Mengen von Objekten und dynamische Datenstrukturen

 © Hanspeter Mössenböck, Herbert Prähofer

Mengen von Objekten mit Arrays

- Menge von Objekten kann man mit Arrays folgend verwalten
  - Array von Referenzen fixer Länge; alle Stellen mit null initialisiert
  - Zähler wieviele Objekte wirklich gespeichert sind
  - Einfügen eines neuen Objekts durch Speichern an der nächsten freien Stelle

Vorteil:

- einfache Realisierung

Nachteile:

- fixe Größe des Arrays
- Speicherverschwendung bei wenigen Objekten
- Array kann voll werden; Wachsen ist schwierig
- Löschen von Elementen ist aufwendig
- Sortiertes Einfügen von Objekten ist aufwendig

 © Hanspeter Mössenböck, Herbert Prähofer

Beispiel Mengen von Objekten mit Arrays

```
class Person {
  String name;
  int phone;
}
```

```
class PhoneBook {
  Person[] book = new Person[1000];
  int nEntries = 0;  // current number of entries in book
  void enter (String name, int phone) {
    if (nEntries >= book.length) Out.println("--- phone book full");
    else {
      book[nEntries] = new Person();
      book[nEntries].name = name;
      book[nEntries].phone = phone;
      nEntries++;
    }
  }
  int lookup (String name) {
    int i = 0;
    while (i < nEntries && !name.equals(book[i].name)) i++;
    // i >= nEntries || name.equals(book[i].name)
    if (i < nEntries) return book[i].phone; else return -1;
  }
```

Beispiel Mengen von Objekten mit Arrays (2)

```
...
  public static void main (String[] arg) {
    PhoneBood privBook = new PhoneBook();
    //----- read the phone book from a file
    In.open("phonebook.txt");
    String name = In.readName();
    int phone;
    while (In.done()) {
      phone = In.readInt();
      privBook.enter(name, phone);
      name = In.readName();
    }
    In.close();
    //----- search in the phone book
    for (;;) {
      Out.print("Name: "); name = In.readName();
      if (!In.done()) break;
      phone = privBook.lookup(name);
      if (phone > 0) Out.println("phone number = " + phone);
      else Out.println(name + " unknown");
    }
  }
} // end PhoneBookSample
```

Datenstrukturen Stack und Queue

Stack (Kellerspeicher)

`push(x);` fügt *x* hinten an den Stack an
`x = pop();` entfernt und liefert hinterstes Stackelement

```
push(3);      3
push(4);      3 4
x = pop();    3      // x == 4
y = pop();           // y == 3
```

LIFO-Datenstruktur
(last in first out)

Queue (Puffer, Schlange)

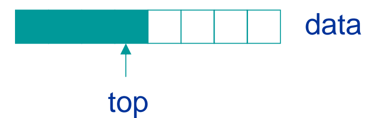
`put(x);` fügt *x* hinten an die Queue an
`x = get();` entfernt und liefert vorderstes Queueelement

```
put(3);       3
put(4);       3 4
x = get();    4      // x == 3
y = get();           // y == 4
```

FIFO-Datenstruktur
(first in first out)

Klasse Stack

```
class Stack {
  int[] data;
  int top;
  Stack (int size) {
    data = new int[size];
    top = -1;
  }

  void push (int x) {
    if (top >= data.length-1)
      Out.println("-- overflow");
    else
      data[++top] = x;
  }

  int pop () {
    if (top < 0) {
      Out.println("-- underflow");
      return 0;
    } else
      return data[top--];
  }
}
```

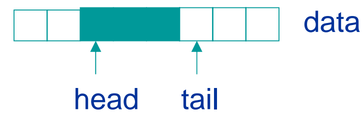


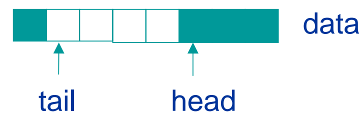
Benutzung

```
Stack s = new Stack(10);
s.push(3);
s.push(6);
int x = s.pop() + s.pop();
// x == 9
```

Klasse Queue

```
class Queue {
  int[] data;
  int head, tail;

  Queue (int size) {
    data = new int[size];
    head = 0;
    tail = 0;
  }

  void put (int x) {
    if ((tail+1) % data.length == head)
      Out.println("-- overflow");
    else {
      data[tail] = x;
      tail = (tail+1) % data.length;
    }
  }

  int get () {
    if (head == tail) {
      Out.println("-- underflow");
      return 0;
    } else {
      int x = data[head];
      head = (head+1) % data.length;
      return x;
    }
  }
}
```





Benutzung

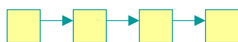
```
Queue q = new Queue(10);
q.put(3);
q.put(6);
int x = q.get();   // x == 3
int y = q.get();   // y == 6
```

© Hanspeter Mössenböck, Herbert Prähofer

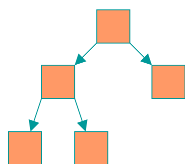
Dynamische Datenstrukturen

- Elemente werden zur Laufzeit (dynamisch) mit *new* angelegt
- Datenstruktur kann dynamisch wachsen und schrumpfen
- Dynamische Datenstrukturen werden aus Knoten mit Verkettungen (Referenzen) aufgebaut

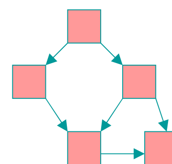
Wichtigste dynamische Datenstrukturen



Liste



Baum

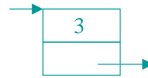


Graph

© Hanspeter Mössenböck, Herbert Prähofer

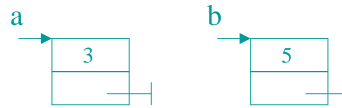
Verknüpfen von Knoten

```
class Node {
  int val;
  Node next;
  Node(int v) {val = v;}
}
```



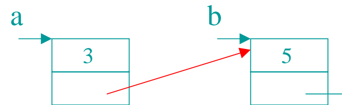
Erzeugen

```
Node a = new Node(3);
Node b = new Node(5);
```

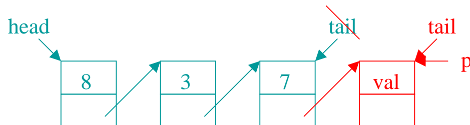


Verknüpfen

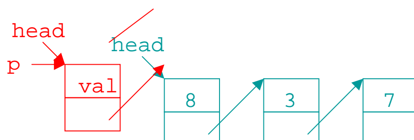
```
a.next = b;
```



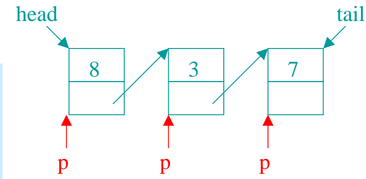
Unsortierte Liste



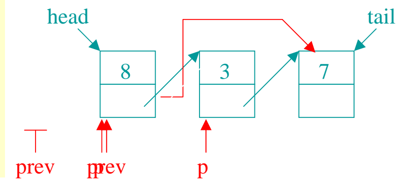

```
class List {
  Node head = null, tail = null;

  void append (int val) {  // Einfügen am Listenende
    Node p = new Node(val);
    if (head == null) head = p;
    else tail.next = p;
    tail = p;
  }

  void prepend (int val) {  // Einfügen am Listenanfang
    Node p = new Node(val);
    p.next = head; head = p;
  }
```



Unsortierte Liste (Forts.)



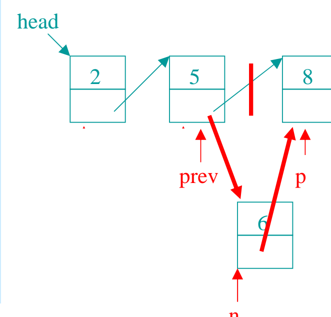

```
class List {
  Node head = null, tail = null;
  ...
  Node search (int val) {  // Suchen eines Werts
    Node p = head;
    while (p != null && p.val != val) p = p.next;
    // p == null || p.val == val
    return p;
  }

  void delete (int val) {   // Löschen eines Werts
    Node p = head, prev = null;
    while (p != null && p.val != val) {
      prev = p; p = p.next;
    }
    // p == null || p.val == val
    if (p != null) // p.val == val
      if (p == head) head = p.next;
      else prev.next = p.next;
    }
  }
```



Sortierte Liste

- Mit dynamischen Listen lassen sich durch sortiertes Einfügen einfach sortierte Mengen aufbauen

```
class List {
    Node head = null;
    ...
    void insert(int val) {
        Node p = head, prev = null;
        while (p != null && p.val < val) {
            prev = p; p = p.next;
        }
        Node n = new Node(val);
        n.next = p;
        if (p == head) {
            head = n; // insert in front
        } else {
            prev.next = n;
        }
    }
}
```



Pakete

Idee

Paket = Sammlung zusammengehöriger Klassen (Bibliothek)

Zweck

- mehr Ordnung in Programme bringen
- bessere Kontrolle der Zugriffsrechte (wer darf auf was zugreifen)
- Vermeidung von Namenskonflikten

Beispiele

Paket	*enthaltene Klassen*
`java.lang`	`System, String, Integer, Character, Object, Math, ...`
`java.io`	`File, InputStream, OutputStream, Reader, Writer, ...`
`java.awt`	`Button, CheckBox, Frame, Color, Cursor, Event, ...`
`java.util`	`ArrayList, HashTable, BitSet, Stack, Vector, Random, ...`
`...`	`...`

Anlegen von Paketen

Datei *Circle.java*

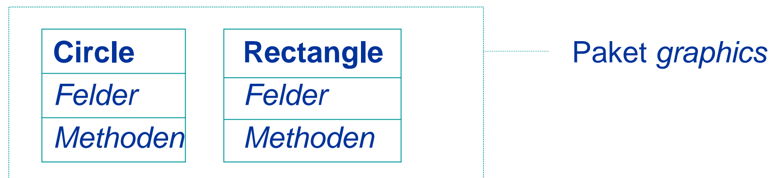
```
package graphics;
class Circle {
  ...
}
```

Datei *Rectangle.java*

```
package graphics;
class Rectangle {
  ...
}
```

← 1. Zeile der Datei

Paket *graphics* enthält die Klassen *Circle* und *Rectangle*



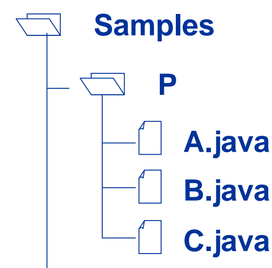
Paket *graphics*

Wenn *package*-Zeile fehlt, gehören die Klassen zu einem namenlosem Standardpaket

Pakete und Verzeichnisse

Pakete werden auf Verzeichnisse abgebildet, Klassen auf Dateien

Klasse C ⇒ Datei C.java
Paket P ⇒ Verzeichnis P




```
package P;        package P;        package P;
class A {...}     class B {...}     class C {...}
```

Paket P

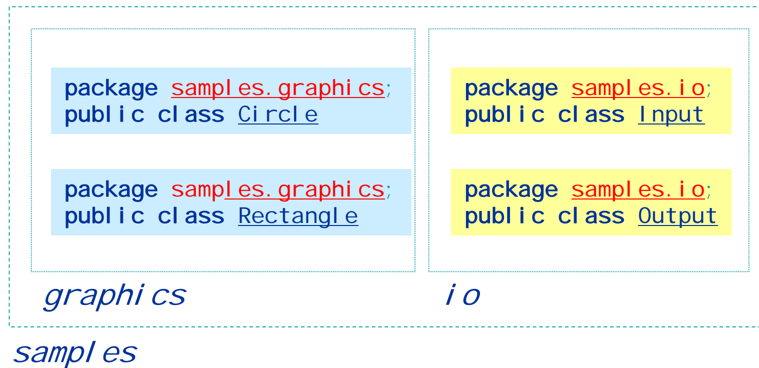
Übersetzung und Ausführung mit dem JDK

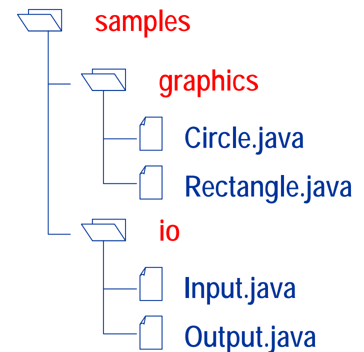
```
cd C:\Samples
javac P/A.java
java P/A
java P.A
```

(java P/A und java P.A:) beides möglich

Geschachtelte Pakete

Pakete können zu größeren Paketen zusammengefaßt werden



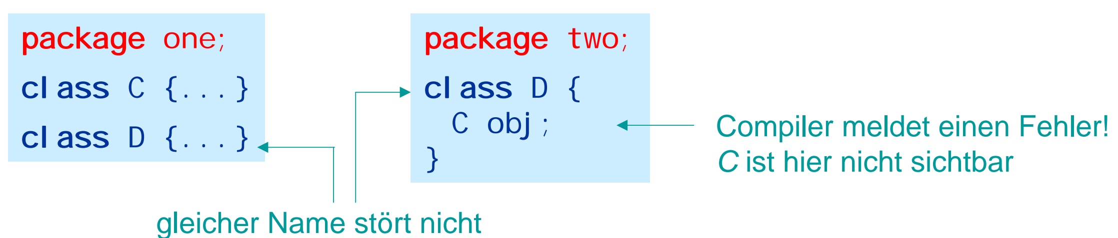


Benutzung

`import samples.graphics.Circle;`	importiert die Klasse *Circle*
`import samples.graphics.*`	importiert alle public-Klassen aus *samples.graphics*
`import samples.*;`	importiert alle public-Klassen aus samples (nicht aus *samples.graphics*)
`samples.io.Output out;`	Qualifikation einer Klasse aus einem geschachtelten Paket

Pakete als Sichtbarkeitsgrenzen

Was in einem Paket deklariert ist, ist in anderen Paketen unsichtbar



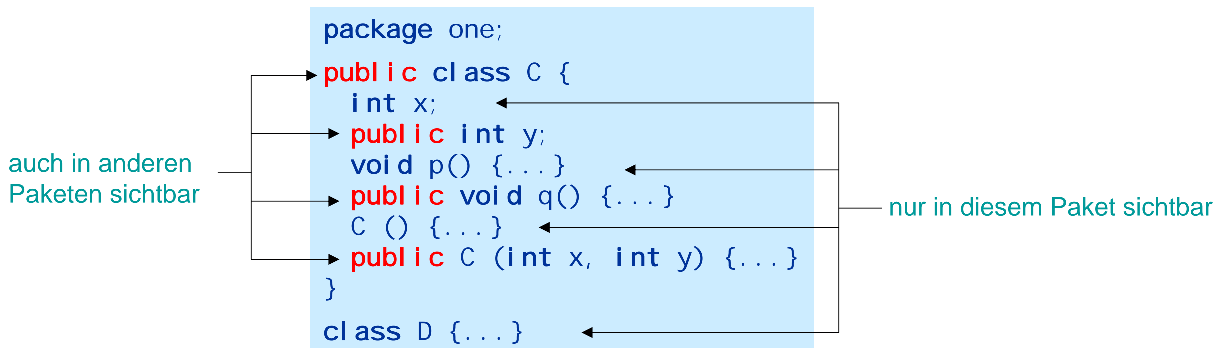
Zweck

- In verschiedenen Paketen können gleiche Namen verwendet werden
- Schutz vor (unabsichtlicher) Zerstörung

Export von Namen

Namen können mit dem Zusatz public exportiert werden

(sie sind dann in anderen Paketen sichtbar)



public-Felder und -Methoden werden nur dann exportiert, wenn die Klasse selbst public ist.

Import von Klassennamen

Exportierte Klassennamen können in anderen Paketen importiert werden

Durch gezielten Import der Klasse

```
package myPack;
import graphics.Circle;
import one.C;
class MyClass {
  Circle c;
  ...
}
```

Durch Qualifikation mit dem Paketnamen

```
package myPack;
class MyClass {
  graphics.Circle c1;
  java.awt.Circle c2;
  ...
}
```

Durch Import aller public-Klassen eines Pakets

```
package myPack;
import graphics.*;
class MyClass {
  Circle c;
  Rectangle r;
  ...
}
```

Zugriffskontrolle durch Modifikatoren

- Zugriff auf Variablen und Methoden kann durch „Modifikatoren“ (visibility modifiers) geregelt
  - `public`
    globaler Zugriff
  - `private`
    Zugriff nur innerhalb der Klasse
  - `protected`
    Zugriff innerhalb der Klasse, in allen Unterklassen und in allen Klassen des selben Pakets
  - `private protected`
    Zugriff innerhalb der Klasse und in allen ihren Unterklassen
  - **Default (kein Modifier)**
    Zugriff innerhalb der Klasse und in allen Klassen und Unterklassen des selben Pakets

Veranschaulichung Sichtbarkeitsattribute

für Felder und Methoden

`private int a;`	nur in der Klasse sichtbar, in der das Element deklariert wurde
`int b;`	nur im Paket sichtbar, in dem das Element deklariert wurde
`public int c;`	auch in anderen Paketen sichtbar, wenn importiert
`protected int d;`	sichtbar: - in der deklarierenden Klasse - in deren Unterklassen - im deklarierenden Paket

```
package one;
public class C {
  private int a;
  int b;
  public int c;
  protected int d;
}
public class D {
  ...
}
```

(Sichtbarkeitsbereiche: a, b, c, d)

```
package two;
import one.C;
public class E extends C {
  ...
}
public class F {
  ...
}
```

(Sichtbarkeitsbereiche: c, d)

Vererbung von Variablen und Methoden

- Die Vererbung von Variablen und Klassen wir ebenfalls durch die Sichtbarkeitsregeln geregelt
  - `public`
    Vererbung an alle Unterklassen (`extends`)
  - `private`
    keine Vererbung
  - `protected`
    Vererbung an alle Unterklassen
  - `private protected`
    Vererbung an alle Unterklassen
  - **Default (kein Modifier)**
    Vererbung an alle Unterklassen des selben Pakets

© Hanspeter Mössenböck, Herbert Prähofer

Zusammenfassung Ausblick

© Hanspeter Mössenböck, Herbert Prähofer

Behandelte Themen

- Prozedurales Programmieren in Java
  - Daten, Algorithmen, Programme
  - Kontrollstrukturen
  - Elementare Datentypen
  - Arrays
- Programmentwurf
  - Algorithmen
  - Assertionen und Kommentare
  - Schrittweise Verfeinerung
- Elementare objektorientierte Programmierung
  - Klassen und Objekte
  - Mengenbildung
  - Dynamische Datenstrukturen
- Ausblick auf
  - Vererbung und polymorphe Operationen
  - Ausnahmen
  - Pakete

© Hanspeter Mössenböck, Herbert Prähofer

Weitere Java-Themen

Klassen
- innere Klassen
- anonyme Klassen
- abstrakte Klassen
- Interfaces

Threads

Bibliotheken
- GUI (Swing, AWT)
- Collections (Listen, Hashtabellen, ...)
- Streams (Ein-/Ausgabe)
- Net und Web
- Reflection

Anwendungen
- Applets
- Servlets und Java Server Pages
- Java Beans

© Hanspeter Mössenböck, Herbert Prähofer

Java-Klassenbibliothek