Technische Universität Berlin

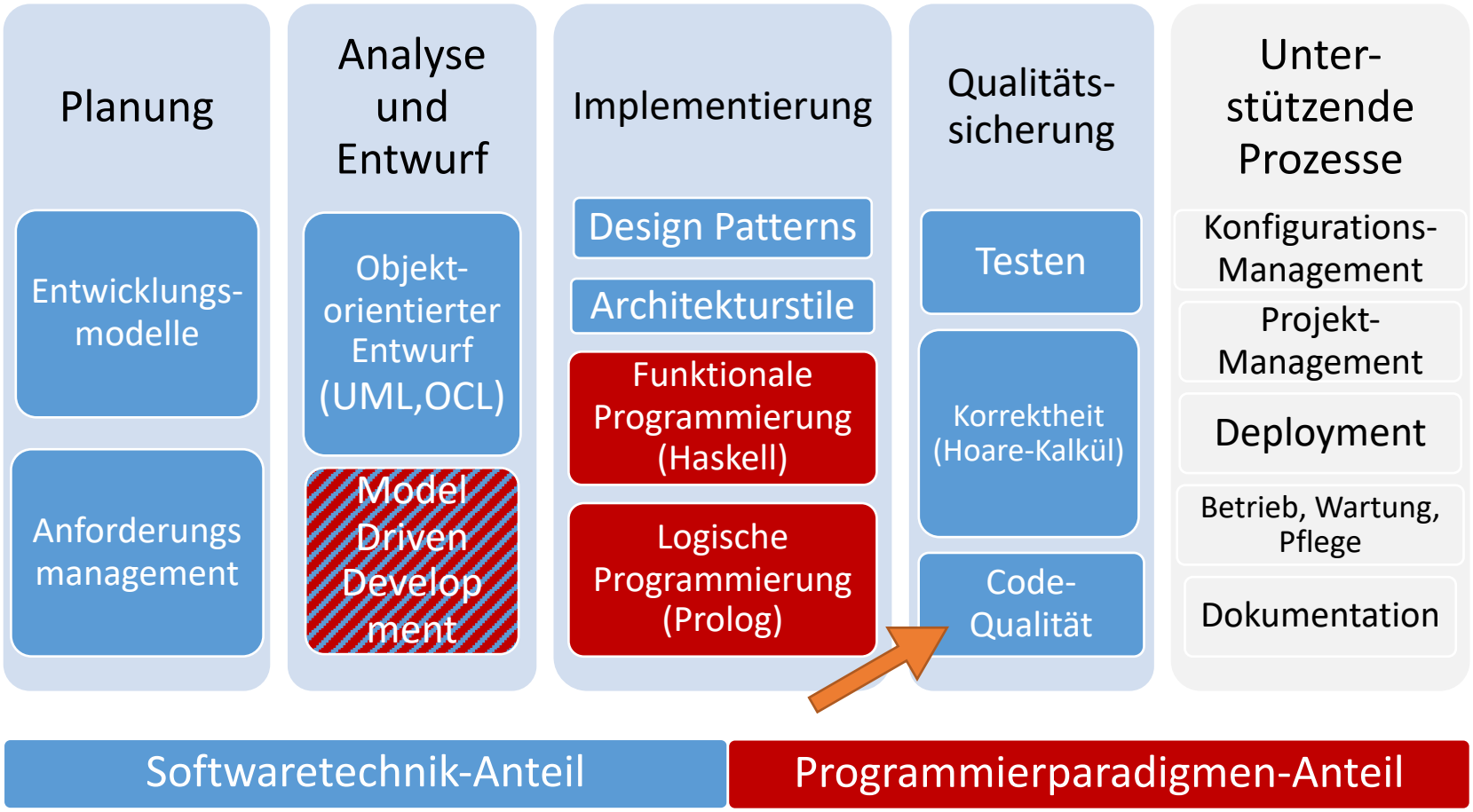
# Softwaretechnik und Programmierparadigmen

## *04* Code-Qualität

Prof. Dr. Sabine Glesner
Software and Embedded Systems Engineering
Technische Universität Berlin

SESE

# Diese VL


Planung
Entwicklungs-modelle
Anforderungs management
Analyse und Entwurf
Objekt-orientierter Entwurf (UML,OCL)
Model Driven Develop ment
Implementierung
Design Patterns
Architekturstile
Funktionale Programmierung (Haskell)
Logische Programmierung (Prolog)
Qualitäts-sicherung
Testen
Korrektheit (Hoare-Kalkül)
Code-Qualität
Unter-stützende Prozesse
Konfigurations-Management
Projekt-Management
Deployment
Betrieb, Wartung, Pflege
Dokumentation
Softwaretechnik-Anteil
Programmierparadigmen-Anteil

# Inhalt

Code-Qualität

- Einführung
- Kontrollflussgraphen
- Metriken
- Code-Smells
- Refactoring

# Inhalt

Code-Qualität

- Einführung
- Kontrollflussgraphen
- Metriken
- Code-Smells
- Refactoring

# Qualitätssicherung

## Prozessqualität

*Befasst sich mit der Verbesserung der Entstehung des Software-Produkts (Prozess).*

- Managementprozesse und Entwicklungsmodelle
- Software-Infrastruktur (Build-Automatisierung, Testautomatisierung, …)

## Produktqualität

*Befasst mit der Verbesserung der genannten Qualitätsmerkmale des Software-Produkts.*

- Korrektheit
- Testen
- Konventionen
- Kommentare
- Statische Analyse
- Metriken
- …

← Heute: Methoden zur Verbesserung des Codes

# Konventionen …

*… verhindern Fehler und Missverständnisse*
*und erleichtern Teamarbeit.*

**Mögliche Konventionen:**

- Einheitliche IDE (Integrated Development Environment)
- Inhalt, Format und Sprache von Kommentaren
- Namensgebung und Umfang von Funktionen, Klassen, Variablen, ….
- Formatierung / Coding Style:
  - Formatierung ist individueller Geschmack
  - Einheitliche Formatierung erleichtert das Lesen fremden Codes
  - Automatische Überprüfung / Anpassung durch IDE oder andere Tools
- Verwendung statischer Analyse (oft auch: *linten*):
  - Statische Programmanalyse erweitert die Überprüfung der Formatierung
  - Identifiziert falschen Code Style, Fehlerquellen, ineffiziente Abschnitte, …
  - Ursprüngliches Tool von Bell Labs für C: „Lint“,

# Dokumentation …

*…beschreibt die Erstellung von Artefakten, die notwendige oder hilfreiche Informationen übermitteln.*

Arten von Dokumentation

1. Extern: sind dem Kunden zugänglich
   - Beispiele: Spezifikation, Handbücher, …
2. Intern: sind dem Kunden nicht zugänglich
   - Beispiele: interne Planungsdokumente, Kommentare, …

# Kommentare

*Kommentare sind zusätzliche Informationen zum Code, die dessen Verständlichkeit erleichtern sollen.*


Quelle

- Sinnvoll (bspw. an unverständlichen Code-Stellen)
- Nicht zu viel: Triviale und redundante Kommentare vermeiden!
- Kommentare müssen verständlich sein.

Spezielle Kommentarformate ermöglichen die automatische Generierung von Dokumentation (Beispiel: Javadoc).

# Code Reviews

*Vier Augen sehen mehr als zwei:*
*Menschen machen Fehler, doch diese können mit der Durchsicht des Codes durch einen anderen Entwickler identifiziert werden.*

Vorteile

- Mehraufwand kann unnötige Fehler und aufwändigere Bugfixes verhindern
- Schlechter Code (Code-Smells) wird durch Überprüfung verhindert
- Systematische Überprüfung anhand von Checklisten möglich

Umsetzung

- Spontan: Findet diese wirklich statt?
- Regelmäßig: Die Einbettung in den Entwicklungsprozess ist oft sinnvoll.
- Tool-basiert: Ticket wird als „fertig zur Durchsicht“ markiert.
  (bspw. *Merge Request* in Git).

# Inhalt

Code-Qualität

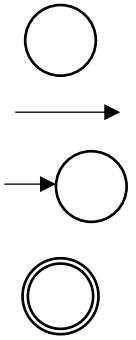
- Einführung
- Kontrollflussgraphen
- Metriken
- Code-Smells
- Refactoring

# Kontrollflussgraph (CFG)

Für komplexere Analysemethoden, die die Programmstruktur bewerten, wird eine **abstrakte Repräsentation des Kontrollflusses** benötigt

Der Kontrollflussgraph (CFG) einer Prozedur ist ein gerichteter Graph $G = \{V, E, V_{entry}, V_{exit}\}$, wobei

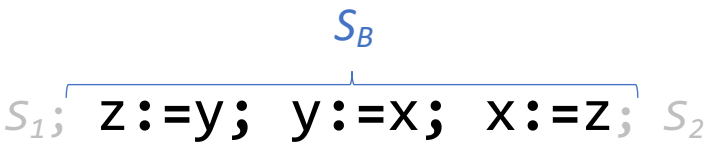
| | |
|---|---|
| $V$ | : Knoten (Instruktionen bzw. Basisblöcke) |
| $E \subseteq V \times V$ | : Kanten (Kontrollfluss zwischen Knoten) |
| $V_{entry} \in V$ | : Startknoten |
| $V_{exit} \in V$ | : Endknoten |



Statt der formalen verwendet man häufig die **graphische Notation**

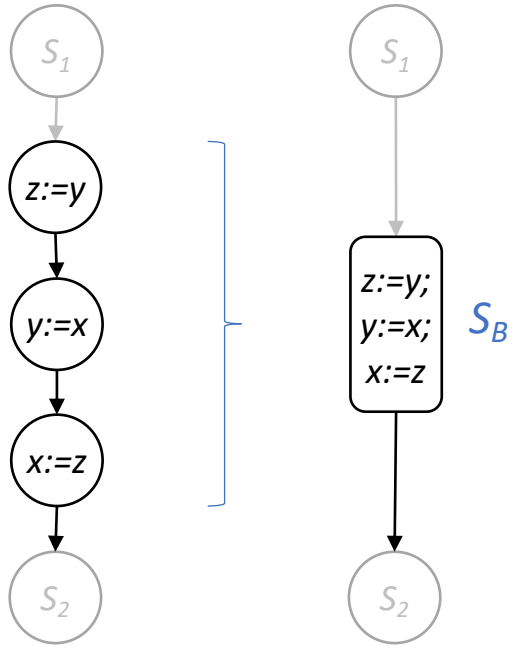
# Basisblöcke

Oft ist es übersichtlicher, anstelle von Instruktionen Basisblöcke als Knoten zu verwenden




Ein Basisblock ist eine **Sequenz von Instruktionen**, wobei

- alle inneren Knoten genau eine eingehende und eine ausgehende Kante haben
- der erste Knoten hat beliebig viele eingehende Kanten und eine ausgehende Kante
- der letzte Knoten hat eine eingehende Kante und beliebig viele ausgehende Kanten

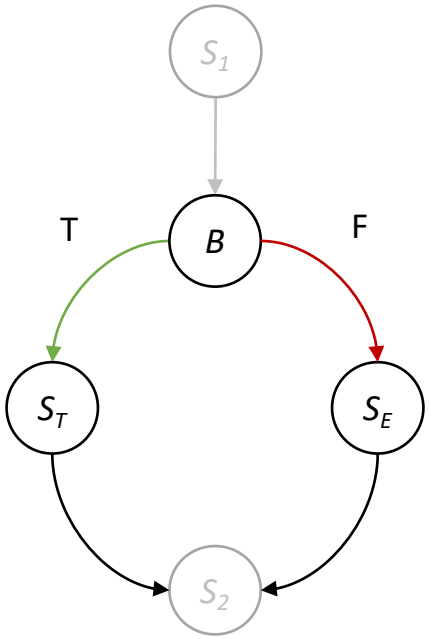


# Verzweigung

$S_1$; **if** $B$ **then** $S_T$ **else** $S_E$ **fi**; $S_2$

Verzweigungen werden über mehrere ausgehende bzw. eingehende Kanten realisiert

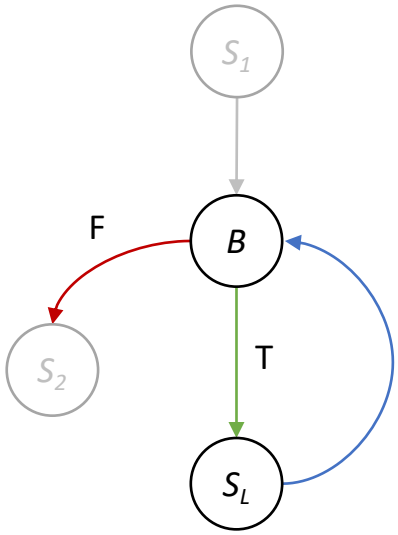
Dabei **können** die Kanten mit zusätzlicher Information dekoriert werden



# Schleifen

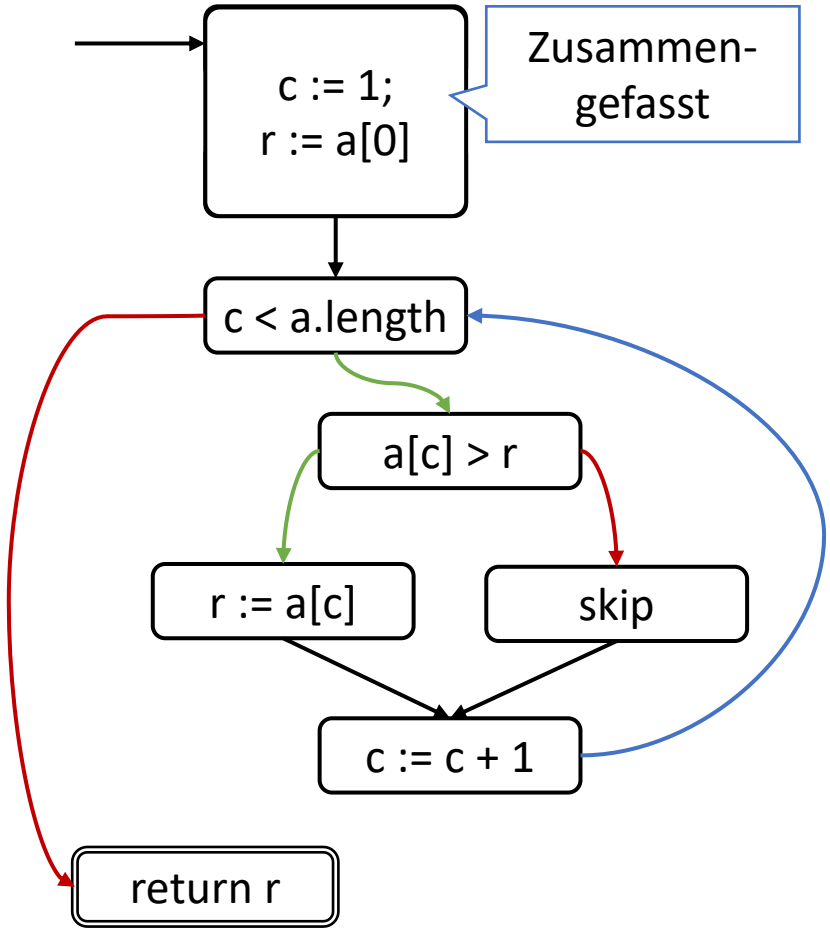
$S_1$; **while** $B$ **do** $S_L$ **od**; $S_2$

Schleifen werden durch
**rückwärtige Kanten** (*back edges*)
repräsentiert



# Beispiel

```
   maxArrayElem(int a[])
c := 1;
r := a[0];
while c < a.length do
     if a[c] > r then
          r := a[c]
     else
          skip
     fi;
     c := c + 1
od;
return r
```



# Kontrollflussgraphen für JAVA

CFGs eignen sich zur Darstellung des **intra**prozeduralen Kontrollflusses

- Aufrufgraphen (*callgraph*) stellen **Inter**prozeduralen Kontrollfluss dar
- Daher stellen wir **Methodenaufrufe** nicht explizit dar

Außergewöhnlicher Kontrollfluss (Exceptions, Interrupts, Signale, …) wird im Kontrollflussgraphen meist nicht explizit dargestellt

- Können jederzeit eintreten: Kanten **von/zu allen** Knoten unübersichtlich
- Innerhalb dieser Lehrveranstaltung abstrahieren wir davon

Weitere **komplexe Konstrukte** wie switch-case Anweisungen, break/continue, Zählschleifen, Zuweisungen in Bedingungen etc. werden durch den Compiler in einfache Konstellationen zerlegt

- Einige Fälle betrachten wir in der Übung genauer

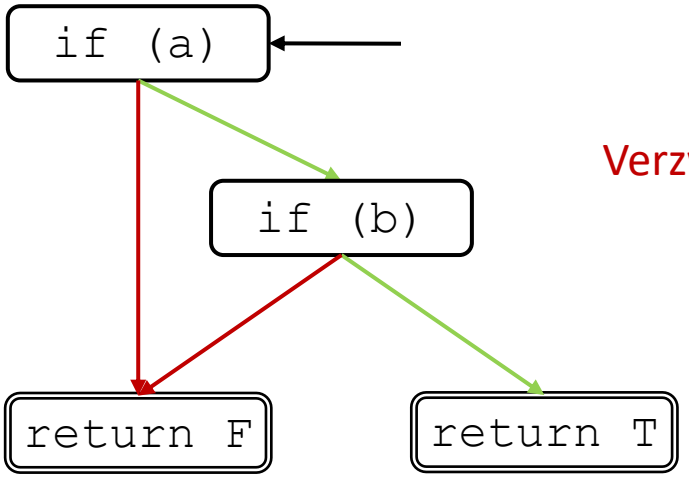
# Problem: Bedingte Auswertung in JAVA

JAVA ermöglicht **bedingte Auswertung** durch || und &&

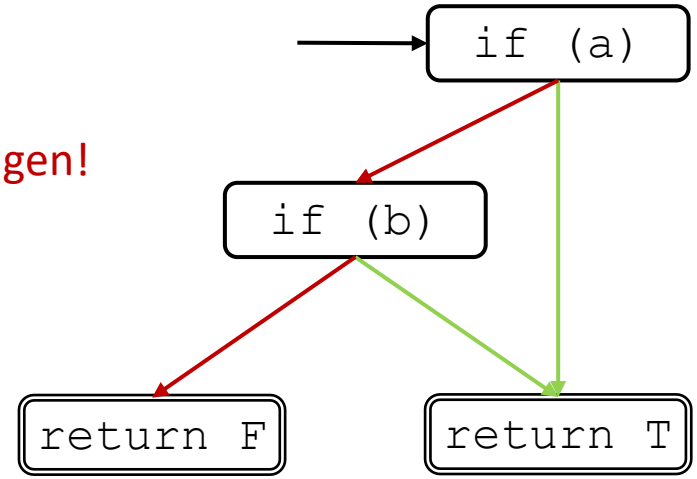
- Dadurch ergeben sich **zusätzliche Verzweigungen**

```
if (a && b) return true;
else return false;
```

```
if (a || b) return true;
else return false;
```




**Zwei**
Verzweigungen!



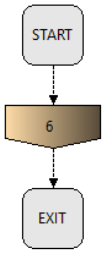
# Problem: Optimierung

**Achtung:** Auch beim Compilieren kann sich der Kontrollfluss ändern!

**Quellcode**

```
boolean neg(boolean x) {
        return !x;
}
```

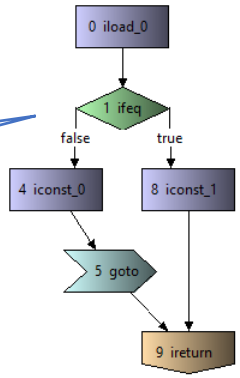
Keine Verzweigung




JAVA 7

**Bytecode**

Verzweigung




Entspricht eher

```
boolean neg(boolean x) {
        if (x) return false;
        else return true; }
```

# Inhalt

Code-Qualität

- Einführung
- Kontrollflussgraphen
- Metriken
- Code-Smells
- Refactoring

# Motivation

Metrik

- misst den **Umfang** und die **Komplexität** von Software
- weist Programmen Zahlen zu, mit dem Ziel, sie **vergleichbar** zu machen (Kenngröße)


zur Bewertung von Software

- Hoffnung: gemessene Größe in Relation zur **Qualität**

zur Steuerung des Software-Entwicklungsprozesses

- zur Qualitätsverbesserung
- zur Abschätzung des **Aufwands** und der **Kosten**

# Warum Messen helfen kann

„**Miss**, was gemessen werden kann und
**mache messbar**, was nicht messbar ist.“
Galileo Galilei

Im **Software-Engineering** (Tom DeMarco (*1940)):

„You can‘t **control** what you can‘t **measure**.“

Erster Satz aus seinem Buch „Controlling Software Projects: Management, Measurement, and Estimation“, Prentice Hall 1982.

# Software-Metriken: Definitionen

**Ian Sommerville** (aus: Software Engineering)

Eine Softwaremetrik ist jede Art von Messung, die sich auf ein Softwaresystem, einen Prozess oder die dazugehörige Dokumentation bezieht.

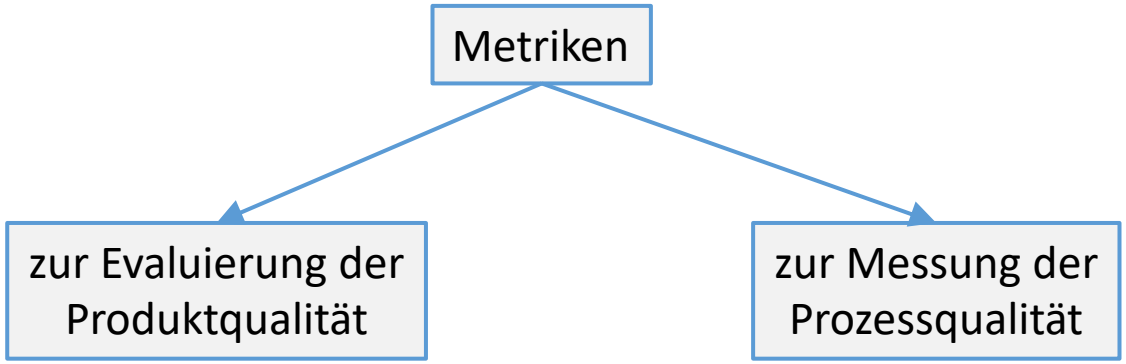
**Definition des IEEE Standard 1061 (1992):**

Eine Softwaremetrik ist eine Funktion, die eine Software-Einheit in einen Zahlenwert abbildet. Dieser berechnete Wert ist interpretierbar als der Erfüllungsgrad einer Qualitätseigenschaft der Software-Einheit.

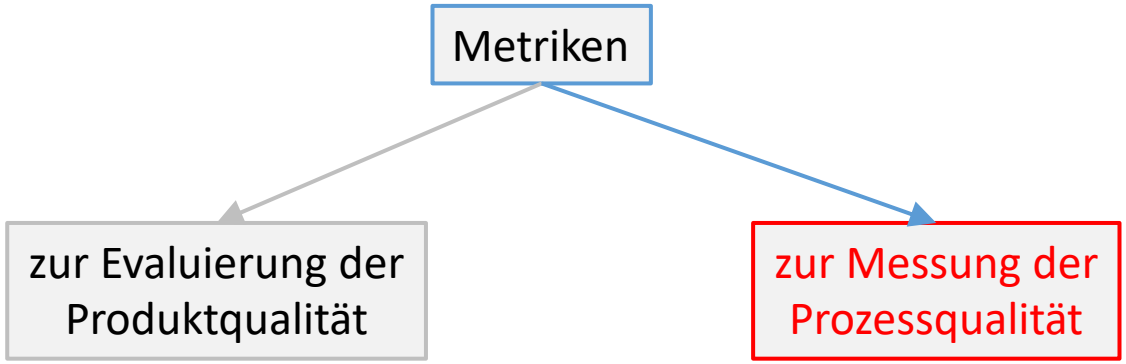
# Anforderungen an Software-Metriken

| | |
|---|---|
| **Objektivität** | kein Einfluss durch den Messenden |
| **Zuverlässigkeit** | Ergebnis für dieselbe Messung immer gleich |
| **Normierung** | Skala existiert, die Messergebnisse einordnet |
| **Vergleichbarkeit** | mit anderen Maßen in Relation |
| **Ökonomie** | Messung nicht zu teuer/durchführbar |
| **Nützlichkeit** | hilft in der Praxis |
| **Validität** | sinnvoll, misst das Richtige (Messergebnisse erlauben die gewünschten Rückschlüsse) |

# Arten von Software-Metriken



# Arten von Software-Metriken



# Prozessmetriken

Zur Messung der Entwicklung von Software

- Benötigte Ressourcen (Personentage, Reisekosten, Computerressourcen etc.)
- Absolute Zeiten (z.B. wie lange es dauert, eine Änderung durchzuführen bzw. Fehler zu beheben)
- Häufigkeit bestimmter Ereignisse (Anzahl gefundener Fehler bei Progamminspektionen, Anzahl Anforderungsänderungen und daraus resultierender Programmänderungen etc.)

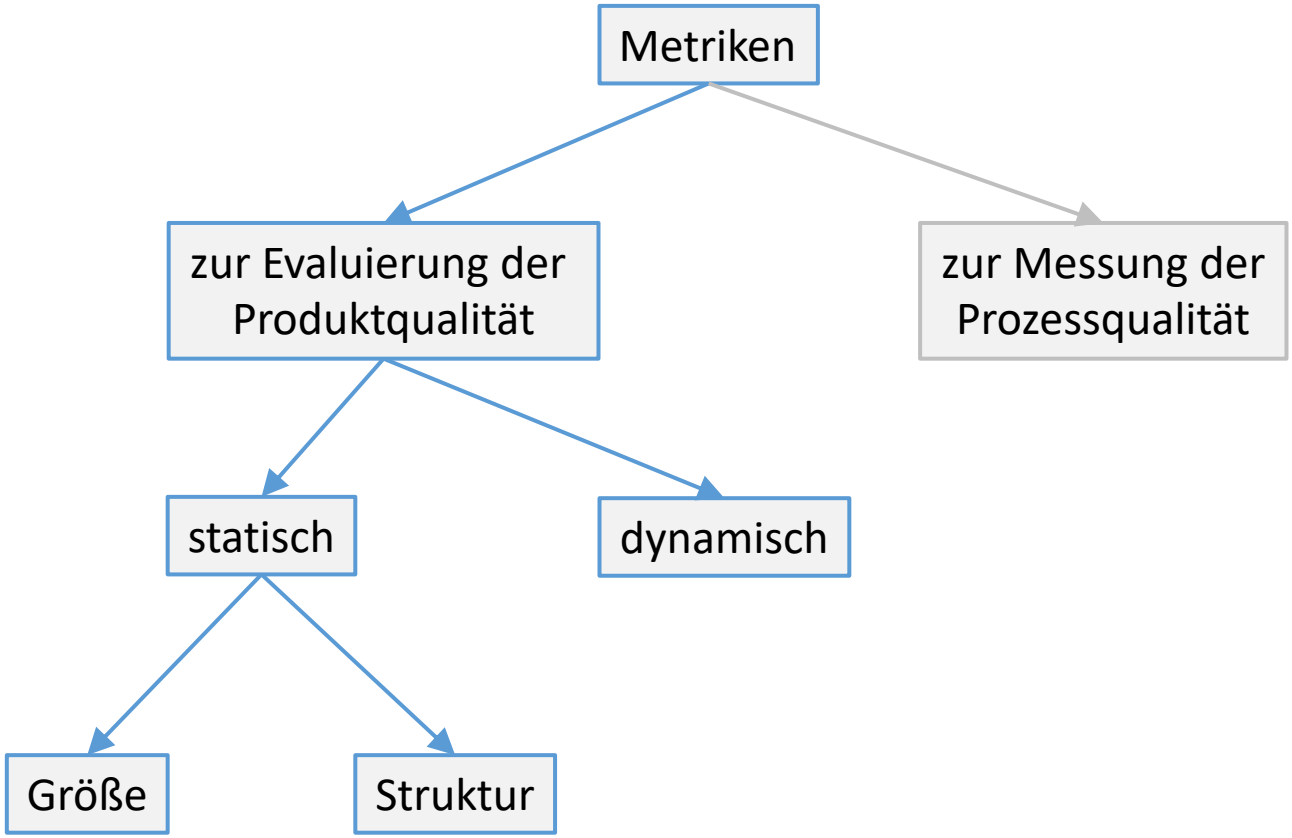
Maß für Produktivität

- kann auch eingesetzt werden, um Leistungsfähigkeit von Teams oder einzelnen Programmierern zu bewerten

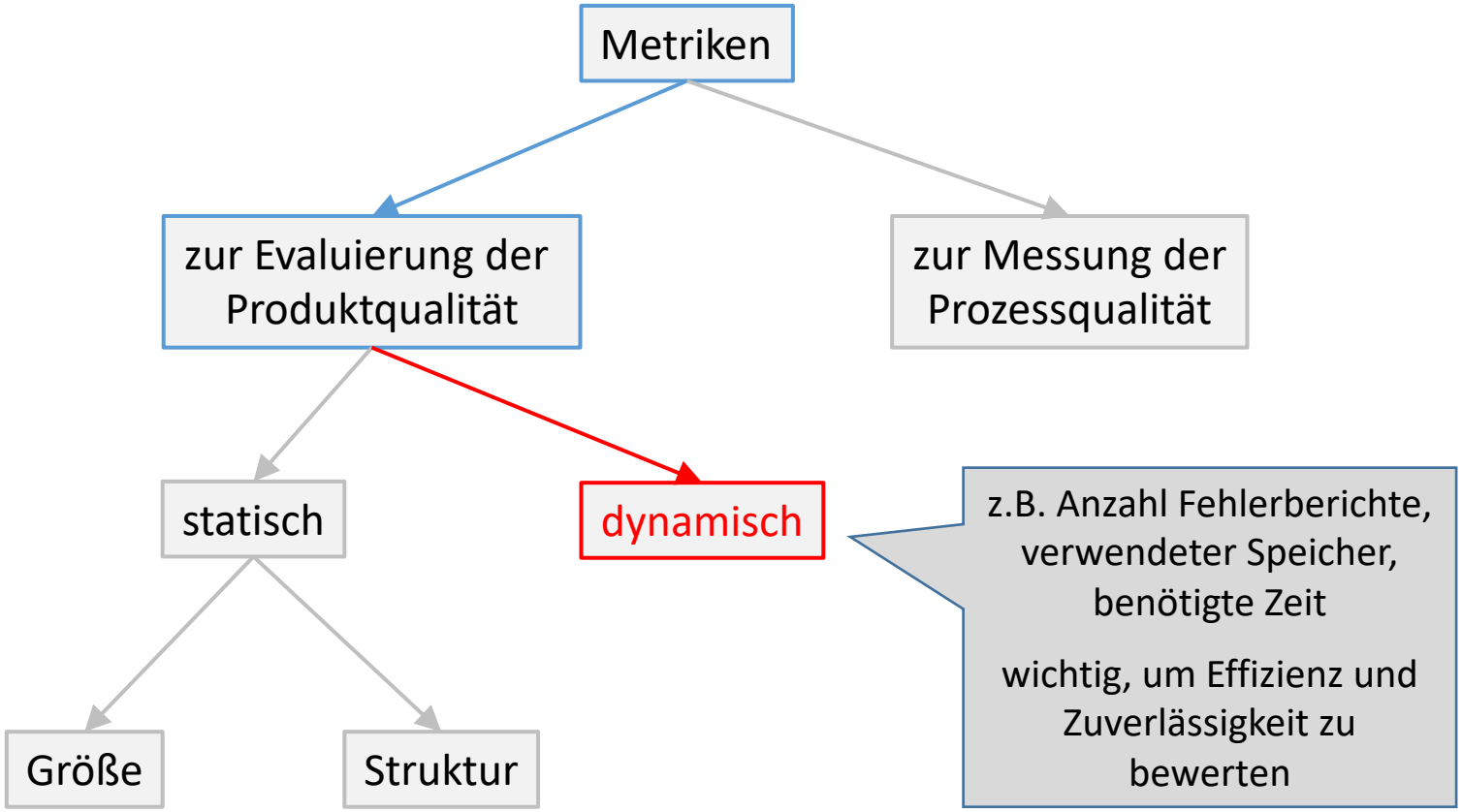
Abhängig vom Management- bzw. Entwicklungsprozess

und daher nicht im Fokus dieser Vorlesung!

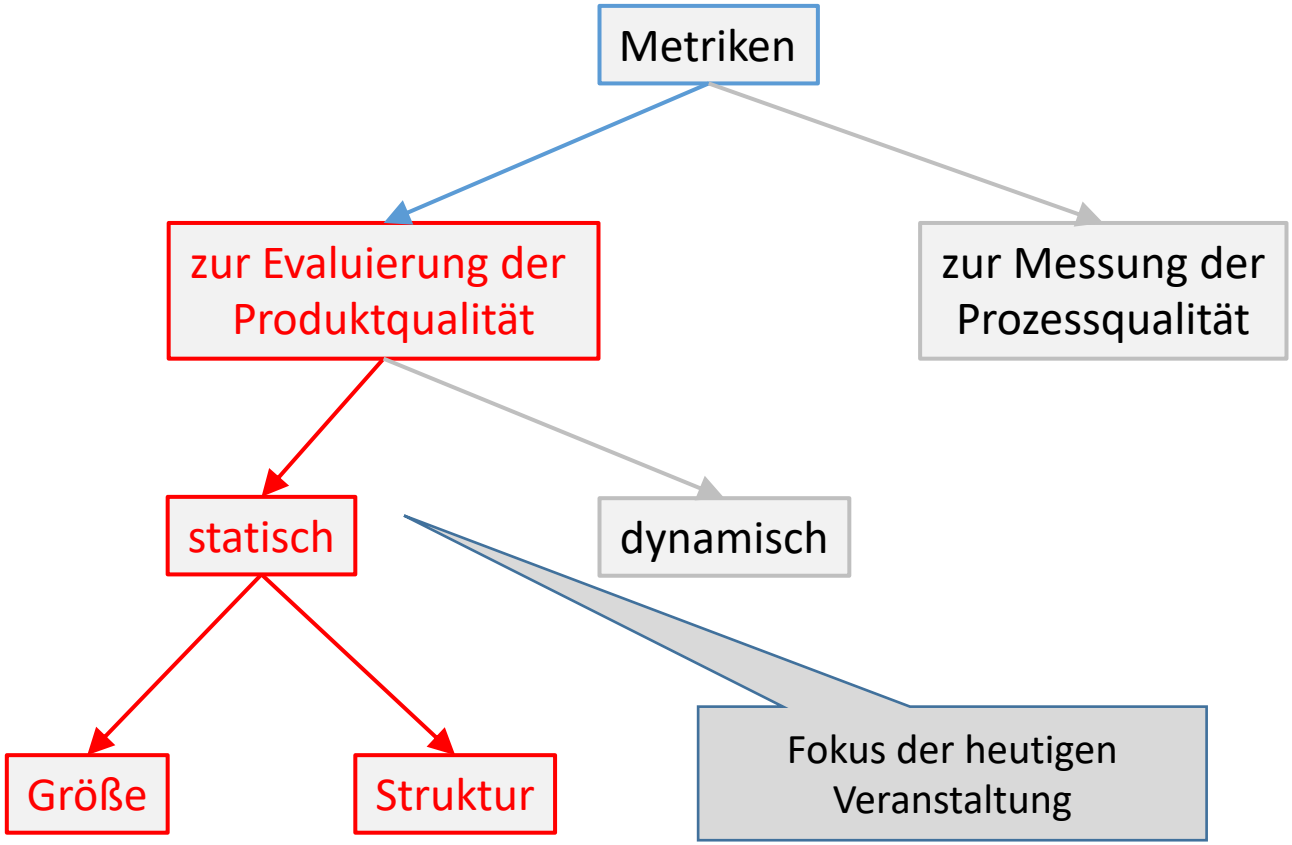
# Arten von Software-Metriken



# Arten von Software-Metriken



# Arten von Software-Metriken



# Statische Produktmetriken

Traditionellen Metriken

Metriken zur Messung der **Programmgröße** und dessen **Komplexität**

- Zeilenmetriken (LOC) und Halstead-Metriken

Metriken zur Messung der **Programmstruktur**

- Zyklomatische Komplexität nach McCabe

Objektorientierte Metriken

- **Verhältnisse** der einzelnen Elemente (Klassen, Methoden) untereinander

# Zeilenmetriken

Lines Of Code (**LOC**)

- Anzahl der Zeilen im Programm

Non-Commenting Lines Of Code (**NCLOC**)

- ignoriere Leerzeilen und reine Kommentarzeilen
- Anteil an Kommentarzeilen:
  - sollte zwischen 30% und 75% liegen

Typische Vorgabewerte für LOC

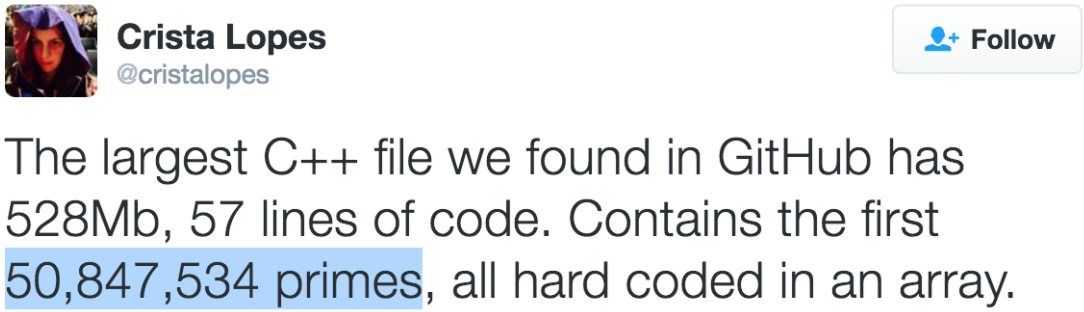
- Länge einer Funktion zwischen 4 und 40 Zeilen
- Länge einer Datei zwischen 40 und 400 Zeilen (10-100 Funktionen)

```
01  // author sg
02  #include <stdio.h>
03
04  /* prints "hello world"
05     returns: error code 0 */
06  int main(void)
07  {
08     printf("Hello, World\n");
09
10     return 0;
11  }
```

LOC = 11

NCLOC = 6

# Zeilenmetriken




**Vorteil**

- leicht zu berechnen
- leicht nachzuvollziehen / intuitiv

**Nachteil**

- wenig aussagekräftig
- abhängig vom Programmierstil
- bessere Programmstruktur kann auch weniger Zeilen bedeuten
- weniger Zeilen kann auch komplexeren Code bedeuten

# Halstead Metriken

Misst die textuelle bzw. **lexikalische Komplexität**

- 1977 durch Maurice Halstead eingeführt

Programm aufgefasst als Sequenz von **Operatoren** und **Operanden**

- Damit lassen sich **verschiedene Metriken** berechnen
- Problem: Definition von Operanden und Operatoren **nicht eindeutig**
  - Beispiel

    Operatoren: feste Sprachelemente, z.B. if, (), int, public…

    Operanden: alles andere, u.A. Variablen, Werte, Bezeichner…
  - Hängt von der Sprache ab
  - Projekt/Implementierungsspezifisch
  - Muss bei Angabe von Halstead-Metriken mit angegeben werden

# Halstead Metriken

Definition **Werte**

| | |
|---|---|
| Unterschiedliche **Operatoren** | $n1$ |
| Unterschiedliche **Operanden** | $n2$ |
| **Operatoren** im Programm | $N1$ |
| **Operanden** im Programm | $N2$ |
| Größe des Vokabulars | $n = n1 + n2$ |
| Länge des Programms | $N = N1 + N2$ |

Definition **Metriken**

| | |
|---|---|
| Volumen des Programms | $V = N * \log_2(n)$ |
| Schwierigkeit (difficulty) | $D = (n1/2) * (N2/n2)$ |
| Aufwand, um Programm zu verstehen | $E = D * V$ |

# Halstead Metriken

```
int max(int a[],
        int len)
{
  int m = a[0];

  for(int i = 1;
      i < len; i++)
  {
    if(m < a[i])
    {
      m = a[i];
    }
  }
  return m;
}
```

| Operatoren | # | Operanden | # |
|---|---|---|---|
| int | 5 | max | 1 |
| [] | 4 | a | 4 |
| {} | 3 | len | 2 |
| , | 1 | i | 5 |
| () | 3 | 0 | 1 |
| for | 1 | 1 | 1 |
| = | 3 | m | 4 |
| < | 2 | | |
| if | 1 | | |
| ++ | 1 | | |
| ; | 5 | | |
| return | 1 | | |

$$n1 = 12$$
$$n2 = 7$$
$$N1 = 30$$
$$N2 = 18$$

$$n = n1 + n2 = 19$$
$$N = N1 + N2 = 48$$

$$V = N * \log_2(n) = \mathbf{203.9}$$

$$D = \left(\frac{n1}{2}\right) * \left(\frac{N2}{n2}\right) = \mathbf{15.43}$$

$$E = D * V = \mathbf{3146}$$

# Halstead Metriken

**Vorteile**

- leicht automatisch zu berechnen
- in Studien nachgewiesen: korrespondiert mit echter Komplexität

**Nachteile**

- Konzepte moderner Programmiersprachen unberücksichtigt (Namensräume, Sichtbarkeiten, Vererbung, …)
- Aufteilung in Operatoren vs. Operanden nicht immer möglich
- **Struktur** und Ausführung nicht berücksichtigt

Wie beschreibt man eigentlich die **Struktur** eines Programmes?

# Strukturmetriken

Zyklomatische Komplexität v(G)

- eingeführt 1976 von Thomas McCabe

Definiert als

- Anzahl konditioneller Zweige im **Kontrollflussgraphen** des Programms
- Entspricht Anzahl binärer Verzweigungen + 1

Zyklomatische Zahl

- v(G) ≤ 10: einfache Programme
- v(G) > 10: Fehler nehmen stark zu
- v(G) ≥ 50: sehr bzw. zu komplexe Programme, kaum noch zu testen

➢ **je höher, desto komplexer** das Programm, desto mehr Testfälle nötig

# Zyklomatische Komplexität

**Definition**

| | |
|---|---|
| $e$ | Anzahl Kanten im Graphen |
| $n$ | Anzahl Knoten im Graphen |
| $p$ | Anzahl Komponenten (zusammenhängende Graphen) |

$$v(G) = e - n + 2 * p$$

**Beobachtung:**

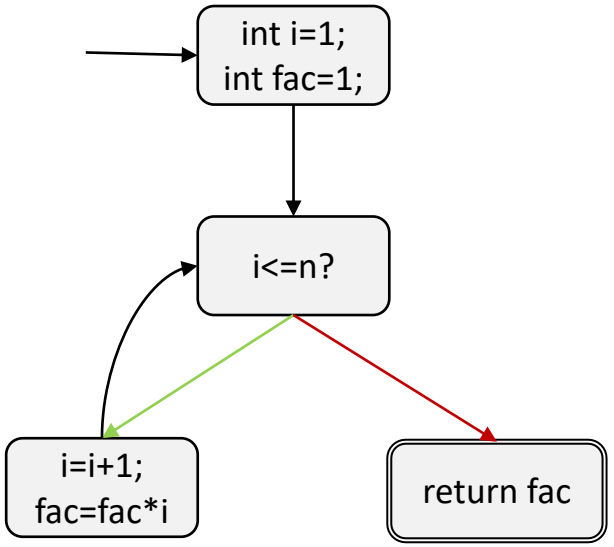
Ohne Verzweigungen gilt $n = e + 1$, also $v(G) = e - (e + 1) + 2 * 1 = \mathbf{1}$

Wichtig ist, dass der Kontrollflussgraph nur **einen Endknoten** hat

- Sollten z.B. mehrere returns existieren, müssen diese bei der Konstruktion des CFG mit einem „virtuellen“ Endknoten verbunden werden

# Zyklomatische Komplexität

```
int faculty(int n) {
     int i=1;
     int fac=1;
     while(i<=n) {
          i=i+1;
          fac=fac*i;
     }
     return fac;
}
```




Berechnung

| | | |
|---|---|---|
| $e$ | Anzahl Kanten | $= 4$ |
| $n$ | Anzahl Knoten | $= 4$ |
| $p$ | Anzahl Komponenten | $= 1$ |

$$v(G) = e - n + 2 * p = 4 - 4 + 2 * 1 = \mathbf{2}$$

# Zyklomatische Komplexität

**Vorteile**

- leicht zu berechnen
- in Fallstudien: gute Korrelation zwischen zyklomatischer Komplexität und Programmverständlichkeit
- Eignet sich zur Testplanung

**Nachteile**

- berücksichtigt Kontroll-, aber nicht Datenfluss
- Wenig aussagekräftig in objektorientierter Software mit vielen einfachen Zugriffsmethoden (z.B. Attribute)

# Weitere Metriken

**NBD**: Verschachtelungstiefe (nested block depth)

- sollte <5 sein

**NST**: Number of Statements (etwa Anzahl Semikolons in JAVA)

- sollte <50 sein

**NFC**: Number of Function Calls

- sollte <5 sein

**NOM**: Number of Methods

**Objektorientierte Metriken** für besondere Aspekte

- klassische Metriken können aber auf Methoden angewendet werden

# Objektorientierte Metriken 1

**Depth of Inheritance Tree (DIT)**

- maximaler Abstand von der Wurzel der Klassenhierarchie zur Klasse
- Wahrscheinlichkeit für Fehler größer, wenn DIT größer, weil
  - Komplexität größer, Code schwerer verständlich
  - Testaufwand größer
  - aktuelle Klasse selbst schwerer wiederverwendbar

**Number of Children (NOC)**

- Anzahl direkter Subklassen
- nicht immer eindeutig interpretierbar
  - interpretierbar als Fortpflanzungswahrscheinlichkeit für Fehler
  - Fehlerwahrscheinlichkeit geringer, wenn NOC größer (inverses Maß)

# Objektorientierte Metriken 2

**Response for a Class (RFC)**

- Anzahl der Methoden, die evtl. direkt aufgerufen werden, wenn ein Objekt der Klasse eine eingehende Methode ausführt
- Fehlerwahrscheinlichkeit steigt mit RFC-Wert

**Weighted Methods per Class (WMC)**

- Anzahl der Methoden einer Klasse, kann gewichtet werden nach Größe oder Komplexität
- je größer WMC, umso größer die Fehlerwahrscheinlichkeit

# Objektorientierte Metriken 3

**Coupling Between Objects (CBO)**

- Anzahl Klassen, mit denen eine Klasse gekoppelt ist
- hoher Kopplungsgrad erhöht Fehlerwahrscheinlichkeit
- niedriger Kopplungsgrad zeigt bessere Wiederverwendbarkeit an

**Lack of Cohesion in Methods (LCOM)**

- Anzahl Methodenpaare in einer Klasse ohne gemeinsame Instanzvariablen
- hohe Kohäsion zeigt gute Kapselung innerhalb einer Klasse an, reduziert Programmkomplexität
- niedrige Kohäsion: Programmstruktur kann verbessert werden, z.B. durch Aufteilung in mehrere Klassen

**…**

# Sind Metriken das Maß aller Dinge?

Alternativen: z.B. maschinelles Lernen, um aus statischen Merkmalen auf dynamisches Verhalten zu schließen

Erfolgreiche Software-Projekte ohne Steuerung bzw. Kontrolle:

- Open Source Projekte, Wikipedia, GoogleEarth, Leo, Guttenplag …

Tom DeMarco: „Software Engineering: An idea whose time has come and gone?“, IEEE Software 2009.

- besser: Kosten von Software im Verhältnis zu ihrem Nutzen betrachten
- bezweifelt, dass Metriken für jede Software-Entwicklung notwendig sind
- Software Engineering oft experimentell, vor allem, wenn durch Software Dinge verändert werden
  - z.B. die Firma, die Art der Geschäftsabwicklung, die Welt

# Beispiel: Eclipse Metrics Plug-In (JAVA)

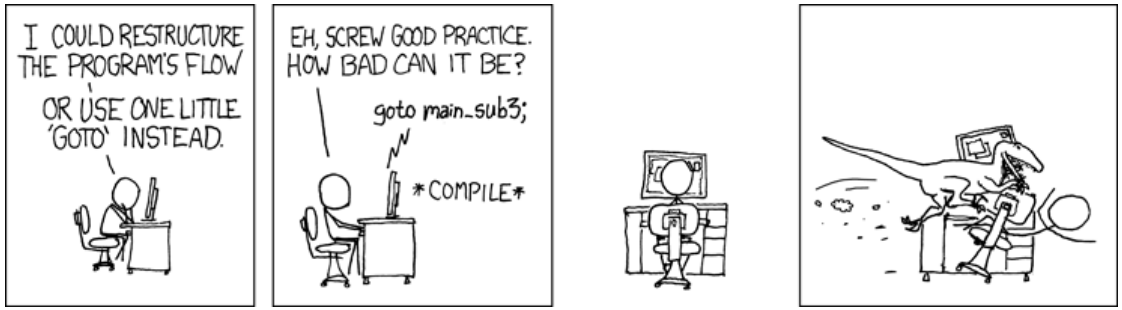
| Metric | Total | Mean | Std. Dev. | Maxim... | Method |
|---|---|---|---|---|---|
| Number of Overridden Methods (avg/max per type) | 12 | 0,364 | 0,54 | 2 | |
| Number of Attributes (avg/max per type) | 43 | 1,303 | 2,713 | 11 | |
| Number of Children (avg/max per type) | 19 | 0,576 | 1,759 | 8 | |
| Number of Classes (avg/max per packageFragment) | 33 | 4,714 | 3,057 | 9 | |
| Method Lines of Code (avg/max per method) | 523 | 4,395 | 8,253 | 59 | doGet |
| Number of Methods (avg/max per type) | 118 | 3,576 | 3,806 | 17 | |
| Nested Block Depth (avg/max per method) | | 1,143 | 0,584 | 5 | tryMove |
| Depth of Inheritance Tree (avg/max per type) | | 2,182 | 1,167 | 4 | |
| Number of Packages | 7 | | | | |
| Afferent Coupling (avg/max per packageFragment) | | 4 | 2,449 | 8 | |
| Number of Interfaces (avg/max per packageFragment) | 1 | 0,143 | 0,35 | 1 | |
| McCabe Cyclomatic Complexity (avg/max per method) | | 2,101 | 3,394 | 23 | Board |
| Total Lines of Code | 1088 | | | | |
| Instability (avg/max per packageFragment) | | 0,37 | 0,283 | 1 | |
| Number of Parameters (avg/max per method) | | 0,798 | 0,846 | 4 | Move |
| Lack of Cohesion of Methods (avg/max per type) | | 0,122 | 0,263 | 0,8 | |
| Efferent Coupling (avg/max per packageFragment) | | 2,143 | 1,457 | 5 | |
| Number of Static Methods (avg/max per type) | 1 | 0,03 | 0,171 | 1 | |
| Normalized Distance (avg/max per packageFragment) | | 0,557 | 0,273 | 1 | |
| Abstractness (avg/max per packageFragment) | | 0,073 | 0,089 | 0,2 | |
| Specialization Index (avg/max per type) | | 0,142 | 0,216 | 0,545 | |
| Weighted methods per Class (avg/max per type) | 250 | 7,576 | 12,962 | 61 | |
| Number of Static Attributes (avg/max per type) | 4 | 0,121 | 0,409 | 2 | |

# Inhalt

Code-Qualität

- Einführung
- Kontrollflussgraphen
- Metriken
- Code-Smells
- Refactoring

# Wie erkennt man schlechten Code?




Quelle

*Schlecht strukturierter Code („Code-Smells“)*
*ist oft offensichtlich und lässt sich kategorisieren.*

Maßnahmen

- Code Reviews
- Konvention: Metriken, Code Style und Linting
- Pair Programming

# Smell - Datenklumpen

*Gleiche Variablen treten an vielen Stellen des Programms gemeinsam auf:*

```
public class Adressbook {

    // ...

    void callContact(String name, String countryCode, String phonenumber) {
        // ...
    }

    void showContact(String name, String countryCode, String phonenumber) {
        // ...
    }

    void sendMessage(String name, String countryCode, String phonenumber, String msg) {
        // ...
    }

    // ...

}
```

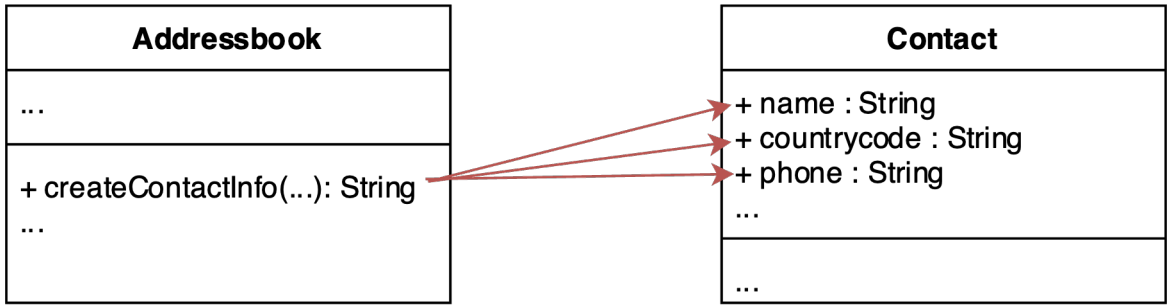
# Smell - viele Bedingungen (Switch Anweisung )

*Viele Bedingungen im Kontrollfluss, die durch eine Switch-Anweisung entstehen, können schwer verständlich sein.*

```
void doesNotLookTooBad(int i, boolean y) {
    switch (i) {
        case 0:
            // do something
        case 1:
            // do something else
        case 2:
            // do another thing
        case 3:
            if (y) {
                break;
            }
        // More possible cases here
        default:
            throw new IllegalArgumentException("Unexpected value: " + i);
    }
}
```

# Smell – Neid (falsche Zuständigkeit)

*Eine Methode in einer Klasse verwendet viele Attribute einer anderen Klasse.*



# Und viele mehr!

- Lange Methoden
- Lange Parameterliste
- Große Klasse
- Duplizierter Code
- Neigung zu elementaren Datentypen
  *Viele elementare Datentypen weisen darauf hin, dass diese eventuell in einer Datenstruktur gekapselt werden können.*
- Unangebrachte Intimität
  *Eine Klasse verwendet viele Teile einer weiteren Klasse, bei denen Details der Implementierung (im Gegensatz zur Schnittstelle) eine Rolle spielen.*
- Viele Kommentare
  *Kommentare sind dort notwendig, wo der Code schwer verständlich ist.*
- …

# Inhalt

Code-Qualität

- Einführung
- Kontrollflussgraphen
- Metriken
- Code-Smells
- Refactoring

# Motivation

| Metric | Total | Mean | Std. Dev. | Maxim... | Method |
|---|---|---|---|---|---|
| Number of Overridden Methods (avg/max per type) | 12 | 0,364 | 0,54 | 2 | |
| Number of Attributes (avg/max per type) | 43 | 1,303 | 2,713 | 11 | |
| Number of Children (avg/max per type) | 19 | 0,576 | 1,759 | 8 | |
| Number of Classes (avg/max per packageFragment) | 33 | 4,714 | 3,057 | 9 | |
| Method Lines of Code (avg/max per method) | 523 | 4,395 | 8,253 | 59 | doGet |
| Number of Methods (avg/max per type) | 118 | 3,576 | 3,806 | 17 | |
| Nested Block Depth (avg/max per method) | | 1,143 | 0,584 | 5 | tryMove |
| Depth of Inheritance Tree (avg/max per type) | | 2,182 | 1,167 | 4 | |
| Number of Packages | 7 | | | | |
| Afferent Coupling (avg/max per packageFragment) | | 4 | 2,449 | 8 | |
| Number of Interfaces (avg/max per packageFragment) | 1 | 0,143 | 0,35 | 1 | |
| McCabe Cyclomatic Complexity (avg/max per method) | | 2,101 | 3,394 | 23 | Board |
| Total Lines of Code | 1088 | | | | |
| Instability (avg/max per packageFragment) | | 0,37 | 0,283 | 1 | |
| Number of Parameters (avg/max per method) | | 0,798 | 0,846 | 4 | Move |
| Lack of Cohesion of Methods (avg/max per type) | | 0,122 | 0,263 | 0,8 | |
| Efferent Coupling (avg/max per packageFragment) | | 2,143 | 1,457 | 5 | |
| Number of Static Methods (avg/max per type) | 1 | 0,03 | 0,171 | 1 | |
| Normalized Distance (avg/max per packageFragment) | | 0,557 | 0,273 | 1 | |
| Abstractness (avg/max per packageFragment) | | 0,073 | 0,089 | 0,2 | |
| Specialization Index (avg/max per type) | | 0,142 | 0,216 | 0,545 | |
| Weighted methods per Class (avg/max per type) | 250 | 7,576 | 12,962 | 61 | |
| Number of Static Attributes (avg/max per type) | 4 | 0,121 | 0,409 | 2 | |

Ist der Code noch zu **retten**?

# Problem

Bereits geschriebenen Code **umzuschreiben** ist **riskant**

- **Äquivalentes Verhalten** des neuen Codes muss **gewährleistet** werden
- Eventuell werden neue **Fehler** eingebaut
- *Betroffene* Funktionalität muss neu **getestet** werden (change impact analysis)
- Änderungen können **weiteres Umschreiben** notwendig machen
- In **zeitkritischen** Systemen dürfen keine Schranken verletzt werden

"There are two ways of constructing a software design:
One way is to make it so **simple** that there are **obviously no deficiencies**,
the other way is to make it so **complicated** that there are **no obvious deficiencies**."
C. A. R. Hoare

"The computing scientist's **main challenge** is not to get confused
by the **complexities** of his own making."
E. W. Dijkstra

# Refactoring

Im Refactoring werden **mehrere Regeln** schrittweise angewendet, um

- Die **interne Struktur** des Codes zu **verbessern**
- Improvisierte **Lösungen** dem Design **anzupassen**
- **Verständlichkeit** und **Wartbarkeit** der Codebasis zu erhöhen

Dabei gilt für jede **Regel**

- Sie dient **einem** primären, ausgewiesenen **Zweck**
- Sie ist **möglichst einfach**, um neue Fehler zu vermeiden
- Sie ist **konstruktiv** und besteht wiederum aus mehreren Schritten, die eine **Ausgangssituation** in einen **Zielzustand** überführen
- Beobachtbares **Verhalten wird beibehalten**

"One of my most **productive** days was **throwing away** 1000 lines of **code**."
K. Thompson

# Gründe für Refactoring

Refactoring kann zu verschiedenen Zeiten **im Entwicklungsprozess notwendig** werden

- Falls das **Hinzufügen von neuen Funktionen** von früheren Designentscheidungen **erschwert** wird
- Falls **Fehler behoben** werden, deren Identifikation durch unverständlichen Code **erschwert** wurde
- Nach **Code-Reviews**

*Kategorisierung der Probleme im Code nach „Code-Smells“ kann helfen die passenden Maßnahmen festzulegen.*

# Code-Smells

| Metric | Total | Mean | Std. Dev. | Maxim... | Method |
|---|---|---|---|---|---|
| Number of Overridden Methods (avg/max per type) | 12 | 0,364 | 0,54 | 2 | |
| Number of Attributes (avg/max per type) | 43 | 1,303 | 2,713 | 11 | |
| Number of Children (avg/max per type) | 19 | 0,576 | 1,759 | 8 | |
| Number of Classes (avg/max per packageFragment) | 33 | 4,714 | 3,057 | 9 | |
| Method Lines of Code (avg/max per method) | 523 | 4,395 | 8,253 | 59 | doGet |
| Number of Methods (avg/max per type) | 118 | 3,576 | 3,806 | 17 | |
| Nested Block Depth (avg/max per method) | | 1,143 | 0,584 | 5 | tryMove |
| Depth of Inheritance Tree (avg/max per type) | | 2,182 | 1,167 | 4 | |
| Number of Packages | 7 | | | | |
| Afferent Coupling (avg/max per packageFragment) | | 4 | 2,449 | 8 | |
| Number of Interfaces (avg/max per packageFragment) | 1 | 0,143 | 0,35 | 1 | |
| McCabe Cyclomatic Complexity (avg/max per method) | | 2,101 | 3,394 | 23 | Board |
| Total Lines of Code | 1088 | | | | |
| Instability (avg/max per packageFragment) | | 0,37 | 0,283 | 1 | |
| Number of Parameters (avg/max per method) | | 0,798 | 0,846 | 4 | Move |
| Lack of Cohesion of Methods (avg/max per type) | | 0,122 | 0,263 | 0,8 | |
| Efferent Coupling (avg/max per packageFragment) | | 2,143 | 1,457 | 5 | |
| Number of Static Methods (avg/max per type) | 1 | 0,03 | 0,171 | 1 | |
| Normalized Distance (avg/max per packageFragment) | | 0,557 | 0,273 | 1 | |
| Abstractness (avg/max per packageFragment) | | 0,073 | 0,089 | 0,2 | |
| Specialization Index (avg/max per type) | | 0,142 | 0,216 | 0,545 | |
| Weighted methods per Class (avg/max per type) | 250 | 7,576 | 12,962 | 61 | |
| Number of Static Attributes (avg/max per type) | 4 | 0,121 | 0,409 | 2 | |

Datenklumpen

Lange Methode

Lange Methode

Switch-Befehl

Lange Parameterliste

Große Klasse

# Refactoring Katalog

Jeder **Code-Smell** weist auf eine Reihe von **Refactoring-Schritten** hin, die helfen, das Problem zu beheben

- Die einzelnen Regeln wurden in einem **Katalog** zusammengetragen
- Sie werden unter anderem durch ihren **Namen**, der **Motivation**, einer ausführlichen Beschreibung der Vorgehensweise, sowie einer kurzen **Zusammenfassung** charakterisiert
- Die ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise weist auf **Fehlerpotenziale** und **andere Regeln** hin

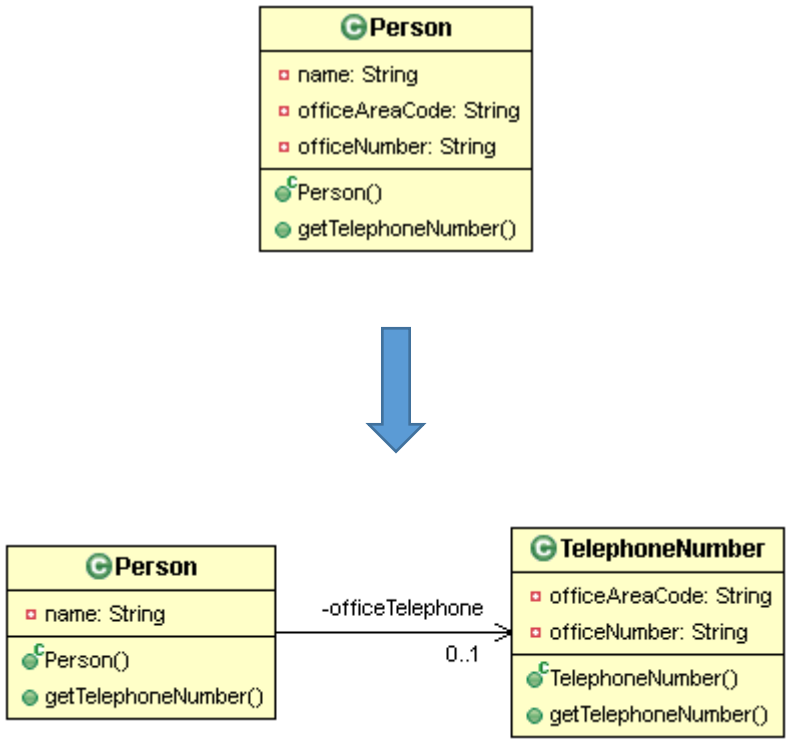
Der **Katalog** wurde ursprünglich von Martin Fowler zusammengetragen und umfasst über 70 **Refactorings**

# Klasse extrahieren

*Eine Klasse macht die Arbeit, die von zwei Klassen zu erledigen wäre.*

**Smells:** Große Klasse, Datenklumpen, duplizierter Code

**Zusammenfassung:** Erstellen Sie eine neue Klasse, und verschieben Sie die relevanten Felder und Methoden von der alten Klasse in die neue



# Methode extrahieren

*Ein Fragment im Code kann zusammengefasst werden.*

**Smells:** Lange Methode, duplizierter Code, Kommentare

**Zusammenfassung:** Machen Sie aus dem Fragment eine Methode, deren Name die Aufgabe der Methode erklärt.

```
void printOwning(int amount) {
  printBanner();

  // print details
  System.out.println("name: "+this.name);
  System.out.println("amount: "+amount);
}
```

```
void printOwning(int amount) {
  printBanner();
  printDetails(amount);
}

void printDetails(int amount) {
  System.out.println("name: "+this.name);
  System.out.println("amount: "+amount);
}
```

# Geschachtelte Bedingungen durch Wächterbedingungen ersetzen

*Eine Methode weist ein bedingtes Verhalten auf, das den normalen Ablauf nicht leicht erkennen lässt.*

**Smells:** Lange Methode

**Zusammenfassung:** Verwenden Sie Wächterbedingungen für die Spezialfälle

```
int getPayAmount() {
  int result;
  if (isIntern()) result = internAmount();
  else {
    if(isRetired()) result=retiredAmount();
    else result = fullAmount();
  }
  return result;
}
```

```
int getPayAmount() {
  if (isIntern()) return internAmount();
  if (isRetired()) return retiredAmount();
  return fullAmount();
}
```

# Parameter durch explizite Methode ersetzen

*Eine Methode führt abhängig von einem ihrer Parameter unterschiedlichen Code aus.*

**Smells:** Lange Parameterliste, Switch-Befehl

**Zusammenfassung:** Erstellen Sie eine separate Methode für jeden Wert des Parameters

```
void setValue(String name, int value) {
  switch (name) {
  case "height": height = value; break;
  case "width" : width  = value; break;
  default: throw new
    IllegalArgumentException();
  }
}
```

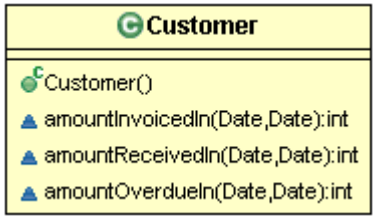
```
void setHeight(int value) {
  height = value;
}

void setWidth(int value) {
  width  = value;
}
```

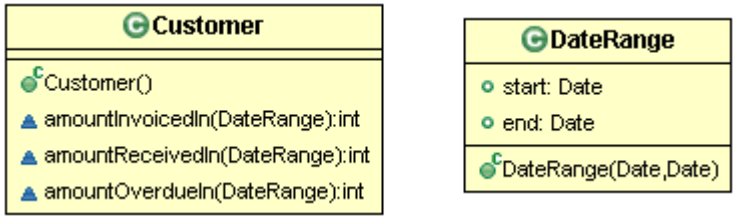
# Parameterobjekt einführen

*Eine Gruppe von Parametern gehört auf natürliche Weise zusammen.*

**Smells:** Lange Parameterliste, Neigung zu elementaren Typen, Datenklumpen

**Zusammenfassung:** Ersetzen Sie sie durch ein Objekt



# Methode verschieben

*Eine Methode nutzt mehr Elemente einer anderen Klasse oder wird von mehr Elementen einer Klasse benutzt als von denen, in der sie definiert ist.*

**Smells:** Datenklassen, unangebrachte Intimität, Neid

**Zusammenfassung:** Ersetzen Sie sie durch eine neue Methode in der Klasse, die sie am meisten verwendet

```
public class Account {
  AccountType type;

  int overdraftCharge(int daysOverdrawn) {
    if (type.isPremium())
      return 10 + 2 * daysOverdrawn;
    else if (type.isDiscount())
      return daysOverdrawn;
    else return 3 * daysOverdrawn;
  }
}
```

```
class Account {
  AccountType type;

  int overdraftCharge(int daysOverdrawn) {
    return
      type.overdraftCharge(daysOverdrawn);
  }
}
```

# Besser: Von Anfang an alles richtig machen

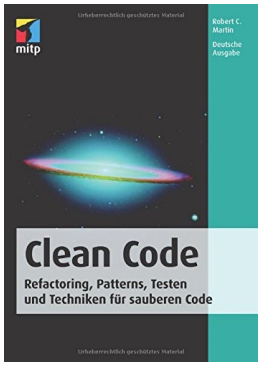
*Es gibt viele Informationen und Hilfsmittel,*
*die beim Programmieren helfen.*

**TICS Coding Standard Viewer** — TIOBE Software Quality Framework — **TIOBE - Java Coding Standard**

Home | Coding Rules | Categories | Literature | Change History | Generate PDF| Log in

| Name | Checked | Synopsis |
|---|---|---|
| Basic2 | ✓ | Avoid empty 'if' statements |
| Basic3 | ✓ | Avoid empty 'while' statements |
| Basic4 | ✓ | Avoid empty try blocks |
| Basic5 | ✓ | Avoid empty finally blocks |
| Basic6 | ✓ | Avoid empty switch statements |
| Basic7 | ✓ | Avoid modifying an outer loop incrementer in an inner loop for update expression |
| Basic8 | ✓ | This for loop could be simplified to a while loop |
| Basic9 | ✓ | Avoid unnecessary temporaries when conve |
| Basic10 | ✓ | Ensure you override both equals() and hash |
| Basic11 | ✓ | Double checked locking is not thread safe in |
| Basic12 | ✓ | Avoid returning from a finally block |
| Basic13 | ✓ | Avoid empty synchronized blocks |
| Basic14 | ✓ | Avoid unnecessary return statements |
| Basic15 | ✓ | Empty static initializer was found |
| Basic16 | ✓ | Do not use 'if' statements that are always tru |

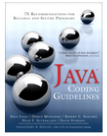
http://tics.tiobe.com/viewerJava/index.php




## Java Coding Guidelines

Erstellt von Joe McManus MGR, zuletzt geändert von Sandy Shrum am Mär 05, 2015

**CERT Books**




The *Java Coding Guidelines* includes recomm
making this effort a success. We thank and ac

Preface

1. Security
2. Defensive Programming
3. Reliability
4. Program Understandability
5. Programmer Misconceptions
Rule 00. Input Validation and Data Sanitization (IDS)
Rule 01. Declarations and Initialization (DCL)
Rule 02. Expressions (EXP)
Rule 03. Numeric Types and Operations (NUM)

**CERT Websites**

CERT
Secure Coding
Tech Tips

https://www.securecoding.cert.org/confluence/display/java/Java+Coding+Guidelines

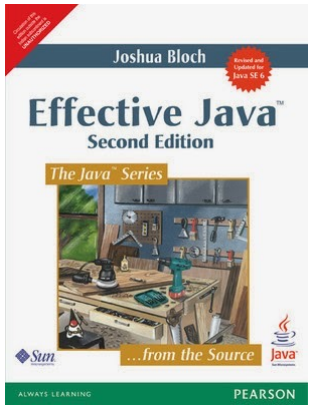
## Google Java Style Guide

**Table of Contents**

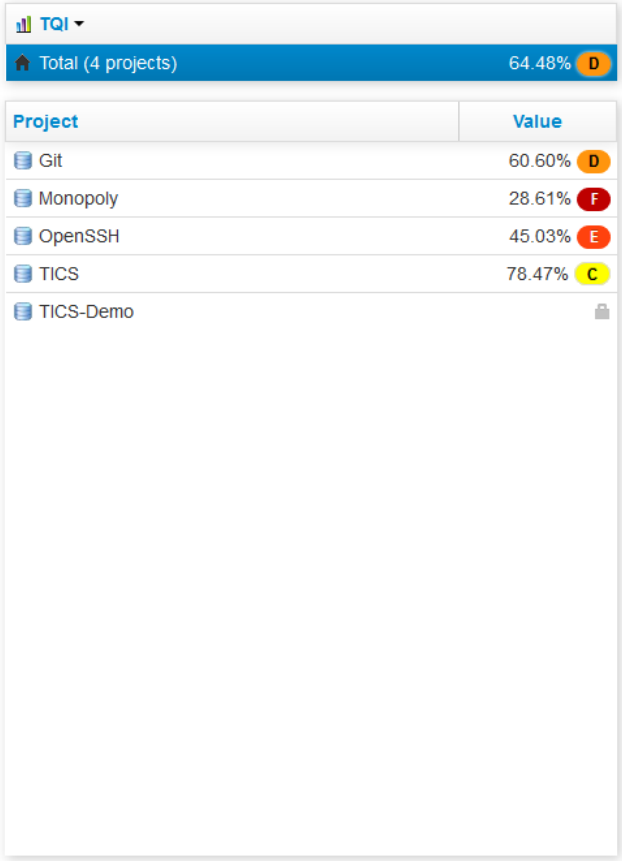
1 Introduction
- 1.1 Terminology notes
- 1.2 Guide notes

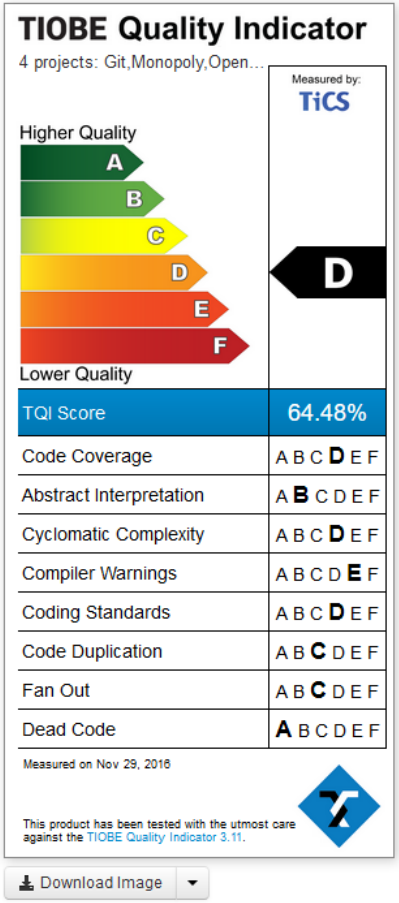
2 Source file basics
- 2.1 File name
- 2.2 File encoding: UTF-8
- 2.3 Special characters

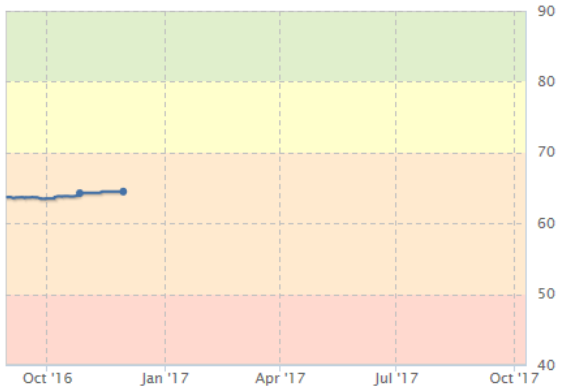
https://google.github.io/styleguide/javaguide.html

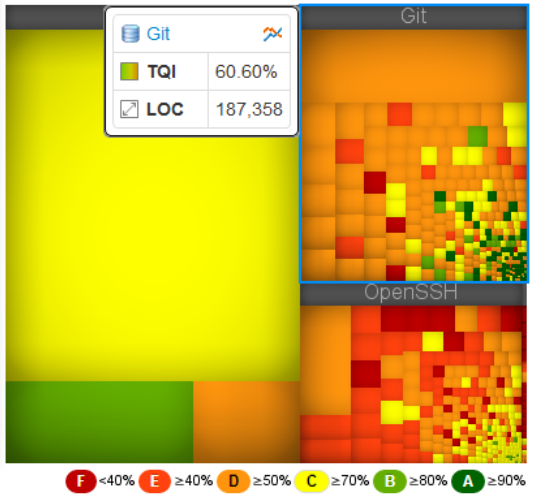


# Beispiel: TiCS (C/C++, C#, JAVA, Python, …)




https://www.tiobe.com/tics/fact-sheet/

# Lernziele

- ❑ Welche wesentlichen Methoden können die Produktqualität verbessern?
- ❑ Wie hängen diese Methoden mit dem Entwicklungsprozess zusammen?
- ❑ Welche Anforderungen werden an Metriken generell gestellt?
- ❑ Welche Arten von Metriken gibt es? Wie unterscheiden sie sich?
- ❑ Wofür eignen sich Zeilenmetriken? Was sind ihre Schwächen?
- ❑ Was messen die Metriken nach Halstead? Wie funktionieren sie?
- ❑ Wie lässt sich die Struktur eines Programmes beschreiben?
- ❑ Was versteht man unter einem Basisblock?
- ❑ Worauf muss man bei der Struktur von JAVA Code achten?
- ❑ Was erfasst die zyklomatische Komplexität nach McCabe?
- ❑ Wie funktioniert die zyklomatische Komplexität?
- ❑ Welche Metriken messen Eigenschaften Objektorientierter Software?
- ❑ Sind Metriken das Maß aller Dinge?
- ❑ Wie kann ich schlecht bewerteten Code verbessern?
- ❑ Was versteht man unter Code-Smells?
- ❑ Wie lassen sich große Klassen, lange Methoden, etc. verbessern?
- ❑ Wer hilft mir dabei von Anfang an alles richtig zu machen?

# Literatur

**Post, Uwe.** *Besser Coden*

2. Aufl. ; Bonn: Rheinwerk Verlag., 2018.

**Hoffmann, Dirk W.** *Software-Qualität*

2. aktualisierte und korrigierte Auflage; Berlin ; Heidelberg: Springer Verlag., 2013.

**Bloch, Joshua.** *Effective Java*

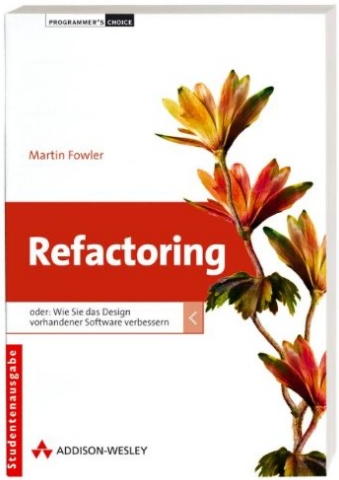
Upper Saddle River, NJ ; Munich [u.a.]: Addison-Wesley.

TU-Bestand

# Literatur


**Fowler, Martin.** *Refactoring : Wie Sie Das Design Vorhandener Software Verbessern.*

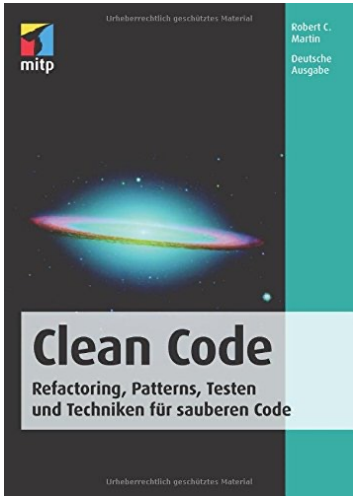
Studentenausg., 2[. Dr.] ed. München [u.a.]: Addison-Wesley, 2006.
TU-Bestand



**Martin, Robert C., and Michael C. Feathers.** *Clean Code : Refactoring, Patterns, Testen Und Techniken Für Sauberen Code*

1. Aufl. ; Dt. Ausg. ed. Heidelberg ; München ; Landsberg [u.a.]: Mitp-Verl., 2009.
TU-Bestand



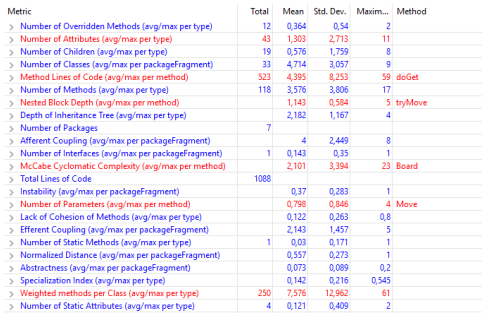
**Philipps, Jan, and Bernhard Rumpe.** *Roots of Refactoring*

In: Tenth OOPSLA Workshop on Behavioral Semantics: Northeastern University, 2001.


# Tools

**Metrics plugin for Eclipse**
net.sourceforge.metrics.feature.group

Frank Sauer, über Marketplace



| Metric | Total | Mean | Std. Dev. | Maxim... | Method |
|---|---|---|---|---|---|
| Number of Overridden Methods (avg/max per type) | 12 | 0,364 | 0,54 | 2 | |
| Number of Attributes (avg/max per type) | 43 | 1,303 | 2,713 | 11 | |
| Number of Children (avg/max per type) | 19 | 0,576 | 1,759 | 8 | |
| Number of Classes (avg/max per packageFragment) | 33 | 4,714 | 3,057 | 9 | |
| Method Lines of Code (avg/max per method) | 523 | 4,395 | 8,253 | 59 | doGet |
| Number of Methods (avg/max per type) | 118 | 3,576 | 3,806 | 17 | |
| Nested Block Depth (avg/max per method) | | 1,143 | 0,584 | 5 | tryMove |
| Depth of Inheritance Tree (avg/max per type) | | 2,182 | 1,167 | 4 | |
| Number of Packages | 7 | | | | |
| Afferent Coupling (avg/max per packageFragment) | | 4 | 2,449 | 8 | |
| Number of Interfaces (avg/max per packageFragment) | 1 | 0,143 | 0,35 | 1 | |
| McCabe Cyclomatic Complexity (avg/max per method) | | 2,101 | 3,394 | 23 | Board |
| Total Lines of Code | 1088 | | | | |
| Instability (avg/max per packageFragment) | | 0,37 | 0,283 | 1 | |
| Number of Parameters (avg/max per method) | | 0,798 | 0,846 | 4 | Move |
| Lack of Cohesion of Methods (avg/max per type) | | 0,122 | 0,263 | 0,8 | |
| Efferent Coupling (avg/max per packageFragment) | | 2,143 | 1,457 | 5 | |
| Number of Static Methods (avg/max per type) | 1 | 0,03 | 0,171 | 1 | |
| Normalized Distance (avg/max per packageFragment) | | 0,557 | 0,273 | 1 | |
| Abstractness (avg/max per packageFragment) | | 0,073 | 0,089 | 0,2 | |
| Specialization Index (avg/max per type) | | 0,142 | 0,216 | 0,545 | |
| Weighted methods per Class (avg/max per type) | 250 | 7,576 | 12,962 | 61 | |
| Number of Static Attributes (avg/max per type) | 4 | 0,121 | 0,409 | 2 | |

**Control Flow Graph Factory**
com.drgarbage.controlflowgraphfactory.feature.group

Eclipse Plug-In zur Erstellung von CFGs aus JAVA Quell- & Bytecode

Dr. Garbage Community, [Link]