TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN

Software Entwicklung 1

Annette Bieniusa / Arnd Poetzsch-Heffter

AG Softech
FB Informatik
TU Kaiserslautern

Unser erstes Java Programm

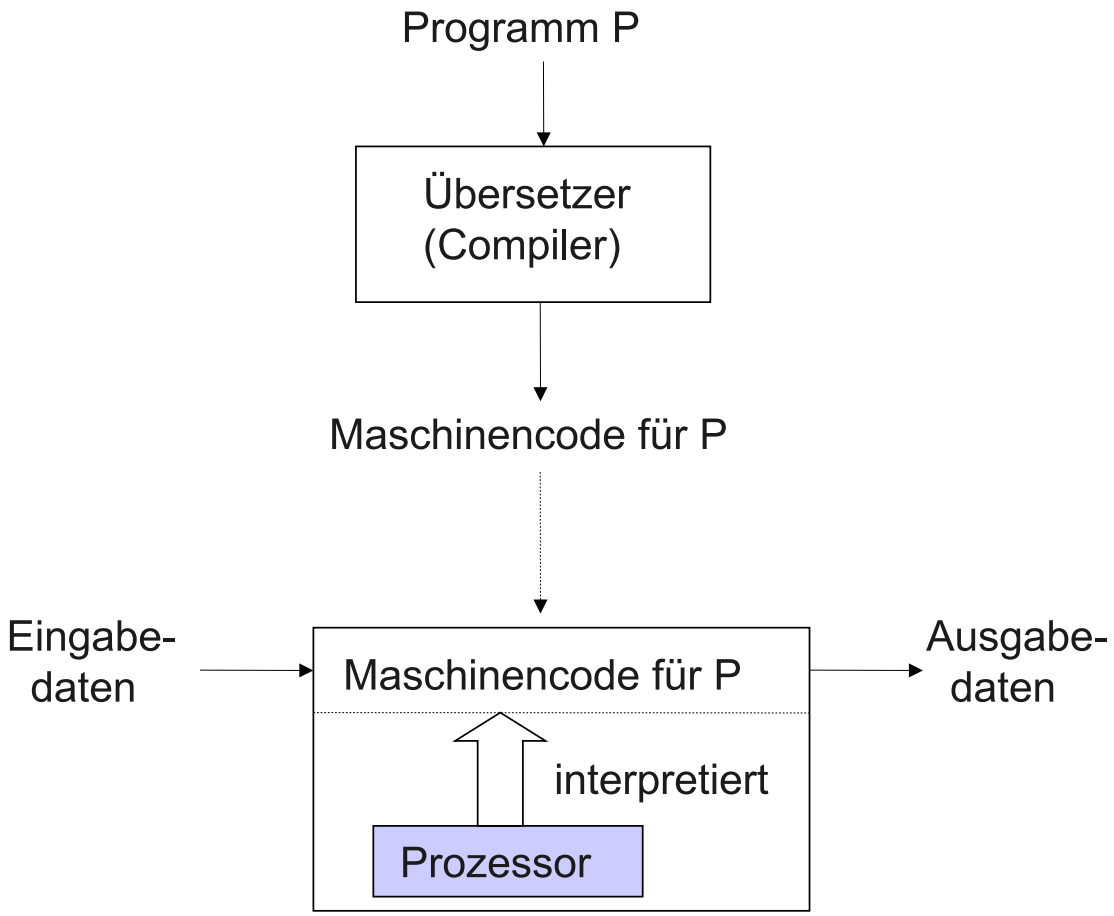
"Hello World!"

```
/* Ausgabe von "Hello World!" auf der Kommandozeile */
public class Hello {
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println("Hello World!");
  }
}
```

- Gespeichert in Textdatei namens `Hello.java`
- Einfaches Java-Programm
  - `main()` - Methode
  - Folge von Anweisungen, durch `;` voneinander getrennt, bilden den Rumpf der Methode
- `System.out.println()` ruft eine Bibliotheksfunktion auf, die einen Text auf der Konsole ausgibt
- Befehlszeilenargumente können mittels `String[] args` übergeben werden ($\rightarrow$ siehe nächste Vorlesung)

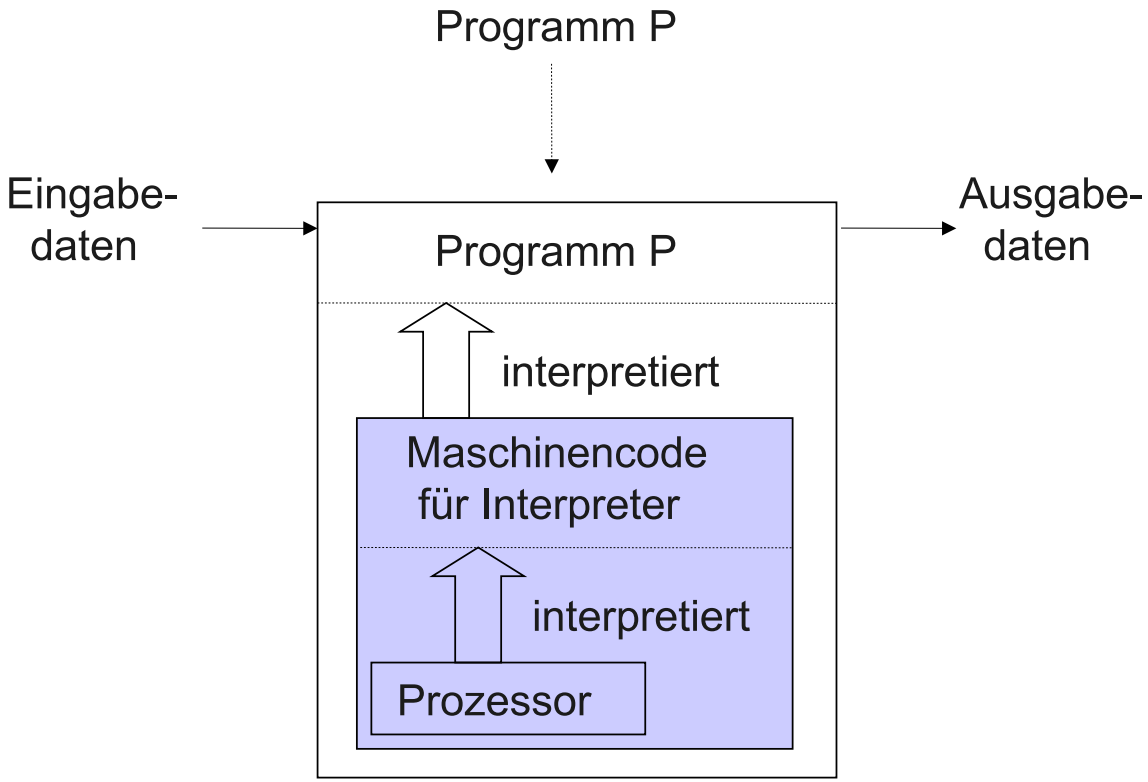
Prinzipielle Ausführungsvarianten I

1. Mittels Übersetzung:



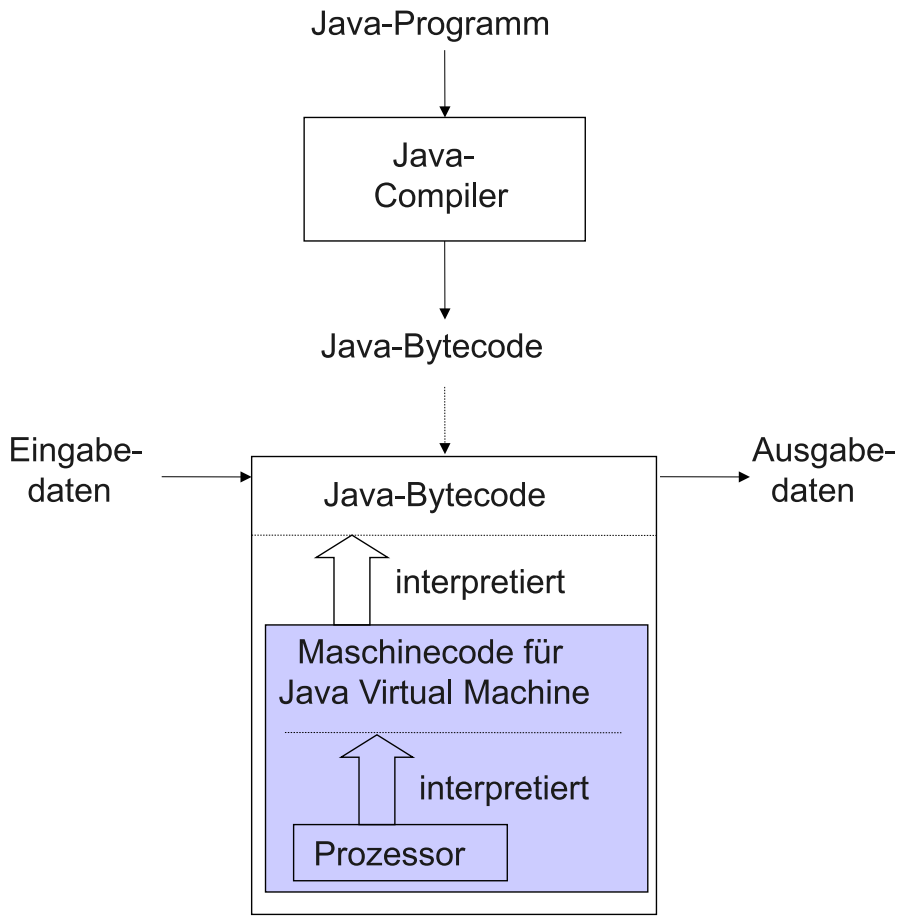
Prinzipielle Ausführungsvarianten II

2 Mittels direkter Interpretation:



Prinzipielle Ausführungsvarianten III

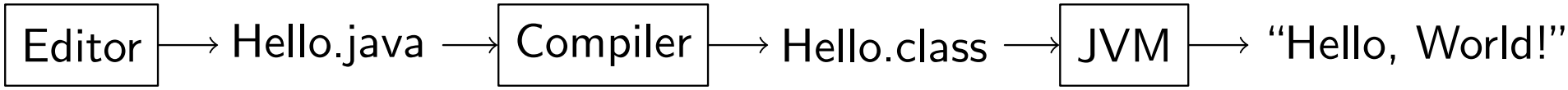
3 Mischformen aus Übersetzung und Interpretation (Beispiel):



Programmieren in Java

Schritte:

- Programm schreiben
- Programm übersetzen / compilieren
- Programm ausführen



Bemerkung:

- Zwei Schritte wurden zunächst vernachlässigt:
  - Integration/Komposition mehrerer Programmteile
  - Installation der Programme

  In der Praxis gewinnen diese Schritte an Bedeutung.

- Implementierung von Softwaresystemen heißt also:
  - Verfassen von Programmen bzw.
  - Anfertigen von Beschreibungen in Sprachen, die von Maschinen verarbeitet werden können.

Integrierte Datentypen

Literaturhinweis: Kapitel 1.2 aus R. Sedgewick, K. Wayne: Einführung in die Programmierung mit Java. 2011, Pearson Studium.

Datentypen

- Programme verarbeiten Informatinen in Form von Daten
- Art der Daten wird durch den entsprechenden **Datentyp** festgelegt
- Ein Datentyp hat einen Wertebereich und eine dazugehörige Menge an Operationen
- *Beispiel:*
  - Texte und Zeichenfolgen als String; können z.B. zusammengefügt oder in Großbuchstaben umgewandelt werden
  - Messwerte als Zahlen; können z.B. addiert, multipliziert, verglichen werden

Begriffsklärung: Wert

Werte (engl. *values*) in Java sind

- elementare Daten (Zahlen, Wahrheitswerte, Zeichen, ...)
- Referenzen auf Objekte ($\Rightarrow$ Vorlesung zum Thema "Objekte")

Wie für abstrakte Objekte oder Begriffe typisch, besitzen Werte

- keinen Ort,
- keine Lebensdauer,
- keinen veränderbaren Zustand,
- kein Verhalten.

Begriffsklärung: Typ

Ein **Typ** (engl. *type*) charakterisiert Werte, auf denen die gleichen Operationen zulässig sind.

Typisierte Sprachen besitzen ein Typsystem, das für jeden Wert festlegt, von welchem Typ er ist.

Bemerkungen

- Wir betrachten zunächst die Basisdatentypen und elementare Operatoren für Elemente dieser Datentypen, wie man sie in jeder Programmier-, Spezifikations- und Modellierungssprache findet.
- Die Basisdatentypen (engl. *basic / primitive data types*) bilden die Grundlage zur Definition weiterer Typen und Datenstrukturen.

Ganze Zahlen / Integer I

Dem Typbezeichner `int` ist in Java eine Wertemenge zugeordnet, die die ganzen Zahlen von -2147483648 bis 2147483647 enthält.

Typbezeichner	`int`
Werte	ganzen Zahlen von -2^{31} bis $2^{31}-1$
Typische Literale	`1, 0, -99`
Operationen	`+` (Addition) `-` (Subtraktion) `*` (Multiplikation) `/` (Division) `%` (Modulo)

Ganze Zahlen / Integer II

Beispiele:

5 - 3	2	
5 / 3	1	Ganzzahlige Division!
5 % 3	2	
1 / 0		Laufzeitfehler
3 - 5 - 4	-6	Linksassoziativ
3 - (5 - 4)	2	
3 * 5 - 4	11	Priorität
2147483647 + 1	-2147483648	Überlauf!

- Innerhalb der Wertemenge sind die Operatoren auf beschränkten ganzen Zahlen gleich mit den üblichen mathematischen Operatoren.
- Außerhalb der Wertemenge ist ihr Verhalten nicht definiert.
- Weitere Datentypen für ganze Zahlen: `long` (64-bit Integer), `short` (16-bit Integer), `byte` (8-bit Integer)

Gleitkommazahlen I

Dem Typbezeichner `double` ist in Java die (endliche!) Wertemenge der Gleitkommazahlen zugeordnet.

Typbezeichner	`double`
Werte	reelle Zahlen (nach IEEE-Standard 754)
Typische Literale	`3.1415, 1.98e20, -1.0`
Operationen	`+` (Addition) `-` (Subtraktion) `*` (Multiplikation) `/` (Division)

Gleitkommazahlen II

Beispiele:

3.14 + .03	3.17
5.0 / 3.0	1.6666666666666667
1.0 / 0.0	`Infinity`

- Die ganzen Zahlen sind in der Programmierung keine Teilmenge der reellen Zahlen!
- Keine exakten Berechnungen möglich
- Näherung an reelle Zahlen, aber nur endliche Darstellung ⇒ Präzision!
- Spezielle Werte: `Infinity` (wenn Darstellung zu groß), `NaN` (not a number; wenn Berechnung undefiniert)
- Weiterer Datentyp für Gleitkommazahlen: `float` (32-bit Gleitkommazahlen)

Boolesche Werte I

Dem Typbezeichner `boolean` ist die Wertemenge der Wahrheitswerte $\{true, false\}$ zugeordnet.

Typbezeichner	`boolean`
Werte	wahr, falsch
Literale	`true`, `false`
Operationen	`&&` (Und) `||` (Oder) `!` (Nicht)

Boolesche Werte II

Semantik der Operationen:

- `a && b` ist `true`, wenn beide Operanden `true` sind; sonst `false`
- `a || b` ist `false`, wenn beide Operanden `false` sind; sonst `true`
- `!a` ist `true`, wenn `a` `false` ist; und `false`, wenn `true` ist

Frage: Zu welchen Werten ergeben sich folgende Ausdrücke?

```
7 >= 45 == true
sein || !sein
```

für geeignete Variable `sein`

Vergleichsoperatoren

Die folgenden Operatoren vergleichen primitive numerische Werte *gleichen Typs* miteinander und liefern als Ergebnis einen boolschen Wert.

`==`	Gleichheit
`!=`	Ungleichheit
`>, >=`	größer bzw. größer gleich
`<, <=`	kleiner bzw. kleiner gleich

Begriffsklärung: Überladen I

Wenn unterschiedliche Funktionen oder andere Programmelemente den gleichen Bezeichner haben, spricht man vom **Überladen** des Bezeichners (engl. *overloading*).

Wie in den obigen Datentypen gezeigt, können Operatorbezeichner in Java **überladen** werden, d.h. in Abhängigkeit vom Typ ihrer Argumente bezeichnen sie unterschiedliche Funktionen.
Beispiele:

- + arbeitet z.B. auf `int` und `double`
- == arbeitet z.B. auf `int` und `boolean`

Strings I

Dem Typbezeichner `String` ist in Java die Wertemenge der Zeichenketten zugeordnet.

Typbezeichner	`String`
Werte	Zeichenketten, Text
Literale	`"Hallo", "Die 7 Zwerge",`
Operation	+ (Konkatenation, Verkettung)

Strings II

Beispiele:

`"Hello, "+ "World!"`	`"Hello, World!"`
`"12 "+ "34"`	`"12 34"`
`"12"+ "34"`	`"1234"`
`"Die "+ 7 + SZwerge"`	`"Die 7 Zwerge"`

- Wenn primitive Datentypen mit einem String konkateniert werden, werden sie automatisch in Strings umgewandelt.
- Strings sind in Java keine primitiven Datentypen, jedoch in die Sprachdefinition fest integriert.
- Strings können auf der Kommandozeile direkt ausgegeben oder auch von dort eingelesen werden.

Zu welchen Werten ergeben sich folgende Ausdrücke?

`"4" + "5"`	ergibt sich zu
`"" + 9 + 7`	ergibt sich zu
`"7" + "+" + "5"`	ergibt sich zu

Praxisbeispiel: Schaltjahre

Wann ist ein Jahr ein Schaltjahr?

Bestimme für eine eingegebene Jahreszahl,
ob es sich um ein Schaltjahr handelt!

Aus Wikipedia-Artikel *Schaltjahr*:

- Die durch 4 ganzzahlig teilbaren Jahre sind Schaltjahre. [...]
- Die durch 100 ganzzahlig teilbaren Jahre (z.B. 1700, 1800, 1900, 2100 und 2200) sind keine Schaltjahre. [...]
- Schließlich sind die ganzzahlig durch 400 teilbaren Jahre doch Schaltjahre. Damit sind 1600, 2000, 2400, ... jeweils wieder Schaltjahre.

  [...]

Implementierung: Schaltjahr.java

```
public class Schaltjahre {
  public static void main(String[] args) {
    String eingabe;
    int jahr;
    boolean istSchaltjahr;

    eingabe = args[0];
    jahr = Integer.parseInt(eingabe);

    istSchaltjahr = (jahr % 4 == 0) && (jahr % 100 != 0);
    istSchaltjahr = istSchaltjahr || (jahr % 400 == 0);

    System.out.println(istSchaltjahr);
  }
}
```

Bezeichner in Java

Variablen werden über **Bezeichner** (engl. *identifier*) referenziert.

Für Bezeichner muss in Java gelten:

- Bezeichner bestehen aus beliebig vielen Unicode-Zeichen (insbesondere Buchstaben, Ziffern und Unterstrich _).
- Sie starten nicht mit einer Ziffer.
- Bezeichner dürfen nicht mit Schlüsselwörtern oder Konstanten übereinstimmen.
- Bezeichner sind *case-sensitive*, d.h. es wird zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden.

Variablendeklarationen

Eine Variablendeklaration hat in Java die Form:

```
<Typbezeichner>  <Variablenbezeichner> ;
```

Sie definiert eine neue Variable vom angegebenen Typ mit dem angegebenem Bezeichner.

Beispiele:

```
int a;
boolean b;
double meineGleitkommavariable;
```

Zuweisungen

Syntax in Java:

```
<Variable>  =  <Ausdruck> ;
```

Semantik:
Werte den Ausdruck aus und weise das Ergebnis der Variablen zu.

Beispiele:

```
a = 27 % 23;
b = true;
meineGleitkommavariable = 3.14;
```

Sprechweise:
"Variable `b` ergibt sich zu `true`" oder "Variable `b` wird `true` zugewiesen".

Begriffsklärung: Ausdruck I

Ausdrücke sind das Sprachmittel zur Beschreibung von Werten.

Ein **Ausdruck** (engl. **expression**) in Java ist (u.a.)

- ein Literal,
- ein Bezeichner (Variable, Name),
- die Anwendung einer Operation auf einen oder mehrere Ausdrücke,
- oder aufgebaut aus Sprachmitteln, die erst später behandelt werden.

Begriffsklärung: Ausdruck II

Jeder Ausdruck hat einen Typ:

- Der Typ eines Literals ergibt sich aus dem Wertebereich.
- Der Typ eines Bezeichners ergibt sich aus dem Wert, den er bezeichnet.
- Der Typ einer Operation ist der Ergebnistyp der Operation.

Präzedenzregeln I

Wenn Ausdrücke nicht vollständig geklammert sind, ist im Allg. nicht klar, wie ihr Syntaxbaum aussieht und wie die Auswertung zu erfolgen hat.

Beispiele:

```
3 == 5 == true
false == true || true
false && true || true
```

Präzedenzregeln II

Präzedenzregeln legen fest, wie Ausdrücke zu strukturieren sind:

- Am stärksten binden unäre Operatoren in Präfixform.
- Binäre Infix-Operatoren in Java sind (in der Regel) linksassoziativ.
- Präzedenzregeln für Infix-Operatoren:
  - `*, / ,\%` binden stärker als + und -
  - `!` bindet stärker als `&&`, und `&&` stärker als `||`
- Boolsche Operatoren `&&` und `||` sind nicht-strikt.

Eingabe/Ausgabe

In unseren Beispielen verwenden wir zunächst die Eingabe auf Kommandozeilenebene bei Programmstart.

- Das erste Argument ist in der `main`-Methode unter `args[0]` verfügbar; das zweite Argument unter `args[1]` verfügbar, etc.
- Da die Argumente als `String`-Werte übergeben werden, müssen sie evtl. in einen anderen Datentyp umgewandelt werden (⇒ siehe "Explizite Typumwandlung")
- Beispiel: Compilieren und Ausführen von `LeapYear` mit Parameter

```
> javac Schaltjahr.java
> java Schaltjahr 2004
true
> java Schaltjahr 1900
false
```

- Fehlt der Parameter beim Aufruf, wird ein Fehler ausgegeben!

Typumwandlungen: Explizite Typumwandlung

- Bisweilen muss man Werte eines Types in einen anderen Typen umwandeln.
- Zur Umwandlung von Strings in numerische Werte gibt es spezielle Bibliotheksmethoden:

`int Integer.parseInt(String s)`	Wandelt `s` in `int`-Wert um
`double Double.parseDouble(String s)`	Wandelt `s` in `double`-Wert um
`boolean Boolean.parseBoolean(String s)`	Wandelt `s` in `boolean`-Wert um

Typumwandlungen: Expliziter Cast

- Java bietet integrierte Typumwandlung für primitive Datentypen
- **Achtung: Informationsverlust**
- Auf Klammerung achten, da Casts stärker binden als arithmetische Operationen
- *Beispiel:* `(int)2.71828` ergibt den `int`-Wert `2`

- Hinweis: Runden mittels der Bibliotheksfunktion
  `long Math.round(double d)` und explizitem Cast von `long` auf `int`
  Beispiel: `(int) Math.round(2.71828)` liefert `3`

Typumwandlungen: Automatische Promotion für Zahlen

- Daten von primitiven numerischen Typen können in einem Kontext verwendet werden, wenn in dem ein Wert eines Datentyps verwendet wird, der einen größeren Wertebereich abdeckt $\Rightarrow$ kein Informationsverlust!
- *Beispiel:* Bei der Auswertung von `4.0 * 3` wird `3` zunächst automatisch in einen `double`-Wert umgewandelt, dannach wird die Multiplikation auf `double` durchgeführt
- *Beispiel:* Bei der Auswertung von `"Ocean's " + 11` wird `11` zunächst automatisch in einen `String`-Wert umgewandelt, dannach wird die Konkatenation auf `String` durchgeführt

Zusammenfassung

- Compilieren und Ausführen von Java-Programmen
- Integrierte Datentypen
  - Primitive Datentypen (`int`, `double`, `boolean`)
  - Strings
- Ausdrücke
- Variablen: Deklaration und Zuweisung
- Typkonversion