

XML Vorlesung ETHZ, Sommersemester 2006

XML Schema Teil I

Erik Wilde
9.5.2006

<http://dret.net/lectures/xml-ss06/>

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 1

Übersicht

- Nachteile der DTDs
- Simple Types
 - Type Restrictions mit Facets
- Complex Types
 - Model Groups
 - Attribut-Definitionen

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ 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

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 3

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

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 4

XML Schema Parser

```

    graph TD
      A[XML Schema] --> C[XML Schema Parser]
      B[Document] --> C
      D[SGML Declaration] --> C
  
```

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 5

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

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 6

Was sind "Simple Types"?

- die Grundbausteine von
 - XML Schema
 - und damit auch XML Dokumenten
- Inhalt von Elementen oder Attributen
 - Elemente: `<isbn>0130655678</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)

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

7

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!

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

8

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`)

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

9

Anonymous Simple Types

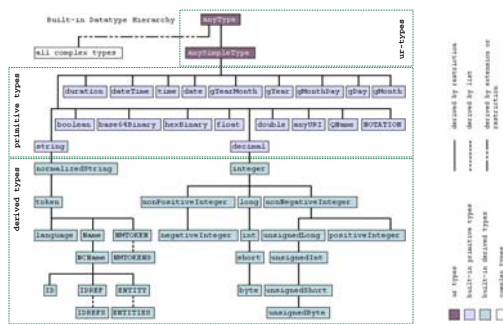
- gleiche Struktur wie Named Types
 - `simpleType` Element
 - aber ohne `name` (und u.U. `final`) Attribut
 - immer innerhalb von anderen Typ-Definitionen
 - `element`, `attribute`, `restriction`, `list`, `union`
- die Möglichkeiten sind genau die gleichen
 - `<xsd:attribute name="size">`
 - `<xsd:simpleType>`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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

10

Hierarchie der Simple Types



9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

11

Schema der Built-In Types

```

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

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

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

12

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

13

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

14

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, minInclusive, minExclusive, totalDigits, fractionDigits
 - nicht alle Facets sind für alle Typen sinnvoll
 - Verfügbarkeit richtet sich nach Primitive Type

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

15

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

16

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

17

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*

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

18

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>
```

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

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

Beispiele für Regular Expressions

- XML NCName (non-colonized name)
 - $[\backslash i - [:]] [\backslash c - [:]] ^ *$
 - $\backslash i$ bezeichnet XML initial character
 - $\backslash c$ bezeichnet XML name character
- XML Schema language pattern
 - $([a - z A - Z] \{ 2 \} | [i l] - [a - z A - Z] + | [x X] - [a - z A - Z] \{ 1, 8 \}) (- [a - z A - Z] \{ 1, 8 \}) ^ *$
 - $[a - z A - Z] \{ 2 \}$ bezeichnet den ISO 639 Typ
 - $[i l] - [a - z A - Z] +$ bezeichnet den IANA Typ
 - $[x X] - [a - z A - Z] \{ 1, 8 \}$ bezeichnet eigene Typen
 - $(- [a - z A - Z] \{ 1, 8 \}) ^ *$ für Erweiterungen

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

Simple Type Derivation Resultate

		Base Type		
		Atomic	List	Union
	¹⁾ nur enumeration und pattern Facets erlaubt			
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 Factes, 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

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)

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"/>
```

Anonymous Complex Types

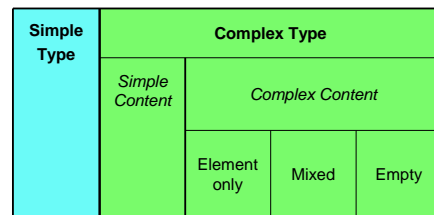
- Beispiel:

```
<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>
```

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 des im komplexen Typ enthaltenen Inhalts
- ein Content Model wird aus einer Kombination von Model Groups (sequence, choice, all), Elementen und Wildcards gebildet

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

31

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

32

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 >
```

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

33

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 >
```

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

34

Mixed Content

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

35

Mixed Content

- Beispiel:

```
<xs:complexType name="AnmeldungsText" 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="AnmeldungsText"/>

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

36

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. `mi: xed`)

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

37

Empty Content

- Beispiel:

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

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

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

38

Elemente in komplexen Typen

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

39

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>
```

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

40

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 mit `minOccurs` und `maxOccurs` können nur in Deklarationen von komplexen Typen (und nicht in der Deklaration von globalen Elementen) erscheinen

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

41

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>
```

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

42

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)

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 43

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 (mit `minOccurs="0"`)
- DTD Syntax
 - `<! ELEMENT demo (e1, e2, e3) >`

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 44

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) >`

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 45

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>
    
```

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 46

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>
    
```

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 47

Model Groups: All

- all 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 all Group muss die einzige Model Group in einem komplexen Typ sein
- für Elemente in einer all Group kann `minOccurs` nur 0 oder 1 sein und `maxOccurs` nur 1 sein (optional)
- für die all Group selber kann `minOccurs` nur 0 oder 1 sein und `maxOccurs` nur 1 sein (optional)

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 48

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>
```

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 49

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>
```

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 50

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>
```

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 51

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

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 52

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>
```

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 53

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"
    default="2002-01-01"/>
</xs:complexType>
```

9.5.2006 XML Vorlesung ETHZ SS 2006 54

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

9.5.2006

XML Vorlesung ETHZ SS 2006

55