Big Data Anwendungen

Deskriptive Methoden zur Datenexploration

Agenda

- Einführung

- Deskriptive Methoden zur Datenexploration
  - Betrachtung einer Stichprobe
  - Deskriptive Statistik
  - Visualisierung
  - Risiken der Datenvisualisierung

- Datenqualität
- Klassifikation
- Recommender Systems
- Clusteringverfahren
- Stream Mining
- Social Network Analysis
- Technische Lösungen
- Datenschutz und gesellschaftliche Aspekte

Nutzen Betrachtung einer Stichprobe

- Idee
  Betrachten der Rohdaten „zeilenweise“

- Vorteile
  - Diverse Informationen über die Daten sind „direkt“ sichtbar
  - Direktes Betrachten der Daten erfordert keine Tools

- Identifizierbare Informationen
  - Identifikation von Skalentypen
  - Identifikation von Wertebereichen
  - Erkennen von Formaten (z.B. Datum)
  - Entdecken von fehlenden Werten
  - Diskrepanz zu Datendokumentation
  - Entdecken von Fehlern in den Daten
    - Unterschiede zwischen Attributlänge und Datenlänge
    - Abgeschnittene Attribute
    - Leerzeichen in Attributen

Skalentypen

Skalentyp	Wertebereich	Mögliche Operationen	Beispiele
Nominale Größen	diskret, endlich	Gleichheit	Geschlecht Augenfarbe
Ordinale Größen	diskret, endlich, Ordnung	Gleichheit, größer / kleiner als	Prüfungsnoten Schulabschluß
Intervallgrößen	kontinuierlich bzw. ganzzahlig, unendlich	Gleichheit, größer / kleiner als Differenz	Datum Temperatur
Ratiogrößen	kontinuierlich bzw. ganzzahlig, unendlich	Gleichheit größer / kleiner als Differenz Verhältnis	Abstand Alter

- Anwendbarkeit der Statistiken abhängig vom Skalentyp
  - Mittelwert des Geschlechts
  - Modalwert der Prüfungsnoten

Beispiel

Guthaben	Telefon	CC seit	CC histo			nstand	Besitz	Alter	seit
0	ja	6	kritisch_o_offene			e	Wohnung	67	4
1	nein	48	alles_bezahlt	59.51	0	W_verheiratet	Wohnung	22	2
nan	nein	12	kritisch_o_offene_Zahlung	20.96	0	M_single	Wohnung	49	3
0	nein	42	alles_bezahlt	78.82	0	M_single	Versicherung	45	3
0	nei			3.7	0	M_single	unbekannt	53	2
nan	ja			55		M_single	unbekannt	35	2
1	ja			48	0	M_single	Auto	35	2
nan	nein	12	alles_bezahlt	30.59	3	M_geschieden	Wohnung	61	3
1	nein	30	kritisch_o_offene_Zahlung	52.34	0	M_verheiratet	Auto	28	0
1	nein	12	alles_bezahlt	12.95	0	W_verheiratet	Auto	25	1
0	nein	48	alles_bezahlt	43.08	0	W_verheiratet	Versicherung	24	1
1	ja	12	alles_bezahlt	15.67	0	W_verheiratet	Auto	22	2
0	nein	24	kritisch_o_offene_Zahlung	11.99	0	M_single	Auto	60	4
	nei	15	alles_bezahlt	14.03	0	W_verheiratet	Auto	3	2
		24	alles_bezahlt	12.82	1	W_verheiratet	Auto		2

Ordinale Attribute in kategorischen versteckt

Fehlende Werte unterschiedlich kodiert (nan oder „ „)

Binäre Werte unterschiedlich kodiert ([0, 1] oder [ja, nein])

Zwei Attribute in einem Feld

Dauer in Monaten oder Jahren

Agenda

- Einführung

- Deskriptive Methoden zur Datenexploration
  - Betrachtung einer Stichprobe
  - Deskriptive Statistik
  - Visualisierung
  - Risiken der Datenvisualisierung

- Datenqualität
- Klassifikation
- Recommender Systems
- Clusteringverfahren
- Stream Mining
- Social Network Analysis
- Technische Lösungen
- Datenschutz und gesellschaftliche Aspekte

Zentralitätsmaße

- Mittelwert
  - Durchschnitt über alle Werte
  - Allgemein: $\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n}$
  - Im Beispiel: $\overline{x} = \frac{11.69 + 59.51 + 20.96 + 78.82 + 78.82}{5} = 49.96$

Wert
11.69
59.51
20.96
78.82
78.82

- Median
  - „Mittlere Wert“ aller sortierten Werte
  - Allgemein: $\tilde{x} = \begin{cases} x_{\frac{n+1}{2}}, & n \text{ ungerade} \\ \frac{1}{2}\left(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1}\right), & n \text{ gerade} \end{cases}$
  - Im Beispiel: $\tilde{x} = 59.51$

- Modalwert
  - Häufigster Wert
  - Im Beispiel: $\overline{x}_M = 78.82$

Quantile

- p-Quantil
  - p-Quantil x_p teilt Stichprobe, so dass p kleiner und $1-p$ größer x_p
  - Allgemein: $x_p = \begin{cases} \frac{1}{2}\left(x_{n\cdot p} + x_{(n\cdot p)+1}\right), & \text{wenn } n\cdot p \text{ ganzzahlig} \\ x_{\lfloor n\cdot p+1 \rfloor}, & \text{wenn } n\cdot p \text{ nicht ganzzahlig} \end{cases}$
    mit $x_1 \leq x_2 \leq \cdots \leq x_n$ und $\lfloor x \rfloor$ ist Abrundungsfunktion
  - Hinweis: Median $\tilde{x}$ ist 0.5-Quantil $x_{0.5}$
  - Im Beispiel: $x_{0.2} = \frac{1}{2}(11.69 + 20.96) = 16.33$ und $x_{0.25} = 20.96$

Wert
11.69
59.51
20.96
78.82
78.82

- Interquartilabstand IQR
  - Abstand zwischen drittem und erstem Quartil
  - Allgemein: $IQR = x_{0.75} - x_{0.25}$
  - Im Beispiel: $IQR = 78.82 - 20.96 = 57.86$

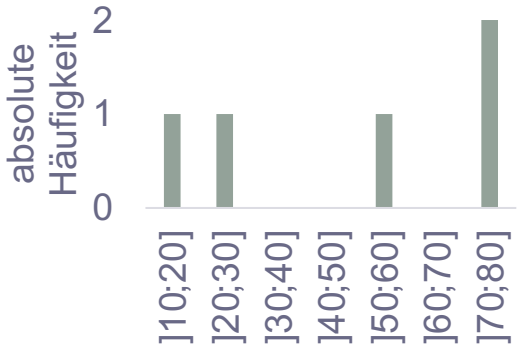
Empirische Varianz

- Empirische Varianz
  - Mittlere quadratische Abweichung der Beobachtungen vom Mittelwert
  - Formal: $s^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2 = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2\right]$
  - Hinweis: oft alternative Definition $s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2$
  - Im Beispiel: $s^2 = \frac{1}{n}((11.69 - 49.96)^2 + (59.51 - 49.96)^2 + (20.96 - 49.96)^2 + (78.82 - 49.96)^2 + (78.82 - 49.96)^2)$
    $= \frac{1}{5}(38.27^2 + 9.55^2 + 29.00^2 + 28.86^2 + 28.86^2)$
    $= 812.52$

Wert
11.69
59.51
20.96
78.82
78.82

- Empirische Standardabweichung
  - Formal: $s = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}$
  - Im Beispiel: $s = \sqrt{812.52} = 28.50$

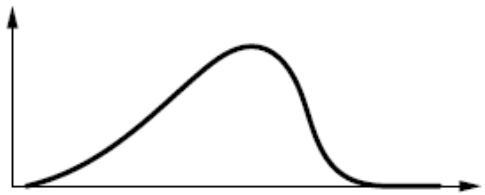
Schiefe



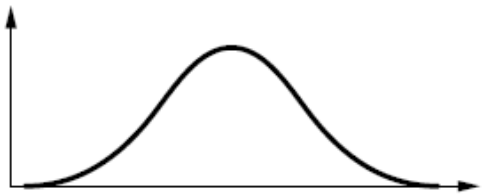
Wert
11.69
59.51
20.96
78.82
78.82

- Schiefe (engl.: Skewness)
  - Maß für die Asymmetrie der Verteilung
  - Formal: $\alpha_3 = \frac{1}{n \cdot s^3} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^3 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} z_i^3$
    mit $z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$
  - Im Beispiel: $\alpha_3 = \frac{1}{5 \cdot 28.50^3}((11.69 - 49.96)^3 + (59.51 - 49.96)^3$
    $+(20.96 - 49.96)^3 + (78.82 - 49.96)^3 + (78.82 - 49.96)^3)$
    $= \frac{1}{5 \cdot 28.50^3} \cdot -31493.02 = -0.27$

- Schiefe (graphisch)



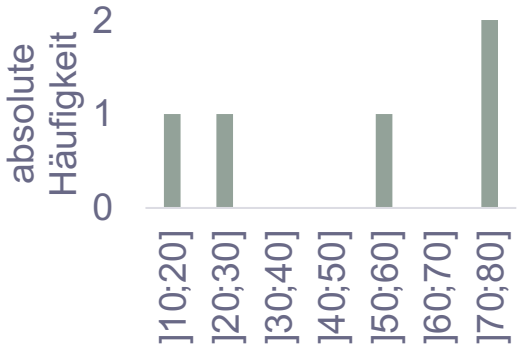
α_3<0 : rechtssteil



α_3=0 : symmetrisch

α_3>0 : linkssteil

Empirische Wölbung

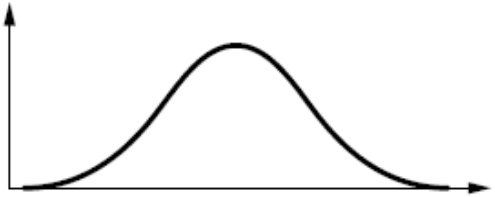


Wert
11.69
59.51
20.96
78.82
78.82

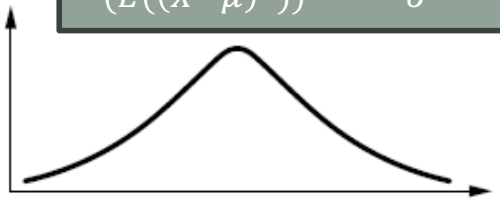
- Empirische Wölbung (Kurtosis)
  - Maß für die Steilheit der Verteilung
  - Formal: $\alpha_4 = \frac{1}{n \cdot s^4} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^4 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} z_i^4$
    mit $z_i = \frac{x_i - \overline{x}}{s}$
  - Im Beispiel: $\alpha_4 = \frac{1}{5 \cdot 28.50^4}((11.69 - 49.96)^4 + (59.51 - 49.96)^4$
    $+(20.96 - 49.96)^4 + (78.82 - 49.96)^4 + (78.82 - 49.96)^4)$
    $= \frac{1}{5 \cdot 28.50^4} \cdot 4248074.75 = 1.29$
- Exzess
  - Normierung der Wölbung
  - Formal: $\gamma = \alpha_4 - 3$, Im Beispiel: $\gamma = 1.29 - 3 = -1.71$
  - Interpretation des Exzess

3 ist Wölbung der Standardnormal-verteilung:
$\frac{E((X-\mu)^4)}{(E((X-\mu)^2))^2} = \frac{3\sigma^4}{\sigma^4} = 3$

γ<0 : platykurtisch, flachgipflig



γ=0 : mesokurtisch, normalgipflig



γ>0 : leptokurtisch, steilgipflig

Agenda

- Einführung

- Deskriptive Methoden zur Datenexploration
  - Betrachtung einer Stichprobe
  - Deskriptive Statistik
  - Visualisierung
  - Risiken der Datenvisualisierung

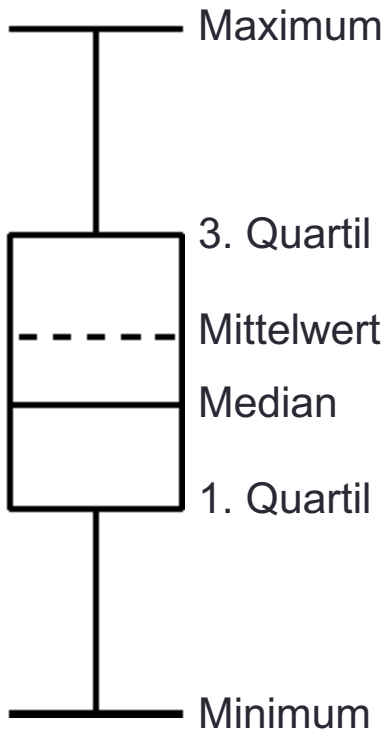
- Datenqualität
- Klassifikation
- Recommender Systems
- Clusteringverfahren
- Stream Mining
- Social Network Analysis
- Technische Lösungen
- Datenschutz und gesellschaftliche Aspekte

Boxplot

- Faßt mehrere statistische Masse zusammen

- Illustration von
  - Mittelwert: $\overline{x}$
  - Median: $\tilde{x}$
  - Interquartilsabstand über $x_{0.25}$ und $x_{0.75}$
  - Minimum und Maximum
    (stattdessen oft $x_{0.05}$ und $x_{0.95}$)

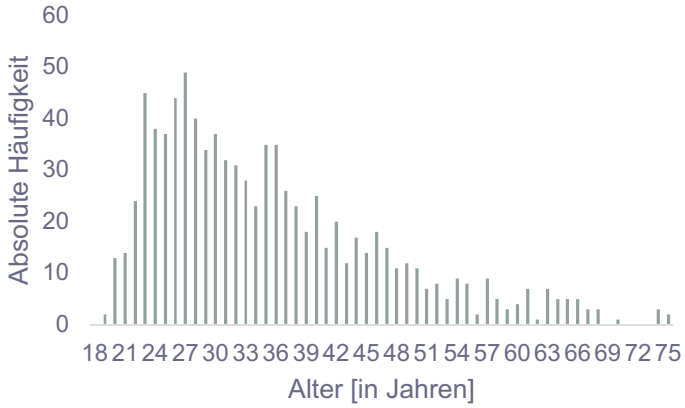
- Vorteile der Darstellung
  - Fast alle deskriptiven Kennzahlen in einer Abbildung
  - Schiefe ablesbar
  - Empirische Wölbung ablesbar



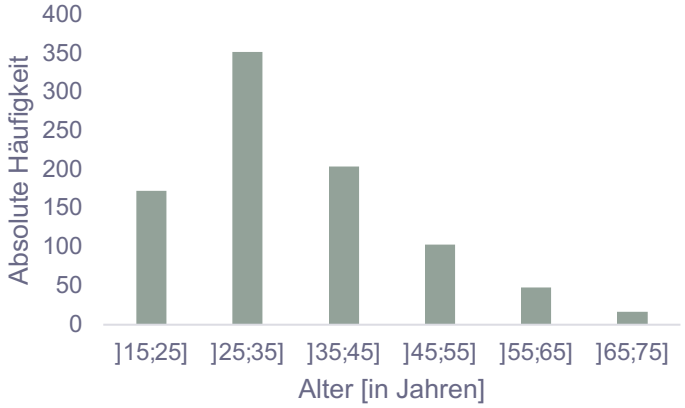
Histogramm

- Darstellung von Verteilungen
- Illustration von
  - Anzahl (bzw. Anteil) der Ausprägungen
  - Oft Gruppierung (binning) der Daten
- Vorteile Darstellung
  - Ausreißer und Verteilung identifizierbar
  - Peaks in Verteilung erkennbar
  - Schiefe ablesbar
  - Empirische Wölbung ablesbar

Histogramm

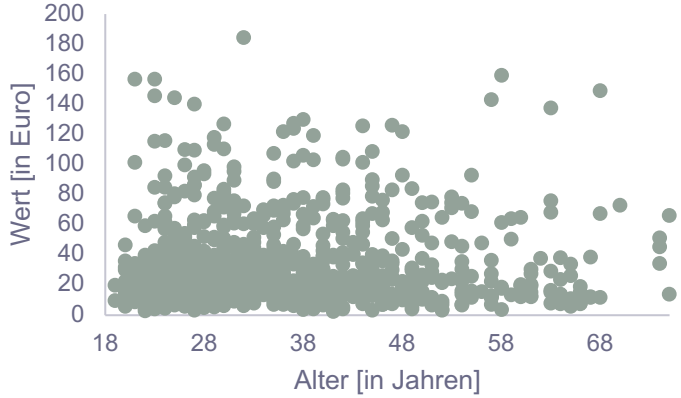


Histogramm (gebinnt)



Scatterplot

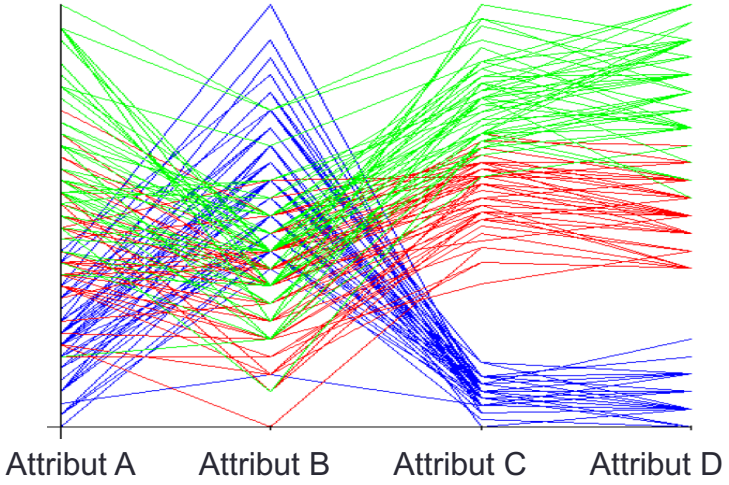
- Darstellung von Beobachtungen
- Illustration von
  - Unterschiedlichen Attributen...
    ... pro Achse (maximal 3)
- Vorteile Darstellung
  - Ausreißer identifizierbar
  - Korrelationen identifizierbar
  - Häufungen von Datenpunkten identifizierbar

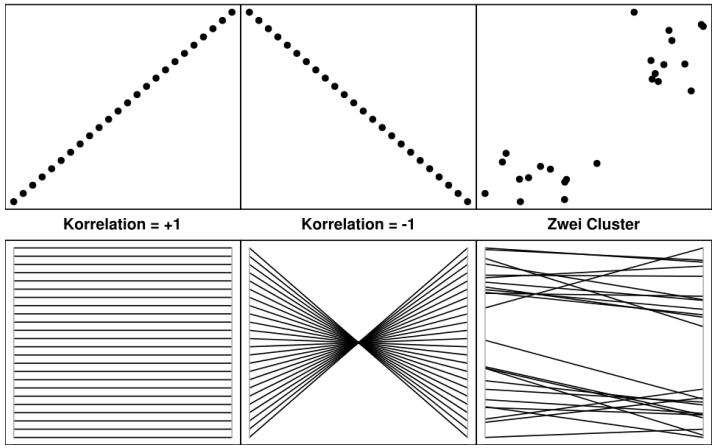


Parallelkoordinaten

- Darstellung von Beobachtungen
- Illustration von
  - Unterschiedlichen Attributen...
    ... pro Achse (pro Achse eine Spalte)
  - Einfärbung nach Klassen möglich
- Vorteile Darstellung
  - Korrelationen identifizierbar
  - Häufungen von Datenpunkten identifizierbar
- Vergleich mit Scatterplot
  - Ähnliche Informationen visualisierbar
  - Erlaubt Darstellung von mehr als 3 Attributen

Parallelkoordinaten





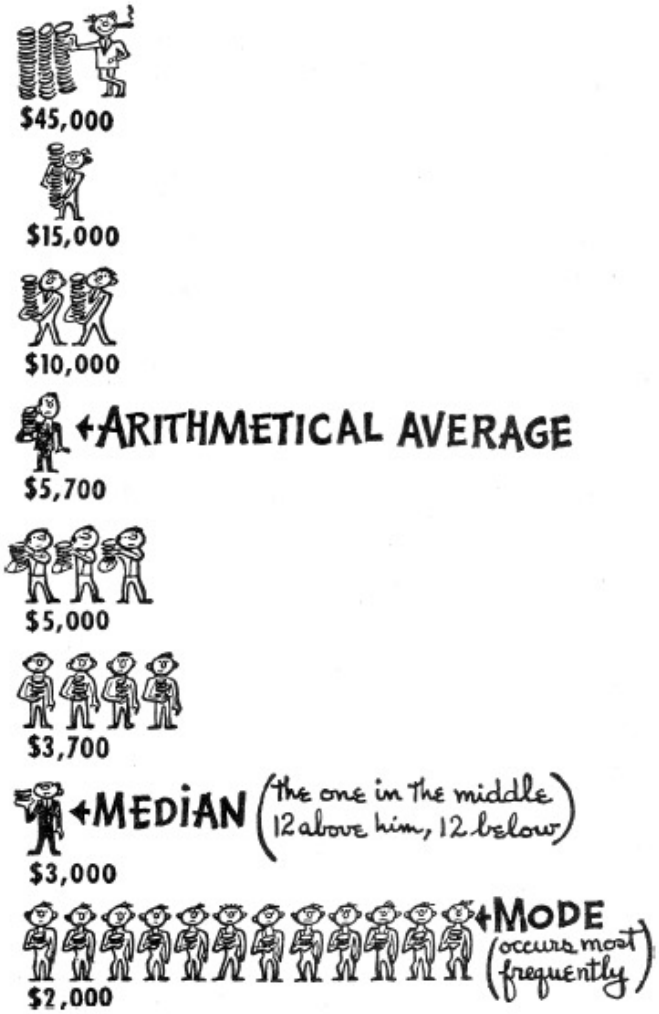
Agenda

- Einführung

- Deskriptive Methoden zur Datenexploration
  - Betrachtung einer Stichprobe
  - Deskriptive Statistik
  - Visualisierung
  - Risiken der Datenvisualisierung

- Datenqualität
- Klassifikation
- Recommender Systems
- Clusteringverfahren
- Stream Mining
- Social Network Analysis
- Technische Lösungen
- Datenschutz und gesellschaftliche Aspekte

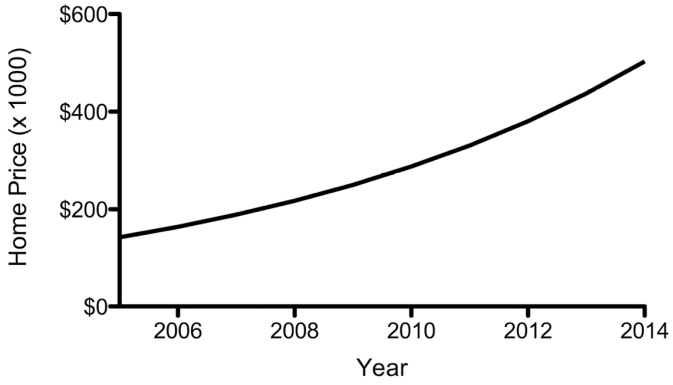
Median vs. Mittelwert



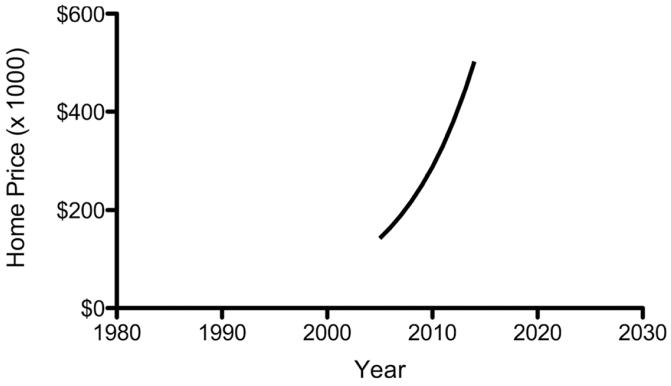
»Sollen wir das arithmetische Mittel als durchschnittliche Körpergröße nehmen und den Gegner erschrecken, oder wollen wir ihn einlullen und nehmen den Median?«

Skalierungstricks - Hauspreise

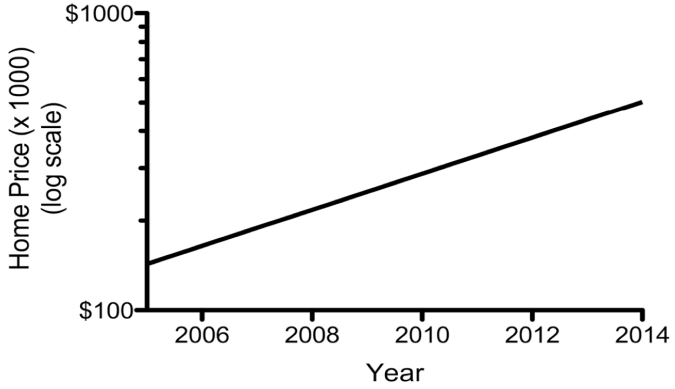
Tatsächlicher Zusammenhang



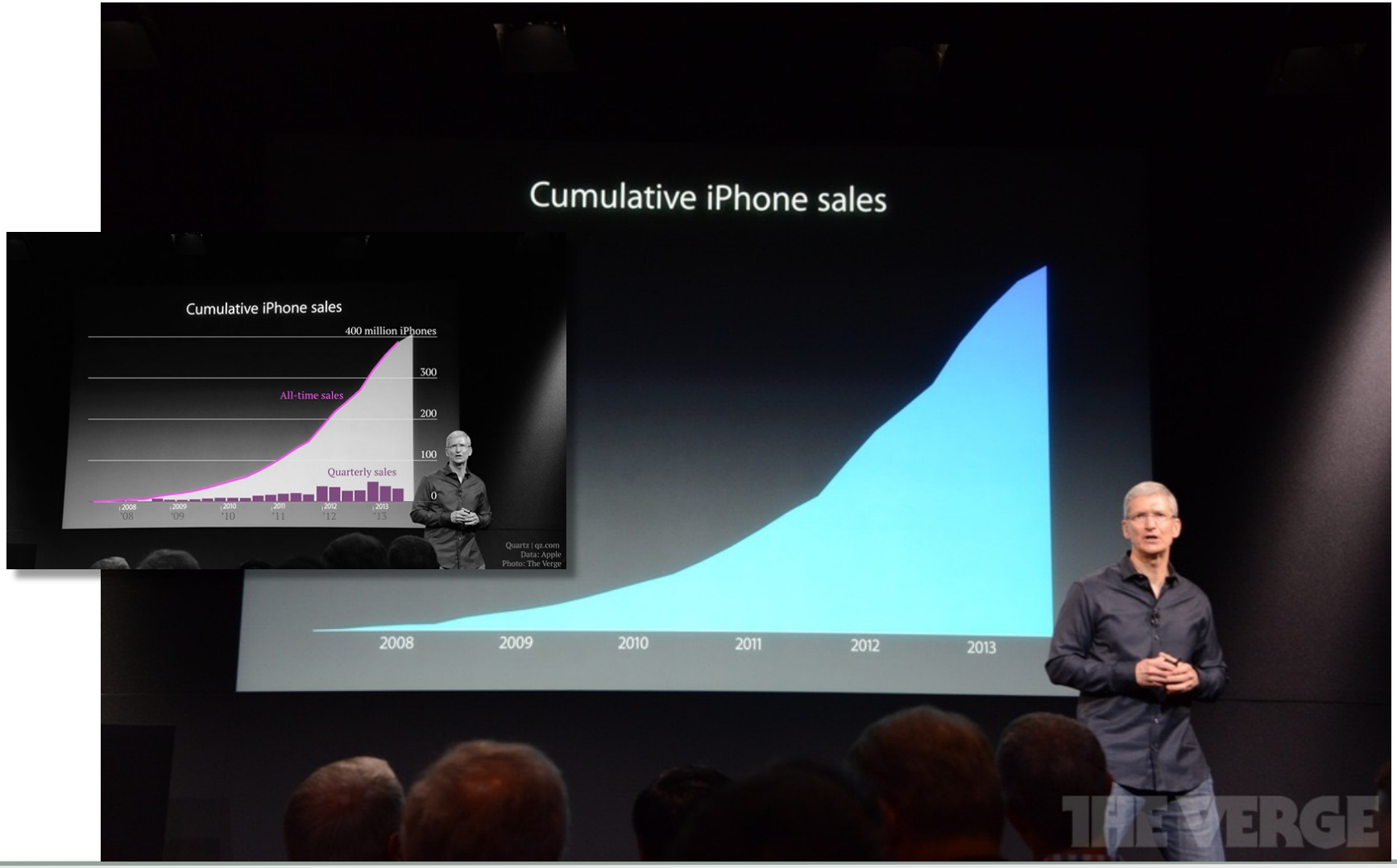
Skalierung der x-Achse



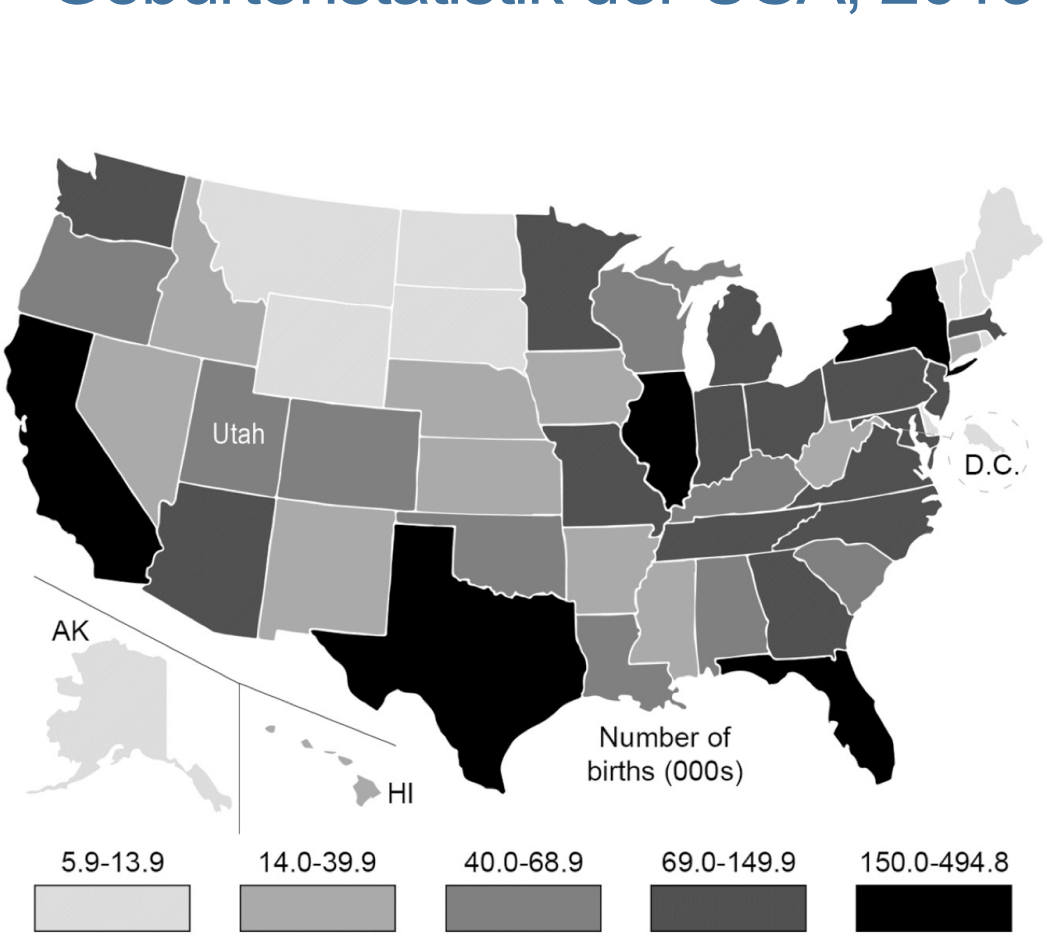
Skalierung der y-Achse

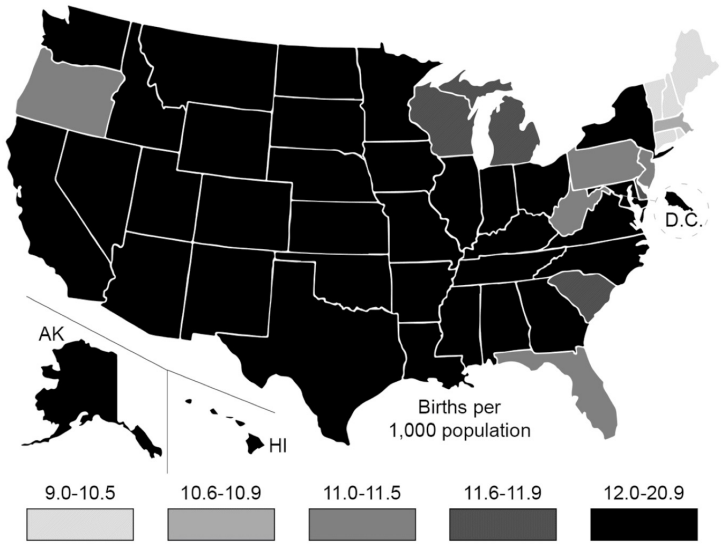


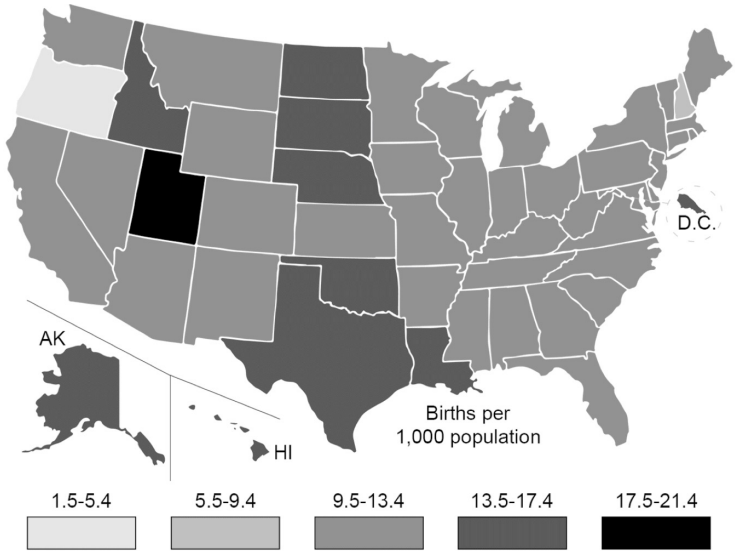
Kumulative Verteilung (Apple läuft)



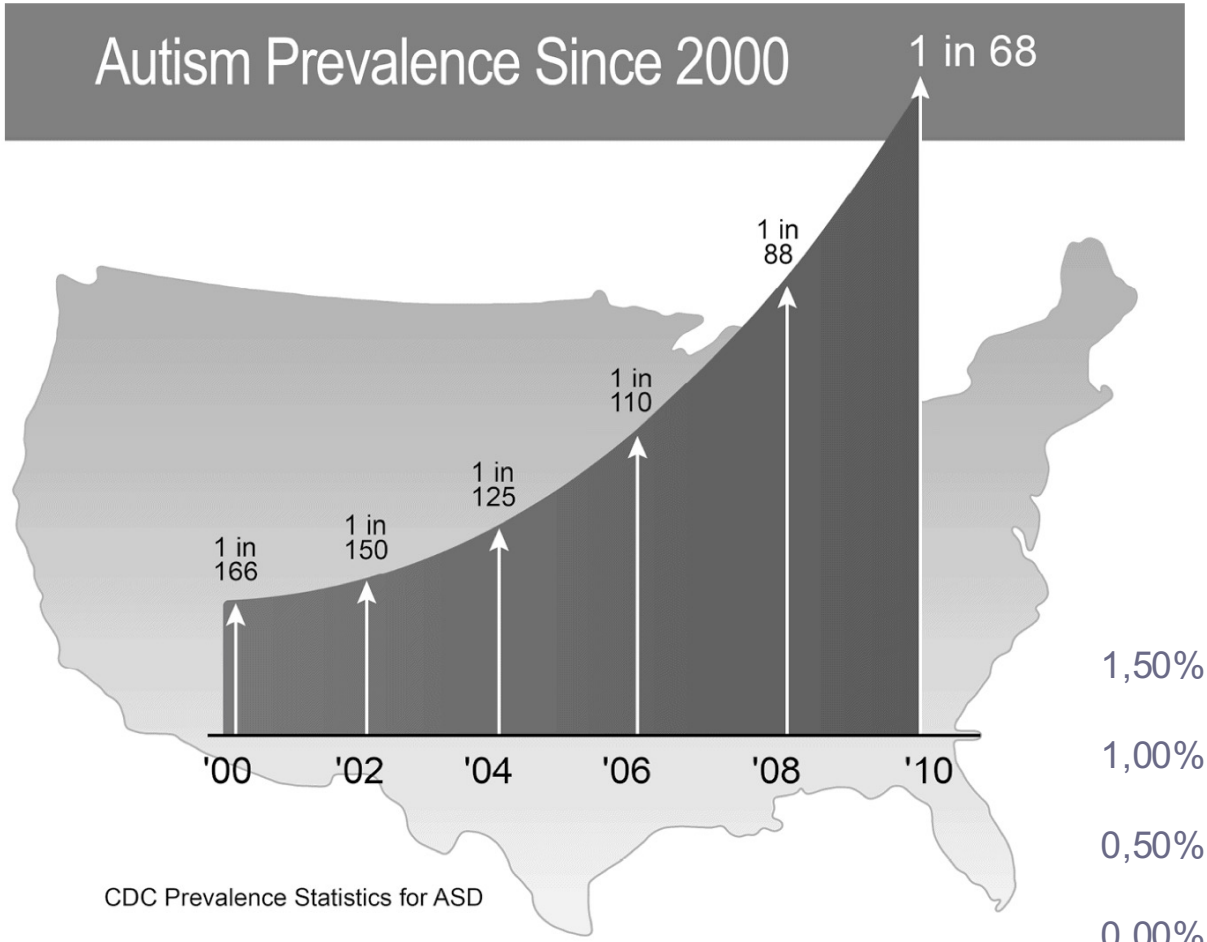
Geburtenstatistik der USA, 2013

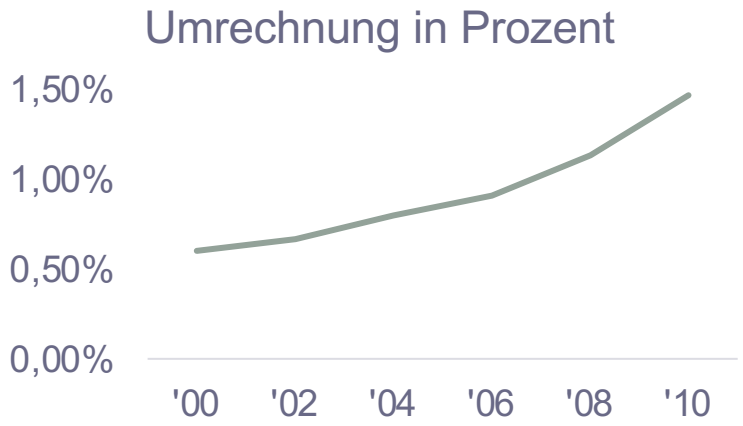




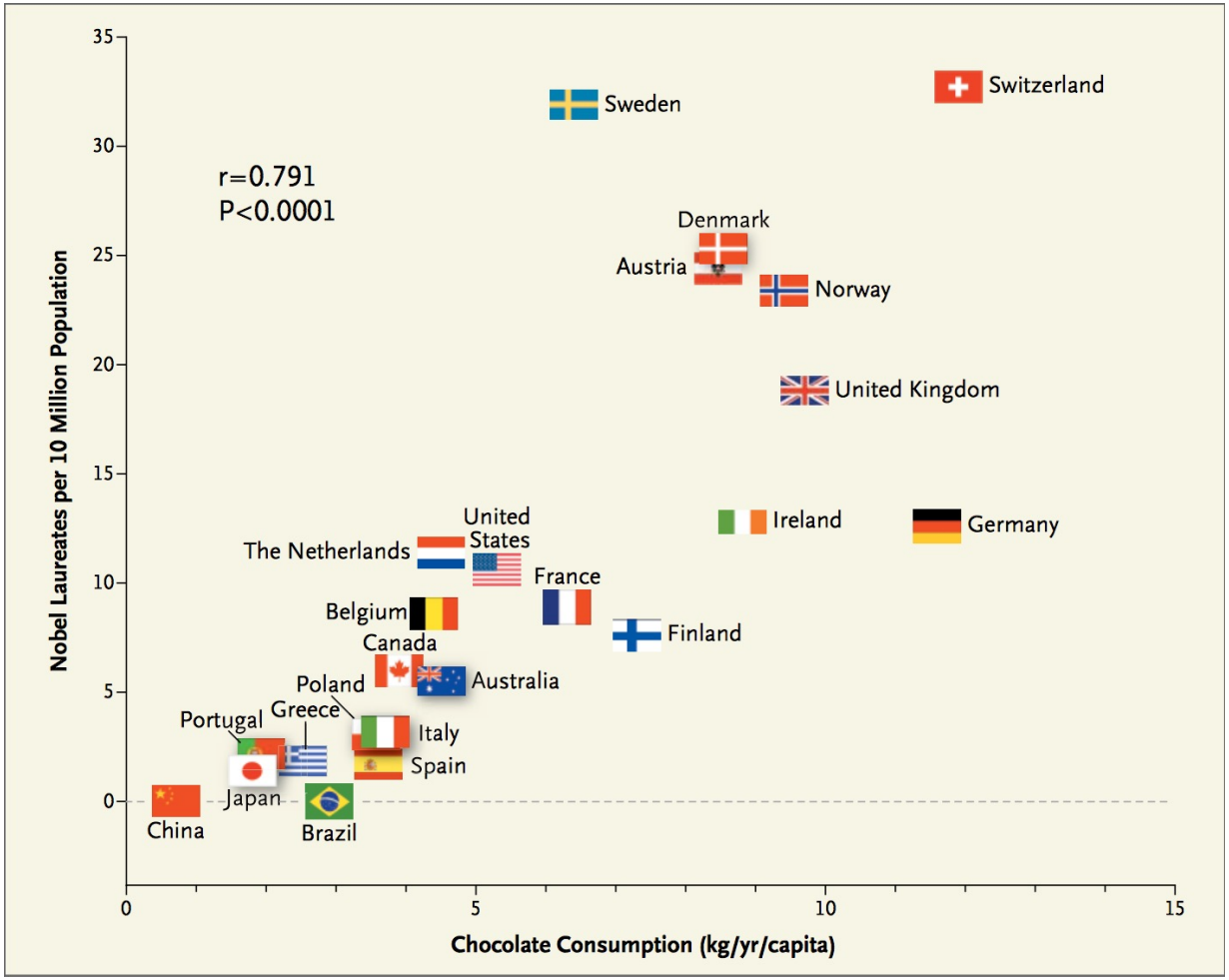


Entwicklung von Autismus in den USA





Schokolade macht klug



- Messerli, 2012: Chocolate Conumption, Cognitive Function, and Nobel Laureates, New England Journal of Medicine