# Einführung in die Stochastik - Mitschrieb

## Vorlesung im Wintersemester 2011/2012

Sarah Lutteropp

18. Oktober 2011

# Inhaltsverzeichnis



## Vorwort

Dies ist ein Mitschrieb der Vorlesung "Einführung in die Stochastik" vom Wintersemester 2011/2012 am Karlsruher Institut für Technologie, die von Herrn Prof. Dr. Günther Last gehalten wird.

# Kapitel 1

# Deskriptive Statistik

## 1.1 Der Grundraum

$\emptyset \neq \Omega =$ Grundraum (Grundgesamtheit, Merkmalsraum, Stichprobenraum)
Annahme: $\Omega$ ist diskret(endlich oder abzählbar unendlich) (Häufig $\Omega \subseteq \mathbb{R}$)

## 1.2 Absolute und relative Häufigkeit

$x_1, \ldots, x_n \in \Omega$ ("Daten")
$h(\omega) = card\left\{j \in \{1, \ldots, n\} \colon x_j = \omega\right\}, \omega \in \Omega$, absolute Häufigkeit von $\omega$

**Bemerkung** $\sum\limits_{\omega \in \Omega} h(\omega) = n$

**Definition** $\frac{1}{n} h(\omega) =$ relative Häufigkeit von $\omega$
$h(A) = card\left\{j \in \{1, \ldots, n\} \colon x_j \in A\right\}, A \subset \Omega =$ absolute Häufigkeit von A,
$\frac{1}{n} h(A) =$ relative Häufigkeit von A

## 1.3 Histogramm

$x_1, \ldots, x_n \in \mathbb{R}, b_1 < b_2 < \ldots < b_s$ mit $b_1 \leq \min\limits_{1 \leq i \leq n} x_i, b_s > \max\limits_{1 \leq i \leq n} x_i$
TODO: BILD
$d_j(b_{j+1} - b_j) = h([b_j, b_{j+1})) = card\left\{i \in \{1, \ldots, n\} \colon b_j \leq x_i < b_{j+1}\right\}$

## 1.4 Lagemaße

**Definition** Ein **Lagemaß** ist eine Abbildung $l \colon \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}$ mit

$$l(x_1 + a, \ldots, x_n + a) = l(x_1, \ldots, x_n) + a$$

"Verschiebungskovarianz". $x_1, \ldots, x_n, a \in \mathbb{R}$

### 1.4.1 Arithmetisches Mittel

$x_1, \ldots, x_n \in \mathbb{R}, \bar{x} := \frac{1}{n} \sum\limits_{j=1}^{n} x_j$ "Schwerpunkt der Daten"

**Fakt** $\sum\limits_{j=1}^{n} (x_i - t)^2 \xrightarrow{t} \text{Min}$
Lösung: $t = \bar{x}$
"Prinzip der kleinsten Quadrate"

**Beweis** $\frac{1}{n} \sum\limits_{j=1}^{n} (x_j - t)^2 = t^2 - 2\bar{x}t + \frac{1}{n} \sum\limits_{j=1}^{n} x_j^2 = (t - \bar{x})^2 + \frac{1}{n} \sum\limits_{j=1}^{n} x_j^2 - (\bar{x})^2$

### 1.4.2 Median, Quantile

$x_1, \ldots, x_n \in \mathbb{R} \Rightarrow x_{(1)} \leq x_{(2)} \leq \ldots \leq x_{(n)}$ geordnete Stichprobe

**Definition**

$$x_{1/2} := \begin{cases} x_{(\frac{n+1}{2})} & \text{, falls } n \text{ ungerade} \\ \frac{1}{2}(x_{(\frac{n}{2})} + x_{(\frac{n}{2}+1)}) & \text{, falls } n \text{ gerade} \end{cases}$$

heißt **Median** von $x_1, \ldots, x_n$.

**Fakt** $\sum\limits_{j=1}^{n} |x_j - x_{1/2}| = \min\limits_{t} \sum\limits_{j=1}^{n} |x_j - t|$ Übungsaufgabe

**Bemerkung** Der Median ist "robust" gegenüber "Ausreißern". Ist etwa $x_1 = \ldots = x_9 = 1$ und $x_{10} = 1000 (n = 10)$, so gilt $\bar{x} = 100,9, x_{1/2} = 1$

**Definition** Für 0 < p < 1 heißt

$$x_p := \begin{cases} x_{(\lfloor n \cdot p + 1 \rfloor)} & \text{, falls } n \cdot p \notin \mathbb{N} \\ \frac{1}{2}(x_{(n \cdot p)} + x_{(n \cdot p + 1)}) & \text{, falls } n \cdot p \in \mathbb{N} \end{cases}$$

**p-Quantil** von $x_1, \ldots, x_n$.

**Interpretation** Mindestens $p \cdot 100\%$ der Daten liegen links von $x_p$ und mindestens $(1 - p) \cdot 100\%$ liegen rechts von $x_p$.
$x_{1/4}$ = unteres Quartil, $x_{3/4}$ = oberes Quartil

## 1.5 Streuungsmaße

**Definition** Eine Abbildung $\sigma\colon \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}$ mit

$$\sigma(x_1 + a, \ldots, x_n + a) = \sigma(x_1, \ldots, x_n) \text{ (Translationsinvarianz)}$$

heißt **Streuungsmaß**.

### 1.5.1 Empirische Varianz

$s^2 := \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^{n} (x_j - \bar{x})^2 =$ **empirische Varianz** von $x_1, \ldots, x_n$

### 1.5.2 Empirische Standardabweichung

$s := +\sqrt{s^2} =$ **empirische Standardabweichung** von $x_1, \ldots, x_n$

### 1.5.3 Spannweite

$x_{(n)} - x_{(1)} =$ **Spannweite** von $x_1, \ldots, x_n$

### 1.5.4 Quartilsabstand

$x_{(3/4) - x_{(1/4)}} =$ **Quartilsabstand** von $x_1, \ldots, x_n$

## 1.6 Empirischer Korrelationskoeffizient

$(x_1, y_1), \ldots, (x_n, y_n) \in \mathbb{R}^2$ TODO: BILD

Gesucht: Gerade $y = a + b \cdot x$ so, dass

$$(*) \sum_{j=1}^{n} (y_j - a - bx_j)^2 \xrightarrow{a,b} \text{Min}$$

**Definition** $\sigma_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} (x_j - \bar{x})^2$ $\sigma_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} (y_j - \bar{y})^2$

$\sigma_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} (x_j - \bar{x})(y_j - \bar{y})$ **empirischer Korrelationskoeffizient**

Lösung von (*): $b^* = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_{x^2}}, a^* = \bar{y} - b^* \cdot \bar{x}$