



# Empirische Methoden für Informatiker

## Teil 1: Motivation und Einfuehrung

Christian Kästner  
Stefan Hanenberg





Welche gesicherten Erkenntnisse haben wir?

# Welche gesicherten Erkenntnisse haben wir?

---

Was wissen Sie ueber die folgenden Themen?

Was wurde Ihnen dazu in Vorlesungen vermittelt?

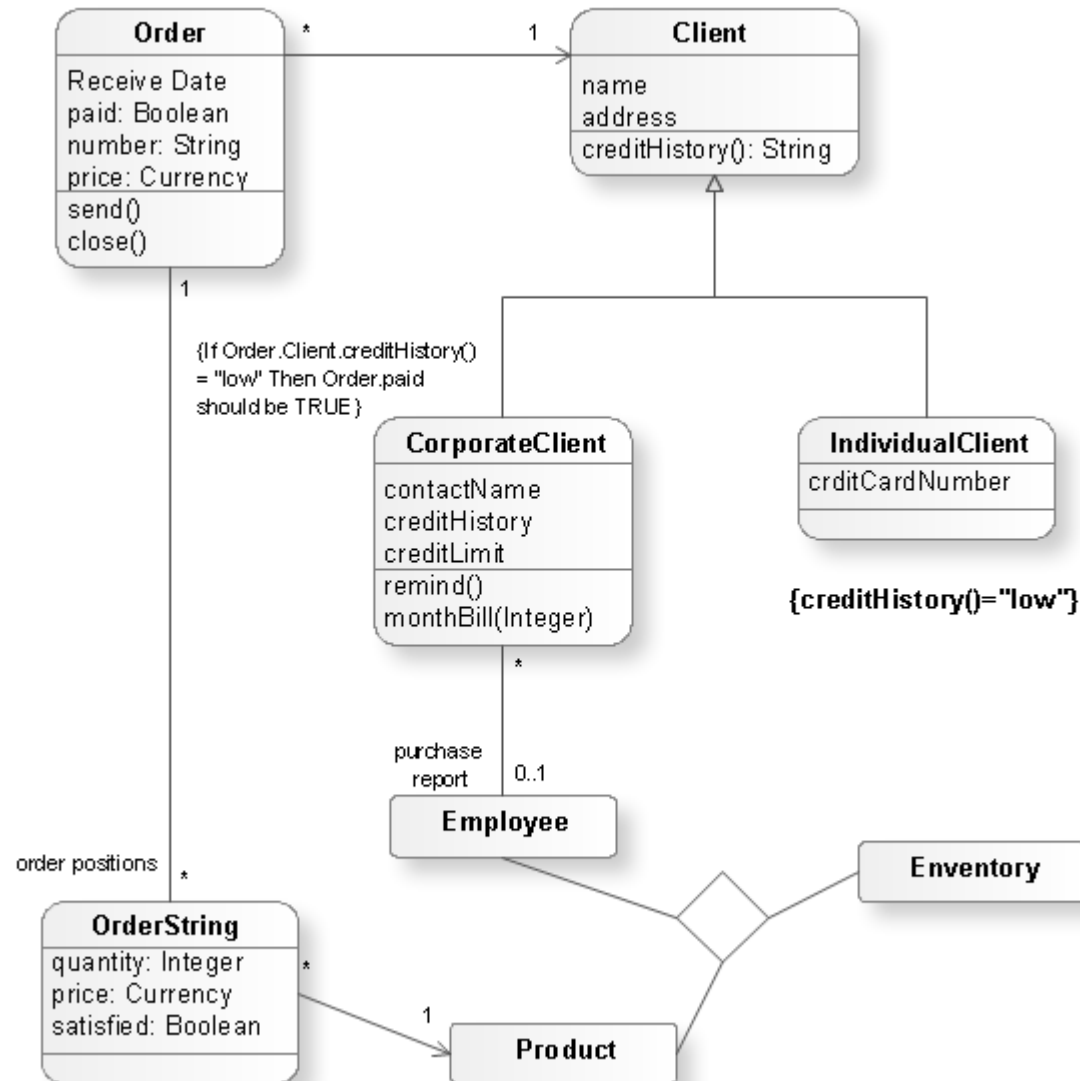
Welche Belege kennen Sie dafuer (aus der Vorlesung oder sonstiges)?

Deckt sich das mit Ihrer Erfahrung?

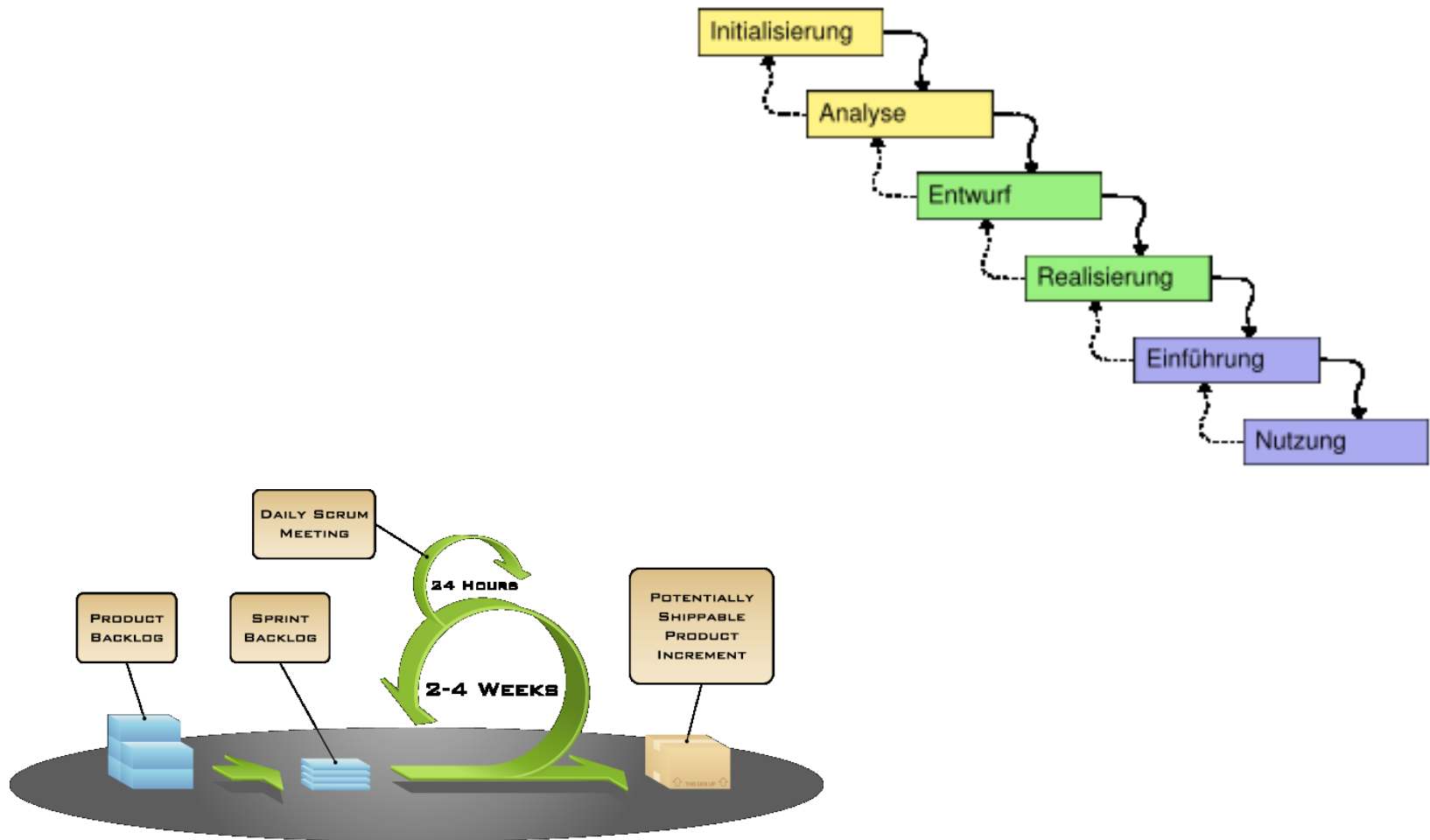
Welche Belege wuerden Sie ueberzeugen?



# UML



# Entwicklungsprozesse



COPYRIGHT © 2005, MOUNTAIN BOAT SOFTWARE

# Sortierverfahren

---

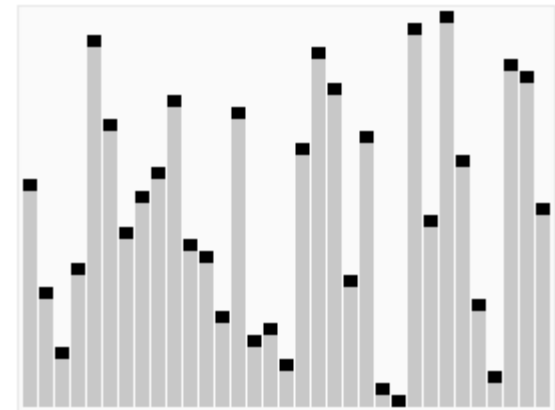
Quicksort

$O(n \log n)$

Insertion Sort

$O(n^2)$

Merge Sort



# Pair Programming

---





# NoSQL

---



# Programmiersprachen

---



Assembler



# Hardware-Performance

Amazon.de: fast usb - Opera

Opera Amazon.de: fast usb

Web www.amazon.de/s

Search with Google

amazon.de

Hallo, Christian Kästner. Wir haben [Empfehlungen](#) für Sie. ([Ausloggen](#))

Christians Amazon Sonderangebote Wunschzettel Gutscheine Geschenke

Amazon Gutscheine verschicken oder drucken

Mein Konto Hilfe Impressum

Alle Kategorien ansehen

Suche Alle Kategorien sd karte 16gb

Amazon.de Gutscheine Bestseller Sonderangebote Outlet Amazon Spar-Abo Jetzt verkaufen

**Kategorie**

**Elektronik & Foto**

SecureDigital-Cards  
miniSD-Karten  
Micro SD Speicherkarten

**Computer & Zubehör**

Zubehör

+ Alle 13 Kategorien

**Versandoption** (Was ist das?)  
Kostenlose Lieferung ab EUR 20 Bestellwert

**Lieblingslisten**


Lieblingslisten  
Ihre eigene Liste hier erstellen  
so gehts  
Legen Sie Ihre eigene Lieblingsliste an

Suche Lieblingslisten

**"sd karte 16gb"**

**Meinten Sie: [sd karte 16 gb](#)**

1-16 von 4.856 Ergebnissen Sortieren in [Elektronik & Foto](#) nach [Beste Ergebnisse](#) | [Beliebtheit](#) | [Preis: aufsteigend](#) | [Mehr](#)


- 

**SanDisk SD SDHC 16GB Class 4 Speicherkarte** von SanDisk

Neu kaufen: **EUR 10,49**  
93 neu ab EUR 9,99 1 gebraucht ab EUR 39,98

Auf Lager.

★★★★☆ (438)

[Elektronik & Foto: Alle 3.206 Artikel ansehen](#)
- 

**Transcend Extreme-Speed SDHC Class 10 16GB Speicherkarte [Amazon Frustrfreie Verpackung]** von Transcend


Neu kaufen: ~~EUR 15,99~~ **EUR 12,77**

Lieferung bis **Mittwoch, 11. April**: Bestellen Sie innerhalb der nächsten **55 Stunden** per Morning-Express.

★★★★☆ (138)

**Kostenlose** Lieferung möglich.

**Produktmerkmale** – "... zu dem **SD 2.0** Standard Lieferumfang: SDHC Class 10 **16GB** ..."

[Computer & Zubehör: Alle 1.622 Artikel ansehen](#)
- 

**SanDisk Extreme SDHC 16GB Class 10 Speicherkarte** von SanDisk

Neu kaufen: **EUR 17,44**  
90 neu ab EUR 17,44

Auf Lager.

★★★★☆ (510)

[Elektronik & Foto: Alle 3.206 Artikel ansehen](#)

# Software Testing

---



# Entwicklerverteilung

---



# Anforderungsanalyse

---



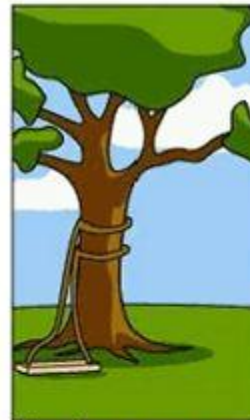
How the customer explained it



How the project leader understood it



How the engineer designed it



How the programmer wrote it



How the sales executive described it



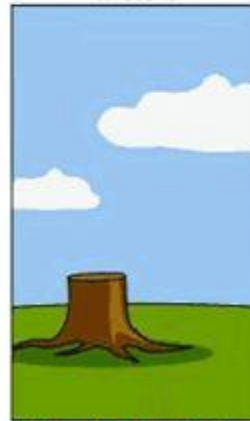
How the project was documented



What operations installed



How the customer was billed



How the helpdesk supported it



What the customer really needed



# Exkurs: Fallgeschwindigkeit

---



---

Erklären

# Theorie

Vorhersagen





# Aufgabe

---

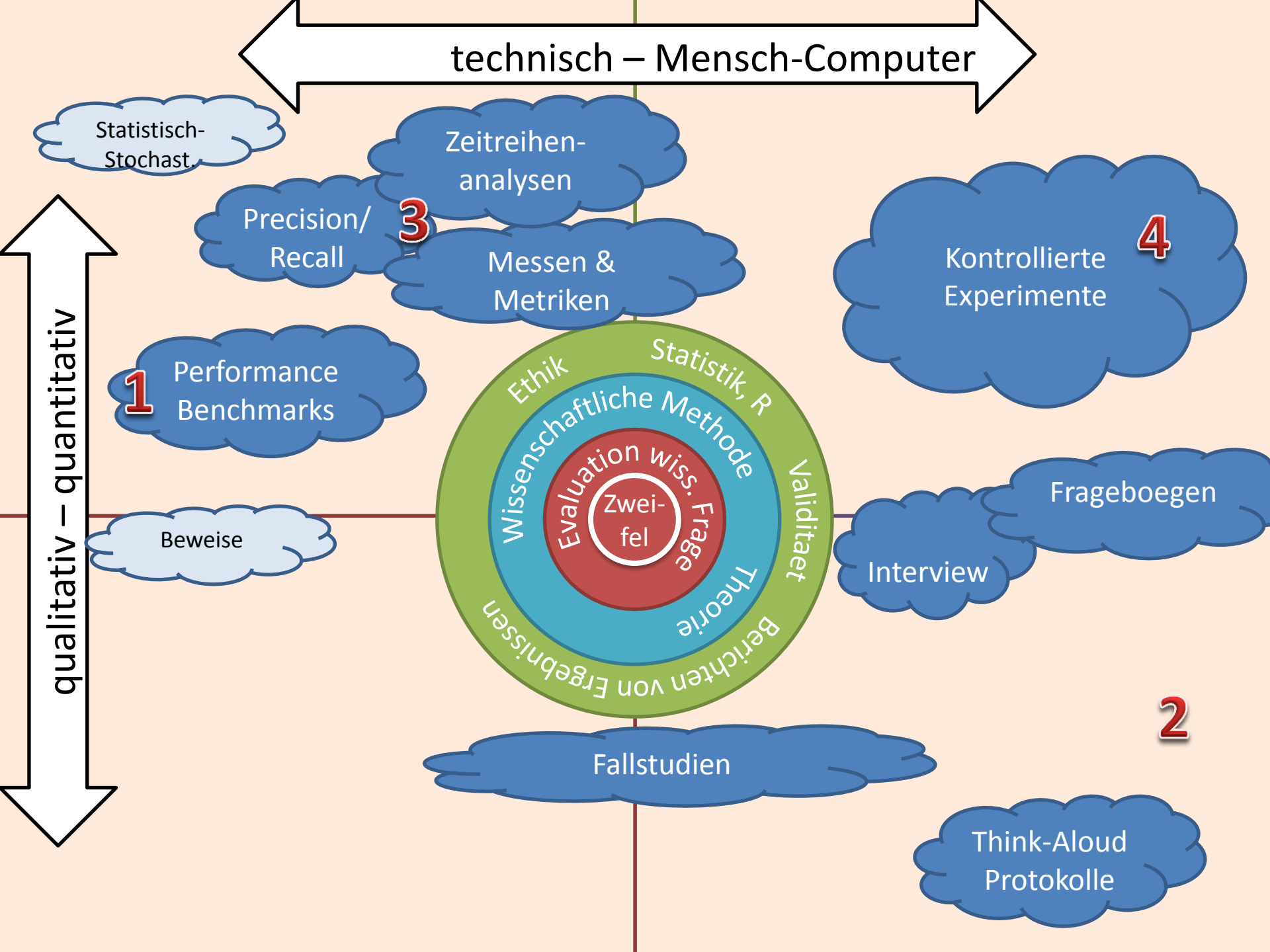
- Nennen Sie eine Ihnen bekannte Technik
- Schreiben Sie zu dieser Techniken mindestens eine Aussage/Theorie auf, die mit dieser Technik verbunden wird
- Nennen Sie (nicht ausdenken!) einen Beleg, anhand dessen die Gültigkeit dieser Aussage festgemacht wird



# Ziel der Vorlesung

---

- Wissenschaftliche Methode
- Uebersicht ueber verfuegbare Methoden
- Diskussion Vor- und Nachteile
- Anwendbar auf Fragestellungen der Informatik (z.B. in Abschlussarbeiten, Promotion, und Beruf)
- Von Meinungen/Plausibilitaet zu Neutralitaet/Objektivitaet
  - Aussagen Treffen und Belegen





# Empirie in der Informatik

(adaptiert von Lutz Prechelt)



---

# Empirisch

“Aus der Beobachtung”

Im Gegensatz zu

Aus Theoretischen Ueberlegungen

Aus Intuition

Aus Zufälliger Auswahl



---

**The scientist** *builds in order to study;*  
**the engineer** *studies in order to build.*

F. Brooks

**COMMUNICATIONS OF THE ACM** March 1996/Vol. 39, No. 3



---

**Theorie** – Formale Beschreibung

**Konstruktion** – Artefakte Erzeugen

**Empirie** – Beobachten, Experimentieren

---



---

# Naturwissenschaftler

Verständnis als Ziel (Fakten, Zusammenhänge)  
Konstruktion als Mittel soweit notwendig

# Ingenieure

Konstruktion von Nützlichem als Ziel,  
Verständnis als Mittel zum besseren Konstruieren





---

Nuetzliches

Konstruktion

Theorie

Empirie



---

# Mathematiker

Theoriegetrieben

# Sozialwissenschaftler

Theorie aus Empirie



---

# Informatiker

Wurzel in der Mathematik (Theorie)

Elektrotechnik (Electrical Engineering)

Heute, grosser Ingenieursanteil in vielen Bereichen

Benutzung durch Menschen (Psychologie, Politik, ...)

Zunehmende Bedeutung der Empirie





# Organisatorisches





# Veranstaltungsform

---

Vorlesung + Uebung gemischt

Diskussion jederzeit erwuenscht!

Gemeinsame Erarbeitung und Diskussion,

teils in Kleingruppen

teils am Computer

Diskussion von Forschungsbeitraegen (engl. Literatur)

(Moeglichkeiten fuer Seminar-aehnliche Vortraege)

Projekt: Anwendung an einem Beispiel

Raum fuer Mitgestaltung



# Formales

---

4 SWS, 6 CP

Muendliche Abschlusspruefung

Zulassung:

- Bearbeitung von Hausaufgaben, insb. Lesen von Forschungslit.

- Vorstellen von Uebungsergebnissen

- Teilnahme an Experimenten (mind. Anwesenheit)

- Durchfuehrung eines selbstgewaehlten Projekts (empirische Evaluierung)

Vortraege zu Spezialthemen moeglich

Auf Wunsch kann Projekt benotet werden und zu 50% die Endnote verbessern.



# Literatur

---

Verschiedene Forschungsliteratur, wird jeweils bekannt gegeben

## Methoden

Bortz und Döring. Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler. 2. Aufl. Springer, 2006.

Beliebiges Statistikbuch (ggf. auch Wikipedia): z.B.

Bortz und Schuster. Statistik fuer Human- und Sozialwissenschaftler. 7 Auflage. Springer, 2011.  
(viele Exemplare in Zentralbibliothek, zudem aus dem Uninetz online Verfuegbar)

Robert A. Donnelly Jr. The Complete Idiot's Guide to Statistics. Alpha, 2007

---





# Werkzeuge

---

Java

R (<http://www.r-project.org/>)





1. Name, Studiengang, Semester
2. Interesse am Thema
3. Bisherige Erfahrungen
  1. Teilname an Experimenten
  2. Bachelorarbeit (Evaluierung)
4. Themenwunsche



# Beweise vs. Empirie



# Mathematische Beweise vs. Empirie

---

Beweise ueber  
geschlossenes System  
Formalisierung der  
Aussage und des  
Forschungsgegenstands  
z.B. vollstaendige  
Induktion

Unanfechtbar

Nicht immer  
formalisierbar

z.B. Interaktion mit  
Menschen

Ergebniss beobachtbar,  
nicht beweisbar

Kein finales Ergebniss

Belege sammeln

Falsifikation



# Probleme: Beispiel 1 - Objektorientierung

---

- ▶ „Object-Orientation is close to the natural perception of the real world: viewed as consisting of objects with properties and actions“ <sup>1</sup>
- ▶ Artefakt: Objektorientierung
  - ▶ Nicht formalisiert (als Konzept vielleicht nicht einmal formalisierbar)
- ▶ Aussage: Objektorientierung ~ Wahrnehmung
  - ▶ Weder linke Seite, noch rechte Seite formalisiert
  - ▶ Rechte Seite (Wahrnehmung des Menschen) vielleicht nicht einmal formalisierbar (Stand 2012 AD)

<sup>1</sup> Madsen , O. L., Moller-Pedersen , B. What object-oriented programming may be - and what it does not have to be. In *Proceedings of European Conference on Object-Oriented Programming (ECOOP'88) (1988)*, Springer, pp. 1–20.

---

# Probleme: Beispiel 1

---

- ▶ Ergebnis

- ▶ Aussage lässt sich somit mittels klassischer Ansätze nicht belegen

- ▶ Resultierende Frage

- ▶ Lässt sich die Güte der Objektorientierung begründen (oder widerlegen)?



# Probleme: Beispiel 2 - Typsysteme

---

- ▶ „Typbeständigkeit ist wichtig, weil Diszipliniertheit zum Entwurf klarer und wohlstrukturierter Programme beiträgt.“<sup>2</sup>
- ▶ Artefakt:  
Gegebenes Typsystem (prinzipiell formalisierbar)
- ▶ Aussage:  
Typsystem => klares, wohlstrukturiertes Programm (?)
  - ▶ Aussage nicht formalisiert (vielleicht nicht formalisierbar?)
  - ▶ „Implikation“ mathematisch ungültig

---

<sup>2</sup> Bird, R., Wadler, P., *Einführung in die funktionale Programmierung*, Carl Hanser Verlag, 1. Aufl. (deutsch), 1992, p. 8.

# Probleme: Beispiel 2

---

- ▶ Ergebnis

- ▶ Aussage lässt sich mittels klassischer Ansätze nicht belegen

- ▶ Resultierende Frage:

- ▶ Lässt sich Güte des (gegebenen) Typsystems nachweisen / belegen?





# Probleme: Beispiel 3 - Entwurfsmuster

---

- ▶ „Entwurfsmuster lösen viele Probleme, auf welche die Softwareentwickler bei ihrer täglichen Arbeit stoßen.“ <sup>3</sup>
- ▶ Artefakt:  
Entwurfsmuster (vielleicht formalisierbar?)
- ▶ Aussage:  
Entwurfsmuster=> weniger Probleme für Entwickler
  - ▶ Aussage nicht formalisiert...

---

<sup>2</sup> Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J. Entwurfsmuster – Elemente wiederverwendbarer objektorientierter Programmierung, Addison-Wesley, 1996



# Aufgabe

Erarbeiten Sie, wie sich Ihrer Ansicht nach die Aussage

*„Die Objektorientierung steigert die Effizienz des Entwicklers.“*

begründen oder widerlegen ließe.



# Problem des Faktors Mensch

---

- ▶ Mensch wichtig in der Softwareentwicklung
- ▶ Menschliches Verhalten i.d.R. nicht deterministisch
  - ▶ Stimmung, Tagesform, ...
- ▶ Individuelle Schwankungen schwer bestimmbar
- ▶ Großer Unterschied (wahrscheinlich) zwischen Individuen
  - ▶ Fähigkeit, Vorbildung, persönliche Präferenzen, ...
- ▶ Viele (möglicherweise kausale) Zusammenhänge derzeit nicht bekannt
  - ▶ Wann macht jemand Fehler beim Programmieren?
  - ▶ Ab wann ist ein Programm weniger verständlich?
  - ▶ ...



# Nicht beweisbare, aber beobachtbare Aussagen

---

- ▶ Beispiel 1

*„Copy & Paste verursacht Fehler“* [Ref]

- ▶ Verhalten von Benutzern (Fehler) nicht beweisbar
  - ▶ kein formales Modell für Benutzer verfügbar
- ▶ Verhalten von Benutzern beobachtbar
  - ▶ Bei Entwicklung (ggf. nach Entwicklung) kann überprüft werden, ob Fehler mit Copy&Paste zusammenhängen



# Beobachtung als Methode

---

## ► Empirie (Wikipedia):

*Unter Empirie (von griechisch empeiria „Erfahrung, Erfahrungswissen“) wird in der Wissenschaft eine im Labor oder im Feld durchgeführte Sammlung (oft Erhebung) von Informationen verstanden, die auf gezielten, systematisch verlaufenden Untersuchungen beruht. Der Begriff der Empirie wird auch im Zusammenhang mit den Ergebnissen solcher Forschungen, nämlich den empirischen Daten, verwendet.*



# Empirie – Erste Schritte (1)

---

- ▶ Singuläre Beobachtungen?
  - ▶ Kann eine einzelne Beobachtung zur Stützung einer Aussage herangezogen werden?
  - ▶ Beispiel 1
    - ▶ Schreiben Sie „Hello World“ in Java. Lassen Sie ihren Nachbarn „Hello World“ in Python schreiben. Wer braucht länger?
    - ▶ Stützt dies eine Aussage pro Java oder pro Python?
  - ▶ Beispiel 2
    - ▶ Schreiben Sie „Hello World“ in Java. Schreiben sie morgen „Hello World“ in Python. Schreiben Sie übermorgen „Hello World“ in Java. Messen Sie die Entwicklungszeit
    - ▶ Entwicklungszeit am Tag 3 wird unterschiedlich sein als Zeit am Tag 1 und 2. Lässt sich daraus etwas folgern?
- ▶ ...eher nicht....



# Empirie – Erste Schritte (2)

---

- ▶ Subjektive Wahrnehmung?
  - ▶ Kann die persönliche Meinung dazu genutzt werden, um eine Aussage zu bestätigen?
  - ▶ Beispiel 1
    - ▶ Nehmen Sie an, dass Sie ein glühender Verfechter der Sprach NewLang1 sind. Nehmen Sie an, dass ihr Nachbar auch ein glühender Verfechter von NewLang1 ist. Folgt daraus eine Aussage pro NewLang1?
  - ▶ Beispiel 2
    - ▶ Nehmen Sie an, dass eine Umfrage ergeben hat, dass die meisten Entwickler NewLang1 befürworten. Folgt daraus eine Aussage pro NewLang1?
- ▶ ...eher nicht....



# Empirie – Offenkundige Fragen

---

- ▶ Wie lassen sich Beobachtungen als wissenschaftliche Methode einsetzen?
  
- ▶ **Empirische Methoden**
  - ▶ Datenerhebungen?
    - ▶ Welche Daten können wie und wo erhoben werden?
  - ▶ Qualitative vs. quantitative Beobachtungen?
    - ▶ Welche Art von Information kann erhoben werden?
  - ▶ Logik der empirischen Forschung?
    - ▶ Wie leiten sich aus Daten Aussagen oder Widersprüche ab?
  - ▶ Experimente, Feldstudien, Fallstudien, etc.?
    - ▶ Unter welchen Bedingungen leiten sich welche Aussagen / Widersprüche ableiten?





