Selektion (bedingte Auswahl):

```
int x, y, result;
x = read();
y = read();
if (x > y)
    result = x - y;
else
    result = y - x;
write(result);
```

- Zuerst wird die Bedingung ausgewertet.
- Ist sie erfüllt, wird die nächste Operation ausgeführt.
- Ist sie nicht erfüllt, wird die Operation nach dem `else` ausgeführt.

Beachte:

- Statt aus einzelnen Operationen können die Alternativen auch aus Statements bestehen:

```
int x;
x = read();
if (x == 0)
    write(0);
else if (x < 0)
    write(-1);
else
    write(+1);
```

- ... oder aus (geklammerten) Folgen von Operationen und Statements:

```
int x, y;
x = read();
if (x != 0) {
    y = read();
    if (x > y)
        write(x);
    else
        write(y);
} else
    write(0);
```

- ... eventuell fehlt auch der `else`-Teil:

```
int x, y;
x = read();
if (x != 0) {
    y = read();
    if (x > y)
        write(x);
    else
        write(y);
}
```

Auch mit Sequenz und Selektion kann noch nicht viel berechnet werden ... :-(

Iteration (wiederholte Ausführung):

```
int x, y;
x = read();
y = read();
while (x != y)
    if (x < y)
        y = y - x;
    else
        x = x - y;
write(x);
```

- Zuerst wird die Bedingung ausgewertet.
- Ist sie erfüllt, wird der Rumpf des `while`-Statements ausgeführt.
- Nach Ausführung des Rumpfs wird das gesamte `while`-Statement erneut ausgeführt.
- Ist die Bedingung nicht erfüllt, fährt die Programm-Ausführung hinter dem `while`-Statement fort.

Jede (partielle) Funktion auf ganzen Zahlen, die überhaupt berechenbar ist, läßt sich mit Selektion, Sequenz, Iteration, d.h. mithilfe eines MiniJava-Programms berechnen :-)

Beweis:

↑ Berechenbarkeitstheorie.

Idee:

Eine Turing-Maschine kann alles berechnen...

Versuche, eine Turing-Maschine zu simulieren!

MiniJava-Programme sind ausführbares Java.

Man muss sie nur geeignet dekorieren :-)

MiniJava-Programme sind ausführbares Java.

Man muss sie nur geeignet dekorieren :-)

Beispiel: Das GGT-Programm

```
int x, y;
x = read();
y = read();
while (x != y)
    if (x < y)
        y = y - x;
    else
        x = x - y;
write(x);
```

Daraus wird das Java-Programm:

```
public class GGT extends MiniJava {
    public static void main (String[] args) {

        int x, y;
        x = read();
        y = read();
        while (x != y)
            if (x < y)
                y = y - x;
            else
                x = x - y;
        write(x);

    }    // Ende der Definition von main();
}    // Ende der Definition der Klasse GGT;
```

Erläuterungen:

- Jedes Programm hat einen Namen (hier: GGT).
- Der Name steht hinter dem Schlüsselwort `class` (was eine Klasse, was `public` ist, lernen wir später ... :-)
- Der Datei-Name muss zum Namen des Programms "passen", d.h. in diesem Fall `GGT.java` heißen.
- Das MiniJava-Programm ist der Rumpf des Hauptprogramms, d.h. der Funktion `main()`.
- Die Programm-Ausführung eines Java-Programms startet stets mit einem Aufruf von dieser Funktion `main()`.
- Die Operationen `write()` und `read()` werden in der Klasse `MiniJava` definiert.
- Durch `GGT extends MiniJava` machen wir diese Operationen innerhalb des GGT-Programms verfügbar.

Die Klasse `MiniJava` ist in der Datei `MiniJava.java` definiert:

```
import javax.swing.JOptionPane;
import javax.swing.JFrame;
public class MiniJava {
   public static int read () {
        JFrame f = new JFrame ();
        String s = JOptionPane.showInputDialog (f, "Eingabe:");
        int x = 0; f.dispose ();
        if (s == null) System.exit (0);
        try { x = Integer.parseInt (s.trim ());
        } catch (NumberFormatException e) { x = read (); }
        return x;
   }
   public static void write (String x) {
        JFrame f = new JFrame ();
        JOptionPane.showMessageDialog (f, x, "Ausgabe",
            JOptionPane.PLAIN_MESSAGE);
        f.dispose ();
   }
   public static void write (int x) { write (""+x); }
}
```

... weitere Erläuterungen:

- Die Klasse `MiniJava` werden wir im Lauf der Vorlesung im Detail verstehen lernen :-)
- Jedes Programm sollte Kommentare enthalten, damit man sich selbst später noch darin zurecht findet!
- Ein Kommentar in Java hat etwa die Form:

```
// Das ist ein Kommentar!!!
```

- Wenn er sich über mehrere Zeilen erstrecken soll, kann er auch so aussehen:

```
/* Dieser Kommentar geht
   "uber mehrere Zeilen! */
```

Das Programm `GGT` kann nun übersetzt und dann ausgeführt werden:

```
seidl> javac GGT.java
seidl> java GGT
```

- Der Compiler javac liest das Programm aus den Dateien `GGT.java` und `MiniJava.java` ein und erzeugt für sie JVM-Code, den er in den Dateien `GGT.class` und `MiniJava.class` ablegt.
- Das Laufzeitsystem java liest die Dateien `GGT.class` und `MiniJava.class` ein und führt sie aus.

Achtung:

- MiniJava ist sehr primitiv.
- Die Programmiersprache Java bietet noch eine Fülle von Hilfsmitteln an, die das Programmieren erleichtern sollen. Insbesondere gibt es
- viele weitere Datenstrukturen (nicht nur `int`) und
- viele weitere Kontrollstrukturen.

... kommt später in der Vorlesung :-)

3 Syntax von Programmiersprachen

Syntax ("Lehre vom Satzbau"):

- formale Beschreibung des Aufbaus der "Worte" und "Sätze", die zu einer Sprache gehören;
- im Falle einer Programmier-Sprache Festlegung, wie Programme aussehen müssen.

Hilfsmittel bei natürlicher Sprache:

- Wörterbücher;
- Rechtschreibregeln, Trennungsregeln, Grammatikregeln;
- Ausnahme-Listen;
- Sprach-“Gefühl”.

Hilfsmittel bei Programmiersprachen:

- Listen von Schlüsselworten wie `if`, `int`, `else`, `while` ...
- Regeln, wie einzelne Worte (Tokens) z.B. Namen gebildet werden.

  Frage:
  Ist `x10` ein zulässiger Name für eine Variable?
  oder `_ab$` oder `A#B` oder `0A?B` ...
- Grammatikregeln, die angeben, wie größere Komponenten aus kleineren aufgebaut werden.

  Frage:
  Ist ein `while`-Statement im `else`-Teil erlaubt?

- Kontextbedingungen.

  Beispiel:
  Eine Variable muss erst deklariert sein, bevor sie verwendet wird.

$\Longrightarrow$ formalisierter als natürliche Sprache
$\Longrightarrow$ besser für maschinelle Verarbeitung geeignet

Semantik (“Lehre von der Bedeutung”):

- Ein Satz einer (natürlichen) Sprache verfügt zusätzlich über eine Bedeutung, d.h. teilt einem Hörer/Leser einen Sachverhalt mit (↑Information)

- Ein Satz einer Programmiersprache, d.h. ein Programm verfügt ebenfalls über eine Bedeutung :-)

Die Bedeutung eines Programms ist

- alle möglichen Ausführungen der beschriebenen Berechnung (↑operationelle Semantik); oder
- die definierte Abbildung der Eingaben auf die Ausgaben (↑denotationelle Semantik).

Die Bedeutung eines Programms ist

- alle möglichen Ausführungen der beschriebenen Berechnung (↑operationelle Semantik); oder
- die definierte Abbildung der Eingaben auf die Ausgaben (↑denotationelle Semantik).

Achtung!

Ist ein Programm syntaktisch korrekt, heißt das noch lange nicht, dass es auch das "richtige" tut, d.h. semantisch korrekt ist !!!

3.1 Reservierte Wörter

- `int`
  $\longrightarrow$ Bezeichner für Basis-Typen;
- `if`, `else`, `while`
  $\longrightarrow$ Schlüsselwörter aus Programm-Konstrukten;
- `(`,`)`, `"`,`'`, `{`,`}`, `,`,`;`
  $\longrightarrow$ Sonderzeichen.

3.2 Was ist ein erlaubter Name?

Schritt 1: Angabe der erlaubten Zeichen:

$$\text{letter} ::= \texttt{\$} \mid \texttt{\_} \mid \texttt{a} \mid \ldots \mid \texttt{z} \mid \texttt{A} \mid \ldots \mid \texttt{Z}$$

$$\text{digit} ::= \texttt{0} \mid \ldots \mid \texttt{9}$$

3.2 Was ist ein erlaubter Name?

Schritt 1: Angabe der erlaubten Zeichen:

$$\text{letter} \;::=\; \texttt{\$} \mid \texttt{\_} \mid \texttt{a} \mid \ldots \mid \texttt{z} \mid \texttt{A} \mid \ldots \mid \texttt{Z}$$

$$\text{digit} \;::=\; \texttt{0} \mid \ldots \mid \texttt{9}$$

- letter und digit bezeichnen Zeichenklassen, d.h. Mengen von Zeichen, die gleich behandelt werden.
- Das Symbol "$|$" trennt zulässige Alternativen.
- Das Symbol "$\ldots$" repräsentiert die Faulheit, alle Alternativen wirklich aufzuzählen :-)

Schritt 2: Angabe der Anordnung der Zeichen:

$$\text{name} \quad ::= \quad \text{letter} \; (\; \text{letter} \mid \text{digit} \;)^*$$

- Erst kommt ein Zeichen der Klasse letter, dann eine (eventuell auch leere) Folge von Zeichen entweder aus letter oder aus digit.
- Der Operator "*" bedeutet "beliebig ofte Wiederholung" ("weglassen" ist 0-malige Wiederholung :-).
- Der Operator "*" ist ein Postfix-Operator. Das heißt, er steht hinter seinem Argument.

Beispiele:

- ```
  _178
  Das_ist_kein_Name
  x
  _
  $Password$
  ```

... sind legale Namen :-)
  ```

- `5ABC`
  `!Hallo!`
  `x'`
  `-178`

... sind keine legalen Namen :-)

- ```
  5ABC
  !Hallo!
  x'
  -178
  ```

... sind keine legalen Namen :-)

Achtung:

Reservierte Wörter sind als Namen verboten !!!
  ```

3.3 Ganze Zahlen

Werte, die direkt im Programm stehen, heißen Konstanten.
Ganze Zahlen bestehen aus einem Vorzeichen (das evt. auch fehlt) und einer nichtleeren Folge von Ziffern:

sign	::=	+ | -
number	::=	sign ? digit digit*

3.3 Ganze Zahlen

Werte, die direkt im Programm stehen, heißen Konstanten.
Ganze Zahlen bestehen aus einem Vorzeichen (das evt. auch fehlt) und einer nichtleeren Folge von Ziffern:

$$\begin{array}{lcl} \text{sign} & ::= & \texttt{+} \mid \texttt{-} \\ \text{number} & ::= & \text{sign ? digit digit*} \end{array}$$

- Der Postfix-Operator "?" besagt, dass das Argument eventuell auch fehlen darf, d.h. einmal oder keinmal vorkommt.
- Wie sähe die Regel aus, wenn wir führende Nullen verbieten wollen?

Beispiele:

- `-17`
  `+12490`
  `42`
  `0`
  `-00070`

  ... sind alles legale `int`-Konstanten.

- `"Hello World!"`
  `-0.5e+128`

  ... sind keine `int`-Konstanten.

Ausdrücke, die aus Zeichen (-klassen) mithilfe von

| (Alternative)

* (Iteration)

(Konkatenation) sowie

? (Option)

... aufgebaut sind, heißen reguläre Ausdrücke[a] (↑Automatentheorie).

[a] Gelegentlich sind auch ϵ, d.h. das "leere Wort" sowie $\emptyset$, d.h. die leere Menge zugelassen.