

Programmierkonzepte in den Naturwissenschaften

14. Funktionen

PD Dr. Till Biskup

Physikalische Chemie und Didaktik der Chemie

Universität des Saarlandes

Sommersemester 2020





- 🔑 Funktionen sollten so kurz wie möglich sein.
Übersichtlichkeit erleichtert intellektuelle Beherrschbarkeit.
- 🔑 Funktionen sollten genau eine Sache tun, die dafür aber richtig.
Unix-Prinzip: „*Do one thing, and do it well.*“
- 🔑 In einer Funktion sollte nur eine Abstraktionsebene vorherrschen.
Das fördert die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit.
- 🔑 Je weniger Parameter eine Funktion hat, desto besser.
Mehr als drei Parameter sollten nie auftreten.
- 🔑 Doppelungen im Code sollten grundsätzlich vermieden werden:
„*Don't Repeat Yourself*“ (DRY).

“ *Functions are the first line of organization in any program.*

– Robert C. Martin

- ▶ Programme sind inhärent komplex.
 - Alle Programmierkonzepte zielen letztlich auf die intellektuelle Beherrschbarkeit der Programmierung.
- ▶ Struktur und Organisation sorgen für Lesbarkeit.
 - Lesbarkeit ist die Grundvoraussetzung für qualitativ hochwertige Programme.
- ▶ Zuständigkeitshierarchien sind weit verbreitet.
 - Expertenwissen erfordert Fokussierung auf ein Thema.

“ *Every system is built from a domain-specific language designed by the programmers to describe that system. Functions are the verbs of that language, and classes are the nouns. [...]*
The art of programming is, and has always been, the art of language design.

– Robert C. Martin

- ☛ Funktionen helfen dabei, eine Sprache zu entwickeln, in der die Lösung zu einem gegebenen Problem verständlich formuliert werden kann.

Länge: So kurz wie möglich

Fokus: Immer nur eine Aufgabe

Parameter: Je weniger, desto besser

Modularität: Don't Repeat Yourself

Wie kurz ist kurz genug?

Zwei Regeln – und ein paar Argumente



Zwei Regeln

- 1 Funktionen sollten kurz sein.
- 2 Funktionen sollten kürzer als kurz sein.

Argumente

- ▶ Übersichtlichkeit
 - Die gesamte Funktion sollte auf den Bildschirm passen.
- ▶ Fokussierung
 - Die menschliche Aufnahmefähigkeit ist beschränkt.
- ▶ Fehlerrate
 - Kurze Funktionen enthalten weniger Fehler.

These

Eine Funktion, die sich über mehr als ca. 20 Zeilen erstreckt, ist zu lang und sollte aufgeteilt werden.

- ▶ Dokumentation ist nicht mitgerechnet.
 - Funktionen sollten einen Dokumentationskopf haben.
- ▶ Lange Zeilen sind keine Lösung.
 - Horizontales Scrollen ist viel schlimmer als vertikales.
- ▶ Quellcode hat eine hohe Informationsdichte.
 - Die menschliche Auffassungsgabe ist beschränkt.
 - Faustregel: Fokussierung auf 7 ± 2 Aspekte

Wird das nicht unübersichtlich?

Ein Plädoyer für viele kleine Funktionen



Argument

Die harte Beschränkung der Länge von Funktionen führt zu einer unübersichtlich großen Zahl kleiner Funktionen.

Entgegnung

- ▶ Organisation ist unumgänglich.
 - Viele kleine Funktionen sind eine Möglichkeit.
- ▶ Aufteilung sorgt für Fokussierung.
 - Das menschliche Aufnahmevermögen ist begrenzt.
- ▶ Modularität sorgt für Wiederverwendbarkeit.
 - nur durch Aufteilung und Fokussierung erreichbar

“ After all, the reason we write functions is to decompose a larger concept (in other words, the name of the function) into a set of steps at the next level of abstraction.

– Robert C. Martin

- ▶ generelles Vorgehen bei der Programmierung
 - Aufteilung eines Problems in Teilprobleme
 - iterativer Prozess: solange wiederholen, bis die Lösung für ein Teilproblem offensichtlich ist
- ▶ Hierarchie von Verantwortlichkeiten
 - Jede Funktion ist für genau eine Ebene verantwortlich.
 - erleichtert das Benennen der Funktion ungemein
- 👉 Unix-Prinzip: „*Do one thing, and do it well.*“

Was ist „genau eine Aufgabe“?

Hinweise, dass eine Funktion mehr als eine Aufgabe erfüllt



- ▶ Sind alle Befehle auf einer Abstraktionsebene?
 - Einheitlichkeit erleichtert das Verständnis.
- ▶ Lassen sich Teilaufgaben delegieren?
 - Kriterium: Der Name der Unterfunktion wiederholt nicht lediglich die Codezeile, die er ersetzt.
 - Bsp.: komplexe Abfragen für `if`-Bedingungen
- ▶ Gibt es einzelne Blöcke?
 - Oft gliedern einzelne Kommentarzeilen eine Funktion.
 - Hinweis auf delegierbare Teilaufgaben
- ▶ Macht die Funktion mehr, als ihr Name impliziert?
 - führt zu Nebenwirkungen (ungewolltem Verhalten)
 - schwer zu findende und zu behebende Fehler

- ▶ Funktionen sind Abstraktionen.
 - Die Aufgabe einer Funktion sollte sich in einem Satz beschreiben lassen.
- ▶ Abstraktionsebene eine Stufe unter dem Funktionsnamen
 - setzt gute Benennung der Funktion voraus
- ▶ Mischung von Abstraktionsebenen verwirrt
 - Unterscheidung zwischen essentiellm Konzept und (relativ) unwichtigem Detail geht verloren.
 - führt zur Ansammlung weiterer Details
 - Code wird auf Dauer unlesbar.
- ▶ Mischung von Abstraktionsebenen bläht den Code auf.
 - Funktionen sollten kurz und übersichtlich sein.

Beispiel: Funktion zur Datenauswertung

- 1 Lies die Daten ein.
- 2 Vorverarbeite die Daten.
- 3 Analysiere die Daten nach festen Kriterien.
- 4 Präsentiere das Ergebnis.
- 5 Speichere das Ergebnis.

Listing 1: Pseudocode einer Funktion zur Analyse von Daten

```
def analyse_my_data():  
    data = read_data()  
    data = preprocess_data(data)  
    result = analyse_data(data)  
    present_result_of_analysis(result)  
    save_result_of_analysis(result)
```

Listing 2: Funktion, die Abstraktionsebenen mischt

```
def _import_data(self):
2     with open(self.source) as file:
            content = file.read()
4     raw_data = np.genfromtxt(io.BytesIO(content.replace(
            ',', '.').encode()), skip_header=2)
6     self.dataset.data.data = raw_data[:, 1]
            self._get_header()
8     self._import_metadata()
```

Listing 3: Funktion mit nur einer Abstraktionsebene

```
def _import(self):
2     self._import_data()
            self._get_header()
4     self._import_metadata()
```

- ☞ Der Import der eigentlichen Daten wurde ausgelagert, die Funktion (Methode) umbenannt.

- ▶ Programmierung: Abbildung realer Probleme in Code
 - Reale Probleme sind zu komplex, um sie direkt in Code übersetzen zu können.
- ▶ verbale Beschreibung einer Funktion in einem Satz
 - „Um A zu erreichen, muss B, C und D ausgeführt werden.“
 - „A“ spiegelt sich im Funktionsnamen wider.
 - „B“, „C“ und „D“ sind die aufzurufenden Unterfunktionen.
- ▶ iterativer Vorgang
 - Zerlegung solange durchführen, bis die Umsetzung in Code offensichtlich ist
- ▶ Hilfsmittel
 - Ablauf einer Funktion in Kommentaren festhalten
 - Blöcke im zweiten Schritt in Funktionen auslagern

Nebenwirkung (*side effect*)

unerwartete Auswirkung eines Funktionsaufrufs,
die nicht aus dem Funktionsnamen hervorgeht

- ▶ mögliche Folge: zeitliche Kopplung
 - Aufrufreihenfolge bestimmt das Programmverhalten
 - unerwartetes, „erratisches“ Verhalten
 - schwer zu findender Fehler
- ▶ Lösung: genau eine Aufgabe pro Funktion
 - Aufgabe spiegelt sich im Funktionsnamen wider
 - setzt Disziplin bei der Programmierung voraus

Listing 4: Funktion mit Nebenwirkung

```
def check_password(username="", password=""):  
    user = User(name=username)  
    stored_password = user.get_password()  
    if password == stored_password:  
        session.initialise()
```

▶ Problem

- Funktion initialisiert eine Sitzung (letzte Zeile)
- Funktion nicht in beliebiger Situation aufrufbar

▶ (mögliche) Lösung

- Passwortüberprüfung und Rückgabe Booleschen Wertes

👉 Vereinfachtes Beispiel: Passwörter *niemals* im Klartext speichern!

- ▶ eine Aufgabe pro Funktion
 - Zustand abfragen *oder* verändern
- ▶ keine booleschen Rückgabewerte für „Setter“
 - führt zu schwer lesbarem, da uneindeutigem Code

Listing 5: Mehrdeutigkeit durch Vermischung von Befehl und Abfrage

```
if set(attribute, value):  
    ...
```

Listing 6: Lösung: zwei Funktionen mit klaren Namen

```
if attribute_exists(attribute):  
    set_attribute(attribute, value)
```

- ▶ Übersichtlichkeit
 - je mehr Parameter, desto unübersichtlicher
 - Reihenfolge der Parameter sollte offensichtlich sein – oder egal (Schlüssel–Wert-Zuweisungen)
- ▶ Vorteile objektorientierter Programmierung
 - reduziert die Parameterzahl durch den gegebenen Kontext
 - Eigenschaften müssen nicht explizit übergeben werden
- ▶ Parameter dienen der Eingabe
 - Rückgabe über Rückgabewerte, nicht über Parameter
 - Eingabeparameter sollten nicht verändert werden.
 - Viele Sprachen unterstützen nur einen Rückgabeparameter (beliebigen Typs, also auch Listen).

Nie mehr als drei Parameter

oberstes Gebot: Übersichtlichkeit und Lesbarkeit



- ▶ Idealfall: kein Parameter (*niladisch*)
 - nur möglich, wenn der Kontext vorgegeben ist
 - Stärke objektorientierter Programmierung
- ▶ häufiger Fall: ein Parameter (*monadisch*)
 - klarer Zusammenhang zwischen Funktion und Parameter
- ▶ seltenerer Fall: zwei Parameter (*dyadisch*)
 - Zusammenhang zwischen Funktion und Parameter oft nicht aus dem Funktionsnamen ersichtlich
 - erschwert das Lesen von Code
- ▶ sehr seltener Fall: drei Parameter (*triadisch*)
 - nur sehr sparsam einsetzen
- 👉 Strategien zur Reduzierung der Parameterzahl

- ▶ kein Parameter (*niladisch*)
 - `timer_start()`
 - `break()`
- ▶ ein Parameter (*monadisch*)
 - `file_exists(filename)`
 - `sin(x)`
- ▶ zwei Parameter (*dyadisch*)
 - `assertEqual(expected, actual)` (problematisch!)
 - `write_parameter_to_file(parameter, filename)`
- ▶ drei Parameter (*triadisch*)
 - `assertEqual(expected, actual, precision)`



Zwei Standardformen

- ▶ Parameter abfragen
 - häufig Abfrage des Typs oder der Existenz
 - Bsp.: `boolean fileExists("fileName")`
- ▶ auf Parameter operieren
 - Das Ergebnis wird als Rückgabewert zurückgegeben.
 - Bsp.: `InputStream openFile("fileName")`

Dritte Form

- ▶ Ereignis senden
 - sorgt für Zustandsänderung des Systems
 - in der Regel ohne Rückgabewert
 - Bsp.: `sleep(5)`

▶ Listen

- Zusammenfassung gleichartiger Parameter
- Bsp.: `fprintf`

▶ Objekte

- Zusammenfassung von Parametern beliebigen Typs
- Abstraktion, die auch der Compiler versteht
- semantische Information

Anzeichen für mehr als eine Aufgabe

- ▶ optionale Schlüssel-Wert-Paare
- ▶ Boolesche Werte
- ☞ Aufteilung in (Unter-)Funktionen

- ▶ Zielstellung: Lesbarkeit von Code
 - Funktions- und Parameternamen sollten einen logischen und lesbaren Zusammenhang bilden.
 - bei der Benennung berücksichtigen
- ▶ offensichtliche Reihenfolge der Parameter
 - Funktionen mit mehr als einem Parameter sollten durch ihren Namen deren Reihenfolge offensichtlich machen.
- ▶ Signaturen von Funktionen dienen der Dokumentation.
 - Moderne Editoren zeigen meist die Signatur an.
 - Gut gewählte Parameternamen ersparen Blick in die Hilfe.
- ▶ zwei unterschiedliche Kontexte
 - Deklaration einer Funktion
 - Aufruf einer Funktion

“ *Duplication may be the root of all evil in software. Many principles and practices have been created for the purpose of controlling or eliminating it. [...]*

It would appear that since the invention of the subroutine, innovations in software development have been an ongoing attempt to eliminate duplication from our source code.

– Robert C. Martin

- ☛ Information genau einmal an genau einem Ort ablegen
- ☛ Manuelle Synchronisation ist zum Scheitern verurteilt.

- ▶ **Faulheit**
 - Problem einmal lösen, dafür richtig
 - kostet nur anfänglich mehr Zeit
 - führt zu tieferem Verständnis des Problems
- ▶ **Wartbarkeit**
 - Modularisierung erleichtert die Wiederverwendbarkeit.
 - Isolation: Fehler müssen nur einmal behoben werden.
- ▶ **Effizienz**
 - Wiederverwendbarkeit beschleunigt die Entwicklung.
 - Wiederverwendbarkeit skaliert, Neuschreiben nicht.
- ▶ **Ausdrucksstärke**
 - Funktionen sind die Verben der Sprache.
 - Je mehr Vokabeln verfügbar sind, desto verständlicher lässt sich die Lösung eines Problems formulieren.

- ▶ Erweiterbarkeit
 - kreative Kombination vorhandener Bausteine
 - Stichwort: LEGO (die alten, einfachen Steine)
 - Wissenschaft: immer wieder neue Fragestellungen
- ▶ Testbarkeit
 - Voraussetzung: definierte Vor- und Nachbedingungen
 - Modularität sorgt für Testbarkeit, und Testbarkeit für Modularität

Parallele zu den Wissenschaften

- ▶ Abstraktion und Verständnis der Problemstellung
 - gute Modelle abstrahieren und erklären
- ▶ Kombination bekannter Bausteine zu etwas Neuem
 - Wissenschaft baut (fast) immer auf Bekanntem auf

- ▶ „*You Ain't Gonna Need It*“ (YAGNI)
 - Nicht jede Verallgemeinerung ist auch sinnvoll.
 - Pragmatismus ist das Gebot der Stunde.
- ▶ Kontext nicht aus den Augen verlieren
 - Unterschiedliche Ziele erfordern einen unterschiedlichen Grad an Abstraktion.
 - Ein Framework ist abstrakter als ein konkretes Programm.
 - Abstraktion ist auch eine Frage der Erfahrung.
- ▶ Code und Anforderungen sind nicht statisch.
 - Eine Funktion ist nicht beim ersten Mal perfekt.
 - schrittweise Anpassungen, iteratives Vorgehen
- ☛ Doppelungen genau dann entfernen, wenn sie auftreten



- 🔑 Funktionen sollten so kurz wie möglich sein.
Übersichtlichkeit erleichtert intellektuelle Beherrschbarkeit.
- 🔑 Funktionen sollten genau eine Sache tun, die dafür aber richtig.
Unix-Prinzip: „*Do one thing, and do it well.*“
- 🔑 In einer Funktion sollte nur eine Abstraktionsebene vorherrschen.
Das fördert die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit.
- 🔑 Je weniger Parameter eine Funktion hat, desto besser.
Mehr als drei Parameter sollten nie auftreten.
- 🔑 Doppelungen im Code sollten grundsätzlich vermieden werden:
„*Don't Repeat Yourself*“ (DRY).