

XML Vorlesung FH Aargau, SS 2006

XML Schema Teil I

Erik Wilde
24.4.2006
<http://dret.net/lectures/xml-fhnw-ss06/>

26.4.2006 XML Vorlesung FHA SS 2006 1

Übersicht

- Nachteile der DTDs
- XML Parser und XML Schema
- Simple Types
 - Type Restriction
 - Union Types
 - List Types
- Complex Types
 - Model Groups
 - Attribut-Definitionen

26.4.2006 XML Vorlesung FHA SS 2006 2

Nachteile von DTDs

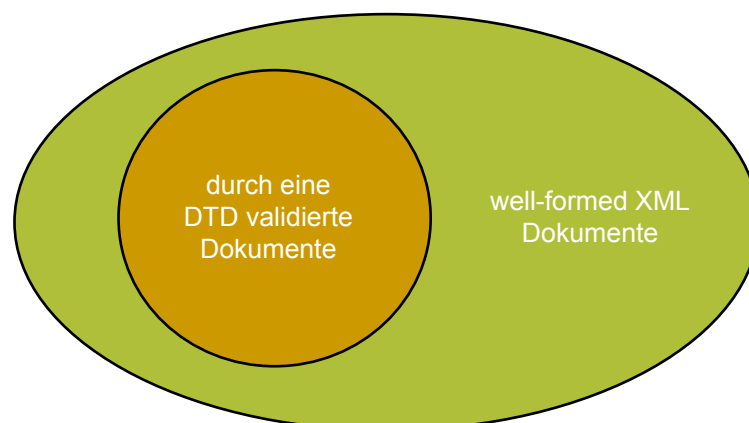
- keine Beziehungen zwischen Elementtypen
 - keine Typ-Hierarchie der Elemente
 - zusammenhangsloses Nebeneinander
- keine Unterstützung von Wiederverwendung
 - verbreitetes Parameter Entity Design Pattern
- keine anwendungsorientierten Datentypen
- keine Unterstützung für XML Namespaces
 - "DTDs and Namespaces don't mix"
- keine XML Syntax
 - kann nicht mit XML Tools verarbeitet werden

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

3

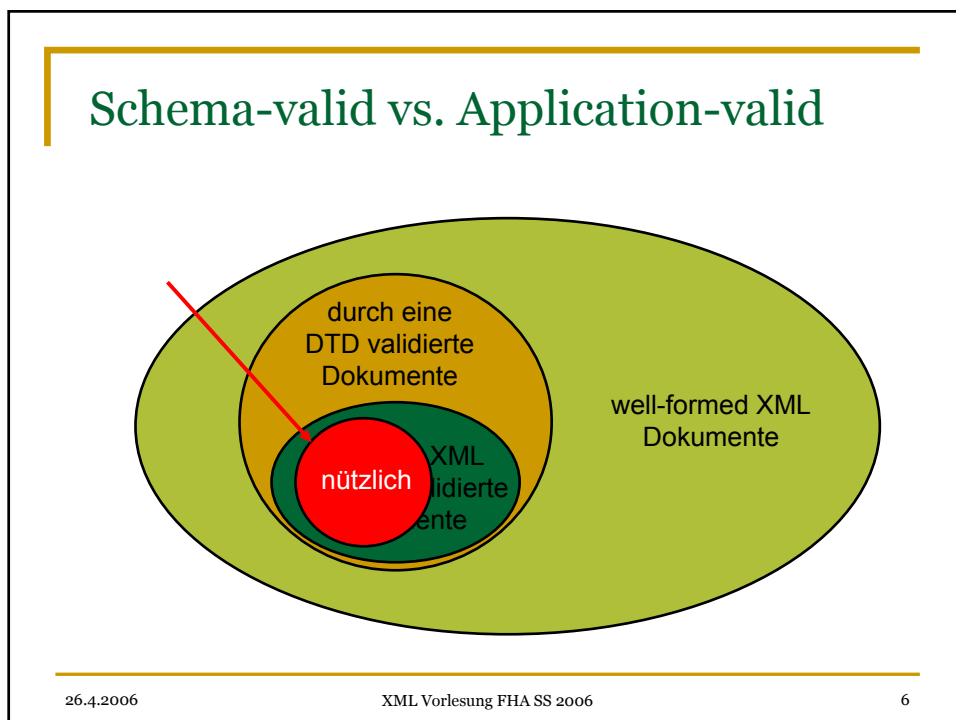
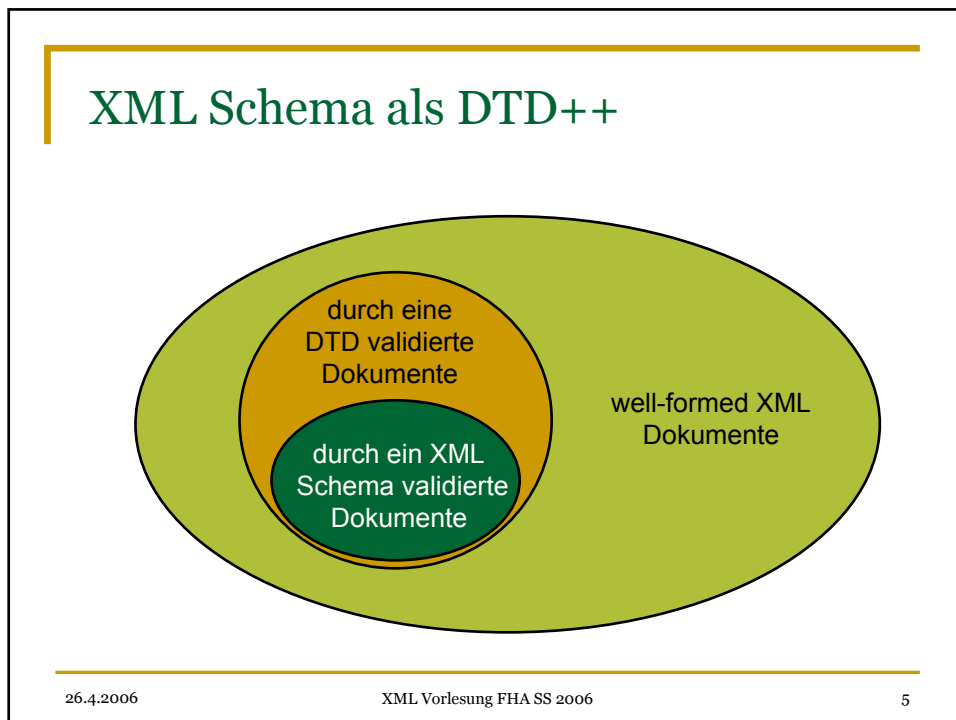
Schemasprachen als Konzept



26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

4



Valid und schema-valid XML

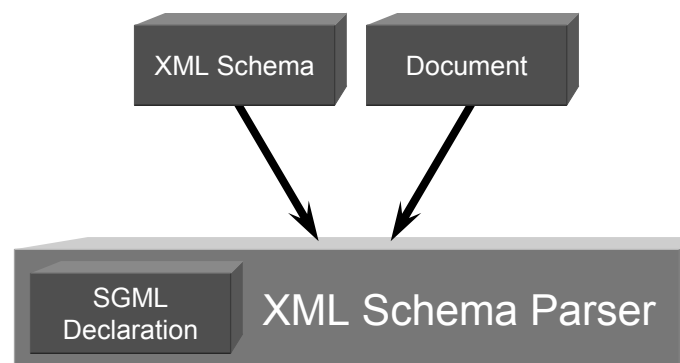
- XML unterscheidet zwischen zwei "Levels"
 - *well-formed* gehorchen dem XML-Standard
 - *valid* sind *well-formed* und gehorchen einer DTD
- *well-formed* und *valid* Konzepte
 - sind direkt im XML Standard definiert
 - können mit DTD und Dokument verifiziert werden
- *schema-valid* Dokumente
 - müssen gemäss eines XML Schema validiert werden
 - gibt es nur mit XML Schema Applikationen
 - haben mehr Randbedingungen als *valid* Dokumente
 - sollten kontrolliert importiert/exportiert werden

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

7

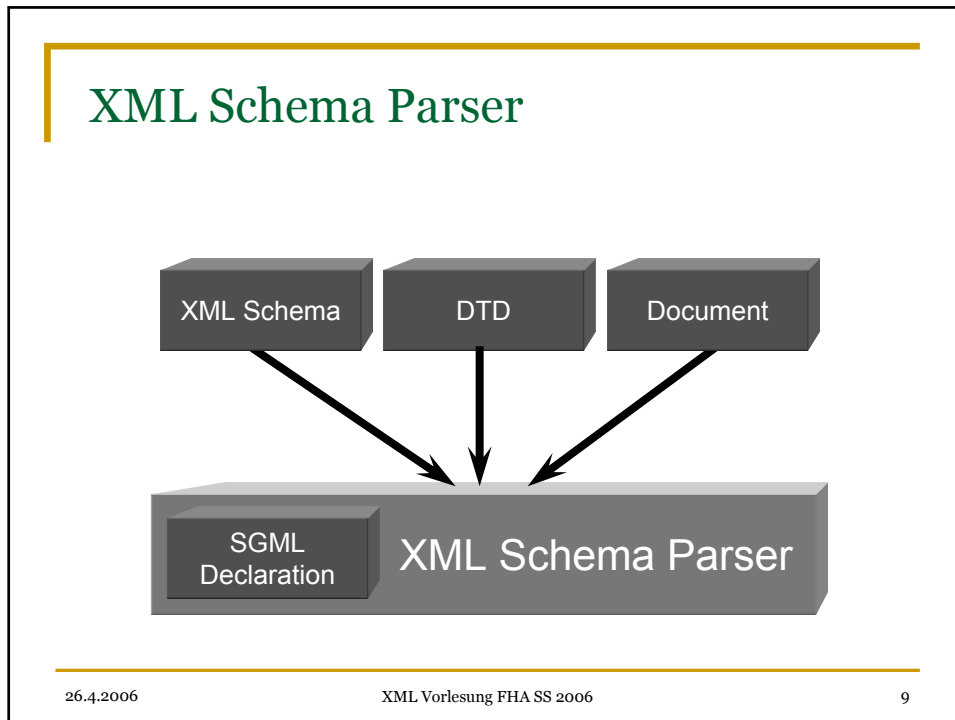
XML Schema Parser



26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

8



Namespaces in XML Schema

- XML Schema Namespace (xs: oder xsd:)
 - <http://www.w3.org/2001/XMLSchema>
- XML Schema Instance Namespace (xsi:)
 - <http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance>
- targetNamespace des Schemas
 - der vom Schema definierte Namespace

XML Schema	Instance (Document)
benutzt xs:/xsd: definiert targetNamespace	benutzt targetNamespace benutzt xsi:

26.4.2006 XML Vorlesung FHA SS 2006 10

Was sind "Simple Types"?

- die Grundbausteine von
 - XML Schema
 - und damit auch XML Dokumenten
- Inhalt von Elementen oder Attributen
 - Elemente: `<i isbn>0130655678</i isbn>`
 - Attribute: `<buch isbn="0130655678">`
- drei Varianten von Simple Types
 - Atomic Types (kleinste Einheit, z.B. Zahlen)
 - List Types (mit Space getrennt, z.B. "3 5 7")
 - Union Types (Vereinigung anderer Simple Types)

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

11

Named oder Anonymous?

- XML Schema Types kommen in zwei Varianten
 - Named Types
 - Anonymous Types
- eine Frage der Wiederverwendung
 - Named Types haben einen Typ-Namen
 - können (und sollten) wiederverwendet werden
 - werden immer global deklariert (im gesamten Schema)
 - Anonymous Types werden ohne Name verwendet
 - definiert an der Stelle wo sie verwendet werden
 - damit keine Wiederverwendung möglich
- eine wichtige Modellierungsfrage!

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

12

Named Simple Types

- deklariert durch `simpleType`
 - `<xsd:simpleType name="DressSizeType">`
 - `<xsd:restriction base="xsd:integer">`
 - `<xsd:minInclusive value="2"/>`
 - `<xsd:maxInclusive value="18"/>`
 - `</xsd:restriction>`
 - `</xsd:simpleType>`
 - Inhalt restriction, list oder union
- definiert, ob weiter abgeleitet werden darf
 - `<xsd:simpleType name="DressSizeType" final="#all">`
 - kann spezifisch die Art von Ableitung verbieten
 - restriction, list, union (und #all)

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

13

Anonymous Simple Types

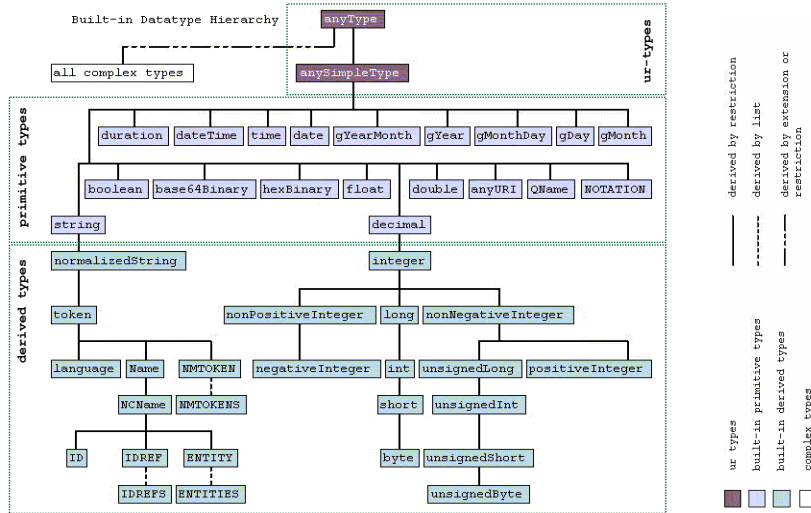
- gleiche Struktur wie Named Types
 - `simpleType` Element
 - aber ohne name (und u.U. final) Attribut
 - immer innerhalb von anderen Typ-Definitionen
 - element, attribute, restriction, list, union
- die Möglichkeiten sind genau die gleichen
 - `<xsd:attribute name="size">`
 - `<xsd:simpleType>`
 - `<xsd:restriction base="xsd:integer">`
 - `<xsd:minInclusive value="2"/>`
 - `<xsd:maxInclusive value="18"/>`
 - `</xsd:restriction>`
 - `</xsd:simpleType>`
 - `</xsd:attribute>`

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

14

Hierarchie der Simple Types



26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

15

Schema der Built-In Types

```

<xs:simpleType name="integer">
  <xs:restriction base="xs:decimal">
    <xs:fractionDigits value="0" fixed="true"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:simpleType name="nonNegativeInteger">
  <xs:restriction base="xs:integer">
    <xs:minInclusive value="0"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

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

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

16

Simple Type Restrictions

- Simple Types können durch *Restriction* von anderen Simple Types abgeleitet werden
 - der *Base Type* ist immer ebenfalls ein Simple Type
 - Wurzel dieser Hierarchie ist der `anySimpleType`
 - Erweiterungen sind nur möglich, indem der Simple Type zum Complex Type erweitert wird
- Restrictions enthalten *Facets*
 - Facets sind durch vorgegebene Elemente definiert
 - jede Restriction enthält 0-n Facets
 - Facets können auch wiederholt werden
 - wichtiges Werkzeug zur exakten Typ-Definition

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

17

Facets

- definieren Einschränkungen von Wertebereichen von Simple Types
- Einteilung in zwei Klassen von Facets
 - fundamental Facets
 - grundlegende Eigenschaften
 - constraining (or non-fundamental) Facets
 - einschränkende Eigenschaften
- Facets haben einen Wert
- die meisten Facets können fixiert werden

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

18

Constraining Facets

- die praktisch anwendbaren Facets
 - definieren Einschränkungen von Wertebereichen
 - können bei Typableitungen verschärft werden
- es gibt 12 Typen von Constraining Facets
 - length, minLength, maxLength, pattern, enumeration, whitespace, maxInclusive, maxExclusive, minExclusive, minInclusive, totalDigits, fractionDigits
 - nicht alle Facets sind für alle Typen sinnvoll
 - Verfügbarkeit richtet sich nach Primitive Type

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

19

Primitive Types Facets (I)

string	length, minLength, maxLength, pattern, enumeration, whiteSpace
boolean	pattern, whiteSpace
float	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
double	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
decimal	totalDigits, fractionDigits, pattern, whiteSpace, enumeration, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
duration	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
dateTime	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
time	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
date	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

20

Primitive Types Facets (II)

gYearMonth	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
gYear	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
gMonthDay	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
gDay	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
gMonth	pattern, enumeration, whiteSpace, maxInclusive, maxExclusive, minInclusive, minExclusive
hexBinary	length, minLength, maxLength, pattern, enumeration, whiteSpace
base64Binary	length, minLength, maxLength, pattern, enumeration, whiteSpace
anyURI	length, minLength, maxLength, pattern, enumeration, whiteSpace
QName	length, minLength, maxLength, pattern, enumeration, whiteSpace
NOTATION	length, minLength, maxLength, pattern, enumeration, whiteSpace

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

21

Verwendung von Facets

- Facets können fixiert werden
 - keine weitere Änderung in Subtypen erlaubt
 - wird mit dem `fixed` Attribut angegeben
 - nicht möglich für `pattern` und `enumeration`
- Facets werden vererbt
 - entlang der gesamten Typenhierarchie
 - wiederholte Facets müssen restriktiver sein
 - keine Erweiterung der Einschränkungen erlaubt
 - gilt auch für `pattern` und `enumeration`

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

22

Beispiele für Facets

```
<xs:simpleType name="betragType">
  <xs:restriction base="xs:decimal">
    <xs:fractionDigits value="2"/>
    <xs:minInclusive value="0"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>

<xs:simpleType name="titelType">
  <xs:restriction base="xs:token">
    <xs:enumeration value="Doktor"/>
    <xs:enumeration value="Professor"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

23

Was man mit Facets nicht kann...

- Facets schränken einen Simple Type ein
 - in verschiedenen Dimensionen
 - in u.U. mehreren Schritten (Typableitung)
- können sich nicht auf andere Typen beziehen
 - z.B. End-Datum muss nach dem Anfang liegen
- können keine Auswertungen vornehmen
 - Summenfeld muss Summe bestimmter Felder sein
- d.h. konkrete Instanzen sind unberücksichtigt
- falls notwendig: zusätzliche Mechanismen
 - z.B. Schematron oder programmgesteuert

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

24

Patterns (Regular Expressions)

- Einschränkung von Simple Types
 - Restrictions mit dem pattern Element
- Beschränkung der lexikalischen Werte
- einfacher Aufbau der Ausdrücke
 - bestehen aus einem oder mehreren *Branches*
 - Branches werden mit einem | getrennt
 - diese bestehen aus einem oder mehreren *Pieces*
 - jedes Piece besteht aus ein bis zwei Teilen
 - ein *Atom*
 - ein optionaler *Quantifier*

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

25

Beispiele für Regular Expressions

- XML NCName (non-colonized name)
 - `[\i-[:]][\c-[:]]*`
 - `\i` bezeichnet *XML initial character*
 - `\c` bezeichnet *XML name character*
- XML Schema language pattern
 - `([a-zA-Z]{2}|[iI]-[a-zA-Z]+|[xX]-[a-zA-Z]{1,8})(-[a-zA-Z]{1,8})*`
 - `[a-zA-Z]{2}` bezeichnet den ISO 639 Typ
 - `[iI]-[a-zA-Z]+` bezeichnet den IANA Typ
 - `[xX]-[a-zA-Z]{1,8}` bezeichnet eigene Typen
 - `(-[a-zA-Z]{1,8})*` für Erweiterungen

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

26

Union und List Types

- Simple Types können abgeleitet werden durch
 - Restrictions (ergibt einen neuen Simple Type)
 - Verwendung von Facets zur Einschränkung
 - Definition eines List Types
 - erlaubt eine Whitespace-separierte Liste von Werten
 - Definition eines Union Types
 - erlaubt eine Kombination verschiedener Simple Types
- List Types und Union Types sind Simple Types
 - rekursive Kombination ist möglich
 - aber: Listen von Listen (auch indirekt) sind illegal

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

27

Union Types

- Vereinigung mehrerer Simple Types
 - enthaltene Types werden *Member Types* genannt
 - Atomic, List und Union Types sind zulässig
 - d.h. Unions von Unions sind erlaubt
- Union Types können restricted werden
 - nur `pattern` und `enumeration` facets erlaubt
 - ergänzen die Restrictions der Member Types
- Union Types können für Listen benutzt werden
 - Listen von Simple Type Werten
 - jeder Listenwert muss dem Union Type entsprechen

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

28

Union Type Beispiele

- ```
<xs:simpleType>
 <xs:union memberTypes="xs:dateTime xs:date"/>
</xs:simpleType>
```
- Beispielwerte: "2002-03-27", "2002-03-27T12:00:00"
- ```
<xs:simpleType>
  <xs:union memberTypes="xs:positiveInteger">
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:token">
        <xs:enumeration value="nichts"/>
        <xs:enumeration value="wenig"/>
        <xs:enumeration value="viel"/>
        <xs:enumeration value="alles"/>
      </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
  </xs:union>
</xs:simpleType>
```
- Beispielwerte: "3", "003", "nichts"

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

29

List Types

- definiert Auflistung mehrerer Werte
 - getrennt durch XML Whitespace
 - basierend auf einem Atomic oder Union Type
 - d.h. Listen von Listen (auch indirekt) sind illegal
- bekannt aus DTDs durch Attributtypen
 - IDREFS, NMTOKENS, ENTITIES
- definieren eine "andere Art" der Strukturierung
 - von XML Schema definierte Auflistung
 - keine Strukturierung durch XML Markup
 - Einschränkungen auf die Werte (kein Whitespace)

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

30

List Type Beispiele

- ```
<xs:simpleType>
 <xs:list itemType="xs:positiveInteger"/>
</xs:simpleType>
```
- Beispielwerte: "2 3 4 77", " 00005 88 101"
- ```
<xs:simpleType>
  <xs:list>
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:positiveInteger">
        <xs:minInclusive value="10"/>
        <xs:maxInclusive value="50"/>
      </xs:restriction>
    </xs:simpleType>
  </xs:list>
</xs:simpleType>
```
- Beispielwerte: "10 20 50", "0010 +0050"

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

31

Verwendung von List Types

- List Types ermöglichen Wertelisten
 - gleiches kann mit Elementen erreicht werden
 - List Types bieten eine kompakte Form
- Einschränkungen von List Types
 - Werte können kein Whitespace enthalten
 - Werte können nicht erweitert werden
 - Element-Listen können mit Attributen versehen werden
 - leere Werte können nicht repräsentiert werden
 - ein expliziter NIL-Wert kann der Union hinzugefügt werden
 - das Parsen kann schwierig werden
 - nicht all XML-Technologien unterstützen List Types

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

32

Kombination List/Union

```

<xs:simpleType>
  <xs:list>
    <xs:simpleType>
      <xs:union memberTypes="xs:positiveInteger">
        <xs:simpleType>
          <xs:restriction base="xs:token">
            <xs:enumeration value="nichts"/>
            <xs:enumeration value="wenig"/>
            <xs:enumeration value="viel"/>
            <xs:enumeration value="alles"/>
          </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
      </xs:union>
    </xs:simpleType>
  </xs:list>
</xs:simpleType>
    
```

- Beispielwerte: "1", "003 viel alles"

Simple Type Derivation Resultate

		Base Type		
		Atomic	List	Union
¹⁾ nur enumeration und pattern Facets erlaubt		Atomic	List	Union
Derivation by...	Restriction	Atomic	List	Union ¹⁾
	List	List		List
	Union	Union	Union	Union

Zusammenfassung Simple Types

- Simple Types sind das Grundgerüst
 - Typ-spezifisch sind sie strukturiert
 - Einschränkungen über Facets, z.B. Patterns
 - aus XML Markup Sicht sind sie unstrukturiert
 - List Types sind ein Grenzfall
- sollten das Fundament von Modellierung bilden
 - gute Modellierung sollte Grundtypen definieren
 - alle Einschränkungen so genau wie möglich
 - vergleichbar Invarianten bei Programmiersprachen
 - Validierung macht der Parser

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

35

Was sind "Complex Types"?

- Elemente mit komplexem Typ haben Child Elements und/oder Attribute
- ein komplexer Typ hat (meist) entweder ein Attribut oder ein Element
 - Attribute haben auch einen Typ, aber nie einen *Complex Type*
- Complex Types haben entweder einen Namen (global definiert) oder sind anonym (lokal definiert)
- Elemente in einem *Complex Type* können nur dann den gleichen Namen haben, wenn sie auch vom gleichen Typ sind (alle anderen Eigenschaften dürfen aber verschieden sein, z.B. minOccurs)

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

36

Named Complex Types

- Beispiel:

```
<xs:complexType name="referentTyp">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Name" type="xs:string"/>
    <xs:element name="Vorname" type="xs:string"/>
    <xs:element name="Titel" type="xs:string"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>

<xs:element name="kursReferent" type="referentTyp"/>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

37

Anonymous Complex Types

- Beispiel:

```
<xs:element name="kursReferent">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Name" type="xs:string"/>
      <xs:element name="Vorname" type="xs:string"/>
      <xs:element name="Titel" type="xs:string"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

26.4.2006

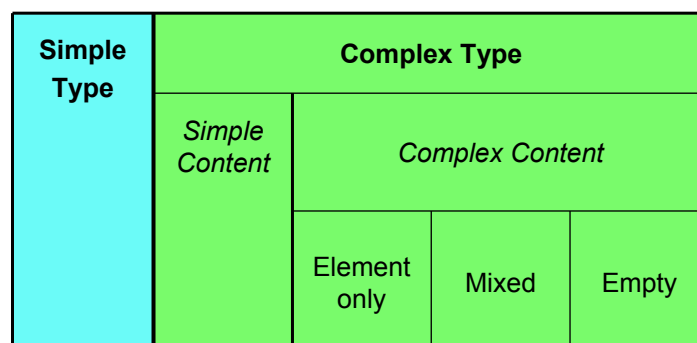
XML Vorlesung FHA SS 2006

38

Content von Complex Types

- der Content eines Elementes sind die Daten (Zeichenketten) und Child Elements zwischen den beiden Tags des Elementes
- es gibt folgende Arten von Content für komplexe Typen:
 - Simple Content
 - Complex Content mit verschiedenen Varianten
 - Element-only Content
 - Mixed Content
 - Empty Content

Complex Types + Content Types



Was ist ein Content Model?

- das Content Model eines komplexen Typs ist die Ordnung und Struktur der im komplexen Typ enthaltenen Elemente
- ein Content Model wird aus einer Kombination von Model Groups (*sequence*, *choice*, *all*), Elementen und Wildcards gebildet

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

41

Complex Type mit Simple Content

- keine Child Elements
- Inhalt ist eine Zeichenkette
 - d.h. ein Simple Type
- der Unterschied zwischen einem *Simple Type* und einem *Complex Type* mit *Simple Content* ist, dass der letztere Attribute haben darf

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

42

Simple Content

- Beispiel:

```
<xs:complexType name="teilnehmerAnzahlTyp">
  <xs:simpleContent>
    <xs:extension base="xs:integer">
      <xs:attribute name="Stand" type="xs:date"/>
    </xs:extension>
  </xs:simpleContent>
</xs:complexType>

<xs:element name="TeilnehmerAnzahl"
  type="teilnehmerAnzahlTyp"/>

<TeilnehmerAnzahl Stand="2002-03-12">20</TeilnehmerAnzahl>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

43

Element-only Content

- hat nur Child Elements
- Beispiel:

```
<xs:complexType name="referentTyp">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Vorname" type="xs:string"/>
    <xs:element name="Name" type="xs:string"/>
    <xs:element name="Titel" type="xs:string"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
<xs:element name="Referent" type="referentTyp"/>

<Referent>
  <Vorname>Andreas</Vorname>
  <Name>Steiner</Name>
  <Titel>Dr.</Titel>
</Referent>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

44

Mixed Content

- erlaubt gleichzeitig sowohl Zeichen wie auch Child Elements
- nota bene: die Zeichen in komplexen Typen mit Mixed Content haben keinen Typ
 - einziger aus XML Schema Sicht typfreier Inhalt eines XML Dokuments
- Attribut `mixed="true"` setzen (Default ist `false`)

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

45

Mixed Content

- Beispiel:

```
<xs:complexType name="anmeldeTyp" mixed="true">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="kurs" type="xs:string"/>
    <xs:element name="Teilnehmer" type="xs:string"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

```
<xs:element name="AnmeldungsText" type="anmeldeTyp"/>
```

```
<AnmeldungsText>Ich melde mich hiermit für den <kurs>XML Schema
Kurs</kurs> an. Mit freundlichen Grüßen, <Teilnehmer>Max
Frosch</Teilnehmer></AnmeldungsText>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

46

Empty Content

- erlaubt weder Zeichen noch Child Elements
- Elemente von komplexem Typ mit Empty Content haben oft Attribute
- aber auch ohne Attribute haben solche Elemente ihren Sinn:
 - Beispiel: `
` in XHTML steht für eine neue Zeile
- ein komplexer Typ mit Empty Content wird nur durch seine Struktur gekennzeichnet (und nicht durch ein spezielles Attribut wie z.B. `mixed`)

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

47

Empty Content

- Beispiel:

```
<xs:complexType name="letzterStand">
  <xs:attribute name="Datum" type="xs:date"/>
</xs:complexType>

<xs:element name="Version" type="letzterStand"/>

<Version Datum="1967-08-13"/>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

48

Elemente in komplexen Typen

- komplexe Typen können drei verschiedene Arten von Element-Deklarationen enthalten:
 - lokale Element-Deklarationen
 - Referenzen zu globalen Element-Deklarationen
 - Wildcards

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

49

Lokale Element-Deklaration

- ein komplexer Typ kann lokale Element-Deklarationen enthalten:
 - alle vorherigen Beispiele von komplexen Typen enthalten lokale Element-Deklarationen
- Beispiel:

```
<xs:complexType name="referentTyp">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Vorname" type="xs:string"/>
    <xs:element name="Name" type="xs:string"/>
    <xs:element name="Titel" type="xs:string"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

50

Referenz auf ein Element

- ein komplexer Typ kann Referenzen auf globale Element-Deklarationen enthalten
- anstelle der Attribute name und type wird Attribut ref im komplexen Typ verwendet
- nota bene: Bedingungen minOccurs und maxOccurs können nur in Deklarationen von komplexen Typen (und nicht in der Deklaration von globalen Elementen) erscheinen

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

51

Referenz auf ein Element

- Beispiel:

```
<xs:element name="Name" type="xs:string"/>
<xs:element name="Vorname" type="xs:string"/>
<xs:element name="Titel" type="xs:string"/>

<xs:complexType name="referentTyp">
  <xs:sequence>
    <xs:element ref="Name"/>
    <xs:element ref="Vorname"/>
    <xs:element ref="Titel" minOccurs="0" maxOccurs="2"/>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

52

Model Groups

- es gibt drei unterschiedliche Model Groups:
 - sequence Group
 - choice Group
 - all Group
- abgesehen vom *komplexen Typ mit Empty Content* hat jeder komplexe Typ genau ein Model Group Child (das weitere Model Groups beinhalten darf)

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

53

Model Groups: Sequence

- sequence Group:
 - bereits in den vorherigen Beispielen verwendet
 - spezifiziert in einem komplexen Typ eine Liste von Elementen und ihre Reihenfolge
 - jedes Element in der Liste muss in der Instanz vorkommen, ausser es wird als *optional* gekennzeichnet (`minOccurs="0"`)
- DTD Syntax
 - `<!ELEMENT demo (e1, e2, e3) >`

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

54

Model Groups: Choice

- choice Group:
 - spezifiziert eine Liste von Elementen
 - nur genau ein Element der Liste darf in der Instanz erscheinen
 - für eine choice Group kann über minOccurs und maxOccurs die Anzahl ihrer Vorkommnisse spezifiziert werden
 - sequence und choice Groups dürfen beliebig verschachtelt werden
- DTD Syntax
 - <!ELEMENT demo (e1 | e2 | e3) >

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

55

Sequence und Choice (Schema)

```

<xs:complexType name="kursTyp2">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Kursname" type="xs:string"/>
    <xs:choice maxOccurs="3">
      <xs:sequence>
        <xs:element ref="Vorname"/>
        <xs:element ref="Name"/>
        <xs:element ref="Titel"/>
      </xs:sequence>
      <xs:element ref="Name"/>
    </xs:choice>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>

```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

56

Sequence und Choice (Instanz)

```
<xs:element name="kurs2" type="kursTyp2"/>

<kurs2>
  <kursname>XML Schema Kurs</kursname>
  <Name>Steiner</Name>
  <Vorname>Erik</Vorname>
  <Name>wilde</Name>
  <Titel>Dr.</Titel>
</kurs2>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

57

Model Groups: All

- a11 Group:
 - spezifiziert eine Liste von Elementen
 - alle Elemente in der Liste müssen in einer Instanz erscheinen, höchstens einmal (sie können auch optional sein)
 - die Reihenfolge der Elemente ist beliebig
- eine a11 Group muss die einzige Model Group in einem komplexen Typ sein
- für Elemente in einer a11 Group kann minOccurs nur 0 oder 1 sein und maxOccurs nur 1 sein (optional)
- für die a11 Group selber kann minOccurs nur 0 oder 1 sein und maxOccurs nur 1 sein (optional)

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

58

Model Groups: All (Schema)

- Beispiel: komplexer Typ mit all Group

```
<xs:complexType name="referentTyp">
  <xs:all>
    <xs:element ref="Vorname"/>
    <xs:element ref="Name"/>
    <xs:element ref="Titel"/>
  </xs:all>
</xs:complexType>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

59

Model Groups: All (Schema)

- Beispiel: Element

```
<xs:element name="kurs">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="Kursname" type="xs:string"/>
      <xs:element name="Referent" type="referentTyp"
        maxOccurs="5"/>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

60

Model Groups: All

- Beispiel: Instanz

```
<Kurs>
  <Kursname>XML Schema Kurs</Kursname>
  <Referent>
    <Name>Steiner</Name>
    <Vorname>Andreas</Vorname>
    <Titel>Dr.</Titel>
  </Referent>
  <Referent>
    <Titel>Dr.</Titel>
    <Vorname>Erik</Vorname>
    <Name>Wilde</Name>
  </Referent>
</Kurs>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

61

Verwendung von Attributen

- wie bei Element-Typen können Attribute in komplexen Typen folgendermassen deklariert werden:
 - als lokale Deklarationen
 - als Referenzen zu globalen Deklarationen
 - als *Wildcards*
 - durch *Attribute Group* Referenzen
- Attribut Deklarationen müssen in komplexen Typen nach dem Content Model erscheinen
- die Attribut-Reihenfolge spielt keine Rolle
- Attributnamen müssen innerhalb eines Elements eindeutig sein

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

62

Attribut: Lokale Deklaration

- nur innerhalb des komplexen Typs sichtbar
- Beispiel:

```
<xs:complexType name="kursTyp">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Kursname" type="xs:string"/>
    ...
  </xs:sequence>
  <xs:attribute name="letzteAenderungen"
    type="xs:date"/>
</xs:complexType>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

63

Attribut: Referenz

- Referenz auf globale Attribut-Deklaration
- Beispiel:

```
<xs:attribute name="letzteAenderungen" type="xs:date"/>
<xs:complexType name="kursTyp">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Kursname" type="xs:string"/>
    ...
  </xs:sequence>
  <xs:attribute ref="letzteAenderungen"
    use="required"/>
</xs:complexType>
```

26.4.2006

XML Vorlesung FHA SS 2006

64

Zusammenfassung Complex Types

- Complex Types definieren Elementtypen
 - Content Model als erlaubter Inhalt
 - erlaubte Attribute
- Model Groups definieren Inhaltsmodelle
 - sequence und choice wie in DTDs
 - all als neues Konstrukt
 - feinere Steuerung mit minOccurs
- Attribute sind separate Teile
 - komplette Trennung von den Content Models
 - bekannte Möglichkeiten sind optional oder mit Default