

COVID 19 in Switzerland

Andre Meichtry

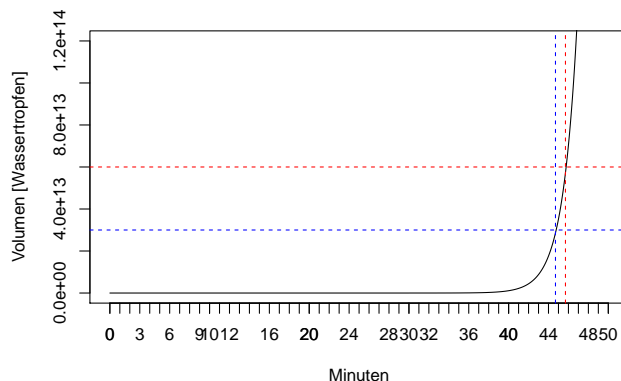
2020-05-27

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**.

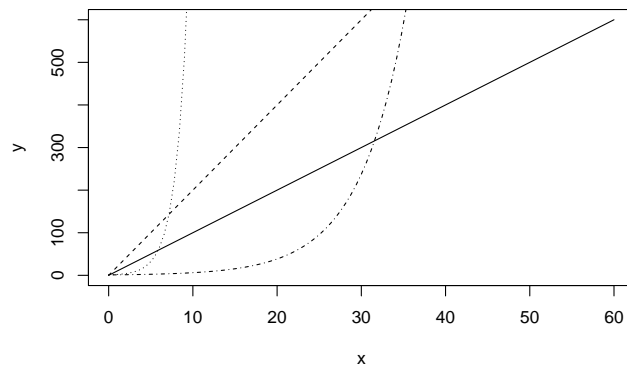
```
max <- 3e06*20e06 ##Volumen Allianz-Arena
halb <- max/2
max2<-max*2
tmax<-50
t<-seq(0,tmax,by=0.1)
expwachs <- function(t) {y<-1*2^(t/1)}
plot(t,expwachs(t),type="l",ylim=c(0,max2),main="",ylab="Volumen [Wassertropfen]", xlab="Minuten")
axis(side = 1, at = seq(0,tmax,by=1))
abline(h=max,lty=2,col="red")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

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

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.csv")
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)
```

¹Proof:

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

Reported cases

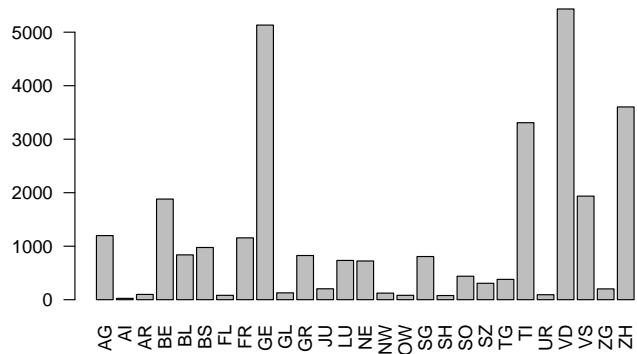
```
CasesKanton<-sapply(sKcases,function(x){x[max(which(!is.na(x)))]})
CasesKanton
```

AG	AI	AR	BE	BL	BS	FL	FR	GE	GL	GR	JU	LU	NE	NW	OW
1198	25	99	1881	838	976	82	1156	5133	128	826	204	734	724	123	82
SG	SH	SO	SZ	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH					
807	78	439	307	380	3308	93	5434	1936	202	3603					

```
sum(CasesKanton)
```

```
[1] 30796
```

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



Deceased

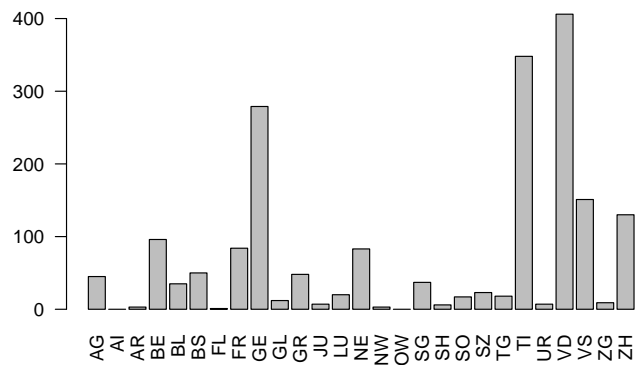
```
FatKanton<-sapply(sKfatal,function(x){x[max(which(!is.na(x)))]})
FatKanton
```

AG	AI	AR	BE	BL	BS	FL	FR	GE	GL	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SG	SH	SO	SZ
45	0	3	96	35	50	1	84	279	12	48	7	20	83	3	0	37	6	17	23
TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH													
18	348	7	406	151	9	130													

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

```
[1] 1918
```

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



Exponentielles Wachstum Covid-19

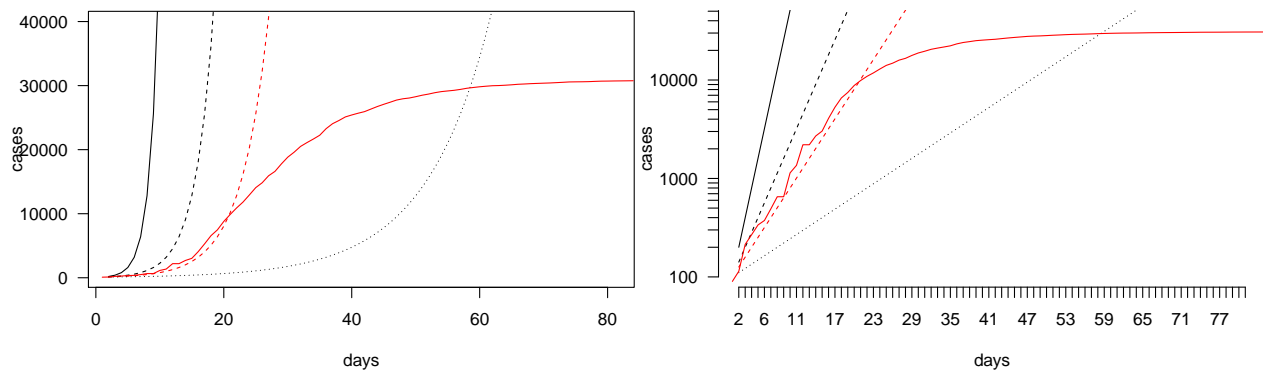
- Bei Verdoppelung alle 2 Tage: $2^{t/2} = (2^{1/2})^t = 1.41^t$
- Bei Verdoppelung alle 3 Tage: $2^{t/3} = (2^{1/3})^t = 1.26^t$
- Bei Verdoppelung alle 7 Tage: $2^{t/7} = (2^{1/7})^t = 1.1^t$
- Bei Verdoppelung alle 10 Tage: $2^{t/10} = (2^{1/10})^t = 1.07^t$

```
data<-read.csv("https://raw.githubusercontent.com/CSSEGISandData/COVID-19/master/csse_covid_19_data/csse_covid_19_data.csv")
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 man 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)
```

