

Forschungsdatenmanagement

Notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung
für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn

13. Notwendige Kompetenzen

Dr. habil. Till Biskup

Physikalische Chemie

Universität Rostock

07.06.2024





- 🔑 Abstraktion ist das einzige mentale Werkzeug, um mit der Komplexität und Vielfalt der Realität umzugehen.
- 🔑 Prozesse lassen sich erst dann digital abbilden bzw. automatisieren, wenn ich sie intellektuell durchdrungen habe.
- 🔑 Ausreichende Forschungserfahrung und analytisches Denken sind Voraussetzung für die intellektuelle Durchdringung von Abläufen.
- 🔑 Die besten Konzepte, Prinzipien, Werkzeuge und Strategien helfen wenig, wenn es an Sorgfalt und Professionalität mangelt.
- 🔑 Zunehmende Datenmengen erzwingen den kompetenten Umgang mit digitalen Werkzeugen und Fach- und Recherchekompetenz.

Abstraktion und analytisches Denken

Sorgfalt und Professionalität

Fachkompetenz

Digitalkompetenz

These

Prozesse lassen sich erst dann digital abbilden bzw. automatisieren, wenn ich sie intellektuell durchdrungen habe.

- ▶ Digitalisierung ohne intellektuelle Durchdringung (und damit ohne digitale Abbildung) liefert keinen Mehrwert und sorgt meist für unnötigen Mehraufwand und berechtigterweise ausbleibende Akzeptanz.
- ▶ Gilt gleichermaßen für die Automatisierung von Prozessen.
- ▶ Intellektuelle Durchdringung setzt Abstraktionsvermögen, systematisches und analytisches Denken und langjährige Erfahrung in der Fachdomäne (Fachkompetenz) voraus.

Schlüssel zur intellektuellen Beherrschbarkeit: Abstraktion

“ *the only mental tool by means of which a very finite piece of reasoning can cover a myriad of cases is called “abstraction” ...*

... the purpose of abstracting is not to be vague, but to create a new semantic level in which one can be absolutely precise.

– Edsger Dijkstra

- ▶ Abstraktion generalisiert und macht Konzepte erkennbar.
- ▶ Abstraktion führt zu treffender Benennung von Konzepten.
- ☛ entscheidend für die Lösung realer Problem
- ☛ erfordert tiefgreifendes Verständnis der Problemstellung

Symptome fehlender Abstraktion

- ▶ fehlende Struktur und Organisation
- ▶ Beschreibung statt Benennung von Konzepten
- ▶ viele ähnliche (aber nicht identische) Strukturen ohne klaren hierarchischen Bezug

Wege zu tragfähigen Abstraktionen

- ▶ aufmerksame Betrachtung mehrerer Einzelfälle
- ▶ Generalisierung durch Erkennen von Mustern

Voraussetzungen

- ▶ gute Beobachtungsgabe und beschreibende Fähigkeiten
- ▶ Sprachbeherrschung für die treffende Benennung von Konzepten

Analyse

Systematische Zerlegung eines zu untersuchenden Gegenstands oder Sachverhalts in seine Bestandteile, die auf Grundlage vorab festgelegter Kriterien erfasst, geordnet, untersucht und ausgewertet werden.

Wissenschaft

Auf den Erkenntnisgewinn ausgerichtetes, systematisches menschliches Unterfangen, das i.d.R. eine Reihe von Kriterien erfüllt bzw. erfüllen sollte: Unabhängigkeit vom Beobachtenden bzw. Durchführenden, gegründet auf den Erkenntnissen früherer Generationen, sowie überprüfbar, nachvollziehbar und ggf. reproduzierbar.

Abstraktion und analytisches Denken

Sorgfalt und Professionalität

Fachkompetenz

Digitalkompetenz

“ *It doesn't take a huge amount of knowledge and skill to get a program working. [...] It works because getting something to work—once—isn't that hard.*

Getting it right is another matter entirely.

Getting software right is hard.

It takes knowledge and skills that most young programmers haven't yet acquired. It requires thought and insight that most programmers don't take the time to develop.

It requires a level of discipline and dedication that most programmers never dreamed they'd need.

Mostly, it takes a passion for the craft and the desire to be a professional.

– Robert C. Martin

“ *It's a kind of scientific integrity, a principle of scientific thought that corresponds to a kind of utter honesty [...] Details that could throw doubt on your interpretation must be given, if you know them. [...] There is also a more subtle problem. When you have put a lot of ideas together to make an elaborate theory, you want to make sure, when explaining what it fits, that those things it fits are not just the things that gave you the idea for the theory; but that the finished theory makes something else come out right, in addition.*

In summary, the idea is to try to give all of the information to help others to judge the value of your contribution; not just the information that leads to judgment in one particular direction or another.

– Richard P. Feynman

R. Feynman, *Eng. Sci.* 37(7):10–13, 1974

“ We have learned a lot from experience about how to handle some of the ways we fool ourselves. [...] But this long history of learning how not to fool ourselves—of having utter scientific integrity—is, I’m sorry to say, something that we haven’t specifically included in any particular course that I know of. We just hope you’ve caught on by osmosis.

The first principle is that you must not fool yourself—and you are the easiest person to fool. So you have to be very careful about that. After you’ve not fooled yourself, it’s easy not to fool other scientists. You just have to be honest in a conventional way after that.

– Richard P. Feynman

Sorgfalt

- ▶ Arbeiten nach bestem Wissen und Gewissen
- ▶ auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft
- ▶ hinreichend dokumentiert

Professionalität

- ▶ Transparenz
 - ▶ Ehrlichkeit
 - ▶ permanentes Hinterfragen der eigenen Ergebnisse, Schlüsse und Erkenntnisse
- ☞ Interpretationen ändern sich,
Daten/Ergebnisse sollten Bestand haben (können).

Abstraktion und analytisches Denken

Sorgfalt und Professionalität

Fachkompetenz

Digitalkompetenz

Fachkompetenz

Gemäß der KMK die „Bereitschaft und Fähigkeit, auf der Grundlage fachlichen Wissens und Könnens Aufgaben und Probleme zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet und selbstständig zu lösen und das Ergebnis zu beurteilen.“

- ▶ fachliches Wissen und Können
 - theoretische *und* praktische Ausbildung
- ▶ Aufgaben und Probleme selbstständig lösen
 - zielorientiert, sachgerecht, methodengeleitet
- ▶ Ergebnis beurteilen
 - geht weit über die Lösung von Aufgaben und Problemen hinaus

Planen

- Überblick über den Stand der Forschung (Forschungsfrage)
- (eigenständiger) Erwerb der notwendigen Kompetenzen

Erheben

- Vorgehen vom Bekannten zum Unbekannten. Kontext
- Qualitätskontrolle: Plausibilitätsüberprüfung durch Fachwissen

Auswerten

- Plausibilitätsüberprüfung anhand wissenschaftlicher Kriterien
- Voraussetzung: Kontextwissen und Verständnis der Fragestellung

Wiederverwenden

- Relevanz: Vertrautheit mit der wissenschaftlichen Fragestellung
- Repräsentativität: Überblick über mögliche Ergebnisse/Daten

- ▶ **Recherchekompetenz**
 - Informationsquellen kennen:
Bücher, Fachartikel, Bibliotheken, Fachdatenbanken, ...
 - Informationsquellen *eigenständig* finden und nutzen
 - Beherrschung von Werkzeugen zur Literaturverwaltung
 - Fähigkeit, Quellen zusammenzufassen und relevante Informationen (in endlicher Zeit) zu extrahieren
- ▶ **Quellenkritik**
 - Verlässlichkeit von Informationen und Quellen einschätzen können
 - interne Konsistenz: schlüssige Argumentation, keine Widersprüche
 - externe Konsistenz: Kontext der Quelle plausibel
 - wird bei „Big Data“, ML, LLMs etc. immer wichtiger
- ▶ **Plausibilitätsüberprüfung und -Einschätzung von Ergebnissen**
 - setzt hinreichendes Fachwissen zur Kontextualisierung voraus
 - Bereitschaft, sich das notwendige Fachwissen anzueignen

Abstraktion und analytisches Denken

Sorgfalt und Professionalität

Fachkompetenz

Digitalkompetenz

“ Kollege, auf dem Weg ins Labor:
Ich gehe dann mal 2048 Verzeichnisse per Hand erzeugen/kopieren.

Antwort:

Was (zur Hölle) hast Du vor?

– Gespräch, freitags ca. 20 Uhr

These

Zielführendes wissenschaftliches Arbeiten mit sinnvollem Ressourceneinsatz erfordert in vielen Fällen eine Automatisierung. Voraussetzung ist der kompetente Umgang mit geeigneten digitalen Werkzeugen (jenseits von Büroprogrammen).

These

Menschen, die nie mit einer Shell gearbeitet oder nie wenigstens ein bisschen programmiert haben, wissen gar nicht, was ihnen alles entgeht.

- ❓ Muss ich programmieren können/lernen?
 - Gegenfrage: Brauche ich Mathematik in den Naturwissenschaften?
- 👉 Grundlegende Programmierkenntnisse sind Voraussetzung aber auch nicht schwer zu erwerben.

Digitalkompetenz

Beherrschung digitaler Werkzeuge zur Automatisierung von Abläufen

“ *Any fool can write code that a computer can understand.
Good programmers write code that humans can understand.*

– Martin Fowler

Kontextabgrenzung

- ▶ Programmierung: *Just works for me*TM
 - kleine Automatisierungen
 - meist keine lange Lebensdauer des resultierenden Codes
- ▶ Softwareentwicklung: wiederverwendbar, zuverlässig, überprüfbar
 - erfordert Infrastruktur, Planung und sehr viel mehr Wissen
 - relevant für alles, was andere nutzen können sollen
- 👉 Wissenschaftliche Softwareentwicklung ist ein Thema für sich – und eine eigene Vorlesung.



- ❏ Abstraktion ist das einzige mentale Werkzeug, um mit der Komplexität und Vielfalt der Realität umzugehen.
- ❏ Prozesse lassen sich erst dann digital abbilden bzw. automatisieren, wenn ich sie intellektuell durchdrungen habe.
- ❏ Ausreichende Forschungserfahrung und analytisches Denken sind Voraussetzung für die intellektuelle Durchdringung von Abläufen.
- ❏ Die besten Konzepte, Prinzipien, Werkzeuge und Strategien helfen wenig, wenn es an Sorgfalt und Professionalität mangelt.
- ❏ Zunehmende Datenmengen erzwingen den kompetenten Umgang mit digitalen Werkzeugen und Fach- und Recherchekompetenz.