

# Hausaufgabe Wast3

*J.Brändli, T.Haas, F.Kahlbacher*

*17 Dezember 2018*

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Aufgaben</b>	<b>3</b>
2.1	Aufgabe 1 . . . . .	3
2.2	Aufgabe 2 . . . . .	5
2.3	Aufgabe 3 . . . . .	6
2.4	Aufgabe 4 . . . . .	7
2.5	Aufgabe 5 . . . . .	11
2.6	Aufgabe 6 . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Fazit</b>	<b>15</b>

# 1 Einleitung

In diesem Bericht werden aktuelle Luftqualitätsmessungen vom Umwelt- und Gesundheitsschutz der Stadt Zürich untersucht. Der Datensatz, welche von der Datenbank OSTLUFT stammt, enthält unter anderem folgende Messgrößen: Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Kohlenmonoxid ( $\text{CO}$ ), Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ), Stickstoffmonoxid ( $\text{NO}$ ), Ozonmengen ( $\text{O}_3$ ) und meteorologische Daten, sowie Feinstaubmessungen ( $\text{PM}_{10}$ ). Vor allem die Feinstaubmessungen sind von Relevanz. Der Feinstaub kann tief in die Lunge eindringen und so schwerwiegende Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen haben. Die Messgrößen stammen von den Wetterstationen an der Stampfenbachstrasse, Schimmelstrasse, Heubeeribühlstrasse und der Rosengartenstrasse.

## 2 Aufgaben

### 2.1 Aufgabe 1

Der Datensatz wird mit dem R-Befehl `read_csv()` eingelesen. Die eingelesenen Daten werden nun wie gewünscht aufbereitet. Für die Aufbereitung wird unter anderem das R-Packages *dplyr* verwendet, deshalb muss der eingelesene Datensatz in ein Tibble umgewandelt werden.

```
ugz_luftqualitaetsmessung_seit_2012 <- read_csv("ugz_luftqualitaetsmessung_seit-2012.csv")
luftqualitaet <- as_tibble(ugz_luftqualitaetsmessung_seit_2012)
```

Als nächstes werden die Werte und der Header separiert und in neue Variablen abgespeichert. Dieser Vorgang ist nötig, da der originale Datensatz mehrere Header-Zeilen (siehe Abbildung unten) enthält, die nicht benötigt werden. Zudem vereinfacht dieser Schritt, die Daten in die gewünschte Form aufbereiten zu können.

	Datum	Zürich Stampfenbachstrasse	Zürich Stampfenbachstrasse_1	Zürich Stampfenbachstrasse_2
1	NA	Zch_Stampfenbachstrasse	Zch_Stampfenbachstrasse	Zch_Stampfenbachstrasse
2	NA	Schwefeldioxid	Kohlenmonoxid	Ozon, höchstes Stundenmittel
3	NA	SO2	CO	O3_max_h1
4	NA	d1	d1	d1
5	NA	µg/m3	mg/m3	µg/m3
6	2012-01-01	1.78	0.31	43.46
7	2012-01-02	1.64	0.24	53.56
8	2012-01-03	1.4	0.24	66.05

```
titel <- slice(luftqualitaet, c(2))
titel[1] <- "Datum"
werte <- slice(luftqualitaet, c(-1:-5))
```

## 2.1 Aufgabe 1

Es wird von der Variable *werte* und der Variable *titel* alle Spalten, die zur gleichen Station gehören (Stampfenbachstrasse, Schimmelstrasse, Heubeerbüel und Rosengarten) separiert und zusammengefügt. So erhält man für jede Station den aufbereiteten Datensatz mit ihren Werten und dem gewünschten Header. Am Schluss werden alle Stationen in die Variable *luftqual* zusammengefügt.

```
stampfenbach <- wert<e %>% select(1,2:14) %>%
  mutate(Station = "Stampfenbachstrasse")
stampfenbach_titel <- titel %>% select(1,2:14)
stampfenbach_titel[length(stampfenbach)] <- "Station"
names(stampfenbach) <- stampfenbach_titel

schimmel <- wert<e %>% select(1,15:21) %>%
  mutate(Station = "Schimmelstrasse")
schimmel_titel <- titel %>% select(1,15:21)
schimmel_titel[length(schimmel)] <- "Station"
names(schimmel) <- schimmel_titel

heubeer <- wert<e %>% select(1,22:25) %>%
  mutate(Station = "Heubeerbüel")
heubeer_titel <- titel %>% select(1,22:25)
heubeer_titel[length(heubeer)] <- "Station"
names(heubeer) <- heubeer_titel

rosengarten <- wert<e %>% select(1,26:30) %>%
  mutate(Station = "Rosengarten")
rosengarten_titel <- titel %>% select(1,26:30)
rosengarten_titel[length(rosengarten)] <- "Station"
names(rosengarten) <- rosengarten_titel

# Tabellen zusammensetzen
luftqual <- bind_rows(stampfenbach, schimmel, heubeer, rosengarten)
```

Da das Wetter sich nicht gross zwischen den vier Stationen unterscheidet und es keine näher gelegenen metrologischen Stationen gibt, werden die Wetterdaten der Station Stampfenbachstrasse als Wetterinformation gültig für alle Feinstaubmessstationen.

```
luftqual <- luftqual %>% group_by(Datum) %>% arrange(Datum) %>%
  fill(Lufttemperatur : Regendauer, .direction = "down") %>% arrange(Station)
```

Als letztes werden alle Messwerte in Typ numeric umgewandelt, damit mit diesen gerechnet werden kann. Der aufbereitete Datensatz ist nun in gewünschter Form und kann für die folgenden Aufgaben verwendet werden.

```
luftqual[2:14] <- as_tibble(sapply(luftqual[2:14], as.numeric))
```

## 2.2 Aufgabe 2

### 2.2 Aufgabe 2

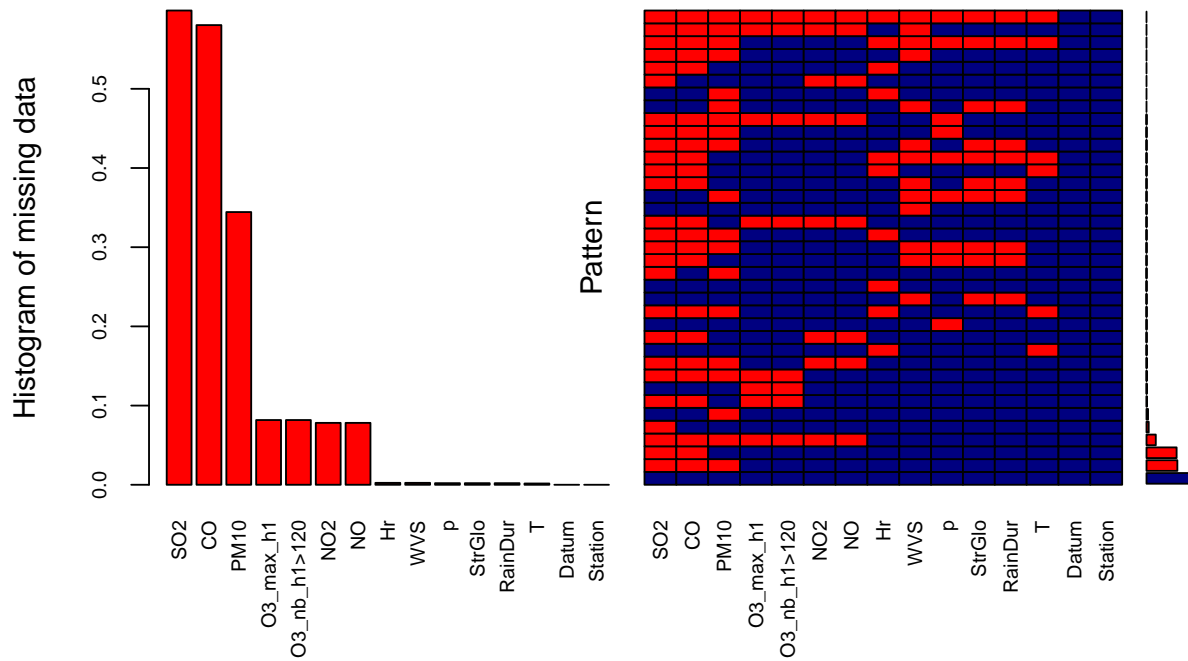
Die verschiedenen Messwerte verhalten sich über alle Stationen gesehen relativ ähnlich. Auffällig ist, dass die Messwerte nicht nicht bei allen Stationen durchgängig vorhanden sind.



## 2.3 Aufgabe 3

### 2.3 Aufgabe 3

Im Datensatz gibt es insgesamt 18528 fehlende Werte. In untenstehender Grafik ist links der Anteil der fehlenden Werte pro Variable und rechts der Anteil der fehlenden Werte für Kombinationen von Variablen visualisiert.



Der Anteil der fehlenden Werte pro Variable ist für *SO2* am grössten. Er liegt bei etwa 0.6, dicht gefolgt von *CO* mit 0.58 und *PM10* mit 0.34.

Der Anteil der fehlenden Werte für Kombinationen von Variablen ist schwieriger zu lesen. Die meiste Kombination tritt auf, wenn alle Daten (keine NAs) vorhanden sind. Die zweitmeiste Kombination tritt auf, wenn für *SO2*, *CO2* und *PM10* Werte fehlen und alle anderen Variablen keine NAs enthalten.

## 2.4 Aufgabe 4

In dieser Aufgabe ist die Variable Feinstaub (PM10) von Interesse, jeweils für die Messpunkte Stampfenbachstrasse, Schimmelstrasse und Rosengartenstrasse. Heubeeribüel hat keine Messungen des Feinstaubes und wird darum nicht berücksichtigt.

Der Tagesmittelgrenzwert vom PM10 beträgt  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und darf max. 1x pro Jahr ueberschritten werden.

Daten vorbereiten:

```
luftqual.PM10 <- luftqual %>% ungroup() %>%
  select(Datum, 'Feinstaub PM10', Station) %>% # nur relevante Kolumnen
  filter(Station != "Heubeeribüel") %>%
  mutate(PM10_uberschritt = `Feinstaub PM10` >= 50 )

head(luftqual.PM10)
```

```
## # A tibble: 6 x 4
##   Datum      `Feinstaub PM10` Station    PM10_uberschritt
##   <date>          <dbl> <chr>      <lgl>
## 1 2012-01-01          NaN Rosengarten NA
## 2 2012-01-02          NaN Rosengarten NA
## 3 2012-01-03          NaN Rosengarten NA
## 4 2012-01-04          NaN Rosengarten NA
## 5 2012-01-05          NaN Rosengarten NA
## 6 2012-01-06          NaN Rosengarten NA
```

Die ersten 6 Werte sind per Zufall gerade NA.

### 2.4.1 Wie oft wird der Tagesmittel-Grenzwert an welcher Station überschritten?

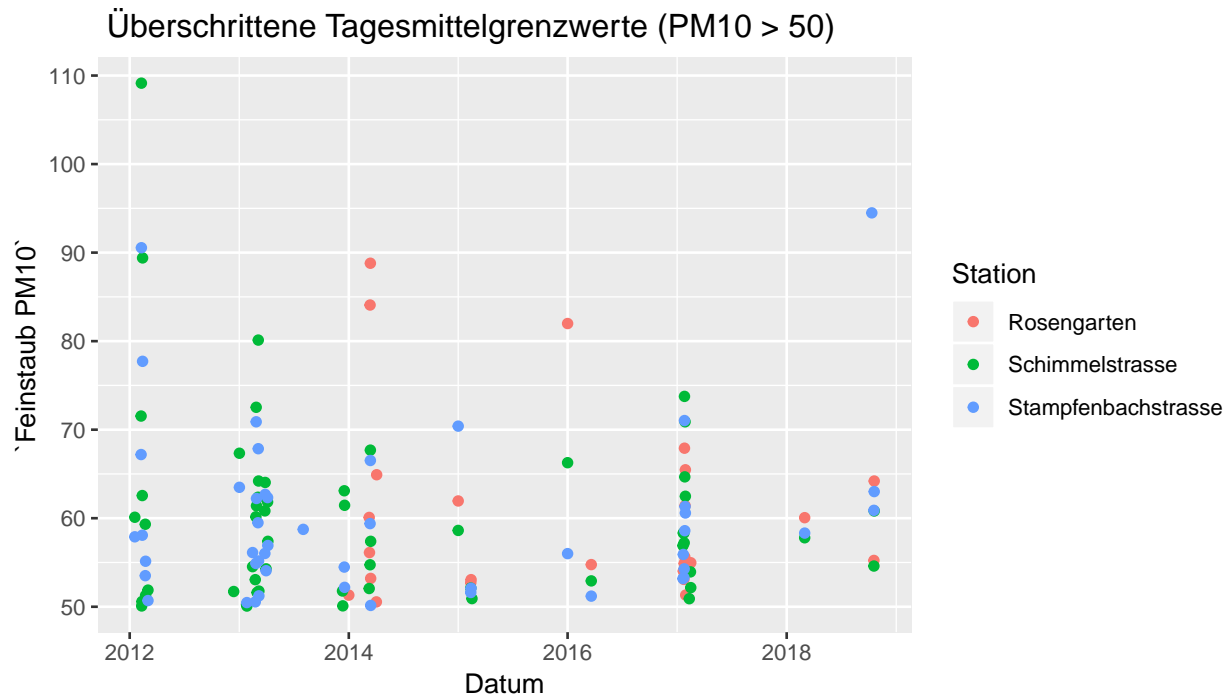
```
luftqual.PM10 %>% group_by(Station) %>% summarize(n = sum(PM10_uberschritt, na.rm = T))
```

```
## # A tibble: 3 x 2
##   Station      n
##   <chr>    <int>
## 1 Rosengarten    25
## 2 Schimmelstrasse 56
## 3 Stampfenbachstrasse 47
```

An der Schimmelstrasse wird der Tagesmittel-Grenzwert am häufigsten überschritten.

## 2.4 Aufgabe 4

### 2.4.2 Überschrittenen Tagesmittelgrenzwerte im Zeitlichen verlauf für alle Stationen in einer Grafik



Der Tagesmittelgrenzwert wird bei allen Stationen oft in den gleichen Wochen / Monaten uebertroffen. Dies ist gut moeglich, da alle Messstationen ähnlichen Einflüssen ausgesetzt sind, auf welche der Feinstaub reagiert. Wie z.B. die Jahreszeit und das Wetter.

Aus der Grafik ist ersichtlich, dass die Feinstaubbelastung im Winter höher ist, als in den anderen Jahreszeiten.

### 2.4.3 In welchen Jahren und Stationen ist der Anteil der Tage mit Grenzwert ueberschreitungen signifikant groesser als zufaellig

Jahresmittelgrenzwert =  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Daten vorbereiten: Nach dem Jahr und Station gruppieren und Werte mit NA entfernen.

```
luftqual.PM10.2 <- luftqual.PM10 %>%
  mutate(Jahr = strtrim(luftqual.PM10$Datum, 4)) %>%
  drop_na() %>%
  group_by(Jahr, Station) %>%
  summarize(n = sum(PM10_ueberschritt, na.rm = T))
```

**Statistischer Test**, ob die Anzahl Überschreitungen signifikant sind. Wir verwenden den Binom.test, da es sich um mehrere Bernoulli Experimente handelt (0 keine Überschreitung, 1 Überschreitung).

$H_0$ : eine überschreitungen pro Jahr

$H_1$ : mehr als 1 überschreitungen pro Jahr

```
fun_A4 <- function(anzahl){
  testen <- binom.test(x = anzahl, n = 365, p = 1/365, alternative = "greater", conf.level = 0.99)
  return(ifelse(testen$p.value<0.01, "H1", "H0"))
}
```



## 2.4 Aufgabe 4

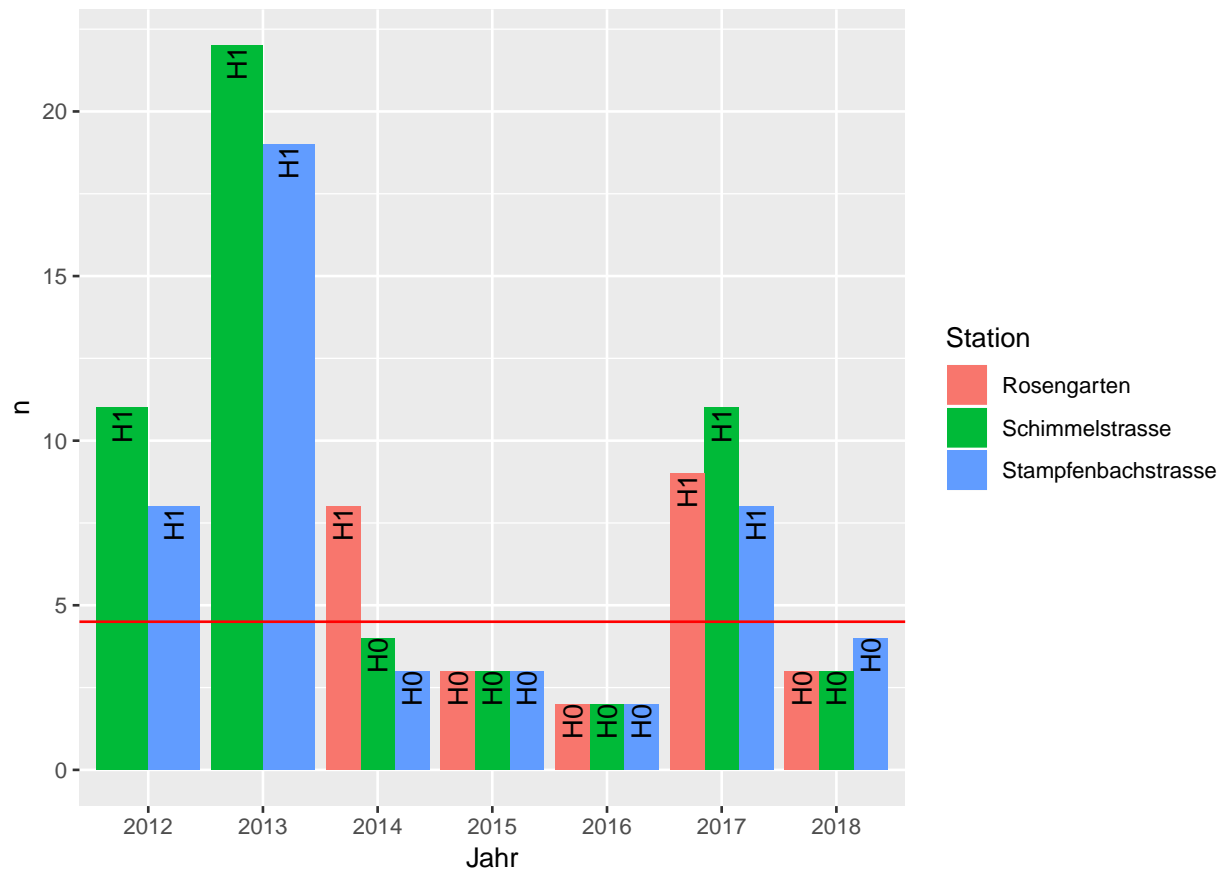
```
}
luftqual.PM10.2$h <- apply(luftqual.PM10.2[,3], 1, fun_A4)
luftqual.PM10.2
```

```
## # A tibble: 19 x 4
## # Groups:   Jahr [?]
##   Jahr Station      n h
##   <chr> <chr>    <int> <chr>
## 1 2012 Schimmelstrasse    11 H1
## 2 2012 Stampfenbachstrasse    8 H1
## 3 2013 Schimmelstrasse    22 H1
## 4 2013 Stampfenbachstrasse    19 H1
## 5 2014 Rosengarten        8 H1
## 6 2014 Schimmelstrasse     4 H0
## 7 2014 Stampfenbachstrasse    3 H0
## 8 2015 Rosengarten        3 H0
## 9 2015 Schimmelstrasse     3 H0
##10 2015 Stampfenbachstrasse    3 H0
##11 2016 Rosengarten        2 H0
##12 2016 Schimmelstrasse     2 H0
##13 2016 Stampfenbachstrasse    2 H0
##14 2017 Rosengarten        9 H1
##15 2017 Schimmelstrasse    11 H1
##16 2017 Stampfenbachstrasse    8 H1
##17 2018 Rosengarten        3 H0
##18 2018 Schimmelstrasse     3 H0
##19 2018 Stampfenbachstrasse    4 H0
```

h0 wird ab 5 überschreitungen im Jahr verworfen.

## 2.4 Aufgabe 4

### Plot der Überschreitungen



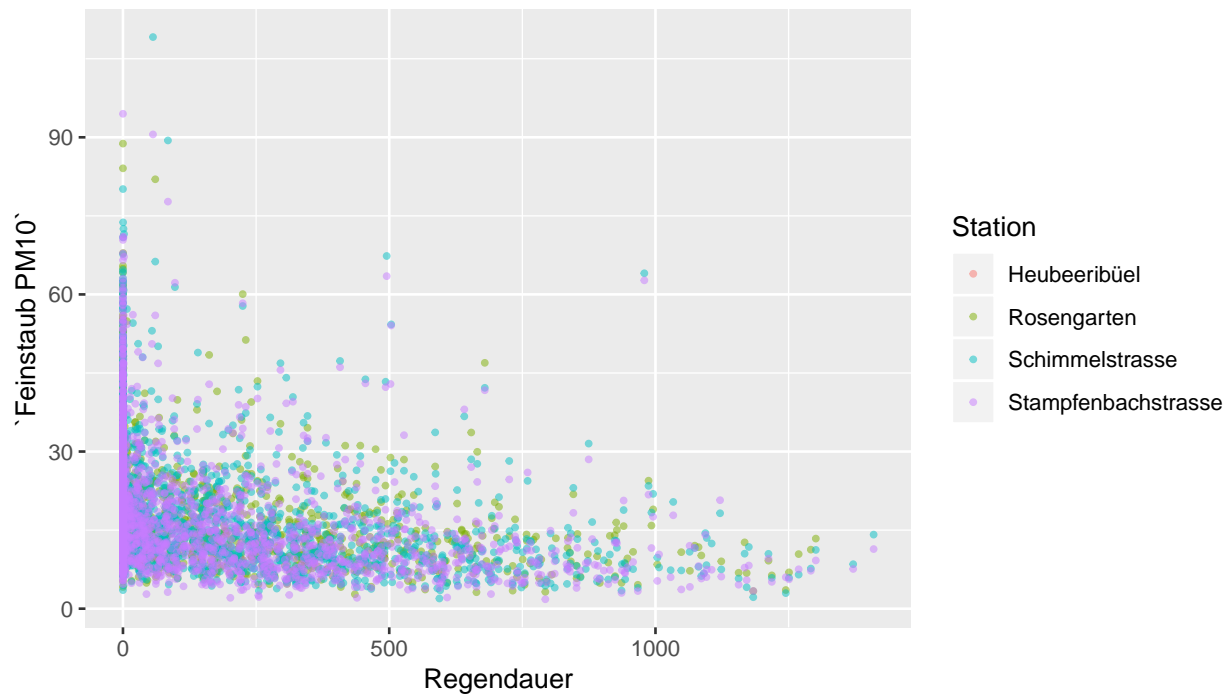
Die Jahren und Stationen bei welchen die Balken über der roten Linie liegen, bei diesen wird die  $H_0$  verworfen. Bei allen die darunter liegen wird  $H_0$  angenommen.

## 2.5 Aufgabe 5

### 2.5 Aufgabe 5

Visualisierung des Zusammenhanges zwischen der Regenmenge und der Feinstaubkonzentration pro Station.

```
ordered_PM10 <- select(luftqual, Datum, `Feinstaub PM10`, Station, Regendauer)
```



Auf der Grafik ist folgendes Verhalten zu erkennen: Die Feinstaubkonzentration ist tendenziell höher wenn es nicht Regnet, als wenn es Regnet. Um so länger es Regnet, nimmt dieser Effekt noch zu.

Mit einem Statistischen Test soll überprüft werden, ob ein Zusammenhang besteht. Es wurde der t-Test verwendet, da die Mittelwerte der Feinstaubkonzentration normalverteilt aber die Varianz nicht bekannt sind.

$H_0: \mu_{\text{Feinstaub\_regen}} = \mu_{\text{Feinstaub\_keinregen}}$

$H_1: \mu_{\text{Feinstaub\_regen}} < \mu_{\text{Feinstaub\_keinregen}}$

```
PM10_test <- ordered_PM10 %>% group_by(Datum) %>%
  summarise(PM10_mean = mean(`Feinstaub PM10`, na.rm = T) ,
    Regendauer = Regendauer[1])

# tTest
t.test(x = PM10_test$PM10_mean[PM10_test$Regendauer != 0],
  y = PM10_test$PM10_mean[PM10_test$Regendauer == 0],
  conf.level = 0.99, alternative = "less")
```

```
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: PM10_test$PM10_mean[PM10_test$Regendauer != 0] and PM10_test$PM10_mean[PM10_test$Regendauer == 0]
## t = -16.808, df = 2027.1, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: true difference in means is less than 0
```

## 2.5 Aufgabe 5

---

```
## 99 percent confidence interval:
##      -Inf -6.078394
## sample estimates:
## mean of x mean of y
##  16.08592  23.14162
```

$p < 0.01 \rightarrow H_0$  verwerfen

Die Nullhypothese wird klar verworfen. Das heisst, die Feinstaubkonzentration ist an Tagen mit Regen signifikant tiefer als an Tagen mit Regen.

## 2.6 Aufgabe 6

Für diese Aufgabe werden drei neue Datensätze eingelesen. Diese enthalten Informationen über eine Bevölkerungsbefragung der Stadt Zürich und über den Wohnort der Befragten.

```
bev_bef <- read_csv("bevoelkerungsbefragung_2015_stadtentwicklung_zuerich.csv")
adressen <- read_csv("adressen.csv")
attribute <- read_csv("attributbeschreibung_bvb_2015_stadtentwicklung_zuerich.csv")
```

Um die in der Aufgabenstellung vorgeschlagene Frage (Zufriedenheit mit dem öffentlichen Grünraum im Quartier) zu finden werden folgende Befehle durchgeführt:

```
filter(attribute, str_detect(feldbeschreibung, "öffentlichen Grünraum"))
attribute$feldbeschreibung[attribute$technischerfeldname == "f36105Lang"]
```

```
## # A tibble: 2 x 3
##   technischerfeldn~ sprechenderfeldname   feldbeschreibung
##   <chr>             <chr>                <chr>
## 1 f36105Lang        F36105 Zufriedenheit mit d~ Zufriedenheit mit dem öff~
## 2 f36105Sort        F36105 Zufriedenheit mit d~ Zufriedenheit mit dem öff~
## [1] "Zufriedenheit mit dem öffentlichen Grünraum im Quartier (Fragebatterie) [Beschreibung, String]"
```

Dabei trifft die Frage "f36105" zu. Als nächstes wird gesucht in welchem Stadtkreis sich die jeweiligen Messstationen befinden.

```
filter(adressen, str_detect(lokalisationsname, "Stampfenbachstrasse"))
filter(adressen, str_detect(lokalisationsname, "Schimmelstrasse"))
filter(adressen, str_detect(lokalisationsname, "Rosengarten"))
```

Da die Messstation in Heubereibühl keine Feinstaubmessungen durchgeführt haben, wurde diese nicht lokalisiert. Die Stampfenbachstrasse befindet sich im Kreis 1 und 6 welches dem Stadtkreiscode 1 und 5 entspricht. In Kreis 3 und 4 befindet sich die Schimmelstrasse (Stadtkreiscode 2 und 3). Und zuletzt die Rosengartenstation welche sich im Kreis 10 (Stadtkreiscode 9) befindet. Der Stadtkreiscode weicht um von den Kreisen ab, da Kreis 1 und 2 zusammen einen Code haben.

In der Aufgabenstellung wird verlangt, dass die Antworten mit den Noten 1-3 zusammengefügt werden zur Note 3. Weiter werden alle Antworten mit der Note 98 (weiss nicht) und 99 (keine Angabe) entfernt.

```
# Noten 1-3 neu 3
bev_bef_gruen <- select(bev_bef,
                        intr2015Sort, stadtkreiseLang, stadtkreiseSort, f36105Lang, f36105Sort)
bev_bef_gruen$f36105Sort[bev_bef_gruen$f36105Sort < 3] <- 3

# entfernen von weiss nicht 98 und keine Angabe 99
bev_bef_gruen <- bev_bef_gruen[!bev_bef_gruen$f36105Sort %in% c(98,99),]
```

Nun werden die Noten der Kreise der Messstation zugewiesen.

```
kreis_stampfen <- filter(bev_bef_gruen, stadtkreiseSort %in% c(1,5))
kreis_schimmel <- filter(bev_bef_gruen, stadtkreiseSort %in% c(2,3))
kreis_rosen <- filter(bev_bef_gruen, stadtkreiseSort == 9)
```

## 2.6 Aufgabe 6

Um sich eine Übersicht über die Feinstaubbelastung und Zufriedenheit der Bevölkerung nach Station zu verschaffen werden die jeweiligen Mittelwerte berechnet.

```
mean(kreis_rosen$f36105Sort)
```

```
## [1] 5.458874
```

```
mean(luftqual$`Feinstaub PM10`[luftqual$Station == "Rosengarten"], na.rm = T)
```

```
## [1] 18.71451
```

```
mean(kreis_schimmel$f36105Sort)
```

```
## [1] 5.069098
```

```
mean(luftqual$`Feinstaub PM10`[luftqual$Station == "Schimmelstrasse"], na.rm = T)
```

```
## [1] 19.23306
```

```
mean(kreis_stampfen$f36105Sort)
```

```
## [1] 5.389021
```

```
mean(luftqual$`Feinstaub PM10`[luftqual$Station == "Stampfenbachstrasse"], na.rm = T)
```

```
## [1] 18.16022
```

Hierbei ist erkennbar das an der Schimmelstrasse eine höhere durchschnittliche Feinstaubbelastung gemessen wurde. Zugleich ist auch die durchschnittliche Zufriedenheit der Bevölkerung tiefer als bei den anderen Messtationen.

Um festzustellen ob die Zufriedenheit nur zufällig tiefer wird getestet. Dabei ist die Nullhypothese, dass es keinen Zufriedenheitsunterschied zwischen den Stadtkreisen gibt.

```
wilcox.test(x = kreis_rosen$f36105Sort, y = kreis_schimmel$f36105Sort,
  conf.level = 0.99, alternative = "two.sided")
```

```
##
```

```
## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
```

```
##
```

```
## data: kreis_rosen$f36105Sort and kreis_schimmel$f36105Sort
```

```
## W = 74963, p-value = 7.262e-09
```

```
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

```
wilcox.test(x = kreis_rosen$f36105Sort, y = kreis_stampfen$f36105Sort,
  conf.level = 0.99, alternative = "two.sided")
```

```
##
## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: kreis_rosen$f36105Sort and kreis_stampfen$f36105Sort
## W = 50698, p-value = 0.2561
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

wilcox.test(x = kreis_schimmel$f36105Sort, y = kreis_stampfen$f36105Sort,
            conf.level = 0.99, alternative = "two.sided")
```

```
##
## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: kreis_schimmel$f36105Sort and kreis_stampfen$f36105Sort
## W = 87214, p-value = 1.066e-08
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Die Nullhypothese wird beim ersten und dritten Test verworfen. Das heisst das die Zufriedenheit der Bevölkerung im Kreis 3 und 4 signifikant tiefer ist.

### 3 Fazit