

T Zusammenfassung der 4. Übung

T Zusammenfassung der 4. Übung

- Sockets
- Design-Patterns
- Threads (Teil 2)
- Serialisierung

OOVS

Objektorientierte Konzepte in Verteilten Systemen und Betriebssystemen
© • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

Uebung5.fm 2002-11-18 10.42

T.1

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

U Überblick über die 5. Übung

U Überblick über die 5. Übung

- ClassLoader
- SecurityManager
- RMI

OOVS

Objektorientierte Konzepte in Verteilten Systemen und Betriebssystemen
© • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

Uebung5.fm 2002-11-18 10.42

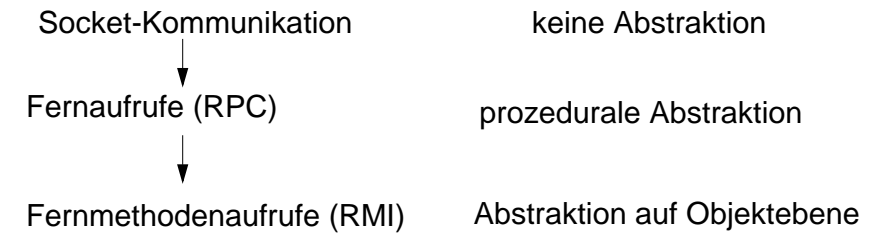
U.2

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

V Fernmethodeaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

V Fernmethodeaufrufe Remote Method Invocation (RMI)

- ermöglicht Abstraktion in einem verteilten System



- Fernmethodeaufrufe: Aufruf von Methoden an Objekten auf anderen Rechnern
- Transparente Objektreferenzen zu entfernten Objekten

OOVS

Objektorientierte Konzepte in Verteilten Systemen und Betriebssystemen
© • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

RMI.fm 2002-11-18 16.04

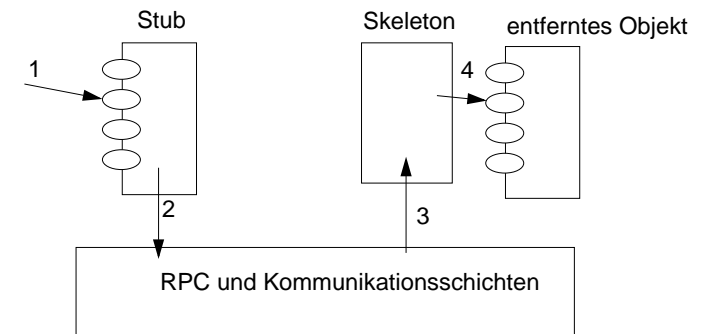
V.1

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

V.1 Überblick

V.1 Überblick

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



- Anfrage: Objekt ID, Methoden ID, Parameter

OOVS

Objektorientierte Konzepte in Verteilten Systemen und Betriebssystemen
© • Universität Erlangen-Nürnberg • Informatik 4, 2002

RMI.fm 2002-11-18 16.04

V.2

Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage, außer zu Lehrzwecken an der Universität Erlangen-Nürnberg, bedarf der Zustimmung des Autors.

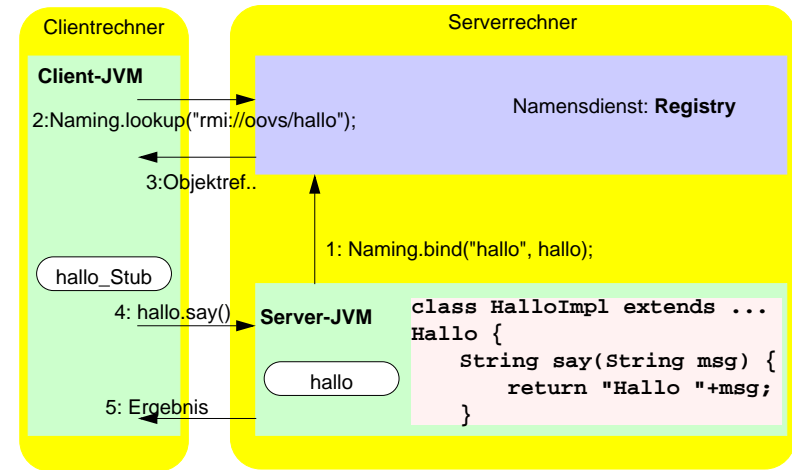
V.2 Einführung

- **Remote Object** (entferntes Objekt): Ein Objekt welches aus einer anderen JVM heraus genutzt werden kann
- **Remote Interface**: Beschreibt die Methoden eines entfernten Objekts.
- Ein *remote Interface* muss von `java.rmi.Remote` abgeleitet sein.
- Zugriffe auf ein entferntes Objekt sind nur über *remote Interfaces* möglich.
- Die Klasse eines entfernten Objekts muss mindestens ein *remote Interface* implementieren.
- Entfernte Objekte können selbst wieder entfernte Objekte nutzen.
- Parameter werden wie folgt übergeben:
 - ◆ by value: Bei allen Parametern die keine entfernten Objekte sind
 - ◆ by reference: Bei Parametern welche `java.rmi.Remote` implementieren

V.3 lokaler vs. fern Methodenaufruf

- jeder Aufruf kann eine `RemoteException` auslösen.
 - ◆ dabei weiß der Aufrufer nicht ob die Methode komplett, teilweise, oder garnicht ausgeführt wurde
- Entfernte Objekte können nur über Interfaces angesprochen werden.
- Normale Objekte werden kopiert anstatt eine Referenz darauf zu übergeben.

V.4 RMI Operation



V.5 Registry (1)

- Die *Registry* übernimmt als Namesdienst die Abbildung von Objektnamen auf Objektreferenzen.
- Der Zugriff erfolgt über die Klasse `java.rmi.Naming`:
 - ◆ `void Naming.bind(String name, Remote obj)` registriert ein Objekt unter einem eindeutigen Namen, falls das Objekt bereits registriert ist wird eine Exception ausgelöst
 - ◆ `void Naming.rebind(String name, Remote obj)` registriert ein Objekt unter einem eindeutigen Namen, falls das Objekt bereits registriert ist wird der alte Eintrag gelöscht
 - ◆ `Remote Naming.lookup(String name)` liefert die Objektreferenz zu einem gegebenen Namen
 - ◆ `void Naming.unbind(String name)` löscht den Namenseintrag
- Die Registrierung ist nur bei der Registry auf dem aktuellen Rechner möglich!

V.6 Registry (2)

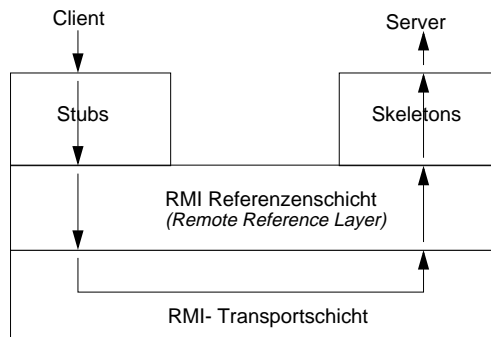
- Einen bestimmten Port verwenden:
 - ◆ Die Registry nimmt TCP/IP-Verbindungen an Port 1099 entgegen.
 - ◆ als Parameter kann jedoch ein anderer Port angegeben werden z.B. 10412:


```
rmiregistry 10412
```
 - ◆ Wenn eine Registry an einem bestimmten Port verwendet werden soll, so muss die URL, die bei `bind/rebind/unbind/lookup` verwendet wird diesen Port enthalten:

```
Naming.rebind("rmi://faiui40:10412/hallo", hallo)

Naming.lookup("rmi://faiui40:10412/hallo")
```

V.7 Systemarchitektur

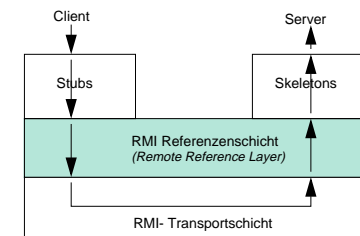


V.8 Stubs und Skeletons

- Stub (auf Clientseite) - implementiert das *remote interface*
 1. erhält einen `ObjectOutputStream` von der RMI - Referenzschicht
 2. schreibt die Parameter in diesen Strom
 3. teilt der RMI - Referenzschicht mit, die Methode aufzurufen
 4. holt einen `ObjectInputStream` von der RMI - Referenzschicht
 5. liest das Rückgabeobjekt aus diesem Strom
 6. liefert das Rückgabeobjekt an den Aufrufer
- Skeleton (auf Serverseite)
 1. erhält einen `ObjectInputStream` von der RMI - Referenzschicht
 2. liest die Parameter aus diesem Strom
 3. ruft die Methode am implementierten Objekt auf.
 4. holt einen `ObjectOutputStream` von der RMI - Referenzschicht
 5. schreibt das Rückgabeobjekt in diesem Strom.

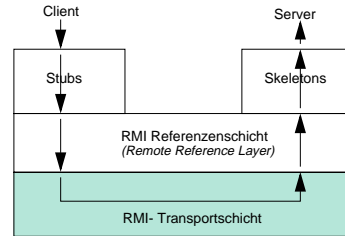
V.9 Referenzschicht (Remote Reference Layer)

- verantwortlich für das Aufräumen (Garbage Collection) der entfernten Objekte
- implementiert die Aufrufsemantik, z.B.:
 - ◆ unicast, Punkt-zu-Punkt
 - ◆ Aufruf an einem replizierten Objekt
 - ◆ Strategien zum Wiederaufbau der Verbindung nach einer Unterbrechung



V.10 Transportschicht

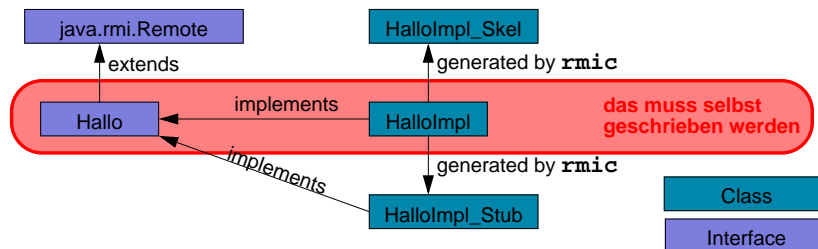
- verantwortlich für die Datenübertragung zwischen den Rechnern
- aktuelle Implementierung basiert auf TCP/IP Sockets
- verschiedene Transportmechanismen sind denkbar



V.12 ein einfaches Beispiel

1. Remote Interface
2. Server
3. Serverinitialisierung
4. Client
5. Starten des Systems

V.11 Interface und Implementierung



- Der Programmierer schreibt das *remote Interface* `Hallo` und die Implementierung `HalloImpl`.
- Der Stellvertreter (Stub) `HalloImpl_stub` und das Skeleton `HalloImpl_skel` werden durch `rmic` aus der Implementierung `HalloImpl` generiert.
- `RMIClassLoader`: lädt die Klassen der Parameter und des Rückgabeobjekts.

1 Beispiel - Remote-Interface

- jedes entfernte Objekt muss ein Interface implementieren, das alle Methoden enthält, die das Objekt seinen Clients anbieten soll
- das Interface muss von `java.rmi.Remote` erben
- alle Methoden können `java.rmi.RemoteException` werfen
- alle Parameter und Rückgabewerte müssen
 - ◆ Serializable sein (d.h. sie müssen das Interface `java.io.Serializable` implementieren)
 - ◆ oder sie müssen entfernte Objekte sein.

1 Beispiel - Remote-Interface

Remote Interface *Bank*:

```
public interface Bank extends java.rmi.Remote {
    void deposit(Money amount, Account account)
        throws java.rmi.RemoteException;
}
```

Remote Interface *Account*:

```
public interface Account extends java.rmi.Remote {
    void deposit(Money amount)
        throws java.rmi.RemoteException;
}
```

Parameter *Money*:

```
public class Money implements java.io.Serializable {
    private float value;
    public Money(float value) { this.value = value; }
}
```

2 Beispiel - Server

- Der Server implementiert das Interface.
- Methoden brauchen keine `RemoteException` zu werfen.
- Zwei Alternativen zur Erzeugung eines Remote-Objektes
 - ◆ Der Server wird von `UnicastRemoteObject` abgeleitet

```
import java.rmi.server.*;
public class BankImpl extends UnicastRemoteObject implements Bank
{
    public BankImpl () throws java.rmi.RemoteException {...}
    public void deposit(Money amount, Account account)
        throws java.rmi.RemoteException {
        account.deposit(amount);
    }
}
```

- ◆ oder es wird mit `exportObject` ein Remote-Objekt erzeugt:

```
public class BankImpl implements Bank {...}
Remote bank = UnicastRemoteObject.exportObject(new BankImpl())
```

3 Beispiel - Serverinitialisierung

- Das Remote-Objekt muss mit `bind` oder `rebind` in die Registry eingetragen werden.

```
Naming.bind("rmi://fau140u:10412/bank", bank);
```

Protokoll

Rechnername

Objektname

- Es muss ein `SecurityManager` installiert werden.
 - ◆ ohne `SecurityManager` können keine Klassen vom Netz geladen werden
 - ◆ Server-JVM muss einen `SecurityManager` setzen, z.B.

```
System.setSecurityManager(new RMISecurityManager());
```

- ◆ `RMISecurityManager` ist ähnlich `AppletSecurityManager`

4 Beispiel - Client

- Der Client kann sich mit `lookup` eine Referenz auf das entfernte Objekt (den Server) besorgen.
- Beispiel:

```
public class Client {
    public static void main (String argv[]) throws
        java.net.MalformedURLException,
        java.rmi.NotBoundException,
        java.rmi.RemoteException {
        Bank bank= (Bank)java.rmi.Naming.lookup
            ("rmi://fau140u:10412/bank");
        Account account = new AccountImpl();
        bank.deposit(new Money(10), account);
    }
}
```

5 Beispiel - System starten

- Klassen-Pfad setzen, damit `rmic` und `java (server)` die Klassen finden

```
setenv CLASSPATH /proj/i4oovs/felser/aufgabe5
```

- Stubs und Skeletons erzeugen

```
rmic -d ${CLASSPATH} BankImpl
```

- Auf dem Serverrechner die Registry starten

```
rmiregistry 10412&
```

- Auf dem Serverrechner das Serverobjekt starten

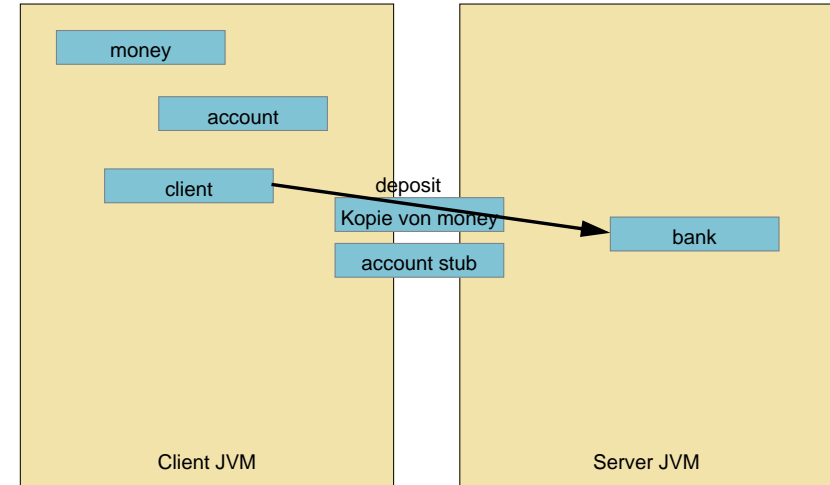
```
java -Djava.rmi.server.codebase=
      file:///proj/i4oovs/felser/aufgabe5/ BankImpl
```

- Von jedem beliebigen Rechner aus kann der Client nun benutzt werden:

```
java Client
```

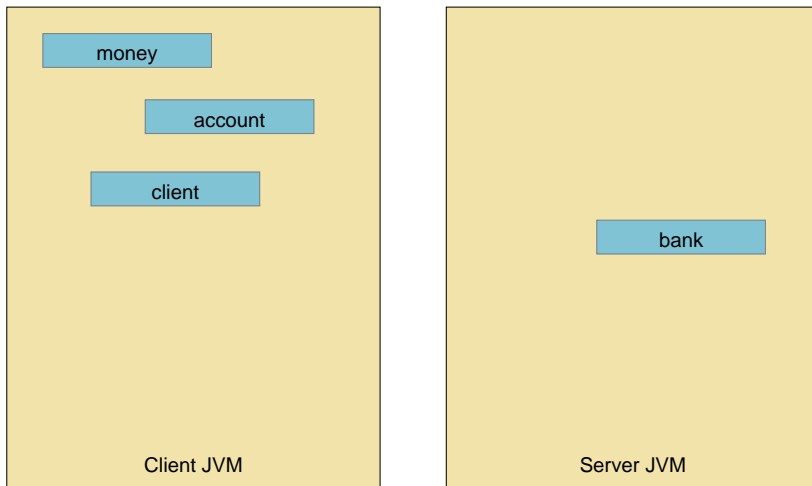
OOVS

6 Interaktionen während des Fernmethodenaufrufes (2)



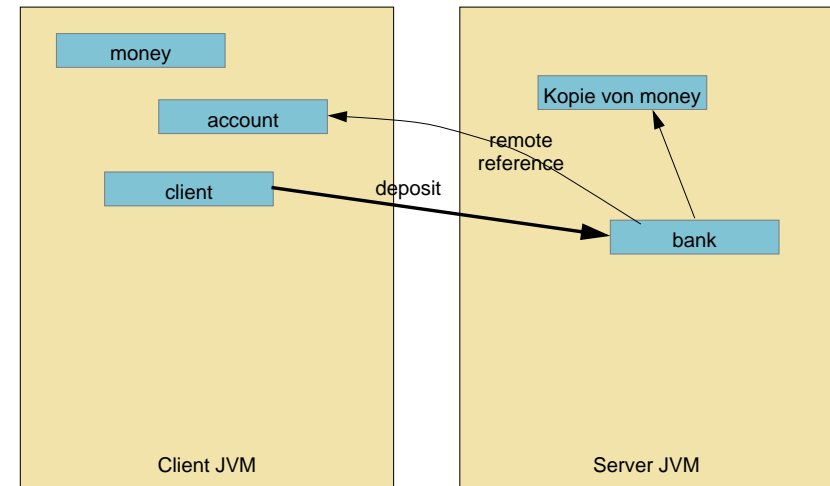
OOVS

6 Interaktionen während des Fernmethodenaufrufes



OOVS

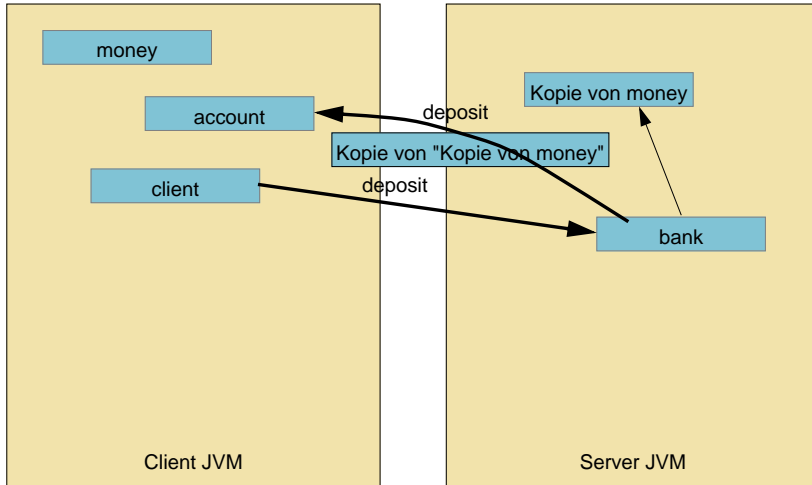
6 Interaktionen während des Fernmethodenaufrufes (3)



OOVS

6 Interaktionen während des Fernmethodenaufrufes (4)

V.12 ein einfaches Beispiel



1 Beispiel Observer: Remote-Interfaces

V.13 Beispiel Observer

- Interface für Gerät (entspricht Observable)

```
public interface Device extends java.rmi.Remote {
    public Integer getState()
        throws java.rmi.RemoteException;

    public void addObserver( DeviceObserver o )
        throws java.rmi.RemoteException;
}
```

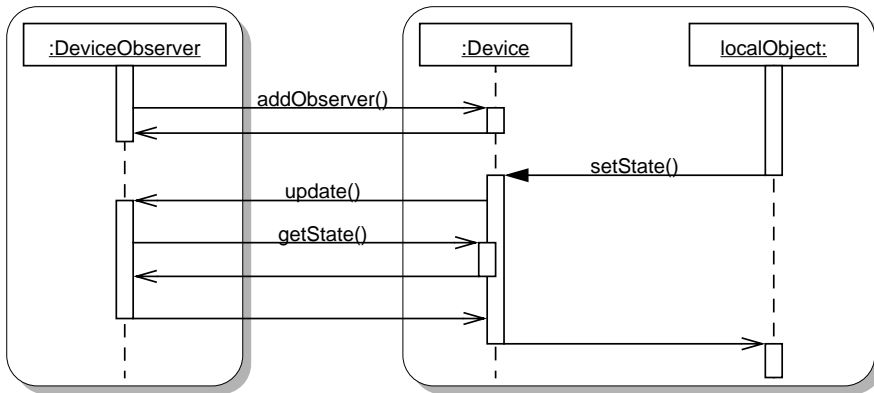
- Interface für Geräteüberwachung (entspricht Observer)

```
public interface DeviceObserver extends java.rmi.Remote {
    public void update( Device d )
        throws java.rmi.RemoteException;
}
```

V.13 Beispiel Observer

V.13 Beispiel Observer

- Überwachung eines Gerätes
- Benachrichtigung bei Zustandsänderung



2 Beispiel: Observable-Implementierung

V.13 Beispiel Observer

```
public class DeviceImpl
    extends java.rmi.UnicastRemoteObject implements Device {
    private Integer state; // Zustand
    private java.util.Vector observers; // Menge der Observer
    public DeviceImpl() throws java.rmi.RemoteException {
        super();
        ... /* Initialisierung von state und observers */
    }
    // Remote-Methoden
    public Integer getState() throws java.rmi.RemoteException {
        return state;
    }
    public void synchronized addObserver( DeviceObserver o ){
        observers.addElement( o );
    }
    // lokale Methode
    public void synchronized setState( Integer s ) {
        state = s;
        ... // fuer jeden DeviceObserver o in observers
        try {
            // Remote-Aufruf an DeviceObserver
            o.update( this );
        } catch( Exception e ) { /* Fehler */ };
    }
}
```

3 Beispiel Observer: Server-Wrapper

```
public class DeviceServer {
    public static void main( String argv[] ) {
        // Security-Manager setzen
        System.setSecurityManager
            (new java.rmi.RMISecurityManager());

        try {
            // Implementierungsobjekt erzeugen
            DeviceImpl d = new DeviceImpl();
            // Objekt mit Namen anmelden
            java.rmi.Naming.rebind
                ( "rmi://server/Device1", d );
        } catch ( Exception e ) {
            // Fehler
        }
    }
}
```

V.14 Zusammenfassung

- Ein entferntes Objekt muss ein "remote Interface" implementieren.
- Alle Methoden des Interfaces müssen eine `java.rmi.RemoteException` werfen.
- Um ein entferntes Objekt zu erzeugen kann man entweder `java.rmi.server.UnicastRemoteObject` verwenden oder es ableiten.
- Um entfernte Objekte an der *Registry* zu registrieren oder zu suchen kann man `java.rmi.Naming` verwenden.
- Clients verwenden nur das remote interface.

4 Beispiel Observer: Observer-Application

```
public class DeviceAppl extends java.awt.Frame
    implements DeviceObserver{
    private Integer state; // Zustand fuer paint()
    public static void main(String [] args){ new DeviceAppl(); }
    public DeviceAppl(){ super(...);setSize(..);setVisible(..);
        try { // Skeleton erzeugen
            java.rmi.server.
                UnicastRemoteObject.exportObject( this );
            // Device suchen
            Device d = (Device)java.rmi.Naming.lookup
                ("rmi://server/Device1" );
            state = d.getState(); // aktuellen Zustand holen
            d.addObserver( this ); // als Observer registrieren
        } catch ( Exception e ) { /* Fehler */ }
    }
    public void paint( java.awt.Graphics g ) {
        g.drawString( "Current state: " + state, ... );
    }
    // Remote-Methode
    public void update( Device d )
        throws java.rmi.RemoteException {
        state = d.getState(); // veraenderten Zustand holen
        repaint(); // ruft paint() auf
    }
}
```