

REFACTORING

Lars Briem

(briem.lars@googlemail.com)

Duale Hochschule Baden Württemberg - Standort Karlsruhe

Was bedeutet Refactoring

- ▶ Bereits geschriebener Code wird erneut durchgegangen
 - ▶ Ein Code Review kann auch von mehr als einer Person gemacht werden
- ▶ Die Intention und Funktion des Codes wird nachvollzogen
- ▶ Die Testabdeckung wird überprüft und bei Bedarf erhöht
 - ▶ Refactoring erfordert eine gute Testabdeckung

Was bedeutet Refactoring

- ▶ Der Code wird umgestaltet
 - ▶ Das Gesamtverhalten bleibt gleich
 - ▶ Die Schnittstellen nach außen bleiben gleich
 - ▶ Neues Wissen zum Problem wird integriert
- ▶ Ziel: Codequalität verbessern
 - ▶ Code wird einfacher lesbar
 - ▶ Code kann flexibler genutzt werden
 - ▶ Struktur des Codes passt besser zur Problemdomäne

Definition Refactoring

- ▶ Refactoring (Substantiv)
 - ▶ Eine Änderung der internen Struktur des Codes, um die Software einfacher verständlich und veränderbar zu machen, ohne das nach außen sichtbare Verhalten zu ändern.
- ▶ Refactoring (Verb)
 - ▶ Das Ausführen einer Reihe von Refactorings, um die Qualität des Codes zu verbessern.

Wie sieht Code in der Praxis (oft) aus

- ▶ Historisch gewachsene Codebasis
- ▶ Komplizierte Strukturen
 - ▶ Viel „Spaghetti-Code“
- ▶ Sonderfall Behandlungen
- ▶ Unverständliche Namen
- ▶ Keine ausreichende Testabdeckung
 - ▶ Oft manuelles Testen
 - ▶ Tests sind immer noch nicht Standard

Warum sollten wir refactorisieren

- ▶ Das Design der Software wird verbessert
 - ▶ Um das Problem zu verstehen wird zunächst die Funktionalität implementiert
 - ▶ Beim Refactoring oder Review wird anschließend die Lesbarkeit und Wiederverwendung verbessert
- ▶ Die Software wird wartbarer
 - ▶ Höhere Strukturen und Konzepte der Problemdomäne bilden sich heraus
 - ▶ Verwendung höherer Konzepte verkleinert die Codebasis

Warum sollten wir refactorisieren

- ▶ Die Software wird einfacher verständlich
 - ▶ Software muss für den Menschen verständlich sein, nicht nur für den Computer
 - ▶ Softwareentwicklung ist Teamarbeit
 - ▶ Je länger die Implementierung zurückliegt, desto größer ist der Einarbeitungsaufwand um den Code erneut zu verstehen
- ▶ Fehler werden einfacher gefunden
 - ▶ In verständlichem Code sind Fehler einfacher zu finden
 - ▶ Bei einem erneuten Betrachten des Codes werden Spezialfälle oft häufiger gefunden

Warum sollten wir refactorisieren

- ▶ Neue Funktionalität kann schneller entwickelt werden
 - ▶ Am Anfang eines Projekts entscheidet die Qualität des Codes, nicht die Entwicklungsgeschwindigkeit
 - ▶ Je länger das Projekt läuft, desto entscheidender wird die Qualität für die Geschwindigkeit
 - ▶ Neuer Code reduziert die Qualität des gesamten Codes
 - ▶ Refactoring hebt die Qualität wieder auf das vorherige Niveau oder sogar darüber

Warum ändern wir Software

- ▶ Hinzufügen oder Erweitern der Funktionalität
 - ▶ Neue Funktionalität verstehen und implementieren
 - ▶ Einfaches Design
- ▶ Beheben eines Fehlers bzw. Bugs
 - ▶ Testen der entwickelten Funktion
 - ▶ Fehler finden und beheben
- ▶ Verbesserung des Designs bzw. Refactoring
 - ▶ Code verständlicher machen
- ▶ Optimierung des Ressourcenverbrauchs

Warum ändern wir Software

- ▶ make it!
 - ▶ Neue Funktionalität verstehen und implementieren
 - ▶ Einfaches Design
- ▶ make it run!
 - ▶ Testen der entwickelten Funktion
 - ▶ Fehler finden und beheben
- ▶ make it better!
 - ▶ Code verständlicher machen

In der Entwicklung - make it!

Aufgabe: Lösche in einer Verzeichnisstruktur alle Log-Dateien, die älter als 5 Tage sind.

```
public class CleanupProcess {  
    public void cleanup(final File directory) {  
        File[] files = directory.listFiles();  
        for (File file : files) {  
            if (file.isDirectory()) {  
                cleanup(file);  
                continue;  
            }  
            long currentTime = System.currentTimeMillis();  
            if (file.lastModified() < (currentTime - 432000000L)) {  
                file.delete();  
            }  
        }  
    }  
}
```

In der Entwicklung - make it run!

Fehler: Bei leeren Verzeichnissen stürzt das Programm mit einer NullPointerException ab

```
public class CleanupProcess {  
    public void cleanup(final File directory) {  
        File[] files = directory.listFiles();  
        if (null == files) {  
            return;  
        }  
        for (File file : files) {  
            if (file.isDirectory()) {  
                cleanup(file);  
                continue;  
            }  
            long currentTime = System.currentTimeMillis();  
            if (file.lastModified() < (currentTime - 432000000L)) {  
                file.delete();  
            }  
        }  
    }  
}
```

In der Entwicklung - make it better!

Refactoring: Forme den Code solange um, bis er einfach verständlich wird

```
public class CleanupProcess {  
  
    public void cleanup(final File directory) throws IOException {  
        ForeachFile.in(directory).perform(DeleteIf.olderThan(5).days());  
    }  
}
```

Wann sollten wir Refactorieren

- ▶ Refactoring sollte Bestandteil der normalen Entwicklung sein und dadurch kontinuierlich genutzt werden
- ▶ Einfache Regel
 - ▶ *Three Strikes and you refactor*
 1. Beim ersten Implementieren neue Funktionalität hinzufügen
 2. Wird eine ähnliche Funktionalität ein zweites Mal benötigt ⇒ Code kopieren
 3. Wird eine ähnliche Funktionalität erneut benötigt ⇒ Code refactorn und wiederverwenden

Wann sollten wir Refactorieren

- ▶ Während einem Code Review
 - ▶ Der Reviewer hilft den Code für andere Entwickler verständlicher zu gestalten
- ▶ Vor dem Hinzufügen von neuer Funktionalität
 - ▶ Alter Code wird auf die Änderung vorbereitet
 - ▶ Refactoring vereinfacht das Einbauen neuer Funktionalität
- ▶ Beim Beheben eines Fehlers
 - ▶ Refactoring hilft beim Verstehen von bestehendem Code
 - ▶ Fehler betreffen oft mehrere nahe Stellen

Exkurs: Lokalisierungsprinzip

- ▶ *Ein Bug kommt selten allein*
- ▶ Bugs im Code *klumpen* zusammen
 - ▶ Fehler werden durch Gegenfehler kompensiert (siehe Testing Vorlesung)
 - ▶ Komplexer Code ist anfälliger für Bugs
 - ▶ Zusammenhängender Code wird oft vom gleichen Entwickler geschrieben
 - ▶ Zusammenhängender Code wird oft zur gleichen Zeit geschrieben

Warum Refactoring funktioniert

- ▶ Entscheidungen der Vergangenheit werden nicht zur Last der Zukunft
 - ▶ Entscheidungen können geändert werden
- ▶ Software ist schwieriger zu lesen als zu schreiben
 - ▶ Schlecht lesbare Software ist auch schlecht änderbar
 - ▶ Komplexe Logik ist schlecht änderbar
- ▶ Refactoring hält die Geschwindigkeit langfristig konstant
 - ▶ Langfristiger Nutzen

Wie erklärt man das dem Management

- ▶ Im Idealfall gar nicht
 - ▶ Die Aufgabe eines Entwicklers ist es professionell Software zu entwickeln
 - ▶ Das Management sollte sich nicht dafür interessieren, wie er entwickelt
 - ▶ Refactoring erhöht langfristig die Geschwindigkeit und hilft den Zeitplan einzuhalten
- ▶ Ein Chef der Wert auf Qualität legt, lässt sich leicht von Refactoring überzeugen
 - ▶ Das Hauptziel von Refactoring ist die Codequalität

Wann wird Refactoring schwierig

- ▶ Datenbankschemata können nicht so einfach wie Code geändert werden
 - ▶ Änderungen des Datenbankschemas bedeuten auch immer eine Umwandlung von Daten
- ▶ Bei der Änderung von Schnittstellen (Interfaces) hat man unter Umständen nicht allen aufrufenden Code selbst in der Hand
 - ▶ Interfaces gibt es in mehreren Veröffentlichungsstufen
 - ▶ öffentlich
 - ▶ teilweise öffentlich
 - ▶ intern

Wann wird Refactoring schwierig

- ▶ Zentrale Designentscheidungen, die später nur schwer geändert werden können
 - ▶ Bei zentralen Komponenten sollte überlegt werden, ob diese später einfach geändert werden können
 - ▶ Können sie nicht einfach geändert werden, sollte mehr Aufwand in das Design investiert werden
- ▶ Wird der Aufwand für Refactoring zu groß, können Teile oder alles komplett neu entwickelt werden
 - ▶ z.B. bei der Änderung einer zentralen Technologie

Auswirkungen auf das Design

- ▶ Klassische Vorgehensweise eines Ingenieurs
 1. Design bzw. Entwurf des Produkts
 2. Konstruktion bzw. Produktion des Produkts
- ▶ Software ist kein klassisches Produkt
 - ▶ Software lässt sich deutlich einfacher ändern als Hardware
 - ▶ Während der Entwicklung das Problem besser verstehen
 - ▶ Durch Refactoring eine bessere Lösung für das Problem finden

Nachteile von Refactoring

- Refactoring kostet Zeit
 - Aber neue Funktionalität kann später einfacher eingebaut werden
- Refactoring verschlechtert die Performance von Software
 - Die Annahme ist, dass Indirektionen und Abstraktionen mehr Overhead erzeugen
 - Annahmen bei der Performance Optimierung immer schlecht

Exkurs: Performance Optimierung

- ▶ Donald Knuth: *premature optimization is the root of all eval*
- ▶ 90/10 Regel oder Pareto Prinzip
 - ▶ 90% der Zeit wird in 10% des Codes verbracht
 - ▶ Optimierung des gesamten Codes unnötig
- ▶ Optimierungen nur nach einer passenden Messung

Was sind Code Smells

- ▶ *If it stinks, change it.*
 - ▶ „Code Smells“ deuten auf verbesserungswürdige Stellen im Code hin
- ▶ Code Smells geben einen Eindruck, welche Konstrukte die Entwicklung behindern
 - ▶ Kochrezepte zum Finden von Problemstellen
 - ▶ Lösungen werden in Form von Refactorings gegeben
- ▶ Stärke des „Gestanks“ schlecht messbar
 - ▶ Teilweise Unterstützung durch Tools oder Algorithmen

Code Smell: Duplicated Code

- ▶ Doppelt vorhandener Code
- ▶ Wichtigster Code Smell
 - ▶ Kommt am häufigsten vor
 - ▶ Meistens durch Unwissenheit
- ▶ Die gleiche Code-Struktur ist an mehr als einer Stelle im Code vorhanden
 - ▶ Die gleiche Anweisung mehrfach in einer Methode / Klasse
 - ▶ Ähnlicher Code in mehreren Methoden oder Klassen

Code Smell: Duplicated Code

- ▶ Auseinanderdriften mehrerer Code-Stellen
 - ▶ Der Wartungsaufwand wird unnötigerweise erhöht
 - ▶ Programm wird unvollständig
- ▶ Lösung: Gemeinsamen Code auslagern und aufrufen
 - ▶ Neue Strukturen schaffen
 - ▶ Wiederverwendung im Code erhöhen

Code Smell: Long Method

- ▶ Lange Methoden
- ▶ Je länger ein zusammenhängendes Stück Code ist, desto schwerer ist es zu verstehen
 - ▶ Früher wurden Entwickler vom Overhead eines Funktionsaufrufs abgeschreckt
 - ▶ Heutige Sprachen haben diesen nahezu eliminiert
- ▶ Objektorientierter Code sieht für Anfänger oft aus, als ob nirgendwo etwas passiert
 - ▶ In vielen Methoden sind nur Delegationen

Code Smell: Long Method

- ▶ Eine große semantische Distanz zwischen Code und Name der Methode ist hinderlich
 - ▶ Je größer Methoden sind, desto schwerer ist es einen sprechenden Namen dafür zu finden
- ▶ Lösung: Auftrennen der Methode
 - ▶ Für kleinere Methoden lässt sich leichter ein Name finden
 - ▶ Gute Namen steigern die Lesbarkeit
 - ▶ Kommentare, Schleifen und If-Bedingungen bieten gute Nahtstellen

Exkurs: Code Seams

- ▶ Nahtstelle oder Saum
- ▶ Kleidungsbranche: Verbindung zweier Stoffteile
 - ▶ Ohne sichtbare Effekte auftrennbar
 - ▶ Beispiele: Patchwork oder Aufnäher
- ▶ Softwareentwicklung: Verbindung zweier Codeteile
 - ▶ Verbundener Code kann getrennt werden
 - ▶ Neuer Code bzw. Funktionalität kann eingefügt werden
 - ▶ Beispiele: Methodenaufrufe, Polymorphie

Code Smell: Large Class

- ▶ Große Klasse
- ▶ Häufige Indizien
 - ▶ Zu viele Instanzvariablen
 - ▶ Zu viele Methoden
 - ▶ Gleiche Prefixe bzw. Suffixe bei Variablen
- ▶ Ist ein Hinweis, dass die Klasse zu viel Verantwortung hat
- ▶ Lösung: Unterteilen der Klasse
 - ▶ Zusammengehörende Teilfunktionen extrahieren

Code Smell: Shotgun Surgery

- ▶ Flickenteppich Änderung
 - ▶ *Schrotflinten Chirurgie*
- ▶ Für eine kleine funktionale Änderung müssen viele Stellen im Code angepasst werden
 - ▶ Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Stelle vergessen wird ist sehr hoch
 - ▶ Große Gefahr einen neuen Bug einzubauen
- ▶ Lösung: Umstrukturierung des Codes
 - ▶ Idealerweise wird eine Klasse nur aus einem Grund geändert

Code Smell: Switch Statements

- ▶ Switch Statements bringen viele Probleme in den Code
 - ▶ Gleicher Switch wird oft an mehreren Stellen genutzt \Rightarrow Duplicated Code
 - ▶ Switch Statesments bieten wenige Nahtstellen, kann nur *im Platz* wachsen
 - ▶ Syntax fördert Fehler *break vs. fall-through*
- ▶ In objektorientierter Entwicklung ist das deutlich einfacher
 - ▶ Funktionalität muss nur an einer Stelle geändert oder erweitert werden

Code Smell: Code Comments

- ▶ Kommentare im Code sind wie ein Deodorant
 - ▶ Sie versuchen schlechten Code mit anderem Geruch zu überdecken
- ▶ Kommentare beheben nicht das eigentliche Problem
 - ▶ Sie versuchen Symptome zu beheben
- ▶ Kommentare sind gute Indikatoren zur Trennung von Methoden
 - ▶ Kommentierte Stelle in Methode auslagern
 - ▶ Intention des Kommentars als Namen für die Methode nehmen

Refactorings

- ▶ Kleine Auswahl aus über 60 Refactorings
 - ▶ Extract Method
 - ▶ Rename Method
 - ▶ Replace Temp with Query
 - ▶ Replace Conditional with Polymorphism
 - ▶ Replace ErrorCode with Exception
 - ▶ Replace Inheritance with Delegation

Extract Method

Problem

- ▶ Zusammenhängendes Stück Code kann extrahiert werden

Lösung

- ▶ Passenden Namen wählen und Code in eigene Methode auslagern
- ▶ Code feingranularer aufteilen
 - ▶ Fördert die Wiederverwendbarkeit von Methoden
 - ▶ Behebt die Vermischung verschiedener Abstraktionsebenen

Extract Method

Verbesserung

- ▶ Bessere Strukturierung des Codes
 - ▶ Größere Methoden lesen sich wie eine Abfolge von Kommentaren
 - ▶ Trennung zwischen Problemdomäne und ausführbaren Anweisungen
 - ▶ Unter Umständen lässt sich Code in natürlicher Sprache lesen

Hilft gegen

- ▶ Code Comments, Duplicated Code, Long Method

Extract Method - Ein kleines Beispiel

Vorher

```
void printAddresses() {  
    printSchool();  
    // Print student locations  
    for (Student student : students) {  
        print(student.getNumber() + ": " + student.getLocation());  
    }  
    // Print teacher locations  
    for (Teacher teacher : teachers) {  
        print(teacher.getNumber() + ": " + teacher.getLocation());  
    }  
}
```

Extract Method - Ein kleines Beispiel

Nachher

```
void printAllStudents() {  
    printSchool();  
    printLocationsOf(students);  
    printLocationsOf(teachers);  
}  
  
void printLocationsOf(List<Person> persons) {  
    for (Person person : persons) {  
        print(person.getNumber() + ": " + person.getLocation());  
    }  
}
```

Extract Method - Beispiel aus der Praxis

Vorher

```
public void finishTrip(Scheduler scheduler, SimulationDate atCurrentDate) {  
    if (scheduler.getActivitySchedule().hasCurrentTrip) {  
        Logger.log(WARNING, "No trip to end available");  
        return;  
    }  
  
    Trip trip = scheduler.getActivitySchedule().currentTrip();  
    Activity previousActivity = trip.previousActivity();  
    Activity nextActivity = trip.nextActivity();  
    Location previousLocation = previousActivity.location();  
    Location nextLocation = nextActivity.location();  
  
    TripfileWriter.writeTripToFile(person(), trip, previousActivity, nextActivity,  
        previousLocation, nextLocation);  
  
    asDriverReturnCarAfter(trip);  
    start(nextActivity, atCurrentDate);  
}
```

Extract Method - Beispiel aus der Praxis

Nachher

```
public void finishTrip(Scheduler scheduler, SimulationDate atCurrentDate) {
    Trip trip = findTripIn(scheduler);
    log(trip);
    startNextActivityAfter(trip, atCurrentDate);
}

public Trip findTripIn(Scheduler scheduler) {
    if (scheduler.getActivitySchedule().hasCurrentTrip) {
        return scheduler.getActivitySchedule().currentTrip();
    }
    throw new TripNotAvailable();
}

public void log(Trip trip) {
    Activity previousActivity = trip.previousActivity();
    Activity nextActivity = trip.nextActivity();
    Location previousLocation = previousActivity.location();
    Location nextLocation = nextActivity.location();

    TripfileWriter.writeTripToFile(person(), trip, previousActivity, nextActivity,
        previousLocation, nextLocation);
}

public void startNextActivityAfter(Trip trip, SimulationDate atCurrentDate) {
    asDriverReturnCarAfter(trip);
    Activity nextActivity = trip.nextActivity();
    start(nextActivity, atCurrentDate);
}
```


Extract Method - Tipps für die Praxis

- ▶ Code Seams dienen als Hilfe zum Auftrennen langer Methoden
 - ▶ Kommentare, If-Bedingungen, Schleifen
- ▶ Typischerweise iteratives Vorgehen
 - ▶ Kleine Teile extrahieren
 - ▶ Anschließend kann der Aufruf mehrerer kleinerer Methoden wieder extrahiert werden
- ▶ Lokale Variablen sind problematisch
 - ▶ Eine Methode kann nur einen Wert zurückgeben
 - ▶ Vermeidung von lokalen Variablen über andere Refactorings

Rename Method

Problem

- ▶ Methodenname passt nicht zum Inhalt der Methode
 - ▶ Methodenname ist kryptisch, oftmals eine unverständliche Abkürzung

Lösung

- ▶ Methodenname ändern

Rename Method

Verbesserung

- ▶ Code wird für Menschen lesbarer und damit verständlicher
 - ▶ Kurze Namen sparen keine Zeit beim Programmieren
 - ▶ IDEs besitzen Autovervollständigung

Hilft gegen

- ▶ Code Comments

Rename Method - Einfaches Beispiel

Vorher

```
int getAccCDLmt() {  
    return account.getCreditCard().getLimit();  
}
```

Nachher

```
int getCreditCardLimitForAccount() {  
    return account.getCreditCard().getLimit();  
}
```

Vorher

```
Dialog createDvcDlg() {  
    return system.getDevice().createDialog();  
}
```

Nachher

```
Dialog createDeviceDialog() {  
    return system.getDevice().createDialog();  
}
```

Rename Method - Beispiel aus der Praxis

Vorher

```
public class Person {  
  
    private final String officeAreaCode;  
    private final String officeNumber;  
  
    public String getTelephoneNumber() {  
        return this.officeAreaCode + "/" + this.officeNumber;  
    }  
}
```

Rename Method - Beispiel aus der Praxis

Nachher

```
public class Person {  
  
    private final String officeAreaCode;  
    private final String officeNumber;  
  
    /**  
     * @deprecated use getOfficeTelephoneNumber() instead  
     */  
    @Deprecated  
    public String getTelephoneNumber() {  
        return getOfficeTelephonNumber();  
    }  
  
    public String getOfficeTelephonNumber() {  
        return this.officeAreaCode + "/" + this.officeNumber;  
    }  
}
```

Rename Method - Tipps für die Praxis

- ▶ Methoden umbenennen hilft beim Lesen und Verstehen des Codes
 - ▶ Code Review
- ▶ Methodennamen sind „lebende“ Kommentare
 - ▶ Methodenname sollte beschreiben was die Methode macht, nicht wie sie es macht
- ▶ Schon kleine Änderungen verbessern die Lesbarkeit
 - ▶ `void printLocation(Student student);`
 - ▶ `void printLocationOf(Student student);`

Replace Temp with Query

Problem

- ▶ Das Ergebnis einer Berechnung wird temporär in einer Variable gespeichert
 - ▶ Wert der Variablen wird nur einmal gesetzt und nicht mehr verändert
 - ▶ Die Berechnung hat keine Seiteneffekte

Lösung

- ▶ Berechnung des Werts in eine Methode auslagern

Replace Temp with Query

Verbesserung

- ▶ Es wird einfacher Methoden zu extrahieren und wieder zu verwenden
- ▶ Schreibzugriffe auf Variablen werden sichtbar
- ▶ Wert der Berechnung wird nicht zwischengespeichert und ist immer aktuell

Hilft gegen

- ▶ Long Method

Replace Temp with Query - Beispiel

Vorher

```
double basePrice = quantity * itemPrice;  
if (basePrice > 1000) {  
    return basePrice * 0.95;  
}  
return basePrice * 0.98;
```

Nachher

```
if (basePrice() > 1000) {  
    return basePrice() * 0.95;  
}  
return basePrice() * 0.98;  
  
double basePrice() {  
    return quantity * itemPrice;  
}
```

Replace Conditional with Polymorphism

Problem

- ▶ Das Verhalten wird mit Konditionalstrukturen und einer Typ-Kodierung gesteuert
 - ▶ If-Else oder Switch
 - ▶ Kommt das gleiche Konstrukt mehrfach vor, muss es mehrfach gepflegt werden

Lösung

- ▶ Verhalten der einzelnen Pfade in abgeleiteten Klassen überschreiben
- ▶ Basismethode als abstrakt definieren

Replace Conditional with Polymorphism

Verbesserung

- ▶ Bei der Erweiterung mit Hilfe von abgeleiteten Klassen, muss das ganze Verhalten implementiert werden
- ▶ Anwender kennen die Unterklasse nicht, die Software ist besser gekapselt
- ▶ Dynamisch erweiterbar

Hilft gegen

- ▶ Switch-Statements

Replace Conditional with Polymorphism

Vorher

```
class Employee {
    private final EmployeeType type;
    private final Money monthlySalary;
    Money payAmount(Balance lastMonth) {
        switch (type()) {
            case EmployeeType.ENGINEER:
                return monthlySalary;
            case EmployeeType.SALESMAN:
                return monthlySalary.plus(lastMonth.bonus());
            case EmployeeType.MANAGER:
                return monthlySalary.plus(lastMonth.bonus()
                    .times(lastMonth.salesFactor()));
            default:
                throw new UnknownEmployee("No salary for you!");
        }
    }
}

enum EmployeeType {
    ENGINEER, SALESMAN, MANAGER;
}
```

Replace Conditional with Polymorphism

Nachher

```
class Employee {
    private final Money monthlySalary;

    abstract Money payAmount(Balance lastMonth);
    protected Money monthlySalary() {
        return monthlySalary;
    }
}

class Engineer extends Employee {
    @Override
    Money payAmount(Balance lastMonth) {
        return monthlySalary();
    }
}

class Salesman extends Employee {
    @Override
    Money payAmount(Balance lastMonth) {
        return monthlySalary().plus(lastMonth.bonus());
    }
}
```

Replace Conditional with Polymorphism

- Tipps für die Praxis

- ▶ Dynamische Switch Konstrukte sind mit Lookup-Mechanismen realisierbar
 - ▶ HashMaps als Switch Ersatz verwenden
 - ▶ Switch-Parameter als Key für die HashMap verwenden
 - ▶ Mehr Datentypen verwendbar verglichen mit Switch-Parameter

Replace Conditional with Polymorphism

- Tipps für die Praxis

```
public class Translator {  
  
    private final Map<Language, Text> translation;  
  
    Translator() {  
        translation = new HashMap<>();  
    }  
  
    Text getTextFor(Language language) {  
        return translation.get(language);  
    }  
  
    void addLanguage(Language language, Text text) {  
        translation.put(language, text);  
    }  
}
```


Replace ErrorCode with Exception

Problem

- ▶ Bei der Verarbeitung von Daten können Fehler auftreten
 - ▶ Im Fehlerfall wird oft ein „Fehlerwert“ anstatt eines normalen Wertes zurückgegeben

Lösung

- ▶ Anstelle des Fehlerwertes eine Exception werfen
 - ▶ Exceptions müssen getrennt von normalen Werten verarbeitet werden

Replace ErrorCode with Exception

Verbesserung

- ▶ Klare Definition von Fehlern
 - ▶ Automatische Trennung bei der Verarbeitung von Fehlern und normalen Werten
 - ▶ Fehler können nicht in Berechnung einfließen
 - ▶ Zurückgegebene Werte müssen *nicht* auf Fehler geprüft werden
- ▶ Genauere Steuerung des Kontrollflusses
- ▶ Code wird verständlicher und lesbarer

Replace ErrorCode with Exception

Vorher

```
int withdraw(int amount) {  
    if (amount > balance) {  
        return -1  
    }  
    balance -= amount;  
    return 0;  
}
```

Nachher

```
void withdraw(int amount) throws BalanceException {  
    if (amount > balance) {  
        throw new BalanceException();  
    }  
    balance -= amount;  
}
```

Replace ErrorCode with Exception

Vorher

```
public class AngleSensor {
    public static final int SENSOR_ERROR = -1;
    private final AngleHardware hardware;
    public AngleSensor(AngleHardware hardware) {
        this.hardware = hardware;
    }
    public int getAngle() {
        if (hardware.isWorking()) {
            return hardware.getCurrentValue();
        }
        return SENSOR_ERROR;
    }
}

public class Client {
    public static void main(String[] args) {
        AngleSensor sensor = new AngleSensor(withDefaultHardware());
        Display display = new DisplayFor().currentMonitor();
        while (systemIsRunning()) {
            int currentAngle = sensor.getAngle();
            if (AngleSensor.SENSOR_ERROR == currentAngle) {
                display.showError();
                continue;
            }
            display.show(currentAngle);
        }
    }
}
```

Replace ErrorCode with Exception

Nachher

```
public class AngleSensor {  
    private final AngleHardware hardware;  
    public AngleSensor(AngleHardware hardware) {  
        this.hardware = hardware;  
    }  
    public int getAngle() throws SensorException {  
        if (hardware.isWorking()) {  
            return hardware.getCurrentValue();  
        }  
        throw new SensorException("Sensor hardware is not working");  
    }  
}  
  
public class Client {  
    public static void main(String[] args) {  
        AngleSensor sensor = new AngleSensor(withDefaultHardware());  
        Display display = new DisplayFor().currentMonitor();  
        while (systemIsRunning()) {  
            try {  
                int currentAngle = sensor.getAngle();  
                display.show(currentAngle);  
            } catch (SensorException e) {  
                display.showError(e.getMessage());  
            }  
        }  
    }  
}
```

Replace Inheritance with Delegation

Problem

- ▶ Funktionalität der Oberklasse in abgeleiteter Klasse nicht brauchbar
 - ▶ Schnittstelle nach außen entspricht nicht dem Verhalten der Klasse

Lösung

- ▶ Instanzvariable mit dem Typ der Oberklasse anlegen
 - ▶ Alle notwendigen Methoden an Instanzvariable delegieren
 - ▶ Ableitung zu Oberklasse entfernen

Replace Inheritance with Delegation

Verbesserung

- ▶ Klarer definierte Schnittstellen
 - ▶ Mehr Kontrolle welche Funktionalität der delegierten Klasse verwendbar ist
- ▶ Trennung zwischen eigener Funktionalität und bereits vorhandener Funktionalität

Tipp für die Praxis

- ▶ Beim Entwurf von APIs kann man die Schnittstelle exakter definieren
 - ▶ Weniger absichtliche oder unabsichtliche Missbrauchsgefahr

Replace Inheritance with Delegation

Vorher

```
class MyStack<T> extends ArrayList<T> {  
  
    public void push (T element) {  
        add(0, element);  
    }  
  
    public T pop() {  
        return remove(0);  
    }  
  
}
```

- ▶ Wirklich benötigte Funktionalität
 - ▶ push, pop, size, isEmpty

Replace Inheritance with Delegation

Nachher

```
class MyStack<T> {  
    List<T> elements;  
  
    public MyStack() {  
        elements = new ArrayList<>();  
    }  
    public void push (T element) {  
        elements.add(0, element);  
    }  
    public T pop() {  
        return elements.remove(0);  
    }  
    public boolean isEmpty() {  
        return elements.isEmpty();  
    }  
    public int size() {  
        return elements.size();  
    }  
}
```

- ▶ Schnittstelle ist auf den Anwendungszweck angepasst
- ▶ Kein Missbrauch mehr möglich

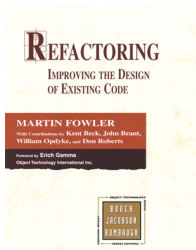
Zusammenfassung

▶ Code Smells

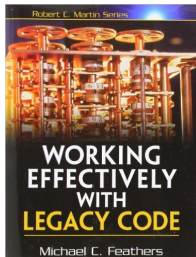
- ▶ Code kann „stinken“
- ▶ Schlechte Konstrukte im Code verlangsamen die Entwicklung langfristig
- ▶ Ansatzpunkte an denen Code verständlicher werden kann

▶ Refactorings

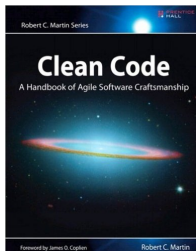
- ▶ Helfen den Code lesbarer zu gestalten
- ▶ Verändern das beobachtbare Verhalten des Codes nicht
- ▶ Halten die Entwicklungsgeschwindigkeit langfristig konstant



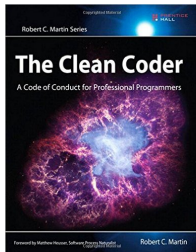
- ▶ Refactoring
 - ▶ Martin Fowler
 - ▶ Addison-Wesley
 - ▶ ISBN: 978-020148567



- ▶ Working Effectively with Legacy Code
 - ▶ Michael C. Feathers
 - ▶ Pearson Education
 - ▶ ISBN: 978-0131177055



- ▶ Clean Code
 - ▶ Robert C. Martin
 - ▶ Pearson Education
 - ▶ ISBN: 978-0132350884



- ▶ The Clean Coder
 - ▶ Robert C. Martin
 - ▶ Pearson Education
 - ▶ ISBN: 978-0137081073