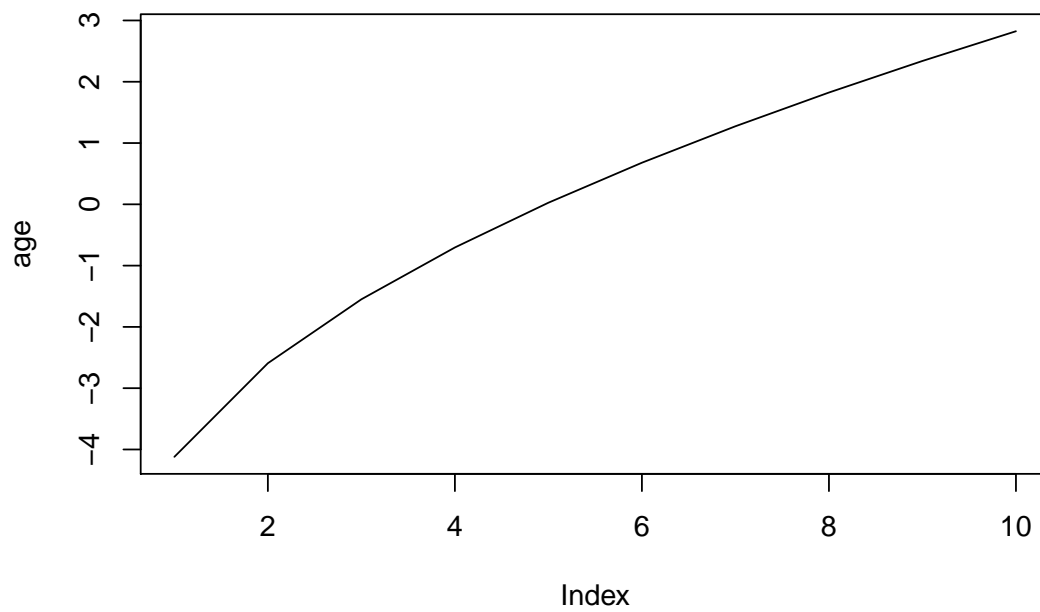


Simulating Age-Period-Cohort Data

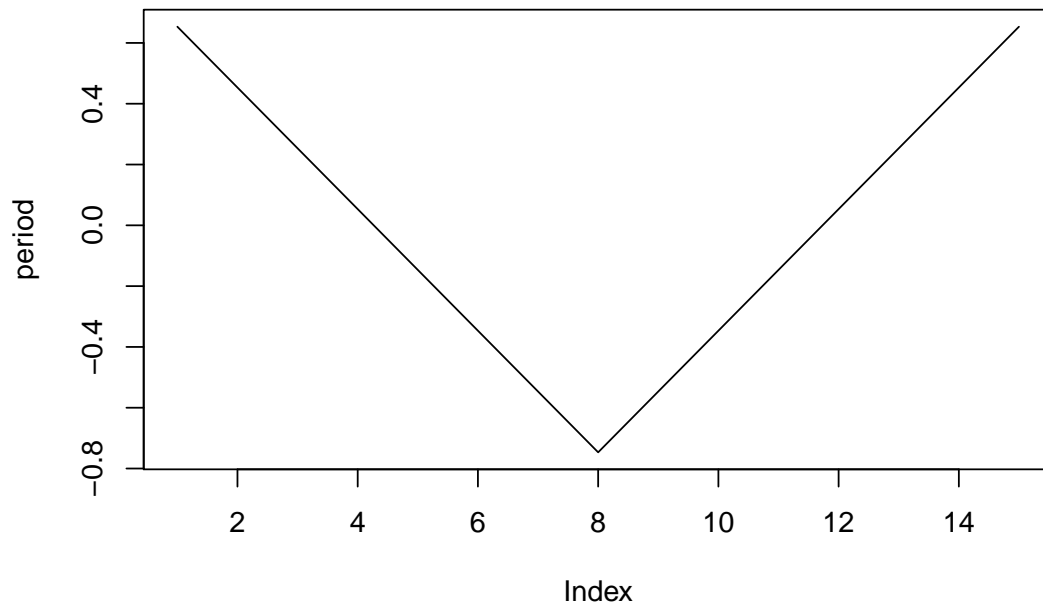
Volker Schmid

2018-10-08

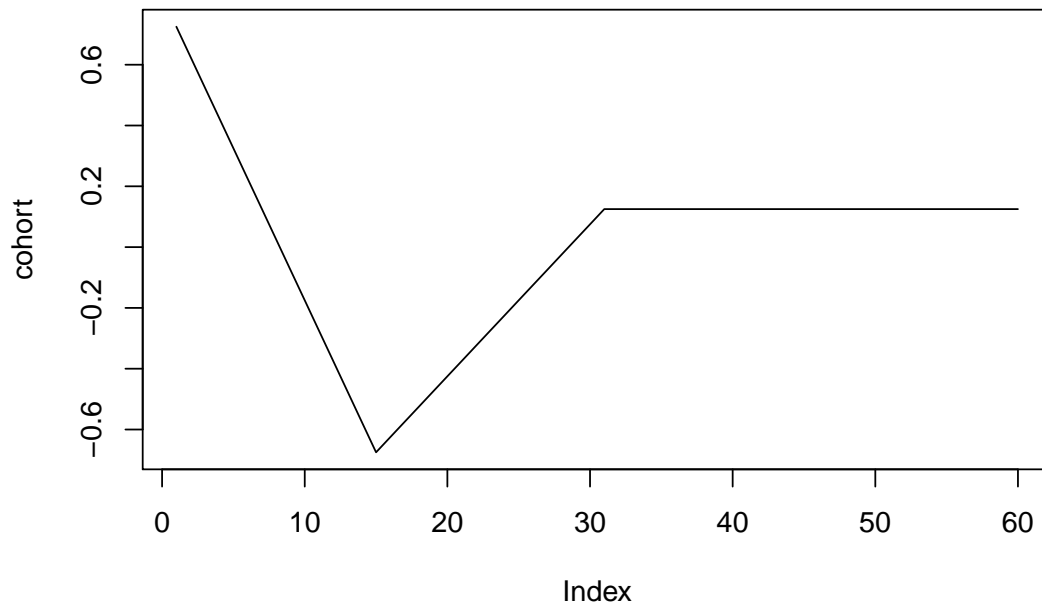
```
age=2*sqrt(seq(1,20,length=10))  
age<- age-mean(age)  
plot(age, type="l")
```



```
period=15:1  
period[8:15]<-8:15  
period<-period/5  
period<-period-mean(period)  
plot(period, type="l")
```



```
periods_per_agegroup=5
number_of_cohorts <- periods_per_agegroup*(10-1)+15
cohort<-rep(0,60)
cohort[1:15]<-(14:0)
cohort[16:30]<- (1:15)/2
cohort[31:60]<- 8
cohort<-cohort/10
cohort<-cohort-mean(cohort)
plot(cohort, type="l")
```



```
simdata<-apcSimulate(-10, age, period, cohort, periods_per_agegroup, 1e6)
print(simdata$cases)
```

```
##      [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7] [,8] [,9] [,10]
## [1,]  0   8  27  49  84 120 173 374 1178 3095
## [2,]  4   2  13  50  71 115 160 321  799 2193
## [3,]  3   0  14  32  57  83 121 231  636 1660
## [4,]  2   2  10  23  43  63 103 166  486 1244
## [5,]  0   4  16  24  52  50  99 116  345  959
## [6,]  0   5   8  19  40  55  77 104  263  703
## [7,]  1   2   5  12  29  55  81  83  165  523
## [8,]  0   4   7  12  26  38  63  72  127  378
## [9,]  2   4   4  12  36  52 110 100  166  417
## [10,] 0   1   3  20  40  72 104 111  163  471
## [11,] 1   1  16  24  51 100 110 159  221  511
## [12,] 2   3   8  21  69 117 158 217  285  576
## [13,] 3   7   9  15  61 135 192 283  388  617
## [14,] 2   9  14  41 101 150 256 337  434  701
## [15,] 1   9  26  54 112 198 313 460  555  768
```

```
simmod <- bamp(cases = simdata$cases, population = simdata$population, age = "rw1",
period = "rw1", cohort = "rw1", periods_per_agegroup = periods_per_agegroup)
```

```
print(simmod)
```

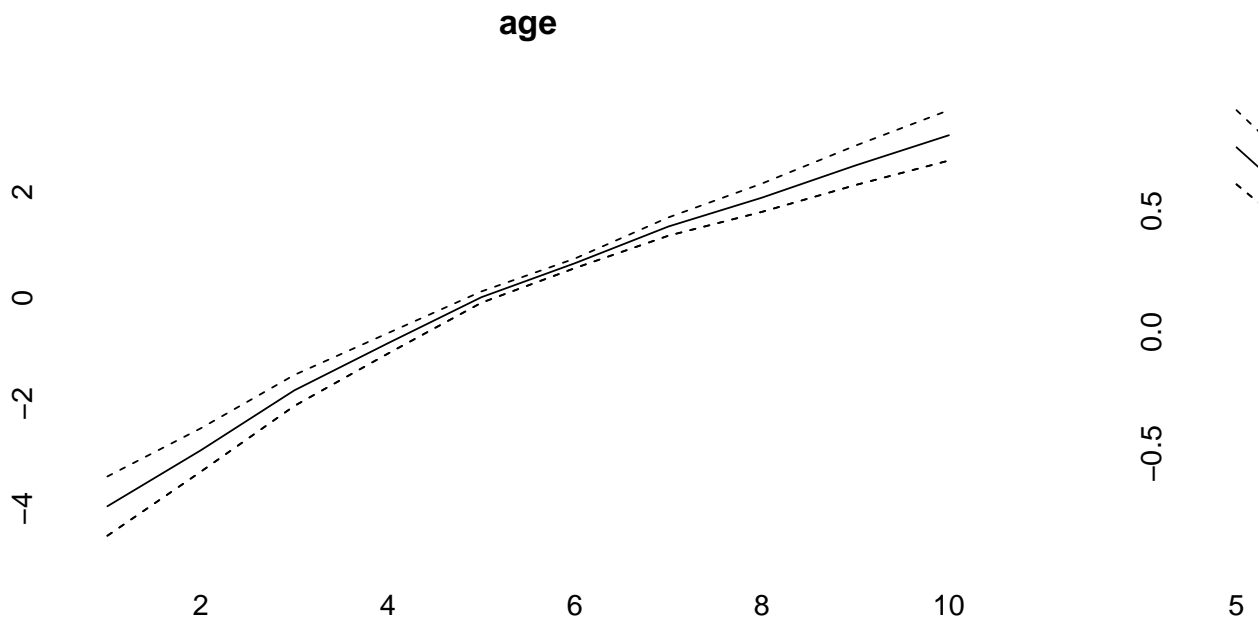
```
##
## Model:
## age (rw1) - period (rw1) - cohort (rw1) model
## Deviance:      173.65
## pD:             49.51
```

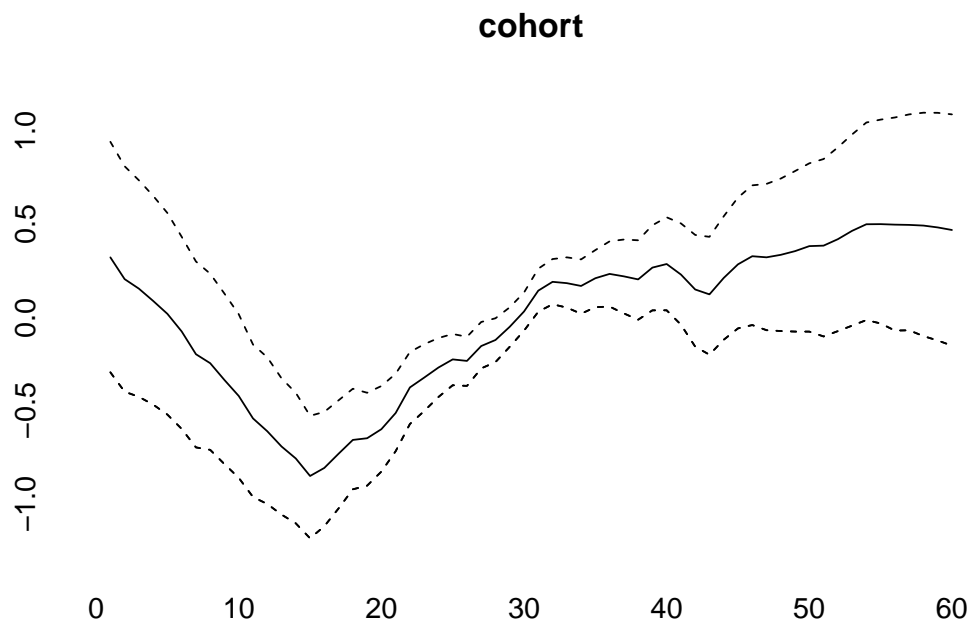
```
## DIC:          223.16
##
##
## Hyper parameters:      5%      50%      95%
## age                    0.736    1.731    3.463
## period                 12.587    24.558    42.761
## cohort                  74.153    119.915    186.062
```

```
checkConvergence(simmod)
```

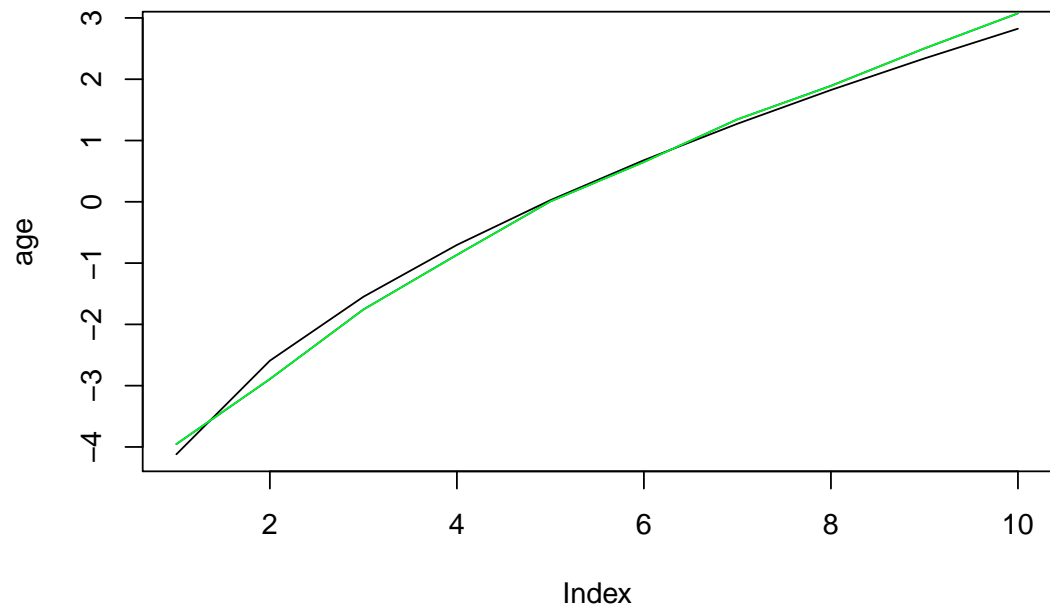
```
## [1] TRUE
```

```
plot(simmod)
```

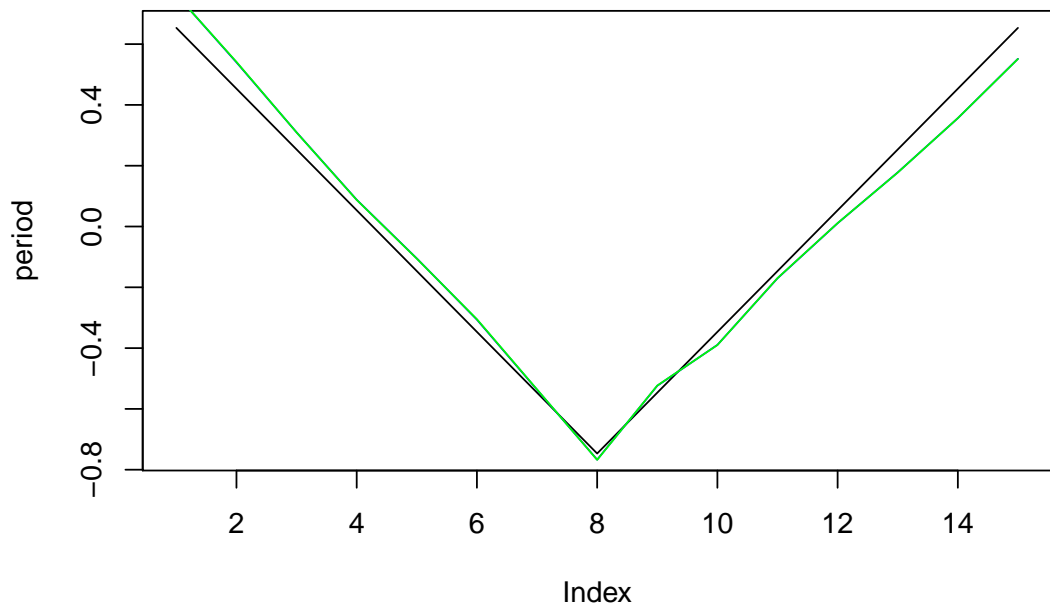




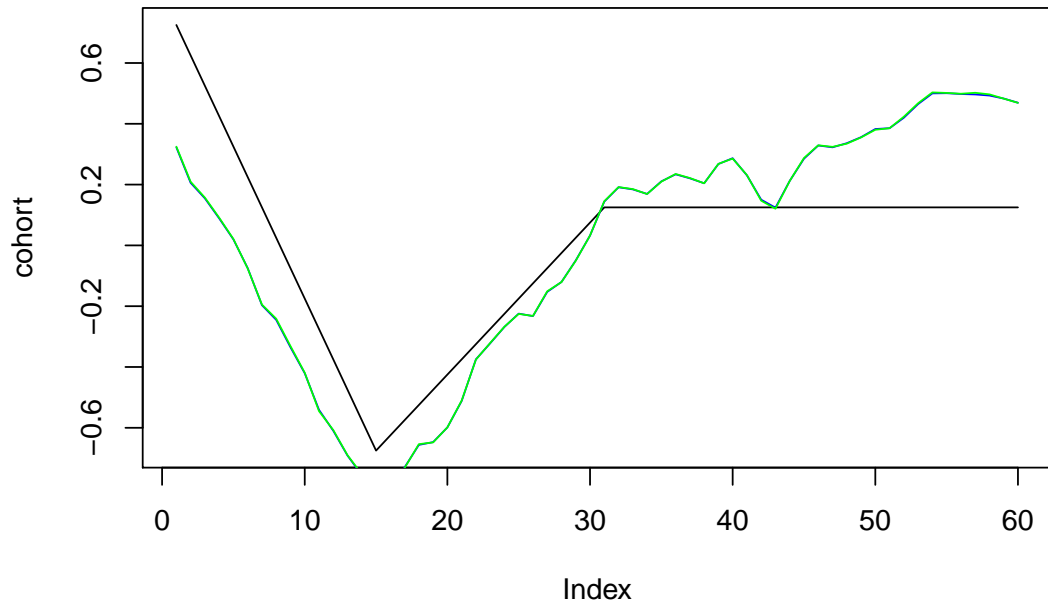
```
effects<-effects(simmod)
effects2<-effects(simmod, mean=TRUE)
#par(mfrow=c(3,1))
plot(age, type="l")
lines(effects$age, col="blue")
lines(effects2$age, col="green")
```



```
plot(period, type="l")  
lines(effects$period, col="blue")  
lines(effects2$period, col="green")
```



```
plot(cohort, type="l")
lines(effects$cohort, col="blue")
lines(effects2$cohort, col="green")
```



```
prediction<-predict_apc(simmod, periods=5, population=array(1e6,c(20,10)))
```

```
## [1] 20 10 1000
## [1] 20 10 1000
## [1] 20 10 1000
## [1] 20 10 1000
```

```
plot(prediction$cases_period[2,], ylim=range(prediction$cases_period),ylab="",pch=19)
points(prediction$cases_period[1,],pch="--",cex=2)
```

```
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcstoSbcS': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcstoSbcS': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcstoSbcS': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcstoSbcS': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcstoSbcS': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
```

```
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt
```



```

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

```

```
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>
```

```

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

points(prediction$cases_period[3,],pch="-",cex=2)

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

```

```

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbcs': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

```

```
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>
```

```
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>
```

```

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt

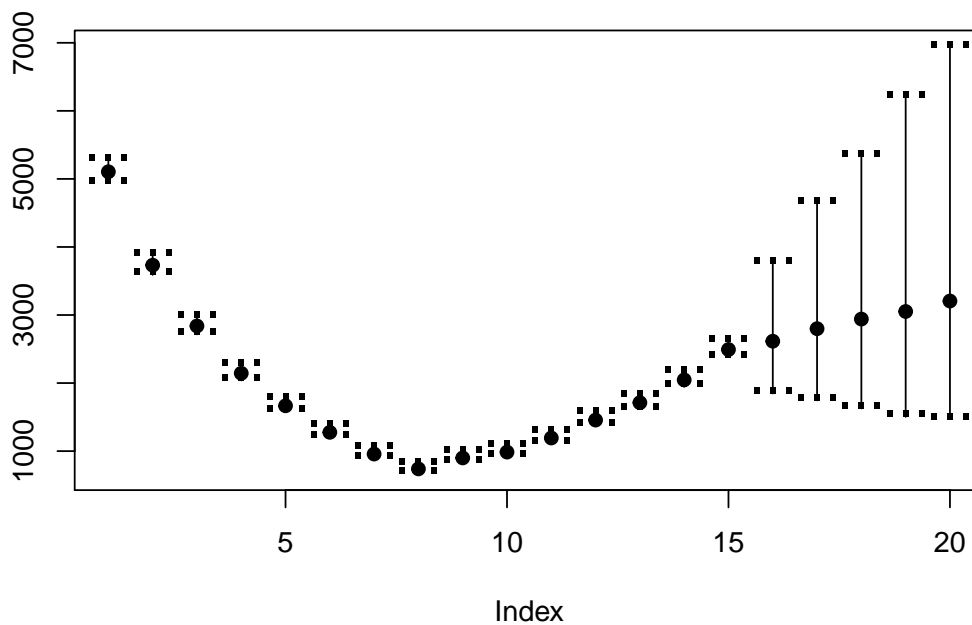
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <e2>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <80>

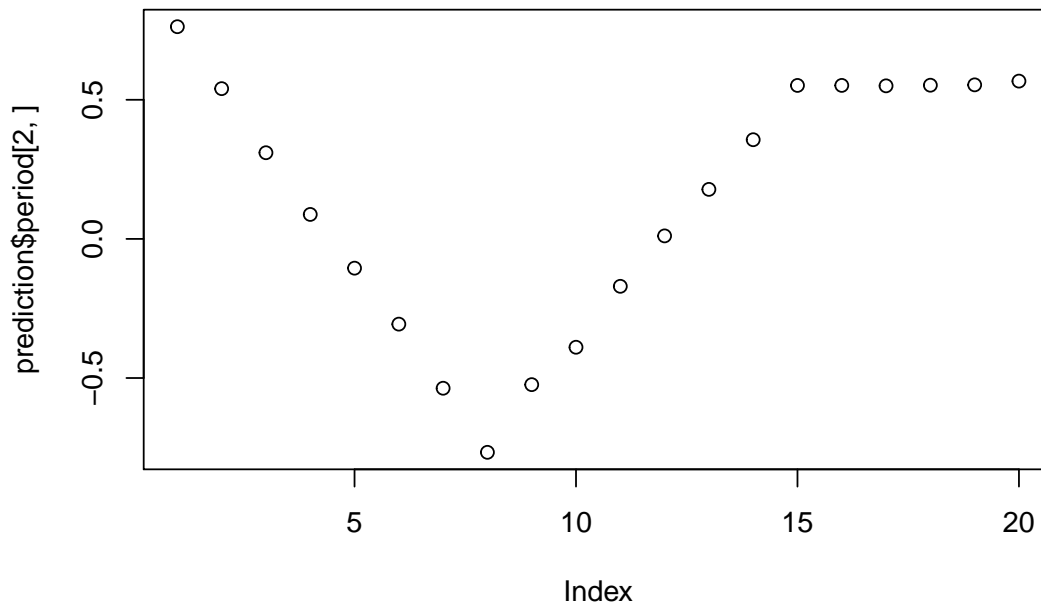
## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Konvertierungsfehler
## für '-' in 'mbcToSbc': Punkt ersetzt <93>

## Warning in plot.xy(xy.coords(x, y), type = type, ...): Fontmetrik ist für
## das Unicode-Zeichen U+2013 unbekannt
for (i in 1:20)lines(rep(i,3),prediction$cases_period[,i])

```



```
plot(prediction$period[2,])
```



```
simmodrw2 <- bamp(cases = simdata$cases, population = simdata$population, age = "rw2",
period = "rw2", cohort = "rw2", periods_per_agegroup = periods_per_agegroup)
```

```
print(simmodrw2)
```

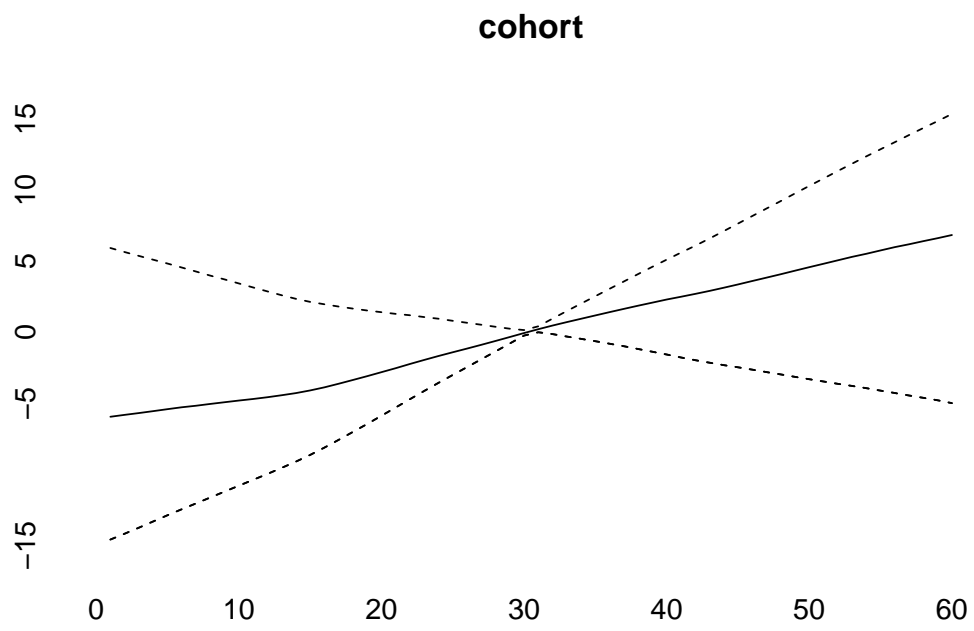
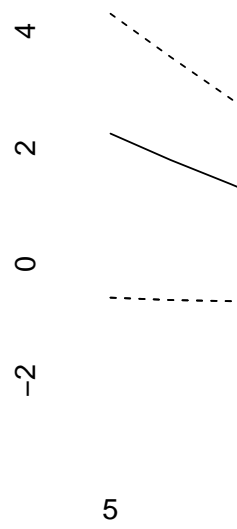
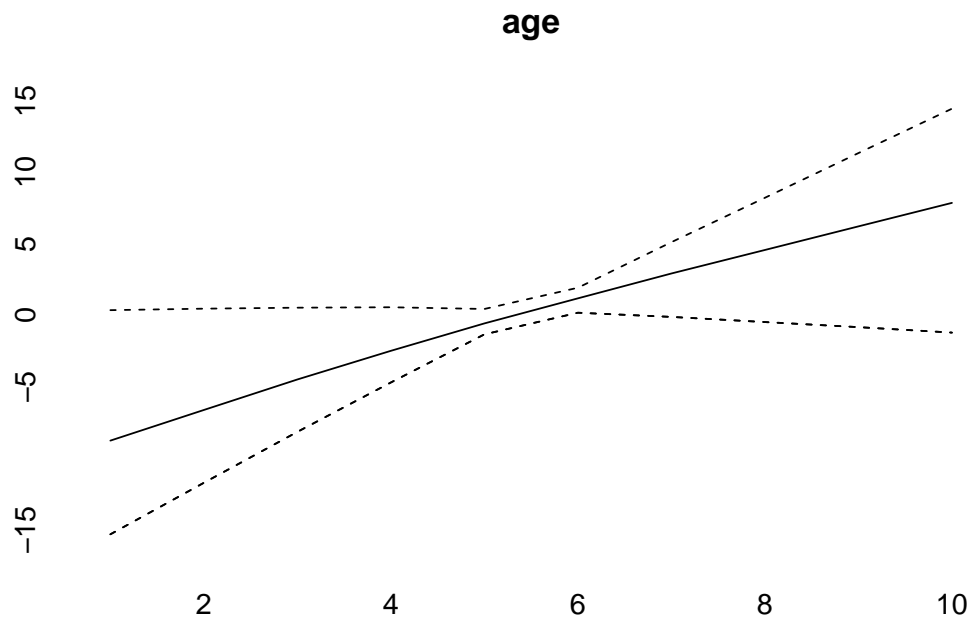
```
##
## Model:
## age (rw2) - period (rw2) - cohort (rw2) model
## Deviance:      185.01
## pD:            29.85
## DIC:           214.86
##
##
## Hyper parameters:           5%           50%           95%
## age                        37.593      117.946      333.377
## period                      46.908      112.990      238.784
## cohort                       750.978     1674.993     3291.310
```

```
checkConvergence(simmodrw2)
```

```
## Warning: MCMC chains did not converge!
```

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

```
plot(simmodrw2)
```

```

cov_p<-rnorm(15,period,.1)

simmod2 <- bamp(cases = simdata$cases, population = simdata$population, age = "rw1",
period = "rw1", cohort = "rw1", periods_per_agegroup =periods_per_agegroup,

```

```
period_covariate = cov_p)
```