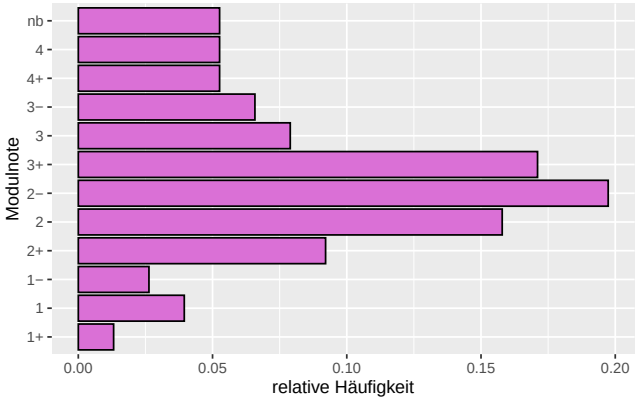
```
# überführe in Datenframe
df <- as.data.frame(table(noten))

# kumuliere
df$Hkum <- cumsum(df$Freq)

# relative Häufigkeiten
df$rel <- as.numeric(prop.table(table(noten)))

# kumulierte relative
df$relkum <- cumsum(df$rel)

# umbenennen
colnames(df) <- c("Note", "Haeufig", "Hkum", "Relativ", "Rkum")

# anzeigen
df
```

```
   Note Haeufig Hkum    Relativ       Rkum
1    1+       1    1 0.01315789 0.01315789
2     1       3    4 0.03947368 0.05263158
3    1-       2    6 0.02631579 0.07894737
4    2+       7   13 0.09210526 0.17105263
5     2      12   25 0.15789474 0.32894737
6    2-      15   40 0.19736842 0.52631579
7    3+      13   53 0.17105263 0.69736842
8     3       6   59 0.07894737 0.77631579
9    3-       5   64 0.06578947 0.84210526
10   4+       4   68 0.05263158 0.89473684
11    4       4   72 0.05263158 0.94736842
12   nb       4   76 0.05263158 1.00000000
```

c) Stellen Sie die relativen Häufigkeiten als ausreichend beschriftetes Balkendiagramm (nicht Säulendiagramm) dar.

```r
# Rbase
barplot(prop.table(table(noten)),
        col="orchid",
        # schalte um auf "Balkendiagramm"
        horiz=TRUE,
        ylab="Modulnote",
        xlab="relative Häufigkeit")
# ggplot()
library(ggplot2)
ggplot(df, aes(y=Note, x=Relativ)) +
  geom_bar(stat="identity", fill="orchid", color="black") +
  ylab("Modulnote") +
  xlab("relative Häufigkeit")
```





4.2.12. Lösung zur Aufgabe 1.2.12 Statistikklausur

a) Überführen Sie die Ergebnisse der Studierende in ein Datenframe.

```
df <- data.frame(Punkte = c(0, 0, 1, 85, 95, 63, 89, 98, 88, 75, 90, 41, 89, 99,
      97, 68, 49, 59, 96, 57, 65, 94, 48, 71,96, 72, 98, 88, 66, 58, 43, 66, 76,
      98, 44, 74, 99, 86, 87, 97, 99, 86, 61, 41, 77, 73, 71,40, 63, 71, 78, 72,
      58, 52, 68, 81, 75, 80, 70, 65, 86, 63, 97, 45, 58, 96, 48, 64, 67, 100,
      49, 90, 63, 69, 93, 90, 85, 78, 62, 84, 100, 67, 88, 71, 42, 72, 44, 89,
      73, 42, 71, 88, 74,60, 81, 58, 56, 94, 90, 69, 44, 42, 69, 100, 100))
```

b) Erzeugen Sie eine neue Spalte `Note`, indem Sie die erreichten Punkte mit Hilfe der `cut()`-Funktion in "echte" Noten umwandeln.

Die Schwierigkeit besteht darin, die absoluten Ränder (0 und 100 Punkte) korrekt zu klassieren. Ein möglicher Trick besteht darin, den Parameter `right=FALSE` zu setzen, und dann die oberste Klassengrenze nicht bei 100, sondern bei 101 aufhören zu lassen. Auf diese Weise werden Studierende, die 100 Punkte erreicht haben, ebenfalls korrekt klassiert.

```
df$Note <- cut(df$Punkte, breaks=c(0, seq(50, 95, 5), 101),
               ordered=TRUE, right=FALSE,
               labels = c("5.0", "4.0", "3.7",
                          "3.3", "3.0", "2.7",
                          "2.3", "2.0", "1.7",
                          "1.3", "1.0"))

# anschauen
head(df)
```

```
  Punkte Note
1      0  5.0
2      0  5.0
3      1  5.0
4     85  1.7
5     95  1.0
6     63  3.3
```

c) Erzeugen Sie mit wenig Aufwand eine vollständige Häufigkeitstabelle der Noten.

```
jgsbook::freqTable(df$Note)
```

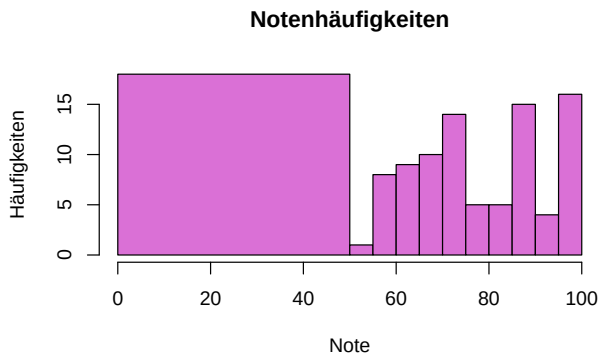
```
   Wert Haeufig Hkum Relativ   Rkum
1   5.0      18   18   17.14  17.14
2   4.0       1   19    0.95  18.09
3   3.7       7   26    6.67  24.76
4   3.3       8   34    7.62  32.38
5   3.0      11   45   10.48  42.86
6   2.7      13   58   12.38  55.24
7   2.3       6   64    5.71  60.95
8   2.0       4   68    3.81  64.76
9   1.7      13   81   12.38  77.14
```

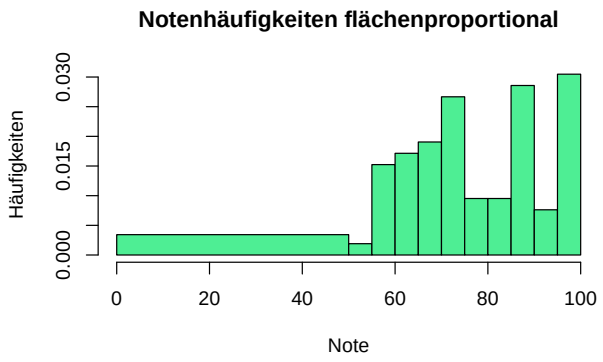
```
10  1.3        7   88    6.67  83.81
11  1.0       17  105   16.19 100.00
```

d) Erzeugen Sie ein farbiges Histogramm, welches die Klassengrenzen nachahmt. Denken Sie daran, dass `hist()` die "Originaldaten" erwartet und die Klassierung selbst (nach Ihren Angaben) vornimmt.

Geben Sie dem Plot eine Überschrift und beschriften Sie die Achsen.

```r
hist(df$Punkte, col="orchid",
     breaks=c(0, seq(50, 100, 5)),
     main="Notenhäufigkeiten", freq = TRUE,
     xlab="Note", ylab="Häufigkeiten")
# flächenproportional
hist(df$Punkte, col="seagreen2",
     breaks=c(0, seq(50, 100, 5)),
     main="Notenhäufigkeiten flächenproportional",
     xlab="Note", ylab="Häufigkeiten")
```





4.2.13. Lösung zur Aufgabe 1.2.13 Klausurergebnisse

a) Berechnen Sie die Punktzahl, die dem 77. Perzentil entspricht, d.h. bei welcher Punktzahl 77% der Studierenden schlechter abgeschnitten haben.

```r
qnorm(0.77, 80, 8)
```

```
[1] 85.91077
```

b) Wie viele Punkte muss eine Studentin mindestens erreichen, um zu den besten 5% der Klausur zu gehören?

```r
qnorm(0.95, 80, 8)
```

```
[1] 93.15883
```

c) Bei welchem Punktwert liegt der Median?

Bei normalverteilten Werten liegen Median und Mittelwert im selben Punkt. Somit liegt der Median bei 80 Punkten.

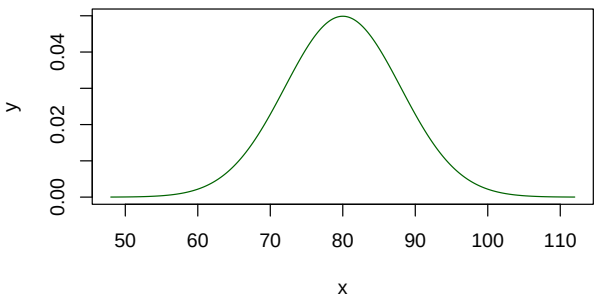
d) Ein Student behauptet, dass er zu den besten 25% des Kurses gehöre. Berechnen Sie, wie viele Punkte er mindestens erreicht haben müsste.

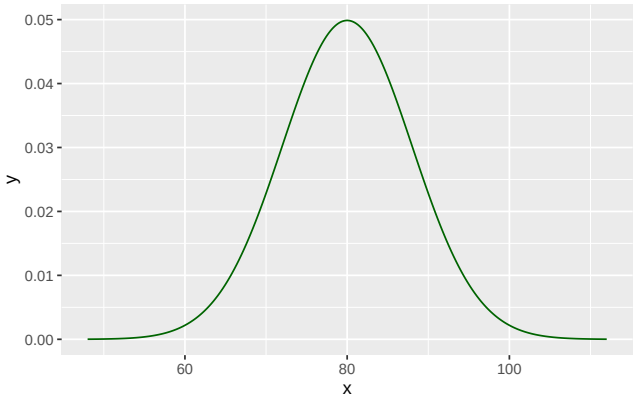
```
qnorm(0.75, 80, 8)
```

```
[1] 85.39592
```

e) Plotten Sie die Glockenkurve der Verteilung.

```
# helper
mean <- 80
sd <- 8
# x-Werte erzeugen
x <- seq(mean - 4*sd, mean + 4*sd, by=0.1)
# y-Werte
y <- dnorm(x, mean, sd)

# mit R-base
plot(x, y, type="l", col="darkgreen")
# mit ggplot
library(ggplot2)
df <- data.frame(x, y)
ggplot(df, aes(x=x, y=y)) +
  geom_line(color="darkgreen")
```





4.2.14. Lösung zur Aufgabe 1.2.14 Ampullen aufziehen

a) Wie lautet der z-transformierte Wert von Tina?

```
# z-Wert von Tina
as.numeric(scale(105, center=110, scale=17))
```

```
[1] -0.2941176
```

Tinas z-Wert lautet -0,2941.

b) wieviel Prozent der Kolleginnen sind schneller als Tina?

```
# schneller bedeutet weniger Sekunden
pnorm(105, mean=110, s=17)
```

```
[1] 0.384334
```

Es sind 38,43% der Kolleginnen schneller als Tina.

c) wieviel Prozent der Kolleginnen sind langsamer als Tina?

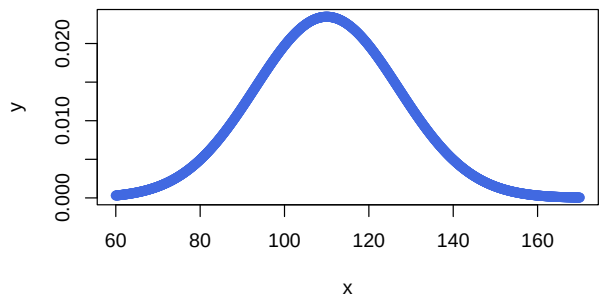
```
1 - pnorm(105, mean=110, s=17)
```

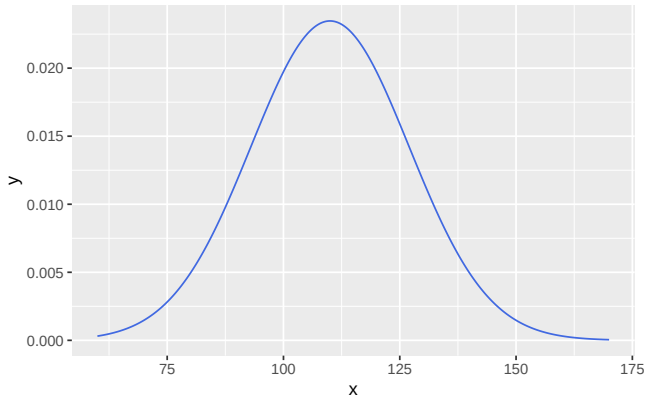
```
[1] 0.615666
```

Es sind 61,57% der Kolleginnen schneller als Tina

d) plotten Sie die Glockenkurve der Verteilung.

```
# x-Werte von 60 bis 170 erzeugen
x <- seq(60, 170, by=0.1)

# y-Werte mittels dnorm erzeugen
y <- dnorm(x, mean=110, sd=17)

# plotten mit Rbase
plot(x, y, col="royalblue")
# plotten mit ggplot
df <- data.frame(x, y)
ggplot(df, aes(x=x, y=y)) +
  geom_line(color="royalblue")
```





4.2.15. Lösung zur Aufgabe 1.2.15 Partys und Prüfungen

a) Übertragen Sie die Daten in R und passen Sie wo notwendig das Skalenniveau an.

```
library(tidyverse)

# Daten übertragen, z.B. mittels tribble()
df <- tribble(
  ~Proband,  ~Partys,  ~bestanden,
  1,2,3,
  2,3,3,
  3,6,1,
  4,4,0,
  5,0,5,
  6,1,3,
  7,4,0,
  8,0,4,
  9,8,1,
  10,4,2
  )

# Skalenniveau anpassen
df <- mutate(df, Proband=factor(Proband))

# anzeigen
glimpse(df)
```

```
Rows: 10
Columns: 3
$ Proband   <fct> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
$ Partys    <dbl> 2, 3, 6, 4, 0, 1, 4, 0, 8, 4
$ bestanden <dbl> 3, 3, 1, 0, 5, 3, 0, 4, 1, 2
```

b) Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl an Partys und der Anzahl an bestandenen Prüfungen? Prüfen Sie mittels geeigneter Korrelationverfahren.

```
cor(df$Partys, df$bestanden)
```

```
[1] -0.7782703
```

Der Korrelationskoeffizient liegt bei -0,7783. Das spricht für einen starken negativen Zusammenhang.

c) Führen Sie eine Regression `bestanden erklärt durch Partys` durch. Wie stark ist der Zusammenhang?

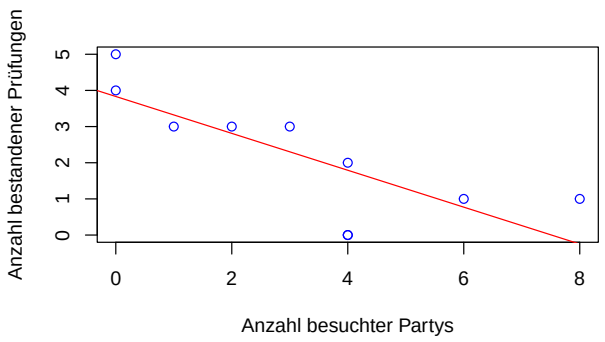
```
# Regression durchführen
fit<- lm(bestanden~Partys, data=df)
# Ergebnisse anzeigen
summary(fit)
```

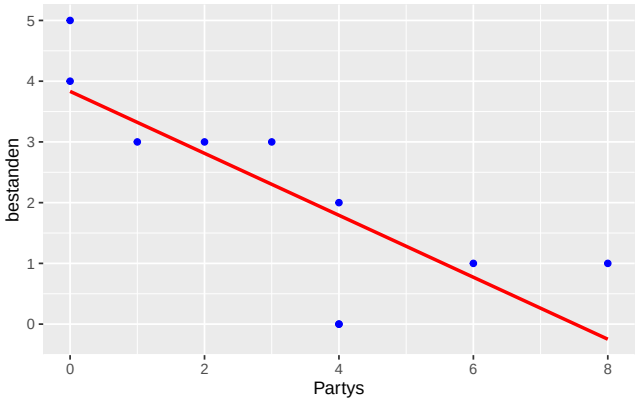
```
Call:
lm(formula = bestanden ~ Partys, data = df)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-1.7919 -0.1997  0.1980  0.5805  1.2483 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept)   3.8322     0.5856   6.544  0.00018 ***
Partys       -0.5101     0.1455  -3.506  0.00801 ** 
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.123 on 8 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6057,	Adjusted R-squared:  0.5564 
F-statistic: 12.29 on 1 and 8 DF,  p-value: 0.008013
```

Der Koeffizient (die Steigung der Geraden) beträgt -0,5101. Mit jeder Party werden 0,5101 Prüfungen weniger bestanden.

d) Plotten Sie die Werte als Punktwolke, fügen Sie die Regressionsgerade hinzu und beschriften Sie Ihr Diagramm ausreichend.

```
# mit Rbase plotten
plot(df$Partys, df$bestanden, col="blue",
     xlab="Anzahl besuchter Partys",
     ylab="Anzahl bestandener Prüfungen")
# Regressionsgerade
abline(lm(bestanden~Partys, data=df), col="red")
# mit ggplot
ggplot(df, aes(x=Partys, y=bestanden)) +
  geom_point(color="blue") +
  # Regressionsgerade
  geom_smooth(method="lm", se=FALSE, color="red")
```





e) Ein weiterer Student gibt an, er habe keine Party besucht aber leider auch keine Prüfung bestanden. Fügen Sie diese Daten Ihrem Datenframe hinzu.

```
# neuer Proband als eigenes tibble/data.frame
new <- tibble(Proband=factor(11),
              Partys=0,
              bestanden=0)
# mittels rbind() zusammenführen
df  <- rbind(df, new)

# anzeigen
df
```

```
# A tibble: 11 x 3
   Proband Partys bestanden
   <fct>    <dbl>     <dbl>
 1 1            2         3
 2 2            3         3
 3 3            6         1
 4 4            4         0
 5 5            0         5
 6 6            1         3
 7 7            4         0
```

```
 8 8            0         4
 9 9            8         1
10 10           4         2
11 11           0         0
```

f) Wie ändern sich dadurch der Korrelationskoeffizient, das Bestimmtheitsmaß R^2 und die Regressionsgerade?

```r
# Korrelation
cor(df$Partys, df$bestanden)
```

```
[1] -0.5278522
```

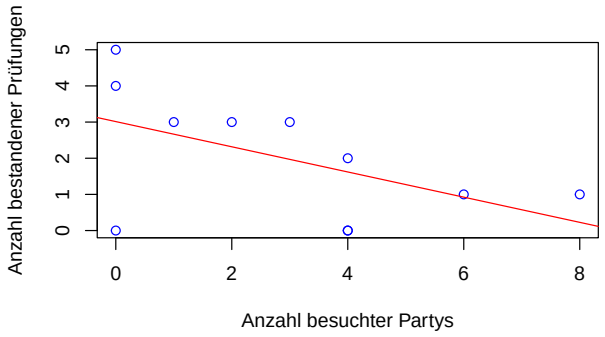
Der Zusammenhang wird schwächer, ist aber immernoch leicht größer als 0,5.

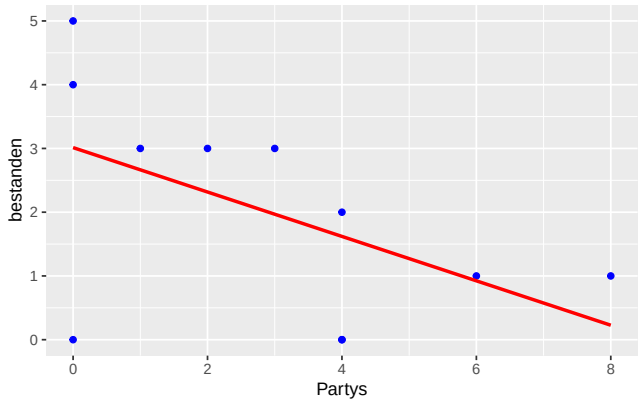
```r
# Regression erneut durchführen
fit<- lm(bestanden~Partys, data=df)
# Ergebnisse anzeigen
summary(fit)
```

```
Call:
lm(formula = bestanden ~ Partys, data = df)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-3.0132 -0.7718  0.3800  0.8800  1.9868 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)   
(Intercept)   3.0132     0.7169   4.203   0.0023 **
Partys       -0.3483     0.1868  -1.864   0.0951 . 
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.551 on 9 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2786,	Adjusted R-squared:  0.1985 
F-statistic: 3.476 on 1 and 9 DF,  p-value: 0.09513
```

Das Bestimmtheitsmaß R^2 beträgt 0,1985. Das bedeutet, dass nur noch 19,85% des Rauschens erklärt werden können. Ohne den letzten Studenten lag es bei 55,64% (siehe oben unter c)).

```r
plot(df$Partys, df$bestanden, col="blue",
     xlab="Anzahl besuchter Partys",
     ylab="Anzahl bestandener Prüfungen")
# Regressionsgerade
abline(lm(bestanden~Partys, data=df), col="red")
# mit ggplot
ggplot(df, aes(x=Partys, y=bestanden)) +
  geom_point(color="blue") +
  # Regressionsgerade
  geom_smooth(method="lm", se=FALSE, color="red")
```





Die Regressionsgerade wird flacher, die Steigung beträgt nur noch -0.3483.

5. Lösungswege zu den Aufgaben für geübte Anwender:innen

> Wenn Ihr R-Code eleganter ist als die hier präsentierten Lösungswege, dann freuen Sie sich! Wenn Sie meinen, Ihr Code sei zu klobig und umständlich, dann Kopf hoch: wenn er tut, was er soll, dann ist er genau richtig.

5.1. Lösungen zu Objekten in R

5.1.1. Lösung zur Aufgabe 2.1.1 Hogwarts-Kurse

a) Benutzen Sie die `tribble()`-Funktion, um die Daten in die Objekte `tab1` und `tab2` zu überführen.

```
library(tibble)
tab1 <- tribble(
    ~Hufflepuff,                    ~Slytherin,
  "Kräuterkunde",                 "Zaubertränke",
  "Pflege magischer Geschöpfe", "Zauberkunst",
  "Geschichte der Zauberei",    "Dunkle Künste",
  "Alte Runen",                   "Legilimentik"
)

tab2 <- tribble(
  ~Gryffindor,                                ~Ravenclaw,
  "Verteidigung gegen die dunklen Künste", "Arithmantik",
  "Zauberkunst",                              "Astronomie",
  "Verwandlung",                              "Verwandlung",
  "Besenflugunterricht", "Verteidigung gegen die dunklen Künste"
)
# anzeigen
tab1
```

```
# A tibble: 4 x 2
  Hufflepuff                  Slytherin
  <chr>                       <chr>
1 Kräuterkunde                Zaubertränke
2 Pflege magischer Geschöpfe Zauberkunst
3 Geschichte der Zauberei     Dunkle Künste
4 Alte Runen                  Legilimentik
```

```
tab2
```

```
# A tibble: 4 x 2
  Gryffindor                                Ravenclaw
```

```
  <chr>                                  <chr>
1 Verteidigung gegen die dunklen Künste Arithmantik
2 Zauberkunst                            Astronomie
3 Verwandlung                            Verwandlung
4 Besenflugunterricht                    Verteidigung gegen die dunklen Künste
```

b) Fügen Sie `tab1` und `tab2` zu einem Objekt `Hogwarts` zusammen.

```r
Hogwarts <- cbind(tab1, tab2)

# anzeigen
str(Hogwarts)
```

```
'data.frame':   4 obs. of  4 variables:
 $ Hufflepuff: chr  "Kräuterkunde" "Pflege magischer Geschöpfe" "Geschichte der Zauberei" "Alte
 $ Slytherin : chr  "Zaubertränke" "Zauberkunst" "Dunkle Künste" "Legilimentik"
 $ Gryffindor: chr  "Verteidigung gegen die dunklen Künste" "Zauberkunst" "Verwandlung" "Besenf
 $ Ravenclaw : chr  "Arithmantik" "Astronomie" "Verwandlung" "Verteidigung gegen die dunklen Kü
```

c) Nutzen Sie die `mutate()`-Funktion, um die Datenklassen der Variablen anzupassen (Skalenniveau).

```r
library(dplyr)
Hogwarts <- Hogwarts %>%
              mutate_if(is.character, as.factor)

# anzeigen
str(Hogwarts)
```

```
'data.frame':   4 obs. of  4 variables:
 $ Hufflepuff: Factor w/ 4 levels "Alte Runen","Geschichte der Zauberei",..: 3 4 2 1
 $ Slytherin : Factor w/ 4 levels "Dunkle Künste",..: 4 3 1 2
 $ Gryffindor: Factor w/ 4 levels "Besenflugunterricht",..: 2 4 3 1
 $ Ravenclaw : Factor w/ 4 levels "Arithmantik",..: 1 2 4 3
```

d) Ändern Sie anschließend mit der `mutate()`-Funktion den Kurs "*Geschichte der Zauberei*" in "*Geisterkunde*" um.

```r
library(dplyr)
library(forcats)
Hogwarts <- Hogwarts %>%
    mutate(Hufflepuff = fct_recode(Hufflepuff,
                                   "Geisterkunde" = "Geschichte der Zauberei"))

# anzeigen
Hogwarts
```

```
                  Hufflepuff     Slytherin
1               Kräuterkunde  Zaubertränke
2 Pflege magischer Geschöpfe   Zauberkunst
3               Geisterkunde Dunkle Künste
```

```
4                 Alte Runen  Legilimentik
                            Gryffindor                                Ravenclaw
1 Verteidigung gegen die dunklen Künste                            Arithmantik
2                           Zauberkunst                             Astronomie
3                           Verwandlung                            Verwandlung
4                    Besenflugunterricht Verteidigung gegen die dunklen Künste
```

e) Die Daten liegen nicht im Tidy-Data-Format vor. Erzeugen Sie ein neues Objekt `Kurse` mit den Variablen `Haus` und `Kurs`.

```r
library(tidyr)
Kurse <- Hogwarts %>%
          pivot_longer(Hufflepuff:Ravenclaw,
                       names_to = "Haus",
                       values_to = "Kurs")
# anzeigen
Kurse
```

```
# A tibble: 16 x 2
   Haus       Kurs
   <chr>      <fct>
 1 Hufflepuff Kräuterkunde
 2 Slytherin  Zaubertränke
 3 Gryffindor Verteidigung gegen die dunklen Künste
 4 Ravenclaw  Arithmantik
 5 Hufflepuff Pflege magischer Geschöpfe
 6 Slytherin  Zauberkunst
 7 Gryffindor Zauberkunst
 8 Ravenclaw  Astronomie
 9 Hufflepuff Geisterkunde
10 Slytherin  Dunkle Künste
11 Gryffindor Verwandlung
12 Ravenclaw  Verwandlung
13 Hufflepuff Alte Runen
14 Slytherin  Legilimentik
15 Gryffindor Besenflugunterricht
16 Ravenclaw  Verteidigung gegen die dunklen Künste
```

Überführen Sie die Objekte `tab1` und `tab2` aus a) jeweils in eine `data.table`. Wiederholen Sie nun die Aufgaben c) bis e), indem Sie ausschließlich Funktionen des `data.table`-Paketes nutzen.

```
library(data.table)

# überführe in data.table Objekte
dt1 <- as.data.table(tab1)
dt2 <- as.data.table(tab2)

# verschmelze dt2 in dt1
dt1[, names(dt2) := dt2 ]

# passe Skalenniveau an
dt1[, let(Slytherin = factor(Slytherin),
          Gryffindor = factor(Gryffindor),
          Hufflepuff = factor(Hufflepuff),
          Ravenclaw = factor(Ravenclaw))]

# "Geschichte der Zauberei" => "Geisterkunde"
dt1[Hufflepuff == "Geschichte der Zauberei", Hufflepuff := "Geisterkunde"]

# Tidy-Objekt "Kurse"
Kurse <- melt(dt1, variable.name = "Haus", value.name = "Kurs",
              value.factor = TRUE,
              measure.vars = c("Hufflepuff", "Slytherin",
                               "Ravenclaw", "Gryffindor"))

# anschauen
Kurse
```

```
          Haus                                  Kurs
        <fctr>                                <fctr>
 1: Hufflepuff                           Kräuterkunde
 2: Hufflepuff            Pflege magischer Geschöpfe
 3: Hufflepuff                           Geisterkunde
 4: Hufflepuff                             Alte Runen
 5:  Slytherin                           Zaubertränke
 6:  Slytherin                            Zauberkunst
 7:  Slytherin                         Dunkle Künste
 8:  Slytherin                           Legilimentik
 9:  Ravenclaw                            Arithmantik
10:  Ravenclaw                             Astronomie
11:  Ravenclaw                            Verwandlung
12:  Ravenclaw Verteidigung gegen die dunklen Künste
13: Gryffindor Verteidigung gegen die dunklen Künste
14: Gryffindor                            Zauberkunst
15: Gryffindor                            Verwandlung
16: Gryffindor                    Besenflugunterricht
```

5.1.2. Lösung zur Aufgabe 2.1.2 Aufnahme und Entlassung

a) Laden Sie den Datensatz `Krankenhaus.RData` in Ihre R-Session.

```
# Lese Daten ein
load("https://www.produnis.de/trainingslager/data/Krankenhaus.RData")
```

```
# anschauen
str(St.Gott.Hospital)
```

```
tibble [6,383 x 4] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Geschlecht: chr [1:6383] "m" "w" "m" "m" ...
 $ ALter     : num [1:6383] 65 75 76 82 71 71 57 82 61 84 ...
 $ Aufnahme  : chr [1:6383] "201509000000" "201510000000" "201606050000" "201606051914" ...
 $ Entlassung: chr [1:6383] "201509000000" "201510000000" "201606052359" "201606061300" ...
```

b) Ein Variablenname enthält einen Tippfehler. Reparieren Sie auch die Datenklassen der Variablen. Entfernen Sie alle Einträge mit ungültigen Zeitstempeln.

```
# Variable ALter korrigieren
library(dplyr)
kh <- St.Gott.Hospital %>%
  select(Geschlecht, Alter = ALter, Aufnahme, Entlassung)

# Datenklassen anpassen
# Geschlecht als Faktor
kh$Geschlecht <- factor(kh$Geschlecht)

# Erzeuge POSIX Zeitobjekte
# CET = Europäische Zeit
library(lubridate)
kh$Aufnahme <- ymd_hm(kh$Aufnahme, tz="CET")
kh$Entlassung <- ymd_hm(kh$Entlassung, tz="CET")

# anzeigen
str(kh)
```

```
tibble [6,383 x 4] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Geschlecht: Factor w/ 2 levels "m","w": 1 2 1 1 2 2 1 2 2 2 ...
 $ Alter     : num [1:6383] 65 75 76 82 71 71 57 82 61 84 ...
 $ Aufnahme  : POSIXct[1:6383], format: NA NA ...
 $ Entlassung: POSIXct[1:6383], format: NA NA ...
```

Durch die Umwandlung der Aufnahme- und Entlassungsdaten sind die Datenreihen mit fehlerhaften oder unvollständigen Zeitstempeln in NAs umgewandelt worden.

```
kh <- kh %>%
  drop_na(Aufnahme, Entlassung)

# anschauen
glimpse(kh)
```

```
Rows: 6,251
Columns: 4
$ Geschlecht <fct> m, m, w, w, m, w, w, w, m, w, w, w, w, m, w, m, m, w, m, m,~
$ Alter      <dbl> 76, 82, 71, 71, 57, 82, 61, 84, 88, 74, 92, 73, 88, 86, 76,~
$ Aufnahme   <dttm> 2016-06-05 00:00:00, 2016-06-05 19:14:00, 2016-06-06 13:39~
$ Entlassung <dttm> 2016-06-05 23:59:00, 2016-06-06 13:00:00, 2016-06-14 13:30~
```

c) Erstellen Sie die neue Variable `Liegedauer`, welche die Aufenthaltsdauer in Tagen beinhaltet.

```r
# Liegedauer berechnen
# entweder...
kh$Liegedauer <- as_date(kh$Entlassung) - as_date(kh$Aufnahme)

# ...oder
kh$Liegedauer <- ceiling(difftime(kh$Entlassung, kh$Aufnahme, units="days"))

# anzeigen
head(kh$Liegedauer)
```

```
Time differences in days
[1]  1  1  8 14 14 22
```

```r
str(kh)
```

```
tibble [6,251 x 5] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Geschlecht: Factor w/ 2 levels "m","w": 1 1 2 2 1 2 2 2 1 2 ...
 $ Alter     : num [1:6251] 76 82 71 71 57 82 61 84 88 74 ...
 $ Aufnahme  : POSIXct[1:6251], format: "2016-06-05 00:00:00" "2016-06-05 19:14:00" ...
 $ Entlassung: POSIXct[1:6251], format: "2016-06-05 23:59:00" "2016-06-06 13:00:00" ...
 $ Liegedauer: 'difftime' num [1:6251] 1 1 8 14 ...
  ..- attr(*, "units")= chr "days"
```

d) Über welchen Zeitraum wurden die Daten erhoben?

```r
erste <- min(kh$Aufnahme, na.rm=TRUE)
letzte <- max(kh$Entlassung, na.rm=TRUE)

# Zeitspanne in Tagen
as_date(letzte) - as_date(erste)
```

```
Time difference of 2284 days
```

```r
# Zeitspanne in Wochen
difftime(letzte, erste, units="weeks")
```

```
Time difference of 326.3253 weeks
```

```r
# Zeitspanne in Jahren
as.numeric(as_date(letzte) - as_date(erste)) / 365
```

```
[1] 6.257534
```

e) Klassieren Sie die Daten der Aufnahme in einer neuen Variable `Kalenderjahr`.

```
# cut ausprobieren
a <- cut.POSIXt(kh$Aufnahme, breaks="years")
head(a)
```

```
[1] 2016-01-01 2016-01-01 2016-01-01 2016-01-01 2016-01-01 2016-01-01
7 Levels: 2015-01-01 2016-01-01 2017-01-01 2018-01-01 ... 2021-01-01
```

```
# lubridate::year() ist einfacher
a <- year(kh$Aufnahme)
head(a)
```

```
[1] 2016 2016 2016 2016 2016 2016
```

```
# in neue Variable schreiben
kh$Kalenderjahr <- year(kh$Aufnahme)

# anschauen
glimpse(kh)
```

```
Rows: 6,251
Columns: 6
$ Geschlecht   <fct> m, m, w, w, m, w, w, w, m, w, w, w, w, m, w, m, m, w, m, ~
$ Alter        <dbl> 76, 82, 71, 71, 57, 82, 61, 84, 88, 74, 92, 73, 88, 86, 7~
$ Aufnahme     <dttm> 2016-06-05 00:00:00, 2016-06-05 19:14:00, 2016-06-06 13:~
$ Entlassung   <dttm> 2016-06-05 23:59:00, 2016-06-06 13:00:00, 2016-06-14 13:~
$ Liegedauer   <drtn> 1 days, 1 days, 8 days, 14 days, 14 days, 22 days, 3 day~
$ Kalenderjahr <dbl> 2016, 2016, 2016, 2016, 2016, 2016, 2016, 2016, 2016, 201~
```

f) Klassieren Sie die Daten der Entlassung je mit einer neuen Variable `Wochentag` und `Monat`.

```
# Wochentag
kh$Wochentag <- wday(kh$Entlassung, label=TRUE)

# Monat
kh$Monat <- month(kh$Entlassung, label=TRUE)

# anschauen
glimpse(kh)
```

```
Rows: 6,251
Columns: 8
$ Geschlecht   <fct> m, m, w, w, m, w, w, w, m, w, w, w, w, m, w, m, m, w, m, ~
$ Alter        <dbl> 76, 82, 71, 71, 57, 82, 61, 84, 88, 74, 92, 73, 88, 86, 7~
$ Aufnahme     <dttm> 2016-06-05 00:00:00, 2016-06-05 19:14:00, 2016-06-06 13:~
$ Entlassung   <dttm> 2016-06-05 23:59:00, 2016-06-06 13:00:00, 2016-06-14 13:~
$ Liegedauer   <drtn> 1 days, 1 days, 8 days, 14 days, 14 days, 22 days, 3 day~
$ Kalenderjahr <dbl> 2016, 2016, 2016, 2016, 2016, 2016, 2016, 2016, 2016, 201~
$ Wochentag    <ord> So, Mo, Di, Di, Mo, Di, Do, Mi, Mi, Mi, Fr, Fr, Mo, Do, D~
```

```
$ Monat        <ord> Jun, Jun, Jun, Jul, Jun, Jun, Jun, Jun, Aug, Jul, Jun, Ju~
```

5.1.3. Lösung zur Aufgabe 2.1.3 SPSS Datensatz

a) `alteDaten.sav`

Dateien mit Endung `.sav` stammen von SPSS.

```r
# Lese Daten ein
c <- haven::read_sav("https://www.produnis.de/trainingslager/data/alteDaten-kurz.sav")
```

b) Passen Sie die Datenklassen der Variablen entsprechend des Skalenniveaus an, indem Sie nur Funktionen aus der R Standardinstallation verwenden. Dabei sollen die Variablennamen als Labels erhalten bleiben.

```r
# Datenklassen anschauen
str(c)
```

```
tibble [1,000 x 4] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Frage_1: dbl+lbl [1:1000] 4, 4, 4, 4, 3, 2, 2, 2, 4, 3, 2, 5, 2, 2, 4, 5, 5, 0,...
   ..@ label        : chr "Statistik ist mein Lieblingsfach?"
   ..@ format.spss  : chr "F1.0"
   ..@ display_width: int 12
   ..@ labels       : Named num [1:6] 0 1 2 3 4 5
   .. ..- attr(*, "names")= chr [1:6] "nicht vorhanden" "stimme gar nicht zu" "stimme nicht zu"
 $ Frage_2: dbl+lbl [1:1000] 4, 4, 4, 3, 3, 3, 1, 5, 4, 3, 2, 2, 2, 2, 4, 5, 1, 2,...
   ..@ label        : chr "Das Statistikprogramm R gefällt mir besser als SPSS?"
   ..@ format.spss  : chr "F1.0"
   ..@ display_width: int 12
   ..@ labels       : Named num [1:6] 0 1 2 3 4 5
   .. ..- attr(*, "names")= chr [1:6] "nicht vorhanden" "stimme gar nicht zu" "stimme nicht zu"
 $ Frage_3: dbl+lbl [1:1000] 4, 4, 4, 3, 2, 3, 3, 3, 4, 3, 2, 2, 2, 3, 4, 2, 3, 3,...
   ..@ label        : chr "Ich hätte gerne mehr Übungen in Statistik?"
   ..@ format.spss  : chr "F1.0"
   ..@ display_width: int 12
   ..@ labels       : Named num [1:6] 0 1 2 3 4 5
   .. ..- attr(*, "names")= chr [1:6] "nicht vorhanden" "stimme gar nicht zu" "stimme nicht zu"
 $ Frage_4: dbl+lbl [1:1000] 0, 0, 0, 4, 2, 2, 2, 3, 5, 4, 2, 4, 4, 2, 0, 4, 4, 2,...
   ..@ label        : chr "Schalke ist mein Lieblingsverein?"
   ..@ format.spss  : chr "F1.0"
   ..@ display_width: int 12
   ..@ labels       : Named num [1:6] 0 1 2 3 4 5
   .. ..- attr(*, "names")= chr [1:6] "nicht vorhanden" "stimme gar nicht zu" "stimme nicht zu"
```

```r
# Variable
head(c$Frage_1)
```

```
<labelled<double>[6]>: Statistik ist mein Lieblingsfach?
[1] 4 4 4 4 3 2
```

```
Labels:
 value               label
     0     nicht vorhanden
     1 stimme gar nicht zu
     2     stimme nicht zu
     3          weiß nicht
     4           stimme zu
     5      stimme voll zu
```

Die Daten sind gelabelt und scheinen ordinalskaliert zu sein.

```r
# Antwortlabels von Hand aufschreiben
c.labels <- c("nicht vorhanden", "stimme gar nicht zu", "stimme nicht zu",
              "weiß nicht", "stimme zu", "stimme voll zu")
# oder einfach
c.labels <- names(attr(c$Frage_1, "labels"))

# Variablenbezeichnung speichern
c.vars <- c(attr(c$Frage_1, "label"), attr(c$Frage_2, "label") ,
            attr(c$Frage_3, "label"), attr(c$Frage_4, "label"))

# Variablen in ordinale Faktoren umwandeln
c$Frage_1 <- factor(c$Frage_1, ordered=TRUE, levels=c(0:5))
c$Frage_2 <- factor(c$Frage_2, ordered=TRUE, levels=c(0:5))
c$Frage_3 <- factor(c$Frage_3, ordered=TRUE, levels=c(0:5))
c$Frage_4 <- factor(c$Frage_4, ordered=TRUE, levels=c(0:5))

# Levelnamen ändern
levels(c$Frage_1) <- c.labels
levels(c$Frage_2) <- c.labels
levels(c$Frage_3) <- c.labels
levels(c$Frage_4) <- c.labels

# Variabeln wieder labeln
attr(c$Frage_1, "label") <- c.vars[1]
attr(c$Frage_2, "label") <- c.vars[2]
attr(c$Frage_3, "label") <- c.vars[3]
attr(c$Frage_4, "label") <- c.vars[4]

# anschauen
str(c)
```

```
tibble [1,000 x 4] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Frage_1: Ord.factor w/ 6 levels "nicht vorhanden"<..: 5 5 5 5 4 3 3 3 5 4 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Statistik ist mein Lieblingsfach?"
 $ Frage_2: Ord.factor w/ 6 levels "nicht vorhanden"<..: 5 5 5 4 4 4 2 6 5 4 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Das Statistikprogramm R gefällt mir besser als SPSS?"
 $ Frage_3: Ord.factor w/ 6 levels "nicht vorhanden"<..: 5 5 5 4 3 4 4 4 5 4 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Ich hätte gerne mehr Übungen in Statistik?"
 $ Frage_4: Ord.factor w/ 6 levels "nicht vorhanden"<..: 1 1 1 5 3 3 3 4 6 5 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Schalke ist mein Lieblingsverein?"
```

c) Wiederholen Sie den Vorgang und verwenden dabei Funktionen aus dem `tidyverse`.

```
# Lese Daten ein
c <- haven::read_sav("https://www.produnis.de/trainingslager/data/alteDaten-kurz.sav")
```

```
library(tidyverse)
# wandle die Antwortlabels in Factoren um
c <- c %>%
  mutate(haven::as_factor(., ordered=TRUE))

# anzeigen
str(c)
```

```
tibble [1,000 x 4] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ Frage_1: Ord.factor w/ 6 levels "nicht vorhanden"<..: 5 5 5 5 4 3 3 3 5 4 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Statistik ist mein Lieblingsfach?"
 $ Frage_2: Ord.factor w/ 6 levels "nicht vorhanden"<..: 5 5 5 4 4 4 2 6 5 4 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Das Statistikprogramm R gefällt mir besser als SPSS?"
 $ Frage_3: Ord.factor w/ 6 levels "nicht vorhanden"<..: 5 5 5 4 3 4 4 4 5 4 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Ich hätte gerne mehr Übungen in Statistik?"
 $ Frage_4: Ord.factor w/ 6 levels "nicht vorhanden"<..: 1 1 1 5 3 3 3 4 6 5 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Schalke ist mein Lieblingsverein?"
```

5.2. Lösungen zu den Datensatzauswertungen

5.2.1. Lösung zur Aufgabe 2.2.1 Aufnahme und Entlassung

a) Laden Sie den Datensatz `Krankenhaus.RData` in Ihre R-Session, korrigieren Sie den Tippfehler der Variable `ALter`, reparieren Sie die Datenklassen der Variablen und entfernen Sie alle Einträge mit ungültigen Zeitstempeln.

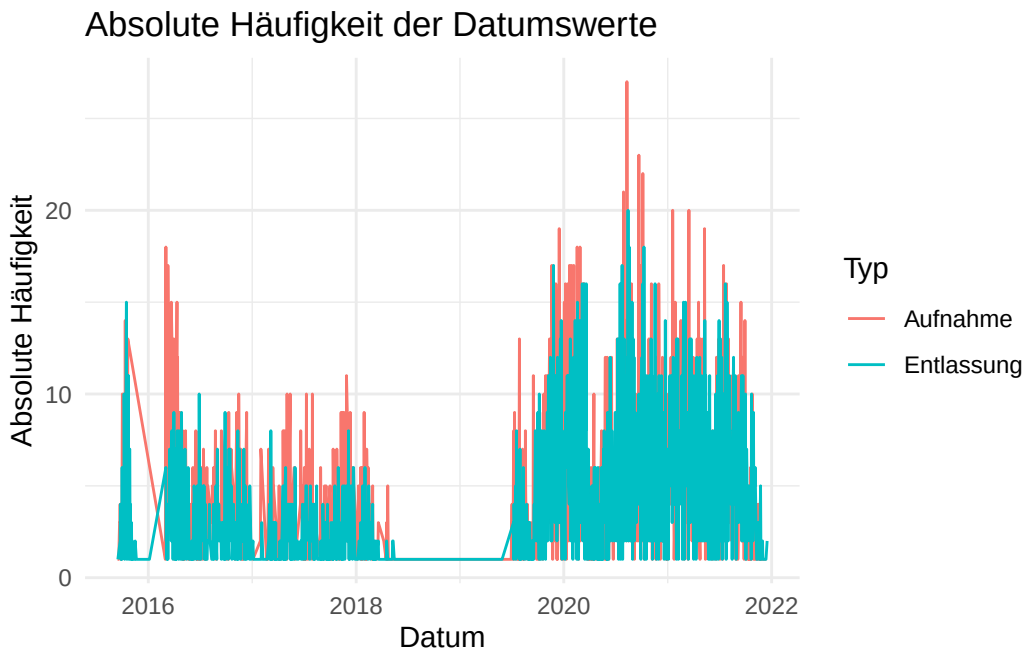
```
# Lese Daten ein
load("https://www.produnis.de/trainingslager/data/Krankenhaus.RData")
```

```
library(dplyr)
library(lubridate)
# repariere Typo und Datenklassen und
# entferne NAs
kh <- St.Gott.Hospital %>%
  select(Geschlecht, Alter = ALter, Aufnahme, Entlassung) %>%
  mutate(Geschlecht = factor(Geschlecht),
         Aufnahme = ymd_hm(Aufnahme, tz="CET"),
         Entlassung = ymd_hm(Entlassung, tz="CET")
         ) %>%
  drop_na(Aufnahme, Entlassung)

# anzeigen
glimpse(kh)
```

```
Rows: 6,251
Columns: 4
$ Geschlecht <fct> m, m, w, w, m, w, w, w, m, w, w, w, w, m, w, m, m, w, m, m,~
$ Alter      <dbl> 76, 82, 71, 71, 57, 82, 61, 84, 88, 74, 92, 73, 88, 86, 76,~
$ Aufnahme   <dttm> 2016-06-05 00:00:00, 2016-06-05 19:14:00, 2016-06-06 13:39~
$ Entlassung <dttm> 2016-06-05 23:59:00, 2016-06-06 13:00:00, 2016-06-14 13:30~
```

b) Plotten Sie die absoluten Häufigkeiten der Aufnahmen und Entlassungen pro Kalendertag. Was fällt Ihnen auf?

```r
library(ggplot2)
# Hilfsdatenframe mit Anzahl Aufnahmen pro Tag
Aufnahmen <- kh %>%
  group_by(as_date(Aufnahme)) %>%
  summarise(freq = n()) %>%
  # Spalten umbenennen
  select(Datum = `as_date(Aufnahme)`, freq) %>%
  # Variable "Typ" hinzufügen
  mutate(Typ="Aufnahme")

# Hilfsdatenframe mit Anzahl Entlassungen pro Tag
Entlassungen <- kh %>%
  group_by(as_date(Entlassung)) %>%
  summarise(freq = n()) %>%
  select(Datum = `as_date(Entlassung)`, freq) %>%
  mutate(Typ="Entlassung")

# Zusammenführen
df <- rbind(Aufnahmen, Entlassungen)

# Plotten
ggplot(df, aes(x=Datum, y=freq)) +
  geom_line(aes(color=Typ)) +
  labs(title = "Absolute Häufigkeit der Datumswerte",
       x = "Datum",
       y = "Absolute Häufigkeit") +
  theme_minimal()
```



Es fällt auf, dass für das Jahr 2019 keine Daten zur Verfügung stehen.

c) Plotten Sie die durchschnittlichen (arithmetisches Mittel) absoluten Häufigkeiten an täglichen Aufnahmen und Entlassungen pro Wochentag. Was fällt Ihnen auf?

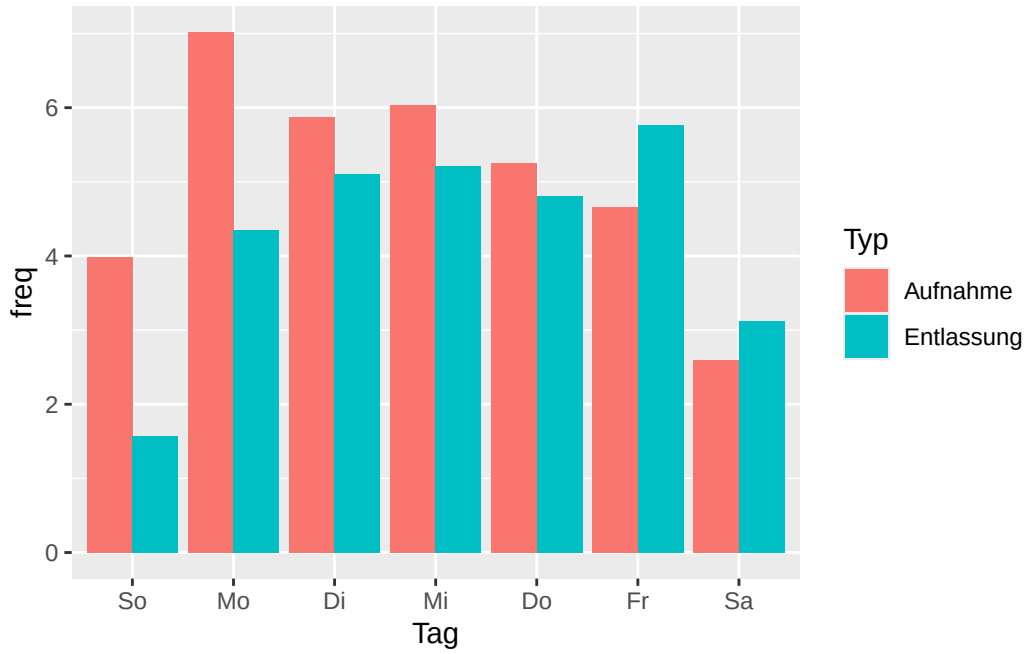
```
# nochmal Hilfsdatenframe mit Anzahl Aufnahmen pro Tag
Aufnahmen <- kh %>%
  group_by(as_date(Aufnahme)) %>%
  summarise(freq = n()) %>%
  # Spalten umbenennen
  select(Datum = `as_date(Aufnahme)`, freq) %>%
  # Variable "Typ" hinzufügen
  mutate(Typ = "Aufnahme",
         # Wochentag hinzufügen
         Tag= wday(Datum, label=TRUE))


# Hilfsdatenframe mit Anzahl Entlassungen pro Tag
Entlassungen <- kh %>%
  group_by(as_date(Entlassung)) %>%
  summarise(freq = n()) %>%
  select(Datum = `as_date(Entlassung)`, freq) %>%
  mutate(Typ = "Entlassung",
         # Wochentag hinzufügen
         Tag = wday(Datum, label=TRUE))

# zusammenführen
Wochentage <- rbind(Aufnahmen, Entlassungen)

# absolute Häufigkeiten anzeigen
table(Wochentage$Typ, Wochentage$Tag)
```

```
              So  Mo  Di  Mi  Do  Fr  Sa
  Aufnahme   165 195 205 192 169 137 130
  Entlassung 107 213 219 220 222 222 174
```

```r
# durchschnittliche Häufigkeiten
Wochentage  %>%
  group_by(Typ, Tag) %>%
  summarise(Mean = mean(freq))
```

```
# A tibble: 14 x 3
# Groups:   Typ [2]
   Typ        Tag    Mean
   <chr>      <ord> <dbl>
 1 Aufnahme   So     3.98
 2 Aufnahme   Mo     7.02
 3 Aufnahme   Di     5.87
 4 Aufnahme   Mi     6.04
 5 Aufnahme   Do     5.25
 6 Aufnahme   Fr     4.66
 7 Aufnahme   Sa     2.6
 8 Entlassung So     1.57
 9 Entlassung Mo     4.35
10 Entlassung Di     5.10
11 Entlassung Mi     5.21
12 Entlassung Do     4.81
13 Entlassung Fr     5.77
14 Entlassung Sa     3.13
```

```r
# durchschnittliche (arith.) Häufigkeiten
ggplot(Wochentage, aes(x=Tag, y=freq, fill=Typ)) +
  stat_summary(fun=mean, geom="bar", position="dodge")
```



An Sonn- und Montag gibt es deutlich mehr Aufnahmen als Entlassungen.

d) Plotten Sie die durchschnittlichen absoluten Häufigkeiten an täglichen Aufnahmen und Entlassungen pro Monat sowie die absoluten Häufigkeiten pro Tagesstunde.

```
# nochmal Hilfsdatenframe mit Anzahl Aufnahmen pro Monat
Aufnahmen <- kh %>%
  group_by(as_date(Aufnahme)) %>%
  summarise(freq = n()) %>%
  # Spalten umbenennen
  select(Datum = `as_date(Aufnahme)`, freq) %>%
  # Variable "Typ" hinzufügen
  mutate(Typ = "Aufnahme",
         # Monat hinzufügen
         Monat= month(Datum, label=TRUE))


# Hilfsdatenframe mit Anzahl Entlassungen pro Tag
Entlassungen <- kh %>%
  group_by(as_date(Entlassung)) %>%
  summarise(freq = n()) %>%
  select(Datum = `as_date(Entlassung)`, freq) %>%
  mutate(Typ = "Entlassung",
         # Monate hinzufügen
         Monat= month(Datum, label=TRUE))

# zusammenführen
Monate <- rbind(Aufnahmen, Entlassungen)

# absolute Häufigkeiten anzeigen
table(Monate$Typ, Monate$Monat)
```

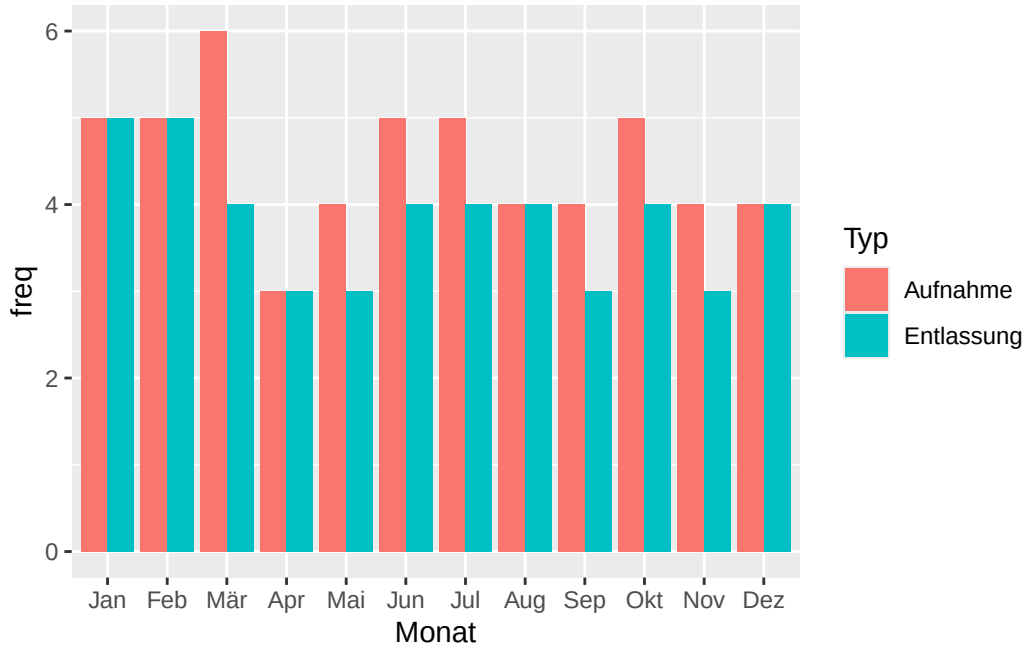
```
             Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
  Aufnahme    82  73  86  95  93  87 121 108 124 141 103  80
  Entlassung  77  84 121 108 108  97 125 128 132 163 128 106
```

```
# durchschnittliche Häufigkeiten
 Monate %>%
  group_by(Typ,Monat) %>%
  summarise(Median = median(freq))
```

```
# A tibble: 24 x 3
# Groups:   Typ [2]
   Typ      Monat Median
   <chr>    <ord>  <dbl>
 1 Aufnahme Jan        5
 2 Aufnahme Feb        5
 3 Aufnahme Mär        6
 4 Aufnahme Apr        3
 5 Aufnahme Mai        4
 6 Aufnahme Jun        5
 7 Aufnahme Jul        5
```

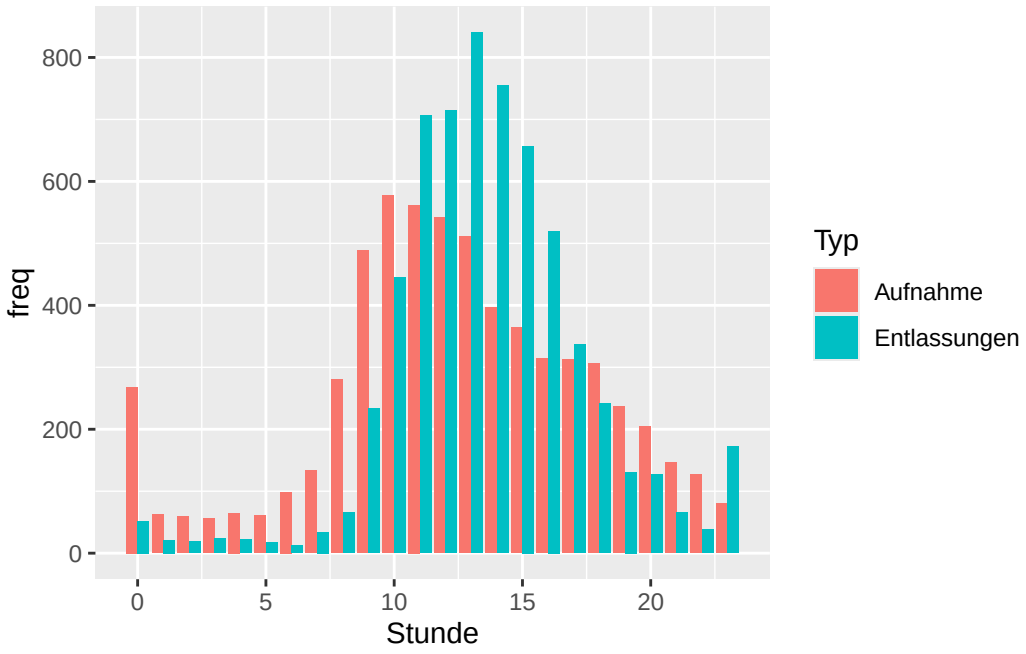
```
 8 Aufnahme Aug        4
 9 Aufnahme Sep        4
10 Aufnahme Okt        5
# i 14 more rows
```

```r
# durchschnittliche (Median) Häufigkeiten
ggplot(Monate, aes(x=Monat, y=freq, fill=Typ)) +
  stat_summary(fun=median, geom="bar", position="dodge")
```



Wiederholen wir nun den Vorgang für die Häufigkeiten pro Tagesstunde.

```r
# nochmal Hilfsdatenframe mit Anzahl Aufnahmen pro Tagesstunde
kh$Aufnahmestunde <- hour(kh$Aufnahme)
kh$Entlassungstunde <- hour(kh$Entlassung)

Aufnahmen <- kh %>%
  group_by(Aufnahmestunde) %>%
  summarise(freq = n()) %>%
  # Variable "Typ" hinzufügen
  mutate(Typ = "Aufnahme") %>%
  select(Stunde = Aufnahmestunde, freq, Typ)


# Hilfsdatenframe mit Anzahl Entlassungen pro Tagesstunde
Entlassungen <- kh %>%
  group_by(Entlassungstunde) %>%
  summarise(freq = n()) %>%
  # Variable "Typ" hinzufügen
  mutate(Typ = "Entlassungen") %>%
  select(Stunde = Entlassungstunde, freq, Typ)

# zusammenführen
Stunden <- rbind(Aufnahmen, Entlassungen)

# absolute Häufigkeiten pro Tagesstunde
ggplot(Stunden, aes(x=Stunde, y=freq, fill=Typ)) +
  geom_col(position="dodge")
```



e) Erstellen Sie ein Poissonregressionsmodell für die Anzahl der täglichen Aufnahmen erklärt durch den Wochentag. Ist das Modell überdispersioniert? Wieviele Aufnahmen sind an einem Dienstag und an einem Sonntag zu erwarten?

```r
# nur Aufnahmen
dfA <- subset(Wochentage, Typ=="Aufnahme")

# "Tag" für Poisson vorbereiten
# ordered entfernen
dfA$Tag <- factor(dfA$Tag, ordered=FALSE)
# Montag als Basiswert
dfA$Tag <- relevel(dfA$Tag, "Mo")

# Poisson-Modell erstellen
fit <- glm(freq ~ Tag, data=dfA, family = poisson)

# Zusammenfassung des Modells
summary(fit)
```

```
Call:
glm(formula = freq ~ Tag, family = poisson, data = dfA)

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  1.94884    0.02703  72.107  < 2e-16 ***
TagSo       -0.56710    0.04746 -11.949  < 2e-16 ***
TagDi       -0.17927    0.03952  -4.536 5.72e-06 ***
TagMi       -0.15102    0.03992  -3.783 0.000155 ***
TagDo       -0.29089    0.04310  -6.749 1.49e-11 ***
TagFr       -0.41048    0.04794  -8.563  < 2e-16 ***
TagSa       -0.99332    0.06074 -16.354  < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

    Null deviance: 2994.4  on 1192  degrees of freedom
Residual deviance: 2574.6  on 1186  degrees of freedom
AIC: 6501.8

Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

```r
# alternative Zusammenfassung
sjPlot::tab_model(fit)
```

	freq		
Predictors	Incidence Rate Ratios	CI	p
(Intercept)	7.02	6.66 – 7.40	**<0.001**
Tag [So]	0.57	0.52 – 0.62	**<0.001**
Tag [Di]	0.84	0.77 – 0.90	**<0.001**

Tag [Mi]		0.86	0.80 – 0.93	**<0.001**
Tag [Do]		0.75	0.69 – 0.81	**<0.001**
Tag [Fr]		0.66	0.60 – 0.73	**<0.001**
Tag [Sa]		0.37	0.33 – 0.42	**<0.001**
Observations	1193			
R^2 Nagelkerke	0.323			

Testen wir, ob das Modell überdispersioniert ist.

```
AER::dispersiontest(fit, trafo=1)
```

```
    Overdispersion test

data:  fit
z = 10.82, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true alpha is greater than 0
sample estimates:
   alpha
1.273968
```

Der Test ist signifikant, d.h. das Modell **ist** überdispersioniert. Wir müssen das Modell daher anpassen:

```
fit <- glm(freq ~ Tag, data=dfA, family = quasipoisson)
summary(fit)
```

```
Call:
glm(formula = freq ~ Tag, family = quasipoisson, data = dfA)

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.94884    0.04088  47.677  < 2e-16 ***
TagSo       -0.56710    0.07178  -7.900 6.30e-15 ***
TagDi       -0.17927    0.05977  -2.999  0.00276 **
TagMi       -0.15102    0.06037  -2.502  0.01250 *
TagDo       -0.29089    0.06519  -4.462 8.88e-06 ***
TagFr       -0.41048    0.07250  -5.662 1.88e-08 ***
TagSa       -0.99332    0.09186 -10.813  < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for quasipoisson family taken to be 2.28739)

    Null deviance: 2994.4  on 1192  degrees of freedom
Residual deviance: 2574.6  on 1186  degrees of freedom
AIC: NA

Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

Mit dem neuen Modell können nun die Vorhersagen erfolgen.

```
# Vorhersage Dienstag
predict(fit, list(Tag="Di"), type = "response")
```

```
       1
5.868293
```

```r
# Vorhersage Sonntag
predict(fit, list(Tag="So"), type = "response")
```

```
       1
3.981818
```

f) Fügen Sie den Monat als weiteren Prädiktor hinzu. Wird das Modell dadurch besser? Wieviele Aufnahmen sind an einem Donnerstag im Mai zu erwarten, und wieviele im September?

```r
dfA$Monat <- month(dfA$Datum, label=TRUE)
dfA$Monat <- factor(dfA$Monat, ordered=FALSE)
dfA$Monat <- relevel(dfA$Monat, "Jan")

fit <- glm(freq ~ Tag + Monat, data=dfA, family="poisson")
summary(fit)
```

```
Call:
glm(formula = freq ~ Tag + Monat, family = "poisson", data = dfA)

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  2.13203    0.05032  42.368  < 2e-16 ***
TagSo       -0.56984    0.04749 -11.998  < 2e-16 ***
TagDi       -0.17175    0.03955  -4.342 1.41e-05 ***
TagMi       -0.14825    0.03995  -3.711 0.000207 ***
TagDo       -0.28742    0.04316  -6.660 2.74e-11 ***
TagFr       -0.41400    0.04798  -8.629  < 2e-16 ***
TagSa       -0.98855    0.06079 -16.263  < 2e-16 ***
MonatFeb     0.02741    0.06389   0.429 0.667963
MonatMär    -0.01210    0.06150  -0.197 0.844042
MonatApr    -0.29136    0.06485  -4.492 7.04e-06 ***
MonatMai    -0.32501    0.06576  -4.942 7.72e-07 ***
MonatJun    -0.26052    0.06548  -3.979 6.93e-05 ***
MonatJul    -0.14788    0.05923  -2.497 0.012536 *
MonatAug    -0.19857    0.06124  -3.243 0.001184 **
MonatSep    -0.29288    0.06052  -4.839 1.30e-06 ***
MonatOkt    -0.21975    0.05802  -3.788 0.000152 ***
MonatNov    -0.18356    0.06151  -2.984 0.002842 **
MonatDez    -0.29117    0.06761  -4.307 1.66e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

    Null deviance: 2994.4  on 1192  degrees of freedom
Residual deviance: 2493.2  on 1175  degrees of freedom
AIC: 6442.3

Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

Das Modell hat einen größeren AIC-Wert als das alte.
Testen wir, ob das Modell überdispersioniert ist.

```
AER::dispersiontest(fit, trafo=1)
```

```
    Overdispersion test

data:  fit
z = 10.534, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true alpha is greater than 0
sample estimates:
   alpha
1.185659
```

Der Test ist signifikant, d.h. das Modell **ist** überdispersioniert. Wir müssen das Modell anpassen.

```
fit <- glm(freq ~ Tag + Monat, data=dfA, family = quasipoisson)
summary(fit)
```

```
Call:
glm(formula = freq ~ Tag + Monat, family = quasipoisson, data = dfA)

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.13203    0.07498  28.436  < 2e-16 ***
TagSo       -0.56984    0.07076  -8.053 1.97e-15 ***
TagDi       -0.17175    0.05893  -2.915 0.003630 **
TagMi       -0.14825    0.05952  -2.491 0.012892 *
TagDo       -0.28742    0.06430  -4.470 8.59e-06 ***
TagFr       -0.41400    0.07148  -5.791 8.95e-09 ***
TagSa       -0.98855    0.09057 -10.915  < 2e-16 ***
MonatFeb     0.02741    0.09519   0.288 0.773478
MonatMär    -0.01210    0.09163  -0.132 0.894978
MonatApr    -0.29136    0.09663  -3.015 0.002623 **
MonatMai    -0.32501    0.09798  -3.317 0.000937 ***
MonatJun    -0.26052    0.09756  -2.670 0.007681 **
MonatJul    -0.14788    0.08825  -1.676 0.094064 .
MonatAug    -0.19857    0.09124  -2.176 0.029728 *
MonatSep    -0.29288    0.09017  -3.248 0.001195 **
MonatOkt    -0.21975    0.08645  -2.542 0.011147 *
MonatNov    -0.18356    0.09164  -2.003 0.045410 *
MonatDez    -0.29117    0.10073  -2.891 0.003916 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for quasipoisson family taken to be 2.219922)

    Null deviance: 2994.4  on 1192  degrees of freedom
Residual deviance: 2493.2  on 1175  degrees of freedom
```

```
AIC: NA

Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

Mit dem neuen Modell können wir nun die Vorhersagen treffen.

```r
# Vorhersagen
predict(fit, list(Tag="Do", Monat="Mai"), type = "response")
```

```
       1
4.570387
```

```r
predict(fit, list(Tag="Do", Monat="Sep"), type = "response")
```

```
       1
4.719636
```

g) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass an einem Mittwoch im Mai 10 Patienten aufgenommen werden?

```r
# Schätzen der mittleren Häufigkeit
mu <- predict(fit, list(Tag="Mi", Monat="Mai"), type = "response")

# Wahrscheinlichkeit für 10 Aufnahmen berechnen
dpois(10, lambda = mu)
```

```
[1] 0.02306207
```

Die Wahrscheinlichkeit liegt bei 2,3%.

h) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass an einem Mittwoch im Mai zwischen 4 und 7 Patienten aufgenommen werden?

```r
# Schätzen der mittleren Häufigkeit
mu <- predict(fit, list(Tag="Mi", Monat="Mai"), type = "response")

# Wahrscheinlichkeit für 4 bis 7 Aufnahmen berechnen
# entweder
ppois(7, lambda=mu) - ppois(3, lambda=mu)
```

```
[1] 0.607611
```

```r
# oder
sum(dpois(4:7, lambda=mu))
```

```
[1] 0.607611
```

Die Wahrscheinlichkeit liegt bei 60,76%.

i) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass an einem Montag im Januar maximal 2 Patienten aufgenommen werden?

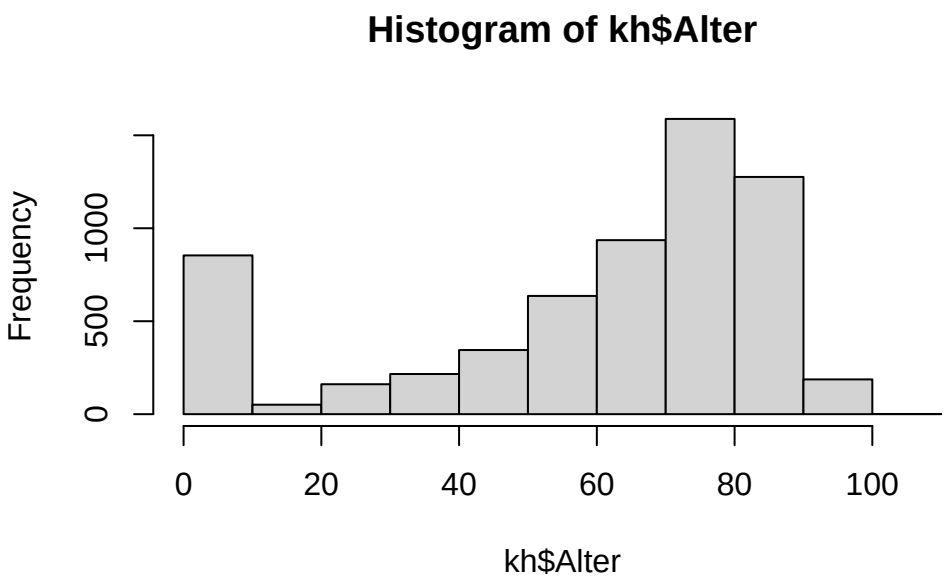
```
# Schätzen der mittleren Häufigkeit
mu <- predict(fit, list(Tag="Mo", Monat="Jan"), type = "response")

# Wahrscheinlichkeit für maximal 2 Aufnahmen berechnen
ppois(2, lambda = mu)
```

```
[1] 0.009796846
```

Die Wahrscheinlichkeit liegt bei 0,98%.

j) Erzeugen Sie ein Histogramm des Alters der Probanden. Was fällt Ihnen auf? Korrigieren Sie wenn nötig die Daten. Ist das Alter der Probanden normalverteilt?

```
# Histogramm mit Rbase
hist(kh$Alter)
```

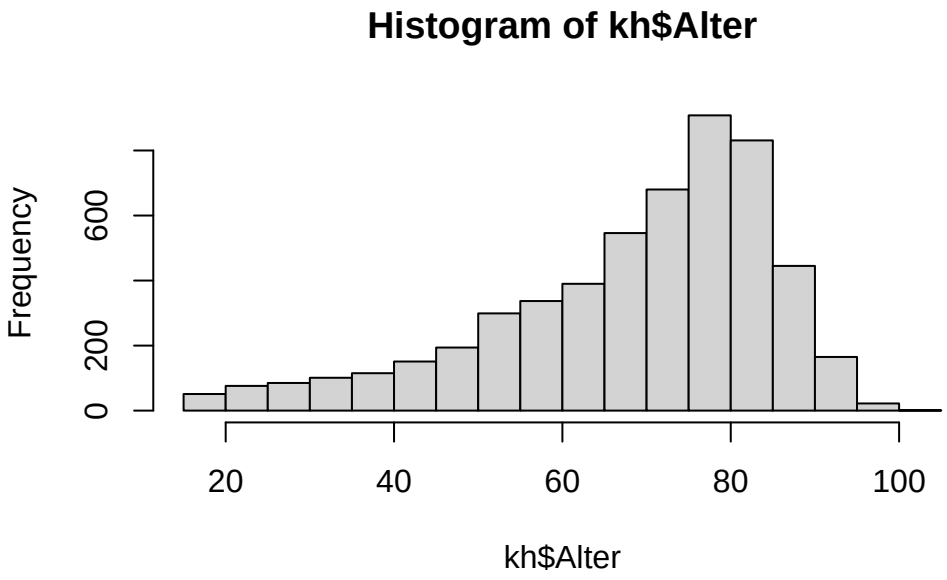



```
# Wahrscheinlichkeit für maximal 2 Aufnahmen berechnen
ppois(2, lambda = mu)
```

```
[1] 0.009796846
```

Es fällt auf, dass es viele Probanden mit `Alter=0` gibt. Dabei handelt es sich wahrscheinlich um Geburten. Da die Geburtsstation gesondert betrachtet werden muss, wandeln wir diese Datenreihen in `NA` um. So gehen sie nicht verloren und stören dennoch nicht bei der Auswertung.

```
kh$Alter[kh$Alter==0] <- NA

# Histogram wiederholen
hist(kh$Alter)
```




```
# Teste, ob Alter normalverteilt ist
ks.test(kh$Alter, "pnorm")
```

```
Warning in ks.test.default(kh$Alter, "pnorm"): ties should not be present for
the one-sample Kolmogorov-Smirnov test


    Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  kh$Alter
D = 1, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
```

Der Test ist signifikant, das heisst, es liegt **keine** Normalverteilung vor.

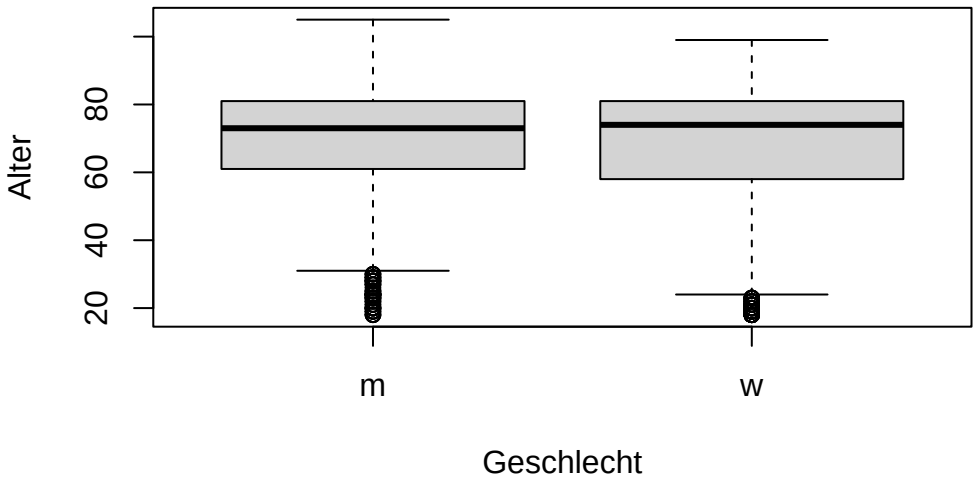
k) Stellen Sie das Alter der Männern und Frauen tabellarisch und graphisch dar. Unterscheidet sich das Alter der Probanden zwischen Männern und Frauen?

```
# Tabellarisch
kh %>%
  group_by(Geschlecht) %>%
  drop_na(Alter) %>%
  summarise(Min = min(Alter),
            Q1 = quantile(Alter, probs=0.25, type=6),
            Median = median(Alter),
            Mittel = mean(Alter),
            Q3 = quantile(Alter, probs=0.75, type=6),
            Max = max(Alter))
```

```
# A tibble: 2 x 7
  Geschlecht   Min    Q1 Median Mittel    Q3   Max
```

```
  <fct>      <dbl> <dbl>  <dbl>  <dbl> <dbl> <dbl>
1 m             18    61     73   69.4    81   105
2 w             18    58     74   68.5    81    99
```

```r
# graphisch
boxplot(Alter ~ Geschlecht, data=kh)
```



Männer und Frauen unterscheiden sich nicht hinsichtlich des Alters.

l) Ist der Unterschied signifikant?

```r
# subsets vorbereiten
m <- subset(kh, Geschlecht=="m")
w <- subset(kh, Geschlecht=="w")

# keine Normalverteilung = kein t.Test
wilcox.test(m$Alter, w$Alter)
```

```
    Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  m$Alter and w$Alter
W = 3621860, p-value = 0.74
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Der Test ist nicht signifikant, es liegt kein Unterschied vor.

m) Ab welchem Alter sind 10% der Männer älter als dieser Wert?

```
# nur Männer
m <- subset(kh, Geschlecht=="m")
# beim 90. Perzentil liegen 10% der Werte darüber
quantile(m$Alter, 0.9, na.rm=TRUE, type=6)
```

```
90%
 86
```

Es sind 10% der Männer älter als 86 Jahre.

n) Ab welchem Alter sind 80% der Frauen jünger als dieser Wert?

```
# nur Frauen
w <- subset(kh, Geschlecht=="w")
# beim 90. Perzentil liegen 10% der Werte darüber
quantile(w$Alter, 0.8, na.rm=TRUE, type=6)
```

```
80%
 83
```

Es sind 80% der Frauen jünger als 83 Jahre.

o) Wie groß ist die mittlere Liegedauer in Tagen? Stellen Sie die Liegedauer mittels Kennwerten sowie graphisch dar. Was fällt Ihnen auf?

```
# Liegedauer berechnen
kh$Liegedauer <- as_date(kh$Entlassung) - as_date(kh$Aufnahme)
# mittlere Liegedauer, Median
mean(kh$Liegedauer)
```

```
Time difference of 8.582627 days
```

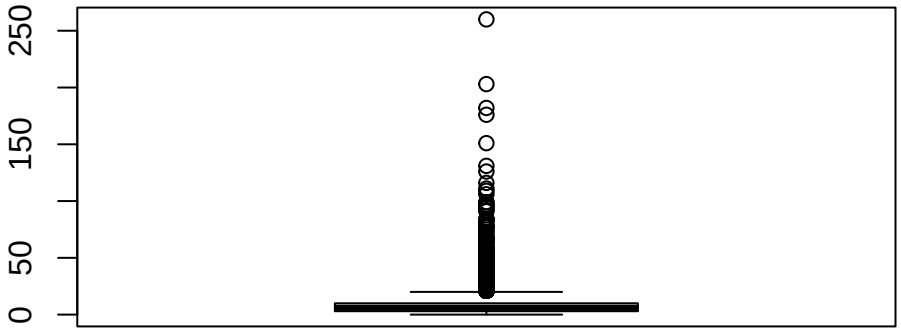
```
# mittlere Liegedauer, Median
median(kh$Liegedauer)
```

```
Time difference of 6 days
```

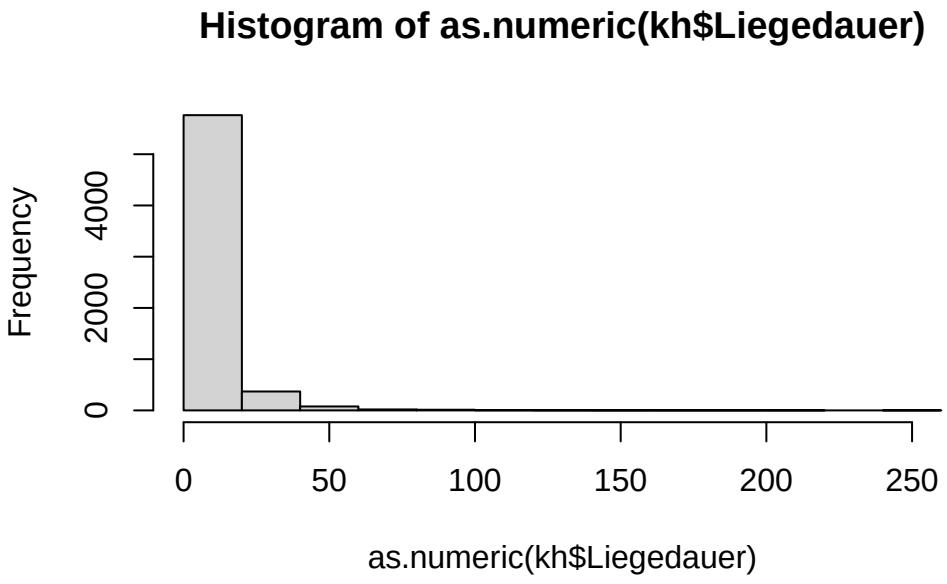
```
# Tabellarische Darstellung
summary(as.numeric(kh$Liegedauer))
```

```
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max. 
  0.000   3.000   6.000   8.583  10.000 260.000 
```

```
# graphische Darstellung
boxplot(kh$Liegedauer)
```




```
hist(as.numeric(kh$Liegedauer))
```



Es fällt auf, dass sehr viele Ausreißer enthalten sind.

p) Wie viel Prozent der Patienten haben eine Liegedauer von mehr als 7 Tagen?

```
sum(kh$Liegedauer > 7) / length(kh$Liegedauer)
```

```
[1] 0.3722604
```

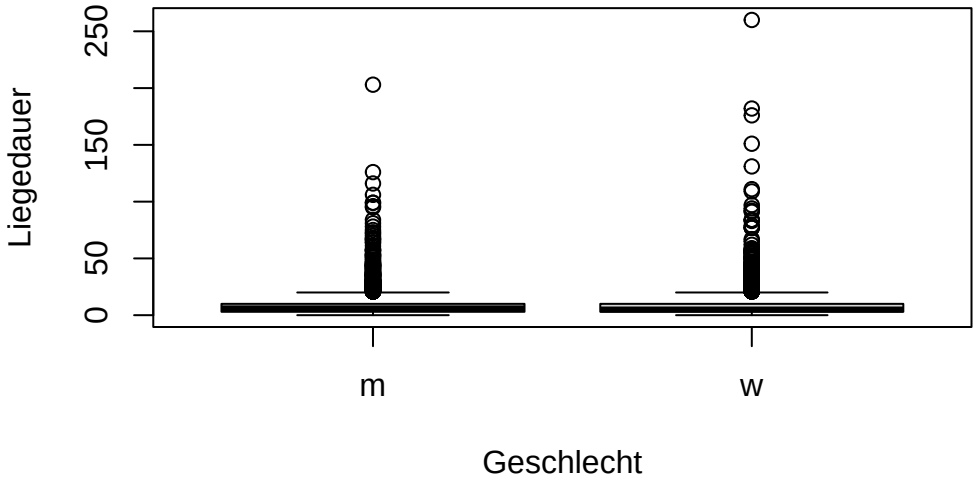
Im Datensatz haben 37,23 % der Patienten eine Liegedauer von mehr als 7 Tagen.

q) Unterscheiden sich Männer und Frauen hinsichtlich der Liegedauer? Stellen Sie den Unterschied ebenfalls tabellarisch und graphisch dar.

```
# Tabellarische Darstellung
kh %>%
  group_by(Geschlecht) %>%
  summarise(Min = min(Liegedauer),
            Q1 = quantile(Liegedauer, probs=0.25, type=6),
            Median = median(Liegedauer),
            Mittel = mean(Liegedauer),
            Q3 = quantile(Liegedauer, probs=0.75, type=6),
            Max = max(Liegedauer))
```

```
# A tibble: 2 x 7
  Geschlecht Min    Q1     Median Mittel        Q3      Max
  <fct>      <drtn> <drtn> <drtn> <drtn>        <drtn>  <drtn>
1 m          0 days 3 days 6 days 8.684497 days 10 days 203 days
2 w          0 days 3 days 5 days 8.480984 days 10 days 260 days
```

```
# graphische Darstellung
boxplot(Liegedauer ~ Geschlecht, data=kh)
```



Es ist kein Unterschied erkennbar.

r) Ist der Unterschied der Liegedauer zwischen Männern und Frauen signifikant?

```
# Teste auf Normalverteilung
ks.test(kh$Liegedauer, "pnorm")
```

```
    Asymptotic one-sample Kolmogorov-Smirnov test
```

```
data:  kh$Liegedauer
D = 0.84543 days, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
```

Der Test ist signifikant, d.h. es liegt **keine** Normalverteilung vor. Als Signifikanztest ist daher der Mann-Whitney-U-Test durchzuführen

```r
# Vorbereitung
kh$Liegedauer <- as.numeric(kh$Liegedauer)
m <- subset(kh, Geschlecht=="m")
w <- subset(kh, Geschlecht=="w")

# Mann-Whitney-U-Test
wilcox.test(w$Liegedauer, m$Liegedauer)
```

```
    Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  w$Liegedauer and m$Liegedauer
W = 4624670, p-value = 0.0002638
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Das Ergebnis ist signifikant. Es scheint doch einen Unterschied zwischen Männern und Frauen zu geben.

5.2.2. Lösung zur Aufgabe 2.2.2 Lungenkapazität

a) Laden Sie den Datensatz `lungcap` in Ihre R-Session.

```r
# aktiviere den Datensatz
library(GLMsData)
data("lungcap")

# anschauen
str(lungcap)
```

```
'data.frame':   654 obs. of  5 variables:
 $ Age   : int  3 4 4 4 4 4 4 5 5 5 ...
 $ FEV   : num  1.072 0.839 1.102 1.389 1.577 ...
 $ Ht    : num  46 48 48 48 49 49 50 46.5 49 49 ...
 $ Gender: Factor w/ 2 levels "F","M": 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
 $ Smoke : int  0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
```

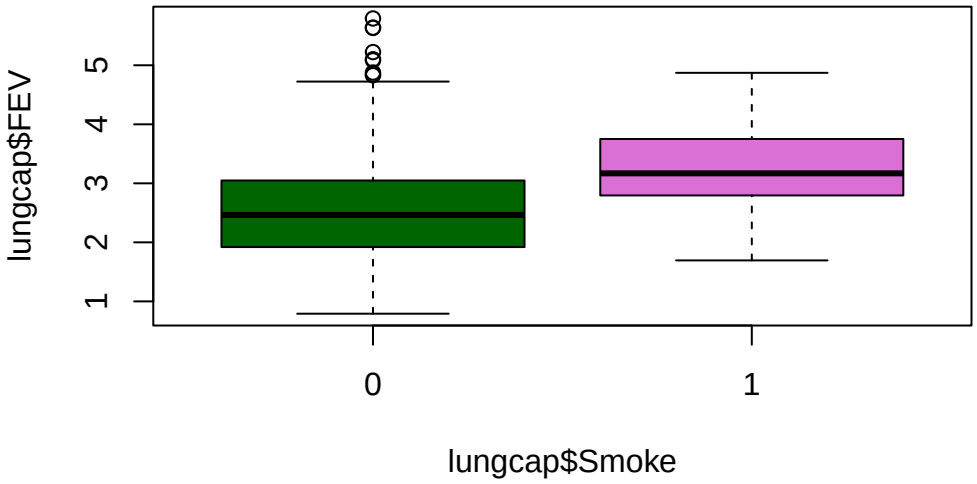
b) Erzeugen Sie eine neue Variable, welche die Körpergröße in Zentimetern enthält (1 Zoll = 2,54cm)

```r
lungcap$Körpergröße <- lungcap$Ht*2.54

# anschauen
str(lungcap)
```

```
'data.frame':   654 obs. of  6 variables:
 $ Age        : int  3 4 4 4 4 4 4 5 5 5 ...
 $ FEV        : num  1.072 0.839 1.102 1.389 1.577 ...
 $ Ht         : num  46 48 48 48 49 49 50 46.5 49 49 ...
 $ Gender     : Factor w/ 2 levels "F","M": 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
 $ Smoke      : int  0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
 $ Körpergröße: num  117 122 122 122 124 ...
```

c) Plotten Sie nebeneinander die Boxplots der Lungenkapazität nichtrauchenden und rauchenden Kindern. Legt das Diagramm einen Zusammenhang nahe?

```r
boxplot(lungcap$FEV ~ lungcap$Smoke,
        col=c("darkgreen", "orchid"))
```



Es scheint, als ob rauchende Kinder eine größere Lungenkapazität hätten.

d) Führen Sie einen Signifikanztest durch, um zu überprüfen, ob sich die Lungenkapazitäten in Abhängigkeit zu `Smoke` unterscheidet.

```r
# Prüfe auf Normalverteilung
shapiro.test(lungcap$FEV)
```

```
    Shapiro-Wilk normality test

data:  lungcap$FEV
W = 0.97052, p-value = 3.391e-10
```

Der Test ist signifikant, d.h. `FEV` ist nicht normalverteilt. Wir müssen daher den Mann-Whitney-U-Test verwenden.

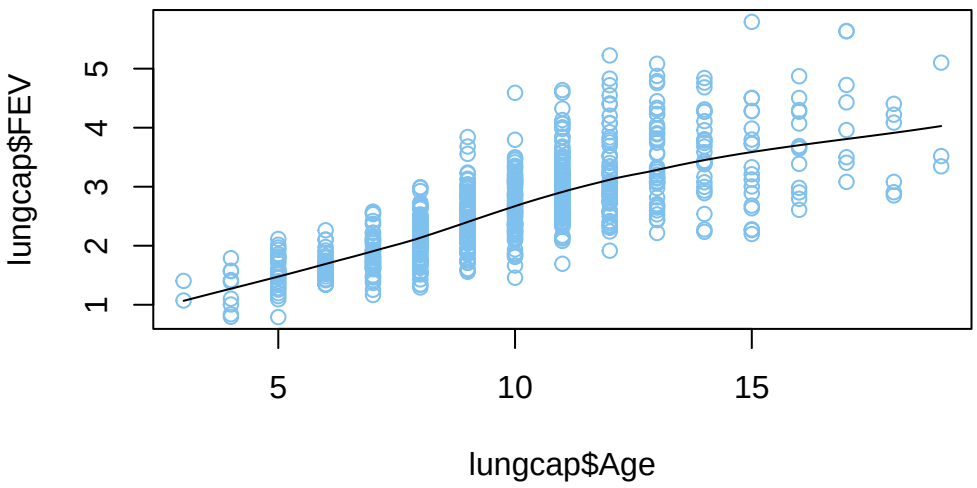
```
raucher <- subset(lungcap, Smoke==1)
nraucher <- subset(lungcap, Smoke==0)
wilcox.test(raucher$FEV, nraucher$FEV, alternative = "greater")
```

```
    Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  raucher$FEV and nraucher$FEV
W = 28686, p-value = 2.035e-11
alternative hypothesis: true location shift is greater than 0
```

Der Test ist signifikant. Die Raucher haben eine größere Lungenkapazität als Nichtraucher.

e) Erzeugen Sie eine Punktwole des Lungenvolumens und des Alters. Legt das Diagramm einen Zusammenhang nahe?

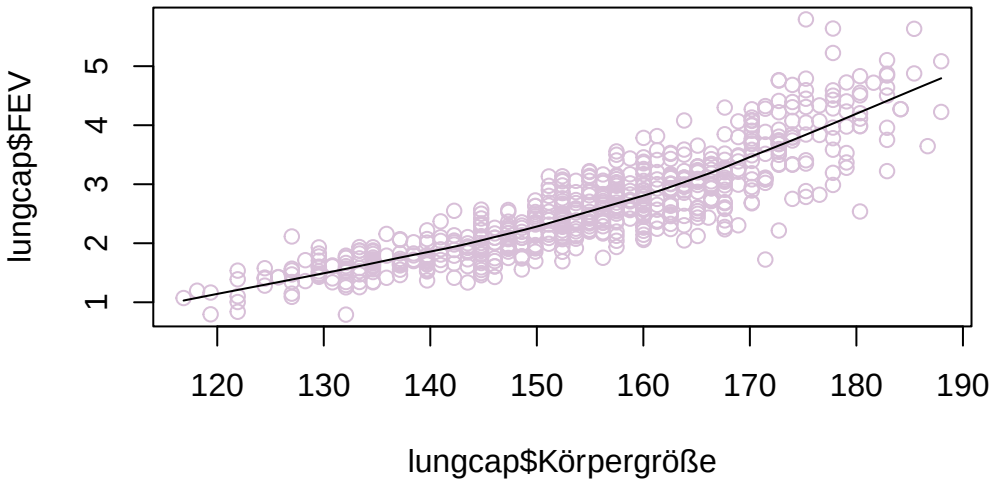
```
scatter.smooth(lungcap$Age, lungcap$FEV, col="skyblue2")
```



Es scheint einen linearen Zusammenhang zwischen dem Alter und der Lungenkapazität zu geben.

f) Erzeugen Sie eine Punktwole des Lungenvolumens und der Körpergröße. Legt das Diagramm einen Zusammenhang nahe?

```
scatter.smooth(lungcap$Körpergröße, lungcap$FEV, col="thistle")
```



Es scheint einen linearen Zusammenhang zwischen der Körpergröße und der Lungenkapazität zu geben.

g) Welches Regressionsmodell ist am besten geeignet, um `FEV erklärt durch Alter` zu bestimmen?

```
jgsbook::compare.lm(lungcap$FEV, lungcap$Age)
```

```
Registered S3 method overwritten by 'statip':
  method         from
  predict.kmeans parameters

         Modell  R.square
7        potenz 0.6308534
4  exponentiell 0.5957878
3       kubisch 0.5925193
6     sigmoidal 0.5902058
2   quadratisch 0.5840171
1        linear 0.5722302
5 logarithmisch 0.5701891
```

Am besten geeignet ist ein Potenzmodell.

h) Welches Regressionsmodell ist am besten geeignet, um `FEV erklärt durch Körpergröße` zu bestimmen?

```
jgsbook::compare.lm(lungcap$FEV, lungcap$Körpergröße)
```

```
         Modell  R.square
4  exponentiell 0.7956073
7        potenz 0.7944652
6     sigmoidal 0.7879391
3       kubisch 0.7741673
```

```
2   quadratisch 0.7740993
1        linear 0.7536584
5 logarithmisch 0.7370097
```

Am besten geeignet ist ein exponentielles Modell. Dabei ist R^2 mit 0,79 größer als beim Potenzmodell des Alters (0,63). Die Lungenkapazität wird am besten durch die Körpergröße erklärt.

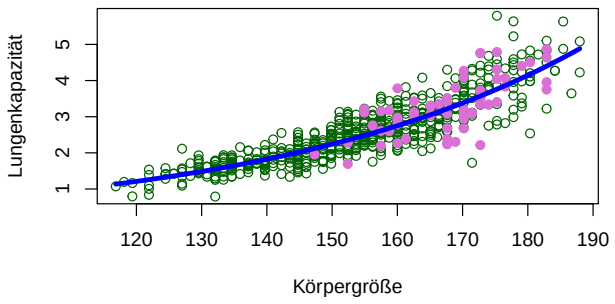
i) Berechnen Sie das Modell, welches `FEV` am besten erklärt.

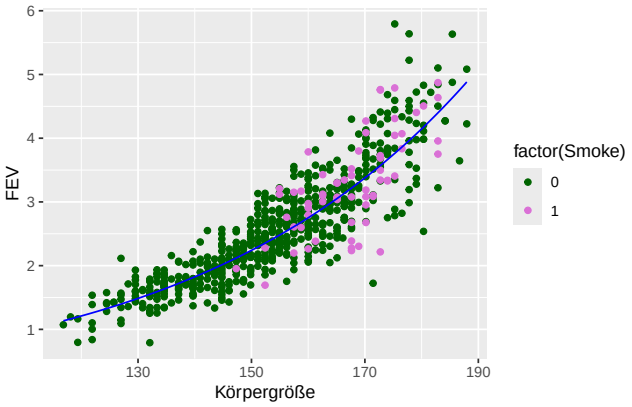
```r
# exponentielles Modell erstellen
fit <- lm(log(FEV) ~ Körpergröße, data=lungcap)
summary(fit)
```

```
Call:
lm(formula = log(FEV) ~ Körpergröße, data = lungcap)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max 
-0.70208 -0.08986  0.01190  0.09337  0.43174 

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) -2.2713118  0.0635310  -35.75   <2e-16 ***
Körpergröße  0.0205193  0.0004073   50.38   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1508 on 652 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7956,	Adjusted R-squared:  0.7953 
F-statistic:  2538 on 1 and 652 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

j) Plotten Sie eine Punktwolke, mit FEV auf der Y-Achse, und dem besten Prädiktor auf der X-Achse. Färben Sie die Daten mittels der Variable Smoke. Fügen Sie anschließend Ihre Modelllinie dem Plot hinzu.

```
# Subsets
raucher <- subset(lungcap, Smoke==1)
nraucher <- subset(lungcap, Smoke==0)

#-- Hilfswert für Modellinie
helper <- jgsbook::compare.lm(lungcap$FEV, lungcap$Körpergröße, predict=TRUE)

# plot()
plot(nraucher$Körpergröße, nraucher$FEV, col="darkgreen",
     xlab="Körpergröße", ylab="Lungenkapazität")
points(raucher$Körpergröße, raucher$FEV, col="orchid", pch=19)
lines(helper$pred.x, helper$expo, col="blue", lwd=4)
#--------
# ggplot()
#---------
ggplot(lungcap, aes(x=Körpergröße, y=FEV)) +
  geom_point(aes(color=factor(Smoke))) +
  scale_color_manual(values=c("darkgreen", "orchid")) +
  geom_line(data=helper, aes(x=pred.x, y=expo), color="blue")
```





k) Fügen Sie Smoke, Age und Gender als weitere Prädiktor dem Modell hinzu. Hat Rauchen einen Einfluss auf FEV?

```
# exponentielles Modell um "Smoke", "Age" und "Gender" erweitern
fit  <- lm(log(FEV) ~ Körpergröße + Age + Gender + Smoke, data=lungcap)
summary(fit)
```

```
Call:
lm(formula = log(FEV) ~ Körpergröße + Age + Gender + Smoke,
    data = lungcap)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.63278 -0.08657  0.01146  0.09540  0.40701
```

```
Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -1.943998   0.078639 -24.721  < 2e-16 ***
Körpergröße  0.016849   0.000661  25.489  < 2e-16 ***
Age          0.023387   0.003348   6.984  7.1e-12 ***
GenderM      0.029319   0.011719   2.502   0.0126 *
Smoke       -0.046067   0.020910  -2.203   0.0279 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1455 on 649 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8106,    Adjusted R-squared:  0.8095
F-statistic: 694.6 on 4 and 649 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Alle Prädiktoren sind signifikant. Der Beitrag von `Smoke` ist negativ. Dies spricht dafür, dass Rauchen die Lungenkapazität verschlechtert.

```r
# Modelle vergleichen
fit0 <- lm(log(FEV) ~ Körpergröße, data=lungcap)
# R^2 vergleichen
summary(fit0)$r.squared - summary(fit)$r.squared
```

```
[1] -0.01503201
```

Durch Hinzunahme der Prädiktoren verbessert sich R^2, aber nur minimal.

5.2.3. Lösung zur Aufgabe 2.2.3 Brustkrebs

a) Importieren Sie den Datensatz in Ihre R-Session und machen Sie sich mit dem Datensatz vertraut.

```r
# lade den Datensatz
breast <- haven::read_sav("https://www.produnis.de/trainingslager/data/breast.sav")
```

```r
# anschauen
head(breast)
```

```
# A tibble: 6 x 9
     id   age pathsize lnpos histgrad    er             pr           status   time
  <dbl> <dbl>    <dbl> <dbl> <dbl+lbl>   <dbl+lbl>      <dbl+lbl>    <dbl+l> <dbl>
1     1    60       NA     0 3           0 [Negativ]    0 [Negativ] 0 [Zen~  9.47
2     2    79       NA     0 4 [Unknown] 2 [Unbekannt] 2 [Unbekan~ 0 [Zen~  8.6
3     3    82       NA     0 2           2 [Unbekannt] 2 [Unbekan~ 0 [Zen~ 19.3
4     4    66       NA     0 2           1 [Positiv]    1 [Positiv] 0 [Zen~ 16.3
5     5    52       NA     0 3           2 [Unbekannt] 2 [Unbekan~ 0 [Zen~  8.5
6     6    58       NA     0 4 [Unknown] 2 [Unbekannt] 2 [Unbekan~ 0 [Zen~  9.4
```

```r
str(breast)
```

```
tibble [1,207 x 9] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
```

```
 $ id      : num [1:1207] 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "ID"
  ..- attr(*, "format.spss")= chr "F8.0"
 $ age     : num [1:1207] 60 79 82 66 52 58 50 83 46 54 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Alter [Jahre]"
  ..- attr(*, "format.spss")= chr "F8.0"
 $ pathsize: num [1:1207] NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Gößе des pathologischen Tumors [cm]"
  ..- attr(*, "format.spss")= chr "F8.2"
 $ lnpos   : num [1:1207] 0 0 0 0 0 0 0 0 17 6 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Positive Lymphknoten [Anzahl]"
  ..- attr(*, "format.spss")= chr "F8.0"
 $ histgrad: dbl+lbl [1:1207] 3, 4, 2, 2, 3, 4, 2, 3, 4, 2, 4, 3, 4, 4, 1, 1, 1, 2,...
   ..@ label      : chr "Histologischer Grad"
   ..@ format.spss: chr "F8.0"
   ..@ labels     : Named num 4
   .. ..- attr(*, "names")= chr "Unknown"
 $ er      : dbl+lbl [1:1207] 0, 2, 2, 1, 2, 2, 1, 0, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 1, 2, 2, 2,...
   ..@ label      : chr "Östrogen-Rezeptor-Status"
   ..@ format.spss: chr "F6.0"
   ..@ labels     : Named num [1:3] 0 1 2
   .. ..- attr(*, "names")= chr [1:3] "Negativ" "Positiv" "Unbekannt"
 $ pr      : dbl+lbl [1:1207] 0, 2, 2, 1, 2, 2, 0, 0, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 1, 2, 2, 2,...
   ..@ label      : chr "Progesteron-Rezeptor-Status"
   ..@ format.spss: chr "F6.0"
   ..@ labels     : Named num [1:3] 0 1 2
   .. ..- attr(*, "names")= chr [1:3] "Negativ" "Positiv" "Unbekannt"
 $ status  : dbl+lbl [1:1207] 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,...
   ..@ label      : chr "Status"
   ..@ format.spss: chr "F8.0"
   ..@ labels     : Named num [1:2] 0 1
   .. ..- attr(*, "names")= chr [1:2] "Zensiert" "Verstorben"
 $ time    : num [1:1207] 9.47 8.6 19.33 16.33 8.5 ...
  ..- attr(*, "label")= chr "Zeit [Monate]"
  ..- attr(*, "format.spss")= chr "F8.2"
```

b) Klassieren Sie die Variablen?

```r
# klassieren
library(dplyr)
df <- breast %>%
  mutate(tumorK = cut(pathsize, breaks= c(0,2,5,Inf)),
         lymphK = cut(lnpos, breaks=c(0, 1, Inf), right=FALSE,
                      labels=c("nein", "ja")),
         oestroK = cut(er, breaks=c(0, 1, Inf), right=FALSE,
                      labels=c("negativ", "positiv")),
         progesK = cut(pr, breaks=c(0, 1, Inf), right=FALSE,
                      labels=c("negativ", "positiv"))
         )
```

c) Kodieren Sie die Variable `histgrad` um, so dass korrekte `NA`s enthalten sind.

```
# klassieren
head(df$histgrad)
```

```
<labelled<double>[6]>: Histologischer Grad
[1] 3 4 2 2 3 4

Labels:
 value   label
     4 Unknown
```

Alle Werte "4" entsprechen `NA`s.

```
# klassieren
df <- df %>%
  mutate(histgrad = replace(histgrad, histgrad == 4,NA),
         histgrad = factor(histgrad))
```

d) Erstellen Sie ein Überlebenszeitmodell `status erklärt durch time` und geben Sie die Überlebenstafel sowie die Kaplan-Meier-Plots der kumulierten Überlebenswahrscheinlichkeiten aus.

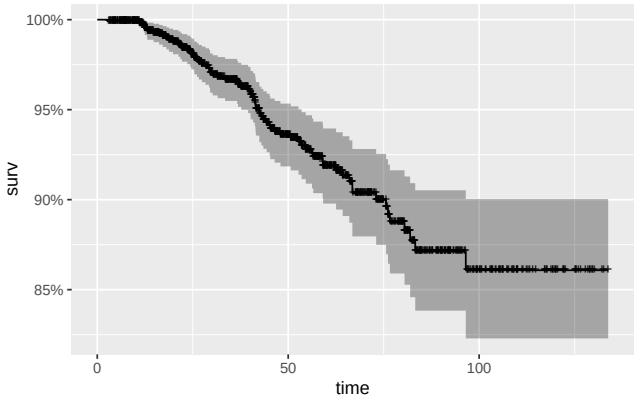
```
# Das Gesamtmodell lässt sich nun so darstellen:
library(survival)
survival <- Surv(df$time, df$status)
km_fit   <- survfit(survival ~ 1, data=df)
summary(km_fit)
```

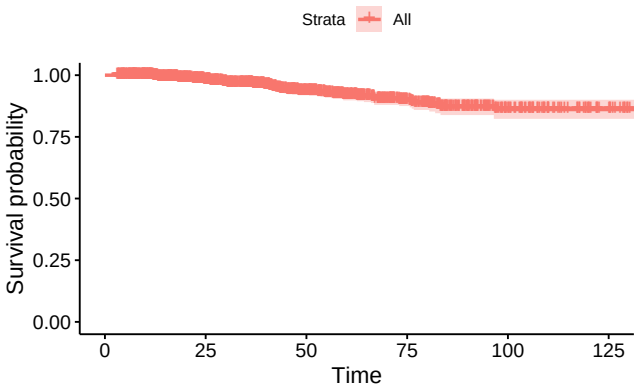
```
Call: survfit(formula = survival ~ 1, data = df)

  time n.risk n.event survival  std.err lower 95% CI upper 95% CI
  2.63   1207       1    0.999 0.000828        0.998        1.000
 11.03   1089       1    0.998 0.001235        0.996        1.000
 12.00   1076       1    0.997 0.001544        0.994        1.000
 12.20   1071       1    0.996 0.001801        0.993        1.000
 12.43   1066       1    0.995 0.002028        0.991        0.999
 13.03   1053       1    0.995 0.002235        0.990        0.999
 13.10   1049       1    0.994 0.002426        0.989        0.998
 14.73   1028       1    0.993 0.002609        0.988        0.998
 16.20   1004       1    0.992 0.002787        0.986        0.997
 17.13    990       1    0.991 0.002959        0.985        0.996
 18.10    969       1    0.990 0.003128        0.983        0.996
 18.77    956       1    0.989 0.003291        0.982        0.995
 19.83    942       1    0.988 0.003451        0.981        0.994
 21.27    923       1    0.986 0.003609        0.979        0.994
 21.77    919       1    0.985 0.003762        0.978        0.993
 22.20    914       1    0.984 0.003909        0.977        0.992
 23.57    884       1    0.983 0.004060        0.975        0.991
 24.33    871       1    0.982 0.004209        0.974        0.990
 24.63    867       1    0.981 0.004354        0.972        0.989
 25.37    859       1    0.980 0.004496        0.971        0.989
```

```
25.43    856       1    0.979 0.004634        0.970        0.988
26.13    841       1    0.977 0.004773        0.968        0.987
26.60    836       1    0.976 0.004908        0.967        0.986
27.40    828       1    0.975 0.005042        0.965        0.985
28.33    809       1    0.974 0.005178        0.964        0.984
29.27    801       1    0.973 0.005312        0.962        0.983
29.53    796       1    0.971 0.005444        0.961        0.982
29.57    795       1    0.970 0.005573        0.959        0.981
30.23    785       1    0.969 0.005701        0.958        0.980
31.53    771       1    0.968 0.005831        0.956        0.979
33.47    753       1    0.966 0.005963        0.955        0.978
36.63    707       1    0.965 0.006109        0.953        0.977
36.87    704       1    0.964 0.006252        0.952        0.976
37.70    688       1    0.962 0.006398        0.950        0.975
39.50    661       1    0.961 0.006552        0.948        0.974
40.10    656       1    0.959 0.006704        0.946        0.973
40.17    653       1    0.958 0.006853        0.945        0.971
40.80    640       1    0.956 0.007004        0.943        0.970
41.27    631       1    0.955 0.007155        0.941        0.969
41.40    628       1    0.953 0.007303        0.939        0.968
41.47    626       1    0.952 0.007448        0.937        0.967
41.53    625       1    0.950 0.007591        0.936        0.965
42.43    609       2    0.947 0.007880        0.932        0.963
42.97    604       1    0.946 0.008021        0.930        0.962
43.50    598       1    0.944 0.008162        0.928        0.960
44.37    584       1    0.942 0.008307        0.926        0.959
45.13    577       1    0.941 0.008452        0.924        0.958
45.30    574       1    0.939 0.008594        0.923        0.956
46.47    559       1    0.938 0.008742        0.921        0.955
47.97    532       1    0.936 0.008901        0.918        0.953
50.67    498       1    0.934 0.009079        0.916        0.952
52.70    466       1    0.932 0.009278        0.914        0.950
53.50    453       1    0.930 0.009483        0.911        0.949
54.60    438       1    0.928 0.009696        0.909        0.947
56.23    421       1    0.925 0.009921        0.906        0.945
56.57    417       1    0.923 0.010142        0.904        0.943
59.03    384       1    0.921 0.010397        0.901        0.941
59.13    382       1    0.918 0.010645        0.898        0.940
62.53    338       1    0.916 0.010955        0.895        0.937
64.27    314       1    0.913 0.011302        0.891        0.935
66.00    300       1    0.910 0.011666        0.887        0.933
66.80    292       2    0.904 0.012391        0.880        0.928
73.03    241       1    0.900 0.012894        0.875        0.925
75.63    219       1    0.896 0.013474        0.870        0.922
76.13    214       1    0.892 0.014046        0.864        0.919
76.63    207       1    0.887 0.014623        0.859        0.916
80.47    181       1    0.882 0.015342        0.853        0.913
81.93    164       1    0.877 0.016164        0.846        0.909
83.27    152       1    0.871 0.017057        0.838        0.905
96.50     84       1    0.861 0.019756        0.823        0.900
```

Die Plots können klassisch mit `plot(fit)` erzeugt werden, oder mittels `autoplot()` und `ggsurvplot()`.

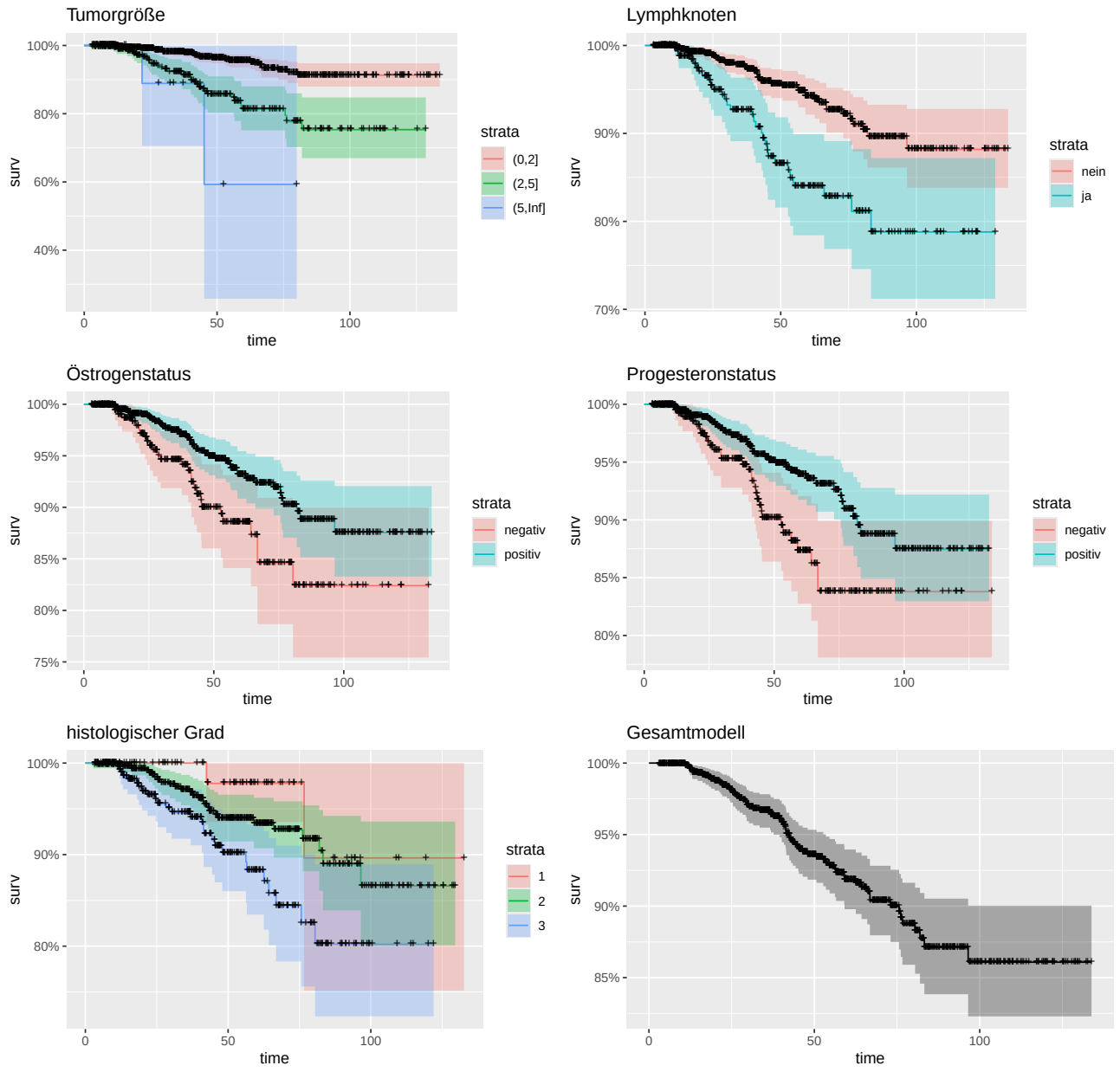
```
library(ggplot2)
library(ggfortify) # für autoplot
autoplot(km_fit)
survminer::ggsurvplot(km_fit, pval=T)
```





e) Gruppieren Sie Ihr Modell mit dem zuvor klassierten Variablen und plotten Sie jeweils die Kaplan-Meier-Kurven.

```
# Tumorgröße
km_fit <- survfit(survival ~ tumorK, data=df)
autoplot(km_fit, main="Tumorgröße")
# Lymphknoten
km_fit <- survfit(survival ~ lymphK, data=df)
autoplot(km_fit, main="Lymphknoten")
# Östrogenstatus
km_fit <- survfit(survival ~ oestroK, data=df)
autoplot(km_fit, main="Östrogenstatus")
# Progesteronstatus
km_fit <- survfit(survival ~ progesK, data=df)
autoplot(km_fit, main="Progesteronstatus")
# histologischer Grad
km_fit <- survfit(survival ~ histgrad, data=df)
autoplot(km_fit, main="histologischer Grad")
# Gesamtmodell
km_fit <- survfit(survival ~ 1, data=df)
autoplot(km_fit, main="Gesamtmodell")
```



f) Führen Sie eine Cox-Regression auf das Überleben durch, wobei die klassierten Werte der Tumorgröße, des Lymphknotenbefalls, des Östrogen- und Progesteronstatus sowie des histologischen Grades als Prädiktoren verwendet werden. Stellen Sie Ihre Ergebnisse als Forste-Plot dar.

```
## Cox-Regression
cox <- survival::coxph(survival ~ tumorK + lymphK + histgrad + oestroK + progesK, data=df)
# Modell ausgeben
cox
```

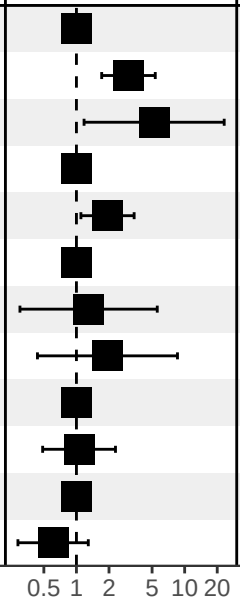
```
Call:
survival::coxph(formula = survival ~ tumorK + lymphK + histgrad +
    oestroK + progesK, data = df)

                   coef exp(coef) se(coef)      z        p
tumorK(2,5]     1.10749   3.02676  0.29071  3.810 0.000139
tumorK(5,Inf]   1.65322   5.22378  0.76058  2.174 0.029732
```

```
lymphKja        0.66144   1.93759  0.28892  2.289 0.022056
histgrad2       0.25885   1.29544  0.74524  0.347 0.728336
histgrad3       0.66025   1.93528  0.75989  0.869 0.384909
oestroKpositiv  0.05618   1.05778  0.39540  0.142 0.887021
progesKpositiv -0.49618   0.60885  0.38198 -1.299 0.193956

Likelihood ratio test=33.35  on 7 df, p=2.274e-05
n= 874, number of events= 52
   (333 Beobachtungen als fehlend gelöscht)
```

Die Spalte `exp(coef)` entspricht der Hazard-Ratio, mit welcher Richtung und Stärke des jeweiligen Einflusses interpretiert werden kann.

```r
# Forest-Plot
forestmodel::forest_model(cox)
```

Variable		N	Hazard ratio	p
tumorK	(0,2]	625	Reference	
	(2,5]	240	3.03 (1.71, 5.35)	<0.001
	(5,Inf]	9	5.22 (1.18, 23.19)	0.03
lymphK	nein	655	Reference	
	ja	219	1.94 (1.10, 3.41)	0.02
histgrad	1	77	Reference	
	2	484	1.30 (0.30, 5.58)	0.73
	3	313	1.94 (0.44, 8.58)	0.38
oestroK	negativ	270	Reference	
	positiv	604	1.06 (0.49, 2.30)	0.89
progesK	negativ	301	Reference	
	positiv	573	0.61 (0.29, 1.29)	0.19



5.2.4. Lösung zur Aufgabe 2.2.4 `data.table` Rolling Stone

a) Importieren Sie den Datensatz als `data.table` in Ihre R-Session und machen Sie sich mit dem Datensatz vertraut.

```r
# aktiviere data.table
library(data.table)

# lade den Datensatz
rs <- fread("https://www.produnis.de/trainingslager/data/rolling_stone.csv")

# anzeigen
str(rs)
```

```
Classes 'data.table' and 'data.frame':  691 obs. of  21 variables:
 $ sort_name               : chr  "Sinatra, Frank" "Diddley, Bo" "Presley, Elvis" "Sinatra, Fra
 $ clean_name              : chr  "Frank Sinatra" "Bo Diddley" "Elvis Presley" "Frank Sinatra"
 $ album                   : chr  "In the Wee Small Hours" "Bo Diddley / Go Bo Diddley" "Elvis
 $ rank_2003               : int  100 214 55 306 50 NA NA 421 NA 12 ...
 $ rank_2012               : int  101 216 56 308 50 NA 451 420 NA 12 ...
 $ rank_2020               : int  282 455 332 NA 227 32 33 NA 68 31 ...
 $ differential            : int  -182 -241 -277 -195 -177 469 468 -80 433 -19 ...
 $ release_year            : int  1955 1955 1956 1956 1957 2016 2006 1957 1985 1959 ...
 $ genre                   : chr  "Big Band/Jazz" "Rock n' Roll/Rhythm & Blues" "Rock n' Roll/R
 $ type                    : chr  "Studio" "Studio" "Studio" "Studio" ...
 $ weeks_on_billboard      : int  14 NA 100 NA 5 87 173 NA 27 NA ...
 $ peak_billboard_position : int  2 201 1 2 13 1 2 201 30 201 ...
 $ spotify_popularity      : int  48 50 58 62 64 73 67 47 75 52 ...
 $ spotify_url             : chr  "spotify:album:3GmwKB1tgPZgXeRJZSm9WX" "spotify:album:1cbtDEw
 $ artist_member_count     : int  1 1 1 1 1 1 1 4 1 1 ...
 $ artist_gender           : chr  "Male" "Male" "Male" "Male" ...
 $ artist_birth_year_sum   : int  1915 1928 1935 1915 1932 1981 1983 7752 1958 1926 ...
 $ debut_album_release_year: int  1946 1955 1956 1946 1957 2003 2003 1957 1978 1951 ...
 $ ave_age_at_top_500      : num  40 27 21 41 25 35 23 19 27 33 ...
 $ years_between           : int  9 0 0 10 0 13 3 0 7 8 ...
 $ album_id                : chr  "3GmwKB1tgPZgXeRJZSm9WX" "1cbtDEwxCjMhglb49OgNBR" "7GXP5OhYyP
 - attr(*, ".internal.selfref")=<externalptr>
```

6. Lösungswege der Aufgaben für fortgeschrittene User:innen

Wenn Ihr R-Code eleganter ist als die hier präsentierten Lösungswege, dann freuen Sie sich! Wenn Sie meinen, Ihr Code sei zu klobig und umständlich, dann Kopf hoch: wenn er tut, was er soll, dann ist er genau richtig.

6.1. Lösungen zu Objekten in R

6.1.1. Lösung zur Aufgabe 3.1.1 Hogwarts-Kurse

a) Benutzen Sie die `tribble()`-Funktion, um die Daten in die Objekte `tab1` und `tab2` zu überführen.

```
library(tibble)
```

6.2. Lösungen zu den Datensatzauswertungen

6.2.1. Lösung zur Aufgabe 3.2.1 Hogwarts-Kurse

a) Benutzen Sie die `tribble()`-Funktion, um die Daten in die Objekte `tab1` und `tab2` zu überführen.

```
library(tibble)
```

Literaturverzeichnis

Anscombe, F. J. (1973). Graphs in Statistical Analysis. *American Statistican*, *27*(1), 17–21. https://doi.org/10.1080/00031305.1973.10478966

große Schlarmann, J. (2024). *Angewandte Übungen in R*. Hochschule Niederrhein. https://github.com/produnis/angewandte_uebungen_in_R

große Schlarmann, J. (2025a). *Grundlagen der Statistik. Einführung in die deskriptive und inferentielle Statistik*. Hochschule Niederrhein. https://www.produnis.de/manual

große Schlarmann, J. (2025b). *Statistik mit R und RStudio - Ein Nachschlagewerk für Gesundheitsberufe*. Hochschule Niederrhein. https://www.produnis.de/R

große Schlarmann, J. (2025c). *table traineR. Workouts für {data.table}*. Hochschule Niederrhein. https://www.produnis.de/tabletrainer/

Kahn, M. (2005). An Exhalent Problem for Teaching Statistics. *Journal of Statistics Education*, *13*(2), 6. https://doi.org/10.1080/10691898.2005.11910559

Mock, T. (2022). *Tidy Tuesday: A weekly data project aimed at the R ecosystem*. https://github.com/rfordatascience/tidytuesday

R Core Team. (2025). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. https://www.R-project.org/

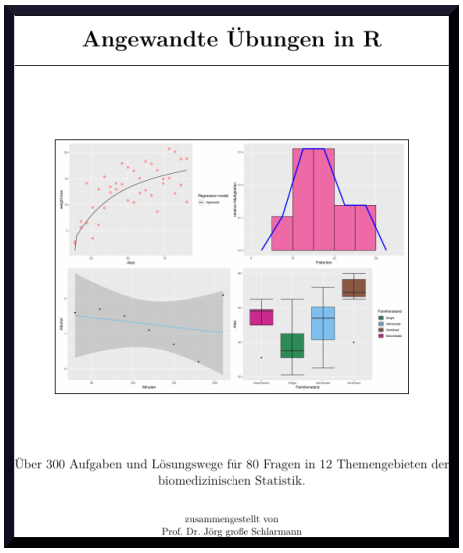
Tager, I. B., Weiss, S. T., Muñoz, A., Rosner, B., & Speizer, F. E. (1983). Longitudinal study of the effects of maternal smoking on pulmonary function in children. *The New England Journal of Medicine*, *309*(12), 699–703. https://doi.org/10.1056/NEJM198309223091204

Walther, B. (2022). *Statistik mit R Schnelleinstieg*. MITP Verlags GmbH.

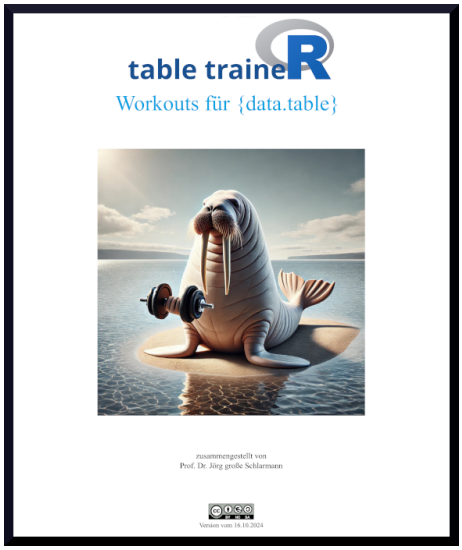
Wickham, H., Çetinkaya-Rundel, M., & Grolemund, G. (2023). *R for Data Science*. O'Reilly Media. https://r4ds.hadley.nz/

Credits

(a) große Schlarmann (2025b)



(a) große Schlarmann (2024)



(a) große Schlarmann (2025c)

(a) große Schlarmann (2025a)

Prof. Dr. Jörg große Schlarmann, BScN, MScN, RN

Hochschule Niederrhein, Krefeld

joerg.grosseschlarmann@hs-niederrhein.de

https://github.com/produnis/trainingslageR