



Clean Code - Professionelle Codeerstellung und Wartung

Gesamtinhaltsverzeichnis

0 Über diese Unterlage	0-3
0.1 Diese Unterlage und der Kurs	0-3
0.2 Gliederung	0-3
0.3 Alternativen	0-3
0.4 Regeln	0-4
0.5 Technik.....	0-4
1 Was ist Qualität?.....	1-3
1.1 Einleitung.....	1-3
1.2 Professioneller Code	1-3
1.2.1 Die Nutzer-Sicht.....	1-3
1.2.2 Die „Hacker“-Sicht.....	1-4
1.2.3 Die Programmierer-Sicht	1-5
1.2.4 Die betriebswirtschaftliche Sicht	1-6
1.2.5 Die Auftraggeber-Sicht.....	1-6
1.2.6 Zusammenhänge zwischen Merkmalen.....	1-6
1.3 Extrinsische und Intrinsische Merkmale	1-9
1.4 „Code Smells“ – Anzeichen für schlechten Code	1-10
1.4.1 Starre	1-10
1.4.2 Zerbrechlichkeit	1-10
1.4.3 Unbeweglichkeit.....	1-10
1.4.4 Zähflüssigkeit.....	1-11
1.4.5 Unnötige Komplexität.....	1-11
1.4.6 Unnötige Wiederholungen	1-11
1.4.7 Undurchsichtigkeit	1-11
1.5 Was ist professioneller Code?	1-12
2 Objektorientierte Programmierung.....	2-3
2.1 Einleitung.....	2-3
2.2 Arten der Programmierung	2-3
2.2.1 Prozedurale Programmierung	2-3
2.2.2 Funktionale Programmierung.....	2-3
2.2.3 Logische Programmierung.....	2-4
2.2.4 Objektorientierte Programmierung	2-5

2.2.5	Mischformen	2-5
2.3	Grundsätze objektorientierter Programmierung.....	2-6
2.3.1	Unified Modeling Language (UML)	2-6
2.3.2	Die Holper-Regel	2-6
2.3.3	Abstraktion.....	2-7
2.3.4	Klassen	2-7
2.3.5	Komposition und Aggregation.....	2-8
2.3.6	Assoziation	2-10
2.3.7	Komponenten	2-11
2.3.8	Vererbung	2-12
2.3.9	Polymorphie.....	2-13
2.3.10	Sichtbarkeiten	2-14
2.3.11	Persistenz	2-15
2.3.12	Nachrichten.....	2-15
2.4	Die drei „K“ der Objektorientierung	2-16
2.4.1	Kapselung (encapsulation)	2-16
2.4.2	Kopplung (coupling).....	2-21
2.4.3	Kohäsion (cohesion)	2-24
2.5	Zusammenfassung	2-26
3	Professionelle Klassen und Objekte	3-3
3.1	Einleitung.....	3-3
3.2	Klassenhierarchien.....	3-3
3.2.1	Das Liskovsche Substitutionsprinzip (LSP).....	3-5
3.2.2	Die Holper-Regel	3-5
3.2.3	Mehrfachvererbungen.....	3-6
3.3	Schnittstellen	3-8
3.3.1	Hierarchieschnittstellen.....	3-8
3.3.2	Fähigkeitsschnittstellen.....	3-10
3.3.3	Mix-Ins	3-11
3.3.4	Parallele Schnittstellen-Hierarchien	3-14
3.3.5	Client-Schnittstellen	3-15
3.3.6	Das Schnittstellen-Abgrenzungs-Prinzip (Interface-Segregation-Principle ISP)	3-15
3.4	Klassengrößen	3-20
3.4.1	Das Visions-Prinzip.....	3-22
3.4.2	Das Einzelne-Verantwortlichkeits-Prinzip (Single-Responsibility-Principle – SRP)	3-23
3.5	Änderungen ermöglichen	3-24

3.5.1	Das Offen-Gesperrt-Prinzip (Open-Closed-Principle – OCP).....	3-24
3.5.2	Das Prinzip der umgekehrten Abhängigkeiten (Dependency-Inversion-Principle – DIP).....	3-26
3.6	Zusammenfassung	3-28
4	Namen	4-3
4.1	Einleitung.....	4-3
4.2	Welche Sprache?	4-3
4.3	Bedeutungsvolle Namen	4-4
4.3.1	Klassen	4-5
4.3.2	Abstrakte Klassen.....	4-5
4.3.3	Interfaces	4-6
4.3.4	Methoden.....	4-6
4.3.5	Konstruktoren	4-7
4.3.6	Namen und Kontexte	4-8
4.3.7	Besondere Namen.....	4-8
4.3.8	Missverständliche Namen.....	4-10
4.3.9	Textrauschen	4-11
4.3.10	Domänen-Sprache vs. Lösung-Sprache	4-12
4.3.11	Ein Konzept, ein Wort	4-12
4.3.12	Verwandte Konzepte.....	4-13
4.4	Namen und ihre Form.....	4-14
4.4.1	Groß- und Kleinschreibung	4-14
4.4.2	Optische Verwechslungen	4-14
4.4.3	Aussprechbare Namen	4-15
4.4.4	Typ- und Kontextbezeichner (encodings)	4-16
4.4.5	Wortspiele und „Slang“	4-17
4.5	Vorgehen	4-18
4.5.1	Ändern von Namen.....	4-18
4.5.2	Der Style-Guide	4-19
4.6	Zusammenfassung	4-20
5	Methoden	5-3
5.1	Einleitung.....	5-3
5.1.1	Was ist eine Methode?	5-3
5.2	Form	5-4
5.2.1	Länge.....	5-4
5.2.2	Blockgrößen.....	5-11
5.2.3	Namen	5-13
5.3	Inhalt.....	5-15

5.3.1	Eine Aufgabe	5-15
5.3.2	Die Vision.....	5-16
5.3.3	Abstraktionsebenen	5-16
5.3.4	Die Stepdown-Regel.....	5-17
5.4	Argumente.....	5-18
5.4.1	Niladische Methoden	5-18
5.4.2	Monadische Methoden.....	5-19
5.4.3	Dyadische Methoden	5-19
5.4.4	Triadische Methoden	5-20
5.4.5	Größere (Polyadische) Methoden.....	5-20
5.4.6	Flags	5-21
5.4.7	Ausgabe Parameter.....	5-22
5.4.8	Argument-Objekte.....	5-23
5.5	Stil	5-24
5.5.1	Seiteneffekte.....	5-24
5.5.2	Befehl oder Abfrage (Command Query Separation)	5-24
5.5.3	Mehrere Exit-Punkte	5-25
5.5.4	Rekursionen.....	5-25
5.6	Zusammenfassung	5-27
6	Kommentare und Dokumentation.....	6-3
6.1	Einleitung.....	6-3
6.1.1	Lesbarer Code	6-3
6.2	Gute Kommentare	6-5
6.2.1	Rechtliche Hinweise.....	6-5
6.2.2	Klarstellungen	6-5
6.2.3	Absichtserklärungen	6-6
6.2.4	Design Patterns	6-6
6.2.5	Regelverstöße	6-6
6.2.6	Unterstreichungen	6-7
6.2.7	Formale Kommentare	6-7
6.3	Schlechte Kommentare	6-9
6.3.1	Unverständliche Kommentare.....	6-9
6.3.2	Redundanzen	6-9
6.3.3	Forcierte Kommentare	6-10
6.3.4	Codehistorien.....	6-10
6.3.5	Klammer-Kommentare.....	6-11
6.3.6	Auskommentierter Code	6-11
6.3.7	Informationsüberfluss.....	6-12
6.3.8	TODOs.....	6-12

6.3.9	Nicht-öffentliche formale Kommentare.....	6-12
6.4	Testfälle als Dokumentation	6-13
6.5	Zusammenfassung.....	6-14
7	Code-Formatierung.....	7-3
7.1	Einleitung.....	7-3
7.2	Warum Formatierung.....	7-3
7.2.1	Automatisierte Formatierung.....	7-3
7.2.2	Sourcecode als Kommunikation	7-5
7.3	Die Zeitungsmetapher	7-6
7.3.1	Schlagzeile	7-6
7.3.2	Untertitel	7-6
7.3.3	Der Einstieg / Lead	7-6
7.3.4	Absätze	7-6
7.3.5	Reihenfolgen.....	7-9
7.3.6	Die Rubrik	7-10
7.4	Weitere Formatierungsregeln	7-10
7.4.1	Breite und Höhe	7-10
7.4.2	Einrückungen.....	7-11
7.4.3	Ausnahmen.....	7-11
7.5	Team Rules!	7-12
7.6	Zusammenfassung.....	7-13
8	Metriken	8-3
8.1	Einleitung.....	8-3
8.1.1	Code Entropy	8-3
8.1.2	Die Zeitachse.....	8-3
8.2	Basis Metriken.....	8-4
8.2.1	Cyclomatic Complexity (CC)	8-4
8.2.2	Lines of Code (LOC)	8-5
8.2.3	Non Commenting Source Statements (NCSS)	8-6
8.3	Objektorientierte Metriken	8-7
8.3.1	Weighted Methods per Class (WMC).....	8-7
8.3.2	Depth of Inheritance Tree (DIT)	8-7
8.3.3	Number of Children (NOC)	8-7
8.3.4	Coupling between Object Classes (CBO)	8-7
8.3.5	Response for a Class (RFC)	8-8
8.3.6	Lack of Cohesion in Methods (LCOM)	8-8
8.3.7	Bewertung.....	8-9
8.4	Statische Analyse Tools (Bug Finder)	8-10

8.5	Laufzeit Metriken	8-11
8.5.1	Testabdeckung	8-11
8.5.2	Builddauer.....	8-11
8.6	Zusammenfassung	8-12
9	Nebenläufigkeit	9-3
9.1	Einleitung.....	9-3
9.1.1	Warum brauchen wir Nebenläufigkeit?	9-3
9.1.2	Mythen und Missverständnisse.....	9-4
9.1.3	Wahrheiten	9-5
9.1.4	Die Herausforderung.....	9-5
9.2	Nebenläufige Prinzipien.....	9-7
9.2.1	Nebenläufig oder nicht.....	9-7
9.2.2	Atomare Zugriffe	9-7
9.2.3	Das Single-Responsiblity-Principle	9-8
9.2.4	Begrenzte Schreibzugriffe.....	9-8
9.2.5	Daten-Kopien.....	9-8
9.2.6	Unabhängige Threads	9-9
9.3	Begriffe	9-10
9.4	Ablaufmodelle.....	9-11
9.4.1	Producer-Consumer	9-11
9.4.2	Reader-Writer	9-11
9.4.3	Dining Philosophers.....	9-12
9.5	Bibliotheken.....	9-13
9.6	Tests.....	9-13
9.6.1	Monte Carlo	9-13
9.6.2	Unerwartete Situationen sind potentielle Threading-Probleme	9-13
9.6.3	Threading und nicht-Threading Tests trennen	9-13
9.6.4	Variable Threadpools.....	9-13
9.7	Zusammenfassung	9-14
10	Optimierung.....	10-3
10.1	Einleitung.....	10-3
10.1.1	Was ist Performance?.....	10-3
10.1.2	Gefühlte Performance.....	10-4
10.1.3	Wann sollte optimiert werden?.....	10-4
10.2	Das Optimierungsdreieck	10-5
10.3	Optimierungsprozess.....	10-9
10.4	Zusammenfassung	10-12

11 Meisterschaft.....	11-3
12 Anhang – Regeln.....	12-3
12.1 Kapitel 1 – Was ist Qualität	12-3
12.2 Kapitel 2 – Objektorientierte Programmierung.....	12-3
12.3 Kapitel 3 – Professionelle Klassen und Objekte	12-4
12.4 Kapitel 4 – Namen	12-5
12.5 Kapitel 5 – Methoden.....	12-7
12.6 Kapitel 6 – Kommentare und Dokumentation	12-8
12.7 Kapitel 7 – Code-Formatierungen.....	12-8
12.8 Kapitel 8 – Metriken.....	12-9
12.9 Kapitel 9 – Nebenläufigkeit.....	12-9
12.10 Kapitel 10 – Optimierung	12-9
12.11 Kapitel 11 – Meisterschaft	12-9
13 Literaturempfehlungen	13-3
Gesamtindex.....	IDX-1

0

Über diese Unterlage

0.1	Diese Unterlage und der Kurs	0-3
0.2	Gliederung	0-3
0.3	Alternativen	0-3
0.4	Regeln	0-4
0.5	Technik.....	0-4

0 Über diese Unterlage

0.1 Diese Unterlage und der Kurs

Diese Unterlage ist als Nachschlagewerk zum Thema *Objektorientierte Programmierung* gedacht. Sie ist allerdings nicht unbedingt als direkter Leitfaden zur Verfolgung des Kurses ausgelegt, sondern eher zu dessen Nacharbeitung. Insbesondere sind die Schwerpunkte des Kurses von den Interessen der Teilnehmer abhängig, was diese Unterlage nicht widerspiegeln kann.

0.2 Gliederung

Diese Unterlage teilt sich grob in fünf Teile.

Zunächst werden wir uns in der Einleitung mit den Grundsätzen von Qualität beschäftigen und unser Ziele formulieren.

Im zweiten Teil wiederholen wir objektorientierte Grundsätze, die wir mit Prinzipien des guten OO-Designs erweitern wollen.

Der dritte Teil steht ganz im Zeichen des lesbaren Codes. Wir werden hier Grundsätze definieren, wie wir unseren Quellcode selbst besser lesbar gestalten können, anhand von Kriterien wie Namensvergabe, Kommentaren, Funktionskomposition etc. Der Inhalt dieses Teils ist teilweise rein formal, strahlt aber teilweise auch sehr deutlich in das Design herein.

Im vierten Teil wenden wir uns einigen ausgesuchten, speziellen Themen wie Optimierung und Nebenläufigkeit zu.

Der fünfte Teil schließlich stellt den Anhang dar. Hier finden sich Indizes und Verweise.

0.3 Alternativen

Unterlage und Kurs versuchen, wo immer es sinnvoll erscheint, mögliche Alternativen aufzuzeigen. Grundsätzlich verfolgt diese Unterlage allerdings eine konkrete Meinung über sinnvolle und unsinnige Vorgehensweise und spricht konkrete Empfehlungen für die Praxis aus. Diese spiegeln zwangsläufig die Meinung des Autors wieder, begründen sich aber auf umfangreiche, konkrete und praktische Erfahrungen. Wo immer Zeit und Umfang es rechtfertigen, wird diese Begründung auch in der Unterlage geliefert.

0.4 Regeln

Über diese Unterlage verstreut findet sich eine Reihe von fundamentalen Regeln. Diese sind im Anhang noch einmal zusammengefasst.

0.5 Technik

Die Programmbeispiele in dieser Unterlage sind größtenteils in Java verfasst, die Konzepte gelten aber grundsätzlich für alle objektorientierten Programmiersprachen.

1

Was ist Qualität?

1.1	Einleitung.....	1-3
1.2	Professioneller Code	1-3
1.2.1	Die Nutzer-Sicht.....	1-3
1.2.2	Die „Hacker“-Sicht.....	1-4
1.2.3	Die Programmierer-Sicht	1-5
1.2.4	Die betriebswirtschaftliche Sicht	1-6
1.2.5	Die Auftraggeber-Sicht.....	1-6
1.2.6	Zusammenhänge zwischen Merkmalen.....	1-6
1.3	Extrinsische und Intrinsische Merkmale	1-9
1.4	„Code Smells“ – Anzeichen für schlechten Code	1-10
1.4.1	Starre	1-10
1.4.2	Zerbrechlichkeit	1-10
1.4.3	Unbeweglichkeit.....	1-10
1.4.4	Zähflüssigkeit.....	1-11
1.4.5	Unnötige Komplexität.....	1-11
1.4.6	Unnötige Wiederholungen	1-11
1.4.7	Undurchsichtigkeit	1-11
1.5	Was ist professioneller Code?.....	1-12

1 Was ist Qualität?

1.1 Einleitung

Im folgenden Kapitel wollen wir einige Grundlagen definieren. Zunächst beschäftigen wir uns mit dem Ziel, das wir erreichen wollen und definieren dazu einige Begriffe aus unterschiedlicher Sicht. Weiterhin beschäftigen wir uns mit dem Softwareentwicklungsprozess und der Einordnung des eigentlichen Programmierens darin.

1.2 Professioneller Code

Unser anspruchsvolles Ziel lautet, professionellen Code zu erstellen. Um es erreichen zu können, müssen wir zunächst natürlich erst einmal definieren, was professioneller Code überhaupt ist. Die Meinungen hierüber gehen wie zu erwarten deutlich auseinander.

Um bei Definition einen Schritt weiter zu kommen, wollen wir zunächst den Begriff „Professionell“ durch eine adäquate Alternative ersetzen: „qualitativ hochwertig“. Wir wollen also eine möglichst hohe Qualität erreichen. Der Begriff Qualität scheint zumindest im ersten Ansatz besser zu definieren zu sein.

Allerdings gibt es natürlich auch bei dem Begriff Qualität unterschiedliche Sichtweisen. Wir wollen im Folgenden die wichtigsten davon näher betrachten und uns diejenigen heraussuchen, die uns am geeignetsten erscheinen, um unser Ziel zu formulieren.

1.2.1 Die Nutzer-Sicht

Für einen Nutzer ist natürlich in erster Linien die Funktionsfähigkeit des Programmes selbst entscheidend. Weiterhin ist relevant, wie benutzerfreundlich oder effizient das Programm ist. Steve McConnell hat die für den Nutzer wichtigen Kriterien in seinem Buch „Code Complete“ als „Externe Softwarequalitäts-Merkmale“ definiert:

Korrektheit: Der Grad der Fehlerfreiheit eines System (bezogen auf Spezifikation, Entwurf und Implementierung). Wie korrekt erfüllt das Programm seine Aufgabe?

Benutzerfreundlichkeit: Wie leicht fällt es dem Benutzer, das System zu erlernen und zu benutzen?

Effizienz: Wie gut werden vorhandene Ressourcen genutzt? Welchen Speicher/Leistungsbedarf besitzt das Programm? Wie *schnell* ist es?

Zuverlässigkeit: Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Programm unter normalen, definierten Bedingungen ausfällt? Wie hoch ist die damit verbundene Ausfallzeit?

Integrität: Wie sicher und stabil sind die Daten? Sind die Daten immer konsistent (Transaktionalität, Nebenläufigkeit)? Existieren Maßnahmen, um einen unauthorisierten Zugriff auf die Daten zu verhindern?

Anpassungsfähigkeit: Wie flexibel kann das Programm ohne Änderung an die Umgebung oder andere Programme angepasst werden (= Konfigurierbarkeit)

Genauigkeit: Wie genau sind die Ergebnisse (nicht: *sind die Ergebnisse richtig*)? Die Auflösung der Ergebnisse.

Robustheit: Wie geht das Programm mit externen Fehlersituationen um (Netzwerkausfall, Fehleingaben)? Wie häufig führen diese zu einem Ausfall des Programms?

Natürlich gibt es bei diesen Merkmalen einige, die sich nur im Detail unterscheiden.

Wir werden externe Softwarequalität im Weiteren auch als *Produkt-Qualität* bezeichnen. Wo hier in der Entwicklung die Schwerpunkte liegen, wird durch die Anforderungen beschrieben – Korrektheit ist natürlich immer ein entscheidendes Kriterium (also die Funktionalität), die anderen Merkmale werden durch die sogenannten Nicht-Funktionalen Anforderungen (NFAs) beschrieben.

1.2.2 Die „Hacker“-Sicht

Eine Sicht, die für uns nicht weiter von Bedeutung ist, aber der Vollständigkeit halber dennoch erwähnt werden sollte. Diese Sichtweise beschreibt ein Programm bzw. ein Stück Software dann als professionell¹, wenn das Problem möglichst „innovativ“ (soll heißen: möglichst überraschend) gelöst wurde. Die Hacker-Sicht dient dazu, die eigenen Fähigkeiten unter Beweis zu stellen oder sich für eine Firma unabdingbar zu machen.

Leider wird die hieraus entstehende Herangehensweise immer noch häufig in der Praxis beobachtet.

¹ Aber nicht unbedingt als qualitativ hochwertig

1.2.3 Die Programmierer-Sicht

Die Programmierer-Sicht misst die Qualität eines Programmes anhand von Kriterien, die für den Nutzer nicht direkt sichtbar sind, wie beispielsweise Lesbarkeit des Quellcodes, und deshalb analog zu den externen als interne Qualitätsmerkmale bezeichnet werden. Ein anderer gängigerer Begriff ist „Sourcecode-Qualität“². Grob betrachtet beeinflussen diese Merkmale alle den Aufwand, den ein Programmierer zukünftig erbringen muss, um bestimmte Ziele zu erreichen. Die wichtigsten Merkmale sind:

Wartungsfreundlichkeit: Wie leicht kann der Code angepasst werden, um Fehler zu korrigieren, die Leistungsfähigkeit zu erhöhen oder Fähigkeiten geändert bzw. hinzugefügt werden?

Flexibilität: Wie leicht lässt sich das Programm an neue Situationen anpassen?

Portierbarkeit: Wie viel Arbeit muss aufgewendet werden, um das Programm in einer anderen Umgebung einzusetzen?

Wiederverwendbarkeit: Können Teile des Codes in anderen Programmen/Systemen verwendet werden?³

Lesbarkeit: Wie viel Anstrengung muss ein Entwickler aufbringen, um den Code zu verstehen? Wie viel Fachwissen muss dieser dazu mitbringen?

Testbarkeit: Wie gut lässt sich das Programm bzw. einzelne Komponenten (automatisiert) testen?

Verständlichkeit: Wie leicht ist das Programm an sich verständlich – also wie die Komponenten zusammenarbeiten, bzw. „was das Programm macht“?

Bei den internen Merkmalen gibt es ebenso wie bei den externen natürlich Überschneidungen bzw. die Merkmale selbst unterscheiden sich teilweise nur in Nuancen. Auch wirken einige Merkmale sicher in den anderen Bereich hinein. Mit der Frage, welche Merkmale wie zusammen hängen werden wir uns im Folgenden noch ein wenig ausführlicher beschäftigen.

Wie wir dabei auch sehen werden, nehmen zwei Merkmale, nämlich Flexibilität und Portierbarkeit eine Sonderstellung ein.

² Eine weitere, etwas verkürzende Bezeichnung ist „Les- und Wartbarkeit“. Hierbei werden allerdings einige Punkte nicht gewürdigt.

³ Das heißt nicht, dass der Code jemals in anderen Systemen verwendet wird. Dennoch ist das Maß der Wiederverwendbarkeit ein deutlicher Prüfstein für die Sourcecode-Qualität

1.2.4 Die betriebswirtschaftliche Sicht

Die betriebswirtschaftliche Sichtweise verfolgt eine gänzlich andere Strategie. Qualität bezeichnet hierbei die Kosten die zum einen für die Erstellung eines Programmes, zum anderen aber auch im weiteren Leben der Software für Wartung, Pflege und Erweiterung anfallen. Ein aus betriebswirtschaftlicher Sicht hochwertiges Programm kostet also in Entwicklung und Pflege möglichst wenig.

Traditionell kostet die Wartung eines Programmes ein Vielfaches der Entwicklungskosten, weshalb die betriebswirtschaftliche Sicht natürlich Herangehensweisen favorisiert (bzw. favorisieren sollte), die möglichst den Wartungsaufwand reduzieren.

Es gilt der Grundsatz: „Gerade so viel nötig“, was die externen Merkmale angeht. Also nicht maximale Effizienz oder Benutzerfreundlichkeit, sondern eben nur so viel, wie gefordert wurde (anhand des Pflichtenheftes bzw. anderer Anforderungsdokumente).

Man könnte die betriebswirtschaftliche Sicht auch als Zukunftsorientierte Sicht betrachten.

Natürlich soll nicht unerwähnt bleiben, dass zum einen die Weitsicht für diese Sicht in der Praxis fehlt und zum anderen, dass in besonderen Fällen die Gewichtung aus betriebswirtschaftlicher Sicht gänzlich anders sein kann. Das ist zum Beispiel der Fall, wenn das Produkt explizit nicht gepflegt wird, sondern lediglich als Wegwerfprodukt in einem klar definierten Rahmen genutzt wird (zum Beispiel zu Konvertierung eines Datenbestandes): Allerdings hat die Erfahrung immer wieder gezeigt, dass auch Code, der nie für eine längere Nutzung gedacht war, doch über Jahre hinweg nicht nur genutzt, sondern eben auch gepflegt und weiter entwickelt wird.

1.2.5 Die Auftraggeber-Sicht

Die vollkommene Umkehrung der betriebswirtschaftlichen Sicht ist die Auftraggeber-Sicht. Für den Auftraggeber (nicht den späteren Nutzer) ist es weniger relevant, wie gut eine Software tatsächlich funktioniert, sondern dass sie die *geforderten Kriterien erfüllt*. Für diese Sichtweise sind die internen Merkmale nebensächlich. Stattdessen ist ein Maßgebliches Kriterium für Qualität (bzw. hier natürlich auch eher von Professionalität), wie lange die Auftragserfüllung dauert.

1.2.6 Zusammenhänge zwischen Merkmalen

Natürlich kann man die oben erwähnten Merkmale nicht ohne weiteres von einander losgelöst betrachten. So kann sich z.B. eine Erhöhung der Genauigkeit eines Programmes negativ auf die Effizienz auswirken. Ebenso wirken sich insbesondere interne Merkmale auf die externen aus. Die folgende Tabelle stellt die Zusammenhänge zwischen den Merkmalen exemplarisch dar:

	Korrektheit	Benutzerfreundlichkeit	Effizienz	Zuverlässigkeit	Integrität	Anpassungsfähigkeit	Genaugigkeit	Robustheit	Wartungsfreundlichkeit	Flexibilität	Portierbarkeit	Wiederverwendbarkeit	Lesbarkeit	Testbarkeit	Verständlichkeit
Korrektheit	+	+				+	-		-					+	
Benutzerfreundlichkeit		+				+	+		-		-	+	-	-	
Effizienz	-		-	-	-	-	-		-	-	-		-		
Zuverlässigkeit	+		+	+		+	-						-		
Integrität			-	+	-								-		
Anpassungsfähigkeit				-			+		+				-		
Genaugigkeit	+	-	+	-	-		-								
Robustheit	-	+	-	-	-	+	-	+	+				-		
Wartungsfreundlichkeit	+		+	+				+				+	+	+	
Flexibilität		-	-	-	+		-	-			+	-	-	-	
Portierbarkeit		-		-			-		+	+			+		
Wiederverwendbarkeit	+		+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	
Lesbarkeit	+		+	+					+			+	+	+	
Testbarkeit	+		+	+			+	+				+	+		+
Verständlichkeit				+		+			+			+			

Das kann natürlich nur eine exemplarische Aufstellung sein, die genauen Einflüsse unterscheiden sich von Projekte zu Projekt. Wir wollen aber dennoch einen Blick auf einige wesentliche Erkenntnisse werfen und daraus Regeln ableiten.

Regel 1-1: eine maximale, externe Qualität ist nicht erreichbar, Schwerpunkte müssen anhand klarer Anforderungen gestellt werden.

Verbesserungen der Benutzerfreundlichkeit ziehen in der Regel eine Verschlechterung der Sourcecode-Qualität nach sich. Das liegt daran, dass eine benutzerfreundlicher Oberfläche in der Regel viele verschiedene, intelligente Möglichkeiten anbietet, um dasselbe Ziel zu erreichen

und damit den Code mit sehr vielen Fallunterscheidungen anreichert, was sich insbesondere deutlich negativ auf die Les- und Testbarkeit auswirkt.

Regel 1-2: Verbesserungen der Benutzerfreundlichkeit sollten wohl überlegt sind und nur bei begründeten Fällen (Nutzerforderung!) über ein übliches Maß hinaus gehen.⁴

Viele Verbesserungen an den externen Merkmalen bewirken potentiell eine Verschlechterung der Lesbarkeit, was sich ggf. wieder negativ auf andere Punkte auswirkt.

Regel 1-3: Eine Betonung eines externen Merkmal muss durch Nicht-funktionale Anforderungen (NFAs) begründet sein.

Verbesserungen an Wartungsfreundlichkeit, Wiederverwendbarkeit, Lesbarkeit und Testbarkeit (und in geringerem Maße auch Verständlichkeit) haben in der Regel positive Auswirkungen auf eine Vielzahl anderer (insbesondere interner, aber auch externer) Merkmale. Gleichzeitig ziehen diese Verbesserungen keine negativen Konsequenzen nach sich.

Regel 1-4: Wartungsfreundlichkeit, Wiederverwendbarkeit, Lesbarkeit und Testbarkeit sollten, solange der Aufwand vertretbar ist, so hoch wie möglich sein.

Höhere Flexibilität und höhere Effizienz bedeuten Abstriche in fast allen anderen Bereichen.

Regel 1-5: Flexibilität und Effizienz sollten in der Entwicklung eine geringe Priorität haben.

Zusammengefasst wollen wir uns die betriebswirtschaftlich bzw. die Programmierer-Sicht zu eigen machen. Dabei nehmen wir aber explizit die Merkmale Flexibilität und Effizienz aus unseren Überlegungen heraus, da diese eben im Gegensatz zu den anderen internen Merkmälern deutliche, negative Nebeneffekte haben.

⁴ Eine Multitouch-Eingabe für eine normale Eingabemaske geht (zumindest derzeit) über das üblich Maß weit hinaus

1.3 Extrinsische und Intrinsische Merkmale

Um diese Unterscheidung auch im Sprachgebrauch deutlich zu machen, unterscheiden wir die internen Merkmale weiterhin in *intrinsische* und *extrinsische Merkmale*. Intrinsische sind dabei diejenigen Merkmale, die sich gegenseitig bedingen, aber nach außen hin wenig Auswirkungen haben (also die eigentliche Sourcecode-Qualität), konkret: Wartungsfreundlichkeit, Wiederverwendbarkeit, Lesbarkeit, Testbarkeit und Verständlichkeit, die beiden extrinsischen dagegen diejenigen, die eben eine konkrete, von außen vorgegebene Forderung erfüllen.

Die beiden extrinsischen Merkmale (Flexibilität und Portierbarkeit) nehmen also eigentlich eine Zwitterstellung zwischen externen und internen Merkmalen ein. Zum einen könnten sie als extern betrachtet werden, weil sie durch äußere Anforderungen begründet werden, zum anderen handelt es sich aber um Eigenschaften, die zu allererst direkt den Programmierer betreffen.

Der Autor hat sich entschieden, sie für diese Unterlage den internen Merkmalen zugeteilt zu lassen, vor allem weil damit die Definition von McConnell nicht verändert oder durch eine weitere Alternative ersetzt wird.

1.4 „Code Smells⁵“ – Anzeichen für schlechten Code

Die Qualitätsmerkmale, auf die wir hinarbeiten wollen haben wir besprochen. Bevor wir diese Kapitel schließen, wollen wir noch einen kurzen Blick auf die andere Seite werfen: auf schlechten Code und Anzeichen dafür.

Wer jetzt vermutet, dass wir dabei im Prinzip die Qualitätsmerkmale umdrehen, liegt sicher richtig. Wir wollen dennoch auf einige interessante Punkte näher eingehen. Und wie Frage, was die Konsequenzen von mangelnder Qualität sind, kann uns natürlich auch helfen, unser Auge für Qualität weiter zu schärfen.

1.4.1 Starre

Ein System ist dann starr, wenn es nur schwer oder umständlich zu verändern ist. Das liegt in der Regel daran, dass eine Änderung viele andere Änderungen nach sich zieht.

Ein Code Smell, den fast jeder Programmierer bereits erlebt hat. Man bekommt einen einfachen Änderungsauftrag, schätzt seinen Aufwand als äußerst gering ein („mach ich in einer Stunde“) und ist nachher mit Folgeänderungen deutlich länger beschäftigt („Es war doch komplizierter als gedacht“).

1.4.2 Zerbrechlichkeit

Ein System ist zerbrechlich, wenn Änderungen an einer Stelle dazu führen können, dass Bereiche nicht mehr funktionieren, die mit der geänderten Stelle eigentlich gar nichts zu tun haben (sollten).

In der Praxis äußert sich das so, dass eine Änderung eine Vielzahl an kleineren und größeren Problemen nach sich zieht, deren Behebung wiederum eine Reihe neuer Probleme mit sich bringt (die hoffentlich wenigstens frühzeitig durch Tests erkannt werden).

Diese problematischen Programmteile neigen dazu, ein wichtiger Bestandteil des Systems zu sein, an den sich niemand mehr herantraut. Probleme werden dann lieber an einer ganz anderen Stelle umgangen, als an der Wurzel behoben.

1.4.3 Unbeweglichkeit

Ein unbewegliches System lässt sich schwer in einzelne Komponenten zerlegen, die dann in anderen Systemen wiederverwendet werden können. Dieser Smell tritt dann auf, wenn einzelne (allgemein nützliche)

⁵ Ein Code Smell (üblicher Geruch des Codes) beschreibt ein negatives Anzeichen, dass auf ein tieferliegendes Problem hindeutet.

Teile des Codes so eng mit den speziellen Teilen vermischt sind, dass ein Herauslösen nur unter größter Anstrengung möglich ist.

1.4.4 Zähflüssigkeit

Ein System gilt als zähflüssig (oder einfach nur zäh), wenn es leichter ist Dinge falsch (oder unsauber) umzusetzen (auch bekannt als „Hacks“, als es richtig zu machen).

Je schwerer es ist, die korrekte Lösung (die das Design nicht verletzt) umzusetzen, desto größer ist die Versuchung die schnelle Lösung zu wählen.

Das muss sich nicht nur auf den Code selbst beziehen, auch das Umfeld kann zähflüssig sein. Dauert ein vollständiger Build-Vorgang mehrere Stunden, so ist ein Entwickler versucht, nicht die Lösung zu wählen, die am besten das Design umsetzt, sondern die, die am wenigsten Kompilier-Aufwand erfordert.

1.4.5 Unnötige Komplexität

Ein ungemein häufig anzutreffender Code Smell. Er sagt aus, dass das Design Elemente beinhaltet, die (derzeit) nicht benötigt werden und nur deshalb aufgenommen wurden, weil man sie ja „später brauchen könnte“.

Der Entwickler sieht kommende Entwicklungen voraus und bereitet sich darauf vor. Prinzipiell eine gute Sache, nur wird dabei meistens über das Ziel hinaus geschossen. Der Schritt von der Flexibilität zur unnötigen Komplexität ist ziemlich klein.

1.4.6 Unnötige Wiederholungen

Ein Verstoß gegen das uralte Prinzip der Softwareentwicklung: DRY – Don't repeat yourself (Wiederhole Dich nicht). Das Problem mit sich wiederholendem Code ist, dass eine Änderung an dem kopierten Code an jeder Stelle vorgenommen werden muss, an die der Code gesetzt wurde – eine unnötige Anstrengung, die in der Praxis teilweise auch nicht mehr machbar ist.

1.4.7 Undurchsichtigkeit

Das genaue Gegenteil der Lesbarkeit. Je mehr Energie ein Programmierer aufbringen muss, um ein Stück Code zu verstehen, je öfter er beim Überfliegen inhalten muss, um sich eine Passage genauer anzuschauen, desto undurchsichtiger ist der Code.

1.5 Was ist professioneller Code?

Kehren wir also zurück zur Ausgangsfrage: „was ist professioneller Code?“

Für uns ist also professioneller Code Sourcecode, der die intrinsischen Qualitätsmerkmale (Wartungsfreundlichkeit, Wiederverwendbarkeit, Lesbarkeit, Testbarkeit und Verständlichkeit) maximiert, aber dabei natürlich die **erforderlichen** externen Qualitätsmerkmale umsetzt.

Im weiteren Verlauf dieser Unterlage werden wir uns mit den externen Qualitätsmerkmalen nur noch am Rande auseinandersetzen, da diese ja maßgeblich durch die NFAs bestimmt werden. Das Ziel, dass wir ab hier verfolgen heißt demnach, die intrinsischen Merkmale, also die Qualität unseres Sourcecodes so weit wie möglich zu steigern. Jede Maßnahme wollen wir dabei direkt an den intrinsischen Merkmalen, die sie beeinflusst, bewerten.

Wenn wir in Zukunft Regeln aufstellen, werden wir sie daher mit Kürzeln versehen, die die dazu gehörigen intrinsischen Merkmale beschreiben (Wart, Wied, Lesb, Test, Vers).

Tatsächlich werden wir feststellen, dass dabei Lesbarkeit einen überproportional hohen Stellenwert bekommt. Bei genauerer Überlegung liegt das natürlich nahe. Um einen Code zu warten oder ihn wiederzuverwenden, muss er ja zwangsläufig erst gelesen und **verstanden** worden sein.

2

Objektorientierte Programmierung

2.1	Einleitung.....	2-3
2.2	Arten der Programmierung	2-3
2.2.1	Prozedurale Programmierung	2-3
2.2.2	Funktionale Programmierung.....	2-3
2.2.3	Logische Programmierung.....	2-4
2.2.4	Objektorientierte Programmierung.....	2-5
2.2.5	Mischformen	2-5
2.3	Grundsätze objektorientierter Programmierung.....	2-6
2.3.1	Unified Modeling Language (UML)	2-6
2.3.2	Die Helper-Regel	2-6
2.3.3	Abstraktion.....	2-7
2.3.4	Klassen	2-7
2.3.5	Komposition und Aggregation.....	2-8
2.3.6	Assoziation	2-10
2.3.7	Komponenten	2-11
2.3.8	Vererbung	2-12
2.3.9	Polymorphie.....	2-13
2.3.10	Sichtbarkeiten.....	2-14
2.3.11	Persistenz	2-15

2.3.12	Nachrichten.....	2-15
2.4	Die drei „K“ der Objektorientierung	2-16
2.4.1	Kapselung (encapsulation)	2-16
2.4.2	Kopplung (coupling)	2-21
2.4.3	Kohäsion (cohesion)	2-24
2.5	Zusammenfassung	2-26

2 Objektorientierte Programmierung

2.1 Einleitung

In diesem Kapitel werden wir uns mit einigen Grundsätzen und Begriffen beschäftigen. „Objektorientierte Programmierung“ setzt sich aus zwei Begriffen zusammen mit der Objektorientierung und der Programmierung. Folgerichtig werden wir im Folgenden beide Begriffe näher beleuchten. Wir werden die Objektorientierung mit anderen Programmierer-Techniken vergleichen und daraus erste Konsequenzen für die folgenden Kapitel ableiten. Naturgemäß besitzen die folgenden zwei Kapitel eine starke Schnittmenge zur Objektorientierten Analyse bzw. zum Objektorientierten Design.

2.2 Arten der Programmierung

Lässt man spezielle und nur akademisch relevante Fälle außen vor, so können wir prinzipiell zwischen vier Programmier-Paradigmen unterscheiden.

2.2.1 Prozedurale Programmierung

Prozedurale Programmiersprachen stellen die „klassische“ Art zu Programmieren dar. Ein Programm besteht aus einer Reihe von Anweisungen, die vom Rechner Schritt für Schritt, eine nach der anderen ausgeführt werden. Zwischenergebnisse können in Variablen abgelegt und mehrere Programmier-Schritte zu einem Unter-Programm (eben einer Prozedur) zusammengefasst werden.

Diese Arbeitsweise kommt dem Rechner sehr entgegen, da sie sehr dicht an der Funktionsweise eines Rechners selbst liegt. Damit wird der Aufwand, aus dem Quellcode ein ausführbares Programm herzustellen, deutlich geringer als bei den anderen Alternativen.

Typische Vertreter prozeduraler Programmiersprachen sind Basic, Cobol oder C.

2.2.2 Funktionale Programmierung

Funktionale Programmiersprachen, die auch als deklarativ¹ bezeichnet werden, beschreiben im Gegensatz zu prozeduralen Programmiersprachen nicht, wie etwas zu berechnen ist, sondern stattdessen, was zu

¹ Wobei deklarative Sprachen eine Obermenge darstellt zu der auch die im Folgenden beschriebenen, logischen Sprachen gehören.

berechnen ist. Sie besitzen keinen inneren Zustand und keine Schleifen-Konstrukte, sondern ein Programm besteht aus einer Reihe von Funktionsdefinitionen, die mittels Komposition, Verzweigung und Rekursion zusammengesetzt werden. Ein Funktionsaufruf liefert dabei das Ergebnis zurück, hat aber sonst keine Seiteneffekte.

Funktionale Programmierung hat einige Zeit ein Schattendasein geführt und war schwerpunktmaßig an Universitäten interessant, erlebt aber in letzter Zeit eine Renaissance. Das ist nicht zuletzt in der Tatsache begründet, dass funktionale Programme viel leichter in eine Multi-Threading Umgebung umzusetzen sind, als das bei prozeduralen und objektorientierten Programmen der Fall ist. Mit der zunehmenden Anzahl an Mehrkern-Prozessoren wird diese Art der Programmierung dabei immer wichtiger.²

Typische Vertreter funktionaler Programmiersprachen sind Haskell, LISP und (als neue Sprache) Scala. Allen diesen Sprachen ist allerdings gemeinsam, dass sie Ansätze besitzen, die über einen reinen, funktionalen Kern hinausgehen.

2.2.3 Logische Programmierung

Logische Programmiersprachen folgen einem gänzlich anderen Ansatz. Ein Logik-Programm ist keine Sammlung von Anweisungen oder Funktionen, sondern besteht aus einer Menge von Fakten (Axiomen) und darauf aufbauenden Regeln. Eine Anfrage an das System ist dann die Frage nach einer Folgerung aus Fakten und Regeln, um weitere, abgeleitete Fakten zu generieren.

Das folgende, aus Wikipedia³ übernommene, einfache Beispiel soll das Prinzip verdeutlichen:

Fakten:

Lucia ist die Mutter von Minna.

Lucia ist die Mutter von Klaus.

Minna ist die Mutter von Nadine.

Regel:

Falls *X ist die Mutter von Y und Y ist die Mutter von Z* **Dann** *X ist die Großmutter von Z.*

Frage/Ziel:

Wer ist die Großmutter von Nadine?

Antwort des Computers, Folgerung aus den Fakten und Regeln:

Lucia

² Vergleiche hierzu auch das Kapitel über Nebenläufigkeit.

³ http://de.wikipedia.org/wiki/Logische_Programmierung

Wie aus dem Beispiel ersichtlich werden dürfte, ist die logische Programmierung nur für einen deutlich umrissenen Problembereich (vor allem künstliche Intelligenz bzw. Expertensysteme) sinnvoll.

Ein typischer Vertreter dieser Sprachen ist Prolog.

2.2.4 Objektorientierte Programmierung

Wie auch der prozeduralen liegt der objektorientierten Programmierung der Gedanke zu Grunde, dass dem Rechner Schritt für Schritt vorgeben wird, was er tun soll. Der Unterschied liegt in der Verbindung von Anweisungen und Daten.

Ein Programm besteht in der objektorientierten Programmierung aus einem Zusammenschluss von einzelnen Objekten. Ein Objekt verbindet dabei eine Reihe von Daten (der Zustand) mit einem Verhalten (die Anweisungen, mit denen das Objekt gesteuert werden kann).

Die Vorteile der objektorientierten Programmierung liegen in der Tatsache, dass sich die Realität (bzw. ein System) objektorientiert in der Regel leichter formulieren lässt, als das mit ausschließlich prozeduralen Hilfsmittel möglich wäre. Außerdem erleichtert die objektorientierte Programmierung das Zerlegen eines Programms in einzelne Partitionen (Komponenten), was der Wiederverwendbarkeit zugute kommt.

Nachdem sich diese Unterlage konkret auf die objektorientierte Programmierung bezieht, werden wir uns mit diesem Thema natürlich im Folgenden noch ausführlicher auseinandersetzen.

Typische Vertreter objektorientierter Programmiersprachen sind C++, Java und Smalltalk.

2.2.5 Mischformen

In der Softwareentwicklung setzen sich seit einiger Zeit immer mehr Mischformen zwischen den einzelnen Arten zu Programmieren durch. So kann beispielsweise das steuernde Framework objektorientiert, die eigentliche Fachlichkeit aber funktional realisiert sein. Gerade im Java-Umfeld werden Kombinationen aus Java, Scala und einer Skriptsprache immer beliebter.

Ein Beispiel hierfür könnte eine Prozessmodellierung sein. Die Prozessablaufsteuerung selbst (der Server und/oder das Framework) sind in Java geschrieben, die einzelnen Business Komponenten in Java oder Scala und die (recht dynamischen) Entscheidungsknoten des konkreten Prozess dann in einer Skriptsprache (zum Beispiel Groovy oder JRuby).⁴

⁴ Skriptsprache bedeutet in diesem Fall, dass der Code nicht vorher kompiliert wird, sondern dynamisch erst zur Laufzeit des Programms.

2.3 Grundsätze objektorientierter Programmierung

Im folgenden Abschnitt wollen wir zunächst einige typische, objektorientierte Begriffe definieren, und uns dann mit den Prinzipien dieser Art zu Programmieren beschäftigen. Unser besonderes Ziel sollte dabei sein, die objektorientierte Programmierung dazu zu benutzen, die intrinsischen Qualitätsmerkmale unserer Software zu verbessern.

2.3.1 Unified Modeling Language (UML)

Wir werden die folgenden Punkte mit UML-Diagrammen ergänzen. UML ist eine formale, grafische Beschreibungssprache, die unter anderem dazu genutzt wird, Beziehungen zwischen Klassen zu visualisieren. Für alle wichtigen Konzepte gibt es in der UML festgeschriebene Notationen. Für unseren Anwendungsbereich reicht aber ein kleiner Ausschnitt der Sprache, den wir im Folgenden mit beleuchten wollen.

UML unterscheidet zwischen drei verschiedenen Sichtweisen auf eine Architektur:

- **Konzeptionell:** Die konzeptionelle Sichtweise beschreibt die Konzepte der Domänen-Sprache. Das Diagramm ist also ein fachliches Modell mit möglichst wenig Rücksicht auf die spätere, technische Implementierung. Die konzeptionelle Sicht ist damit sprachunabhängig.
- **Spezifikation:** Die Spezifikation definiert die Schnittstellen und wie diese miteinander interagieren, aber nicht die konkrete Implementierung (vgl. hierzu den Abschnitt „Klasse“ weiter unten).
- **Implementierung:** In dieser Sicht werden tatsächliche Klassen mit ihren Implementierungsdetails modelliert. Die Praxis zeigt, dass diese Sicht am häufigsten verwendet wird, wobei es sinnvoller wäre, häufiger die Spezifikation zu modellieren.

Für unsere Zwecke sind die Unterscheidungen nicht wirklich von Bedeutung, sie wirken sich aber auf die Terminologie der einzelnen Elemente aus. So spricht man in der Konzeptionellen Sicht beispielsweise von einem Attribut, in der Implementierung aber von einem Feld.

Es gibt derzeit zwei gebräuchliche Versionen von UML, Version 1.4 und Version 2. Die Unterschiede sind für uns aber nicht weiter relevant, wir werden uns an der 1.4 Notation orientieren.

2.3.2 Die Helper-Regel

In den Grundkonzepten der Objektorientierung wird in der Literatur immer wieder auf Sprechweisen eingegangen (*Ein Pferd ist ein (eine besondere Form) von Tier*), die wir im Folgenden auch wiederholen. Hierbei handelt es sich keineswegs nur um eine Verständniserleichterung oder Eselsbrücke. Vielmehr können wir diese Sprechweise auch als Prüfstand für unsere Architektur benutzen. Klingt der passende Satz

holprig oder „unfertig“ ist das ein gutes Zeichen dafür, dass unsere Architektur bzw. unser Design noch nicht ausreichend ausgefeilt ist.

Regel 2-1: (1. Helper-Regel) Klingt eine Sprechweise für ein objektorientiertes Konzept holprig, so ist das Konzept nicht korrekt angewendet. (Vers)

2.3.3 Abstraktion

Jedes Objekt im System kann als ein abstraktes Modell eines *Akteurs* betrachtet werden, der Aufträge erledigen, seinen Zustand berichten und ändern und mit den anderen Objekten im System kommunizieren kann, ohne offenlegen zu müssen, wie diese Fähigkeiten implementiert sind. Solche Abstraktionen sind entweder Klassen (in der klassenbasierten Objektorientierung) oder Prototypen (in der prototypbasierten Programmierung).

Grundsätzlich ist die Abstraktion kein Begriff, der sich ausschließlich auf die objektorientierte Programmierung bezieht, sondern auch durchaus in der prozeduralen Programmierung Anwendung findet. Er geht in der Objektorientierung allerdings noch weit über dieses Maß hinaus.

2.3.4 Klassen

In der Objektorientierung werden Objekte häufig durch ihre Klasse definiert. Eine Klasse fasst dabei gleichartige Objekte zusammen. Gleichartig bedeutet dabei, dass die Objekte ein vergleichbares Verhalten und die gleiche Art von Zustand besitzen. Eine Klasse beschreibt genau jenes Verhalten und die Art des Zustandes (mit eventuellen Standardwerten), die konkreten Objekte (die Instanzen der Klasse) den konkreten Zustand. Zustände bezeichnet man in der Objektorientierung als Attribute, Member- oder Instanzenvariablen, Fähigkeiten als Methoden.⁵

Beispiel:

Die Klasse „Kreis“ wird definiert durch den Mittelpunkt, den Radius sowie die Farbe. Jeder Kreis besitzt die Fähigkeit, seine Fläche und seinen Umfang zurück zu berechnen und zurück zu liefern.

Eine Instanz der Klasse Kreis besitzt den Mittelpunkt (10 3), den Radius 23 und die Farbe „Rot“. Eine weitere Instanz besitzt Mittelpunkt (0 0), den Radius 1 sowie die Farbe „Blau“.

Wir unterscheiden bei einer Klasse zwischen der äußeren und der inneren Sicht. Die äußere Sicht (die sogenannte Schnittstelle) beschreibt dabei die Fähigkeiten der Klasse, ohne konkret darauf einzugehen, wie diese realisiert werden. Die innere Sicht (der eigentliche Programmcode bzw. die Implementierung) beschreibt dagegen, wie die Methode tatsächlich funktioniert, also die einzelnen Anweisungen, die für diese Me-

⁵ Traditionell wird aber für eine Methode ohne Seiteneffekte auch weiterhin häufig der Begriff „Funktion“ gebraucht.

thode ausgeführt werden. Viele Programmiersprachen bieten die Möglichkeit, beide Sichten voneinander zu trennen⁶.

Eine Klasse wird in UML als Kasten dargestellt, der in drei Bereiche eingeteilt ist. Zuoberst steht der Name der Klasse, gefolgt von den Attributen und zuletzt den Methoden (bzw. in der UML-Terminologie: Operationen). Interfaces, also die Trennung von Schnittstelle und Implementierung (und damit auch vom Zustand) werden als „Klasse“ dargestellt, die keinen Attribut-Bereich besitzt und zusätzlich mit dem Stereotyp «interface» markiert ist.⁷

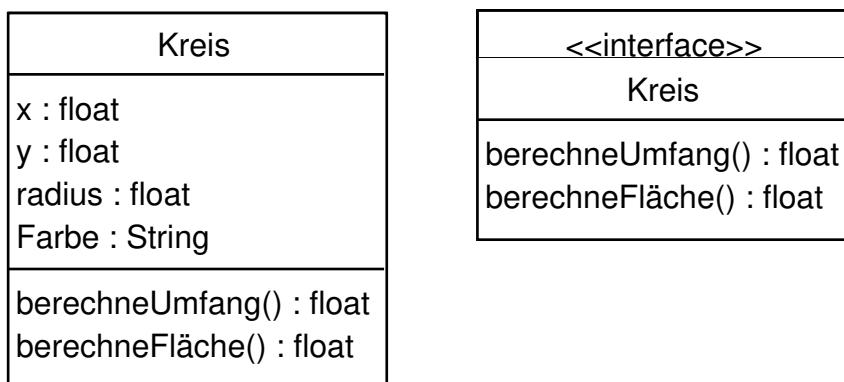


Abbildung 2-1: Eine Klasse und ein Interface

2.3.5 Komposition und Aggregation

Objekte, deren Zustände ihrerseits wieder durch Objekte beschrieben werden, sind sogenannte Kompositionen. Abgegrenzt ist dieser Begriff zur Aggregation, die im Programmcode in der Regel identisch aussieht (auch hier sind die Attribute eines Objektes wieder Objekte), aber eine inhaltlich etwas unterschiedliche Bedeutung hat. Eine Komposition bedeutet dabei eine so enge Verknüpfung, dass die Bestandteile (die Komponenten) in der Regel alleine keinen Sinn machen bzw. ihre Lebensdauer an die des Komposites (des „Besitzers“) geknüpft sind.

Eine gängige Sprechweise für Komposition ist „besteht aus“ bzw. in umgekehrter Richtung „ist Bestandteil von“.

*Ein Auto **besteht aus** vier Reifen, einem Motor und einer Karosserie.*

*Ein Motor **ist Bestandteil** eines Autos.*

⁶ Z.B. bei Java durch Interfaces, bei C++ durch Header-Dateien.

⁷ Ein Stereotyp ist eine Möglichkeit, in UML zusätzliche Informationen unterzubringen, die an anderer Stelle definiert wurden. Stereotypen werden in französischen Anführungszeichen eingefasst («stereotyp»). Einige Stereotypen (wie «interface») sind in der UML-Definition vorbelegt.

Ohne das Auto machen die einzelnen Komponenten allerdings wenig Sinn⁸.

Eine Aggregation könnte man dagegen als „hat Zugriff auf“ oder „hat eine direkte Beziehung zu“ formulieren⁹:

Eine Person hat eine direkte Beziehung zu ihrem Partner.

In diesem Fall bedeutet das Ende der Person nicht das Ende des Partners (aus Objektsicht betrachtet).¹⁰

Grundsätzlich ist die Frage, ob eine Beziehung zwischen zwei Objekten eine Aggregation oder eine Komposition darstellt, auch immer durch die Fachlichkeit beeinflusst. Trotzdem wollen wir zumindest zwei Grundsätze beschreiben, die bei der Auswahl nützlich sein könnten:

- Ein Objekt kann immer nur Teil einer einzigen Komposition sein. Taucht das Objekt als Attribut weiterer Objekte auf, sind diese Beziehungen zwangsläufig Aggregationen.
- Eine Komposition ist immer gerichtet. Ist eine Beziehung beidseitig, so kann nur eine Richtung die Komposition sein, die andere muss zwangsläufig eine Aggregation sein (*Ein Auto besteht (unter anderem) aus einem Motor, ein Motor hat eine direkte Beziehung zu seinem Auto*).

Im UML-Diagramm werden Kompositionen als Linie mit einer ausgefüllten Raute auf Besitzer-Seite dargestellt, bei Aggregationen ist die Rauten nicht gefüllt. Die beiden Seiten der Linien werden mit Angaben der Kardinalität versehen. Diese wird in üblicher Form mit 1, 1..*, 0..* oder einer festen Zahl dargestellt. Gegenüber der Kardinalität kann die Rolle der Zielklasse angegeben werden, die diese in der Assoziation belegt, üblicherweise steht hier der Name des Attributes, unter dem die Zielklasse im Besitzer abgelegt ist. Ist kein Name angegeben, so wird der Name der Zielklasse angenommen. Bei einer Komposition ist die Kardinalität auf Komposite-Seite logischerweise immer 1.

⁸ Was natürlich von der fachlichen Aufgabe abhängt. Für die Verwaltung eines Autoteile-Zulieferers macht es natürlich sehr wohl Sinn, die Komponenten einzeln zu betrachten.

⁹ „Kennt“ würde zwar oft auch Sinn machen, ist aber in der Objektorientierung bzw. in der Modellierung mit UML schon vorbelegt.

¹⁰ Wenn man von gewissen Bräuchen der alten Pharaonen bewusst absieht.

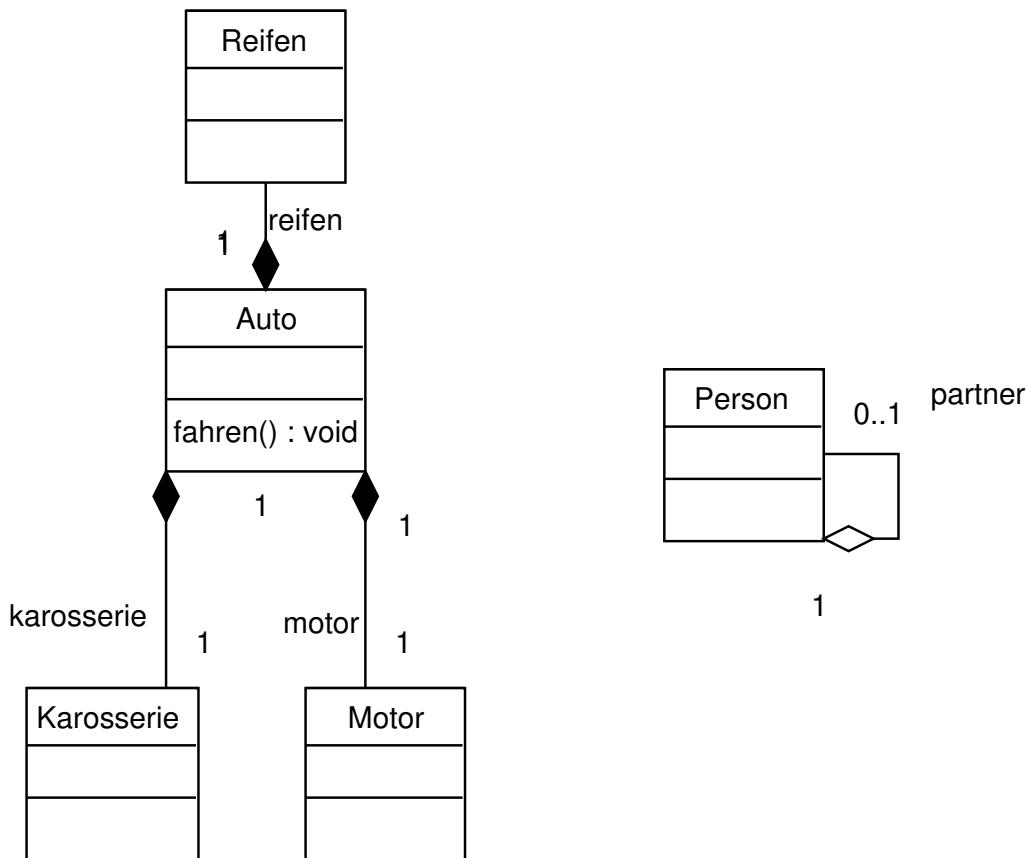


Abbildung 2-2: Komposition und Aggregation

2.3.6 Assoziation

Eine Assoziation stellt eine deutlich leichtere Verbindung von einem Objekt zu einem anderen (bzw. einer Klasse zu einer anderen) dar. Eine Assoziation wird formuliert als „kennt“. Kennen bedeutet in diesem Fall, die Fähigkeiten des anderen Objektes kennen und damit auch darauf zugreifen können. Eine andere Sichtweise wäre: Der Name der bekannten Klasse taucht im Code der kennenden Klasse auf und ist auch zur Kompilierzeit der Klasse verfügbar (ggf. als Header-Datei oder Interface).

Kompositionen sind in der Regel auch Assoziationen, für Aggregationen gilt das häufig auch (aber nicht so häufig wie bei Kompositionen). Ein Auto, das unter anderem aus einem Motor besteht, wird normalerweise auch die Klasse Motor kennen, umgekehrt wird der Motor häufig auch Zugriff auf sein Auto haben und es damit kennen. Denkbar ist allerdings auch, dass dieses Kennen explizit nur in Gegenrichtung der Komposition / Aggregation existiert.

Ein Beispiel:

In einem Baumdiagramm kennt jeder Knoten seinen Vaterknoten, aber der Vaterknoten selbst kennt seine Kinder nicht.

In UML werden Assoziationen als einfache Linien dargestellt, ggf. um eine Pfeilspitze erweitert, die die Richtung angibt. Ist diese nicht vorhanden, so bedeutet das entweder, dass die Richtung beidseitig ist, oder dass sie nicht bekannt ist.

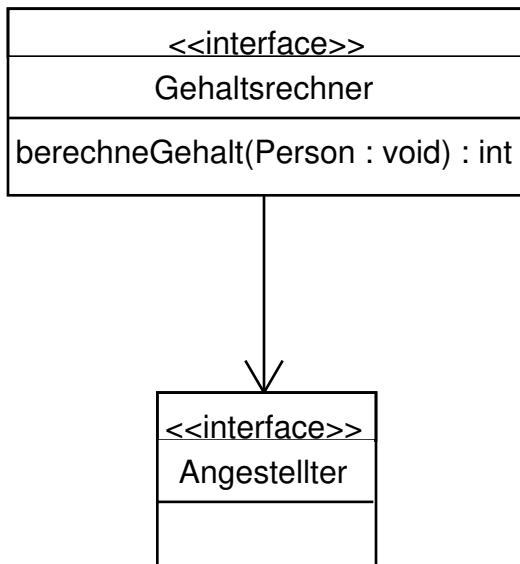


Abbildung 2-3: Assoziation

2.3.7 Komponenten

Eine Komponente ist eine weitere Abstraktionsebene oberhalb der Klasse. Es handelt sich um den Zusammenschluss einer Reihe von Klassen zu einem gemeinsamen Zweck. Dabei werden weitere Implementierungsdetails verborgen und die Komponente zeigt nach außen eine oder mehrere Schnittstellen. Die Bestandteile einer Komponente sind dabei in der Regel über Komposition und Aggregation mit einander verknüpft. Eine Komponente kann wiederum aus Unterkomponenten bestehen. Auf diese Weise entsteht eine Architektur, die bei jedem Schritt einen Abstraktionslevel tiefer geht. Je nach Programmiersprache gibt es Sprachelemente, die entweder direkt Komponenten darstellen oder dazu genutzt werden können.¹¹

Komponenten sind wieder über Assoziationen mit anderen Komponenten verknüpft.

Eine Komponente wird in UML als Kasten mit zwei kleinen Rechtecken auf der linken Seite dargestellt.¹²

¹¹ In Java sind das Beispielsweise Pakete (packages)

¹² Das gilt für UML 1.4. In UML 2 wird die Komponente als Rechtecke mit dem «component» Classifier und einem Komponentensymbol in der rechten oberen Ecke dargestellt. Für unsere Zwecke ist aber auch diese Unterscheidung unerheblich.

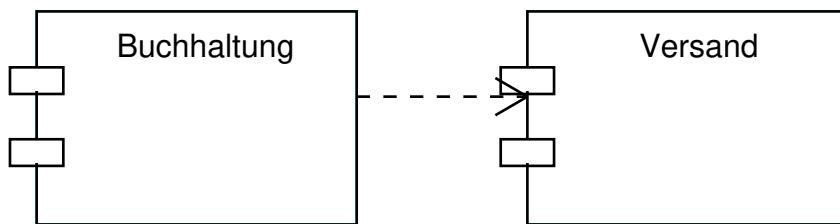


Abbildung 2-4:Komponenten

2.3.8 Vererbung

Klassen können in der Regel voneinander erben. Man bezeichnet das Erben auch als Spezialisierung einer Basisklasse. Die erbende Klasse übernimmt damit alle Fähigkeiten der Oberklasse, kann diese aber gegebenenfalls erweitern oder überschreiben. Auch der Zustand wird geerbt, wobei nicht gesagt ist, dass die Unterklasse auch direkten Zugriff auf ihren ererbten Zustand hat (vgl. Sichtbarkeiten). Der Zweck der Vererbung liegt darin, Gemeinsamkeiten zusammen zu fassen, was insbesondere im Zusammenspiel mit der Polymorphie (vgl. folgenden Abschnitt) sehr saubere und zukunftssichere Architekturen ermöglicht.

Man kann eine Vererbungsbeziehung auch als „ist ein“ (oder „ist eine besondere Form von“) Satz formulieren:

Ein Angestellter ist eine (spezielle) Person

Ein Hund ist ein Tier.

Aus äußerer Sicht (der Schnittstellen-Sicht) stellt eine Unterklasse immer nur eine Erweiterung ihrer Oberklasse dar, d.h. eine Fähigkeit der Oberklasse kann einer Unterklasse nicht wieder aberkannt werden. Aus innerer Sicht kann sich die Unterklasse aber sehr wohl anders verhalten.

Erbt eine Klasse von einem Interface (also auf Implementierungsebene), so nennt sich die Vererbung auch „Realisierung“ bzw. Implementierung.

In UML wird eine Spezialisierung durch einen Pfeil mit einer dreieckigen Spitze dargestellt (die zur Basisklasse zeigt), bei der Realisierung ist der Pfeil selbst gestrichelt dargestellt.

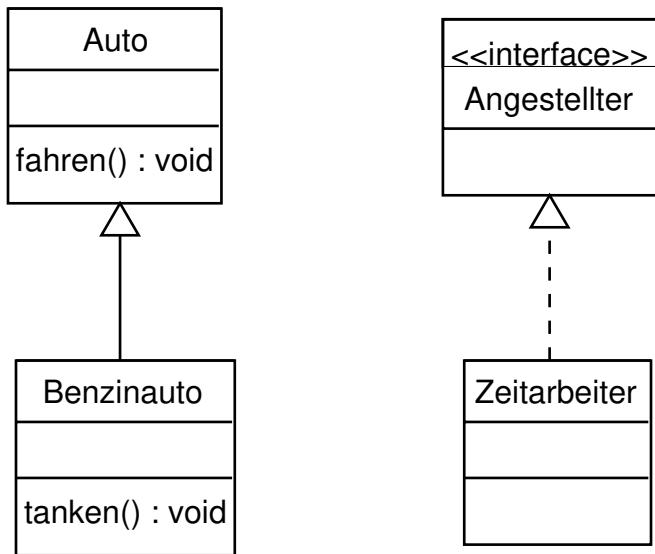


Abbildung 2-5: Vererbung

2.3.9 Polymorphie

Ein wichtiges Konzept der Vererbung ist die Polymorphie (Vielgestaltigkeit). Sie sagt aus, dass ein Objekt auch als eine Instanz seiner Oberklasse angesprochen werden kann, bzw. dass der aufrufende Code nicht einmal Kenntnis darüber benötigt, um was für eine Klasse es sich bei dem agierenden Objekt konkret handelt.

Ein Beispiel:

Die Klasse Auto besitzt eine Methode „fahren“. Damit ist garantiert, dass jede Unterklasse von Auto diese Fähigkeit auch besitzt (nicht aber, was die jeweilige Unterklasse im Einzelnen tut). Fügen wir nun dem Beispiel zwei Unterklassen hinzu: Elektroauto und Benzinauto. Beide können „fahren“, allerdings mit unterschiedlichen Ergebnissen – so wird der Verbrauch sicher unterschiedlich berechnet und von anderen Betriebsstoffen abgezogen.

Eine Klasse Person, die nur das Auto kennt (aber nicht die Unterklassen), kann trotzdem alle drei Auto-Arten fahren, da sie nur Fähigkeiten nutzen muss, die ihr auch bekannt sind.

Erst zur Laufzeit wird, anhand der tatsächlichen Klasse des Autos, entschieden, welche Methode tatsächlich aufgerufen wird.

Die Person ist allerdings nicht in der Lage, die Autos aufzutanken, da die Fähigkeit „tanken“ bzw. „laden“ teil der jeweiligen Unterklasse ist.

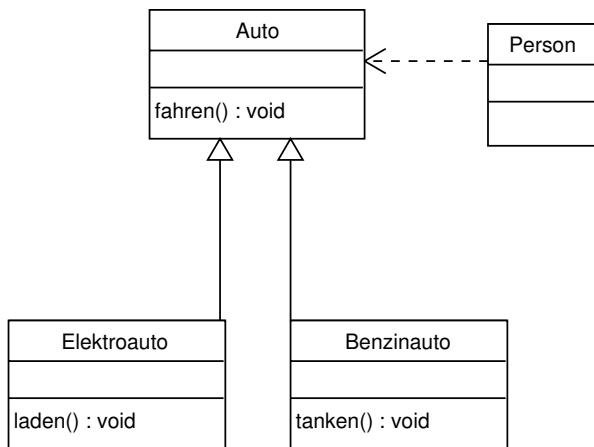


Abbildung 2-6: Polymorphie

2.3.10 Sichtbarkeiten

Sichtbarkeiten definieren, wer welche Methode und Felder einer Klasse nutzen kann. Welche Sichtbarkeiten konkret zur Verfügung stehen, ist von der genutzten Programmiersprache abhängig. Die vier Sichtbarkeiten, die die Sprache Java bietet, decken aber den Normalfall ab und finden sich auch ähnlich in der UML-Darstellung wieder. Zum Vergleich werden wir hierbei auch die C++-Sichtbarkeiten aufführen. In UML werden Sichtbarkeiten durch ein einzelnes Symbol vor dem Feld oder der Methode dargestellt (was natürlich in der Implementierungssicht wirklich Sinn macht).

- **Public(+):** *Public* Methoden oder Felder sind für alle sicht- bzw. nutzbar, unabhängig davon, aus welcher Klasse Sie aufgerufen werden. Das gilt sowohl für C++ als auch für Java.
- **Private(-):** *Private* Methoden und Felder sind nur in der Klasse sichtbar, in der sie definiert wurden – also auch nicht in Unterklassen. Auch das ist in C++ und Java gleich.
- **Protected(#):** *Protected* Methoden und Felder sind unter C++ nur für die Klasse und ihre Unterklassen sichtbar. Darüber hinaus sind *protected* Methoden unter Java zusätzlich auch für Klassen im gleichen Paket sichtbar.
- **Package(~):** Die Methoden und Felder sind nur für Klassen im eigenen Paket sichtbar. C++ hat keine direkte Entsprechung für diese Sichtbarkeit, unter Java wird sie auch als *default*-Sichtbarkeit bezeichnet, da sie gültig ist, wenn nicht explizit eine Sichtbarkeit angegeben ist.

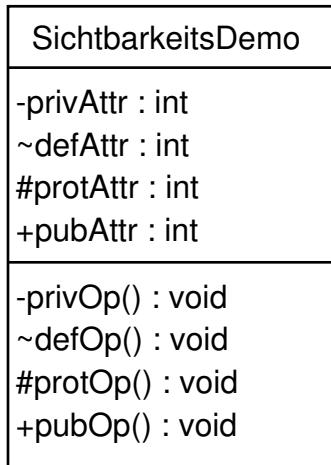


Abbildung 2-7:Sichtbarkeiten

In der Praxis gehören Sichtbarkeiten zu den Elementen, bei denen es sich selten lohnt, sie im UML-Diagramm aufzuführen, da sie sich sowieso im Laufe der Zeit ändern werden. Ein einfacher Ansatz lautet: Attribute sind standardmäßig *private* (dazu später mehr) und werden nur dann markiert, wenn es Gründe gibt, davon abzuweichen. In das Diagramm eingetragene Methoden sind dagegen standardmäßig *public*. Grundsätzlich bleibt dann zu klären, in wieweit nicht-*public* Methoden überhaupt in das Diagramm aufgenommen werden sollten.

2.3.11 Persistenz

Persistenz ist in der heutigen Programmierung ein doppeldeutiger Begriff. Die gängige Bedeutung lautet, dass ein Objekt länger lebt, als das Programm läuft, also irgendwo außerhalb der Programms auf einem nicht-flüchtigen Speicher abgelegt wird (häufig eine Datenbank oder das Dateisystem).

In der ursprünglichen Bedeutung ist damit allerdings gemeint, dass Objekte länger leben als nur für einen Methodenaufruf, wie das mit Variablen in der prozeduralen Programmierung in der Regel der Fall ist.

2.3.12 Nachrichten

Auch der Nachrichtenbegriff ist mittlerweile mehrfach belegt. Heute versteht man darunter in der Regel eine Nachricht (also Objekt oder Datenstruktur), die mittels eines Dienstes innerhalb eines Programms oder zwischen Programmen und Rechnern, meist asynchron, ausgetauscht wird. Für diese Art der Programmierung, die in erster Linie der Entkopplung von Teilsystemen gilt, gibt es einige „Buzz-Words“, wie zum Beispiel „Message-oriented-Middleware (MOM)“ oder „Enterprise Service Bus (ESB)“. Auch das Schlagwort „SOA (Service oriented architecture)“ zielt oftmals in diese Richtung.

In der ursprünglichen Sprachweise der Objektorientierung bedeutet „eine Nachricht versenden“ aber lediglich, eine Methode eines Zielobjektes aufzurufen bzw. auszuführen. Mit dieser Terminologie sollte der Eigenständigkeits-Gedanke der Objekte unterstrichen werden.

2.4 Die drei „K“ der Objektorientierung

Nachdem wir uns bisher mit den (handwerklichen) Grundsätzen der Objektorientierung beschäftigt haben, werden wir uns als nächstes mit den Regeln für gutes Design auseinandersetzen. Es gibt in der Objektorientierung drei Eigenschaften, die gutes Design fördern können. Diese bezeichnen wir im Folgenden als „die drei K der Objektorientierung“.

2.4.1 Kapselung (encapsulation)

Die Kapselung (auch: „Datenkapselung“) hat ihren Ursprung in den Abstrakten Datentypen in der prozeduralen Programmierung. Grundgedanke dabei ist, dass der Zugriff auf die eigentlichen Daten nur über definierte Prozeduren möglich ist. Damit wird die Datenstruktur nicht mehr durch ihren internen Aufbau, sondern durch ihr Verhalten bestimmt¹³.

In der objektorientierten Programmierung bedeutet Kapselung, das Implementierungsdetails verborgen werden und ein Objekt nur über eine wohldefinierte Schnittstelle genutzt oder verändert werden kann. Typische Implementierungsdetails sind dabei Felder (Instanzvariablen) und Hilfsmethoden.

Indem mit technischen Hilfsmitteln verhindert wird, dass der Nutzer eines Objektes direkt auf Implementierungsdetails zugreift, hat der Programmierer der Klasse des Objektes die Möglichkeit, diese Details jederzeit zu verändern, ohne die Funktionalität andere Elemente zu gefährden¹⁴.

Werkzeuge zur Kapselung sind die oben erwähnten Sichtbarkeiten und Zugriffsmethoden (sog. Getter und Setter). Bei letzterem handelt es sich um Methoden, die in der Regel nur ein Feld auslesen und zurückliefern oder das Feld neu setzen.

2.4.1.1 Sichtbarkeiten

Durch eingeschränkte Sichtbarkeiten verhindern wir, dass bestimmte Methoden von außen aufgerufen werden. Als Faustregel gilt: alles was zur öffentlichen Schnittstelle gehört, sollte auch als *public* deklariert sein. Was nicht dazu gehört, sollte eine eingeschränkte Sichtbarkeit besitzen (welche, werden wir gleich noch beleuchten).

¹³ Was eine Vorstufe zur echten Objektorientierung darstellt.

¹⁴ Weil die Implementierung dabei „geheim“ bleibt, ist ein weiterer Name „Geheimnisprinzip“

Mit jeder öffentlichen Methode definieren wir einen Vertrag (englisch: Contract) über das Verhalten unserer Klasse. Ändern wir eine öffentliche Methode in ihrem Verhalten (ob nun in der Signatur oder im Algorithmus), so verändern wir auch diesen Vertrag, mit dem Ergebnis, dass wir sicherstellen müssen, dass jeder Code, der diese Methode nutzt, ebenfalls geändert (oder zumindest überprüft) werden muss. Jede öffentliche Methode stellt also einen potentiellen Kopplungspunkt für andere Klassen dar. Dass das einen großen Aufwand nach sich ziehen kann, dürfte klar sein. Um diesen klein zu halten, definieren wir eine Regel:

Regel 2-2: Die Signatur und das Verhalten von Schnittstellen-Methoden sollte nachträglich nur noch in Ausnahmefällen geändert werden (Wart, Wied).

Das hat umgekehrt die Konsequenz, dass wir die Schnittstellen eben so klein wie möglich halten sollten.

Regel 2-3: Neue Methoden sollten der Schnittstelle nur dann hinzugefügt werden, wenn es dafür einen konkreten Anwendungsfall gibt (Wart).

Damit bleibt nur die Frage offen, welche Sichtbarkeit statt *public* vergeben werden soll. Ein sinnvoller Ansatz ist es, so eingeschränkt wie möglich zu programmieren, d.h. grundsätzlich ist jedes Feld und jede Methode, die nicht zur öffentlichen Schnittstelle gehört, zunächst *private* und wird erst bei einer Notwendigkeit sichtbarer gemacht.

Der Vorteil der Lösung über *private* ist, dass auf diese Art auch eine *innere Kapselung* erreicht wird. Dabei kapselt sich eine Klasse nicht nur gegen fremde Klassen, sondern effektiv auch gegen „freundliche“ Klassen (sprich Klassen im selben Paket / in derselben Komponente) und ihre eigenen Unterklassen ab.

Ob das sinnvoll und notwendig ist, hängt von den Umständen ab. So erleichtert die innere Kapselung natürlich auch interne Veränderungen an der Klasse. Das wird aber durch zusätzlichen Aufwand erkauft. Gibt man statt dessen Feldern und internen Methoden die Sichtbarkeit *package*, so entsteht zwangsläufig eine engere Kopplung zwischen den Klassen des Pakets. In der Regel ist der damit verbundene Zusatzaufwand aber vertretbar, es sei denn, die Komponente ist ungewöhnlich groß, stark volatil oder wird durch einen weit verzweigten Entwicklerkreis weiterentwickelt.

Ob die Sichtbarkeit *protected* Sinn macht, hängt vor allem davon ab, ob die Klasse dazu entwickelt wurde, durch andere Entwickler bzw. in anderen Projekten abgeleitet zu werden (also Teil einer offenen API ist). Ist das der Fall, so schafft man effektiv eine zweite Schnittstelle mit der Sichtbarkeit *protected*, für die die beiden oben aufgeführten Regeln ebenso gelten müssen.

Es gibt aber zumindest einen guten Grund für den Verzicht von *private* zugunsten von *package*: Unit-Tests. Wir werden uns mit dem Thema

Testen später noch näher befassen, das wichtigste soll aber hier schon vorab genannt sein: Unit-Test sind separate Klassen (Testklassen), deren Aufgabe es ist, die Funktionalität ihrer zu testenden Klasse sicherzustellen. Sie können entweder als reine Schnittstellen-Tests (sog. *Black-Box-Tests*) implementiert werden, bei denen ausschließlich die öffentliche Schnittstelle getestet wird, oder aber als *White-Box-Tests*, die eben auch die Interna (also beispielsweise Hilfsmethoden) testen. Zu bevorzugen ist natürlich eine Kombination aus beidem, wobei die White-Box-Tests natürlich eng mit dem eigentlichen Code gekoppelt sind und deshalb bei Änderung i.d.R. mit angefasst werden müssen.

Aber was hat das mit der Sichtbarkeit zu tun? Nun, wenn White-Box-Tests Internas testen wollen, so müssen sie auch Zugriff auf diese haben, was mit *private* nicht gestattet wäre. Liegen die Tests aber im gleichen Paket wie die zu testende Klasse, so reicht die Sichtbarkeit „*package*“ aus, um diesen Zugriff zuzulassen.¹⁵

Fassen wir noch einmal in einer Regel zusammen:

Regel 2-4: Felder sollten standardmäßig *private*, Hilfsmethoden standardmäßig *package-visible* sein. (Wart, Test)

2.4.1.2 Getter und Setter

Effektiv haben wir damit also den direkten Feldzugriff im Code durch den Zugriff auf eine Methode ersetzt. Das scheint in erster Linie noch keinen großen Unterschied zu machen, aber der Schein trügt. Dadurch, dass die Zugriffsmethoden eben Methoden sind, sind sie Teil der Schnittstelle unserer Klasse. Das hat einige positive Konsequenzen:

- Durch die Aufnahme in die Schnittstelle machen wir deutlich, dass wir erwarten, dass dieses Attribut von anderen genutzt wird. Damit haben wir auch eine gute Stelle, um Konsequenzen des Zugriffs zu dokumentieren (Seiteneffekte).
- Dadurch, dass der Zugriff über eine Methode läuft, können wir den Zugriff kontrollieren. Damit können zum Beispiel Einschränkungen auf das Feld (nur positive Werte) oder Invarianten auf die ganze Klasse durchgesetzt werden:

Eine Klasse Rechnungszeile besitzt zwei Attribute: Grundpreis und Menge. Dazu eine Methode berechneGesamtpreis(), die tut, was der Name suggeriert. Eine sinnvolle Invariante¹⁶ für unsere Klasse wäre, dass die Menge niemals negativ sein darf¹⁷.

¹⁵ Existiert in der Sprache keine Paket-Sichtbarkeit (wie beispielsweise in C++), wo muss man adäquate Alternative suchen (im Falle von C++ z.B. friendly)

¹⁶ Eine Invariante ist eine Regel die zu jeder Zeit (genauer gesagt zu Beginn und zum Ende jeder Schnittstellen-Methode) gültig sein muss.

¹⁷ Den Grundpreis schränken wir dagegen nicht ein, so sind auch Rabatte und Gutschriften abbildbar.

Greift ein Client direkt auf die Felder zu, so muss die Methode `berechneGesamtpreis()` zusätzlich noch die Gültigkeit der Werte sicherstellen (was dem „Einzelne-Verantwortungs-Prinzip“ widersprechen würde, dazu später mehr). Gleichzeitig wäre die „Invariante“ damit in diesem Fall eigentlich gar keine Invariante, sondern lediglich eine Regel. Mit einer Setter-Methode kann aber schon beim Setzen des Wertes festgestellt werden, ob dieser gegen Regeln verstößt und damit eine echte Invariante umgesetzt werden. Außerdem muss die Überprüfung so nur einmal stattfinden. Bei direktem Feldzugriff müsste die Überprüfung ja auch in einer weiteren Methode `berechenMehrwartssteuer()` erfolgen.

```
public class Rechnungszeile {  
    public int menge;  
    public int grundpreis;  
  
    public int berechneGesamtpreis() {  
        if (menge < 0) throw new IllegalStateException();  
        return menge * grundpreis;  
    }  
}  
  
public class RechnungszeileBesser {  
    private int menge;  
    private int grundpreis;  
  
    ... weitere getter und setter ...  
  
    public void setMenge(int menge) {  
        if (menge < 0) throw new IllegalArgumentException();  
        this.menge = menge;  
    }  
  
    public int berechneGesamtpreis() {  
        return menge * grundpreis;  
    }  
}
```

Bleibt noch zu erwähnen, dass das die Verwendung von Zugriffsmethoden für den aufrufenden Code nur minimale Veränderungen erfordert.

Bei einigen Programmiersprachen ist die Benutzung von Zugriffsmethoden sogar gar nicht zu vermeiden. So sind beispielsweise in Smalltalk Felder immer *private*, d.h. der Zugriff **kann** nur über Getter und Setter erfolgen.

- Die Getter und Setter müssen nicht zwangsläufig auf real existierende Felder verweisen. Sie können auch sogenannte *virtuelle Felder* beschreiben, also Felder, bei denen die Schnittstelle nur so aussieht, als ob diese Felder existieren. Das ist nützlich, wenn der Wert eines Feldes sich aus einem anderen berechnen lassen kann (Radius und Durchmesser eines Kreises), oder aber, wenn die Implementierung – also konkret die Felder – einer Klasse im Nachhinein geändert werden müssen.

Auch hierzu ein Beispiel:

```
public class Rectangle {
    public int top, left;
    public int width, height;
}
```

Wird nun später in der Entwicklung entschieden, dass der innere Zustand nicht mehr aus *top*, *left*, *width* und *height* bestehen soll, sondern sinnvollerer zwei gegenüberliegende Ecken mit ihren Koordinaten angeben werden sollen (also *top*, *left*, *bottom*, *right*), so muss jeder Code, der die Klasse benutzt im Zuge dieser Veränderung angepasst werden – was einen immensen Aufwand nach sich ziehen würde.

Hätte man stattdessen die Klasse mit Gettern und Settern modelliert, so hätte die Umstellung keinerlei Auswirkungen auf aufrufenden Code, d.h. dieser arbeitet immer noch mit den für ihn bekannten „Feldern“ *height* und *width*:

<pre>public class RectangleGetterSetter { private int top, left; private int width, height; public int getHeight() { return height; } public void setHeight(int height) { this.height = height; } // ... set/getWidth analog // weitere getter und setter }</pre>	<pre>public class RectangleGetterSetterNeu { private int top, left; private int bottom, right; public int getHeight() { return bottom - top; } public void setHeight(int height) { this.bottom = top + height; } // ... set/getWidth analog // weitere getter und setter }</pre>
--	---

Auf diese Art und Weise haben wir natürlich die Wartungsfreundlichkeit unsere Klasse deutlich verbessert.

Getter und Setter zu verwenden, hat natürlich auch Nachteile:

- Der Code selbst wird deutlich länger, und das in der Regel um Inhalte, die keine Informationen bringen (sog. Boilerplate-Code).
- Je nach Anwendung und Programmiersprache kann das Verwenden einer zusätzlichen Methode Geschwindigkeitseinbußen mit sich bringen.

Zum ersten Nachteil gibt es je nach Programmiersprache einige Ansätze, um das Problem zu reduzieren, z.B. in dem die Zugriffsmethoden automatisch im Buildprozess generiert werden.

Der zweite Nachteil ist je nach Programmiersprache minimal bzw. gar nicht vorhanden (in neueren Java-Versionen ist die Zugriffszeit sogar identisch!). Grundsätzlich sollte man aber vermeiden, aus Geschwindigkeitsgründen vom guten Stil abzuweichen (es sei denn, es liegt ein **konkretes** Performanceproblem vor, vgl. hierzu das Kapitel Optimierung).

Regel 2-5: Felder sollten immer gekapselt werden, der Zugriff darauf darf nur über Getter und Setter möglich sein. (Wart, Wied)

2.4.2 Kopplung (coupling)

Kopplung beschreibt, wie eng zwei Klassen zusammenhängen, bzw. wie eigenständig die Klassen (bzw. Komponenten¹⁸) sind. Umgekehrt sind sie daher ein Maß dafür, wie viele Änderungen das Ändern einer abhängigen Komponente nach sich zieht.

Je loser die Kopplung, d.h. je weniger Abhängigkeiten zu anderen Klassen existieren, desto isolierter ist eine Klasse. Das erhöht die Wieder verwendbarkeit und - wie wir später noch sehen werden - auch die Testbarkeit einer Klasse.

Wir unterscheiden zwischen verschiedenen Arten der Kopplung:

2.4.2.1 Inhaltskopplung (enge Kopplung)

Die Klasse greift auf Internas der jeweils anderen Klasse zu. Das wichtigste innere Detail sind dabei natürlich die Felder, die eben nicht direkt zugreifbar sein sollten. Inhaltskopplung ist damit ein Gegenstück zur Kapselung. Anders formuliert: eine starke Kapselung vermeidet eine Inhaltskopplung.

¹⁸ Kopplungen zwischen Klassen und Kopplungen zwischen Komponenten folgen exakt den gleichen Prinzipien, nur in unterschiedlichen Größenordnungen. Das gilt auch für die später angesprochene Kohäsion. Wir werden im Folgenden der Lesbarkeit halber nur noch von Klassen sprechen und Komponenten implizit einschließen.

Eine Inhaltskopplung stellt eine enge Kopplung dar, die wir unbedingt vermeiden wollen. Sind zwei Klassen inhaltlich eng gekoppelt, so wird jede Änderung der einen Klasse eine potentielle Änderung der anderen Klasse nach sich ziehen, was die Wartbarkeit natürlich immens verschlechtert. Auch die Verständlichkeit leidet deutlich unter einer engen Kopplung, da man zum Verständnis einer Klasse zwangsläufig auch die andere verstehen muss.

2.4.2.2 Schnittstellenkopplung (lose Kopplung)

Gibt es ein derartiges Konzept in der verwendeten Programmiersprache, so sind Interfaces das beste Mittel, um enge Kopplungen zu vermeiden. Da der aufrufende Code hier in der Regel nur die Schnittstelle zu sehen bekommt, kann er eben auch nicht auf Implementierungsdetails zugreifen. Gibt es kein eigenes Interface-Konzept in der Sprache, so werden stattdessen abstrakte Klassen ohne konkrete Implementierung verwendet.

Das entbindet den Programmierer natürlich nicht von der Notwendigkeit, seine Klasse stark zu kapseln, er sollte die Klasse so programmieren, als würde ein Client-Code direkt (ohne das Interface) auf die Klasse zugreifen. Anders formuliert: die Klasse selbst sollte nicht mehr Implementierungsdetails preisgeben, als es das Interface tut.

Regel 2-6: **Jede Klasse sollte mit einem entsprechenden Interface gekapselt sein. Client-Code sollte ausschließlich über das Interface auf die Klasse zugreifen. (Wart, Wied, Test)**

Im Idealfall sollte also die konkrete Implementierung im Quellcode der aufrufenden Klasse gar nicht vorkommen. Anders formuliert: im UML-Diagramm sollte keine Assoziation von einer Klasse zu einer anderen Klasse, sondern immer nur zu einem Interface erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit, die die Schnittstellenkopplung uns bietet, ist die Implementierung nicht nur zu verändern, sondern vollständig auszutauschen.

Ein einfaches Beispiel soll das verdeutlichen:

TODO: Besseres Beispiel

Damit das Prinzip allerdings vollständig umgesetzt werden kann, darf auch die konkrete Instanz des Interfaces niemals direkt in der aufrufenden Klasse erzeugt werden, sonst wäre ja zumindest an dieser einen Stelle eine enge Kopplung gegeben. Um diese Dilemma zu lösen kann man sich eines von zwei Design Patterns (dazu später mehr) zunutze machen:

- **Das FACTORY-Pattern:** Nicht die Klasse selbst erzeugt das Objekt, sondern eine Hilfsklasse, deren einziger Zweck es ist, Instanzen zu erzeugen, die das Interface implementieren (welche konkreten Instanzen erzeugt werden, muss natürlich irgendwo festgelegt werden).

Damit hat die Factory zwar potentiell eine enge(re) Kopplung zu den Implementierungen, aber eben nicht mehr die aufrufende Klasse.

- **Das DEPENDENCY INJECTION Pattern (auch bekannt als INVERSION OF CONTROL oder IoC):** Die Klasse holt sich ihre Abhängigkeiten überhaupt nicht selbst, sondern bekommt diese von außen „untergeschoben“, durch Setter-Methoden oder im Konstruktor.

Natürlich sollte abschließend die Frage erlaubt sein, wann denn von dieser Regel abgewichen werden darf oder sollte. Grundsätzlich ist dieser Ansatz umso wichtiger, je volatiler (veränderlicher) die Zielklasse ist. Ist diese in einem stabilen Zustand (wie das zum Beispiel für Basisklassen und reine Datenklasse häufig der Fall ist), so ist das Erstellen eines zusätzlichen Interfaces nicht notwendig und führt ggf. sogar zu unnötiger Komplexität.¹⁹

2.4.2.3 Datenkopplung (freie Kopplung)

Datenkopplung bedeutet, dass die eigentliche Kopplung nicht mehr über eine fachliche Schnittstelle erfolgt, sondern nur noch über ein gemeinsames Austauschformat. Das könnte zum Beispiel ein String sein, der die auszuführende Anweisung enthält. (Statt dass eine Methode `berechneSteuer()` aufgerufen wird, wird eine Methode `tueS()` mit dem Parameter `berechneSteuer` aufgerufen). Es handelt sich damit effektiv um den Austausch des Protokolls, mit dem die beiden Klassen mit einander sprechen, von einem sprachabhängigen Protokoll (dem Aufruf von Methoden) zu einem selbst-implementierten Modell.

Wo liegt nun der Vorteil dieser Methode? Wir erreichen dadurch die kleinst-mögliche Kopplung zwischen den Komponenten (auf Klassen-ebene macht die Datenkopplung wenig Sinn). Eine Komponente kann damit zur Laufzeit Funktionalität aufrufen, die zum Zeitpunkt der Programmierung noch überhaupt nicht bekannt war.

Außerdem wird damit erleichtert, mit anderen Programmiersprachen zu kommunizieren, da es nun nicht mehr notwendig ist, dass alle Sprachen die gleichen Fähigkeiten besitzen. Es reicht im obigen Beispiel schon aus, dass die Zielsprache mit Zeichenketten umgehen kann – sie muss nicht einmal objektorientiert sein. Diese freie Kopplung ist das Prinzip der Service-Oriented-Architectures (SOA), die beispielsweise über WebServices mit einander kommunizieren.

Der Nachteil dieser Kopplung ist allerdings, dass hier der Compiler keine Hilfestellungen mehr liefern kann (z.B. bei Tipp-Fehlern). Außerdem leidet die Lesbarkeit des Codes in der Regel deutlich.

Deshalb sollte freie Kopplung nur dann eingesetzt werden, wenn es fachlich wirklich notwendig ist.

¹⁹ Niemand würde unter Java für die Klasse String ein extra Interface verwenden – selbst wenn dies möglich wäre.

2.4.3 Kohäsion (cohesion)

Kohäsion bedeutet wörtlich übersetzt Zusammenhalt oder Bindung. Es beschreibt die fachliche/inhaltliche Bindung der Elemente einer Klasse untereinander. Aus fachlicher Sicht besitzt eine Klasse also dann eine hohe Kohäsion, wenn ihre Felder und Methoden fachlich zusammengehören. Ein erster Prüfstein hierfür ist der Klassename. Passt dieser zu allen Methodennamen bzw. zu allen Feldern, verfügt die Klasse vermutlich über eine hohe Kohäsion²⁰.

Aus technischer Sicht ist ein gutes Maß für Kohäsion, wie viele Felder eine Methode benutzt. Je mehr Felder sie nutzt, desto enger hängt die Methode mit ihrer Klasse zusammen. Eine maximal kohäsive Klasse wäre demnach eine Klasse, bei der sämtliche Methoden sämtliche Felder nutzen. Dass das in der Realität kaum zweckmäßig wäre, dürfte klar sein (zumal damit ja auch Getter und Setter nicht benutzt werden dürfen). Trotzdem sollte unsere Kohäsion möglichst hoch sein. Folgt eine Klasse nur einem bestimmten Zweck, so ist ihre Wiederverwendbarkeit deutlich höher, als wenn sie mehrere Verantwortlichkeiten gleichzeitig bedient.

Ein Beispiel:

Die Klasse Warteschlange dient dazu, Person-Objekte einzureihen und wieder zurückzuliefern.

```
public class Warteschlange {
    private int naechstesElement = 0; // Feld (1)
    private List<Person> eintraege
        = new LinkedList<Person>(); // Feld (2)

    public int groesse() { // nutzt (1)
        return naechstesElement;
    }

    public void hinzufuegen(Person p) { // nutzt (1) und (2)
        naechstesElement++;
        eintraege.add(p);
    }

    public Person naechstePerson() { // nutzt (1) und (2)
        if (naechstesElement == 0)
            throw new SchlangLeerException();
        naechstesElement--;
        Person result = eintraege.get(naechstesElement);
    }
}
```

²⁰ „Passen“ bedeutet hier aus der Sicht eines Sprechers der benutzen Sprache (Deutsch, Englisch, ...), nicht der Programmiersprache!

```
        eintraege.remove(naechstesElement);  
        return result;  
    }  
public String personAlsString(Person p) {  
    return p.getVorname() + " " + p.getNachname();  
}  
}
```

Die ersten drei Methoden besitzen eine starke Kohäsion, die letzte Methode allerdings überhaupt keine. Das ist ein guter Hinweis darauf, dass diese Methode hier fehl am Platze ist und besser ausgelagert werden sollte (z.B. in die Klasse Person).

Regel 2-7: Klassen sollten eine starke Kohäsion besitzen (Wied, Lesb, Vers)

2.5 Zusammenfassung

Wir haben uns in diesem Kapitel mit den Grundsätzen der objektorientierten Programmierung auseinandergesetzt. Insbesondere haben wir wesentliche Begriffe wiederholt und dabei die drei „K“ der Objektorientierung näher beleuchtet.

Wir haben erste Regeln für professionellen Code aufgestellt – auf diese wollen wir im nächsten Kapitel weiter aufbauen.

3

Professionelle Klassen und Objekte

3.1	Einleitung.....	3-3
3.2	Klassenhierarchien	3-3
3.2.1	Das Liskovsche Substitutionsprinzip (LSP).....	3-5
3.2.2	Die Helper-Regel	3-5
3.2.3	Mehrfachvererbungen.....	3-6
3.3	Schnittstellen	3-8
3.3.1	Hierarchieschnittstellen.....	3-8
3.3.2	Fähigkeitsschnittstellen.....	3-10
3.3.3	Mix-Ins	3-11
3.3.4	Parallele Schnittstellen-Hierarchien	3-14
3.3.5	Client-Schnittstellen	3-15
3.3.6	Das Schnittstellen-Abgrenzungs-Prinzip (Interface-Segregation-Principle ISP).....	3-15
3.4	Klassengrößen	3-20
3.4.1	Das Visions-Prinzip.....	3-22
3.4.2	Das Einzelne-Verantwortlichkeits-Prinzip (Single-Responsibility-Principle – SRP)	3-23
3.5	Änderungen ermöglichen	3-24
3.5.1	Das Offen-Gesperrt-Prinzip (Open-Closed-Principle – OCP).....	3-24

3.5.2	Das Prinzip der umgekehrten Abhangigkeiten (Dependency-Inversion-Principle – DIP).....	3-26
3.6	Zusammenfassung	3-28

3 Professionelle Klassen und Objekte

3.1 Einleitung

In diesem Kapitel bauen wir auf den Grundlagen des vorherigen Kapitels auf, und beschäftigen uns mit den Details, die eine gute Klasse von einer professionellen Klasse unterscheiden. Wir beschäftigen uns insbesondere mit dem Zusammenspiel mehrerer Klassen, sei es über Vererbung oder Assoziationen.

Weiterhin legen wir einige Regeln und Prinzipien fest, die wir auch in weiteren Kapiteln immer wieder aufgreifen werden.

Insbesondere gehen wir dabei auf fünf Prinzipien zur Klassenmodellierung ein, die Robert C. Martin in einem Artikel¹ formuliert bzw. zusammengefasst² hat.

3.2 Klassenhierarchien

Zunächst wollen wir uns mit Klassenhierarchien auseinandersetzen und dabei insbesondere mit der Frage, wann es sinnvoll ist, eine Klasse von einer anderen abzuleiten. Um diese Frage zu motivieren, beginnen wir mit einem kleinen Beispiel:

Es gibt eine Klasse Person und eine Klasse Buchhaltung. Beide besitzen eine Methode darstellungsName(), der den fachlichen Namen der jeweiligen Instanz in einer nutzerfreundlichen Form zurückliefert.



Abbildung 3-1: Zwei Basisklassen

Eine Möglichkeit, die sich leicht aufzudrängen scheint, ist es, eine gemeinsame Oberklasse zu schaffen, die eben die Methode darstellungsName() definiert (wahrscheinlich abstrakt). Aufdrängen deshalb,

¹ <http://www.butunclebob.com/ArticleS.UncleBob.PrinciplesOfOod>

² Nicht alle diese Prinzipien stammen von ihm selbst.

weil leider die erste Begründung für Vererbung die Vermeidung von doppeltem Code zu sein scheint. Tatsächlich wird diese Begründung in Ausbildung und Unterricht aber nur deshalb oft zuerst genannt, weil diese Begründung deutlich leichter zu verstehen und einzusehen ist, als das Konzept der Polymorphie.

Tatsächlich ist es unzweckmäßig bzw. in der Regel sogar schlichtweg falsch, hier eine gemeinsame Oberklasse einzubringen. Der erste und vornehmlichste Zweck der Vererbung ist eben nicht, Code einzusparen, sondern Beziehungen zwischen den beteiligten Klassen darzulegen (ist-ein-Beziehungen, bzw. Spezialisierungen). Bringt man eine Klasse in eine Vererbungsbeziehung mit einer anderen Klasse, mit der Sie inhaltlich nichts zu tun hat, so missbraucht man den Mechanismus, worunter zu allererst die Verständlichkeit leidet.

Natürlich gibt es Situationen, in denen Beziehungen notwendigerweise gegen diesen Grundsatz verstoßen (allen voran haben objektorientierte Sprachen ja in der Regel eine gemeinsame Oberklasse, von der alle Klassen ableiten – im Falle von Java ist das `java.lang.Object`), und wir werden weiter unten auch einen Mechanismus kennenlernen, mit dem wir die ja ohne Zweifel vorhandenen Gemeinsamkeiten zusammenfassen können, ohne die Vererbung zu verbiegen.

Regel 3-1: Vererbung sollte nur dazu benutzt werden, tatsächliche Spezialisierungen zu beschreiben. (Vers)

Allerdings ist hier zumindest in bestimmten Fällen Vorsicht geboten, manchmal kann die Spezialisierungseigenschaft auch in die Irre führen.

Ein klassisches Beispiel ist das Kreis-Ellipse-Problem:

Es gibt eine Klasse Kreis und eine Klasse Ellipse. Aus geometrischer Sicht ist folgende Aussage sicher richtig:

Ein Kreis ist eine spezielle Ellipse (bei der eben beide Halbachsen gleich lang sind).

Leider kann das aus objektorientierter Sicht je nach Anwendungsfall in die falsche Richtung führen. Unsere Ellipse könnte beispielsweise zwei Methoden `skaliereX()` und `skaliereY()` besitzen (beispielsweise in einem Grafikprogramm). Da Kreis eine Unterklasse von Ellipse ist, würde Kreis diese beiden Methoden erben, die aber für einen Kreis unzulässig wären, da nach einer Anwendung der Kreis wahrscheinlich kein Kreis mehr wäre.

3.2.1 Das Liskovsche Substitutionsprinzip (LSP)

Eine Möglichkeit, dieses Problem zu erkennen, bietet das Liskovsche Substitutionsprinzip³. Es lautet folgendermaßen:

Sei $q(x)$ eine beweisbare Eigenschaft von Objekten x des Typs T . Dann soll $q(y)$ für Objekte y des Typs S wahr sein, wobei S ein Untertyp von T ist.

Versuchen wir, diesen ziemlich akademischen Satz auf unser Kreis-Ellipse-Problem anwenden: Unsere beweisbare Eigenschaft lautet in diesem Fall „die Achsen können unabhängig voneinander skaliert werden“ (beweisbar bedeutet in diesem Fall: die Methoden werden korrekt ausgeführt und das Ergebnis ist das zu erwartende⁴).

Versuchen wir noch zwei weitere Formulierungen:

Überall, wo die Oberklasse verwendet wird, muss auch bedenkenlos eine Instanz der Unterklasse eingesetzt werden können.⁵

Oder, im Vorgriff auf Unit-Tests:

Alle Tests, die auf eine Instanz der Oberklasse korrekt ausgeführt werden, müssen auch auf Instanzen der Unterklasse korrekt ausgeführt werden können.

Das Liskovsche Substitutionsprinzip ist eines der erwähnten fünf Prinzipien von Robert C. Martin. Allerdings hat er sich einer einfacheren Formulierung bedient, die ungefähr unserer ersten Umdeutung entspricht:

Regel 3-2: (LSP) Unterklassen müssen an die Stelle ihrer Oberklassen treten können. (Test, Vers)

3.2.2 Die Helper-Regel

Offen bleibt natürlich die Frage, wie man erkennt, ob eine Vererbung sinnvoll ist oder nicht. Im vorangegangen Kapitel haben wir die Helper-Regel definiert, die wir im Folgenden noch um eine zweite Regel erweitern wollen:

Regel 3-3: (2. Helper-Regel) Lässt sich für die Anwendung einer objektorientierten Technik kein vernünftiger (nicht-holpriger) Name finden, so ist die Technik nicht korrekt angewendet. (Vers)

Wenden wir die Helper-Regeln auf das obige Beispiel an. Wie könnte eine gemeinsame Oberklasse heißen? Zwei wenig sinnvolle Möglich-

³ 1993 von Barbara Liskov und Jeannette Wing formuliert

⁴ Ansonsten wäre es ja auch denkbar, dass skaliereX() und skaliereY() für einen Kreis einfach das gleiche tun würden. Das wäre aber keinesfalls das zu erwartenden Ergebnis.

⁵ Was ja das Grundprinzip der Polymorphie ist.

keiten wären DarstellungsObjekt oder DarstellbaresObjekt. Beides klingt schon ziemlich gekünstelt. Auch die Sprechweise klingt nicht besser:

Eine Person ist eine (besondere Form) eines darstellbaren Objektes.

Beide Holper-Regeln deuten also deutlich darauf hin, dass eine gemeinsame Oberklasse hier nicht das Mittel der Wahl ist. Bleibt natürlich die Frage: Wenn nicht so, wie dann? Schließlich wollen wir ja trotzdem doppelten Code vermeiden.

3.2.3 Mehrfachvererbungen

Eine mögliche Lösung wäre die Verwendung von Mehrfachvererbungen. Hierbei handelt es sich um eine Architektur, in der eine Klasse von zwei Oberklassen erbt. In der Sprechweise wäre das eine „und“ Verknüpfung von zwei „ist-ein“-Bedingungen.

Ein Amphibienfahrzeug ist ein Landfahrzeug und ein Wasserfahrzeug.

Zunächst erscheint der Satz vollständig sinnvoll und logisch, verstößt also nicht gegen die Holper-Regel. Allerdings gibt es im Detail einige Probleme:

- Es kann zu Überschneidungen bei Methoden und Attributnamen kommen, die über sprachliche Mittel behandelt werden müssen, was die Lesbarkeit in der Regel deutlich erschwert.
- Es kann zum klassischen Diamant-Problem kommen, bei der eine Klasse von zwei Oberklassen erbt, die wieder von einer gemeinsamen Klasse erben.

In unserem Beispiel erben sowohl Landfahrzeug als auch Wasserfahrzeug von Fahrzeug. Besitzt nun Fahrzeug eine Methode `fahren()`, welche Methode wird dann aufgerufen, wenn auf einer Instanz eines Amphibienfahrzeugs `fahren()` aufgerufen wird? Die des Landfahrzeuges, des Wasserfahrzeuges oder beide? Wird das Fahrzeug konkret als Wasserfahrzeug oder als Landfahrzeug angeprochen, ist der Fall recht klar. Bei einem Amphibienfahrzeug direkt kennt der Entwickler zumindest die Problematik und kann mit angeben, welche Methode gemeint ist.

Problematisch wird es aber, wenn die Methode `fahren()` auf ein beliebiges Fahrzeug aufgerufen wird, das tatsächlich ein Amphibienfahrzeug ist. Möglicherweise kennt der aufrufende Code die Unterklassen gar nicht und hat somit gar keine Chance, auszuwählen, welche Methode ausgeführt wird.

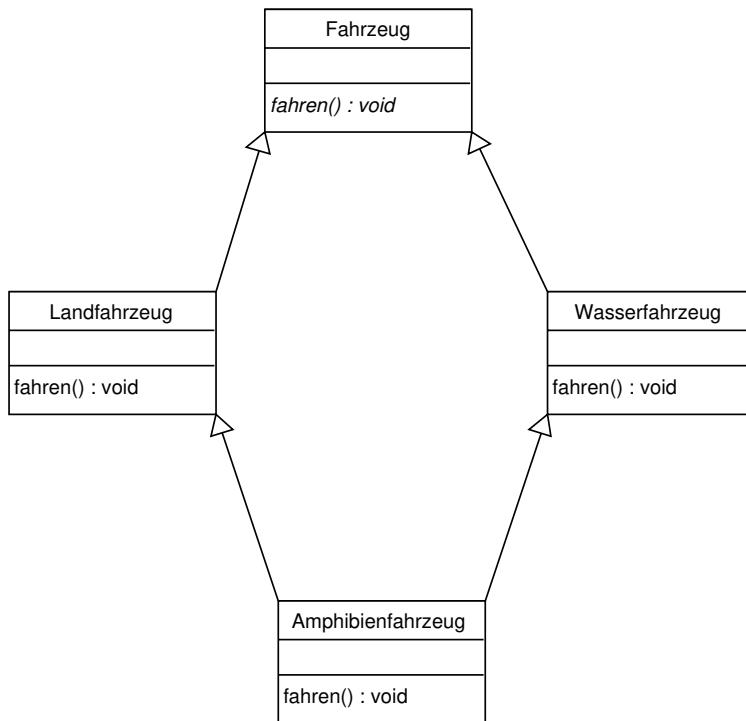


Abbildung 3-2: Diamant-Vererbung

Relativ schnell fällt auf, dass diese Struktur natürlich das Liskovsche Substitutionsprinzip zumindest gefährdet. Um dieses Problem zu behandeln, haben unterschiedlich Programmiersprachen verschiedene Lösungen bereitgestellt. Die einfachste lautet: Mehrfachvererbung ist nicht erlaubt, zumindest nicht was die Implementierung angeht (Java erlaubt beispielsweise, dass eine Klasse mehrere Interfaces (also Schnittstellenbeschreibungen) implementiert, aber konkrete Methoden werden nur von einer einzigen Klasse, nämlich der Oberklasse geerbt, womit das obige Problem effektiv verhindert wird).

In der Theorie führen Mehrfachvererbungen häufig zu Lagerkämpfen, in der Praxis zu schwer nachvollziehbarem Code, was uns zur nächsten Regel motiviert:

Regel 3-4: Mehrfachvererbung ist zu vermeiden. (Lesb, Vers)

3.3 Schnittstellen

3.3.1 Hierarchieschnittstellen

Interfaces haben wir bisher als Möglichkeit kennengelernt, Schnittstellen von der Implementierung zu trennen. In diesem Fall erfüllt die Schnittstelle normalerweise die Aufgabe einer abstrakten Klasse in der Vererbungshierarchie, d.h. die Schnittstelle selbst wird wie eine Oberklasse behandelt⁶. Diese Schnittstellen wollen wir, wenn die Unterscheidung deutlich gemacht werden soll, als *Hierarchieschnittstelle* bezeichnen. Sie ist aus objektorientierter Sicht keine echte Schnittstelle, sondern eigentlich eine abstrakte Klasse ohne implementierte Methoden und ohne Felder⁷.

Für Hierarchieinterfaces gelten im Großen und Ganzen die gleichen Regeln wie für normale Klassen auch: Der Name sollte ein Substantiv sein, auf hohe Kohäsion und gute Kapselung ist zu achten (wobei gerade die Kapselung hierbei natürlich nur deutlich schwächer ausgeprägt ist – gute Kapselung bedeutet hierbei, dass nur Dinge in die Schnittstelle aufgenommen werden, die auch wirklich öffentlich gemacht werden sollen).

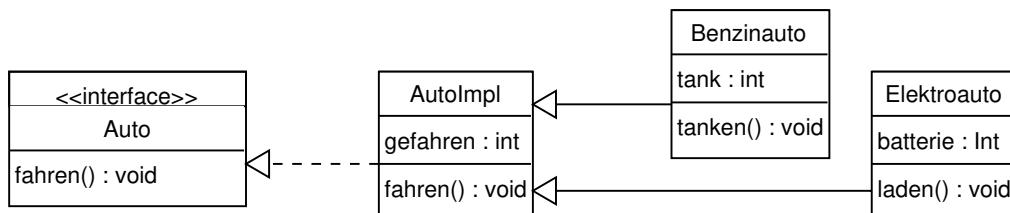


Abbildung 3-3: Hierarchieschnittstelle

Die Sprechweise ist die gleiche, wie bei der normalen Vererbung, und damit gilt auch die Holper-Regel. Eine alternative Formulierung, die für die direkte Beziehung zwischen `AutImpl` und `Auto` einen saubereren Satz ergibt, lautet „ist eine Implementierung von“ oder „ist ein konkretes“.

Weil eine Hierarchieschnittstelle prinzipiell eine (maximal) abstrakte Klasse ist und wir weiter oben bereits Mehrfachvererbungen ausgeschlossen haben, können wir hier unsere Regel noch ein wenig verdeutlichen:

⁶ Für Sprachen, die kein eigenes Sprachelement für Schnittstellen besitzen, ist das sowieso der Normalfall.

⁷ Dennoch wird man in Sprachen, die es unterstützen, das Sprachelement für Schnittstellen dafür verwenden (z.B. Interfaces in Java)

Regel 3-5: Eine Klasse sollte immer nur entweder von einer Oberklasse ableiten oder eine Hierarchieschnittstelle implementieren. (Vers)

Umgekehrt wird eine Hierarchieschnittstelle häufig nur eine direkte Implementierung besitzen (wenn man von Dummy-Implementierungen o.ä. für Tests absieht).

Namen von Hierarchieschnittstellen

Wir sollten uns einen Moment mit der Vergabe von Namen bei Hierarchieschnittstellen beschäftigen. Zwischen einer Schnittstelle und ihrer direkt implementierenden Klasse existiert zwangsläufig eine sehr enge Bindung, die sich auch im Namen wiederfindet. Hier existieren zwei gängige Varianten:

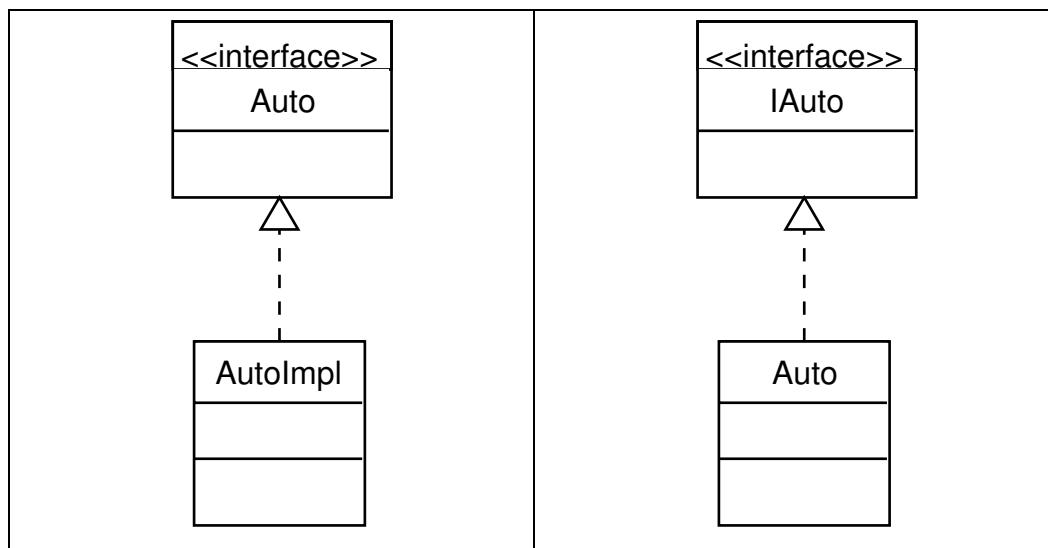


Abbildung 3-4: Schnittstellennamen

Der Autor bevorzugt die erste Variante. Wenn wir uns die Regeln der Kopplung zu Eigen machen, dann werden wir möglichst immer nur mit den Schnittstellen und nicht mit den konkreten Implementierungen arbeiten, der Name der Schnittstelle wird also häufig in unserem Code vorkommen (je nach Variante also `Auto` oder `IAuto`). Da das zusätzliche „I“ keine neue Information einbringt, den Lesefluss aber möglicherweise hemmt, erscheint die erste Variante die sinnvollere. Das können wir auch wieder als Regel definieren:

Regel 3-6: Der Name des Konstruktors (Klasse, Schnittstelle), der im Code am häufigsten verwendet wird, sollte der „schönste“ sein. (Lesb)

Mit der Namensvergabe werden wir uns in einem späteren Kapitel noch ausführlicher beschäftigen.

Bleibt hinzuzufügen, dass in beiden Sprachvarianten abstrakte Klassen, die nur dazu dienen, gemeinsame Funktionalität vorzudefinieren (also

ein reines, **technisches** Hilfsmittel für Ableiter sind) mit dem Wort „Abstract“ oder „Abstrakt“ beginnen sollten (also zum Beispiel *AbstractAuto*).

3.3.2 Fähigkeitsschnittstellen

Offen ist aber immer noch die Frage, wie wir unser Darstellungsproblem aus Abschnitt 3.2 lösen. Versuchen wir es zunächst mal mit einem besseren Satz (kehren wir also die Holperregel um):

Eine Person ist darstellbar.

Eine Buchhaltung ist darstellbar.

Klingt zumindest nicht mehr holprig. Allerdings haben wir jetzt statt eines zweiten Substantivs ein Adjektiv in unserem Satz. Hierfür bietet die Objektorientierung ein weiteres Konzept an, das der Fähigkeitsschnittstelle. Eine Fähigkeitsschnittstelle beschreibt, was ein Objekt einer Klasse tun kann, also welche Methode es besitzt. Sie beschreibt aber nicht, wie diese Fähigkeit umgesetzt wird. Sie ist damit eine klassische Schnittstelle.

Im Gegensatz zur Hierarchieschnittstelle kann eine Klasse beliebig viele Fähigkeitsschnittstellen (zusätzlich zu ihrer einen Oberklasse bzw. ihrer Hierarchieschnittstelle) besitzen. Eine andere Bezeichnung für Fähigkeitsschnittstelle ist Querschnittsschnittstelle, weil sie querschnittliche Aufgaben abbildet.

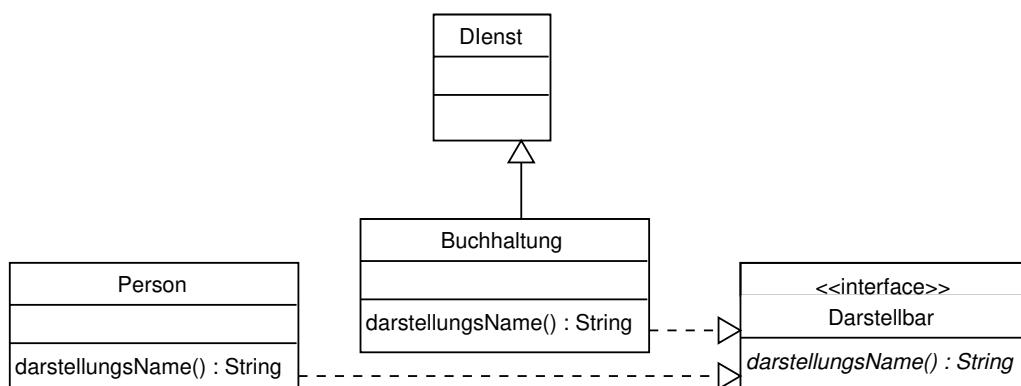


Abbildung 3-5: Fähigkeitsschnittstelle

Der große Vorteil an Fähigkeitsschnittstellen ist, dass auch sie polymorph eingesetzt werden können, d.h. eine (eher technische) Komponente, die das konkrete, fachliche Objekt überhaupt nicht kennen muss, kann dennoch mit allen Objekten, die dieses Interface implementieren, zusammenarbeiten. Das reduziert die Kopplung und erhöht die Wiederverwendbarkeit dieser Komponente ungemein.

In dem konkreten oberen Beispiel könnte man beispielsweise eine Klasse „ListenDruck“ erwarten, deren Aufgabe es ist, dem Nutzer ei-

ne Liste von Objekten auszudrucken. Statt nun für jedes ausdruckbare Objekt eine eigene Methode zu definieren, reicht es, eine einzige Methode drucke(Liste<Darstellbar>) zu erstellen.

Ein anderes, konkretes Beispiel aus der Java-Klassenbibliothek (leicht modifiziert):

Das Interface Comparable beschreibt die Fähigkeit „vergleichbar“, d.h. jedes Objekt einer Klasse, die dieses Interface implementiert, ist mit anderen Objekten derselben Klasse vergleichbar (bezüglich einer Reihenfolge, der natürlichen Ordnung). Die einzige Methode des Interfaces, compareTo(Object) liefert nur mit einer Zahl zurück, welches von beiden Objekten kleiner ist. Kann man alle Elemente einer Liste paarweise mit einander vergleichen, so kann man damit effektiv die Liste auch sortieren, was durch die statische Methode Collections.sort(List) auch ermöglicht wird. Durch das Auslagern dieser querschnittlichen, nicht fachlichen Fähigkeit in ein eigenes Interface kann man jetzt mit minimalem Aufwand Listen von eigenen, fachlichen Objekten sortieren.

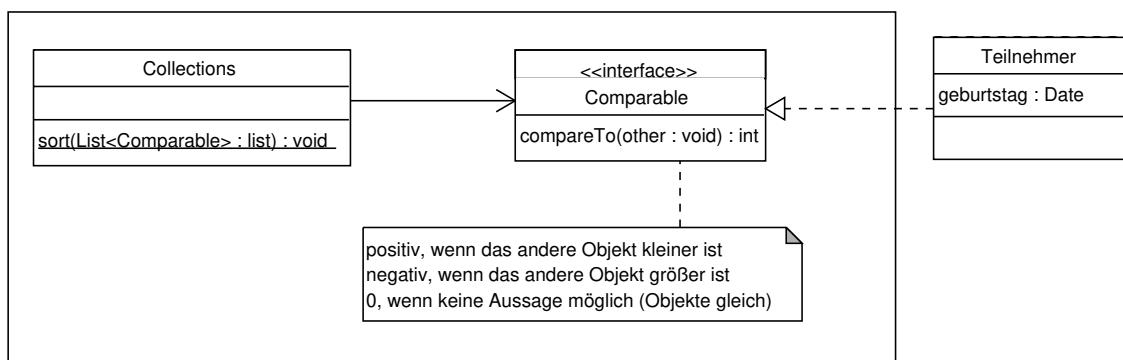


Abbildung 3-6: Das Comparable Interface

Regel 3-7: Querschnittliche Fähigkeiten werden über Fähigkeitsschnittstellen realisiert. (Wied, Vers, Test)

Fähigkeitsschnittstellen sind also ein äußerst nützliches Hilfsmittel und umgehen dabei die Probleme von Mehrfachvererbung, da jede Methode nur einmal implementiert sein kann.

3.3.3 Mix-Ins

Der Nachteil von Fähigkeitsschnittstellen ist, dass dadurch der duplizierte Code noch nicht verschwindet. Besteht die Schnittstelle nur aus disjunkten Methoden (bzw. aus einer einzigen Methode), so ist die Implementierung dieser Methode sicher vom eigenen Objekt abhängig. Was aber, wenn die Implementierungen der Methoden aufeinander aufbauen?

Definieren wir eine Schnittstelle Rechteckig. Passend dazu zwei Klassen, Rechteck und Bildausschnitt, die aus fachlichen Gründen keinen gemeinsamen Vorfahren haben, aber beide Rechteckig implementieren.

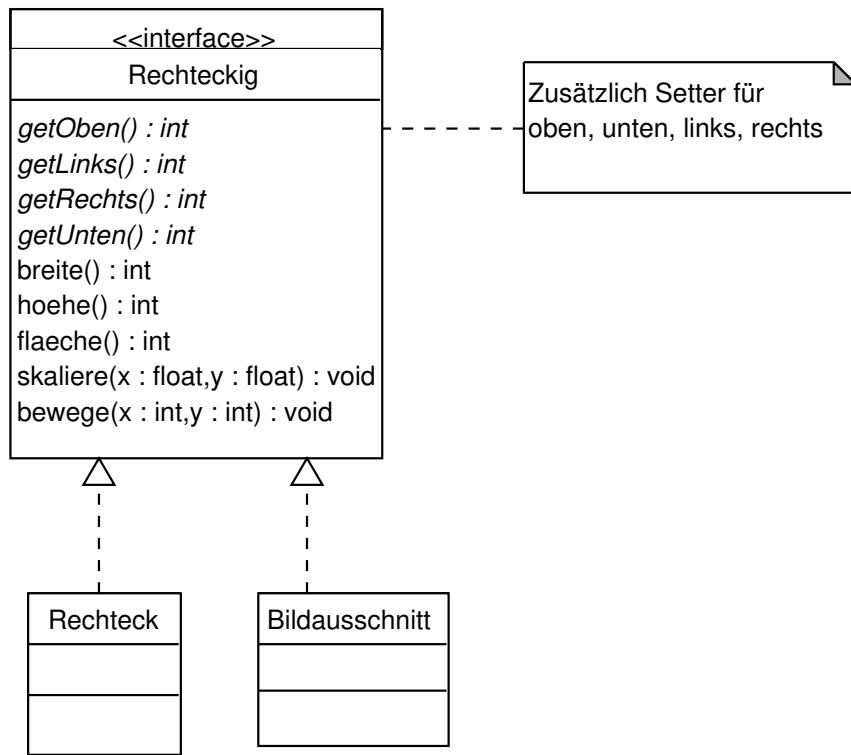


Abbildung 3-7: Nicht-disjunkte Schnittstellen-Methoden

Zusätzlich besitzt das Interface für die vier Koordinatenvariablen auch noch Setter, die wir hier aus Platzgründen nicht aufgeführt haben.

Wenn wir nun beide Klassen implementieren, dann werden zumindest die Implementierungen der unteren, nicht kursiven Methoden sich auf die Implementierungen der Getter und Setter abstützen und deshalb in beiden Implementierungen identisch sein:

```
public int breite() {
    return getRechts() - getLinks();
}

public int hoehe() {
    return getUnten() - getOben();
}

public int flaeche() {
    return breite() * hoehe();
}

public void skaliere(float x, float y) {
    setRechts(getLinks() + breite * x);
    setUnten(getOben() + hoehe * y);
}

public void bewege(int x, int y) {
    setLinks(getLinks() + x);
    setRechts(getRechts() + x);
    setOben(getOben() + y);
    setUnten(getUnten() + y);
}
```

Tatsächlich würden diesen Methoden in fast allen Implementierungen von Rechteckig genauso aussehen. Um diesen duplizierten Code zu vermeiden, gibt es Techniken, die eine Hilfsklasse nutzen, die die gemeinsamen Methoden als statische Methoden anbieten.

Die Alternative dazu sind sogenannte Mix-Ins, die einige Sprachen (z.B. Scala) liefern (ein anderer Name ist Trait). Mix-Ins sind abstrakte Klassen, die als Fähigkeitsschnittstellen auftreten, d.h. sie definieren nicht nur die Schnittstelle, sondern auch konkrete Implementierungen der abgeleiteten Methoden.

Ein weiteres nützliches Beispiel wäre ein erweitertes Comparable Interface, das zusätzlich noch (abgeleitete) Methoden wie greaterThan(), lessThan(), equals(), notEquals() usw. definieren könnte. Damit hat man durch das Implementieren einer Methode (compareTo()) auf einen Schlag die restlichen Methoden „für lau“ gewonnen.

Nicht verschwiegen werden darf allerdings, dass natürlich bei Mix-Ins die Gefahren der Mehrfachvererbung zumindest wieder denkbar sind, auch wenn sie deutlich geringer sind, da wir es hier ja nicht mit fachlichen, sondern mit querschnittlichen Schnittstellen zu tun haben.

3.3.4 Parallele Schnittstellen-Hierarchien

Eine besondere Alternative zu den Hierarchieschnittstellen stellen die parallelen Hierarchien dar. Hierbei wird jede Vererbung sowohl mit Schnittstellen als auch mit Implementierungen abgebildet. Der Vorteil ist eine saubere Architektur (modelliert wird nur mit dem Interface-Baum) und die Möglichkeit einer äußerst losen Kopplung, ohne die Fähigkeiten der Polymorphie aufzugeben.

Als Beispiel sei hier ein Auszug aus dem Collection-Framework von Java gegeben:

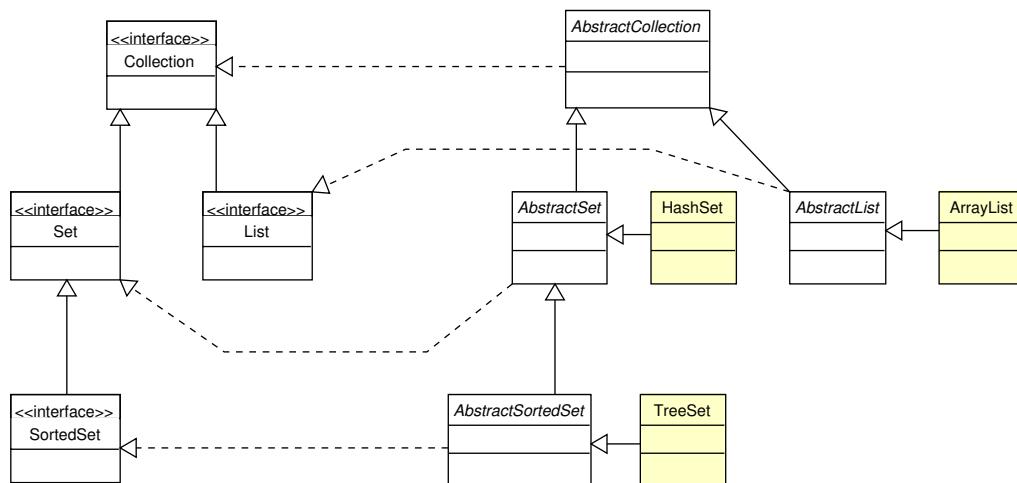


Abbildung 3-8: Parallele Hierarchien

Regel 3-8: Fachliche Vererbungen sollten als Parallele Hierarchien abgebildet werden. (Wied, Test)

Der Nachteil dieser Technik soll natürlich auch nicht verschwiegen werden: Die Anzahl der Klassen und Dateien steigt damit natürlich enorm an.

3.3.5 Client-Schnittstellen

Im Laufe der Entwicklung wachsen Schnittstellen naturgemäß immer weiter an. Neue Funktionalität, die ein Client benötigt, wird mit aufgenommen und die Schnittstelle immer schwergewichtiger. Irgendwann kristallisiert sich heraus, dass bestimmte Clients auch nur bestimmte Teile der Schnittstelle nutzen. Die Schnittstelle selbst verliert ihre Kohäsion.

3.3.6 Das Schnittstellen-Abgrenzungs-Prinzip (Interface-Segregation-Principle ISP)

Ein weiteres der Martin-Prinzipien ist das Schnittstellen-Abgrenzungs-Prinzip, das sich mit genau diesem Problem beschäftigt. Es lautet folgendermaßen:

Regel 3-9: Clients sollten nicht gezwungen sein, sich auf Schnittstellen abzustützen, die sie nicht benutzen. (Test, Vers, Wied)

Tun sie das nämlich doch, so koppelt man unweigerlich die unterschiedlichen Clients aneinander. Eine Änderung an einem Client kann durchaus eine Änderung des Server-Interfaces nach sich ziehen, eine Änderung, die sich damit auch wieder auf alle Clients auswirkt – was zumindest Kompilierzeit kostet, gerade wenn die verwendete Programmiersprache nur statisch verlinkt.

Das Problem der ja eigentlich vernachlässigbaren Kompilierzeit ist aber, dass wir als Programmierer ja schnell dazu neigen, einem Problem aus dem Weg zu gehen. Wenn wir die Wahl haben, eine saubere Lösung für ein Problem umzusetzen, die allerdings eine Stunde Kompilierzeit nach sich zieht (man denke nur an die notwendigen Tests!) oder eine Quick-And-Dirty-Lösung, die aber eigentlich an der völlig falschen Stelle ansetzt, anzugehen, so wird bei steigendem Zeitdruck natürlich die Versuchung der zweiten Lösung immer größer.

Schauen wir uns das Prinzip an dem Beispiel an, mit dem das Prinzip ursprünglich motiviert wurde.

Eine Tür kann versperrt und entsperrt werden und kennt ihren Zustand (bezüglich der Sperre).

Eine Anwendung dieser Klasse ist TimerTür, die einen Alarm signalisiert, wenn sie zu lange offen steht. Zu diesem Zweck registriert sie sich bei einer Instanz der Klasse Timer.

Ein Timer kann TimerClient-Objekte registrieren und deren Methode timeout() aufrufen, wenn die Zeit abgelaufen ist.

Erste Möglichkeit: Normale Vererbung

Die Frage ist jetzt, wie Tür beide Interfaces implementieren kann. Falls die verwendete Programmiersprache keine Mehrfachvererbung und keine Interfaces unterstützt, ist die einzige Möglichkeit TimerClient und Tür von einander ableiten zu lassen. Da TimerClient das weit-aus generischere Interface ist (wahrscheinlich werden mehr Projekte Timer benötigen als Türen), sollten wir natürlich das TimerClient-Interface so rein wie möglich halten.

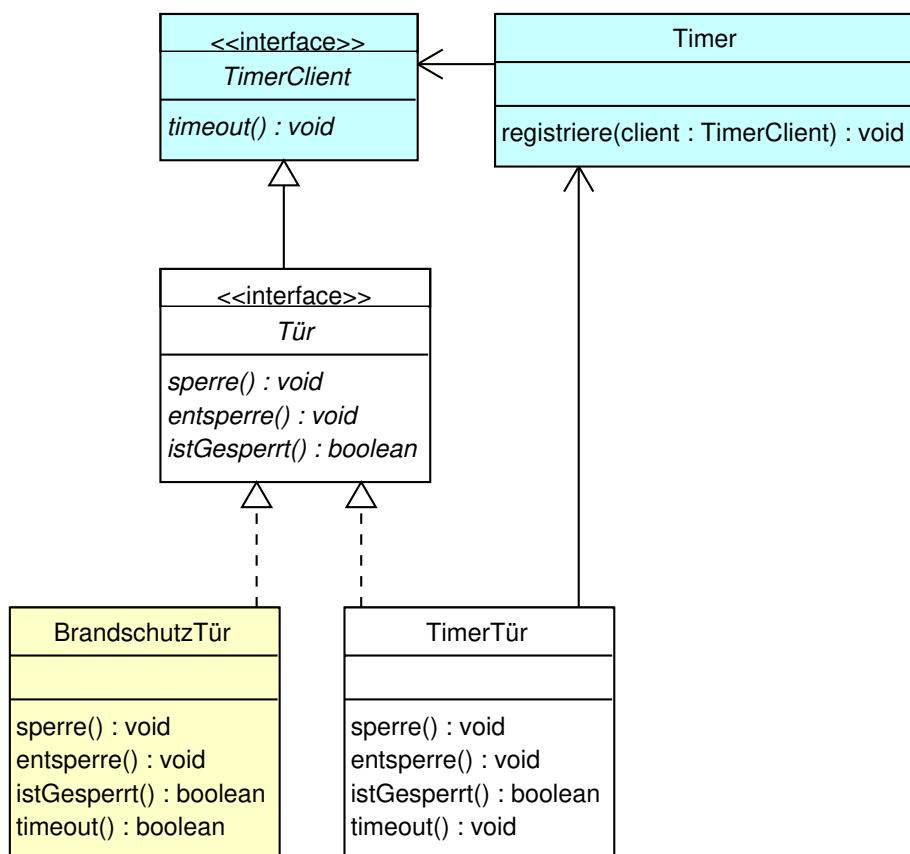


Abbildung 3-9: Einfache Vererbung

Das Problem an dieser Lösung ist, dass eine andere Tür, die überhaupt nichts mit einem Timer zu tun hat (z.B. `BrandschutzTür`), trotzdem das Interface `TimerClient` erbt und damit immer eine zusätzliche Last mit sich herumträgt. Man kann das zwar vom Schreibaufwand her begrenzen, indem man `TimerClient` eine leere Implementierung für `timeout()` mitgibt, es bleiben aber dennoch drei Probleme:

- Wenn `TimerClient:timeout()` nicht mehr abstrakt ist, so unterstützt der Compiler uns bei Klassen, die wirklich einen Timer nutzen

wollen nicht mehr, indem er uns zwingt, die Methode auch tatsächlich zu implementieren.

- Die Schnittstelle von `BrandschutzTür` ist trotzdem durch fachfremde Inhalte verschmutzt.
- Jede Änderung am `TimerClient` führt ggf. dazu, dass auch `BrandschutzTür` (und damit jede Klasse, die `BrandschutzTür` oder eine andere Tür nutzt) neu kompiliert werden muss.

Zweite Möglichkeit: Mehrfachvererbung

Die zweite Möglichkeit, die wir haben, besteht in der Mehrfachvererbung. `Tür` und `TimerClient` sind unabhängig voneinander, der `Timer` bekommt nur einen beliebigen `TimerClient` zu sehen, und ein Benutzer nur das `Tür` Interface. Trotzdem muss natürlich `TimerTür` beide Interfaces implementieren und damit auch alle Methoden beinhalten.

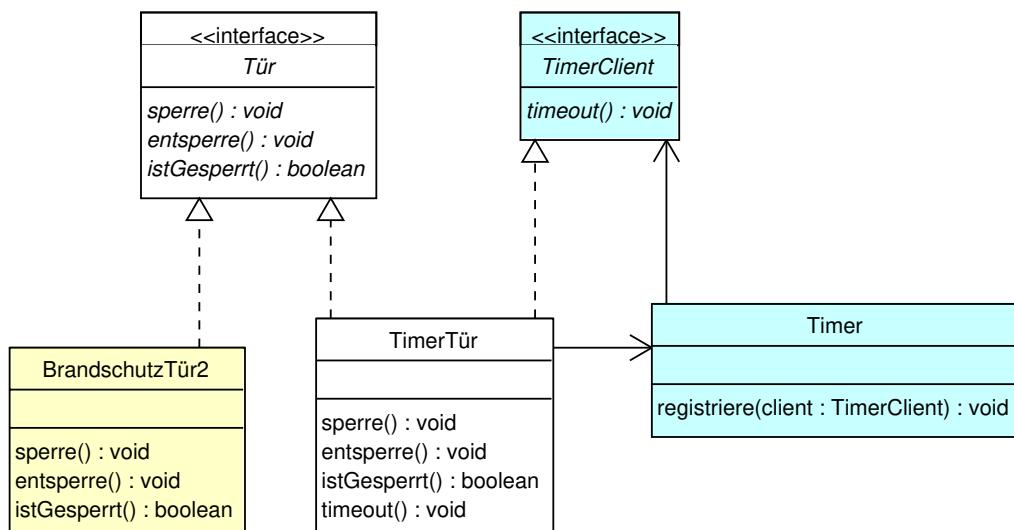


Abbildung 3-10: Mehrfachvererbung

Diese (im Artikel von R. Martin favorisierte) Lösung hat allerdings aus Sicht des Autors immer noch einige Nachteile:

- Die Implementierung von `TimerTür` ist immer noch nicht kohäsiv.
- `TimerTür` besitzt eine Methode `timeout()`, die fachlich keine Aussagekraft besitzt, ihr Name wird nicht durch ihre fachliche Aufgabe definiert, sondern durch die Definition der Komponente `Timer`.
- Die Art des Timers, also welche konkrete Klasse genutzt wird, sollte eigentlich ein Implementierungsdetail von `TimerTür` sein, ein Nutzer der `TimerTür` wird nie direkt auf den `Timer` zugreifen. Trotzdem ist der `Timer` indirekt sichtbar gemacht.

- Sie verstößt gegen die Regel, dass eine Klasse nur eine einzige Hierarchie-Schnittstelle oder Oberklasse haben sollte, hier sind es zwei. Das könnten wir allerdings dadurch lösen, dass wir TimerClient in eine Fähigkeitsschnittstelle umwandeln (durch Umbenennen in Zeitgesteuert, bzw. indem wir sie einfach als solche betrachten).
- Wenn mehr als ein Timer genutzt wird (beispielsweise noch ein Timer der einmal im Monat die Tür öffnet und wieder schließt, damit sie sich nicht festfrisst), muss die Methode `timeout()` noch deutlich mehr bewältigen (nämlich auch noch überprüfen, welcher Event das eigentlich war).

Die aus Sicht des Autors beste Lösung ist die dritte Möglichkeit:

Dritte Möglichkeit: Das ADAPTER Pattern

Auf Design Patterns gehen wir später noch ausführlicher ein. Für jetzt soll die Definition genügen, dass ein Design-Pattern eine formulierte Lösung für ein gängiges Problem ist. Das Adapter-Pattern löst das Problem, dass eine Schnittstelle kompatibel zu einer (ähnlichen) anderen gemacht werden soll, ohne die Schnittstellen selbst zu verändern. Die Lösung erfolgt über einen Übersetzer (den Adapter), der nach außen das neue Interface implementiert, innen aber Zugriff auf das eigentliche Objekt (mit der alten Schnittstelle hat) und die Aufrufe übersetzt und weiterleitet.

In unserem Fall wäre der Adapter also ein TürTimerAdapter, eine Klasse, die nach außen als TimerClient auftritt und daher beim Timer registriert werden kann, innen aber Zugriff auf eine Instanz von TimerTür hat und jetzt die externe Nachricht (`timeout()`) in eine interne fachliche Nachricht umwandelt (z.B. `alamiere()`). `Alamiere()` ist im Gegensatz zu `timeout()` nicht nur fachlich, was uns die gewünschte Trennung zwischen fachlichen und technischen Elementen erlaubt, sie muss darüber hinaus auch nicht *public* sein (in der Regel reicht *package*, da ja der TürTimerAdapter im gleichen Paket liegt), was wiederum unsere Kapselung fördert.

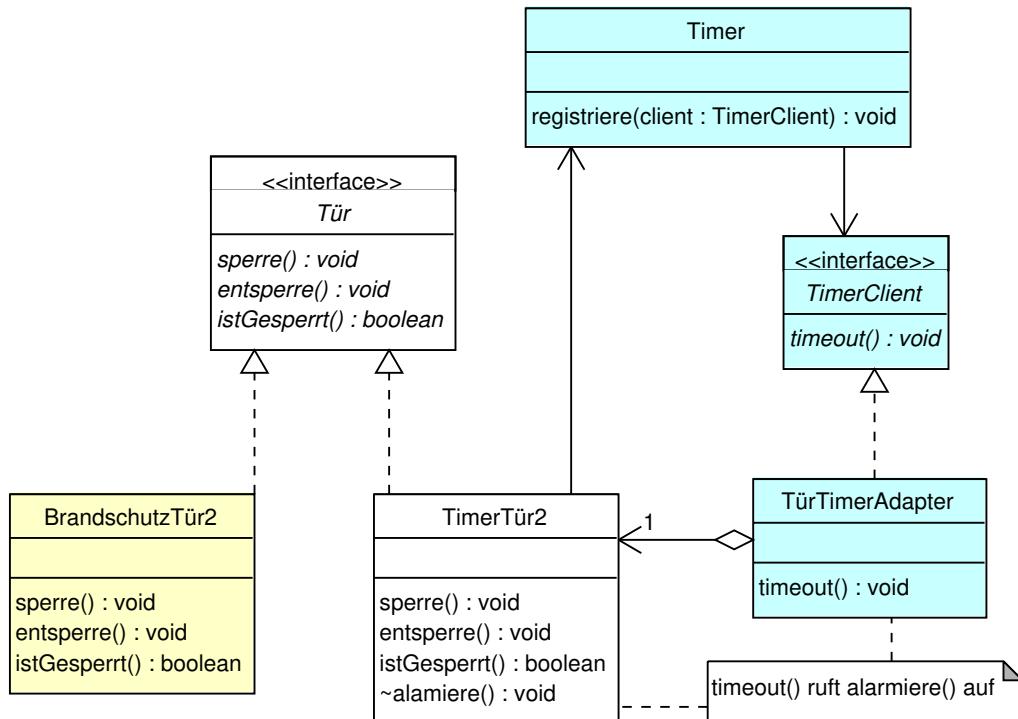


Abbildung 3-11: Tür mit Adapter

Wichtig an dieser Lösung ist, dass `TürTimerAdapter` eine rein technische Klasse ist, die dementsprechend auch nur technische Aufgaben erfüllt. Sie übersetzt Aufrufe in einer „Sprache“ (die des Timers) in Aufrufe in der Sprache der `Tür`, damit sollten sie sich auch darauf beschränken. In ihren Aufgabenbereich fällt umwandeln von Parametern und (primitives) prüfen von Wertebereichen, aber alles andere ist Aufgabe der fachlichen Methode in `Tür`.

Wollen wir das oben kurz erwähnte Beispiel von mehr als einem `Timer` (Alarmierung und monatliches Bewegen), so haben wir jetzt die Möglichkeit, zwei Adapter zu schreiben (die dann aber andere Namen haben sollten, z.B. `AlarmierungTimerAdapter` und `WartungTimerAdapter`), oder es bei einem Adapter zu belassen, dieser muss dann in seiner `timeout()`-Methode entscheiden, welche Methode von `Tür` endgültig aufgerufen wird.

Ein weiterer Vorteil dieser Lösung ist, dass sie auch anwendbar ist, wenn die verwendete Sprache weder Mehrfachvererbung noch Interfaces unterstützt.

Unter Java lässt sich diese Struktur sehr elegant mit dem Mechanismus der inneren Klasse lösen (eine Klasse, die in eine andere eingebettet ist und implizit Zugriff auf die Instanz der äußeren Klasse hat, die sie erzeugt hat). Damit könnten die fachlichen internen Methoden `alarmiere()` und `wartung()` sogar `private` sein (eine innere Klasse unter Java kann auf `private`-Methoden der äußeren Klasse zugreifen). Da die

innere Klasse fest der äußeren zugeordnet ist, kann man den Namen damit sogar noch etwas kürzen (TimerAdapter, vollständig heißt die Klasse dann TimerTür.TimerAdpater).

Regel 3-10: Das Interface-Segregation-Principle sollte mit Hilfe des ADAPTER-Patterns umgesetzt werden. (Lesb, Vers, Wied)

3.4 Klassengrößen

In diesem Abschnitt beschäftigen wir uns mit der Größe einer Klasse. Hierfür definieren wir als erstes zwei Regeln:

Regel 3-11: Klassen sollten klein sein. (Lesb, Vers, Test)

Regel 3-12: Klassen sollten noch kleiner sein. (Lesb, Vers, Test)

Je kleiner eine Klasse ist, desto leichter ist sie zu überblicken und dementsprechend auch zu verstehen.

Dabei stellt sich die Frage, wie die Größe einer Klasse definiert werden kann. Ein trivialer Ansatz wäre, Zeichen zu zählen – was natürlich als Metrik vollkommen ungeeignet ist.

Die nächste Überlegung, eine Metrik, die lange Zeit recht beliebt war, ist die Anzahl der Zeilen (LOC – Lines of Code). Allerdings kann diese je nach Sourcecode-Formatierung schon deutlich abweichen. Eine etwas bessere Metrik sind Anweisungen, genauer Nicht-Kommentar-Anweisungen (NCSS – Non commenting source statements), diese sind genauer, aber aufwendiger zu zählen / zu berechnen.

Allerdings sind beide Varianten eher dazu geeignet, Methoden zu bewerten. Für Klassen empfiehlt sich eine andere Metrik: Die Anzahl der Verantwortlichkeiten. Die Nähe des Begriffs der Verantwortlichkeit zur Kohäsion sollte deutlich werden. Wenn alle Methoden fachlich zusammenhängen, dann wird die Klasse auch nur eine Verantwortlichkeit haben. Das ist aber nur zum Teil richtig, Verantwortlichkeiten können tatsächlich feiner sein, als fachliche Zusammenhänge.

Betrachten wir ein gekürztes Beispiel (entnommen aus „Clean Code“ von Robert C. Martin):

```
public class SuperDashboard
    extends JFrame
    implements MetaDataUser {
    public String getCustomizerLanguagePath();
    public void setSystemConfigPath(String systemConfigPath);
    public String getSystemConfigDocument();
    public void setSystemConfigDocument(String systemConfigDocument);
    public boolean getGuru();
    public boolean getNoviceState();
    public boolean getOpenSourceState();
    public void showObject(MetaObject object);
    public void showPreogress(String s);
    public boolean isMetadataDirty();
    public void setMetadataDirty(boolean isMetaDataDirty);
    public Component getLastFoucedComponent();
    public void setLastFocusedComponent(Component lastFocused);
    public boolean isMouseSelected();
    public void setMouseSelectState(boolean isMouseSelected);
    public LanguageManager getLanguageManager();
    public Project getProject();
    public Project getFirstProject();
    public Project getLastProject();
    public String getNewProjectName();
    public void setComponentSizes(Dimension dim);
    public String getCurrentDir();
    public void setCurrentDir(String currentDir);
    public void updateStatus(int dotPos, int markPos);
    public Properties getProps();
    public void String getUserHome();
    public void String getBaseDir();
    public int getMajorVersionNumber();
    public int getMinorVersionNumber();
    public int getBuildNumber();
    public void processMenuItems();
    public void runProject();
    // weitere public Methoden

    // jede Menge private Methoden
}
```

Das diese Klasse zu groß ist, sollte natürlich klar sein. Der geneigte Leser kann versuchen, diese Klasse anhand der Methodennamen in einzelne Verantwortlichkeiten zu zerlegen. Außerdem stellt die Klasse noch ein deutliches Beispiel für einen Verstoß gegen das Interface-Segregation-Principle dar.

Betrachten wir eine bessere Version aus demselben Buch:

```
public class SuperDashboard
    extends JFrame
    implements MetaDataUser {
    public Component getLastFocusedComponent();
    public void setLastFocusedComponent(Component lastFocused);
    public int getMajorVersionNumber();
    public int getMinorVersionNumber();
    public int getBuildNumber();
}
```

Sieht schon deutlich besser aus. Allerdings enthält diese Klasse noch mehr als eine Verantwortlichkeit.

3.4.1 Das Visions-Prinzip

Einen ersten Lackmus-Test für unsere Klasse erreichen wir mit Hilfe des Visions-Prinzips. Es lautet folgendermaßen:

Regel 3-13: (Visions-Prinzip) Jedes Konzept (Pakete, Klassen, Methoden) muss sich verständlich in einem Hauptsatz (der Vision) beschreiben lassen. (Vers, Wied)

Diese Beschreibung muss nicht alle Feinheiten beinhalten, sollte aber für sich alleine aussagekräftig genug sein. Ein typisches Zeichen für einen Verstoß gegen dieses Prinzip ist die Verwendung von Bindewörtern wie „und“, „oder“, „falls“ oder „außer“.

Versuchen Sie doch einmal, eine Vision für die zweite Version zu formulieren.

SuperDashboard liefert uns Zugriff auf die Komponente, die zuletzt den Fokus hatte, und gibt die aktuelle Version und Build-Nummer zurück.

Das Visions-Prinzip offenbart uns also, dass unsere Klasse offensichtlich zu viel tut.

3.4.2 Das Einzelne-Verantwortlichkeits-Prinzip (Single-Responsibility-Principle – SRP)

Das Single-Responsibility-Principle ist ein weiteres der fünf Prinzipien von Robert C. Martin. Es lautet folgendermaßen:

Regel 3-14: (SRP) Für jede Klasse sollte es nur einen einzigen Grund geben, sie zu ändern. (Vers, Wied)

Verantwortlichkeit wird also mit Änderungsgrund gleichgesetzt. Überlegen wir, welche Gründe es geben könnte, unser SuperDashboard zu ändern:

- *Eine neue Version wird ausgeliefert (d.h. die Versionsnummer ändert sich)*
- *Die Benutzeroberfläche ändert sich.*

Beide Änderungen sind disjunkt. Zwar würde sich bei einer Änderung der Oberfläche wahrscheinlich auch die Versionsnummer ändern, aber umgekehrt eben nicht.

Anhand potentieller Änderungsgründe lassen sich die Methoden einer Klasse oft leichter aufteilen. In unserem Beispiel könnten wir die Versions-Methoden in eine separate Klasse auslagern:

```
public class Version {  
    public int getMajorVersionNumber();  
    public int getMinorVersionNumber();  
    public int getBuildNumber();  
}
```

Diese Klasse hat definitiv nur eine Verantwortlichkeit, damit eine hohe Kohäsion und einen starken Wiederverwendbarkeitswert.

Natürlich führt das Zerlegen unserer Klassen in immer mehr kleine Klassen zu einer deutlichen höheren Anzahl an Gesamtklassen. Die Komplexität unseres Codes erhöht sich dadurch aber nicht. Vielmehr findet man sich eher leichter zurecht, da das Konzept einer Klasse besser durch den Namen beschrieben werden kann.

Wichtig ist dabei nur, dass man seine Klasse vernünftig organisiert, in Komponenten und Paketen.

Unser Ziel ist damit das folgende:

Unser System besteht aus einer Vielzahl kleiner Klassen (statt weniger großer). *Jede Klasse kapselt eine einzelne Verantwortlichkeit, hat nur einen einzigen, potentiellen Änderungsgrund und arbeitet mit wenigen*

anderen Klassen zusammen, um das gewünschte Verhalten abzubilden.⁸

3.5 Änderungen ermöglichen

Wir haben zu Beginn dieses Kapitels die fünf Prinzipien von Robert C. Martin erwähnt, bisher aber nur drei davon besprochen (das Single-Responsibility-Principle, das Liskov-Substitution-Principle und das Interface-Segregation-Principle).

Mit den beiden fehlenden Prinzipien wollen wir uns im Folgenden beschäftigen.

3.5.1 Das Offen-Gesperrt-Prinzip (Open-Closed-Principle – OCP)

Das Open-Closed-Principal beschäftigt sich mit der Problemstellung nachträglicher Änderungen an Klassen oder Modulen. Das Ziel sollte es sein, dass jede nachträgliche Änderung (Erweiterung) an einer Klasse nicht dazu führt, dass bestehender Code beeinflusst wird (bzw. dass dieser nicht einmal neu kompiliert werden muss).

Das Prinzip lautet:

Regel 3-15: (OCP) Klassen sollten offen für Erweiterungen, aber gesperrt für Veränderungen sein. (Wied, Wart)

Zerlegen wir diese Aussage in ihre zwei Bestandteile:

⇒ „Offen für Erweiterungen“

Das Verhalten der Klasse (des Moduls) muss erweiterbar sein. Das heißt, wir können die Klasse bei neuen Anforderungen so erweitern, dass die Änderungen eingearbeitet werden. Wir können also das Verhalten des Moduls ändern.

⇒ „Gesperrt für Veränderungen“

Das Erweitern des Verhaltens sollte nicht dazu führen, dass die Klasse selbst verändert wird. Im Klartext: weder der Sourcecode der Klasse, noch die aus dieser Klasse generierten Artefakte (Class- oder Object-Dateien, DLL- und Jar-Dateien, andere Bibliotheken) sollten durch die Erweiterung verändert werden.

Zusammen genommen stellen uns diese beiden Aussagen natürlich vor eine schwierige Aufgabe. Die offensichtlichste Art, das Verhalten einer Klasse zu ändern, nämlich die Klasse selbst zu modifizieren, wird durch die zweite Bedingung effektiv verhindert.

Der Schlüssel liegt natürlich in der Abstraktion. Wir erweitern unsere Klassen, indem wir von ihnen erben und verwenden umgekehrt in unse-

⁸ Ein Satz, der sich lohnt, auf einem großen Plakat in den Entwicklerbüros aufgehängt zu werden.

rem Client-Code nur die abstrakten Oberklassen oder Interfaces (letzteres zieht sich ja durch alle Prinzipien).

Das bedeutet, wir müssen uns frühzeitig Gedanken darüber machen, ob eine Klasse überhaupt erweiterbar sein soll, und wenn ja, in welchen Methoden. Und diese Tatsache muss deutlich dokumentiert sein!

Umgekehrt muss verhindert werden, dass Klassen und Methoden, die nicht überschrieben werden sollen, das auch gar nicht zulassen dürfen⁹. Hierunter fallen zum Beispiel Methoden, die Invarianten (den Contract der Klasse) verletzen könnten.

Formulieren wir das als Regel:

Regel 3-16: Potentielle Oberklassen sollten verhindern, dass ihre Kind-Klassen jemals das Liskovsche Substitutionsprinzip verletzen können. (Wied, Wart)

Schauen wir uns das Prinzip an einem einfachen Beispiel an.

Wir haben bei der Definition der Fähigkeitsschnittstelle (Abschnitt 3.3.2, Seite 3-10) das Java-Interface Comparable kennengelernt. Nehmen wir nochmal unsere Klasse Teilnehmer hinzu, die dieses Interface implementiert, und zwar in der Art, dass Teilnehmer nach ihren Nachnamen sortiert werden (mit Hilfe der Methode Collections.sort()).

Wie können wir jetzt das Verhalten ändern, dass Teilnehmer nach ihrem Geburtstag sortiert werden?

Die Methode sort() zu ändern scheidet aus, da es sich dabei um eine Java-Basisklasse handelt, die wir nicht ändern können.

Wir könnten die Methode compareTo() unseres Teilnehmers überschreiben (die ja zwei Teilnehmer mit einander vergleicht), aber damit würden wir gegen das „Closed“-Prinzip verstößen, da sich diese Änderung sofort auf alle Module, die Teilnehmer nutzen, auswirken würde.

Eine Alternative wäre, eine Unterklasse von Teilnehmer zu schreiben, die nur die compareTo()-Methode ersetzt (z.B. GeburtstagsSortierterTeilnehmer), dadurch würden wir dem Prinzip genüge tun. Damit würden wir aber sehr deutlich gegen die Holper-Regel verstößen.

Die Alternative, die die Java-Entwickler gewählt haben, nutzt das STRATEGY-Pattern, ein Pattern das beschreibt, wie die konkrete Implementierung eines Algorithmus in eine separate Klasse ausgelagert wird. Konkret heißt das, es gibt eine zweite sort()-Methode, die zusätzlich ein Comparator-Objekt bekommt. Comparator ist ein Interface, dass nur eine Methode besitzt: compare() (nicht compareTo()!). Diese bekommt zwei Parameter und liefert zurück, wie die beiden zueinander stehen (kleiner 0 -> das linke ist kleiner, größer 0 -> das linke ist größer, gleich 0 -> beide sind nicht unterscheidbar).

⁹ Das wird zum Beispiel in Java mit dem Schlüsselwort final sichergestellt.

Wir können also eine neue Sortierung definieren, in dem wir eine neue Implementierung von Comparator schreiben (ohne dabei die sort () - Methode oder die Klasse Teilnehmer anzurühren).

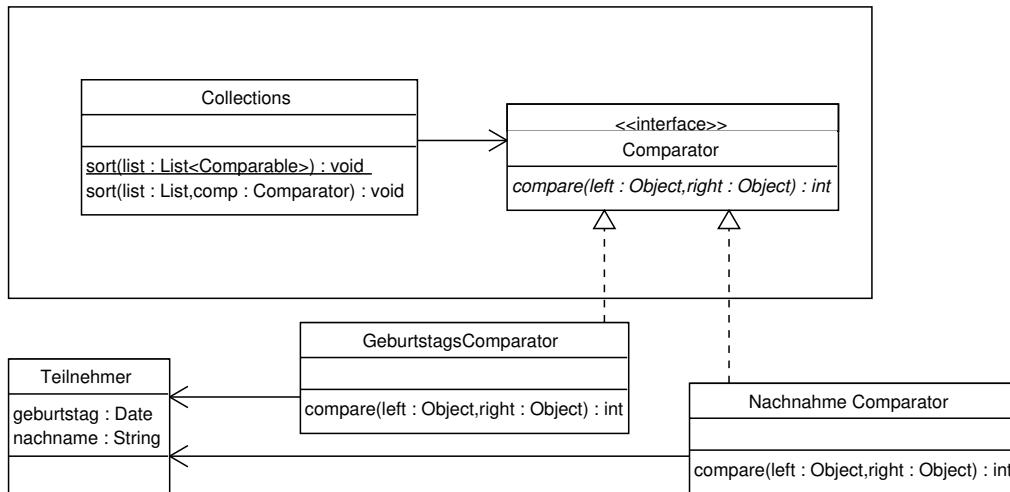


Abbildung 3-12: Comparator

3.5.2 Das Prinzip der umgekehrten Abhängigkeiten (Dependency-Inversion-Principle – DIP)

Das Prinzip der umgekehrten Abhängigkeiten beschreibt, wie einzelne Klassen und Komponenten voneinander abhängen. In der „klassischen“ (prozeduralen) Softwareentwicklung gilt der Grundsatz, dass hochlevlige Module auf niedriglevlige Module zurückgreifen (ein Druckvorgang besteht aus dem Drucken von Zeichen und der Druckersteuerung).

Das Prinzip der umgekehrten Abhängigkeiten kehrt diese Ansicht um. Im Kern besteht es aus zwei Regeln:

Regel 3-17: (DIP) Hochlevlige Module sollten nicht von niedriglevligen Modulen abhängen. Beide sollten nur von Abstraktionen abhängen (Wied, Wart, Test).

Regel 3-18: (DIP) Abstraktionen sollten nicht von Details abhängen. Details sollten von Abstraktionen abhängen. (Wied, Wart, Test)

Wo besteht nun das Problem? Die hochlevligen Module sind die Bestandteile unserer Software, in der die „interessanten“, fachlichen Entscheidungen getroffen werden, die niedriglevligen diejenigen, die „in der Schlammzone“ die ganzen Details umsetzen. Ändert sich jetzt eines dieser Details, so hat das natürlich auch Auswirkungen auf die davon abhängigen Komponenten, als die hochlevligen Anteile unserer Software. Ein Implementierungsdetail ändert also möglicherweise unsere fachlichen Elemente! Umgekehrt wollen wir natürlich wenn möglich die hochlevligen Elemente auch wiederverwenden, denn diese enthalten ja den „interessanten“ Code – mit der klassischen Abhängigkeit können wir diese aber eben nicht von der Schlammzone trennen.

Diese Regel beschreibt natürlich im Großen und Ganzen, was wir weiter oben schon recht ausführlich diskutiert haben: Die Kopplung zwischen Modulen sollten nicht eng – über Klassen –, sondern lose – über Abstraktionen, also Interfaces – erfolgen. Der Leser sei hierzu insbesondere auf den Abschnitt zur Schnittstellenkopplung im vorherigen Kapitel verwiesen.

3.6 Zusammenfassung

Wir haben uns in diesem Kapitel mit den tiefergehenden Grundsätzen des Klassendesigns auseinander gesetzt. Dabei haben wir besprochen, wie Klassen hierarchien sinnvollerweise aufgebaut sein sollten, welche Grundsätze für die Größe einer Klasse an sich gelten und wie wir unsere Klasse offen für Veränderungen machen können.

In diesem Zusammenhang haben wir einige Prinzipien kennengelernt, die wir hier noch einmal aufzählen wollen. Die fünf Martin-Prinzipien lassen sich dabei mit dem Akronym SOLID auflisten, das letzte Prinzip (das Visions-Prinzip) ist davon unabhängig.

SRP	Single-Responsibility-Principle Für jede Klasse sollte es nur einen einzigen Grund geben, sie zu ändern.
OCP	Open-Closed-Principle Klassen sollten offen für Erweiterungen, aber gesperrt für Veränderungen sein.
LSP	Liskov-Substitution-Principle Unterklassen müssen an die Stelle ihrer Oberklassen treten können.
ISP	Interface-Segregation-Principle Clients sollten nicht gezwungen sein, sich auf Schnittstellen abzustützen, die sie nicht benutzen.
DIP	Dependency-Inversion-Principle Hochlevlige Module sollten nicht von niedriglevligen Modulen abhängen. Beide sollten nur von Abstraktionen abhängen. Abstraktionen sollten nicht von Details abhängen. Details sollten von Abstraktionen abhängen.

Das Visions-Prinzip

Jedes Konzept (Pakete, Klassen, Methoden) muss sich verständlich in einem Hauptsatz (der Vision) beschreiben lassen.

4

Namen

4.1	Einleitung.....	4-3
4.2	Welche Sprache?	4-3
4.3	Bedeutungsvolle Namen	4-4
4.3.1	Klassen	4-5
4.3.2	Abstrakte Klassen.....	4-5
4.3.3	Interfaces	4-6
4.3.4	Methoden.....	4-6
4.3.5	Konstruktoren	4-7
4.3.6	Namen und Kontexte	4-8
4.3.7	Besondere Namen.....	4-8
4.3.8	Missverständliche Namen.....	4-10
4.3.9	Textrauschen	4-11
4.3.10	Domänen-Sprache vs. Lösung-Sprache	4-12
4.3.11	Ein Konzept, ein Wort	4-12
4.3.12	Verwandte Konzepte.....	4-13
4.4	Namen und ihre Form.....	4-14
4.4.1	Groß- und Kleinschreibung	4-14
4.4.2	Optische Verwechslungen	4-14
4.4.3	Aussprechbare Namen	4-15

4.4.4	Typ- und Kontextbezeichner (encodings)	4-16
4.4.5	Wortspiele und „Slang“	4-17
4.5	Vorgehen.....	4-18
4.5.1	Ändern von Namen.....	4-18
4.5.2	Der Style-Guide	4-19
4.6	Zusammenfassung	4-20

4 **Namen**

4.1 **Einleitung**

Nachdem wir uns in den letzten Kapitel mit objektorientierten Grundsätzen beschäftigt haben, werden wir uns jetzt ein wenig davon lösen und uns mit Namen in unserem Programmcode beschäftigen.

Allen voran geht es hier natürlich um die Namen, die wir unseren Variablen geben, aber natürlich auch um die Namen für Methoden, Klassen und Komponenten.

Die Vergabe von guten Namen ist eines der wichtigsten Werkzeuge, das wir besitzen, um unseren Code lesbar und verständlich zu machen, und das mit in der Regel äußerst geringem Aufwand.

Wir werden uns im Folgenden mit einzelnen Prinzipien für gute und für schlechte Namen auseinandersetzen. Diese Prinzipien sind dabei weitestgehend eigenständig und unabhängig voneinander.

4.2 **Welche Sprache?**

Die erste Entscheidung, die zu treffen ist (bzw. die meist schon lange für uns getroffen wurde) ist die Frage, in welcher (menschlichen) Sprache soll unser Code geschrieben sein, und in welcher Sprache die Kommentare.

In der Regel bleiben eigentlich nur zwei Optionen: Die Muttersprache des Teams oder Englisch. Der Vorteil der Muttersprache besteht darin, dass die Entwickler ggf. weniger Energie in die Übersetzung ihrer Kommentare stecken müssen. Ist auf der anderen Seite Englisch gefordert, so könnte ein Entwickler zu der Einsicht kommen, lieber keine oder nur einfache Kommentare zu schreiben, statt sich die Blöße zu geben, falsches Englisch einzusetzen.

Umgekehrt gilt dieses Problem in der Zeit multinationaler Kooperation und Outsourcings natürlich auch für Team-Mitglieder deren Muttersprache eine andere ist.

Schwierig wird es insbesondere, wenn ein nationales Team erst später internationalisiert wird, weil zum Beispiel ein Teil der Softwarepflege in ein außer-europäisches Land outgesourced wird. Hier können im Zweifelsfall deutlich Mehrkosten für eine Übersetzung entstehen (die ja teilweise gar nicht mehr möglich ist); nachträglich Klassen und Methoden umzubenennen ist kaum möglich.

Ein weiterer Punkt der für Englisch spricht, ist die Tatsache, dass die meisten Programmiersprachen selbst (also die Schlüsselwörter wie z.B. if, while, goto, ...) eben auch in „Englisch“ verfasst sind. Verwendet man englische Namen, so ist das Ergebnis näher an einem lesbaren Satz, als beim Wechsel zwischen den Sprachen. Das gleiche gilt für Sprachkonventionen wie Getter und Setter.

Im Normalfall ist das natürlich keine Entwicklerentscheidung, sondern wird in den Firmen- oder Projektrichtlinien festgeschrieben.

4.3 Bedeutungsvolle Namen

Der Name einer Variablen sollte aussagen, was diese Variable bedeutet bzw. wofür sie gedacht ist. Moderne Programmiersprachen lassen heute beliebige Längen für Variablennamen zu, und auch der zusätzliche Platzbedarf der Quelldateien ist kein Kriterium mehr.

Schauen wir uns ein Beispiel an:

```
for (int i = 1; i < m; i++) {
    boolean b = true;
    for (int j = 2; j < i; j++) {
        if (i % j == 0) {
            b = false;
            break;
        }
    }
    if (b) {
        System.out.println(i);
    }
}
```

Was machen die einzelnen Variablen? Was macht der gesamte Code-Block? Ersetzen wir die Namen, ist der Algorithmus schon deutlich besser lesbar:

```
for (int possiblePrime = 1; possiblePrime < maxNumber; possiblePrime++) {
    boolean isPrime = true;
    for (int possibleDivider = 2; possibleDivider < possiblePrime; possibleDivider++) {
        if (possiblePrime % possibleDivider == 0) {
            isPrime = false;
            break;
        }
    }
    if (isPrime) {
        System.out.println(possiblePrime);
    }
}
```

Natürlich lässt sich dieser Code-Block noch weiter verbessern, aber dazu später mehr.

Regel 4-1: Variablen sollten Namen haben, die ihre Bedeutung wiederspiegeln. (Lesb)

4.3.1 Klassen

Die objektorientierte Lehre verlangt, dass Klassennamen Substantive oder zusammengesetzte Substantive sind, also *Employee*, *Person* oder *Document*.

„Weichmacher“-Bezeichnungen wie *Manager*, *Service*, *Processor*, *Data* oder *Info* sollten möglichst nicht in einem Klassennamen vorkommen, diese deuten in der Regel auf einen Verstoß gegen das Single-Responsibility-Principle hin.

Implementiert eine Klasse direkt ein (Hierarchie-)Interface, so ist das Interface die zu benutzende Abstraktion, die Klasse trägt dann den Interface-Namen + „*Impl*“.

4.3.2 Abstrakte Klassen

Wir unterscheiden hier zwischen zwei Arten von Abstrakten Klassen: Echte Abstraktionen im fachlichen Sinn, also Oberklassen, die selbst nur nicht instanziert werden können, aber im Client-Code polymorph verwendet werden (und teilweise auch als Ersatz für Hierarchie-Schnittstellen oder parallele Hierarchien verwendet werden, wenn die verwendete Sprache keine echten Interfaces kennt):

Player ist eine abstrakte Oberklasse von *Golfer* und *VideoGamer*.

Car ist eine abstrakte Oberklasse von *GasolineCar* und *ElectroCar*.

In diesem Fall gelten die gleichen Namensregeln wie für konkrete Klassen.

Die zweite Variante sind Implementierungsdetails, die für den Client-Code niemals sichtbar sind sondern dem Implementierer einer Schnittstelle als Ausgangspunkt dienen. Diese stehen in der Regel zwischen dem Hierarchie-Interface und den konkreten Implementierungen. Diese Klassen sollten im Namen deutlich machen, dass sie nur abstrakte Hilfskonstrukte sind. Das wird durch das Präfix „*Abstract*“ verdeutlicht.

*Im Java Collection Framework gibt es zu dem Interface *List* eine Implementierung namens *AbstractList*. Diese erlaubt es, neue Listen zu implementieren, indem nur zwei Methoden realisiert werden (die in *AbstractList* abstrakt sind). Alle anderen (zahlreichen) Methoden von *List* sind bereits in *AbstractList* als Abstützung auf die beiden abstrakten Methoden realisiert.*

Regel 4-2: Klassen und Abstraktionen tragen die Namen von (ggf. zusammengesetzten) Substantiven. (Vers)

Regel 4-3: Abstrakte Klassen als Implementierungshilfen sollten mit dem Präfix „*Abstract*“ versehen werden. (Lesb, Vers)

4.3.3 Interfaces

Zur Benennung von Interfaces haben wir in den vorangegangenen Kapiteln ja schon einiges gesagt. Fassen wir noch einmal zusammen:

(Parallele) Hierarchie-Interfaces sind Abstraktionen und folgen damit den Regeln für Klassen.

Regel 4-4: Fähigkeits-Interfaces und Mixins tragen Adjektive als Namen. (Vers)

Beispiele für Fähigkeitsinterfaces sind: Interruptible, Comparable, Serializable, etc...

4.3.4 Methoden

Regel 4-5: Methoden sollten Verben oder aus Verben abgeleitete Bezeichnungen als Namen tragen. (Lesb, Vers)

Beispiele: printPrimes(), postSave(), start()

Besitzt die Methode ein einzelnes Argument¹, dessen Bedeutung nicht direkt aus dem Namen der Methode hervorgeht, so kann der Name um Beziehungswörter angereichert werden:

Beispiel:

Statt printPrimes(int max) kann man auch printPrimesUpTo(int max) schreiben. Der Aufruf liest sich dann eleganter: printPrimesUpTo(15).

Regel 4-6: Zugriffsmethoden sollten mit get, set oder is anfangen. Andere Methoden sollten diese Präfixe nicht benutzen. (Lesb)

```
String name = participant.getName();
employee.setSalary(500);
if (printjob.isRunning()) ...
```

Grundsätzlich sollten Methoden aus Sicht des aufrufenden Clients benannt werden. Klingt die Methode in der Klasse selbst also ungewöhnlich (nicht falsch oder holprig) und dafür in einem Aufrufszenario gut und „richtig“, so ist das vollkommen zu verschmerzen.

¹ Eine *monadische* Methode. Vergleiche hierzu auch das spätere Kapitel über Funktionen.

4.3.5 Konstruktoren

Natürlich ist der Begriff Konstruktor hier ein wenig ungewöhnlich, da wir ja in den meisten Sprachen den Konstruktor nicht umbenennen können. Stattdessen können wir aber statische Factory-Methoden (vgl. vorheriges Kapitel) verwenden, die dann wieder sprechende Namen haben können. Das ist umso wichtiger, wenn wir überladene Konstruktoren verwenden.

Beispiel:

Eine Klasse `Point` besitzt zwei Konstruktoren, einen, der den Punkt mittels kartesischer Koordinaten (also `x` und `y`) erstellt, und einen zweiten, der diesen Punkt mittels Polarkoordinaten (Winkel und Abstand zum Ursprung) erstellt.

Mittels Konstruktoren würde der aufrufende Code folgendermaßen aussehen:

```
Point upperLeft = new Point(10, 20);
Point lowerRight = new Point(10f, 20f);
```

Die Unterschiede zwischen den beiden Konstruktor-Aufrufen sind hier nicht wirklich eingängig. Nur das Vorhandensein des „`f`“ bei den Argumenten unterscheidet die beiden Aufrufe, aber das Ergebnis ist natürlich grundverschieden.

Mittels einer Factory-Methode sieht das ganze schon wesentlich besser aus:

```
Point upperLeft = Point.FromCartesian(10, 20);
Point lowerRight = Point.FromPolar(10f, 20f);
```

Die Verwechslungsmöglichkeiten sind hiermit ausgeschlossen. Bleibt anzumerken, dass die zweite Zeile immer noch darunter leidet, dass die beiden Argumente vom gleichen Typ sind, aber ihre Reihenfolge nicht unbedingt eingängig ist (bei `x` und `y` ist das in der Regel besser). Eleganter könnte man hier durch die Verwendung des BUILDER-Patterns werden:

```
Point lowerRight =
    Point.buildWith().angle(10f).distance(20f).build();
```

Das ist zwar ein wenig mehr Schreibarbeit, aber dafür völlig unmissverständlich.²

Regel 4-7: Unklare Konstruktoren sollten durch Factory-Methoden „benannt“ werden. Der Konstruktor selbst sollte dann nicht mehr sichtbar sein. (Lesb, Vers)

² Alternativ könnte man die Builder Methoden noch „menschlicher“ formulieren und den Aufruf mit Bindewörtern (`and()` in diesem Fall) erweitern.

```
Point.buildWith().angleOf(10f).and().distanceOf(20f).andReturnIt()
```

4.3.6 Namen und Kontexte

Namen stehen immer in einem bestimmten Kontext, und auch nur in diesem müssen sie gültig sein. Das Feld name kann vieles bedeuten, aber im Kontext einer Klasse Person ist seine Bedeutung klar. Kontext bedeutet in der Regel entweder Klasse oder Methode, seltener auch Schleifenkonstrukt.

Es besteht ein grundsätzlicher Zusammenhang zwischen der Größe des Kontexts und der Länge des Variablenamens: Je größer der Kontext, desto länger und eindeutiger muss auch der Name der Variablen sein. Oder umgekehrt: Für einen sehr kurzen und einfachen Kontext ist es durchaus erlaubt, auch einen kurzen Namen zu wählen (Beispiel: der Schleifenzähler).

Verlässt eine Variable den Kontext, so muss der Kontext dem Variablenamen beigefügt werden:

```
Person user = ...;  
String userName = user.getName();
```

4.3.7 Besondere Namen

Es gibt in der Softwareentwicklung einige Namen, die typischerweise immer gleich benutzt werden. Ein Beispiel dafür ist der Schleifenzähler *i*. Er ist so häufig und traditionell, dass wir in unbedenklich verwenden können. Warum haben wir das im Beispiel weiter oben nicht getan? Weil der Zähler darüber hinaus auch noch eine fachliche Bedeutung hatte.

Als Faustregel gilt: Dient der Zähler nur zum Durchlaufen einer Datenstruktur, so ist in der Regel die Benutzung von *i* und *j* unproblematisch.

Sind Schleifen geschachtelt (was wir, wie wir später sehen werden, natürlich als erstes beheben wollen), so sind *i* und *j* eher unzweckmäßig, weil die Übersichtlichkeit hier ganz schnell leidet.

Andere Standardnamen werden sich einbürgern, sollten aber in den Programmierrichtlinien formuliert worden sein.

Einige Beispiele für derartige Konventionen:

- Der Rückgabewert, der im Laufe einer Methode berechnet oder zusammengebaut wird, heißt immer `result`.
- Die Variable, die beim Iterieren das jeweils nächste Element aufnimmt, lautet `next`.

- Der Iterator in einer Schleife heißt `it`.

```
public int sum(int[] values)
{
    int result = 0;

    for (int next : values) {
        result += next;
    }
    return result;
}
```

Regel 4-8: Eine Handvoll definierter Standardnamen erleichtert die Übersichtlichkeit, wenn sie *allen* Entwicklern bekannt sind. (Lesb)

Eine weitere Art von besonderen Namen sind zusammengesetzte. Nehmen wir eine Methode an, die aus einem Array von *Employee*-Objekten das Durchschnittsgehalt bestimmt. Wahrscheinlich wird die aufnehmende Variable in der Methode selbst den Namen `result` haben. Aber welcher Variablen im aufrufenden Code wird dieser Wert zugeordnet:

```
int avg = averageSalary(employees);
```

Was wäre hier ein sinnvoller Name für `avg`? Es gibt einige denkbare Optionen:

- Prefix: `averageSalaryOfEmployees`
- Suffix: `employeesAverageSalary`
- Kurz: `averageSalary`
- Kurz, suffix: `salaryAverage`

Die Prefix-Lösung besticht durch die Tatsache, dass der Variablenname fast genauso aussieht/klingt, wie der Methodenaufruf, der das Ergebnis liefert hat. Wichtig ist dabei, dass des Argumente-Teil nicht dem Typ der Argumente, sondern den tatsächlich übergebenen Argumenten entspricht:

```
int averageSalaryOfPartTimeWorkers = averageSalary(partTimeWorkers);
```

Der Vorteil der beiden Suffix-Lösungen, dass das entscheidende fachliche Konzept (*Employee* bzw. *Employee.salary*) zuerst genannt wird, wird dadurch erkauft, dass es sprachlich ein wenig holprig klingt – ein Ziel, das wir später noch näher formulieren wollen, ist, dass sich unser Code fast wie Text liest. Die Suffix-Formen laufen diesem Ziel entgegen.

Die normale Kurzform (die eigentlich nur aus dem Methodennamen ohne seine Argumente besteht) ist natürlich kurz und kompakt, stützt sich

aber relativ stark auf ihren Kontext ab. Ist dieser eindeutig und hinreichend kurz, so ist die Kurzform natürlich vollkommen ausreichend.

Regel 4-9: Variablen, die das Ergebnis einer Methode aufnehmen, sollten den Namen dieser Methode tragen. Gibt es Verwechslungsgefahr, so sind dem Namen die Argumente des Aufrufs beizufügen. (Lesb)

Gelegentlich kann es notwendig sein, der Ergebnisvariablen auch noch den Namen der Instanz, auf der die Methode ausgeführt wurde, beizufügen.

```
public void createFamilyName(Person mother, Person father) {
    String fatherLastName = father.getLastName();
    String motherLastName = mother.getLastName();
    return fatherLastName + " - " + motherLastName;
}
```

4.3.8 Missverständliche Namen

Ein Name sollte ein Konzept vermitteln. Passt der Name allerdings nicht zum Konzept oder deutet er sogar auf ein anderes Konzept hin, so wird die Name missverständlich.

Der Name `employeeList` für eine Variable sollte auch nur dann verwendet werden, wenn es sich tatsächlich um eine `List` (den Datentyp) handelt, nicht etwa bei einem `Array` oder einer eigenen Klasse. Besser wären Namen wie `employeeGroup` oder einfach nur `employees`.

Genauso sollte eine Methode auch nur dann mit `set` beginnen, wenn es sich dabei tatsächlich um einen Setter handelt. Das heißt nicht, dass unbedingt genau diese Variable unter der Haube gesetzt wird (das wäre ja ein Implementierungsdetail), aber die Semantik sollte einem Setter entsprechen:

```
public void setRunning() {
    controlThread.start();
}
```

Hier hat ein Programmierer zumindest noch die Chance zu erkennen, dass es sich bei der Methode nicht um einen Setter handelt, da die Signatur nicht passt (kein Argument). Bekäme `setRunning()` jetzt auch noch ein `boolean` Argument, wäre aber auch das dahin. Ein besserer Name wäre `startControlThread()`.

4.3.9 Textrauschen

Als Textrauschen bezeichnen wir Anhänge an Variablennamen, die wir nur deshalb verwenden, damit „der Compiler sich nicht beschwert“. Ein häufiger anzutreffendes Rauschen sind Zahlen:

```
public void addEvenValues(  
    List<Integer> list1, List<Integer> list2) {  
    for (Integer next : list1) {  
        if (next % 2 == 0) {  
            list2.add(next);  
        }  
    }  
}
```

List1 und list2 haben hier unterschiedliche Bedeutungen. Bessere Bezeichnungen wären hier source und destination gewesen, damit wäre die Routine deutlich besser lesbar.

Eine Variante davon sind beabsichtigte Schreibfehler (zum Beispiel Pointer und Pointr), eine weitere Füllwörter wie „a“ und „the“ (was ist der Unterschied zwischen aPoint und thePoint?).

Eine andere Form von Textrauschen sind inhaltlich bedeutungslose Wörter wie Info und Data. Was ist der Unterschied zwischen den Klassen Person und PersonInfo³? Wie unterscheiden sich Payment und PaymentObject.

Auch redundante Informationen sind unnötig. Den Namen einer Person als NameString zu bezeichnen ist eine solche Redundanz.

Um es noch einmal deutlich zu machen: Für alle oben genannten Fälle kann es Sinn machen, den Code doch so zu schreiben. Wenn aber einer der Punkte nur angewendet wird, um zwei Variablen voneinander zu unterscheiden, dann ist es Textrauschen.

Regel 4-10: Die Unterschiede zwischen zwei gewählten Namen müssen so gewählt werden, dass der Leser sie inhaltlich versteht. (Lesb, Vers)

³ Natürlich mag es vollkommen begründete Situationen, in denen genau dieses Konstrukt verwendet werden sollte, aber diese Fälle sind dann API spezifisch und dort auch entsprechend dokumentiert.

4.3.10 Domänen-Sprache vs. Lösung-Sprache

Wenn wir Namen vergeben, müssen wir uns entscheiden, aus welcher Sprache wir unsere Namen wählen. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten: Namen aus der Domänen-Sprache - also dem Fachbereich -, oder Namen aus der Lösungs-Sprache - grob gesagt unserer Programmiersprache mit Bibliotheken, Patterns und Konzepten.

Aus welcher Sprache sollten wir unsere Begriffe wählen? Klar ist, dass wir die wichtigen, fachlichen Klassen sicher in der Domänensprache schreiben werden. Auch die fachlichen Berechnungsmodule werden sicher fest in die Domäne eingebettet.

Die ganzen technischen Details allerdings sollten in der Lösungssprache formuliert werden. Benutzen wir einen *Observer* (ein weiteres Pattern), dann sollte die Klasse auch den Namen `xyObserver` bzw. `xyListener` tragen.

Grundsätzlich wird der Code schließlich von Programmierern und nicht von Angehörigen der Fachabteilung gelesen.

Regel 4-11: Fachliche Konzepte sollten in Domänen-Sprache, technische Details in der Lösungssprache formuliert werden. (Lesb, Vers)

4.3.11 Ein Konzept, ein Wort

Konzepte sollten durch ein einzelnes, durchgängig verwendetes Wort beschrieben werden. Wechselndes Verwenden von `get`, `retrieve` und `fetch`, um Objekte aus Datenstrukturen auszulesen, ist nicht nur verwirrend zu lesen, es erschwert auch das eigentliche Schreiben von Code.

Moderne IDEs bieten automatische Vervollständigung. Wissen wir also, dass wir aus unserer Datenstruktur ein Objekt mit `retrieve...` auslesen können, nicht aber wie die Methode genau heißt, liefern uns wenige Tastendrücke alle Methoden, die mit `retrieve` anfangen. Kennen wir allerdings nicht einmal den Anfang, so müssen wir zwangsläufig alle Methoden der Klasse durchsehen, bis wir die richtige gefunden haben.

Umgekehrt sollte ein Wort aber auch nur ein Konzept ausdrücken. Um bei dem obigen Beispiel zu bleiben: `retrieveFirst()` sollte nicht bei einer Datenstruktur nur das erste Element zurückliefern, bei einer anderen aber das erste Element entfernen und zurückliefern.

Regel 4-12: Gleiche Konzepte sollten durch das gleiche Wort beschrieben werden, unterschiedliche Konzepte durch unterschiedliche Wörter. (Lesb, Vers)

4.3.12 Verwandte Konzepte

Oftmals finden wir in unserem Code verwandte Konzepte, die häufigste Verwandtschaft ist dabei der Gegensatz (zum Beispiel `add` und `remove`). Um diese Konzepte zu beschreiben, gibt es im Sprachgebrauch natürlich Wortpaare. Diese Paarbildung sollten wir auch im Code einhalten.

Heißt eine Methode, um einen Nutzer hinzuzufügen `addUser()`, so sollte die Methode, um ihn wieder zu entfernen `removeUser()` und nicht etwa `deleteUser()` heißen.

Einige Beispiel für gängige Wortpaare:

add/remove	insert/delete	begin/end	lock/unlock
show/hide	create/destroy	source/target	start/stop
min/max	next/previous	open/close	old/new
first/last	up/down	get/set	get/put

Regel 4-13: Verwandte Konzepte sollten auch mit verwandten Begriffen beschrieben werden. (Lesb, Vers)

4.4 Namen und ihre Form

Nachdem wir oben auf die Bedeutung und den Inhalt eines Namens eingegangen sind, beschäftigen wir uns jetzt mit der Form, die der (mittlerweile hoffentlich bedeutungsvolle) Name annehmen sollte.

4.4.1 Groß- und Kleinschreibung

Folgen Sie bezogen auf Groß- und Kleinschreibung den Konventionen ihrer Sprache. Gibt es keine allgemeinen Konventionen, so sollten diese in den internen Programmierrichtlinien geschaffen werden. Selbst wenn diese bereits existieren, sollten sie sich trotzdem in den Richtlinien wiederfinden.

Als Beispiel hier die Konventionen für Java (C++ hat sehr ähnliche):

- Klassennamen beginnen mit einem Großbuchstaben, gefolgt von Kleinbuchstaben, Wortgrenzen werden durch einen weiteren Großbuchstaben kenntlich gemacht (sog. CamelCase).

Person, Player, Document
- Variablennamen beginnen mit einem Kleinbuchstaben und sind ebenfalls in CamelCase.

document, numberOfPlayers
- Konstanten werden ganz in Großbuchstaben geschrieben, wobei Wortgrenzen durch einen Unterstrich (_) deutlich gemacht werden.

MAX_VALUE, SQRT_OF_2
- Der Unterstrich und das Dollarzeichen sind zwar gültige Zeichen für einen Variablenamen, sollten aber nur in Ausnahmefällen benutzt werden.

4.4.2 Optische Verwechslungen

Regel 4-14: Namen sollten sich optisch so weit unterscheiden, dass man sie auf einen Blick auseinanderhalten kann.
(Lesb)

Wir begründen diese Regel am besten mit einigen Gegenbeispielen:

Was tut folgender Code:

```
int a = 1;
if (0 == 1)
    a = 01;
else
    l = 01;
```

Je nach verwendeter Schriftart muss man sich schon sehr dicht zum Code vorbeugen, um noch zu erkennen, was tatsächlich gemeint ist. Zu kurzen Variablennamen haben wir ja bereits einiges gesagt, hier sei nur noch erwähnt, dass das Problem sich noch massiv verstärkt, wenn die verwendeten Buchstaben das kleine L (Verwechslung mit der Ziffer 1) und das große O (Verwechslung mit der Ziffer 0) sind.

Das zweite Problem sind lange Namen, die sich nur in Nuancen unterscheiden: XYZControllerForEfficientHandlingOfStrings und irgendwo in einem anderen Modul die Klasse XYZControllerForEfficientStorageOfStrings⁴. Sicher ist dieses Beispiel etwas konstruiert, aber es soll ja auch nur das Prinzip zeigen.

4.4.3 Aussprechbare Namen

Wenn wir Code (oder Text⁵) lesen, neigen wir dazu, ihn im Kopf „vorzulesen“. Deshalb ist eines unserer ersten Ziele, dass sich unser Satz so einfach und ruhig wie möglich lesen lässt. Überraschungen und Dinge, die das Vorlesen ins Stocken bringen, führen dazu, dass wir vom Überfliegen des Codes in die konzentrierte, Wort-Für-Wort Leseart wechseln, die natürlich deutlich langsamer ist. Selbst wenn wir uns das Ausformulieren im Kopf abgewöhnen, tritt das Problem trotzdem wieder zu Tage, wenn wir mit anderen Entwicklern über den Code reden.

Einer dieser Stolpersteine sind Abkürzungen. Betrachten wir folgenden Code:

```
int mxNoPts = ...;
while (ptList.size() > mxNoPts) {
    Point rmvd = ptList.removeLast();
    sprList.add(rmvd);
}
```

Die Namen haben alle eine Bedeutung, und nach einem Moment verstehen wir auch was der Code macht. Versuchen Sie einmal diesen Code laut vorzulesen. Bei jeder der Abkürzungen werden Sie wahrscheinlich ins Stolpern geraten und schließlich die abgekürzten Variablen entweder durch ihren vollen Namen („Max Number of Points“, das wäre die gute, aber unwahrscheinlichere Lösung), durch einen Ausspracheversuch („m'xnopts“ als Wort) oder durch Buchstabieren („m'x no Peh Teh Es“) ersetzen. In jedem Fall muss Ihr Gehirn zusätzliche Arbeit aufwenden.⁶

⁴ Beide Beispiele dieses Absatzes stammen aus „Clean Code“

⁵ Lassen wir Speed-Reading-Techniken mal außen vor.

⁶ Und das war noch ein relativ harmloses Beispiel. Betrachten Sie folgendes (echtes) Beispiel: gaSuspSvcWOregLstnr() – falls Sie sich fragen: die Abkürzung steht für „Gather (oder get?) all suspended Services without registered listeners“

Versuchen Sie das gleiche mit der korrigierten Fassung:

```
int maxNumberOfPoints = ...;
while (pointList.size() > maxNumberOfPoints) {
    Point removed = pointList.removeLast();
    spareList.add(removed);
}
```

Regel 4-15: Namen sollten aussprechbar sein. Abkürzungen sollten nur in Ausnahmefällen verwendet werden, und auch dann nur sprechbare. (Lesb)

4.4.4 Typ- und Kontextbezeichner (encodings)

Früher war es allgemein üblich bzw. je nach Sprache sogar notwendig, den Typ einer Variablen in den Namen mit aufzunehmen, entweder als Präfix (die sogenannte Ungarische Notation: `iLength`, `sName`) oder explizit (`nameString`, `sizeInt`).

In modernen, stark-getypten Sprachen ist diese Zusatzinformation nicht mehr notwendig. Der Compiler fängt Zuweisungsfehler in der Regel frühzeitig ab, damit werden diese Zusätze zu Textrauschen. Sie sind sogar gefährlich, wenn sich der Typ nachträglich ändert, die Änderung aber nicht auf den Namen ausgeweitet wird. So könnte eine Variable den Namen `phoneString` besitzen, tatsächlich aber vom Typ `Phone-Number` sein (Vergleiche hierzu auch **4.3.8 Missverständliche Namen**).

Eine weitere, unnötige „Verzierung“ sind Kontextbezeichner, zum Beispiel „`f...`“ für Felder, „`p...`“ für Parameter und kein Präfix für normale lokale Variablen. Moderne IDEs besitzen die Fähigkeit, unsere Variablen je nach Kontext anders darzustellen (andere Farben oder Schriftstile), weshalb auch hier nur unnötig redundante Informationen transportiert werden. Das im vorigen Absatz angesprochene Problem mit nachträglichen Änderungen gilt hier im Übrigen analog. Wird durch Refactoring ein Parameter in ein Feld umgewandelt (ein Vorgang, den die meisten IDEs heute auch automatisieren), so kann dabei schnell vergessen werden, den Name anzupassen.

Das Ergebnis ist leider oft: nach einer Weile stimmen die Encodings sowieso nicht mehr und werden ignoriert. Ganz von der Tatsache abgesehen, dass sie eben auch gegen die Regel der Aussprechbarkeit verstößen.

Regel 4-16: Encodings für Typen und Kontexte sollten nicht benutzt werden. (Lesb)

4.4.5 Wortspiele und „Slang“

In gewachsenem Code findet man des Öfteren Methoden mit Namen wie: `killThemAll()`, `bigBang()` und `call911()`⁷. Diese Namen scheinen auf den ersten Blick ja ganz witzig, aber was sagen sie über unserer Professionalität aus?

Außerdem ist nicht gesagt, dass ein (gut englisch-sprechender) Mitarbeiter notwendigerweise direkt erkennen kann, dass `call911()` eine Fehlermeldung an den Administrator versenden soll.

Auch Mode-Sprachen wie Leetspeak sollte man dringend vermeiden (`insertB4()` statt `insertBefore()`).

⁷ Alles tatsächliche Beispiele

4.5 Vorgehen

Ein häufiges Argument, das gegen die obigen Regeln angeführt wird, ist, dass sie zu viel mehr Code (also Speicherplatz) und Tipparbeit führen würden.

Der zusätzliche Speicherbedarf ist nicht zu leugnen, allerdings fällt er bei den heutigen Speichermedien nicht mehr wirklich ins Gewicht.

Und die zusätzliche Tipparbeit wird uns durch moderne IDEs fast vollständig abgenommen. Man muss einen komplexen Namen in der Praxis nur genau einmal tippen, und das zu dem Zeitpunkt, an dem man sich ja sowieso überlegen sollte, wofür die Variable oder Methode eigentlich gedacht ist.

Tatsächlich kann es durchaus sinnvoll sein, zwei bis drei Stunden in eine interne Schulung zur effizienten Nutzung der IDE zu investieren.

4.5.1 Ändern von Namen

Was ist zu tun, wenn ein Name nicht mehr passt? Formuliert man die Frage so, ist die Antwort einfach: man ändert ihn. Leider zeigt die Praxis, dass man hier nur sehr zögerlich voran geht.

Grundsätzlich hat das Ändern eines Namens zwei Konsequenzen: Zum einen bedeutet das Ändern selbst Aufwand, um ihn an allen Stellen richtig zu ändern, zum Anderen müssen sich die Nutzer dann wieder an einen neuen Namen gewöhnen.

Beide Konsequenzen sind in der Praxis aber vernachlässigbar. Das Umbenennen mit allen Nebeneffekten (ein Refactoring) erledigt die IDE für uns, und die wenigsten Programmierer merken sich die tatsächlichen Namen. Stattdessen stützen sie sich vielfach auf Code-Ergänzungen ihrer Entwicklungsumgebung ab, in dem sie sich einfach alle anwendbaren Methoden als Auswahl anbieten lassen.

Eine Ausnahme gibt es allerdings (die wir in einem vorherigen Kapitel schon erwähnt haben). Methoden einer öffentlichen Schnittstelle dürfen natürlich nicht einfach umbenannt werden⁸. Deshalb ist bei der Wahl der Namen einer Schnittstelle natürlich größere Sorgfalt angebracht.

Sollte es dennoch notwendig werden, eine Methode umzubenennen, gibt es natürlich Werkzeuge. Damit werden wir uns später noch auseinandersetzen.

⁸ Es sei denn, die Schnittstelle hat unsere Entwicklergruppe noch gar nicht verlassen, dann ist sie nicht wirklich „öffentlicht“.

4.5.2 Der Style-Guide

Entscheidend für sauberen, lesbaren Code ist eine Firmen- oder Projekt-interne Richtliniensammlung, die die Regeln, die für die Softwareerstellung gelten, zusammenfassen. Ein guter Anfang dazu sind die Regeln dieser Unterlage.

4.6 Zusammenfassung

In diesem Kapitel haben wir uns mit einem der wichtigsten Grundsätze von lesbarem (also professionellem) Code beschäftigt: den Namen. Es gibt wenig Dinge, die einen Code so schnell unleserlich machen, wie schlechte Namen.

Umgekehrt tragen gute Namen massiv zur Lesbarkeit eines Programmes bei.

5

Methoden

5.1	Einleitung.....	5-3
5.1.1	Was ist eine Methode?	5-3
5.2	Form.....	5-4
5.2.1	Länge.....	5-4
5.2.2	Blockgrößen.....	5-11
5.2.3	Namen	5-13
5.3	Inhalt.....	5-15
5.3.1	Eine Aufgabe	5-15
5.3.2	Die Vision.....	5-16
5.3.3	Abstraktionsebenen	5-16
5.3.4	Die Stepdown-Regel	5-17
5.4	Argumente.....	5-18
5.4.1	Niladische Methoden	5-18
5.4.2	Monadische Methoden.....	5-19
5.4.3	Dyadische Methoden	5-19
5.4.4	Triadische Methoden	5-20
5.4.5	Größere (Polyadische) Methoden.....	5-20
5.4.6	Flags.....	5-21
5.4.7	Ausgabe Parameter.....	5-22

5.4.8	Argument-Objekte.....	5-23
5.5	Stil	5-24
5.5.1	Seiteneffekte.....	5-24
5.5.2	Befehl oder Abfrage (Command Query Separation)	5-24
5.5.3	Mehrere Exit-Punkte	5-25
5.5.4	Rekursionen.....	5-25
5.6	Zusammenfassung	5-27

5 Methoden

5.1 Einleitung

In diesem Kapitel werden wir uns mit den Grundsätzen guter Methoden beschäftigen. Wir werden dabei auf Form und Inhalt genauso eingehen wie auf Strategien für Argumente und guten Stil.

Der Leser sei gewarnt, dass einiges in diesem Kapitel auf den ersten Blick extrem erscheinen wird – oder zumindest gewöhnungsbedürftig. Lässt man sich allerdings darauf ein, so wird man mit deutlich besser lesbarem Code belohnt.

5.1.1 Was ist eine Methode?

Was eine Methode in der Objektorientierten Programmierung darstellt, haben wir bereits im ersten Teil dieser Unterlage besprochen. Allerdings tauchen in der Literatur einige unterschiedliche Begriffe auf, die wir zumindest ein wenig auseinander ziehen wollen. Leider widersprechen sich die Definitionen teilweise, für unseren Fall verwenden wir diejenigen, die aus Sicht des Autors am meisten Sinn machen.

Operation stammt aus der UML-Spezifikation und beschreibt die Schnittstelle, also das, was derjenige, der die Operation aufruft, davon sieht.

Methode beschreibt die eigentliche Implementierung der entsprechenden Operation – also das, was im Quelltext tatsächlich steht.

Der Unterschied beider Begriffe wird deutlich, wenn man Polymorphie hinzuzieht: Einer Oberklasse Parent besitzt eine Methode `doIt()`, sowie drei Unterklassen, die alle die `doIt()` überschreiben. Dann gibt es **eine** Operation `doIt()` und vier Methoden, die diese implementieren.

Eine **Funktion** ist eine Methode, die einen Rückgabewert liefert. Je nach Definition kann man auch noch verlangen, dass die Funktion selbst Seiteneffektfrei ist.

Eine **Prozedur** ist dementsprechend eine Methode, die keinen Rückgabewert liefert, bzw. (in der schärferen Definition) einen Seiteneffekt hat.

Eine **Routine** schließlich ist ein Oberbegriff, der noch aus prä-OO Zeiten stammt.

Oftmals werden die Begriffe in der Praxis aber auch bunt durcheinander gewürfelt. Wir werden in dieser Unterlage in Zukunft in der Regel von Methoden sprechen und ggf. die Methodensignatur ansprechen. Gele-

gentlich werden wir auch den Begriff Funktion bemühen, und zwar in der schärferen Form (also keine Seiteneffekte).

5.2 Form

Zunächst wollen wir uns mit der äußeren Form von Methoden beschäftigen, also Größen, Namen etc.

Damit wir das aber vernünftig tun können, müssen wir zumindest zwischen zwei Arten von Funktionen unterscheiden:

Schnittstellen-Methoden sind Methoden, die in der öffentlichen Schnittstelle definiert sind. Sie besitzen die Sichtbarkeiten *public* oder *protected*, selten auch *package*.

Abstraktions-Methoden sind Methoden, die wir dazu nutzen unseren Code besser lesbar zu machen. Sie sind Implementierungsdetails der Schnittstellen-Methoden und haben daher die Sichtbarkeiten *package* und *private*. Eine häufig zu findende Bezeichnung für diese Art von Methode ist *Hilfsmethode*, wir werden diese Bezeichnung aber hier bewusst vermeiden, denn sie deutet auf eine Methode zweiter Klasse hin – eine Interpretation, von der wir uns im folgenden noch deutlich distanzieren werden.

Warum unterscheiden wir nun überhaupt zwischen diesen beiden Arten? Nun, der Grundgedanke der Kapselung ist, dass wir unsere Implementierungen jederzeit austauschen können.

Das heißt, wir können unsere Abstraktions-Methoden nach Herzenslust umbenennen, umformulieren oder auf andere Art anpassen. Das Gleiche gilt für die Implementierungen der SchnittstellenMethoden. Beim Verändern der **Signatur** der Schnittstellen-Methoden sollten wir aber äußerst vorsichtig vorgehen, schließlich hat das Auswirkungen außerhalb unseres Moduls.

5.2.1 Länge

Wir haben uns bei der Frage, wie groß eine Klasse sein soll, schon mit Metriken für die Größe beschäftigt. Bei einer Klasse haben wir die Verantwortlichkeiten gezählt, bei Methoden zählen wir stattdessen Zeilen (LOC) oder Anweisungen (NCSS) – bei gutem Methodendesign sollten beide Werte sowieso annähernd gleich sein.

Bei der Besprechung der Klassengrößen haben wir auch zwei Regeln aufgestellt. Die gleichen Regeln wollen wir auch für Methoden anwenden:

Regel 5-1: Methoden sollten klein sein. (Lesb, Test)

Regel 5-2: Methoden sollten noch kleiner sein. (Lesb, Test)

In der Literatur findet man sehr unterschiedliche Definitionen darüber, was ausreichend klein ist. Auch in der Praxis finden wir sehr unterschiedliche Konventionen.

Tasten wir uns an den Begriff ein wenig näher heran.

200 Zeilen sind sicher zu viel. Ein alter Grundsatz war, das Methoden (bzw. Prozeduren) nicht länger als eine Bildschirmseite seien sollten. Das war in Zeiten, in denen Bildschirme eine feste Anzahl von Zeichen aufnehmen konnten (z.B. 80x24), in der heutigen Zeit, mit immer größeren Bildschirmen und immer höheren Auflösungen bekommt man aber durchaus auch 100 Zeilen auf einem Bildschirm unter.

Trotzdem sind die 20 Zeilen der alten Terminals erst einmal ein guter Wurf (ein paar Zeilen gehen ja für Editor-Funktionen, wie Zeilennummern, Menüs etc. verloren).

5.2.1.1 Das Hair-Limit

Gehen wir aber noch einen Schritt weiter. 20 Zeilen sind immer noch zu lang (wenn auch nicht immer vermeidbar!). Eine besserer Ansatz sind zwei bis vier¹ (oder auch im Extremfall sieben) Zeilen. Das klingt natürlich extrem, und um diese Struktur überhaupt erreichen zu können, müssen wir einige Grundsätze beherzigen, die wir im restlichen Kapitel besprechen wollen.

Woher stammt nun aber diese Zahl? Zum einen aus der Praxis – fast alles lässt sich auf diese Größe reduzieren (wie, werden wir noch sehen).

Eine andere Erklärung liefert uns die Psychologie – schließlich geht es ja um Menschen, die unseren Code lesen und verstehen sollen. Das Verständnis des Menschen für komplexe Modelle ist grundsätzlich begrenzt. 1956 hat der Psychologe George Miller einen Grundsatz formuliert, der besagt, dass ein Mensch nur in der Lage ist 7 ± 2 Entitäten oder Konzepte gleichzeitig zu verarbeiten. Zusätzliche Konzepte werden dann gruppiert und mit anderen Konzepten in Beziehung gesetzt. Die genaue Zahl ist von Mensch zu Mensch unterschiedlicher.

Versuchen Sie einmal, die Seiten eines normalen Würfels (also die Lage der Punkte zu beschreiben).

Haben Sie irgendwann damit begonnen, Gruppen zu bilden (die vier sind zwei mal zwei Punkte, die sechs besteht aus zwei Reihen mit je drei Punkten)? Das ist ein erstes Zeichen (aber natürlich kein Beweis!).

¹ 2 – 4, das ist kein Schreibfehler

Der Informatiker Grady Booch (einer der drei Urväter von UML) nannte diese Grenze auch das *Hhair Limit*, ein Begriff, den wir in Zukunft auch verwenden werden.²

Auf unsere Methodenlänge bezogen bedeutet das, dass eine Methode mit mehr als 9 Zeilen (Rumpf, die Signatur lassen wir außen vor) von einem Menschen nicht mehr vollständig erfasst werden muss – er muss damit zusätzliche Energie (und Zeit) aufwenden, um die Methode zu verstehen.

Regel 5-3: Methoden sollten dem *Hhair-Limit* genügen (nicht mehr als 7 Zeilen) (Lesb, Test)

Bleibt natürlich der mögliche Einwand: Wenn wir statt weniger, großer Methoden viele kleine Methoden verwenden, haben wir das Problem damit nicht nur eine Ebene nach oben verschoben (also mehr Methoden geschaffen, als wir erfassen können)?

Die Antwort ist (hoffentlich nicht allzu überraschend) nein. Zum einen liegen unsere Methoden in verschiedenen Abstraktionsebenen vor (siehe **5.3.3 Abstraktionsebenen**, weiter unten), und wir betrachten immer nur eine Ebene gleichzeitig (die oberste Ebene ist dabei die Schnittstellen-Ebene), zum anderen werden wir beim konkreten Lesen in der Regel sowieso immer nur eine Methode einzeln betrachten.

Zu großen Methoden haben wir behandelt. Aber was ist mit zu kleinen Methoden?

5.2.1.2 1-zeilige Methoden

Machen Methoden mit nur einer Zeile Sinn? Schließlich ist hier der formale Anteil (Signaturen und Klammer bzw. Bock-Schlüsselwort³) genau so groß oder sogar noch größer, als der eigentliche Code!

Eine einzeilige Methode kann sehr wohl Sinn machen, wenn sie der Lesbarkeit dient. Häufig sind diese Einzeiler Berechnungen, die einen besseren Namen bekommen oder Brücken zwischen fachlichem und technischem Code (die *fachliche* Methode `registerUser()` führt in ihrer Implementierung zur *technischen* Umsetzung `userList.add(user)`).

² *Hhair Limit* oder *Rule of Hhair* bezieht sich auf den britischen Literatur-Bestseller (der im englischsprachigen Raum häufig im Unterricht gelesen wird) „Watership Down“ (deutsch: „Unten am Fluss“). Die Hauptcharaktere sind dabei intelligente Hasen, die allerdings nur bis vier zählen können, alles darüber hinaus ist einfach „Hhair“ (für „viele“)

³ Z.B. BEGIN und END in Pascal

5.2.1.3 Leere Methoden

Treiben wir das Ganze auf die Spitze. Machen leere Methoden Sinn? Wenn keine Vererbung im Spiel ist, sicher nicht. Gerade leere Methoden, die einfach „im Vorgriff“ eingefügt werden, gefährden die Verständlichkeit unseres Codes sehr deutlich (sie stellen außerdem einen Verstoß gegen das *Open-Closed-Principle* dar). Entweder, wir brauchen die Methode, oder wir brauchen sie nicht. Sollte aus irgendeinem (sicher nicht technischen Grund) eine Methode noch nicht implementiert werden können, die aber in der Schnittstelle bereits festgelegt ist, so sollte diese Methode niemals leer sein. Ähnlich schlimm ist es, sie nur mit einem TODO-Kommentar zu versehen. Warum? In beiden Fällen haben wir eine Diskrepanz zwischen dem, was die Methode behauptet zu tun (also ihrem Namen), und dem, was sie tatsächlich tut (nämlich nichts)⁴. Stattdessen legen wir ja eine Annahme fest: Diese Methode wird derzeit noch nicht aufgerufen, sie ist nur da, damit der Compiler zufrieden ist. So eine Behauptung sollten wir auch immer überprüfen, und eine harte Fehlermeldung werfen, wenn die Behauptung widerlegt wird. In unserem Fall sollte einfach die Methode eine Exception (oder ähnliches, je nach Programmiersprache werfen).

Bringen wir also eine Vererbung ins Spiel. Hier gibt es zwei Möglichkeiten:

Die Methode der Oberklasse ist leer, die Unterklasse hat Inhalt:

In diesem Fall erfüllt die Methode die Aufgabe einer abstrakten Methode, die nicht unbedingt überschrieben werden muss. Die Gefahr hierbei ist natürlich, dass die Vererbungshierarchie dadurch unscharf wird, da eine Oberklasse jetzt „unnötige“ Fähigkeiten besitzt.

Es gibt dafür zwei Standardanwendungsfälle, wobei beide naturgemäß eher technischer Natur sind:

Lifecycle-Methoden sind Methoden, die zu einem bestimmten Zeitpunkt im Leben eines Objektes aufgerufen werden, wobei die Objekte dabei in der Regel keine fachlichen Objekte sind. So könnte in einem offenen Framework beispielsweise eine (abstrakte) Klasse `SystemService` definiert sein, von der mehrere unterschiedliche Kindklassen erben (`DataBaseAccess`, `PrinterAccess`). `SystemService` besitzt drei Methoden: `init()`, `execute()` und `destroy()`. `init()` und `destroy()` sind dabei die Lifecycle-Methoden, die durch das Framework aufgerufen werden, wenn der jeweilige Dienst instanziert bzw. beendet wird, also technische Methoden, `execute()` die Methode, die die eigentliche fachliche Aufgabe ausführt⁵.

⁴ Zugegeben, sollte die Methode `doNothing()` oder `noOp()` heißen, hätten wir eine andere Situation. Hier wäre schon die Schnittstelle unsinnig.

⁵ Und damit eine Übersetzung zwischen technischen und fachlichen Komponenten darstellt.

DataBaseAccess() könnte in init() eine Verbindung zur Datenbank herstellen. Benötigt PrinterAccess aber keine Initialisierung, so kann er einfach die leere Implementierung erben. Das reduziert den unnötigen Code in der Quelldatei.

Keinen Sinn macht es dagegen, die execute() Methode leer zu implementieren, da ein SystemService ohne fachlichen Auftrag wenig Sinn machen würde.

Hook-Methoden folgen einem ähnlichen Prinzip, nur werden hier die entsprechenden Methoden nicht von außen, sondern von der Klasse selbst aufgerufen. Hier kommt das TEMPLATE-Pattern zur Anwendung, ein Pattern, das garantiert, dass Methoden in der richtigen Reihenfolge aufgerufen werden.

Ein Beispiel:

```
public abstract class Query {  
  
    protected void openConnection() {  
        // open the connection...  
    }  
  
    protected void closeConnection() {  
        // close the connection...  
    }  
  
    public abstract Answer execute(String command);  
}
```

Man könnte jetzt in die Dokumentation aufnehmen, dass die Methode execute() zuerst openConnection() aufrufen muss, dann den Fachcode ausführen und zum Schluss closeConnection() aufrufen. Wie wir noch sehen werden, ist das Wort „muss“ in der Dokumentation wenig wert, wenn die Umsetzung nicht irgendwo geprüft wird.

Ein Programmierer, der vergisst, die Dokumentation zu lesen, wird erst zur Laufzeit damit auf die Nase fallen.

```
public class NameQuery extends Query {

    @Override
    public Answer execute(String command) {
        // Hier fehlt openConnection()!!!
        Answer answer = connection.write("Hallo");
        postProcess(answer);
        closeConnection();
        return answer;
    }
    private String postProcess(String answer) {
        // ..post process
    }
}
```

Wie kann das TEMPLATE-Pattern uns hier helfen? Nun, zum einen muss die Reihenfolge garantiert werden. „Muss garantiert werden“ deutet darauf hin, dass es hier eine Methode gibt, die nicht überschrieben werden darf – manche Programmiersprachen bieten dafür ein eigenes Sprachelement an, z.B. `final` in Java. Kann die Methode nicht überschrieben werden, so ist das Verhalten garantiert.

In diese Template-Methode (Schablone) hängen wir nun unser veränderbares Verhalten ein, entweder als abstrakte Methode, wenn die Methode implementiert werden muss, oder als leere Methode, wenn es ein zusätzliches, optionales Verhalten ist (wie in unserem Beispiel `postProcess()`).

```
public abstract class Query2 {

    protected void openConnection() {
        // open the connection...
    }

    protected void closeConnection() {
        // close the connection...
    }

    public final Answer execute(String command) {
        openConnection();

        Answer answer = doExecute(command);
        postProcess(answer);

        closeConnection();
        return answer;
    }

    protected abstract Answer doExecute(String command);

    protected void postProcess(Answer answer) {
        // empty, hook only
    }
}
```

```
public class NameQuery2 extends Query2 {

    @Override
    protected Answer doExecute(String command) {
        return connection.write("Hallo");
    }

    @Override
    protected void postProcess(String answer) {
        // ..post process
    }

}
```

Bleiben nur noch zwei Anmerkungen:

- Der Name `doExecute()` ist wieder eine Konvention, die natürlich in den Programmierrichtlinien definiert sein sollte.
- Natürlich ist unsere `postProcess()` Methode im obigen Beispiel nicht leer, sie enthält nur keinen Code. Eine gute Angewohnheit ist es, vollständig leere Blöcke mit einem Kommentar zu versehen, warum sie leer sind.

Die Methode der Oberklasse hat Inhalt, die Unterkasse ist leer:

Diese Konstruktion ist äußerst gefährlich. Die Oberklasse besitzt eine Fähigkeit, die die Unterkasse nach außen hin noch besitzt, die aber zu keinem Verhalten führt. Das bringt uns gefährlich nahe an einen Verstoß gegen das *Liskovsche Substitutionsprinzip*.

Grundsätzlich sollte man dieses Verhalten also vermeiden.

5.2.2 Blockgrößen

Die sinnvolle Länge von Methoden haben wir weiter oben schon besprochen. Wenn unsere Methoden aber nur höchstens sieben Zeilen haben dürfen, dann können auch unsere Blöcke nicht besonders groß sein.

Wir gehen einen Schritt weiter und formulieren „nicht besonders groß“ noch schärfer:

Regel 5-4: Blöcke sollten einzeilig sein. (Lesbar, Test)

Das heißt, dass jeder Block immer nur aus einer einzelnen Anweisung bestehen sollte. Sind mehr als einen Anweisung nötig, so ist dafür eine eigene Methode zu schreiben.

Eine Konsequenz davon ist, dass unsere Methoden nie tiefer als einfach geschachtelt sind, was die Lesbarkeit und das Verständnis deutlich

verbessert. Außerdem schreiben wir jetzt in den Block hinein, was darin **fachlich** passiert, indem wir einen geeigneten Methoden-Namen wählen – was uns ggf. einen weiteren Kommentar einspart (mit Kommentaren werden wir uns im nächsten Kapitel noch ausführlich beschäftigen).

Schauen wir uns das Beispiel der Primzahlen aus dem letzten Kapitel noch einmal an. Zunächst noch einmal die Ursprungsversion (allerdings schon mit sprechenden Namen):

```
public void printPrimesUpTo(int maxNumber) {
    for (int possiblePrime = 1; possiblePrime < maxNumber;
possiblePrime++) {
        boolean isPrime = true;
        for (int possibleDivider = 2; possibleDivider < possiblePrime;
possibleDivider++) {
            if (possiblePrime % possibleDivider == 0) {
                isPrime = false;
                break;
            }
        }
        if (isPrime) {
            System.out.println(possiblePrime);
        }
    }
}
```

Und jetzt die nach der obigen Regel umgestellte Version:

```
public void printPrimesUpTo(int maxNumber) {
    for (int i = 1; i < maxNumber; i++)
        printIfPrime(i);
}

private void printIfPrime(int possiblePrime) {
    if (isPrime(possiblePrime))
        System.out.println(possiblePrime);
}

private boolean isPrime(int number) {
    for (int i = 2; i < number; i++)
        if (isDividerOf(i, number)) return false;
    return true;
}

private boolean isDividerOf (int i, int number) {
    return number % i == 0;
}
```

Die zweite Variante ist deutlich besser lesbar. Und die längste Methode ist drei Zeilen lang!

Auch hier bleiben zwei Dinge anzumerken:

- In der Methode `isPrime()` haben wir natürlich getrickst, denn eigentlich ist die Anweisung `if (isDividerOf (i, number)) return false` mehr als eine Anweisung. Hier haben wir aber direkt das erste Beispiel, in dem die Regel nicht bis zum äußersten anzuwenden ist – ein Exit-Punkt kann eben nicht in eine Methode ausgelagert werden.
- Die Forderung, jeden Block nur noch einzeitig aufzusetzen, erlaubt uns sogar, die geschweiften Klammern wegzulassen, ein zugegebenermaßen gewagter und gewöhnungsbedürftiger Schritt⁶.

Eine letzte Warnung ist allerdings angebracht:

Diese Art der Programmierung erzeugt sehr viele Methoden, damit sehr viele Methodenaufrufe. Das kann zu deutlichen Performance-Einbußen führen, wenn der Effekt nicht durch den Compiler (der hieraus einfach wieder große Methoden erzeugt), oder zur Laufzeit durch einen Hot-Spot-Compiler (wie zum Beispiel unter Java, der HotSpot-Compiler optimiert zur Laufzeit den Code, dabeibettet er unter anderem Methoden wieder in andere ein) verhindert wird.

Andersherum: Mit einem optimierenden Compiler oder einem HotSpot-Compiler ist das Laufzeitverhalten beider Versionen (beinahe) identisch!

5.2.3 Namen

Wir haben uns ja bereits im letzten Kapitel ausführlich mit Namen beschäftigt. Wir wollen natürlich nicht alles wiederholen, sondern nur noch einmal den wichtigsten Grundsatz aufgreifen:

Namen von Methoden müssen beschreiben, was die Methode tut. Der Name kann dabei ruhig etwas länger sein, wir tippen ihn ja schließlich in der Regel nur einmal vollständig.

Ein guter Name für eine Funktion ist ein Verb oder ein Verb in Verbindung mit einem Substantiv. Das Substantiv dabei kann uns helfen, zu verstehen, was die Aufgabe des Arguments in der Methode ist.

```
public void store(Order order)
```

Dieser Methodenname scheint gut verständlich zu sein, kann aber komplizierter werden, wenn der Name der übergebenen Variable nicht ganz eindeutig ist:

```
backend.store(priority);
```

Natürlich könnte man argumentieren, dass der Name für die Priority nicht besonders gut gewählt ist, aber was ist mit einer Routine, die eben

⁶ Von der Benutzung von Blöcken ohne Klammern wird ja in fast jedem Styleguide abgeraten.

nur zwei Bestellungen auf einmal bearbeitet, zum Beispiel eine reguläre und eine priorisierte. Im Kontext dieser Methode sind die Namen „priority“ und „regular“ doch vollkommen ausreichend. Eine Alternative wäre:

```
backend.storeOrder(priority);
```

Jetzt ist vollkommen klar, dass `priority` eine Bestellung sein muss. Man nennt diese Form des Methodennamens auch Keyword-Form. Noch wichtiger wird die Keyword-Form, wenn wir mehr als ein Argument haben und nicht logisch aus dem Namen hervorgeht, welches Argument was bedeutet.

`assertEquals(expected, actual)` ist ein klassisches Beispiel. Es handelt sich dabei um eine Methode aus dem JUnit-Framework, die für einen Testfall überprüft, ob das erwartete Ergebnis dem tatsächlichen entspricht. Die Reihenfolge der beiden Parameter wird aber in der Praxis ständig durcheinander gebracht. Hätte man die Methode `assertExpectedEqualsActual()` genannt, wäre die Reihenfolge vollkommen klar gewesen.

Regel 5-5: Der Name einer Methode muss zusammen mit seinen Argumenten auf *Client-Seite* verständlich sein. (Lesbar, Test)

Auch bei Methodennamen können wir wieder die Helper-Regel anwenden. Finden wir nicht ohne allzu viel Mühe einen Namen, der unsere Methode beschreibt, so ist das ein Anzeichen dafür, dass unsere Methoden-Komposition noch nicht ganz zweckmäßig ist.

5.3 Inhalt

Nachdem wir die äußere Form beleuchtet haben, legen wir als nächstes unser Augenmerk auf den eigentlichen Inhalt unserer Methoden, also was diese nun eigentlich tun sollen. Dafür werden wir einige Regeln definieren, die uns unserem Ziel, gut lesbaren Code zu erstellen, noch näher bringen werden.

5.3.1 Eine Aufgabe

Ein Grundsatz der Objektorientierung ist die Trennung von Verantwortlichkeiten (*Separation of Concerns*) – ein Grundsatz der auch Eingang in das Prinzip der Kohäsion und das *Single-Responsibility-Principle* gefunden hat.

Wir wollen dieses Prinzip auch auf Methodenebenen anwenden und formulieren dafür die nächste Regel:

Regel 5-6: Eine Methode sollte eine Sache tun. Diese sollten sie gut tun. Diese sollten sie ausschließlich tun.⁷ (Lesb, Test)

Schauen wir uns noch einmal unser Beispiel an.

Wie viele Dinge macht die folgende Funktion?

```
public void printPrimesUpTo(int maxNumber) {  
    for (int i = 1; i < maxNumber; i++)  
        printIfPrime(i);  
}
```

Mögliche Antworten sind eins oder zwei. Wenn wir von zwei ausgehen, wäre das:

1. Durchlaufe alle Zahlen von 1 bis maxNumber
2. Gebe jede Zahl aus, wenn sie eine Primzahl ist

Gefühlt wäre natürlich die Lösung mit nur einer Aufgabe die bessere, denn sonst würde ja unsere (optisch doch eigentlich gute) Methode ja gegen die Regel verstößen.

Wäre es nur eine Aufgabe, hieße die:

1. Gebe alle Primzahlen bis maxNumber aus.

Klingt das besser? Zumindest nicht schlechter. Die zweite Version beschreibt, **was** die Methode tut, die erste dagegen, **wie** sie es tut. Das sind zwei unterschiedliche Abstraktionsebenen.

⁷ Frei übersetzt von Robert C. Martin, das Prinzip dahinter ist natürlich schon deutlich älter.

Wir können beide Aufzählungen in einen „Um zu“-Satz bzw. Absatz unterbringen:

Um alle Primzahlen bis maxNumber auszugeben, durchlaufe alle Zahlen von 1 bis maxNumber und gib dabei jede Zahl aus, wenn sie eine Primzahl ist.

In Englisch haben wir dabei noch einen interessanten Effekt. Ein „Um zu“-Satz wird dann zu einem TO-Satz/Absatz⁸:

To printPrimesUpTo maxNumber, count from 1 to maxNumber and for each Number, printIfPrime.

Der Name der Methode wird zu einem Teil des Satzes, genauso wie die einzelnen Anweisungen innerhalb der Methode.

Jetzt haben wir eine vollständige Beschreibung unserer Methode – ohne, dass wir noch eine weitere Form von Dokumentation brauchen.

5.3.2 Die Vision

Das Visionsprinzip haben wir bereits kennengelernt. Es besagt, dass sich ein Konzept in einem Satz ausdrücken lassen muss. Bisher haben wir es ausschließlich für Klassen genutzt, wir können es aber auch genauso für unsere Methoden heranziehen.

Allerdings bringt es hier wenig Neues ein, schließlich wollen wir ja sowieso schon unsere Methode mit einem „Satz“ beschreiben, nämlich dem Namen.

Weil die Vision ein echter Satz ist, kann sie uns aber helfen, unseren Methodennamen zu finden. Wir formulieren also erst die Vision und prüfen dabei schon, ob wir zu viel in der Methode tun wollen. Dann entwickeln wir aus der Vision den Methodennamen.

5.3.3 Abstraktionsebenen

Wir haben weiter oben festgestellt, dass die zwei Arten `printPrimesUpTo()` zu beschreiben unterschiedlichen Abstraktionsebenen entsprechen. Das ist das Prinzip jeder Methode. Sie stellt eine Anweisung auf einer höheren Abstraktionsebene dar und bricht sie herunter auf mehrere Anweisungen einer niedrigeren Ebene.

Dabei sind die oberen Ebenen in der Regel fachlich, die niedrigeren Ebenen eher technisch (auf hoher Ebene haben wir beispielsweise eine Methode `findBooksByAuthor()` die sicher auf niedrigerer Ebene irgendwann in Aufrufe einer Listenklassen herunter gebrochen wird -oder in Datenbankaufrufe etc...).

⁸ Interessanterweise werden Methoden in der Sprache LOGO mit dem Schlüsselwort „TO“ definiert, was diese Art der Formulierung direkt in der Sprache motiviert.

Ein Zeichen dafür, in welcher Abstraktionsebene wir uns befinden, sind damit auch die Objekte, die wir benutzen, also auf höherer Ebene nur fachliche Datenobjekte (Buch, Autor), auf niedrigerer Ebene die technischen Entsprechungen (Objekt, Liste).

Definieren wir eine weitere Regel:

Regel 5-7: Jede Methode sollte nur auf einer Abstraktionsebene agieren. (Lesb)

Ein Prüfstein dafür ist die Anwendung des „TO“-Satzes. Klingt dieser nicht schlüssig, so sind wahrscheinlich mehr als eine Abstraktionsebene beteiligt.

5.3.4 Die Stepdown-Regel

Haben wir alle obigen Grundsätze befolgt, können wir jetzt unseren Code fast wie einen Fließtext lesen, indem wir alle Methoden durch ihre TO-Sätze beschreiben, und dabei immer weiter in den Code hineingehen.

To `printPrimesUpTo maxNumber`, count from 1 to `maxNumber` and for each Number, `printIfPrime`.

To `printIfPrime`, we check if the number `isPrime` and if so, print it on the console.

To check if a number `isPrime`, we check for all numbers between 2 and the number it `isDividerOf` number. If so, it is no Prime (false). Else, it `isPrime`.

Das liest sich mittlerweile recht verständlich. Probleme macht uns dabei noch die Methode `isDividerOf()`, die uns Schwierigkeiten bei formulieren macht. Diese Schwierigkeiten tauchen in der Regel dann auf, wenn Methoden mehr als einen Parameter haben und eigentlich als Operator fungieren (siehe dazu auch den nächsten Abschnitt). Lässt die Programmiersprache eine Funktion als Infix-Operator zu, so lässt sich diese natürlich eleganter formulieren.

Man könnte natürlich auch gut dafür argumentieren, die Methode `isDividerOf()` ganz wegzulassen, schließlich sollten der Ausdruck `number % i == 0` eigentlich verständlich genug sein.

Die Eleganz der Stepdown-Regel besteht dahin, dass der Leser beim durchlesen des Codes jederzeit entscheiden kann, aufzuhören oder noch tiefer hinein zu gehen, er aber immer einen sinnvollen Stand hat.

5.4 Argumente

Als nächstes wollen wir uns mit einem wichtigen Teil der Methoden beschäftigen, den Argumenten. Zunächst eine hoffentlich klare Regel:

Regel 5-8: Methodenargumente sollten auf der gleichen Abstraktionsebene liegen, wie die Funktion. (Lesb, Test)

Wir wollen Methoden im Folgenden anhand der Anzahl der Argumente unterscheiden. Ein Problem mit Argumenten ist, dass eine Menge Konzeptarbeit dahintersteckt. Je mehr Argumente, desto schwerer wird die Methode zu verstehen.

Die verständlichsten Methoden sind also Methoden ohne Argumente, dicht gefolgt von Methoden mit einem Argument. Zwei Argumente machen uns das Leben schon deutlich schwerer, drei Argumente sind kaum noch überschaubar und sollten vermieden werden. Und für Methoden mit mehr Argumenten bedarf es schon einer ausgezeichneten Begründung.

Auch was die Testbarkeit angeht, erhöhen mehr Argumente den Aufwand immens. Eine Funktion ohne Argumente und eine Funktion mit einem Argument erfordern nur wenige Tests, um alle Fälle abzudecken. Bei Methoden mit zwei Argumenten müssten wir für eine volle Testabdeckung alle möglichen *Kombinationen* der Werte abdecken. Bei drei und mehr Argumenten läuft das schnell ins Uferlose.

5.4.1 Niladische Methoden

Niladische Methoden (Methoden ohne Argumente) sind aus Sicht der Lesbarkeit ideal. Das Konzept der Methode steckt vollständig in ihrem Namen, ohne dass man sich Gedanken über die Bedeutung der Argumente machen muss.

Betrachten wir ein Beispiel:

```
printResultInto(writer);
```

Was stimmt mit dieser Methode nicht? Zunächst mischt sie Abstraktionsebenen, den Writer ist wahrscheinlich eine technische Klasse, die Methode aber eher fachlich. Außerdem wird der Writer bei anderen Methoden derselben Klasse wahrscheinlich auch benötigt. Und meistens exakt dasselbe Objekt sein.

Besser wäre sicher:

```
printResult();
```

Wie kann man dieses Ergebnis aber erreichen? Natürlich, indem man die Argumente der Methode in Felder der besitzenden Klasse umwandelt bzw. eine Hüllklasse schreibt, die das Argument als Feld aufnimmt.

Natürlich lässt sich das nicht immer so einfach anwenden. Wir sollten trotzdem das Ziel vor Augen haben, wann immer möglich Niladische Methoden zu verwenden.

5.4.2 Monadische Methoden

Monadische Methoden (also Methoden mit einem Argument) sollten die häufigsten Methoden sein. Sie haben den Vorteil, dass sie in der Regel ohne Mühe lesbar sind, das einzelne Methoden-Argument erfüllt in unserem beschreibenden Satz die Aufgabe des Objektes (im grammatischen Sinne!).

`printIfPrime(myNumber)` druckt `myNumber`, wenn es eine Primzahl ist. `InputStream openFile("data.txt")` öffnet die Datei mit dem Namen `data.txt` und liefert eine `InputStream` auf diese Datei zurück.

Grundsätzlich gibt es zwei klassische Anwendungsfälle für Monaden:

- **Abfragen** liefern eine Information über das Argument zurück:
`List.contains(Object o), String.indexOf("Hallo")`
- **Transformatoren** wandeln das Argument in ein anderes um.
`InputStream openFile("data.txt"), List.get(15)`

Aus dem Namen der Methode sollte deutlich hervorgehen, um welchen Typ es sich handelt.

Eine dritte Form fehlt uns allerdings noch. Zu dieser gehören Beispiele wie die Setter-Methoden. Es handelt sich um Methoden ohne Rückgabewert, die lediglich den Zustand des Objektes / des Systems ändern. Diese Form nennen wir **Event**.

Regel 5-9: Eine monadische Methode sollte immer eine Abfrage, ein Transformator oder ein Event sein. (Lesb, Vers)

Andere Formen erschweren die Lesbarkeit. Weiter oben haben wir bereits eine Möglichkeit gesehen, wie wir eine andere Form wie einen Transformator erscheinen lassen können (mittels Dopplung als Rückgabewert).

5.4.3 Dyadische Methoden

Dyaden, also Methoden mit zwei Argumenten, sind schwieriger zu handhaben als Monaden. Natürlich sind sie oftmals völlig verständlich, benötigen aber dennoch einen Moment des Innehaltens.

`printResultField(fileWriter, "name")` ist komplizierter als `printResult("name")`. Natürlich nicht dramatisch, aber mit der Zeit wird der Leser lernen, den `fileWriter` einfach zu ignorieren. Und um R.C. Martin zu zitieren: „Die Stellen, die wir ignorieren, sind die Stellen, an denen sich die Bugs verstecken“.

Die Anzahl der Argumente bezieht sich hier allerdings (wie bei den anderen auch) nicht notwendigerweise auf die echte, gezählte Anzahl, sondern auf die logischen Argumente:

```
Point upperLeft = Point.FromCartesian(10, 20);
Point lowerRight = Point.FromPolar(10f, 20f);
```

In diesem Beispiel aus dem vorherigen Kapitel ist die erste Zeile eigentlich eine Monade! Die x und y Koordinate sind *geordnete* Element des selben Wertes (Wertepaars). Etwas schwieriger ist es in der zweiten Zeile, da hier (wie wir ja schon besprochen haben), eine strikte Ordnung nicht vorliegt. Es empfiehlt sich deshalb, die zweite Methode als Dyade zu betrachten.

Natürlich sind Dyaden in der Praxis nicht zu vermeiden – und sie stellen auch nicht die Wurzel allen Übels dar⁹. Allerdings sollten sie mit Bedacht eingesetzt werden. Und man sollte immer prüfen, ob es nicht eine bessere Alternative gibt.

5.4.4 Triadische Methoden

Triaden¹⁰, also Methoden mit drei Argumenten, sind äußerst gefährlich. Zum einen sind sie sehr schwer zu überschauen, zum anderen sehr schwer zu testen.

Insbesondere die Reihenfolge der Argumente wird uns immer wieder dazu bringen, beim Lesen (und beim Schreiben) anzuhalten, und darüber nachzudenken. Und der Versuch, einen sinnvollen Namen ist von vorneherein fast immer zum Scheitern verurteilt.

Natürlich werden wir gelegentlich Triaden verwenden müssen, müssen dabei aber akzeptieren, dass diese fast immer Vorwissen des Lesers voraussetzen – oder eben querlesen erfordern.

5.4.5 Größere (Polyadische) Methoden

Im Gegensatz zu Dyaden sind Polyaden tatsächlich die Wurzel allen Übels. Sie führen zu Code, der kaum noch erfasst werden kann (ohne ihn Anweisung für Anweisung auszuwerten), insbesondere wenn die Anzahl der Argumente das Hair-Limit übersteigt.

Eine der extremsten Beispiele aus den Java-Klassenbibliotheken ist folgender Konstruktor:

```
GridBagConstraints(int gridx, int gridy, int gridwidth, int
gridheight, double weightx, double weighty, int anchor, int
fill, Insets insets, int ipadx, int ipady)
```

⁹ Den die ist ja gemäß D.Knuth die „voreilige Optimierung“

¹⁰ Kein Bezug zur chinesischen Mafia

In der eigentlichen Anwendung sieht das dann so aus:

```
new GridBagConstraints(5, 10, 1, 1, 1.0, 2.0, CENTER, BOTH,  
emptyInsets, 1, 1)
```

Selbst bei Kenntnis dieser Klasse ist dieses Konstruktor-Monster kaum verständlich. Ein wenig entschärfen lässt sich das ganze durch Kommentare und Formatierung (aber wehe, wenn die IDE den Code umformatiert!):

```
new GridBagConstraints(  
    5, 10, // grid position  
    1, 1, // cell size  
    1.0, 2.0, // weight  
    CENTER, // anchor  
    BOTH, // fill  
    emptyInsets,  
    1, 1) padding
```

Die einzige sinnvolle Chance, dieses Monster zu bändigen, ist das Auslagern der Argumente in ein Argument-Objekt, das einzelne Setzen der Felder des leer erzeugten Objektes oder die Verwendung eines Patterns.

Setter (bzw. Direktzugriffe auf die Attribute, der GridBagConstraints ist in mehrerer Hinsicht ein Negativbeispiel) blähen unseren Client-Code deutlich auf, sind aber machbar.

Ein Argument-Objekt entfällt, da die Klasse nicht unter unserer Kontrolle ist.

Bleibt noch das Pattern. Eine Möglichkeit wäre das schon erwähnte BUILDER-Pattern:

```
GBCBuilder.create(10, 2).weight(1.0, 2.0)  
.anchor(CENTER).insets(emptyInsets).build()
```

Immer noch ein Monster, aber immerhin verständlich (natürlich haben wir in dem Beispiel von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, default-Werte nicht noch einmal zu setzen).

5.4.6 Flags

Sehr schwer zu lesen sind Methoden, deren einziger Parameter eine bool'sche Variable ist (mit Ausnahme von Settern natürlich). So eine Methode lässt sich kaum so benennen, dass die Bedeutung auf Client-Seite klar ist (in der Signatur mag es ja noch einigermaßen verständlich sein, aber wir wollen ja gerade verhindern, dass der Leser unnötig hin und her springen muss).

```
figure.paint(true)
```

Was soll uns diese Methode suggerieren? In diesem konkreten Fall lautete die Signatur dazu:

```
public void paint(boolean isSelected)
```

Was zumindest schon besser verständlich ist, aber eben nur, wenn der Leser zwischen den Klassen hin und her wechselt. Besser wäre es gewesen, einfach zwei Methoden zu schreiben:

```
public void paintAsSelected()  
public void paintAsUnselected()
```

Die Unterscheidung, welche davon aufgerufen werden soll, wäre jetzt in den Client-Code ausgelagert worden (der damit drei Zeilen länger, aber dafür verständlicher geworden wäre).

Außerdem werden die beiden Methoden wahrscheinlich ein unterschiedliches Verhalten an den Tag legen, also würde unsere Methode wahrscheinlich sogar mehr als eine Sache machen.

Das gleiche Problem kann natürlich auch bei Methoden mit mehr als einem Parameter auftauchen.

Regel 5-10: Flag-Methoden sollten vermieden werden, besonders bei Monaden. (Lesb)

5.4.7 Ausgabe Parameter

Eine weitere Klasse von Methoden, die konzeptionell nur schwer zu erfassen sind, sind Methoden, die ihre Argumente verändern (sogenannte Output-Argumente). Bei traditionellen Funktionen werden die Eingabeparameter nicht angefasst, sondern ein Ergebnis als Rückgabewert zurückgeliefert. Weichen wir von diesem Grundsatz ab, so wird die Methode schwerer zu erfassen.

Schauen wir uns folgendes Beispiel an:

```
...  
DataBasket basket = ...  
Basket.addToList(orders);  
...
```

Wo steckt hier das Problem? Die Frage ist, wer schreibt hier in welche Datenstruktur. In dem obigen Beispiel schreibt der Datenkorb seine vollständigen Bestellungen in eine Liste namens `orders`. Es könnte aber auch genau umgekehrt sein, d.h. die Liste `orders` wird dem Warenkorb hinzugefügt.

Man hätte das Ganze entschärfen können, indem die Methode addToList die modifizierte Liste noch einmal zurückgiefert hätte:

```
...
DataBasket basket = ...
orders = Basket.addToList(orders);
...
```

Die Zuweisung ist zwar codetechnisch völlig überflüssig, verbessert die Lesbarkeit ungemein. Kompliziert wird es allerdings, wenn wir mehr als ein Output-Argument haben. Das motiviert uns zu einer weiteren Regel:

Regel 5-11: Methoden sollten höchstens ein Output-Argument besitzen, dieses sollte als Rückgabewert gedoppelt werden. (Lesb)

5.4.8 Argument-Objekte

Betrachten wir zwei Konstruktoren:

```
public Rectangle(int left, int top, int right, int bottom);
public Rectangle(Point upperLeft, Point lowerRight);
```

Welche von beiden Varianten ist besser zu lesen? Die zweite hat zumindest weniger Argumente, was ja laut den oberen Absätzen die bessere Lösung ist. Aber stimmt das wirklich? Betrachten wir beide Varianten als Aufruf:

```
new Rectangle(0, 0, 10, 10)
new Rectangle(new Point(0, 0), new Point(10, 10))
```

Haben wir wirklich etwas gewonnen (außer Schreibarbeit)? Natürlich haben wir das, denn jetzt passen die Abstraktionsebene der Methode und die Abstraktionsebene der Argumente wieder zusammen. Ein Rechteck besteht eben konzeptionell nicht aus vier Koordinaten, sondern aus zwei Punkten, selbst wenn es technisch einfach vier Koordinaten-Felder hat.¹¹

Werden die Punkte an einer anderen Stelle als direkt im Aufruf erstellt, so ist der Aufruf auch wieder deutlich kompakter und lesbarer.

```
new Rectangle(origin, lowerRight)
```

Aus Lesbarkeitsgründen ist es also sinnvoll, zusammengehörige Argumente in einem Transfer-Objekt zusammenzufassen.

Leider hat diese Technik einen gravierenden Nachteil. Es werden Unmengen an Wegwerf-Objekten erstellt, die das System deutlich ausbremsen können.

¹¹ Aber das wären natürlich wieder Implementierungsdetails, die der Client ja gar nicht sehen dürfte.

5.5 Stil

In diesem letzten Abschnitt wollen wir uns noch ein wenig näher mit gutem Stil für Methoden beschäftigen. Einige Punkte haben wir dazu schon angesprochen oder impliziert, hier wollen wir das Ganze zu einem sauberen Abschluss bringen.

5.5.1 Seiteneffekte

Unter einem Seiten-Effekt verstehen wir die Veränderung eines Zustandes durch die Methode. Typische Seiteneffekte sind das Setzen von Feldern oder das Ausgeben auf der Konsole.

Eine Seiteneffekt-freie Methode verändert dementsprechend den inneren Zustand unseres Systems nicht. Das bedeutet, wenn wir nebenläufige Zugriffe außen vor lassen, dass das wiederholte Aufrufen einer Methode mit denselben Argumenten auch immer zum selben Ergebnis führt.

Besonders gefährlich sind Seiteneffekte, wenn aus dem Namen der Methode nicht hervorgeht, dass ein Seiteneffekt eintritt.

5.5.2 Befehl oder Abfrage (Command Query Separation)

Jede Methode sollte entweder eine Abfrage oder ein Befehl sein, d.h. sie sollte entweder etwas tun, oder etwas zurückliefern, aber nicht beides. Alles andere führt dazu, dass ein Entwickler mit der genutzten API vertraut sein muss, um den aufrufenden Code zu verstehen. Betrachten wir folgenden Aufruf.

```
if (knownNames.add("Peter")) ...
```

Was sagt die Antwort aus? Hier könnte man noch (richtig) vermuten, dass der Aufruf der `add()`-Methode `true` zurückliefert, wenn das Hinzufügen erfolgreich war, in diesem Fall also, wenn `knownNames` noch keinen Eintrag namens „Peter“ besessen hat.

Wie sieht es mit folgender Methode aus?

```
if (positions.set("teamleader", "Peter")) ...
```

Bedeutet eine positive Antwort, dass der momentane Teamleader Peter heißt? Oder das der Teamleader erfolgreich auf Peter gesetzt wurde (weil es tatsächlich eine Position namens „teamleader“ gibt)? Wir können zwar versuchen, die Lesbarkeit durch einen besseren Namen zu verbessern (`checkIfExistsAndSet`), aber das hilft auch nicht viel.

Die einzige sinnvolle Lösung, die uns bleibt, ist den Befehl (setze den Wert) von der Abfrage zu trennen:

```
if (positions.entryExists("teamleader")) {  
    positions.set("teamleader", "Peter");  
    ...
```

Regel 5-12: Methoden sollten wenn möglich entweder Abfragen oder Befehle sein. (Lesb)

Allerdings gibt es natürlich gute Gründe, gegen diese Regel zu verstößen, insbesondere in der nebenläufigen Programmierung müssen wir uns abstützen, dass Methoden sowohl Abfragen als auch Befehle sind. Das sollte dann aber aus dem Namen zweifelsfrei hervorgehen.

5.5.3 Mehrere Exit-Punkte

Ein alter Programmiergrundsatz lautet, dass jede Routine (also auch jede Methode) nur genau einen Eingang und einen Ausgang haben soll. Wir werden diesen Grundsatz allerdings nicht anwenden. Dafür gibt es zwei Gründe:

- Unsere Methoden sollen schließlich kurz gehalten werden. Das künstliche Zusammenfassen von Exit-Punkten resultiert aber in der Regel in einer zusätzlichen lokalen Variable, und damit in mehr Code
- Das Argument der Unübersichtlichkeit ist nicht wirklich schwerwiegend, wenn unsere Methoden nur wenige Zeilen lang sind, zumal moderne IDEs in der Lage sind, uns Exit-Punkte unseres Codes gesondert zu markieren.

Wir werden also sehr wohl mehr als einen Exit-Punkt verwenden, wenn sich das anbietet (belegt durch einen vernünftigen „To“-Satz natürlich).

5.5.4 Rekursionen

Eine rekursive Funktion (nur für Funktionen macht das überhaupt Sinn) ist eine Funktion, die sich selber aufruft (entweder direkt, oder über eine oder mehrere andere Funktionen hinweg. Das Ziel dabei ist, dass ein Problem in Teile zerlegt wird, und diese Teile dann wiederum durch die gleiche Funktion behandelt werden.

Auf diese Art und Weise sind relativ elegante Lösungen möglich, die insbesondere in der funktionalen Programmierung genutzt werden. Die Formulierung einer rekursiven Funktion ist damit dicht an einer mathematischen Funktion.

Eine rekursive Funktion besteht aus zwei Bestandteilen: den Abbruchbedingungen (auch Spezialfall genannt) und dem rekursiven Anteil (auch allgemeiner Teil genannt).

Ein Beispiel:

Die Summe einer Liste von Zahlen wird folgendermaßen berechnet:

- Für eine leere Liste ist sie 0
- Für eine nicht-leere Liste ist sie das erste Element + die Summe der Restliste

Im Code sieht das folgendermaßen aus (`head()` und `tail()` sind dabei Methoden, die das erste Element, bzw. eine Restliste zurückliefern):

```
public int sum(List elements) {
    if (elements.isEmpty()) return 0;
    return elements.head() + sum(elements.tail());
}
```

Diese Lösung ist kurz und elegant – und leider ziemlich ineffizient und unnötig. Bevor wir uns aber darüber Gedanken machen, prüfen wir, ob die Methode gegen Regeln verstößt.

Die Methode ist kurz, sie macht nur eine Sache und sie hat nur ein Argument (sie ist also eine Abfrage). Sie hat auch keine Nebeneffekte. Wie sieht es mit der Stepdown-Regel aus?

To sum all elements, either return 0, if there is no element or add the head element to the sum of the tail.

Das sieht zumindest nicht verkehrt aus. Das einzige, was man anmerken könnte wäre, dass wir natürlich nicht bei jedem Aufruf eine Abstraktionsebene tiefer gehen. Das ist allerdings nicht weiter dramatisch, zumindest gehen wir die Ebenen nicht wieder hinauf.

Wo liegt jetzt der Nachteil? Zunächst erfordern Rekursionen immer einen Moment des Nachdenkens (wenn man nicht gerade Vollzeit-Mathematiker ist), und genau das wollen wir ja eigentlich vermeiden.

Weiterhin gibt es ja genau für das Problem (der Summe der Elemente einer Liste) ja eine sehr einfache Möglichkeit: das Durchiterieren der Liste und Aufsummieren der Werte.

Drittens ist eine Rekursion ziemlich Ressourcen-hungrig, wenn der Compiler dafür nicht spezielle Unterstützung bietet.

Für einfache Beispiele (wie sie leider oft in Informatik-Büchern stehen) ist Rekursion also eher nicht geeignet – das gilt insbesondere für die beiden Standardbeispiele, Fibonacci-Zahlen und Fakultät!

Trotzdem hat Rekursion natürlich ihre Anwendungsgebiete: Fachcode, der von Mathematikern gepflegt wird und die fachlichen Berechnungen der Software implementiert, oder wenn die Anforderungen bereits rekursiv formuliert sind.

Es geht also nicht darum, Rekursionen absolut zu vermeiden, sondern darum, sie nicht einfach der Eleganz wegen zu verwenden. Was wir aber unbedingt vermeiden sollten, sind zyklische Rekursionen (A ruft B auf und B wieder A). Diese sind schwer nachzuvollziehen und verstößen auch mit ziemlicher Sicherheit gegen die Stepdown-Regel.

5.6 Zusammenfassung

In diesem Kapitel haben wir eine Reihe von Regeln und Verfahren besprochen, die im ersten Moment äußerst extrem erscheinen. Insbesondere das Reduzieren unserer Methoden auf eine Handvoll Zeilen erfordert ein deutliches Umdenken.

Der Aufwand lohnt sich allerdings. Indem wir unsere Methoden auf diese Art und Weise zusammenbauen, lässt sich unser Code wie eine Geschichte lesen.

Natürlich sind unsere Methoden im ersten Wurf in der Regel nicht so strukturiert und sauber wie in diesem Kapitel gefordert. Zunächst implementieren wir unsere Funktionalität. Aber danach sollten wir uns eben die Zeit nehmen, unseren Code lesbar zu machen.

6

Kommentare und Dokumentation

6.1	Einleitung.....	6-3
6.1.1	Lesbarer Code	6-3
6.2	Gute Kommentare	6-5
6.2.1	Rechtliche Hinweise.....	6-5
6.2.2	Klarstellungen	6-5
6.2.3	Absichtserklärungen	6-6
6.2.4	Design Patterns	6-6
6.2.5	Regelverstöße	6-6
6.2.6	Unterstreichungen	6-7
6.2.7	Formale Kommentare	6-7
6.3	Schlechte Kommentare	6-9
6.3.1	Unverständliche Kommentare.....	6-9
6.3.2	Redundanzen	6-9
6.3.3	Forcierte Kommentare	6-10
6.3.4	Codehistorien.....	6-10
6.3.5	Klammer-Kommentare.....	6-11
6.3.6	Auskommentierter Code	6-11
6.3.7	Informationsüberfluss.....	6-12
6.3.8	TODOs.....	6-12

6.3.9	Nicht-öffentliche formale Kommentare.....	6-12
6.4	Testfälle als Dokumentation	6-13
6.5	Zusammenfassung	6-14

6 Kommentare und Dokumentation

6.1 Einleitung

In diesem Kapitel werden wir uns mit Kommentaren und Dokumentation beschäftigen. Mit Dokumentation meinen wir dabei formale Kommentare im Quellecode, aus denen später eine API-Beschreibung generiert werden kann (mit Javadoc oder Doxygen). Nutzerdokumentation o.Ä. ist damit natürlich nicht gemeint!

Eine Erkenntnis die das Kapitel hoffentlich zeigen wird, ist das insbesondere Kommentare (nicht Dokumentation) häufig nicht nur unnötig, sondern kontraproduktiv sind.

Warum wird hier so vehement gegen Kommentare argumentiert? Weil Kommentare ein großes Problem mit sich bringen: Sie werden in der Regel nicht weiter gepflegt. Das bedeutet, dass ein Kommentar zum Zeitpunkt, an dem er geschrieben wurde sinnvoll gewesen sein mag, aber wurde der kommentierte Code seitdem geändert, ist nicht sicher gestellt, dass auch der Kommentar angepasst wurde.

Ein Beispiel:

```
/**  
 * Add a new Action to the manager. Returns true if the action  
 * is already existant. If the action is already registered,  
 * it is NOT replaced.  
 * @param action the action to add  
 * @return True if an action with the same name has  
 * already been added, false otherwise.  
 */  
public void addAction(JaspiraAction action)
```

Ein weiteres Problem von Kommentaren ist ihre mangelnde Überprüfbarkeit. Alles, was nicht automatisiert geprüft werden kann (i.d.R. im Buildprozess), muss entweder manuell geprüft werden, oder verworfen!

6.1.1 Lesbarer Code

Kommentare sind deshalb hoffentlich selten notwendig, weil uns ja unser bisheriges Bemühen, insbesondere die beiden letzten Kapitel an eine Stelle gebracht haben sollte, an denen unser Code so gut verständlich ist, dass wir eigentlich keine Kommentare brauchen.

Häufig, wenn auch nicht immer, kann der Kommentar durch eine entsprechende Methode oder Variable ersetzt werden. Vergleichen Sie folgende Abfrage

```
// is order eligible for free shipping
if (order.getValue() > FREE_SHIPPING_LIMIT
    || isPremiumMember(order.getCustomer()))
```

mit ihrer Variante ohne Kommentar:

```
if (isEligibleForFreeShipping(order))
```

Abgesehen davon, dass die zweite Variante deutlich kürzer ist, kann die Erklärung dabei auch nie vom eigentlichen Code getrennt werden, wie es hier passiert ist:

```
// is order eligible for free shipping
Customer customer = order.getCustomer();
customer.addToOrderHistory(order);

if (order.getValue() > FREE_SHIPPING_LIMIT
    || isPremiumMember(order.getCustomer()))
```

Und beide Varianten haben natürlich den gleichen Aufwand. Bei der kommentierten Version schreiben wir erst den Kommentar, um auszudrücken, was wir vorhaben (oder überlegen es uns zumindest), bei der zweiten Version schreiben wir das, was wir vorhaben, einfach als Methodenaufruf nieder. Und erst dann erstellen wir die neue Methode (was mit einer modernen IDE wieder nur einige Tastendrücke erfordert).

Wenn wir einen Kommentar (Ausnahmen gibt es natürlich, s.u.) in unserem Code verwenden, sagen wir eigentlich damit aus: Wir sind nicht in der Lage, uns alleine mit unserem Code auszudrücken.

Gerade bei komplexerem Code gibt es eine Tendenz, diesen (mehr oder weniger sinnvoll) zu kommentieren. Das ist aber der falsche Ansatz! Ist der Code zu komplex, sollte er vereinfacht werden. Kommentare sind kein Freischein für schlechten Code.

Regel 6-1: Bevor ein Kommentar gesetzt wird, um Code zu erklären, sollte immer erst versucht werden, den Code selbst verständlicher zu gestalten. (Lesb)

6.2 Gute Kommentare

Natürlich sind nicht alle Kommentare schlecht. Wir werden im Folgenden eine Reihe von Kommentartypen besprechen, die notwendig, sinnvoll oder zumindest unvermeidbar sind.

6.2.1 Rechtliche Hinweise

Diese Art von Kommentar interessiert uns als Entwickler in der Regel recht wenig. Sie ist formalisiert, sieht für ein Projekt immer gleich aus, wird durch die IDE normalerweise ausgeblendet, und die gleiche IDE legt sie beim Erstellen einer neuen Datei auch mit an.

Trotzdem sind sie natürlich wichtig!

```
/*
 * (c) 2009, 2010 by Integrata AG, all rights reserved
 * Release under Apache License 1.0
 */
```

Das einzige, worauf wir hier achten sollten ist, dass ein derartiger Kommentar eben nicht einen vollständigen Lizenztext beinhalten sollte, sonder in der Regel nur den Namen und die Version der Lizenz aufzählt (wenn es sich um einen Standard-Lizenz handelt) oder auf ein externes Dokument verweist.

6.2.2 Klarstellungen

Klarstellungen dienen dazu, einen Code, der inherent unleserlich oder schwer verständlich ist (was nicht immer zu vermeiden ist, gerade, wenn externe Bibliotheken genutzt werden). Ein häufiges Beispiel dafür sind Reguläre Ausdrücke:

```
Pattern dateTimePattern = Pattern.compile(
    // 31 . 08 . 2004          16 : 28 +1
    // 1 . 4 . 04              4   : 15
    "\\\d{1,2}.\\\d{1,2}.((\\\\d{4})|(\\\\d{2}) \\\\d{1,2}:\\\d{2} (+\\\\d)?")
```

6.2.3 Absichtserklärungen

Eine Absichtserklärung dient dazu, deutlich zu machen, was die Intention des Programmierers war, um ein bestimmtes Stück Code genau so zu schreiben.

```
@Override
public boolean equals(Object other) {
    if (other == null) return false;
    if (this == other) return true;

    if (other.getClass() == this.getClass()) {
        //...
    }
    // Value Objects can be equal to actual objects
    else if (other.getClass() == PersonValue.class) {
        return toValueObject().equals(other);
    }
}
```

6.2.4 Design Patterns

Wird in einem Stück Code ein Design-Pattern umgesetzt und ist das nicht sofort ersichtlich, sollte in einem Kommentar darauf hingewiesen werden. Besser ist allerdings, die Namen der beteiligten Klassen entsprechend zu wählen.

6.2.5 Regelverstöße

Aus Sicht des Autors die wichtigste Art von Kommentar. In Programmen wird es immer wieder notwendig sein, gegen Konventionen, Regel oder sogar Contracts zu verstößen. Derartige Verstöße müssen unbedingt kommentiert werden¹, sonst könnte es passieren, dass ein anderer Programmierer den vermeintlichen Fehler korrigiert.

Regel 6-2: Regelverstöße müssen durch einen Kommentar markiert und begründet werden. (Lesb, Vers)

¹ Und zwar mit einer Begründung!

6.2.6 Unterstreichungen

Unterstreichungen sind Hervorhebungen von Code, der sonst überlesen würde. Also ein eigentlich trivialer Schritt, der hier aber eine besondere Bedeutung hat.

6.2.7 Formale Kommentare

Formale Kommentare sind das, was wir eingangs als Dokumentation bezeichnet haben. Es sind Kommentare, aus denen später eine API-Dokumentation generiert wird.

Diese Kommentare für die öffentliche² API (und nur für diese) können ausführlich und detailliert die Benutzung der Routinen beschreiben und sind damit eine wertvolle Hilfe für jeden Programmierer, der auf unsere Module zugreifen will.

Regel 6-3: Formale Kommentare sollten dem Visions-Prinzip folgen. (Lesb, Vers)

Das bedeutet in diesem Fall, dass der erste Satz der Klassen oder Methoden-Beschreibung für sich alleine verständlich sein sollte. Der restliche Kommentar dient zur Klarstellung, für Details und ggf. für Anwendungsbeispiele.

Der erste Satz ist der, der auch in Übersichten in der generierten Dokumentation auftaucht (der erste Satz der Klassen in der Beschreibung des Pakets, der erste Satz der Methoden in der Beschreibung der Klasse).

Regel 6-4: Formale Kommentare sollten im Quellcode lesbar sein. (Lesb)

Die meiste Zeit über wird ein Entwickler nicht auf die generierte Dokumentation, sondern direkt in den Quelltext schauen. Deshalb ist es ungemein wichtig, dass die Dokumentation auch im Quelltext verständlich ist.

² Die öffentliche API setzt sich dabei aus *public* Elementen und *protected* Elementen zusammen, letztere aber nur, wenn die Klasse zur Vererbung gedacht ist.

Leider verwenden viele Systeme HTML, um ihre formalen Kommentare zu formatieren, mit dem Ergebnis, dass der Kommentar im schlimmsten Fall im Sourcecode unverständlich ist:

```
/**  
 * Returns an XML-Representation of this MemberList.  
 * Generated Code has the following format:  
 *  
 * <members><br/>  
 *   <person><br/>  
 *     <firstname>Dieter</firstname><br/>  
 *     <lastname>Maier</lastname><br/>  
 *     <birthday>1973-15-21</birthday><br/>  
 *   </person><br/>  
 * </members><br/>  
 */  
public void toXML() {
```

6.3 Schlechte Kommentare

Neben guten Kommentaren gibt es natürlich eine ganze Reihe von schlechten Kommentaren, also Kommentare, die nichts zur Lesbarkeit beitragen oder diese sogar noch verschlechtern. Die häufigsten wollen wir hier aufzählen.

6.3.1 Unverständliche Kommentare

Unverständliche Kommentare sind Kommentare, die in der Hitze des Gefechts unlesbar herausgekommen sind. Gründe dafür mögen die Uhrzeit oder Termindruck sein.

Fest steht aber, dass ein unverständlicher Kommentar schlechter als gar kein Kommentar ist.

6.3.2 Redundanzen

Redundante Kommentare sind Kommentare, die eigentlich nur wiederholen, was bereits im Code steht. Darunter fallen zum einen Aufrufe, zum anderen aber auch formale Kommentare:

```
// Register implementations in the service registry
initServices(services);

// Initialize the persistence layer
initPersistence();

// Reads all models
initModels();

// Initializes advanced of the system
initServices(services2);

// Register a shutdown hook that allows correct database
shutdown
registerShutdownHook();

// Initializes the remote services (if necessary).
initRemoting();

/**
 * Initializes the persistence layer.
 */
protected void initPersistence()

/**
 * Shuts down the persistence layer.
 */
protected void shutdownPersistence()
```

6.3.3 Forcierte Kommentare

Diese Kommentare gehen in eine ähnliche Richtung. Häufig findet man in den internen Programmierrichtlinien (so diese denn existieren) die Forderung, jede öffentliche Methode mit einem Kommentar zu versehen.

Der Effekt davon ist, dass die Programmierer Zeit damit verbringen, den sinnvollen Namen, den sie ihrer Methode gegeben haben im Kommentar zu doppeln oder mit einer alternativen Beschreibung, die exakt das gleiche aussagt zu versehen (siehe `initPersistence()` und `shutdownPersistence()` im obigen Beispiel)

Ein gutes Beispiel sind Getter und Setter. Diese mit Kommentaren zu versehen, ist schlicht und ergreifend Code-Müll!

6.3.4 Codehistorien

In einigen (gerade älteren) Projekten findet sich im Kopf, seltener am Ende einer Datei eine Beschreibung, wer was wann geändert hat, also eine Historie der Datei.

```
/*
 * Demo.java
 *
 * 18.03.03 sp Initial Version
 * 15.04.03 sp added Lifecyclemethods
 * 18.04.03 jf implemented Comparable
 * 30.05.03 sp general Refactoring
 */
```

Das ist bisher nur die harmlose Fassung, die nur größere Änderungen aufzählt. Gelegentlich sieht man aber auch die Variante, dass **jede** Änderung dort verzeichnet sein soll. Mit dem Ergebnis, dass diese Kommentare über mehrere Bildschirmseiten gehen.

Welchen Nutzen haben diese Kommentare (außer Platz zu verschwenden)? Unsere IDE blendet sie normalerweise sowieso aus.

Benötigen wir die Informationen über die Änderungen, so bekommen wir diese auch ohne weiteres von unserer Sourcecode-Verwaltung und/oder unserem Ticketsystem.

6.3.5 Klammer-Kommentare

Eine weitere Praxis, die früher recht geläufig war, ist das Markieren von schließenden Klammern:

```
for (int i = 0; i < max; i++) {  
    try {  
        ...  
    } // try  
    catch (IOException e) {  
        ...  
    } // catch  
} // for
```

Diese Technik hätte nur dann Sinn, wenn unsere Methoden deutlich größer und verschachtelter wären, als wir erreichen wollen.

6.3.6 Auskommentierter Code

Auskommentierter Code hat die Tendenz, der langlebigste Teil unseres Codes zu werden. Keiner traut sich daran, ihn zu löschen, keiner weiß mehr, warum er auskommentiert wurde. Betrachten wir folgendes Beispiel aus der JCommons-Library:

```
this.bytePos = writeBytes(pngIdBytes, 0);  
//hdrPos = bytePos;  
writeHeader();  
writeResolution();  
//dataPos = bytePos;  
if (writeImageData()) {  
    writeEnd();  
    this.pngBytes = resizeByteArray(this.pngBytes, this.maxPos);  
}  
else {  
    this.pngBytes = null;  
}  
return this.pngBytes;
```

Warum wurden diese Zeilen auskommentiert? Wurde vielleicht vergessen, sie wieder ein zu kommentieren?

Wenn schon Code auskommentiert wird, dann sollte auch dabei stehen, warum. Aber besser ist es, ganz darauf zu verzichten (natürlich spricht überhaupt nichts dagegen, für einen Testlauf Code aus zu kommentieren – aber dieser Code darf dann natürlich niemals wieder eingechekkt werden!)

6.3.7 Informationsüberfluss

Information, die nichts mit dem Code zu tun hat, gehört auch nicht in den Code. Von wem ein Algorithmus entwickelt wurde und wie er sich im Laufe der Zeit gewandelt hat, ist für denjenigen, der den Code lesen soll, unerheblich.³

6.3.8 TODOs

Kommentare die man häufig in Code findet, sind TODO Kommentare. Dabei handelt es sich um Markierungen, mit denen ein Programmierer deutlich macht, dass an dieser Stelle noch etwas getan werden muss, aber aus irgendeinem Grund noch nicht getan werden kann.

Der Vorteil von TODO-Kommentaren ist, dass moderne IDEs in der Lage sind, alle TODOs aus einem Projekt übersichtlich zu präsentieren.

Der gravierende Nachteil ist aber, dass dabei die Gefahr besteht, ein „zweites Ticket-System“ neben dem eigentlichen Projekt-System aufzustellen. Notwendige Arbeitsschritte am Code sollten alle an **einer** Stelle zusammengefasst sein.

Kann man die Sourcecode-Verwaltung so konfigurieren, dass das Einchecken eines neuen TODO-Kommentares automatisch ein Ticket anlegt, kann man dieses Problem aber elegant umgehen.

6.3.9 Nicht-öffentliche formale Kommentare

Code aus dem keine API-Dokumentation erzeugt wird (also nicht-öffentlicher Code) benötigt auch keine formalen Kommentare. Natürlich kann und wird aus dieser Code dokumentiert werden, aber eben nicht formal.

Wo liegt der Unterschied? Formale Kommentare drängen uns noch deutlich mehr formal Zwänge auf, die aber für den Quellcode unerheblich sind. D.h. wir verbrauchen Zeit und Platz für Formalismen, die dazu dienen eine Dokumentation generieren zu können, die niemals gebraucht wird.

Regel 6-5: Nur die öffentliche API sollte formal beschrieben werden. (Lesb)

³ Allenfalls eine URL mit weiterführenden Informationen ist hinnehmbar

6.4 Testfälle als Dokumentation

Eine sinnvolle Form der Dokumentation sind Testfälle (siehe dazu auch das Kapitel über Tests). Um die Benutzung einer API zur verstehen, bietet es sich an, ein großes Augenmerk auf die Testfälle zu werfen, denn diese müssen zwangsläufig angepasst werden, wenn der Code verändert wird. Bei Kommentaren kann das ja versäumt werden.

Testfälle sind damit in der Regel aktueller als Kommentare. Es ist eine gute Praxis, Testfälle auch mit diesem Hintergrund zu schreiben. Eine Reihe guter Testfälle erspart damit auch Beispiele und zusätzliche Erklärungen in den Kommentaren.

Noch besser wäre es, wenn die Testfälle selbst Teil der Dokumentation wären, damit hätten wir ein wichtiges Problem gelöst: die Testbarkeit unserer Dokumentation.⁴

⁴ Ein interessantes Projekt unter Java, das dieses Ziel verfolgt sind die Java-Eunnotations (<http://www.eucodos.de/eunnotations/doctract>)

6.5 Zusammenfassung

Wir haben uns in diesem Kapitel mit Grundsätzen für gute Kommentare auseinander gesetzt. Die wichtigsten Punkte dabei waren:

- Kommentare sind keine Rechtfertigung für schlechten Code
- Ein Kommentar, der nur geschrieben wird, weil das die Konvention verlangt, ist unnötig – hier sollte die Konvention geändert werden
- Bei Kommentaren gilt ganz klar: weniger ist mehr.

7

Code-Formatierung

7.1	Einleitung.....	7-3
7.2	Warum Formatierung.....	7-3
7.2.1	Automatisierte Formatierung.....	7-3
7.2.2	Sourcecode als Kommunikation	7-5
7.3	Die Zeitungsmetapher	7-6
7.3.1	Schlagzeile	7-6
7.3.2	Untertitel	7-6
7.3.3	Der Einstieg / Lead	7-6
7.3.4	Absätze.....	7-6
7.3.5	Reihenfolgen.....	7-9
7.3.6	Die Rubrik	7-10
7.4	Weitere Formatierungsregeln	7-10
7.4.1	Breite und Höhe	7-10
7.4.2	Einrückungen.....	7-11
7.4.3	Ausnahmen.....	7-11
7.5	Team Rules!	7-12
7.6	Zusammenfassung	7-13

7 Code-Formatierung

7.1 Einleitung

In diesem (recht kurzen) Kapitel werden wir den Überblick über formale Code-Richtlinien abschließen. Wir werden auf einige Grundsätze eingehen, wie auf die Frage, warum Formatierung heutzutage überhaupt noch ein Thema ist, und einige gute Ansätze für einen sauberen Code betrachteten.

Wir werden uns in diesem Kapitel weniger damit beschäftigen, wo Klammern und wo Leerzeichen hinsollen oder nicht, sondern uns mehr auf das große Bild konzentrieren.

7.2 Warum Formatierung

Warum der Code formatiert werden sollte, dürfte hoffentlich klar sein. Die Frage ist, warum müssen wir uns im Zeitalter automatische Code-Formatierung damit auseinandersetzen?

Nun, zum Einen decken Formatieren nicht alles ab, was wir hier besprechen, zum Anderen, muss ja irgendjemand auch den Formatter konfigurieren.

7.2.1 Automatisierte Formatierung

Gerade mit automatischer Formatierung ist es umso wichtiger, dass alle Entwickler die gleichen Formatierungen verwenden. Nicht nur, wie immer als erstes genannt wird, damit der Code aus einem Guss wirkt (was trotzdem wichtig ist), sondern vor allem auch wegen der Zusammenarbeit mit der Sourcecode-Verwaltung.

Die meisten Sourcecode-Verwaltungen arbeiten zeilenorientiert, d.h. bei einem eincheck-Vorgang wird unterschieden zwischen Zeilen, in denen sich etwas geändert hat und Zeilen, die gleich geblieben sind.

Betrachten wir folgendes Beispiel:

Entwickler A verwendet die Einstellung, dass die öffnenden, geschweiften Klammern in der Zeile der Anweisung stehen sollen (der sogenannte K&R-Stil¹), Entwickler B die Einstellung, dass sie immer in einer eigenen Zeile stehen müssen.

¹ Nach Brian Wilson Kernighan und Dennis Ritchie: Ritchie ist der Schöpfer von C, mit Kernighan zusammen hat er außerdem ein fundamentales Buch zur C-Programmierung geschrieben, in dem eben dieser Klammer-Stil empfohlen wird.

B checkt nun den folgenden, zuletzt von A veränderten Code aus, fügt die markierte Zeile ein und benennt die Methode um:

```
public class ServiceRegistry {
    private Set<Service> registeredServices;

    void registerAndInitializeService(Service service) {
        if (registeredServices.contains(service)) {
            throw new IllegalStateException();
        }
        registeredServices.add(service);
        service.initialize();
    }

    void doSomething() {
        if (checkSomething()) {
            doSomethingElse();
        }
    }
    //...
}
```

Beim Abspeichern tritt nun die automatische Formatierung in Aktion. Checkt er die geänderte Klasse dann wieder ein, so erkennt die Sourcecode-Verwaltung alle markierten Zeilen als Änderungen:

```
public class ServiceRegistry
{
    private Set<Service> registeredServices;

    void registerService(Service service)
    {
        if (registeredServices.contains(service))
        {
            throw new IllegalStateException();
        }
        registeredServices.add(service);
        service.initialize();
    }

    void doSomething()
    {
        if (checkSomething())
        {
            doSomethingElse();
        }
    }
}
```

Will nun Entwickler A überprüfen, was sich am Code getan hat, so bekommt er von der Sourcecode-Verwaltung die Information, dass sich unter anderem die Methode `doSomething()` geändert hat, die aber tatsächlich von niemandem angerührt wurde.

Schlimmstenfalls gehen die wichtigen Änderungen im Rauschen der geänderten Formatierungen vollständig unter und werden übersehen.

7.2.2 Sourcecode als Kommunikation

Unser Quellcode ist eine Art zu kommunizieren. Mit anderen Programmierern und mit uns selbst. Dementsprechend ist unsere Formatierung die äußere Form unserer Kommunikation.

Was wird wohl eher gelesen und ernstgenommen? Einige hastig hingeschmierte Punkte auf einer Serviette oder die gleichen Punkte sauber gedruckt auf einem Blatt Papier?

Wenn wir unseren Quellcode als Medium betrachten, können wir daraus einige Ansätze für die Formatierung herausholen.

Die Formatierung, Anordnung unsere Methoden und selbst die Platzierung der Leerzeilen ist eine *Information!* Auf diese Informationen sollte sich ein Leser verlassen können, ohne sich in jeder Klasse auf einen neuen Stil einstellen zu müssen.

7.3 Die Zeitungsmetapher

Eine gute Klasse wollen wir im Folgenden mit einem Zeitungsartikel vergleichen. Dieser beginnt mit einer Schlagzeile, gefolgt von einem Untertitel und einer Zusammenfassung. Dann folgt der eigentliche Text vom Allgemeinen zum Speziellen. Auf diese Art und Weise wollen wir unseren Code auch aufbauen.

7.3.1 Schlagzeile

Die Schlagzeile, also der Klassenname liefert uns einen prägnanten Überblick über das allgemeine Thema der Klasse. Sie muss aussagekräftig genug sein, dass ein Blick ausreicht, um zu erkennen, ob der Inhalt für den Leser relevant ist, oder nicht.

Insbesondere muss die Schlagzeile sich soweit von anderen Schlagzeilen abheben, dass der Leser diese auf einen Blick unterscheiden kann.

Einen Unterschied zur Schlagzeile in der Zeitung gibt es allerdings. Schlagzeilen sind häufig reißerisch oder provozierend gewählt, um ein erstes Interesse zu wecken. Das wollen wir hier natürlich so nicht umsetzen.

7.3.2 Untertitel

Der Untertitel eines Artikels präzisiert den Inhalt näher – aber immer noch in einem Satz. Er wird dazu genutzt, Informationen unterzubringen, die den Titel überfrachten würden.

Die Entsprechung des Untertitels in unserem Code ist natürlich die Vision. Sie ist der zweite Platz, auf den unser Blick fällt, wenn wir anhand des Klassennamens entschieden haben, dass die Klasse näher betrachtet werden soll.

7.3.3 Der Einstieg / Lead

Als Einstieg oder Lead bezeichnet man in einem Zeitungsartikel den fett gedruckten ersten Teil, der einen Überblick über den Inhalt gibt. Die wichtigsten Stichpunkte werden hier zusammengefasst.

In unserem Code ist der Lead der formale Kommentar unserer Klasse. Er sollte beschreiben, was wir von der Klasse zu erwarten haben und wie wir damit umgehen sollen. Wichtige Punkte im Code selbst werden hier bereits hervorgehoben.

7.3.4 Absätze

Ein Absatz stellt eine Reihe von logisch zusammenhängenden Sätzen dar. In unserem Code: eine Methode! Absätze sind von einander optisch getrennt – mit einer halben oder einer ganzen Leerzeile.

Diese Praxis sollten wir unbedingt für unseren Code übernehmen:

Regel 7-1: Methoden sollten von einander durch eine Leerzeile getrennt werden. (Lesb)

Zeigen wir das an einem Beispiel:

```
private void initServices(List<Service> services) {
    for (Service next : services)
        registerAndInitService(service);
}

private void registerAndInitService(Service service) {
    if (service instanceof LifecycleSupport)
        ((LifecycleSupport) next).initialize();
    serviceRegistry.register(o);
}

private void shutdownServices(List<Service> services) {
    for (Service next : services)
        shutdownService(service);
}

private void shutdownService(Service service) {
    if (service instanceof LifecycleSupport)
        ((LifecycleSupport) service).shutdown();
}

protected void initPersistence() {
    PersistenceContextProvider provider = getPersistenceContextProvider()
    if (provider != null)
        provider.initialize();
}

protected void shutdownPersistence() {
    PersistenceContextProvider provider = getPersistenceContextProvider()
    if (provider != null)
        provider.shutdown();
}

private void initRemoting() {
    try {
        doInitRemoting();
    } catch (Exception e) {
        throw new EngineException("Initialization", "Error initializing
services.", e);
    }
}

private void doInitRemoting() {
    loadConnectionInfo();
    if (connectionInfo.isEnabled())
        initRemoteServer();
}

private void initRemoteConnectorServer() {
    remoteConnectorServer = new RemoteConnectorServer();
```

```

        remoteConnectorServer.setServiceRegistry(getServiceRegistry());
        remoteConnectorServer.setConnectionInfo(connectionInfo);
        remoteConnectorServer.bindToRegistry();
    }
}

```

Und jetzt ohne Leerzeilen und mit hochgezogener schließender Klammer:

```

private void initServices(List<Service> services) {
    for (Service next : services)
        registerAndInitService(service);
private void registerAndInitService(Service service) {
    if (service instanceof LifecycleSupport)
        ((LifecycleSupport) next).initialize();
    serviceRegistry.register(o);
private void shutdownServices(List<Service> services) {
    for (Service next : services)
        shutdownService(service);
private void shutdownService(Service service) {
    if (service instanceof LifecycleSupport)
        ((LifecycleSupport) service).shutdown();
protected void initPersistence() {
    PersistenceContextProvider provider = getPersistenceContextProvider()
    if (provider != null)
        provider.initialize();
protected void shutdownPersistence() {
    PersistenceContextProvider provider = getPersistenceContextProvider()
    if (provider != null)
        provider.shutdown();
private void initRemoting() {
    try {
        doInitRemoting();
    } catch (Exception e) {
        throw new EngineException("Initialization", "Error initializing
services.", e);
    }
private void doInitRemoting() {
    loadConnectionInfo();
    if (connectionInfo.isEnabled())
        initRemoteServer();
private void initRemoteConnectorServer() {
    remoteConnectorServer = new RemoteConnectorServer();
    remoteConnectorServer.setServiceRegistry(getServiceRegistry());
    remoteConnectorServer.setConnectionInfo(connectionInfo);
    remoteConnectorServer.bindToRegistry();
}

```

Der Effekt sollte deutlich sein. Versuchen Sie trotzdem einmal, ihre Augen unfokussiert über beide Versionen gleiten zu lassen, um den Effekt noch zu verstärken.

Die umgekehrte Aussage gilt genauso: Was zusammen gehört, sollte auch möglichst nicht voneinander getrennt werden, sei es durch Leerzeilen oder Kommentare. Relevant ist das insbesondere für Felder einer Klasse. Was wir im vorherigen Kapitel zu unnötigen Kommentaren gesagt haben, bekommt hier noch eine andere Begründung.

Die Kommentare zwischen den Feld-Definitionen reißen diese optisch auseinander. Das Ergebnis ist, dass sie nicht mehr als ein „Absatz“ aufgefasst werden, sondern als eigenständige Konzepte – was selten gewünscht sein dürfte.

7.3.5 Reihenfolgen

Auch bei der Reihenfolge orientieren wir uns an der Zeitungsmetapher:

Der allgemeine Teil sollte oben stehen, dann der speziellere Teil danach folgen. Auf Methoden bezogen bedeutet das:

Regel 7-2: Abstraktere Methoden stehen vor spezielleren Methoden. (Lesb)

Die Abstraktesten Methoden sind dabei natürlich die öffentlichen Methoden.

Regel 7-3: Abhängige Methoden sollten dicht zusammen stehen, dabei der Aufrufer (der abstraktere) über dem Aufgerufenen. (Lesb)

Schwierig wird das, wenn mehrere abstraktere Methoden sich spezielle Methoden teilen. Dann sollte die speziellere Methode unter beiden abstrakteren Methoden stehen.

Regel 7-4: Konzeptionell zusammengehörige Methoden sollten dicht beieinander stehen. (Lesb)

Besitzt unsere Klasse die Methode `add()`, `insert()` und `addFirst()`, so sollten diese drei Methoden auch dicht beieinander definiert werden. Ein Sonderfall sind dabei die Getter/Setter-Methoden, die alle zusammengehören und als Cluster an das Ende der Klasse geschrieben werden sollten

Eine letzte Regel lässt sich nicht auf die Zeitungsmetapher zurückführen, sondern eher auf ein Theaterstück:

Regel 7-5: Felder sollten vor Methoden definiert werden, Konstanten vor Feldern. (Lesb)

Fügen wir all diese Regeln zusammen, so haben wir ein Raster für den Aufbau unserer Klasse:

- Konstanten
- Felder
- Die zu Clustern zusammengefassten Schnittstellen-Methoden
- Die nicht öffentlichen Methoden in der Reihenfolge ihres Gebrauchs
- Getter/Setter

7.3.6 Die Rubrik

Um unsere Metapher noch ein wenig weiter zu treiben: Nachrichtenartikel sind in der Regel nach Rubriken sortiert. Diese Aufgabe übernehmen bei uns die Pakete (oder Namensräume, oder Komponenten).

Wichtig dabei ist, dass natürlich auch die Rubrik einen vernünftigen Namen bekommt.

7.4 Weitere Formatierungsregeln

Nachdem wir oben die wichtigsten Regeln bereits definiert haben, wenden wir uns im Folgenden noch einigen weiteren Gesichtspunkten zu.

7.4.1 Breite und Höhe

Es gibt viele Meinungen und Thesen zur richtigen Länge einer Klasse und zur maximalen Breite ihrer Zeilen.

Statt uns in den Kampf einzumischen, bleiben wir lieber bei einigen Grundsätzen:

Da unsere Methoden kurz und unsere Klasse konzeptionell kurz sind, werden unsere Klassen i.d.R. nicht in eine Größenordnung kommen, bei der wir anfangen müssen, uns Gedanken zu machen. Wer trotzdem Zahlen möchte: das extremste Erlebnis des Autors war eine Klasse mit 12.000 Zeilen Code – extrem schlechter Code noch dazu: Dass das zu lang ist, sollte jedem klar sein.

In der Praxis hat sich ein Wert von 100-200 Zeilen als sinnvolle größere herausgestellt, wobei einige Klassen sicher noch ein ganzes Stück größer werden. 500 Zeilen sollten aber nur in Ausnahmefällen überschritten werden.

Was die Breite angeht: der alte Grundsatz mit der Bildschirmbreite hat auch heutzutage noch seine Berechtigung. Damit ist aber der alte Wert gemeint, also 80 Zeichen.

Ein Vorteil dieser Größenordnung ist, dass man den Code noch vernünftig ausdrucken kann, wenn es denn notwendig wird. Viel nützlicher ist aber die Tatsache, dass man damit zwei Dateien auf einem größeren Monitor bequem nebeneinander darstellen kann. Das erleichtert zum einen die Arbeit mit der Sourcecode-Verwaltung (Vergleiche zwischen Versionen), zum anderen aber auch das Nachverfolgen von Ausführungspfaden, die über mehr als eine Klasse gehen.

Die 80 Zeichen sind dabei keine harte Regel, sondern eine Richtschnur, die durchaus auch überschritten werden kann.

7.4.2 Einrückungen

Das Einrückungen Code deutlich lesbarer machen, sollte keine Überraschung mehr sein. Interessanterweise kann man viel Zeit damit verbringen, sich darüber zu streiten, wie groß diese sein sollten und ob Leerzeichen oder Tabulatoren verwendet werden sollten.

Eigentlich sind diese beiden Fragen ziemlich müßig, wichtig ist nur, **dass** man einer Konvention folgt.

7.4.3 Ausnahmen

Jede Regel sollte Ausnahmen zulassen. Die Gefahr bei Ausnahmen ist aber, dass Code-Formatter, sollten sie denn eingesetzt werden, diese in der Regel nicht kennen und prompt wieder zurückformatieren.

Eine Ausnahme, die sich aus Sicht des Autors bewährt hat und auch von den meisten Formattern unterstützt wird ist folgende:

Ist die Handlung einer if/else Anweisung ein Exit-Punkt der Methode oder des Blockes, so kann diese in die gleiche Zeile geschrieben werden:

```
if (a > maxSize) return;  
  
if (left == right) return 0;  
else return -1;  
  
if (number % j == 0) break;
```

7.5 Team Rules!

Wer ein wenig im Internet herumstöbert, wird ziemlich bald auf harte Fronten und schwere Grabenkriege zwischen Verfechtern unterschiedlicher Ansichten über Formatierungen stoßen.

Ganze Meetings sind schon an der Frage zerbrochen, ob nach der öffnenden Klammer einer Funktion ein Leerzeichen stehen soll, oder nicht.

Noch dramatischer sind die unterschiedlichen Ansichten über die Position der öffnenden geschweiften Klammern.²

Anstatt hier zu sehr ins Detail zu gehen und einen Style-Guide zu entwerfen, wollen wir direkt den einzigen wahren Formatierungsstil definieren:

Regel 7-5: Der einzige wahre Formatierungsstil ist der, den das Team festgelegt hat. (Lesb, Vers, Wart)

Das bedeutet: Existieren keine Richtlinien, so ist es die Aufgabe des Teams, diese festzulegen und in Regeln für die IDE zu gießen. Das kann schon innerhalb von einer Viertelstunde passiert sein (also das Einigen – nicht das in die IDE einbringen).

² Stil-Name wie 1TBS für „The One True Brace Style“ (der einzige wahre Klammer Stil) deuten schon darauf hin, dass die Diskussion teilweise quasi-religiöse Formen angenommen hat – wobei die Bezeichnung 1TBS eher mit einem Augenzwinkern und als Kritik an der Diskussion an sich zu sehen ist.

Der geneigte Leser mag unter http://en.wikipedia.org/wiki/Indent_style einen Überblick bekommen

7.6 Zusammenfassung

In diesem Kapitel haben wir Grundsätze für die Formatierung von Sourcecode festgelegt. Wir haben eine Klasse mit einem Zeitungsartikel verglichen und daraus die wichtigsten Merkmale einer guten Struktur heraus gearbeitet.

Zum Schluss haben wir uns mit der Frage nach der Wichtigkeit einiger gängiger Regeln beschäftigt.

Noch einmal:

Regel 7-6: *Wichtig ist nicht, welche Formatierungsregeln im Einzelnen verwendet werden, sondern dass diese Regeln existieren und von allen genutzt werden. (Lesb, Vers, Wart)*

8

Metriken

8.1	Einleitung.....	8-3
8.1.1	Code Entropy.....	8-3
8.1.2	Die Zeitachse.....	8-3
8.2	Basis Metriken	8-4
8.2.1	Cyclomatic Complexity (CC)	8-4
8.2.2	Lines of Code (LOC)	8-5
8.2.3	Non Commenting Source Statements (NCSS)	8-6
8.3	Objektorientierte Metriken	8-7
8.3.1	Weighted Methods per Class (WMC).....	8-7
8.3.2	Depth of Inheritance Tree (DIT)	8-7
8.3.3	Number of Children (NOC)	8-7
8.3.4	Coupling between Object Classes (CBO)	8-7
8.3.5	Response for a Class (RFC).....	8-8
8.3.6	Lack of Cohesion in Methods (LCOM)	8-8
8.3.7	Bewertung.....	8-9
8.4	Statische Analyse Tools (Bug Finder)	8-10
8.5	Laufzeit Metriken	8-11
8.5.1	Testabdeckung	8-11
8.5.2	Buillddauer.....	8-11

8.6	Zusammenfassung	8-12
-----	-----------------------	------

8 Metriken

8.1 Einleitung

In diesem Kapitel beschäftigen wir uns mit einigen Metriken, um die Qualität unsere Software zu messen. Metriken sind gleichzeitig ein Fluch und ein Segen.

Korrekt angewendet können uns Metriken frühzeitig vor auftretenden Problemen warnen und uns die Möglichkeit geben, zu reagieren, bevor der Code zu weit degeneriert.

Uninterpretiertes Auswerten der Metriken führt dagegen zum „Coding against Metrics“-Phänomen, bei dem nicht mehr das Ziel des saubersten Codes, sondern der saubersten Metriken an oberster Stelle steht.

8.1.1 Code Entropy

Es ist ein Fakt, dass Code mit der Zeit degeneriert. So klar die ursprüngliche Architektur und das Design auch sein mögen, kleinere Änderungen an Anforderungen und nachträgliche Korrekturen führen dazu, dass der Code aus Sicht der intrinsischen Qualitätsmerkmale immer schlechter wird.

Dieses Entfernen von der Ideallinie bezeichnen wir als Code Entropy.

8.1.2 Die Zeitachse

Metriken stehen nie für sich alleine. Tatsächlich bekommen Sie erst dann eine wirkliche Aussagekraft, wenn man sie über einen Zeitraum betrachtet. Das bedeutet, die Ergebnisse müssen in ein Diagramm eingetragen werden, und zwar idealerweise in regelmäßigen Abständen (jede Nacht) und automatisiert.

Ergibt sich in so einem Diagramm eine Kurve, die immer weiter steigt, so können wir daran erkennen, dass unsere Qualität langsam degeneriert - dann wird es Zeit, durch gezielte, Qualitätsfördernde Maßnahmen gegen das Problem vorzugehen, z.B. durch eine Refactoring-Runde.

8.2 Basis Metriken

Zunächst wenden wir uns einigen Metriken zu, die sich nicht gezielt auf Objektorientierte Programme beziehen, sondern auch in der prozeduralen Programmierung Sinn machen (können).

8.2.1 Cyclomatic Complexity (CC)

Die Cyclomatic Complexity (zyklomatische Zahl nach McCabe) beschreibt, wie komplex eine Routine ist. Grob gesagt zählt sie, wie viele unabhängige Pfade es durch die Routine gibt.

Man bestimmt die CC für eine Methode in der Praxis, indem man von 1 ausgeht und dann für jeden Entscheidungspunkt die Zahl um eins erhöht.

Entscheidungspunkte sind dabei Verzweigungen (if), Schleifen (for und while) und Pfade in Entscheidungstabellen (switch). In einer switch Anweisung erhöht also jeder case-Pfad den CC um eins, was dazu führt, dass Methoden, die dieses Konstrukt verwenden, in der Regel recht hohe CCs besitzen.

Beispiel:

```
public void countCC() {
    if ( c1() )
        f1();
    else
        f2();

    if ( c2() )
        f3();
    else
        f4();
}
```

Diese Methode besitzt einen CC von 3 (1 + jeweils 1 für die beiden if-Abfragen).

Diese Zählweise gilt allerdings nur für Methoden mit genau einem Eingangs- und einem Ausgangspunkt. Existiert mehr als ein Ausgangspunkt, so wird folgende Formel angewandt:

$$CC = \pi - s + 2$$

Wobei π die Anzahl der Entscheidungspunkte und s die Anzahl der Ausgangspunkte ist.

```
public int countCC2(int x, int y) {  
    if (x == y) return 0;  
    int z = 0;  
    while (x > y) {  
        z++;  
        x -= y;  
    }  
    if (x == 0) throw new IllegalStateException();  
    return z;  
}
```

Der Code hat drei Entscheidungs- und zwei Exit-Punkte, dementsprechend ist der CC dieser Methode $3 - 2 + 2 = \underline{3}$.

Der Erweiterte CC (CC') geht noch einen Schritt weiter in dem er auch das Vorhandensein der Short-Circuit-Operatoren `||` und `&&` als Entscheidungspunkte wertet.

Der CC ist eine relative nützliche Metrik. Zunächst gibt er uns eine Aussage darüber, wie viele Testfälle mindestens nötig sind, um die Methode abdecken zu können. Weiterhin gibt er uns einen guten Überblick über den Zustand unseres Codes an sich, allerdings nur, wenn man ihn auch sinnvoll verwendet.

Eine sinnvolle Anwendung, die Praxis-relevante Ergebnisse liefert, ist den gemittelten CC über die 10 längsten Methoden im Code zu liefern – bzw. einfach die 10 höchsten CCs zu mitteln.

Gängige Konventionen sind, dass der CC in der Regel unter 10, in Ausnahmefällen auch bis 20 gehen darf.

Halten wir uns an den in dieser Unterlage propagierten Code-Stil, wird der CC allerdings deutlich niedriger, in höchstens 7 Codezeilen wird es ziemlich schwierig einen CC über 5 unterzubringen.

Trotzdem sollte der CC natürlich im Auge behalten werden. Sinnvolle Maßnahmen, die man ergreifen kann, wenn der CC zu hoch wird, sind natürlich das Zerlegen der Methode in Einzelmethoden.

8.2.2 Lines of Code (LOC)

Eine gefährliche Metrik ist Lines of Code. Grundsätzlich bedeutet es, alle Zeilen zu zählen und aufzuaddieren. Das Ergebnis ist ein Wert für eine Klasse, eine Paket oder ein komplettes Projekt. Je nach tatsächlicher Zählweise werden Leerzeilen dabei entweder voll, teilweise oder gar nicht gezählt.

Die Aussagekraft von LOC ist leider sehr gering, da insbesondere auch Kommentare mitgezählt werden. Es dient eigentlich nur dazu, im Auge

zu behalten, wie schnell oder wie stark der Code wächst – und dient als interner Meilenstein („wir haben die 100.000 Zeilen geknackt!“)

Nützlich kann LOC auch sein, sehr grob Projekte mit einander zu vergleichen (ein LOC 10.000 ist sicher deutlich einfacher als ein LOC 100.000), wobei die Werte sich schon um Größenordnungen unterscheiden müssen, damit der Vergleich etwas bringt.

Der einzige nennenswerte Vorteil, den LOC bringt, ist, dass er extrem einfach zu bestimmen und zu verstehen ist.

Der Nachteil und die große Gefahr bestehen dabei darin, dass das Management ggf. auf die Idee kommen könnte, diese Metrik zur Bewertung von Leistungen zu nutzen.

8.2.3 Non Commenting Source Statements (NCSS)

Eine etwas bessere Alternative zu LOC sind die Non Commenting Source Statements, eine Metrik die nur die tatsächlichen Anweisungen zählt, also keine Leerzeilen oder Kommentare. Dabei wird der Zähler für jedes Statement einfach um eins erhöht. Unter Java wären das beispielsweise folgende Code-Elemente:

	Beispiel	Kommentar
Paket Deklaration	package java.lang;	
Import declaration	import java.awt.*;	
Class declaration	- public class Foo { - public class Foo extends Bla {	
Interface declaration	public interface Able {	
Field declaration	- int a; - int a, b, c = 5, d = 6;	
Method declaration	- public void cry(); - public void gib() throws Dea- dException {	
Constructor declaration	public Foo() {	
Constructor invocation	- this(); - super();	
Statement	- i = 0; - if (ok) - if (exit) { - if (3 == 4); - if (4 == 4) { ; } - } else {	expression, if, else, while, do, for, switch, break, con- tinue, return, throw, synchronized, catch, finally
Label	fine :	normal, case, de- fault

NCSS liefert als Metrik schon relative brauchbare Ergebnisse. Hat eine Methode einen doppelt so hohen NCSS wie eine andere, so ist sie in der Regel auch gefühlt doppelt so komplex.

In der Praxis verwenden wir den NCSS genau wie schon den CC gewichtet, dass heißt bspw. den Durchschnitt der 10 Klassen mit den höchsten NCSS-Werten.

8.3 Objektorientierte Metriken

Objektorientierte Metriken sind, wie der Name schon vermuten lässt, Metriken über Objektorientierte Konzepte, Vererbung, Felder etc. Sie bieten uns in der Regel eine relativ gute Einschätzung über die intrinsische Qualität unseres Codes.

8.3.1 Weighted Methods per Class (WMC)

Die gewichteten Methoden pro Klasse sind eine Aufsummierung der Komplexitäten aller Methoden einer Klasse. Als Komplexität nehmen wir der Einfachheit halber die Zyklotomatische Zahl, obwohl hier auch andere Kenngrößen denkbar wären.

WMC bietet uns Rückschlüsse über die Wartbarkeit einer Klasse, denn sowohl mit vielen kleinen Methoden als auch mit wenigen großen Methoden steigt der WMC spürbar an.

Sinnvolle Betrachtungen für die Zeitachse sind die Durchschnittswerte über alle Klassen.

8.3.2 Depth of Inheritance Tree (DIT)

Die Tiefe des Vererbungsbaumes gibt an, aus wie viele Vorfahren eine Klasse hat. In Java ist das immer mindestens 1 (`java.lang.Object`), unter C++ kann es auch 0 sein.

Der DIT liefert eine Aussage über die Komplexität einer Klasse und damit auch über deren Wiederverwendbarkeit. Je mehr Oberklassen eine Klasse hat, desto mehr Methoden erbt sie. Damit wird sie zugleich auch spezieller weniger Wiederverwendbar.

Gute Werte liegen zwischen 1 und 3.

8.3.3 Number of Children (NOC)

Die Anzahl der Kinder eines Objektes ist die Anzahl der direkten und indirekten Unterklassen dieser Klasse.

Diese Metrik ist ein direktes Maß für die Wichtigkeit der Klasse.

8.3.4 Coupling between Object Classes (CBO)

Der CBO-Wert einer Klasse gibt an, mit wie vielen anderen Klassen diese Klasse gekoppelt ist. Kopplung heißt in diesem Fall, die Klasse greift auf Methoden oder Instanzvariablen der anderen Klasse zu.

Der CBO wirkt sich direkt auf den Wiederverwendbarkeitswert einer Klasse aus. Je höher er liegt, desto mehr zusätzliche Abhängigkeiten bringt diese Klasse mit ein.

8.3.5 Response for a Class (RFC)

RFC gibt an, wie viele Methoden von einer Klasse aus erreicht werden können. Er setzt sich zusammen aus der Anzahl der Methoden der Klasse, plus aller Methoden, die diese Methoden aufrufen usw., also im Endeffekt alle transitiven Methodenaufrufe, die von dieser Klasse ausgehen können.

Diese Metrik macht eine direkte Aussage über die Komplexität der Klasse.

8.3.6 Lack of Cohesion in Methods (LCOM)

Eine sehr nützliche Metrik ist LCOM. Sie überprüft die Kohäsion der Methoden einer Klasse anhand der gemeinsamen Nutzung von Feldern. Dazu wird von jeder Methode jedes Feld bestimmt, auf das die Methode zugreift. Danach werden Paare über alle vorhandenen Methoden gebildet.

Die Anzahl der Methodenpaare, die keine Gemeinsamkeit haben wird von der Anzahl der Paare, die eine haben, abgezogen, wobei negative Werte als 0 gezählt werden.

Betrachten wir dazu ein Beispiel:

```
public class LCOM {  
    private int a;  
    private int b;  
    private int c;  
  
    public void calc1() {  
        c = a + 1;  
    }  
  
    public void calc2() {  
        c = b + 5;  
    }  
  
    public void calc3() {  
        a = 5;  
    }  
  
    public int getA() {  
        return a;  
    }  
  
    public int getB() {  
        return b;  
    }  
  
    public int getC() {  
        return c;  
    }  
}
```

Um den LCOM zu berechnen, erstellen wir jetzt eine Matrix mit den Methoden in Zeilen und Spalten:

	calc2	calc3	getA	getB	getC
calc1	+	+	+	-	+
calc2		-	-	+	+
calc3			+	-	-
getA				-	-
getB					-

Jedes + gibt dabei Methoden an, die gemeinsame Felder nutzen, jedes – disjunkte Methoden. Der LCOM dieser Methode liegt also bei $8 - 7 = 1$.

Wird der LCOM zu hoch, sollte man darüber nachdenken, die Klasse aufzusplitten.

8.3.7 Bewertung

Objektorientierte Metriken sind ein gutes Mittel, um einen Überblick über die Qualität des Codes zu bekommen.

Grundsätzlich interessieren uns bei diesen Metriken eher die Tendenzen, also wie sich der Code im Laufe der Zeit entwickelt hat. Es kann aber auch sinnvoll sein, einige (eher großzügig bemessene) Grenzen zu definieren, die eine Klasse als ungenügend deklarieren können.

Diese Grenzen sollten ggf. von Projekt zu Projekt variiert werden können.

Ein Vorschlag für derartige Grenzen ist es, sich nicht auf eine Metrik abzustützen, sondern eine Reihe von Grenzwerten zu definieren und das Überschreiten von zwei (oder mehr) dieser Grenzen als Verstoß zu werten.

Ein Beispiel:¹

(Eine weitere Metrik wird hier verwendet: Number of Methods (NOM))

- WMC > 100
- CBO > 5
- RFC > 100
- NOM > 40
- RFC > 5 x NOM

¹ Vgl. Linda Rosenberg, Ruth Stakpo and Al Gallo, Applying object-oriented metrics, November 1999, <http://www.software.org/metrics99/rosenberg.ppt>

Wir könnten die Anzahl der Verstöße gegen den obigen Regelsatz auch wieder als Metrik betrachten (*Violations of Metrics Limits* – VML). Damit wissen wir in einem Refactoring-Zyklus genau, welche Klassen wir als erstes angehen sollten.

8.4 Statische Analyse Tools (Bug Finder)

Eine weitere Metrik, die wir in unseren Projekten einsetzen sollten, ist die Anzahl von Regelverstößen (*Number of Rule Violations* – NRV). Um sie zu bestimmen, gibt es eine Reihe von statischen Code-Analyse Tools, die den Code gegen eine Anzahl von Regeln prüfen - angefangen von Formatierungen und Dokumentation, über gefährliche Konstrukte (if (b = a)) bis hin zu unzweckmäßiger Verwendung von Bibliotheken.

Beispiele für Tools sind *FindBugs*, *PMD*, *Checkstyle* und *Cppcheck*.

8.5 Laufzeit Metriken

Die bisher vorgestellten Metriken sind alle durch statische Analyse bestimmbar, d.h. das Programm muss nicht laufen, sondern lediglich der Sourcecode wird zur Erstellung herangezogen.

Im Folgenden wollen wir einige Metriken betrachten, die erst zur Laufzeit bestimmt werden können.

8.5.1 Testabdeckung

Die Testabdeckung gibt an, die wie viel Code durch unsere Tests tatsächlich durchlaufen wurde, also wie gut unser Code getestet wurde. Die Ergebnisse werden von Paket auf Klassen bis zur Methoden Ebenen aufgeschlüsselt.

Man unterscheidet hier zwischen Pfad- und Zeilenabdeckung.

Testabdeckungs-Metriken liefern uns ein Gefühl dafür, wie gut und umfangreich unser Code getestet wird. Während eine hohe Testabdeckung noch kein Garant für Fehlerfreiheit sein kann, ist eine niedrige Abdeckung ein Zeichen für Fehleranfälligkeit.

Eine sinnvolle Größenordnung ist 80%.

8.5.2 Builddauer

Eine weitere Metrik, die frühzeitig auf Probleme aufmerksam machen kann, ist die Builddauer. Naturgemäß wird diese im Laufe der Zeit immer weiter steigen, da regelmäßig Klassen und Tests dazu kommen.

Auch die Berechnung anderer Metriken kostet natürlich Zeit, die im besten Fall proportional, häufig aber überproportional zur Größe des Projektes ist.

Um diese Problem in den Griff zu bekommen, wird der Build-Prozess geteilt, in einen Basis-Buildprozess, den die Entwickler und der automatische Build nutzen, und einen erweiterten Build, der alle Tests und Metriken vollständig abarbeitet, aber dafür nur nachts läuft.

8.6 Zusammenfassung

Wir haben in diesem Kapitel eine sinnvolle Metriken kennengelernt, mit der wir eine Einschätzung über die Qualität unseres Codes bekommen können.

Der Nachteil dieser Metriken ist, dass sie den Buildprozess verlangsam, deshalb sollten sie auch nur mit Bedacht eingesetzt werden. Grundsätzlich gilt, dass Metriken nicht nur der bunten Grafiken wegen eingesetzt werden dürfen, sondern immer auch verstanden und ausgewertet werden müssen.

Regel 8-1: Eingesetzte Metriken müssen verstanden sein und regelmäßig ausgewertet werden.

9

Nebenläufigkeit

9.1	Einleitung.....	9-3
9.1.1	Warum brauchen wir Nebenläufigkeit?	9-3
9.1.2	Mythen und Missverständnisse.....	9-4
9.1.3	Wahrheiten	9-5
9.1.4	Die Herausforderung.....	9-5
9.2	Nebenläufige Prinzipien.....	9-7
9.2.1	Nebenläufig oder nicht.....	9-7
9.2.2	Atomare Zugriffe	9-7
9.2.3	Das Single-Responsiblity-Principle	9-8
9.2.4	Begrenzte Schreibzugriffe.....	9-8
9.2.5	Daten-Kopien.....	9-8
9.2.6	Unabhängige Threads	9-9
9.3	Begriffe	9-10
9.4	Ablaufmodelle.....	9-11
9.4.1	Producer-Consumer.....	9-11
9.4.2	Reader-Writer	9-11
9.4.3	Dining Philosophers	9-12
9.5	Bibliotheken.....	9-13
9.6	Tests.....	9-13

9.6.1	Monte Carlo	9-13
9.6.2	Unerwartete Situationen sind potentielle Threading-Probleme	9-13
9.6.3	Threading und nicht-Threading Tests trennen	9-13
9.6.4	Variable Threadpools.....	9-13
9.7	Zusammenfassung	9-14

9 Nebenläufigkeit

9.1 Einleitung

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Grundzügen der nebenläufigen Programmierung. Dabei ist unser Ziel nicht die Programmierung in einer bestimmten Sprache, sondern die grundsätzlichen Konzepte, die nebenläufige Programmierung ausmachen.

9.1.1 Warum brauchen wir Nebenläufigkeit?

Nebenläufigkeit bedeutet, dass mehrere Routine quasi-gleichzeitig, weitestgehend voneinander getrennt, ablaufen. Welche Vorteile hat das für uns?

- **Verbesserung von Struktur und Design**

Hängen die einzelnen Aufgaben nicht wirklich zusammen, so können sie vollständig voneinander getrennt werden. Jede Aufgabe verhält sich damit, als würde sie vollständig für sich alleine ausgeführt werden.

Ein Spezialfall dieser Begründung sind Server-Anwendungen, die eine Anzahl an Nutzern gleichzeitig bedienen, ohne dass sich die einzelnen Nutzer in die Quere kommen.

- **Nutzen von Wartezeiten**

Ein Programm, das in irgendeiner Form I/O betreibt, verbringt einen Großteil seiner Laufzeit in einem wartenden Zustand. In einer Single-Thread-Applikation ist diese Zeit verloren. In einer Nebenläufigen Anwendung kann stattdessen während der Wartezeit ein anderer Thread weiterarbeiten. Das kann einen immensen Performancegewinn bedeuten.

- **Ausnutzung der Hardware**

Bis vor wenigen Jahren bedeutete Weiterentwicklung der Hardware hauptsächlich eine vertikale Skalierung, das heißt die Transistoren wurden immer kleiner, ihre Dichte immer höher, und damit Prozessoren immer schneller.¹

Seit einigen Jahren ist allerdings eine Richtungsänderung zu erkennen. Statt immer mehr Transistoren in einem Prozessor unterzubrin-

¹ Moore's Law, der Versuch, die Weiterentwicklung der Leistungsfähigkeit von Prozessoren vorauszusagen, besagt, dass sich die Anzahl der Transistoren alle zwei Jahre ungefähr verdoppelt. Seit seiner Formulierung (1965!) hat sich die Vorhersage bewahrheitet.

gen, bestehen die Prozessoren aus einzelnen Kernen (vier Kerne sind für neue Standard-PCs schon nicht ungewöhnlich), die in der Lage sind, Code echt nebenläufig auszuführen.

Das hat einen fundamentalen Einfluss auf unsere Programme. Sind diese nämlich nicht auf Nebenläufigkeit ausgelegt, so nutzen sie auch nur einen einzigen Prozessorkern!

- **Nutzerfeedback**

Wenn ein Nutzer in einer Oberfläche eine Aktion initiiert, dann erwartet er auch zeitnah eine Reaktion. Dauert die Aktion aber länger, so sollte der Nutzer zumindest darüber informiert werden, dass das System beschäftigt ist (durch die Sanduhr als Mauszeiger oder einen Fortschrittsbalken). Diese Benachrichtigung wir in einem separaten Thread stattfinden.

9.1.2 Mythen und Missverständnisse

Es existieren einige Mythen und Missverständnisse zur Nebenläufigkeit, die immer wieder auftauchen:

- *Nebenläufigkeit verbessert grundsätzlich die Performance*

Natürlich kann Nebenläufigkeit die Performance verbessern, damit beschäftigen sich ja auch 2 von 4 Begründungen in der Einleitung. Aber zum Einen gibt es ja noch die anderen beiden Begründungen, zum Anderen muss das Problem auch aufteilbar sein. Selbst dann bedeutet Nebenläufigkeit immer auch zusätzlichen Verwaltungsaufwand, so dass im schlimmsten Fall eine Verlangsamung eintritt.

- *Das Design ändert sich nicht durch die Nebenläufigkeit*

Tatsächlich ist das Design oftmals sehr unterschiedlich im Vergleich zu einer Single-Threaded Applikation – aber nicht notwendigerweise komplizierter.

- *Durch den Einsatz eines Frameworks erspart man sich das Auseinandersetzen mit Nebenläufigen Prinzipien*

Leider ein Mythos, der sich hartnäckig hält. Was uns das Framework abnimmt, ist das Arbeiten in der Schlammzone, das Erstellen von Threads etc. Trotzdem sind wir dafür verantwortlich, dass unsere Klassen auch miteinander zurechtkommen.

9.1.3 Wahrheiten

Im Gegensatz dazu folgen nun ein paar Wahrheiten:

- *Nebenläufigkeit bedeutet immer zusätzlichen Aufwand*
Sowohl in der Leistung, durch zusätzliche Verwaltung, als auch in der Programmierung
- *Korrekte Nebenläufigkeit ist komplex*
Und zwar auch, wenn es das eigentliche Problem nicht ist.
- *Nebenläufige Bugs sind nicht oder nur kaum reproduzierbar*
Mit dem Ergebnis, dass sie häufig als Kuriositäten („Sonnenflecken“) abgetan und ignoriert werden.
- *Nebenläufigkeit erfordert häufig eine fundamentale Änderung der Design Strategie.*

9.1.4 Die Herausforderung

Betrachten wir folgendes, kleines Programm:

```
public class Raiser {  
    private int lastValue;  
  
    public int getNextValue() {  
        return ++lastValue;  
    }  
}
```

Wir erzeugen eine Instanz dieser Klasse mit dem Anfangswert 0 und lassen sie zeitgleich von zwei Threads jeweils einmal benutzen. Zum Schluss haben wir drei Mögliche Ergebnisse:

- Thread 1 bekommt den Wert 1, Thread 2 den Wert 2, lastValue hat den Wert 2
- Thread 1 bekommt den Wert 2, Thread 2 den Wert 1, lastValue hat den Wert 2
- Thread 1 bekommt den Wert 1, Thread 2 den Wert 1, lastValue hat den Wert 1

Die beiden ersten Ergebnisse sind natürlich die, die wir erwartet haben, aber das dritte Ergebnis ist ungewöhnlich – bzw. sogar gefährlich, wenn in unserem Programm jeder Thread eine eindeutige ID haben muss!

Wo liegt hier das Problem? Natürlich im Ausdruck `++lastValue`. Ausgeschrieben (und mit einer temporären Variable besser lesbar gemacht) steht dort:

```
public int getNextValue() {  
    int temp = lastValue;  
    lastValue = temp + 1;  
    return lastValue;  
}
```

Was kann hier nun schiefgehen? Betrachten wir die beiden Threads mit einander verschränkt. Beide besitzen eine voneinander unabhängige Variable `temp`:

```
lastValue: 0  
  
int temp_1 = lastValue; -> temp_1: 0;  
Threadwechsel  
int temp_2 = lastValue; -> temp_2: 0;  
lastValue = temp_2 + 1 -> lastValue: 0 + 1 = 1  
return lastValue -> Rückgabe: 1 (für Thread 2)  
Threadwechsel  
lastValue = temp_1 + 1 -> lastValue: 0 + 1 = 1  
return lastValue -> Rückgabe: 1 (für Thread 1)
```

Das Problem ist, dass der Threadwechsel zwischen dem Auslesen und dem Zurückschreiben von `lastValue` passieren kann.

Dieses Problem nennen wir *Read-Write-Problem*. Ein Wert wird ausgelernt und abhängig von dem gelesenen Wert wird ein anderer (oder derselbe) gesetzt. Es kann nur dadurch gelöst werden, dass verhindert wird, dass während des Read-Write Vorganges ein anderer Thread den selben Code auf der selben Instanz ausführt – mit anderen Worten, der Read-Write-Zugriff muss *atomar* erfolgen.

9.2 Nebenläufige Prinzipien

Wir beginnen mit einigen Prinzipien, die für nebenläufige Programmierung gelten:

9.2.1 Nebenläufig oder nicht

Wenn wir eine Klasse schreiben, sollten wir uns von vorne herein Gedanken darüber machen, wie sie sich in einem nebenläufigen Szenario verhält. Diese Gedanken müssen dokumentiert werden!

Einige Grundsätze:

Unveränderliche Objekte sind Thread-Sicher. Ein Objekt ist dann unveränderlich, wenn es keine Möglichkeit mehr gibt, nach seiner Erstellung seinen Zustand zu verändern (und idealerweise sind alle Attribute als *final* deklariert, wenn die Sprache ein derartiges Konstrukt kennt).

Ist unsere Klasse veränderbar, so müssen wir uns entscheiden: Wie wahrscheinlich ist es, dass eine Instanz dieses Objektes zwischen Threads ausgetauscht wird? Ist das eine realistische Situation, so müssen wir dafür sorgen, dass das Objekt Thread-sicher wird. Kommt die Situation nicht in Frage, so können wir die Klasse Thread-unsicher lassen, müssen das aber deutlich dokumentieren.

Regel 9-1: In jeder Klasse muss beschrieben sein, ob diese Thread-sicher ist oder nicht. Unveränderliche Objekte sind immer Thread-sicher. (Lesb, Vers)

9.2.2 Atomare Zugriffe

Um unseren Code Thread-sicher zu machen, müssen wir also bestimmte Bereiche nur atomar ausführbar machen lassen. Wie wir das bewerkstelligen, ist von Sprache zu Sprache äußerst unterschiedlich, deshalb verweisen wir auf die jeweilige Dokumentation der Sprache. In Java (und damit in den Beispielen in diesem Kapitel) wird ein Block durch das Schlüsselwort synchronized atomar zusammengefasst.

Es gibt zwei Situationen, in denen wir synchronisieren müssen:

9.2.2.1 Read-Write-Zugriffe

Das Beispiel hatten wir ja bereits weiter oben. Ist ein Schreibzugriff von einem vorherigen Lesezugriff abhängig, so sind beide Zugriff atomar zusammenzufassen.

9.2.2.2 Dependent-Writes

Wird mehr als ein Feld geschrieben und stehen beide Felder untereinander in Abhängigkeit (zum Beispiel durch eine Invariante), so müssen alle gemeinsam, also atomar, gesetzt werden.

Als Beispiel betrachten wir eine triviale Listenimplementierung. Die Daten werden in einem Array fester Größe gehalten, ein int-Wert `size` gibt an, wie weit das Array tatsächlich gefüllt ist. `size` und das Array stehen in einer Beziehung zueinander, das heißt, sie müssen beide gleichzeitig gesetzt werden.

Ein häufig ignorierter Sonderfall sind 64bit Werte (`long`, `double`). Je nach Prozessor und Betriebssystem kann es durchaus sein, dass das Setzen eines 64bit Wertes tatsächlich als zwei Operationen (`low` und `high`) ausgeführt wird.

Regel 9-2: *Read-Write-Zugriffe und Dependent-Writes müssen automatisch ausgeführt werden.*

Regel 9-3: Felder die einmal geschützt werden, müssen immer geschützt werden.

Das heißt, auch die Lesezugriffe müssen geschützt werden!

9.2.3 Das Single-Responsibility-Principle

Dieses Prinzip haben wir ja schon ausführlich behandelt. Es besagt, dass es nur einen Grund geben darf, um eine Klasse oder Methode zu ändern.

Nebenläufigkeit ist eindeutig einer dieser Gründe. Das bedeutet für uns:

Regel 9-4: Code, der sich mit Nebenläufigkeit beschäftigt, sollte von anderem Code getrennt gehalten werden. (Lesb, Vers)

Insbesondere ist unser Nebenläufigkeitscode ja technischer Code, und den wollen wir ja sowieso von unserem fachlichen Code trennen.

9.2.4 Begrenzte Schreibzugriffe

Regel 9-5: Müssen wir den Zugriff auf ein oder mehr Felder schützen, so sollte der Zugriff auf diese Felder an so wenigen Stellen wie möglich erfolgen.

Je häufiger wir auf die Felder zugreifen, desto größer ist die Chance, dass wir die Synchronisation vergessen.

9.2.5 Daten-Kopien

Oftmals ist der einfachste Weg, mit geteilten Daten umzugehen, sie gar nicht erst zu teilen. Anstatt ein gemeinsames Objekt zu verteilen, bekommt jeder Thread seine eigene Kopie, die dann ggf. zum Ende der Threads wieder vereint werden müssen.

Das ist auch das Konzept funktionaler Programmierung. Datenstrukturen werden nicht verändert. Wird einer Liste ein Element hinzugefügt, wird stattdessen eine neue Liste mit den Elementen der alten plus dem neuen Element erzeugt.

9.2.6 Unabhängige Threads

Threads sollten so unabhängig wie möglich sein. Eine Möglichkeit das zu erreichen, ist den Objekten, die mehrfach genutzt werden, überhaupt keinen Zustand zu geben. Stattdessen werden alle Informationen als Parameter übergeben (was natürlich eine genaue Umkehr unserer Definition von guten Methoden ist).

Damit sind alle Variablen nur lokal, und somit auch nur im aktuellen Thread überhaupt nutzbar.

Diese Form ist für Server-Anwendungen (z.B. Webserver) sehr gut geeignet.

9.3 Begriffe

Für den weiteren Ablauf sollten wir einige Begriffe definieren:

- **Gebundene Ressourcen** sind Ressourcen, die nur in begrenzter Anzahl vorhanden sind und zwischen einzelnen Threads geteilt werden (z.B. Datenbankverbindungen)
- **Gegenseitiger Ausschluss (Mutual Exclusion):** Nur ein Thread kann gemeinsame Daten oder Ressourcen gleichzeitig ansprechen.
- **Verhungern (Thread starvation)** bedeutet, dass ein Thread für lange Zeit an der Ausführung gehindert wird, beispielsweise weil hoch-priorisierte Threads immer Vorrang bekommen.
- Ein **Deadlock** entsteht, wenn zwei oder mehr Threads sich gegenseitig blockieren, weil beispielsweise beide zwei Ressourcen benötigen und jeder schon einen reserviert hat.
- Ein **Livelock** ist eine Form des Deadlock, in der nicht das Betriebssystem den wartenden Thread vollständig auf Eis legt, sondern der Thread auf Applikationsebene immer wieder überprüft, ob die Resource verfügbar ist. Ein Livelock kann also aufgelöst werden.
- Eine **Race Condition** ist eine Situation, deren Ausgang davon abhängt, welcher Thread in welcher Reihenfolge handelt – also prinzipiell vom Zufall. Das Eingangsbeispiel ist eine solche Race-Condition.

9.4 Ablaufmodelle

Mit diesen Begriffen bewaffnet, können wir uns jetzt den drei typischen Szenarien zuwenden, mit denen wir es in der Nebenläufigkeit zu tun bekommen.

9.4.1 Producer-Consumer

Zwei Arten von Threads arbeiten in diesem Modell mit einander. Die eine legt Objekte in eine gemeinsame Datenstruktur (eine Warteschlange, eine gebundene Ressource gem. der obigen Definition), die andere nimmt sie dort heraus, um sie weiterzuverarbeiten.

Versucht der Producer, ein Objekt abzulegen, während die Warteschlange voll ist, so blockiert er so lange, bis wieder Platz darin ist.

Versucht umgekehrt der Consumer ein Objekt aus einer leeren Schlange zu lesen, so blockiert er ebenfalls so lange, bis wieder ein Objekt vorhanden ist.

Dieses Prinzip ist eine äußerst mächtige Möglichkeit, um Objekte zu entkoppeln (sowohl bezogen auf Abhängigkeiten als auch zeitlich).

9.4.2 Reader-Writer

In diesem Szenario haben wir eine gemeinsame Ressource (z.B. eine Hashtable), die hauptsächlich lesend genutzt wird. Nur gelegentlich werden Daten in diese Struktur herein geschrieben.

Bei der klassischen Synchronisation würden aber dennoch auch alle Lesevorgänge sich gegenseitig ausbremsen.

Die klassische Lösung für dieses Problem ist, ein *Read-Write-Lock* zu verwenden, also einen zweiteiligen Synchronisations-Mechanismus. Es können beliebig viele Lesezugriffe gleichzeitig erfolgen. Ein Schreibzugriff muss allerdings warten, bis der letzte Lesezugriff abgeschlossen ist und lässt, während er läuft, auch keine neuen Lesezugriffe zu.

Eine zweite Möglichkeit ist der Copy-On-Modify-Mechanismus. Die Datenstruktur ist prinzipiell unveränderlich, das heißt, dass Lesezugriffe *überhaupt nicht* synchronisiert werden müssen. Schreibzugriffe blockieren sich natürlich weiterhin gegenseitig. Ein Schreibzugriff erfolgt dabei auf einer Kopie der Daten und erst nach dessen Abschluss wird die alte Datenstruktur durch die Kopie ersetzt.

9.4.3 Dining Philosophers

Die Dining Philosophers sind eine klassisches Beispiel für einen Deadlock. Eine Reihe von Philosophen sitzt an einem runden Tisch, zwischen sich jeweils eine Gabel. Damit ein Philosoph essen kann, benötigt er zwei Gabeln. Er greift also die erste, dann die zweite. Ist die zweite aber bereits in Benutzung, so wartet er solange, bis diese wieder frei ist.

Ein Grundsatz zur Verwendung multipler Ressourcen sagt aus, dass alle Module die Ressourcen in der gleichen Reihenfolge reservieren sollen, um einen Deadlock zu vermeiden. Das ist hier aber nicht so einfach. Die einfachste Lösung wäre, ein Philosoph nimmt immer zuerst die linke Gabel, was genau zu der Situation führen könnte, dass alle eine Gabel in der Hand halten und auf die andere warten. Ein Deadlock!

Man könnte auch definieren, dass jeder zweite Philosoph zunächst die rechte statt der linken Gabel versucht. Das würde aber die Philosophenklasse weiter verkomplizieren.

Eine weitere Möglichkeit ist das Monte-Carlo-Prinzip: Jeder Philosoph wählt zufällig eine Gabel aus und wartet einen zufälligen Zeitabschnitt auf die zweite Gabel. Bekommt er sie nicht, so legt er die erste wieder zurück und wartet danach wieder einen zufälligen Zeitabschnitt, bevor er es erneut versucht.

9.5 Bibliotheken

Nebenläufiger Code ist kompliziert und die dahinterstehenden Konzepte sind es auch. Deshalb sollte man so oft wie möglich gut getestete Bibliotheken verwenden, die die Nebenläufigkeiten kapseln.

9.6 Tests

Nebenläufigen Code zu testen ist schwierig. Im schlimmsten Fall kann es vorkommen, dass der Code auf dem Testsystem immer funktioniert, aber auf dem Produktivsystem wegen minimaler Unterschiede einen Fehler provoziert – eine Race Condition.

Eine perfekte Lösung gibt es für dieses Problem leider nicht. Die folgenden Punkte helfen uns aber zumindest auf den Weg:

9.6.1 Monte Carlo

Je häufiger ein Test läuft, desto größer ist die Chance auf einen Fehler, den wir schließlich provozieren wollen. Nutzt der Produktivcode 5 Threads, sollte der Test-Code 10000 Durchläufe mit 50 Threads verwenden.

9.6.2 Unerwartete Situationen sind potentielle Threading-Probleme

Tauchen Situationen auf, die „eigentlich gar nicht auftauchen können“, so sind diese häufig auf Race-Conditions zurückzuführen. Ignorieren Sie diese keinesfalls!

9.6.3 Threading und nicht-Threading Tests trennen

Testen Sie also zuerst die innere Funktionalität, also den Code in einer Single-Thread Umgebung. Erst wenn diese Tests erfolgreich sind, testen Sie auch die Thread-Bestandteile.

9.6.4 Variable Threadpools

Die Menge der gleichzeitig genutzten Threads sollte möglichst nicht hart kodiert, sondern veränderbar sein.

9.7 Zusammenfassung

Threads sind kompliziert. Und dieses Kapitel ist keinesfalls ein Ersatz für eine umfassende Beschäftigung mit dem Thema. Aber es ist ein erster Ansatz, der uns auf die eigentliche Arbeit mit Threads zumindest vorbereitet.

10

Optimierung

10.1	Einleitung.....	10-3
10.1.1	Was ist Performance?.....	10-3
10.1.2	Gefühlte Performance.....	10-4
10.1.3	Wann sollte optimiert werden?.....	10-4
10.2	Das Optimierungsdreieck	10-5
10.3	Optimierungsprozess.....	10-9
10.4	Zusammenfassung	10-12

10 Optimierung

10.1 Einleitung

In diesem Kapitel wollen wir einen kurzen Überblick über die Grundsätze des Optimierens gewinnen. Wir beschäftigen uns zunächst mit dem Begriff der Performance um anschließend einen allgemeinen Prozess für die Optimierung zu definieren.

10.1.1 Was ist Performance?

Die Performance eines Softwaresystems oder einer Softwarekomponente wird von Connie U. Smith und Loyd G. Williams¹ wie folgt definiert.

„Performance is an Indicator of how well a software system or component meets its requirements for timeliness.“

Als Messgrößen für diese „Rechtzeitigkeit“ werden oft die Antwortzeit bzw. der Durchsatz eines Softwaresystems benutzt. Die Antwortzeit ist die Zeit, die aus Sicht des Benutzers der Software vergeht, bis eine bestimmte Anfrage oder Aufgabe bearbeitet wurde. Der Durchsatz gibt an, wie viele Aufgaben (Transaktionen, Datensätze, Daten etc.) von der Software in einem bestimmten Zeitraum verarbeitet werden können.

Eng verbunden mit der Antwortzeit bzw. dem Durchsatz eines Softwaresystems ist seine Skalierbarkeit, d.h. wie verhalten sich diese zeitlichen Werte, wenn die Last, die das System zu bewältigen hat, ansteigt. Prinzipiell ist kein Softwaresystem beliebig skalierbar. Ab einem bestimmten Punkt wird eine minimale Erhöhung der Last eine exponentielle Auswirkung auf Antwortzeit und Durchsatz haben. Entscheidend dabei ist, ob dieser Punkt bereits durch Lasten erreicht wird, die laut Anforderungen noch im Bereich der zu erwartenden Lasten für das reale System liegen oder außerhalb. Im ersten Fall hat das System seine Performanceanforderungen nicht erfüllt und damit ein Performanceproblem.

Performanceprobleme resultieren meist daraus, dass eine oder mehrere benötigte Ressourcen, wie z.B. Prozessoren, Speicher, Netzwerkkonfiguration usw., nicht bzw. nicht in ausreichender Anzahl oder Menge zur Verfügung stehen. Eine Möglichkeit diesen Performanceproblemen zu begegnen ist es, der Anwendung zusätzliche oder bessere Ressourcen zur Verfügung zu stellen. Die andere Möglichkeit besteht darin, die

¹ Connie U. Smith, Loyd G. Williams – Performance Solutions – A practical Guide to Creating Responsive, Scalable Software

Nutzung der vorhandenen Ressourcen zu optimieren, um die Performance eines Softwaresystems zu verbessern. Dieses Vorgehen bezeichnet man als Performancetuning.

10.1.2 Gefühlte Performance

Neben der über Antwortzeiten bzw. den Durchsatz messbaren Performance eines Softwaresystems gibt es im Bereich der Software, die durch Benutzer bedient wird, noch den Begriff der gefühlten Performance. Diese subjektive Wahrnehmung des Benutzers kann dazu führen, dass eine Anwendung, welche eine höhere Antwortzeit als eine vergleichbare andere Anwendung hat, trotzdem als die performantere Variante wahrgenommen wird.

Damit ein Benutzer diese subjektive Empfindung einer performanten Anwendung bekommt, ist es notwendig, die Oberflächen entsprechend reaktiv zu gestalten. Dazu gehören die Darstellung des Arbeitsfortschritts durch Fortschrittsbalken oder ähnliches bzw. die Präsentation von Teilergebnissen, aber auch die Möglichkeit noch nicht beendete Operationen jederzeit abbrechen zu können. Operationen mit langer Laufzeit werden am besten in den Hintergrund verlegt, damit der Benutzer in dieser Zeit bereits andere Aufgaben wahrnehmen kann. Dem Benutzer muss ein Gefühl der Kontrolle über die Anwendung vermittelt werden.

10.1.3 Wann sollte optimiert werden?

Die größte Gefahr bei der Optimierung geht von einem vorschnellen Handeln aus. Viel Zeit geht in der Regel darauf verloren, dass Entwickler vermeintliche Flaschenhälse optimieren, die in der Praxis überhaupt keine Auswirkungen auf die Performance haben.

Optimiert wird dann, wenn es konkrete Forderungen dazu gibt. Entweder als Teil des Pflichtenheftes oder als Fehlerticket.

Bevor man als Entwickler also selbst den Quellcode „optimiert“, muss man sicherstellen, dass überhaupt ein Performanceproblem existiert und dass die gewählte Codeoptimierung auch passend für das Problem ist. Die Optimierung ist natürlich entsprechend zu dokumentieren und zu testen, d.h. werden die Performancekriterien auch nach der Optimierung erfüllt oder haben sich neue Problemfelder ergeben.

Prinzipiell sollte man deshalb bei Codeoptimierungen vorsichtig sein und die Regeln von Michael A. Jackson berücksichtigen:

- **First Rule of Program Optimization – Don't do it.**
- **Second Rule of Program Optimization (for experts only!) – Don't do it yet.**

10.2 Das Optimierungsdreieck

Jede Anwendung stützt sich im Grundprinzip auf die drei Kenngrößen I/O-, CPU- und Speicherauslastung. Diese bilden die Achsen eines Dreiecks, dessen Fläche den Ressourcenverbrauch der Anwendung repräsentiert.

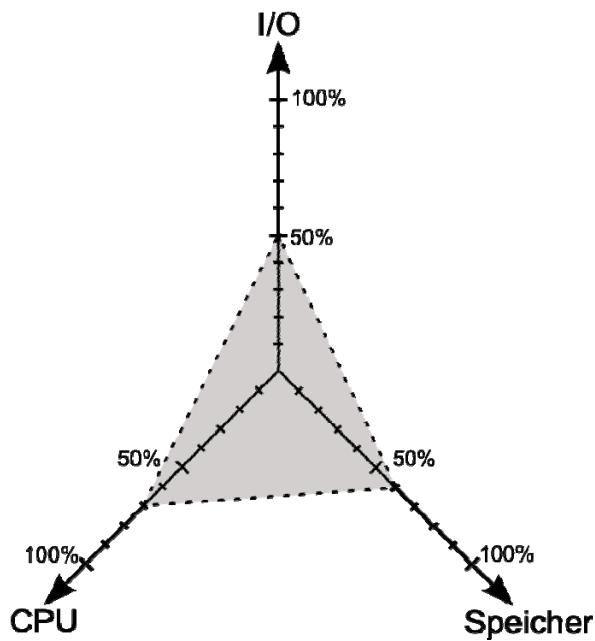


Abb. 10-1: Optimierungsdreieck

Der durchschnittliche Maximalwert der drei Auslastungen sollte dabei 80% nicht übersteigen. So bleibt noch Spielraum für eventuell auftretende Spitzen. Die Fläche des Optimierungsdreiecks bleibt bei fast allen Optimierungen – sieht man einmal von Trivialoptimierungen ab – nahezu konstant. Das bedeutet, dass fast alle Optimierungen sogenannte Trade-Off Optimierungen sind. Die Verbesserung von einem Wert führt zu einer entsprechenden Verschlechterung bei einem oder beiden der anderen Werte.

Im folgenden Beispiel befindet sich die durchschnittliche I/O-Auslastung einer Anwendung im kritischen Bereich ($> 80\%$).

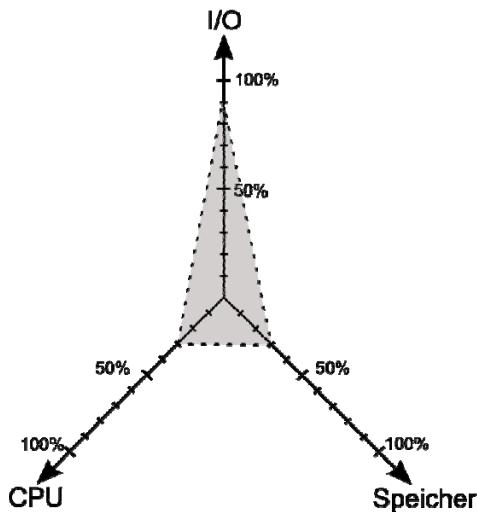


Abb. 10-2: Kritische I/O Auslastung

Um die I/O Auslastung zu senken müssen entweder die Anzahl der I/O Aufrufe oder die zu übertragenden Daten reduziert werden. Eine gebräuchliche Methode für die Reduzierung von I/O Aufrufen ist das Caching. Dabei werden Daten für den mehrmaligen Gebrauch zwischengespeichert, anstatt sie immer wieder neu über I/O Aufrufe abzufragen. Caching reduziert die I/O-Auslastung hat allerdings einen höheren Speicherbedarf, da die Daten im Regelfall im Speicher gehalten werden. Das Dreieck verschiebt sich also wie folgt.

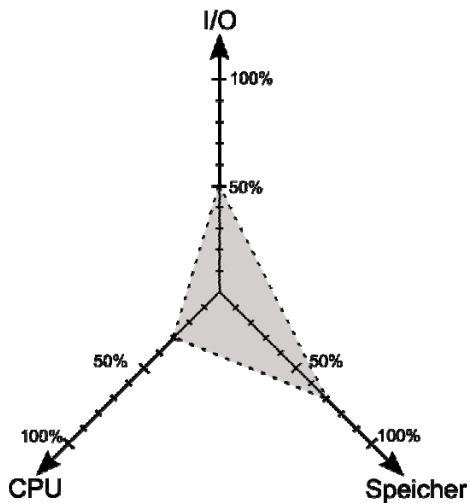


Abb. 10-3: Caching

Um die zu übertragenden Daten zu reduzieren, wird oft eine Kompression der Daten durchgeführt. Die Kompressionsalgorithmen bedingen allerdings eine höhere CPU-Auslastung.

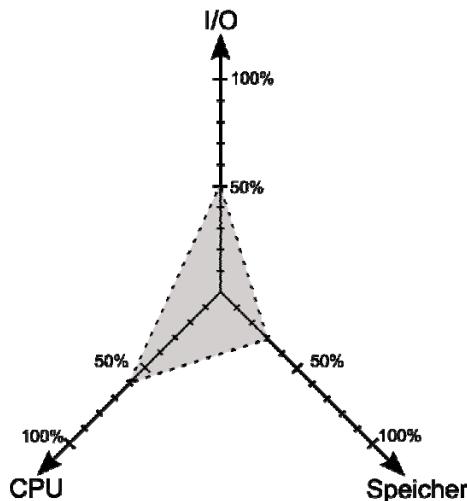


Abb. 10-4: Kompression

Befinden sich alle drei Auslastungen nahe am bzw. bereits im kritischen Bereich, wird eine normale Optimierung nicht mehr helfen. In diesem Fall müssen der Anwendung zusätzliche Ressourcen zur Verfügung gestellt werden und die Achsen somit wieder „verlängert“ werden.

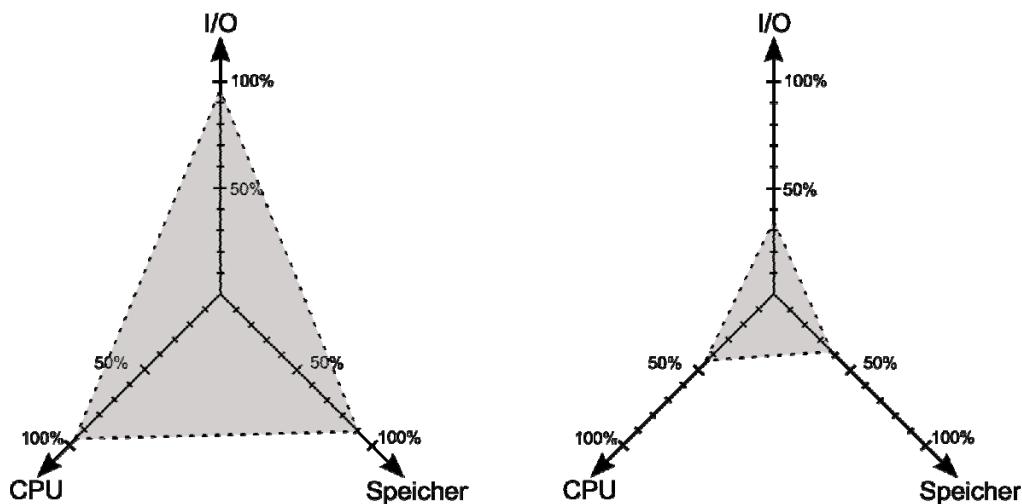


Abb. 10-5: Entlastung durch Ressourcenerhöhung

Eine Erweiterung des Optimierungsdreiecks stellt die OptimierungsPyramide dar. Dabei wird als vierte Größe die Wartbarkeit einer Anwendung betrachtet. Durch die Pyramide wird der Einfluss von Optimierungen auf die Lesbarkeit des Quellcodes und damit auf die Kosten für die zukünftige Pflege und Erweiterung der Anwendung visualisiert. Gerade Trivialoptimierungen, die im normalen Optimierungsdreieck die Fläche verkleinern, zeichnen sich oft durch sehr unübersichtlichen und schwer zu verstehenden Quellcode aus, der im Endeffekt zu erhöhten Pflegeaufwand und damit verbundenen Kosten führt.

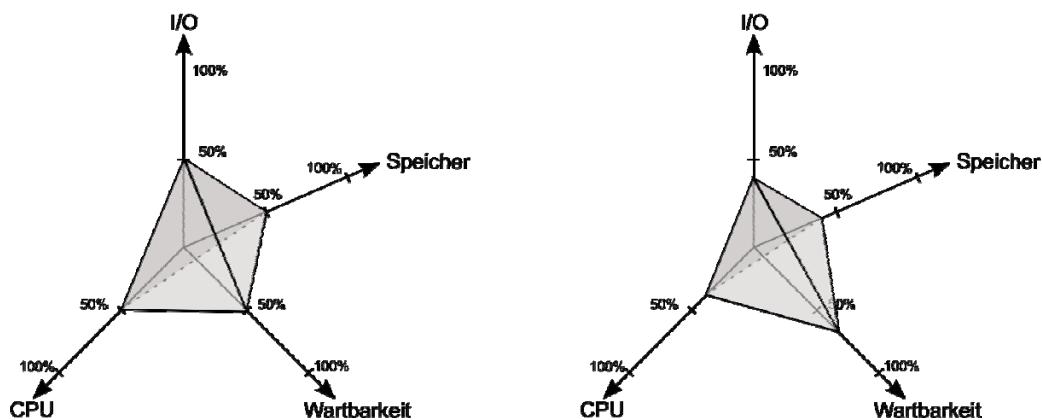


Abb. 10-6: Optimierungspyramide (links vor, rechts nach einer Trivialoptimierung)

10.3 Optimierungsprozess

Der hier vorgestellte Optimierungsprozess ist ein Vorschlag für eine sinnvolle Vorgehensweise bei Performanceproblemen in Anwendungen.

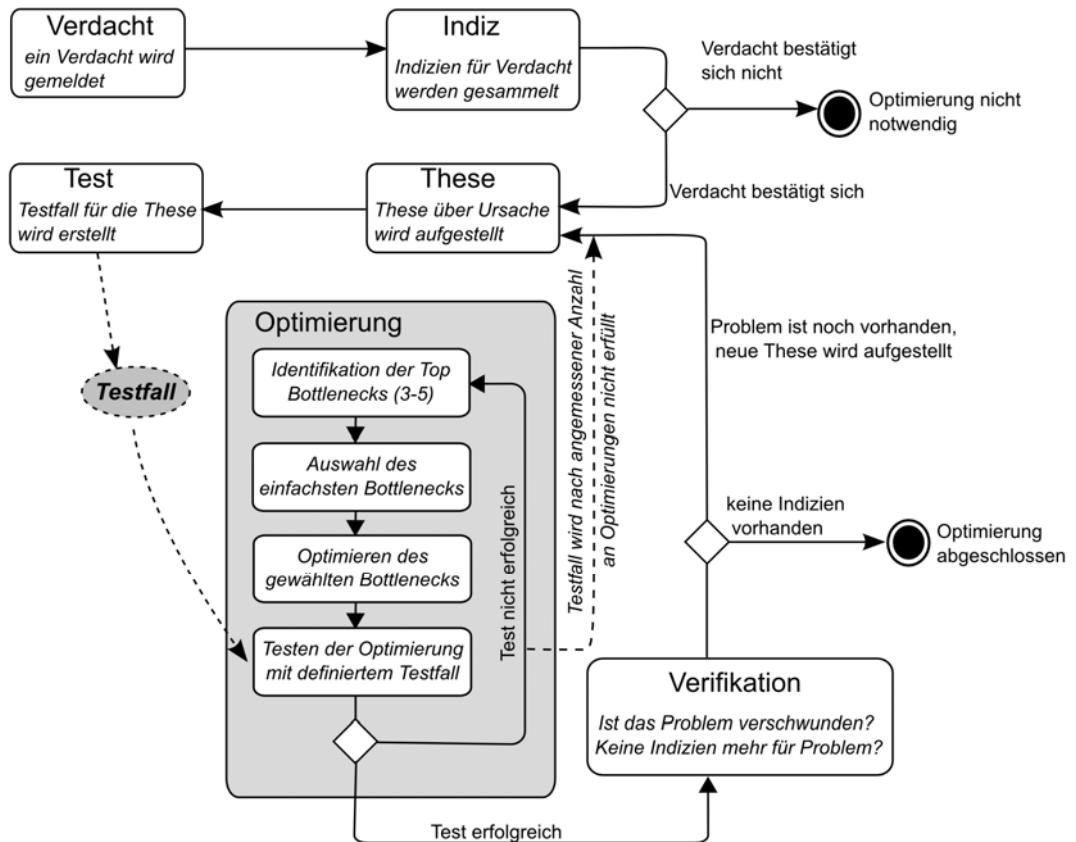


Abb. 10-7: Optimierungsprozess

Wie aus dem Schaubild ersichtlich ist, besteht der Prozess aus sechs Hauptschritten.

- 1) **Verdacht** – Als erstes muss ein konkreter Verdacht für ein Performanceproblem bestehen. Ein normalerweise recht sicherer Indikator für Performanceprobleme sind Beschwerden oder Fehlermeldungen der Nutzer. Aber auch das Monitoring von Anwendungen kann Indizien für ein Performanceproblem liefern. Im Gegensatz zu den Beobachtungen der Nutzer können das Monitoring einer Anwendung Probleme teilweise bereits identifiziert werden, bevor sie akut in Erscheinung treten. Dadurch kann eine Problembehebung erfolgen, ohne dass der Nutzer davon etwas mitbekommt. Die aus dem Monitoring gewonnenen Statistiken können dabei in den folgenden Schritten gut zur Problemeingrenzung und Identifizierung benutzt werden.

- 2) **Indiz** – Nachdem der Verdacht eines Performanceproblems besteht sollte man als erstes prüfen, ob der Verdacht auch berechtigt ist. Dazu gehören einfache Prüfungen in denen die beschriebene Situation nachgestellt wird und die gefühlte Laufzeit ermittelt wird. In dieser Phase kommen noch keine ausgefeilten Tools wie z.B. Profiler etc. zum Einsatz sondern es wird aus „Nutzersicht“ durch einen Entwickler etc. geprüft, ob sich ein Performanceproblem bestätigen lässt. Dazu können auch einfache Überwachungstools für die Speicherauslastung etc. benutzt werden. Finden sich spontan keine Hinweise auf ein Problem, ist ein Langzeitmonitoring der Anwendung sinnvoll. Dazu können z.B. eventuell vorhandene JMX-Beans oder auch die normale Systemüberwachung benutzt werden.
- 3) **These** – Stellt man in Schritt 2 fest, dass „irgendetwas nicht stimmt“ befindet man sich relativ schnell bei Schritt 3. Hier wird eine These aufgestellt, welcher Art das Problem (I/O-, CPU- oder Speicherauslastung) ist und der ungefähre Entstehungsort bestimmt. Hierzu werden weitere Tools der Systemüberwachung eingesetzt.
- 4) **Test** – Aus der aufgestellten These wird nun ein möglichst automatisierter Test für das in der These formulierte Problem erzeugt, der die jeweiligen Kenndaten (Laufzeit, IO- und Speicherauslastung) gegenüber einem Grenzwert vergleicht. Gerade dieser Schritt ist besonders wichtig und wird leider oft übergangen. Durch das Schreiben eines Tests wird man gezwungen, das Performanceproblem zu operationalisieren und Aussagen wie „Die Anwendung ist zu langsam“ in konkrete Grenzwerte für klar festgelegte Bereiche umzuwandeln. Außerdem manifestieren die Tests das grundlegende Performanceproblem und bilden so die Grundlage für die eigentliche Optimierung in Schritt 5.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Wahl der Testumgebung. Anders als bei normalen Unit-Tests, welche die Funktionsweise einer Anwendung testen, müssen Performancetests auf einem System ausgeführt werden, das dem operativen System der Anwendung entspricht oder zumindest möglichst nahe kommt. Dazu zählen neben möglichst identischer Hardware- und Softwareausstattung auch eine dem operativen System entsprechende Last.

- 5) **Optimierung** – In diesem Schritt erfolgt die eigentliche Optimierung der Anwendung. Grundlage dafür sind die in Schritt 4 erstellten Testfälle. Die Anwendung soll so optimiert werden, dass die Tests erfüllt werden – nicht weniger aber auch nicht mehr. Die Optimierung ist ein eigener Unterprozess mit vier Schritten
 - a) Als erstes werden ca. 3 – 5 der Hotspots und Bottlenecks der Anwendung bestimmt. Dazu werden Tools wie z.B. Profiler eingesetzt. Es geht hier darum die größten Hotspots und Bottlenecks zu finden und nicht alle.
 - b) Aus den gefundenen Hotspots wird der aus Sicht des Entwicklers am leichtesten und schnellsten zu optimierende ausgewählt.

- c) Jetzt erfolgt die Optimierung des ausgewählten Hotspots. Wobei immer nur ein Hotspot bearbeitet wird und nicht mehrere gleichzeitig.
- d) Nachdem der Hotspot optimiert wurde, wird der in Schritt 4 definierte Test durchgeführt. Ist der Test erfolgreich ist die Optimierung abgeschlossen und wird beendet, auch wenn in der in a) gefundenen Liste noch weitere Hotspots stehen.

Schlägt der Test fehl, fängt man wieder neu bei a) an. Das bedeutet, dass die Liste der Hotspots und Bottlenecks wieder neu bestimmt wird. Da durch die bisherige Optimierung alte Hotspots weggefallen und neue Hotspots hinzugekommen sein könnten, darf die zuvor erstellte Liste nicht mehr benutzt werden. Wiederholt sich diese Schleife sehr oft, d.h. man erfüllt den Test nicht, obwohl man schon eine Menge von Optimierungen durchgeführt hat, liegt die Vermutung nahe, dass die These über die Ursache des Problems falsch ist. Der Optimierungsprozess geht in diesem Fall wieder zurück zu Schritt 3 und es wird eine neue These aufgestellt.

- 6) **Verifikation** – Wurde der Schritt der Optimierung erfolgreich abgeschlossen und der Test erfüllt bedeutet das nicht automatisch, dass das Performanceproblem gelöst ist. Eventuell war die in Schritt 3 aufgestellte These falsch. Zur endgültigen Verifikation wird jetzt nochmals Schritt 2 ausgeführt. Die Anwendung wird auch durch den Nutzer getestet. Stellt sich in der Verifikation heraus, dass das Performanceproblem nicht gelöst wurde, muss eine neue These formuliert werden und der Prozess startet wieder bei 3). Dabei fließen natürlich die bisher gewonnenen Informationen in die Problemfindung mit ein.

10.4 Zusammenfassung

Optimierung ist ein weites Feld. Wir haben uns hier bewusst nicht auf konkrete Optimierungstechniken bezogen sondern uns stattdessen mit dem allgemeinen Optimierungsprozess beschäftigt.

Die einzige Regel für dieses Kapitel steht daher am Schluss:

Regel 10-1: Bevor optimiert wird muss es ein quantifizierbares Ziel und einen dazu passenden, identifizierten Engpass geben.

11

Meisterschaft

11 Meisterschaft

Wir haben in den letzten Kapiteln viele Themen besprochen und viele Regeln aufgestellt. Folgt man den aufgestellten Regeln, so erreicht man mit ein wenig Übung eine gute Basis für hochwertigen Code.

Dass das regelmäßige Zurückkehren zu den Regeln eine gewisse Selbstdisziplin erfordert, muss wohl nicht erwähnt werden.

Aber es lohnt sich!

Uns bleibt zum Schluss noch eine einzige Regel, die Meisterregel¹:

Regel 11-1: (Meisterregel) Der Meister darf die Form zerbrechen.

¹ Frei nach Friedrich Schillers „Die Glocke“

12

Anhang – Regeln

12.1	Kapitel 1 – Was ist Qualität	12-3
12.2	Kapitel 2 – Objektorientierte Programmierung.....	12-3
12.3	Kapitel 3 – Professionelle Klassen und Objekte	12-4
12.4	Kapitel 4 – Namen	12-5
12.5	Kapitel 5 – Methoden.....	12-7
12.6	Kapitel 6 – Kommentare und Dokumentation	12-8
12.7	Kapitel 7 – Code-Formatierungen.....	12-8
12.8	Kapitel 8 – Metriken.....	12-9
12.9	Kapitel 9 – Nebenläufigkeit.....	12-9
12.10	Kapitel 10 – Optimierung	12-9
12.11	Kapitel 11 – Meisterschaft	12-9

12 Anhang – Regeln

12.1 Kapitel 1 – Was ist Qualität

Regel 1-1: eine maximale, externe Qualität ist nicht erreichbar, Schwerpunkte müssen anhand klarer Anforderungen gestellt werden.

Regel 1-2: Verbesserungen der Benutzerfreundlichkeit sollten wohl überlegt sind und nur bei begründeten Fällen (Nutzerforderung!) über ein übliches Maß hinaus gehen.

Regel 1-3: Eine Betonung eines externen Merkmal muss durch Nichtfunktionale Anforderungen (NFAs) begründet sein.

Regel 1-4: Wartungsfreundlichkeit, Wiederverwendbarkeit, Lesbarkeit und Testbarkeit sollten, solange der Aufwand vertretbar ist, so hoch wie möglich sein.

Regel 1-5: Flexibilität und Effizienz sollten in der Entwicklung eine geringe Priorität haben.

12.2 Kapitel 2 – Objektorientierte Programmierung

Regel 2-1: (1. Helper-Regel) Klingt eine Sprechweise für ein objektorientiertes Konzept holprig, so ist das Konzept nicht korrekt angewendet. (**Vers**)

Regel 2-2: Die Signatur und das Verhalten von Schnittstellen-Methoden sollte nachträglich nur noch in Ausnahmefällen geändert werden (**Wart, Wied**).

Regel 2-3: Neue Methoden sollten der Schnittstelle nur dann hinzugefügt werden, wenn es dafür einen konkreten Anwendungsfall gibt (**Wart**).

Regel 2-4: Felder sollten standardmäßig *private*, Hilfsmethoden standardmäßig *package-visible* sein. (**Wart, Test**)

Regel 2-5: Felder sollten immer gekapselt werden, der Zugriff darauf darf nur über Getter und Setter möglich sein. (**Wart, Wied**)

Regel 2-6: Jede Klasse sollte mit einem entsprechenden Interface gekapselt sein. Client-Code sollte ausschließlich über das Interface auf die Klasse zugreifen. (**Wart, Wied, Test**)

Regel 2-7: Klassen sollten eine starke Kohäsion besitzen (**Wied, Lesb, Vers**)

12.3 Kapitel 3 – Professionelle Klassen und Objekte

Regel 3-1: Vererbung sollte nur dazu benutzt werden, tatsächliche Spezialisierungen zu beschreiben. (**Vers**)

Regel 3-2: (**LSP**) Unterklassen müssen an die Stelle ihrer Oberklassen treten können. (**Test, Vers**)

Regel 3-3: (**2. Helper-Regel**) Lässt sich für die Anwendung einer objektorientierten Technik kein vernünftiger (nicht-holpriger) Name finden, so ist die Technik nicht korrekt angewendet. (**Vers**)

Regel 3-4: Mehrfachvererbung ist zu vermeiden. (**Lesb, Vers**)

Regel 3-5: Eine Klasse sollte immer nur entweder von einer Oberklasse ableiten *oder* eine Hierarchieschnittstelle implementieren. (**Vers**)

Regel 3-6: Der Name des Konstruktes (Klasse, Schnittstelle), der im Code am häufigsten verwendet wird, sollte der „schönste“ sein. (**Lesb**)

Regel 3-7: Querschnittliche Fähigkeiten werden über Fähigkeitsschnittstellen realisiert. (**Wied, Vers, Test**)

Regel 3-8: Fachliche Vererbungen sollten als Parallelle Hierarchien abgebildet werden. (**Wied, Test**)

Regel 3-9: Clients sollten nicht gezwungen sein, sich auf Schnittstellen abzustützen, die sie nicht benutzen. (**Test, Vers, Wied**)

Regel 3-10: Das Interface-Segregation-Principle sollte mit Hilfe des Adapter-Patterns umgesetzt werden. (**Lesb, Vers, Wied**)

Regel 3-11: Klassen sollten klein sein. (**Lesb, Vers, Test**)

Regel 3-12: Klassen sollten noch kleiner sein. (**Lesb, Vers, Test**)

Regel 3-13: (**Visions-Prinzip**) Jedes Konzept (Pakete, Klassen, Methoden) muss sich verständlich in einem Hauptsatz (der Vision) beschreiben lassen. (**Vers, Wied**)

Regel 3-14: (**SRP**) Für jede Klasse sollte es nur einen einzigen Grund geben, sie zu ändern. (**Vers, Wied**)

Regel 3-15: (**OCP**) Klassen sollten offen für Erweiterungen, aber gesperrt für Veränderungen sein. (**Wied, Wart**)

Regel 3-16: Potentielle Oberklassen sollten verhindern, dass ihre Kind-Klassen jemals das Liskovsche Substitutionsprinzip (siehe Regel 3-2) verletzen können. (**Wied, Wart**)

Regel 3-17: (**DIP**) Hochlevlige Module sollten nicht von niedrig-levligen Modulen abhängen. Beide sollten nur von Abstraktionen abhängen (**Wied, Wart, Test**).

Regel 3-18: (**DIP**) Abstraktionen sollten nicht von Details abhängen. Details sollten von Abstraktionen abhängen. (**Wied, Wart, Test**)

12.4 Kapitel 4 – Namen

Regel 4-1: Variablen sollten Namen haben, die ihre Bedeutung wiederspiegeln. (**Lesb**)

Regel 4-2: Klassen und Abstraktionen tragen die Namen von (ggf. zusammengesetzten) Substantiven. (**Vers**)

Regel 4-3: Abstrakte Klassen als Implementierungshilfen sollten mit dem Präfix „Abstract“ versehen werden. (**Lesb, Vers**)

Regel 4-4: Fähigkeits-Interfaces und Mixins tragen Adjektive als Namen. (**Vers**)

Regel 4-5: Methoden sollten Verben oder aus Verben abgeleitete Bezeichnungen als Namen tragen. (**Lesb, Vers**)

Regel 4-6: Zugriffsmethoden sollten mit get, set oder is anfangen. Andere Methoden sollten diese Präfixe nicht benutzen. (**Lesb**)

Regel 4-7: Unklare Konstruktoren sollten durch Factory-Methoden „benannt“ werden. Der Konstruktor selbst sollte dann nicht mehr sichtbar sein. (**Lesb, Vers**)

Regel 4-8: Eine Handvoll definierter Standardnamen erleichtert die Übersichtlichkeit, wenn sie *allen* Entwicklern bekannt sind. (**Lesb**)

Regel 4-9: Variablen, die das Ergebnis einer Methode aufnehmen, sollten den Namen dieser Methode tragen. Gibt es Verwechslungsgefahr, so sind dem Namen die Argumente des Aufrufs beizufügen. (**Lesb**)

Regel 4-10: Die Unterschiede zwischen zwei gewählten Namen müssen so gewählt werden, dass der Leser sie inhaltlich versteht. (**Lesb, Vers**)

Regel 4-11: Fachliche Konzepte sollten in Domänen-Sprache, technische Details in der Lösungssprache formuliert werden. (**Lesb, Vers**)

Regel 4-12: Gleiche Konzepte sollten durch das gleiche Wort beschrieben werden, unterschiedliche Konzepte durch unterschiedliche Wörter. (**Lesb, Vers**)

Regel 4-13: Verwandte Konzepte sollten auch mit verwandten Begriffen beschrieben werden. (**Lesb, Vers**)

Regel 4-14: Namen sollten sich optisch so weit unterscheiden, dass man sie auf einen Blick auseinanderhalten kann. (**Lesb**)

Regel 4-15: Namen sollten aussprechbar sein. Abkürzungen sollten nur in Ausnahmefällen verwendet werden, und auch dann nur sprechbare. (**Lesb**)

Regel 4-16: Encodings für Typen und Kontexte sollten nicht benutzt werden. (**Lesb**)

12.5 Kapitel 5 – Methoden

Regel 5-1: Methoden sollten klein sein. (**Lesb, Test**)

Regel 5-2: Methoden sollten noch kleiner sein. (**Lesb, Test**)

Regel 5-3: Methoden sollten dem *Hair-Limit* genügen (nicht mehr als 7 Zeilen) (**Lesb, Test**)

Regel 5-4: Blöcke sollten einzeilig sein. (**Lesb, Test**)

Regel 5-5: Der Name einer Methode muss zusammen mit seinen Argumenten auf *Client-Seite* verständlich sein. (**Lesb, Test**)

Regel 5-6: Eine Methode sollte eine Sache tun. Diese sollten sie gut tun. Diese sollten sie ausschließlich tun. (**Lesb, Test**)

Regel 5-7: Jede Methode sollte nur auf einer Abstraktionsebene agieren. (**Lesb**)

Regel 5-8: Methodenargumente sollten auf der gleichen Abstraktionsebene liegen, wie die Funktion. (**Lesb, Test**)

Regel 5-9: Eine monadische Methode sollte immer eine Abfrage, ein Transformator oder ein Event sein. (**Lesb, Vers**)

Regel 5-10: Flag-Methoden sollten vermieden werden, besonders bei Monaden. (**Lesb**)

Regel 5-11: Methoden sollten höchstens ein Output-Argument besitzen, dieses sollte als Rückgabewert gedoppelt werden. (**Lesb**)

Regel 5-12: Methoden sollten wenn möglich *entweder* Abfragen *oder* Befehle sein. (**Lesb**)

12.6 Kapitel 6 – Kommentare und Dokumentation

Regel 6-1: Bevor ein Kommentar gesetzt wird, um Code zu erklären, sollte immer erst versucht werden, den Code selbst verständlicher zu gestalten. (**Lesb**)

Regel 6-2: Regelverstöße müssen durch einen Kommentar markiert und begründet werden. (**Lesb, Vers**)

Regel 6-3: Formale Kommentare sollten dem Visions-Prinzip folgen. (**Lesb, Vers**)

Regel 6-4: Formale Kommentare sollten im *Quellcode* lesbar sein. (**Lesb**)

Regel 6-5: Nur die öffentliche API sollte formal beschrieben werden. (**Lesb**)

12.7 Kapitel 7 – Code-Formatierungen

Regel 7-1: Methoden sollten von einander durch eine Leerzeile getrennt werden. (**Lesb**)

Regel 7-2: Abstraktere Methoden stehen vor spezielleren Methoden. (**Lesb**)

Regel 7-3: Abhängige Methoden sollten dicht zusammen stehen, dabei der Aufrufer (der abstraktere) über dem Aufgerufenen. (**Lesb**)

Regel 7-4: Konzeptionell zusammengehörige Methoden sollten dicht beieinander stehen. (**Lesb**)

Regel 7-5: Felder sollten vor Methoden definiert werden, Konstanten vor Feldern. (**Lesb**)

Regel 7-6: Der einzige wahre Formatierungsstil ist der, den das Team festgelegt hat. (**Lesb, Vers, Wart**)

Regel 7-7: Wichtig ist nicht, welche Formatierungsregeln im Einzelnen verwendet werden, sondern dass diese Regeln existieren und von allen genutzt werden. (**Lesb, Vers, Wart**)

12.8 Kapitel 8 – Metriken

Regel 8-1: Eingesetzte Metriken müssen verstanden sein und regelmäßig ausgewertet werden.

12.9 Kapitel 9 – Nebenläufigkeit

Regel 9-1: In jeder Klasse muss beschrieben sein, ob diese Thread-sicher ist oder nicht. Unveränderliche Objekte sind immer Thread-sicher. (**Lesb, Vers**)

Regel 9-2: *Read-Write-Zugriffe* und *Dependent-Writes* müssen atomar ausgeführt werden.

Regel 9-3: Felder die einmal geschützt werden, müssen *immer* geschützt werden.

Regel 9-4: Code, der sich mit Nebenläufigkeit beschäftigt, sollte von anderem Code getrennt gehalten werden. (**Lesb, Vers**)

Regel 9-5: Müssen wir den Zugriff auf ein oder mehr Felder schützen, so sollte der Zugriff auf diese Felder an so wenig Stellen wie möglich erfolgen.

12.10 Kapitel 10 – Optimierung

Regel 10-1: Bevor optimiert wird muss es ein quantifizierbares Ziel und einen dazu passenden, identifizierten Engpass geben.

12.11 Kapitel 11 – Meisterschaft

Regel 11-1: (Meisterregel) Der Meister darf die Form zerbrechen.

13

Literaturempfehlungen

13 Literaturempfehlungen

Martin Fowler: *Refactoring: Wie Sie das Design vorhandener Software verbessern*, München: Addison-Wesley, 2000

Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson und John Vlissides: *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*, Reading: Addison-Wesley, 1995

Andrew Hunt und David Thomas: *The Pragmatic Programmer*. Boston: Addison-Wesley, 2000

Robert C. Martin: *Agile Software Development: Principles, Patterns, Practices*, Boston: Pearson Education, Inc, 2003

Robert C. Martin: *Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship*, Boston: Pearson Education, Inc, 2008

Steve McConnell: *Code Complete, Second Edition*, Redmond: Microsoft Press, 2004

Domidis Spinellis: *Code Quality: The Open Source Perspective*, Boston: Pearson Education, Inc, 2006

Gesamtindex

A

Abfrage 5-19
Absätze 7-6
Absichtserklärungen 6-6
Abstrakte Klassen 4-5
Abstraktion 2-7
Abstraktionsebene 5-16
Abstraktions-Methode 5-4
Adapter Pattern 3-18
Aggregation 2-8

Ä

Änderungsgrund 3-23

A

Anpassungsfähigkeit 1-4
Antwortzeit 10-3
Argument-Objekte 5-23
Assoziation 2-10
atomar 9-6
Atomar 9-7
Attribut 2-9
Auftraggeber-Sicht 1-6
Ausgabe Parameter 5-22
auskommentieren 6-11
Aussprechbare Namen 4-15

B

Basisklasse 2-12
Bedeutungsvolle Namen 4-4
Benutzerfreundlichkeit 1-3
betriebswirtschaftliche Sicht 1-6
Bindung 2-24
Black-Box-Tests 2-18
Blockgröße 5-11

Boilerplate-Code 2-21
Builddauer 8-11
Builder-Pattern 4-7, 5-21
Buildprozess 6-3, 8-11

C

CamelCase 4-14
CBO Siehe Coupling between Object Classes
Code Entropy 8-3
Code Smells 1-10
Codehistorien 6-10
Codeoptimierung 10-4
Coding against Metrics 8-3
cohesion Siehe Kohäsion
Command Query Separation 5-24
Comparable 3-11, 3-25
Contract 2-17
coupling Siehe Kopplung
Coupling between Object Classes 8-7
Cyclomatic Complexity 8-4

D

Daten-Kopien 9-8
Datenkopplung 2-23
Deadlock 9-10
Dependency Injection Pattern 2-23
Dependency-Inversion-Principle 3-26
Dependent-Writes 9-7
Depth of Inheritance Tree 8-7
Design Patterns 6-6
Diamant-Problem 3-6
Dining Philosophers 9-12
DIP Siehe Dependency-Inversion-Principle
DIT Siehe Depth of Inheritance Tree
Dokumentation 6-3
Domänen-Sprache 4-12

Dxygen 6-3
Dyadische Methoden 5-19

E

Effizienz 1-3
encapsulation Siehe Kapselung
encoding 4-16
enge Kopplung 2-21
Event 5-19
Exit-Punkt 5-13, 5-25, 8-5
Expertensysteme 2-5

F

Factory-Methode 4-7
Factory-Pattern 2-22
Flags 5-21
Flaschenhals 10-4
Flexibilität 1-5
Forcierte Kommentare 6-10
Formale Kommentare 6-7
Formatierung 3-20, 7-3
Formatter 7-3, 7-11
freie Kopplung 2-23
fünf Prinzipien 3-3
Funktion 5-3
Funktionale Programmierung 2-3

G

Gebundene Ressource 9-10
Gefühlte Performance 10-4
Genauigkeit 1-4
Getter 2-18
Großschreibung 4-14

H

Hacker-Sicht 1-4
Hilfsmethode 5-4
Helper-Regel 2-6, 3-5, 5-14
Hook-Methode 5-8
HotSpot-Compiler 5-13
Hrair-Limit 5-5, 5-20

I

Inhaltskopplung 2-21
innere Kapselung 2-17
Integrität 1-4
Interface 3-7, 4-6
Interfaces 2-8
Interface-Segregation-Principle 3-22
Interface-Segregation-Principle 3-15
Invariante 2-18
Inversion of Control 2-23
ISP Siehe Interface-Segregation-Principle
Iterator 4-9

J

Javadoc 6-3

K

K
die drei 2-16
Kapselung 2-16, 5-4
Kardinalität 2-9
Keyword-Form 5-14
Klammer-Kommentare 6-11
Klarstellungen 6-5
Klassen 2-7
Klassengröße 3-20
Klassenhierarchien 3-3
Kleinschreibung 4-14
Kohäsion 2-24, 3-20, 3-23
Kommentar 6-3
Kommunikation 7-5
Komponente 2-11
Komposition 2-8
Konstruktor 4-7, 5-20
Kontext 4-8
Konzept 4-12
Kopplung 2-21, 3-27
Korrektheit 1-3
Kreis-Ellipse-Problem 3-4
künstliche Intelligenz 2-5

L

Lack of Cohesion in Methods 8-8
LCOM Siehe Lack of Cohesion in Methods
Lead 7-6
Leetspeak 4-17
Lesbarer Code 6-3
Lesbarkeit 1-5
Lifecycle-Methode 5-7
Lines of Code 3-20, 8-5
Liskovsches Substitutionsprinzip 3-5, 5-11
Livelock 9-10
Logische Programmierung 2-4
lose Kopplung 2-22
Lösung-Sprache 4-12
LSP Siehe Liskovsches Substitutionsprinzip

M

Mehrfachvererbungen 3-6
Meisterregel 11-3, 12-9
Meisterschaft 11-3
Merkmale
 extrinsisch 1-9
 intrinsisch 1-9
Methode 5-3
Methodenargumente 5-18
Metrik 8-3
Missverständliche Namen 4-10
Mix-In 3-11, 4-6
Monade 5-19
Monadische Methoden 5-19
Monte Carlo 9-13
Moore's Law 9-3
Muttersprache 4-3
Mutual Exclusion 9-10

N

Nachrichten 2-15
Name 4-3
Nebenläufigkeit 9-3
Nicht-Funktionalen Anforderungen 1-4
Niladische Methoden 5-18

NOC Siehe Number of Children
Non commenting source statements 3-20
Non Commenting Source Statements 8-6
NRV Siehe Number of Rule Violations
Number of Children 8-7
Number of Rule Violations 8-10
Nutzer-Sicht 1-3

O

Oberklasse 2-12
Objektorientierte Analyse 2-3
Objektorientierte Programmierung 2-5
Objektorientiertes Design 2-3
Objektorientierung 2-3
Observer 4-12
OCP Siehe Open-Closed-Principle
OOA Siehe Objektorientierte Analyse
OOD Siehe Objektorientiertes Design
Open-Closed-Principle 3-24, 5-7
Operation 5-3
Operationen 2-8
Optimierung 10-3
Optimierungsdreieck 10-5
Optimierungsprozess 10-9
Optimierungspyramide 10-7
Optische Verwechslung 4-14

P

Package 2-14
Parallele Schnittstellen-Hierarchien 3-14
Performance 9-4, 10-3
Persistenz 2-15
Polyade 5-20
Polyadische Methoden 5-20
Polymorphie 2-12, 2-13, 3-4, 4-5, 5-3
Portierbarkeit 1-5
Prefix 4-9
Private 2-14
Producer-Consumer 9-11
Produkt-Qualität Siehe Softwarequalität, extern
Professioneller Code 1-3
Programmierer-Sicht 1-5

Programmierrichtlinien 4-14

Projektrichtlinien 4-4

Protected 2-14

Prototypen 2-7

Prozedur 5-3

Prozedurale Programmierung 2-3

Public 2-14

Q

Qualität 1-3

R

Race Condition 9-10

Reader-Writer 9-11

Read-Write-Problem 9-6

Read-Write-Zugriffe 9-7

Rechtliche Hinweise 6-5

Rechtzeitigkeit 10-3

Redundanzen 6-9

Refactoring 8-3, 8-10

Regelverstöße 6-6

Rekursion 5-25

Response for a Class 8-8

RFC Siehe Response for a Class

Robustheit 1-4

Routine 5-3

Rubrik 7-10

Rückgabewert 4-8

S

Schlagzeile 7-6

Schlammzone 3-27

Schleifenzähler 4-8

Schnittstelle 3-8

Fähigkeits- 3-10

Hierarchie - 3-8

Querschnitt 3-10

Schnittstellen

Client- 3-15

Hierarchie- 4-5

Schnittstellenkopplung 2-22

Schnittstellen-Methode 5-4

Schreibfehler 4-11

Seiteneffekt 5-3, 5-24

Separation of Concerns 5-15

Setter 2-18

Short-Circuit-Operator 8-5

Sichtbarkeiten 2-14, 2-16

Signatur 5-4

Single-Repsonsibility-Principle 5-15

Single-Responsibility-Principle 3-23, 4-5

Single-Responsiblity-Principle 9-8

Skalierbarkeit 10-3

Slang 4-17

Softwarequalität

extern 1-4

intern 1-5

SOLID 3-28

Sonnenflecken 9-5

Sourcecode-Qualität Siehe
Softwarequalität, intern

Sourcecode-Verwaltung 7-3, 7-10

Spezialisierung Siehe Vererbung

SRP Siehe Single-Responsibility-Principle

Starre 1-10

Statische Analyse Tools 8-10

Stepdown-Regel 5-17, 5-26

Strategy-Pattern 3-25

Style-Guide 4-19

Suffix 4-9

T

Template-Methode 5-10

Template-Pattern 5-8

Testabdeckung 8-11

Testbarkeit 1-5

Testfälle 6-13

Textrauschen 4-11

Thread starvation 9-10

TODO 5-7, 6-12

TO-Satz 5-16

Trade-Off Optimierung 10-5

Trait 3-13

Transformator 5-19

Triade 5-20

Triadische Methoden 5-20

U

UML Siehe 2.3.1 Unified Modeling Language
UML-Sicht
 Implementierung 2-6
 Konzeptionell 2-6
 Spezifikation 2-6
Unbeweglichkeit 1-10
Undurchsichtigkeit 1-11
Ungarische Notation 4-16
Unified Modeling Language 2-6
Unnötige Komplexität 1-11
Unnötige Wiederholungen 1-11
Unterstreichungen 6-7
Untertitel 7-6
Unveränderliche Objekte 9-7

V

Verantwortlichkeit 3-20
Vererbung 2-12, 3-4, 5-7
Verhalten 2-5
Verständlichkeit 1-5
Vertrag 2-17
Violations of Metrics Limits 8-10

virtuelle Felder 2-20
Vision 5-16
Visions-Prinzip 3-22
VML Siehe Violations of Metrics Limits

W

Wartezeiten 9-3
Wartungsfreundlichkeit 1-5
Weighted Methods per Class 8-7
White-Box-Tests 2-18
Wiederverwendbarkeit 1-5
WMC Siehe 8.3.1 Weighted Methods per Class
Wortpaar 4-13
Wortspiel 4-17

Z

Zähflüssigkeit 1-11
Zeitungsartikel 7-6
Zeitungsmetapher 7-6, 7-9
Zerbrechlichkeit 1-10
Zugriffsmethode 2-18
Zustand 2-5
Zuverlässigkeit 1-4

