



FAKULTÄT FÜR  
INFORMATIK

# Schlüsselkompetenzen III

## Wissenschaftliches Arbeiten III

Graham Horton

# Inhalt

## Inhalt der Vorlesung heute:

- Was ist Wissenschaft? (aus SchlüKo II)
- Die Top–Drei Fehler von Studenten
- Die Grundstruktur wissenschaftlicher Arbeiten
- Das Thesis Proposal

# Was ist Wissenschaft?

*In the broadest sense, science (from the Latin "to know") refers to any systematic methodology which attempts to collect accurate information about reality and to model this in a way which can be used to make reliable, concrete and quantitative predictions about future events and observations.*

(Aus Wikipedia)



# Was ist Wissenschaft?

## Was ist Forschung?

- *Die geistige Tätigkeit mit dem Ziele, in methodischer, systematischer und nachprüfbarer Weise neue Erkenntnisse zu gewinnen.*

(Aus einem Bericht des Bundesverfassungsgerichtes)

# Wissenschaft heißt Fragen

## Das Ziel der Wissenschaft ist der Erkenntnisgewinn

- Wissenschaft = Wissen schaffen

## Darum sind wissenschaftliche Projekte meistens ein Versuch, ...

- eine Frage zu beantworten!

## Beispiele:

- *Eignet sich die Methode X zur Lösung des Problems Y?*
- *Was funktioniert besser, Verfahren X oder Verfahren Y?*
- *Kann die Theorie X die Beobachtung Y erklären?*

# Fehler #1

## Fehler #1 bei studentischen Abschlussarbeiten:

- Sie beantworten keine Frage!

## Eine wiss. Arbeit ist nicht ...

- bloß eine Tätigkeitsbeschreibung!

# Ingenieurwissenschaft

## Was ist Ingenieurwissenschaft (*Engineering Science*)?

### Die Definition der Engineers' Council for Professional Development (USA):

- *The creative application of scientific principles*
- *to design or develop structures, machines, apparatus, or manufacturing processes [...]*
- *all as respects an intended function, economics of operation and safety to life and property.*

# Ingenieurwissenschaft

## Typische Forschungsaufgaben für einen Ingenieur:

- Einen Apparat entwerfen
- Einen Algorithmus entwickeln
- Zwei Verfahren vergleichen
- Eine bestimmte Methode auf ein bestimmtes Problem anwenden

## Die Forschungsfragen haben demzufolge zu tun mit ...

- Funktionalität
- Effizienz



# Ingenieurwissenschaft

Typische Fragen in einer Arbeit könnten demzufolge lauten...

- *Wie effizient ist die Methode  $\langle X \rangle$ ?*
- *Eignet sich Methode  $\langle X \rangle$  für Problem  $\langle Y \rangle$ ?*
- *Was ist die optimale Konfiguration für System  $\langle X \rangle$ ?*
- *Wie könnte eine Lösung für Problem  $\langle X \rangle$  aussehen?*

# Ingenieurwissenschaft

Wir müssen uns also mit Fragen der folgenden Art beschäftigen:

- *Was heißt in diesem Fall "effizient"?*
- *Was heißt hier "geeignet"?*
- *Was heißt in diesem Fall "optimal"?*
- *Was muss gemessen werden und warum?*
- *Was sind die wichtigen Parameter bei diesem Problem?*

Die allgemeine Form dieser Fragen lautet:

- *Was sind meine Erfolgskriterien?*

# Die Entwicklung eines Algorithmus

## Aufgabenstellung:

- Was muss der Algorithmus leisten?

## Erfolgskriterien:

- Wann gilt der Algorithmus als effizient und effektiv?

## Entwicklung und Test:

- Beschreibung des neuen Algorithmus; Tests und Testergebnisse

## Interpretation:

- Inwiefern taugt der neue Algorithmus? Was sind die Konsequenzen?

# Die Simulationsstudie

## Aufgabenstellung:

- Was muss simuliert werden und wozu?  
Welche Daten sollen berechnet werden?

## Erfolgskriterien:

- Genauigkeit, Rechenzeit, Bedienbarkeit, ...

## Entwicklung und Test:

- Annahmen, Messungen, Modell, Simulationsexperimente und –  
ergebnisse

## Interpretation:

- Abhängigkeit der Ergebnisse von Annahmen?  
Konsequenzen für den Auftraggeber?

# Der Vergleich

## Aufgabenstellung:

- Was soll verglichen werden und wozu?

## Bewertungskriterien:

- Genauigkeit, Kosten, Wirksamkeit, ...

## Entwicklung und Test:

- Design geeigneter Vergleichsexperimente mit Begründung;  
Experimentelle Ergebnisse

## Interpretation:

- Welche Alternative ist unter welchen Umständen vorzuziehen ?  
Was sind die Konsequenzen?

# Fehler #2

## Fehler #2 bei studentischen Abschlussarbeiten:

- Das, was sie gebaut haben als Zweck, statt als Mittel zum Zweck verstehen

# Fehler #3

## Fehler #3 bei studentischen Abschlussarbeiten:

- Keine Erfolgskriterien benennen (und begründen!)
- Keine Überprüfung, inwiefern diese erreicht worden sind

(Ergibt sich direkt aus Fehler #2)

# Ein Sieben-Schritt-Aufbau

## Der typische Aufbau der Argumentation für eine Ingenieurarbeit:

1. *Das folgende Problem soll gelöst werden: [...]*
2. *Ein gute Lösung ist charakterisiert durch [...]*
3. *Wir schlagen  $\langle X \rangle$  vor, das wie folgt aussieht: [...]*
4. *Wir haben  $\langle X \rangle$  wie folgt implementiert: [...]*
5. *Experimente mit  $\langle X \rangle$  zeigen, dass [...]*
6. *Wir schließen daraus, dass [...]*
7. *Die Bedeutung der Ergebnisse ist [...]*



# Zwei Erwartungshaltungen

## Zwei Erwartungshaltungen bei Master-Theses

### Was gute Betreuer erwarten:

- Input: Eine professionelle Frage
- Output: Eine professionelle Antwort auf diese Frage

"Professionell" heißt hier: (ingenieur-)wissenschaftlich

### Was viele Studenten (und schlechte Betreuer!) erwarten:

- Input: Ein Auftrag, eine bestimmte Tätigkeit durchzuführen
- Output: Das entsprechende Arbeitsergebnis mit Beschreibung

# Zielvereinbarung am LfS

Zu Beginn einer Arbeit am LfS kommt eine Zielvereinbarung

Sie enthält folgende Überschriften:

- (Vorläufiger) Titel
- Beschreibung (Worum geht es?)
- Ziele (Was soll erreicht werden?)
- Motivation (Wozu wird die Arbeit gemacht?)
- Aufgaben (Was soll im Einzelnen gemacht werden?)
- Randbedingungen (Was muss beachtet werden?)
- Erfolgskontrolle (Wie soll festgestellt werden, ob die Arbeit erfolgreich war?)
- Zeitplan (Welcher Meilenstein soll bis wann erreicht werden?)

# Thesis Proposal

Ein *Thesis Proposal* ist ein Dokument, das ...

- ein geplantes Dissertationsprojekt beschreibt

Es wird von einem Doktoranden angefertigt, ...

- nach der Einarbeitung, aber vor dem ernsthaften Beginn
- als Vorbereitung für sein Forschungsprojekt
- um seine betreuenden Professoren zu überzeugen

Ein *Thesis Proposal* ist ein hilfreiches Werkzeug, ...

- sich auf eine wissenschaftliche Arbeit vorzubereiten
- auch für die praktische Planung

# Thesis Proposal

## Typischer Inhalt eines Thesis Proposals:

1. Vorläufiger Titel
2. Hintergrund und Kontext
3. Problematik und Forschungsthema
4. Stand der Forschung
5. Ziele, Thesen, Kernaussagen
6. Nutzen, Relevanz und Originalität
7. Methodologie
8. Projektplanung
9. Voraussetzungen

# 1. Vorläufiger Titel

## Worum geht es bei dem Forschungsprojekt?

- Eine möglichst präzise Beschreibung
- Eleganz ist hier noch nicht bedeutend
- Einen zu allgemeinen Anspruch vermeiden

## 2. Hintergrund und Kontext

### Woher kommt die Fragestellung?

- Wie ist die Fragestellung entstanden?
- Welche Fachgebiete werden von der Fragestellung berührt?
- Wer braucht eine (bessere) Lösung?
- Warum wurde die Frage noch nicht (befriedigend) beantwortet?
- Warum ist das Thema wichtig?
- Wer sind die Anwender?
- Wo wird die Sache benötigt oder eingesetzt?

## 3. Problematik und Forschungsthema

### Was genau ist das Problem?

- Welche Fragen sollen beantwortet werden?
- Wie sind diese Fragen zu verstehen?

## 4. Stand der Forschung

### Was ist der aktuelle Stand der Forschung zum Thema?

- Wie hat sich die Wissenschaft bis jetzt entwickelt?
- Wer hat welche Voraussetzungen geschaffen?
- Welche vergleichbaren Ergebnisse gibt es bisher?
- Welche Fragen sind noch offen?
- Warum reicht das bisher Getane noch nicht?
- Soll eine bestimmte These widerlegt oder bestätigt werden?
- Welche sind die wichtigen Veröffentlichungen? Was sagen sie zum Thema?



## 5. Ziele, Thesen, Kernaussagen

### Was genau soll durch die Arbeit erreicht werden?

- Welche Ziele werden angestrebt?
- Welche Kernaussagen sollen gemacht werden?
- Sollen bestimmte Thesen aufgestellt und belegt werden?
- Woran kann die Erreichung der Ziele gemessen werden?

## 6. Nutzen, Relevanz und Originalität

### Inwiefern stellt die Dissertation einen Fortschritt dar?

- Wie wird das Fachgebiet durch das Erreichen der Ziele vorangebracht?
- Welche neuen Erkenntnisse wird es geben?
- Was wird durch die Dissertation ermöglicht?
- Was wird dadurch z.B. schneller, effizienter, zuverlässiger ...?
- Wie profitiert die Wissenschaft davon?
- Wie profitieren Anwender davon?
- Wie lassen sich die Ergebnisse praktisch anwenden?

## 7. Methodologie

### Wie sollen die Ziele erreicht werden?

- Mit Hilfe welcher Methodik sollen die Fragen beantwortet werden?
- Welche Recherchen sind erforderlich?
- Welche Experimente sind erforderlich?
- Welche Werkzeuge sollen realisiert werden?
- Wie kann die Validierung erfolgen?
- Sind Probanden für die Umsetzung erforderlich?
- Sind Kooperationspartner für die Umsetzung erforderlich?
- Müssen neue Definitionen oder Theorien geschaffen werden?

## 8. Projektplanung

### Was ist zu tun?

- Welche Vorarbeiten wurden bereits geleistet?
- Wie ist der Ablauf bis zur Abgabe der Dissertation geplant?
- Welche inhaltlichen Meilensteine sollen erreicht werden? D.h. welche Fragen sollen zu welchem Zeitpunkt beantwortet sein?
- Welche Tagungs- oder Journalbeiträge sind geplant?
- Wie soll die Qualitätskontrolle erfolgen?
- Wer sind potentielle Zweitgutachter und wie soll die Kommunikation mit ihnen erfolgen?

## 9. Voraussetzungen

### Was sind die Voraussetzungen für die Durchführung?

- Welche Software kommt zum Einsatz? Müssen Lizenzen dafür erworben werden?
- Sind Spezialgeräte erforderlich?
- Sind Reisen oder Aufenthalte erforderlich?
- Ist das Projekt auf die Zusagen oder Kooperation anderer angewiesen?
- Welche finanziellen Mittel sind erforderlich? Wer stellt sie bereit?
- Müssen Auflagen oder Gesetze beachtet werden (z.B. Vertraulichkeitsvereinbarungen oder Datenschutz)?

# Verständnisfragen

## Fragen zur Verständniskontrolle:

- Nennen Sie die Eigenschaften wissenschaftlichen Arbeitens und erklären Sie sie!
- Wie könnte der Aufbau einer ingenieurwissenschaftlichen Arbeit aussehen?
- Was sind die typischen Komponenten eines *Thesis Proposal* und wozu dienen sie?