

# Anforderungen an eine wissenschaftliche Arbeit



<https://iuk.one/1012-1049>

Clemens H. Cap

ORCID: 0000-0003-3958-6136

Department of Computer Science  
University of Rostock  
Rostock, Germany  
[clemens.cap@uni-rostock.de](mailto:clemens.cap@uni-rostock.de)

Version 3



Wir haben uns eine ganze Reihe von Fallbeispielen angesehen und verstehen die dahinterstehenden Motivationen. Wir können uns somit der Frage zuwenden:

Was sind die **abstrakten Kriterien** wissenschaftlichen Arbeitens?

# 10 Anforderungen an wissenschaftliche Arbeit (1)

- Relevant:** Muß Antwort auf interessante Frage oder gegebenes Problem sein.  
Habe ich die Frage und ihre Relevanz genau erklärt?
- Reproduzierbar:** Ermöglicht Dritten *grundsätzlich* den Nachbau des Erkenntniswegs.  
Habe ich alles beschrieben, damit Thesen nachvollziehbar werden?
- Präzise:** Gibt Information so, daß Erkenntnisweg *konkret* nachvollziehbar.  
Habe ich erforderliche Arbeitsschritte konkret genug dokumentiert?
- Klar:** Enthält operationalisierbare These oder quantitative Prognose.  
Was ist meine konkrete Prognose oder Problemlösung?
- Methodisch:** Enthält Kriterium zur Überprüfung oder Falsifikationsexperiment.  
Wie prüfe ich meine These oder Prognose und finde ihre Grenzen?

# 10 Anforderungen an wissenschaftliche Arbeit (2)

- Korrekt:** Genügt im intersubjektiven Diskurs den Fachkriterien oder geht begründet über sie hinaus.  
Wie ordne ich meine Argumente in den Stand der Erkenntnis ein?
- Redlich:** Wichtige neue Erkenntnisse, die nicht vom Autor stammen sind mit Quellenangabe versehen.  
Habe ich alle benutzten Quellen angegeben?
- Originell:** Enthält eine neue Erkenntnis oder eine neue Form der Darstellung.  
Habe ich meinen eigenen neuen Beitrag dargelegt?
- Nützlich:** Hilft dem Anwender oder anderen Wissenschaftlern weiter.  
Sind meine Ergebnisse für andere hilfreich? Beschreibe ich das auch?  
Welche meiner Ergebnisse sind auf andere Fragen wie übertragbar?
- Ökonomisch:** Bringt in der Darstellung nur das Wesentliche (Occams Razor).  
Fasse ich mich kurz? Beschreibe ich prägnant?

Es geht nicht um die Zustimmung zu diesen Positionen.

Es geht nicht um die passive Kenntnis von Leitsätzen.

Es geht um die aktive Kenntnis der Argumentationslagen.

# Beispiele für unwissenschaftliches Vorgehen

- Experiment wird beschrieben, wurde aber nicht durchgeführt.
- Experimentaldaten wurden verfälscht oder verschönert.
- Fremdes Resultat wird verwendet, ohne die Quelle anzugeben: Plagiat!
- Resultat wird behauptet, ist in der beschriebenen Form aber nicht gesichert.

## Beliebtes Beispiel: Optimales Verfahren

<b>Text:</b>	"Verfahren X liefert die optimale Lösung".
<b>Bedeutet:</b>	Ich habe einen stringenten Beweis dafür und gebe den jetzt auch an!
<b>Alternative:</b>	"Aus dem-und-dem Grund <b>vermute</b> ich, daß Verfahren X eine sehr gute, möglicherweise sogar optimale Lösung liefert."

## Leitsatz

Wissenschaft arbeitet mit **transparent** und **präzise beschriebenen** Darstellungen des **eigenen** Forschungsweges, der für Dritte **nachvollziehbar** werden soll.

## Technik-Definition laut Duden

Alle Maßnahmen, Einrichtungen und Verfahren, die dazu dienen, die **Erkenntnisse** der Naturwissenschaften für den Menschen **praktisch nutzbar** zu machen.

**Technik-Wissenschaft** in Abgrenzung zur Naturwissenschaft:

- **Ziel:** Nutzbar Machen technischer Artefakte, nicht Erkenntnis.
- **Vorgehen:** Schöpferisch-kreativ, nicht extern-analytisch.
- **Bewertung:** Eignung für Menschen, nicht Prognose, Modell, Falsifikation.
- **Verantwortung:** Höher, da nicht nur Erkenntnis sondern auch Artefakte.

# 10 Anforderungen an technische Arbeit (1)

**Korrekte Funktion:** Das technische Artefakt leistet das Gewünschte.

Gegenbsp: Tod durch Design-Fehler: Uber, Boeing 737 MAX, Therac-25

Gegenbsp: Daten- und Zeitverlust durch Rechnerabsturz: Kennt jeder.

Gegenbsp: Lange Liste auf

[https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Programmfehlerbeispielen](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Programmfehlerbeispielen)

**Produkthaftung:** Hersteller für in Verkehr gebrachte Produkte verantwortlich.

Gegenbsp: In der Informatik durch EULAs oft ausgeschlossen. Rechtswirksam?

Haftungsausschluß: Nur wirksam, wenn Absicht & grobe Fahrlässigkeit ausgeschlossen.

**Einsatzbedingungen:** Dokumentation der Randbedingungen korrekten Funktionierens.

Gegenbsp: Patriot Rakete im Golfkrieg.

Bsp: Mikrowelle nicht zum Trocknen von Katzen verwenden.

Bsp: EULA: Betriebssysteme nicht im Kernkraftwerk nutzen.

## 10 Anforderungen an technische Arbeit (2)

**Dokumentationspflicht:** Wissenschaftler und Ingenieure dokumentieren.

Für Benutzer, andere Entwickler & sich selbst.

Beachte: Der Code ist **nicht** die Dokumentation.

Häufigst verletzte Pflicht der Ingenieurwissenschaften,

**Qualität:** Verantwortung für Qualität erstellter Artefakte.

Problem: Es setzt sich nicht immer bestes System durch.

Berühmtes Beispiel: qwerty und Dvorak Tastatur.

**Gesellschaftliche Verpflichtung** des Ingenieurs.

Ingenieure haben Verantwortung für Geräte & Algorithmen, die sie entwickeln.

Frage aber auch: Wer entscheidet über den Einsatz?

## **Definition & Offenlegung von Standards:**

Bsp: Code Dokumentation von Schnittstellen.

Bsp: Recht auf Dekompilation für Interfacing.

## **Anwendung von Normen & Standards:** Sind Eckwert ingenieurmäßigen Arbeitens.

Bsp: GUI Problematik: @ am Q oder am L: Innovation versus Konvention.

Bsp: ISO 9000 Qualitätssicherung.

Problem: Oft mehr Fokus auf Rechts-Sicherheit als auf Technik-Sicherheit.

## **Strukturelle Folgen:** Wirkung der Artefakte durch Strukturveränderung.

Nicht nur unmittelbare Wirkung der Artefakte.

Bsp: Veränderung der Landschaft beruflicher Qualifikationen.

## **Stand der Technik:** Kenntnis des jeweiligen Stands.

Verpflichtung des Ingenieurs zur regelmäßigen Weiterbildung.

In der Medizin gibt es den **Eid des Hippokrates** als Anlaß über ethische Verantwortung nachzudenken auch wenn die genaue historische Form des Eides heute als medizinisch überholt gilt.

Warum sollte nicht auch der Wissenschaftler und der Ingenieur über ähnliche ethische Verpflichtungen nachdenken?

**Umweltbelastung** bei Herstellung, Betrieb, Entsorgung.

Bsp: Entsorgung von Hardware, Doku online statt Papier

**Energieverbrauch** durch IT-Systeme.

Bsp: Verbrauchsverminderte Systemzustände.

Bsp: Internet: 0.06 bis 1.8 [kWh] Energie pro [GByte] verbraucht.

Bsp: Internet: 400 [TWh] Energie pro Jahr, 5% des weltweiten Stromverbrauchs.

**Veränderungen** der Gesellschaft und der Sozialstruktur.

Bsp: Neue Ausbildungsanforderungen.

Bsp: Barriere-Freiheit und Accessibility.

Bsp: Kurzfristig: Privatheit. Langfristig: Folgen des Aufbaus einer Infrastruktur.

**Ökonomie:** Wartbarkeit & Wiederverwendbarkeit.

Bsp: Dokumentenformate bei Anwendungsmigration

**Altlasten:** Bsp: Reparaturfähigkeit & Recyceln von Devices.

Bsp: Jahr 2000 Problem, IPv4 – Adreßraum-Limitierung.

Bsp: Unsicherheit von IoT Geräten.

# 7 Anforderungen an ein Experiment (1)

**Objektiviert:** Präzise Beschreibung unabhängiger und abhängiger Meßgrößen.  
Insbesondere: Unabhängig vom Versuchsleiter (Rosenthal-Effekt!)  
Alle denkbaren Parameter erfaßt und als unabhängig / abhängig klassifiziert.  
Vollständig randomisierter Versuchsaufbau.

**Quantifiziert:** Quantitative oder quantifizierbare Ergebnisse.  
Nominale, ordinale oder metrische Skalen werden benutzt.

**Prinzipielle Vergleichbarkeit** mehrerer Durchläufe muß gesichert sein.  
Das ist eine Anforderung an die Beschreibung und statistischen Fehleranalyse!

**Wiederholbar:** Jeder kann es immer wieder durchführen.  
Das ist eine Aufforderung zur tatsächlichen Wiederholung!  
Höherer Genauigkeit, andere Meßmethoden, Überprüfung durch andere Gruppen.  
Gilt leider wenig in wissenschaftlicher Reputation.

## 7 Anforderungen an ein Experiment (2)

**Zuverlässigkeit:** Wiederholung ergibt ähnliche Werte.

Wenn nicht: Dokumentieren.

Primärdaten dokumentieren und langfristig archivieren.

**Parameter-Sensitivität:** Was geschieht, wenn ein Parameter verändert wird?

Analyse der Parameter-Sensitivität ist nötig.

Ausführlichkeit der Dokumentation abhängig vom Ergebnis.

**Protokolliert:** Alles aufzeichnen, was passiert.

Wegwerfen und interpretieren kann man immer noch später.

## Planung vor dem Experiment:

- **Definition:** Was wird erfasst?
- **Operationalisierung:** Wie wird erfasst?
- **Begründung:** Warum wird erfasst?
- **Theorie-Rahmen:** Wie sehen die **Thesen** aus?

## Vorgehensweise:

- Auswertung vor der Datenerfassung durchdenken.
- Probelauf der Auswertung mit fiktiven Daten.
- Probelauf der Auswertung mit Testlauf.
- Erst dann endgültiges Experiment machen.

**Dokumentation, Reproduktion:** Wiki, Blog.

Eigene Ideen systematisch schriftlich festhalten.

Fremde Ideen und ihre Quellen systematisch schriftlich festhalten (Plagiat!)

System mit Volltext-Suche, Tagging und Kategorisierung hilfreich.

**Zeitplanung:** Muß nicht MS Project sein, muß aber sein.

Problem: am 11. 11. um 11:11 habe ich dann eine gute Idee.

**Versionsverwaltung:** Git (CVS, SVN, Trac, Mercurial)

Wiederherstellen beliebiger Situationen in der Vergangenheit.

Bei Programmierung selbstverständlich.

Bei Experimenten & Papers sehr hilfreich.

**Virtuelle Maschine:** Virtual Box, VM Ware, Docker, Kubernetes

Rekonstruktion der kompletten Arbeitsumgebung.

Die Liste der Tipps sagt nicht: Mach es so.

Die Liste der Tipps sagt: Denk selber darüber nach.

**Gefahr:** Einzelne Disziplinen finden im Diskurs nicht zueinander.

Bsp: Physiker und Theologen zum Thema Wissenschaftlichkeit

**Beispiele** für solche Debatten (Beispiele, keine Stellungnahme!)

Kann Theologie den Anspruch erheben, eine Wissenschaft zu sein?

Aus Sicht des Kernphysikers vielleicht problematisch.

Kann Kernphysik den Anspruch erheben, dem Menschen zu helfen?

Nach dem Bau der Atombombe problematisch.

Psychotherapeut und Schulmediziner zum Thema Psychosomatik.

Mathematiker und Germanist zum Thema "richtig und falsch".

Wenn es um Macht, Geld, Einfluß geht, sind diese Diskurse problematisch.

Wenn es um gegenseitiges Vorankommen geht, sind diese Diskurse hilfreich.

Den "richtigen" Weg gibt es vermutlich nicht.

# Anhang

## Übersicht

Rechtliche Hinweise



Zitierweise dieses Dokuments



Verzeichnis aller Folien



Die hier angebotenen Inhalte unterliegen deutschem Urheberrecht. Inhalte Dritter werden unter Nennung der Rechtsgrundlage ihrer Nutzung und der geltenden Lizenzbestimmungen hier angeführt. Auf das Literaturverzeichnis wird verwiesen. Das **Zitatrecht** in dem für wissenschaftliche Werke üblichen Ausmaß wird beansprucht. Wenn Sie eine Urheberrechtsverletzung erkennen, so bitten wir um Hinweis an den auf der Titelseite genannten Autor und werden entsprechende Inhalte sofort entfernen oder fehlende Rechtsnennungen nachholen. Bei Produkt- und Firmennamen können Markenrechte Dritter bestehen. Verweise und Verlinkungen wurden zum Zeitpunkt des Setzens der Verweise überprüft; sie dienen der Information des Lesers. Der Autor macht sich die Inhalte, auch in der Form, wie sie zum Zeitpunkt des Setzens des Verweises vorlagen, nicht zu eigen und kann diese nicht laufend auf Veränderungen überprüfen.

Alle sonstigen, hier nicht angeführten Inhalte unterliegen dem Copyright des Autors, Prof. Dr. Clemens Cap, ©2020. Wenn Sie diese Inhalte nützlich finden, können Sie darauf verlinken oder sie zitieren. Jede weitere Verbreitung, Speicherung, Vervielfältigung oder sonstige Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts bedarf der schriftlichen Zustimmung des Rechteinhabers. Dieses dient der Sicherung der Aktualität der Inhalte und soll dem Autor auch die Einhaltung urheberrechtlicher Einschränkungen wie beispielsweise **Par 60a UrhG** ermöglichen.

Die Bereitstellung der Inhalte erfolgt hier zur persönlichen Information des Lesers. Eine Haftung für mittelbare oder unmittelbare Schäden wird im maximal rechtlich zulässigen Ausmaß ausgeschlossen, mit Ausnahme von Vorsatz und grober Fahrlässigkeit. Eine Garantie für den Fortbestand dieses Informationsangebots wird nicht gegeben.

Die Anfertigung einer persönlichen Sicherungskopie für die private, nicht gewerbliche und nicht öffentliche Nutzung ist zulässig, sofern sie nicht von einer offensichtlich rechtswidrig hergestellten oder zugänglich gemachten Vorlage stammt.

# Zitierweise dieses Dokuments

Wenn Sie Inhalte aus diesem Werk nutzen oder darauf verweisen wollen, zitieren Sie es bitte wie folgt:

Clemens H. Cap: Anforderungen an eine wissenschaftliche Arbeit. Electronic document. <https://iuk.one/1012-1049> 7. 1. 2021.

**Bibtex Information:** <https://iuk.one/1012-1049.bib>

```
@misc{doc:1012-1049,  
  author      = {Clemens H. Cap},  
  title       = {Anforderungen an eine wissenschaftliche Arbeit},  
  year        = {2021},  
  month       = {1},  
  howpublished = {Electronic document},  
  url         = {https://iuk.one/1012-1049}  
}
```

## Typographic Information:

Typeset on January 7, 2021

This is pdfTeX, Version 3.14159265-2.6-1.40.21 (TeX Live 2020) kpathsea version 6.3.2

This is pgf in version 3.1.5b

This is preamble-slides.tex myFormat©C.H.Cap

# Verzeichnis aller Folien

- 1 Titelseite
- 2 Ziel
- 3 10 Anforderungen an wissenschaftliche Arbeit (1)
- 4 10 Anforderungen an wissenschaftliche Arbeit (2)
- 5 Hinweis
- 6 Beispiele für unwissenschaftliches Vorgehen
- 7 Technik
- 8 10 Anforderungen an technische Arbeit (1)
- 9 10 Anforderungen an technische Arbeit (2)
- 10 10 Anforderungen an technische Arbeit (3)
- 11 Rhetorische Frage
- 12 Folgeerscheinungen von Technik
- 13 7 Anforderungen an ein Experiment (1)
- 14 7 Anforderungen an ein Experiment (2)
- 15 Empirisches Arbeiten
- 16 Tipps
- 17 Hinweis
- 18 Interdisziplinarität

## Legende:

-  Fortsetzungsseite
-  Seite ohne Überschrift
-  Bildseite