

## E Überblick über die 4. Übung

E Überblick über die 4. Übung

- RPC und ORB
  - ◆ Aufrufsemantiken
  - ◆ Hinweise Aufgabe 3

## E.1 Object Request Brokers

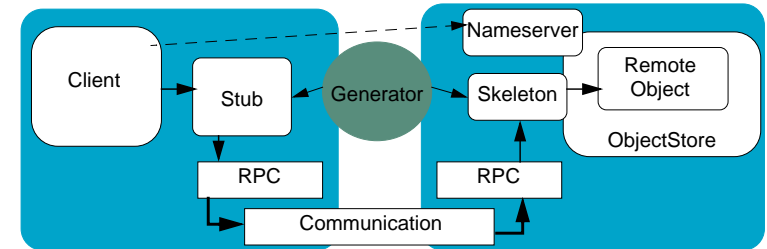
E.1 Object Request Brokers

- ermöglichen Methodenaufrufe an entfernten Objekten (Objekte in anderen JVM)
- Beispiel-ORBs: RMI, JavaIDL

## 1 Komponenten eines ORBs

E.1 Object Request Brokers

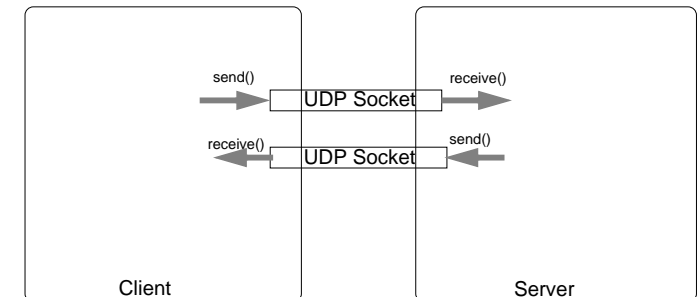
- *Kommunikationsschicht*: tauscht Daten zwischen zwei Rechnern aus
- *RPC Schicht*: definiert die Aufrufsemantik und das Marshalling
- *Object Store*: verwaltet den Lebenszyklus der Objekte
- *Stub / Skeleton Generator*: erzeugt Code für die Stubs und die Skeletons
- *Nameserver*: findet Objekte anhand deren Namen



## 2 Kommunikationsschicht

E.1 Object Request Brokers

- zuständig für den Datenaustausch zwischen zwei Rechnern
- verwendet **DatagramSocket** (UDP)



### 3 RPC-Schicht

E.1 Object Request Brokers

- erledigt die Weiterleitung von Methodenaufrufen
- wird von den Stubs und den Skeletons verwendet
- verwendet die Kommunikationsschicht um Bytes zu versenden

E.1 Object Request Brokers

### 3 Marshalling

- RPC-Schicht verpackt die Parameter in ein Anfragepaket und den Rückgabewert in ein Antwortpaket == Marshalling
- kopiere alle Parameter zum Server  
(besser wäre es, eine Referenz zu verschicken wenn ein Parameter ein *remote Interface* implementiert)
- verwende ObjectStreams/ByteArrayStreams/Datagramme um Objekte zu verschicken:

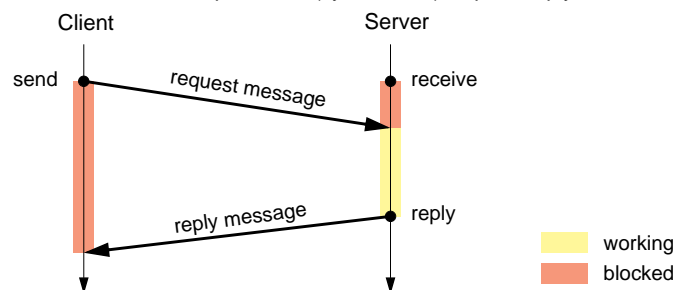
```
ByteArrayOutputStream stream = new ByteArrayOutputStream();
ObjectOutputStream out = new ObjectOutputStream(stream);
out.writeObject(...);
byte[] buf = stream.toByteArray();
DatagramPacket packet = new DatagramPacket(buf, ... );
```

- Annahme für Aufgabe 3: alle Parameter passen in ein `DatagramPacket`

### 3 RPC

E.1 Object Request Brokers

- einfachster RPC ist ein primitives (synchrones) request/reply-Protokoll:



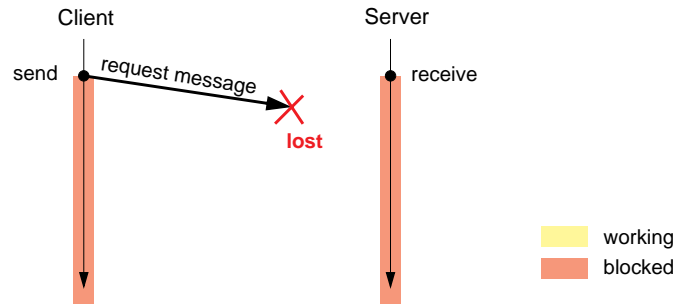
E.1 Object Request Brokers

### 3 Fehlerbehandlung

- Implementierung einer bestimmten Aufrufsemantik
  - ◆ exactly once
  - ◆ at least once
  - ◆ at most once
  - ◆ last of many
  - ◆ ...
- abhängig von der Servicequalität der Kommunikationsschicht
- muss mit Kommunikationsfehlern umgehen können:
  - ◆ verlorene Pakete
  - ◆ veränderte Reihenfolge (non-FIFO)
  - ◆ duplizierte Pakete
  - ◆ veränderte Pakete

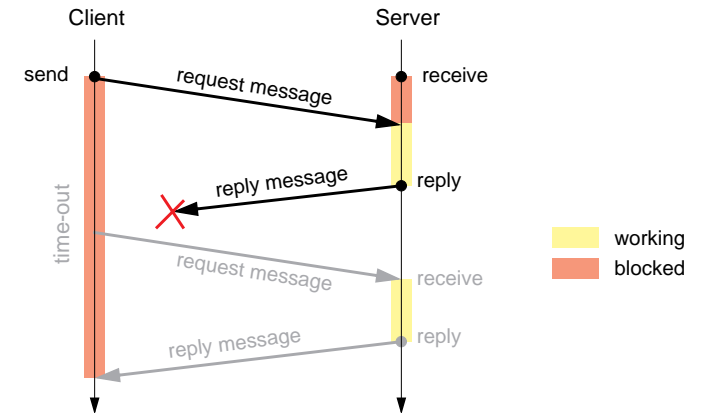
### 3 Fehlerbehandlung - Problem 1

- Kommunikationsfehler: Verlust einer Anfragenachricht



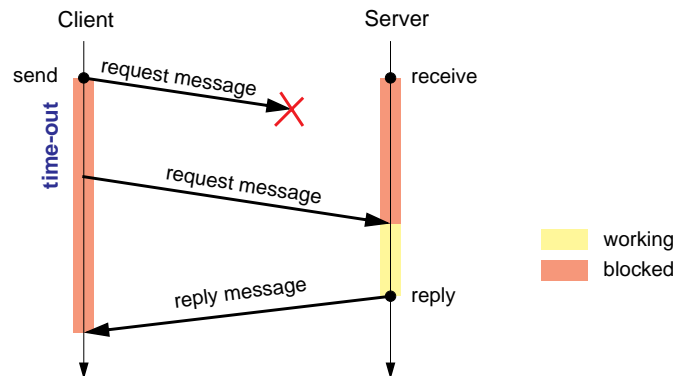
### 3 Fehlerbehandlung - Problem 2

- Kommunikationsfehler: Verlust einer Antwortnachricht
  - bei Wiederholung wird die Methode mehrmals ausgeführt



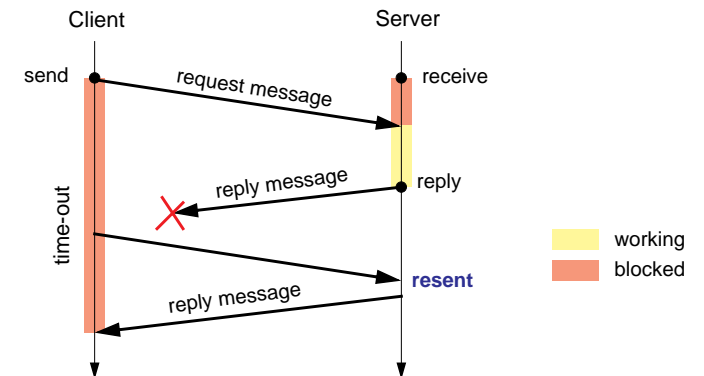
### 3 Fehlerbehandlung - Lösung 1

- Verlust einer Anfragenachricht:
  - mögliche Lösung: Anfrage erneut schicken



### 3 Fehlerbehandlung - Lösung 2

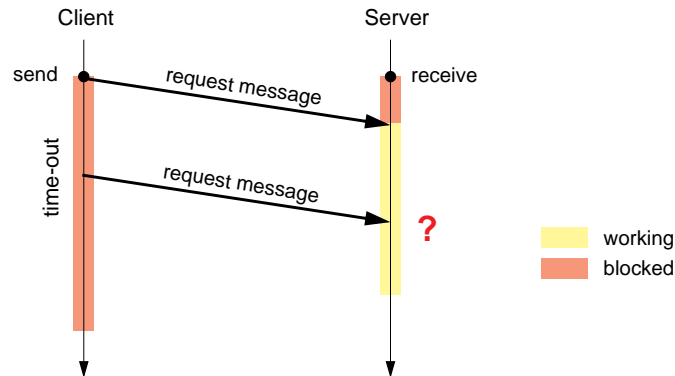
- Verlust einer Antwortnachricht
  - Server hebt Antwort auf und wiederholt sie



### 3 Fehlerbehandlung - Problem 3

- Bearbeitung dauert länger als Timeout bei Client

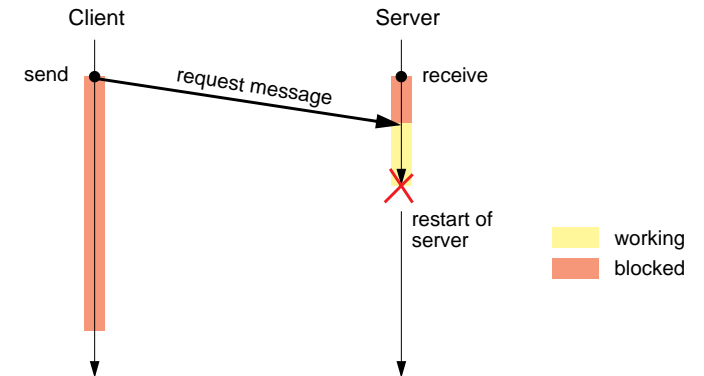
- ◆ Bearbeitung ist noch nicht fertig



### 3 Fehlerbehandlung - Problem 4

- Serverfehler

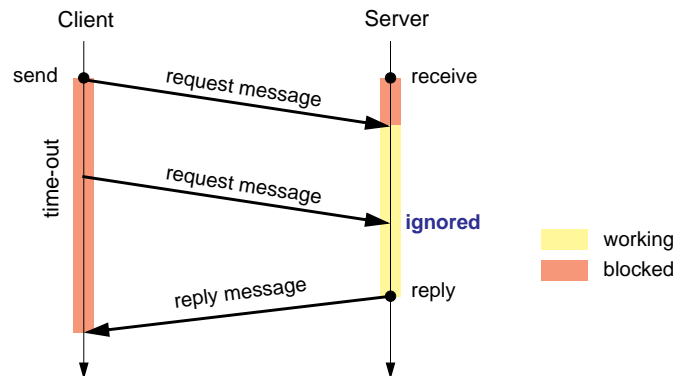
- ◆ Fehler während des Ausführens der Methode (Server stürzt ab)



### 3 Fehlerbehandlung - Lösung 3

- Bearbeitung ist noch nicht fertig

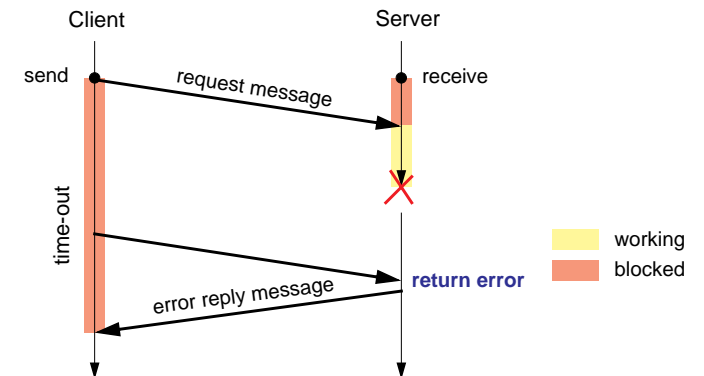
- ◆ wiederholte Anfrage wird ignoriert



### 3 Fehlerbehandlung - Lösung 4

- Server stürzt ab:

- ◆ Server erkennt alte Anfragen (alte Generationsnummer) und liefert Fehler



### 3 Fehlerbehandlung - mögliche Implementierung

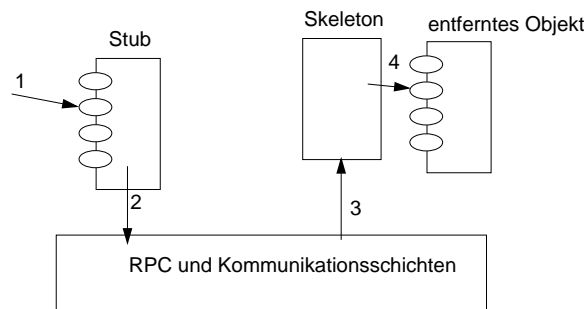
- Annäherung an *exactly once*:
  - ◆ Um verlorene Anfragenachrichten entgegenzuwirken werden die Pakete nach einem Timeout erneut gesendet.
  - ◆ Zum Vermeiden von mehrfachen Ausführungen bei doppelt gesendeten Paketen werden IDs verwendet, welche bei einem erneuten Versenden der gleichen Anfrage nicht verändert werden.
  - ◆ Der Server soll abgesendete Antworten puffern, für den Fall, dass eine Antwort verloren geht und um eine erneute Ausführung der Methode zu vermeiden.
  - ◆ Den Absturz eines Servers zu verkraften ist schwieriger .....  
..... daher ignorieren wir das Problem.

### 4 Stub

- implementiert den gleichen Typen wie das entfernte Objekt (gleiches Interface)
- verpackt einen Methodenaufruf in ein Request-Objekt:
  - ◆ Objekt ID, Methoden ID, Parameter
- verwendet die RPC-Schicht um eine Anforderung zu versenden
- transformiert das Rückgabeobjekt in den entsprechenden Typ

### 4 Stubs und Skeletons

- Stub: Stellvertreter (Proxy) des entfernten Objekts.
- Skeleton: Ruft die Methoden am entfernten Objekt auf



### 4 Stub Beispiel

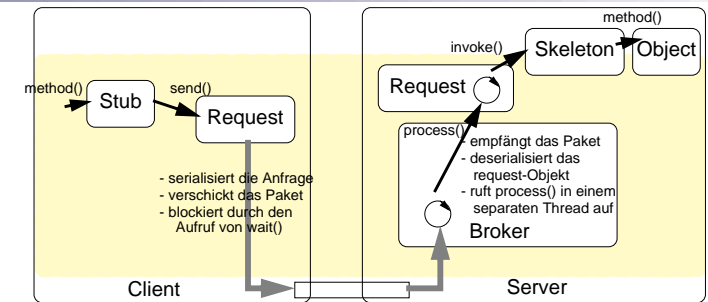
```
package test;
import orb.*;
public class AccountImpl_Stub implements test.Account {
    int oid;
    ClientContext ctx;
    public AccountImpl_Stub(int oid, ClientContext ctx) {
        this.oid = oid;
        this.ctx = ctx;
    }

    // erzeugte Methoden (Bsp ohne Exceptionbehandlung)
    public int deposit(int param0) {
        Object[] parameters = new Object[1];
        parameters[0] = new Integer(param0);
        Request req = new Request(ctx, oid, 9, parameters);
        Object ret = req.send();
        return ((Integer)ret).intValue();
    }
    // weitere erzeugte Methoden ...
}
```

## 4 Skeleton

- ruft Methoden am "echten" Objekt auf
- notwendige Informationen:
  - ◆ Objektreferenz
  - ◆ Methoden ID
  - ◆ Parameter

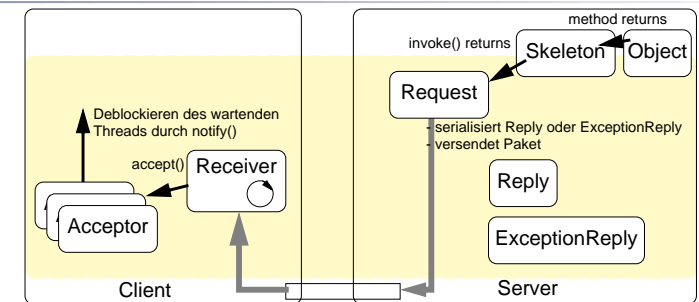
## 4 Request



## 4 Skeleton Beispiel

```
package test;
import orb.*;
public class AccountImpl_Skel implements Skeleton {
    AccountImpl object;
    public AccountImpl_Skel() { /* ... */ }
    public void init(int oid, Object object) {
        this.oid = oid;
        this.object = (AccountImpl) object;
    }
    public Object invoke(int mid, Object[] parameters)
        throws Exception {
        switch(mid) {
            ...
            case 9: {
                int p1 = ((Integer)parameters[0]).intValue();
                int result = object.deposit(p1);
                return new Integer(result);
            }
        }
    }
}
```

## 4 Reply



## 5 Object Store

### ■ Interface:

- ◆ `int registerObject(Object obj)`  
gibt eine eindeutige Objekt-ID zurück.
- ◆ `Object lookupByID(int oid)`  
liefert das Objekt zur gegebenen Objekt-ID

### ■ Implementationstechnik:

- ◆ `java.util.Hashtable` kann verwendet werden um die Abbildung zwischen Objekt-IDs und Objekten vorzunehmen (Hinweis: die Hashtabelle kann nur Objekte speichern, die `OID` sollte daher in ein `Integer`-Objekt gekapselt werden.)

## 6 Nameserver

### ■ ist aufgeteilt in einen ID-Finder und einen Proxy-Erzeuger

### ■ ID Finder

- ◆ bildet Namen auf OIDs ab:
  - `void bind(String name, int oid)`
  - `int lookupID(String name)`
- ◆ verwendet `Hashtable`
- ◆ ist selbst als entferntes Objekt mit der OID 1 implementiert

### ■ ein realistischer Nameserver würde Referenzen auf Stub-Objekte zurückliefern anstatt OIDs

### ■ das erfordert, dass zusammen mit der OID der Klassenname des Stubs zurückgegeben wird.

## 7 Nameserver

### ■ Stub-Erzeuger

- ◆ sucht die ID (und den Klassennamen); erzeugt daraufhin ein Stub-Objekt
  - `Object lookup(String name)`
- ◆ der Nameserver lädt die Klasse und erzeugt eine Instanz der Klasse