

Bis jetzt kennen wir (fast) nur primitive Datentypen.

Diese entsprechen weitestgehend der Hardware des Rechners (z.B. besitzt ein Rechner Hardware um zwei `floats` zu addieren).

Wir möchten Dinge der realen Welt modellieren, dafür benötigen wir komplexere Datentypen.

Lösung: selbstdefinierte Datentypen

Objektorientierte Programmierung

Angenommen wir möchten eine Adressverwaltung schreiben.
Dazu müßten wir zunächst eine Adresse **modellieren**:

Harald Räcke
Boltzmannstraße 3
85748 Garching

Adresse	
+ Name	: String
+ Strasse	: String
+ Hausnummer	: int
+ Postleitzahl	: int
+ Stadt	: String

Zumindest für diesen Fall, ist die Modellierung sehr einfach.

Datentyp ist hier nur eine **Komposition** (Zusammensetzung) von anderen einfacheren Grundtypen.

Objektorientierte Programmierung

Bis jetzt kennen wir (fast) nur primitive Datentypen.

Diese entsprechen weitestgehend der Hardware des Rechners (z.B. besitzt ein Rechner Hardware um zwei **floats** zu addieren).

Wir möchten Dinge der realen Welt modellieren, dafür benötigen wir komplexere Datentypen.

Lösung: selbstdefinierte Datentypen

Objektorientierte Programmierung

Angenommen wir möchten eine Adressverwaltung schreiben.
Dazu müßten wir zunächst eine Adresse **modellieren**:

Harald Räcke
Boltzmannstraße 3
85748 Garching

Adresse	
+ Name	: String
+ Strasse	: String
+ Hausnummer	: int
+ Postleitzahl	: int
+ Stadt	: String

Zumindest für diesen Fall, ist die Modellierung sehr einfach.

Datentyp ist hier nur eine **Komposition** (Zusammensetzung) von anderen einfacheren Grundtypen.

Objektorientierte Programmierung

Bis jetzt kennen wir (fast) nur primitive Datentypen.

Diese entsprechen weitestgehend der Hardware des Rechners (z.B. besitzt ein Rechner Hardware um zwei **floats** zu addieren).

Wir möchten Dinge der realen Welt modellieren, dafür benötigen wir komplexere Datentypen.

Lösung: selbstdefinierte Datentypen

Objektorientierte Programmierung

Wie benutzt man den Datentyp?

Geht aus der Ansammlung der Grundtypen nicht hervor. Wenn der Datentyp sehr komplex ist (Atomreaktor), kann man leicht Fehler machen, und einen ungültigen Zustand erzeugen.

Objektorientierte Programmierung

Angenommen wir möchten eine Adressverwaltung schreiben. Dazu müßten wir zunächst eine Adresse **modellieren**:

Harald Räcke
Boltzmannstraße 3
85748 Garching

Adresse	
+ Name	: String
+ Strasse	: String
+ Hausnummer	: int
+ Postleitzahl	: int
+ Stadt	: String

Zumindest für diesen Fall, ist die Modellierung sehr einfach.

Datentyp ist hier nur eine **Komposition** (Zusammensetzung) von anderen einfacheren Grundtypen.

Objektorientierte Programmierung

Wie benutzt man den Datentyp?

Geht aus der Ansammlung der Grundtypen nicht hervor. Wenn der Datentyp sehr komplex ist (Atomreaktor), kann man leicht Fehler machen, und einen ungültigen Zustand erzeugen.

Grundidee:

Ändere Variablen des Datentyps nur über Funktionen/Methoden.

Falls diese korrekt implementiert sind, kann man keinen ungültigen Zustand erzeugen.

Daten und Methoden
gehören zusammen
(abstrakter Datentyp)

Objektorientierte Programmierung

Angenommen wir möchten eine Adressverwaltung schreiben. Dazu müßten wir zunächst eine Adresse **modellieren**:

Harald Räcke
Boltzmannstraße 3
85748 Garching

Adresse	
+ Name	: String
+ Strasse	: String
+ Hausnummer	: int
+ Postleitzahl	: int
+ Stadt	: String

Zumindest für diesen Fall, ist die Modellierung sehr einfach.

Datentyp ist hier nur eine **Komposition** (Zusammensetzung) von anderen einfacheren Grundtypen.

Objektorientierte Programmierung

Ein (abstrakter) Datentyp besteht aus Daten und einer Menge von Methoden (Schnittstelle) um diese Daten zu manipulieren.

Datenkapselung / Information Hiding

Die Implementierung des Datentyps wird vor dem Benutzer versteckt.

- ▶ minimiert Fehler durch unsachgemäßen Zugriff
- ▶ **Entkopplung** von Teilproblemen
 - ▶ gut für Implementierung, aber auch
 - ▶ Fehlersuche und Wartung
- ▶ erlaubt es die Implementierung später anzupassen (↑**rapid prototyping**)
- ▶ erzwingt in der Designphase über das **was** und nicht über das **wie** nachzudenken....

Objektorientierte Programmierung

Wie benutzt man den Datentyp?

Geht aus der Ansammlung der Grundtypen nicht hervor. Wenn der Datentyp sehr komplex ist (Atomreaktor), kann man leicht Fehler machen, und einen ungültigen Zustand erzeugen.

Grundidee:

Ändere Variablen des Datentyps nur über Funktionen/Methoden.

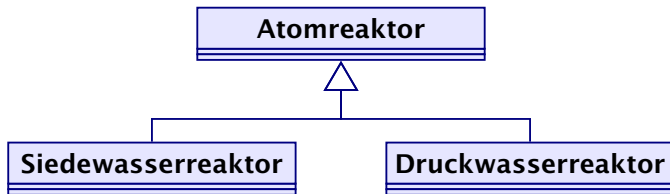
Falls diese korrekt implementiert sind, kann man keinen ungültigen Zustand erzeugen.

Daten und Methoden
gehören zusammen
(**abstrakter Datentyp**)

Objektorientierte Programmierung

Generalisierung + Vererbung

Identifiziere Ähnlichkeiten zwischen Datentypen und lagere gemeinsame Teile in einen anderen Datentyp aus.



- ▶ vermeidet Copy&Paste...
- ▶ verringert den Wartungsaufwand...

Objektorientierte Programmierung

Ein (abstrakter) Datentyp besteht aus Daten und einer Menge von Methoden (Schnittstelle) um diese Daten zu manipulieren.

Datenkapselung / Information Hiding

Die Implementierung des Datentyps wird vor dem Benutzer versteckt.

- ▶ minimiert Fehler durch unsachgemäßen Zugriff
- ▶ **Entkopplung** von Teilproblemen
 - ▶ gut für Implementierung, aber auch
 - ▶ Fehlersuche und Wartung
- ▶ erlaubt es die Implementierung später anzupassen (↑**rapid prototyping**)
- ▶ erzwingt in der Designphase über das **was** und nicht über das **wie** nachzudenken....

Objektorientierte Programmierung

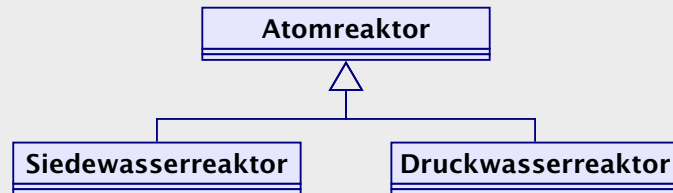
Klasse = Implementierung eines abstrakten Datentyps

Objekt = Instanz/Variable einer Klasse

Objektorientierte Programmierung

Generalisierung + Vererbung

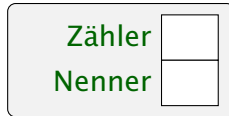
Identifiziere Ähnlichkeiten zwischen Datentypen und lagere gemeinsame Teile in einen anderen Datentyp aus.



- ▶ vermeidet Copy&Paste...
- ▶ verringert den Wartungsaufwand...

Beispiel: Rationale Zahlen

- ▶ Eine rationale Zahl $q \in \mathbb{Q}$ hat die Form $\frac{x}{y}$, wobei $x, y \in \mathbb{Z}$.
- ▶ x und y heißen Zähler und Nenner von q .
- ▶ Ein Objekt vom Typ `Rational` sollte deshalb als Komponenten `int`-Variablen `zaehler` und `nenner` erhalten:



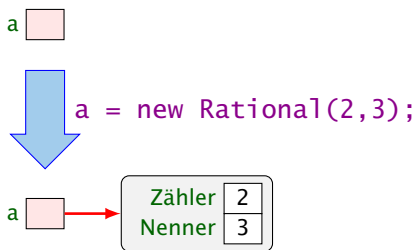
- ▶ Die Daten eines Objektes heißen **Instanz-Variablen** oder **Attribute**.

Objektorientierte Programmierung

Klasse = Implementierung eines abstrakten Datentyps
Objekt = Instanz/Variable einer Klasse

Beispiel: Rationale Zahlen

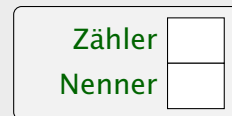
- ▶ `Rational` name; deklariert eine Variable für Objekte der Klasse `Rational`.
- ▶ Das Kommando `new Rational(...)` legt das Objekt an, ruft einen **Konstruktor** für dieses Objekt auf, und liefert einen **Verweis** auf das neue Objekt zurück.



- ▶ Der Konstruktor ist eine Prozedur, die die Attribute des neuen Objektes initialisieren kann.

Beispiel: Rationale Zahlen

- ▶ Eine rationale Zahl $q \in \mathbb{Q}$ hat die Form $\frac{x}{y}$, wobei $x, y \in \mathbb{Z}$.
- ▶ x und y heißen Zähler und Nenner von q .
- ▶ Ein Objekt vom Typ `Rational` sollte deshalb als Komponenten `int`-Variablen `zaehler` und `nenner` erhalten:

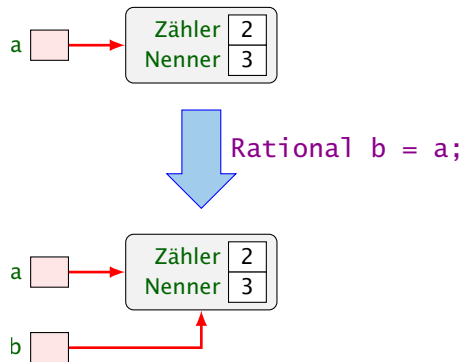


- ▶ Die Daten eines Objektes heißen **Instanz-Variablen** oder **Attribute**.

Referenzen

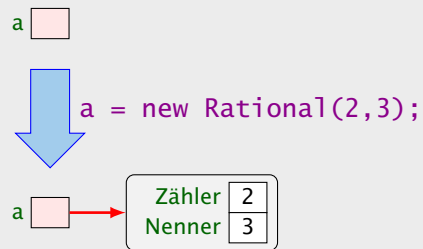
Der Wert der `Rational`-Variablen ist eine **Referenz/Verweis** auf einen Speicherbereich.

`Rational b = a;` kopiert den Verweis aus `a` in die Variable `b`:



Beispiel: Rationale Zahlen

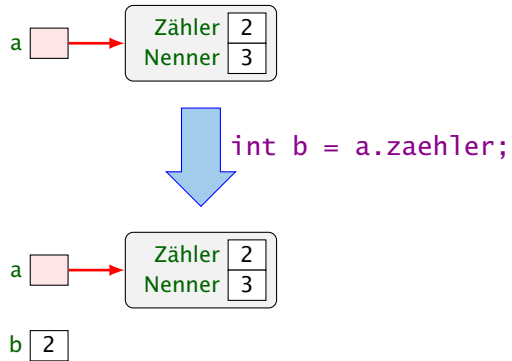
- ▶ `Rational name;` deklariert eine Variable für Objekte der Klasse `Rational`.
- ▶ Das Kommando `new Rational(...)` legt das Objekt an, ruft einen **Konstruktor** für dieses Objekt auf, und liefert einen **Verweis** auf das neue Objekt zurück.



- ▶ Der Konstruktor ist eine Prozedur, die die Attribute des neuen Objektes initialisieren kann.

Beispiel: Rationale Zahlen

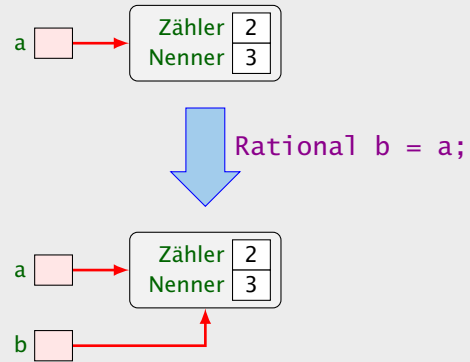
`a.zaehler` liefert den Wert des Attributs `zaehler` des Objektes auf das `a` verweist:



Referenzen

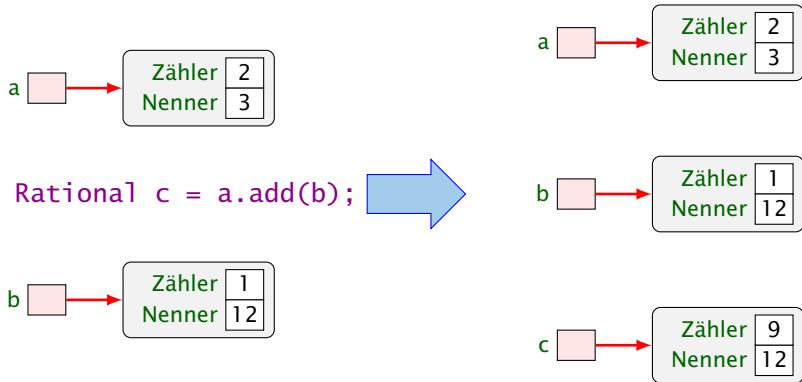
Der Wert der `Rational`-Variablen ist eine **Referenz/Verweis** auf einen Speicherbereich.

`Rational b = a;` kopiert den Verweis aus `a` in die Variable `b`:



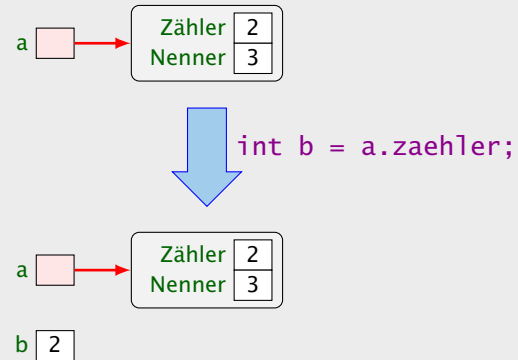
Beispiel: Rationale Zahlen

`a.add(b)` ruft die Operation `add` für `a` mit dem zusätzlichen aktuellen Parameter `b` auf:

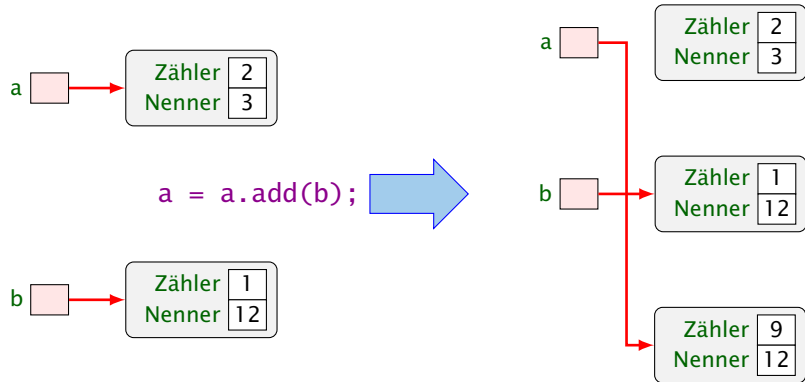


Beispiel: Rationale Zahlen

`a.zaehler` liefert den Wert des Attributs `zaehler` des Objektes auf das `a` verweist:



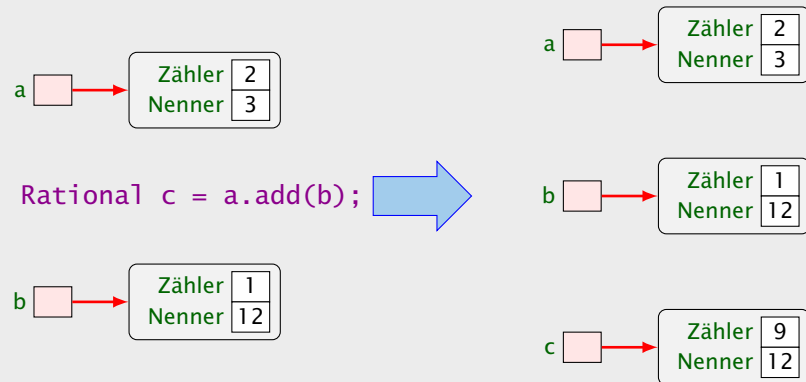
Beispiel: Rationale Zahlen



Die Operationen auf Objekten einer Klasse heißen auch **Methoden**, genauer: **Objekt-Methoden**.

Beispiel: Rationale Zahlen

`a.add(b)` ruft die Operation `add` für `a` mit dem zusätzlichen aktuellen Parameter `b` auf:



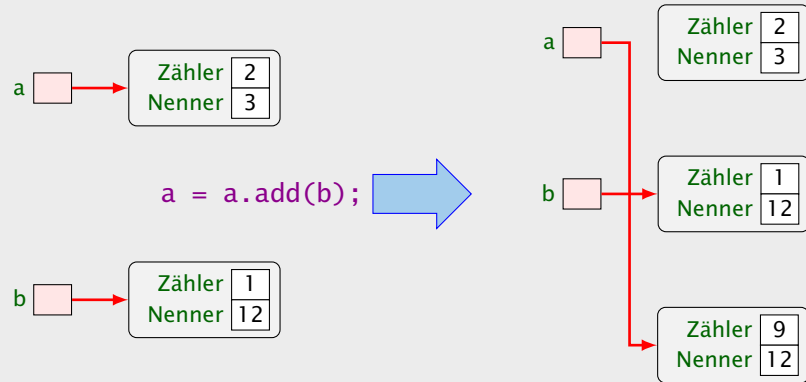
Zusammenfassung

Eine Klassendeklaration besteht folglich aus:

- ▶ **Attributen** für die verschiedenen Wertkombinationen der Objekte;
- ▶ **Konstruktoren** zur Initialisierung der Objekte;
- ▶ **Methoden**, d.h. Operationen auf Objekten.

Diese Elemente heißen auch **Members** der Klasse.

Beispiel: Rationale Zahlen



Die Operationen auf Objekten einer Klasse heißen auch **Methoden**, genauer: **Objekt-Methoden**.

```
1 public class Rational {
2     // Attribute:
3     private int zaehler, nenner;
4     // Konstruktoren:
5     public Rational(int x, int y) {
6         zaehler = x;
7         nenner = y;
8     }
9     public Rational(int x) {
10        zaehler = x;
11        nenner = 1;
12    }
```

Eine Klassendeklaration besteht folglich aus:

- ▶ **Attributen** für die verschiedenen Wertkombinationen der Objekte;
- ▶ **Konstruktoren** zur Initialisierung der Objekte;
- ▶ **Methoden**, d.h. Operationen auf Objekten.

Diese Elemente heißen auch **Members** der Klasse.

Implementierung

```
13 // Objekt-Methoden:
14 public Rational add(Rational r) {
15     int x = zaehler * r.nenner + r.zaehler * nenner;
16     int y = nenner * r.nenner;
17     return new Rational(x,y);
18 }
19 public boolean isEqual(Rational r) {
20     return zaehler * r.nenner == r.zaehler * nenner;
21 }
22 public String toString() {
23     if (nenner == 1) return "" + zaehler;
24     if (nenner > 0) return zaehler + "/" + nenner;
25     return (-zaehler) + "/" + (-nenner);
26 }
27 public static Rational[] intToRationalArray(int[] a) {
28     Rational[] b = new Rational[a.length];
29     for(int i=0; i < a.length; ++i)
30         b[i] = new Rational(a[i]);
31     return b;
32 }
```

Implementierung

```
1 public class Rational {
2     // Attribute:
3     private int zaehler, nenner;
4     // Konstruktoren:
5     public Rational(int x, int y) {
6         zaehler = x;
7         nenner = y;
8     }
9     public Rational(int x) {
10        zaehler = x;
11        nenner = 1;
12    }
```

Implementierung

```
33 // Jetzt kommt das Hauptprogramm
34 public static void main(String[] args) {
35     Rational a = new Rational(1,2);
36     Rational b = new Rational(3,4);
37     Rational c = a.add(b);
38
39     System.out.println(c.toString());
40 } // end of main()
41 } // end of class Rational
```

Implementierung

```
13 // Objekt-Methoden:
14 public Rational add(Rational r) {
15     int x = zaehler * r.nenner + r.zaehler * nenner;
16     int y = nenner * r.nenner;
17     return new Rational(x,y);
18 }
19 public boolean isEqual(Rational r) {
20     return zaehler * r.nenner == r.zaehler * nenner;
21 }
22 public String toString() {
23     if (nenner == 1) return "" + zaehler;
24     if (nenner > 0) return zaehler + "/" + nenner;
25     return (-zaehler) + "/" + (-nenner);
26 }
27 public static Rational[] intToRationalArray(int[] a) {
28     Rational[] b = new Rational[a.length];
29     for(int i=0; i < a.length; ++i)
30         b[i] = new Rational(a[i]);
31     return b;
32 }
```

Implementierung

Bemerkungen:

- ▶ Jede Klasse **sollte** in einer separaten Datei des entsprechenden Namens stehen.
- ▶ Die Schlüsselworte **public** bzw. **private** klassifizieren, für wen die entsprechenden Members sichtbar, d.h. zugänglich sind.
- ▶ **private** heißt: nur für Members der gleichen Klasse sichtbar.
- ▶ **public** heißt: innerhalb des gesamten Programms sichtbar.
- ▶ Nicht klassifizierte Members sind nur innerhalb des aktuellen **Package** sichtbar.

Implementierung

```
33 // Jetzt kommt das Hauptprogramm
34 public static void main(String[] args) {
35     Rational a = new Rational(1,2);
36     Rational b = new Rational(3,4);
37     Rational c = a.add(b);
38
39     System.out.println(c.toString());
40 } // end of main()
41 } // end of class Rational
```

Excursion – Innere Klassen

In Java kann man auch Klassen innerhalb einer anderen Klasse definieren:

```
1 public class A {  
2     private int var;  
3     private class B {  
4         B() {  
5             var = 5;  
6         }  
7     }  
8 }
```

Innerhalb der Klasse **B** kann man auf alle Members der Klasse **A** zugreifen.

In diesem Fall kann die Klasse **B** nicht von aussen zugegriffen werden, da sie **private** ist.

Implementierung

Bemerkungen:

- ▶ Jede Klasse **sollte** in einer separaten Datei des entsprechenden Namens stehen.
- ▶ Die Schlüsselworte **public** bzw. **private** klassifizieren, für wen die entsprechenden Members sichtbar, d.h. zugänglich sind.
- ▶ **private** heißt: nur für Members der gleichen Klasse sichtbar.
- ▶ **public** heißt: innerhalb des gesamten Programms sichtbar.
- ▶ Nicht klassifizierte Members sind nur innerhalb des aktuellen **Package** sichtbar.

Bemerkungen:

- ▶ Konstruktoren haben den gleichen Namen wie die Klasse.
- ▶ Es kann mehrere geben, sofern sie sich im Typ ihrer Argumente unterscheiden.
- ▶ Konstruktoren haben **keine** Rückgabewerte und darum auch keinen Rückgabotyp.
- ▶ Methoden haben dagegen **stets** einen Rückgabe-Typ, evt. **void**.

```
1 public void inc(int b) {  
2     zaehler = zaehler + b * nenner;  
3 }
```

Excursion – Innere Klassen

In Java kann man auch Klassen innerhalb einer anderen Klasse definieren:

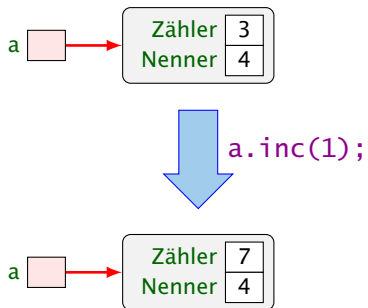
```
1 public class A {  
2     private int var;  
3     private class B {  
4         B() {  
5             var = 5;  
6         }  
7     }  
8 }
```

Innerhalb der Klasse **B** kann man auf alle Members der Klasse **A** zugreifen.

In diesem Fall kann die Klasse **B** nicht von aussen zugegriffen werden, da sie **private** ist.

Implementierung

Die Objekt-Methode `inc()` modifiziert das Objekt, für das sie aufgerufen wird.



Implementierung

Bemerkungen:

- ▶ Konstruktoren haben den gleichen Namen wie die Klasse.
- ▶ Es kann mehrere geben, sofern sie sich im Typ ihrer Argumente unterscheiden.
- ▶ Konstruktoren haben **keine** Rückgabewerte und darum auch keinen Rückgabotyp.
- ▶ Methoden haben dagegen **stets** einen Rückgabe-Typ, evt. `void`.

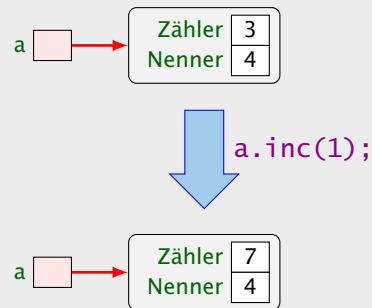
```
1 public void inc(int b) {  
2     zaehler = zaehler + b * nenner;  
3 }
```

Implementierung

- ▶ Die Objektmethode `isEqual()` ist nötig, da der Operator `==` bei Objekten die **Identität** der Objekte testet, d.h. die Gleichheit der Referenz!!!
- ▶ Die Objektmethode `toString()` liefert eine **String**-Darstellung des Objekts.
- ▶ Sie wird implizit aufgerufen, wenn das Objekt als Argument für die Konkatination `+` auftaucht.
- ▶ Innerhalb einer Objektmethode/eines Konstruktors kann auf die Attribute des Objektes **direkt** zugegriffen werden.
- ▶ **private**-Klassifizierung bezieht sich auf die Klasse nicht das Objekt: die Attribute **aller Rational**-Objekte sind für **add** sichtbar!!!

Implementierung

Die Objekt-Methode `inc()` modifiziert das Objekt, für das sie aufgerufen wird.



Eine graphische Visualisierung der Klasse `Rational`, die nur die wesentliche Funktionalität berücksichtigt, könnte so aussehen:

Rational	
-	zaehler : int
-	nenner : int
+	add (y : Rational) : Rational
+	isEqual (y : Rational) : boolean
+	toString () : String

- ▶ Die Objektmethode `isEqual()` ist nötig, da der Operator `==` bei Objekten die **Identität** der Objekte testet, d.h. die Gleichheit der Referenz!!!
- ▶ Die Objektmethode `toString()` liefert eine **String**-Darstellung des Objekts.
- ▶ Sie wird implizit aufgerufen, wenn das Objekt als Argument für die Konkatination `+` auftaucht.
- ▶ Innerhalb einer Objektmethode/eines Konstruktors kann auf die Attribute des Objektes **direkt** zugegriffen werden.
- ▶ **private**-Klassifizierung bezieht sich auf die Klasse nicht das Objekt: die Attribute **aller** `Rational`-Objekte sind für **add** sichtbar!!!

Diskussion und Ausblick

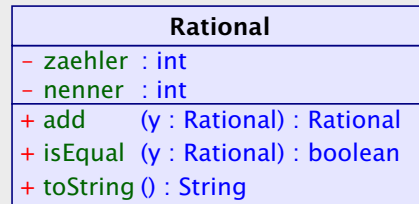
- ▶ Solche Diagramme werden von der **UML**, d.h. der **Unified Modelling Language**, bereitgestellt, um Software-Systeme zu entwerfen (↑**Software Engineering**)
- ▶ Für einzelne Klassen lohnt sich ein solches Diagramm nicht wirklich.
- ▶ Besteht ein System aber aus **sehr vielen** Klassen, kann man damit die **Beziehungen** zwischen den Klassen verdeutlichen.

Achtung:

UML wurde nicht speziell für **Java** entwickelt. Darum werden Typen abweichend notiert. Auch lassen sich manche Ideen nicht oder nur schlecht modellieren.

UML-Diagramm

Eine graphische Visualisierung der Klasse **Rational**, die nur die wesentliche Funktionalität berücksichtigt, könnte so aussehen:



Diskussion und Ausblick

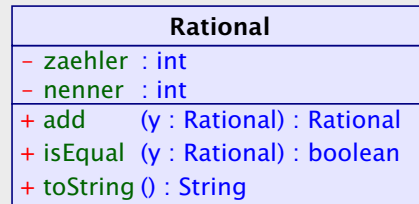
- ▶ Solche Diagramme werden von der **UML**, d.h. der **Unified Modelling Language**, bereitgestellt, um Software-Systeme zu entwerfen (↑**Software Engineering**)
- ▶ Für einzelne Klassen lohnt sich ein solches Diagramm nicht wirklich.
- ▶ Besteht ein System aber aus **sehr vielen** Klassen, kann man damit die **Beziehungen** zwischen den Klassen verdeutlichen.

Achtung:

UML wurde nicht speziell für **Java** entwickelt. Darum werden Typen abweichend notiert. Auch lassen sich manche Ideen nicht oder nur schlecht modellieren.

UML-Diagramm

Eine graphische Visualisierung der Klasse **Rational**, die nur die wesentliche Funktionalität berücksichtigt, könnte so aussehen:



10.1 Selbstreferenzen

```
1 public class Cyclic {
2     private int info;
3     private Cyclic ref;
4     // Konstruktor
5     public Cyclic() {
6         info = 17;
7         ref = this;
8     }
9     ...
10 } // end of class Cyclic
```

Innerhalb eines Members kann man mit Hilfe von **this** auf das aktuelle Objekt selbst zugreifen!

Diskussion und Ausblick

- ▶ Solche Diagramme werden von der **UML**, d.h. der **Unified Modelling Language**, bereitgestellt, um Software-Systeme zu entwerfen (↑**Software Engineering**)
- ▶ Für einzelne Klassen lohnt sich ein solches Diagramm nicht wirklich.
- ▶ Besteht ein System aber aus **sehr vielen** Klassen, kann man damit die **Beziehungen** zwischen den Klassen verdeutlichen.

Achtung:

UML wurde nicht speziell für **Java** entwickelt. Darum werden Typen abweichend notiert. Auch lassen sich manche Ideen nicht oder nur schlecht modellieren.

10.1 Selbstreferenzen

Für `Cyclic a = new Cyclic();` ergibt das

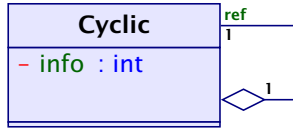


10.1 Selbstreferenzen

```
1 public class Cyclic {
2     private int info;
3     private Cyclic ref;
4     // Konstruktor
5     public Cyclic() {
6         info = 17;
7         ref = this;
8     }
9     ...
10 } // end of class Cyclic
```

Innerhalb eines Members kann man mit Hilfe von `this` auf das aktuelle Objekt selbst zugreifen!

Modellierung einer Selbstreferenz



Die Rautenverbindung heißt auch **Aggregation**

Das Klassendiagramm vermerkt, dass jedes Objekt der Klasse **Cyclic** **einen** Verweis mit dem Namen **ref** auf ein weiteres Objekt der Klasse **Cyclic** enthält.

Ausserdem, dass jedes **Cyclic**-Objekt in genau **einem** anderen **Cyclic**-Objekt, die Rolle **ref** übernimmt.

10.1 Selbstreferenzen

Für `Cyclic a = new Cyclic();` ergibt das

a

Die this-Referenz

Woher kommt die Referenz `this`?

- ▶ Einem Aufruf einer Objektmethode (z.B. `a.inc()`) oder eines Konstruktors wird implizit ein versteckter Parameter übergeben, der auf das Objekt (hier `a`) zeigt.

- ▶ Die Signatur von `inc(int x)` ist eigentlich:

```
void inc(Rational this, int x);
```

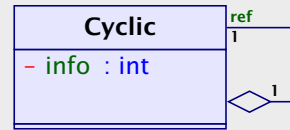
- ▶ Zugriffe auf Objektattribute innerhalb einer Objektmethode werden mithilfe dieser Referenz aufgelöst, d.h.:

```
zaehler = zaehler + b * nenner;
```

in der Methode `inc()` ist eigentlich

```
this.zaehler = this.zaehler + b * this.nenner;
```

Modellierung einer Selbstreferenz



Die Rautenverbindung heißt auch **Aggregation**

Das Klassendiagramm vermerkt, dass jedes Objekt der Klasse `Cyclic` **einen** Verweis mit dem Namen `ref` auf ein weiteres Objekt der Klasse `Cyclic` enthält.

Ausserdem, dass jedes `Cyclic`-Objekt in genau **einem** anderen `Cyclic`-Objekt, die Rolle `ref` übernimmt.

10.2 Klassenattribute

- ▶ Objektattribute werden für jedes Objekt neu angelegt,
- ▶ **Klassenattribute** einmal für die gesamte Klasse,
- ▶ Klassenattribute erhalten die Qualifizierung **static**

```
1 public class Count {
2     private static int count = 0;
3     private int info;
4     // Konstruktor
5     public Count() {
6         info = count++;
7     }
8     ...
9 } // end of class Count
```

Die this-Referenz

Woher kommt die Referenz **this**?

- ▶ Einem Aufruf einer Objektmethode (z.B. **a.inc()**) oder eines Konstruktors wird implizit ein versteckter Parameter übergeben, der auf das Objekt (hier **a**) zeigt.
- ▶ Die Signatur von **inc(int x)** ist eigentlich:
void inc(Rational this, int x);
- ▶ Zugriffe auf Objektattribute innerhalb einer Objektmethode werden mithilfe dieser Referenz aufgelöst, d.h.:
zaehler = zaehler + b * nenner;
in der Methode **inc()** ist eigentlich
this.zaehler = this.zaehler + b * this.nenner;

10.2 Klassenattribute

count 0

Count a = new Count();

10.2 Klassenattribute

- ▶ Objektattribute werden für jedes Objekt neu angelegt,
- ▶ **Klassenattribute** einmal für die gesamte Klasse,
- ▶ Klassenattribute erhalten die Qualifizierung **static**

```
1 public class Count {  
2     private static int count = 0;  
3     private int info;  
4     // Konstruktor  
5     public Count() {  
6         info = count++;  
7     }  
8     ...  
9 } // end of class Count
```


10.2 Klassenattribute

count 0

Count a = new Count();

10.2 Klassenattribute

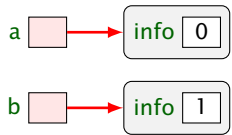
- ▶ Objektattribute werden für jedes Objekt neu angelegt,
- ▶ **Klassenattribute** einmal für die gesamte Klasse,
- ▶ Klassenattribute erhalten die Qualifizierung **static**

```
1 public class Count {  
2     private static int count = 0;  
3     private int info;  
4     // Konstruktor  
5     public Count() {  
6         info = count++;  
7     }  
8     ...  
9 } // end of class Count
```

10.2 Klassenattribute

count 2

Count c = new Count();



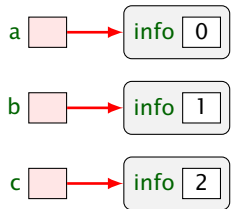
10.2 Klassenattribute

- ▶ Objektattribute werden für jedes Objekt neu angelegt,
- ▶ **Klassenattribute** einmal für die gesamte Klasse,
- ▶ Klassenattribute erhalten die Qualifizierung **static**

```
1 public class Count {  
2     private static int count = 0;  
3     private int info;  
4     // Konstruktor  
5     public Count() {  
6         info = count++;  
7     }  
8     ...  
9 } // end of class Count
```

10.2 Klassenattribute

count 3



10.2 Klassenattribute

- ▶ Objektattribute werden für jedes Objekt neu angelegt,
- ▶ **Klassenattribute** einmal für die gesamte Klasse,
- ▶ Klassenattribute erhalten die Qualifizierung **static**

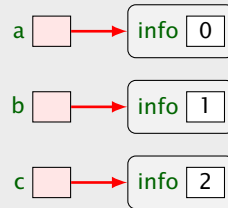
```
1 public class Count {  
2     private static int count = 0;  
3     private int info;  
4     // Konstruktor  
5     public Count() {  
6         info = count++;  
7     }  
8     ...  
9 } // end of class Count
```

10.2 Klassenattribute

- ▶ Das Klassenattribut `count` zählt hier die Anzahl der bereits erzeugten Objekte.
- ▶ Das Objektattribut `info` enthält für jedes Objekt eine eindeutige Nummer.
- ▶ Außerhalb der Klasse `Class` kann man auf die öffentliche Klassenvariable `name` mit Hilfe von `Class.name` zugreifen.
- ▶ Funktionen und Prozeduren der Klasse **ohne** das implizite `this`-Argument heißen **Klassenmethoden** und werden auch durch das Schlüsselwort `static` kenntlich gemacht.

10.2 Klassenattribute

`count` 3



Beispiel

In `Rational` könnten wir definieren

```
public static Rational[] intToRationalArray(int[] a) {  
    Rational[] b = new Rational[a.length];  
    for(int i=0; i < a.length; ++i)  
        b[i] = new Rational(a[i]);  
    return b;  
}
```

- ▶ Die Funktion erzeugt für ein Feld von `int`'s ein entsprechendes Feld von `Rational`-Objekten.
- ▶ Außerhalb der Klasse `Class` kann die öffentliche Klassenmethode `meth()` mit Hilfe von `Class.meth(...)` aufgerufen werden.

10.2 Klassenattribute

- ▶ Das Klassenattribut `count` zählt hier die Anzahl der bereits erzeugten Objekte.
- ▶ Das Objektattribut `info` enthält für jedes Objekt eine eindeutige Nummer.
- ▶ Außerhalb der Klasse `Class` kann man auf die öffentliche Klassenvariable `name` mit Hilfe von `Class.name` zugreifen.
- ▶ Funktionen und Prozeduren der Klasse `ohne` das implizite `this`-Argument heißen `Klassenmethoden` und werden auch durch das Schlüsselwort `static` kenntlich gemacht.