

Organisatorisches

Lernziele I

Die Studierenden kennen die Methoden der objektorientierten Programmierung und können diese anwenden.

Sie sind in der Lage, mittelgrosse, vollständig objektorientierte, grafische Anwendungen zu implementieren, testen und dokumentieren.

Lernziele II

Die Studierenden

- kennen die Konzepte Kapselung, Vererbung, Polymorphie, dynamisches Binden, abstrakte Klassen und generische Programmierung und können diese in einfachen Beispielen anwenden.
- können den Kontrollfluss eines Programmes mit Ausnahmebehandlung verstehen und die Vorteile erläutern.
- kennen die SOLID - Prinzipien und können sie in eigenen Worten erklären.
- kennen die verschiedenen Testarten und können einfache Unit-Tests selber schreiben.

Lernziele II

Die Studierenden

- kennen das Vorgehen beim Test Driven Development und kennen die Bedeutung von Refactoring und Testing als integralen Teil der Softwareentwicklung.
- kennen das Vorgehen sowie Vor- und Nachteile des Pair-Programming.
- können eine GUI-Applikation entwickeln. Sie können dabei gängige objektorientierte Konzepte anwenden und den Code sinnvoll strukturieren.
- wissen, worauf sie bei der Auswahl eines Frameworks achten müssen.

Unterlagen

- github.com/fhirter
- Literatur.pdf
- OneNote Klassennotizbuch

Ratschlag

- Wenn du etwas nicht verstehst, frage! Dumme Fragen sind nur die, die nicht gestellt werden.

Einstieg

Design

"Any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic."

-- Arthur C. Clarke

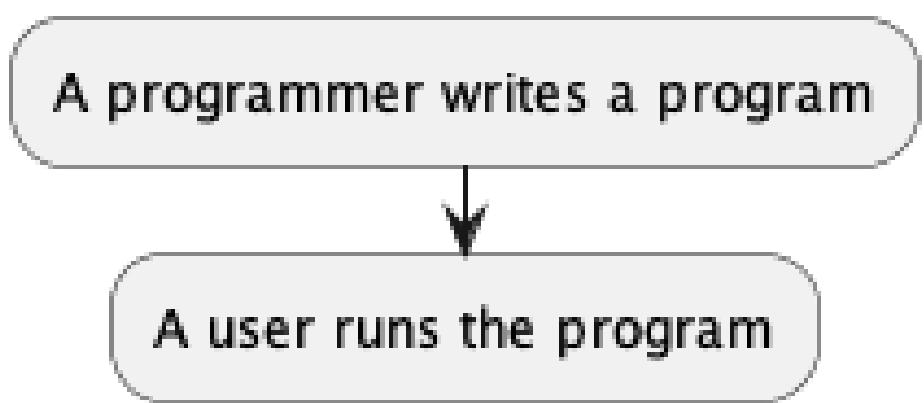
Softwareentwickler:innen bauen Maschinen

- Unsere Maschinen können nicht angefasst werden: Sie sind nicht materiell
- Wir sprechen von Programmen oder Systemen (Software)
- Um eine Softwaremaschine laufen zu lassen brauchen sie eine physische Maschine: den Computer (Hardware)

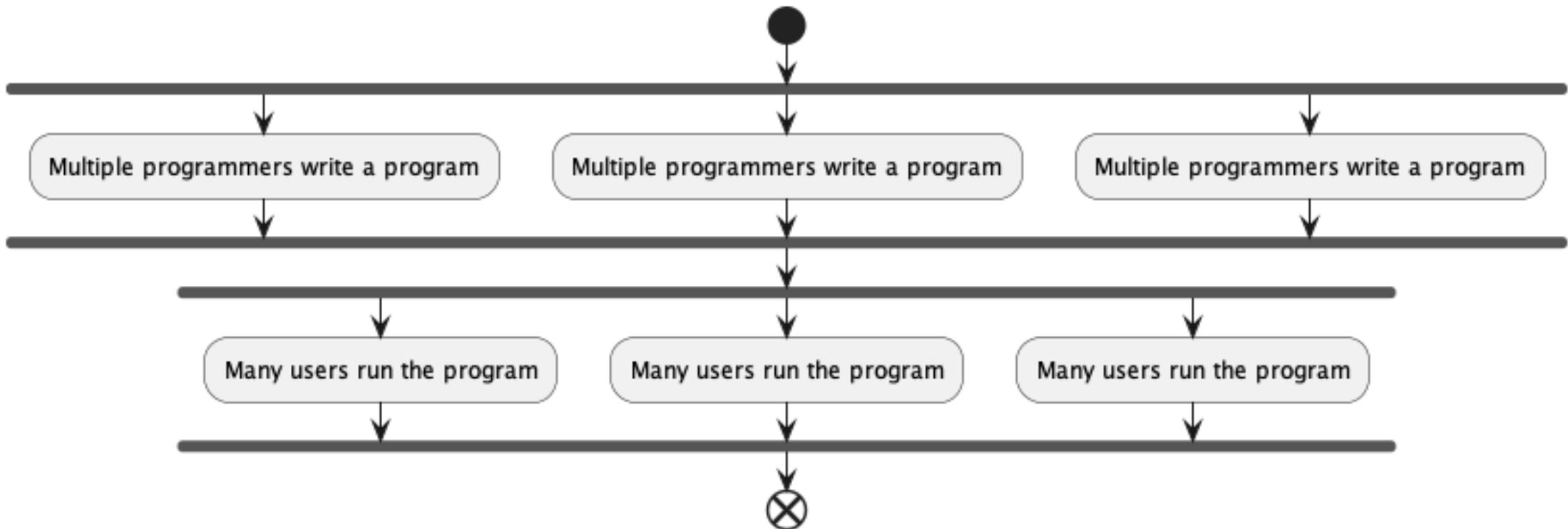
Computer

- Computer sind universelle Maschinen. Sie führen die Programme aus, die wir ihnen füttern.
- Die einzigen Grenzen sind unsere Vorstellungskraft
- Gute Nachricht
 - Dein Computer macht genau das, was man ihm sagt.
 - Er macht es sehr schnell.
- Schlechte Nachricht
 - Dein Computer macht genau das, was man ihm sagt.
 - Er macht es sehr schnell.

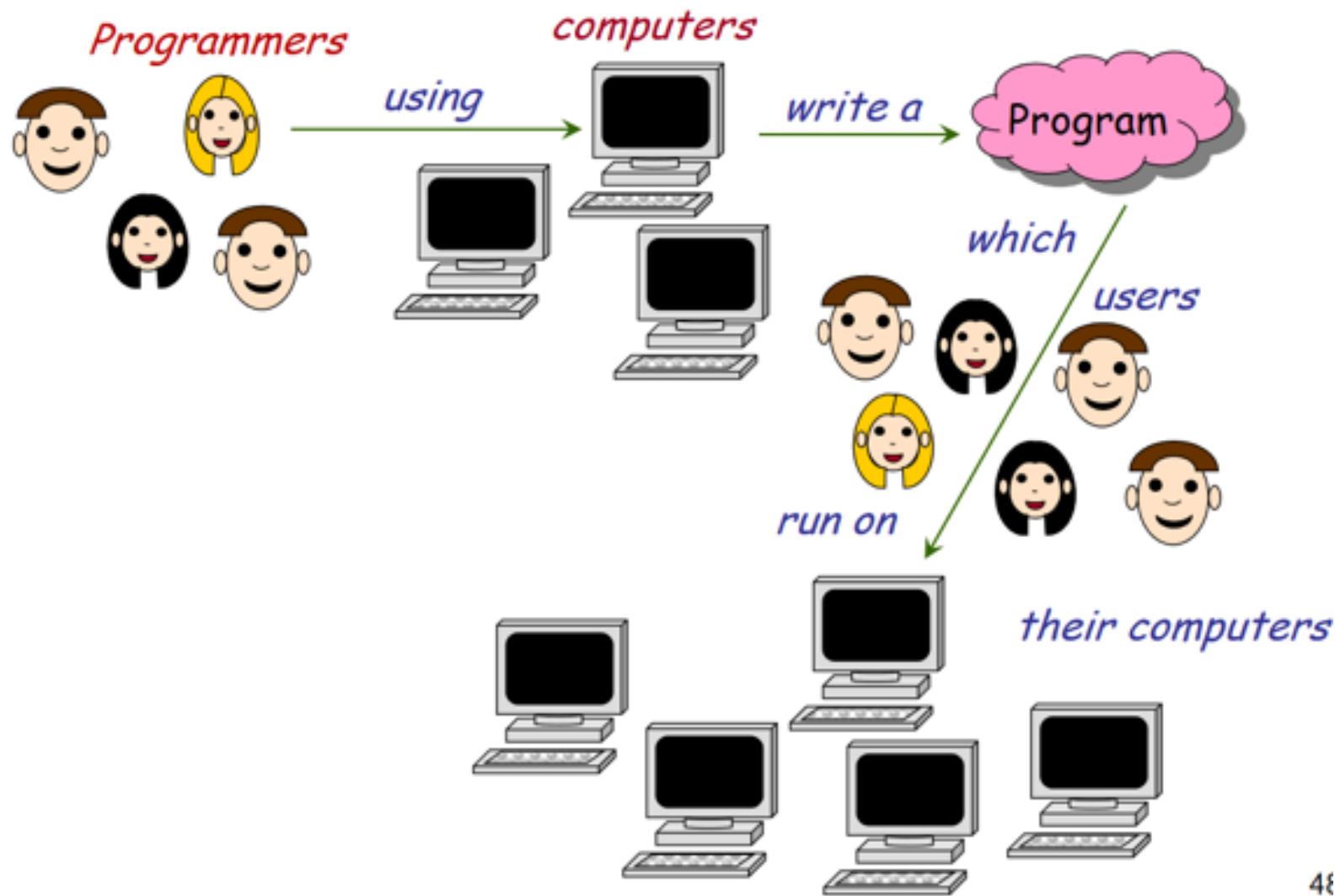
Programme erstellen und laufen lassen



Programme erstellen und laufen lassen



Programme erstellen und laufen lassen



Verbreitete Mythen und Entschuldigungen

- «Computer sind intelligent»
 - Fakt: Computer sind weder intelligent noch dumm. Sie führen Programme aus, die von Menschen entwickelt wurden.
 - Diese Programme bilden die Intelligenz ihrer Autoren ab.
 - Die grundlegenden Computeroperationen sind elementar (Speichere diesen Wert, Addiere diese beiden Zahlen...)
- «Der Computer ist abgestürzt»
- «Der Computer erlaubt das nicht»
- «Der Computer hat ihren Datensatz verloren»
- [how to never write bug - FireShip.io](#)

Software schreiben ist herausfordernd

- Programme können «abstürzen»
- Programme, die nicht «abstürzen» funktionieren nicht zwangsläufig richtig.
- Fehlerhafte Programme können Menschen töten, (medizinische Geräte, Luftfahrt) → Boeing 737 MCAS
- Ariane5 Rakete, 1996: \$10 Milliarden verloren aufgrund eines Programmfehlers.
- Programmierer sind verantwortlich für das korrekte Funktionieren der Programme
- Das Ziel dieses Fachs ist, nicht nur programmieren zu lernen, sondern gut programmieren zu lernen.

Grundsätzliche Organisation

Computer

- Computer sind universelle Maschinen, sie führen Programme aus, die wir ihnen "füttern"

Informationen und Daten

- Information ist das, was wir Menschen wollen und verstehen, z.B. ein Lied oder einen Text
 - Interpretation von Daten für Menschen
- Daten bezeichnet, wie dies im Computer gespeichert wird, z.B. als MP3 Datei.
 - Ansammlung von Symbolen in einem Computer

Informationen und Daten

- Daten werden gespeichert
- Eingabegeräte produzieren Daten aus Informationen
- Ausgabegeräte produzieren Informationen aus Daten

Wo ist das Programm?

- Stored-program computer: Das Programm ist im Speicher
 - „ausführbare Daten“
- Ein Programm kann in verschiedenen Formen im Speicher auftreten:
 - Quellcode / Sourcecode: durch Menschen lesbare Form (Programmiersprache)
 - Maschinencode: Ausführbar durch Computer
- Compiler / Interpreter transformieren von Sourcecode zu Maschinencode
- Der Computer findet das Programm im Speicher und führt es aus.

Software Engineering

Software sollte folgende Merkmale haben:

- Korrekt: Machen, was es sollte!
- Erweiterbar: Einfach zu ändern sein!
- Lesbar: durch Menschen!
- Wiederverwertbar: Das Rad nicht neu erfinden!
- Robust: Korrekt auf Fehler reagieren!
- Sicher: Angreifer abwehren!

Software schreiben ist herausfordernd

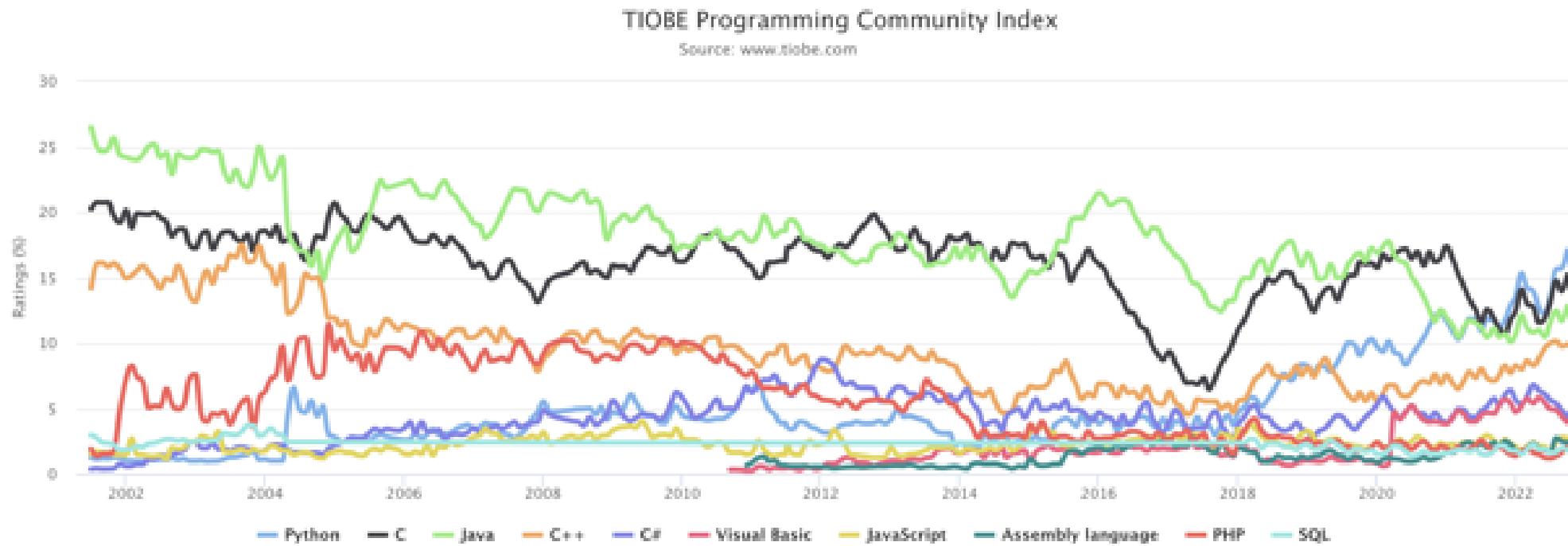
- Es ist schwierig, das Programm korrekt zu schreiben
- Trial-and-error ist ineffizient

Software schreiben macht Spass

- Entwickle deine eigene Maschine!
- Kreativität und Vorstellungsvermögen kann ausgelebt werden!
- Programme retten leben und machen die Welt besser!

Entwicklungswerkzeuge

Programmiersprachen



Tiobe Index

God-Tier Developer Roadmap

C

- 1972, Dennis Ritchie, Bell Labs
- Kompiliert
- Imperativ, Strukturiert
- statisch Typisiert
- Grosse Verbreitung in Betriebssystemen und Embedded
- Sehr schnell und effizient

C++

- 1985, Bjarne Stroustrup, Bell Labs
- Kompiliert
- Objektorientiert
- Erweiterung von C
- Schnell und effizient
- Hochkomplex
- Grosse Verbreitung in Betriebssystemen, Desktop Applikationen, Games, Datenbanken, Interpreter

Java

- 1995, James Gosling, Sun Microsystems
- Kompiliert / Virtuelle Maschine (Plattformunabhängigkeit)
- Objektorientiert
- statisch Typisiert
- Grosses Angebot an Bibliotheken und Werkzeugen
- Einfache Syntax

C#

- 2000, Anders Hejlsberg, Microsoft
- Kompiliert
- Objektorientiert
- statisch Typisiert
- Game Entwicklung (Unity), Microsoft Ökosystem

Python

- 1991, Guido van Rossum, Centrum Wiskunde & Informatica
- Interpretiert
- Objektorientiert
- dynamische Typisierung
- Einfache Syntax, schlanke Programme, wenig Ballast
- Grosses Angebot an Bibliotheken und Werkzeugen

PHP

- 1995, Rasmus Lerdorf
- Interpretiert
- Objektorientiert
- dynamische Typisierung
- Im Web weit verbreitet (Backend)

JavaScript / TypeScript

- 1995, Brendan Eich, Netscape
- Interpretiert
- Objektorientiert (Prototypenbasiert)
- dynamische Typisierung
- statische Typisierung mit TypeScript, 2014, Microsoft
- Hohe Verbreitung im Web (Frontend und Backend)

Rust

- 2015, Graydon Hoare, Mozilla
- Kompiliert
- Objektorientiert, nebenläufig
- statische Typisierung
- Keine Garbage Collection
- Sicher, Nebenläufig
- Seit 2022 im Linux Kernel verwendet

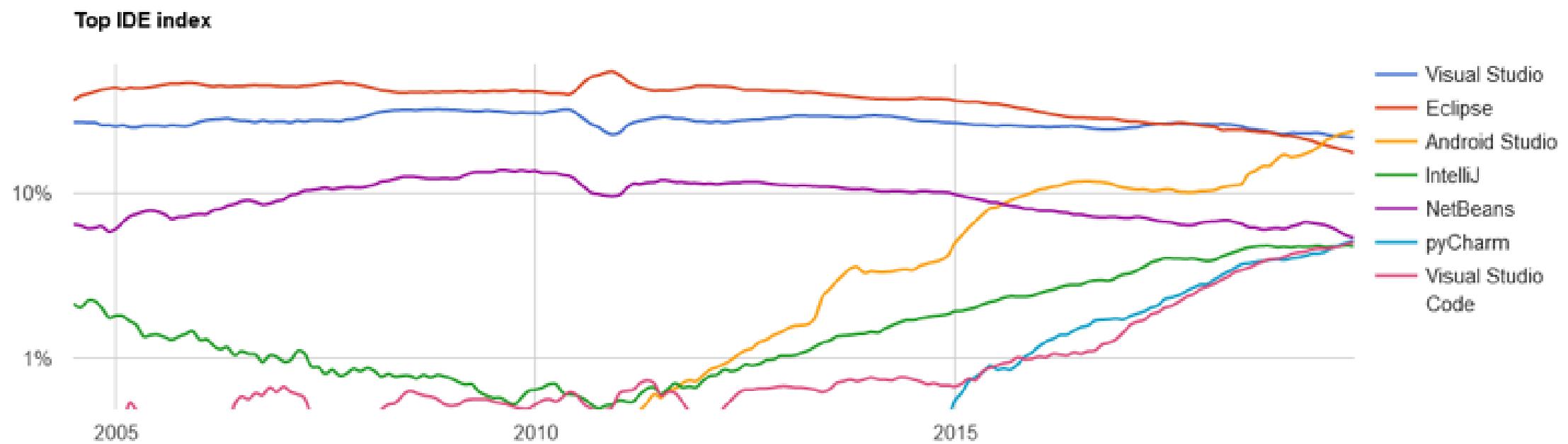
Go

- 2012, Rob Pike / Ken Thompson / Robert Griesemer, Google
- Kompiliert
- Objektorientiert, nebenläufig
- statische Typisierung
- Keine Vererbung
- Effizienz, Lesbarkeit / DX, Networking, Multiprocessing

Energy, Time, Memory Comparison

Total				
	Energy	Time	Mb	
(c) C	1.00	1.00	(c) Pascal	1.00
(c) Rust	1.03	1.04	(c) Go	1.05
(c) C++	1.34	1.56	(c) C	1.17
(c) Ada	1.70	1.85	(c) Fortran	1.24
(v) Java	1.98	1.89	(c) C++	1.34
(c) Pascal	2.14	2.14	(c) Ada	1.47
(c) Chapel	2.18	2.83	(c) Rust	1.54
(v) Lisp	2.27	3.02	(v) Lisp	1.92
(c) Ocaml	2.40	3.09	(c) Haskell	2.45
(c) Fortran	2.52	3.14	(i) PHP	2.57
(c) Swift	2.79	3.40	(c) Swift	2.71
(c) Haskell	3.10	3.55	(i) Python	2.80
(v) C#	3.14	4.20	(c) Ocaml	2.82
(c) Go	3.23	4.20	(v) C#	2.85
(i) Dart	3.83	6.30	(i) Hack	3.34
(v) F#	4.13	6.52	(v) Racket	3.52
(i) JavaScript	4.45	6.67	(i) Ruby	3.97
(v) Racket	7.91	11.27	(c) Chapel	4.00
(i) TypeScript	21.50	26.99	(v) F#	4.25
(i) Hack	24.02	27.64	(i) JavaScript	4.59
(i) PHP	29.30	36.71	(i) TypeScript	4.69
(v) Erlang	42.23	43.44	(v) Java	6.01
(i) Lua	45.98	46.20	(i) Perl	6.62
(i) Jruby	46.54	59.34	(i) Lua	6.72
(i) Ruby	69.91	65.79	(v) Erlang	7.20
(i) Python	75.88	71.90	(i) Dart	8.64
(i) Perl	79.58	82.91	(i) Jruby	19.84

Entwicklungsumgebungen



Entwicklungsumgebungen

Eclipse

- JavaScript/TypeScript, C/C++, PHP, Rust etc
- Open Source

Microsoft Visual Studio

- VB, C, C++, C##, SQL, TypeScript, Python, HTML, JavaScript, CSS
- Closed Source

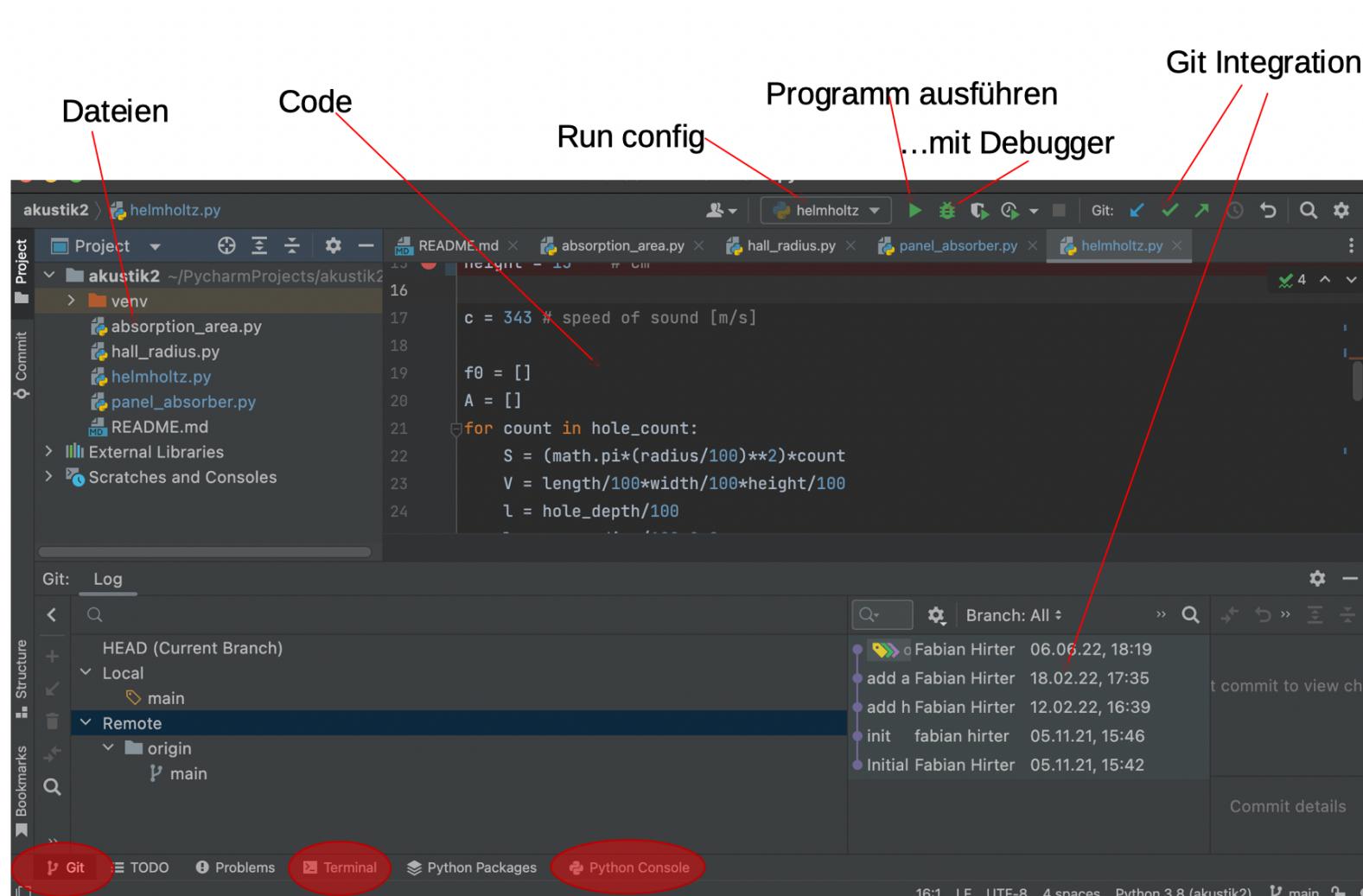
Microsoft Visual Studio Code

- JavaScript, TypeScript, HTML, CSS, etc
- Open Source, Proprietär, frei

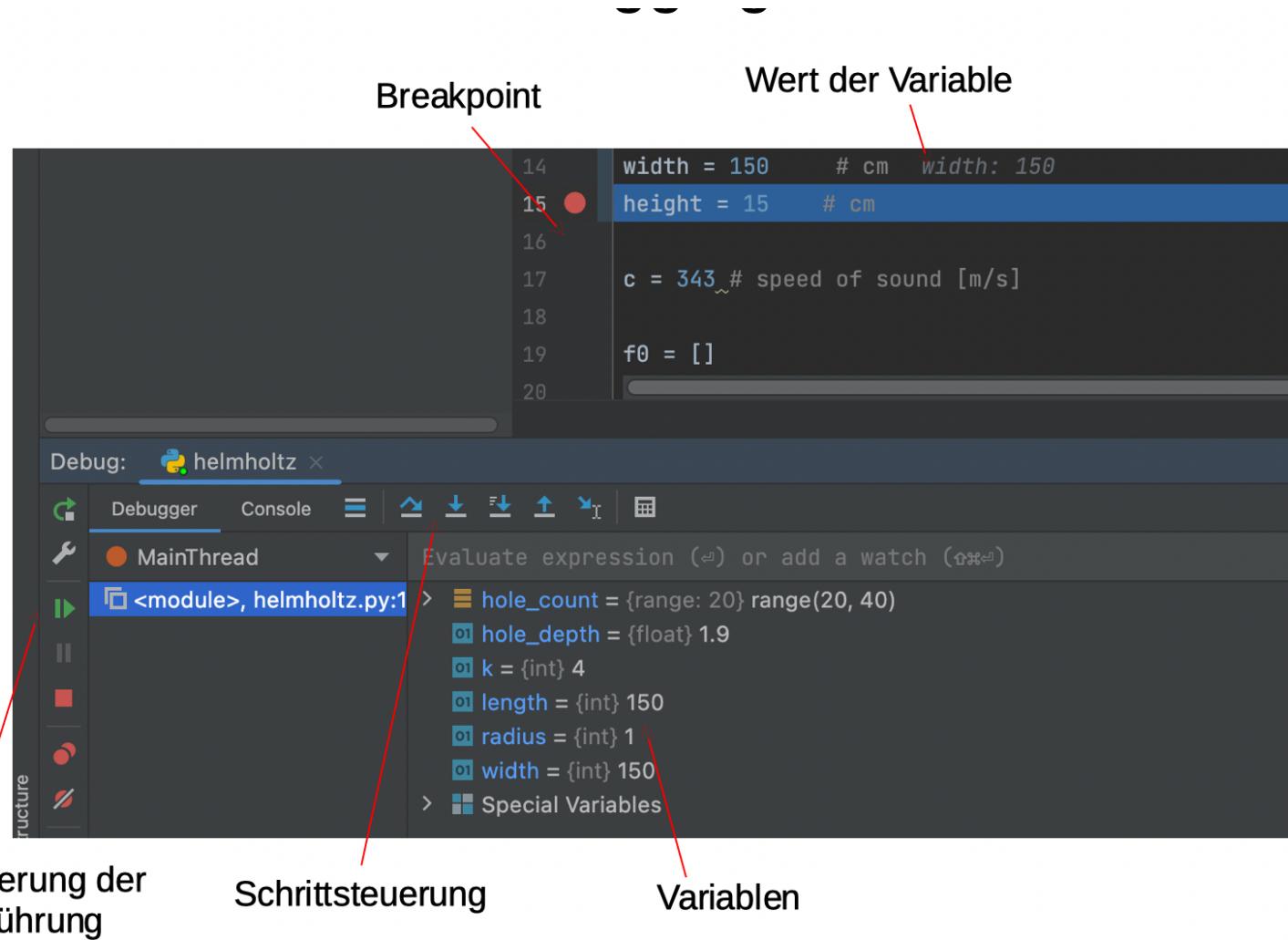
JetBrains

- Java, Kotlin, Groovy, Scala, JavaScript, TypeScript, C (CLion), PHP (PHPStorm), Ruby (RubyMine), Python (PyCharm), iOS (AppCode), Android (AndroidStudio), C## (Rider)
- Teilweise OpenSource (Community Version)

Jetbrains PyCharm



Debugging



Versionsverwaltung Basics

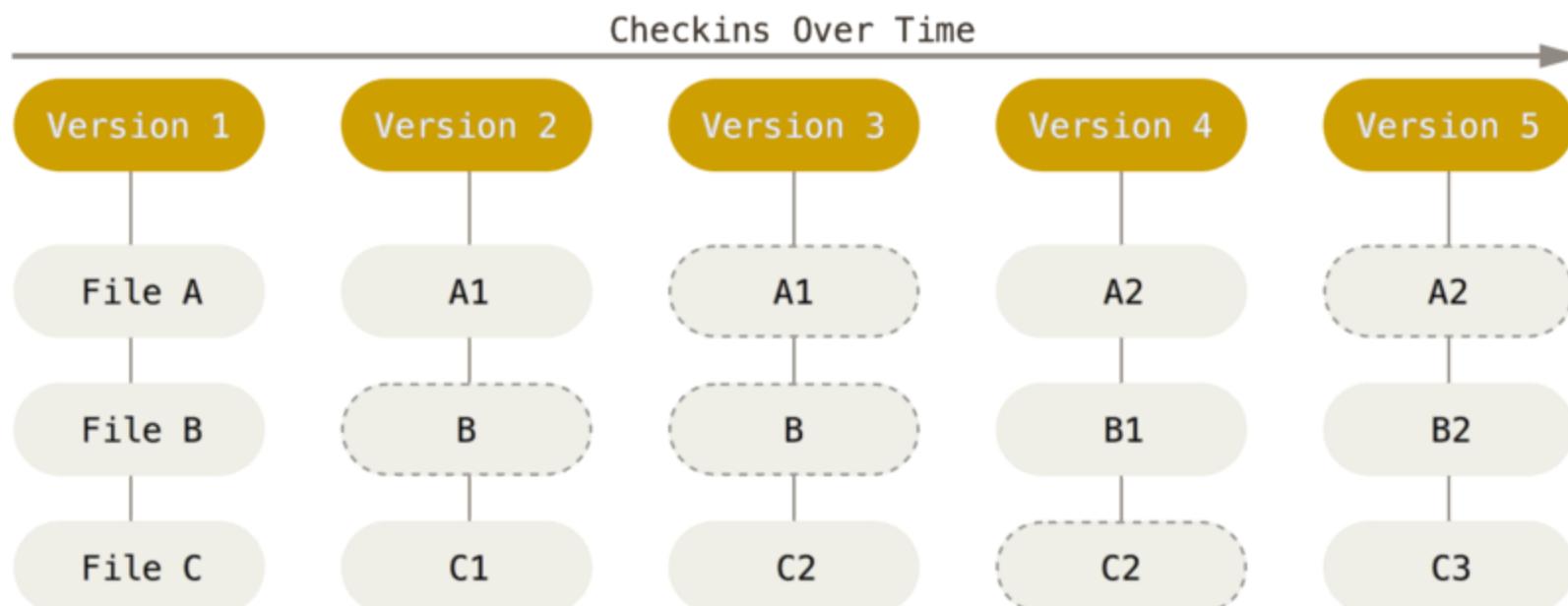
- Protokollierung von Änderungen
- Wiederherstellung von alten Ständen
- Archivierung
- Koordinierung des gemeinsamen Zugriffs
- Entwicklungszweige (Branches) -> **Don't Branch!**

Moderne Versionsverwaltung

- CI/CD
- GitOps
- Infrastructure as Code
- Documentation as Code
 - Markdown
 - MKDocs
 - PlantUML
- Everything as Code

Git

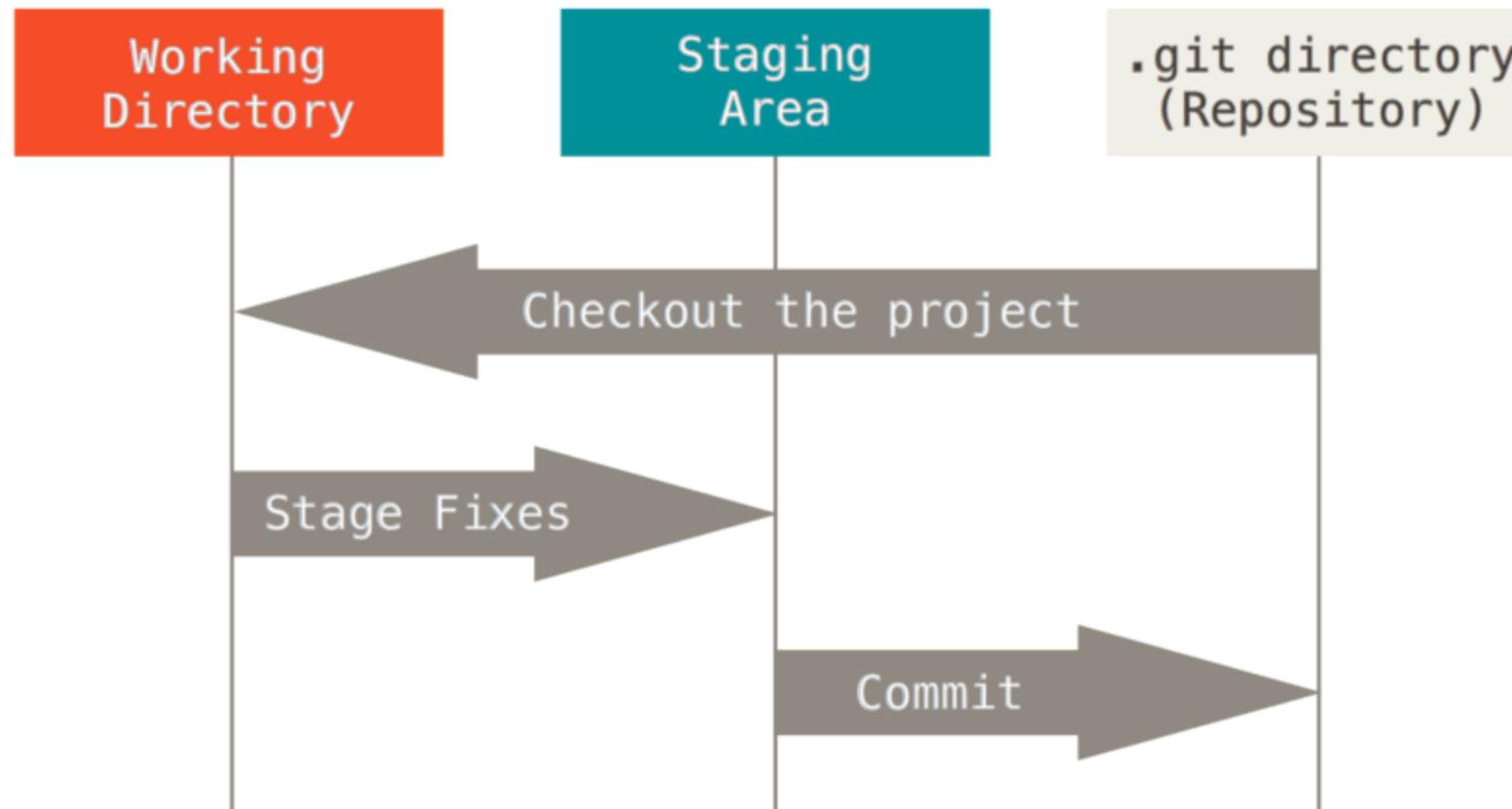
- Fast jede Funktion arbeitet lokal
- Git stellt Integrität sicher
- Git fügt im Regelfall nur Daten hinzu
- [Download](#)



[Was ist Git](#)

Die drei Zustände

- Modified
- Staged
- Committed



Arbeiten mit Git

Initialisieren

- Auf Github oder Gitlab ein leeres Projekt erstellen
- Dieses Projekt lokal klonen `git clone`
- User name setzen: `git config user.name <name>`

Arbeitsablauf

- Lokales Repository aktualisieren `git pull origin`
- Source Dateien erstellen oder editieren
- Änderungen zum Staging Area hinzufügen `git add <directory>` (z.B. ".")
- Änderungen im Repository festhalten `git commit -m "<message>"` (z.B. "change data type")
- Lokales Repository aktualisieren `git pull <remote>` (z.B. "origin")
 - Mit Rebase bleibt die History aufgeräumter: `git pull --rebase`
- Änderungen auf Github/Gitlab/Bitbucket laden `git push <remote> <branch>` (z.B. "origin main")

CI/CD mit Git

- Tests und Linter werden bei Commit automatisch ausgeführt und Commit ggf. abgelehnt.
- Mit Tags werden Releases markiert. [semantic versioning](#).
- Das neuste Release wird automatisch deployed.
- [Changelogs werden automatisiert anhand der Git Messages generiert](#)

Commit Messages

- Your Git Commit History Should Read Like a History Book

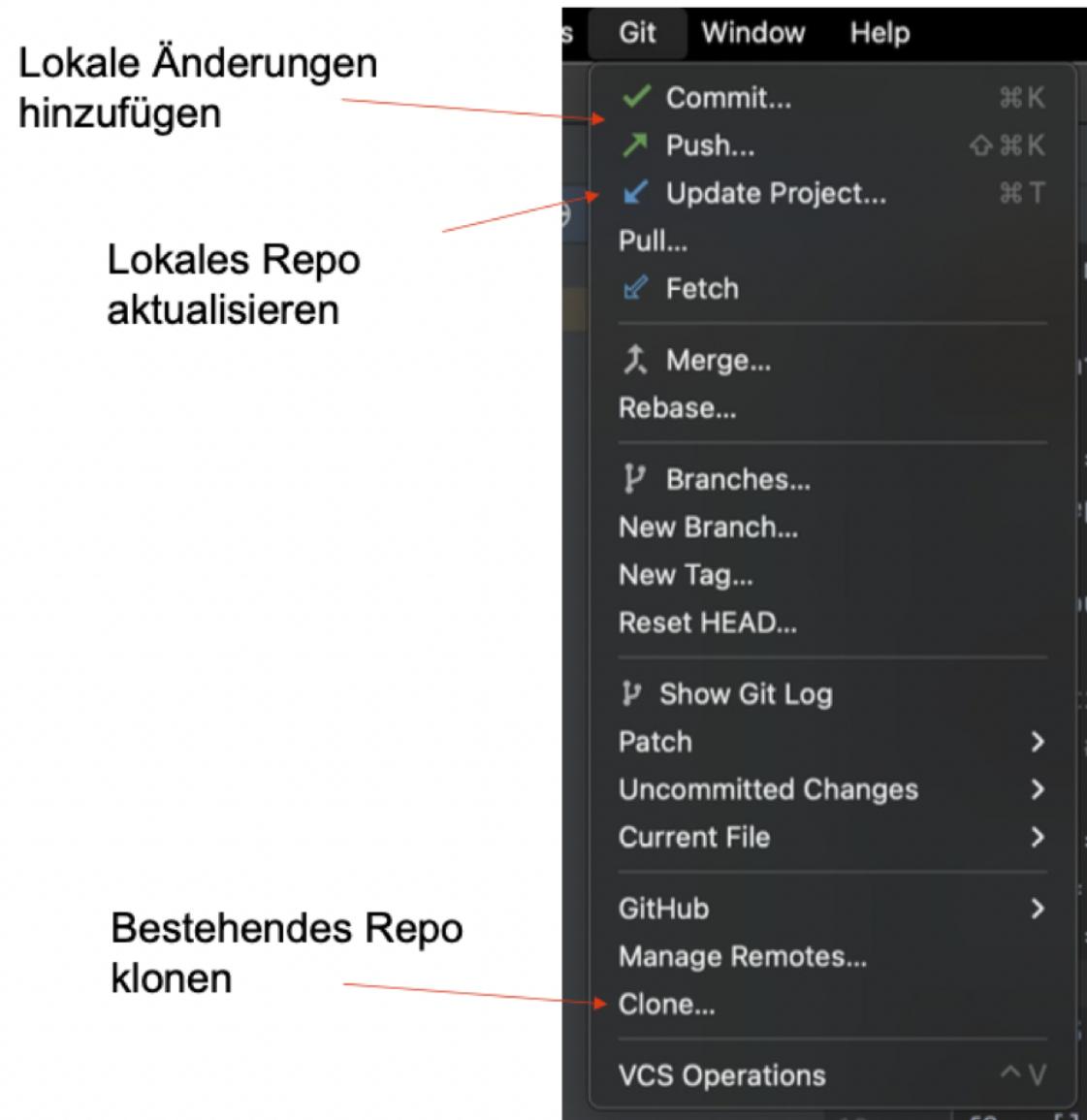
```
feat(logging): added logs for failed signups
```

```
fix(homepage): fixed image gallery
```

```
test(homepage): updated tests
```

```
docs(readme): added new logging table information
```

PyCharm Git Integration



Commit Messages

- add helmholtz calculation
- add absorption coefficient
- add hall radius calculation
- init
- Initial commit

Position der branches in der historie

 origin & main	Fabian Hirter	06.06.22, 18:19
	Fabian Hirter	18.02.22, 17:35
	Fabian Hirter	12.02.22, 16:39
	fabian hirter	05.11.21, 15:46
	Fabian Hirter	05.11.21, 15:42

Autor und Datum des Commits

Ressourcen

- [Cheatsheet](#)
- [Atlassian Tutorials](#)
- [Git Tutorials](#)
- [Simulationstool](#)

Klassen und Objekte

Eine Klasse: eine Software Maschine

Was ist ein Objekt?

Es gibt verschiedene Arten von Objekten:

- “physische Objekte”: bilden physische Objekte ab, z.B. eine Ampel oder ein Auto
- “abstrakte Objekte”: Beschreiben abstrakte Dinge aus der modellierten Welt, z.B. eine Route oder eine Himmelsrichtung
- “Softwareobjekte”: Reine Softwareelemente, z.B. Datenstrukturen wie Arrays oder Listen
- Ein grosser Vorteil der objektorientierten Programmierung ist, dass die Software anhand der «echten» Welt modelliert werden kann.

Was ist ein Objekt?

- Ein Objekt besitzt Daten → Eigenschaften / Felder
- Ein Objekt kann Operationen ausführen → Funktionen / Methoden

Ein Objekt kann Operationen ausführen und dazu auf seine Daten zugreifen und diese ändern.

Methoden

- Entspricht dem Begriff "Funktion" der strukturierten Programmierung
- Eine Operation, die von Objekten ausgeführt werden kann.
- Abfragen, Befehle
- Name der Methode kann, mit Einschränkungen, frei gewählt werden.
- Eine Methode von einem Objekt wird in den meisten Sprachen mit dem `.` aufgerufen:
``<objekt>.<methode>`

Methoden

- Methoden können Argumente haben:
 - `primaryStage.setTitle("Ampelsteuerung");`
- Mehrere Argumente werden durch Komma getrennt:
 - `primaryStage.add(crossroadController, 1100, 900);`
- Weniger Argumente sind übersichtlicher! (Faustregel: Max. 3)

Ein Objekt hat eine Schnittstelle (Interface)



Ein Objekt hat eine Implementierung



Abstraktion

- Ein Objekt kann verwendet werden, ohne die Implementierung der Methoden zu kennen.
- Die Implementierungsdetails sind abstrahiert

Kapselung

- Grundsätzlich sind alle Felder (Daten) privat, d.h. nur für das eigene Objekt zugänglich.
- Diese Felder stellen den Zustand (State) des Objekts dar.
- Zugriff auf Felder wird mit Methoden gewährt (sogenannte Setter und Getter, z.B. `setColor()`, `getSize()`)
- Es werden nur die nötigen Methoden zugänglich gemacht.
- Die Programmiersprache stellt den Zugriffsschutz sicher.

Objektorientierung: Geschichte

- Untergruppe der imperativen Programmierung (Abfolge von Befehlen)
- Ursprung: Simula67, Oslo, 60er Jahre
- Kaum verbreitet in den 70er Jahren
- Smalltalk (Xerox PARC, 1970s) machte OOP Populärer

- Grosser Verbreitung in den 90er Jahren
- Die meisten heute verbreiteten Sprachen sind objektorientiert: Objective C, C++, Java, C#, Python, Kotlin, Go, JavaScript, uvm
- Heute das meistverbreitete Konzept der Softwareentwicklung
- Andere Programmierparadigmen:
 - Imperative Programmierung
 - Strukturierte Programmierung
 - Prozedurale Programmierung
 - Deklarative Programmierung
 - funktionale Programmierung

Syntaktische Struktur einer Klasse

```
class Vehicle:                                # Class Name
    def __init__(self, brand, model, type):   # Constructor
        self.brand = brand
        self.model = model
        self.type = type
        self.gas_tank_size = 14
        self.fuel_level = 0

    def fuel_up():                           # Method declaration
        self.fuel_level = self.gas_tank_size # Method implementation
        print('Gas tank is now full.')

    def drive(self):
        print(f'The {self.model} is now driving.')
```

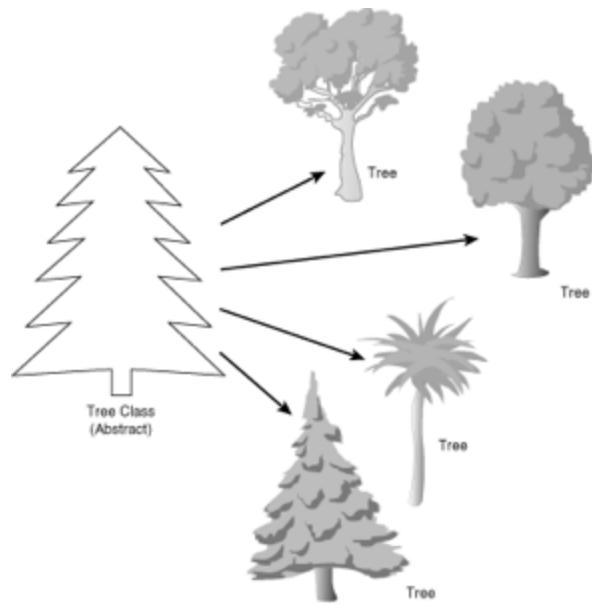
Klasse

- Jedes Objekt gehört zu einer Klasse, welche die zur Verfügung stehenden Methoden und Felder definiert.
- Eine Klasse ist eine Beschreibung von Laufzeit-Objekten, welche dieselben Eigenschaften und Methoden besitzen.
- Eine Klasse ist eine Kategorie von Dingen
- Ein Objekt ist eines von diesen Dingen

Objekte

Wenn ein Objekt O ein Objekt der Klasse C ist:

- O ist ein Exemplar von C
- O ist eine Instanz von C



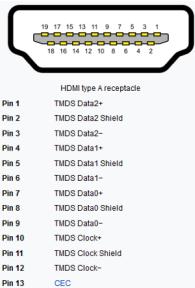
Objekte und Klassen

- Klassen existieren nur im Source Code
 - Bauplan für konkrete Objekte
- Objekte existieren nur zur Laufzeit

- Ein zentraler Aspekt der Softwareentwicklung ist das Bilden von sinnvollen Klassen für die Aufgabenstellung (Softwarearchitektur, OOD)
- Das Schreiben der Details wird Implementierung genannt.

Interface (de: Schnittstelle)

- Die Schnittstelle (engl. interface) ist der Teil eines Systems, welcher der Kommunikation dient.
- Der Begriff stammt ursprünglich aus der Naturwissenschaft [...]. Er beschreibt bildhaft die Eigenschaft eines Systems als Black Box, von der nur die „Oberfläche“ sichtbar ist, und daher auch nur darüber eine Kommunikation möglich ist. [...]
- Daneben bedeutet das Wort „Zwischenschicht“: Für die beiden beteiligten Boxes ist es ohne Belang, wie die jeweils andere intern mit den Botschaften umgeht, und wie die Antworten darauf zustande kommen.



Interfaces

- User interface: Wenn die Clients Menschen sind
 - GUI: Graphical User Interface
 - Text interfaces, command line interfaces.
- Program interface: Wenn die Clients Software sind
 - API: Application Program Interface

API

- Eine Schnittstelle gibt an, welche Methoden vorhanden sind oder vorhanden sein müssen.
- Zusätzlich zu dieser syntaktischen Definition sollten Vorbedingungen und Nachbedingungen der verschiedenen Methoden definiert werden.
- Heute werden dazu in der Regel automatisierte Tests geschrieben.
- Es kann auch in der Dokumentation festgehalten werden.

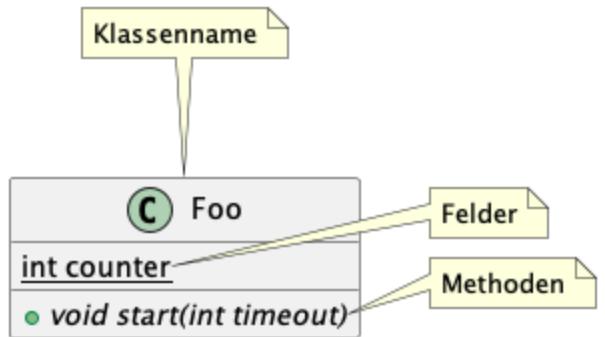
Schnittstellen definieren

- Nicht jede Methode ist für jeden möglichen Parameter geeignet
- Lösungen:
 - immer: gute Wahl der Bezeichner
 - möglichst immer: Tests
 - Einschränkung durch Datentyp
 - wenn nötig: Kommentare: JavaDoc
 - falls erforderlich: Exceptions

Javadoc

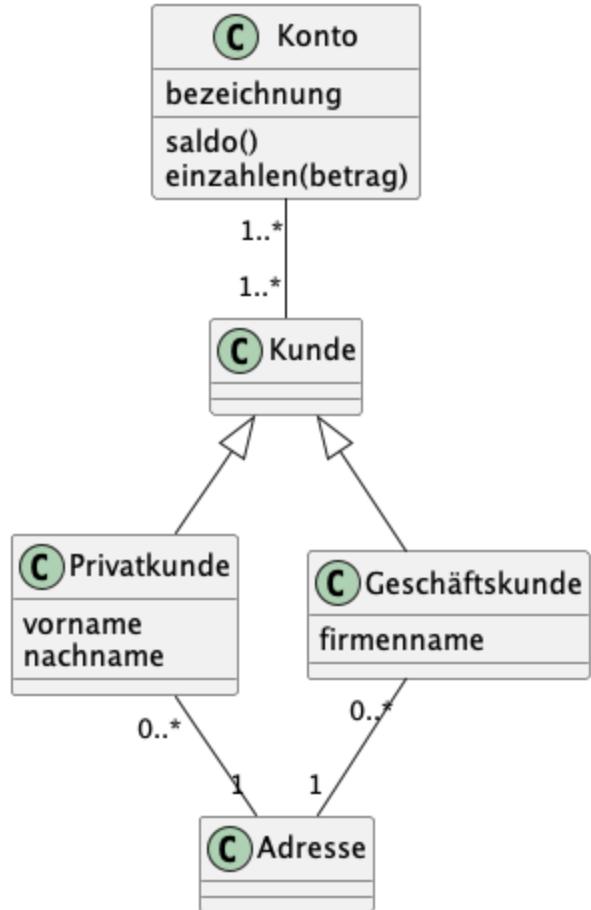
```
/**  
 * Returns an Image object that can then be painted on the screen.  
 * The url argument must specify an absolute {@link URL}. The name  
 * argument is a specifier that is relative to the url argument.  
 * <p>  
 * This method always returns immediately, whether or not the  
 * image exists. When this applet attempts to draw the image on  
 * the screen, the data will be loaded. The graphics primitives  
 * that draw the image will incrementally paint on the screen.  
 *  
 * @param url an absolute URL giving the base location of the image  
 * @param name the location of the image, relative to the url argument  
 * @return the image at the specified URL  
 * @see Image  
 */  
public Image getImage(URL url, String name) {  
    try {  
        return getImage(new URL(url, name));  
    } catch (MalformedURLException e) {  
        return null;  
    }  
}
```

UML Klassendiagramm



PlantUML

UML Klassendiagramm



PlantUML

```
@startuml
class Konto {
    bezeichnung
    saldo()
    einzahlen(betrag)
}

class Kunde {}

class Privatkunde {
    vorname
    nachname
}

class Geschäftskunde {
    firmenname
}

class Adresse {}

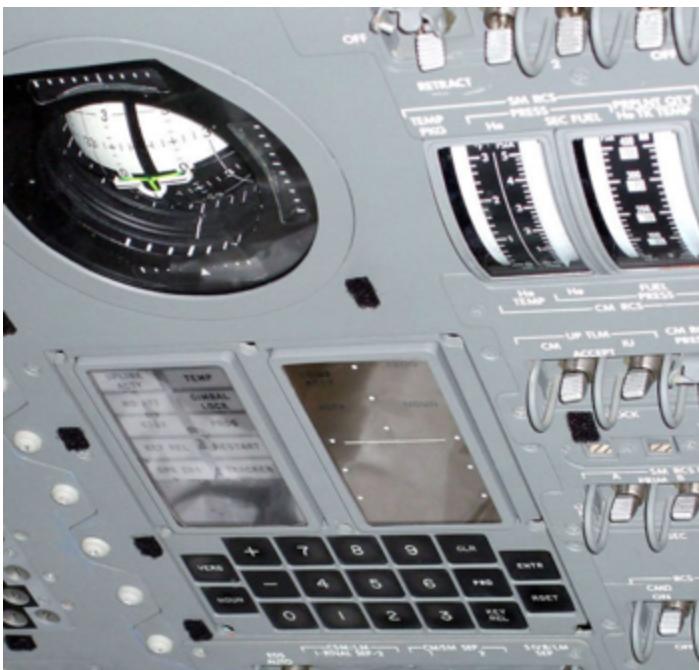
Kunde <|-- Privatkunde
Kunde <|-- Geschäftskunde

Privatkunde "0..*" -- "1" Adresse
Geschäftskunde "0..*" -- "1" Adresse

Konto "1..*" -- "1..*" Kunde
@enduml
```

Moderne Softwareentwicklung

Software Engineering



Kundenorientierung

Software soll den Kunden Mehrwert bringen

- Software soll stabil laufen
- Neue Features sollten schnell umgesetzt und nutzbar sein
- Softwaresysteme werden immer komplexer

Teamarbeit

- Mehrere Personen arbeiten am selben Softwareprojekt
- Versionsverwaltung wird verwendet (Git, SVN)
- Konflikte entstehen und sind aufwendig

Lösungen

- Kleine Arbeitspakete iterativ und inkrementell
- Kurzer Feedbackloop
- Komplexität reduzieren
- Hohe Qualität

Alles hängt zusammen

- Hohe Qualität reduziert Komplexität
- Hohe Qualität kürzt den Feedbackloop durch schnelle Entwicklung
- Kleine Arbeitspakete kürzen den Feedbackloop
- Kleine Arbeitspakete reduzieren Komplexität
- ...

Manifesto for Agile Software Development

- Individuals and interactions over processes and tools
- Working software over comprehensive documentation
- Customer collaboration over contract negotiation
- Responding to change over following a plan

<https://agilemanifesto.org/>

Iteratives und inkrementelles Arbeiten

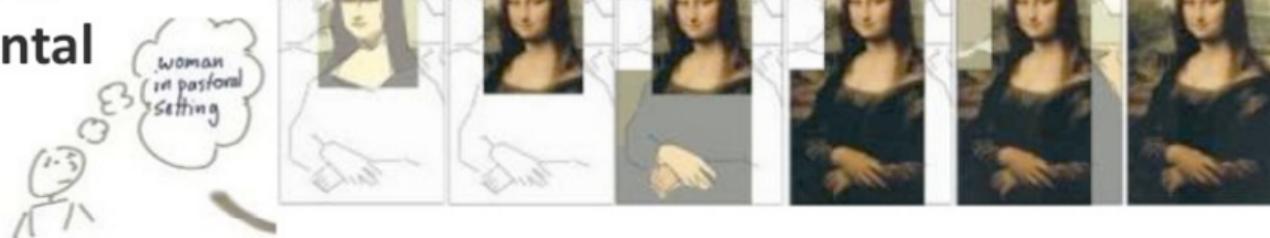
Iterative



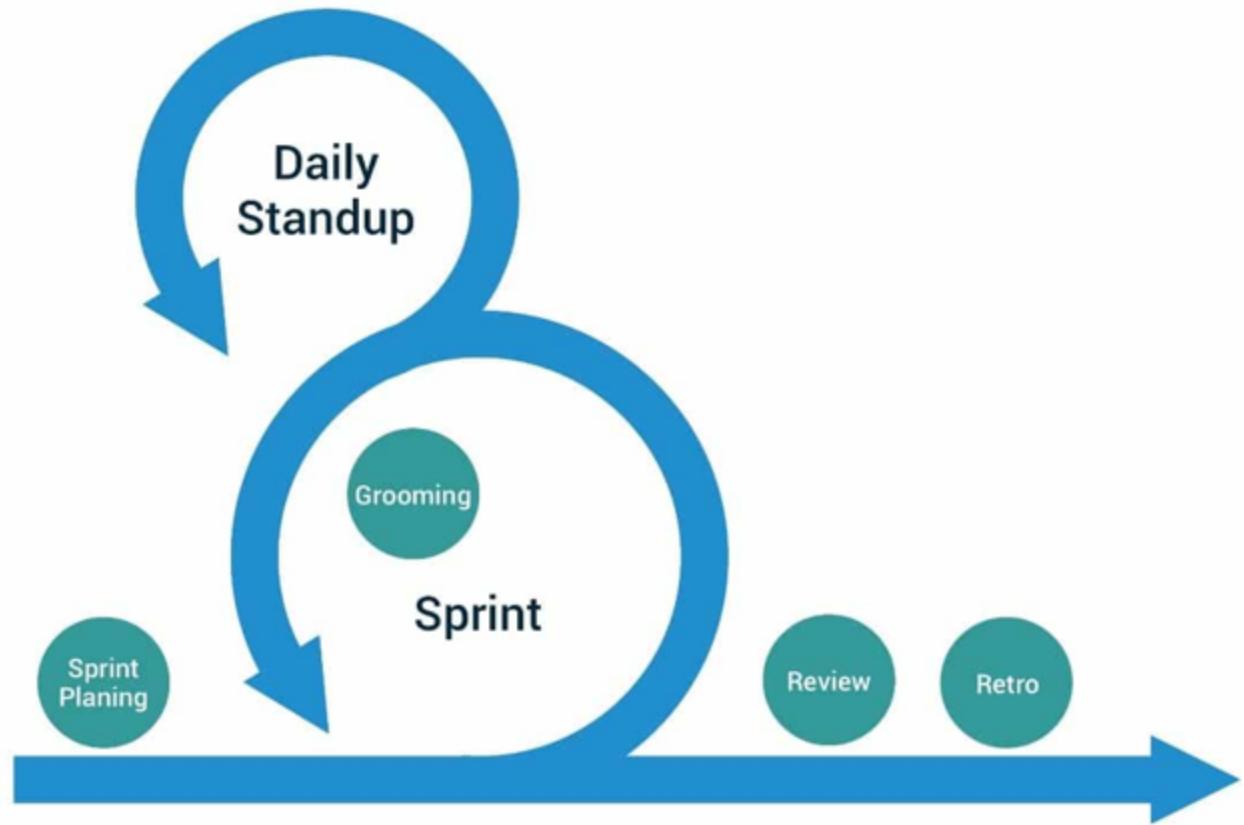
Incremental



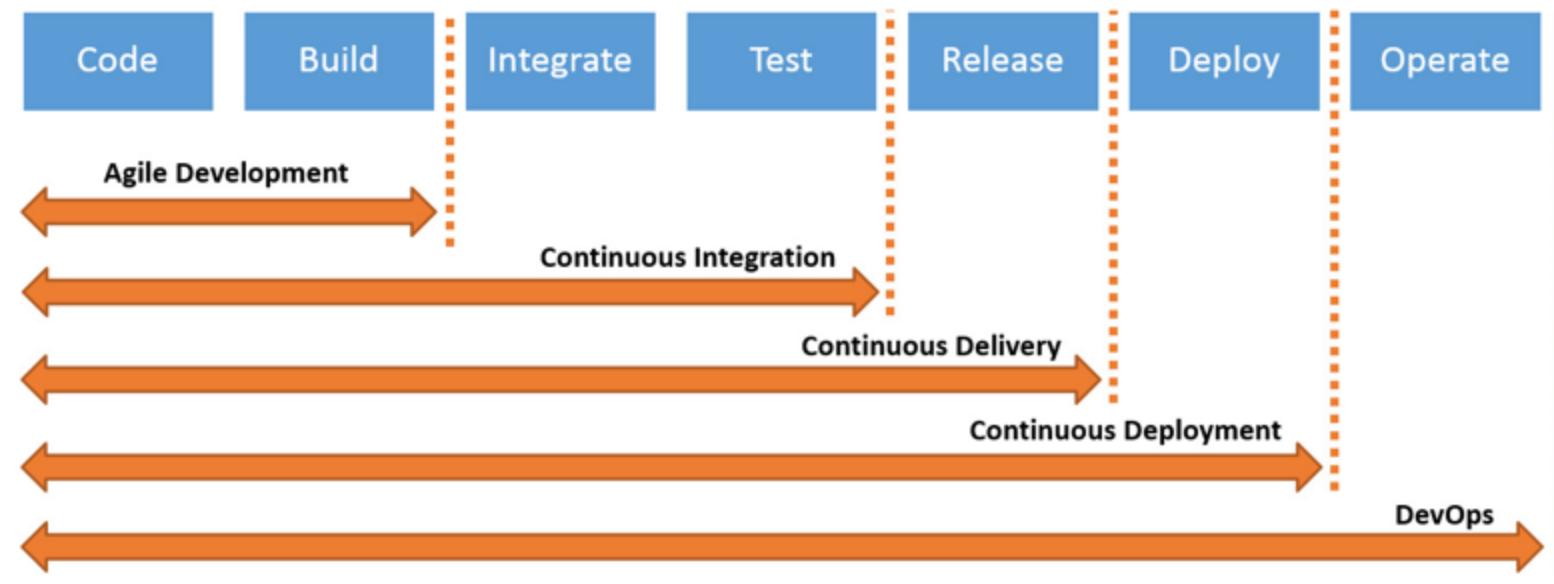
Iterative &
Incremental



Iterationen



Kurzer Feedbackloop: CI/CD

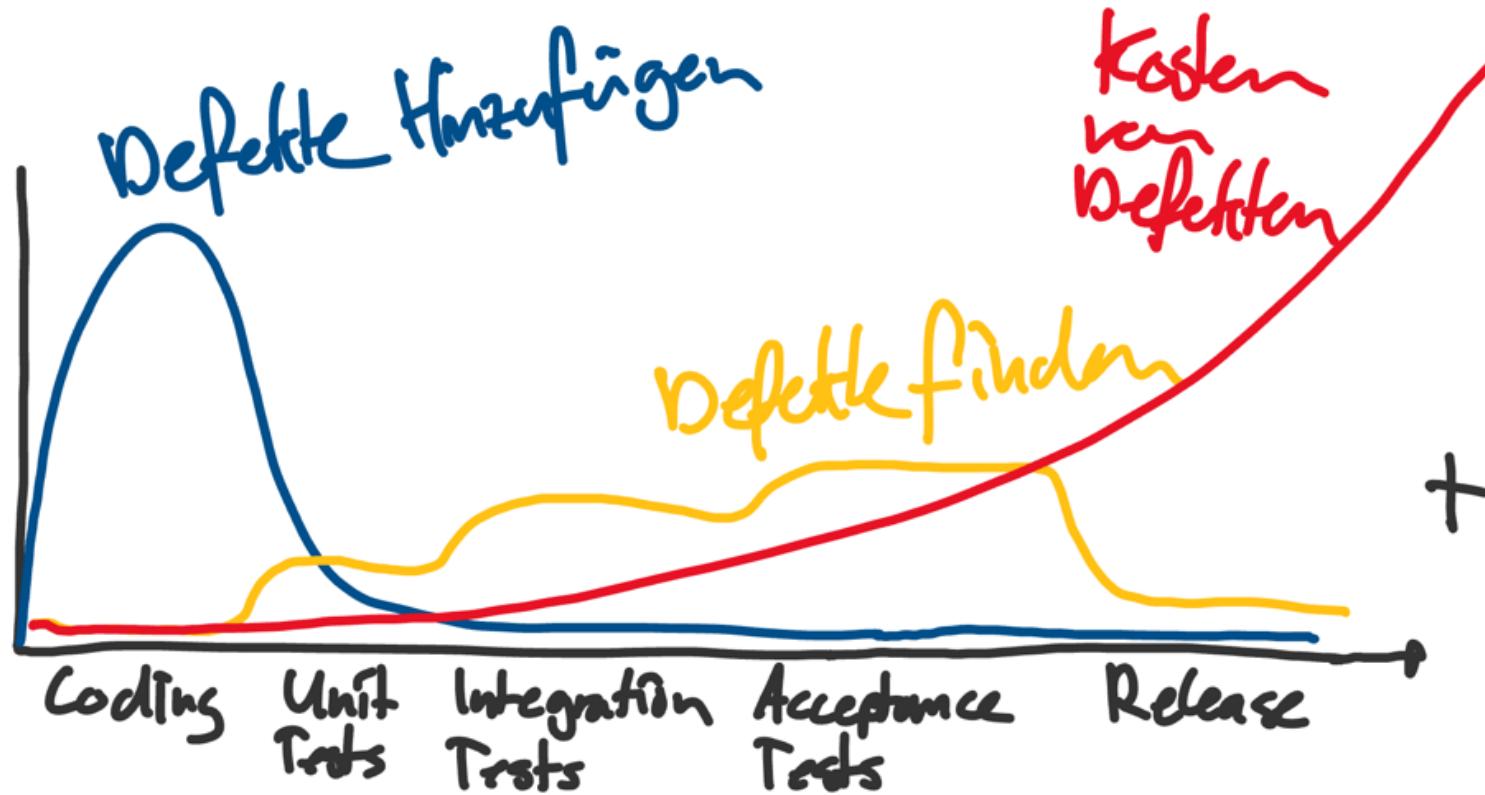


CI / CD

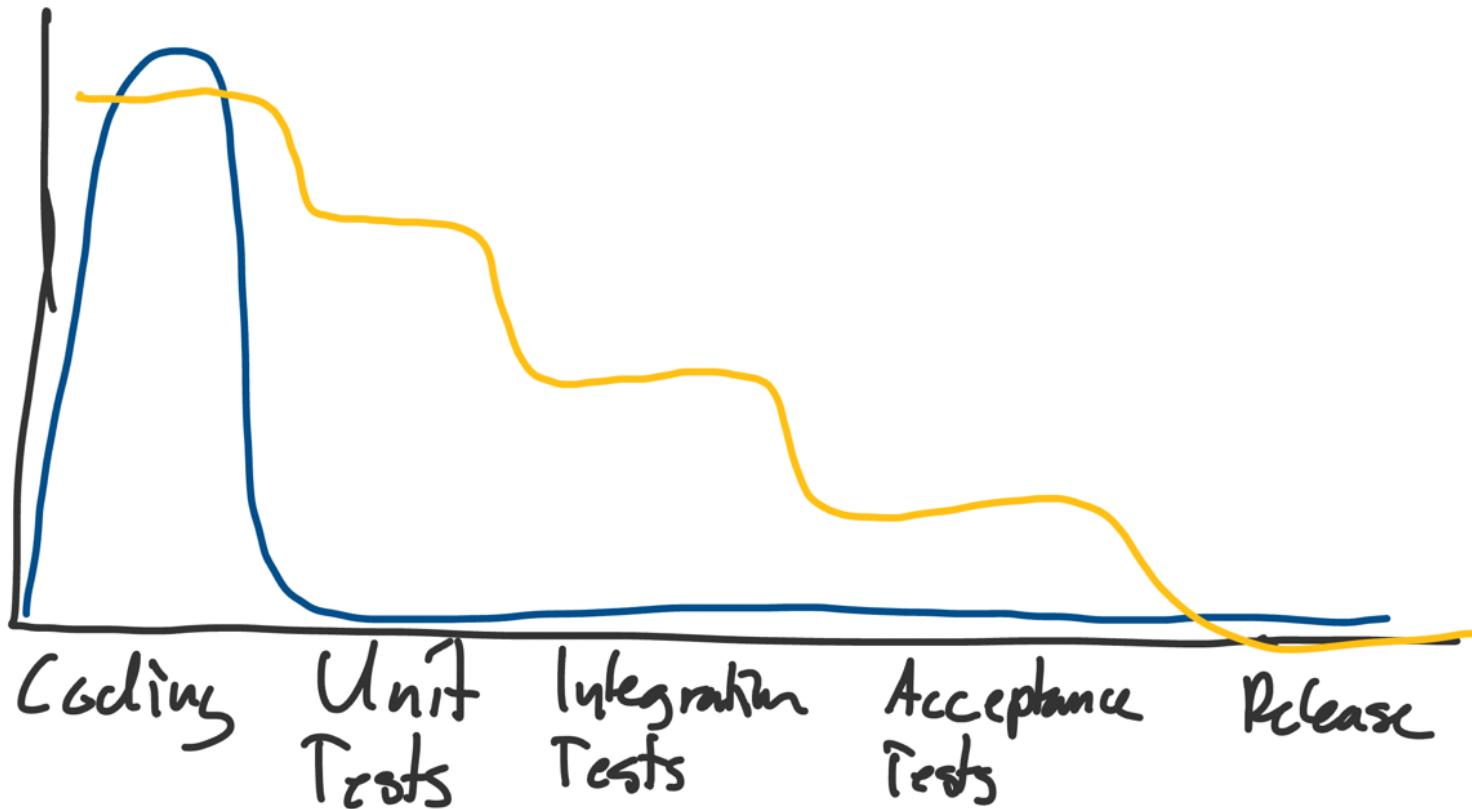
- Ziel: Releases werden vereinfacht
- Time to market ist kürzer, neue Features sind sofort verfügbar
- Durch automatisierte deployments ist der Aufwand initial höher, anschliessend jedoch sehr klein
- Nur möglich mit automatisierten Tests

Testing

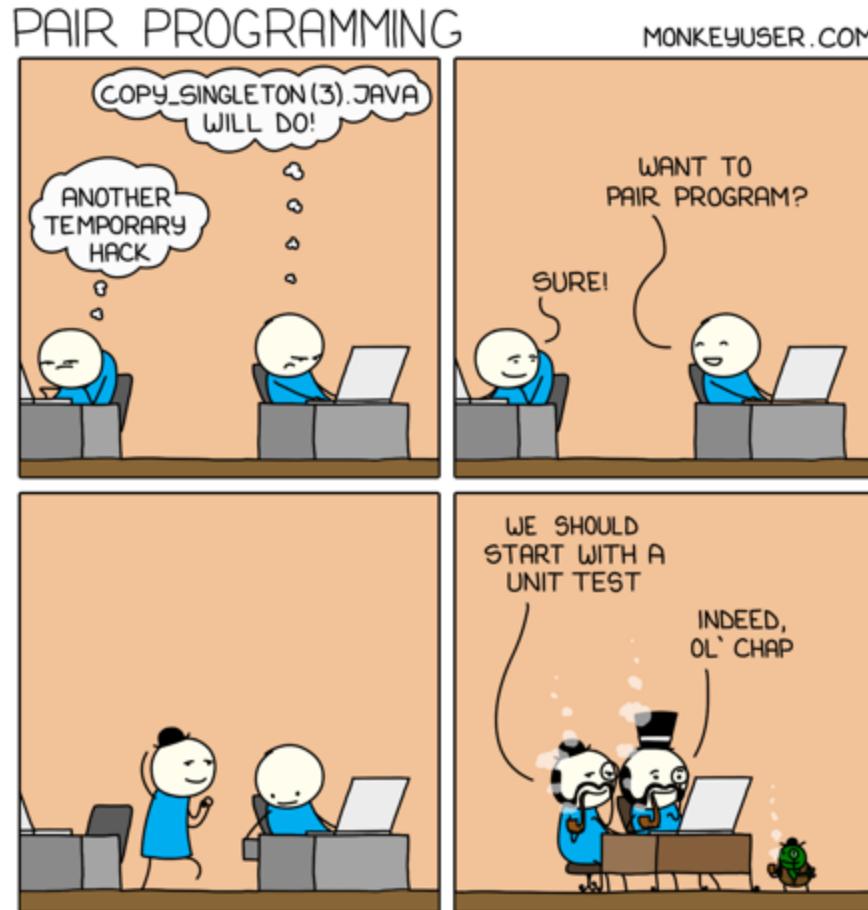
Kosten von Defekten



Kosten von Defekten



Pair Programming



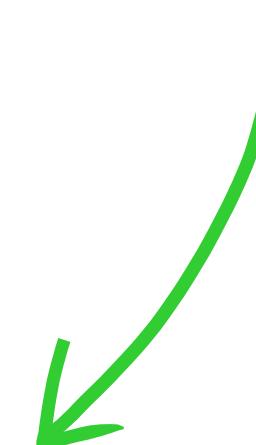
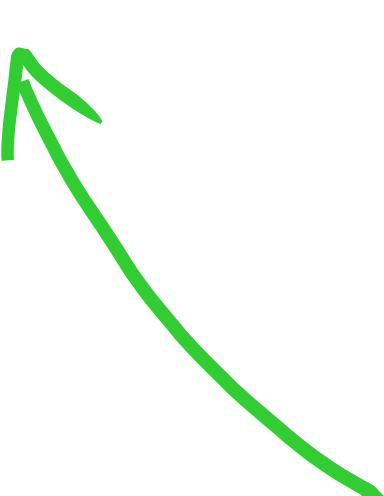
Test Driven Development (TDD)

Following 3 Drawings from Growing Object-Oriented Software by Nat Pryce and Steve Freeman.

Write a
failing
test

Make the
test pass

Refactor

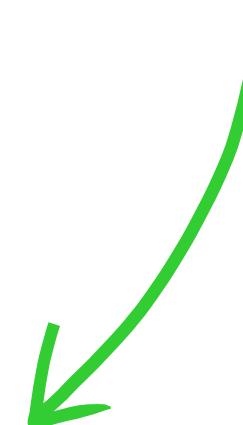
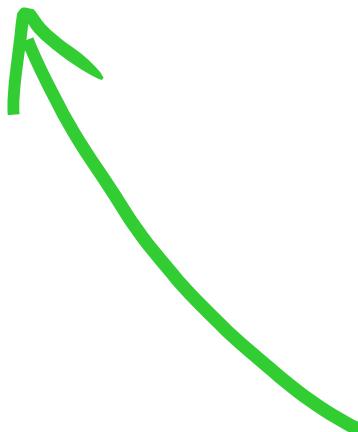
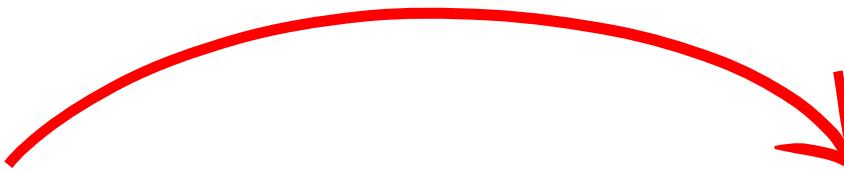


Write a
failing
test

Make the
test pass

Refactor

Hard to write a test?

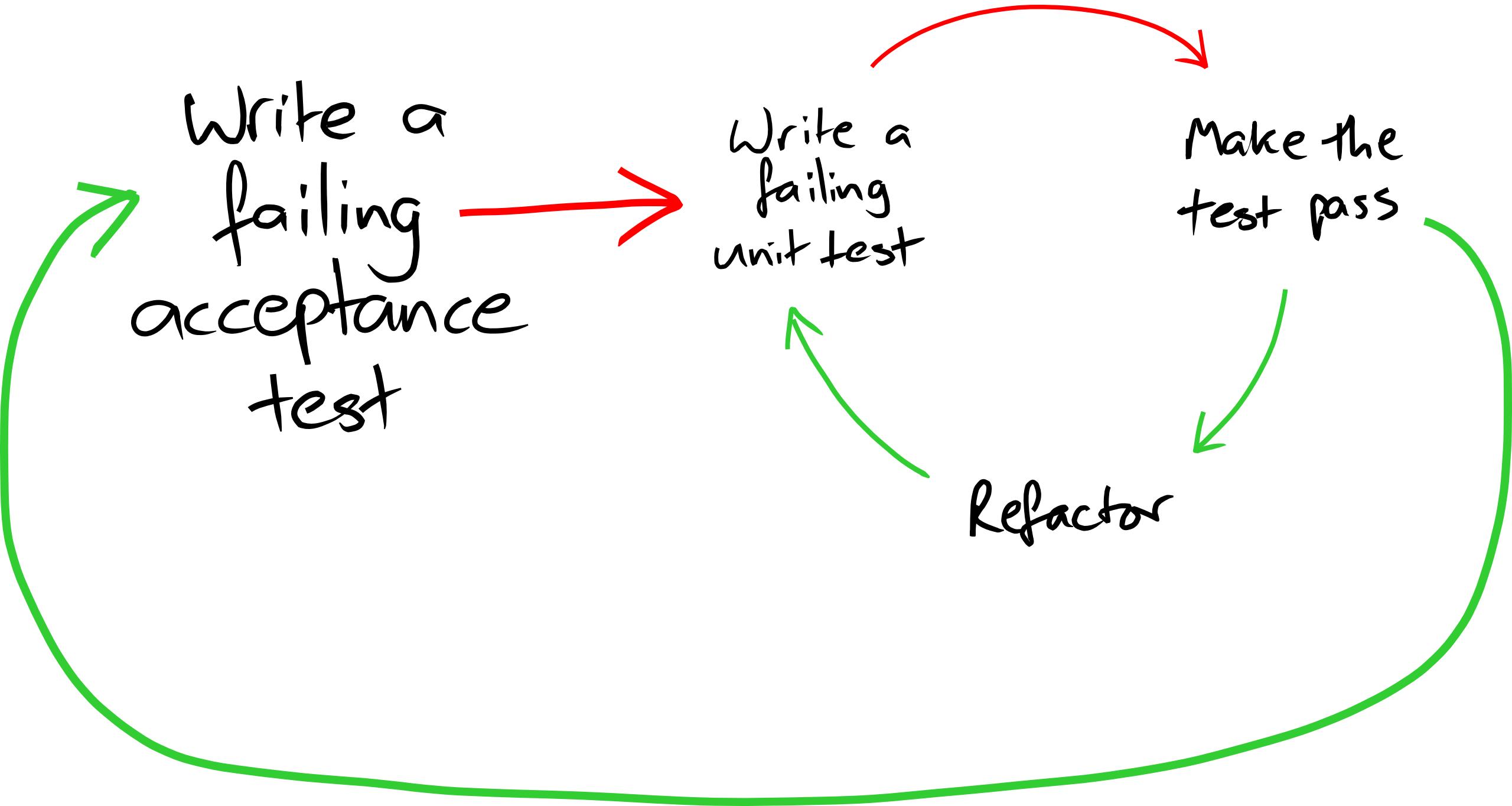


Write a failing acceptance test

Write a failing unit test

Make the test pass

Refactor

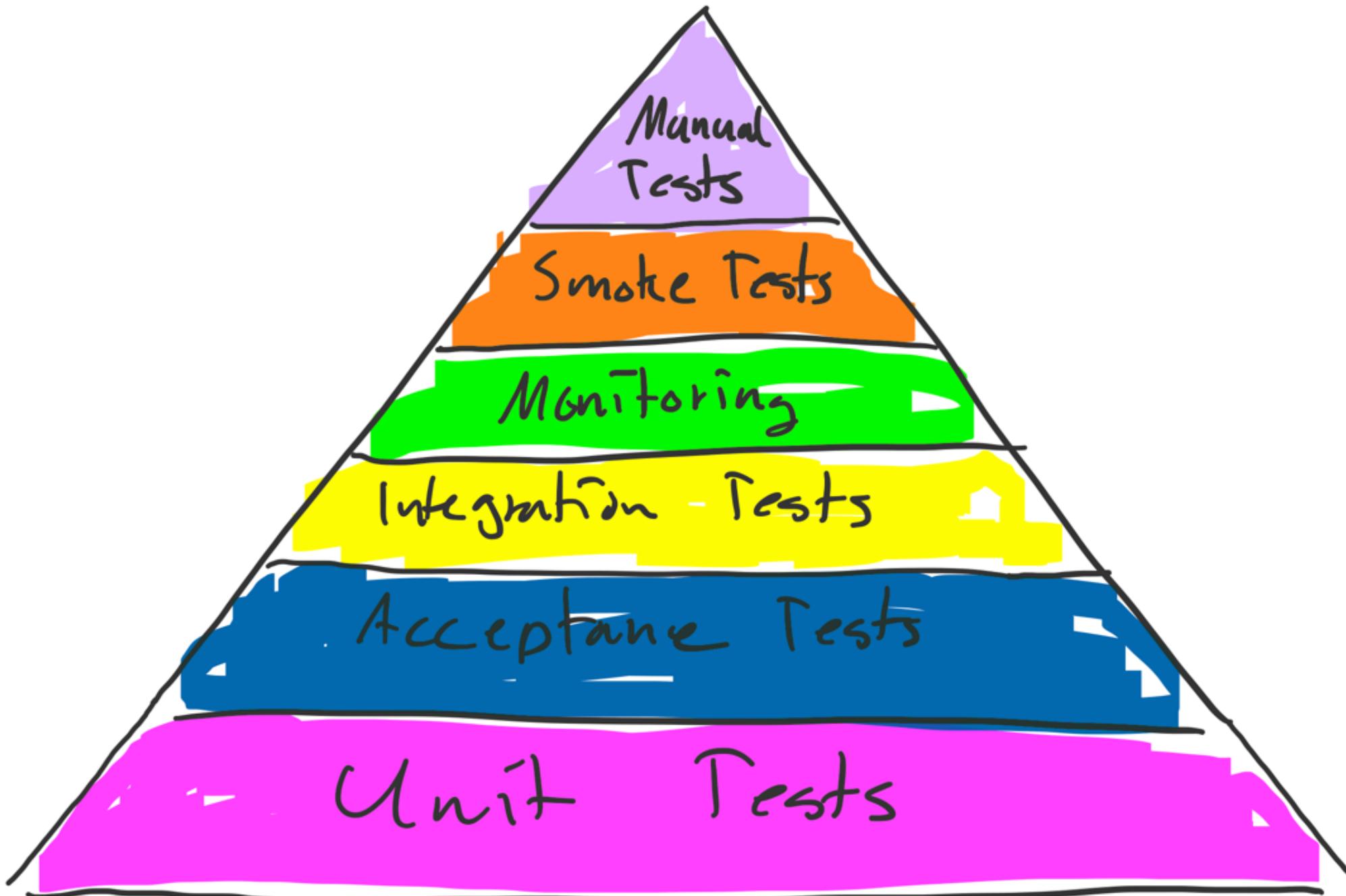


Why Should You Refactor?

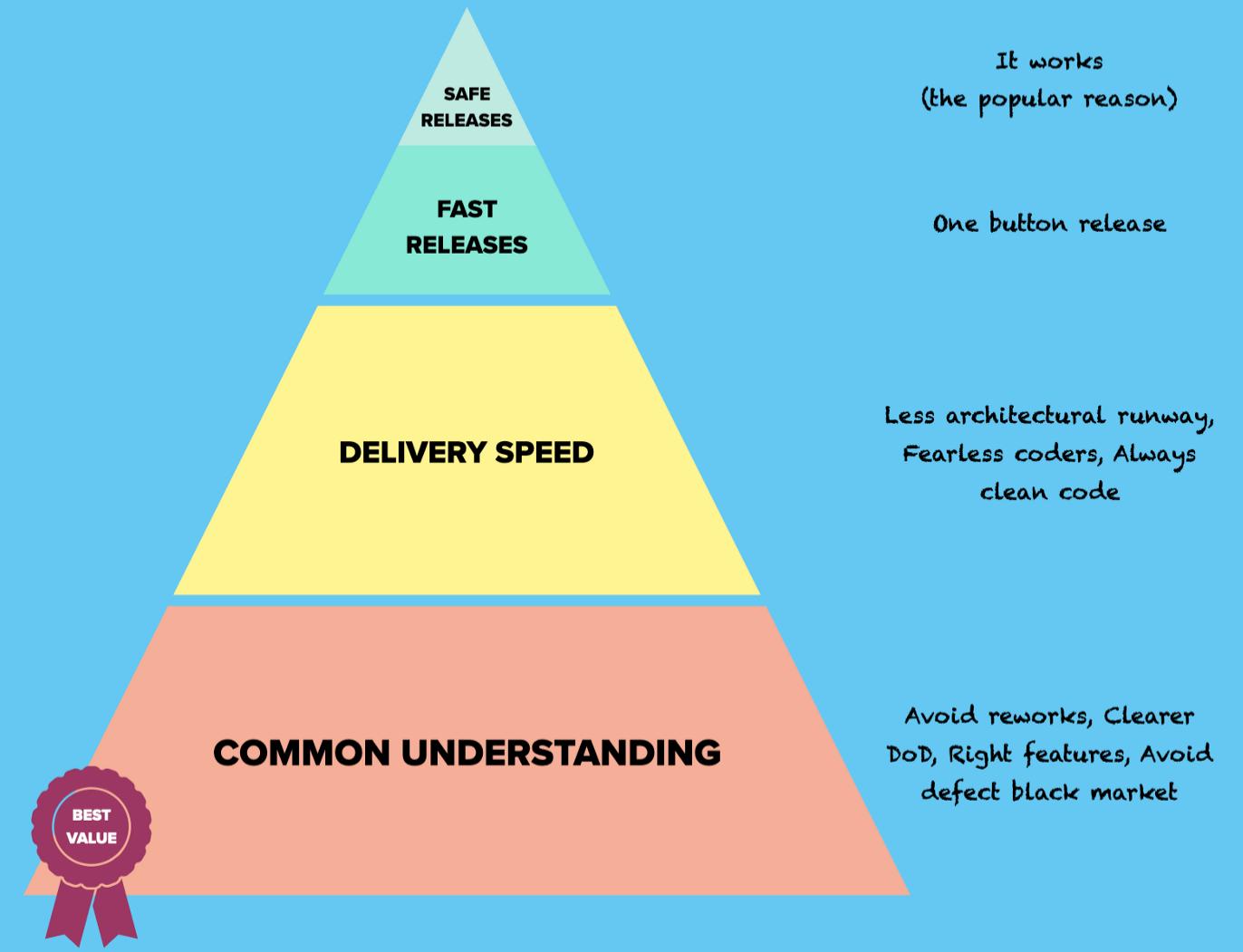
- Refactoring Improves the Design of Software
- Refactoring Makes Software Easier to Understand
- Refactoring Helps You Find Bugs
- Refactoring Helps You Program Faster

When Should You Refactor?

- [The Rule of Three](#)
- Refactor When You Add Functionality
- Refactor When You Need to Fix a Bug
- Refactor As You Do a Code Review



WHY TO TEST PYRAMID



Testing: AAA

- Arrange: Set up your data
- Act: Execute code under Test
- Assert: Verify that the result ist correct

Testing: Further Reading

- How to write clear and robust unit tests: the dos and don'ts
- The Real Value of Testing

Extreme Programming



Embrace Change



Algorithmen und Datenstrukturen

Containerdatenstrukturen

- Enthalten andere Objekte («items»)
- Grundsätzliche Operationen:
 - Elemente hinzufügen
 - Elemente entfernen
 - Ein Element suchen
 - Über alle Elemente iterieren
- Verschiedene Implementationen unterscheiden sich
 - Welche Operationen möglich sind
 - Wie schnell diese sind
 - Wie der Speicher ausgenutzt wird

Record

- Einfachste Anordnung von Daten
- Zeile in Datenbank / Tabelle

```
struct date {  
    int year;  
    int month;  
    int day;
```

- struct in C };
- Datenobjekte
- Python: tup1 = ('physics', 'chemistry', 1997, 2000)

Set

- Anordnung von Elementen
- keine Duplikate
- keine definierte Ordnung
- testen, ob Teil des Sets
- Python: `thisset = {"apple", "banana", "cherry"}`

List

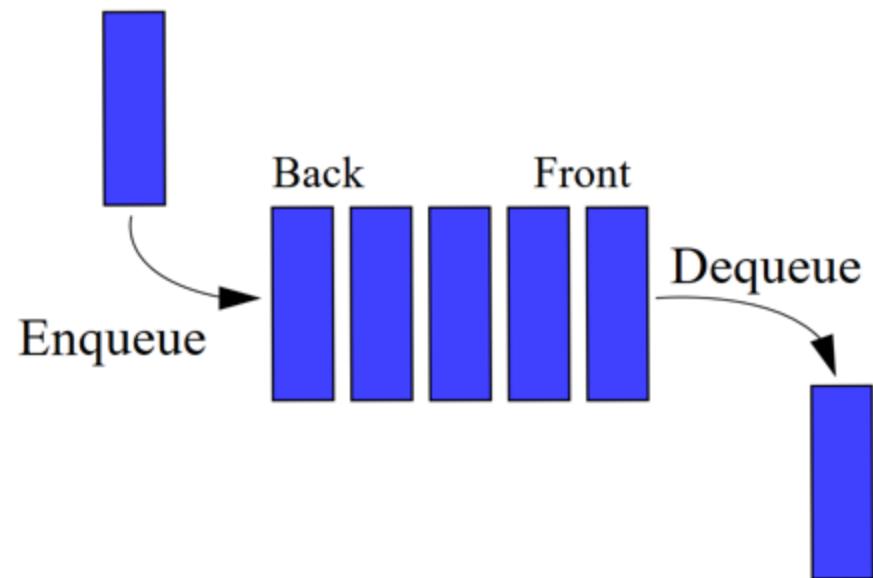
- Definierte Ordnung
- Elemente hinzufügen und entfernen
- Element mit einem Index abrufen
- Duplikate möglich
- Python:
 - `list2 = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7];`
 - Zugriff: `list1[0]` , `list1[1:5]`

Map

- Schlüssel / Wert Paare
- Hinzufügen, Entfernen, Ändern, Abrufen
- Assoziatives Array, Lookup Table, Dictionary
- Python: Dictionaries (hash map)
 - Erstellen: `dict = {'Name': 'Zara', 'Age': 7, 'Class': 'First'}`
 - Zugriff: `dict['Name']`

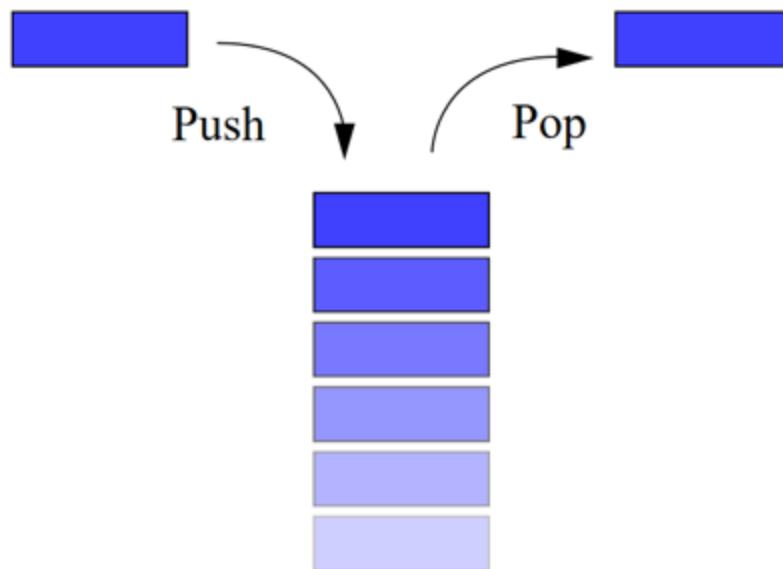
Queue

- FIFO: First In, First Out
- Warteschlange, Pipe

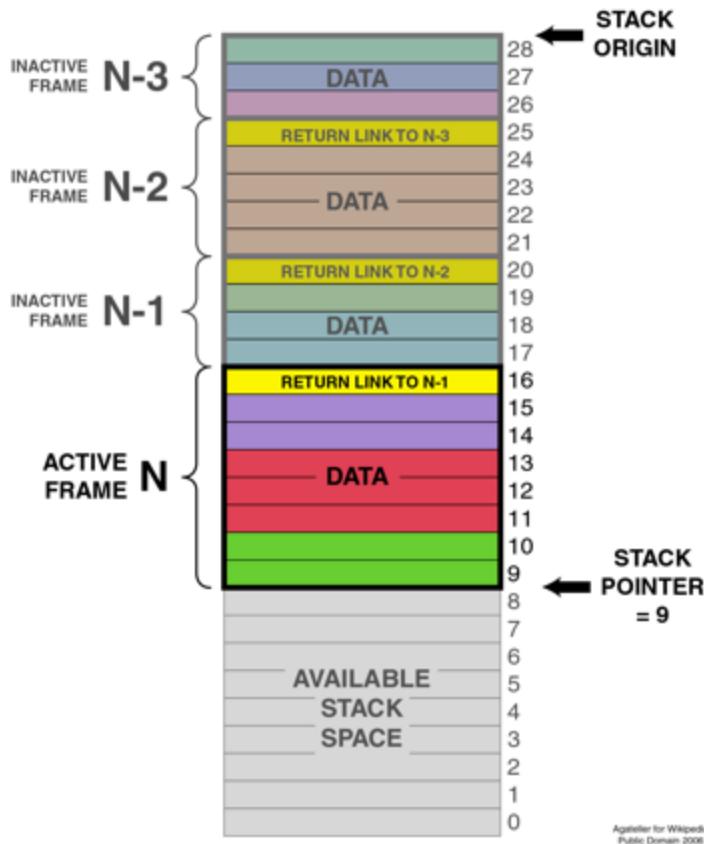


Stack

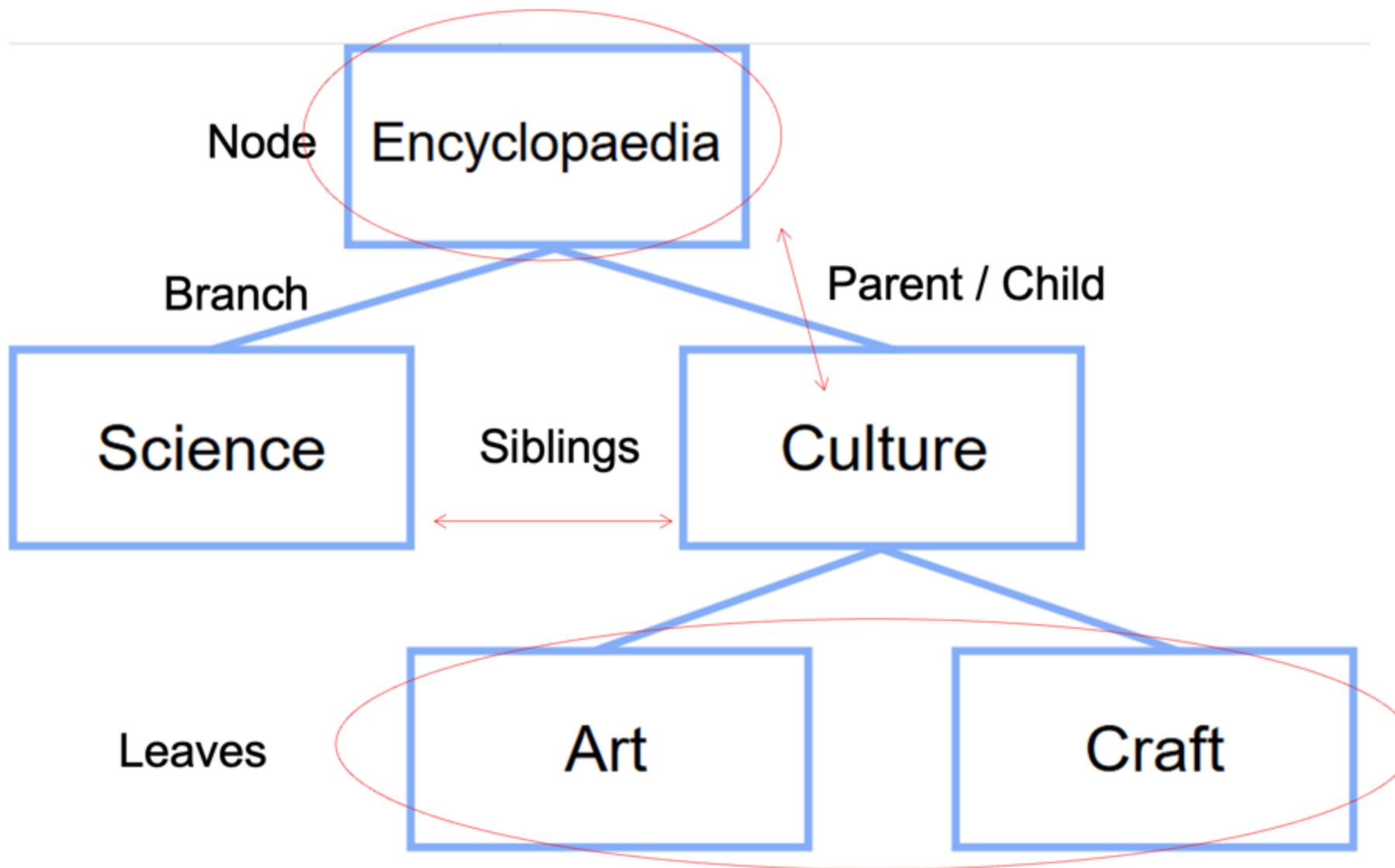
- LIFO: Last In, First Out
- push: Neues Element speichern
- pop: Letztes Element abrufen und entfernen
- Stapelspeicher, Kellerspeicher



Stack



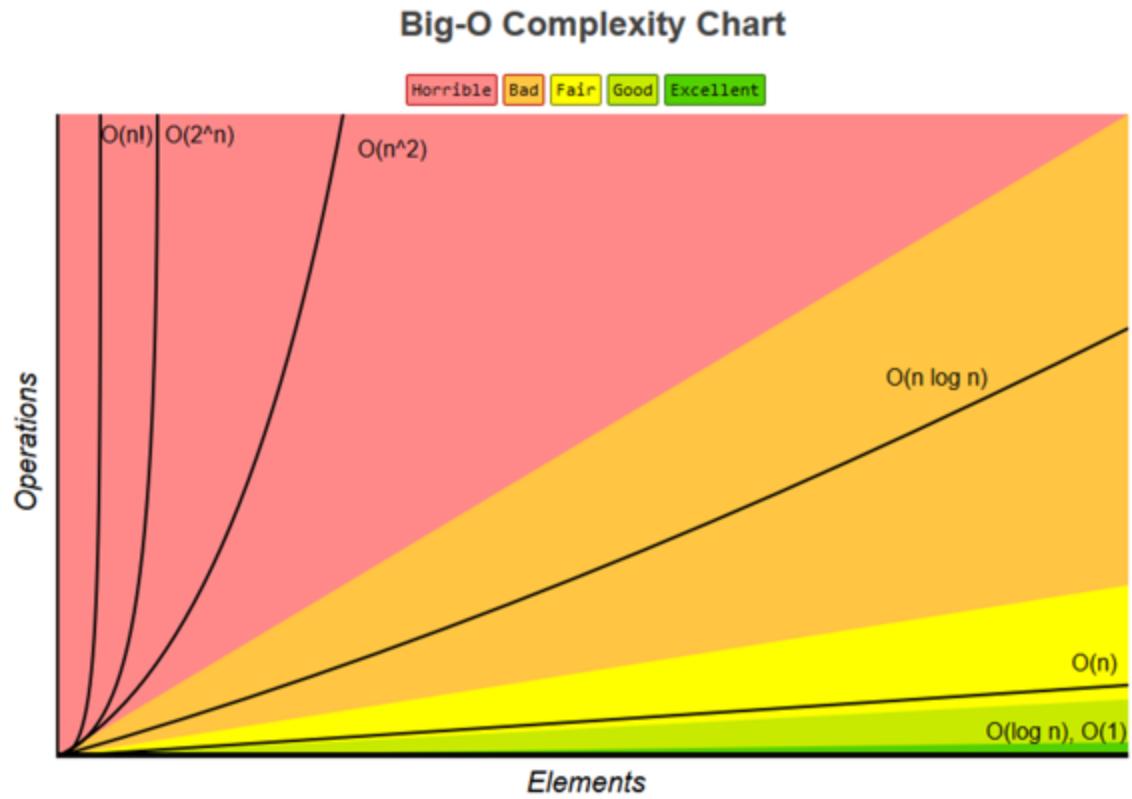
Tree



Konkrete Datenstrukturen

- Array
- Graph

Big O Notation



Komplexität von Algorithmen

- $O(1)$: Operation dauert immer gleich lange, unabhängig von der Anzahl der Elemente
- $O(n)$: Operation ist linear abhängig von der Anzahl der Elemente (Je mehr Elemente in der Liste, desto länger dauert die Operation)
- [Big O Cheatsheet](#)

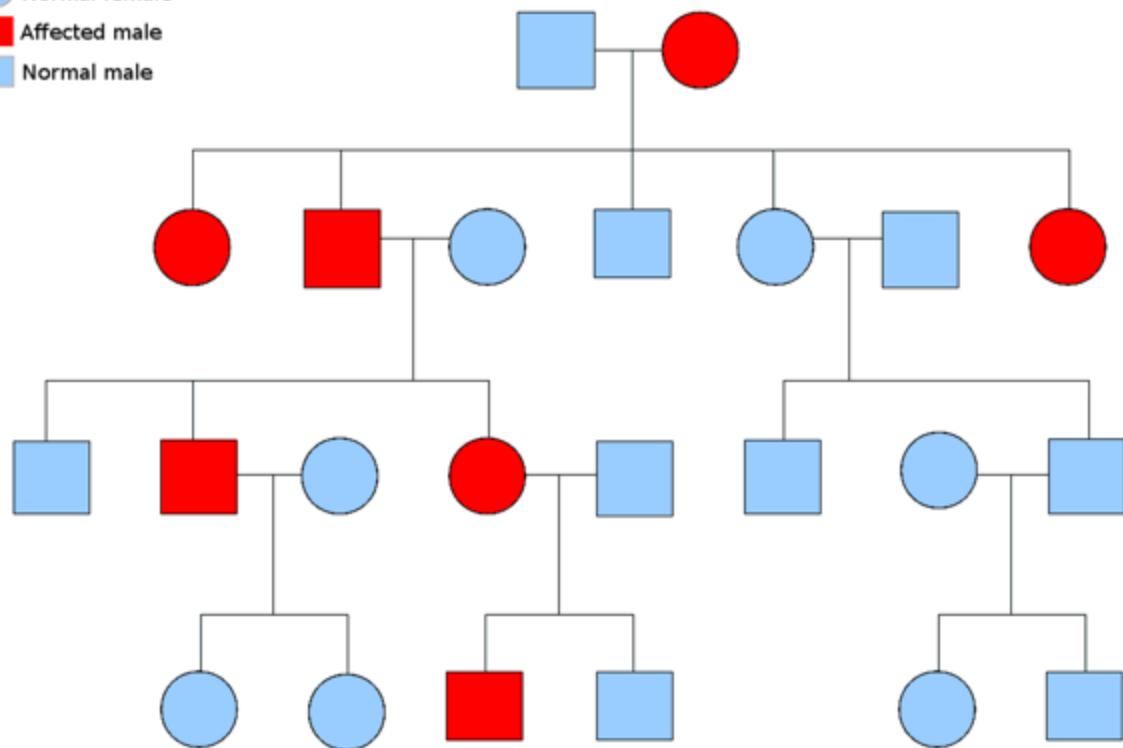
Speicher und Rechenaufwand

Operation	Array	Linked List	Binary Tree	Hashtable
Einfügen	$O(n)$	$O(1)$		
Löschen	$O(n)$	$O(1)$	$O(\log n)$	$O(1)$
Suche	$O(n)$	$O(n)$		
Zugriff auf beliebiges Element	$O(1)$	$O(n)$		-

Objektorientierte Prinzipien

Vererbung

- Affected female
- Normal female
- Affected male
- Normal male



Vererbung

- Generalisierung / Spezialisierung
- Polymorphismus
- Dynamisches Binden

Vererbung

Eine Klasse ist ein Modul:

- Eine Sammlung von Funktionalität (Methoden)
- Kapselung (nicht alle Funktionalität ist sichtbar)

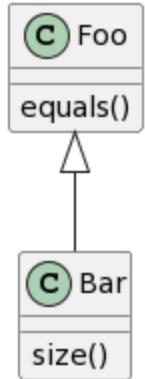
Eine Klasse ist ein Datentyp:

- Beschreibt die Art einer Objektinstanz
- Kann bei Variablen, Methoden oder Feldern verwendet werden

Vererbung

- Eine neue Klasse kann als Erweiterung oder Spezialisierung einer existierenden Klasse beschrieben werden.
- Bar erbt von Foo
 - Modul: Alle Funktionalität von Foo steht in Bar zur Verfügung
 - Typ: Immer wenn eine Instanz von Foo benötigt wird, wird eine Instanz von Bar akzeptiert
- Oder umgekehrt: Eine neue Klasse kann eine existierende Klasse generalisieren

Vererbung



```
@startuml  
Foo : equals()  
Bar : size()  
  
Foo <|-- Bar  
@enduml
```

Vererbung: Terminologie

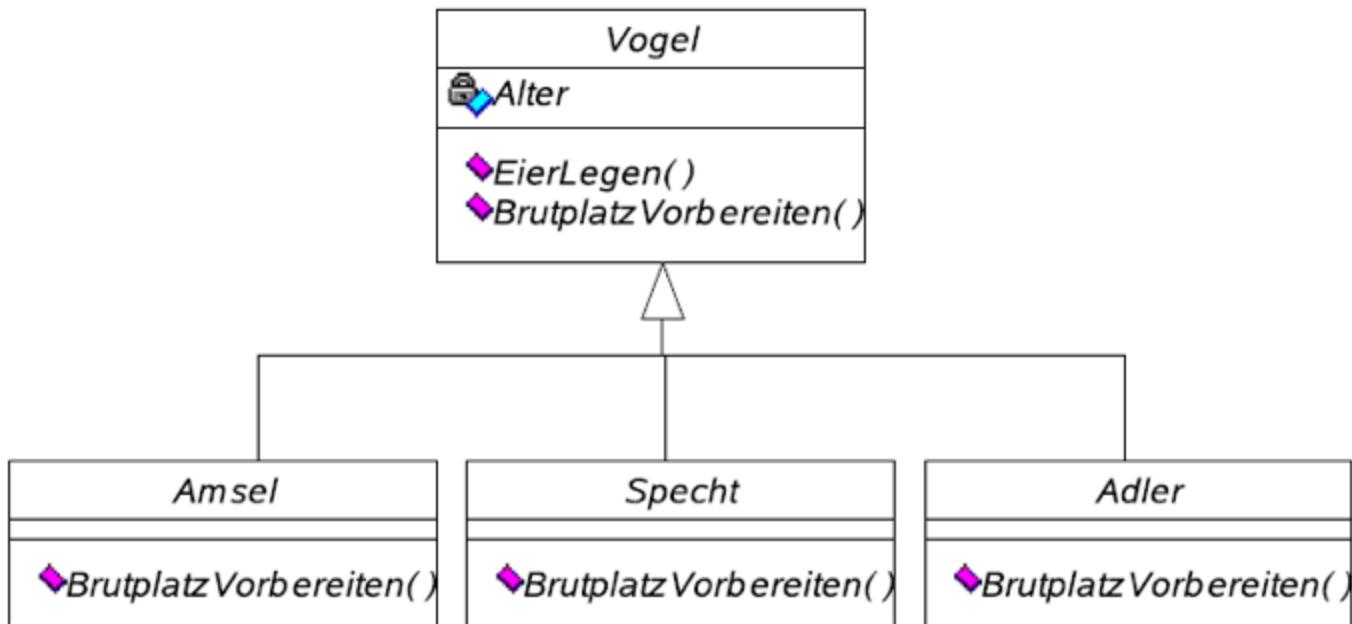
Bar erbt von Foo

- Bar ist eine Kindklasse/'child' von Foo
- Bar ist eine Unterklasse/'Subclass' von Foo
- Bar ist eine von Foo abgeleitete Klasse
- Foo ist die Elternklasse/'parent' von Bar
- Foo ist die 'superclass' von Bar
- Foo ist die 'base class' von Bar

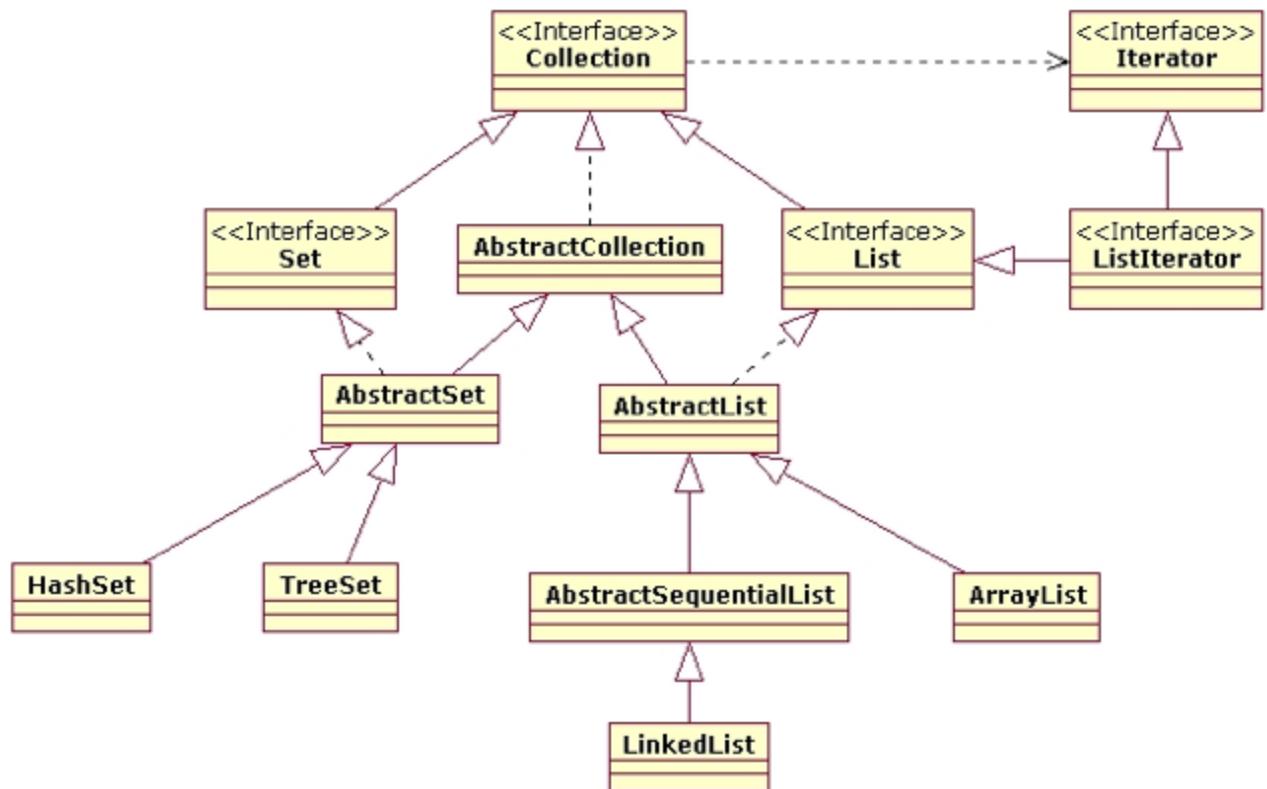
Vererbung in Python

```
class Robot:  
    def __init__(self, name):  
        self.name = name  
  
    def say_hi(self):  
        print("Hi, I am " + self.name)  
  
class PhysicianRobot(Robot):  
    def say_hi(self):  
        print("Everything will be okay!")  
        print(self.name + " takes care of you!")  
  
r2d2 = Robot("r2d2")  
james = PhysicianRobot("James")  
james.say_hi()  
r2d2.say_hi()
```

Vererbung: Beispiel I



Vererbung: Beispiel II



Liskovsches Substitutionsprinzip

"Subtype Requirement: Let $\phi(x)$ be a property provable about objects x of type T . Then $\phi(y)$ should be true for objects y of type S where S is a subtype of T ."

S ist ein Untertyp von T . Ein Objekt des Typs S sollte sich, wo ein Objekt vom Typ T erwartet wird, gleich verhalten wie ein Objekt des Typs T .

Polymorphismus

- Bis jetzt war bei einer Zuweisung der Ausdruck rechts immer vom gleichen Typ wie das Ziel links: `ziel = ausdruck`
- Mit Polymorphismus kann der Ausdruck rechts auch eine Unterklasse vom Typ des Ziels sein.
- Das gilt auch bei Argumenten von Methoden
- Variablen, Felder und Parameter von Methoden sollten möglichst einen allgemeinen Datentyp haben (Interface)

Dynamisches Binden

Es können mehrere Methoden mit demselben Namen existieren:

- Durch Vererbung
- Durch verschiedene Methodesignaturen (unterschiedliche Anzahl oder Typen der Argumente)

Bei einem Methodenaufruf wird immer die bestgeeignete Methode ausgewählt.

Bindung und Typen

Für einen Methodenaufruf `x.f()` :

- Statische Typisierung: Es gibt mindestens eine Version der Methode f
- Dynamische Typisierung: Während der Laufzeit wird geprüft ob f existiert
- Dynamische Bindung: Jeder Aufruf verwendet die best passende Version von f
→ Methode des Objekts, nicht des Typs

Vererbung: Coupling

Durch Vererbung werden zwei Klassen sehr eng gekoppelt (coupling). Sie sind dadurch stark voneinander abhängig. Das kann bei Änderungen zu Problemen führen.

Vererbung: Zusammenfassung

- Datentypen können gruppiert und geordnet werden
- Neue Klassen können Bestehende erweitern
- Dynamisches Binden: Automatische Auswahl der korrekten Methode

Grundlegende O-O Prinzipien

- Vererbung
- Polymorphismus
- Dynamische / statische Bindung
- Dynamische / statische Typisierung
- Generische Programmierung

SOLID Principles

Single Responsibility Principle

- "A module should be responsible to one, and only one, actor." The term actor refers to a group (consisting of one or more stakeholders or users) that requires a change in the module.
- "A class should have only one reason to change"

[wikipedia](#)

Open Closed Principle

"Software entities (classes, modules, functions, etc.) should be open for extension, but closed for modification."

[wikipedia](#)

Liskov's Substitution Principle

Interface Segregation Principle

Dependency Inversion Principle

Dependency Inversion

```
const faker = new Faker();
let board = new BoardObject();
const logEventGateway = new LogEventGateway();
const loopbackEventGateway = new LoopbackEventGateway();
const ablyEventGateway = new AblyEventGateway();
const eventHandler = new EventHandler(loopbackEventGateway);
const boardEventFactory = new EventFactory(config['Board']);
board = new EventDispatcher(board, eventHandler, boardEventFactory);
faker.populateBoard(board);
```

Clean Code

<https://cleancoders.com/>

Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship

Bezeichner

There are only two hard things in Computer Science: cache invalidation and naming things.

-- Phil Karlton

Bezeichner

- Zweck erkennbar
- Keine Falschinformation
- Unterscheidbar
- Aussprechbar
- Suchbar
- Klassen: Nomen
- Methoden: Verben
- Länge dem Scope entsprechend

Funktionen

- Kurz!
- Machen nur etwas
- Keine Nebenwirkungen
- Höchstens 3 Parameter
- Don't Repeat Yourself

Kommentare

- Code sollte selbsterklärend sein
- Informativ
- Absicht erklären
- Erläuterung
- Warnung
- Todo

Design Patterns

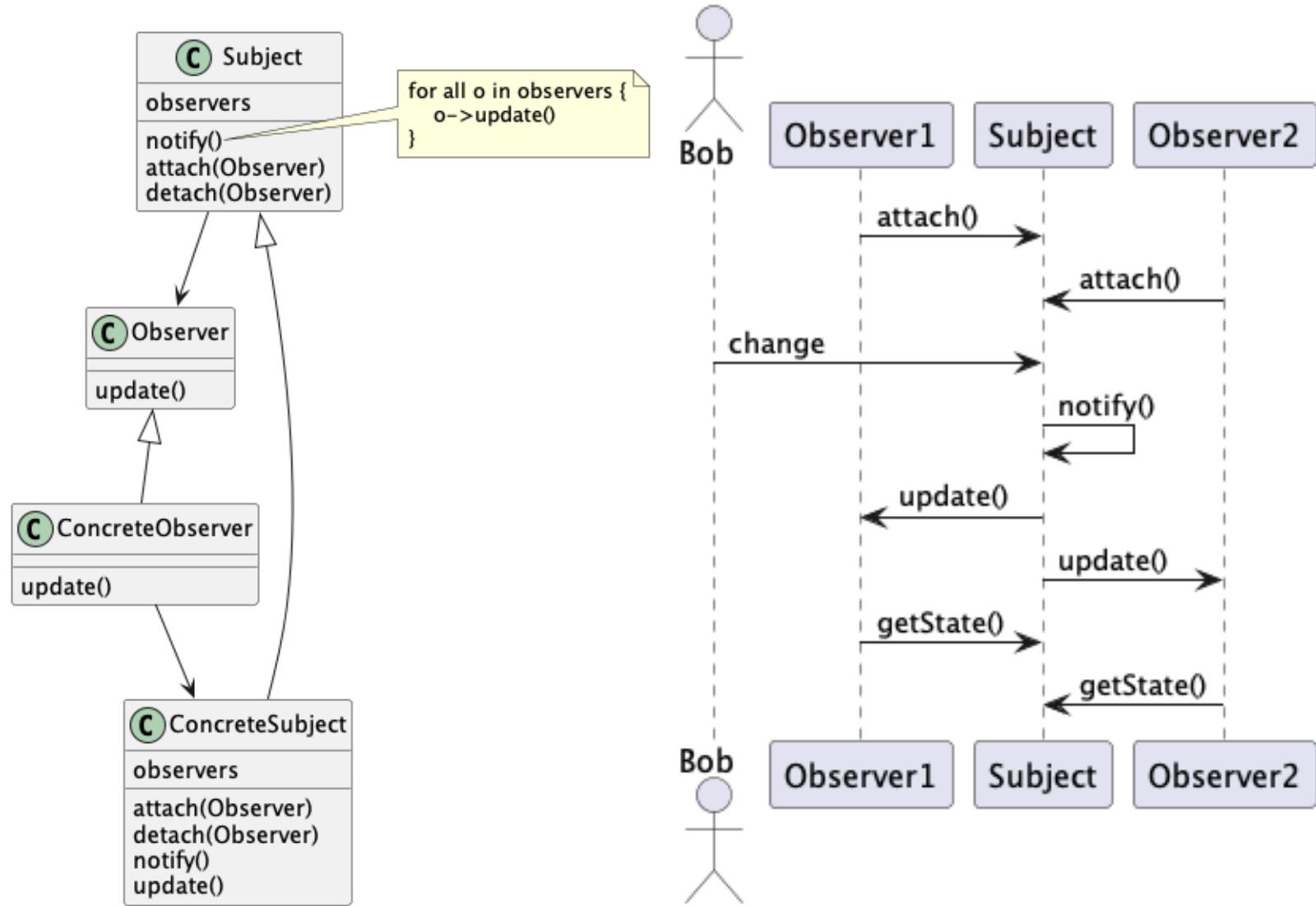
Gang of Four:

Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides (1995): Design Patterns,
Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley

Fowler, Martin (2002): Patterns of Enterprise Application Architecture, Addison-Wesley

Hohpe, Gregor; Woolf, Bobby (2003): Enterprise Integration Patterns: Designing, Building,
and Deploying Messaging Solutions, Addison-Wesley

Observer



Fehlerbehandlung

- Es gibt Bedingungen, die erfüllt werden müssen, damit eine Methode überhaupt korrekt funktionieren kann.
- Oftmals gibt es beim Nichterfüllen kein sinnvolles weiteres Vorgehen, es handelt sich um einen Fehler.

Arten von Fehlerbehandlung

- Fehler über Rückgabewerte zu kommunizieren funktioniert nur sinnvoll, wenn mehrere Rückgabewerte möglich sind: (Go)

```
swagger, err := api.GetSwagger()
if err != nil {
    fmt.Fprintf(os.Stderr, "Error loading swagger spec\n: %s", err)
    os.Exit(1)
}
```

- Viele Sprachen unterstützen das Konzept der "Exceptions":

```
if ( !(new.target) ) {
    throw new Error("Constructor called as a function");
}
```

Exceptions

- Ausnahmen (Fehler) werden beim Auftreten geworfen (throw) und können gefangen (catch) werden.
- Exceptions werden weitergereicht bis sie gefangen werden.
- Werden sie bis zur `main` Methode nicht gefangen, stürzt das Programm ab.
- Exceptions, die im normalen Programmablauf auftreten können (z.B. Fehlerhafter User Input, Netzwerkverbindung offline) müssen gefangen und behandelt werden.
- Exceptions aufgrund von einem Programmierfehler sollten nicht gefangen werden.
- Code für die Fehlerbehandlung sollte möglichst vom Code der Funktionalität getrennt werden.

Exceptions in Python

- Werfen von Exceptions: `raise Exception('<error message>')`
- Fangen von Exceptions:

```
try:  
    foo() ## method that might raise an exception  
except:  
    ## handle exception
```

Computer Hardware

Moore's Law

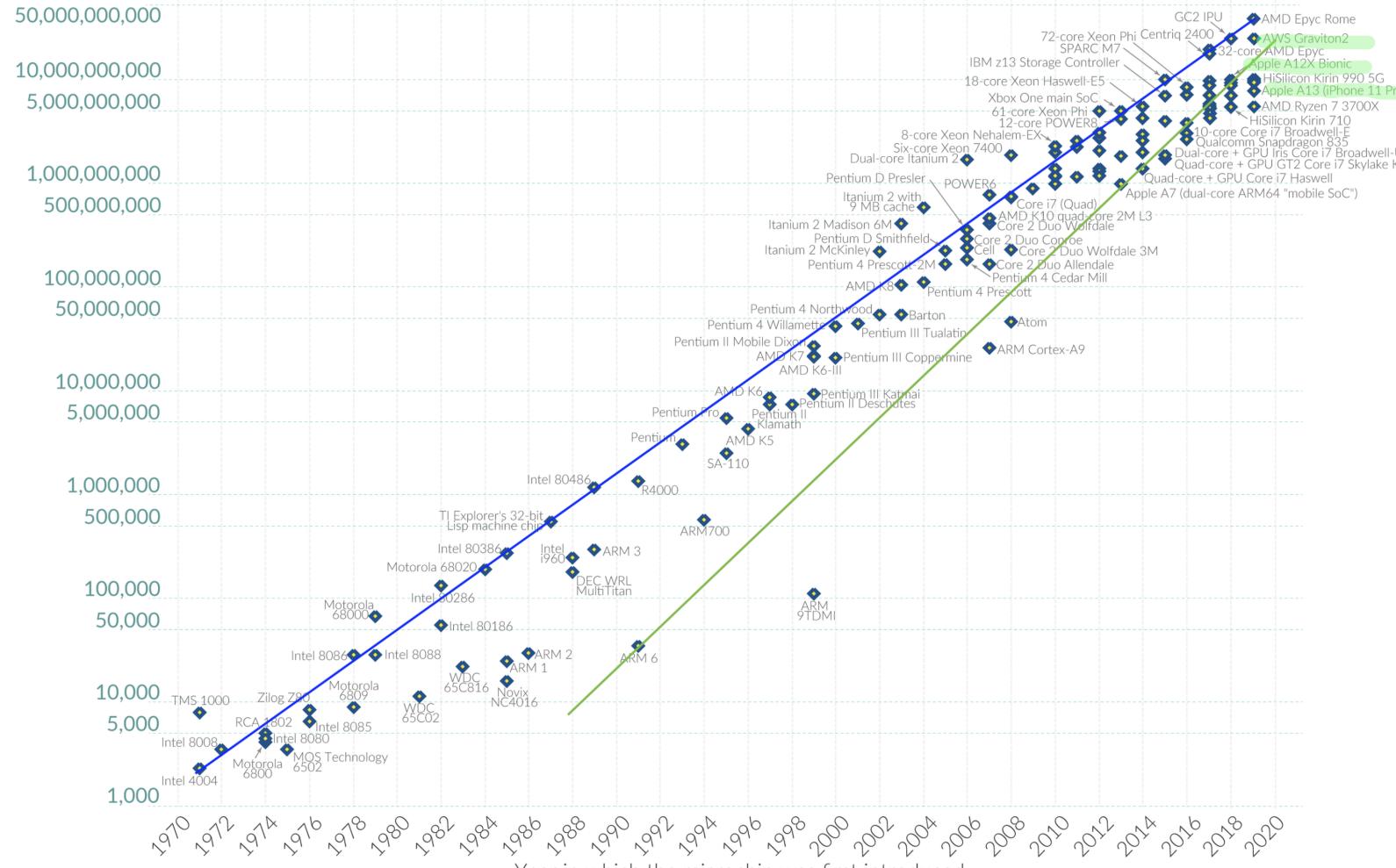
Moore's Law: The number of transistors on microchips doubles every two years

Our World
in Data

Moore's law describes the empirical regularity that the number of transistors on integrated circuits doubles approximately every two years.

This advancement is important for other aspects of technological progress in computing – such as processing speed or the price of computers.

Transistor count



Data source: Wikipedia ([wikipedia.org/w/index.php?title=Transistor_count&oldid=919347450](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Transistor_count&oldid=919347450))

OurWorldInData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

Alan Touring

- *1912 - †1954
- Begründer der «Computer Science»
- WWII: Massgeblich am Knacken der deutschen Enigma-Verschlüsselung beteiligt
- Verfolgt und «therapiert» wegen Homosexualität
- Vermutlich Selbstmord
- The Imitation Game, Benedict Cumberbatch
-

Turingmaschine

Die Turingmaschine hat ein Steuerwerk, in dem sich das Programm befindet, und besteht außerdem aus

- einem unendlich langen Speicherband mit unendlich vielen sequentiell angeordneten Feldern.
- einem programmgesteuerten Lese- und Schreibkopf, der sich auf dem Speicherband feldweise bewegen und die Zeichen verändern kann.
- Turing bewies, dass solch ein Gerät in der Lage ist, „jedes vorstellbare mathematische Problem zu lösen, sofern dieses auch durch einen Algorithmus gelöst werden kann“.

Turingvollständigkeit

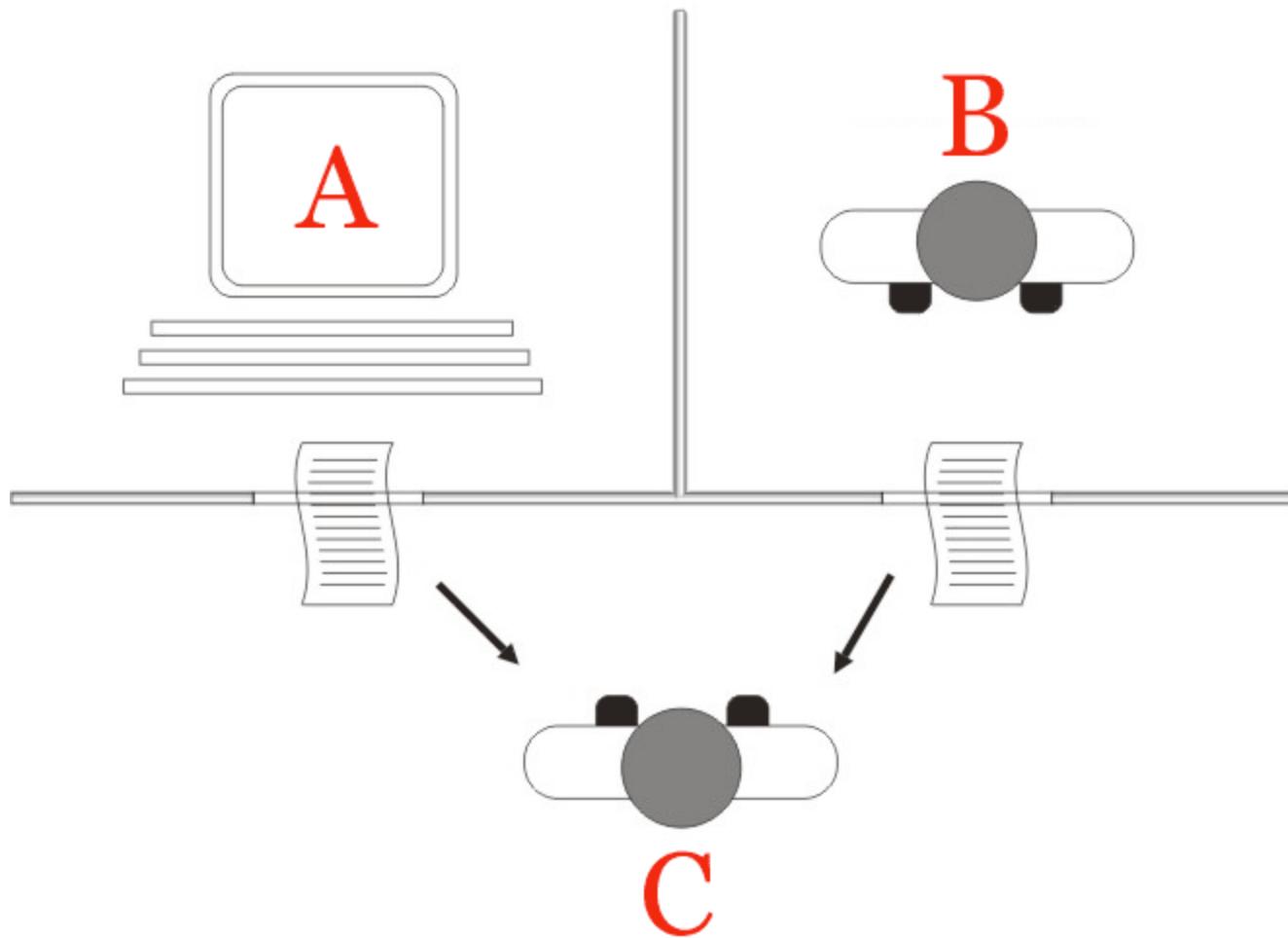
«Exakt ausgedrückt bezeichnet Turing-Vollständigkeit in der Berechenbarkeitstheorie die Eigenschaft einer Programmiersprache oder eines anderen logischen Systems, sämtliche Funktionen berechnen zu können, die eine universelle Turingmaschine berechnen kann.»
[\(https://de.wikipedia.org/wiki/Turing-Vollständigkeit\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Turing-Vollständigkeit)

Halteproblem

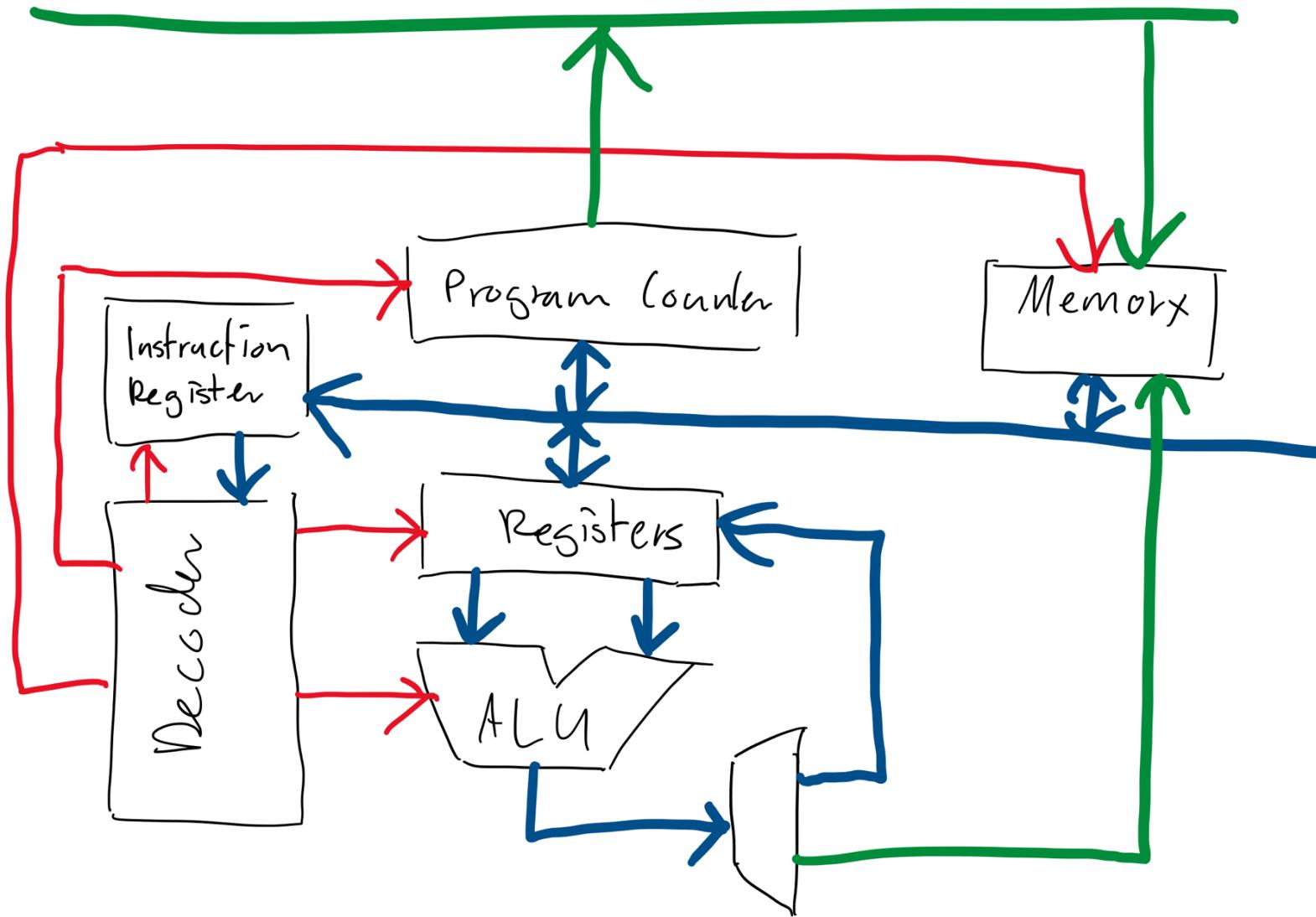
«Das Halteproblem beschreibt die Frage, ob die Ausführung eines Algorithmus zu einem Ende gelangt. Obwohl das für viele Algorithmen leicht beantwortet werden kann, konnte der Mathematiker Alan Turing beweisen, dass es keinen Algorithmus gibt, der diese Frage für alle möglichen Algorithmen und beliebige Eingaben beantwortet.»
[\(https://de.wikipedia.org/wiki/Halteproblem\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Halteproblem)

Wir müssen sicherstellen, dass unsere Programme nicht unabsichtlich endlos weiterlaufen!

Turing-Test



Von-Neumann-Architektur



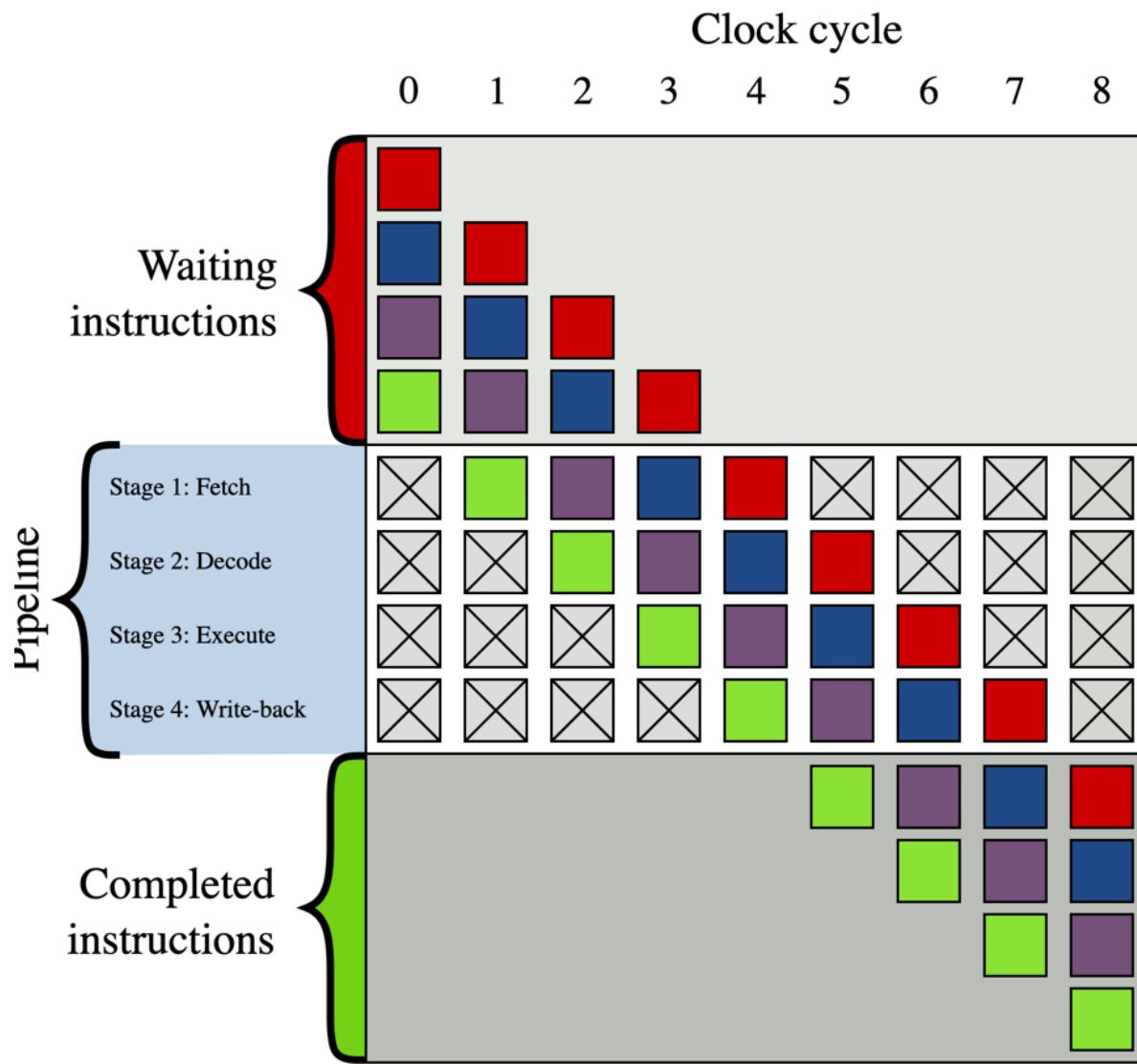
Von-Neumann-Architektur

- Befehle werden aus einer Zelle des Speichers gelesen und dann ausgeführt.
- Normalerweise wird dann der Inhalt des Befehlszählers um Eins erhöht.
- Es gibt Verzweigungs-Befehle, die in Abhängigkeit vom Wert eines Entscheidungs-Bit den Befehlszähler um Eins erhöhen oder um einen anderen Wert verändern

Instruction Cycle

- Fetch
- Decode
- Execute

Instruction Pipelines



Arithmetic Logic Unit (ALU)

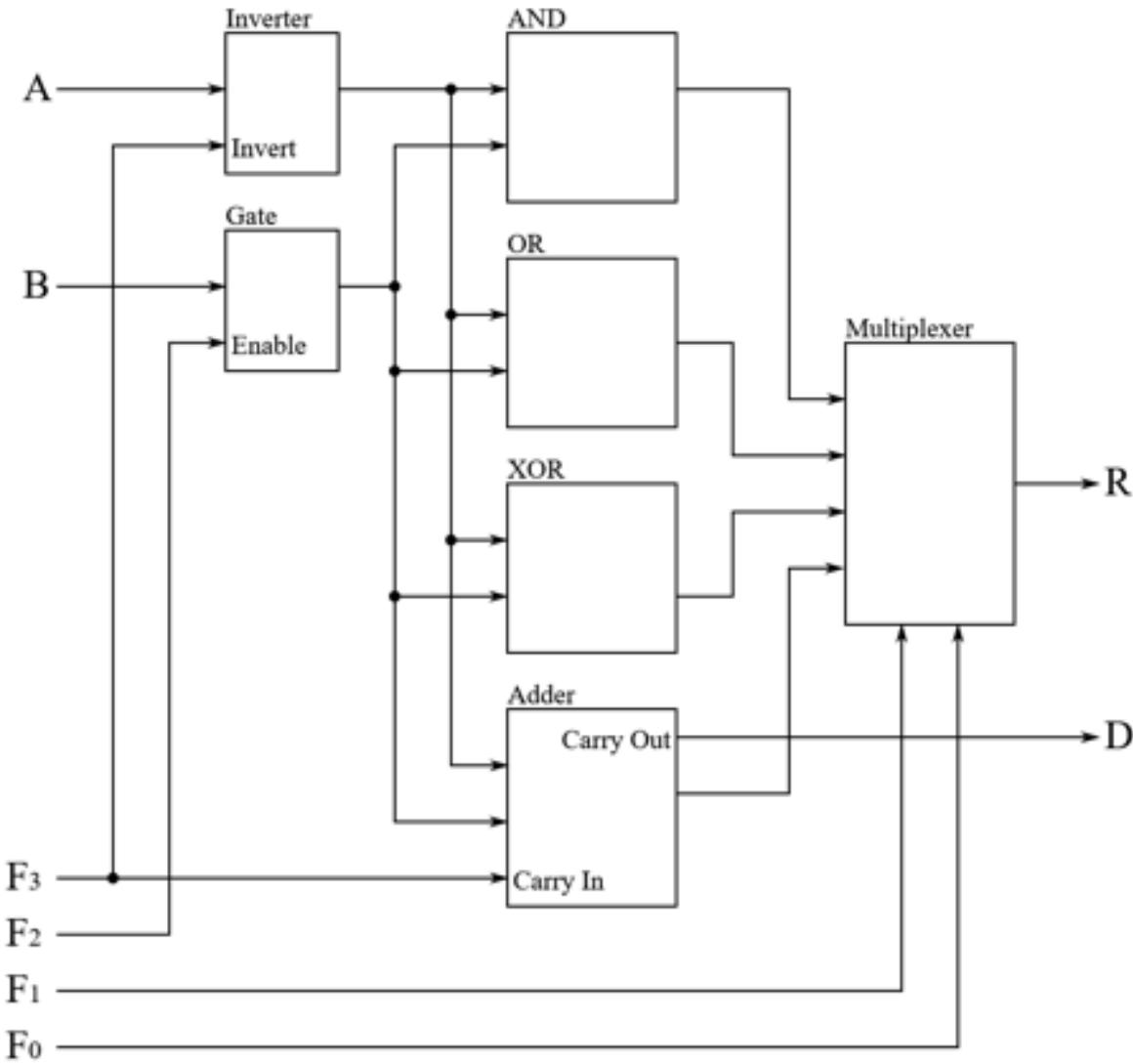
Mindestens:

- Addition
- Negation
- Konjunktion (AND)

Zusätzlich (Auswahl):

- Subtraktion
- Vergleich
- Multiplikationen
- Division
- (Exklusiv-)Oder-Verknüpfung
- Rechts-, Links-Shift

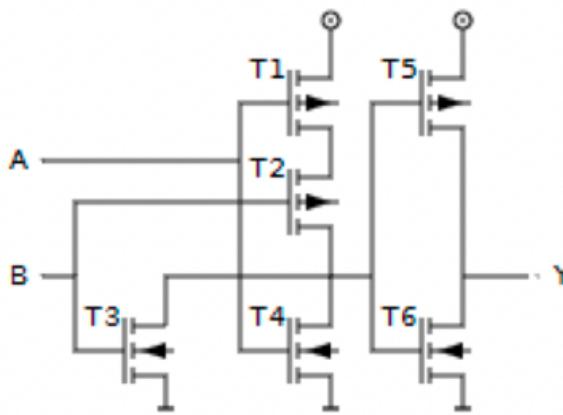
Einfache n-Bit ALU



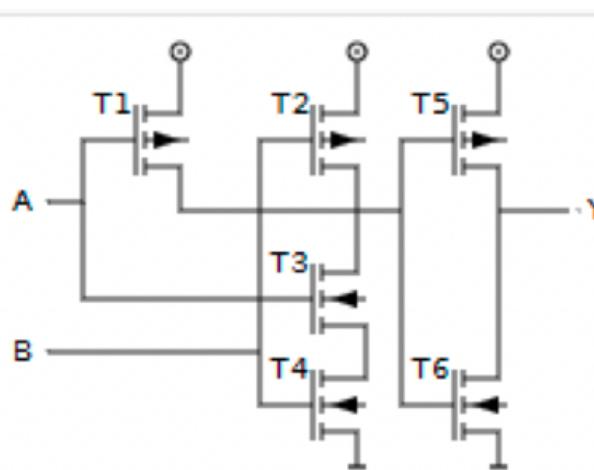
Steuertabelle für n-Bit ALU

F_3	F_2	F_1	F_0	R
0	0	0	0	0
0	0	0	1	A
1	0	0	1	NOT A
0	1	0	0	A AND B
0	1	0	1	A OR B
0	1	1	0	A XOR B
0	1	1	1	A + B
1	1	1	1	B - A

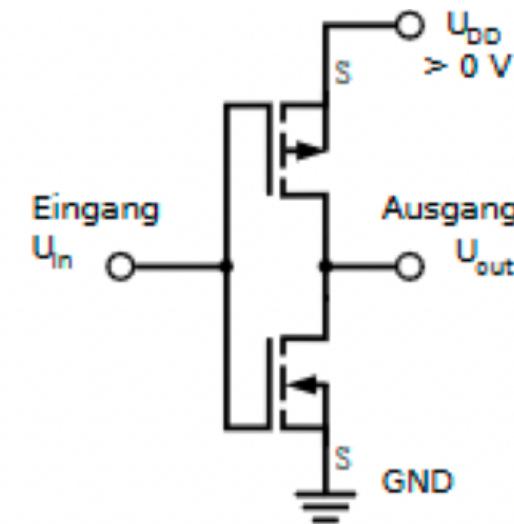
CMOS Gatter



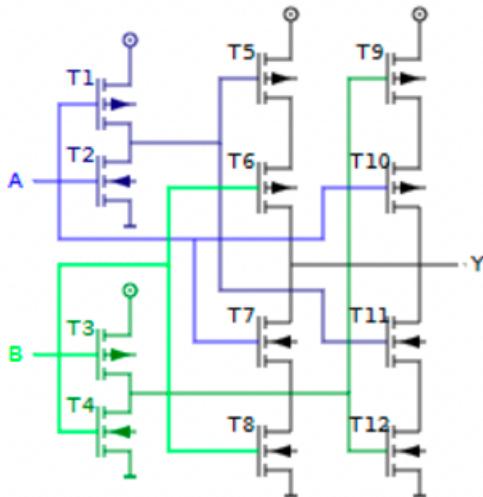
OR



AND



NOT



XOR

AMD Zen 3

“ZEN 3” OVERVIEW

2 THREADS PER CORE (SMT)

STATE-OF-THE-ART BRANCH PREDICTOR

CACHES

- I-cache 32k, 8-way
- Op-cache, 4K instructions
- D-cache 32k, 8-way
- L2 cache 512k, 8-way

DECODE

- 4 instructions / cycle from decode or 8 ops from Op-cache
- 6 ops / cycle dispatched to Integer or Floating Point

EXECUTION CAPABILITIES

- 4 integer units
- Dedicated branch and store data units
- 3 address generations per cycle

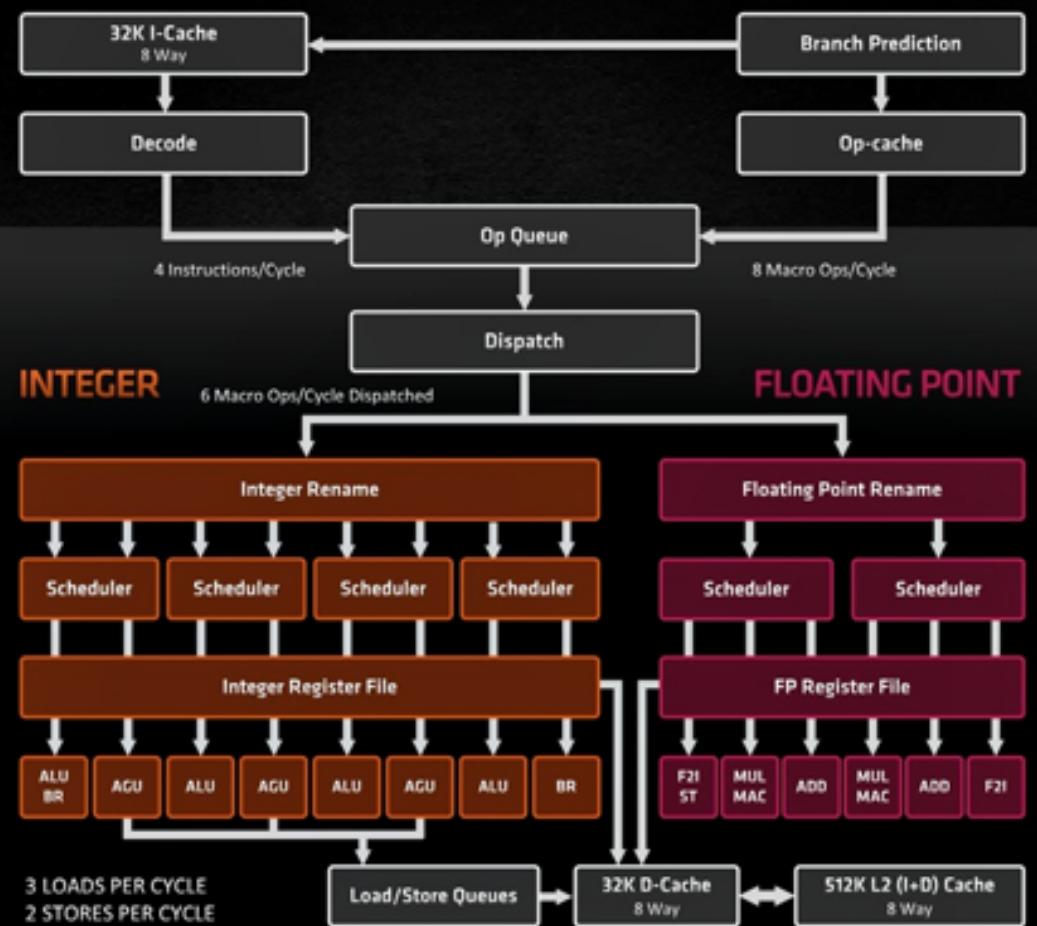
3 MEMORY OPS PER CYCLE

- Max 2 can be stores

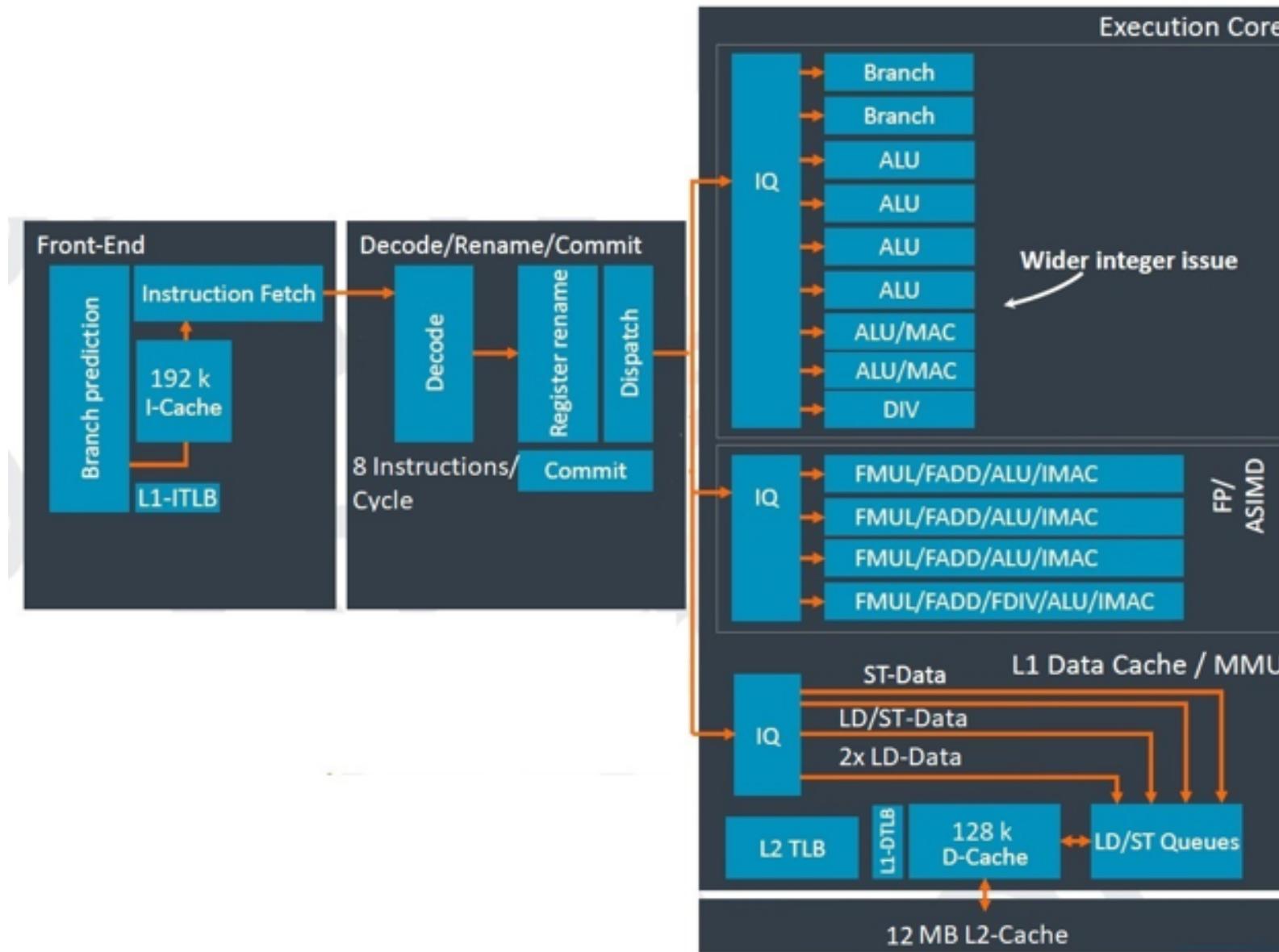
TLBs

- L1 64 entries I & D, all page sizes
- L2 512 I, 2K D, everything but 1G

TWO 256-BIT FP MULTIPLY ACCUMULATE / CYCLE

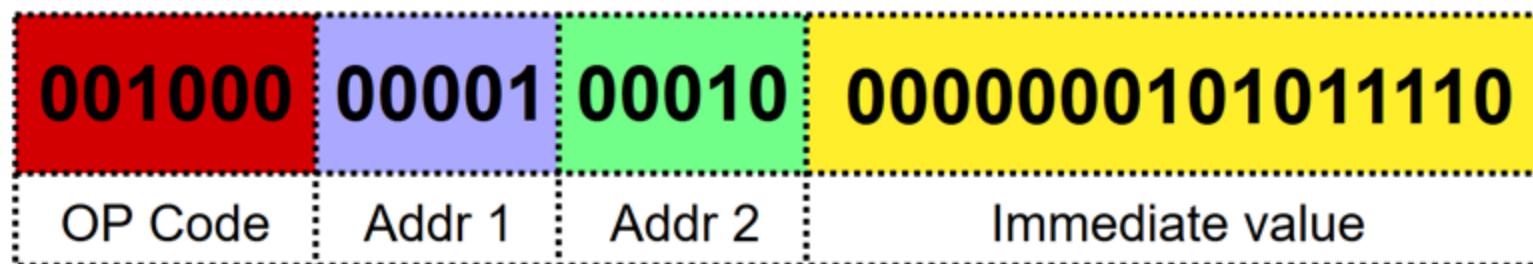


Apple M1



Maschinensprache (1. Generation)

MIPS32 Add Immediate Instruction



Equivalent mnemonic:

addi \$r1 , \$r2 , 350

RISC vs CISC

RISC

- Ausführung der Instruktionen dauert meistens nur 1 Takt
- Nur spezifische Load und Store Befehle greifen auf den Speicher zu
- Grosse Anzahl Register
- Befehle mit fester Länge

CISC

Alles was nicht RISC ist.

RISC

- Besser geeignet für "moderne" Compiler
- Intel / AMD haben lange den CPU Markt mit CISC CPUs dominiert
- Im mobile und embedded Bereich ist ARM (RISC) extrem verbreitet
- Seit 2020 gibt es auch im Desktop wieder RISC Systeme (Apple M1) mit grossen Vorteilen in der Effizienz
- Verschiedene Hersteller bieten auch für RISC Server-CPUs an die v.a. bei Cloud Anbietern (AWS, Google, etc) Verbreitung finden

Assembler (2. Generation)

```
;  
; This program runs in 32-bit protected mode.  
; build: nasm -f elf -F stabs name.asm  
; link: ld -o name name.o  
  
; In 64-bit long mode you can use 64-bit registers (e.g. rax instead of eax, rbx instead of ebx, etc.)  
; Also change "-f elf" for "-f elf64" in build command.  
  
section .data ; section for initialized data  
str: db 'Hello world!', 0Ah ; message string with new-line char at the end (10 decimal)  
str_len: equ $ - str ; calcs length of string (bytes) by subtracting the str's start address  
; from this address ($ symbol)  
  
section .text ; this is the code section  
global _start ; _start is the entry point and needs global scope to be 'seen' by the  
; linker --equivalent to main() in C/C++  
_start: ; definition of _start procedure begins here  
    mov eax, 4 ; specify the sys_write function code (from OS vector table)  
    mov ebx, 1 ; specify file descriptor stdout --in gnu/linux, everything's treated as a file,  
; even hardware devices  
    mov ecx, str ; move start _address_ of string message to ecx register  
    mov edx, str_len ; move length of message (in bytes)  
    int 80h ; interrupt kernel to perform the system call we just set up -  
; in gnu/linux services are requested through the kernel  
    mov eax, 1 ; specify sys_exit function code (from OS vector table)  
    mov ebx, 0 ; specify return code for OS (zero tells OS everything went fine)  
    int 80h ; interrupt kernel to perform system call (to exit)
```

Programmiersprachen der 3. Generation

- ALGOL
- Cobol
- Fortran
- C, C++
- C#
- Java
- Python
- etc.

4. Generation

- SQL
- Unix Shell
- LabVIEW
- Stata
- R
- MATLAB
- MaxMSP

Zahlendarstellung

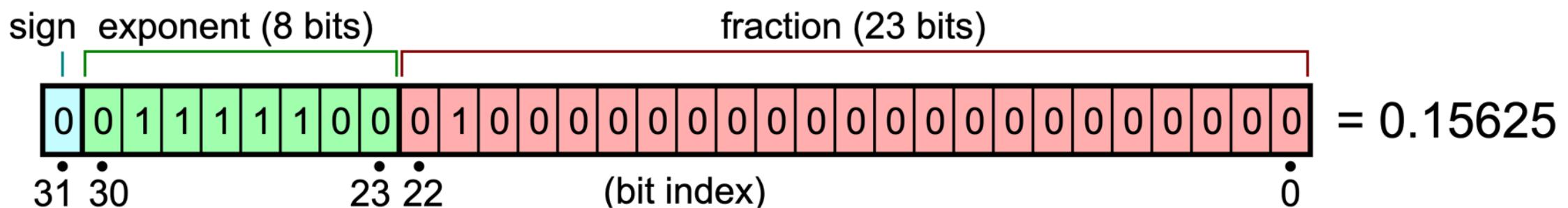
- Binäre Zahlen: Für Maschinen einfach darstellbar (2 mögliche Zustände, idR. Spannungen)

Integer

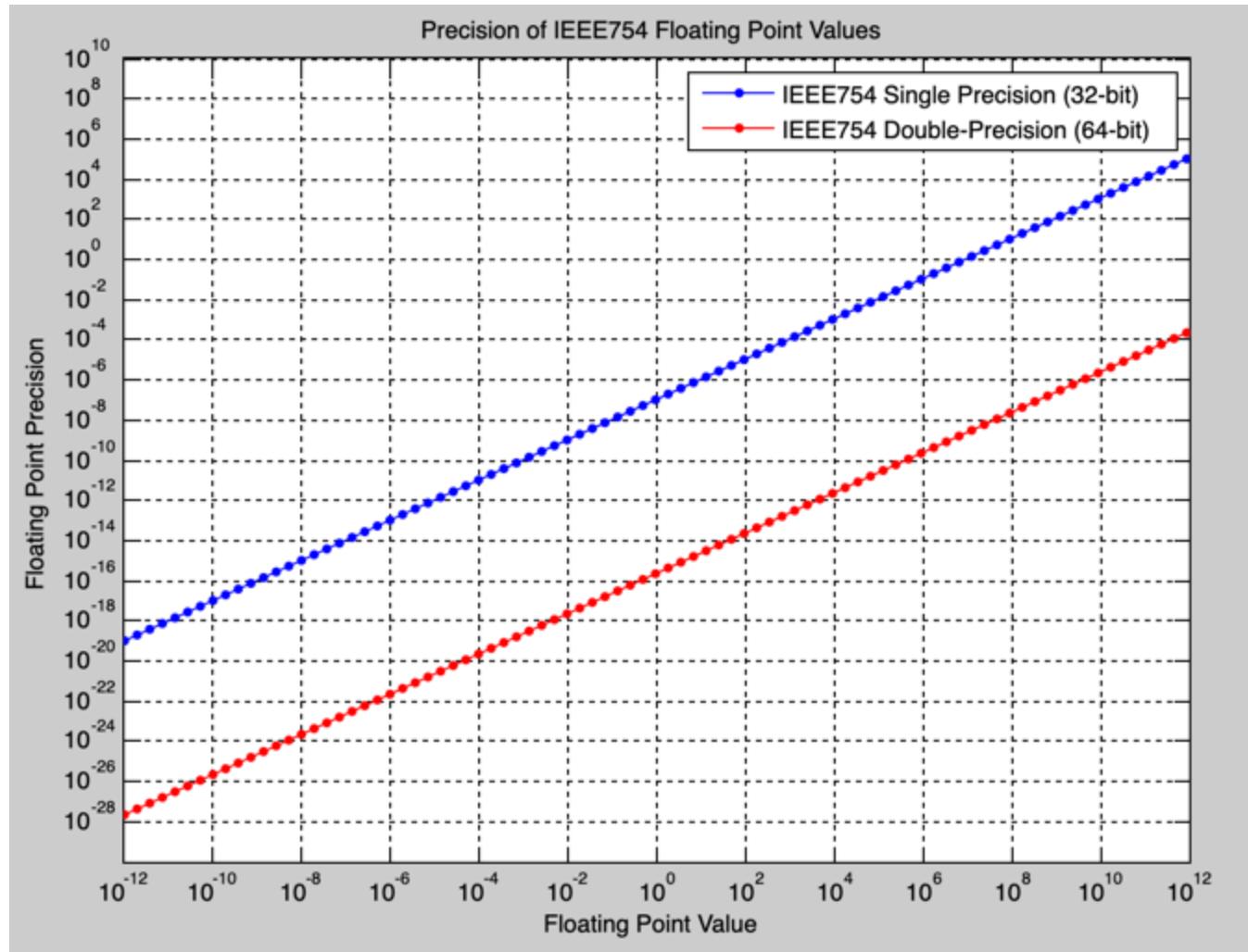
- Ganze Zahlen
- Natürliche Zahlen (Negativ): Das MSB (most significant bit) wird für das Vorzeichen verwendet

Fliesskommazahlen

- Normiert in IEEE 754
- $x = s \cdot m \cdot b^e$
 - Vorzeichen s
 - Mantisse m
 - Basis b ($b=2$)
 - Exponent e



Floating Point: Präzision



Datentypen in Go (Auswahl)

`bool` boolean, 1-bit, true or false

`int8` 8-bit signed integer (-128 bis 127)

`int16` 16-bit signed integer (-32'768 bis 32'767)

`int32` 32-bit signed integer (-2'147'483'648 bis 2'147'483'647)

`uint8` 8-bit unsigned integer (0 bis 255)

`float32` 32-bit IEEE 754 floating-point number (1.2E-38 bis 3.4E38)

`string` "Sequence of Unicode code points"

Statische Typisierung

- Zur Laufzeit hat jedes Objekt einen (Daten)typ
- Im Programmtext hat jeder Ausdruck einen Typ → Der Typ ist zum Zeitpunkt der Kompilierung bekannt
- Vorteile
 - Fehler können früher erkannt werden
 - Effizientere Programme, da keine Typprüfung während der Laufzeit
 - Mehr Optimierungsmöglichkeiten durch Compiler
- statisch typisierte Sprachen: Java, Kotlin, C#, C, Go, Rust

```
final Crossroad crossroad = new Crossroad();
final CrossroadController crossroadController =
final Scene scene = new Scene(crossroadControll
```

Datentypen in Python (Auswahl)

- str
- int (Kein Limit)
- float (64Bit IEEE 754))
- complex
- bool

Dynamische Typisierung

- Zur Laufzeit hat jedes Objekt einen Typ
- Der Typ wird zur Laufzeit geprüft
- Duck Typing: "When I see a bird that walks like a duck and swims like a duck and quacks like a duck, I call that bird a duck."
- Vorteile
 - Einfachere Programmierung
- Durch Typehints kann die IDE uns bei der Entwicklung dennoch unterstützen
 - `def greeting(name: str) -> str:`
- dynamisch typisierte Sprachen: PHP, Python, Ruby, JavaScript