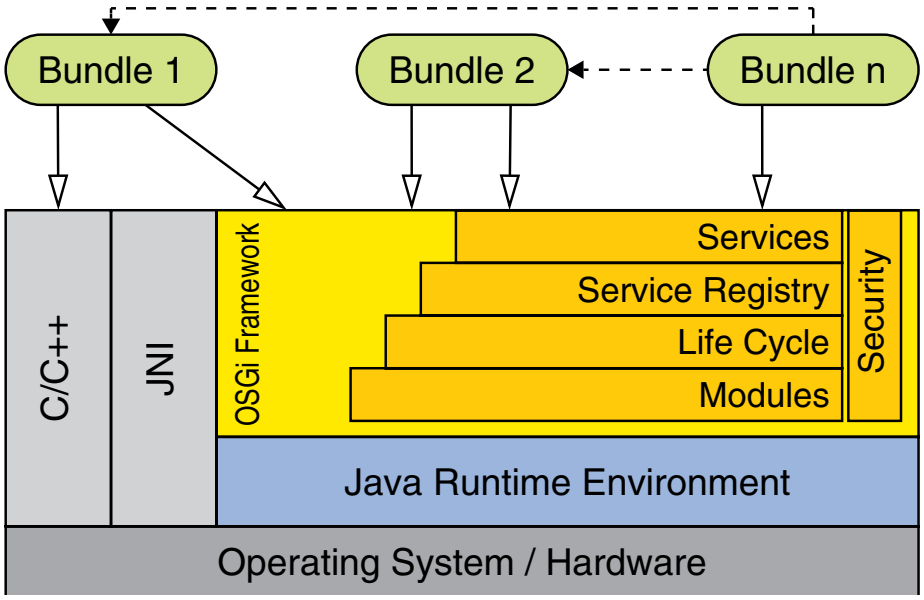
J.1 OSGi

- OSGi (Open Services Gateway initiative)
  - Standardisierte, komponentenorientierte Softwareplattform
  - Entspricht dem SOA-Paradigma (Service Oriented Architecture)
  - OSGi Service Platform setzt auf der Java Virtual Machine auf
- Spezifikation
  - OSGi Service Platform Release 1 (2000), aktuell Release 4.1 (2007)
  - Beschreibt lediglich API und Testcases
- OSGi-Frameworks
  - Equinox Framework von Eclipse (http://www.eclipse.org/equinox/)
  - Apache Felix (ehemals Oscar) (http://felix.apache.org/)
  - Knopflerfish (Open Source / Gatespace) (http://www.knopflerfish.org/)
  - Diverse kommerzielle Produkte

J.2 Framework

- Das OSGi Framework bietet eine universelle, sichere und zentral verwaltete Ausführungsumgebung für modulare Anwendungen (Bundles)
- Framework-Aufbau

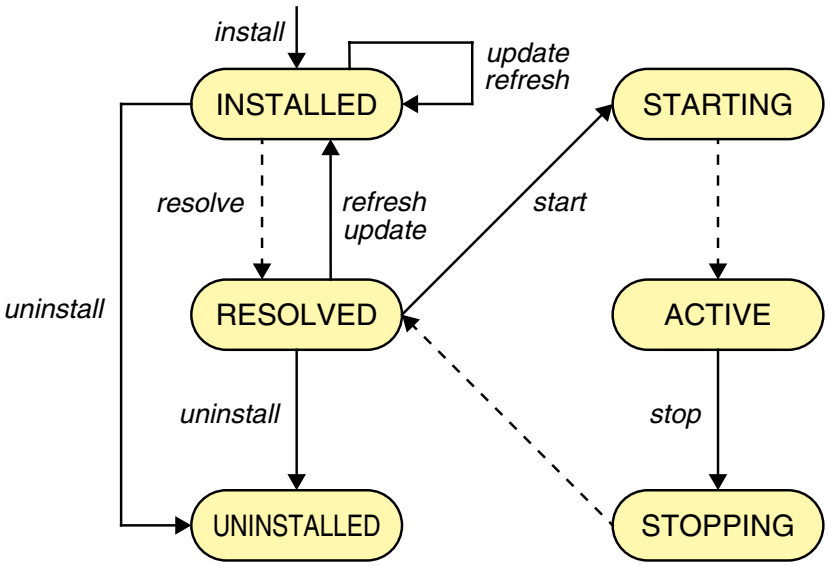


1 Framework

- Security Layer
  - Bundles können aus verschiedenen Quellen stammen
  - Infrastruktur für eine kontrollierte Ausführung (*controlled environment*), basierend auf der Java 2 Security Architecture. [1]
  - Code Authentifizierung durch Signaturen (Herkunft, Unterzeichner)
  - Security Layer ist optional und oft nicht implementiert
- Module Layer
  - Einheit der Modularisierung: *Bundle*
  - Bundles werden als Java ARchive (JAR) Datei ausgeliefert
  - Sie enthalten:
    - Alle für den Dienst notwendigen *Resourcen* (inkl. weiterer JARs)
    - Eigenen Class-Path und Loader (Policy)
    - Bundlebeschreibung und Abhängigkeiten (z.B. Java Packages) in *Manifest Datei* (`META_INF/MANIFEST.MF`)

1 Framework

- Life Cycle Layer
  - Verwaltung des Lebenszyklus von Bundles
  - Bundles können *installiert*, *gestartet*, *gestoppt* und *deinstalliert* werden
  - Zusätzlich können Bundles zur Laufzeit *aktualisiert* und *überwacht* werden



1 Framework

- Life Cycle Layer - Entitäten:
  - *Bundle* - Repräsentiert ein installiertes Bundle
  - *Bundle Context* - Ausführungskontext eines Bundles
    - Zugriff auf Informationen des Framework und die Service Registry
    - Installieren anderer Bundles
    - Wird beim Starten/Stoppen an *Bundle Activator* weitergereicht
  - *Bundle Activator* - Interface implementiert durch eine Klasse des Bundles
    - Starten und Stoppen des Bundles
  - *Bundle Event* - Signalisiert Lebenszyklus Zustandsänderungen
  - *Framework Event* - Signalisiert Framework Zustandsänderungen
  - *Bundle/Framework Listener* - Listener für Events
  - *Bundle Exception* - Ausnahme für Framework-Operationen
  - *System Bundle* - Bundle-Repräsentation des Frameworks

1 Framework

- Service Layer
  - *Service Registry* zum *Registrieren*, *Finden* und *Binden* von Diensten
  - Dienste sind Java-Objekte (*Service Object*), registriert mit ihrem/ihren Interface(s) (*Service Interface*)
  - Bundles können Dienste registrieren, suchen und ihren Zustand abfragen
  - Mit dem Stoppen des Bundles werden alle registrierten Dienste entfernt
- Service Layer - Entitäten:
  - *Service* - Registrierter Dienst in der Service Registry, das *Service Object* gehört zu und läuft in einem Bundle
  - *Service Registry* - Verwaltet die Dienste
  - *Service Reference* - Referenz auf einen Dienst
    - Zugriff auf Diensteigenschaften (auf *Service Object* über *Bundle Context*)
  - *Service Registration* - Rückgabe der Registrierung, erlaubt Aktualisieren und Entfernen des Dienstes

1 Framework

- Service Layer - Entitäten (Forts.):
  - *Service Factory* - Ermöglicht es dem Anbieter, das *Service Object* auf den Nutzer anzupassen
  - *Service Event* - Informationen über Registrierung, Änderung und Deregistrierung von *Service Objects*
  - *Service Listener* - Listener für *Service Events*
  - *Filter* - Objekt für die Auswahl über Diensteigenschaften

2 Felix OSGi Framework

- Apache Top-Level-Projekt (`http://felix.apache.org`)
  - Aktuelle Release: Felix 1.4.1
  - Installation: Download und entpacken
- Felix starten und testen:

```
user@faui48a:/local/felix$ java -jar bin/felix.jar

Welcome to Felix.
=================

Enter profile name: integration_test

DEBUG: WIRE: 31.0 -> org.osgi.service.packageadmin -> 0
...
DEBUG: WIRE: 33.0 -> org.apache.felix.shell -> 31.0

->
```

2 Felix OSGi Framework

- Felix Shell:

```
-> help
bundlelevel <level> <id> ... | <id> - set or get bundle start level
cd [<base-URL>]                - change or display base URL
headers [<id> ...]             - display bundle header properties
help                           - display impl commands
install <URL> [<URL> ...]      - install bundle(s)
obr help                       - OSGi bundle repository
packages [<id> ...]            - list exported packages
ps [-l | -s | -u]              - list installed bundles
refresh [<id> ...]             - refresh packages
resolve [<id> ...]             - attempt to resolve specified bundle
services [-u] [-a] [<id> ...]  - list registered or used services
shutdown                       - shutdown framework
start <id> [<id> <URL> ...]    - start bundle(s)
startlevel [<level>]           - get or set framework start level
stop <id> [<id> ...]           - stop bundle(s)
uninstall <id> [<id> ...]      - uninstall bundle(s)
update <id> [<URL>]            - update bundle
version                        - display version of framework
->
```


2 Felix OSGi Framework

- Konfigurationsdateien von Felix
  - `conf/system.properties` und `conf/config.properties`
  - Bundles können über `config.properties` konfiguriert werden
  - Zugriff über `BundleContext.getProperty()`
  - Alternative Standorte:

```
java -Dfelix.system.properties=file:/local/felix/conf/system.properties
```
bzw.
```
java -Dfelix.config.properties=file:/local/felix/conf/config.properties
```

- Einige Parameter:
  - `felix.auto.install` - Bundles die automatisch installiert werden sollen
  - `felix.auto.start` - Bundles die automatisch gestartet werden sollen
  - `felix.cache.dir` - Verzeichnis des Bundle-Cache (default `~/.felix/`)
  - `felix.cache.profile` - Name des Profiles (innerhalb des Bundle-Cache)
- Integration in Eclipse siehe: http://felix.apache.org/

2 Felix OSGi Framework

- Life Cycle - Manuelles Installieren und Starten eines Bundles:

```
-> install file:bundle/simple.jar
Bundle ID: 10
-> ps
START LEVEL 1
   ID   State          Level  Name
[   0] [Active     ] [    0] System Bundle (1.1.0.SNAPSHOT)
...
[  10] [Installed  ] [    1] Simple Bundle (1.0.0)
-> start 10
Simple bundle 10 has started.
From native: Hello!
->
```

- Stoppen, Aktualisieren und Deinstallieren von Bundles analog
  - Achtung: Bei Abhängigkeiten evtl. ein **`refresh`** notwendig

J.3 Manifest

- Beschreibt das Bundle und seine Abhängigkeiten
  Notwendige Parameter:
  - **`Manifest-Version`** - Manifest Spezifikation (1.0)
  - **`Bundle-Name`** - Name des Bundles
  - **`Import-Package`** - Von anderen Bundles importierte Pakete (zwingend notwendig ist `org.osgi.framework`)
- Wichtige Parameter:
  - **`Bundle-Activator`** - Klasse die das Interface `BundleActivator` implementiert, andernfalls dient das Bundle nur als Bibliothek
  - **`Bundle-SymbolicName`** - Eindeutiger Name (meist in Domain-Form)
  - **`Export-Package`** - Pakete die von diesem Bundle exportiert werden
  - **`Bundle-Version`** - Version
  - **`Bundle-Classpath`** - Intra-Bundle Classpath für eingebettete JARs
  - **`Require-Bundle`** - Importiert alle Pakete der angegebenen Bundles

1 Manifest

- Aktivator-Klasse ist "main" des Bundles und wird beim Starten ausgeführt
- Jedes Bundle hat eigenen Classloader und *Class Space*
  - Classpath ergibt sich aus: RTE + Framework + Bundle Classpath
- Beispiel (`META-INF/manifest.mf`)

```
Manifest-Version: 1.0
Bundle-Name: simplebundle
Bundle-SymbolicName: gruppe0.osgi.simplebundle
Bundle-Version: 1.0.0
Bundle-Description: Demo Bundle
Bundle-Activator: gruppe0.osgi.simplebundle.impl.Activator
Import-Package: org.osgi.framework
```

- Auf korrekte Formatierung achten!
  - Bezeicher: Wert / Listen kommasepariert / Umbruch mit Leerzeichen einrücken / Zeilenumbruch am Ende der Datei

2 Auflösen der Abhängigkeiten

- Auflösen der Abhängigkeiten (*Resolving*) zwischen Bundles
  - Verdrahten von Importeuren und Exporteuren anhand von Bedingungen
- Die Bedingungen werden statisch definiert, durch:
  - Importierte und exportierte Pakete
  - Benötigte Bundles (import aller Pakete)
  - Fragmente (Teil eines größeren logischen Bundles)
- Ein Bundle kann aufgelöst werden wenn
  - Alle Importe sind verdrahtet
  - Alle benötigten Pakete sind verfügbar und ihre Exporte verdrahtet
- Nach dem Auflösen kann ein Bundle geladen und ausgeführt werden

J.4 Build file

- Bauen eines OSGi-Bundles
  - Übersetzen der Quellen
  - Packen aller Resourcen und des Manifestes zu einem JAR
- Beispiel für ein Ant `build.xml`:

```
<?xml version="1.0"?>
<project name="simplebundle" default="all">
    <target name="all" depends="compile,jar"/>
    <target name="compile">
        <javac destdir = "./classes" srcdir = "./src"></javac>
    </target>
    <target name="jar">
        <jar basedir = "./classes"
            jarfile = "./build/simplebundle.jar"
            includes = "**/*"
            manifest = "./meta-inf/MANIFEST.MF"
        />
    </target>
</project>
```


J.5 Dienste - Aktivator

- Die Aktivator-Klasse implementiert `BundleActivator` Interface
- Beispiel:

```
public class Activator implements BundleActivator {
    public static BundleContext bc = null;
    public void start(BundleContext bc) throws Exception {
        System.out.println("starting...");
        Activator.bc = bc;
    }
    public void stop(BundleContext bc) throws Exception {
        System.out.println("stopping...");
        Activator.bc = null;
    } }
```

- Methoden `start()` und `stop()` müssen implementiert werden
  - `BundleContext` sollte mit Starten gesetzt, mit Stoppen gelöscht werden
  - In `start()` wird das Bundle hochgefahren (z.B. Threads gestartet)
  - In `stop()` muss alles wieder aufgeräumt werden

1 Dienste anbieten

- Erweiterung des Bundles um einen Dienst
  - Bundle erhält ein Interface (*Service Interface*) für den Dienst
  - Das Manifest wird erweitert
- Manifest Erweiterung:

```
Export-Package: gruppe0.osgi.simpleservice; version="1.0.0"
```

- Dienst Interface:

```
package gruppe0.osgi.simpleservice;
import java.util.Date;

public interface SimpleService {
    public String getFormattedDate(Date date);
}
```

- Dienst Implementierung (*Service Implementation*) analog

1 Dienste anbieten

- Aktivator registriert den Dienst
  - `BundleContext.registerService(` *SInt, SImpl, Param<K:V>* `);`
  - `ServiceRegistration` zur Verwaltung der Registrierung
- Beispiel:

```
public class Activator implements BundleActivator {
    public static BundleContext bc = null;
    public void start(BundleContext bc) throws Exception {
        System.out.println("starting...");
        Activator.bc = bc;
        SimpleService service = new SimpleServiceImpl();
        ServiceRegistration registration = bc.registerService(
           SimpleService.class.getName(),service, new Hashtable());
    }
    public void stop(BundleContext bc) throws Exception {
        System.out.println("stopping...");
        Activator.bc = null;
    } }
```

2 Dienste nutzen

- Manifest für die Nutzung eines Dienstes:

```
Manifest-Version: 1.0
Bundle-Name: serviceuser
Bundle-SymbolicName: gruppe0.osgi.serviceuser
Bundle-Version: 1.0.0
Bundle-Description: Demo Bundle
Bundle-Activator: gruppe0.osgi.serviceuser.impl.Activator
Import-Package: org.osgi.framework, gruppe0.osgi.simpleservice
```

- Anforderung eines Dienstes
  - **`BundleContext.getServiceReference(`** *ServiceInterface* **`);`**
  - **`BundleContext.getService(`** *ServiceReference* **`);`**
  - Framework erlaubt dynamisches Installieren, Aktualisieren und Löschen
  - **`ServiceReference`** muss daher immer überprüft werden
  - Die **`ServiceReference`** nach Verwendung schnell wieder freigeben

2 Dienste nutzen

- Beispiel:

```
import gruppe0.osgi.SimpleService;
public class Activator implements BundleActivator {
    public static BundleContext bc = null;
    public void start(BundleContext bc) throws Exception {
       Activator.bc = bc;
       ServiceReference reference = bc.getServiceReference
         (SimpleService.class.getName());
       if(reference != null) {
         SimpleService service =
            (SimpleService)bc.getService(reference);
         System.out.println(
            service.getFormattedDate(new Date()));
         bc.ungetService(reference);
       } else {
         System.out.println("Service unavailable!!");
    }
    public void stop(BundleContext bc) throws Exception {
       Activator.bc = null;
    } }
```

2 Dienste nutzen

- Dynamisches Binden von Diensten
  - Problem mit erstem Ansatz falls Dienst beim Start nicht verfügbar
  - Lösung: Regelmäßig prüfen oder `ServiceListener`
- `ServiceEvent` und Filter nutzen
  - Ein Filter ist ein LDAP ähnlicher String über den Events gefiltert werden
  - Um den Filter erweiterte `start()` Methode des Aktivators:

```
public void start(BundleContext bc) throws Exception {
   Activator.bc = bc;
   String filter = "(objectclass="+SimpleService.class.getName()+")";
   bc.addServiceListener(this, filter);
   ServiceReference references[] = bc.getServiceReferences
        (null, filter);
   for(int i = 0; references != null && i < references.length; i++)
     {
        this.serviceChanged(
           new ServiceEvent(ServiceEvent.REGISTERED,references[i]));
     }
}
```


2 Dienste nutzen

- Der Aktivator erhält das `ServiceListener` Interface
  - Zusätzliche Methode `serviceChanged(ServiceEvent event)`
  - Hilfsmethoden (z.B. `stopUsingService()`/`startUsingService()`)
- Beispiel:

```
public void serviceChanged(ServiceEvent event) {
   switch (event.getType()) {
   case ServiceEvent.REGISTERED:
        this.service = (SimpleService) Activator.bc.getService(
                event.getServiceReference());
        this.startUsingService();
        break;
   case ServiceEvent.MODIFIED:
        this.stopUsingService();
        this.service = (SimpleService) Activator.bc.getService(
                event.getServiceReference());
        this.startUsingService();
        break;
   case ServiceEvent.UNREGISTERING:
        this.stopUsingService();
        break;
   }
}
```

2 Dienste nutzen

- Dienste können mit Eigenschaften registriert werden
  - Zusätzliche Beschreibung des Dienstes
  - Ermöglicht "best fit" Auswahl bei mehreren Dienstanbietern
- Beispiel - Dienstanbieter:

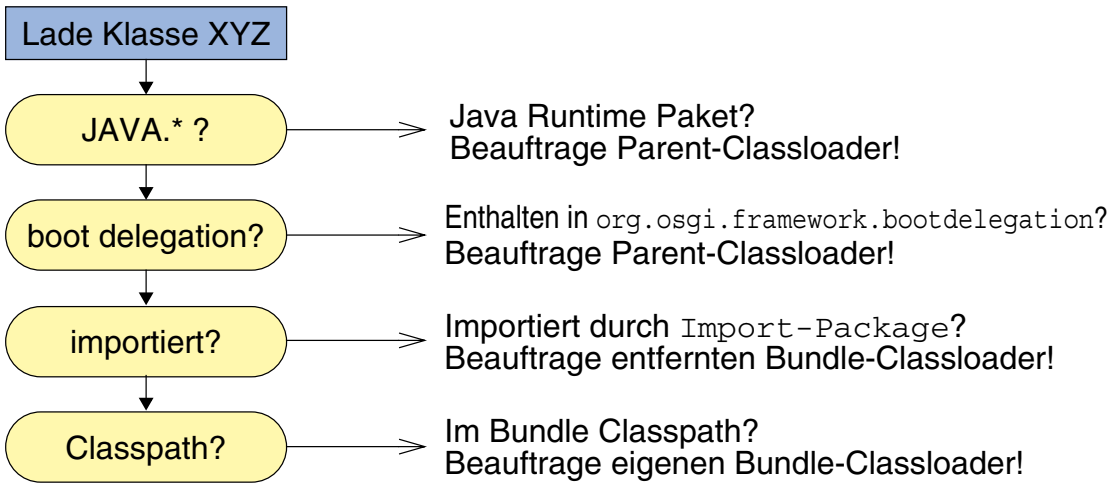
```
Hashtable properties = new Hashtable();
properties.put("color", Boolean.FALSE);
properties.put("A3paper", Boolean.TRUE);
bundleContext.registerService(
    "inf4.LaserJet", new Laserjet(), properties);
```

- Beispiel - Dienstnutzer:

```
ServiceReference[] srefs =
    bundleContext.getServiceReferences(
        "inf4.LaserJet", "(A3paper=true),(color=false)");
```


J.6 Classloading

- Jedes Bundle besitzt einen eigenen *Classloader*
  - Dadurch verfügt jedes Bundle über eigenen *Namespace*
  - `Bundle-ClassPath` (Manifest) beschreibt Intra-Bundle-Classpath
- Suchreihenfolge



1 Classloading

- Kann zu nicht offensichtlichen Effekten führen
  - System-Classloader kann Klasse laden, wird aber ggf. wegen Regelwerk nicht "weitergereicht".
  - Framework Konfiguration bestimmt welche Klassen exportiert werden
- Trickreiches Beispiel:
  - Klasse XYZ wird durch zwei Classloader C1 und C2 geladen
  - XYZ_{C1} ist nicht gleich XYZ_{C2} !!
  - Kein Cast möglich: Unterschiedliche Typen!
- Classloader halten Referenzen
  - Auf alle geladenen Klassen (Selbst nach `uninstall`)
  - Framework `refresh`

J.7 Stale Reference

- In OSGi kann der Besitzer eines Objektes "verschwinden"
- "Abgestandene" Referenzen: Referenz auf ein Objekt
  - wobei dessen Classloader bzw. Bundle gestoppt wurde
  - dessen Dienst deregistriert wurde
- Beispiel:
  - Bundle **`A`** nutzt Service von Bundle **`B`**
  - **`A`** hält eine Referenz - erhalten z.B. über den Dienst - auf Objekt **`o`** der Klasse **`K`**, geladen durch den Classloader von **`B`**
  - Wird Bundle **`B`** gestoppt, ist Referenz auf **`o`** *Stale Reference*
- Problematik:
  - Klassen eines gestoppten Bundles können nicht vom Garbage Collector eingesammelt werden
  - Probleme beim Aktualisieren

J.8 Hinweise zu Aufgabe 7

- MW-Library Server aus Aufgabe 3 als OSGi Bundle
- Modularisierung von Server und Datenbank
  - Zwei Bundles: `Server` und `Database`
- Vorgaben
  - Felix OSGi Framework: /local/felix
  - JAR-File für OSGi-Klassen: /local/felix/bin/felix.jar
  - Konfiguration: /proj/i4mw/pub/aufgabe7

J.8 Literatur

[1] : Java Security Architecture
`http://java.sun.com/j2se/1.5.0/docs/guide/security/spec/security-spec.doc1.html`