

# 28

## Varianz. Standardabweichung

Jörn Loviscach

Versionsstand: 14. Januar 2011, 19:46

Die nummerierten Felder sind absichtlich leer, zum Ausfüllen in der Vorlesung.

Videos dazu: <http://www.youtube.com/joernloviscach>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

### 1 Varianz und Standardabweichung

Der Erwartungswert  $E[X]$  einer Zufallsvariablen  $X$  sagt nur etwas über den Schwerpunkt der Verteilung aus, aber nichts über ihre Breite:

---

1

Schön wäre, auch eine Größe zu haben, welche die Breite der Verteilung beschreibt, also die mittlere Abweichung vom Erwartungswert. Eine erste Idee wäre  $E[X - E[X]]$ , aber das klappt leider nicht:

---

2

Man könnte  $E[|X - E[X]|]$  nehmen, aber das ist wegen der Betragsfunktion umständlich handzuhaben. Üblich ist deshalb die Varianz [variance]  $\sigma^2$ :

3

Randbemerkung: Es gibt pathologische Fälle, in denen dieser Erwartungswert unendlich wird und damit die Varianz nicht existiert.

Die Varianz ist die mittlere *quadratische* Abweichung vom Erwartungswert. Wenn  $X$  in Metern gemessen wird, hat die Varianz  $\sigma^2$  also die Einheit Quadratmeter. Das ist ungeschickt, wenn man sich die Breite der Verteilung vorstellen will. Also nimmt man dazu die Wurzel der Varianz, die Standardabweichung [standard deviation]  $\sigma$ :

4

Daher kommt die Bezeichnung  $\sigma^2$  für die Varianz.

Zur Unterscheidung spricht man hier gerne von der „Varianz der Grundgesamtheit“. Später kommt noch eine „Varianz der Stichprobe“.

## 2 Berechnung der Varianz

Durch Ausmultiplizieren lässt sich die Varianz noch etwas geschickter berechnen:

5

Beispiel 1: Varianz eines idealen Würfels:

6

---

Beispiel 2: Varianz einer gleichförmig zwischen 1 und 6 verteilten Zufallszahl:

7

---

### 3 Zentraler Grenzwertsatz, Normalverteilung

Selbst wenn der Erwartungswert  $\mu = E[X]$  und die Varianz  $\sigma^2 = E[X^2] - (E[X])^2$  einer Zufallsvariablen  $X$  bekannt sind, gibt es noch immer wilde Möglichkeiten für die Verteilung von  $X$ :

8

---

Es gibt aber eine Situation, in der man mehr weiß. Der zentrale Grenzwertsatz [central limit theorem] besagt anschaulich: Ist die Zufallsvariable  $X$  ein fester Wert plus eine Summe vieler unkorrelierter Fehler, die den Erwartungswert 0 und eine kleine Varianz haben, dann ist die Verteilung von  $X$  ungefähr die Normalverteilung [normal distribution] zu diesem  $\mu$  und diesem  $\sigma$ . Die hat folgende Wahrscheinlichkeitsdichte:

9

Damit die Gesamtwahrscheinlichkeit, also die Fläche unter dieser Kurve, gleich 1 wird, wählt man die Konstante  $C$  vor der Exponentialfunktion gleich  $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$ . Bei der Normalverteilung liegen etwa 68 Prozent der Werte innerhalb einer Standardabweichung vom Erwartungswert; etwa 3 Promille der Werte liegen außerhalb von drei Standardabweichungen vom Erwartungswert:

10