COVID 19 in Switzerland

Andre Meichtry

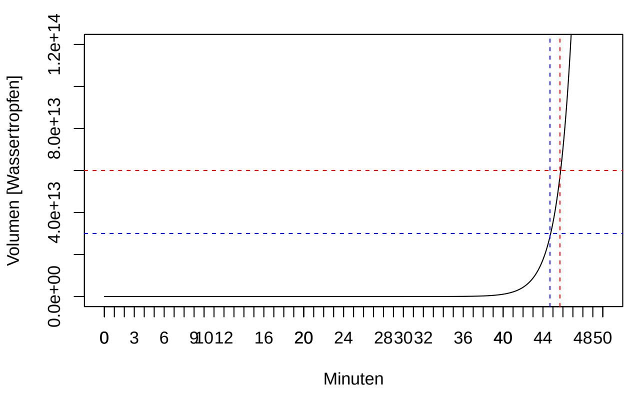
2020-04-29

The greatest shortcoming of the human race is the inability to understand the exponential function. (Al Bartlett)

Problem

Sie sitzen zuoberst in einem Fussball-Stadion; es hat Platz für 6×10^{13} Wassertropfen. Es beginnt zu regnen. Zuerst mit einem Tropfen, der in der ersten Minute ins Stadion tröpfelt. Jede Minute *verdoppelt* sich die Anzahl Tropfen. Lange passiert nichts Besonderes. Sie sehen die Gefahr nicht kommen. Von der *Hälfte* bis *ganz* oben geht es plötzlich sehr schnell. Es würde auch nicht viel bringen, wenn das Stadion noch viel grösser wäre; wir haben **exponentielles Wachstum**.

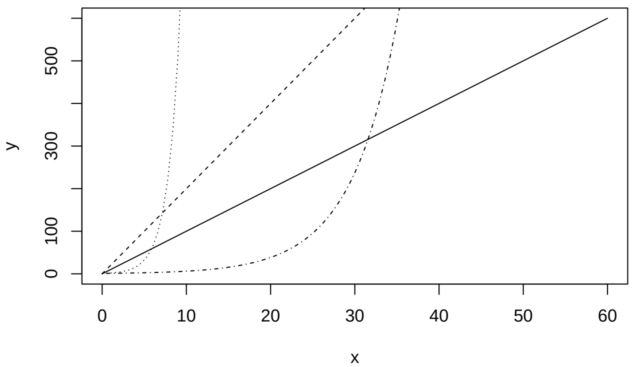
```
max <- 3e06*20e06 ##Volumen Allianz-Arena
halb <- max/2
max2<-max*2
tmax<-50
t<-seq(0,tmax,by=0.1)
expwachs <- function(t) {y<-1*2^(t/1)}
plot(t,expwachs(t),type="l",ylim=c(0,max2),main="",ylab="Volumen [Wassertropfen]", xlab="Minuten")
axis(side = 1, at = seq(0,tmax,by=1))
abline(h=max,lty=2,col="red")
abline(v=t[458],lty=2,col="red")
abline(h=halb,lty=2,col="blue")
abline(v=t[448],lty=2,col="blue")
```



Exponentialfunktion

Jede Exponentialfunktion a^x mit $a > 1$ wächst ab einem gewissen x schneller als jede lineare Funktion $a + bx$.

```
curve(10*x,from=0,to=60,ylab="y")
curve(20*x,add=TRUE,lty=2)
curve(2^x,add=TRUE,lty=3)
curve(1.2^x,add=TRUE,lty=4)
```



Exponentielles Wachstum

Exponential growth is defined by

$$\boxed{x(t) = x_0 e^{kt} = x_0 e^{t/\tau} = x_0 2^{t/T}},$$

with t: time, τ: e-folding time, T: doubling time, k: growth constant. [1]

Daten Covid-19

https://github.com/openZH/covid_19

```
data<-read.csv("https://raw.githubusercontent.com/openZH/covid_19/master/COVID19_Fallzahlen_CH_total.cs
names(data)[3]<-"Kanton"
data<-data[,-11]
sKcases<-split(data$ncumul_conf,data$Kanton)
sKfatal<-split(data$ncumul_deceased,data$Kanton)
sKhosp<-split(data$ncumul_hosp,data$Kanton)
sKICU<-split(data$ncumul_ICU,data$Kanton)
sKvent<-split(data$ncumul_vent,data$Kanton)
```

[1] Proof:

$$x(t) = x_0 e^{kt} = x_0 e^{t/\tau} = x_0 2^{\frac{t}{\tau}\log_2 e} = x_0 2^{\frac{t}{\tau}\frac{1}{\log 2}} = x_0 2^{t/T}$$

Reported cases

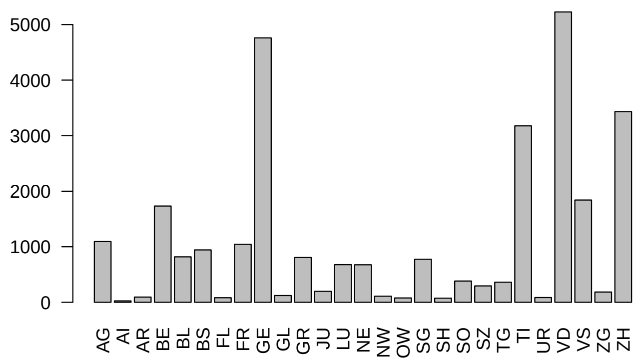
```
CasesKanton<-sapply(sKcases,function(x){x[max(which(!is.na(x)))]})
CasesKanton
```

```
  AG   AI   AR   BE   BL   BS   FL   FR   GE   GL   GR   JU   LU   NE   NW   OW
1093   25   94 1733  818  943   82 1044 4760  121  806  197  677  675  110   78
  SG   SH   SO   SZ   TG   TI   UR   VD   VS   ZG   ZH
 775   74  383  295  362 3176   85 5227 1841  185 3433
```

```
sum(CasesKanton)
```

```
[1] 29092
```

```
barplot(CasesKanton,las=2)
```



Deceased

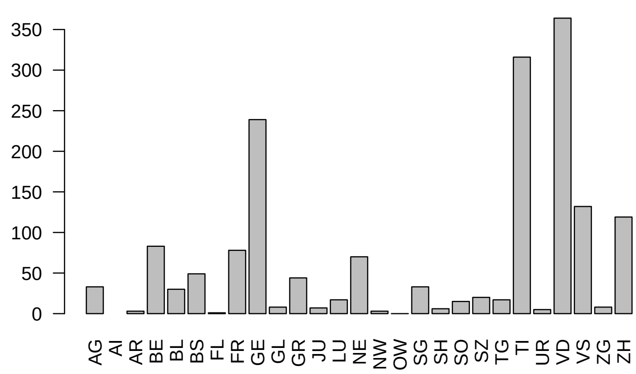
```
FatKanton<-sapply(sKfatal,function(x){x[max(which(!is.na(x)))]})
FatKanton
```

```
 AG  AI  AR  BE  BL  BS  FL  FR  GE  GL  GR  JU  LU  NE  NW  OW  SG  SH  SO  SZ
 33  NA   3  83  30  49   1  78 239   8  44   7  17  70   3   0  33   6  15  20
 TG  TI  UR  VD  VS  ZG  ZH
 17 316   5 364 132   8 119
```

```
sum(FatKanton,na.rm=TRUE)
```

```
[1] 1700
```

```
barplot(FatKanton,las=2)
```



Exponentielles Wachstum Covid-19

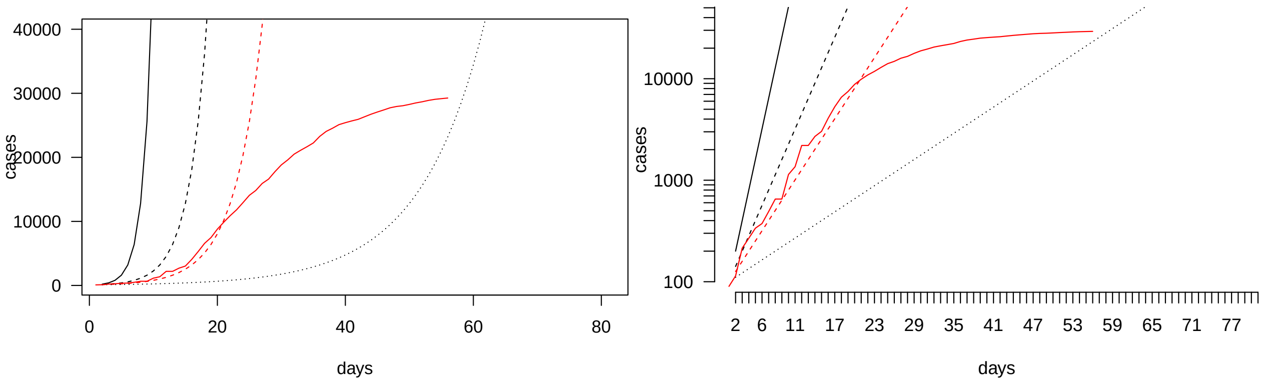
- Bei Verdoppelung alle 2 Tage: $2^{t/2} = (2^{1/2})^t = 1.41^t$
- Bei Verdoppelung alle 3 Tage: $2^{t/3} = (2^{1/3})^t = 1.26^t$
- Bei Verdoppelung alle 7 Tage: $2^{t/7} = (2^{1/7})^t = 1.1^t$
- Bei Verdoppelung alle 10 Tage: $2^{t/10} = (2^{1/10})^t = 1.07^t$

```
data<-read.csv("https://raw.githubusercontent.com/CSSEGISandData/COVID-19/master/csse_covid_19_data/csse
sw<-data[data$"Country/Region"=="Switzerland",-c(1,2,3,4)]
cases<-as.numeric(sw[-c(1:42)])
```

```
swisspop<-8e6
time<-seq(1,80,by=1)
tag<-1:length(cases)
##################################################
T1<-1
T2<-2
T3<-3
T7<-7
x0<-100
Y1<-x0*2^(time/T1)
Y2<-x0*2^(time/T2)
Y3<-x0*2^(time/T3)
Y7<-x0*2^(time/T7)
time<-time+1

plot(time,Y1,type="l",ylab="cases",ylim=c(100,40000),xlab="days",las=1)
lines(time,Y3,col="red",lty=2)
lines(time,Y2,lty=2)
lines(time,Y7,lty=3)
## abline(h=swisspop,lty=5,col="red")
points(tag,cases,type="l",col="red")

plot(time,Y1,log="y",type="l",ylab="cases",xlab="days",axes=FALSE,ylim=c(100,40000))
at.y <- outer(1:9, 10^(2:9))
lab.y <- ifelse(log10(at.y) %% 1 == 0, at.y, NA)
axis(2, at=at.y, labels=lab.y, las=2)
axis(1,time)
lines(time,Y2,lty=2)
lines(time,Y7,lty=3)
lines(time,Y3,col="red",lty=2)
abline(h=swisspop,col="red",lty=3)
points(tag,cases,type="l",col="red")
```



Example of doubling times: 1 day (solid), 2 days (dashed), 3 days (red), seven days (dotted), with reported cases Covid19 in Switzerland. Horizontal line: swiss population. On a logarithmic scale, a straight line indicates exponential growth. Quelle.

Auswirkung Vorfaktor

Annahme: Verdoppelung alle drei Tage, 10 Prozent der Infizierten müssen ins Spital. Die Anzahl Cases von heute sind die Anzahl Spitalpatienten in 9 Tagen, **wenn mann nichts macht**.

$0.1 \times 2^{0.33t} = 0.1 \times (2^{0.33})^t = 0.1 \times 1.3^t = 1.3^{\log_{1.3} 0.1} 1.3^t = 1.3^{t+\log_{1.3} 0.1} = 1.3^{t-8.776}$

Analog kann man zeigen: Wenn die Mortalitätsrate bei einem Prozent der bestätigten Fälle liegt, dann ist die Anzahl der bestätigten Fälle die zu erwartende Anzahl der Todesfälle ca. 18 Tage später, **wenn man nichts macht**.

$0.01 \times 2^{0.33t} = 0.01 \times (2^{0.33})^t = 0.01 \times 1.3^t = 1.3^{\log_{1.3} 0.01} 1.3^t = 1.3^{t+\log_{1.3} 0.01} = 1.3^{t-17.552}$

```
delay<-log(0.1)/log(1.3)
delay
```

```
[1] -8.7763
```

```
delay2<-log(0.01)/log(1.3)
delay2
```

```
[1] -17.553
```

```
plot(time,2^(0.33*time),ylab="cases",xlab="days",type="l",ylim=c(0,10000))
lines(time,0.1*2^(time/3),lty=2)
lines(time,0.01*2^(time/3),lty=3)
```