DBAI

TU

181135 VU Semistrukturierte Daten 1

XML Schema
18.10.2005

Reinhard Pichler

XML Schema

- XML Schema Description (XSD)
  - ist selbst als XML Dokument dargestellt
  - es gibt auch DTD für XSD
- W3C Recommendation 2001
  - http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/ (bzw. xmlschema-1, xmlschema-2)
  - XML Schema Teil 0: „Primer“ (gute Einführung!)
  - XML Schema Teil 1: Strukturen
  - XML Schema Teil 2: Datentypen
- Highlights:
  - explizite Behandlung von Namespaces
  - viele built-in Datentypen und Möglichkeit der Definition neuer Typen
  - Typisierung auch für Elementinhalt möglich
  - Wiederverwendung / abgeleitete Definitionen

XSD-Datei(en)

- XML Schema ist immer separate Entität
- Verknüpfung Instanzdokument / Schema:
  - XML Processor „kennt“ zugehöriges XML Schema
  - über Attribut in Dokumentelement:
    schemaLocation Attribut
    noNameSpaceSchemaLocation Attribut
- Schemata können ineinander eingebettet werden:
  - <include>: mehrere Schemata mit demselben „Target NS“
  - <redefine>: einzelne Elemente können neu definiert werden
  - <import>: mehrere Schemata mit unterschiedlichem „Target NS“

Inhalt

- XML Schema:
  - Namespaces
  - Element-Deklarationen
  - Attribut-Deklarationen
  - Typendefinitionen (simple/complex types)
  - Vererbung
  - weitere XML-Schema Komponenten
- XML-Schema Validierung
  - mit IE6
  - mit Xerces

Namespaces

```
<?xml version="1.0"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
   <xsd:element name= "contact" type="ContactType"/>

   <xsd:complexType name="ContactType">
      <xsd:sequence>
         <xsd:element name="customer"     type="USAddress"/>
         <xsd:element name="organization" type="USAddress"/>
      </xsd:sequence>
   </xsd:complexType>

   <xsd:complexType name="USAddress">
      <xsd:sequence>
         <xsd:element name="name"    type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="street"  type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="city"    type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="state"   type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="zip"     type="xsd:decimal"/>
      </xsd:sequence>
      <xsd:attribute name="country" type="xsd:NMTOKEN"
         fixed="US"/>
   </xsd:complexType>
 </xsd:schema>
```

Referenzierung eines Schemas ohne Target Namespace

mit noNamespaceSchemaLocation

```
<?xml version="1.0"?>
<contact
   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
   xsi:noNamespaceSchemaLocation="contact.xsd">
    <customer country="US">
       <name>B.Gates</name>
       <street>123 Main Street</street>
       <city>Redmond</city>
       <state>WA</state>
       <zip>98052</zip>
    </customer>
    <organization country="US">
       <name>Microsoft Corporation</name>
       ....
    </organization>
</contact>
```

XML Schema Namespaces

- Im Root Element <schema> des XML Schemas:
  - Referenz des Schema NS als Default oder qualifiziert (entsprechend werden die Komponenten von XSD mit oder ohne Präfix geschrieben):

```
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
```

  oder: `<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">`

- Elemente eines Dokumentes, das mit XSD beschrieben wird, können einem oder mehreren NS angehören (aber nur 1 Target NS pro XSD-Datei!) :

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.example.com/contact"
    xmlns:co="http://www.example.com/contact">

   <element name= "contact" type="co:ContactType"/>
   <complexType name="ContactType">
       <sequence>
         <element name="customer" type="co:USAddress"/>
         <element name="organization" type="co:USAddress"/>
       </sequence>
   </complexType>

   <complexType name="USAddress">  ... </complexType>
</schema>
```

- Üblicherweise Präfix "xsd" (oder "xs") für den XML Schema NS:

```
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.example.com/contact"
    xmlns:co="http://www.example.com/contact">

    <xsd:element name= "contact" type="co:ContactType"/>
    <xsd:complexType name="ContactType">
       <xsd:sequence>
         <xsd:element name="customer" type="co:USAddress"/>
         <xsd:element name="organization" type="co:USAddress"/>
       </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>

    <xsd:complexType name="USAddress">  ... </xsd:complexType>
</xsd:schema>
```

- In diesem Fall könnte man den Target NS als Default NS definieren:

```
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.example.com/contact"
    xmlns="http://www.example.com/contact">

    <xsd:element name= "contact" type="ContactType"/>
    <xsd:complexType name="ContactType">
       <xsd:sequence>
         <xsd:element name="customer" type="USAddress"/>
         <xsd:element name="organization" type="USAddress"/>
       ....
```

XML Schema Namespaces

- Global definierte Elemente und Attribute:
  - (d.h. Subelemente von **`<schema>`**)
  - sind automatisch im Target NS
  - müssen daher „qualifiziert“ (d.h.: mit Präfix) referenziert werden.
- Lokale Elemente und Attribute:
  - Sind default-mäßig im leeren NS
  - Müssen daher „unqualifiziert“ (d.h.: ohne Präfix) verwendet werden.
- Änderung des Defaults:
  - Global: mit den Attributen **`elementFormDefault`** bzw. **`attributeFormDefault`** des **`<schema>`** Elements
  - Lokal: mit dem Attribut **`form`** für Elemente/Attribute
  - Wertebereich dieser Atribute: **`qualified`** oder **`unqualified`** (default)

Referenzierung eines Schemas mit Target Namespace

mit schemaLocation

```
<?xml version="1.0"?>
<co:contact
   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
   xmlns:co="http://www.example.com/contact"
   xsi:schemaLocation="http://www.example.com/contact
      contact.xsd">
   <customer country="US">
     <name>B.Gates</name>
     <street>123 Main Street</street>
     <city>Redmond</city>
     <state>WA</state>
     <zip>98052</zip>
   </customer>
    ...
</co:contact>
```

Beispiel

- Änderung des FormDefaults:

```
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    targetNamespace="http://www.example.com/contact"
     xmlns:co="http://www.example.com/contact"
     elementFormDefault="qualified"
     attributeFormDefault="unqualified">
     <xsd:element name= "contact" type="co:ContactType"/>
     <xsd:complexType name="ContactType">
     .....
```

- Referenzierung im Instanz-Dokument:

```
<co:contact
    xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
    xmlns:co="http://www.example.com/contact"
    xsi:schemaLocation="http://www.example.com/contact
       contact.xsd">
    <co:customer country="US">
      <co:name>B.Gates</co:name>
      <co:street>123 Main Street</co:street>
      .....
```

Beispiel 1

Einbetten von weiteren XSD-Dateien

- <include> für Definitionen mit demselben Target NS

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.example.com/contact"
  xmlns:co="http://www.example.com/contact">
  <include schemaLocation="http://www.example.com/customer.xsd"/>
  <include schemaLocation="product.xsd"/> .....
```

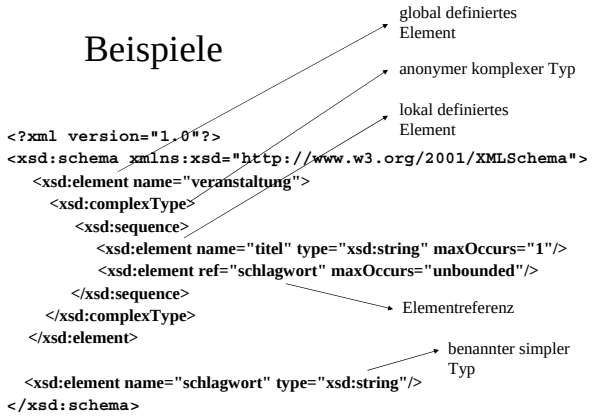
- <redefine>
  - um importierte simple/complex types bzw. Elementgruppen zu modifizieren
  - Ansonsten wie <include>
- <import> für Definitionen mit unterschiedlichem Target NS
  (pro XSD-Datei nur 1 Target NS erlaubt!)

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="http://www.example.com/contact"
  xmlns:co="http://www.example.com/contact">
  <import
     namespace= "http://www.example.com/customer"
     schemaLocation="http://www.example.com/customer.xsd"/>
```

Element-Deklaration

- Global definierte Elemente
  - direkt als Kind des <schema> Dokumentelementes
- Lokal definierte Elemente
  - im Kontext anderer Elemente definiert (bzw. in complexType oder Element-Gruppe)
- Festlegen des Typs:
  - Typangabe (Attribut „type“)
  - Referenz auf global definiertes Element (Attribut „ref“)
  - Anonyme Typdefinition

Beispiele




```
<?xml version="1.0"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
   <xsd:element name="veranstaltung">
     <xsd:complexType>
        <xsd:sequence>
          <xsd:element name="titel" type="xsd:string" maxOccurs="1"/>
          <xsd:element ref="schlagwort" maxOccurs="unbounded"/>
        </xsd:sequence>
     </xsd:complexType>
   </xsd:element>

   <xsd:element name="schlagwort" type="xsd:string"/>
</xsd:schema>
```

Inhaltsmodelle

- beliebiges Inhaltsmodell
- leeres Inhaltsmodell
- Simpler Typ:
  - nur Zeichendaten
- Komplexer Typ:
  - enthält Elemente und/oder Attribute
  - „mixed“: Zeichendaten und Subelemente

Beliebiges Inhaltsmodell

- ohne Attribute:

```
<xsd:element name="veranstaltung" type="xsd:anyType"/>
```

- Kurzschreibweise:

```
<xsd:element name="veranstaltung"/>
```

(anyType ist der default, wenn kein Typ angegeben wird.)

- mit Attributen:

```
<xsd:element name="veranstaltung">
  <xsd:complexType>
    <xsd:complexContent>
       <xsd:extension base="xsd:anyType">
         <xsd:attribute name= "jahr" type="xsd:gYear"/>
         <xsd:attribute name= "vorbesprechung"
             type="xsd:dateTime"/>
       </xsd:extension>
    <xsd:complexContent>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Leeres Inhaltsmodell

- ohne Attribute:

```
<xsd:element name="veranstaltung">
   <xsd:complexType/>
</xsd:element>
```

- mit Attributen:

```
<xsd:element name="veranstaltung">
  <xsd:complexType>
    <xsd:attribute name= "jahr" type="xsd:gYear"/>
    <xsd:attribute name= "vorbesprechung"
        type="xsd:dateTime"/>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Mögliche Attribute zur Elementdeklaration

- type: Ein vordefinierter oder anwenderdefinierter Elementtyp
- ref: Referenz auf globale Elementdeklaration zur Übernahme der dort spezifizierten Definitionen
- name: der unqualifizierte (lokale) Name
- minOccurs: Minimale Anzahl des Vorkommens. Default = 1.
- maxOccurs: Maximale Anzahl des Vorkommens. Default = 1.
- id: eindeutiger Identifier
- fixed: Element bekommt immer diesen Wert zugewiesen
- default: Element bekommt diesen Wert wenn kein anderer vorhanden
- nillable: Element kann leeren Inhalt haben ("Nullwerte")
- form: (qualified, unqualified): gibt bei lokalem Element an, ob es im Target-NS ist oder nicht (überschreibt elementFormDefault)
- weitere Attribute (steuern Aspekte der Vererbung): abstract, block, final, substitutionGroup

Erläuterungen

- fixed/default-Wert bei Elementen:
  - Wird verwendet, wenn im Instanzdokument das Element mit leerem Inhalt vorkommt.
  - im Gegensatz zu Attributen: fixed/default-Wert wird verwendet, wenn Attribut fehlt!
- nillable:
  - Element darf leeren Inhalt haben (auch bei anders lautendem Inhaltsmodell)
  - Element muss in diesem Fall das Attribut `xsi:nil="true"` haben mit namespace `xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"`
  - Beispiel-Schema:
    ```
    <xsd:element name="Bestand" type="BestandTyp" nillable="true"/>
    ```
  - Beispiel-Instanz:
    ```
    <Bestand xsi:nil="true"/>
    ```

`<xsd:complexType>`

- Nur Elemente können komplexen Datentyp haben
- kann Elemente und/oder Attribute enthalten
- Simple vs. complex content
- Angabe von Subelementen:
  - sequence
  - choice
  - all

Simple vs. Complex Content

- Simple Content
  - nur Text Inhalt
  - keine Subelemente möglich
  - Attribute möglich bei simpleContent, aber nicht in simpleType!
  - ist default bei simpleType (wenn z.B. neuer Typ auf Basis von simpleType definiert wird, wird implizit simpleContent verwendet)
- Complex Content
  - Elemente oder gemischter Inhalt
  - Attribute möglich
  - ist default bei complexType (d.h. es kann auf Element complexContent verzichtet werden)
- Complex Type mit Simple Content?
  - ja, macht Sinn – Paradebeispiel: Ein Blattelement mit einem Attribut
  - Grund: in simple type keine Attribute spezifizierbar.

Blattelemente mit Attributen

```
<xsd:complexType name="titel">
   <xsd:simpleContent>
      <xsd:extension base="xsd:string">
         <xsd:attribute name="sprache" type="xsd:NMTOKEN"/>
      </xsd:extension>
   </xsd:simpleContent>
</xsd:complexType>
```

- Blattelemente haben simplen Elementtyp (d.h.: keine Subelemente)
- Attribute können aber nur für „complexType“ definiert werden!!
- Lösung: complexType, aber simpleContent
- Benötigt Vererbung, um Elementinhalt als simpleType zu definieren.

Feste Reihenfolge der Subelemente

- **`<xsd:sequence>`**
  - ist der Default wenn nichts angegeben
  - Reihenfolge des Auftretens muss beachtet werden
  - wie in DTDs: (.,.,.,.)
  - in DTD kein min/maxOccurs, nur Verschachtelungen aus *,+,?
  - min/maxOccurs auch auf sequence selbst anwendbar
- Beispiel:

```
<xsd:complexType name="Bestand">
 <xsd:sequence>
   <xsd:element name="Firma" type="xsd:string"/>
   <xsd:element name= "Stichtag" minOccurs="0" type="xsd:date"/>
   <xsd:element name="Artikel" maxOccurs="unbounded" type="artTyp"/>
 </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

Auswahl eines Subelementes

- **`<xsd:choice>`**
  - wie in DTD: (.|.|.)
  - mächtiger als in DTDs, da mit min/maxOccurs verknüpfbar
  - min/maxOccurs auch auf choice selbst anwendbar
  - Verschachtelungen von choice, sequence möglich
- Beispiel:

```
<xsd:choice minOccurs="0" maxOccurs="2">
   <xsd:element name="titel" type="xsd:string"
       maxOccurs="2"/>
   <xsd:element name="nummer" type="xsd:long" />
</xsd:choice>
```

So etwas ist nicht leicht in DTD ausdrückbar!

Beliebige Reihenfolge der Subelemente

- **`<xsd:all>`**
  - Alle Elemente in beliebiger Ordnung
  - `all` kann nicht verschachtelt werden.
  - Auch Schachtelung mit Sequence und Choice ist verboten.
  - für jedes Element darin muss maxOccurs 1 sein und minOccurs 0 oder 1.
- Beispiel:

```
<xsd:complexType name="Haustiere">
   <xsd:all>
      <xsd:element ref="Hunde"/>
      <xsd:element ref="Katzen"/>
      <xsd:element ref="Hasen"/>
   </xsd:all>
</xsd:complexType>
```

Gemischter Inhalt

- Gemischter Inhalt: Attribute **`mixed`**
  - kann beliebig mit sequence, choice, minOccurs,... verknüpft werden
- Beispiel-Schema:

```
<xsd:element name="veranstaltung" type="neuerTyp">

<xsd:complexType name="neuerTyp" mixed="true">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element name="titel" type="xsd:string" maxOccurs="1"/>
    <xsd:element name="nummer" type="xsd:long"
       maxOccurs="unbounded"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

- Beispiel-Instanzdokument:

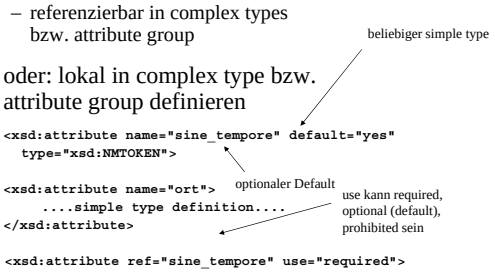
```
<veranstaltung>Dies ist <titel>Semistrukturierte Daten 1</titel>
mit Nummer <nummer>181135</nummer> oder <nummer>181136</nummer>,
das weiß ich nicht genau</veranstaltung>
```

Attribut-Deklaration

- Global definierte Attribute
  - direkt als Kind des <schema> Dokumentelementes
- Lokal definierte Attribute
  - im Kontext eines complexType bzw. einer Attribut-Gruppe
- Festlegen des Typs:
  - Typangabe (Attribut „type“)
  - Referenz auf global definiertes Attribut (Attribut „ref“)
  - Anonyme Typdefinition

Beispiel

- auf globaler Ebene definieren
  - referenzierbar in complex types bzw. attribute group
- oder: lokal in complex type bzw. attribute group definieren




```
<xsd:attribute name="sine_tempore" default="yes"
  type="xsd:NMTOKEN">

<xsd:attribute name="ort">
     ....simple type definition....
</xsd:attribute>

<xsd:attribute ref="sine_tempore" use="required">
```

Attributdeklaration

- immer *nach* Elementdefinitionen definieren
- haben beliebigen simplen Typ
- use: optional, required, prohibited (default ist „optional“)
- minOccurs/maxOccurs nicht sinnvoll (Attribut kommt immer 0/1-mal vor).

```
<xsd:element name="veranstaltung">
 <xsd:complexType>
   <xsd:sequence>
     <xsd:element name="titel" maxOccurs="1" type="titel">
     <xsd:element name="schlagwort" maxOccurs="unbounded"
            type="xsd:string" />
     <xsd:element ref="vorbesprechung" maxOccurs="1"/>
   </xsd:sequence>
   <xsd:attribute name="jahr" use="required" type="xsd:gYear"/>
 </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Mögliche Attribute zur Attributdeklaration

- type: ein vordefinierter oder anwenderdefinierter Datentyp
- ref: Referenz auf andere Attributdeklaration zur Übernahme der dort spezifizierten Definitionen
- name: der unqualifizierte (lokale) Name
- id: eindeutiger Identifier
- fixed: Attribut bekommt immer diesen Wert zugewiesen
- default: Attribut bekommt diesen Wert, wenn kein anderer vorhanden ist
- use: (optional, required, prohibited): default ist „optional“
- form: (qualified, unqualified): gibt bei lokalem Attribut an, ob es im Target-NS ist oder nicht (überschreibt attributeFormDefault)

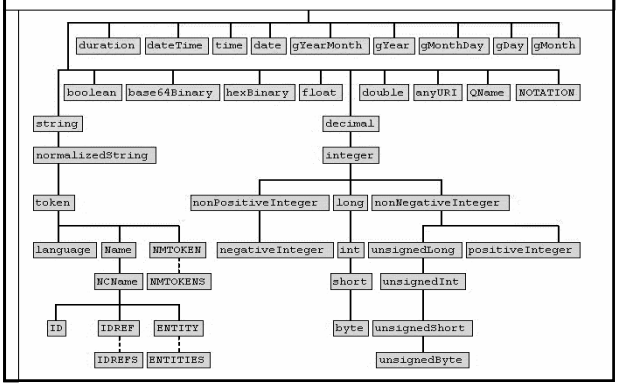
Simple Datentypen

- Simple Datentypen:
  - nur (Zeichen-)Daten
  - keine Elemente oder Attribute enthalten
- Mögliche Klassifikationen für simple Datentypen
  - Atomar vs. aggregiert
    - atomare bestehen aus unteilbaren Werten
    - aggregierte: listen-artige und Vereinigungstypen
  - Primitiv vs. abgeleitet
    - primitiv: unabhängig von anderen Datentypen
    - abgeleitet: auf der Basis eines anderen Typs definiert
  - Vorgegeben vs. anwenderdefiniert
    - vorgegeben: 44 built-in types in XML Schema
    - Der Anwender kann abgeleitete Typen definieren

Built-In Datentypen

- primitive Datentypen:
  - string
  - decimal, float, double, boolean
  - duration, time, dateTime, date
  - gMonth, gYear, gYearMonth, gDay, gMonthDay
  - QName, anyURI, NOTATION
- abgeleitete Typen
  - (von decimal abgeleitet): integer, byte, unsignedByte, base64Binary, hexBinary, positiveInteger, negativeInteger, nonNegativeInteger, nonPositiveInteger, int, unsignedInt, long, unsignedLong, short, unsignedShort
  - (von string abgeleitet): normalizedString, token, Name, NCName, language
  - (für DTD Kompatibilität, von token abgeleitet): ID, IDREF, IDREFS, ENTITY, ENTITIES, NMTOKEN, NMTOKENS

Hierarchie der Built-In Datentypen



Beispiele für zulässige Werte

boolean: true, false, 1, 0

float (single-precision, 32-bit) : -INF, -1E4, 12.78E-2, NaN (not a number)
double (double-precision 64-bit): -INF, -1E4, 12.78E-2, 12, INF, NaN

language (gültige Werte für xml:lang lt. XML 1.0): en-GB, en-US, fr

date: 1999-05-31
gMonth: --05--
gYear: 1999
gYearMonth: 1999-02
gDay: ---31
gMonthDay: --05-31
time: 13:20:00.000, 13:20:00.000-05:00 (d.h. -5h Zeitverschiebung bzgl. UCT)
duration: P1Y2M3DT10H30M12.3S (P = period, year, month, day, time, ...)

Vererbung

Ableitung neuer Typen ausgehend von Basistyp(en):

- derived by restriction:
  - auf simple/komplexe Typen anwendbar
  - Instanz des eingeschränkten Typs B ist auch Instanz des Basistyps A.
- derived by extension:
  - neue Elemente/Attribute hinzufügen
  - Simpler Typ wird dadurch zu komplexem Typ
- derived by list:
  - Liste von Elementen eines simplen Typs
- derived by union:
  - Vereinigung von 2 oder mehr simplen Typen

Restriktionsmöglichkeiten bei simplen Typen

- heißen auch Eigenschaften bzw. Facetten
- length, minLength, maxLength
  - Beschränkung der Stringlänge
- minInclusive, maxInclusive, minExclusive, maxExclusive
  - Beschränkung des Wertebereichs bei Zahlen
- Pattern
  - Reguläre Ausdrücke wie in Perl
- enumeration
  - Auflistung aller erlaubten Werte
- whitespace
  - preserve, replace, collapse
- totalDigits, fractionDigits
  - Dezimalstellen insgesamt bzw. nach dem Komma

Aufzählungstypen

- Erlaubt: ein Wert aus einer vordefinierten Menge

```
<xsd:simpleType name="Termine">
  <xsd:restriction base="xsd:string">
      <xsd:enumeration value="gestern">
      <xsd:enumeration value="heute">
      <xsd:enumeration value="morgen">
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

- Patterns und Enumerationen werden immer mit „oder“ interpretiert wenn sie öfter vorkommen
- alle anderen Einschränkungen mit „und“

Patterns

- Typeneinschränkung basierend auf regulären Ausdrücken (*unicode regular expressions*)

```
<xsd:simpleType name="test">
  <xsd:restriction base="xsd:string">
      <xsd:pattern value="\p{Lu}{1,3}">
...
```

Im Prinzip wie in Perl regexps: ?,+, {n,m}, \w für Wort, etc.
Unicode Buchstaben: \p{L} alle, \p{Lu} Großbuchstaben, ...
Unicode Zahlen: \p{N}alle, \p{Nd} dezimal, ...

Listentypen

- <xsd:list itemType="...">
- Listen können nur simple Typen enthalten
  - insbes.: Listen von Listen nicht unterstützt
- Listenelemente durch Whitespaces getrennt
- Restriktion eines Listentyps:
  - im Prinzip „wie üblich“ (enumeration, pattern, ...)
  - insbesondere: Länge der Liste
- Beispiel:

```
<xsd:simpleType name="Mitarbeiterliste">
    <xsd:list itemType="xsd:string"/>
</xsd:simpleType>
```

- Instanz: `"Baumgartner Gottlob Herzog Koch"`

Vereinigungstypen

- Kombination von mehreren simplen Typen
- entweder via `memberTypes`:

```
<xsd:simpleType name="Bsp-Union">
    <xsd:union memberTypes="Typ1 Typ2"/>
</xsd:simpleType>
```

- oder Typen direkt innerhalb der union definieren:

```
<xsd:simpleType name="Size">
  <xsd:union>
    <xsd:simpleType>
      <xsd:restriction base='xsd:integer'>...
    </xsd:simpleType>
    <xsd:simpleType>
      <xsd:restriction base='xsd:string'>...
    </xsd:simpleType>
  </xsd:union>
</xsd:simpleType>
```

Beispiele für derived built-in Types

Restriktion mittels whiteSpace Facette:

```
<xsd:simpleType name="normalizedString">
  <xsd:restriction base="xsd:string">
    <xsd:whiteSpace value="replace"/>
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>

<xsd:simpleType name="token" id="token">
  <xsd:restriction base="xsd:normalizedString">
    <xsd:whiteSpace value="collapse"/>
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Derived by List (+ minLength Facette):

```
<xsd:simpleType name="IDREFS">
  <xsd:restriction base="xsd:token">
    <xsd:simpleType>
      <xsd:list itemType="xsd:IDREF"/>
    </xsd:simpleType>
    <xsd:minLength value="1"/>
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Beispiele für derived built-in Types

Restriktion mittels min/maxInclusive Facette:

```
<xsd:simpleType name="short">
  <xsd:restriction base="xsd:int">
    <xsd:minInclusive value="-32768"/>
    <xsd:maxInclusive value="32767"/>
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>

<xsd:simpleType name="positiveInteger">
  <xsd:restriction base="xsd:nonNegativeInteger">
    <xsd:minInclusive value="1"/>
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Abgeleitete komplexe Typen

- Restriction:
  - Einschränkungen des Wertebereichs, z.B.: Komponententyp einschränken, optionale Komponenten weglassen min/max-Occurs einschränken
  - eingeschränkter Typ ist Teilmenge des Basistyps
  - Alle Komponenten (Subelemente, Attribute), die enthalten sein sollen, müssen noch einmal explizit angegeben werden.
- Extension:
  - Hinzufügen von Elementen/Attributen
  - Basistyp kann simpler oder komplexer Typ sein. (simpler Typ wird dadurch zu komplexem Typ)
  - Bei Erweiterung eines komplexen Typs: Man muss nur jene Komponenten angeben, die neu dazukommen.

Beispiele

- Restriction:

```
<xsd:complexType name="Bestand">
  <xsd:sequence>
   <xsd:element name="Firma" type="xsd:string"/>
   <xsd:element name="Stichtag" minOccurs="0" type="xsd:date"/>
   <xsd:element name="Artikel" maxOccurs="unbounded" type="artTyp"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="BestandNeu">
  <xsd:restriction base="Bestand">
   <xsd:sequence>
    <xsd:element name="Firma" type="xsd:string"/>
    <xsd:element name="Artikel" maxOccurs="100" type="artTyp"/>
   </xsd:sequence>
  </xsd:restriction>
</xsd:complexType>
```

- Extension (bei complex type):

```
<xsd:complexType name="Address">
  <xsd:sequence>
     <xsd:element name="name"   type="xsd:string"/>
     <xsd:element name="street" type="xsd:string"/>
     <xsd:element name="city"   type="xsd:string"/>
  </xsd:sequence>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="US-Address">
   <xsd:extension base="Address">
     <xsd:sequence>
       <xsd:element name="state" type="US-State"/>
       <xsd:element name="zip" type="xsd:positiveInteger"/>
     </xsd:sequence>
   </xsd:extension>
</xsd:complexType>
```

- Extension (bei simple type):

```
<xsd:complexType name="length">
  <xsd:simpleContent>
     <xsd:extension base="xsd:nonNegativeInteger">
        <xsd:attribute name="unit" type="xsd:NMTOKEN"/>
     </xsd:extension>
  </xsd:simpleContent>
</xsd:complexType>
```

Substitutionsgruppen

- Definition von Elementen, die austauschbar verwendet werden können
  - Substitutionselemente müssen global definiert werden
  - Substitutionsgruppen sind nicht notwendigerweise symmetrisch (Beispiel: „place“ und „ortDetailliert“ können statt „ort“ verwendet werden aber nicht umgekehrt)

```
<xsd:element name="ort" type="xsd:string">
<xsd:element name="place" substitutionGroup="ort">
<xsd:element name="ortDetailliert" type="ortTyp"
   substitutionGroup="ort">

<xsd:complexType name="ortTyp">
  <xsd:simpleContent>
    <xsd:extension base="xsd:string">
      <xsd:attribute name="Staat" type="xsd:NMTOKEN"/>
      ...
```

Abgeleitete Typen im Instanzdokument

- Im Instanzdokument darf anstelle eines Elements A auch ein beliebiges Substitutionselement B verwendet werden.
- Außerdem darf für ein Element vom Typ A auch der Typ B verwendet werden, wenn B von A abgeleitet wurde.
- Diese Ersetzungen können durch ein block-Attribut verboten werden.
- Bei Ersetzung ohne Substitutionsgruppe muss der tatsächliche Typ des Elements im Attribut **`xsi:type`** angegeben werden (mit namespace **`xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"`**)
- Beispiel:
  Schema: `<xsd:element name="shipto" type="Address">`
  Instanz:

```
<shipto xsi:type="US-Address">
        <name>Robert Smith</name>
        <street>8 Oak Avenue</street>
        <city>San Diego</city>
        <state>CA</state>
        <zip>95819</zip>
      </shipto>
```

Attribute zur Steuerung der Vererbung/Substitution

- Abstrakte Elemente
  - wie abstrakte Klassen: dürfen nicht im XML Dokument verwendet werden
  - aber: Substitutionselemente bzw abgeleitete Elemente dürfen

```
<xsd:element name="scheintnichtauf" type="xsd:string" abstract="true">
```

- block-Attribut
  - Liste aus `(extension, restriction, substitution)` oder `#all`
  - Damit können Substitutionen im Instanzdokument verboten werden.
  - Außerdem gibt es ein blockDefault Attribut des schema-Elements.

```
<xsd:element name="address" type="AddressType"
    block="extension restriction">
```

=> address-element darf im Instanzdokument nicht durch ein Element eines von "AddressType" (durch extension/restriction) abgeleiteten Typs ersetzt werden.

- final-Attribut
  - Liste aus ***(extension, restriction)*** oder ***#all***
  - zusätzlich erlaubte Listen-Elemente bei simplen Typen: ***(list, union)***
  - Damit können Definitionen mittels Ableitungen verboten werden
  - Außerdem gibt es ein finalDefault Attribut des schema-Elements

```
<xsd:complexType name="addressType" final="restriction">
   <xsd:sequence>
      . . .
```

  => Von addressType darf kein Typ durch Einschränkung abgeleitet werden.

- fixed-Attribut bei Facetten in simplen Typen:
  - Damit kann bei Facetten festgelegt werden, dass sie in abgeleiteten Typen nicht verändert werden dürfen.

```
<xsd:simpleType name='productCode'>
  <xsd:restriction base='string'>
    <xsd:length value='8' fixed='true'/>
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Weitere XSD-Komponenten

- Element/Attribut-Gruppen
- Any-Elemente/Attribute
- Eindeutigkeit/Schlüssel
- Dokumentation

Elementgruppen

- Elementgruppen
  - müssen global deklariert werden (xsd:group mit Attribut „name“)
  - keine Attributdeklarationen erlaubt

```
<xsd:group name="namensgruppe">
   <xsd:sequence>
      <xsd:element name="Vorname" type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="Nachname" type="xsd:string"/>
   </xsd:sequence>
</xsd:group>
```

- Wiederverwendbarkeit durch Referenzierung
  - in complexType oder anderer Elementgruppe
  - Referenzierung mittels xsd:group mit Attribut „ref“

```
<xsd:complexType name="Kunde">
   <xsd:sequence>
      <xsd:element name="Firma" type="xsd:string"/>
      <xsd:group ref="namensgruppe">
   </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

Attributgruppen

- Attributgruppen
  - müssen global deklariert werden (xsd:attributeGroup mit Attribut „name“)

```
<xsd:attributeGroup name="namensgruppe">
   <xsd:attribute name="Vorname" type="xsd:string"/>
   <xsd:attribute name="Nachname" type="xsd:string"/>
</xsd:atttributeGroup>
```

- Wiederverwendbarkeit durch Referenzierung
  - in complexType, Elementdeklaration, Attributgruppe
  - Referenzierung mittels xsd:attributeGroup mit Attribut „ref“

```
<xsd:complexType name="Kunde">
   <xsd:sequence>
      <xsd:element name="KundenNummer" type="xsd:integer"/>
      <xsd:element name="Firma" type="xsd:string"/>
   </xsd:sequence>
   <xsd:attributeGroup ref="namensgruppe">
</xsd:complexType>
```

Any Elemente/Attribute

- Idee:
  - beliebiges Element/Attribut aus einem bestimmten Namespace erlaubt
  - spezifiere mit „processContents“ das Verhalten des Parsers:
    - lax: keine Prüfung des Inhalts
    - skip: Parser prüft jene Teile, für die die Deklaration verfügbar ist
    - strict: strenge Prüfung des Inhalts (ist der default). (insbes.: Deklaration der Subelemente muss existieren)
- Beispiel:

```
<xsd:element name="htmlExample">
 <xsd:complexType>
  <xsd:sequence>
   <xsd:any namespace="http://www.w3.org/1999/xhtml"
     minOccurs="1" maxOccurs="unbounded" processContents="skip"/>
  </xsd:sequence>
  </xsd:anyAttribute namespace="http://www.w3.org/1999/xhtml"/>
 </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Integritätsbedingungen: Unique

- Unique: Elementinhalt bzw. Attributwert muss eindeutig sein
  - Definition innerhalb eines global definierten Elements
  - XPath Selektor (4.Termin): definiert eine Menge von untergeordneten Elementen
  - XPath Feld: gibt für jedes Element der selektierten Menge ein oder mehrere Felder (= Attribute oder Elemente) an, für die die Eindeutigkeit verlangt wird. (Bei mehreren Feldern: Kombination muss eindeutig sein).

```
<Lehre>
   <veranstaltung><name>...</name><nummer>13</nummer></veranstaltung>
   <veranstaltung><name>...</name><nummer>17</nummer></veranstaltung>
</Lehre>
```

```
<xsd:element name="Lehre" type="LehreTyp">
  <xsd:unique name="einschränkung">
    <xsd:selector xpath="veranstaltung"/>
    <xsd:field xpath="nummer"/>
 </xsd:unique>
</xsd:element>
```

Integritätsbedingungen: Key/Keyref

- wie Primär- und Fremdschlüssel in rel. DB
- erweitern ID/IDREF-Konzept in DTDs
- Definition von **<key>** im Prinzip wie <unique>
  - d.h.: mit XPath Selektor wird eine Menge von Elementen bestimmt; mit XPath Feld(ern) wird für jedes selektierte Element ein Elementinhalt, Attributwert oder Kombination ausgewählt.
  - aber: jedes selektierte Element muss tatsächlich einen key besitzen.
- Referenzierung durch **<keyref>**
- Die Anzahl der Felder im key muss mit der Anzahl der Felder von keyref übereinstimmen.
- key/keyref müssen in einem gemeinsamen übergeordneten Element vorkommen.

Beispiel: Key/Keyref

```
<Lehre>
   <veranstaltung><name>...</name><nummer>13</nummer></veranstaltung>
   <veranstaltung><name>...</name><nummer>17</nummer></veranstaltung>
   <termine>
      <termin><datum>...<datum><lvanummer>17</lvanummer></termin>
      <termin><datum>...<datum><lvanummer>13</lvanummer></termin>
      <termin><datum>...<datum><lvanummer>17</lvanummer></termin>
   </termine>
 </Lehre>

<xsd:element name="Lehre" type="LehreTyp">
   <xsd:key name="veranstaltungsnummer">
      <xsd:selector xpath="veranstaltung"/>
      <xsd:field xpath="nummer"/>
   </xsd:key>

   <xsd:keyref name="referenzname" refer="veranstaltungsnummer">
      <xsd:selector xpath="termine/termin"/>
      <xsd:field xpath="lvanummer"/>
   </xsd:keyref>
</xsd:element>
```

Dokumentation im Schema

- Es gibt dafür 3 spezielle Elemente:
  - annotation: top-level element (direkt unter **<schema>)** oder auch in Element-, Attribut-, ...Definitionen
  - Subelemente von annotation: (reine Text-Elemente)
    - documentation
    - appInfo: zusätzliche Information für Schema-Processor
- Beispiel:

```
<xsd:annotation>
  <xsd:documentation xml:lang="en">
     contact Schema for Example.com.
     Copyright 2000 Example.com. All rights reserved.
  </xsd:documentation>
</xsd:annotation>
```

Validierung

- IE6:
  - Einfache Datenbindung (wie bei DTD) funktioniert nicht
  - Eigenes Skript (dem XML-Dokument + Schema mitgeteilt werden) erforderlich
  - DOM-Parser

Beispiel 2

- Xerces:
  - Achtung: man muss für lokale Elemente form="qualified" einstellen, auch wenn elementFormDefault="qualified"

Beispiel 3

- XML-Tester:
  - Einfache GUI rund um Xerces
  - von Mordinyi/Mor (SSD1-Studenten im SS03)

Übungsbeispiel A

- Erstellen Sie ein XML Schema für die LVA-Homepage (laut Übungsbeispiel A des ersten Termins).
- Verwenden Sie dabei mindestens folgende XSD Sprachkonstrukte:
  - Attributgruppe
  - Benannter bzw. anonymer Typ
  - Inhaltsmodelle: beliebig, leer, simpel, komplex
  - fixed oder default Attribut
  - Simpler Typ mittels Liste abgeleitet.
- Passen Sie das XML Dokument von Übungsbeispiel A des ersten Termins an dieses Schema an und validieren Sie das XML Dokument gegen dieses XML Schema.

Übungsbeispiel B

- Erstellen Sie ein XML Schema für das XML Dokument laut Übungsbeispiel B des ersten Termins (d.h.: relationale Uni-DB).
  - Definieren Sie einen Target Namespace
  - Verwenden Sie dabei key/keyref Bedingungen für die Primärschlüssel bzw. Fremdschlüssel.
  - Verwenden Sie geeignet eingeschränkte Datentypen für die „Spalten“ der Tabellen der DB.
  - Verwenden Sie annotiation/documentation Elemente zur Dokumentation (z.B. top-level und Typdeklarationen).
- Passen Sie das XML Dokument von Übungsbeispiel B des ersten Termins an dieses Schema an und validieren Sie das XML Dokument gegen dieses XML Schema.