Client/Server-Programmierung

WS 2019/2020

Roland Wismüller
Betriebssysteme / verteilte Systeme
roland.wismueller@uni-siegen.de
Tel.: 0271/740-4050, Büro: H-B 8404

Stand: 17. Januar 2020

Client/Server-Programmierung

WS 2019/2020

7 Web Services

Inhalt

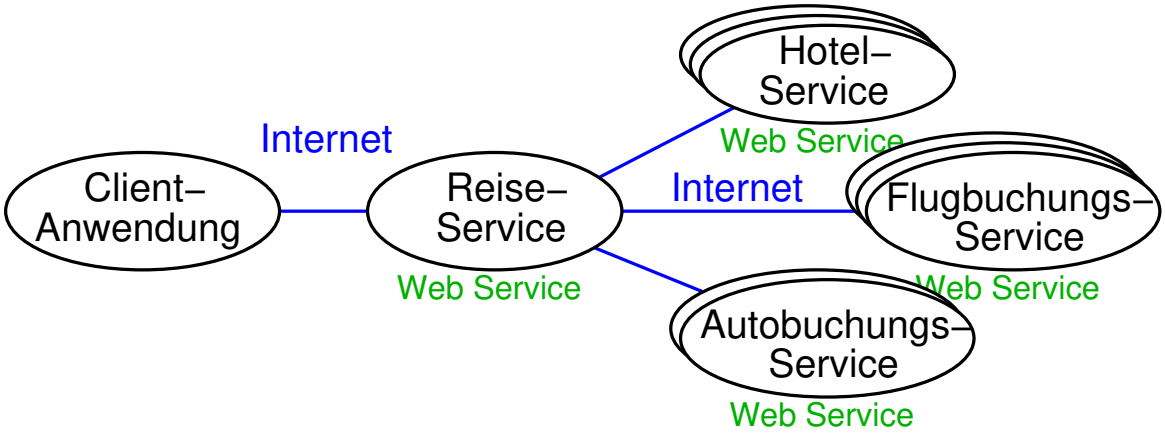
- Einführung
- Web-Service-Standards
  - XML, SOAP, WSDL, UDDI
- Web Services mit Axis2
- Sicherheit von Web Services

Literatur

- Hammerschall, Kap. 7
- Langner: *Web Services mit Java*
- Hein, Zeller: *Java Web Services*
- A. Eberhart, S. Fischer: *Web Services*, Hanser, 2003.
- M. P. Papagoglou: *Web Servces: Principles and Technology*, Pearson, 2008.
- T. Frotscher, M. Teufel, D. Wang: *Java Web Services mit Apache Axis2*, Entwickler.press, 2007
- Zu XML auch: Horstmann / Cornell, Kap. 12

7.1 Einführung

- Im Web heute: Mensch-Maschine-Kommunikation
  - statische und dynamische Web-Seiten (Servlets, JSP, ...)
- Ziel von Web-Services: Maschine-Maschine-Kommunikation
  - Vision: Web-Services bieten komplexe Dienste an, suchen dazu eigenständig nach Teildiensten im Netz



7.1 Einführung ...

- Ziel von Web Services:
  - plattform- und sprachunabhängige Nutzung von Diensten auf entfernten Rechnern
- Modell ist dienst-orientiert, nicht objekt-orientiert
  - Web Services definieren kein verteiltes Objektmodell
  - Dienste sind als zustandslos angenommen
    - aber: Erweiterungen für Sitzungsbehandlung möglich
- Web Services kommunizieren durch den Austausch von XML-Dokumenten
- I.a. synchrone Kommunikation mit Anfrage/Antwort-Muster
  - aber auch allgemeinere Kommunikationsmuster möglich
    - Anfragen ohne Antwort, Ereignismeldungen, ...

- Web Services sind zunächst nur über zwei Standards definiert:
  - das Kommunikationsprotokoll (SOAP)
  - die Schnittstellenbeschreibung (WSDL)
- Diese reichen aus, um Interoperabilität zu gewährleisten
  - vgl. IIOP und OMG-IDL bei CORBA
- Web Service Frameworks (z.B. Axis2) bieten darüberhinaus (proprietäre) Werkzeuge und APIs für z.B.
  - die Erzeugung von Client- und Server-Stubs
  - die Erzeugung / Manipulation von SOAP-Nachrichten
  - das Deployment von Web Services

7.2 Web-Service-Standards

- Grundelemente zur Realisierung von Web Services:
  - SOAP (ursprünglich *Simple Object Access Protocol*)
    - zum Nachrichtenaustausch
    - legt i.w. Codierung von Datenstrukturen fest
  - WSDL (*Web Service Description Language*)
    - Dienst- und Schnittstellenbeschreibung
    - enthält u.a. auch „Ort“ des Dienstes (Host / Port)
  - UDDI (*Universal Description and Discovery Interface*)
    - zur Registrierung und zum Auffinden von Diensteanbietern und Diensten
- Alle drei Elemente basieren auf XML

7.2.1 XML (*Extensible Markup Language*)

- Deskriptive Sprache zur Beschreibung komplexer Datenstrukturen in einem Dokument
  - vorwiegend zum Datenaustausch zwischen Systemen
  - d.h. XML liefert ein vereinheitlichtes Datenfomat
- Technisch:
  - XML-Dokument ist ein Textdokument mit ***Tags***, die Nutzinformation umschließen (**Elemente**)
  - Elemente können verschachtelt werden
    - hierarchische Dokumenten-Struktur (mit Verweisen)
  - Syntax ähnlich wie bei HTML, jedoch strikter
    - aber: bei XML legen Tags die Bedeutung der Information fest, bei HTML die Formatierung

Aufbau eines XML-Dokuments

- Ein XML-Dokument besteht aus zwei Teilen:
  - **Kopf** (*Header*): XML Version, Zeichensatz, ggf. Angabe des Dokumententyps (DTD bzw. XML-Schema, s. Folie 349ff)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!DOCTYPE addressbook SYSTEM ¨addressbook.dtd¨>
```

  - **Rumpf** (*Body*): verschachtelte Folge von Elementen

```
<addressbook>
  <mail-address category="professor">
    <name>Roland Wismüller</name>
    <email>roland.wismueller@uni-siegen.de</email>
  </mail-address>
</addressbook>
```

Wohlgeformte XML-Dokumente

- Ein XML-Dokument ist wohlgeformt, wenn es die syntaktischen Regeln von XML einhält, u.a.:
  - Struktur eines Elements: `<name> ... </name>`
    - Ende-Tag muß immer vorhanden sein
  - Abkürzung für leere Elemente: `<leeresElement/>`
  - korrekte Verschachtelung der Elemente in Baumstruktur
    - **nicht**: `<name>...<email> </name>...</email>`
  - XML-Dokument muß genau ein Wurzelelement besitzen
  - öffnende (und leere) Tags können auch Attribute besitzen
    - z.B. `<person name="Heinz" age="9">... </person>`
  - Kommentare: `<!-- ein Kommentar -->`

Gültige XML-Dokumente

- Nicht jedes wohlgeformte XML-Dokument beschreibt eine gültige Datenstruktur
  - der Datentyp muß ebenfalls berücksichtigt werden
  - z.B. im Beispiel von Folie 345: ein Adreßbucheintrag muß aus Name und Email-Adresse bestehen
- Dazu: XML erlaubt die Definition eines Dokumententyps bzw. Schemas
  - legt Namen, Verschachtelung, Abfolge, und möglichen Inhalt der Elemente fest
  - DTD (*Document Type Definition*): alte Methode
  - XML Schema: aktuelle Methode

Namensräume in XML

- Um *Tag*-Namen aus verschiedenen DTDs bzw. Schematas unterscheiden zu können, führt XML Namensräume ein
- Namensraum wird durch URI (meist: URL) identifiziert
  - URI garantiert weltweite Eindeutigkeit
- Beispiel:

```
<bsp:myElem xmlns:bsp="http://www.uni-siegen.de/bsp">
  <bsp:mySubElem>Hallo</bsp:mySubElem>
</bsp:myElem>
```

  - der String `bsp` ist ein Alias für den Namensraum
    - wird allen Elementen des Namensraums vorangestellt
- Ein Dokument kann auch mehrere Namensräume nutzen

XML Schema

- Ein XML Schema ist ein XML-Dokument, das den Aufbau von XML-Dokumenten beschreibt
- Prinzip: zulässige Struktur und Inhalt eines XML-Dokuments wird als Datentyp beschrieben
- Bausteine:
  - vordefinierte, einfache Datentypen
    - ggf. mit Einschränkung von Wertebereich bzw. Syntax
  - selbst definierte, einfache Datentypen (z.B. Aufzählung)
  - komplexe (zusammengesetzte) Datentypen
    - Sequenzen (feste Folge von Unterelementen)
    - Alternativtypen (alternativ wählbare Unterelemente)
  - Kardinalitäts-Angabe (wie oft muß/darf Element auftreten?)

Beispiel: XML Schema für das Adressbuch

Root-Element

Namensraum

AddressBookType besteht aus 0 oder mehr <mail-address> Elementen

```
<? xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <xsd:element name="addressbook" type="AddressBookType"/>
  <xsd:complexType name="AddressBookType">
    <xsd:element name="mail-address"
                 minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
      <xsd:complexType name="MailAddressType">
        <xsd:sequence>
          <xsd:element name="name" type="xsd:string"/>
          <xsd:element name="email" type="xsd:string"
                       maxOccurs="unbounded"/>
        </xsd:sequence>
```

<mail-address> enthält erst ein <name> Element und dann ein oder mehr <email> Elemente

Die Elemente <name> und <email> enthalten Text

Beispiel: XML Schema für das Adressbuch ...

<mail-address> kann ein Attribut vom Typ CategoryType haben

```
        <xsd:attribute name="category" type="CategoryType"
                       use="optional"/>
      </xsd:complexType>
    </xsd:element>
  </xsd:complexType>

  <xsd:simpleType name="CategoryType" base="xsd:string">
    <xsd:enumeration value="professor"/>
    <xsd:enumeration value="assistant"/>
  </xsd:simpleType>
</xsd:schema>
```

CategoryType ist ein String, der nur die Werte "professor" oder "assistant" haben kann

Beispiele für XML-Dokumente (nur Rumpf)

Gültig:

```
<addressbook>
  <mail-address>
    <name>Hugo</name>
    <email>hg@foo.de</email>
  </mail-address>
  <mail-address
   category="assistant">
    <name>Fritz</name>
    <email>fr@home</email>
    <email>Hallo</email>
  </mail-address>
</addressbook>
```

Ungültig:

```
<addressbook>
  <mail-address>
    <email>hg@foo.de</email>
    <name>Hugo</name>
  </mail-address>
  <mail-address
   category="assistant">
    <name>Fritz</name>
  </mail-address>
  <name>Hans</name>
</addressbook>
```


XML Parser

- Für XML existieren generische Parser, die zusätzlich auch die Gültigkeit des Dokuments prüfen können
  - Vorteil von XML gegenüber anderen Beschreibungssprachen
- Es gibt zwei Parsertypen:
  - SAX-Parser erzeugen für jedes auftretende XML-Primitiv ein Ereignis
    - Anwendung muß zugehörige Handler definieren
  - DOM-Parser setzen Dokument komplett in Datenstruktur um
    - DOM: *Document Object Model*
    - vorteilhaft, wenn Dokument manipuliert werden soll
    - nachteilig bei großen Dokumenten (Speicherbedarf)

7.2.2 SOAP

- XML-basiertes Protokoll zum Austausch strukturierter Daten
- Unabhängig vom darunterliegenden Transportprotokoll
  - Bindungen für HTTP, SMTP, FTP, etc. möglich
- SOAP ist ein allgemeines Nachrichtenprotokoll
  - SOAP 1.2 definiert mehrere Nachrichtenaustausch-Muster, u.a.:
    - dialogorientierter (freier) Nachrichtenaustausch
    - Anfrage/Antwort-Muster (für RPC)
- SOAP definiert i.W. ein Nachrichtenformat
- SOAP ist erweiterbar
  - z.B. für Sicherheit (Verschlüsselung etc.)
- Aktuelle Version: 1.2 (April 2007)

Das SOAP-Nachrichtenformat

```
<?xml version="1.0" ?>
<env:Envelope
 xmlns:env="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope">
  <env:Header>
    Header Block  (anwendungsspezifisch)
    Header Block  (anwendungsspezifisch)
  </env:Header>
  <env:Body>
    Nachrichten–Rumpf  (anwendungsspezifisch)
  </env:Body>
</env:Envelope>
```

SOAP Envelope

SOAP Header

SOAP Body

Das SOAP-Nachrichtenformat ...

- SOAP legt i.W. nur Struktur der Nachrichten fest
  - Inhalt von *Header* und *Body* sind anwendungsspezifisch
    - d.h. Schema läßt beliebige Elemente zu
  - *Header* ist optional, enthält Metadaten
    - z.B. Transaktionsnummern, Authentifizierungsdaten
  - *Body* muß vorhanden sein, enthält Anwendungsdaten
- Elemente des *Envelope* liegen in eigenem Namensraum
  - typisch: eigene Namensräume für *Header*-Blöcke und *Body*
- Hinzufügen weiterer Elemente im *Envelope* möglich

Der SOAP-*Header*

- Enthält Anweisungen, die festlegen, wie ein SOAP-Knoten die Nachricht verarbeiten soll
  - SOAP-Knoten: Sender, Empfänger und Zwischenknoten (z.B. Weiterleitung, Signierung, ...)
- Beispiele:
  - Sicherheits-*Header*
    - Zertifikat und Signatur für einige *Body*-Elemente
  - anwendungsspezifische Metadaten
    - z.B. Kundendaten des Clients
- Die Elemente des *Headers* werden von SOAP nicht festgelegt, es gibt aber vorgeschriebene Attribute der *Header*-Elemente

Der SOAP-*Header* ...

- Attribute von SOAP *Header*-Elementen:
  - `role`: für wen ist der Header gedacht?
    - Kodierung der Rollen durch URI (wg. Eindeutigkeit)
    - einige vordefinierte URIs, u.a. für beliebige Empfangsknoten und endgültigen Empfänger
  - `mustUnderstand`: der Knoten, für den der *Header*-Block gedacht ist, muß ihn verstehen oder eine Fehlernachricht zurückgeben
  - `relay`: soll der *Header*-Block weitergereicht werden, falls er nicht verarbeitet wurde?
    - verarbeitete *Header*-Blöcke werden nie weitergereicht (können aber erneut eingefügt werden)

Der SOAP *Body*

- Aufbau ist abhängig von Kommunikationsstil und Codierungsstil
- Kommunikationsstil (*communication style* / *binding style*):
  - *RPC*: SOAP-Nachrichten speziell für RPCs
    - Prozeduraufruf mit Parametern bzw. Rückgabewerte
    - Aufbau des Body ist i.w. durch SOAP festgelegt
  - *document*: SOAP-Nachrichten für allgemeine Dokumente
    - für nachrichtenorientierte Kommunkation, wird aber auch für RPCs verwendet
    - Body kann beliebige XML-Daten enthalten
    - Aufbau des Body ist nur durch XML-Schema im WSDL-Dokument festgelegt

Der SOAP *Body* ...

- Codierungsstil (*encoding style* / *use*):
  - *encoded*:
    - SOAP-spezifische Typen
    - Werte in der SOAP-Nachricht haben explizite Typangabe
  - *literal*:
    - Datentypen werden durch XML-Schema beschrieben
    - bei *RPC*-Stil nur Parameter, bei *document* gesamter *Body*
  - Definition eigener Datentypen mit XML-Schema möglich
    - z.B. auch zusammengesetzte Datenstrukturen
- Relevante Kombinationen: *RPC/encoded* und *document/literal*
  - *encoded* nicht konform zu WS-I (*Web Services-Interoperability*)

Aufbau des SOAP *Body* beim *RPC* Stil

- *Body* enthält immer nur genau ein Element
- Bei Anfragenachricht:
  - Name = Name der aufzurufenden Operation
  - Kindelemente: Parameter der Operation (mit Namen)
- Bei Antwortnachricht:
  - Name ist frei wählbar (meist: Operationsname + `Response`)
  - Kindelemente:
    - Rückgabewert (meist `result`), falls Ergebnistyp $\neq$ `void`
    - Ausgabeparameter der Operation (mit Namen)
  - zum Melden von Fehlern: spezielles <`fault`>-Element
    - Unterelemente für Fehlercode und -beschreibung

Beispiel einer SOAP-Nachricht (RPC/encoded)

- Request-Nachricht für einen Aufruf der Java-Methode
  `String reserviere(String flugNr, int sitze, Date datum);`

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<env:Envelope
 xmlns:env="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
 xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <env:Body>
    <ns1:reserviere
     env:encodingStyle="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding
     xmlns:ns1="http://www.web-air.de/axis/Buchung.jws">
      <flugNr xsi:type="xsd:string">WA417</flugNr>
      <sitze xsi:type="xsd:int">3</sitze>
      <datum xsi:type="xsd:dateTime">2003-07-11</datum>
    </ns1:reserviere>
  </env:Body>
</env:Envelope>
```


Aufbau des SOAP *Body* beim *document* Stil

- Nach WS-I sollte *Body* nur ein Element enthalten
  - ggf. „Einwickeln“ der Argumente in ein neues Element (*wrapped* Konvention)
- Problem bei RPCs: Name der Operation geht aus SOAP-Nachricht nicht zwangsläufig hervor
- Mögliche Abhilfen:
  - bei *document/wrapped*: Elementname = Operationsname
  - Spezifikation über das Transportprotokoll
    - z.B. im HTTP-Header: `SOAPAction` (SOAP 1.1) bzw. `action` Attribut von `Content-Type` (SOAP 1.2)
  - *WS-Addressing*: Spezifikation im SOAP Header

Beispiel einer SOAP-Nachricht (document/literal/wrapped)

➥ Request-Nachricht für einen Aufruf der Java-Methode
`String reserviere(String flugNr, int size, Date datum);`

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<soapenv:Envelope
 xmlns:soapenv="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope">
 <soapenv:Body>
  <reserviere xmlns="http://ws.apache.org/axis2">
   <flugNr>WA417</flugNr>
   <sitze>3</sitze>
   <datum>2003-07-11</datum>
  </reserviere>
 </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```


Beispiel einer SOAP-Nachricht (document/literal/wrapped) ...

➥ Antwortnachricht

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<soapenv:Envelope
 xmlns:soapenv="http://www.w3.org/2003/05/soap-envelope">
 <soapenv:Body>
  <reserviereResponse xmlns="http://ws.apache.org/axis2">
   <return>GHFTR89</return>
  </reserviereResponse>
 </soapenv:Body>
</soapenv:Envelope>
```

Die SOAP-HTTP-Bindung

- SOAP-Standard definiert zwei Methoden:
  - Verwendung von HTTP POST:
    - SOAP-Anfrage-Nachricht wird im Rumpf der HTTP-Anfrage an den Server gesendet
    - Antwort als SOAP-Nachricht in der HTTP-Antwort
  - Verwendung von HTTP GET:
    - Operation und Parameter werden in URL der HTTP-Anfrage codiert (ohne SOAP)
    - Antwort als SOAP-Nachricht in der HTTP-Antwort
- Empfehlung des Standards:
  - GET-Methode (nur) verwenden bei Aufrufen ohne Seiteneffekte und ohne SOAP-Header

7.2.3 WSDL

- XML-basierte Sprache zur Beschreibung von Diensten
  - also u.a. Schnittstellen-Beschreibungssprache
  - zusätzlich aber auch: Ort (URL) des Dienstes und zu verwendendes Protokoll
- Eigenschaften von WSDL
  - unabhängig von Programmiermodell, Implementierungssprachen und Transportprotokoll
    - WSDL ist auch unabhängig von SOAP
  - Unterstützung von XML Schema zur Definition von Typen
  - WSDL ist selbst über XML Schema definiert
- Aktuelle Version: 2.0 (Juni 2007), verwendet häufig noch 1.1

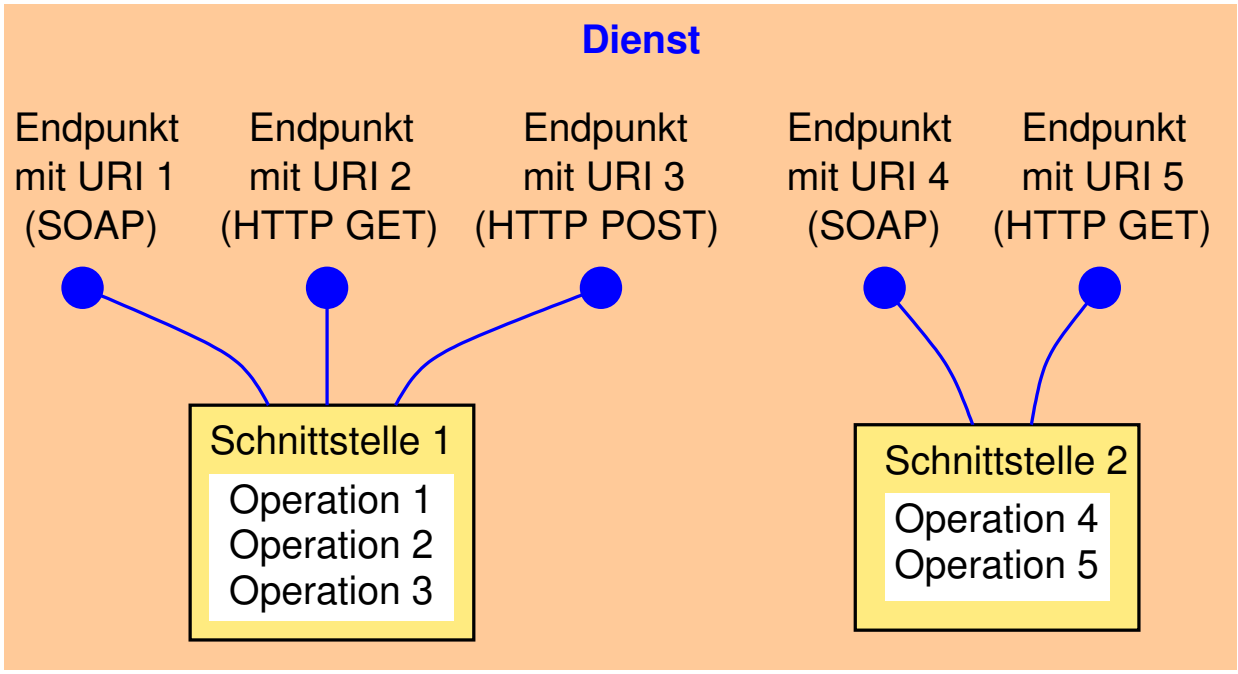
Aufbau eines WSDL-Dokuments

```
<?xml version="1.0" ?>
<wsdl:definitions                                   Wurzelelement
 targetNamespace="http://www.web-air.de/Buchung/"
 ...
 xmlns:wsdl="http://www.w3.org/2003/06/wsdl">
   Spezifikation von Datentypen
   Beschreibung der Nachrichtenformate  (WSDL 1.1)
   Beschreibung der Schnittstellen
   Beschreibung der Bindungen
   Beschreibung des Dienstes
</wsdl:definitions>
```


Zur Struktur eines WSDL-Dokuments

- Ein WSDL-Dokument beschreibt **Dienst**e
- Ein Dienst wird über ein oder mehrere **Endpunkt**e erreicht
- Ein Endpunkt beschreibt den Ort (URI) des Dienstes und ist mit genau einer **Bindung** assoziiert
- Eine Bindung bindet die Operationen einer **Schnittstelle** an ein bestimmtes Protokoll
- Eine Schnittstelle beschreibt mehrere **Operationen**
- Für jede Operation werden die **Nachrichtenformate** für Ein- und Ausgabeparameter festgelegt (WSDL 1.1)
- Ein Nachrichtenformat besteht aus einer Sequenz von Feldern mit gegebenen **Datentypen**

Beispiel zur allgemeinen Struktur eines Dienstes



Client/Server-Programmierung

WS 2019/2020

10.01.2020

Roland Wismüller
Betriebssysteme / verteilte Systeme
roland.wismueller@uni-siegen.de
Tel.: 0271/740-4050, Büro: H-B 8404

Stand: 17. Januar 2020

Spezifikation von Datentypen

- Element <types>
- Erlaubt Definition eigener komplexer Datentypen
  - Nutzung von XML Schema
- Beispiel: Datentyp für Parameter einer Flugreservierung

```
<wsdl:types>
 <xs:schema targetNamespace="http://www.web-air.de/Buchung/">
  <xs:element name="reservierung">
   <xs:complexType>
    <xs:sequence>
     <xs:element name="flugNr" type="xs:string"/>
     <xs:element name="sitze" type="xs:int"/>
     <xs:element name="date" type="xs:date"/>
    ...
</wsdl:types>
```


Beschreibung der Nachrichtenformate (WSDL 1.1)

- Element <message>
- Für jede vom Dienst verwendete Nachricht (Anfrage, Antwort, ...) wird das Format definiert:
  - eine Nachricht besteht aus beliebig vielen Teilen mit festgelegtem Datentyp
    - Standard XML-Datentyp oder in <types> definiert
  - üblich: nur ein Teil mit einem `complexType` als Typ
- Beispiel (ohne Namensraumangabe für WSDL-Elemente):

```
<message name="reserviereRequest">
  <part name="parameters" type="ns:reservierung"/>
</message>
<message name="reserviereResponse">
  <part name="parameters" type="ns:reserviereResponse"/>
</message>
```

Beschreibung der Schnittstellen

- Element <portType> (WSDL 2.0: <interface>)
- Beschreibt beliebig viele Operationen mit
  - ihren Eingabe-, Ausgabe- und ggf. Fehlernachrichtentypen
  - ihrem Interaktionsmuster
    - z.B. nur Eingabenachricht, *Request*/*Response*, ...
    - definiert durch Reihenfolge der Nachrichtenspezifikationen
- Beispiel (ohne Namensraumangabe für WSDL-Elemente):

```
<portType name="BuchungPortType">
  <operation name="reserviere">
    <input message="ns:reserviereRequest" />
    <output message="ns:reserviereResponse" />
  </operation>
</portType>
```


Anmerkungen zu Folie 373:

Bei WSDL 2.0 haben die `input` und `output` Elemente anstelle des Attributs `message` ein Attribut `element`, das auf das Element des XML-Schemas (unter `types`) verweist, das den Datentyp beschreibt.

Beschreibung der Bindungen

- Element <binding>
- Zu jeder Schnittstelle kann es eine oder mehrere Bindungen geben
- Die Bindung legt fest
  - das Transportprotokoll (z.B. SOAP, HTTP PUT, HTTP GET)
  - den Kommunikationsstil (`rpc` oder `document`)
  - für jede Operation:
    - URI für den Aufruf der Operation
      - wird bei HTTP in das `SOAPAction`-Element bzw. `action`-Attribut im HTTP-Header übernommen
      - wichtig bei `document`, vgl. Folie 363
    - Codierung der Ein- und Ausgabe (`encoded` oder `literal`)

Beschreibung der Bindungen ...

- Beispiel (ohne Namensraumangabe für WSDL-Elemente):

```
<binding name="BuchungSoapBinding" type="ns:BuchungPortType">
  <soap:binding transport=
   "http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" style="document" />
  <operation name="reserviere">
    <soap:operation soapAction="urn:reserviere" />
    <input>
      <soap:body use="literal" />
    </input>
    <output>
      <soap:body use="literal" />
    </output>
  </operation>
</binding>
```

Beschreibung des Dienstes

- Beschreibung besteht aus Liste von Endpunkten
  - Element <port> (WSDL 2.0: <endpoint>)
  - jeweils mit Ortsangabe (URI) und zugehöriger Bindung
- Beispiel (ohne Namensraumangabe für WSDL-Elemente):

```
<service name="Buchung">
  <port name="BuchungHttpSoapEndpoint"
   binding="s0:BuchungSoapBinding">
    <soap:address
     location="http://www.web-air.de/Buchung/Buchung.asmx" />
  </port>
</service>
```


Vollständiges Beispiel eines WSDL-Dokuments (WSDL 1.1)

- Dienst mit zwei Operation (als Java-Interface beschrieben):

```
public interface Test {
    public String getIt();
    public void putIt(String it);
}
```

- WSDL-Dokument für den entsprechenden Web-Service:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<wsdl:definitions xmlns:axis2="http://ws.apache.org/axis2"
 xmlns:ns="http://ws.apache.org/axis2/xsd"
 xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
 xmlns:http="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/http/"
 xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
 xmlns:mime="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/mime/"
 xmlns:soap12="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap12/"
 targetNamespace="http://ws.apache.org/axis2">
```

7.2.3 WSDL ...

```
<wsdl:types>
 <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  attributeFormDefault="qualified" elementFormDefault="qualified"
  targetNamespace="http://ws.apache.org/axis2/xsd">
  <xs:element name="getItResponse">
   <xs:complexType>
    <xs:sequence>
     <xs:element name="return" nillable="true" type="xs:string"/>
    </xs:sequence>
   </xs:complexType>
  </xs:element>
  <xs:element name="putIt">
   <xs:complexType>
    <xs:sequence>
     <xs:element name="param0" nillable="true" type="xs:string"/>
    </xs:sequence>
   </xs:complexType>
  </xs:element>
 </xs:schema>
</wsdl:types>
```


7.2.3 WSDL ...

```
<wsdl:message name="getItMessage" />
<wsdl:message name="getItResponseMessage">
 <wsdl:part name="part1" element="ns:getItResponse" />
</wsdl:message>
<wsdl:message name="putItMessage">
 <wsdl:part name="part1" element="ns:putIt" />
</wsdl:message>
<wsdl:portType name="TestPortType">
 <wsdl:operation name="getIt">
  <wsdl:input xmlns:wsaw="http://www.w3.org/2006/05/addressing/wsdl
   wsaw:Action="urn:getIt" message="axis2:getItMessage"/>
  <wsdl:output xmlns:wsaw="http://www.w3.org/2006/05/addressing/ws
   message="axis2:getItResponseMessage" wsaw:Action="urn:getIt"/>
 </wsdl:operation>
 <wsdl:operation name="putIt">
  <wsdl:input xmlns:wsaw="http://www.w3.org/2006/05/addressing/wsdl
   wsaw:Action="urn:putIt" message="axis2:putItMessage"/>
 </wsdl:operation>
</wsdl:portType>
```

7.2.3 WSDL ...

```
<wsdl:binding name="TestSOAP11Binding" type="axis2:TestPortType">
 <soap:binding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"
  style="document" />
 <wsdl:operation name="getIt">
  <soap:operation soapAction="urn:getIt" style="document" />
  <wsdl:input>
   <soap:body use="literal" />
  </wsdl:input>
  <wsdl:output>
   <soap:body use="literal" />
  </wsdl:output>
 </wsdl:operation>
 <wsdl:operation name="putIt">
  <soap:operation soapAction="urn:putIt" style="document" />
  <wsdl:input>
   <soap:body use="literal" />
  </wsdl:input>
 </wsdl:operation>
</wsdl:binding>
```


7.2.3 WSDL ...

```
<wsdl:binding name="TestSOAP12Binding" type="axis2:TestPortType">
 <soap12:binding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http"
  style="document" />
  ...
 </wsdl:operation>
</wsdl:binding>
<wsdl:service name="Test">
 <wsdl:port name="TestSOAP11port"
  binding="axis2:TestSOAP11Binding">
  <soap:address
   location="http://localhost:8080/axis2/services/Test" />
 </wsdl:port>
 <wsdl:port name="TestSOAP12port"
  binding="axis2:TestSOAP12Binding">
  <soap12:address
   location="http://localhost:8080/axis2/services/Test" />
 </wsdl:port>
</wsdl:service>
</wsdl:definitions>
```

7.2.4 Nutzung von SOAP und WSDL

- Programmierer von Web Services hat i.a. nicht direkt mit SOAP und WSDL zu tun
- Web Service Frameworks enthalten Werkzeuge, die
  - *Stubs* und *Skeletons* zum Erzeugen und Interpretieren von SOAP-Nachrichten generieren
  - WSDL-Beschreibungen aus z.B. Java Interfaces erzeugen (und umgekehrt)
- Aber: Grundkenntnisse nützlich für
  - Verständnis von Web Services
  - Fehlersuche / Nutzung der Frameworks
  - spezielle Funktionen wie z.B. Sicherheit
    - benötigen Manipulation der SOAP-Nachrichten

Werkzeuge und Java-APIs für SOAP und WSDL

- Java-APIs
  - JAXM: Erstellung, Verarbeitung und Versand von SOAP-Nachrichten
    - `javax.xml.soap.*`, `javax.xml.messaging.*`
  - JAX-RPC: API und Werkzeuge für RPCs über SOAP
    - `javax.rpc.*`
    - u.a. auch Erstellung von WSDL und *Stubs*/*Skeletons*
- Frameworks für Web-Services
  - in der Vorlesung: EJB 3 (☞ **7.3**) und Axis2 (☞ **7.4**)
  - weitere z.B. IBM Web-Sphere, Microsoft Visual Studio .NET, BEA WebLogic, Borland JBuilder, ...
    - integrierte Programmentwicklungs-Umgebungen

7.3 Web-Services und EJB

- Eine *stateless Session Bean* kann durch einfache Annotation zu einem Web-Service gemacht werden:

```
@Stateless
@WebService
public class HelloImpl implements HelloRemote {
  @WebMethod
  public String sayHello() {
    return "Hallo? Jemand da?";
  }
}
```

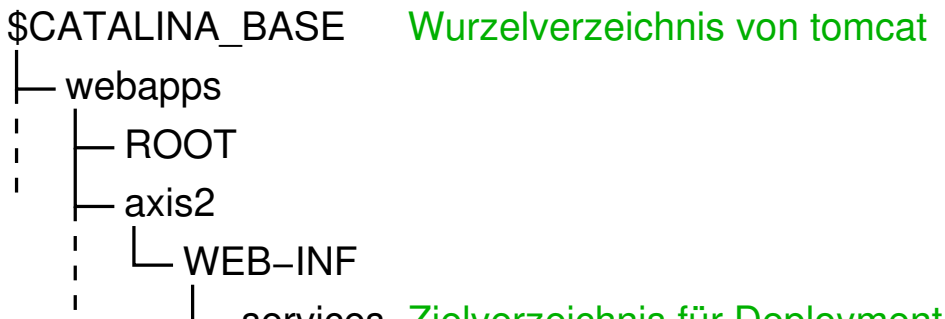
- WSDL-Datei bei OpenEJB dann unter folgender URL verfügbar:
  - `http://<host>:<httpejbd-port>/HelloImpl?WSDL`

7.4 Web Services mit Axis2

- Axis2: Framework für Entwicklung und Deployment Java-basierter Web Services
- Bestandteile von Axis2
  - Web Service-Container
  - Java API
  - Werkzeuge für WSDL-Unterstützung und Deployment
- Funktionsumfang von Axis2
  - Unterstützung von SOAP 1.1/1.2, WSDL 1.1/2.0
  - Flexibles Deployment (*Hot Deployment / Hot Update*)
  - WSDL-Unterstützung (Übersetzung WSDL $\leftrightarrow$ Java)
  - Fehlerbehandlung (Java Exception $\rightarrow$ `<fault>`-Nachricht)
  - Erweiterbarkeit durch Plug-In Module

7.4.1 Technisches zu Axis2

- Der Web-Service-Container von Axis2 ist als Servlet realisiert
  - meist in Verbindung mit dem Tomcat-Server
- Im Folgenden wird Kombination Axis2/Tomcat vorausgesetzt
  - entspricht Installation im Labor H-A 4111
- Verzeichnisstruktur von Axis2 (wichtig für das Deployment)



Start des Axis2 Web-Service-Containers

- Wenn Axis2 korrekt installiert ist, muß nur der Tomcat-Server gestartet werden:
  - `$CATALINA_HOME/bin/catalina.sh run`
  - Wenn *Hot Update* in Axis2 nicht aktiviert ist, muß Tomcat bei einer Änderung deployter Web Services neu gestartet werden!
    - alternativ: *Reload* von Axis2 im Tomcat-Manager
- Funktionstest:
  - Aufruf der Axis2-Startseite im Browser
    - URL: `http://localhost:8080/axis2/`
    - enthält u.a. Links zu Validierungsseite und Liste deployter Web Services

7.4.2 Beispiel: Hello-World mit Axis2

- Schritte zur Erstellung der WSDL-Beschreibung
  1. Erstellung der Java-Schnittstelle `HelloWorld.java`
  2. Übersetzen der Schnittstelle:
     ```
     javac HelloWorld.java
     ```
  3. Erzeugung einer WSDL-Datei aus dieser Schnittstelle:
     ```
     java2wsdl.sh
       -l http://localhost:8080/axis2/services/HelloWorld
       -cn HelloWorld
     ```
- Schritte zur Erstellung des Web Services
  1. Erzeugung von Implementierungsrahmen, Hilfsklassen, Service-Deskriptor und *Build*-Skript aus der WSDL-Datei:
     ```
     wsdl2java.sh -d adb -uw -ss -p hello -sd
       -uri HelloWorld.wsdl
     ```


- Schritte zur Erstellung des Web Services ...
  2. Editieren von `src/hello/HelloWorldSkeleton.java`
     - Implementieren der Operationen (Methoden)
  3. ggf. Anpassen des Service-Deskriptors (☞ **S. 401**)
  4. Übersetzen und Packen des Services:
     ```
     ant jar.server
     ```
  5. Kopieren des Archivs in das Axis2-Verzeichnis:
     ```
     cp build/lib/HelloWorld.aar
       $CATALINA_BASE/webapps/axis2/WEB-INF/services/
     ```
- Erster Test kann über folgende URL erfolgen:
  - `http://localhost:8080/axis2/services/HelloWorld/sayHello?args0=Roland`

7.4.2 Beispiel: Hello-World mit Axis2 ...

- Schritte zur Erstellung des Clients
  1. Erstellung einer Java-Schnittstelle für den aufzurufenden Web Service:
     ```
     wsdl2java.sh -uri
       http://localhost:8080/axis2/services/HelloWorld?wsdl
       -d adb -uw -p hello
     ```
  2. Erstellung des Client-Programms
     `src/hello/HelloClient.java`
  3. Übersetzung und Packen des Client-Programms:
     `ant jar.client`
  4. Start des Client-Programms:
     ```
     axis2.sh -cp build/lib/HelloWorld-test-client.jar
       HelloClient
     ```


7.4.2 Beispiel: Hello-World mit Axis2 ...

- Die Schnittstelle `HelloWorld.java`:

```
public interface HelloWorld {
    public String sayHello (String name);
}
```

- Der von Hand ergänzte Implementierungsrahmen `src/hello/HelloWorldSkeleton.java`:

```
package hello;
public class HelloWorldSkeleton {
    int cnt = 0;
    public java.lang.String sayHello(java.lang.String args0)
    {
        return "Hello to " + args0 + " (" + ++cnt + ")";
    }
}
```

7.4.2 Beispiel: Hello-World mit Axis2 ...

- Das Client-Programm `HelloClient.java`:

```
import hello.*;

public class HelloClient
{
    public static void main(String[] args) throws Exception
    {
        HelloWorldStub stub;

        // Referenz auf Stub holen
        stub = new HelloWorldStub();

        // Methoden des Dienstes aufrufen
        System.out.println(stub.sayHello("Roland"));
        System.out.println(stub.sayHello("Frank"));
    }
}
```

- Vollständiger Beispielcode: siehe WWW

7.4 Web Services mit Axis2 ...

7.4.3 Details zu den Axis2-Werkzeugen

axis2.sh

- ruft `java` mit nötigem `CLASSPATH` und Java Properties auf
- nützlich zum Start von Clients

java2wsdl.sh

- erzeugt WSDL-Dokument aus Java-Schnittstelle
- wichtige Optionen:
  - `-l`: gewünschte URL des Web Services (Endpunkt)
  - `-cn`: (qualifizierter) Name der Klasse
  - `-of`: Name der Ausgabedatei

java2wsdl.sh: Beispiel

```
public interface HelloWorld {
    public String sayHello (String name);
}
```

```
java2wsdl.sh -cn HelloWorld
   -l http://localhost:8080/axis2/services/Hello
```

```
...
  <wsdl:message name="sayHelloRequest">
    <wsdl:part name="parameters" element="ns:sayHello"/>
  </wsdl:message>
...
  <wsdl:portType name="HelloWorldPortType">
    <wsdl:operation name="sayHello">
...
  <wsdl:binding name="HelloWorldSoap11Binding"
                type="ns:HelloWorldPortType">
...
  <wsdl:service name="HelloWorld">
    <wsdl:port name="HelloWorldHttpSoap11Endpoint"
               binding="ns:HelloWorldSoap11Binding">
      <wsdlsoap:address
       location="http://localhost:8080/axis2/services/Hello"/>
...
```


wsdl2java.sh

- erzeugt aus einem WSDL-Dokument u.a.:
  - Rahmen für die Java-Implementierungsklasse:
    `src/`*Paket*`/`*Service*`Skeleton.java`
  - Service-Deskriptor `resources/services.xml`
  - Build-Skript `build.xml` für `ant`
    - Target `jar.server` für Server-Archiv
    - Target `jar.client` für Client-Archiv
  - Client-Stub für den Web-Service:
    `src/`*Paket*`/`*Service*`Stub.java`
    - Default-Konstruktor: Endpunkt aus WSDL-Dokument
    - weiterer Konstruktor erlaubt Angabe der Endpunkt-URL als String

wsdl2java.sh ...

- wichtige Optionen:
  - `-d`: Festlegung des *Data Binding*
    - wie erfolgt die Umwandlung von XML-Dokumenten in Java-Objekte? (`adb`, `jibx`, `xmlbeans`, `jaxbri`)
  - `-uw`: Einschalten des *Unwrapping*
    - das (einzige) XML-Element des SOAP-Body wird in einzelne Parameter zerlegt
  - `-ss`: Code-Erzeugung für Serverseite
  - `-sd`: erzeuge Service-Deskriptor
  - `-p`: Festlegung des Paketnamens
  - `-uri`: Ort des WSDL-Dokuments
  - `-sn`: Auswahl eines Services aus dem WSDL-Doument
  - `-pn`: Auswahl eines Ports aus dem WSDL-Doument

Konstruktoren der Klasse *Service*`Stub`

- *Service*`Stub()`
  - erzeugt Stub, der sich mit dem Endpunkt aus der WSDL-Datei verbindet
  - Festlegung ggf. über Option `-pn` von `wsdl2java.sh`
- *Service*`Stub(String targetEndpoint)`
  - erzeugt Stub, der sich mit dem (als URL) gegebenen Endpunkt verbindet

(*Service* ist der Name der Services aus der WSDL-Datei)

7.4.3 Details zu den Axis2-Werkzeugen ...

Abbildung von Datentypen von XML auf Java durch Axis2

- XML-Schema aus WSDL muß in Java-Klassen umgesetzt werden
  - prinzipiell: je eine Klasse für Anfrage- und Ergebnisnachricht
    - mit get- und set-Methoden für einzelne Komponenten
  - zusätzlich möglich: *unwrapping*
    - entfernt Wrapper-Klasse von *document/literal/wrapped*
    - Argumente können einzeln an Operation übergeben werden
- wsdl2java.sh unterstützt mehrere Möglichkeiten (*data bindings*):
  - `adb`: beste Integration mit Axis2
  - `xmlbeans`: vollständigste Unterstützung von XML-Schema
  - `jibx`: kann mit existierenden Java-Klassen arbeiten, beste Unterstützung für *unwrapping*

7.4.3 Details zu den Axis2-Werkzeugen ...

Abbildung von Datentypen von XML auf Java durch Axis2 ...

- Falls WSDL-Datei durch `java2wsdl.sh` erzeugt wird: `wsdl2java.sh` liefert auch mit *unwrapping* evtl. nicht mehr die ursprüngliche Schnittstelle
- Umsetzung ist i.a. problemlos für
  - einfache Datentypen (`int`, `double`, `boolean`, ...)
  - Arrays und Strings
- *Remote*-Referenzen auf Objekte sind mit Axis2 (und SOAP) nicht möglich!
  - im Bedarfsfall muß ggf. mit selbst implementierten Objekt-IDs gearbeitet werden
    - Server muß Abbildung von Objekt-ID auf Objekt pflegen
  - besser: *WS-Resource* Standard verwenden

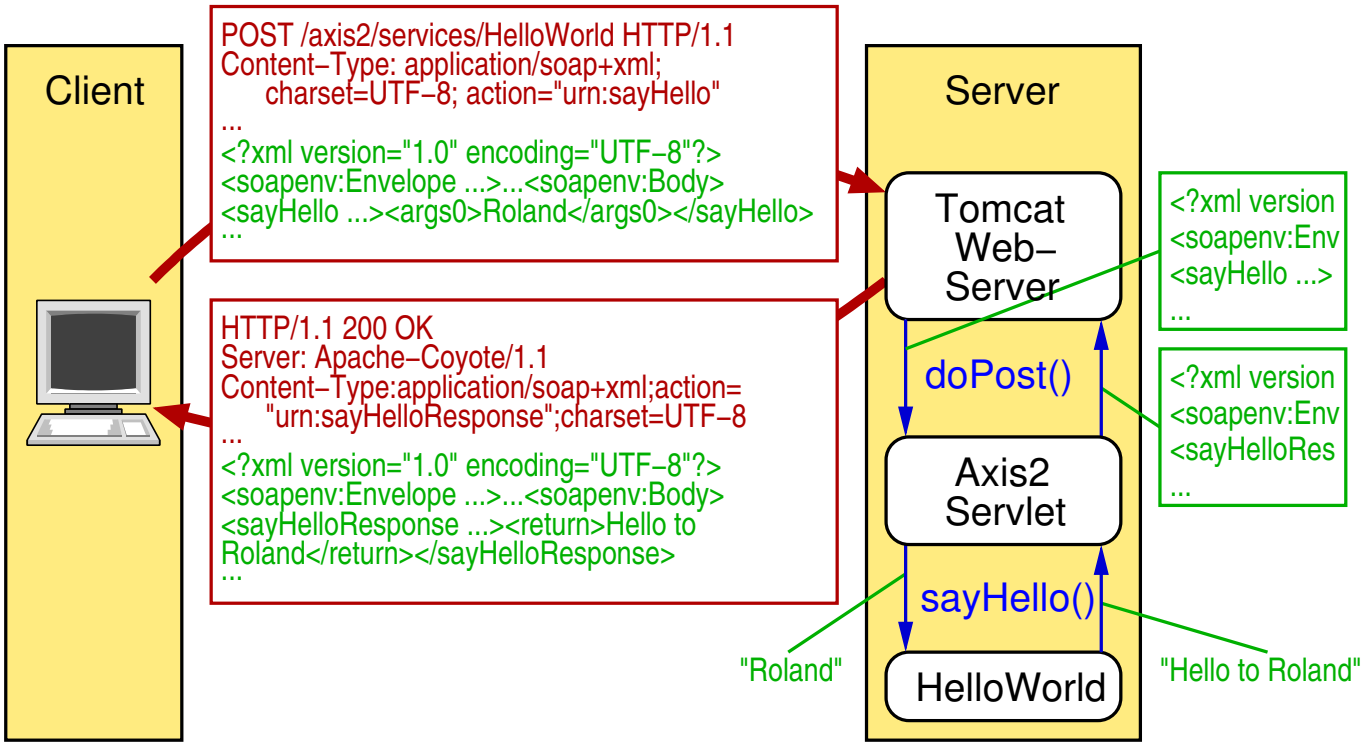
Service-Deskriptor

```
<serviceGroup>
  <service name="HelloWorld">
    <messageReceivers>
      <messageReceiver mep="http://www.w3.org/ns/wsdl/in-out"
       class="hello.HelloWorldMessageReceiverInOut"/>
    </messageReceivers>
    <parameter name="ServiceClass">hello.HelloWorldSkeleton</parame
    <parameter name="useOriginalwsdl">true</parameter>
    <parameter name="modifyUserWSDLPortAddress">true</parameter>
    <operation name="sayHello"
     mep="http://www.w3.org/ns/wsdl/in-out"
     namespace="http://ws.apache.org/axis2">
      <actionMapping>urn:sayHello</actionMapping>
      <outputActionMapping>urn:sayHelloResponse</outputActionMappin
    </operation>
  </service>
</serviceGroup>
```


Wichtige Elemente im Service-Deskriptor

- Parameter `modifyUserWSDLPortAddress`
  - falls `true`: Axis2-Container ersetzt angegebene Port-Adresse durch seine eigene
    - Probleme z.B. mit NAT und Web-Proxies
  - im Labor H-A 4111 auf `false` setzen
- Attribut `scope` des `service`-Tags
  - für Sitzungsverwaltung
  - mögliche Werte: `request`, `soapsession`, `transportsession`, `application`
  - siehe Abschnitt 7.4.4

Ablauf der Kommunikation



7.4.4 Sitzungs-Management mit Axis2

- Sitzungs-Management ermöglicht, in einem Web-Service einen client-spezifischen Zustand zu verwalten
- Manuell programmiertes Sitzungs-Management:
  - es gibt genau eine Instanz der Implementierungs-Klasse
  - jede Operation erhält Sitzungs-ID als zusätzlichen Parameter
    - Abbildung der Sitzungs-ID auf Sitzungsdaten z.B. über Hash-Tabelle
  - zusätzliche Methode zum Erzeugen einer Sitzungs-ID
- Sitzungs-Management mit Hilfe von Axis:
  - eine Instanz der Implementierungs-Klasse pro Sitzung
  - automatische Verfolgung der Sitzungen über generierte Sitzungs-IDs in HTTP-*Cookies* oder im SOAP-*Header*

Realisierung des Sitzungs-Managements

- Spezifikation des *Session Scopes* im *Deployment*-Deskriptor des Dienstes, z.B.:

```
<serviceGroup>
 <service name="HelloWorld" scope="soapsession">
 ...
```

  - Mögliche Werte:
    - `request`: keine Sitzungen, Dienst ist zustandslos
    - `transportsession`: verwende Sitzung der Transport-Ebene
    - `soapsession`: Sitzung durch SOAP realisiert
    - `application`: genau eine Instanz für alle Nachrichten

- Einschalten des Sitzungs-Managements im Client:

```
HelloWorldStub stub = new HelloWorldStub();
stub._getServiceClient().getOptions().setManageSession(true);
```


Beispiel zum Sitzungs-Management

- Implementierung des Dienstes:

```
public class HelloWorldSkeleton {
  int cnt = 1;   // Zählervariable als (sitzungslokaler) Zustand
  public String sayHello(String to) {
    return "Hello to " + to + " (" + cnt++ + ")";
  }
  // Lebenszyklus—Methoden: werden von Axis2 (über Reflection)
  // aufgerufen, wenn Session erzeugt bzw. gelöscht wird
  public void init(ServiceContext context) { ... }
  public void destroy(ServiceContext context) { ... }
}
```

- *Deployment*-Deskriptor:

```
<serviceGroup>
 <service name="HelloWorld" scope="transportsession">
 ...
```

Beispiel zum Sitzungs-Management ...

- Implementierung des Clients:

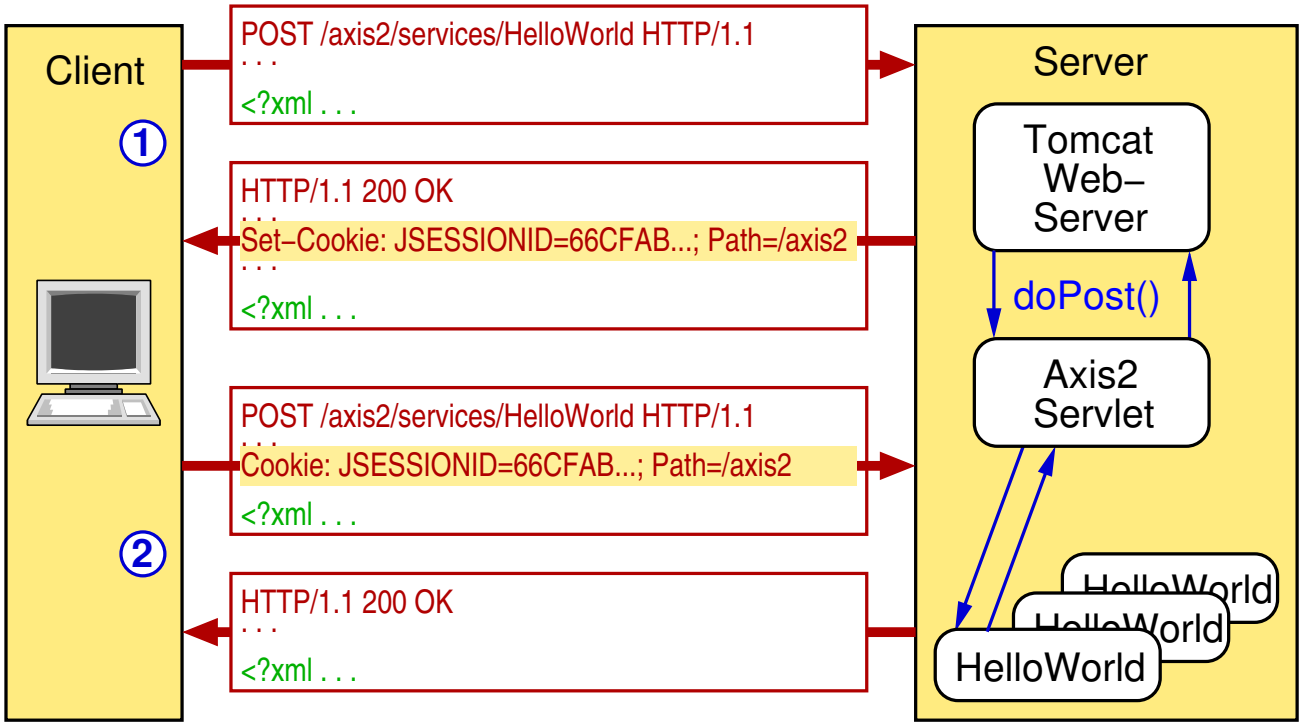
```
public class HelloClient {
  public static void main(String[] args) throws Exception {
    HelloWorldStub stub = new HelloWorldStub();
    // Sitzungs-Verfolgung einschalten
    stub._getServiceClient().getOptions()
      .setManageSession(true);
    System.out.println(stub.sayHello("Roland"));
    System.out.println(stub.sayHello("Adrian"));
    System.out.println(stub.sayHello("Andreas"));
  }
}
```

- Vollständiges Beispiel im WWW

Sitzungs-Management mit HTTP-*Cookies*

- Eintrag im *Deployment*-Deskriptor:
  `<service name="HelloWorld" scope="transportsession">`
- Axis-Server setzt bei jeder Antwort über HTTP ein *Cookie*, das der Client beim nächsten Aufruf zurückschickt
- Problem: Interoperabilität
  - HTTP als Transportprotokoll vorausgesetzt
  - Nicht-Java-Client kann evtl. *Cookie* nicht zurücksenden
    - kein direkter Zugriff auf HTTP-Anfrage
- Vorteil: Sitzungen über Dienstgruppen hinweg möglich

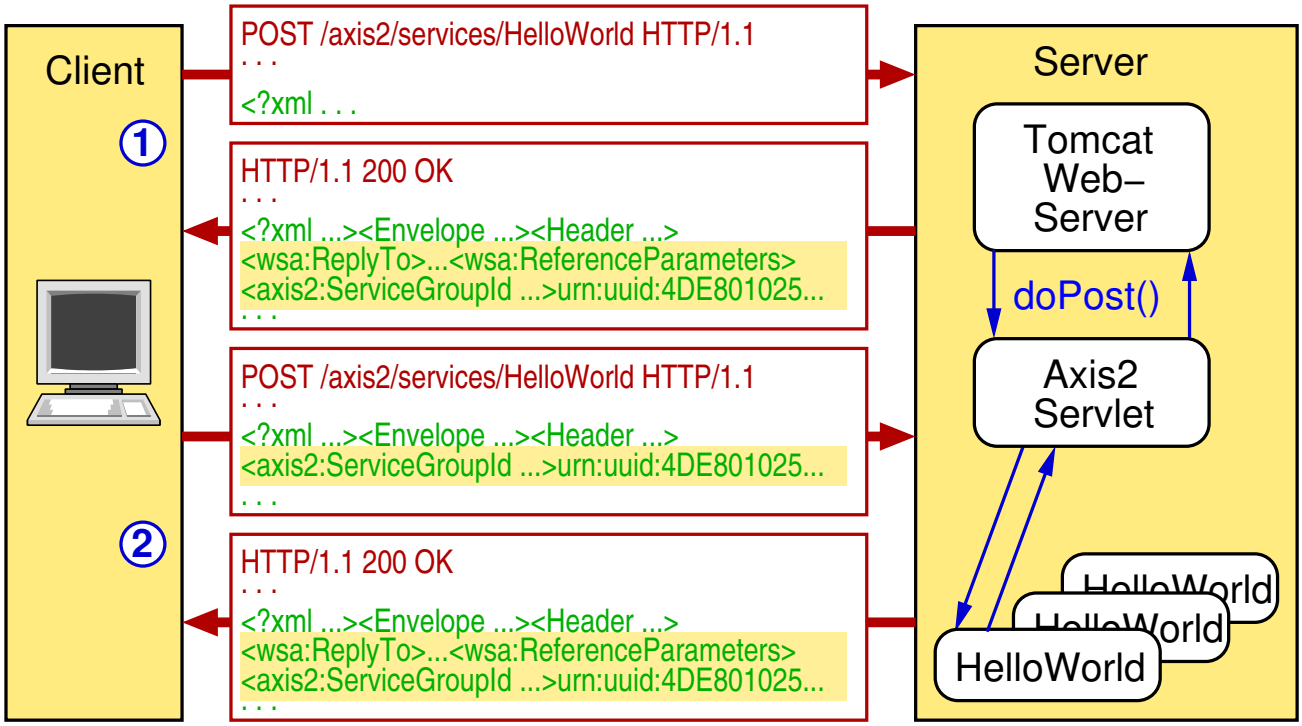
Ablauf der Kommunikation im Beispiel



Sitzungs-Management über SOAP-*Header*

- Eintrag im *Deployment*-Deskriptor:
  `<service name="HelloWorld" scope="soapsession">`
- Zusätzlich muß *WS-Addressing* Modul im Server und im Client aktiviert sein (Standard bei Axis2)
  - Handler modifizieren bzw. analysieren den SOAP-*Header*
  - Server fügt bei jeder Antwort *ServiceGroupId* ein
  - Client sendet diese bei Folgeanfragen zurück
- Vorteile:
  - unabhängig vom Transportprotokoll
  - Auslesen und Einfügen des SOAP-*Headers* notfalls per Hand im Client implementierbar

Ablauf der Kommunikation im Beispiel



7.4.5 Axis2 Module

- Bearbeitung von SOAP-Nachrichten in Axis2 ist über Module erweiterbar
- Modul enthält einen oder mehrere Handler
  - Handler inspizieren bzw. manipulieren SOAP-Nachrichten
  - Anwendungen z.B.
    - Sicherheit (*WS-Security*, Rampart-Modul)
      - Authentifizierung, Verschlüsselung
    - Adressierung (*WS-Addressing*)
    - Zuverlässige Kommunikation (*WS-ReliableMessaging*)
    - Debugging / Monitoring / Logging / Accounting ...
- Vorteil: Trennung von Verwaltungs-Aufgaben und Anwendungs-logik

Client/Server-Programmierung

WS 2019/2020

17.01.2020

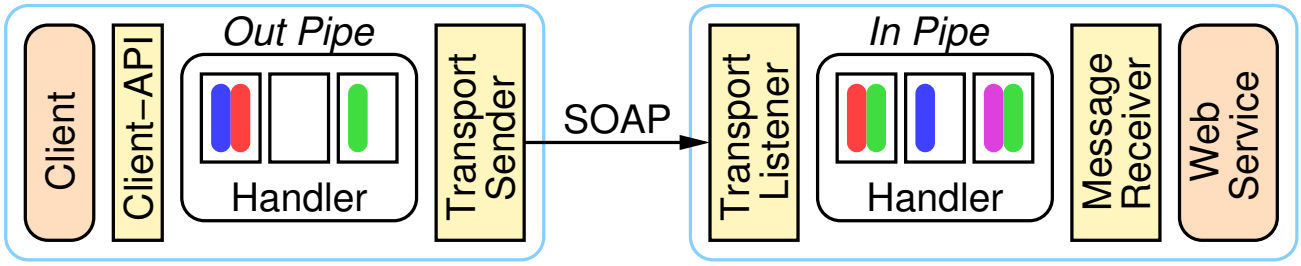
Roland Wismüller
Betriebssysteme / verteilte Systeme
roland.wismueller@uni-siegen.de
Tel.: 0271/740-4050, Büro: H-B 8404

Stand: 17. Januar 2020

7.4.5 Axis2 Module ...

- Module können zur Laufzeit eingebunden (*engaged*) werden
  - global
  - für Dienstgruppen und einzelne Dienste
  - für einzelne Operationen
- Definition über Axis2 Konfigurationsdatei, *Deployment*-Deskriptor oder Axis2 *Web Admin*
  - `$CATALINA_BASE/webapps/axis2/WEB-INF/conf/axis2.xml`
  - `resources/services.xml`
  - `http://localhost:8080/axis2/axis2-admin/`
- Beim *Engagement* eines Moduls werden dessen Handler in definierte Phasen der Nachrichtenverarbeitung eingebunden
  - Spezifikation über Modul-Deskriptor `META_INF/module.xml`
- Phasen sind in Axis2 Konfigurationsdatei festgelegt

Nachrichtenverarbeitung in Axis2



- Vier Datenflüsse: *InFlow*, *OutFlow*, *InFaultFlow*, *OutFaultFlow*
- Jeder Datenfluss wird in mehreren Phasen bearbeitet
  - z.B. *Transport*, *Pre-Dispatch*, *Dispatch*, *Message Processing* für *InFlow*
- Jede Phase besteht aus beliebig vielen Handlern
- Phasen legen Ausführungsreihenfolge der Handler fest

Anmerkungen zu Folie 413:

Siehe Axis2 Dokumentation: `http://axis.apache.org/axis2/java/core/docs/Axis2ArchitectureGuide.html#bmSOAPPM`

7.4.5 Axis2 Module ...

Beispiel: Hello World mit Logging

- Vollständiger Code: siehe WWW
- Dienst-Implementierung bleibt unverändert
- Aber: Einführung eines Moduls mit Handler für Anfrage- und Antwort-Nachrichten
  - `LOGHANDLER/logger/LogModule.java`
    - i.w. leere Implementierung der Axis2-Schnittstelle `Module`
  - `LOGHANDLER/logger/LogHandler.java`
    - gibt SOAP-Nachrichten auf Konsole aus
    - Parameter im *Deployment*-Deskriptor gibt Präfix an, das jeder Ausgabe vorangestellt wird

7.4.5 Axis2 Module ...

Beispiel: Hello World mit Logging ...

- Code des Handlers `LOGHANDLER/logger/LogHandler.java`:

```
public class LogHandler extends AbstractHandler {
  public InvocationResponse invoke(MessageContext context)
                                              throws AxisFault {
    // Parameter aus Deployment-Deskriptor holen
    String pre = "";
    Parameter p = getParameter("prefix");
    if (p != null)
      pre = (String)p.getValue();

    // SOAP-Nachricht ausgeben
    System.out.println(pre + context.getEnvelope());

    return InvocationResponse.CONTINUE;
  }
}
```

Beispiel: Hello World mit Logging ...

- *Deployment*-Deskriptor des Moduls (`LOGHANDLER/META-INF/module.xml`):

```
<module name="logger" class="logger.LogModule">
 <InFlow>
  <handler name="InFlowLogHandler" class="logger.LogHandler">
   <order phase="loggingPhase" />
   <parameter name="prefix">IN: </parameter>
  </handler>
 </InFlow>
 ...
```

- Voraussetzung: `loggingPhase` ist in Axis2 Konfiguration definiert (`$CATALINA_BASE/webapps/axis2/WEB-INF/conf/axis2.xml`):

```
<phaseOrder type="InFlow">
 <phase name="Transport"> ... </phase>
 ...
 <phase name="loggingPhase"/>
 ...
```


Beispiel: Hello World mit Logging ...

- *Deployment* des Moduls: Packen des Deployment-Deskriptors und der Klassen in ein Archiv `logger.mar` und Kopie nach `$CATALINA_BASE/webapps/axis2/WEB-INF/modules`
- *Engagement* des Moduls im *Deployment*-Deskriptor des Services (`SERVER/resources/services.xml`):
  - für den kompletten Dienst:

```
 ...
<service name="HelloWorld">
 <module ref="logger"/>
 ...
```

  - für eine spezifische Operation:

```
...
<operation name="sayHello" mep="http://www.w3..." ...>
 <module ref="logger"/>
 ...
```

Anmerkungen zu Folie 417:

Das *Engagement* eines Handlers im **Client** erfolgt folgendermaßen:

- Kopieren des Archivs (im Beispiel `logger.mar`) in das Verzeichnis `$AXIS2_HOME/repository/modules`
- ggf. in der Konfigurationsdatei `$AXIS2_HOME/conf/axis2.xml` die entsprechende Phase einrichten
- Client-Code (im Beispiel) um folgende Anweisung ergänzen:
  `stub._getServiceClient().engageModule("logger");`

Das Deployment-Verzeichnis und die Konfigurationsdatei sind dabei ggf. verschieden von denen des Axis2-Servlets.

7.4.5 Axis2 Module ...

Anmerkungen zum Beispiel

- Handler erbt von `org.apache.axis2.handlers.AbstractHandler` und überschreibt `invoke(MessageContext context)`
  - Methode `getParameter()` von `AbstractHandler` erlaubt Zugriff auf die im *Deployment*-Deskriptor gesetzten Parameter
- Methoden von `org.apache.axis2.context.MessageContext`:
  - `getEnvelope()`: liefert Objekt-Repräsentation der SOAP Nachricht
  - `getProperty(String name)`: liefert Wert einer gegebenen Property aus `MessageContext`
  - `getPropertyNames()`: liefert Iterator für alle Property-Namen
  - etliche weitere Verwaltungsmethoden
    - i.w. undokumentiert ...

7.5 Web Services und Sicherheit

- Mögliche Maßnahmen zur Absicherung von Web Services:
  - Nutzung von HTTP über TLS/SSL
    - Verschlüsselung (⇒ Vertraulichkeit, Integrität)
    - Authentifizierung des Servers über Zertifikat
    - Authentifizierung des Clients (durch den Web-Server!)
      - über Zertifikat möglich
      - meist aber nur über Name und Paßwort
  - Nutzung der *WS Security* Paradigmen
    - Verschlüsselung von Teilen einer SOAP-Nachricht
    - digitale Signatur über Teile einer SOAP-Nachricht

7.5.1 Nutzung von Tomcat6 mit TLS/SSL

- Zunächst: Erstellung eines Server-Zertifikats
  - einfachste Möglichkeit: Verwendung des Java `keytools`:
    - `keytool -genkey -alias tomcat -keyalg RSA`
      - *Key* Paßwort und *Keystore* Paßwort müssen gleich sein!
    - erzeugt selbstsigniertes Zertifikat (führt zu Warnung im Web Browser)
  - i.d.R. muß das Zertifikat von einer Zertifizierungsstelle signiert werden
    - dazu: Verwendung der OpenSSL Werkzeuge und Exportieren des Zertifikats im PKCS12-Format
    - siehe Dokumentation von Tomcat und OpenSSL

7.5.1 Nutzung von Tomcat6 mit TLS/SSL ...

- Anpassen der Datei `$CATALINA_BASE/conf/server.xml`:
  - Einfügen eines `<Connector>`-Elements für den SSL Port:

```
<Connector port="8443" protocol="HTTP/1.1" SSLEnabled="true"
           maxThreads="150" scheme="https" secure="true"
           clientAuth="false" sslProtocol="TLS"
           keystoreFile="/home/wismueller/.keystore"
           keystorePass="passwd1" />
```

    - Vorlage bereits als Kommentar vorhanden
  - Evtl. Löschen des `<Connector>`-Elements für den nicht-SSL Port
  - Web Services nun über `https://`*host*`:8443/axis2/...` erreichbar

7.5 Web Services und Sicherheit ...

7.5.2 Passwort-Authentifizierung mit Tomcat6 und Axis2

- Zugriff auf Web-Service in Axis2 einschränken (`$CATALINA_BASE/webapps/axis2/WEB-INF/web.xml`):

```
<security-constraint>
 <web-resource-collection>
  <web-resource-name>Axis services</web-resource-name>
  <url-pattern>/services/HelloWorld</url-pattern>
 </web-resource-collection>
 <auth-constraint>
  <role-name>manager</role-name>
 </auth-constraint>
</security-constraint>
<login-config>
 <auth-method>BASIC</auth-method>
 <realm-name>Axis Services</realm-name>
</login-config>
<security-role>
  <role-name>manager</role-name>
</security-role>
```

7.5.2 Passwort-Authentifizierung mit Tomcat6 und Axis

- Rolle und Benutzer in Tomcat konfigurieren (`$CATALINA_BASE/conf/tomcat-users.xml`):

```
<tomcat-users>
  <role rolename="manager"/>
  <user username="admin" password="s3cret" roles="manager"/>
</tomcat-users>
```

- Benutzer und Paßwort im Client übergeben:

```
HelloWorldStub stub = new HelloWorldStub();

HttpTransportProperties.Authenticator auth
    = new HttpTransportProperties.Authenticator();
auth.setUsername("admin");
auth.setPassword("s3cret");
auth.setPreemptiveAuthentication(true);
stub._getServiceClient().getOptions()
    .setProperty(HTTPConstants.AUTHENTICATE, auth);
```


Anmerkungen zu Folie 423:

Die Apache Dokumentation erklärt `setPreemptiveAuthentication()` so: „*Preemptive authentication can be enabled within HttpClient. In this mode HttpClient will send the basic authentication response even before the server gives an unauthorized response in certain situations, thus reducing the overhead of making the connection*“ (siehe `http://hc.apache.org/httpclient-3.x/authentication.html`).

7.5.3 Nutzung der *WS Security* Paradigmen

- Probleme bei Verwendung von HTTP/SSL:
  - keine Verbindlichkeit (keine digitale Signatur)
  - Verschlüsselung der gesamten SOAP-Nachricht oft unnötig
  - keine Ende-zu-Ende-Sicherheit (Verschlüsselung) bei SOAP-Nachrichten über Zwischenknoten möglch
- Lösung: Verschlüsselung / Signierung von Teilen der SOAP-Nachricht mittels *XML Encryption* bzw. *XML Signature*
- *WS Security* ist ein Standard, der u.a. festlegt, wie
  - kryptographische Information (z.B. Schlüssel, Zertifikate, digitale Signaturen)
  - Authentifizierungsinformation (z.B. Benutzername/Paßwort)

  im SOAP-*Header* abgelegt werden

Verschlüsselung von SOAP-Nachrichten

- Basis: *XML Encryption*, erlaubt die Verschlüsselung verschiedener Teile eines XML-Dokuments:
  - das komplette XML-Dokument,
  - einzelne Elemente mit ihren Unterelementen
  - oder nur der Inhalt einzelner Elemente
- Verschlüsselte Teile werden durch `<EncryptedData>`-Elemente ersetzt
  - mögliche Unterelemente u.a. für Name des Verschlüsselungsalgorithmus, Schlüsselinformation, Chiffretext
- SOAP-*Header* enthält Referenzen auf alle verschlüsselten Teile des *Body*

Beispiel für eine verschlüsselte SOAP-Nachricht

```
<env:Envelope xmlns:env="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
   xmlns:wsse="http://docs.oasis-open.org/wss/2004/01/oasis-200401-
               wss-wssecurity-secext-1.0.xsd"
   xmlns:ds="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#"
   xmlns:xenc="http://www.w3.org/2001/04/xmlenc#">
  <env:Header>
    <wsse:Security>
      <xenc:ReferenceList>
        <xenc:DataReference URI="#bodyID"/>
      </xenc:ReferenceList>
    </wsse:Security>
  </env:Header>
  <env:Body>
    <xenc:EncryptedData Id="bodyID">
      <ds:KeyInfo>
        <ds:KeyName>CN=Ali Baba, C=DE</ds:KeyName>
      </ds:KeyInfo>
      <xenc:EncryptionMethod Algorithm="..."/>
      <xenc:CipherData>
        <xenc:CipherValue>39kDeFAl...</xenc:CipherValue>
      </xenc:CipherData>
    </xenc:EncryptedData>
  </env:Body>
</env:Envelope>
```

Security–Header–Block zeigt an, daß Inhalt des SOAP–Bodies verschlüsselt ist

Verschlüsselter Element–Inhalt

Schlüsselname

Verschlüsselungsalgorithmus

Chiffretext

Signierung von SOAP-Nachrichten

- Basis: *XML Signature*, erlaubt das (gemeinsame) Signieren verschiedener Teile eines XML-Dokuments
- Signatur-Element wird in SOAP-*Header* eingebettet und verweist auf signierte Elemente im *Body*
  - *Body* bleibt unverändert, d.h. SOAP-Knoten können digitale Signatur auch ignorieren
- Signatur-Element enthält u.a.:
  - Referenz auf die signierte Information
  - Angabe der verwendeten Algorithmen
  - Zertifikat, einschließlich des öffentlichen Schlüssels
  - die digitale Signatur selbst

Beispiel für eine signierte SOAP-Nachricht

```
<env:Envelope ...>
  <env:Header>
    <wsse:Security>
      <wsse:BinarySecurityToken ValueType="...#X509v3"
       EncodingType="...#Base64Binary" wsu:Id="X509Token">
         MIIEZzCCA9CgAwIBA...
      </wsse:BinarySecurityToken>
      <ds:Signature>
        <ds:SignedInfo>
          <ds:CanonicalizationMethod Algorithm="..."/>
          <ds:SignatureMethod Algorithm= ".../xmldsig#rsa-sha1"/>
          <ds:Reference URI="#myBody">
            <ds:Transforms>
              <ds:Transform Algorithm="..."/>
            </ds:Transforms>
```

X509–Zertifikat, binär, Base64–codiert

Referenz auf signiertes Element

Beispiel für eine signierte SOAP-Nachricht ...

```
            <ds:DigestMethod Algorithm=".../xmldsig#sha1"/>
            <ds:DigestValue>EULddytSo1...</ds:DigestValue>
          </ds:Reference>
        </ds:SignedInfo>
        <ds:SignatureValue>BL8jdfTPOV...</ds:SignatureValue>
        <ds:KeyInfo>
          <wsse:SecurityTokenReference>
            <wsse:Reference URI="#X509Token"/>
          </wsse:SecurityTokenReference>
        </ds:KeyInfo>
      </ds:Signature>
    </wsse:Security>
  </env:Header>
  <env:Body wsu:Id="myBody">
    <tru:StockSymbol xmlns:...">IBM</tru:StockSymbol>
  </env:Body>
</env:Envelope>
```

Hashwert für dieses Element

Signatur für dieses Element

Angaben zum Signatur–schlüssel (Verweis auf obiges Zertifikat)

Anmerkungen zu Folie 429:

- Das Element `CanonicalizationMethod` spezifiziert einen Algorithmus, der verwendet wird um das XML-Dokument vor der Signatur in eine kanonische Form zu bringen (z.B. Umwandlung in UTF-8, Umwandlung von CR/LF in LF etc.).
- Das `Transforms`-Element kann zusätliche eine Liste beliebiger zusätzlicher Transformationen beschreiben, die vor der Signatur angewandt werden, z.B. Base64 Encoding, XPath Filterung, Anwendung von XSLT, ...

7.5.3 Nutzung der *WS Security* Paradigmen ...

Praktische Nutzung von *WS Security* mit Axis2

- Erweiterungs-Modul Rampart
- Definiert Axis2 *Handler*, die ein- und ausgehende SOAP-Nachrichten bearbeiten
  - Ver- bzw. Entschlüsselung von Elementen
  - Erzeugung bzw. Prüfung von Signaturen
- Rampart nutzt dazu die Bibliotheken der Apache-Projekte
  - WSS4J (*WS Security*)
  - XML Security (*XML Encryption* und *XML Signature*)

7.6 Zusammenfassung

- Grundlage von Web Services: RPC-Mechanismus
  - XML-basiertes Kommunikationsprotokoll: SOAP
  - WSDL als IDL, definiert zusätzlich Adresse des Dienstes
  - kein verteiltes Objektmodell
  - unabhängig von Plattform, Implementierungssprache und Transportprotokoll
- Axis2 als verbreitetes Web Service Framework
  - automatische Erzeugung von WSDL-Dokumenten und Client-*Stubs*
  - Axis2 Handler erlauben direkten Zugriff auf SOAP-Nachrichten
    - z.B. für Logging, Accounting, Sitzungsverwaltung, Verschlüsselung und Signierung, ...