II. Imperative und objektorientierte Programmierung

- 1. Grundelemente der Programmierung
- 2. Objekte, Klassen und Methoden
- 3. Rekursion und dynamische Datenstrukturen
- **4. Erweiterung von Klassen und fortgeschrittene Konzepte**

II.4. Erweiterungen von Klassen und fortgeschrittene Konzepte

- 1. Unterklassen und Vererbung
- 2. Abstrakte Klassen und Interfaces
- 3. Modularität und Pakete
- 4. Ausnahmen (Exceptions)
- 5. Generische Datentypen
- 6. Collections

Beziehungen zwischen Klassen

```
public class Stud {


 int key;
 int matrikelnr;
 Gender gend;
 String vorname, nachname;
```

```
public class Angestellt {


 String stellung;
 int key;
 Gender gend;
 String vorname, nachname;
```

```
public enum Gender {

   m, f, d

}
```

Beziehungen zwischen Klassen

```
public class Stud {


 int key;
 int matrikelnr;
 Gender gend;
 String vorname, nachname;


 public String toString () {
  String anrede = "";
  if (gend == Gender.m)
      anrede = "Herr ";
  else if (gend == Gender.f)
           anrede = "Frau ";
 return anrede + vorname +
          " " + nachname; }
...}
```

```
public class Angestellt {


 String stellung;
 int key;
 Gender gend;
 String vorname, nachname;


public String toString () {
  String anrede = "";
  if (gend == Gender.m)
      anrede = "Herr ";
  else if (gend == Gender.f)
           anrede = "Frau ";
 return anrede + vorname +
          " " + nachname; }
...}
```

Beziehungen zwischen Klassen

```
public class Stud {


 int key;
 int matrikelnr;
 Gender gend;
 String vorname, nachname;
```

```
public class Angestellt {


 String stellung;
 int key;
 Gender gend;
 String vorname, nachname;
```

```
public class Person {
   int key;
   Gender gend;
   String vorname, nachname;
```

Beziehungen zwischen Klassen

```
public class Stud {


 int key;
 int matrikelnr;
 Gender gend;
 String vorname, nachname;
```

```
public class Angestellt {


 String stellung;
 int key;
 Gender gend;
 String vorname, nachname;
```

```
public class Person {
   int key;
   Gender gend;
   String vorname, nachname;

public String toString () {
   String anrede = "";
   if (gend == Gender.m) anrede = "Herr ";
   else if (gend == Gender.f) anrede = "Frau ";
   return anrede + vorname + " " + nachname; }
...}
```

Beziehungen zwischen Klassen

```
public class Stud
extends Person {


 int matrikelnr;
...}
```

```
public class Angestellt
extends Person {

 String stellung;

...}
```

```
public class Person {
   int key;
   Gender gend;
   String vorname, nachname;

public String toString () {
   String anrede = "";
   if (gend = = Gender.m) anrede = "Herr ";
   else if (gend = = Gender.f) anrede = "Frau ";
   return anrede + vorname + " " + nachname; }
...}
```

Datentypanpassung und Zugriff

```
Stud s = new Stud ();
Angestellt a = new Angestellt ();
Person p;

 p = s;

 s = a;
IO.println (s.key + ", " + s.matrikelnr);
IO.println (p.key + ", " + p.matrikelnr);

 s = p;

 s = (Stud) p;
 if (p instanceof Stud)     s = (Stud) p;
 if (p instanceof Stud ps)  s = ps;
```

implizite Datentypanpassung

Verboten!

Verboten!

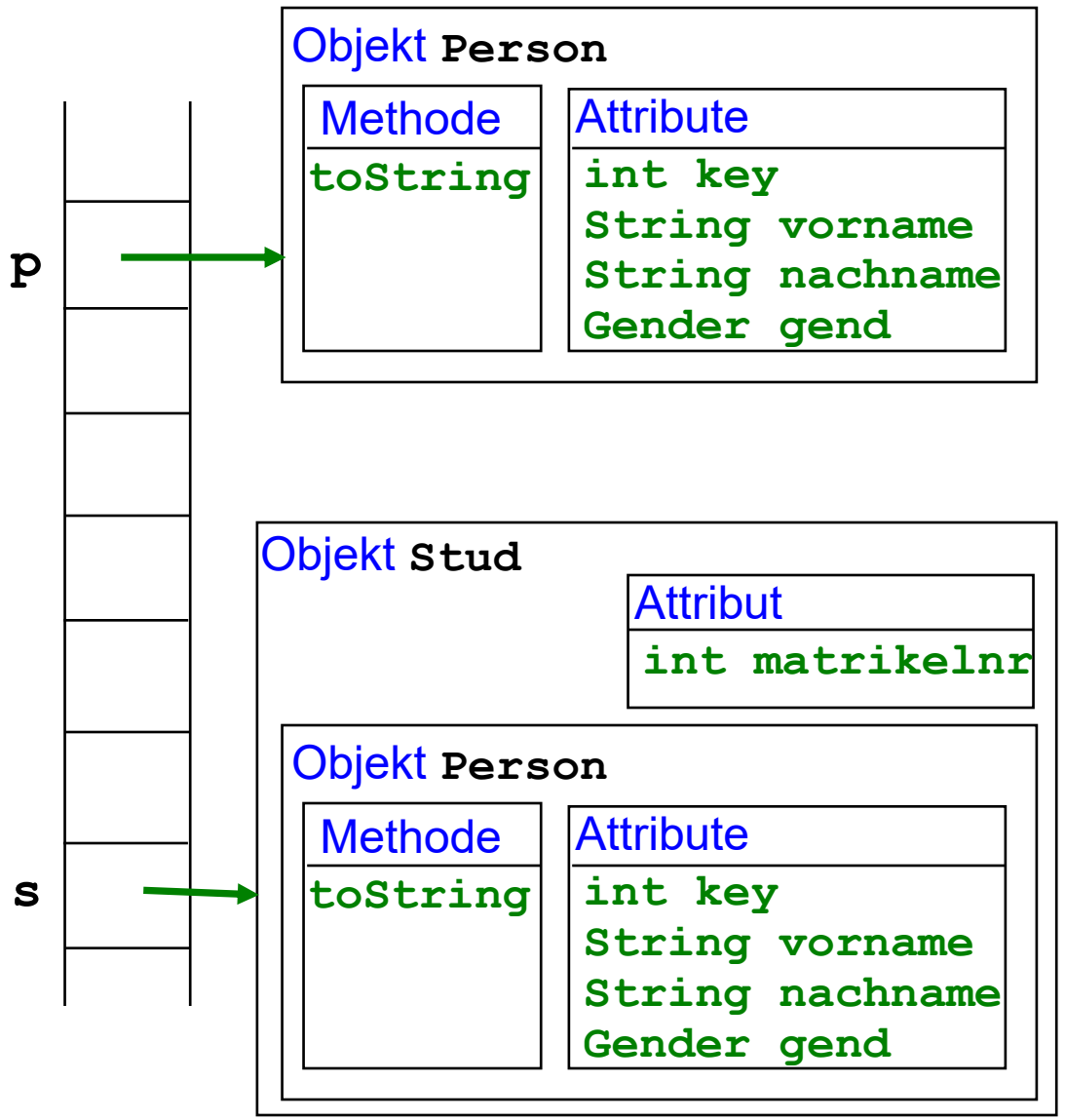
Verboten!

explizite Datentypanpassung

Type Pattern (Pattern Matching)

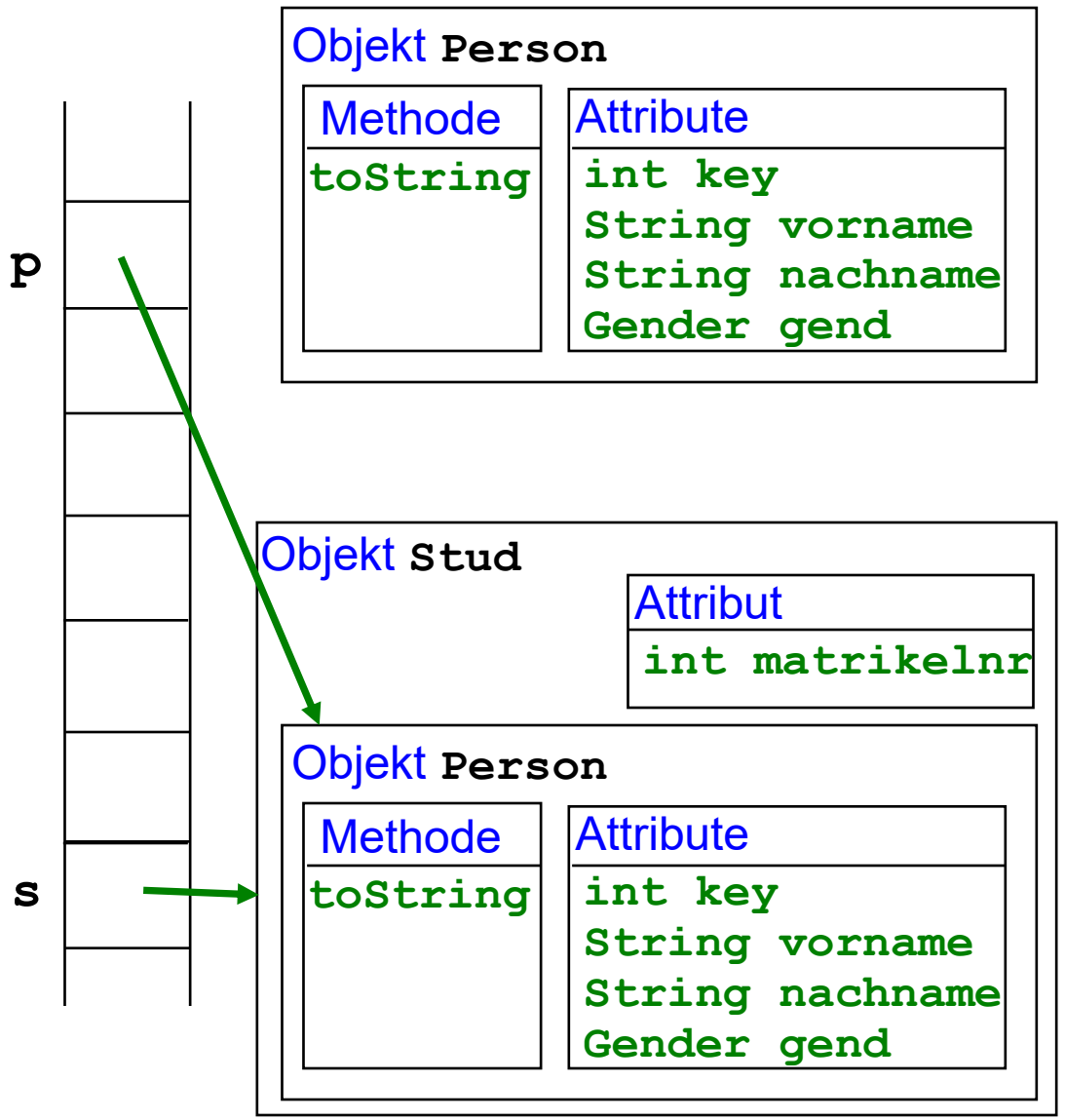
Objekte in Klassenhierarchien

```
Person p = new Person ();

Stud s = new Stud ();


p = s;


IO.println (s.key +
       ", " + s.matrikelnr);

IO.println (p.key +
       ", " + p.matrikelnr);


s = (Stud) p;
```



Objekte in Klassenhierarchien

```
Person p = new Person ();

Stud s = new Stud ();


p = s;


IO.println (s.key +
       ", " + s.matrikelnr);

IO.println (p.key +
       ", " + p.matrikelnr);


s = (Stud) p;
```



Konstruktoren in Klassenhierarchien

```
public class Person {

 int key;   Gender gend;
 String vorname, nachname;

 public Person () {

   key = Integer.parseInt(
      IO.readln("Key der Person: "));
   vorname = IO.readln("Vorname
                        der Person: ");
   nachname = IO.readln("Nachname
                        der Person: ");
   gend = ... ;

}

...
```

```
public class Stud
extends Person {

 int matrikelnr;

 public Stud  () {

  super ();
  matrikelnr = Integer.parseInt(
       IO.readln("Matrikelnr:  "));
}




...}
```

Konstruktoren in Klassenhierarchien

```
public class Person {

 ...

 public Person (int key) {
  this.key = key;
 }

 public Person (int key,
    String vorname, String
    nachname, Gender gend) {

  this.key = key;
  this.vorname = vorname;
  this.nachname = nachname;
  this.gend = ... ;
 }
...
```

```
public class Stud
extends Person {

...

 public Stud  (int key,
    String vorname, String
    nachname, Gender gend,
    int matrikelnr) {

  super (key, vorname,
         nachname, gend);

  this.matrikelnr =
                   matrikelnr;
 }
...
```

Stattdessen möglich:
`this (key);`

Konstruktoren in Klassenhierarchien

```
public class Person {

 ...

 public Person (String vorname, String nachname) {
  this (0, vorname, nachname, Gender.m);
 }

 public Person (int key,
    String vorname, String
    nachname, Gender gend) {

  this.key = key;
  this.vorname = vorname;
  this.nachname = nachname;
  this.gend = ... ;
 }
...
```

Konstruktoren in Klassenhierarchien

```
public class Person {

 int key;   Gender gend;
 String vorname, nachname;

 public Person () {

   key = Integer.parseInt(
      IO.readln("Key der Person: "));
   vorname = IO.readln("Vorname
                        der Person: ");
   nachname = IO.readln("Nachname
                        der Person: ");
   gend = ... ;

}

...
```

```
public class Stud
extends Person {

 int matrikelnr;

 public Stud  () {

   super ();
   matrikelnr = Integer.parseInt(
        IO.readln("Matrikelnr:  "));
}

...}
```

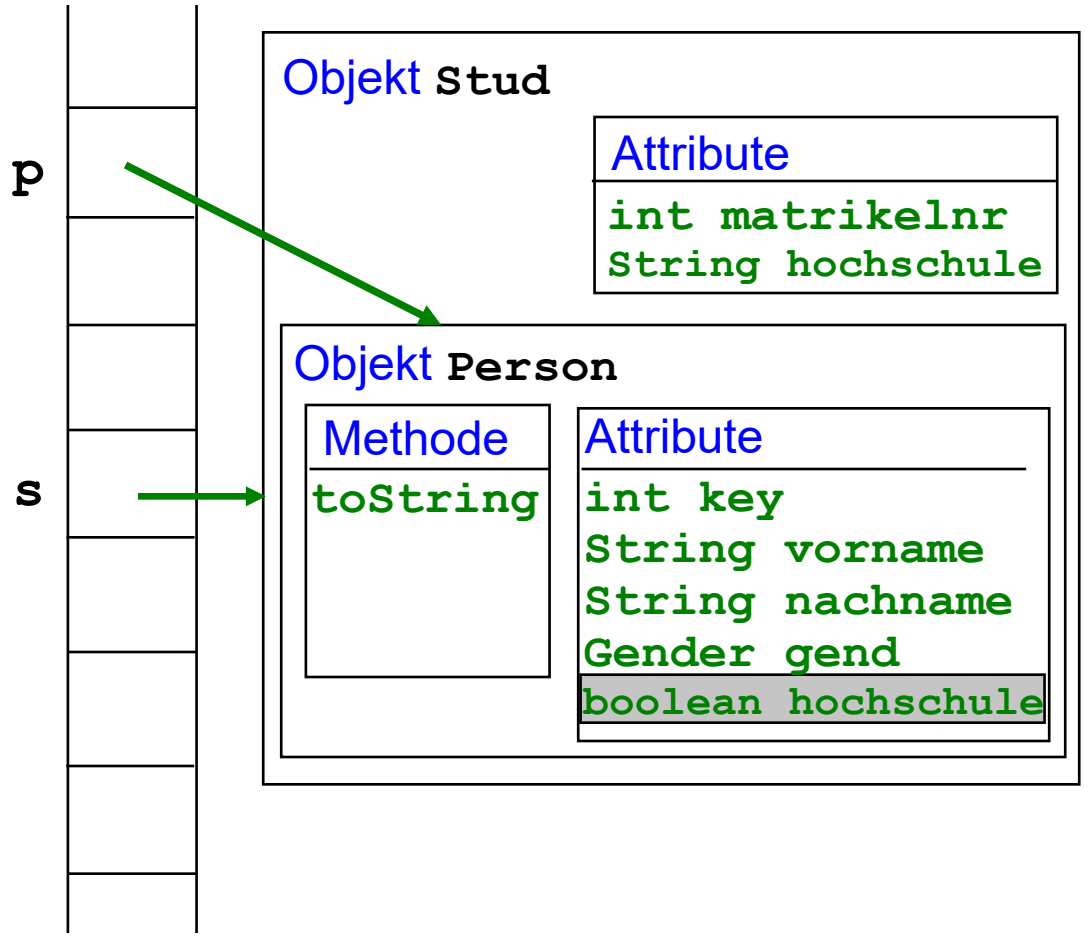
Wird automatisch ergänzt, falls man es weglässt.

Verdecken von Attributen

```
public class Person {

 int key;   Gender gend;
 String vorname, nachname;
 boolean hochschule;
 ...
```

```
public class Stud
extends Person {

 int matrikelnr;
 String hochschule;
 ...
```

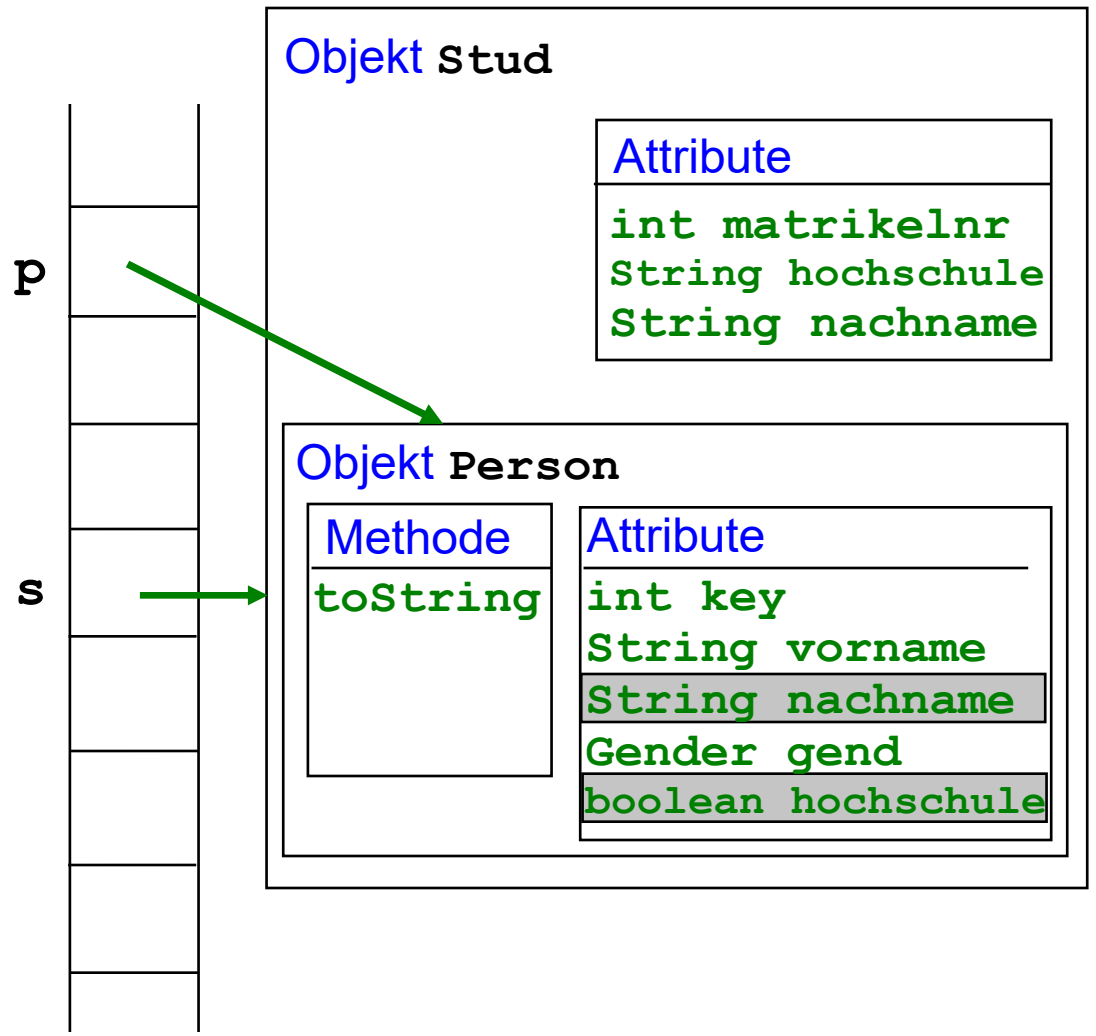
```
Stud s = new Stud ();
Person p = s;
p.hochschule = true;
s.hochschule = "RWTH";
```



Verdecken von Attributen

```
public class Stud
extends Person {

 int matrikelnr;
 String hochschule;
 String nachname;

 public Stud  () {
 super ();
 matrikelnr = Integer.parseInt(
      IO.readln("Matrikelnr:  "));
}
...
```

```
Stud s = new Stud ();
Person p = s;
```

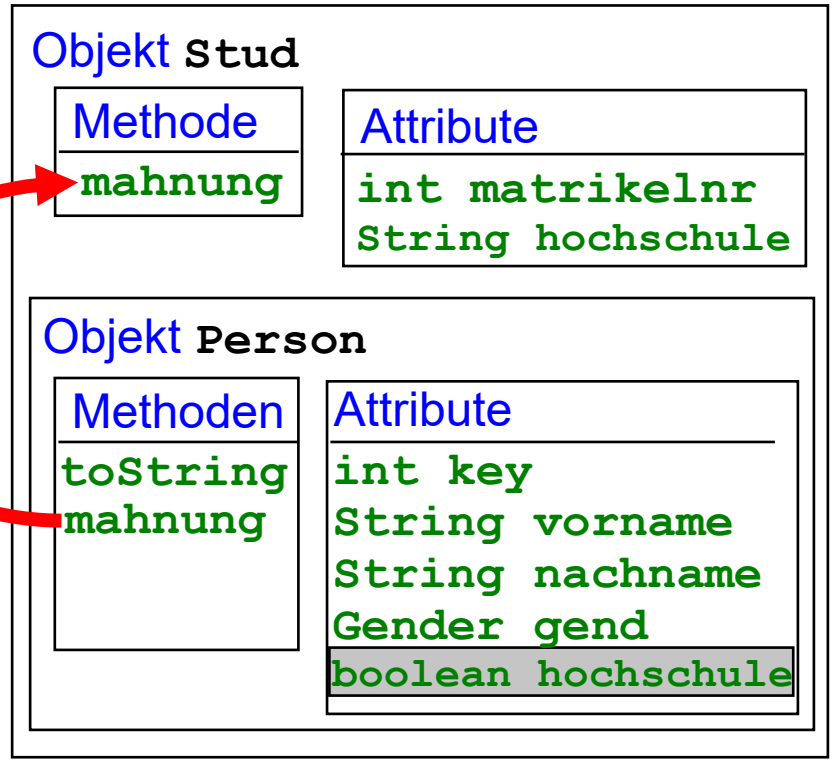



```
p.nachname == "Meier"      s.nachname == null
```

Überschreiben von Methoden

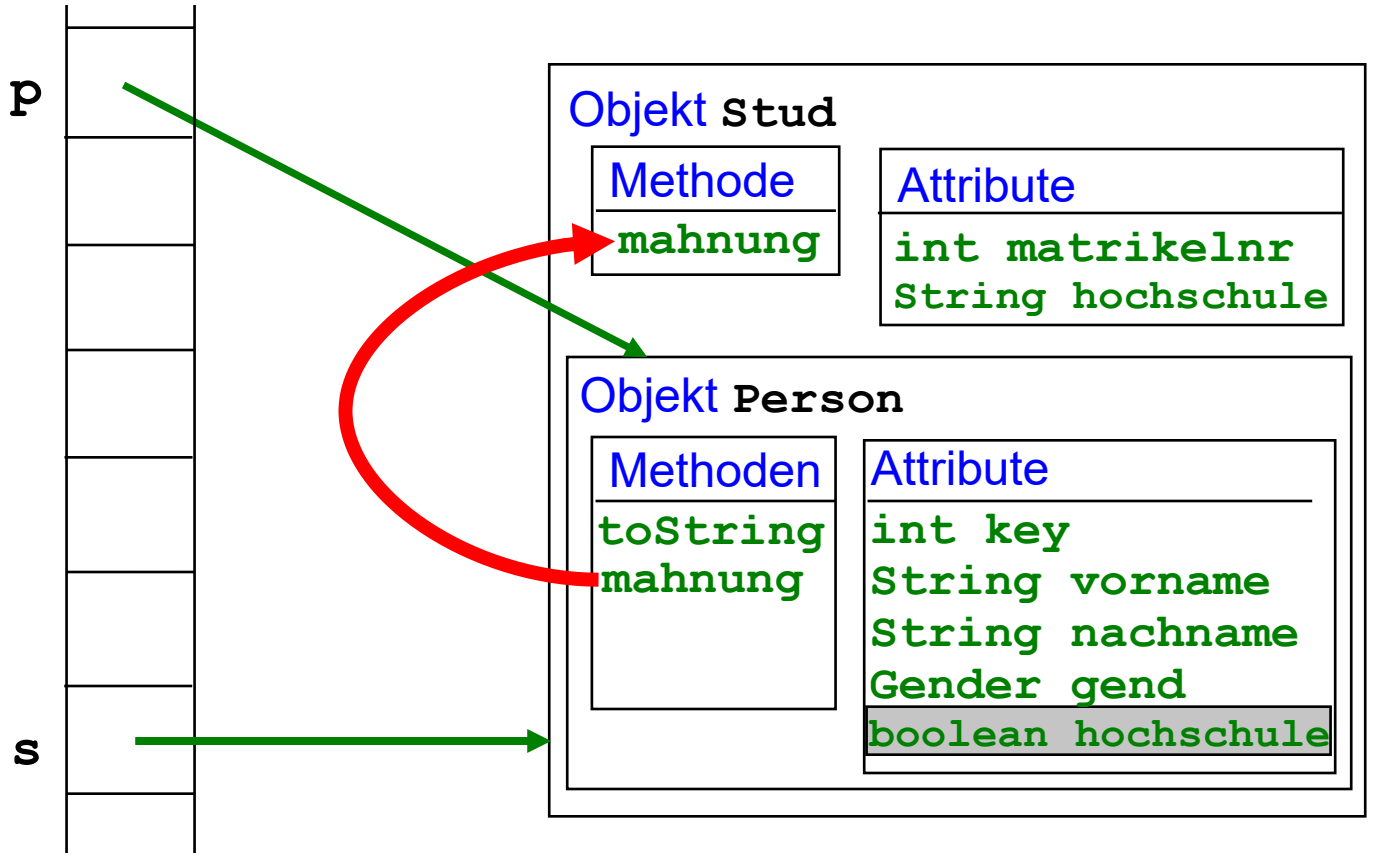
```
public class Person {

 void mahnung (int geb) {
 IO.println("Mitteilung an " + this +
                    "Mahngebuehr:" + geb);
 }
```

```
public class Stud extends Person {

 void mahnung (int geb) {
 IO.println("Mitteilung an " + this +
                    "Mahngebuehr:" + geb);

 IO.println("Mitteilung an " +
             "Studierendensekretariat:" +
             this + " noch nicht " +
             "exmatrikulieren");
}
```



Überschreiben von Methoden

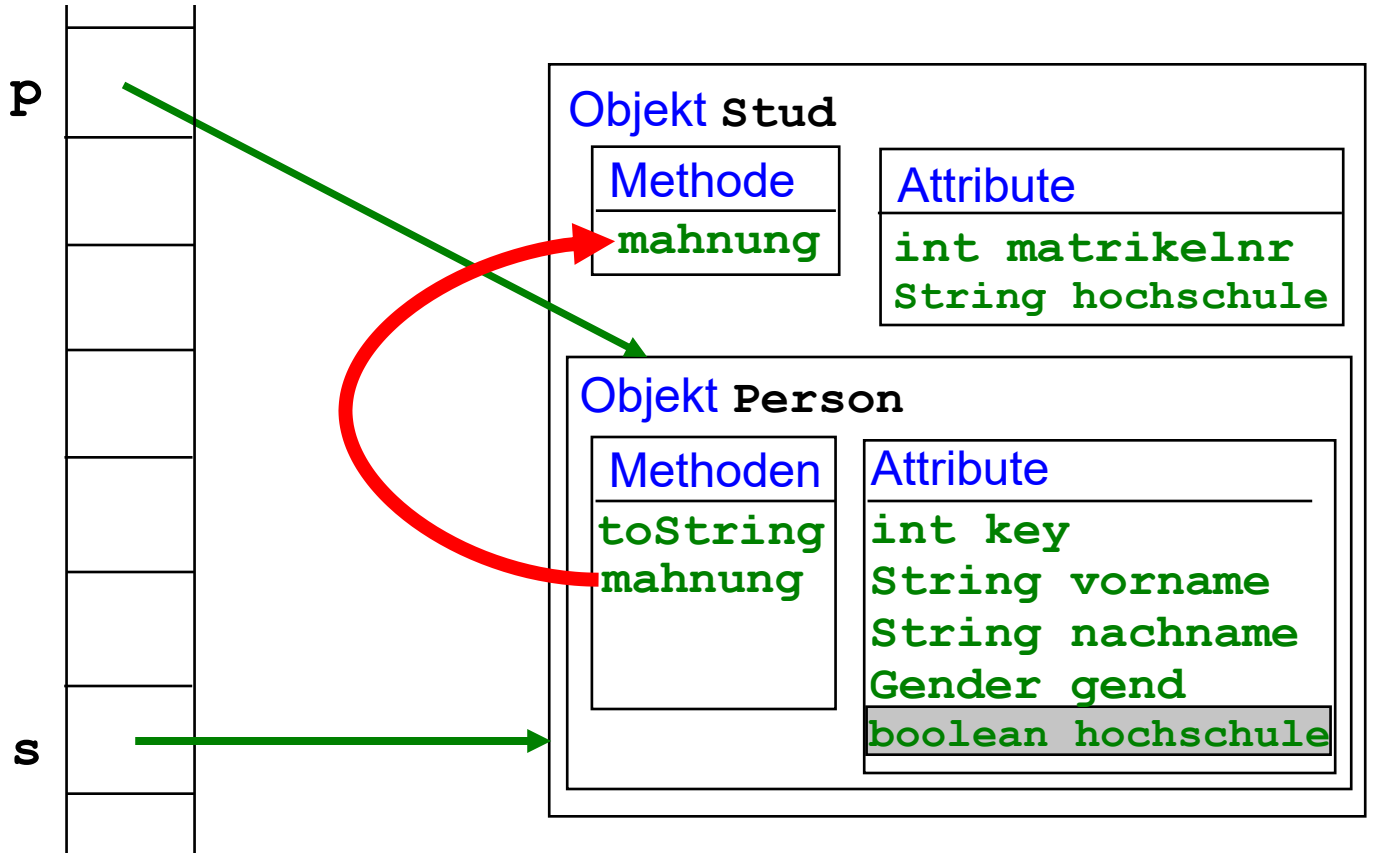
```
Stud s =
 new Stud ();

Person p = s;


s.mahnung (10);

p.mahnung (20);
```




```
Mitteilung an Frau Anna Meier
Mahngebuehr: 10
Mitteilung an Studierendensekretariat
Frau Meier noch nicht exmatrikulieren
```

Überschreiben von Methoden

```
Stud s =
 new Stud ();

Person p = s;


s.mahnung (10);

p.mahnung (20);
```




```
Mitteilung an Frau Anna Meier
Mahngebuehr: 20
Mitteilung an Studierendensekretariat
Frau Meier noch nicht exmatrikulieren
```

Verwendung überschriebener Methoden

```
public class Person {

 void mahnung (int geb) {...}

 static void sendeMahnungen (Person [] ausleiher, int geb) {

     for (Person p : ausleiher) {
          p.mahnung (geb);
     }
 }
```

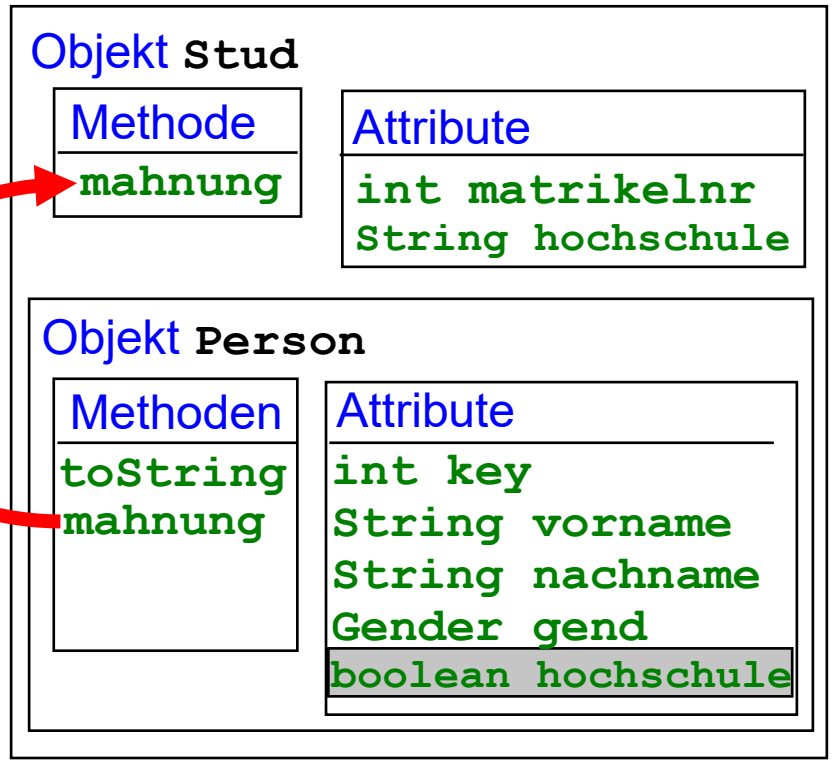
```
public class Stud extends Person {

 void mahnung (int geb) {...}
```

```
public class Angestellt extends Person {

 void mahnung (int geb) {...}
```

Finale Methoden

```
public class Person {

  final void mahnung (int geb) {
  IO.println("Mitteilung an " + this +
                     "Mahngebuehr:" + geb);
  }
```

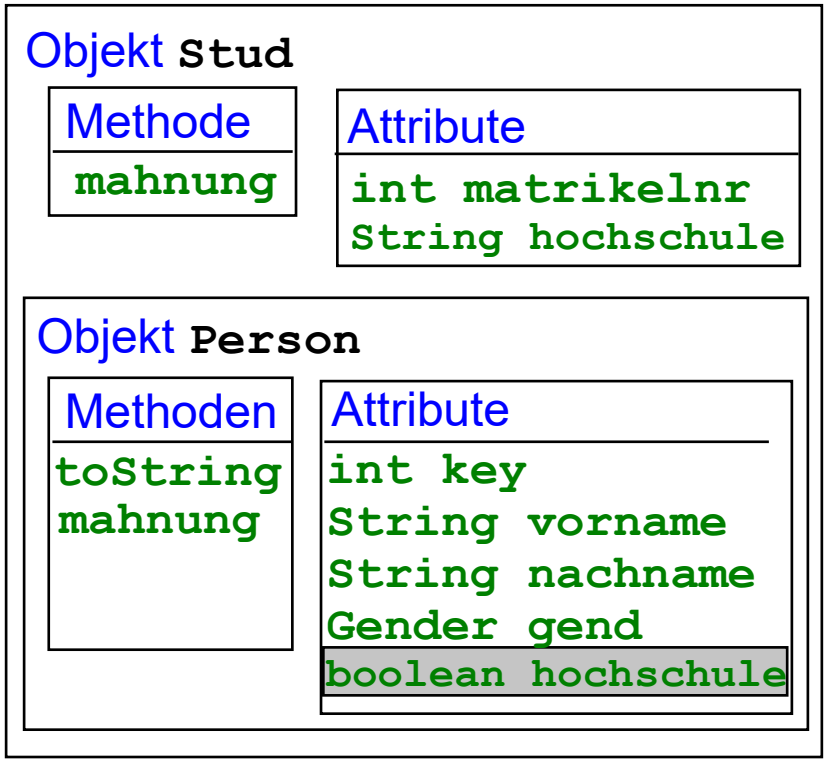
```
public class Stud extends Person {

  void mahnung (int geb) {
  IO.println("Mitteilung an " + this +
                     "Mahngebuehr:" + geb);

  IO.println("Mitteilung an " +
              "Studierendensekretariat:" +
              this + " noch nicht " +
              "exmatrikulieren");
}
```



Finale Methoden

```
public class Person {

  final void mahnung (int geb) {
 IO.println("Mitteilung an " + this +
                    "Mahngebuehr:" + geb);
 }
```

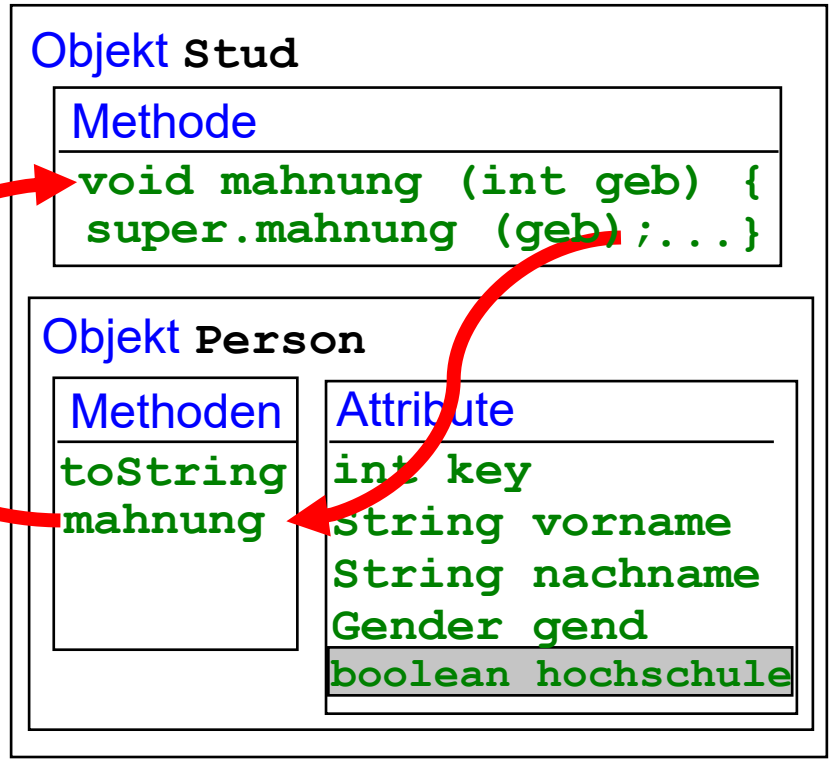
```
public class Stud extends Person {

  void mahnung (int geb) {
 IO.println("Mitteilung an " + this +
                    "Mahngebuehr:" + geb);

 IO.println("Mitteilung an " +
              "Studierendensekretariat:" +
              this + " noch nicht " +
              "exmatrikulieren");
}
```



Zugriff auf überschriebene Methoden

```
public class Person {

 void mahnung (int geb) {
 IO.println("Mitteilung an " + this +
                    "Mahngebuehr:" + geb);
 }
```

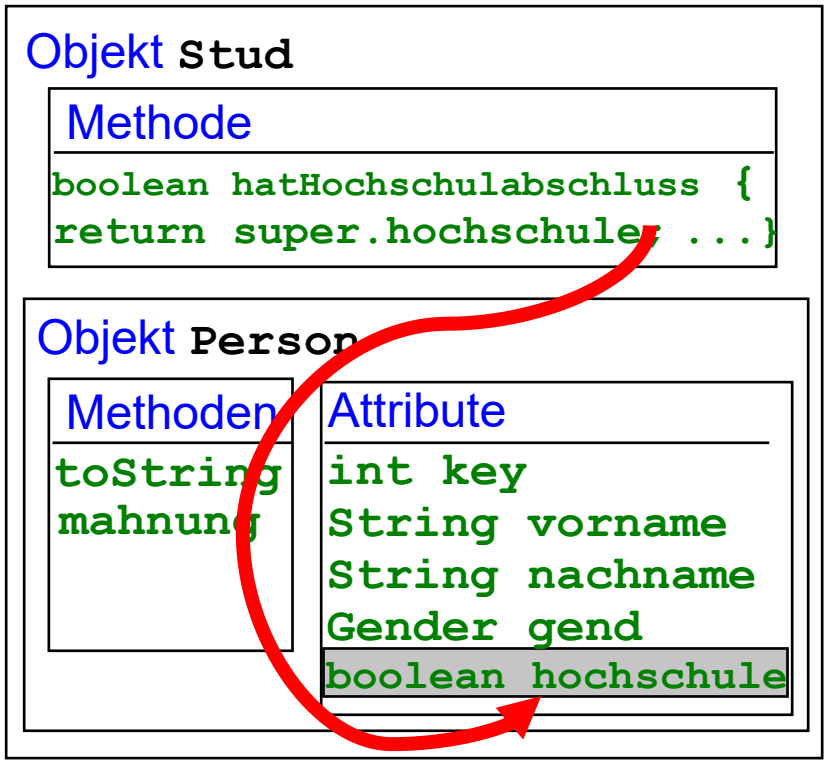
```
public class Stud extends Person {

 void mahnung (int geb) {

 super.mahnung (geb);


 IO.println("Mitteilung an " +
             "Studierendensekretariat:" +
             this + " noch nicht " +
             "exmatrikulieren");
}
```



Zugriff auf verdeckte Attribute

```
public class Person {

 int key;   Gender gend;
 String vorname, nachname;
 boolean hochschule;
```

```
public class Stud extends Person {

int matrikelnr;
String hochschule;

boolean hatHochschulabschluss () {

 return super.hochschule;

}
```

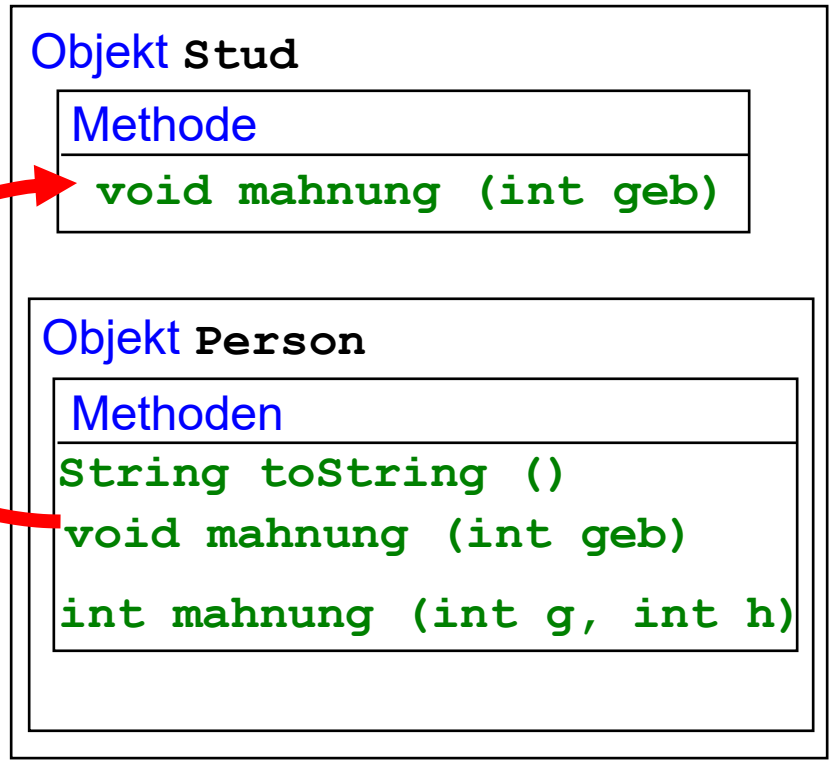


Überladen von Methoden

```
public class Person {

 void mahnung (int geb) { ... }

 int mahnung (int g, int h) {
  return g + h;
 }
```

```
public class Stud extends Person {

 void mahnung (int geb) { ... }
```

```
Stud s = new Stud ();
Person p = s;
gebuehr = p.mahnung(10, 5);

s.mahnung (gebuehr);
p.mahnung (gebuehr);
```



Zugriffsmodifikatoren

Einschränkung des Zugriffs auf Attribute und Methoden:

- **`private`:**

  Komponente nur innerhalb der Klasse bekannt

- **kein Schlüsselwort:**

  Komponente nur innerhalb des Pakets bekannt

- **`public`:**

  Komponente überall bekannt

Zugriffsmodifikatoren

Einschränkung des Zugriffs auf Attribute und Methoden:

- **`private`:**

  Komponente nur innerhalb der Klasse bekannt

- **kein Schlüsselwort:**

  Komponente nur innerhalb des Pakets bekannt

- **`protected`:**

  Komponente innerhalb des Pakets und in allen Unterklassen bekannt

- **`public`:**

  Komponente überall bekannt

Zugriffsmodifikatoren

```
public class Person {

 protected int key;
 protected Gender gend;
 protected String vorname, nachname;
 protected boolean hochschule;

 public void mahnung (int geb) {...}


...
```

```
public class Stud extends Person {
 protected int matrikelnr;
 protected String hochschule;

 public void mahnung (int geb) {...}


...
```

Sealed Classes

```
public sealed class Person permits Stud, Angestellt {

 protected int key;
 protected Gender gend;
 protected String vorname, nachname;
 protected boolean hochschule;

 public void mahnung (int geb) {...}

...
```

```
public    final    class Stud extends Person                    {

...}

public    final    class Angestellt extends Person              {

...}
```

`switch` mit Type Patterns

- **`switch`** für Klassen-Datentypen
- Fallunterscheidung anhand von Unterklassen
- **`case`** mit Type Patterns statt Konstanten
- **`switch`**-Ausdruck und **`switch`**-Anweisung mit Patterns: vollständige Fallunterscheidung
- guarded **`case`**-Labels möglich

Type Pattern

```
static void identifikation (Person p) {
 switch (p) {

  case Stud s        -> IO.print(p+" hat Matrikelnr "+s.matrikelnr);


  case Angestellt a -> IO.print(p + " hat Stellung " + a.stellung);
  default           -> IO.print(p + " weder Stud. noch angestellt");}}
```

`switch` mit Type Patterns

- **`switch`** für Klassen-Datentypen
- Fallunterscheidung anhand von Unterklassen
- **`case`** mit Type Patterns statt Konstanten
- **`switch`**-Ausdruck und **`switch`**-Anweisung mit Patterns: vollständige Fallunterscheidung
- guarded **`case`**-Labels möglich

Unbenannte Pattern-Variable

```
static void identifikation (Person p) {
 switch (p) {
  case null          -> IO.print("Aufruf mit null");
  case Stud _        -> IO.print(p+" studiert");


  case Angestellt _ -> IO.print(p + " ist angestellt");
  default           -> IO.print(p + " weder Stud. noch angestellt");}}
```

`switch` mit Type Patterns

- **`switch`** für Klassen-Datentypen
- Fallunterscheidung anhand von Unterklassen
- **`case`** mit Type Patterns statt Konstanten
- **`switch`**-Ausdruck und **`switch`**-Anweisung mit Patterns: vollständige Fallunterscheidung
- guarded **`case`**-Labels möglich

Unbenannte Pattern-Variable

```
static void identifikation (Person p) {
 switch (p) {
  case null          -> IO.print("Aufruf mit null");
  case Stud _, Angestellt _ -> IO.print(p+" ist an Uni");



  default            -> IO.print(p + " weder Stud. noch angestellt");}}
```

Record Patterns

```
public record Pair (Person p1, Person p2) {}

Object o;
if (o instanceof Pair pr) {
     Person p1 = pr.p1(); Person p2 = pr.p2();
     IO.println(p1); IO.println(p2); }
                        Stud
```

Type Pattern

Record Pattern

Unbenannter Pattern

- Schachtelung von Record Patterns

```
if (o instanceof Group(Pair(Stud p1, Person p2), _      )) {
     IO.println(p1); IO.println(p2); }
```

- Record Patterns und **switch**

```
switch (o) {
     case Group(Pair(Stud p1, Person p2), _ ) ->  ...
     ...                                                }
```