

# Programmieren mit Statistischer Software - Simulationen -

Moritz Berger, Eva Endres

Institut für Statistik, LMU München

SS 2016

# Gliederung

- 1 Grundlagen
- 2 Aufbau von Simulationen
- 3 Durchführung von Simulationen
- 4 Auswertung von Simulationen

# Gliederung

- 1 Grundlagen
- 2 Aufbau von Simulationen
- 3 Durchführung von Simulationen
- 4 Auswertung von Simulationen

# Problemstellung

- Ausgangspunkt: statistisches Verfahren zur Beschreibung und/oder Modellierung von Daten
- Untersuchung von Eigenschaften bzw. Bestimmung der Güte des zugrundeliegenden Verfahrens
- Durchführung anhand von Daten, die ein reales Szenario darstellen, deren wahre Struktur aber bekannt ist

# Fragestellungen

- Wie sehen meine Daten aus?
- Welches statistische Modell liegt zugrunde?
- Welchen Aspekt möchte ich untersuchen?
- Welche Modellkomponenten bzw. Parameter sind fixiert?
- Welche Modellkomponenten bzw. Parameter sollten variiert werden?
- Welches Kriterium verwende ich zur Beurteilung der Ergebnisse?

# Simulation von Zufallszahlen in R

## ① Simulation aus eindimensionalen Verteilungen

- Normalverteilung: `rnorm()`
- Binomialverteilung: `rbinom()`
- Poissionverteilung: `rpois()`

...

## ② Simulation aus mehrdimensionaler Normalverteilung

- `library(MASS)`
- `mvrnorm()`

# Gliederung

- 1 Grundlagen
- 2 Aufbau von Simulationen**
- 3 Durchführung von Simulationen
- 4 Auswertung von Simulationen

## Bestandteile einer Simulation

Prinzipiell besteht eine Simulation aus den drei folgenden Bestandteilen:

- Modell zur Generierung der Daten (Datengenerierender Prozess)
- Zu untersuchendes statistisches Verfahren
- Beurteilungskriterien der resultierenden Modellparameter

Jeder Bestandteil enthält Parameter, die variiert werden können (einfachstes Beispiel: Stichprobenumfang  $n$ ). Eine konkrete Kombination dieser Parameter ergibt ein Simulationsszenario.

## Beachtenswertes

- 1 Bestimmte Anzahl an Wiederholungen eines Simulationsszenarios notwendig, falls Komponenten der Simulation zufällig sind.
- 2 Systematische Variation der Parameter der Simulation notwendig. Anzahl an Simulationsszenarien sollte wohl überlegt sein (Laufzeit!)
- 3 Welche Teile der Simulation sollten (zwischen-)gespeichert werden? (`save()`, `pdf()`)
- 4 Welche Teile der Simulation sollten replizierbar sein? Oftmals Verwendung von `set.seed()` notwendig.

# Gliederung

- 1 Grundlagen
- 2 Aufbau von Simulationen
- 3 Durchführung von Simulationen**
- 4 Auswertung von Simulationen

## Simulationsausführung

Simulationsaufbau sollte optimalerweise so gestaltet sein, dass durch einen Funktionsaufruf

```
results <- simulation()
```

alle Berechnungen vollständig durchgeführt werden.

## Beachtenswertes

- 1 Simulation immer erst in sehr kleinem Umfang ausführen, um Fehler frühzeitig zu finden und eine Zeitabschätzung vorzunehmen (`system.time()`, `microbenchmark()`)
- 2 Sollen Statusmeldungen ausgegeben werden, die den Fortschritt der Simulation anzeigen? (`cat()`, `trace()`)
- 3 Oftmals ist eine Parallelisierung von Teilen der Simulation sinnvoll/erforderlich. (Funktion `foreach()` aus package 'foreach' bzw. package 'batchjobs')
- 4 Längere Simulationen im Hintergrund auf einem Server ausführen  
→ besprechen wir in einer der nächsten Veranstaltungen!

# Gliederung

- 1 Grundlagen
- 2 Aufbau von Simulationen
- 3 Durchführung von Simulationen
- 4 Auswertung von Simulationen**

# Simulationsauswertung

- Auswertung der Simulationsergebnisse mithilfe von statistischen Kennzahlen
- Darstellung der Ergebnisse in Graphiken und Tabellen
- Die Auswertung sollte von der Simulationsausführung getrennt sein und als nachfolgender Teil stattfinden.