COVID 19 in Switzerland

Andre Meichtry

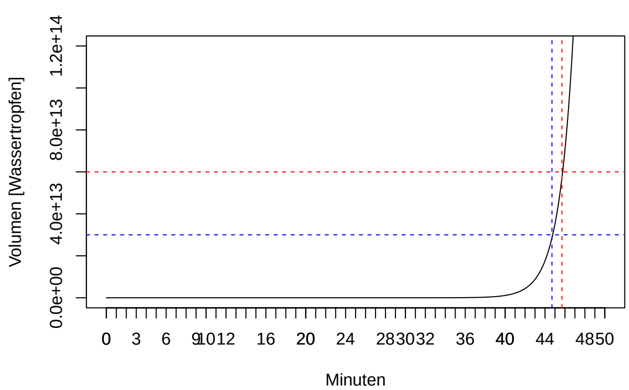
2022-09-07

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**.

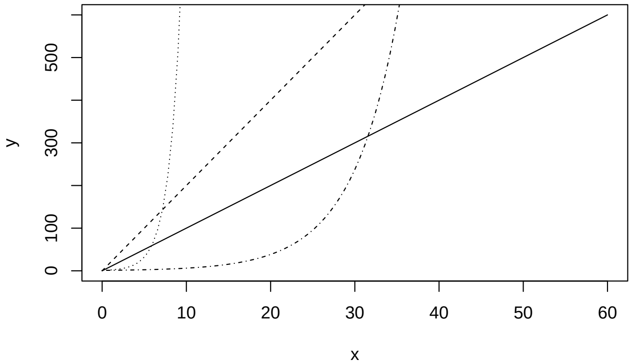
```
max <- 3e06*20e06 ##Volumen Allianz-Arena
halb <- max/2
max2<-max*2
tmax<-50
t<-seq(0,tmax,by=0.1)
expwachs <- function(t) {y<-1*2^(t/1)}
plot(t,expwachs(t),type="l",ylim=c(0,max2),main="",ylab="Volumen [Wassertropfen]", xlab="Minuten")
axis(side = 1, at = seq(0,tmax,by=1))
abline(h=max,lty=2,col="red")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

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
202809   6545   2867 395976 141855  94658  19285 154996 234717  11406  89114
    JU     LU     NE     NW     OW     SG     SH     SO     SZ     TG     TI
 31524 194912  84813  20050  18184 229485  36194 128012  57450 131176 168218
    UR     VD     VS     ZG     ZH
 15432 335338 150970  55861 721492
```

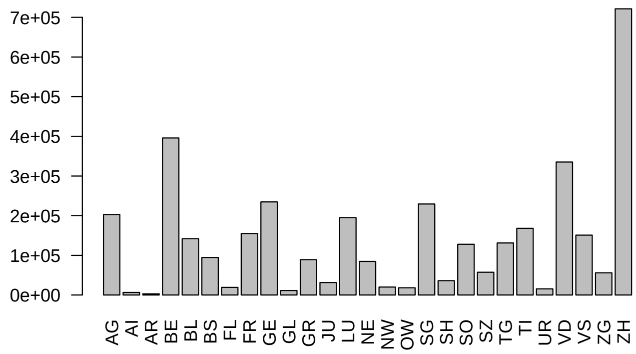
[1]Proof:

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

```r
sum(CasesKanton)
```

```
[1] 3733339
```

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



Deceased

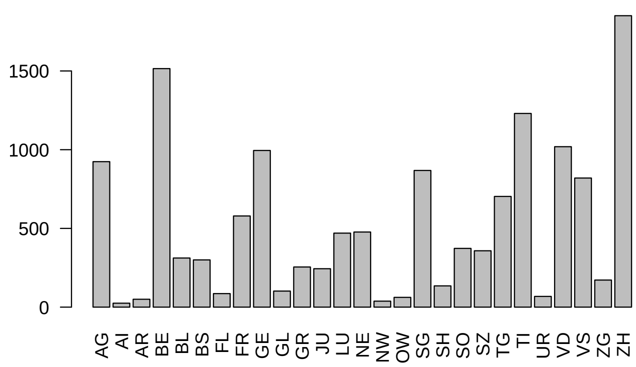
```r
FatKanton<-sapply(sKfatal,function(x){x[max(which(!is.na(x)))]})
FatKanton
```

```
  AG   AI   AR   BE   BL   BS   FL   FR   GE   GL   GR   JU   LU   NE   NW   OW
 924   25   50 1515  312  300   86  579  995  102  255  244  470  477   38   62
  SG   SH   SO   SZ   TG   TI   UR   VD   VS   ZG   ZH
 868  135  373  358  703 1230   68 1019  820  172 1851
```

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

```
[1] 14031
```

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



Exponentielles Wachstum Covid-19

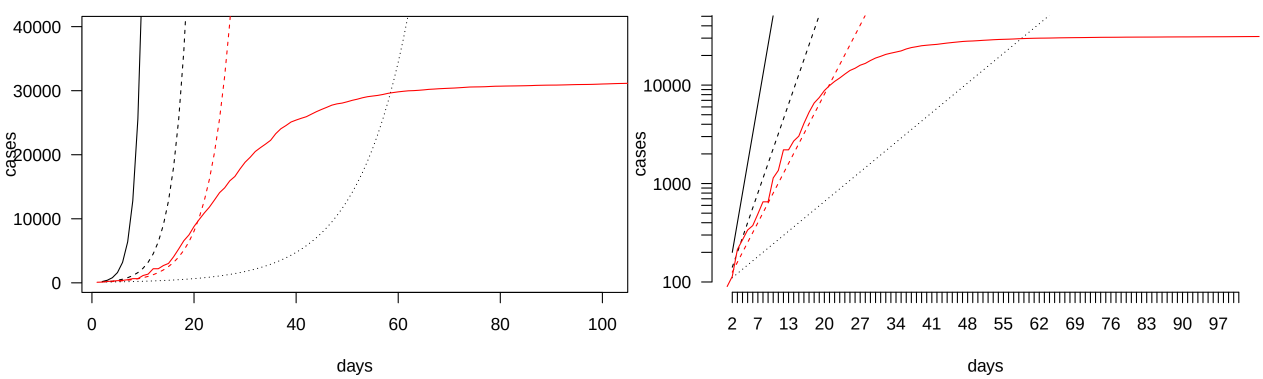
- Bei Verdoppelung alle 2 Tage: $2^{t/2} = (2^{1/2})^t = 1.41^t$
- Bei Verdoppelung alle 3 Tage: $2^{t/3} = (2^{1/3})^t = 1.26^t$
- Bei Verdoppelung alle 7 Tage: $2^{t/7} = (2^{1/7})^t = 1.1^t$
- Bei Verdoppelung alle 10 Tage: $2^{t/10} = (2^{1/10})^t = 1.07^t$

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

```
swisspop<-8e6
time<-seq(1,100,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)
```