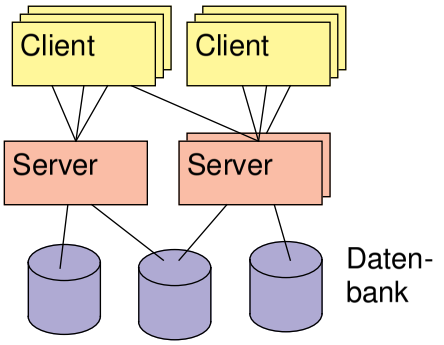
J Enterprise Java Beans

J.1 Motivation

- Große verteilte Anwendungen im „Geschäftsleben“
  - viele Clients
    - wollen Dienste nutzen
  - einige Server
    - stellen Dienste bereit
  - einige Datenbanken
    - halten die Geschäftsdaten



- Problem
  - Aufbau des Systems
  - Zergliederung in Einzelteile
  - Kommunikation der Teile
    - ➥ Middleware

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

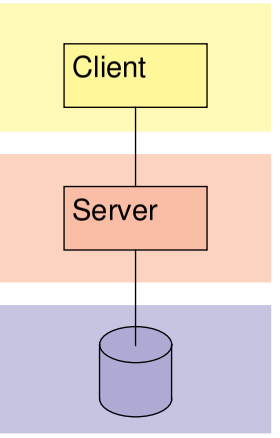
J.1 Motivation (2)

- ★ **Komponenten-Idee**
  - Zerlegung der Geschäftslogik („Business-Logik“) in Komponenten
    - z.B. Komponente zur Preisberechnung
  - Wiederverwendung von Komponenten
    - Komponentenmarkt mit Komponentenanbietern
    - Zusammenschalten von neuen und eingekauften Komponenten zu einer neuen Anwendung
  - Bereitstellung einer Umgebung für Komponenten
    - Umgebung unterstützt Sicherheit
    - Umgebung unterstützt Anwendungskonsistenz durch Transaktionen
- Application Server
  - Umgebung für Komponenten
    - Menge von Komponenten bilden eine Anwendung

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

J.2 Architektur

- Typisch: Architektur aus mehreren Schichten *(Multitiered Architecture)*
  - ◆ Client-Tier
    - Anwendungsteil des Client
    - Webbrowser
    - dedizierte Anwendung
  - ◆ Middle-Tier
    - Geschäftslogik
    - Service-Bereitstellung
  - ◆ EIS-Tier (Enterprise Information System)
    - Datenbank
    - Archiv der Geschäftsvorgänge



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

J.2 Architektur (2)

- Client-Tier
  - ◆ Webbrowser als Client-Anwendung
    - Zugriff auf dynamische Webseiten
      (z.B. GMX, Webshop, Hotelreservierung)
    - Webseiten mit Applets
      (Applet-Programm tritt als Client zur Anwendung auf, z.B. Homebanking)
  - ◆ dedizierte Client-Anwendung
    - kommuniziert mit dem Rest der Anwendung
  - ◆ Web-Services-Schnittstelle
  - ◆ Benutzeroberfläche zur Anwendung
  - ◆ lokale Berechnung/Verarbeitung

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

J.2 Architektur (3)

- Middle-Tier
  - ◆ Web-Tier
    - Web-Container für Java Server Pages oder Servlets
    - (CGI-Skript)
    - unnötig bei dedizierter Client-Anwendung
  - ◆ Business-Tier
    - enthält eigentliche Geschäftslogik
    - Einsatz von Geschäfts-Komponenten
    - Komponenten-Container
  - ◆ Verarbeitung von Geschäftsprozessen und Geschäftsdaten

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

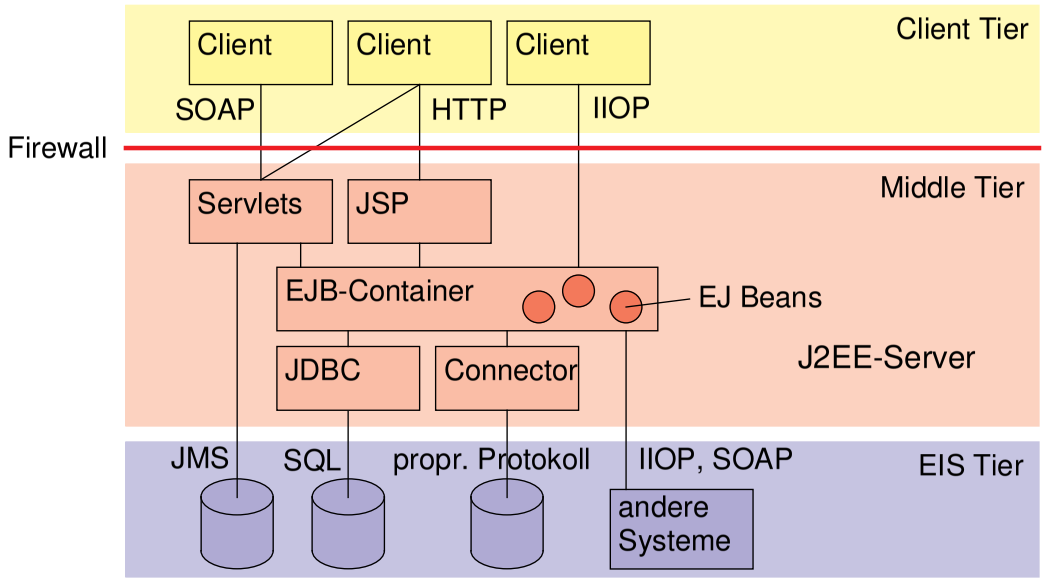
J.2 Architektur (4)

- EIS-Tier
  - ◆ Datenbanksysteme
    - relationale Datenbanken
    - objektorientierte Datenbanken
  - ◆ Altanwendungen zum Zugriff auf Geschäftsdaten
  - ◆ Datenverwaltung von Geschäftsdaten
    - Konsistenz der Daten

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

1 EJB-Architektur

- Globales Bild einer EJB-Anwendung



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

1 EJB-Architektur (2)

- Beispielanwendungen
  - Bankanwendung
    - Client am Webbrowser
    - Application-Server erlaubt Ansicht des Kontoauszug, Beauftragung für Überweisung, Dauerauftrag etc.
    - Datenbanken im Hintergrund halten Buchungen und Kontostände sowie Benutzerdaten
  - Webshop
    - Client am Webbrowser
    - mehrere Application-Server für Kreditkartenzahlung, Produktkatalog, Kundenprofilverwaltung

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

2 Rollen von EJB

- Bean-Entwickler
  - Komponentenverkäufer im Komponentenmarkt
  - Entwicklungsabteilung
  - ... liefern Enterprise-Java-Bean
    - d.h. Java Klassen gemäß EJB-Spezifikation für Komponenten
- Anwendungsentwickler
  - Entscheidung über Komponenteneinsatz (Zukauf, Eigenentwicklung)
  - Verbindungscode zwischen Komponenten
  - Entwicklung der Benutzerschnittstelle (JSP, Servlet, Applet)

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

2 Rollen von EJB (2)

- Anwendungsinstallateur (Deployer)
  - Aufstellen der Hardware für Application-Server
    - Stichworte: Redundanz und Fehlertoleranz
  - Verteilung der Beans auf Application-Server
  - Sicherung der Kommunikation durch Firewalls
  - Integration in Infrastruktur
    - Stichwort: Verknüpfung von Zugriffsrechten mit aktuellen Benutzern
  - Performance-Tuning
- Systemadministratoren
  - Betrieb der Anwendung
    - Managementfunktion
  - Überwachung der Anwendung
    - Monitoring, Fehlerbehebung

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

2 Rollen von EJB (3)

- Application-Server-Anbieter
  - Bereitstellen des Bean-Containers
    - Behausung für Enterprise Java Beans
    - Unterstützung für Sicherheit, Transaktionen etc.
  - Beispiele
    - WebLogic (BEA)
    - iPlanet
    - Websphere (IBM)
    - Oracle 9i
    - JRun (Macromedia)
    - Gemstone/J (Brokat)
    - Bluestone (HP)
    - iPortal (IONA)
    - Borland Application Server
    - JBoss (Open Source)
    - Powertier (Persistence)
- Werkzeuganbieter
  - Werkzeuge für die Code-Entwicklung (z. B. Visual Age, Eclipse)
  - Werkzeuge zur Modellierung und Code-Erzeugung

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

3 Unterschied zu klassischer Middleware

- Klassische Middleware ist explizit
  - Middleware: CORBA, Java RMI
  - Beispiel: Überweisungsvorgang von Konto zu Konto

```
account1.transfer( Amount s, Account other );
```

  - notwendiger Code im Kontoobjekt
    - Aufruf eines Sicherheitsservice, ob Aufrufer berechtigt
    - Aufruf eines Transaktionsservice zum Start einer Transaktion
    - Aufruf eines Datenbankservers zum Laden von Kontoinformationen
    - lokale Kontostandsberichtigung
    - Aufruf des zweiten Kontos zur Kontostandsberichtigung
    - Aufruf des Datenbankservers zum Speichern der Kontoinformationen
    - Aufruf des Transaktionsservice zum Beenden der Transaktion

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

3 Unterschied zu klassischer Middleware (2)

▲Problem
- ◆ komplexe Programmierung
- ◆ schwierige Wartung
- ◆ Interaktion verschiedener Produkte unter Umständen problematisch
  - • z.B. Datenbankserver und Transaktionsdienst

★ Vorteil
- ◆ hohe Flexibilität

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

3 Unterschied zu klassischer Middleware (3)

■ Implizite Middleware wie bei EJB
- ◆ Beispiel: Überweisungsvorgang von Konto zu Konto

```
account1.transfer( Amount s, Account other );
```

- ◆ notwendiger Code in Bean
  - • lokale Kontostandsberichtigung
  - • Aufruf einer zweiten Bean zur Kontostandsberichtigung des anderen Kontos
- ◆ Interaktion mit Services erfolgt implizit
  - • Container fängt Interaktionen ab
- ◆ Beschreibung der Interaktion in der Deployment-Phase
  - • Deployment-Deskriptor (XML)

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

3 Unterschied zu klassischer Middleware (4)

★ Vorteil
- ◆ einfach zu entwickelnden Beans
- ◆ leichte Wartung da übersichtlicher Code
- ◆ gesichertes Zusammenspiel der Komponenten

▲Nachteil
- ◆ weniger flexibel
- ◆ im Fehlerfall weniger durchschaubar
  - • abhängig vom Reifegrad der Produkte

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

3 Unterschied zu klassischer Middleware (5)

■ EJB bietete implizite Unterstützung für
- ◆ verteilte Transaktionen
  - • Abbruch oder Bestätigung der Ergebnisse einer Transaktion
  - • Koordinierung nebenläufiger Aktionen
- ◆ Sicherheitsdienst
  - • Zugriffskontrolle
- ◆ Ressourcen- und Life-Cycle-Kontrolle
  - • Container verwaltet teilweise Bean-Lebenszyklus
- ◆ Persistenz
  - • automatisches Sichern persistenter Daten z.B. in Datenbanken
- ◆ Monitoring
  - • Container kann Last und Aufrufhäufigkeiten erfassen
- ◆ entfernte Aufrufe
- ◆ Ortstransparenz
  - • wie klassische Middleware

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

J.3 EJB-Grundlagen

- Verschiedene Bean-Typen
  - Session-Bean
    - Modellierung von Geschäftsprozessen (implementieren Anwendungslogik)
    - kurzlebig, nur ein Client
    - agieren wie Verben (repräsentieren mögliche Aktionen)
      z.B. „überweisen“, „autorisieren“
    - interagieren typischerweise mit Entity-Beans und Session-Beans
  - Entity-Bean
    - Modellierung von Geschäftsdaten
    - langlebig, Nutzung durch mehrere Clients
    - agieren wie Substantive (repräsentieren Daten aus der Datenbank)
      z.B. „Konto“, „Kreditkarte“, „Produkt“
  - Message-Driven-Bean
    - ähnlich Session-Bean
    - ansprechbar über Nachrichten

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

1 Bean-Klassen

- Beans werden durch Java-Klassen repräsentiert
  - müssen bestimmte Java-Interfaces implementieren
- Alle Beans
  - implementieren Marker-Interface: **`javax.ejb.EnterpriseBean`**
  - markiert Bean gleichzeitig als serializable
- Einzelne Bean-Typen
  - implementieren jeweils Typ-Interfaces: **`javax.ejb.SessionBean`, `javax.ejb.EntityBean`, `java.ejb.MessageDrivenBean`**

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

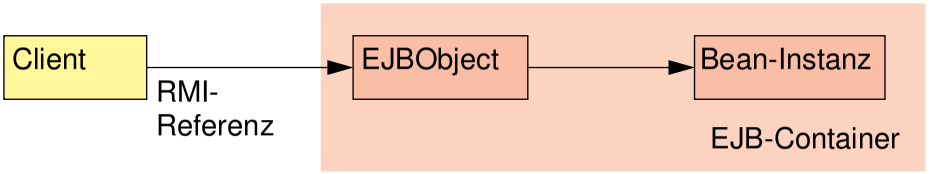
2 Interaktion mit Beans

- Keine direkte Interaktion
  - Bean-Instanzen sind nicht direkt ansprechbar
    - implizite Middleware-Aktionen erfordern ein unbedingtes Abfangen von Aufrufen
- Repräsentant für eine Bean-Instanz ist das EJBObject
  - implementiert ein (entferntes) Bean-Interface
    - Bean-Interface muss von **`javax.ejb.EJBObject`** erben
    - dieses implementiert **`java.rmi.Remote`**
    - deklariert alle Methoden der Geschäftslogik
  - Implementierung des EJBObject herstellerspezifisch
  - Clienten rufen Bean über ein EJBObject auf
    - entfernte Aufrufe über RMI bzw. RMI-IIOP möglich

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

2 Interaktion mit Beans (2)

- EJBObject fängt Aufrufe an der Bean ab

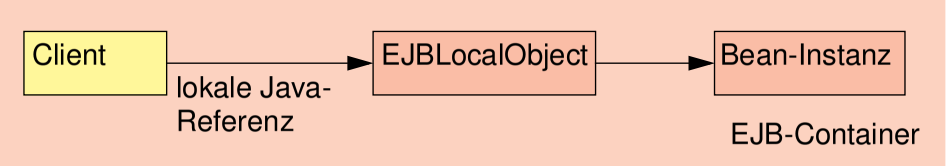


  - führt implizite Middleware-Interaktionen durch
    - Sicherheitsüberprüfung, Transaktionsverwaltung, Datenbankanfragen ...
  - Interaktion mit EJBObject über RMI bzw. RMI-IIOP
    - Interaktion im lokalen Fall teuer (Marshalling und Demarshalling, lokaler Nachrichtentransport etc.)

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

2 Interaktion mit Beans (3)

- Lokaler Repräsentant für eine Bean-Instanz ist das EJBLocalObject
  - implementiert ein lokales Bean-Interface
    - Bean-Interface muss von **`javax.ejb.EJBLocalObject`** erben
    - deklariert alle Methoden der Geschäftslogik
  - Implementierung des EJBLocalObject herstellerspezifisch
  - Clienten rufen Bean über ein EJBLocalObject auf
    - kein entfernter Aufruf möglich
- EJBLocalObject fängt Aufrufe an der Bean ab



  - auch hier: implizite Interaktion mit der Middleware

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

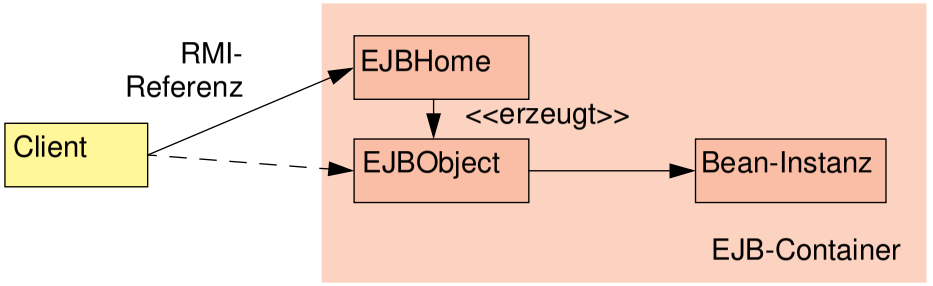
3 Erzeugung von Beans

- Eigentlich Erzeugung von EJBObjects bzw. EJBLocalObjects
  - Erzeugung der Bean-Instanz erfolgt implizit durch die Middleware bzw. den EJB-Container
- Erzeugung über Factory-Pattern
  - Schnittstelle zur Factory heißt Home-Object
- Repräsentant für ein Home-Object
  - implementiert ein entferntes oder lokales Home-Interface
    - Home-Interface muss von **`javax.ejb.EJBHome`** bzw. **`java.ejb.EJBLocalHome`** erben
    - ersteres implementiert **`java.rmi.Remote`**, letzteres nicht
    - deklariert Methoden zur Bean-Erzeugung, z. B. **`create()`**
  - Implementierung des Home-Object herstellerspezifisch
  - Finden des Home-Object durch Namensdienst (typisch über JNDI)

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

3 Erzeugung von Beans (2)

- Beispiel: entferntes Home-Object



  - Erzeugung des EJBObject durch Aufruf der create()-Methode am EJBHome (z.B. über RMI-IIOP)
  - Rückgabe der Referenz auf das EJBObject

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

4 Verwaltung des Lebenszyklus

- Clienten interagieren nur mit EJBObject- bzw. EJBLocalObject- und EJBHome- bzw. EJBLocalHome-Objekten
  - d. h. nur mit herstellerspezifischen Objekten des EJB-Containers
- Lebenszyklus der EJBObjects bzw. EJBLocalObjects
  - explizite Methode **`remove()`**
  - muss vom Client aufgerufen werden, falls Referenz nicht mehr benötigt wird
- Lebenszyklus der Bean-Instanz
  - völlig unabhängig vom Lebenszyklus der EJBObjects
    - Bean kann erst bei Aufruf erzeugt werden
    - Bean kann „gepoolt“ werden (Wiederverwendung „gebrauchter“ Beans)
    - Aufgabenwechsel für Bean-Instanzen während der Laufzeit (dynamische Zuordnung an verschiedene EJBObjects)

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

4 Verwaltung des Lebenszyklus (2)

- Zuordnung EJBObjects zu Bean-Instanzen nicht unbedingt 1:1
  - Erzeugung über Home-Interface benutzt u. U. Bean-Instanz wieder
    - z. B. Entity-Bean für bestimmtes Konto
  - mehrere EJBObjects pro Bean-Instanz möglich
    - z. B. so viele wie Clients eine Referenz zu einer Entity-Bean erzeugt haben
  - gepoolte Instanzen implementieren alle referenzierten Beans (EJBObjects)

5 Bean-Interaktion mit dem Container

- Interaktion mit Container bisher nur implizit
- Explizite Interaktion über Context-Objekt
  - Container übergibt bei Bean-Instanzerzeugung Context-Objekt
    - Methoden zum Ermitteln der Home-Objects (lokal u. entfernt)
    - Methoden zum Transaktionsdienst (z.B. ermittle Transaktionsinformationen)
    - Methoden zum Sicherheitsdienst (z.B. hole Aufruferinformationen)

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

6 Beispiel

- Session-Bean für Hello-World
  - Java-Klasse für Bean
    - z.B. **`example.HelloBean`**
    - implementiert **`javax.ejb.SessionBean`**
    - implementiert einige vorgegebene Methoden
      - **`ejbCreate()`**: Aufruf bei Erzeugung der Instanz
      - **`ejbRemove()`**: bei Zerstörung der Instanz
      - **`ejbPassivate()`**: bei Passivierung der Instanz
      - **`ejbActivate()`**: bei Aktivierung der Instanz
      - **`setSessionContext()`**: bekommt Session-Context-Object vom Container
    - fügt **`sayHello`**-Methode hinzu

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

6 Beispiel (2)

- lokales und entferntes Bean-Interface für das EJBObject
  - z.B. **`example.Hello`** und **`example.HelloLocal`**
  - implementiert **`javax.ejb.EJBObject`** bzw. **`EJBLocalObject`**
  - fügt **`sayHello`**-Methode hinzu
- lokales und entferntes Home-Interface für Home-Object
  - z.B. **`example.HelloHome`** und **`example.HelloLocalHome`**
  - implementiert **`java.ejb.EJBHome`** bzw. **`EJBLocalHome`**
  - fügt **`create`**-Methode hinzu
- Kompilation der Java-Sourcen

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

6 Beispiel (3)

- Hinzufügen eines Deployment-Descriptors
  - XML-File
  - Beispiel

```
<ejb-jar>
 <enterprise-beans>
  <sessions>
   <ejb-name>Hello</ejb-name>
   <home>example.HelloHome</home>
   <remote>example.Hello</remote>
   <local-home>example.HelloLocalHome</local-home>
   <local>example.HelloLocal</local>
   <ejb-class>example.HelloBean</ejb-class>
   <session-type>Stateless</session-type>
   <transaction-type>Container</transaction-type>
  </sessions>
 </enterprise-beans>
</ejb-jar>
```


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

6 Beispiel (4)

- Descriptorinhalt
  - Name (Nickname) für die Bean
    - wird für den Eintrag des Home-Objects im Namensdienst verwendet
  - Benennung der Interfaces und der Bean-Klasse
  - Angaben zur impliziten Middleware-Interaktion
    - hier: zustandslose Session-Bean
      (wird für Lebenszyklusverwaltung verwendet)
    - hier: Container-basierte Transaktionsverwaltung
      (Container kümmert sich um Transaktion pro Aufruf)

- Class-Files plus Descriptor
  - Zusammenpacken zu einem jar-File
  - „verkaufbare“ EJB-Komponente

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

7 Deployment

- Installation einer Komponente stark herstellerabhängig

- Vorfeld
  - Integration des jar-Files in den Application-Server / EJB-Container
  - Überprüfung der Konsistenz durch Werkzeuge
    - Passen Interfaces zur Bean-Klasse?
    - Sind die notwendigen Methoden implementiert?
  - Werkzeuge erzeugen EJBObject, EJBLocalObject, EJBHome- und EJBLocalHome-Objekte
  - Werkzeuge erzeugen RMI-IIOP-Stubs und -Skeletons für EJBObject und EJBHome-Objekt

- Eigentliches Deployment
  - veranlasse EJB-Container die Bean zu installieren

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

8 Interaktion mit der Bean

- Clients müssen folgende Schritte durchführen
  - JNDI anfragen (z. B. nach „Hello“)
  - das von JNDI gelieferte Objekt muss mittels Narrow in einen Stellvertreter vom Typ **`example.HelloHome`** gewandelt werden
  - Aufruf von **`create()`** gibt Objektreferenz auf Stellvertreter für ein EJBObject der Hello-Bean zurück
  - Aufruf von **`sayHello()`** am EJBObject

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

J.4 Einordnung

- Basis RMI-IIOP/CORBA
- Unterstützung nichtfunktionaler Eigenschaften
  - Effizienz und Ressourcenverwaltung
    - Abkopplung der Lebenszeit von Bean-Instanzen von der Lebenszeit der Bean
  - Konsistenz und Nebenläufigkeit
    - Transaktionskonzept
  - Sicherheit
    - Sicherheitskonzept
- ★ Interessantes Programmiermodell
  - jedoch noch einige Schwächen im Modell: Portabilitäts- und Semantikprobleme (z.B. Transaktionssemantik)

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