Software Lifecycle

Anforderungsanalyse → Entwurf → Implementierung → Testen & Verbessern → Betrieb

Primitive Datentypen / Mehrdimensionale Arrays

boolean	Boolescher Wert	true, false
char	Textzeichen (UTF16)	'a', 'B', '0', 'ë' etc.
byte	Ganzzahl (8 Bit)	-128 bis 127
short	Ganzzahl (16 Bit)	-32'768 bis 32'767
int	Ganzzahl (32 Bit)	-2^{31} bis $2^{31}-1$
long	Ganzzahl (64 Bit)	-2^{63} bis $2^{63}-1$, 1L (
float	Gleitkommazahl (32 Bit)	0.1f, 2e4f (2 * 10^4)
double	Gleitkommazahl (64 Bit)	0.1, 2e4

Alle numerischen Datentypen sind vorzeichenbehaftet!

```
int[][] m = new int[2][3]
int[][] m = {
    {0,0,0},
    {0,0,12}
}
m.length; //2
m[0].length; //3
```

0	0	0	0
1	0	0	12
	0	1	2

Literale

Binär	**0b**1101010	Dezimal	30,0
Oktal	**0**36, **0**0	Hexadezimal	**0x**1e, **0x**0, **0x**ABCD
Trennzeichen	1_123_456	String = ""	char = ''
long	12453246**l**, 123**L**	int	Default
float	1.2**f**, .1**F**	double (default)	1E23**d**, .1**D**

Mathematische Methoden

Betrag	Math.abs(x)	Potenz (a^b)	Math.pow(a,b)
Wurzel	Math.sqrt(x)	*10*er Log	Math.log*10*(x)
Exponential Func.	Math.exp(x)	Sinus	Math.sin(x)
Pi	Math.PI	Eulersche Zahl	Math.E

Float / Double Spezialfälle

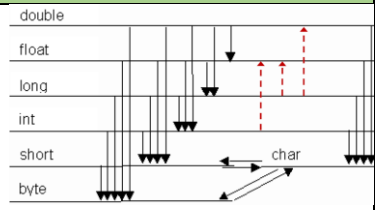
MIN	Float.MIN_VALUE	**MAX**	Double.MAX_VALUE
Rundungsfehler	0.1 + 0.1 + 0.1 ist nicht exakt 0.3		
	Ca. 8 signifikante Stellen bleiben erhalten (1E8)		
Vergleich mit Toleranz	x == y problematisch		
	Math.abs(x – y) < 1E-6		
Überlauf	Ganzzahlen	2147483647 + 1 → -2147483648	
	Gleitkommazahlen:	2 * 1e308 → POSITIVE_INFINITY	
Unterlauf	5E-324 → 0.0		
Division durch 0	Ganzzahlen	java.lang.ArithmeticException: / by zero	
	Gleitkommazahl	1.0 / 0.0 → Double.POSITIVE_INFINITY	
		-1.0 / 0.0 →Double.NEGATIVE_INFINITY	
		0.0 / 0.0 → Double.NaN	

Typkonversionen / Casting

Explizit: Schwarze Pfeile (Cast-Operator)
Implizit(Genauigkeitsverlust): Rote Pfeile
Rest: implizit vom Compiler

Gleitkommazahl zu Ganzzahl:
NaN → 0
3.5 → 3 (abhacken)

Informationeverlust:
int→ byte



Autoboxing / Wrapper Klassen (tiefere Prio. Bei Overloading als Typkonversion)

Primitiver Typ	Wrapper-Klasse
char	Character
boolean	Boolean
byte	Byte
short	Short
int	Integer
long	Long
float	Float
double	Double

```
Integer wrapper = 123; //implizit
Integer.valueOf(123);
int value = wrapper; // implizit
wrapper.intValue();
Double d = 4; // Compile Error
```

Keine implizite Typkonversion und zusätzlich Auto Boxing

Operatoren Priorität

1. Unär
   - +, - (unär), ++, --
2. Multiplikativ
   - *, /, %
3. Additiv
   - +, - (binär)
4. Kleiner / Grösse
   - <, <=, >, >=
5. Gleichheit / Ungleichheit
   - ==, !=
6. Logisches Und
   - &&
7. Logisches Oder
   - ||

```
// b wird nur ausgewertet wenn
a == true
if (a && b)

// b wird nur ausgewertet wenn
a == false
if (a || b)
```

IF / ELSE Spezialfälle

```
if (x > y)
t = x;
x = y; // wird immer ausgeführt!
```

```
x = a ? b : c // short form
```

SWITCH Statement

```
switch (code) {
case "m":
    return MALE;
case "f":
    return FEMALE;
default:
    throw new IllegalArgumentException("");
}
```

```
switch (Ausdruck) {
    case Wert1:
    case Wert2:
        Anweisung;
        break;
    default:
        Anweisung;
}
```

Loops

```
for (int i = 0; i < array.length; i++)
{
    System.out.println(array[i]);
}
```

```
do {
    Anweisung;
} while (Bedingung);
```

```
while (Bedingung) {
    Anweisung;
}
```

```
Iterator it = collection.iterator();
while(it.hasNext()) {
    String val = it.next();
    it.remove();
}
```

```
// Enhanced for-loop
for (String s: array) {
    if (s.contains("test")) {
        continue;
    } else {
        break;
    }
}
```

Call by Value (Java unterstützt kein Call by Reference)

Primitive Datentypen: Kopie des Arguments. Änderungen des Parameters beim Aufrufer unsichtbar (*Ausnahme: primitiven Arrays !*)

Objekte: Kopie der Objektreferenz. Änderungen innerhalb des Objekts sind beim Aufrufer sichtbar

Offene Parameterliste (nur 1 optionaler Parameter erlaubt)

```
static int sum(int a, int... numbers) {
    System.out.println(numbers[0])
}
```

Nur als letzter Parameter erlaubt. Zugriff über Array

Overloading (Mehrere Methoden mit gleichem Namen und verschied. Parametern)

Signatur = Methodenname + List der Parametertypen

Auswahl der Methode zur Compile Zeit gemäss Signatur

```
static void print(int i, double j) {}
static void print(double i, int j) {}
static void print(double i, double j) {}

print(1.0,2.0); // method 3
print(1.0, 2); // method 2
print(1,2); // mehrdeutig, compile error
```

Klassen / Objekte

Objekte sind immer auf dem Heap gespeichert (Methoden im Stack)

Objektreferenzen dürfen null sein, können aber zu NullPointerException führen

```
a == b // vergleicht Adressen
```

```
a.equals(b) // vergleicht Inhalt
```

Sichtbarkeit / Default Initialisierung von Datentypen

Keyword	Sichtbar für
public	Alle Klassen
protected	Package und alle Sub-Klassen (
(keines)	Alle Klassen im selben Package
private	Nur eigene Klasse

Sichtbarkeiten können erweitert werden

Typ	Default-Wert
boolean	false
char	'\u0000'
byte	0
short	0
int	0
long	0L
float	0.0f
double	0.0d
Referenztyp	null

Konstruktor

```
public  Point(int x, int y, int b) {
    this(x,y);
    this.b = b;
}
```

```
public Point(int x, int y) {
    super(x, y)
}
```

String Pooling

String immer mit equals() vergleichen

a == b → false, da Referenzvergleich

Wird ein String direkt mit "S" erzeugt, wird dieser vom Compiler mit gleichen Strings zusammengefasst

"S" == "S" → true
new String("S") == new String("S") → false

Arrays vergleichen

a == b	Vergleicht nur Objektreferenzen
a.equals(b)	Vergleicht ob gleiches Array Objekt
Arrays.equals(a,b)	Vergleicht Werte des Arrays
Arrays.deepEquals(a,b)	Vergleicht Werte in geschachtelten Arrays

Enumeration

```
public enum Daytime {
    NIGHT(false), DAY(true);
    private boolean light;
    Daytime(boolean light) {
        this.light = light;
    }
    public boolean getLight() {
        return light;
    }
}
```

Rekursion

```
private long factorial(long number) {
    if (number == 0) {
        return 1;
    } else {
        return number * factorial(number -1);
    }
}
```

Endlosrekursion führt zu StackOverflowException

Scanner

```
try (Scanner scanner = new Scanner(System.in)) {
    while(scanner.hasNextLine()) {
        scanner.nextInt(); scanner.nextDouble(); scanner.nextFloat();
        scanner.next(); // String
    }
}
```

Aggregation vor Vererbung

Has-a Beziehung = Aggregation

Is-a Beziehung = Vererbung

Method Overriding , Type Polymorthismus, Dynamic Dispatch (gleiche Signatur)

```
class Vehicle {
    protected Vehicle report(){
        ...
    }
}
```

```
class Car extends Vehicle {
    @Override
    public Car report() {
        super.report();
        ...
    }
}
```

```
Vehicle v = new Car(); //type polymorphism
v.drive(); // dynamic dispatch, Methode der Kind Klasse wird ausgeführt
```

Sichtbarkeit darf erweitert werden (package → protected → public)
Rückgabetyp kann Subtyp sein (Covarianz)

Final Methoden/Klassen: Können nicht überschrieben werden

```
public final class Motorcycle {
    final String welcome = "Hello"
}
public final void stop() {}
```

Up / Downcast

Upcast=Typ Polymorphism

```
Vehicle v = new Car();
Object o = v;
```

```
Object o = new Car();
Vehicle v = (Vehicle)o;
Car c = (Car)v;
```

```
~~Vehicle v = new Vehicle();~~
~~Car c (Car)v;~~
//Runtime Exception
```

Null Referenzen können immer gecasted werden

```
Vehicle v = null;
Car c = (Car)v; // c == null
```

Instanceof

```
Vehicle v = new Car();
if (v instanceof Car) {
    Car c = (Car)v
}
```

```
Car c = new Car();
if (c instanceof Vehicle) {
    System.out.println("ich erbe");
}
```

Instanzvariablen Hiding

Subklasse definiert Instanzvariable mit gleichem Namen wie Superklasse neu. Inhalt ist unabhängig voneinander. Zugriff über ***this.variable, super.variable ((SuperSuperClass)this).variable***

Abstrakte Klassen (Grundfunktionalität)

Abstrakte Klassen können nicht instanziiert werden.
Abstrakte Klassen müssen die Methoden von Interfaces nicht implementieren
Abstrakte Methoden werden in den Subklassen implementiert

```
abstract class Vehicle {
    abstract void report(); // implementation in child mandatory !
    void print() {
        System.out.println("I'm a vehicle");
    }
}
```

Probleme Mehrfachvererbung

Nameskonflikte (Gleiche Memberdeklarationen in Parent), *Diamant Problem* (Instanzvariablen in mehrfach geerbten Basisklassen), *Compiler Komplexität* (Virtual Method Table ist nicht linear erweiterbar)

Interfaces (kein final)

Interfaces können public, package (oder private) sein.
Interface Methoden sind implizit public und abstract (kann weggelassen werden).

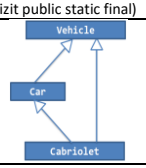
```
interface RoadVehicle extends
Vehicle {
    public void tireModel();
}
```

```
public class Car implements
RoadVehicle {
    public void tireModel(){...}
}
```

Default Methoden

Keine Instanzvariablen, nur Konstanten (implizit public static final)

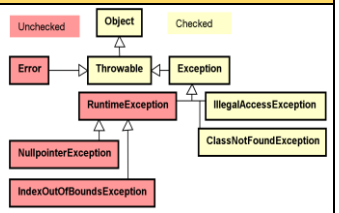
```
interface Vehicle {
    int IMPLIZIT_CONST_FINAL = 2;

    default void printModel() {
        ...
    }
}
```



Spezifischere Default Implementierung wird genommen

Exceptions

```
String clip(String s) throws Exception {
    if (s == null) {
        throw new IllegalArgumentException("String is null");
    }
}
```




```
try(Scanner s = new Scanner(System.in)) {
    ... // Multicatch:
interface AutoClosable
} catch(NoStringException | ShortStringException e) {}
```

```
void test() {
  int[] a = new int[1];
  try {
    System.out.println(a[1]);
  } catch(RuntimeException e) {
    System.out.println("CATCH 1");
    a = null;
    throw e;
  } catch(Exception e) {
    System.out.println("CATCH 2");
  } finally {
    System.out.println("FINALLY");
    System.out.println(a.length);
  }
}
```

1) IndexOutOfBoundsExeption
2) Catch1, da RuntimeException spezifischer
3) A = null
4) Rethrow IndexOutOfBoundsException (wird in diesem Try-Catch nicht mehr abgefangen)
5) Finally
6) Nullpointer Exception
Nullpointer überschreibt rethrowed IndexOutOfBoundsException

```
private static final long serialVersionUID = -8326345074436495854L;
```

Packages

1) Singletype Import ist stärker wie eigene Klasse A — `import p1.A`

2) Klassen aus eigenem Package

3) Import on Demand — `import p1.*`

Static Import: `import static java.lang.System.out; out.println("Test");`

JUnit Testing

```
public class TestStack {
    @Before
    public void setUp(){}

    @Test(timeout = 5000, expected=Exception.class)
    public void testMethod() {
        Stack stack = new Stack(1);
        assertEquals("expected", "actual");
        assertTrue("message", stack.isEmpty());
        assertNotNull(stack);
    }
}
```

Abhängigkeiten in Tests vermeiden

Relevante Fälle testen (Edge Cases: Null, Leer String, Case Sensitive, Exceptions etc.)

JavaDoc

```
/**
 *@param name description
 *@return description
 *@throws type description
 */
```

JavaDoc ist eine Spezifikation und keine Dokumentation!

Equals / Hashcode (Java Spec: 2 Objekte müssen selben Hashcode liefern wenn equal)

```
@Override
public boolean equals(Object obj) {
    if(this == obj) {
        return true;
    } else if(obj == null) {
        return false;
    } else if (getClass() != obj.getClass()) {
        return false;
    } else{
        Student other = (Student)obj; //cast
        return regNumber == other.regNumber;
    }
}
```

x.equals(y) → x.hashCode() == y.hashCode()

Ansonsten können inkonsistenzen beim Hashing auftreten. Objekt wird allenfalls nicht gefunden

```
@Override
public int hashCode() {
    return firstName.hashCode()
        + 31 * lastName.hashCode()
        + 31 * address.hashCode();
}
```

Hash Verfahren:
1)Hashcode = Tabellenindex
2)>length → hashCode%length = index
3)Kollisionsliste bei Doppelbelegung

Comparable / CompareTo(Type other)

```
class Student implements Comparable<Student>
{
    private int regNumber;
    @Override
    public int compareTo(Student other) {
        return regNumber - other.regNumber;
    }
}
```

<0: this ist kleiner als other
>0: this ist grösser als other
==0: this ist gleich other

Auf Nullpointer achten!

Clone (Für alle Member neue Objekte erstellen. Ausgenommen primitive Datentypen)

```
class Person implements Clonable {
    private String firstName, lastName;
    @Override
    public Person clone() {
        return new Person(firstName, lastName);
    }
}
```

Shalow Clone / Deep Clone: Auch aggregierte Objekte klonen

Collections

```
List<String> list = new ArrayList<>();
list.add([1,]"Java");
list.remove(2);
list.set(1,"OO");
list.contains("Java");
list.indexOf("Java");
String s = list.get(1);
```

Duplikate und Nulleinträge möglich
Dynamische Grösse (Faktor 1.5 grösser)

```
Set<String> set = new HashSet<>();
set.add("Java");
set.remove("Java");
set.contains("Java");
```

Keine Duplikate
Unsortiert (TreeSet sortiert via Baum) aber schnell

```
Map<Integer, String> map = new HashMap<>();
map.put(123, "Java");
String s = map.get(123);
map.containsKey(123);
map.containsValue("Java");
map.keySet();
map.values();
```

Keine Duplikate (Key)
Key Value Paare
Unsortiert (TreeMap sortiert)
Effizient

```
for (Map.Entry<String, String> entry : map.entrySet()){
    System.out.println(entry.getKey() + "/" + entry.getValue());
}
```

```
Deque<String> queue = new LinkedList<>();
queue.addLast(element);
queue.removeFirst(element);
```

Optimal für FIFO und LIFO

Generics

```
class Node<T,U> {
    private U first;
    private T second;
}
class Node<T extends A & B & C >
class Node<T extends Comparable<? super T>
```

```
interface Identifiable<T> {
    T setId(T id);
}
public <T> T getValue(T param){}
```

Typ	Lesen	Schreiben	Kompatible Typ-Argumente
Invarianz C<T>	✓	✓	T
Bivarianz C<?>	✗	✗	Alle
Covarianz C<? extends T>	✓	✗	T & abgeleitet
Contravarianz C<? super T>	✗	✓	T & Basistypen

Type Erasure: Ersetzen von Generischen Typen durch Object und Casts. (wegen Rückwärtskompatibilität). Deshalb keine primitiven Datentypen als Generic.
Raw Types: Generische Klassen ohne Typ-Argumente

Funktionsschnittstellen (@FunctionalInterface)

Funktionsschnittstellen sind Interfaces mit genau einer Methode, welche eine passende Signatur und Rückgabetyp hat

Predicate
```
@FunctionalInterface
public interface Predicate<T> {
    boolean test(T element);
}
```

Function
```
@FunctionalInterface
public interface Function<T, R> {
  R apply(T t);
}
```

Consumer
```
@FunctionalInterface
public interface Consumer<T> {
  void accept(T t);
}
```

Supplier
```
@FunctionalInterface
public interface Supplier<T> {
    T get();
}
```

Comparator
```
int compare(T o1, T o2);
```

Comparator

```
list.sort(new AgeComparator());
class AgeComparator implements Comparator<Person> {
    @Override
    public int compareByAge(Person p1, Person p2) {
        return p1.getAge() - p2.getAge();
    }
}
```

```
people.sort(Comparator.comparing(Person::getLastName)
.thenComparing(Person::getAge).reversed());
```

Methodenreferenzen (Methoden als Objekt)

```
people.sort(this::compareByAge);
int compareByAge(Person p1, Person p2) {
    return p1.getAge() - p2.getAge();
}
```

```
obj::compareByAge
StaticClass::compareByAge
```

Lambda

Closure: Zugriff auf umgebende lokale Variablen. Variable ist implizit final; Lamda lebt länger wie Variable → Kopie der Variable wird übergeben, die sich nicht ändern darf!

```
people.sort((p1, p2) -> p1.getName().compareTo(p2.getName());
people.sort((p1, p2) -> {return p1.getAge() - p2.getAge();});
people.removeAll(p -> p.getAge() > 18 && p.getAge() < 100);
```

```
public boolean matches(String value, Predicate<T> lambdaCriterion) {
    return lambdaCriterion.test(value);
}
public <R> void print(Function<T, R> criterion) {
}
```

Stream API

```
people.stream()
.filter(p -> p.getAge() >= 18)
.map(p -> p.getLastName())
.sorted().distinct().limit(10)
.forEach(System.out::println);
```

```
List<Person> list =
people.stream()
.sorted((p1, p2) -> p2.getSalary()
- p1.getSalary())
.collect(Collectors.toList());
```

```
IntStream.iterate(0, i -> i +1)
.limit(1000)
.reduce((i1, i2) -> i1 + i2); //.sum();
```

Byte Stream (8Bit) / InputStream, OutputStream

```
try (FileInputStream fis= new FileInputStream("...")) {
    int value ;
    while((value = fis.read()) >= 0) {
        byte b = (byte)value; ...
    }
} catch(FileNotFoundException | IOException e) {
    System.out.println("Error");
}
```

```
OutputStream fos = new FileOutputStream("serial.bin");
try (ObjectOutputStream stream = new ObjectOutputStream(fos)) {
    stream.writeObject(person);
    stream.flush();
}
```

transient Keyword wird nicht serialisiert

Character Stream (16Bit) / Reader, Writer

```
try (BufferedReader bufferedReader = new BufferedReader(new FileReader("test.txt"))){
    String line;
    while ((line = reader.readLine()) != null) {
        System.out.println(line);
    }
} catch(FileNotFoundException | IOException e) {
    System.out.println("Error");
}
```

```
Reader reader = new InputStreamReader(inputStream, "UTF-8"); //bridge
Writer writer = new OutputStreamWriter(outputStream, "UTF-8");
```

Regex (Default → Greedy Match=So viel wie möglich)

Joker	.	1..n	+	0..n	*	Min/Max	a{2,5}	NOT	[^a]

```
Pattern pat = Pattern.compile("([0-2]?\\d*?):(?<MIN>[0-5][0-9])");
Matcher match = pat.matcher(timeText); //*? => reluctant match
if(match.matches()) {
 String p1 = match.group(1);
 String p2 = match.group("MIN");
}
```

Reflection

```
Class<?> type = obj.getClass();
for (Field field : type.getDeclaredFields()) {
    String name = field.getName();
    String typeName = field.getType().getSimpleName();
    field.setAccessible(true);
    Object value = field.get(obj);
}
```

Annotations

```
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@Target(ElementType.TYPE) // just classes
public @interface Hidden {
    // required without default
    String reason() default "unknown";
}
```

Garbage Collection

Mark and Sweep: Objekte die vom Root Set erreichbar sind markieren und nicht markierte während der Sweep Phase freigeben (evtl. Objekte = null setzen)

Design Aspekte

1)Zusammengehörige Aspekte bündeln 2) Klare Benennung 3) Aggregation vor Vererbung 4) Keine zyklische Imports 5) Keine unnötigen Kommentare
6) Kein Overdesign 7) Instanzvariablen kapseln 8) Warnungen behandeln 9) Code Metriken 10) Keine Wiederholungen

Primzahlen

```
for (long factor = 2; factor * factor <= number; factor++) {
    if (number % factor == 0) {
        return false;
    }
}
return true;
```

Palindrom

```
public boolean isPalindrome(String value) {
    return value.equals(new StringBuilder(value).reverse().toString());
}
```

Zyklen erkennen

```
private void checkCycles(Company company) throws Exception {
    if(this.equals(company)) {
        throw new Exception("cycle detected");
    }
    for(Company curParticipant : company.participations) {
        checkCycles(curParticipant);
    }
}
```