EinfuehrungR

Christof Zlabinger

2023-09-30

R Tuotorial

Syntax

Syntax

- Text:
  - `"Hello, World!"`
- Nummern:
  - `5`
- Simple Rechnungen:
  - `5+5`

Print

- Output Text:
  - `"Hello, World"`
- Print auf die Console:
  - `print("Hello, World!")`

Comments

Kommentare fangen mit # an und führen dazu das eine Zeile Code vom Compiler ignoriert wird.

Variables

Variables

Es gibt keinen Befehl um Variabeln zu erstellen, sie werden erstellt soballt ihnen das erste mal ein Wert zugewiesen wird. Einer Variable wir ein Wert zugewiesen mit <- . Eine Variable wird geprinted indem man ihren namen schreibt. Beispiel:

```
name <- "Christof" # Zuweisen einer Variable

name # Printen einer Variable
```

```
## [1] "Christof"
```

Concatenate Elements

Zwei Variabeln können kombiniert werden mittels paste() Beispiel:

```
text <- "Christof"

paste("My name is", name)
```

```
## [1] "My name is Christof"
```

Es ist auch möglich zwei Variabeln miteinander zu kombinieren.

```
text1 <- "My name is"

text2 <- "Christof"

paste(text1, text2)
```

```
## [1] "My name is Christof"
```

Für Zahlen kann ein '+' verwendet werden

```
num1 <- 5

num2 <- 5

num1 + num2
```

```
## [1] 10
```

Wenn versucht wird einen String und eine Zahl zu kombinieren, wird R einen Error werfen.

```
text <- "Hello"
num <- 5

num + text

#Error in num + text : non-numeric argument to binary operator
```

Multiple Variables

Es ist möglich einen Wert meherern Variabeln zu zuweisen

```
var1 <- var2 <- var3 <- "Hello, World!"
```

Variable Names

Regeln: * Eine Variabel muss mit einem Buchstaben starten * Sie können aus Buchstaben, Zahlen, und Punkten (.) sein. * Eine Variabel kann nicht mit einem _ oder einer Zahl starten * Variabel namen sind case sensetive * Bestimmte Wörter können nicht verwendet werden (Bsp.: TRUE, FALSE, NULL, if, ...)

Data Types

Data Types

Variabeln haben keinen Fixen Typ. Der Typ wird automatisch festgelegt und kann sogar geändert werden.

- numeric - (10.5, 55, 787)
- integer - (1L, 55L, 100L, where the letter "L" declares this as an integer)
- complex - (9 + 3i, where "i" is the imaginary part)
- character (a.k.a. string) - ("k", "R is exciting", "FALSE", "11.5")
- logical (a.k.a. boolean) - (TRUE or FALSE)

Die `class()` Methode überprüft den Datentyp der üvergebenen Variabel

Numbers

Es gibt drei Arten von Nummern:

1. numeric # 10.5
2. integer # 10L
3. complex # 1i

Numeric

Meist genutzter Typ. Kann Nummern mit oder ohne Dezimazahlstelle sein: 10.5, 55, 123

Integer

numerics ohne Dezimalstelle. Um einen Integer zu erstellen `L` an die Zahl anhängen: 10L, 55L

Complex

Beinhaltet einen imaginären teil `i`

Type Conversion

Ein Typ kann zu einem anderen kovertiert werden.

```
as.numeric()
```

```
## numeric(0)
```

```
as.integer()
```

```
## integer(0)
```

```
as.complex()
```

```
## complex(0)
```

Math

Simple Math

Es können einfache matthematische Rechnungen mittel opperatoren durchgeführt werden.

- `+` Um Zahlen zu addiren
- `-` Im Zahlen zu dividieren

Built-in Math functions

`min(x, y, z, ...)` um das Minimum eines Sets zu finden `max(x, y, z, ...)` um das Maximum eines Sets zu finden

`sqrt(x)` um die Wurzel einer Zahl zu finden

`abs(x)` um den Absoluten Wert einer Zahl zu finden

`ceiling(x)` rudet die Zahl auf die nächst höchste ganze Zahl auf

`floor(x)` rundet die Zahl auf die nächt niedrigere ganze Zahl ab

String

String

Strings werden verwendet um Text zu speichern. Sie werden mit `'` oder mit `"` gekennzeichnet. (Bsp.: “Hello, World!”, ‘Hello, World!’)

Assign a String to a Variable

Ein String wird einer Variabel mittels `<-` zugewiesen.

```
str <- "Hello, World!"
```

Multiline Strings

Ein String kann auch mehrere Zeilen lang sein.

```
str <- "Lorem ipsum dolor sit amet,
consectetur adipiscing elit,
sed do eiusmod tempor incididunt
ut labore et dolore magna aliqua."
```

Es wird ein `\n` am ende jeder Zeile hinzugefügt

Wenn die Zeilenumbrüche genau übernommen werden sollen dann muss `cat()` verwendet werden.

String length

Mittels `nchar()` kann die Länge eines Strings ermittelt werden.

Check a String

Um zu überprüfen ob ein String einen Character oder einen anderen String beinhaltet wird `grepl("Search", str)` verwendet.

Combine two Strings

Um zwei Strings zu vereinen wird `paste()` verwender,

Escape Characters

Escape Characters

Um Character die nicht in einem String verwendet werden dürfen müssen sie escaped werden. Ein Character kann escaped werden indem ein `\` davor hinzugefügt wird. Bsp.:

```
str <- "Hello, "Christof"!"

Error: unexpected symbol in "str <- "Hello, "Christof"
```

Um diesen Fehler zu verhindern kann `\"` verwendet werden.

```
str <- "Hello, \"Christof\"!"
```

Andere Escape Charactere sind:

Code	Result
\\	Backslash
\n	New line
\r	Carriage Return
\t	Tab
\b	Backspace

Booleans

Es können Werte verglichen werden und diese können entweder `TRUE` oder `FALSE` sein.

```
10 > 9    # TRUE
```

```
## [1] TRUE
```

```
10 == 9   # FALSE
```

```
## [1] FALSE
```

```
10 < 9    # FALSE
```

```
## [1] FALSE
```

Dies ist auch mit Variabeln möglich.

```
a <- 10
b <- 9

a > b
```

```
## [1] TRUE
```

Operators

Operators

Operatoren werden verwendet um operationen durchzuführen.

Zum Beispiel können zwei Zahlen mittels eines `+` addiert werden.

```
10 + 5
```

```
## [1] 15
```

In R werden Operatoren in volgende Kategorien eingeteilt:

- Arithmetic operators
- Assignment operators
- Comparison operators
- Logical operators
- Miscellaneous operators

Arithmetic Operators

Operator	Name	Example
+	Addition	x + y
-	Subtraction	x - y
*	Multiplication	x * y
^	Exponent	x^y
%%	Modulus	x %% y
%/%	Integer Division	x %/% y

Assignment Operators

Zusweisungs Operatoren werden verwendet um einer Variabel einen Wert zuzuweisen.

```
x <- 3

y <- "Hello"
```

Comparison Operators

Vergleichs Operatoren werden verwendet um Werte miteinander zu vergleichen.

Operator	Name	Example
==	Equal	x == y
!=	Not equal	x != y
>	Greater than	x > y
<	Less than	x < y
>=	Greater than or equal to	x >= y
<=	Less than or equal to	x <= y

Logical Operators

Logische Operatoren werden verwender um zwei konditionale statements miteinander zu verbinden.

Operator	Description
&	Element-wise Logical AND operator. It returns TRUE if both elements are TRUE
&&	Logical AND operator - Returns TRUE if both statements are TRUE
|	Elementwise- Logical OR operator. It returns TRUE if one of the statement is TRUE
||	Logical OR operator. It returns TRUE if one of the statement is TRUE.
!	Logical NOT - returns FALSE if statement is TRUE

Miscellaneous Operators

Operator	Description	Example
:	Creates a series of numbers in a sequence	x <- 1:10
%in%	Find out if an element belongs to a vector	x %in% y
%*%	Matrix Multiplication	x <- Matrix1 %*% Matrix2

If . . . Else

Conditions and If Statements

Operator	Name	Example
==	Equal	x == y
!=	Not equal	x != y
>	Greater than	x > y
<	Less than	x < y
>=	Greater than or equal to	x >= y
<=	Less than or equal to	x <= y

The if statement

Der Code innerhalb eines if wir nur dann ausgeführt wenn der wert der if bedingung == `TRUE` ist

```r
a <- 33
b <- 200

if (b > a) {
  print("b is greater than a")
}
```

```
## [1] "b is greater than a"
```

Else if

Wird verwendet falls die Bedingungen der vorherigen if nicht `TRUE` waren.

```r
a <- 33
b <- 33

if (b > a) {
  print("b is greater than a")
} else if (a == b) {
  print ("a and b are equal")
}
```

```
## [1] "a and b are equal"
```

If else

Wird ausgeführt falls keine der Bedinungen der vorherigen if `TRUE` waren. Ein else kann auch ohne ein if else verwendet werden es muss jedoch ein if geben.

```r
a <- 200
b <- 33

if (b > a) {
  print("b is greater than a")
} else if (a == b) {
  print("a and b are equal")
} else {
  print("a is greater than b")
}
```

```
## [1] "a is greater than b"
```

Nested if statements

Wenn ein if in einem anderen if steht ist das ein 'nested if'

```r
x <- 41

if (x > 10) {
  print("Above ten")
  if (x > 20) {
    print("and also above 20!")
  } else {
    print("but not above 20.")
  }
} else {
```

```
  print("below 10.")
}
```

```
## [1] "Above ten"
## [1] "and also above 20!"
```

AND OR

AND

Das `&` Symbol wird verwended um Bedingungen miteinander zu verbinden. Die Bedingung ist nur dann `TRUE` wenn beide alle Bedingungen `TRUE` sind.

```
a <- 200
b <- 33
c <- 500

if (a > b & c > a) {
  print("Both conditions are true")
}
```

```
## [1] "Both conditions are true"
```

OR

Das `|` Symbol wird verwended um Bedinungen zu verbinden. Die Bedinung ist nur dann `TRUE` wenn numindest eine der Bedinugungen `TRUE` ist.

```
a <- 200
b <- 33
c <- 500

if (a > b | a > c) {
  print("At least one of the conditions is true")
}
```

```
## [1] "At least one of the conditions is true"
```

While loop

Loops

Eine Schleife führt einen Code so lange aus wie die Bedingung `TRUE` ist. Es gibt zwei Arten von Schleifen:

- Die `while` loop
- Die `for` loop

While loops

Der code einer while Schleifen wird solange ausgeführt wie die Bedinung `TRUE` ist.

```
i <- 1
while (i < 6) {
  print(i)
  i <- i + 1
}
```

```
## [1] 1
## [1] 2
```

```
## [1] 3
## [1] 4
## [1] 5
```

Break

Ein `break` kann verwendet werden um aus einer Schleife auszubrechen.

```
i <- 1
while (i < 6) {
  print(i)
  i <- i + 1
  if (i == 4) {
    break
  }
}
```

```
## [1] 1
## [1] 2
## [1] 3
```

Next

Mit `next` kann eine Iteration der Schleife übersprungen werden ohne die Schleife abbrechen zu müssen.

```
i <- 0
while (i < 6) {
  i <- i + 1
  if (i == 3) {
    next
  }
  print(i)
}
```

```
## [1] 1
## [1] 2
## [1] 4
## [1] 5
## [1] 6
```

For loop

For loops

Eine `for` Schleife wird verwendet um über eine Sequenz zu itterieren.

```
for (x in 1:10) {
  print(x)
}
```

```
## [1] 1
## [1] 2
## [1] 3
## [1] 4
## [1] 5
## [1] 6
## [1] 7
## [1] 8
```

```
## [1] 9
## [1] 10
```

Um jeden Teil einer Liste zu printen kann eine `for` Schleife verwendet werden:

```
fruits <- list("apple", "banana", "cherry")

for (x in fruits) {
  print(x)
}
```

```
## [1] "apple"
## [1] "banana"
## [1] "cherry"
```

Das gleiche ist auch mit Zahlen möglich:

```
dice <- c(1, 2, 3, 4, 5, 6)

for (x in dice) {
  print(x)
}
```

```
## [1] 1
## [1] 2
## [1] 3
## [1] 4
## [1] 5
## [1] 6
```

Break

Das `break` funktioniert wie in einer `while` loop.

```
fruits <- list("apple", "banana", "cherry")

for (x in fruits) {
  if (x == "cherry") {
    break
  }
  print(x)
}
```

```
## [1] "apple"
## [1] "banana"
```

Next

Das `next` funktioniert wie in einer `while` loop.

```
fruits <- list("apple", "banana", "cherry")

for (x in fruits) {
  if (x == "banana") {
    next
  }
  print(x)
}
```

```
## [1] "apple"
## [1] "cherry"
```

Nested loops

Es ist auch möglich eine Schleife in einer anderen Schleife auszuführen.

```
adj <- list("red", "big", "tasty")

fruits <- list("apple", "banana", "cherry")
  for (x in adj) {
    for (y in fruits) {
      print(paste(x, y))
  }
}
```

```
## [1] "red apple"
## [1] "red banana"
## [1] "red cherry"
## [1] "big apple"
## [1] "big banana"
## [1] "big cherry"
## [1] "tasty apple"
## [1] "tasty banana"
## [1] "tasty cherry"
```

Functions

Eine function ist ein Stück an Code welches nur ausgeführt wird wenn es aufgerufen wird.

Creating functions

Um eine Funktion zu erstellen muss das `function()` keyword verwendet werden.

```
my_function <- function() { # create a function with the name my_function
  print("Hello World!")
}
```

Call a function

Um eine Funktion aufzurufen muss der name der Funktion gefolgt von Klammern geschrieben werden: `function()`

```
my_function <- function() {
  print("Hello World!")
}

my_function()
```

```
## [1] "Hello World!"
```

Arguments

Informationen können Funktionen als Arguemnt übergeben werden. Argumente werden in den Klammern nach `function` angegeben. Es können so viele hinzugefügt werden wie man will, sie müssen nur mit einem ‘,’ getrennt werden. Ein Argument ist der Wert welcher der Funktion gesendet wird. Ein Parameter ist die Variabel welche in den Klammern der Funktion steht.

```r
my_function <- function(fname) {
  paste(fname, "Griffin")
}

my_function("Peter")
```

```
## [1] "Peter Griffin"
```

```r
my_function("Lois")
```

```
## [1] "Lois Griffin"
```

```r
my_function("Stewie")
```

```
## [1] "Stewie Griffin"
```

Number of arguments

Eine Funktion muss in der Regel mit der richtigen Anzahl an Argumenten aufgerufen werden ansonsten wird ein Error geworfen.

```r
my_function <- function(fname, lname) {
  paste(fname, lname)
}

my_function("Peter", "Griffin")
```

```
## [1] "Peter Griffin"
```

Default parameter value

Ein default Parameter Wert kann verwendet werden damit kein Error geworfen wird falls kein oder zu wenige Argumente gegeben werden. Der default Parameter wird nur verwendet falls kein Wert übergeben wird.

```r
my_function <- function(country = "Norway") {
  paste("I am from", country)
}

my_function("Sweden")
```

```
## [1] "I am from Sweden"
```

```r
my_function("India")
```

```
## [1] "I am from India"
```

```r
my_function() # will get the default value, which is Norway
```

```
## [1] "I am from Norway"
```

```r
my_function("USA")
```

```
## [1] "I am from USA"
```

Return values

Damit eine Funktion einen Wert zurück gibt wird `return()` genutzt.

```r
my_function <- function(x) {
  return (5 * x)
```

```
}

print(my_function(3))
```

```
## [1] 15
```

```
print(my_function(5))
```

```
## [1] 25
```

```
print(my_function(9))
```

```
## [1] 45
```

Nested functions

Es gibt zwei Arten von nested functions: 1. Wenn eine Funktion in einer anderen Funktion aufgerufen wird 2. Wenn eine Funktion in einer anderen Funktion geschrieben wird.

Bsp. für 1. Fall:

```
Nested_function <- function(x, y) {
  a <- x + y
  return(a)
}

Nested_function(Nested_function(2,2), Nested_function(3,3))
```

```
## [1] 10
```

Bsp.: für den 2. Fall:

```
Outer_func <- function(x) {
  Inner_func <- function(y) {
    a <- x + y
    return(a)
  }
  return (Inner_func)
}
output <- Outer_func(3) # To call the Outer_func
output(5)
```

```
## [1] 8
```

Recursion

R unterstützt auch rekrusive Aufrüfe von Funktionen. Also eine Methode kann sich selbst aufrufen. Es muss aufgepasst werden dass eine Funktion die rekursiv funktioniert auch irgendwann aufhört.

```
tri_recursion <- function(k) {
  if (k > 0) {
    result <- k + tri_recursion(k - 1)
    print(result)
  } else {
    result = 0
    return(result)
  }
}
tri_recursion(6)
```

```
## [1] 1
## [1] 3
## [1] 6
## [1] 10
## [1] 15
## [1] 21
```

Global variables

Variabeln welche auserhalb einer Funktion erstellt werden können global verwendet werden.

```
txt <- "awesome"
my_function <- function() {
  paste("R is", txt)
}

my_function()
```

```
## [1] "R is awesome"
```

Wenn eine Variabel mit dem selben Namen innerhalb einer Funktion erstellt wird, wird die lokale Variabel verwendet.

```
txt <- "global variable"
my_function <- function() {
  txt = "fantastic"
  paste("R is", txt)
}

my_function()
```

```
## [1] "R is fantastic"
```

```
txt # print txt
```

```
## [1] "global variable"
```

The Global Assignment Operator

Um eine globale Variabel in einer Funktion zu erstellen kann der `<<-` Operator verwendet werden.

```
my_function <- function() {
txt <<- "fantastic"
  paste("R is", txt)
}

my_function()
```

```
## [1] "R is fantastic"
```

```
print(txt)
```

```
## [1] "fantastic"
```

`<<-` wird auch verwendet um den Wert einer globalen Variabel in einer Methode zu verändern

```
txt <- "awesome"
my_function <- function() {
  txt <<- "fantastic"
  paste("R is", txt)
```

```
}

my_function()
```

```
## [1] "R is fantastic"
```

```
paste("R is", txt)
```

```
## [1] "R is fantastic"
```

R Data Structures

Vectors

Ein Vector ist eine Liste in der alle Elemente den gleichen Typen haben. Um eine Liste in einen Vector zu verwandeln wird die `c()` Funktion verwendet.

```
# Vector of strings
fruits <- c("banana", "apple", "orange")

# Print fruits
fruits
```

```
## [1] "banana" "apple"  "orange"
```

Es kann auch eine Sequenz in einen Vector umgewandelt werden.

```
# Vector with numerical values in a sequence
numbers <- 1:10

numbers
```

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

Vector Length

Die `lenght()` Funktion wird verwendet um die Länge eines Vektors zu bekommen.

```
fruits <- c("banana", "apple", "orange")

length(fruits)
```

```
## [1] 3
```

Sort a Vector

Um einen Vector zu sortieren kann die `sort()` Funktion verwndet werden.

```
fruits <- c("banana", "apple", "orange", "mango", "lemon")
numbers <- c(13, 3, 5, 7, 20, 2)

sort(fruits)  # Sort a string
```

```
## [1] "apple"  "banana" "lemon"  "mango"  "orange"
```

```
sort(numbers) # Sort numbers
```

```
## [1]  2  3  5  7 13 20
```

Access Vectors

Ein Element eines Vectors kann mittels seinem Index innerhalb von '[]' erhalten werden.

```
fruits <- c("banana", "apple", "orange")

# Access the first item (banana)
fruits[1]
```

```
## [1] "banana"
```

Es können auch mehrere Elemente auf einmal erhalten werden.

```
fruits <- c("banana", "apple", "orange", "mango", "lemon")

# Access the first and third item (banana and orange)
fruits[c(1, 3)]
```

```
## [1] "banana" "orange"
```

Ein negativer Index gibt alle Elemente bis auf das des Indexes zurück.

```
 fruits <- c("banana", "apple", "orange", "mango", "lemon")

# Access all items except for the first item
fruits[c(-1)]
```

```
## [1] "apple"  "orange" "mango"  "lemon"
```

Change an Item

Um einen Wert eines Vectors zu ändern wird ihr Index verwendet.

```
fruits <- c("banana", "apple", "orange", "mango", "lemon")

# Change "banana" to "pear"
fruits[1] <- "pear"

# Print fruits
fruits
```

```
## [1] "pear"   "apple"  "orange" "mango"  "lemon"
```

Repeat Vectors

Um einen Vector wiederholend zu machen kann die `rep()` Funktion verwendet werden.

```
repeat_each <- rep(c(1,2,3), each = 3)

repeat_each
```

```
## [1] 1 1 1 2 2 2 3 3 3
```

Generating sequenced vectors

Ein Vector kann mit einer Sequenz verwendet werden.

```
numbers <- 1:10

numbers
```

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

Damit größere oder kleinere Schritte in einer Sequenz machen zu können muss `seq()` verwendet werden.

```
numbers <- seq(from = 0, to = 100, by = 20)

numbers
```

```
## [1]   0  20  40  60  80 100
```

Lists

Eine Liste ist eine Sammlung an Daten, welche verschiedene Typen haben können und sortiert sind.

```
# List of strings
thislist <- list("apple", "banana", "cherry")

# Print the list
thislist
```

```
## [[1]]
## [1] "apple"
##
## [[2]]
## [1] "banana"
##
## [[3]]
## [1] "cherry"
```

Access Lists

Auf eine Liste wird über ihren Index zugegriffen.

```
thislist <- list("apple", "banana", "cherry")

thislist[1]
```

```
## [[1]]
## [1] "apple"
```

Change Item Value

Ein Element einer Liste kann über den Index verändert werden.

```
thislist <- list("apple", "banana", "cherry")
thislist[1] <- "blackcurrant"

# Print the updated list
thislist
```

```
## [[1]]
## [1] "blackcurrant"
##
## [[2]]
## [1] "banana"
##
## [[3]]
## [1] "cherry"
```

List Length

Um die Länge einer Liste zu erhalten kann die `length()` methode verwendet werden.

```
thislist <- list("apple", "banana", "cherry")

length(thislist)
```

```
## [1] 3
```

Check if Item Exists

Um zu wissen ob ein Element in einer Liste existiert kann der `%in%` Operator verwendet werden.

```
 thislist <- list("apple", "banana", "cherry")

"apple" %in% thislist
```

```
## [1] TRUE
```

Add List Items

Um ein Element an eine Liste hinzuzufügen wir die `append()` Methode verwendet.

```
thislist <- list("apple", "banana", "cherry")

append(thislist, "orange")
```

```
## [[1]]
## [1] "apple"
##
## [[2]]
## [1] "banana"
##
## [[3]]
## [1] "cherry"
##
## [[4]]
## [1] "orange"
```

Um ein Element an einer bestimmten Stelle einzufügen wird der after = n als parameter übergeben.

```
thislist <- list("apple", "banana", "cherry")

append(thislist, "orange", after = 2)
```

```
## [[1]]
## [1] "apple"
##
## [[2]]
## [1] "banana"
##
## [[3]]
## [1] "orange"
##
## [[4]]
## [1] "cherry"
```

Remove List Items

Um das erste Element aus einer Liste zu entfernen wird der index [-1] angegeben.

```
 thislist <- list("apple", "banana", "cherry")

newlist <- thislist[-1]

# Print the new list
newlist
```

```
## [[1]]
## [1] "banana"
##
## [[2]]
## [1] "cherry"
```

Range of Indexes

Es kann auch eine Reihe an Indexen angegeben werden.

```
thislist <- list("apple", "banana", "cherry", "orange", "kiwi", "melon", "mango")

(thislist)[2:5]
```

```
## [[1]]
## [1] "banana"
##
## [[2]]
## [1] "cherry"
##
## [[3]]
## [1] "orange"
##
## [[4]]
## [1] "kiwi"
```

Loop Through a List

Mit einer `for` loop kann durch eine Lite durch Itteriert werden.

```
thislist <- list("apple", "banana", "cherry")

for (x in thislist) {
  print(x)
}
```

```
## [1] "apple"
## [1] "banana"
## [1] "cherry"
```

Join Two Lists

Listen können verbunden werden indem die `c()` Methode verwendet wird.

```
list1 <- list("a", "b", "c")
list2 <- list(1,2,3)
list3 <- c(list1,list2)
```

```
list3
```

```
## [[1]]
## [1] "a"
##
## [[2]]
## [1] "b"
##
## [[3]]
## [1] "c"
##
## [[4]]
## [1] 1
##
## [[5]]
## [1] 2
##
## [[6]]
## [1] 3
```

Matrices

Eine Matrix ist ein 2 Dmiensionales Datenset mit columns und rows. Eine Matrix kann mit der `matrix()` Funktion erstellt werden.

```
 # Create a matrix
thismatrix <- matrix(c(1,2,3,4,5,6), nrow = 3, ncol = 2)

# Print the matrix
thismatrix
```

```
##      [,1] [,2]
## [1,]    1    4
## [2,]    2    5
## [3,]    3    6
```

Access Matrix Items

Ein Element einer Matrix kann mit dem Index des columns und der row erhalten werden.

```
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange"), nrow = 2, ncol = 2)

thismatrix[1, 2]
```

```
## [1] "cherry"
```

Es kann auch eine ganze row erhalten werden indem nur ein Index angegeben wird.

```
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange"), nrow = 2, ncol = 2)

thismatrix[2,]
```

```
## [1] "banana" "orange"
```

Das gleiche ist auch mit einem column möglich.

```r
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange"), nrow = 2, ncol = 2)

thismatrix[,2]
```

```
## [1] "cherry" "orange"
```

Access More Than One Row

Mit der `c()` Funktion können mehrere rows erhalten werden.

```r
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange","grape", "pineapple", "pear", "melon", "fig

thismatrix[c(1,2),]
```

```
##      [,1]     [,2]     [,3]
## [1,] "apple"  "orange" "pear"
## [2,] "banana" "grape"  "melon"
```

Access More Than One Column

Das gleiche ist auch mit mehreren columns möglich.

```r
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange","grape", "pineapple", "pear", "melon", "fig

thismatrix[, c(1,2)]
```

```
##      [,1]     [,2]
## [1,] "apple"  "orange"
## [2,] "banana" "grape"
## [3,] "cherry" "pineapple"
```

Add Rows and Columns

Um columns in eine Matrix hinzuzufügen kann die `cbind()` Funktion verwendet werden.

```r
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange","grape", "pineapple", "pear", "melon", "fig

newmatrix <- cbind(thismatrix, c("strawberry", "blueberry", "raspberry"))

# Print the new matrix
newmatrix
```

```
##      [,1]     [,2]        [,3]    [,4]
## [1,] "apple"  "orange"    "pear"  "strawberry"
## [2,] "banana" "grape"     "melon" "blueberry"
## [3,] "cherry" "pineapple" "fig"   "raspberry"
```

Um rows hinzuzufügen wird die `rbind()` Funktion verwendet.

```r
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange","grape", "pineapple", "pear", "melon", "fig

newmatrix <- rbind(thismatrix, c("strawberry", "blueberry", "raspberry"))

# Print the new matrix
newmatrix
```

```
##      [,1]         [,2]        [,3]
## [1,] "apple"      "orange"    "pear"
## [2,] "banana"     "grape"     "melon"
```

```
## [3,] "cherry"     "pineapple" "fig"
## [4,] "strawberry" "blueberry" "raspberry"
```

Remove Rows and Columns

Mit der `c()` Funktion können rows und columns entfernt werden.

```
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange", "mango", "pineapple"), nrow = 3, ncol =2)

#Remove the first row and the first column
thismatrix <- thismatrix[-c(1), -c(1)]

thismatrix
```

```
## [1] "mango"     "pineapple"
```

Check if an Item Exists

Um herauszufinden ob ein Element in einer Matrix enthalten ist wird der `%in%` Operator verwendet.

```
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange"), nrow = 2, ncol = 2)

"apple" %in% thismatrix
```

```
## [1] TRUE
```

Number of Rows and Columns

Um die Anzahl an rows und columns zu erhalten wird die `dim()` Funktion verwendet.

```
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange"), nrow = 2, ncol = 2)

dim(thismatrix)
```

```
## [1] 2 2
```

Matrix Length

Um die Dimension einer Matrix herauszufinden wird die `length()` Funktion verwendet.

```
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange"), nrow = 2, ncol = 2)

length(thismatrix)
```

```
## [1] 4
```

Loop Through a Matrix

Um über eine Matrix zu iterieren wird die `for` loop verwendet.

```
thismatrix <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "orange"), nrow = 2, ncol = 2)

for (rows in 1:nrow(thismatrix)) {
  for (columns in 1:ncol(thismatrix)) {
    print(thismatrix[rows, columns])
  }
}
```

```
## [1] "apple"
## [1] "cherry"
```

```
## [1] "banana"
## [1] "orange"
```

Combine two Matrices

Die `rbind()` und `cbind()` Funktionen können verwendet werden um Matrixen miteinander zu verbinden.

```
# Combine matrices
Matrix1 <- matrix(c("apple", "banana", "cherry", "grape"), nrow = 2, ncol = 2)
Matrix2 <- matrix(c("orange", "mango", "pineapple", "watermelon"), nrow = 2, ncol = 2)

# Adding it as a rows
Matrix_Combined <- rbind(Matrix1, Matrix2)
Matrix_Combined
```

```
##      [,1]     [,2]
## [1,] "apple"  "cherry"
## [2,] "banana" "grape"
## [3,] "orange" "pineapple"
## [4,] "mango"  "watermelon"
```

```
# Adding it as a columns
Matrix_Combined <- cbind(Matrix1, Matrix2)
Matrix_Combined
```

```
##      [,1]     [,2]     [,3]     [,4]
## [1,] "apple"  "cherry" "orange" "pineapple"
## [2,] "banana" "grape"  "mango"  "watermelon"
```

Arrays

Arrays Funktionieren wie Matrixen nur haben sie mehr Dimensionen. Um einen Array zu erstellen kann die `array()` Funktion verwendet werden.

```
# An array with one dimension with values ranging from 1 to 24
thisarray <- c(1:24)
thisarray
```

```
##  [1]  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
```

```
# An array with more than one dimension
multiarray <- array(thisarray, dim = c(4, 3, 2))
multiarray
```

```
## , , 1
##
##      [,1] [,2] [,3]
## [1,]    1    5    9
## [2,]    2    6   10
## [3,]    3    7   11
## [4,]    4    8   12
##
## , , 2
##
##      [,1] [,2] [,3]
## [1,]   13   17   21
## [2,]   14   18   22
## [3,]   15   19   23
```

```
## [4,]   16   20   24
```

Access Array Items

Ein Element eines Arrays kann mit dem Index erhalten werden.

```
thisarray <- c(1:24)
multiarray <- array(thisarray, dim = c(4, 3, 2))

multiarray[2, 3, 2]
```

```
## [1] 22
```

Es ist auch möglich ein row oder column zu erhalten.

```
thisarray <- c(1:24)

# Access all the items from the first row from matrix one
multiarray <- array(thisarray, dim = c(4, 3, 2))
multiarray[c(1),,1]
```

```
## [1] 1 5 9
```

```
# Access all the items from the first column from matrix one
multiarray <- array(thisarray, dim = c(4, 3, 2))
multiarray[,c(1),1]
```

```
## [1] 1 2 3 4
```

Check if an Item Exists

Um herauszufinden ob ein Array ein Element enthält kann der `%in%` Operator verwendet werden.

```
thisarray <- c(1:24)
multiarray <- array(thisarray, dim = c(4, 3, 2))

2 %in% multiarray
```

```
## [1] TRUE
```

Amount of Rows and Columns

Um die Anzahl an rows und columns zu erhalten wird die `dim()` Funktion verwedet.

```
thisarray <- c(1:24)
multiarray <- array(thisarray, dim = c(4, 3, 2))

dim(multiarray)
```

```
## [1] 4 3 2
```

Array Length

Um die Dimension eines Arrays zu erhalten wir die `length()` Funktion verwendet.

```
thisarray <- c(1:24)
multiarray <- array(thisarray, dim = c(4, 3, 2))

length(multiarray)
```

```
## [1] 24
```

Loop Through an Array

Es kann über einen Array itteriert werden indem eine `for` loop verwendet wird.

```
thisarray <- c(1:24)
multiarray <- array(thisarray, dim = c(4, 3, 2))

for(x in multiarray){
  print(x)
}
```

```
## [1] 1
## [1] 2
## [1] 3
## [1] 4
## [1] 5
## [1] 6
## [1] 7
## [1] 8
## [1] 9
## [1] 10
## [1] 11
## [1] 12
## [1] 13
## [1] 14
## [1] 15
## [1] 16
## [1] 17
## [1] 18
## [1] 19
## [1] 20
## [1] 21
## [1] 22
## [1] 23
## [1] 24
```

Data Frames

Ohne Messwiederholung

Die Library `library(dplyr)` wird benötigt

Ein Data Frame sind Daten die als Tabellen dargestellt werden. Sie können character, numbers, ... beinhalten solange sie nicht in einem column gemischt sind.

```
# Create a data frame
Data_Frame <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)

# Print the data frame
Data_Frame
```

```
##   Training Pulse Duration
## 1 Strength   100       60
## 2  Stamina   150       30
## 3    Other   120       45
```

Mit Messwiederholung

```
library(dplyr)
```

```
##
## Attaching package: 'dplyr'
```

```
## The following objects are masked from 'package:stats':
##
##     filter, lag
```

```
## The following objects are masked from 'package:base':
##
##     intersect, setdiff, setequal, union
```

```
Vpn <- c("VP_1", "VP_2", "VP_3", "VP_4")
Vpn <- factor(Vpn)
# N ist die Anzahl Vpn
N <- length(Vpn)

set.seed(1234)

zufriedenheit_t1 <- round(rnorm(N, mean = 60, sd = 10), digits = 2)
zufriedenheit_t1
```

```
## [1] 47.93 62.77 70.84 36.54
```

```
zufriedenheit_t2 <- round(rnorm(N, mean = 75, sd = 10), digits = 2)
zufriedenheit_t2
```

```
## [1] 79.29 80.06 69.25 69.53
```

```
zufriedenheit <- tibble(
  Vpn = Vpn,
  zufriedenheit_t1 = zufriedenheit_t1,
  zufriedenheit_t2 = zufriedenheit_t2
)
zufriedenheit
```

```
## # A tibble: 4 x 3
##   Vpn   zufriedenheit_t1 zufriedenheit_t2
##   <fct>            <dbl>            <dbl>
## 1 VP_1              47.9             79.3
## 2 VP_2              62.8             80.1
## 3 VP_3              70.8             69.2
## 4 VP_4              36.5             69.5
```

Manuelle Konversion von wide zu long

```
zufriedenheit_wide <- zufriedenheit
Vpn <- rep(zufriedenheit_wide$Vpn, each = 2)
Vpn
```

```
## [1] VP_1 VP_1 VP_2 VP_2 VP_3 VP_3 VP_4 VP_4
## Levels: VP_1 VP_2 VP_3 VP_4
```

```
messzeitpunkt <- rep(c("t1", "t2"), times = N)
messzeitpunkt <- as.factor(messzeitpunkt)

messzeitpunkt
```

```
## [1] t1 t2 t1 t2 t1 t2 t1 t2
## Levels: t1 t2
```

```
rating <- c(rbind(
  zufriedenheit_wide$zufriedenheit_t1,
  zufriedenheit_wide$zufriedenheit_t2
))

rating <- as.vector(rbind(
  zufriedenheit_wide$zufriedenheit_t1,
  zufriedenheit_wide$zufriedenheit_t2
))

rating
```

```
## [1] 47.93 79.29 62.77 80.06 70.84 69.25 36.54 69.53
```

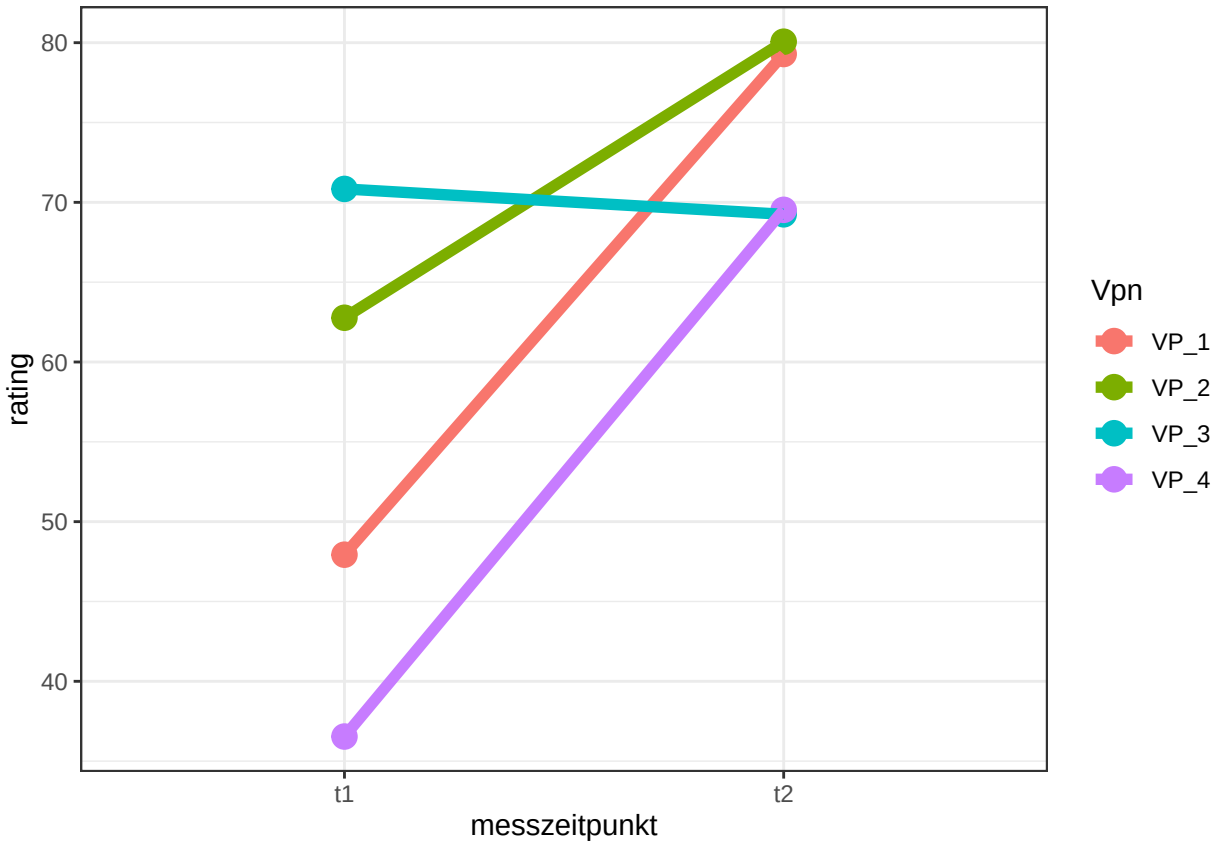
```
zufriedenheit_long <- tibble(
  Vpn = Vpn,
  messzeitpunkt = messzeitpunkt,
  rating = rating
)

zufriedenheit_long
```

```
## # A tibble: 8 x 3
##   Vpn   messzeitpunkt rating
##   <fct> <fct>          <dbl>
## 1 VP_1  t1              47.9
## 2 VP_1  t2              79.3
## 3 VP_2  t1              62.8
## 4 VP_2  t2              80.1
## 5 VP_3  t1              70.8
## 6 VP_3  t2              69.2
## 7 VP_4  t1              36.5
## 8 VP_4  t2              69.5
```

```
library(ggplot2)
zufriedenheit_long |>
  ggplot(aes(
    x = messzeitpunkt,
    y = rating,
    group = Vpn, colour = Vpn
  )) +
  geom_point(size = 4) +
  geom_line(size = 2) +
  theme_bw() # macht den Hintergrund weiss
```

```
## Warning: Using `size` aesthetic for lines was deprecated in ggplot2 3.4.0.
```

```
## i Please use `linewidth` instead.
## This warning is displayed once every 8 hours.
## Call `lifecycle::last_lifecycle_warnings()` to see where this warning was
## generated.
```



Summarize the Data

Um die Daten zusammenzufassen wird die `summary()` Funktion verwendet.

```
Data_Frame <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)

Data_Frame
```

```
##   Training Pulse Duration
## 1 Strength   100       60
## 2  Stamina   150       30
## 3    Other   120       45
```

```
summary(Data_Frame)
```

```
##    Training             Pulse          Duration
##  Length:3           Min.   :100.0   Min.   :30.0
##  Class :character   1st Qu.:110.0   1st Qu.:37.5
```

```
##  Mode  :character   Median :120.0   Median :45.0
##                     Mean   :123.3   Mean   :45.0
##                     3rd Qu.:135.0   3rd Qu.:52.5
##                     Max.   :150.0   Max.   :60.0
```

Access Items

Es können `[]`, `[[]]` oder `$` verwendet werden um columns von einem Data Frame zu erhalten.

```
Data_Frame <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)

Data_Frame[1]
```

```
##   Training
## 1 Strength
## 2  Stamina
## 3    Other
```

```
Data_Frame[["Training"]]
```

```
## [1] "Strength" "Stamina"  "Other"
```

```
Data_Frame$Training
```

```
## [1] "Strength" "Stamina"  "Other"
```

Add Rows

Um eine row hinzuzufügen wird die `rbind()` Funktion verwender.

```
Data_Frame <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)

# Add a new row
New_row_DF <- rbind(Data_Frame, c("Strength", 110, 110))

# Print the new row
New_row_DF
```

```
##   Training Pulse Duration
## 1 Strength   100       60
## 2  Stamina   150       30
## 3    Other   120       45
## 4 Strength   110      110
```

Add Columns

Um ein column hinzuzufügen wird die `cbind()` Funktion verwendet.

```
Data_Frame <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
```

```
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)

# Add a new column
New_col_DF <- cbind(Data_Frame, Steps = c(1000, 6000, 2000))

# Print the new column
New_col_DF
```

```
##   Training Pulse Duration Steps
## 1 Strength   100       60  1000
## 2  Stamina   150       30  6000
## 3    Other   120       45  2000
```

Remove Rows and Columns

Um columns und rows zu entfernen wird die `c()` Funktion verwendet.

```
Data_Frame <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)

# Remove the first row and column
Data_Frame_New <- Data_Frame[-c(1), -c(1)]

# Print the new data frame
Data_Frame_New
```

```
##   Pulse Duration
## 2   150       30
## 3   120       45
```

Amount of Rows and Columns

Um die Anzahl an rows und columns zu erhalten wird die `dim()` Funktion verwendet.

```
Data_Frame <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)

dim(Data_Frame)
```

```
## [1] 3 3
```

Es kann auch die `ncol()` und `nrow()` Funktion verwendet werden um die Anzahl an columns und die Anzahl an rows zu erhalten.

```
Data_Frame <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)
```

```r
ncol(Data_Frame)
```

```
## [1] 3
```

```r
nrow(Data_Frame)
```

```
## [1] 3
```

Data Frame Length

Um die Anzahl an columns zu erhalten wird die `length()` Funktion verwendet.

```r
Data_Frame <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)

length(Data_Frame)
```

```
## [1] 3
```

Combining Data Frames

Um Zwei oder mehr Data Frames vertikal zu verbinden wird die `rbind()` Funktion verwendet.

```r
Data_Frame1 <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)

Data_Frame2 <- data.frame (
  Training = c("Stamina", "Stamina", "Strength"),
  Pulse = c(140, 150, 160),
  Duration = c(30, 30, 20)
)

New_Data_Frame <- rbind(Data_Frame1, Data_Frame2)
New_Data_Frame
```

```
##   Training Pulse Duration
## 1 Strength   100       60
## 2  Stamina   150       30
## 3    Other   120       45
## 4  Stamina   140       30
## 5  Stamina   150       30
## 6 Strength   160       20
```

Um Zwei oder mehr Data Frames horizontal zu verbinden wird die `cbind()` Funktion verwendet.

```r
Data_Frame3 <- data.frame (
  Training = c("Strength", "Stamina", "Other"),
  Pulse = c(100, 150, 120),
  Duration = c(60, 30, 45)
)
```

```r
Data_Frame4 <- data.frame (
  Steps = c(3000, 6000, 2000),
  Calories = c(300, 400, 300)
)

New_Data_Frame1 <- cbind(Data_Frame3, Data_Frame4)
New_Data_Frame1
```

```
##   Training Pulse Duration Steps Calories
## 1 Strength   100       60  3000      300
## 2  Stamina   150       30  6000      400
## 3    Other   120       45  2000      300
```

Factors

Factors werden verwendet um Daten zu Kategorisieren. Um einen Factor zu erstellen wird die `factor()` Funktion verwendet.

```r
# Create a factor
music_genre <- factor(c("Jazz", "Rock", "Classic", "Classic", "Pop", "Jazz", "Rock", "Jazz"))

# Print the factor
music_genre
```

```
## [1] Jazz    Rock    Classic Classic Pop     Jazz    Rock    Jazz
## Levels: Classic Jazz Pop Rock
```

Um nur die Levels zu printen wird die `levels()` Funktion verwendet.

```r
music_genre <- factor(c("Jazz", "Rock", "Classic", "Classic", "Pop", "Jazz", "Rock", "Jazz"))

levels(music_genre)
```

```
## [1] "Classic" "Jazz"    "Pop"     "Rock"
```

Die Levels können auch gesetzt werden indem `levels` in der `factor()` Funktion verwendet wird.

```r
music_genre <- factor(c("Jazz", "Rock", "Classic", "Classic", "Pop", "Jazz", "Rock", "Jazz"), levels = c

levels(music_genre)
```

```
## [1] "Classic" "Jazz"    "Pop"     "Rock"    "Other"
```

Factor Length

Um herauszufinden wie viele Elemente in einem Factor sind wird die `length()` Funktion verwendet.

```r
music_genre <- factor(c("Jazz", "Rock", "Classic", "Classic", "Pop", "Jazz", "Rock", "Jazz"))

length(music_genre)
```

```
## [1] 8
```

Access Factors

Um auf ein Element eines Factors zuzugreifen wird der Index verwendet.

```r
music_genre <- factor(c("Jazz", "Rock", "Classic", "Classic", "Pop", "Jazz", "Rock", "Jazz"))

music_genre[3]
```

```
## [1] Classic
## Levels: Classic Jazz Pop Rock
```

Change Item Value

Um den Wert eines Elementes zu ändern wird der Index verwendet.

```r
 music_genre <- factor(c("Jazz", "Rock", "Classic", "Classic", "Pop", "Jazz", "Rock", "Jazz"))

music_genre[3] <- "Pop"

music_genre[3]
```

```
## [1] Pop
## Levels: Classic Jazz Pop Rock
```

Falls ein Element in einen Factor hinzugefügt werden soll, dass noch nicht beinhaltet/definiert ist tritt ein Fehler auf.

```r
 music_genre <- factor(c("Jazz", "Rock", "Classic", "Classic", "Pop", "Jazz", "Rock", "Jazz"))

music_genre[3] <- "Opera"
```

```
## Warning in `[<-.factor`(`*tmp*`, 3, value = "Opera"): invalid factor level, NA
## generated
```

```r
music_genre[3]
```

```
## [1] <NA>
## Levels: Classic Jazz Pop Rock
```

Wenn das Element aber schon im `levels` definiert ist funktioniert es.

```r
music_genre <- factor(c("Jazz", "Rock", "Classic", "Classic", "Pop", "Jazz", "Rock", "Jazz"), levels = c

music_genre[3] <- "Opera"

music_genre[3]
```

```
## [1] Opera
## Levels: Classic Jazz Pop Rock Opera
```

Numerische Funktionen

abs(x)	Betrag
sqrt(x)	Quadratwurzel
ceiling(x)	Aufrunden: ceiling(3.475) ist 4
floor(x)	Abrunden: floor(3.475) ist 3
round(x, digits = n)	Runden: round(3.475, digits = 2) ist 3.48
log(x)	Natürlicher Logarithmus
log(x, base = n)	Logarithmus zur Basis n
log2(x)	Logarithmus zur Basis 2
log10(x)	Logarithmus zur Basis 10

abs(x)	Betrag
exp(x)	Exponentialfunktion: eˆx

Statistische Funktionen

mean(x, na.rm = FALSE)	Mittelwert
sd(x)	Standardabweichung
var(x)	Varianz
median(x)	Median
quantile(x, probs)	Quantile von x. probs: Vektor mit Wahrscheinlichkeiten
sum(x)	Summe
min(x)	Minimalwert x_min
max(x)	Maximalwert x_max
range(x)	x_min und x_max
scale(x, center = TRUE, scale = TRUE)	Zentrieren und Standardisieren
sample(x, size, replace = FALSE, prob)	Ziehen mit/ohne Zurücklegen.
prob:	Vektor mit Wahrscheinlichkeiten

Daten importieren

Comma-separated values (CSV) Dateien

```
library(tidyverse)
zufriedenheit <- read_csv("data/zufriedenheit.csv")
```

Daten transformieren

Tidy data

Package	Funktion	Verwendung
tidyr	pivot_longer()	erhöht die Anzahl der Zeilen, verringert die Anzahl der Spalten
tidyr	pivot_wider()	verringert die Anzahl der Zeilen, erhöht die Anzahl der Spalten
tidyr	drop_na()	löscht alle Zeilen eines Datensatzes, die missing values (NA) enthalten
dplyr	rename()	zum Umbenennen von Variablen
dplyr	select()	wählt Variablen (Spalten) aus
dplyr	filter()	wählt Beobachtungen (Zeilen) aus
dplyr	arrange()	sortiert einen Datensatz nach einer bestimmten Variablen

Package	Funktion	Verwendung
dplyr	mutate()	erstellt neue Variablen und ändert bereits vorhandene Variablen
dplyr	recode()	rekodiert numerische Variablen
forcats	fct_recode()	zum Rekodieren/Umbenennen von Faktorstufen
dplyr	group_by()	ermöglicht Operationen an Teilmengen der Daten
dplyr	summarize() / summarise()	fasst Daten zusammen

Der Pipe Operator

Um Funktionen nacheinander aufzurufen kann der pipe operator `|>` verwendet werden.

```
library(dplyr)
stichprobe |>
  scale(center = TRUE, scale = FALSE) |>
  sd() |>
  round(digits = 2)
```

Reshaping: tidyr

Um Datensätze zu transformieren muss die `library(tidyr)` importiert werden.

pivot_longer() Wird verwendet um einen wide Datensatz zu einem long Datensatz zu transformieren

```
pivot_longer(data, cols, names_to, values_to)
```

pivot_wider() Wird verwendet um einen long Datensatz zu einem wide Datenstz zu transformieren.

```
pivot_wider(data, names_from, values_from)
```

Daten manipulieren: dplyr

Um Daten zu manipulieren wird die `library(dplyr)` importiert.

```

rename(data, neuer_name = alter_name)
```

Variablen umbennen mit rename()

```

select(df, variable1, variable2, -variable3)
```

Variablen auswählen mit select() Hier werden variabeln 1 und 2 ausgewählt aber 3 nicht

Beobachtungen (Fälle) auswählen mit filter() Mit `filter()` werden variabeln ausgewält die bestimmte bedingungen erfüllen.

```
filter(data, variable1 < WERT1 & variable2 == WERT2)
```

Beobachtungen (Fälle) sortieren mit arrange() Mit `arrange()` können Daten sortiert werden.

Aufsteigend:

```
arrange(data, column)
```

Absteigend:

```
arrange(data, desc(column))
```

```
utate(data, neue_variable_1 = FORMEL_1,
             neue_variable_2 = FORMEL_2)
```

Neue Variablen erstellen mit mutate()

Werte und Faktorstufen rekodieren mit recode() und fct_recode() Mit mutate() und recode() können wir numerische Variablen rekodieren.

```
recode(variable,
       alter_wert_1 = "neuer_wert_1",
       alter_wert_2 = "neuer_wert_2")
```

Daten gruppieren mit group_by() `group_by()` teilt den Datensatz anhand der Grupierungsvariabeln

```
df <- group_by(gruppierung_1, gruppierung_2, gruppierung_3)
```

```
summarize(data, kennzahl = FUNKTION(variable))
```

Variablen zusammenfassen mit summarize()

Grafiken mit ggplot2

1. Plotobjekt erstellen

```
p <- ggplot(data = stress)
```

2. Aesthetic mappings

Es können für die x und y achse beschreibungen hinzugefügt werden.

```
p <- stress |>
  ggplot(mapping = aes(
    x = geschlecht,
    y = stress_psychisch,
    color = geschlecht,
    fill = geschlecht
  ))
```

3. geoms hinzufügen

```
p + geom_point(size = 3)
```

Punktdiagramm Mit der funktion `geom_jitter()` können die Daten nebeneinander angezeigt.

```
p + geom_jitter()
```

Es kann auch die width angegeben werden.

```
p + geom_jitter(width = 0.2)
```

Genau so auch eine size und eine transperency

```
p + geom_jitter(width = 0.2, size = 4, alpha = 0.6)
```

Verteilung grafisch darstelle Ein boxplot kann mit `geom_boxplot()` erstellt werden.

```
p + geom_boxplot()
```

Die verteilung kann auch mit `geom_violin()` visualisiert werden.

Es können auch mehrere Plots gleichzeitig dargestellt werden.

```
p +
  geom_violin(aes(fill = geschlecht)) +
  geom_jitter(width = 0.2, alpha = 0.6)
```

Geoms für verschiedene Datentypen

```
p <- jugendliche |>
  select(bildung_vater) |>
  drop_na() |>
  ggplot(aes(x = bildung_vater))
p + geom_bar(fill = "lightblue", color = "black")
```

Eine Variabel Es können auch hier Gruppierungen angezeigt werden.

```
p <- jugendliche |>
  select(bildung_vater, westost) |>
  drop_na() |>
  ggplot(aes(x = bildung_vater, fill = westost))
p + geom_bar()
```

Damit die bars nebeneinander sind kann das `position = "dodge"` attribut übergeben werden kann.

```
p + geom_bar(position = "dodge")
```

Sie können auch hinterneinander angezeigt werden.

```
p + geom_bar(position = "identity", alpha = 0.6)
```

```
p <- jugendliche |>
  select(stress_psychisch, leben_gesamt) |>
  drop_na() |>
  ggplot(mapping = aes(x = stress_psychisch, y = leben_gesamt))

p + geom_point(size = 2, alpha = 0.6)
```

Zwei Variablen Auch hier können die Daten anhand von gruppierungen unterschieden werden.

```
p <- jugendliche |>
  select(stress_psychisch, leben_gesamt, geschlecht) |>
```

```
  drop_na() |>
  ggplot(mapping = aes(
    x = stress_psychisch,
    y = leben_gesamt,
    color = geschlecht,
    shape = geschlecht
  ))

p + geom_jitter(size = 3, alpha = 0.9)
```

Facets

Mit `facet_wrap()` kann ein eigener plot für für jede Kategorie erstellt werden.

```
p <- jugendliche |>
  select(Gesamtnote, bildung_mutter) |>
  drop_na() |>
  ggplot(mapping = aes(
    x = Gesamtnote,
    fill = bildung_mutter
  )) +
  facet_wrap(~bildung_mutter)

p + geom_histogram(binwidth = 0.8)
```

Wenn man zwei Gruppierungsvariabeln hat kann `facet_grid()` verwendet werden.

```
p <- jugendliche |>
  select(Gesamtnote, bildung_mutter, bildung_vater) |>
  drop_na() |>
  ggplot(mapping = aes(x = Gesamtnote)) +
  facet_grid(bildung_mutter ~ bildung_vater)

p + geom_histogram(
  binwidth = 0.8,
  fill = "steelblue4"
)
```

Farben und Themes

Man kann bei `ggplot2` acuh die Farben angeben.

```
palette <- c(
  "#000000", "#E69F00",
  "#56B4E9", "#009E73",
  "#F0E442", "#0072B2",
  "#D55E00", "#CC79A7"
)
```

Um diese Farben zu verwenden wird dieser parameter übergeben.

```
scale_fill_manual(values = palette)
```

Beschriftungen

Mit `xlab()` und `ylab()` können die lables der x und y achse verändert werden und mit `ggtitle()` kann der Titel des Plots geändert werden.

```
p <- jugendliche |>
  select(stress_psychisch, leben_gesamt, geschlecht) |>
  drop_na() |>
  ggplot(mapping = aes(
    x = stress_psychisch,
    y = leben_gesamt,
    color = geschlecht,
    shape = geschlecht
  ))

p + geom_jitter(size = 3, alpha = 0.9) +
  scale_colour_manual(values = palette) +
  theme_classic(base_size = 14) +
  ggtitle("Zusammenhang zwischen Stress und Zufriedenheit") +
  xlab("Psychischer Stress") +
  ylab("Zufriedenheit") +
  # Titel der color- und shape-Legende ist "Geschlecht"
  labs(
    color = "Geschlecht",
    shape = "Geschlecht"
  )
```

Grafiken speichern

Mit `ggsave()` kann ein Plot gespeichert werden.

```
p <- jugendliche |>
  select(stress_psychisch, leben_gesamt, geschlecht) |>
  drop_na() |>
  ggplot(mapping = aes(
    x = stress_psychisch,
    y = leben_gesamt,
    color = geschlecht,
    shape = geschlecht
  ))

# Wir nennen die Grafik 'my_plot'
my_plot <- p + geom_jitter(size = 3, alpha = 0.9) +
  scale_colour_manual(values = palette) +
  theme_classic(base_size = 14) +
  ggtitle("Zusammenhang zwischen Stress und Zufriedenheit") +
  xlab("Psychischer Stress") +
  ylab("Zufriedenheit") +
  labs(
    color = "Geschlecht",
    shape = "Geschlecht"
  )
ggsave(
  filename = "my_plot.png",
  plot = my_plot
```

```
)
```