Wissenschaftliche Softwareentwicklung

12. Funktionen und Methoden

Till Biskup
Physikalische Chemie
Universität Rostock
01.12.2023

Zentrale Aspekte

- 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).

Zur Bedeutung von Funktionen

Strukturierung und Organisation des Codes

> *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.

Robert C. Martin: Clean Code, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2008, S. 31

Zur Bedeutung von Funktionen

Verben der Sprache zur Beschreibung einer Lösung

> *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.

Robert C. Martin: Clean Code, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2008, S. 49

Übersicht

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.

Wie kurz ist kurz genug?

Harte Zahlen sind schwierig – aber . . .

These

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

- Dokumentation ist nicht mitgerechnet.
  - (Öffentliche) 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

☛ Gute Editoren/IDEs unterstützen
(Autovervollständigung, Springen im Code)

Übersicht

Länge: So kurz wie möglich

Fokus: Immer nur eine Aufgabe

Parameter: Je weniger, desto besser

Modularität: Don't Repeat Yourself

Die Existenzberechtigung von Funktionen

Beherrschung komplexer Zusammenhänge durch ihre Zerlegung

> *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 (nicht nur) 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.*“

Robert C. Martin: Clean Code, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2008, S. 36

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

Eine Abstraktionsebene pro Funktion

Jede Aufgabe hat eine Abstraktionsebene.

- 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 essentiellem 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.

Eine Abstraktionsebene pro Funktion

Jede Aufgabe hat eine Abstraktionsebene.

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: 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)
```

Eine Abstraktionsebene pro Funktion

Jede Aufgabe hat eine Abstraktionsebene.

Listing: 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: 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.

Strategien zum Schreiben guter Funktionen

Iterative Zerlegung eines Problems in Teilprobleme

- 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

Keine Nebenwirkungen

Vermeidung schwer zu findender Fehler

Listing: Funktion mit Nebenwirkung

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

- Probleme
  - Funktion tut mehr, als ihr Name sagt.
  - 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!

Übersicht

Länge: So kurz wie möglich

Fokus: Immer nur eine Aufgabe

Parameter: Je weniger, desto besser

Modularität: Don't Repeat Yourself

Parameter: Je weniger, desto besser

Allgemeine Anmerkungen zu Parametern von Funktionen

- 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
  - Objekt-Eigenschaften müssen nicht explizit übergeben werden
- Parameter dienen der Eingabe
  - Rückgabe über Rückgabewerte, nicht über Parameter
  - Eingabeparameter sollten durch die Funktion
    nicht außerhalb der Funktion 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

Nie mehr als drei Parameter

Beispiele für niladische bis triadische Funktionen

- 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)`

- 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

☛ Ggf. eine „Wrapper“-Funktion als Nutzerschnittstelle

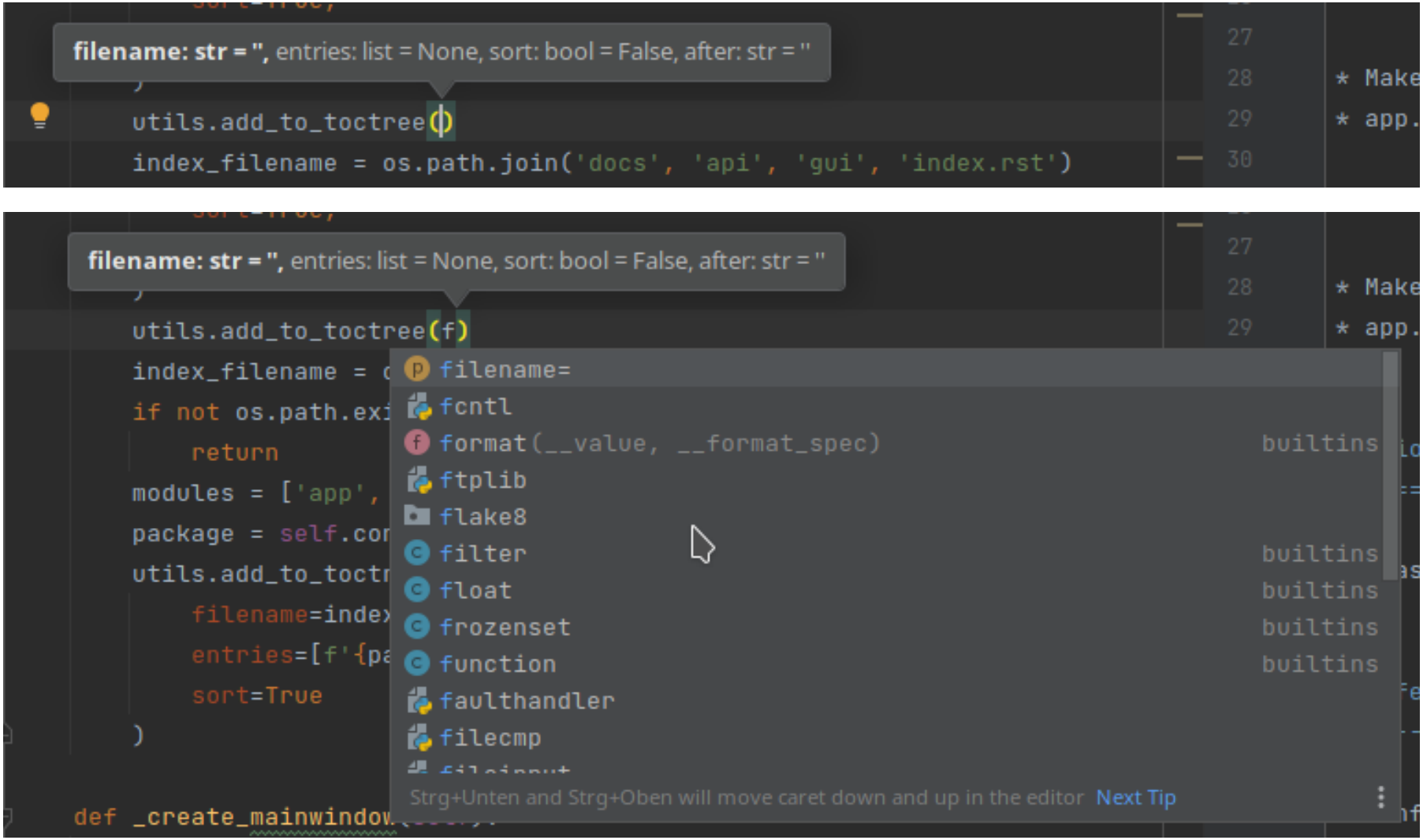
Funktions- und Parameternamen

Gute Abstimmung aufeinander erhöht die Lesbarkeit

- 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

Funktions- und Parameternamen

Der Wert guter Editoren/IDEs: Vorschau und Hilfestellung



Übersicht

Länge: So kurz wie möglich

Fokus: Immer nur eine Aufgabe

Parameter: Je weniger, desto besser

Modularität: Don't Repeat Yourself

Don't Repeat Yourself!

Zur Bedeutung von Doppelungen im Code

> *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.

Robert C. Martin: Clean Code, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2008, S. 48

Motivation für Modularität

Gute Gründe, Code-Doppelungen zu vermeiden

- 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

Grenzen sinnvoller Abstraktion

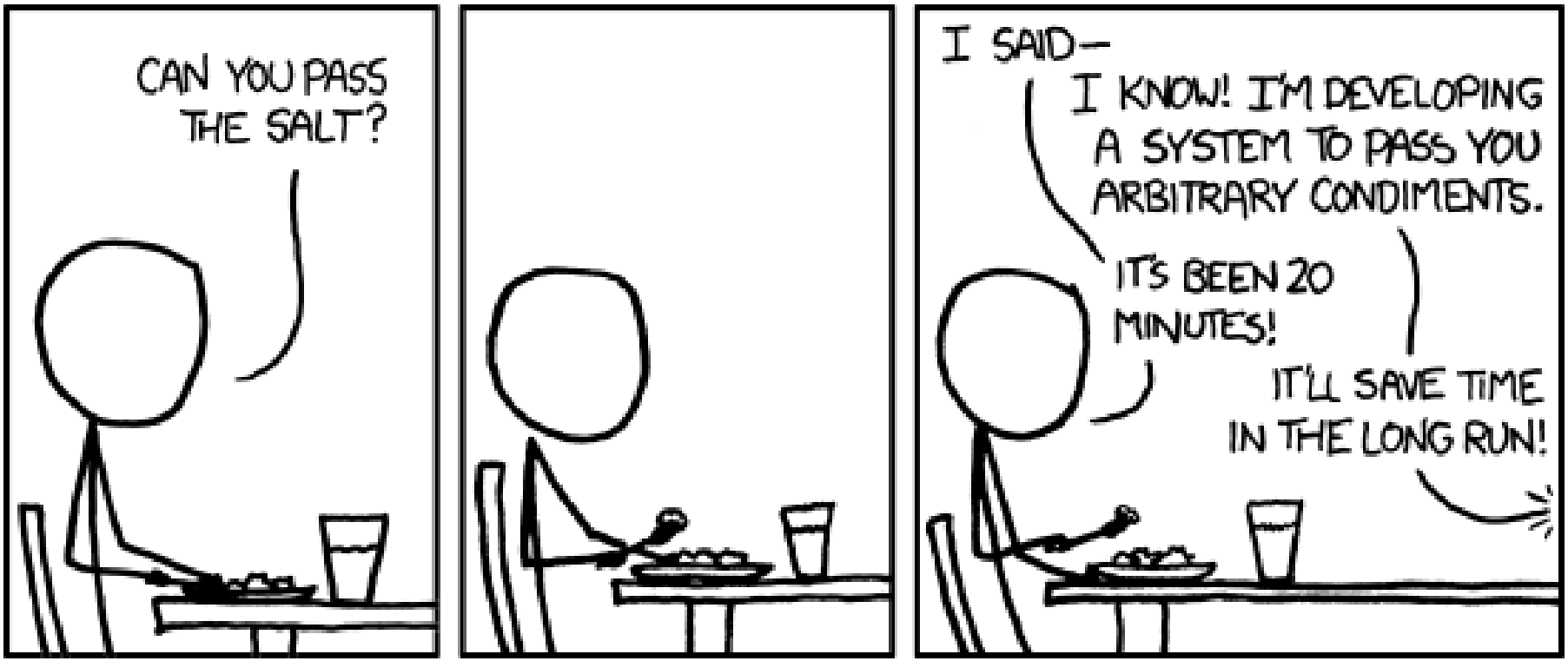
Doppelungen genau dann entfernen, wenn sie auftreten

- „*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

Grenzen sinnvoller Abstraktion

Auch Abstraktionen zu entwickeln kostet wertvolle Zeit . . .



I find that when someone's taking time to do something right in the present,
they're a perfectionist with no ability to prioritize,
whereas when someone took time to do something right in the past,
they're a master artisan of great foresight.

Zentrale Aspekte

- 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).