14 Abstrakte Klassen, finale Klassen, Interfaces

- Eine abstrakte Objekt-Methode ist eine Methode, für die keine Implementierung bereit gestellt wird.
- Eine Klasse, die abstrakte Objekt-Methoden enthält, heißt ebenfalls abstrakt.
- Für eine abstrakte Klasse können offenbar keine Objekte angelegt werden.
- Mit abstrakten Klassen können wir Unterklassen mit verschiedenen Implementierungen der gleichen Objekt-Methoden zusammenfassen.

Auswertung von Ausdrücken

```
1  public abstract class Expression {
2      private int value;
3      private boolean evaluated = false;
4      public int getValue() {
5          if (!evaluated) {
6              value = evaluate();
7              evaluated = true;
8          }
9          return value;
10     }
11     abstract protected int evaluate();
12 } // end of class Expression
```

- Die Unterklassen von `Expression` repräsentieren die verschiedenen Arten von Ausdrücken.
- Allen Unterklassen gemeinsam ist eine Objekt-Methode `evaluate()` — immer mit einer anderen Implementierung.

Abstrakte Methoden und Klassen

- Eine abstrakte Objekt-Methode wird durch das Schlüsselwort `abstract` gekennzeichnet.
- Eine Klasse, die eine abstrakte Methode enthält, muss selbst ebenfalls als `abstract` gekennzeichnet sein.
- Für die abstrakte Methode muss der vollständige Kopf angegeben werden — inklusive den Parametertypen und den (möglicherweise) geworfenen Exceptions.
- Eine abstrakte Klasse kann konkrete Methoden enthalten, hier: `int getValue()`.

Beispiel

- Die Methode `evaluate()` soll den Ausdruck auswerten.
- Die Methode `getValue()` speichert das Ergebnis in dem Attribut `value` ab und vermerkt, dass der Ausdruck bereits ausgewertet wurde.

Beispiel für einen Ausdruck:

```
1 public final class Const extends Expression {
2     private int n;
3     public Const(int x) { n = x; }
4     protected int evaluate() {
5         return n;
6     } // end of evaluate()
7 } // end of class Const
```

Das Schlüsselwort `final`

- Der Ausdruck `Const` benötigt ein Argument. Dieses wird dem Konstruktor mitgegeben und in einer privaten Variable gespeichert.
- Die Klasse ist als `final` deklariert.
- Zu als `final` deklarierten Klassen dürfen keine Unterklassen deklariert werden!!!
- Aus Sicherheits- wie Effizienz-Gründen sollten so viele Klassen wie möglich als final deklariert werden. . .
- Statt ganzer Klassen können auch einzelne Variablen oder Methoden als `final` deklariert werden.
- Finale Members dürfen nicht in Unterklassen umdefiniert werden.
- Finale Variablen dürfen zusätzlich nur initialisiert, aber nicht modifiziert werden $\Longrightarrow$ Konstanten.

Andere Ausdrücke

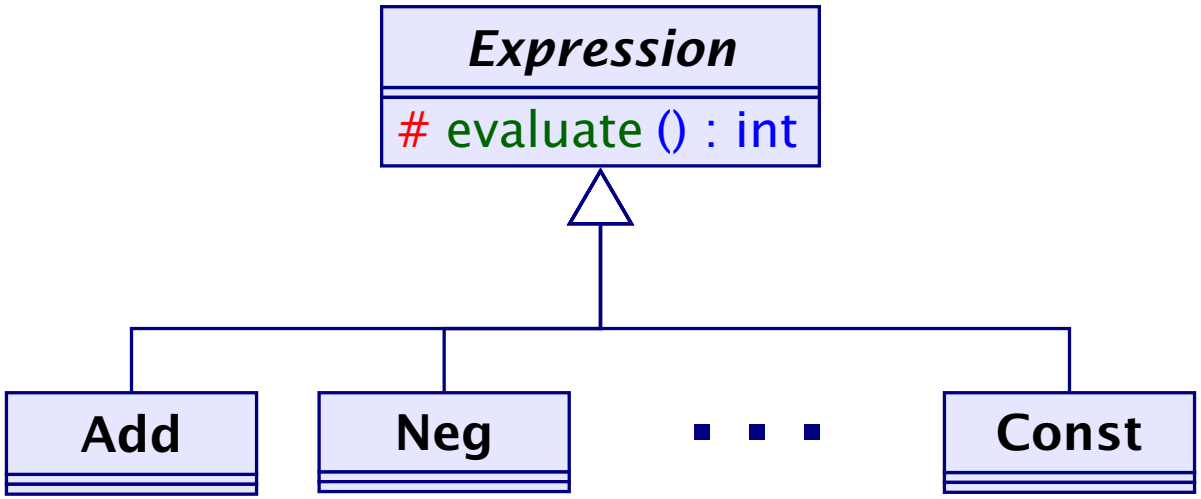
```
1  public final class Add extends Expression {
2      private Expression left, right;
3      public Add(Expression l, Expression r) {
4          left = l; right = r;
5      }
6      protected int evaluate() {
7          return left.getValue() + right.getValue();
8      } // end of evaluate()
9  } // end of class Add
10 public final class Neg extends Expression {
11     private Expression arg;
12     public Neg(Expression a) { arg = a; }
13     protected int evaluate() { return -arg.getValue(); }
14 } // end of class Neg
```

main()

```
1 public static void main(String[] args) {
2     Expression e = new Add (
3         new Neg (new Const(8)),
4         new Const(16));
5     System.out.println(e.getValue());
6 }
```

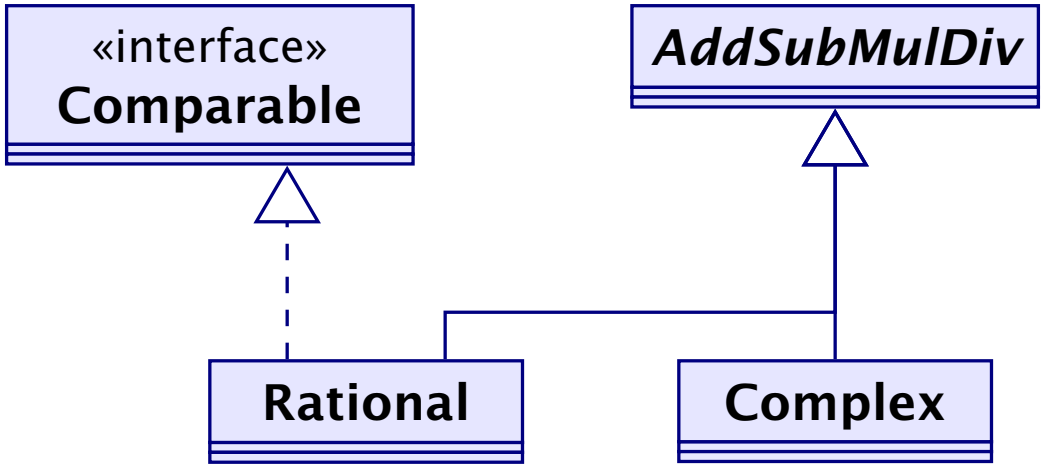
- Die Methode `getValue()` ruft eine Methode `evaluate()` sukzessive für jeden Teilausdruck von `e` auf.
- Welche konkrete Implementierung dieser Methode dabei jeweils gewählt wird, hängt von der konkreten Klasse des jeweiligen Teilausdrucks ab, d.h. entscheidet sich erst zur Laufzeit.
- Das nennt man auch dynamische Bindung.

Klassenhierarchie



Leider (zum Glück?) lässt sich nicht die ganze Welt hierarchisch organisieren...

Beispiel



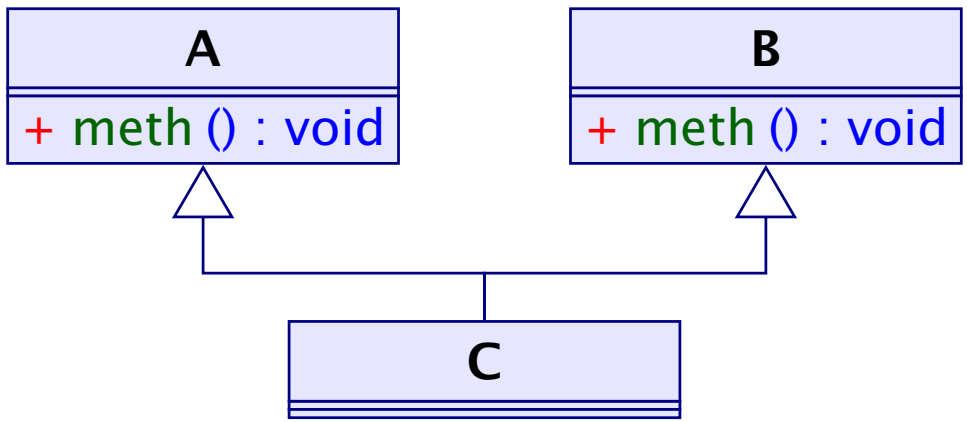
`AddSubMulDiv` = Objekte mit Operationen `add()`, `sub()` `mul()`, und `div()`

`Comparable` = Objekte, die eine `compareTo()`-Operation besitzen.

Mehrfachvererbung

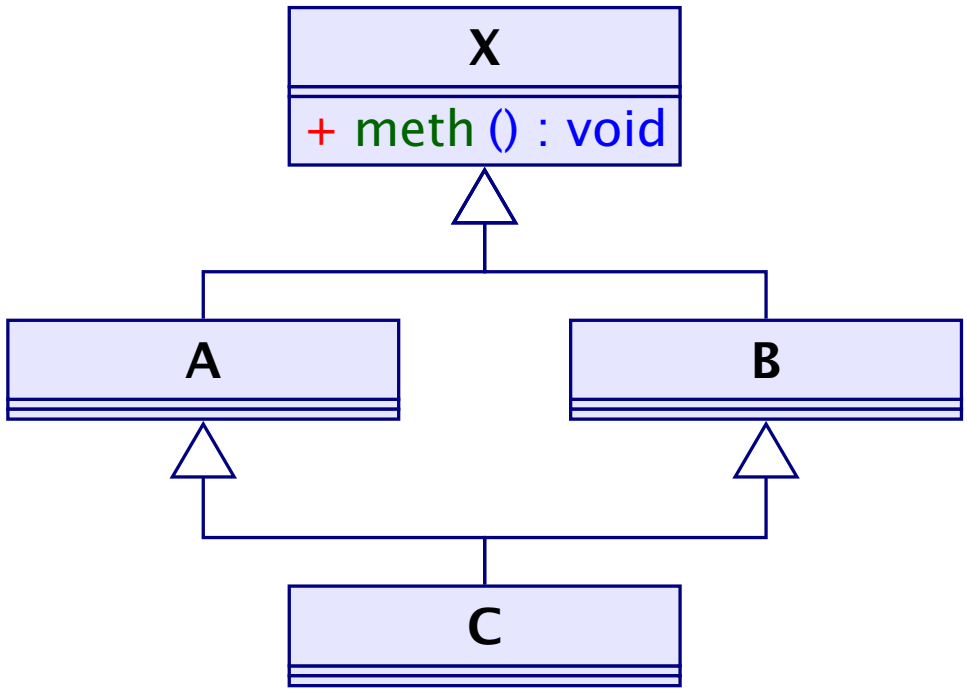
Mehrere direkte Oberklassen einer Klasse führen zu konzeptuellen Problemen:

- Auf welche Klasse bezieht sich `super`?
- Welche Objekt-Methode `meth()` ist gemeint, wenn mehrere Oberklassen `meth()` implementieren?



Mehrfachvererbung

- Welche Objekt-Methode `meth()` ist gemeint, wenn mehrere Oberklassen `meth()` implementieren? Insbesondere



deadly diamond of death

Interfaces

- Kein Problem entsteht, wenn die Objekt-Methode `meth()` in allen Oberklassen abstrakt ist,
- oder zumindest nur in maximal einer Oberklasse eine Implementierung besitzt.

Ein Interface kann aufgefasst werden als eine abstrakte Klasse, wobei:

- alle Objekt-Methoden abstrakt sind;
- es keine Klassen-Methoden gibt;
- alle Variablen Konstanten sind.

Beispiel

```
1 public interface Comparable {
2     int compareTo(Object x);
3 }
```

- `Object` ist die gemeinsame Oberklasse aller Klassen.
- Methoden in Interfaces sind automatisch Objektmethoden und `public`.
- Es muss eine Obermenge der in Implementierungen geworfenen Exceptions angegeben werden.
- Evt. vorkommende Konstanten sind automatisch `public static`.

Beispiel

```
1  public class Rational extends AddSubMulDiv
2                        implements Comparable {
3  private int zaehler, nenner;
4  public int compareTo(Object cmp) {
5      Rational fraction = (Rational) cmp;
6      long left  = (long)zaehler * (long)fraction.nenner;
7      long right = (long)nenner  * (long)fraction.zaehler;
8      return left == right ?  0:
9             left <  right ? -1:
10                            1;
11     } // end of compareTo
12     ...
13 } // end of class Rational
```

Erläuterungen

- `class A extends B implements B1, B2,...,Bk {...}` gibt an, dass die Klasse `A` als Oberklasse `B` hat und zusätzlich die Interfaces `B1, B2,...,Bk` unterstützt, d.h. passende Objektmethoden zur Verfügung stellt.
- Java gestattet maximal eine Oberklasse, aber beliebig viele implementierte Interfaces.
- Die Konstanten des Interface können in implementierenden Klassen direkt benutzt werden.
- Interfaces können als Typen für formale Parameter, Variablen oder Rückgabewerte benutzt werden.
- Darin abgelegte Objekte sind dann stets aus einer implementierenden Klasse.
- Expliziter Cast in eine solche Klasse ist möglich (und leider auch oft nötig).

Erläuterungen

- Interfaces können andere Interfaces erweitern oder gar mehrere andere Interfaces zusammenfassen.
- Erweiternde Interfaces können Konstanten umdefinieren...
- Kommt eine Konstante gleichen Namens `const` in verschiedenen implementierten Interfaces `A` und `B` vor, kann man sie durch `A.const` und `B.const` unterscheiden.

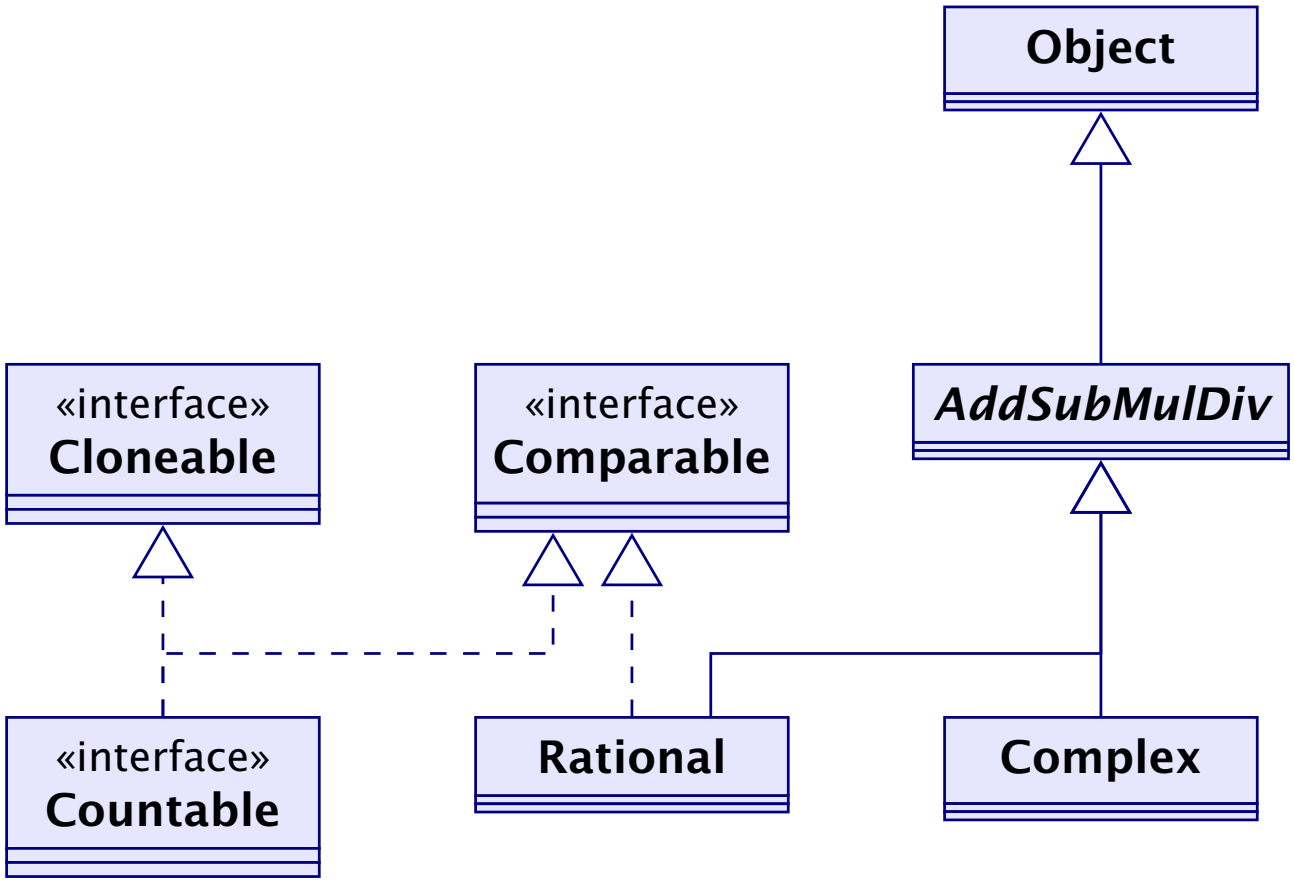
Beispiel:

```
1 public interface Countable extends Comparable, Cloneable {
2     Countable next();
3     Countable prev();
4     int number();
5 }
```

Erläuterungen

- Das Interface `Countable` umfasst die (beide vordefinierten) Interfaces `Comparable` und `Cloneable`.
- Das vordefinierte Interface `Cloneable` verlangt eine Objektmethode `public Object clone()` die eine Kopie des Objekts anlegt.
- Eine Klasse, die `Countable` implementiert, muss über die Objektmethoden `compareTo(), clone(), next(), prev()` und `number()` verfügen.

Übersicht


Object
«interface»
Cloneable
«interface»
Comparable
AddSubMulDiv
«interface»
Countable
Rational
Complex