

# Statistik für Digital Humanities

## Statistische Forschung

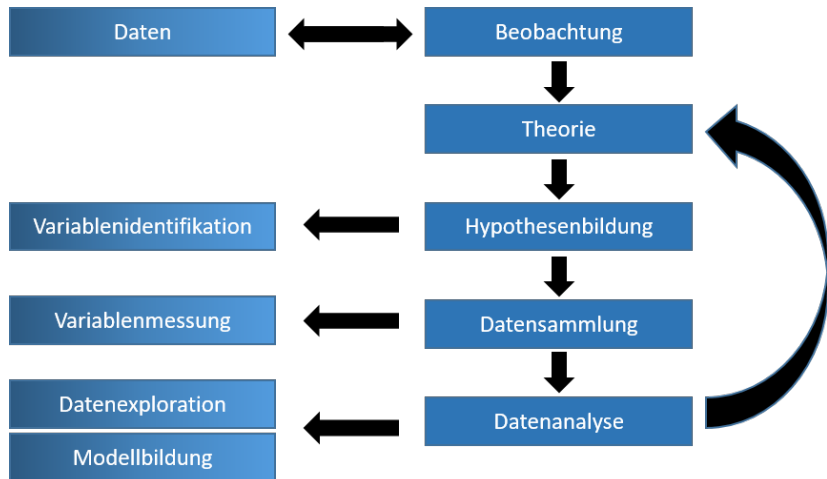
Dr. Jochen Tiepmar

Institut für Informatik  
Abteilung Computational Humanities  
**Universität Leipzig**

21. Oktober 2019

[Letzte Aktualisierung: 12/11/2019, 16:31]

# Statistische Forschung



# Beobachtung

- Subjektive Wahrnehmung eines untersuchenswerten Phänomens in der Welt
- Anhand der Daten verifiziertes Statement über \*etwas\*
  - Big Brother Teilnehmer haben narzisstische Persönlichkeitsstörungen
  - Coca Cola ist ein Spermizid
- Auf Basis verifizierter Beobachtungen werden Theorien gebildet

# Theorien

- Versuch einer Erklärung einer Beobachtung
- Dieselbe Beobachtung kann mehrere Theorien hervorrufen
  - Personen mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung bewerben sich mit erhöhter Wahrscheinlichkeit bei Big Brother.
  - Die Produzenten von Big Brother wählen mit erhöhter Wahrscheinlichkeit Personen mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung.
- Wissenschaftliche Theorien sollten sich anhand empirisch widerlegbarer Hypothesen bestätigen, falsifizieren oder abweisen lassen.

# Hypothesenbildung

- Vorhersage auf Basis einer Theorie
- (Empirisch) widerlegbar
  - Personen mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung bewerben sich mit erhöhter Wahrscheinlichkeit bei Big Brother.
  - Der Anteil derer mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung ist höher bei den Bewerbern bei Big Brother als bei der generellen Öffentlichkeit (1%).
  - Die Produzenten von Big Brother wählen mit erhöhter Wahrscheinlichkeit Personen mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung.
  - Der Anteil derer mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung ist bei den Finalisten höher als bei den anfänglichen Bewerbungen.
- Hypothesen können **gerichtet** (gut, besser, schlechter, dicker) oder **ungerichtet** (abweichend, anders, verändert) sein.

# Beispiel für einen Hypothesentest

|          | No Disorder | Disorder | Total |
|----------|-------------|----------|-------|
| Selected | 3           | 9        | 12    |
| Rejected | 6805        | 845      | 7650  |
| Total    | 6808        | 854      | 7662  |

- Personen mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung bewerben sich mit erhöhter Wahrscheinlichkeit bei Big Brother.  
→ Der Anteil der Personen mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung ist höher bei den Bewerbern bei Big Brother als bei der generellen Öffentlichkeit (1%).
- Die Produzenten von Big Brother wählen mit erhöhter Wahrscheinlichkeit Personen mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung.  
→ Der Anteil derer mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung ist bei den Finalisten höher als bei den anfänglichen Bewerbungen.
- Die Daten bestätigen beide Hypothesen und damit die jeweiligen Theorien.

# Daten und Variablen

- Daten können konstant oder variabel (veränderlich) sein
- Statistik arbeitet idR mit Variablen
- Variablen enthalten konkrete Messwerte
- Hypothesen bestehen oft aus 2 Variablen
  - Ursache → Wirkung
  - Unabhängige Variable → Abhängige Variable
  - Coca Cola → Tote Spermien
- Variation beider Variablen einer Hypothese resultiert in neuer Theorie
- Falls Kausalzusammenhang nicht gegeben (und korrekter)
  - Prädiktor → Ergebnis (outcome)

# Daten und Variablen

- Variablen können stetig und diskret sein
  - stetige Variablen können jeden beliebigen Wert im Intervall annehmen
  - diskrete Variablen können nur vorher konkret definierte Werte annehmen
- (Messungen erzeugen eigentlich immer diskrete Variablen)
- Der Unterschied zwischen *Integer* und *Float* ist ähnlich aber *Float* kann ebenfalls diskret sein
- Bsp.: *Alter* ist stetig aber jede Altersangabe ist diskret
- Für uns gilt: stetig wenn es weiter zerlegbar ist als angegeben, nicht ganzzahlig



# Datenskalierung

- Kategorische Skalierung
- Numerische Skalierung

# Datenskalierung

- Kategorische Skalierung
  - Binär
  - Nominal
  - Ordinal
- Numerische Skalierung

# Binär & Nominal

- z.B. Eigenschaften wie "krank" - "gesund", "Raucher", "Nichtraucher", Geschlecht, Farben, Berufsgruppe, Tierart, Apfelsorte
- jede Beobachtung einer Merkmalsausprägung wird genau einer bestimmten Klasse (Kategorie) zugeordnet
- Klassen können nicht geordnet sondern nur unterschieden werden
- Klassen z.B. durch natürliche Zahlen oder Buchstaben charakterisiert
- Binär: 2 Kategorien (Biologisches Geburtsgeschlecht)

# Ordinal

- z.B. Bewertung durch Noten 1 - 5, Antwortmuster: "stark ablehnend" - "ablehnend" - "unentschieden" - "zustimmend" - "stark zustimmend"
- Platzierungen, Güteklassen, Ratingskalen
- Präferenzstruktur
- Unterschiede zwischen den Werten bzw. Klassen nicht vergleichbar (keine analysierbaren Abstände)
- sinnvolles Ordnen der Beobachtungen möglich
- wenn Klassen, dann üblicherweise durch natürliche Zahlen charakterisiert

# Datenskalierung

- Kategorische Skalierung
- Numerische Skalierung
  - Intervallskalierung
  - Ratio / Absolute Skalierung

# Intervall

- physikalische Größen wie Temperatur in Grad Celsius
- Abstände zwischen den Werten der Skala besitzen eine Bedeutung; Berechnung von Differenzen sinnvoll
- kein absoluter Nullpunkt, deshalb z.B. Aussage: "20 Grad Celsius sind doppelt so warm wie 10 Grad Celsius" unsinnig

# Absolut / Verhältnis

wie Intervallskala, aber mit absolutem Nullpunkt

- Grad Kelvin, Körpergröße, Häufigkeit eines Wortes

# Datensammlung

- Korrelation
  - Ohne Manipulation der Variablen
  - Passive Beobachtung
  - mit Variablenwerten beschriebener Ausschnitt aus Raum und Zeit
- Experiment
  - Gezielte Manipulation von Prädiktoren
  - Messung des Einflusses auf Ergebnis
  - Bspw. Positive Reinforcement oder Bestrafung von Probanden
  - Systematische Variation: Beabsichtigte Änderungen und daraus folgende Effekte
  - Unsystematische Variation: Alles andere (Meta-Lerneffekte, Langeweile)
  - Randomisierung hilft, unbeabsichtigte Effekte zu vermeiden
- Vorsicht vor Drittvariablen
  - Augenscheinlich kausale Korrelationen können durch dritte Variablen ausgelöst werden
  - Korrelation zwischen Brustvergrößerung und Selbstmord
    - vermutete Drittvariable geringes Selbstwertgefühl (Koot et. al, 2003)



# Ausflug Korrelation und Kausalität

Kausalität nach David Hume: (1) Ursache und Wirkung müssen zeitlich nah sein (2) Ursache muss vor der Wirkung passieren (3) Wirkung sollte nicht ohne Ursache auftreten.

- Korrelation

- Kausalität kann nicht festgestellt werden
- Phänomene und Effekte korrelieren (koexistieren) nur
- Unbekannt, was Prädiktor und Ergebnis ist

- Experiment

- Kausalität wird untersucht
- Prädiktor wird anhand Hypothese bestimmt und variiert
- Änderung des Ergebnis nach Variation des Prädiktors kann Kausalzusammenhang bedeuten

- Kausalität wird durch Datensammlung bestimmt, nicht durch mathematische Testverfahren

- Kausalität nicht mathematisch berechenbar

# Variablenmessung

- Variablenmessung ist eine handwerkliche Fehlerquelle
- Qualität der Messung folgt aus der Qualität des richtig ausgewählten Messgerätes
- Korrektheit
  - Wird der Wert korrekt gemessen?
- Verlässlichkeit
  - Erzeugt das Messgerät dieselben Messwerte in denselben Situationen?

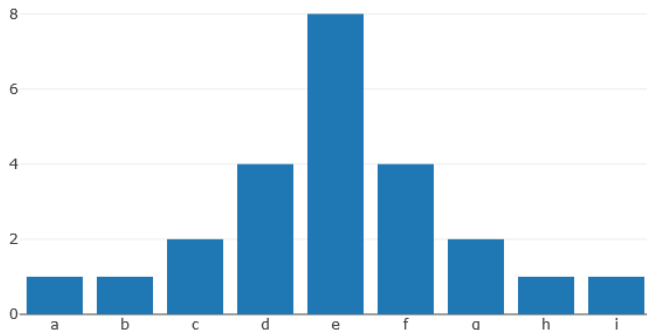
# Datenanalyse

- Datenexploration
  - Häufigkeitsverteilung
  - Mittelwertanalyse
  - Streuungsanalyse
- Modellbildung (Fitting)

# Häufigkeitsverteilung

## Standardfall Normalverteilung

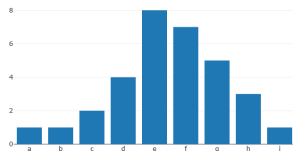
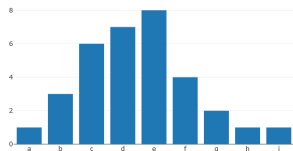
- Masse im Zentrum, viele Einzelwerte im Rand (tail)
- "Glockenkurve"



# Häufigkeitsverteilung

(Nicht ganz) Standardfall Normalverteilung

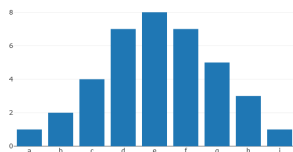
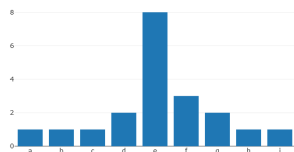
- Verschiebung nach links (positiv) oder rechts (negativ)



# Häufigkeitsverteilung

(Nicht ganz) Standardfall Normalverteilung

- Wölbung (Kurtosis) spitz (positiv, leptokurtic) oder flach (negativ, platykurtic)



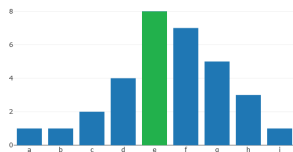
# Grundlegende statistische Maße

## 3 übliche Werte

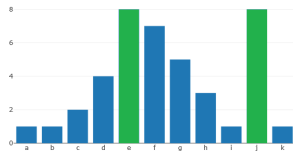
- Modalwert
- Mittelwert
- Median

# Modalwert

Modalwert = Häufigste Variablenausprägung / Maximum der Häufigkeitsverteilung



Bimodal / Multimodal: Mehrere Modalwerte möglich





# Zentrumsmaße

- Arithmetisches Mittel  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_0, x_1, \dots, x_n)}{n}$
- Median  $\tilde{x} = \frac{x_{\lceil \frac{n+1}{2} \rceil} + x_{\lfloor \frac{n+1}{2} \rfloor}}{2}$ 
  - Obermedian  $\tilde{x}_o = x_{\lceil \frac{n+1}{2} \rceil}$
  - Untermedian  $\tilde{x}_u = x_{\lfloor \frac{n+1}{2} \rfloor}$
- Median robust gegenüber Extremwerten
- Modalwert und Median ignorieren Großteil der in den Daten enthaltenen Information

# Median und Mittelwert Beispiele

Anzahl der Facebook Freunde:

$$X = \{22, 40, 53, 57, 93, 98, 103, 108, 116, 121, 252\}$$

$$- \bar{x} = \frac{22+40+53+57+93+98+103+108+116+121+252}{11} = \underline{96.64}$$

$$- \tilde{x} = 22, 40, 53, 57, 93, \overline{98}, 103, 108, 116, 121, 252 = \underline{98}$$

$$X = \{22, 40, 53, 57, 93, 98, 103, 108, 116, 121, \cancel{252}\}$$

$$- \bar{x} = \frac{22+40+53+57+93+98+103+108+116+121}{10} = \underline{81.10}$$

$$- \tilde{x} = 22, 40, 53, 57, \overline{93, 98}, 103, 108, 116, 121 = \underline{95.5}$$

# Ausflug Mittelwert und Erwartungswert

- Arithmetisches Mittel  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_0, x_1, \dots, x_n)}{n}$
- Erwartungswert  $E =$  Mittel aller möglichen Ausprägungen

Beispiel: 6 seitiger Würfel 5 mal geworfen:  $X = \{1, 2, 3, 5, 6\}$

- $\bar{x} = \frac{1+2+3+5+6}{5} = 3.4$
- $E = \frac{1+2+3+4+5+6}{6} = 3.5$

# Streuung

- Range  $R = x_{max} - x_{min}$
- Sehr anfällig für Extremwerte, deshalb
- $R_m = m$  Extremwerte an beiden Seiten ignorieren
- Interquartilsabstand / Interquartile Range  $R_{25\%} = 25\%$  bei  $x_{max}$  und  $x_{min}$  ignorieren
  - Lower Quartile Q1: 25 %
  - Median  $\tilde{x}$  : 50 %
  - Upper Quartile Q3: 75 %
- Achtung: Informationsverlust

# Range Beispiele

Anzahl der Facebook Freunde:

$$X = \{22, 40, 53_{Q1}, 57, 93, 98_{\bar{x}}, 103, 108, 116_{Q3}, 121, 252\}$$

$$- R = x_{max} - x_{min} = 252 - 22 = \underline{230}$$

$$- R_1 = x_{max-1} - x_{min+1} = 121 - 40 = \underline{81}$$

$$- R_{25\%} = x_{max_{25\%}} - x_{min_{25\%}} = 116 - 53 = \underline{63}$$

# Modellbildung

- Experimentelle (alternative) Hypothese  $H_1$  = ursprüngliche Hypothese
  - Der Anteil der Personen mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung ist höher bei den Bewerbern bei Big Brother als bei der generellen Öffentlichkeit (1%).
- Nullhypothese  $H_0$  = Verneinung von  $H_1$ 
  - Der Anteil der Personen mit narzisstischer Persönlichkeitsstörung bei den Bewerbern für Big Brother ist kleiner/gleich dem Anteil in der generellen Öffentlichkeit (1%).
- Beweis von  $H_1$  mit Statistik nicht möglich, aber Ablehnung von  $H_0$  für unser Experiment
- "Unsere Stichprobe wäre unwahrscheinlich, wenn  $H_0$  wahr wäre, daher ist  $H_1$  wahrscheinlicher."