XML-Schema

Warum XML-Schema?

Freie Universität Berlin

```
<location>
   <latitude>32.904237</latitude>
   <longitude>73.620290</longitude>
   <uncertainty units="meters">2</uncertainty>
</location>
```

XML-Schema

DTD

- Ortsangabe: Breitengrad, Längengrad und Unsicherheit.
- Breitengrad: Dezimalzahl zwischen -90 und +90
- Längengrad: Dezimalzahl zwischen -180 und +180
- Unsicherheit: nicht-negative Zahl
- Maßeinheit für Unsicherheit: Meter oder Fuß

Vorteile von XML-Schemata

Freie Universität Berlin

- XML-Sprache statt eigener Syntax
- Vielzahl von vordefinierten Datentypen
- eigene Datentypen ableitbar
- Namensraumunterstützung
- Reihenfolgeunabhängige Strukturen

Die Beispiel-DTD

```
<!ELEMENT BookStore (Book+)>
<!ELEMENT Book
        (Title, Author, Date, ISBN, Publisher)>
<!ELEMENT Title (#PCDATA)>
<!ELEMENT Author (#PCDATA)>
<!ELEMENT Date (#PCDATA)>
<!ELEMENT ISBN (#PCDATA)>
<!ELEMENT Publisher (#PCDATA)>
```

Äquivalentes XML-Schema

```
<?xml version="1.0"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
                targetNamespace="http://www.books.org">
  <xsd:element name="BookStore">
    <xsd:complexType>
      <xsd:sequence>
        <xsd:element name="Book"  maxOccurs="unbounded">
          <xsd:complexType>
            <xsd:sequence>
              <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
              <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
              <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
              <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
              <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string"/>
            </xsd:sequence>
          </xsd:complexType>
        </xsd:element>
      </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>
  </xsd:element>
</xsd:schema>
```

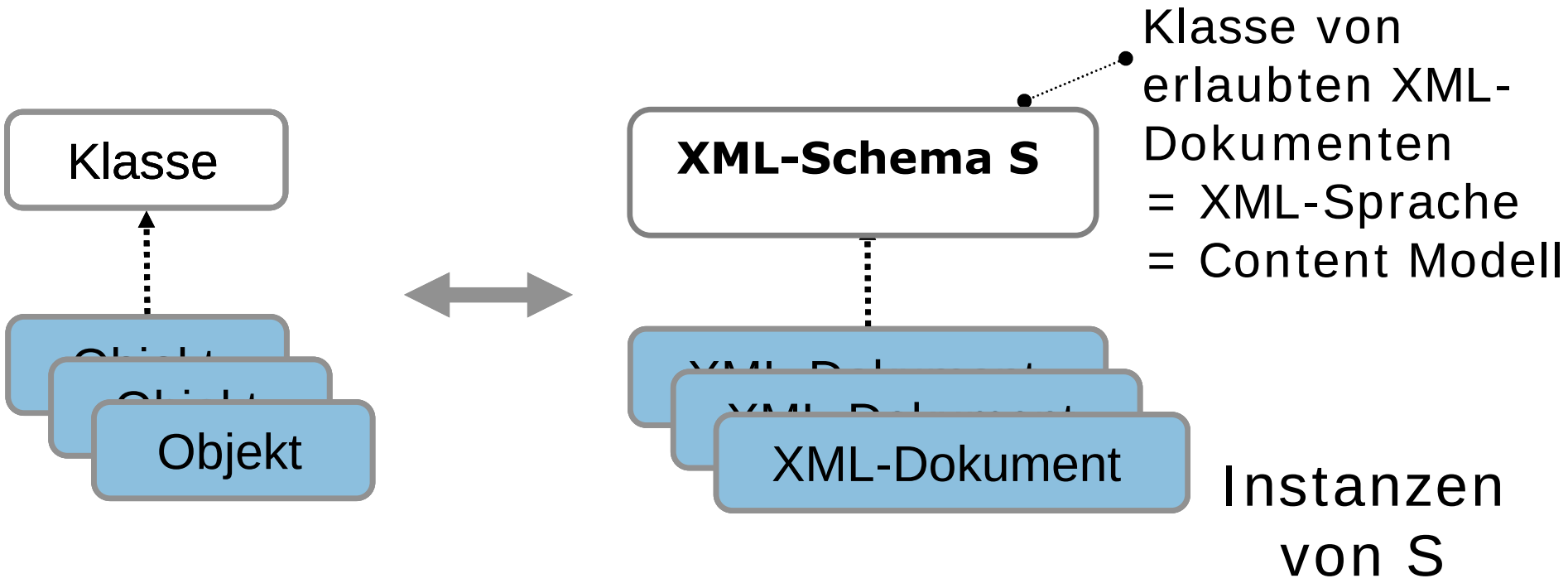
- Schemaäquivalent für jede DTD
- Keine DTD für alle Schema
- XML-Schema ausdrucksmächtiger

Ziel-Namensraum

```
<?xml version="1.0"?>
<xsd:schema
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
                targetNamespace="http://www.books.org">
...
</xsd:schema>
```

- http://www.w3.org/2001/XMLSchema als XML-Schema für XML-Schema
- Ziel-Namensraum für im XML-Schema definiertes Vokabular (target namespace)
- Definiertes Vokabular kann über URI identifiziert werden

Instanz eines XML-Schemas



Instanz eines XML-Schemas S

ist ein XML-Dokument, das

1. dem Ziel-Namensraum von S zugeordnet ist und
2. gültig (valid) bzgl. S ist

Instanzdokumente 1. Schritt

```
<?xml version="1.0"?>
<BookStore xmlns="http://www.books.org"
   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
   xsi:schemaLocation="http://www.books.org
      http://www.books.org/BookStore.xsd">
   ...
</BookStore>
```

- Dokumententyp im Wurzel-Element und Namensraum festgelegt
- Wurzel-Element muss in XML-Schema global deklariert sein.
- Reicht bei bekannten Namensräumen wie http://www.w3.org/1999/xhtml

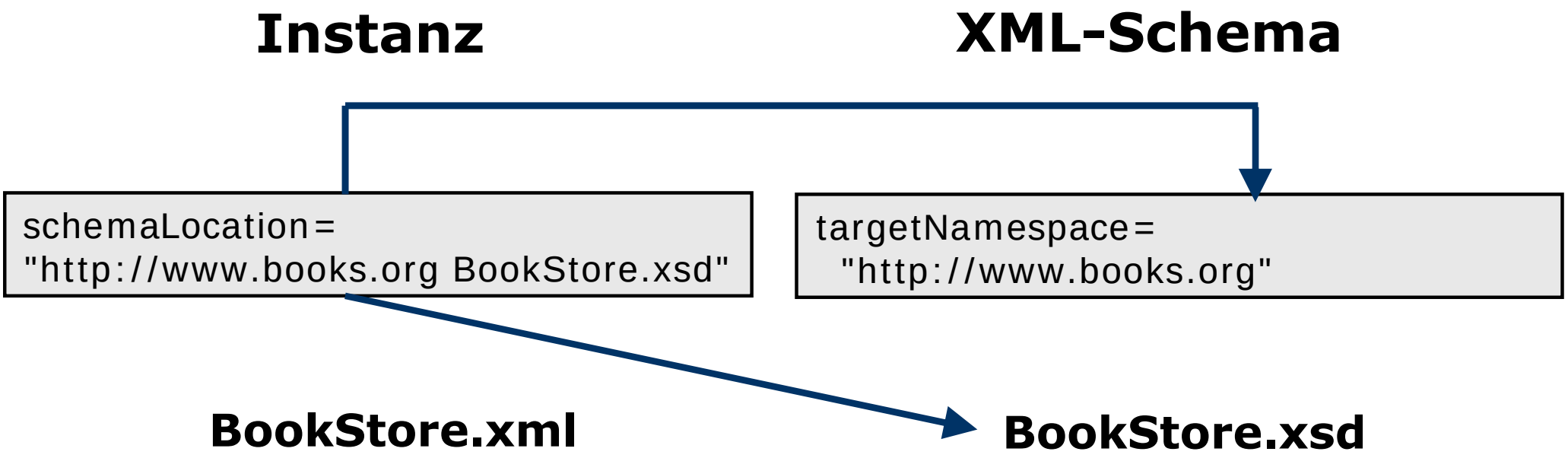
Instanzdokumente 2. Schritt

```
<?xml version="1.0"?>
<BookStore xmlns="http://www.books.org"
   xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
   xsi:schemaLocation=
    "http://www.books.org
     http://www.books.org/BookStore.xsd">
   ...
</BookStore>
```

- Attribut schemaLocation gibt Hinweis, wo das XML-Schema zu finden ist.

- XML-Prozessor darf diese Information ignorieren und anderes XML-Schema berücksichtigen!

Instanz und Schema



benutzt Namensraum
http://www.books.org

definiert Namensraum
http://www.books.org

Validierung auf mehreren Ebenen

Instanz
= XML-Dokument

XML-Schema

BookStore.xml

BookStore.xsd

zulässiges BookStore-Dokument?

Validierung auf mehreren Ebenen

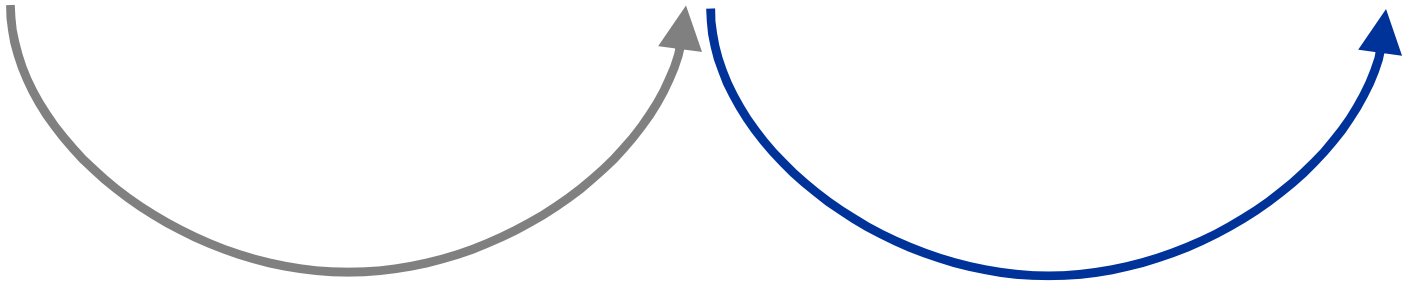
Freie Universität Berlin

Instanz = XML-Dokument	XML-Schema **= XML-Dokument**	Schema der Schemata

BookStore.xml

BookStore.xsd

XMLSchema.xsd



zulässiges BookStore-Dokument?

zulässiges XML-Schema?

Validierung auf mehreren Ebenen

Freie Universität Berlin

Instanz
= XML-Dokument

XML-Schema
= XML-Dokument

Schema der
Schemata
= **XML-Dokument**

BookStore.xml

BookStore.xsd

XMLSchema.xsd

zulässiges BookStore-Dokument?

zulässiges XML-Schema?

Deklaration der Element-Struktur

```
<!ELEMENT BookStore (Book+)>
<!ELEMENT Book (Title, Author, Date, ISBN, Publisher)>
<!ELEMENT Title (#PCDATA)>
<!ELEMENT Author (#PCDATA)>
<!ELEMENT Date (#PCDATA)>
<!ELEMENT ISBN (#PCDATA)>
<!ELEMENT Publisher (#PCDATA)>
```

- Wie werden diese Element-Deklarationen mit einem XML-Schema ausgedrückt?

<!ELEMENT BookStore (Book+)>

```
<xsd:element name="BookStore">
   <xsd:complexType>
        <xsd:sequence>
              <xsd:element name="Book" type="BookType"
              minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
        </xsd:sequence>
   </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

```
<BookStore>
  <Book>...</Book>
  <Book>...</Book>
</BookStore>
```

- xsd:element: Element wird deklariert
- xsd:complexType: strukturierter Inhalt
- xsd:sequence: Sequenz von Elementen

<!ELEMENT BookStore (Book+)>

```
<xsd:element name="BookStore">
   <xsd:complexType>
      <xsd:sequence>
         <xsd:element name="Book" type="BookType"
         minOccurs="1“ maxOccurs="unbounded"/>
      </xsd:sequence>
   </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

```
<BookStore>
  <Book>…</Book>
  <Book>…</Book>
</BookStore>
```

- **minOccurs**: minimale Anzahl der Wiederholungen
- **maxOccurs**: maximale Anzahl der Wiederholungen
- Standard-Werte jeweils 1

<!ELEMENT Book (Title, Author, Date, ISBN, Publisher)>

```
<xsd:complexType name="BookType">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string"/>
    </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

```
<Book>
    <Title>...</Title>
    <Author>...</Author>
    <Date>...</Date>
    <ISBN>...</ISBN>
    <Publisher>...</Publisher>
</Book>
```

- Kind-Elemente: Title, Author, Date, ISBN und Publisher
- wegen xsd:sequence: feste Reihenfolge
- jeweils genau einmal

<!ELEMENT Book (Title, Author, Date, ISBN, Publisher)>

```
<xsd:complexType name="BookType">
      <xsd:sequence>
         <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string"/>
      </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

- xsd:string: vordefinierter Datentyp
- 43 weitere vordefinierte Datentypen

```
<Book>
   <Title> PCDATA </Title>
   <Author>…</Author>
   <Date>…</Date>
   <ISBN>…</ISBN>
   <Publisher>…</Publisher>
</Book>
```

<!ELEMENT Book (Title, Author, Date, ISBN, Publisher)>

```
<xsd:complexType name="BookType">
    <xsd:sequence>
       <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
       <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
       <xsd:element name="Date" type="xsd:date"/>
       <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
       <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string"/>
    </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

- xsd:date: vordefinierter Datentyp

```
<Book>
   <Title> PCDATA </Title>
   <Author>…</Author>
   <Date>Kalenderdatum </Date>
   <ISBN>…</ISBN>
   <Publisher>…</Publisher>
</Book>
```

Benannte Datentypen

```
<xsd:element name="Book" type="BookType"
        minOccurs="1" maxOccurs="unbounded"/>
```

```
<xsd:complexType name="BookType">
    <xsd:sequence>
        <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string"/>
    </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

- BookType hier benannter Datentyp (named type)
- auch globale Typ-Definition genannt

Alternative: anonyme Datentypen

```
<xsd:element name="Book"  maxOccurs="unbounded">
   <xsd:complexType>
              <xsd:sequence>
                 <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
                 <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
                 <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
                 <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
                 <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string"/>
              </xsd:sequence>
        </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

- äquivalente Formulierung mit anonymen Datentyp
- auch als lokale Typ-Definition bezeichnet
- Nachteil: kann an anderer Stelle nicht wieder verwendet werden

```
<xsd:complexType name="BookType">
      <xsd:sequence>
       <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
       <xsd:element name="Author" type="xsd:string"
          maxOccurs="unbounded" />
       <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
       <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string" minOccurs="0" />
       <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string"/>
      </xsd:sequence>
 </xsd:complexType>
```

- Jedes Elemente erscheint so häufig, wie mit minOccurs und maxOccurs festgelegt.

Das vollständige XML-Schema

```
<?xml version="1.0"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
              targetNamespace="http://www.books.org">
  <xsd:element name="BookStore">
    <xsd:complexType>
      <xsd:sequence>
        <xsd:element name="Book"  maxOccurs="unbounded">
          <xsd:complexType>
           <xsd:sequence>
            <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
            <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
            <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
            <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
            <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string"/>
           </xsd:sequence>
          </xsd:complexType>
        </xsd:element>
      </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>
  </xsd:element>
</xsd:schema>
```

Datentypen

Wozu Datentypen?

<location>
<latitude>
$\{x \in Float : -90 \leq x \leq 90\}$
</latitude>
<longitude>
$\{x \in Float : -180 \leq x \leq 180\}$
</longitude>
<uncertainty units="{m, ft}">
$\{x \in Float : x \geq 0\}$
</uncertainty>
</location>

Datentypen definieren

- z.B. gültigen Inhalt von latitude, longitude, uncertainty und units
- aber auch gültigen Inhalt von location

können z.B. verwendet werden, um Schnittstelle eines Web Services zu beschreiben

Freie Universität Berlin

Deklaration

- Beschreibt/spezifiziert ein Element oder Attribut, das im Instanzdokument vorkommen darf

Definition

- definiert einen Typ, der in einer Element- oder Attribut-Deklaration verwendet werden kann

Freie Universität Berlin

einfache Datentypen (simple types)

- beschreiben unstrukturierten Inhalt ohne Elemente oder Attribute (PCDATA)

komplexe Datentypen (complex types)

- beschreiben strukturierten XML-Inhalt mit Elementen oder Attributen
- natürlich auch gemischten Inhalt

Anonyme vs. benannte Datentypen

Freie Universität Berlin

```
<xsd:element name="BookStore">
      <xsd:complexType>
        Liste von Büchern
      </xsd:complexType>
 </xsd:element>
```

- anonymer Datentyp
- lokale Definition

```
<xsd:complexType name="BookStoreType">
        Liste von Büchern
</xsd:complexType>
```

- benannter Datentyp
- globale Definition
- wiederverwendbar

Globale vs. lokale Deklarationen – Beispiel

```
<?xml version="1.0"?>
   <xsd:schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"...>
   <element name="name">
        <complexType>
             <sequence>
                  <element name="first" type="string"/>
                  <element name="middle" type="string"/>
                  <element name="last" type="string"/>
             </sequence>
             <attribute name="title" type="string"/>
        </complexType>
   </element>
</schema>
```

globale Deklaration <name>

lokale Deklarationen <first>,<middle>,<last>

- Globale Deklaration eines Datentypen
  - erscheint als direktes Nachkommen des Elements <xsd:schema>
  - kann wiederverwendet werden
- Lokale Deklaration eines Datentypen
  - keine Kinder vom Element <schema>
  - gültig nur in dem gegebenen Kontext

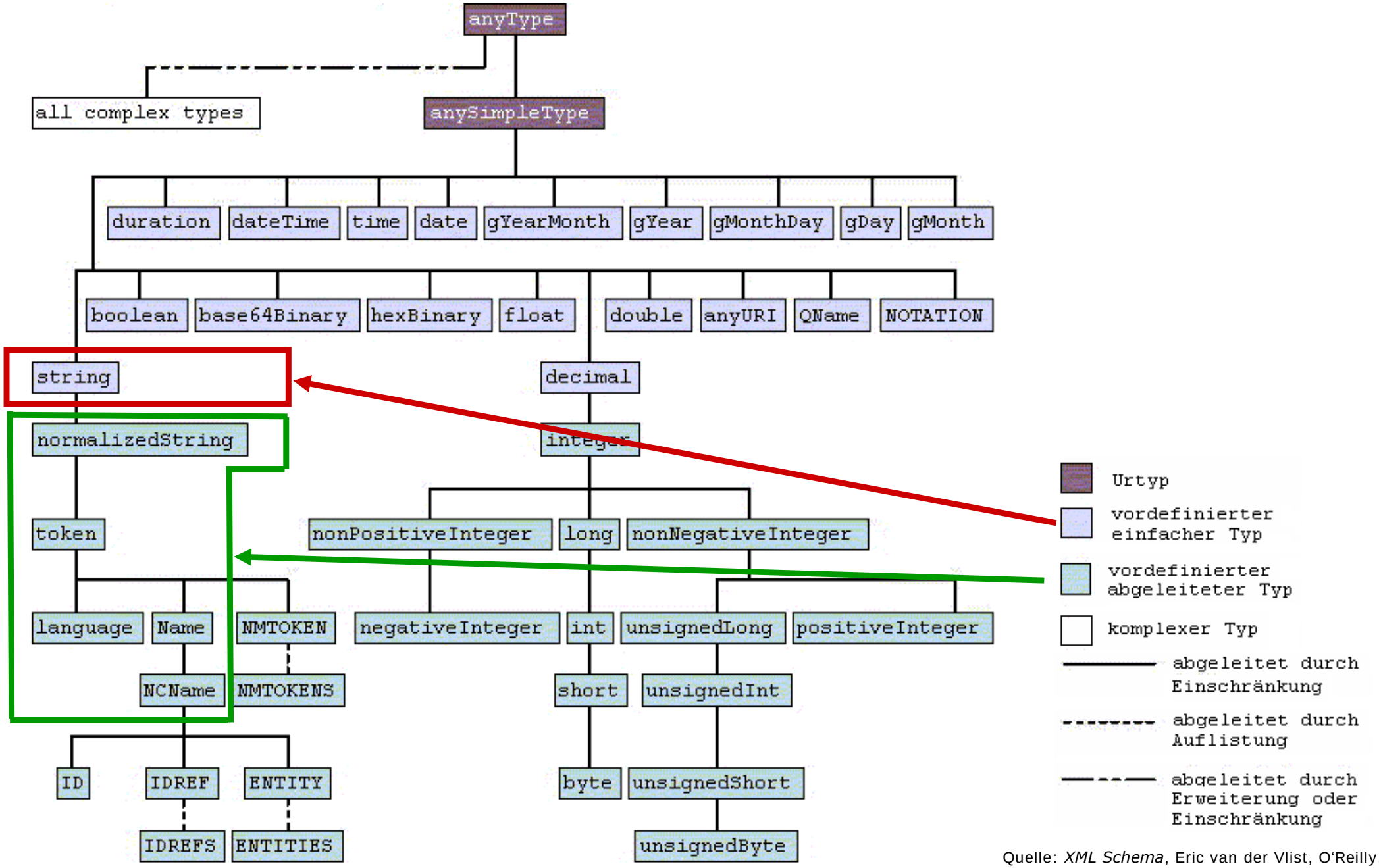
Einfache Datentypen

Kategorien von Datentypen

Freie Universität Berlin

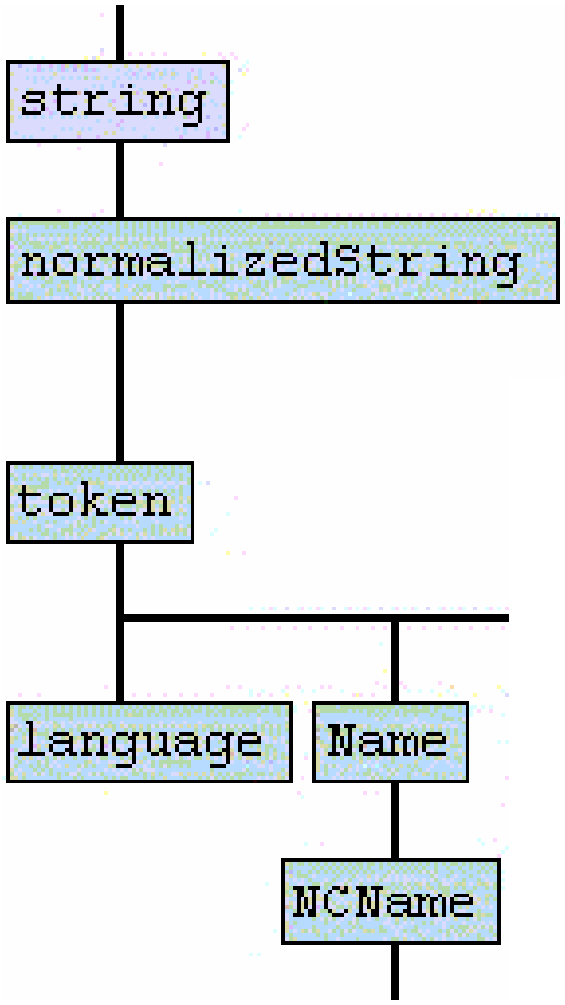
	(primitive)	abgeleitete
einfache	xsd:string xsd:language xsd:integer ...	<xsd:simpleType name="longitudeType"> **<xsd:restriction base="xsd:integer">** <xsd:minInclusive value="-180"/> <xsd:maxInclusive value="180"/> **</xsd:restriction>** </xsd:simpleType>
komplexe	<xsd:complexType> <xsd:sequence> ... </xsd:sequence> </xsd:complexType>	<xsd:complexType name="BookTypeWithID"> <xsd:complexContent> **<xsd:extension base="BookType">** <xsd:attribute name="ID" type="xsd:token"/> **</xsd:extension>** </xsd:complexContent> </xsd:complexType>

Hierarchie der Datentypen



Quelle: *XML Schema*, Eric van der Vlist, O'Reilly,

Vordefinierte Datentypen (Auszug)

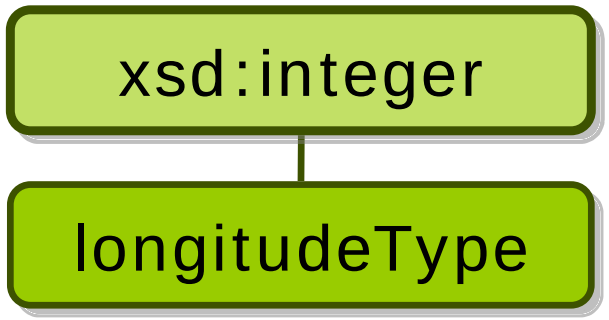


- **xsd:normalizedString: string** ohne Wagenrücklauf (CR), Zeilen-vorschub (LF) und Tabulator.
- **xsd:token: normalizedString** ohne 2 aufeinander folgende Leerzeichen und ohne Leerzeichen am Anfang und Ende.
- **xsd:Name: token**, der Namens-konvention von XML entspricht (mit oder ohne Präfix)
- **xsd:NCName: Name** ohne Präfix.
- **xsd:language**: Bezeichner für Sprache, wie z.B. „en“

1. Einschränkung <xsd:restriction>

Freie Universität Berlin

```
<xsd:simpleType name="longitudeType">
 <xsd:restriction base="xsd:integer">
   <xsd:minInclusive value="-180"/>
   <xsd:maxInclusive value="180"/>
 </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```



hier konjunktiv verknüpft!

- longitudeType = { n aus xsd:integer: n ≥ -180, n ≤ 180 }
- Für jeden einfachen Datentyp bestimmte **zulässige Einschränkungen** (**constraining facets**) festgelegt.
- z.B. xsd:minInclusive und xsd:maxInclusive zulässig für xsd:integer, nicht jedoch für xsd:string

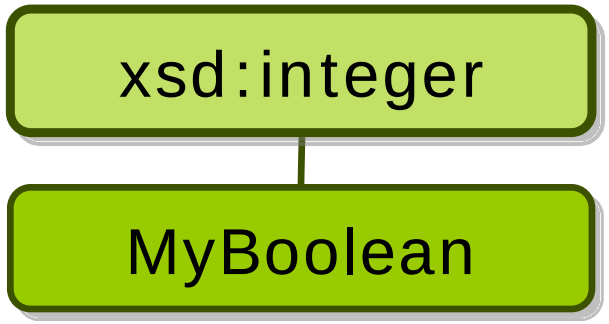
Zulässige Facetten

- enumeration: Zählt erlaubte Werte explizit auf
- maxExclusive: <
- maxInclusive: ≤
- minExclusive: >
- minInclusive: ≥
- fractionDigits: max. Anzahl von Stellen hinter dem Komma
- length: Anzahl von Zeichen/Listenelemente
- minlength: min. Anzahl von Zeichen/Listenelemente
- pattern: Zeichenketten als reguläre Ausdrücke
- whiteSpace: legt fest, wie White Space behandelt wird

Für bestimmte Datentypen nur bestimmte Einschränkungen zulässig!

Beispiel xsd:enumeration

```
<xsd:simpleType name="MyBoolean">
 <xsd:restriction base="xsd:integer">
  <xsd:enumeration value="0"/>
  <xsd:enumeration value="1"/>
 </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```



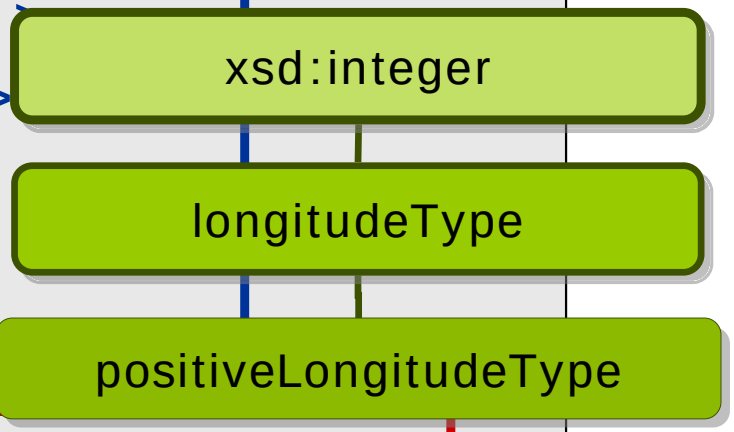
hier disjunktiv verknüpft!

- MyBoolean = { n aus xsd:integer: n = 0 oder n =1 }
- xsd:enumeration: zählt alle Elemente des Wertebereiches explizit auf
- auch für xsd:string zulässig

Vererbung zulässiger Einschränkungen


```
<xsd:simpleType name="longitudeType">
 <xsd:restriction base="xsd:integer">
  <xsd:minInclusive value="-180"/>
  <xsd:maxInclusive value="180"/>
 </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

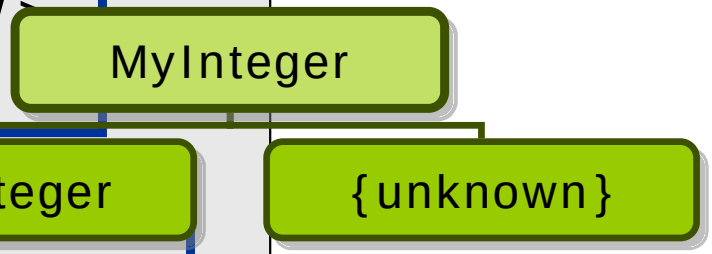
```
<xsd:simpleType name="postiveLongitudeType">
 <xsd:restriction base="longitudeType">
  <xsd:minInclusive value="0"/>
 </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```



longitudeType erbt zulässige Einschränkungen von xsd:integer.

2. Vereinigung <xsd:union>

```
<xsd:simpleType name="MyInteger">
 <xsd:union>
  <xsd:simpleType>
   <xsd:restriction base="xsd:integer"/>
  </xsd:simpleType>
  <xsd:simpleType>
   <xsd:restriction base="xsd:string">
    <xsd:enumeration value="unknown"/>
   </xsd:restriction>
  </xsd:simpleType>
 </xsd:union>
</xsd:simpleType>
```

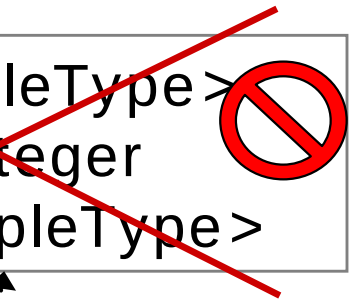


MyInteger =
  xsd:integer U
  {s aus xsd:string: s = unknown}

Struktur von xsd:simpleType

```
<xsd:simpleType name="MyInteger">
 <xsd:union>
   <xsd:simpleType>
     <xsd:restriction base="xsd:integer"/>
   </xsd:simpleType>
   <xsd:simpleType>
     <xsd:restriction base="xsd:string">
       <xsd:enumeration value="unknown"/>
     </xsd:restriction>
   </xsd:simpleType>
 </xsd:union>
</xsd:simpleType>
```

```
<xsd:simpleType>
   xsd:integer
</xsd:simpleType>
```



Beachte: simpleType muss immer restriction, union oder list als Kind-Element haben.

3. Listen <xsd:list>

```
<xsd:simpleType name="IntegerList">
 <xsd:list itemType="xsd:integer"/>
</xsd:simpleType>
```

- IntegerList ist Liste von Integern (xsd:integer)
- einzelne Elemente der Liste durch beliebige White Spaces getrennt
- gültige Werte von IntegerList z.B.:

```
108  99  205  23 0
```

```
108 99
  205 23 0
```

```
108  99     205  23 0
```

Unstrukturierte Listen

```
<xsd:simpleType name="IntegerList">
 <xsd:list itemType="xsd:integer"/>
</xsd:simpleType>
```

- Beachte: IntegerList ist einfacher Datentyp, beschreibt also unstrukturierten Inhalt (PCDATA):

```
108  99  205  23 0
```

- strukturierte Liste könnte hingegen so aussehen:

```
<element>108</element>
<element>99</element>
<element>205</element>
<element>23</element>
<element>0</element>
```

Komplexe Datentypen bilden

Kategorien von Datentypen

Freie Universität Berlin

	(primitive)	abgeleitete
einfache	xsd:string xsd:language xsd:integer ...	<xsd:simpleType name="longitudeType"> <**xsd:restriction base="xsd:integer"**> <xsd:minInclusive value="-180"/> <xsd:maxInclusive value="180"/> <**/xsd:restriction**> </xsd:simpleType>
komplexe	<xsd:complexType> <xsd:sequence> ... </xsd:sequence> </xsd:complexType>	<xsd:complexType name="BookTypeWithID"> <xsd:complexContent> <**xsd:extension base="BookType"**> <xsd:attribute name="ID" type="xsd:token"/> <**/xsd:extension**> </xsd:complexContent> </xsd:complexType>

1. Sequenz <xsd:sequence>

```
<xsd:complexType name="BookType">
      <xsd:sequence maxOccurs="unbounded">
        <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Author" type="xsd:string“
                maxOccurs="unbounded" />
        <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
        <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string" minOccurs="0"/>
      </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

gültiger Wert

- **Reihenfolge vorgegeben**
- Elemente erscheinen so oft, wie mit minOccurs/maxOccurs festgelegt.
- sequence selbst kann minOccurs und maxOccurs spezifizieren

```
<Title>String</Title>
<Author>String</Author>
<Author>String</Author>
<Date>String</Date>
<ISBN>String</ISBN>
<Title>String</Title>
<Author>String</Author>
<Date>String</Date>
<ISBN>String</ISBN>
```

2. Menge

```
<xsd:complexType name="BookType">
      <xsd:all>
         <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string"/>
      </xsd:all>
</xsd:complexType>
```

gültiger Wert

```
<Author>String</Author>
<Title>String</Title>
<Date>String</Date>
<Publisher>String</Publisher>
<ISBN>String</ISBN>
```

- Jedes Element erscheint hier genau einmal.
- **Reihenfolge der Elemente beliebig**
- all selbst kann minOccurs und maxOccurs spezifizieren

Menge: minOccurs und maxOccurs

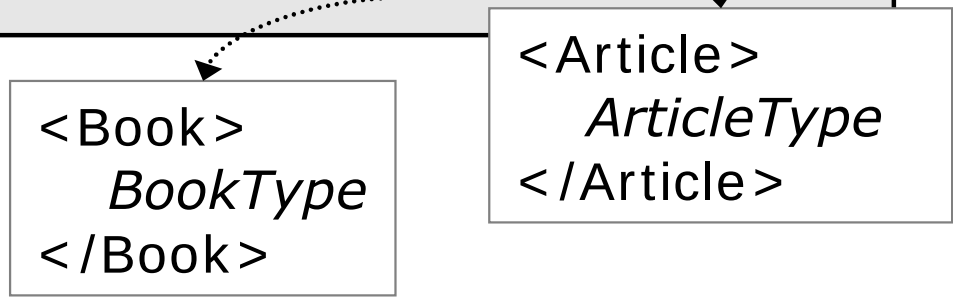
```
<xsd:complexType name="BookPublication">
      <xsd:all>
         <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string" minOccurs="0"/>
      </xsd:all>
</xsd:complexType>
```

- folg. Einschränkungen für minOccurs und maxOccurs:
  - minOccurs: nur "0" oder "1"
  - maxOccurs: nur "1"

3. Auswahl

```
<xsd:complexType name="PublicationType">
  <xsd:choice>
    <xsd:element name="Book" type="BookType"/>
    <xsd:element name="Article" type="ArticleType"/>
  </xsd:choice>
</xsd:complexType>
```

gültige r Wert



- Inhalt besteht aus **genau einem** der aufgezählten Alternativen
- hier also: entweder Book- oder Article-Element
- choice selbst kann minOccurs und maxOccurs spezifizieren

Verschachtelungen

- sequence, choice, all und Rekursion können verschachtelt werden:

```
<xs:element name="Chap" type="ChapType"/>
<xs:complexType name="ChapType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Title" type="TitleType"/>
    <xs:choice maxOccurs="unbounded">
      <xs:element name="Para" type="ParaType"/>
      <xs:element name="Chap" type="ChapType"/>
    </xs:choice>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

entspricht:

<!ELEMENT **Chap** (Title, (Para | **Chap**)+)>

Gemischter Inhalt

```
<xsd:complexType name="BookType" mixed="true">
      <xsd:sequence>
         <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="ISBN" type="xsd:string"/>
         <xsd:element name="Publisher" type="xsd:string"/>
      </xsd:sequence>
</xsd:complexType>
```

- mixed= "true": Text (PCDATA) zwischen Kind-Elementen zulässig
- Text (PCDATA) zwischen Elementen erlaubt

Kategorien von Datentypen

Freie Universität Berlin

	(primitive)	abgeleitete
einfache	xsd:string xsd:language xsd:integer ...	<xsd:simpleType name="longitudeType"> <**xsd:restriction base="xsd:integer"**> <xsd:minInclusive value="-180"/> <xsd:maxInclusive value="180"/> <**/xsd:restriction**> </xsd:simpleType>
komplexe	<xsd:complexType> <xsd:sequence> ... </xsd:sequence> </xsd:complexType>	<xsd:complexType name="BookTypeWithID"> <xsd:complexContent> <**xsd:extension base="BookType"**> <xsd:attribute name="ID" type="xsd:token"/> <**/xsd:extension**> </xsd:complexContent> </xsd:complexType>

1. **Erweiterung**

   Datentyp wird durch zusätzliche Attribute und Elemente erweitert.

2. **Teilmenge**

   Einschränkung des Wertebereiches eines Datentyps

Erinnerung: drei Möglichkeiten einfache Datentypen abzuleiten

1. Teilmenge
2. Vereinigung
3. Listen

<xsd:extension> Beispiel

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

xsd:string	+	Attribut length	=	StringWithLength
Basis-Datentyp (einfach)	+	zusätzliches Attribut	=	erweiterter Datentyp (komplex)

xsd:string + Attribut ?

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

- Nur Elemente können Attribute haben.
- Unstrukturierter Inhalt xsd:string kann keine Attribute haben.

Wie ist also diese Erweiterung zu verstehen?

Aha!

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

- Datentypen keine eigenständige Objekte: beschreiben immer Inhalt von Element oder Attribut
- Attribut-Werte immer unstrukturiert
- Komplexer Datentyp StringWithLength kann nur Inhalt eines Elementes beschreiben.
- Zusätzliches Attribut length wird diesem Element zugeordnet.

Beispiel

```
<xsd:element name="Abstract" type="StringWithLength"/>
<xsd:complexType name="StringWithLength">
 <xsd:simpleContent>
  <xsd:extension base="xsd:string">
   <xsd:attribute name="length" type="xsd:nonNegativeInteger"/>
  </xsd:extension>
 </xsd:simpleContent>
</xsd:complexType>
```

Instanz

(*StringWithLength*)

```
<Abstract  length="4">
   Text
</Abstract>
```

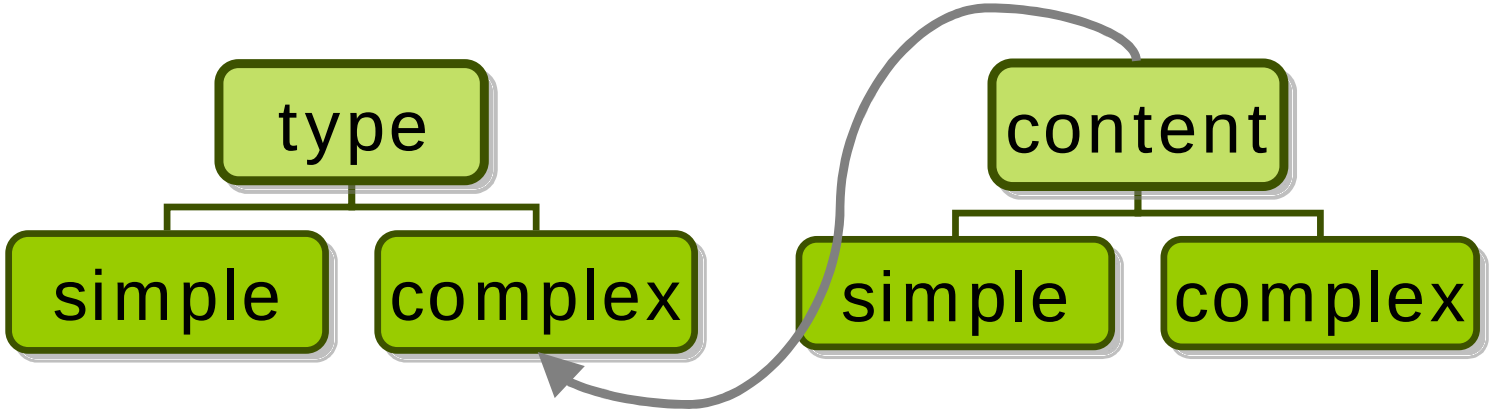
- Element Abstract hat Inhalt vom Typ StringWithLength.
- Attribut length von StringWithLength wird Element Abstract zugeordnet.

simpleContent vs. complexContent

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

- **simpleContent**: unstrukturierter Inhalt (PCDATA) mit Attributen.
- **complexContent**: strukturierter oder gemischter Inhalt (mit Elementen).
  - wird verlangt, obwohl eigentlich redundant
  - erleichtert aber Verarbeitung

Etwas kompliziert!

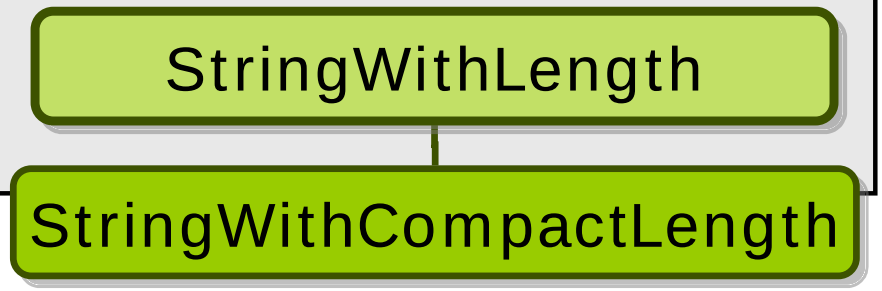


Elemente:	nein	ja	nein	ja
Attribute:	nein	ja	ja	ja

- **simpleContent** und **complexContent** dienen zur Unterscheidung komplexer Datentypen:
- strukturierter Inhalt (complexContent) vs. unstrukturierter Inhalt mit Attributen (simpleContent)

2. Teilmenge <xsd:restriction>

```
<xsd:complexType name="StringWithCompactLength">
 <xsd:simpleContent>
  <xsd:restriction base="StringWithLength">
    <xsd:attribute name="length"
  type="xsd:unsignedShort"/>
  </xsd:restriction>
 </xsd:simpleContent>
</xsd:complexType>
```



- Resultierender Datentyp darf nur gültige Werte des ursprünglichen Datentyps enthalten (echte Teilmenge).
- hier wäre z.B. xsd:string statt xsd:unsignedShort nicht erlaubt:

  xsd:string keine Teilmenge von xsd:nonNegativeInteger

Element-Deklarationen

Element-Deklaration: 1. Möglichkeit

Freie Universität Berlin

- Element kann mit benanntem Datentypen deklariert werden, der woanders definiert ist:

```
<xsd:element name="BookStore">
      <xsd:complexType>
         <xsd:sequence>
            <xsd:element name="Book" type="BookType"
                         maxOccurs="unbounded"/>
         </xsd:sequence>
      </xsd:complexType>
 </xsd:element>
```

Instanz

```
<BookStore>
  <Book>
      BookType
  </Book>
     ...
</BookStore>
```

Element-Deklaration: 1. Möglichkeit

Freie Universität Berlin

```
<xsd:element name="Book" type="BookType"
maxOccurs="unbounded" />
```

```
<xsd:element name="name" type="type" minOccurs="int"
   maxOccurs="int" />
```

- **name**: Name des deklarierten Elementes
- **type**: Datentyp (benannt oder vordefiniert)
- **minOccurs**: so oft erscheint das Element mindestens (nicht-negative Zahl)
- **maxOccurs**: so oft darf das Element höchstens erscheinen (nicht-negative Zahl oder unbounded).
- Default-Werte von minOccurs und maxOccurs jeweils 1
- Beachte: abhängig vom Kontext gibt es Einschränkungen von minOccurs und maxOccurs

Element-Deklaration: 2. Möglichkeit

- Element kann auch mit anonymen Datentyp deklariert werden:

```
<xsd:element name="BookStore">
    <xsd:complexType>
        <xsd:sequence>
            <xsd:element name="Book" type="BookType"
                                maxOccurs="unbounded"/>
        </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Instanz

```
<BookStore>
  <Book> ... </Book>
  <Book> ... </Book>
</BookStore>
```

Element-Deklaration: 2. Möglichkeit

Freie Universität Berlin

- anonymer Datentyp ist entweder komplex:

```
<xsd:element name="name" minOccurs="int“
   maxOccurs="int">
    <xsd:complexType>
        ...
    </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

- oder einfach:

```
<xsd:element name="name" minOccurs="int"
   maxOccurs="int">
    <xsd:simpleType>
        ...
    </xsd:simpleType>
</xsd:element>
```

Element-Deklaration

- Eine Element-Deklaration kann entweder ein type Attribut haben oder eine anonyme Typdefinition enthalten → nie beides gleichzeitig!

```
<xsd:element
name="BookStore">
      <xsd:complexType>
         <xsd:sequence>
         ...
         </xsd:sequence>
      </xsd:complexType>
   </xsd:element>
```

```
<xsd:element name="BookStore"
   type="ShopType"
maxOccurs="unbounded/>
```

```
<xsd:element name="BookStore">
      type="Shop"
      maxOccurs="unbounded" />
      <xsd:complexType>
         <xsd:sequence>
         ...
         </xsd:sequence>
      </xsd:complexType>
   </xsd:element>
```

<any>

```
<xsd:element name="BookStore">
 <xsd:complexType>
  <xsd:sequence>
   <xsd:element name="Book" type="BookType" maxOccurs="unbounded"
   />
   <xsd:any namespace= "##any " minOccurs= "0 "
   maxOccurs="unbounded"/>
  </xsd:sequence>
 </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

- ##any erlaubt beliebige Elemente aus beliebigem Namensraum
- ##other erlaubt Elemente aus Namensraum ungleich targetNamespace
- „targetNamenspace“ erlaubt Elemente aus targetNamespace

Attribut-Deklarationen

Deklaration von Attributen

Freie Universität Berlin

- ähnlich wie bei Elementen
- aber nur **einfache Datentypen** erlaubt
- Deklaration mit **benanntem Datentyp**:

```
<xsd:attribute name= "name" type= "type" />
```

- oder Deklaration mit **anonymem Datentyp**:

```
<xsd:attribute name= "name">
    <xsd:simpleType>
     ...
    </xsd:simpleType>
</xsd:attribute>
```

Deklaration von Attributen

Freie Universität Berlin

```
<xsd:attribute name= "name" type= "type"
  use="use"      default= "value" />
```

- **use="optional"** Attribut optional
- **use="required"** Attribut obligatorisch
- **use="prohibited"** Attribut unzulässig
  (Vererbung vom komplexen Elterndatentyp unterbinden)
- Wenn nichts anderes angegeben, ist das Attribut optional!

- **default**: Standard-Wert für das Attribut

Globale vs. lokale Attribute

```
<xsd:schema …>
    <xsd:element name="root">
        <xsd:complexType>
            <xsd:sequence>
                …
            </xsd:sequence>
            <xsd:attribute name="local-attribute"
                type="xsd:string"/>
        </xsd:complexType>
    </xsd:element>
    <xsd:attribute name="global-attribute" type="xsd:string"/>
</xsd:schema>
```

lokal: optional für root

global: optional für alle Elemente

- global: Deklaration Kind von xsd:schema
- lokal: Deklaration kein direktes Kind von xsd:schema

Typsubstitution

Betrachte folg. XML-Schema

```
<xsd:complexType name="NameType">
  <xsd:sequence>
      <xsd:element name="first" type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="middle" type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="last" type="xsd:string"/>
  </xsd:sequence>
  <xsd:attribute name="title" type="xsd:string"/>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="ExtendedNameType">
  <xsd:complexContent>
      <xsd:extension base="target:NameType">
        <xsd:attribute name="gender"
                       type="xsd:string"/>
      </xsd:extension>
  </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
```

Datentyp t

Datentyp t' mit zusätzlichem Attribut gender

Typsubstitution in der Instanz

Schema

```
<xsd:element name="name" type="NameType">
```

Instanz

```
<name title="Mr.">
  <first>…</first>
  <middle>…</middle>
  <last>…</last>
</name>
```

oder (!)

Instanz

```
<name title="Mr." gender="male" xsi:type="ExtendedNameType">
  <first>…</first>
  <middle>…</middle>
  <last>…</last>
</name>
```

- Voraussetzung: XML-Schema S leitet Datentyp t' von Datentyp t ab:

  entweder mit xsd:extension oder xsd:restriction
- Betrachten wir eine Instanz von S.

Typsubstitution

- An jeder Stelle in der Instanz, wo S den Datentyp t verlangt, kann auch t' verwendet werden.
- Verwendete Datentyp t' muss mit xsi:type explizit angegeben werden.

Freie Universität Berlin

t' Teilmenge (restriction) **von t**

- Laut Schema S müssen Anwendungen sowieso mit allen gültigen Werten von t umgehen, also auch mit t'.

⇨ unproblematisch

t' Erweiterung (extension) **von t**

- Laut Schema S müssen Anwendungen mit allen gültigen Werten von t umgehen, nicht aber mit zusätzlichen Attributen und Elementen

⇨ evtl. problematisch

⇨ Typsubstitution für Erweiterungen evtl. unterdrücken:

```
<xsd:element name="name" type="NameType"
block="extension">
```

Schemaübernahme

Übernahme von Schema-Definitionen

- <xsd:include> und <xsd:import>
  - immer vor allen anderen Komponenten
  - immer Kinder des Wurzelelements <xsd:schema>

- <xsd:include>
  - Datentypen aus einem anderen Schema mit gleichen Namensraum übernehmen
  - Angabe zur Herkunft des genutzten Schemas

```
<xsd:schema …>
  <xsd:include
        schemaLocation =“…“ />
  <xsd:element name=“…“>
    …
  </xsd:element>
</xsd:schema>
```

- <xsd:import>
  - Datentypen aus einem anderen Schema mit anderem Namensraum übernehmen
  - Angabe zur Herkunft des genutzten Schemas + Angabe des Namensraum

```
<xsd:schema …>
  <xsd:import namespace =“…“
        schemaLocation =“…“ />
  <xsd:element name=“…“>
    …
  </xsd:element>
</xsd:schema>
```

XML Schema – Dokumentation

Freie Universität Berlin

- XML Schema Teil 0: Primer
  - kurze Einführung mit Beschreibung der Möglichkeiten von XML Schema
  - http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/
- XML Schema Part 1: Structures Second Edition
  - Strukturen der Definitionssprache XML Schema
  - http://www.w3.org/TR/xmlschema-1/
- XML Schema Part 2: Datatypes Second Edition
  - Beschreibung der Datentypen
  - http://www.w3.org/TR/2004/REC-xmlschema-2-20041028/

Alle W3C Standards & Drafts: http://www.w3.org/TR/