Variablen, Datentypen, Operatoren

Einführung in die Programmierung 1

Wintersemester 21/22

Überblick

- Motivation
- Variablen und Datentypen
- Operatoren – ein erster Überblick
- Programmierstil

Motivation

Variablen

Ein Programm verarbeitet **Daten**, die in **Variablen** abgelegt werden

Ein Programm legt die **Ergebnisse** wieder in solchen **Variablen** ab

Eine Variable ist eine **benannte Speicherstelle**

Variable

- Wird einmal vereinbart (deklariert)
  - Name (Bezeichner)
  - Datentyp
- Beispiel
  - Variable für eine ganze Zahl mit dem Namen `number` deklarieren

```
int number;
```

  - Bedeutung
    - **`int`** = Datentyp (steht für ganze Zahlen)
    - `number` = Name (für Zugriff)

Datentyp

- Daten haben einen bestimmten Typ (Datentyp)
- Der Datentyp definiert
  - Menge von **Werten**, die zu diesem Typ gehören (Wertebereich)
  - Menge von **Operationen**, die mit den Werten des Typs ausgeführt werden können
- Compiler kann vor der Ausführung des Programms Überprüfungen durchführen

Variablen und Datentypen

Variablen in Java – Kennzeichen

- Name
- Datentyp
- Wert

Einfache Datentypen in Java

Ganze Zahlen	byte, short, int, long
Gleitkommazahlen	float, double
Logische Werte	boolean
Zeichen	char, *String*

- Hinweis zu String (Sequenz von Zeichen)
  - Ist kein einfacher Datentyp
  - Wird in bestimmten Situationen wie ein einfacher Datentyp behandelt

Name (Bezeichner)

- Bezeichner
  - Ist eine Folge von Zeichen
- Einschränkungen
  - Java-Grammatik gibt erlaubten Aufbau vor
  - https://docs.oracle.com/javase/specs/jls/se17/html/jls-3.html#jls-3.8
  - Beispiele

Korrekte Bezeichner	Nicht korrekte Bezeichner
counter	1counter
carWheel	car-Wheel oder car/Wheel
MAX_COUNT	while
test2	$%

Wert zuweisen

- Form
  - `Variable = Wert;`
- Ablauf (Aktion)
  - Rechte Seite wird zuerst ausgewertet
  - Danach wird der Wert der linken Seite zugewiesen
- Aufbau
  - Links steht eine Variable
  - Rechts kann z. B. ein fixer Wert (Literal), eine Variable, eine Berechnung etc. stehen

Deklaration und Initialisierung (1)

- Deklaration mit Initialisierung

```
int number = 10;
```

- Einfache Deklaration, danach Zuweisung (ohne Datentyp)

```
int number;
…
number = 10;
```

Deklaration und Initialisierung (2)

- Deklaration mit Initialisierung, Deklaration mit Zuweisung aus anderer Variable bzw. einem Ausdruck

```
int number = 10;
int number2 = number;
int number3 = number * 42 + 23;
```

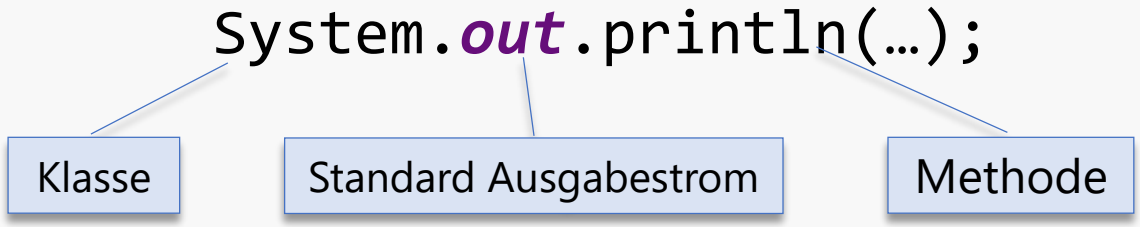
- Hinweis
  - Vor der ersten Verwendung auf der rechten Seite **muss** eine Variable einen Wert erhalten (entweder explizit oder automatisch initialisiert)

Literal

- Direkte Darstellung von Werten
- Beispiele
  - int: 7482, 123_456, -234, 012, 0x3F, 0b11011
  - double: 24.75, -0.3423, 2., .3, 1.34e2
  - boolean: true, false
  - char: 'a', '1', '%', '\n'
  - String: "Hello", "Input:"
- Unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten
  - Z. B. dezimal, hexadezimal, oktal, binär für ganze Zahlen
- Aufbau
    - https://docs.oracle.com/javase/specs/jls/se17/html/jls-3.html#jls-3.10

Ausgabe von Literalen und Variablen (1)

- Ausgabe
  - Muss nicht selbst programmiert werden
  - Wiederverwendung von Bibliotheksmethoden aus der Java-API (Application Programming Interface)
- Aufbau



Ausgabe von Literalen und Variablen (2)

- Beispiele für Varianten

```
System.out.print(4);       // Prints 4 to console
System.out.print("Hello"); // Prints Hello
System.out.print(a);       // Prints value of variable a
System.out.println(a);     // Prints value of variable and goes to next line
System.out.println();      // Prints empty line
System.out.print(4 + 2);   // Prints 6 to console
System.out.print("Hello" + 4);   // Prints Hello4 (concatenates characters)
```

Ausdruck (Verknüpfung von Variablen und/oder Literalen durch Operatoren)

Kommentare in Java

- Dienen zum Beschreiben des Codes, werden nicht übersetzt
- Formen
  - Einzeilig

```
// Prints numbers ranging …
```

  - Mehrzeilig

```
/*
Prints
numbers
ranging …
*/
```

  - Dokumentation

```
/**
This method …
*/
```

Beispiel (Deklarationen)

```
public class Declarations {

    public static void main(String[] args) {
        int number = 145;
        long largeNumber = 100000000000000L;
        float weight = 75.5f;
        double heavyWeight = 2534.25;
        char input = 'a';
        boolean check = true;
        System.out.println(number + " " +
                largeNumber + " " +
                weight + " " +
                heavyWeight + " " +
                input + " " +
                check);
    }
}
```

```
145 100000000000000 75.5 2534.25 a true
```

final-Variablen

- Deklaration (danach keine Zuweisung möglich!)

```
final int x = 10;
final double d = 10.0;
```

- Aufgeschobene Initialisierung

```
final int x;
…
…
x = 10;
```

Konstanten

- Deklaration

```
final static int VAL = 10;
```

- Können nicht mehr verändert werden

Einfache Datentypen in Java – Übersicht

Typ	Größe (Bits)	Werte	Standard
boolean		true oder false [Repräsentation von der JVM abhängig]	
char	16	'\u0000' bis '\uFFFF' (0 bis 65535)	(ISO Unicode character set)
byte	8	–128 bis +127 (-2^7 bis $2^7 - 1$)	
short	16	–32 768 bis +32 767 (-2^{15} bis $2^{15} - 1$)	
int	32	–2 147 483 648 bis +2 147 483 647 (-2^{31} bis $2^{31} - 1$)	
long	64	–9 223 372 036 854 775 808 bis +9 223 372 036 854 775 807 (-2^{63} bis $2^{63} - 1$)	
float	32	Negativer Bereich: –3,4028234663852886e+38 bis –1,40129846432481707e–45 Positiver Bereich: 1,40129846432481707e–45 bis 3,4028234663852886e+38	(IEEE 754 floating point)
double	64	Negativer Bereich: –1,7976931348623157e+308 bis –4,94065645841246544e–324 Positiver Bereich: 4,94065645841246544e–324 bis 1,7976931348623157e+308	(IEEE 754 floating point)

Operatoren – ein erster Überblick

Operatoren

- Über Operatoren erhalten wir die Möglichkeit
  - Variablen mit Inhalten zu belegen oder
  - die in ihnen gespeicherten Werte zu verändern

Operatoren – Operandenanzahl

Unäre Operatoren (ein Operand)	• Beispiel für Form: **-**x
Binäre Operatoren (zwei Operanden)	• Beispiel für Form: a **+** b
Ternäre Operatoren (drei Operanden)	• Beispiel für Form: evaluation **?** firstResult **:** secondResult

Operatoren – Position

Präfixform

- Operator steht vor seinem bzw. seinen Operanden
- Beispiel: ++counter

Postfixform

- Operator steht hinter seinem bzw. seinen Operanden
- Beispiel: counter++

Infixform

- Operator steht zwischen seinen Operanden (binäre Operatoren)
- Beispiel: a + b

Operatoren – Auswertungsreihenfolge

Linksassoziativ

- Auswertung von links nach rechts
- z. B. 3 + 4 + 5 entspricht (3 + 4) + 5

Rechtsassoziativ

- Auswertung von rechts nach links
- Beispiel siehe nächste Folie

Zuweisungsoperator =

- Binärer Operator
  - Beispiele

```
int a;
a = 1;
int b = 3;
```

- Rechtsassoziativ und sein Wert muss nicht konstant sein
  - Beispiel

```
int a = 1;
int b = a;
```

  - Komplexeres Beispiel

```
int a, b;
a = b = 1;
```

Arithmetische Operatoren

Name	Verwendung	Operator liefert
Minus (unär)	- Op1	Vorzeichenwechsel
Minus (binär)	Op1 - Op2	Differenz
Plus	Op1 + Op2	Summe
Multiplikation	Op1 * Op2	Produkt
Division	Op1 / Op2	Ganzzahlige Division bei ganzen Zahlen (Nachkommaanteil wird abgeschnitten), Quotient
Modulo	Op1 % Op2	Rest bei Division

- Linksassoziativ wenn binär, rechtassoziativ wenn unär
- Die wichtigsten arithmetischen Operatoren

Beispiel (ganzzahlige Berechnungen)

```
public class Operators {

    public static void main(String[] args) {
        int x = 10;
        int y = 20;
        int z = 30;
        int a = x * y;
        int b = a + -z - 15;
        System.out.println(a + " " + b);
        a = b / x;
        b = b % x;
        System.out.println(a + " " + b);
    }
}
```

```
200 155
15 5
```

Verkürzte Schreibweise

- Allgemeine Form

Operation	**Bezeichnung**	**entspricht**
Op1 += Op2	Additionszuweisung	Op1 = Op1 + Op2
Op1 -= Op2	Subtraktionszuweisung	Op1 = Op1 - Op2
Op1 *= Op2	Multiplikationszuweisung	Op1 = Op1 * Op2
Op1 /= Op2	Divisionszuweisung	Op1 = Op1 / Op2
Op1 %= Op2	Modulozuweisung	Op1 = Op1 % Op2

Verkürzte Schreibweise – Beispiele

- Gegebene Deklarationen (ganze Zahlen)
  - `c = 3`
  - `d = 5`
  - `e = 4`
  - `f = 6`
  - `g = 12;`

Operator	Ausdruck	Erklärung	Ergebnis
+=	c += 7	c = c + 7	10
-=	d -= 4	d = d - 4	1
*=	e *= 5	e = e * 5	20
/=	f /= 3	f = f / 3	2
%=	g %= 9	g = g % 9	3

Inkrement und Dekrement

- Inkrementoperator (++) bzw. Dekrementoperator (--)
  - Wert einer Variable um 1 erhöhen bzw. verringern
- Beispiel ++
  - `a++;` entspricht `a += 1;` entspricht `a = a + 1;`

Operator	Benennung	Beispiel	Erklärung
++	Präinkrement	++a	a wird vor seiner weiteren Verwendung um 1 erhöht
++	Postinkrement	a++	a wird nach seiner weiteren Verwendung um 1 erhöht
--	Prädekrement	--b	b wird vor seiner weiteren Verwendung um 1 verringert
--	Postdekrement	b--	b wird nach seiner weiteren Verwendung um 1 verringert

Beispiel (Inkrementierung)

```java
public class IncrementTest {

    public static void main(String[] args) {
        int a = 0, b = 0, c = 0;
        System.out.println("a = " + a + ", b = " + b + ", c = " + c);
        a = 3;
        System.out.println("a = " + a + ", b = " + b + ", c = " + c);
        b = ++a;
        System.out.println("a = " + a + ", b = " + b + ", c = " + c);
        c = a++;
        System.out.println("a = " + a + ", b = " + b + ", c = " + c);
        while (a < 10) {
            System.out.println(a);
            a++;
        }
    }

}
```

```
a = 0, b = 0, c = 0
a = 3, b = 0, c = 0
a = 4, b = 4, c = 0
a = 5, b = 4, c = 4
5
6
7
8
9
```

Ganze Zahlen – Endlichkeit

- Keine Anzeige eines Überlaufs
- Beispiel

```
int x, y;
x = Integer.MAX_VALUE; // x = 2147483647
y = x + 1; // y = -2147483648 = Integer.MIN_VALUE
y = x * 2; // -2 !!!
```

Konstante MAX_VALUE in der Klasse Integer

- Eigenarten
  - Bei additiven Operationen kann über die Grenzen hinaus und wieder zurück gerechnet werden
  - Bei multiplikativen Operationen ist dabei Vorsicht geboten

Ganze Zahlen – Abbruch

- Division durch 0 nicht erlaubt
- Sofortiger Programmabbruch
  - Es wird eine Ausnahme (Exception) geworfen
  - Z. B. Ausgabe in IntelliJ
    - Exception in thread "main" java.lang.ArithmeticException: / by zero …
  - Nicht fortfahren und „Ergebnis“ ignorieren

Gleitkommazahlen – Probleme (1)

- Die Größe und die Genauigkeit sind endlich
- Nicht alle Zahlen können genau dargestellt werden (z. B. 0.1)
- Berechnungen führen manchmal zu „falschen“ Ergebnissen
  - Beispiele

```
System.out.println(0.1 + 0.2); // 0.30000000000000004
System.out.println(0.1 + 0.3); // 0.4
```

Gleitkommazahlen – Probleme (2)

- Probleme mit unterschiedlich großen Zahlen

```
double epsilon = 1E-14;
double x = 10.0 + epsilon;
double y = epsilon / (x - 10.0);
```

  - y sollte 1 sein
  - Obiger Code ergibt aber 0.9382499223688533

Ausdruck (expression)

- Auswertung ergibt einen einzigen wohl definierten Wert
- Kann Teil eines größeren Ausdrucks sein
- Einfache Form
  - Konstante, Zahl etc.
- Komplexere Form
  - Kombination von Operatoren und Operanden
  - Beispiel: 3 + 4 erzeugt den Wert 7

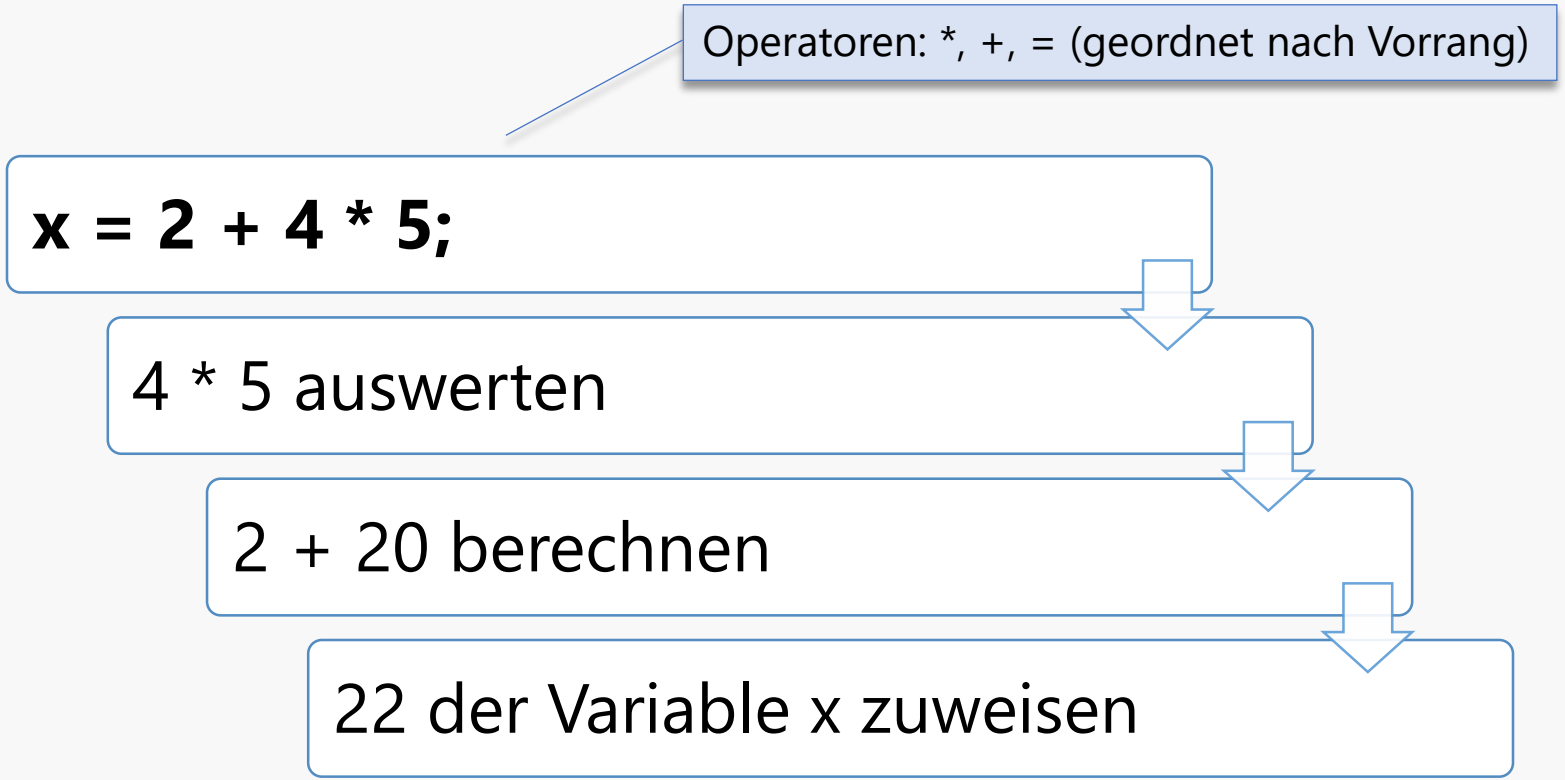
Anweisung (statement)

- Einzelne Vorschrift, die im Rahmen der Abarbeitung des Programms auszuführen ist
- Bisherige Beispiele
  - Deklarationen
  - Durch Semikolon abgeschlossene Ausdrücke, z. B. `x = x + y;`
  - while-Schleife
- Anweisungen haben keinen Wert
  - Sie können nicht Teil eines größeren Ausdrucks sein
  - Sie können aber **Seiteneffekte** haben
    - `i++;` möglich und sinnvoll (i wird um 1 erhöht)

Operatorvorrang

- Vorrang bei unterschiedlichen Operatoren
  - Zum Beispiel „Punkt- vor Strichrechnung“
- Regelt die implizite Klammerung bei Operatoren auf **verschiedenen** Stufen
- Zu unterscheiden von Assoziativität
  - Regelt die implizite Klammerung bei Operatoren auf **gleicher** Stufe

Operatorvorrang – Beispiel



Ausdrücke und unterschiedliche Datentypen

- Variablen unterschiedlichen Typs in einem Ausdruck
  - Welchen Typ hat der Ausdruck?
- Für alle arithmetischen Operationen gilt
  - Der „kleinere“ Operand wird vor der Ausführung der Operation in den „größeren“ konvertiert
  - Der Ausdruck bekommt dann den gleichen Typ wie seine Operanden
  - Der kleinste Typ ist aber zumindest `int`
- Beispiel (a + b ist vom Typ long)

```
int a = 1234567;
long b = 12345678L;
long c = a + b;
```

Typkompatibilität

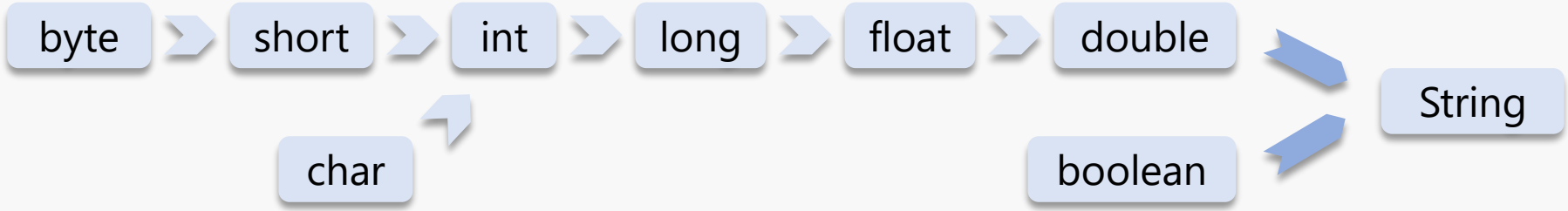
- Operanden eines Ausdrucks müssen kompatibel sein
- Beispiel für ein Problem

```
int x;
x = 2.5;
```

  - Gibt einen Fehler (!), da die Datentypen nicht kompatibel sind
- Zwei Typen sind kompatibel, wenn
  - sie gleich sind,
  - wenn sie durch implizite Typanpassung zum gleichen Typ führen

Implizite Typanpassung

- Automatische Typanpassung
- Nur in eine Richtung (**vereinfacht**)



Explizite Typanpassung (Cast)

- Form

```
(Zieltyp) Ausdruck
```

- Beispiel von vorher

```
int x;
x = (int) 2.5;
```

- Kann zu Datenverlusten führen!

Beispiel (Typanpassung)

```
public class TypeTest {
    public static void main(String[] args) {
        short s = 10;
        float f = 100.5f;
        double d = 200.1, sum;
        boolean flag = true;
        char character = 'x';
        String header = "Results:";
        System.out.println(header);
        System.out.println("s = " + s + " f = " + f + " d = " + d);
        sum = s + f + d;
        System.out.println(flag);
        System.out.println(character);
        System.out.println("sum = " + sum);
        System.out.println(2 + "test" + 3);
        System.out.println(2 + 3 + "test");
        System.out.println("test" + 2 + 3);
        System.out.println("test" + 2 * 3);
    }
}
```

```
Results:
s = 10 f = 100.5 d = 200.1
true
x
sum = 310.6
2test3
5test
test23
test6
```

Local Variable Type Inference (ab Java 10)

- Keine explizite Typangabe auf der linken Seite einer Variablendeklaration
  - Nur bei lokalen Variablen (z. B. innerhalb von main)
  - Compiler muss anhand der rechten Seite den konkreten Typ ermitteln können
- Beispiel (sehr einfach)

```
public class VarTest {
    public static void main(String[] args) {
        var a = 10;
        var b = 12.5;
        var c = "Hello";
        var d = Integer.MAX_VALUE;
        var e = Long.parseLong("123");
        System.out.println(a + " " + b + " " + c + " " + d + " " + e);
    }
}
```

Methode, die einen Wert vom Typ long zurückliefert

```
10 12.5 Hello 2147483647 123
```

Programmierstil

Bezeichner

Compiler wird alle korrekten Bezeichner akzeptieren

Ein korrekter Bezeichner muss noch lange nicht sinnvoll sein

Bezeichner sollten lesbar und verständlich sein

Sinnvolle Bezeichner bei Variablen

Beschreibung	Negatives Beispiel	Positives Beispiel
Vollständige Wörter	c ★	counter
Kleinschreibung	COUNTER ★★	counter
Neue Teile mit Großbuchstaben („lowerCamelCase“)	firstletterintext	firstLetterInText
Sinnvolle (zweckbeschreibende) Bezeichner	$0x0l	number
Abkürzungen vermeiden	bc	byteCount
Englische Bezeichner bevorzugen	erschtaBuchstobn	firstLetter

★ Ausnahmen werden auf den folgenden Folien besprochen
★★ Nur bei Konstanten üblich

Vollständige Wörter – Ergänzung

- Einzelne Buchstaben
  - Bei lokale Variablen in kurzen Methoden
  - Als Schleifenvariablen
  - Bei kleinen Beispielprogrammen
- **Die Länge eines Bezeichners sollte der Größe des Bereichs entsprechen, in dem er verwendet wird**
  - Mit sinnvoller Beschränkung nach oben

Einzelne Buchstaben – Oracle-Konventionen

Bezeichner	Datentyp
b	byte
c	char
d	double
e	Exception
f	float
i, j, k	int
l	long
o	Object
s	String
v	Beliebiger Wert eines Typs

- Details siehe

  https://docs.oracle.com/javase/specs/jls/se17/html/jls-6.html#jls-6.1

Zweckbeschreibende Namen

- Name einer Variablen sollte beschreibend sein
  - Warum existiert der Name?
  - Was wird damit gemacht?
  - Wie wird er benutzt?

Sagt nichts aus und muss durch Kommentar erklärt werden

```
int d; // elapsed time in days

int elapsedTimeInDays;
int daysSinceCreation;
int daysSinceModification;
int fileAgeInDays;
```

Fehlinformationen vermeiden

- Abkürzungen vermeiden
  - Können in die Irre führen
  - `hp`, `sco`, `aix` – Was bedeutet das?
    - Das sind übrigens UNIX-Plattformen
- Irreführende Bezeichner vermeiden
  - Z. B. `counter` bezeichnet eine Zählvariable und keine Summe

Weitere Hinweise

- Leerwörter vermeiden
  - Variablenname mit variable, z. B. `int variable;`
  - Stringnamen mit String, z. B. `String nameString;`
- Generische Namen sehr sparsam einsetzen
  - Was wird in einer Variable `tmp` gespeichert?
- Aussprechbare Namen verwenden
  - Schlechtes Beispiel
    - `Date genymdhms;`
  - Bessere Variante
    - `Date generationTimestamp;`

Und wie sprechen wir das aus?
gen why emm dee aich emm es (auf Englisch)

Codierungen und Präfixe vermeiden

- Spezielle Codierungen vermeiden
  - Z. B. Typinformationen in den Namen codieren
  - Schlechtes historisch bedingtes Beispiel: Ungarische Notation
    - https://de.wikipedia.org/wiki/Ungarische_Notation
- Präfixe vermeiden
  - Präfixe (z. B. `m_` für Instanzvariablen) sind nicht mehr zeitgemäß

Zusammenfassung

- Variablen und Datentypen
- Operatoren
- Programmierstil (bei Deklarationen)