# Worker-Paradigma

Eine **Menge von gleichartigen Worker-Prozessen**
arbeitet gemeinsam an der Lösung einer Aufgabe.
Jeder bearbeitet einige Teilaufgaben.

Geschwindigkeitsgewinn bei **verteilten Prozessen**.

Anwendung z. B. bei **Lösungsverfahren Branch & Bound**, Divide & Conquer, Backtracking für **kombinatorische Probleme**.

**Manager-Prozess**
verwaltet die zu lösenden Teilaufgaben und
sammelt die Teillösungen ein.

**Worker-Prozess**
bearbeitet nacheinander einige Teilaufgaben,
generiert neue Teilaufgaben und
berechnet Teillösungen.

© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Parallele Programmierung in Java SS 2000 / Folie 74

**Ziele:**

Paradigma passend zu algorithmischen Verfahren

**in der Vorlesung:**

Erläuterungen dazu

- Erinnerung an die algorithmischen Verfahren
- Parallelisierungsverfahren

**Verständnisfragen:**

- Geben Sie Beispiele für kombinatorische Probleme

# Branch & Bound

Lösungsverfahren Branch & Bound für kombinatorische Probleme (z. B. Travelling Salesman)

Baumstrukturierter Lösungsraum wird nach einer besten Lösung durchsucht.

**Allgemeines Schema:**

- **Teillösung L erweitern** zu $L_1$, $L_2$, ... (z. B. Weg um eine Kante verlängern)
- Ist Teillösung **zulässig**? (z. B. ist der erreichte Knoten neu?)
- Ist L eine **vollständige** Lösung? (z. B. werden alle Knoten erreicht?)
- **MinKosten (L)** = C: jede aus L erweiterte Lösung hat mindestens die Kosten C (z. B. Summe der Kantengewichte)
- **Bound**: Kosten der bisher gefundenen besten Lösung

**Datenstrukturen**: nach MinKosten geordnete Schlange von Teillösungen; Bound-Variable

**sequentieller Algorithmus:**

```
iterieren bis Schlange leer:
    erstes Element erweitern
    neue Elemente prüfen
    ggf. neue Lösung und neuer Bound gefunden
    Schlange aktualisieren
```

© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Parallele Programmierung in Java SS 2000 / Folie 75

**Ziele:**

Erinnerung an B&B-Methode

**in der Vorlesung:**

Erläuterung des allgemeinen Schemas am Beispiel des Travelling Salesman

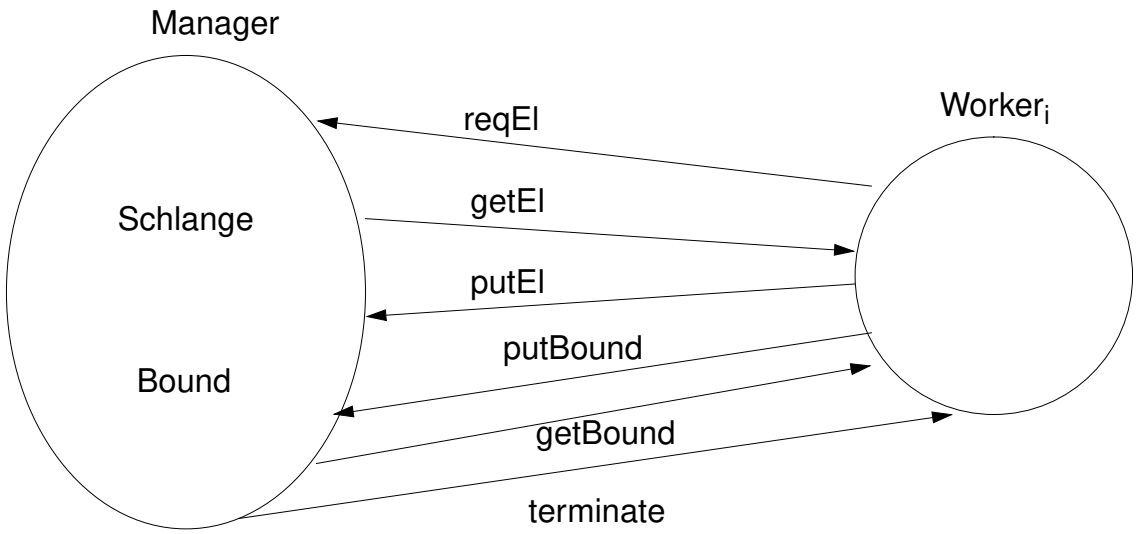
**Verständnisfragen:**

Erläutern Sie das allgemeine Schema am Beispiel des Rucksackproblems

# Paralleles Branch & Bound (zentral)

Ein **zentraler Manager-Prozess** verwaltet die Schlange und die Bound-Variable.

Ein Worker-Prozess erweitert ein Element, prüft es, berechnet die Kosten, ggf. neuen Bound




**Protokoll**: reqEl (getEl [getBound] (putEl | putBound)* reqEl)* terminate

© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Parallele Programmierung in Java SS 2000 / Folie 76

**Ziele:**

Zentrale Konfiguration verstehen

**in der Vorlesung:**

Erläuterungen

- zur Schnittstelle und
- zum Protokoll

Herleitung aus dem allgemeinen Schema.

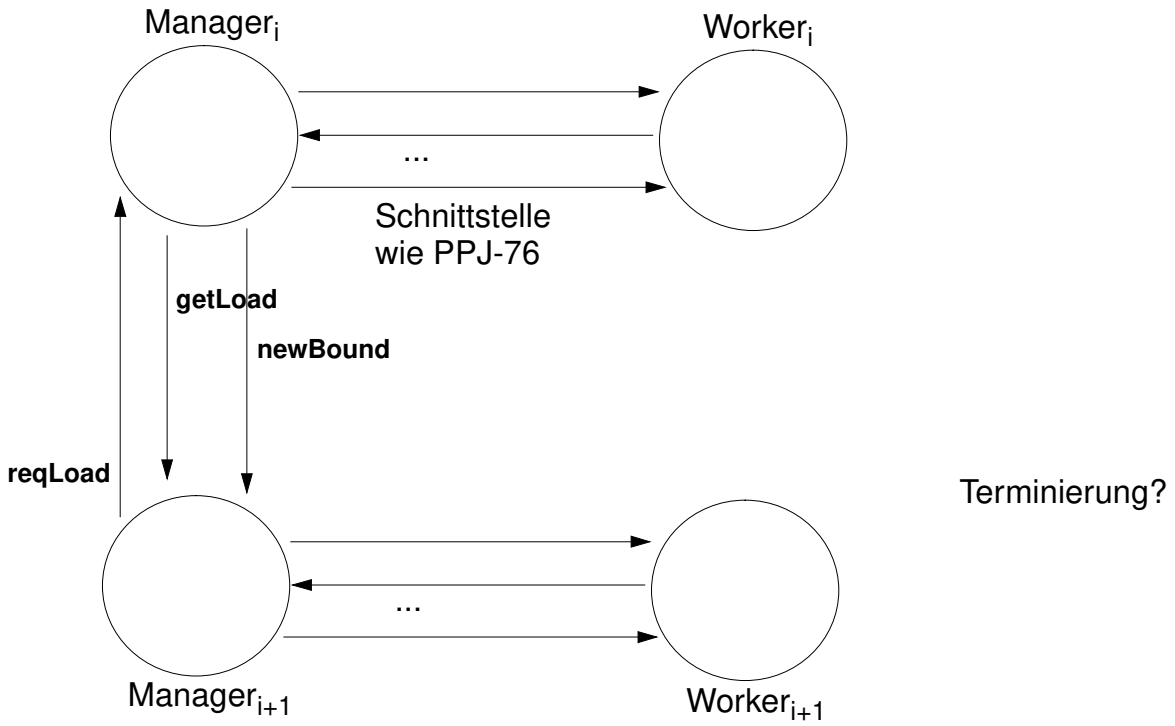
**Verständnisfragen:**

- Skizzieren Sie den Anfang des Ablaufes.

# Paralleles Branch & Bound (verteilt)

Verteilte Manager-Prozesse, einer für jeden Worker-Prozess.

Last balancieren mit Nachbarn, z. B. im Ring




© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Parallele Programmierung in Java SS 2000 / Folie 77

**Ziele:**

Verteilte Konfiguration verstehen

**in der Vorlesung:**

Erläuterungen

- zur Schnittstelle zwischen den Manager-Prozessen
- zur Lastbalancierung
- zum Problem der Terminierung
- zu Vorteilen der dezentralen Konfiguration

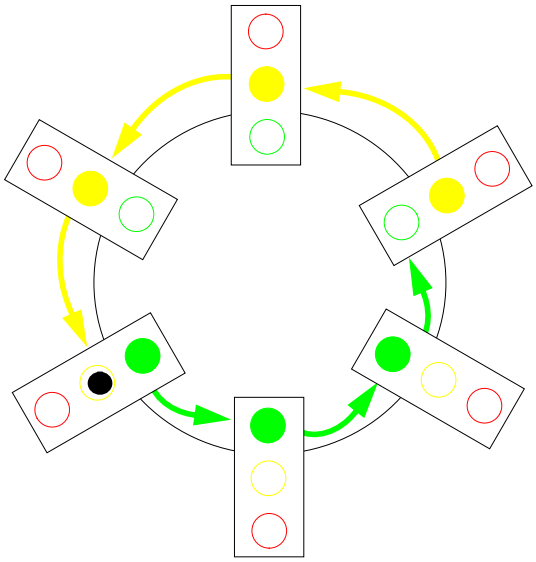
**Verständnisfragen:**

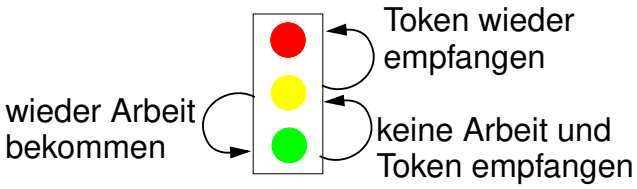
- Vergleichen Sie die zentrale und verteilte Konfiguration

# Terminierung im Ring

Aufgabe: Einen globalen Zustand von Prozessen im unidirektionalen Ring feststellen und allen Prozessen mitteilen, z. B. „alle Prozesse sind inaktiv“.

Idee: Ein Token kreist im Ring und kennzeichnet Prozesse, die den Zustand (inaktiv) eingenommen haben.
In gleicher Richtung kann er wieder zurückgesetzt werden.
Wenn das Token seine eigene Spur erreicht, gilt der Zustand global.






© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Parallele Programmierung in Java SS 2000 / Folie 78

**Ziele:**

Verteiltes Terminierungsverfahren kennenlernen

**in der Vorlesung:**

Erläuterung

- der Aufgabe und
- des Lösungsverfahrens

**Verständnisfragen:**

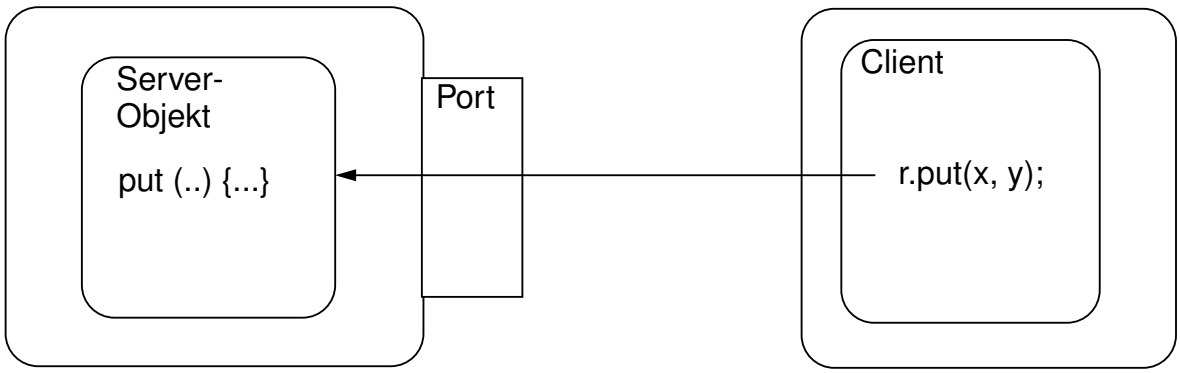
- In welchen Situationen wird das Token weitergegeben?

# Methodenaufrufe für Objekte auf anderen Rechnern (RMI)

**Remote Method Invocation (RMI)**: Aufruf von Methoden zu Objekten auf anderen Rechnern

In Java durch die Bibliotheken java.rmi verfügbar.

**Vergleichbare Techniken**: CORBA mit IDL, Microsoft DCOM mit COM




**Aufgaben**:

- Objekte über Rechnergrenzen hinweg **identifizieren** (Objektverwaltung, Naming Service)
- **Schnittstelle** für Fernzugriffe und ausführbare Repräsentanten der Objekte (Skeleton, Stub)
- **Methodenaufruf**, Parameter und Ergebnis übertragen (Object Serialization)

© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Parallele Programmierung in Java SS 2000 / Folie 79

**Ziele:**

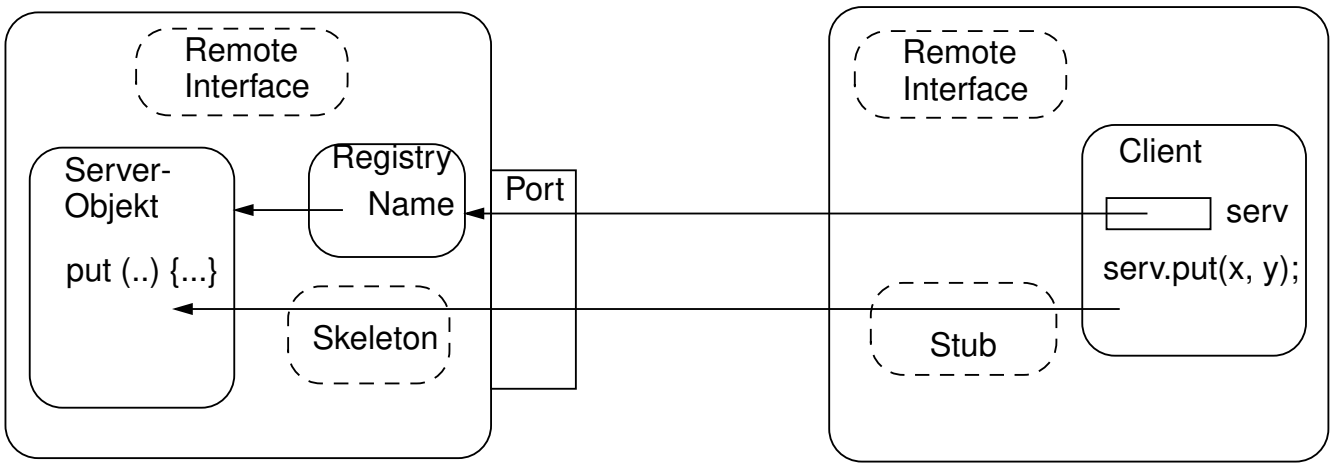
Aufgaben des RMI verstehen

**in der Vorlesung:**

Erläuterungen

- zu Identifikation von Objektreferenzen
- zur Repräsentanten (transformieren in E/A-Ströme)
- zur Übertragung von Objekten

# RMI in Java




**Remote Interface**: Spezielle Anforderungen an Schnittstellenmethoden

**Registry**: Prozess auf Systemebene für Rechnerund Port;
leistet Zuordnung von Namen zu Objektreferenzen

**Server Skeleton**: Repräsentant des Servers für Außenzugriffe auf Server-Objekte,
leistet E/A-Umsetzung Server-seitig,

**Client Stub**: Repräsentant des Servers, leistet E/A-Umsetzung Client-seitig

© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Parallele Programmierung in Java SS 2000 / Folie 80

**Ziele:**

Übersicht zu den Komponenten

**in der Vorlesung:**

Erläuterungen dazu:

- Registry ist ein selbständiger Prozess
- Registry kann viele Objekte verwalten
- Skeleton und Stub werden generiert

# RMI Entwicklungsschritte

Am Beispiel: **`Hashtable`** als Server-Objekte verfügbar machen

1. Remote Interface definieren:
```
public interface RemoteMap extends java.rmi.Remote
{ public Object get (Object key) throws RemoteException; ...}
```
2. Adapterklasse zur Anpassung der Server-Klasse an Remote Interface entwickeln:
```
public class RemoteMapAdapter extends UnicastRemoteObject
       implements RemoteMap
{ public RemoteMapAdapter (Hashtable a) { adaptee = a; }
  public Object get (Object key) throws RemoteException
  { return adaptee.get (key); }
  ...
}
```
3. Server-Hauptprogramm erzeugt das Server-Objekt und trägt es in die Registry ein:
```
Hashtable adaptee = new Hashtable();
RemoteMapAdapter adapter = new RemoteMapAdapter (adaptee);
Naming.rebind (registeredObjectName, adapter);
```
4. Skeleton und Stub aus der adaptierten Server-Klasse erzeugen;
   Client-Stub zum Client kopieren:
```
rmic RemoteMapAdapter
```

© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Parallele Programmierung in Java SS 2000 / Folie 81

**Ziele:**

Rezept zum Abarbeiten

**in der Vorlesung:**

Erläuterungen dazu

# RMI Entwicklungsschritte (Forts.)

5. Client identifiziert das Server-Objekt auf einem Zielrechner und ruft Methoden auf:
```
Registry remoteRegistry = LocateRegistry.getRegistry (hostName);
RemoteMap serv = (RemoteMap) remoteRegistry.lookup (remObjectName);
v = serv.get (key);
```
6. Auf Server-Rechner eine Registry starten:
```
rmiregistry [port] &
```
Default Port ist 1099
7. Auf Server-Rechner einige Server starten.
8. Auf Client-Rechnern ggf. mehrere Clients starten

© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Parallele Programmierung in Java SS 2000 / Folie 82

**Ziele:**

Rezept zum Abarbeiten (Forts.)

**in der Vorlesung:**

Erläuterungen dazu

# Objekte als Parameter von RMI-Aufrufen

Parameter und Ergebnis von RMI-Aufrufen werden über E/A-Ströme übertragen.

Das ist problemlos für Werte von Grundtypen und String.

Bei allgemeinen Objekten wird der Datengehalt der Objektvariablen übertragen und daraus aus der Empfangsseite ein neues Objekt erzeugt.
Die Klasse solcher Objekte muss das Interface Serializable implementieren:

```
import java.io.Serializable;

class SIPair implements java.io.Serializable
{  private String s;
   private int i;

   public SIPair (String a, int b) { s = a; i = b; }
   public String toString () { return s + "-" + i; }
}
```

© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Parallele Programmierung in Java SS 2000 / Folie 83

**Ziele:**

Übertragung von Objekten

**in der Vorlesung:**

Erläuterungen dazu