

- die Notwendigkeit zur empirischen Forschung in der Softwaretechnik erkennen
- prinzipielles Vorgehen verstehen
- (irgendwann einmal) empirisch forschen können

*Experimentation in software engineering is necessary but difficult.
Common wisdom, intuition, speculation, and proofs of concept
are not reliable sources of credible knowledge.*

– V.R. Basili, 1999

Motivation

- Wir wollen genau wissen, ob und unter welchen Randbedingungen eine Methode funktioniert.
- Forschung
 - beweist durch logische Schlüsse
 - oder aber beobachtet, experimentiert und misst.
- Messung ist sorgfältige Beobachtung mit größtmöglicher Präzision, Zuverlässigkeit und Objektivität
- Messungen identifizieren neue Phänomene, testen Hypothesen oder leiten uns bei der Anwendung von Modellen und Methoden

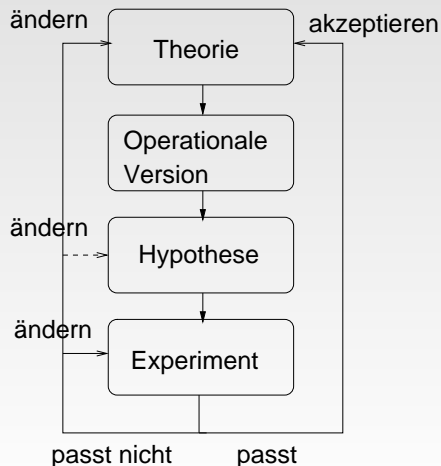
Motivation

- Wir wollen genau wissen, ob und unter welchen Randbedingungen eine Methode funktioniert.
- Forschung
 - beweist durch logische Schlüsse
 - oder aber beobachtet, experimentiert und misst.
- Messung ist sorgfältige Beobachtung mit größtmöglicher Präzision, Zuverlässigkeit und Objektivität
- Messungen identifizieren neue Phänomene, testen Hypothesen oder leiten uns bei der Anwendung von Modellen und Methoden

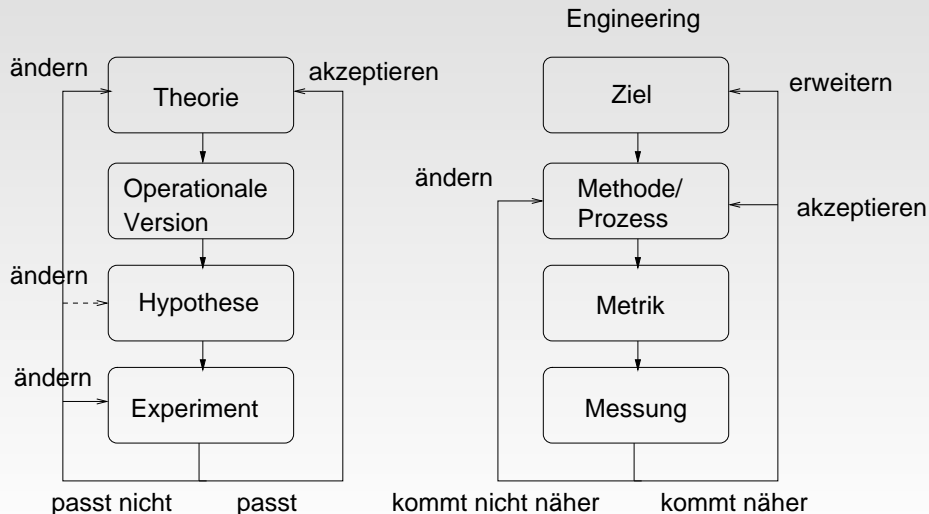
Empirische Untersuchungen.

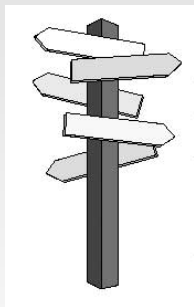
Methoden, die von Menschen angewandt werden, können nur empirisch untersucht werden.

Wissenserwerb in Wissenschaft und Engineering



Wissenserwerb in Wissenschaft und Engineering





Teil I

Empirische Untersuchungsmethoden

Umfragen und Erhebungen:

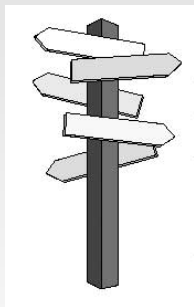
- Datenerfassung mit Fragebögen oder ethnographische Studien
- können auch a-posteriori durchgeführt werden
- dienen oft der Bildung von Hypothesen für nachfolgende Fallstudien oder kontrollierte Experimente
- fundierte Methoden zur Datenerhebung und -validierung notwendig
- entstammen den Sozialwissenschaften und kognitiven Wissenschaften

Fallstudien (Quasi-Experimente):

- In-Vivo-Experiment oder Feldstudien mit Hypothese
- eingebettet in echte Projekte und damit weniger kontrolliert
- Herausforderung: zu messen, ohne den Verlauf zu verfälschen

kontrollierte Experimente (In-Vitro-Experiment):

- finden in kontrollierter Testumgebung statt
- Hypothese wird falsifiziert oder bestätigt (mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit)
- unabhängige Variablen: Eingabeparameter, die im Experiment variiert werden
- abhängige Variablen: Ausgabeparameter, die gemessen werden



Teil II

Bestandteile eines Experiments

1. Festlegung der Ziele

Aspekte:

- ① Objekt der Studie (z.B. Entwurf, Codierung, Test)
- ② Zweck der Studie (z.B. Vergleich, Analyse, Voraussage)
- ③ Fokus der Studie (z.B. Effektivität, Effizienz)
- ④ Standpunkt (z.B. Praktiker, Forscher)
- ⑤ Kontext (z.B. Erfahrung der Teilnehmer, verwendete Elemente, Umgebung)

Bestandteile eines Experiments

1. Festlegung der Ziele

Aspekte:

- ① Objekt der Studie (z.B. Entwurf, Codierung, Test)
- ② Zweck der Studie (z.B. Vergleich, Analyse, Voraussage)
- ③ Fokus der Studie (z.B. Effektivität, Effizienz)
- ④ Standpunkt (z.B. Praktiker, Forscher)
- ⑤ Kontext (z.B. Erfahrung der Teilnehmer, verwendete Elemente, Umgebung)

Kontext → unabhängige Variablen

Fokus → abhängige Variablen

2. Formulierung einer testbaren Hypothese

„Methode M ist geeignet für Aufgabe A“

versus

„Methode M benötigt weniger Zeit als Methode N, um Aufgabe A zu erledigen“

2. Formulierung einer testbaren Hypothese

„Methode M ist geeignet für Aufgabe A“

versus

„Methode M benötigt weniger Zeit als Methode N, um Aufgabe A zu erledigen“

Null-Hypothese (Negation der Hypothese):

„Es gibt keinen Unterschied zwischen M und N, um Aufgabe A zu erledigen“

Wenn Null-Hypothese widerlegt ist, wird Hypothese bestätigt (mit einem gewissen Grad an Konfidenz)

3. Aufbau des Experiments

- Korrelation versus Kausalität
- Validität
 - interne: es werden tatsächlich nur die Beziehungen zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen gemessen (z.B. Lerneffekte, zeitliche Aspekte, Auswahl der Teilnehmer)
 - externe: Übertragbarkeit (z.B. Studenten versus Praktiker)
- Identifikation aller unabhängiger und abhängiger Variablen
- Randomisierung

→ viele Bücher zu Standard-Designs abhängig von den Rahmenbedingungen

Bestandteile eines Experiments

4. Analyse und Validierung der Resultate

- Auswertung durch statistische Methoden (Korrelationen und Regressionsanalyse)
- Problem des geringen Datenumfangs
 - parametrische statistische Tests setzen bestimmte Verteilung voraus
 - meist nur nicht-parametrische statistische Tests adäquat, weil keine Verteilung voraus gesetzt wird (insbesondere für Nominal- bis Ordinalskalen)
- quantitative Analyse oft ergänzt durch qualitative
- Validierung
 - Befragungen der Teilnehmer, um sicher zu stellen, dass sie alle Fragen verstanden haben
 - Untersuchung statistischer Ausreißer
- Benchmarking schwierig, weil Firmen ihre Daten ungern veröffentlichen

5. Replikation

- Wiederholung, um „Glückstreffer“ auszuschließen
- Experiment muss detailliert beschrieben sein
- bedauerlicherweise schwer zu veröffentlichen, weil keine neuen Ergebnisse präsentiert werden

6. Ethische Fragen

- keine Teilnahme ohne explizite Einwilligung
- kein Missbrauch
- Anonymität muss gewährt werden (doppelt blind)
- kein materieller oder sonstiger Gewinn (Bezahlung, Gehaltserhöhung, gute Note etc.)

7. Grenzen der experimentellen Forschung

- hoher Aufwand (allerdings: Lernen ohne Experimente ist auch teuer)
- Abhängigkeit von menschlichen Versuchsteilnehmern
 - Studenten haben möglicherweise nicht die Erfahrung
 - Praktiker haben wenig Zeit
- Transferierbarkeit der Resultate
 - Software-Projekte haben eine Unzahl möglicher Variablen
 - nicht alle sind kontrollierbar
 - und wenn sie kontrolliert sind, treffen sie möglicherweise nicht auf andere Umgebungen zu

8. Beschaffenheit empirischer Forschung

- in der Softwaretechnik erst seit ungefähr 1980 als wesentliche Disziplin anerkannt
- heute: Konferenzen und Zeitschriften
- Verschiebung weg von rein mathematischen Methoden
- Mehrzahl der Probleme der Softwaretechnik sind nicht mathematischer Art, hängen vielmehr von Menschen ab

- 1 Endres und Rombach 2003** ENDRES, Albert ; ROMBACH, Dieter: *A Handbook of Software and Systems Engineering*. Addison Wesley, 2003
- 2 Lienert 1973** LIENERT, G.A.: *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik*. Meisenheim am Glan, Germany : Verlag Anton Hain, 1973.
– wird leider nicht mehr aufgelegt
- 3 Winner u. a. 1991** WINNER, B.J. ; BROWN, Donald R. ; MICHELS, Kenneth M.: *Statistical Principles in Experimental Design*. 3rd edition. McGraw-Hill, 1991 (Series in Psychology)