XML Schema: Strukturen und Datentypen

http://www.w3.org/TR/xmlschema-1
http://www.w3.org/TR/xmlschema-2

Warum reichen DTD nicht?

- Attribute
  - Keine selbständigen Objekte, nur lokal einem Objekt zugeordnet
  - Keine Gruppenbildung möglich
- Elemente
  - Keine Defaultbelegung möglich, Inhalt nicht validierbar
  - Keine Wiederholungsfaktoren
  - Gruppenbildung nur indirekt möglich
  - Nur global wirksame Deklarationen möglich
- Beide
  - Typisierung nicht ausreichend
  - Keine benutzerdefinierten Typen
  - Syntax erfordert speziellen Markup
  - Namespace-Konzept nicht integriert
  - Komplexe Strukturen, objektorientiertes Vorgehen schlecht unterstützt

Schema - welches Schema?

- XML DTD
  - Seit langer Zeit die gemeinsame Grundlage
  - Herkunft SGML
- XDR (XML-Data Reduced)
  - Microsoft-Standard, älter als W3C XML Schema
  - z.B. in MSXML 3.0, BizTalk, SQL 2000
  - wird nun zunehmend verdrängt von W3C XML Schema
- Schematron
  - Regelbasierter Ansatz, z.B. zur Abbildung komplexer Abhängigkeiten zwischen Elementen. Gut mit XPath und XSLT vereinbar.
  - Gut kombinierbar mit W3C XML Schema
  - Standardisierungsprozess:
    ISO/IEC 19757 - DSDL Document Schema Definition Language - Part 3: Rule-based validation - Schematron
  - Siehe auch: http://www.ascc.net/xml/resource/schematron/

Schema - welches Schema?

- Examplotron
  - Einfacher, aber wirksamer Ansatz - allerdings mit nur eingeschränkten Möglichkeiten
  - Ausgehend von „Beispielinstanzen mit Zusätzen“
  - Diese werden nach RELAX NG zur Validierung übersetzt
  - Siehe auch: http://examplotron.org
- RELAX NG
  - Zusammenfassung zweier Schema-Sprachen: RELAX und TREX
  - Große Ähnlichkeit zu W3C XML Schema, z.B. XML Syntax
  - Formaler (im math. Sinn), frei von einigen komplizierten Eigenschaften von W3C XML Schema
  - Erwartet die Definition zulässiger Elemente und Attribute in den Dokumentinstanzen
  - Datentypen von W3C XML Schema können verwendet werden
  - Siehe auch: http://relaxng.org

Von der DTD zum Schema

Ein beispiel-orientierter „Einstieg"

Vorbemerkungen

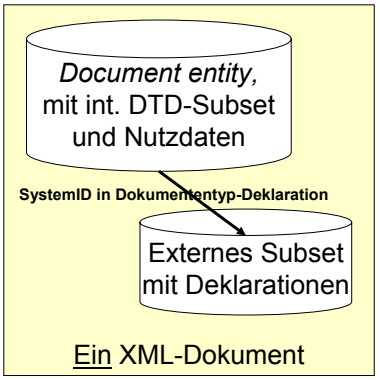
- Dieser Abschnitt führt wesentliche Schema-Konstrukte anhand von Beispielen ein („induktive" Methode).
- Diese werden erst einmal nur vorgestellt (und mündlich diskutiert), nicht systematisch abgeleitet. Der Sinn ist, einen „Vorgeschmack" auf und ersten Eindruck von XML Schema zu erhalten.
- Da wir die Möglichkeiten der DTD kennen, erklären sich die Schema-Bespiele fast von selbst, wenn sie exakt nachbilden, was ein bestimmtes DTD-Konstrukt leistet.
- Weitergehende Möglichkeiten von XML Schema sowie eine - zumindest stellenweise - vollständige, „deduktive" Erschließung ist späteren Abschnitten vorbehalten.

Von DTD zu Schema: Programm

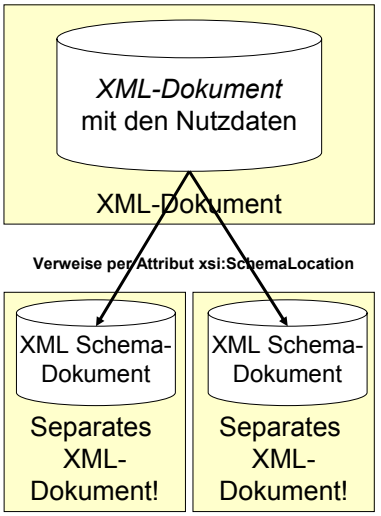
1. Dokumententyp-Deklaration, Verbindung zur XML-Instanz, genereller Aufbau eines Schema-Dokuments
2. Elementtyp-Deklarationen
   - EMPTY (nur Attribute)
   - ANY
   - Children (Sequence, Choice)
   - Mixed
3. Attributlisten-Deklarationen
   - StringType (CDATA)
   - TokenizedType (ID, IDREF, IDREFS, ENTITY ENTITIES, NMTOKEN, NMTOKENS)
   - EnumeratedType (Enumeration, NotationType)
   - Attribut-Defaults (#IMPLIED, #REQUIRED, (#FIXED) default_val.)
4. NOTATION-Deklaration (SYSTEM, PUBLIC)

Von DTD zu Schema

- Arbeiten mit DTD



- Arbeiten mit Schema



Dokumententyp-Deklaration

- Die Dokumententyp-Deklaration entfällt bzw. kann entfallen!
- Statt dessen vergibt man „*hints*" (Hinweise) mittels spezieller globaler Attribute an einen Schema-Validierer:
- Bisher: DTD-Einbindung

```
<!DOCTYPE Dozent SYSTEM "dozent.dtd"[ … ]>
```

- Nun (auch zusätzlich): XML Schema-Einbindung

```
<Dozent
  xmlns="http://fbi.fh-wi.de/~werntges/ns/dozent"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation=
    "http://fbi.fh-wi.de/~werntges/ns/dozent dozent.xsd">
```

  - Man beachte die paarweise Auflistung von Namespace-URI und URL in xsi:schemaLocation.
  - Grundsätzlich lassen sich auch mehrere solche Schema-Paare angeben - alles in *einem* Attributwert!

Aufbau eines Schema-Dokuments

- Schema-Dateien sind eigenständige XML-Dokumente, und zwar Instanzen des Dokumenttyps „schema" aus einem reservierten Namensraum.
- Sie sind KEINE externen *entities* der beschriebenen XML-Dokumentinstanzen!
- XML Schema-Rahmen:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace=
    "http://fbi.fh-wi.de/~werntges/ns/dozent"
  xmlns:target="http://fbi.fh-wi.de/~werntges/ns/dozent"
  elementFormDefault="qualified">
  <!-- <xsd:element>, <xsd:attribute>, <xsd:group> ... -->
</xsd:schema>
```

Erläuterungen

- `<?xml … ?>`
  - Die normale XML-Deklaration (optional)
- `xmlns:xsd = "…"`
  - Eine verbreitete Konvention zur Bezeichnung des Namensraums von XML Schema. Siehe auch vereinfachtes Beispiel weiter unten.
- `targetNamespace = "…"`
  - Der Namensraum, für den das im Folgenden definierte „Vokabular" bestimmt ist, i.d.R. der Ihrer Dokumentinstanz
- `xmlns:target = "…"`
  - Ein lokal definiertes Namensraum-Präfix, das benötigt wird, um in der Schema-Datei auf hier deklarierte Elemente verweisen zu können.
- `elementFormDefault = "qualified"`
  (default wäre "`unqualified`")
  - Bewirkt „normales" Namensraum-Verhalten, verhindert die gemischte Verwendung von Elementen mit und ohne Namensraum

Schema-Dokument mit *default*-Namensraum

- Häufig wird der Namensraum von XML Schema zum *default* in Schemainstanzen erklärt, um so zahlreiche Präfixes zu vermeiden.
- Beispiel:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<schema
  xmlns = "http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace =
   "http://fbi.fh-wi.de/~werntges/ns/dozent"
  xmlns:target =
   "http://fbi.fh-wi.de/~werntges/ns/dozent"
  elementFormDefault="qualified">
  <!-- <element>, <attribute>, <group> ... -->
</schema>
```

  - …

Elementtyp-Deklaration

- #PCDATA
  (nur Freitext, häufiger Spezialfall von Mixed)
  - DTD:

```
<!ELEMENT Vorname #PCDATA>
```

  - XML Schema:

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

  - Bemerkungen:

    Der eingebaute Datentyp „`string`" kommt der Bedeutung von #PCDATA sehr nahe.

    Neu: Datentyp-Konzept !

Elementtyp-Deklaration

- ANY (beliebige Inhalte, eher „pathologisch")
  - DTD:

```
<!ELEMENT Container ANY>
```

  - XML Schema:

```
<xsd:element name="Container">
  <xsd:complexType>
    <xsd:any namespace="##any"
      processContents="lax"
      minOccurs="0"
      maxOccurs="unbounded"/>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

Elementtyp-Deklaration

- EMPTY (nur Attribute)
  - DTD:

```
<!ELEMENT Beschäftigungsverhältnis EMPTY>
<!ATTLIST Beschäftigungsverhältnis Art … >
```

  - XML Schema:

```
<xsd:element name="Beschäftigungsverhältnis">
  <xsd:complexType>
    <xsd:attribute name="Art" type="…"/>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

  - Bemerkungen:

    Kurzschreibweise! Ausgelassen (vor *attribute*) wurde:

```
<xsd:complexContent>
<xsd:restriction base="xsd:anyType">
```

    Siehe auch: *XML Schema Tutorial, „2.5.3 Empty Content“*

Elementtyp-Deklaration

- Children (hier nur direkte Unterelemente)
  - DTD:

```
<!ELEMENT Name (Vorname, Nachname)>
```

  - XML Schema:

```
<xsd:element name="Name">
 <xsd:complexType>
   <xsd:sequence>
     <xsd:element ref="target:Vorname"/>
     <xsd:element ref="target:Nachname"/>
   </xsd:sequence>
 </xsd:complexType>
</xsd:element>
```

  - Bemerkungen:

    Elemente „Vorname“ und „Nachname“ werden separat deklariert.

Elementtyp-Deklaration

- Mixed, Choice
  - DTD:

```
<!ELEMENT abstract (#PCDATA|emph|quot)*>
```

  - XML Schema:

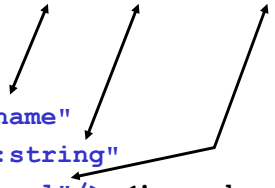
```
<xsd:element name="abstract">
 <xsd:complexType mixed="true">
   <xsd:choice minOccurs="0"
               maxOccurs="unbounded">
     <xsd:element ref="target:emph"/>
     <xsd:element ref="target:quot"/>
   </xsd:choice>
 </xsd:complexType>
</xsd:element>
```


Attributtyp-Deklaration

- StringType
  - DTD:

```
<!ATTLIST elem attname CDATA #IMPLIED>
```

  - XML Schema:



```
<xsd:attribute
      name="attname"
      type="xsd:string"
      use="optional"/> <!-- oder: "required" -->
```

- Bemerkungen:
  - Attribute in XML Schema können ähnlich wie Elemente lokal oder global eigenständig deklariert werden.
  - Ihre Zuordnung zu Elementen erfolgt über den Kontext ihrer Einbindung in einen `complexType`.

Vorgriff: <complexType>

Erweiterung eines einfachen Datentypen um ein Attribut:

```
<xs:element name="width">
  <xs:complexType>
   <xs:simpleContent>
    <xs:extension base="xs:nonNegativeInteger">
     <xs:attribute name="unit" type="xs:NMTOKEN"/>
    </xs:extension>
   </xs:simpleContent>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

Anwendung:

```
<width unit="cm">25</width>
```


Attributtyp-Deklaration

- TokenizedType
  - DTD:

    ```
    <!ATTLIST elem id ID #REQUIRED>
    ```

  - XML Schema:

    ```
    <xsd:attribute
          name="id"
          type="xsd:ID"
          use="required"/>
    ```

- Bemerkungen:
  - In XML Schema sind die aus DTD bekannten einfachen „Token-artigen" Datentypen direkt verfügbar: `ID, IDREF, IDREFS, NMTOKEN, NMTOKENS, ENTITY, ENTITIES.`

Attributtyp-Deklaration

- EnumeratedType (NotationType, Enumeration)
  - DTD:

```
<!ATTLIST Today my-date-fmt NOTATION
      (ISODATE|EUDATE) #REQUIRED>
```

  - XML Schema:

```
<xsd:attribute
      name="my-date-fmt"
      type="target:dateNotation"
      use="required"/>
```

- Bemerkungen:
  - In XML Schema lassen sich eigene Datentypen aus den eingebauten ableiten und dann wie gewohnt verwenden.

Attributtyp-Deklaration

- Ableitung eines eigenen Datentypen, hier: Auswahlliste von NOTATIONs
  - DTD:

```
<!ATTLIST Today my-date-fmt NOTATION
      (ISODATE|EUDATE) #REQUIRED>
```

  - XML Schema:

```
<xsd:simpleType name="dateNotation">
  <xsd:restriction base="xsd:NOTATION">
    <xsd:enumeration value="ISODATE"/>
    <xsd:enumeration value="EUDATE"/>
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```

Attributtyp-Deklaration

- Ableitung eines eigenen Datentypen, hier: Auswahlliste
  - DTD:

```
<!ATTLIST Vorlesung Wochentag
      (Montag|Dienstag|…|Sonntag) #IMPLIED>
```

  - XML Schema:

```
<xsd:simpleType name="WochentagTyp">
  <xsd:restriction base="xsd:string">
    <xsd:enumeration value="Montag"/>
      ...
    <xsd:enumeration value="Sonntag"/>
  </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
```


Attributtyp-Deklaration

- Default-Deklarationen in XML-Schema

a) #REQUIRED, #IMPLIED:

`<xsd:attribute>` kennt das Attribut **`use`**

Zulässige Werte: "`required`", "`optional`", ferner "`prohibited`" (etwa zum gezielten Blockieren / Reservieren)

b) „Echte" Defaultwert-Belegung, optional mit „#FIXED":

`<xsd:attribute>` kennt die Attribute **`default`** und **`fixed`**

Diese werden einfach (alternativ) mit dem gewünschten Defaultwert belegt.

Attributtyp-Deklaration

- Default-Deklarationen in XML-Schema, Beispiel:
  - DTD:

```
<!ATTLIST elem attname1 CDATA "myDefaultValue"
               attname2 CDATA #FIXED "fixedValue">
```

  - XML Schema:

```
<xsd:attribute
      name="attname1"
      type="xsd:string"
      default="myDefaultValue"/>
<xsd:attribute
      name="attname2"
      type="xsd:string"
      fixed="fixedValue"/>
```


Notation-Deklaration

- SYSTEM vs. PUBLIC
  - DTD:

```
<!NOTATION ISODATE SYSTEM
      "http://www.iso.ch/date_specification">
<!NOTATION DOCBOOK PUBLIC
      "-//OASIS//DTD DocBook V3.1//EN"
      "docbook/3.1/docbook.dtd">
```

  - XML Schema:

```
<xsd:notation name="ISODATE"
      system =
        "http://www.iso.ch/date_specification"/>
<xsd:notation name="DOCBOOK"
      system="docbook/3.1/docbook.dtd"
      public="-//OASIS//DTD DocBook V3.1//EN"/>
```

Zusammenfassung: Bisher kennengelernt

- Elemente von XML-Schema, bisher:
  - element
  - attribute
  - notation
  - simpleType, complexType
  - any, complexContent
  - restriction
  - enumeration, sequence, choice

Datentypen in XML Schema

Vordefinierte Datentypen

„DT4DTD“

Ableitung eigener Datentypen

Datentypen-Anatomie

- Datentypen lassen sich gut mit mengentheoretischen Begriffen beschreiben:
  - Formal ist jeder Datentyp ein Triplett (3-Tupel)

    (Wertemenge, lexikalische Menge, Facettenmenge)

- **Wertemenge W**
  - Die i.a. diskrete Menge der (abstrakten) Werte, die der Datentyp annehmen kann.
  - Definierbarkeit von W
    - axiomatisch
    - durch explizite Aufzählung ihrer Elemente
    - durch Ableitung (Untermenge, Mengendifferenz) von einer gegebenen anderen Wertemenge
    - durch Kombinationen mehrerer gegebener Wertemengen (Bildung der Vereinigungsmenge sowie von Listen aus Elementen anderer Mengen)

Datentypen-Anatomie

- **Lexikalische Menge L**
  - Die Menge der Symbole, aus denen die Wertemenge abgeleitet wird.
  - Jedem Element der Wertemenge entspricht mindestens ein Element der lexikalischen Menge.
  - Beispiel:

    100, 100.00, 1e2 sind drei Elemente der lexikalischen Menge des Datentyps „float“ und meinen dasselbe Wertemengenelement 100.
  - „Kanonische Darstellung“:

    Eine Untermenge von L, bijektiv zu W

    Für jeden Datentypen benötigt man angepasste Regeln zur Festlegung der Kanonischen Darstellung. Einzelheiten s. *XML Schema: Datatypes*.

Datentypen-Anatomie

- **Facettenmenge**
  - Die Facettenmenge eines Datentypen besteht aus fundamentalen und (optionalen) einschränkenden Facetten.
  - **Fundamentale Facette**:

    Eine abstrakte Eigenschaft zur semantischen Charakterisierung der Elemente der Wertemenge W. Es gibt folgende 5 Arten:

equal	Sei a und b aus W. Dann ist a=b, a!=b immer ermittelbar
ordered	Sei a und b aus W. Dann ist a < b immer ermittelbar, etc.
bounded	Es lassen sich obere/untere Grenzen von W benennen
cardinality	W ist „endlich“ oder „abzählbar unendlich“
numeric	W besteht aus numerischen Werten

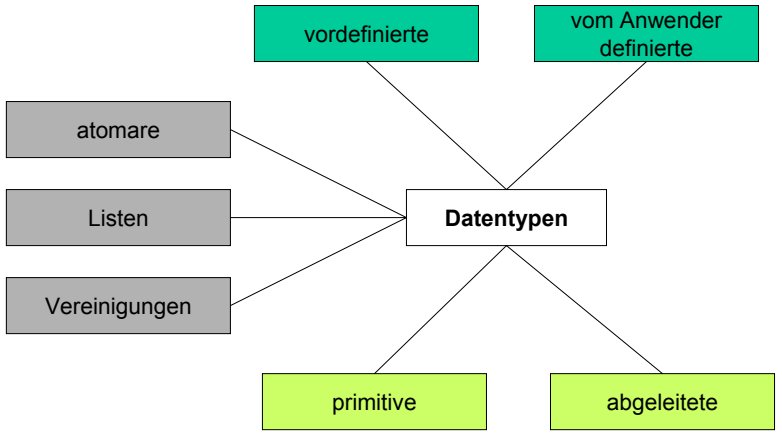
    Details: Tabelle in C.1 von *XML Schema: Datatypes* ordnet jedem vordefinierten Datentypen die Werte dieser Facetten zu.
  - **Einschränkende Facette**:

    Eine optionale Einschränkung der zulässigen Wertemenge

    W3C XML Schema kennt **12** einschränkende Facetten.

    Beispiel: „Erste Ziffer muss ‚1‘ sein“

Datentypen: 3 Arten der Unterscheidung



Vordefinierte Datentypen

- W3C XML Schema besitzt zahlreiche vordefinierte Datentypen. Sie gliedern sich in primitive und abgeleitete Datentypen.
- Datentypen im hier vorgestellten Sinn beruhen auf Konzepten aus ISO 11404 (sprachunabhängige Datentypen), auf SQL-Datentypen, und auf Datentypen gängiger Programmiersprachen wie Java - und natürlich auf Attributtypen von SGML/XML.
- Die primitiven Datentypen bilden die Grundlage aller abgeleiteten Datentypen - auch der eigenen.
- Anwendern ist es nicht möglich, die Menge der primitiven Datentypen zu vergrößern. Selbst definierte Datentypen sind stets abgeleitete.

Vordefinierte Datentypen

- Primitive Datentypen
  - Gewöhnliche Datentypen zur Programmierung

string	entspricht CDATA
boolean	`true, false, 1, 0`
decimal	Dezimalzahlen beliebiger Genauigkeit min. 18 Stellen vor dem Dezimalzeichen (.) optional führendes Vorzeichen (+,-)
float	*single precision* 32-bit, incl. der speziellen Werte 0, -0, INF, -INF, NaN `-1E4, 1267.43233E12, 12.78e-2, 12, INF`
double	*double precision* 64-bit, analog *float*

Vordefinierte Datentypen

- Primitive Datentypen (Forts.)
  - XML-Datentypen

    anyURI — Zur Spezifikation von URIs, incl. *fragment identifiers* und XPointer-Ausdrücken

    QName — *Namespace-qualified name.* Basiert auf „Name“ aus XML 1.0 und „*QName*“ aus XML Namespaces.

    NOTATION — Analog zum gleichnamigen Attributtypen in XML DTDs.
  - Binäre Datentypen

    hexBinary — Ziffern aus [0-9a-fA-F]. 1 byte = 2 hex-Ziffern „0FB7“ = 4023 dec.

    base64Binary — 3-nach-4 Codierung gemäß RFC 2045 Kap. 6.8 (MIME part 1). Zeichen aus [A-Za-z0-9+/] und = Bsp.: „000102“ (hex) = „AAEC“ (base64)

Vordefinierte Datentypen

- Primitive Datentypen (Forts.)
  - Zeitdauern — (Basierend auf ISO 8601+Abweichungen)

    duration — Beginnt immer mit „P“, gefolgt von einer Liste von Paaren aus Werten und *designators:*

    P*n*Y*n*M*n*DT*n*H*n*M*n*S

    P-Teil: Y=*years*, M=*months*, D=*days*;
    T-Teil: H=*hours*, M=*minutes*, S=*seconds*

Weitere Regeln und Beispiele zu *duration*:

n = *integer*, außer bei S (dort *decimal* erlaubt)

Teile mit n=0 können entfallen

Der ganze T-Teil kann ggf. entfallen, aber nicht „P“

`P1Y3M15DT2H50M3S`	1 Jahr 3 Monate 15 Tage 2 Std … 3 Sek.
`-P120D`	-120 Tage (man beachte das Vorzeichen)
`PT2H59M5.6S`	eine gute Marathon-Zeit ...

Vordefinierte Datentypen

- Primitive Datentypen (Forts.)
  - Zeitpunkte (auch basierend auf ISO 8601+Abweichungen)

    date — Im Format CCYY-MM-DD. Beispiele:
    2005-11-30 30.11.2005
    -0133-06-01 1.6.133 v. Chr.

    time — Im Format hh:mm:ss (Sekunden auch *decimal)*
    14:12:34.843 selbsterklärend

    Besonderheiten

    Alle Ziffern (auch führende, auch Sekunden) müssen befüllt werden, ggf. mit „0“ - auch wenn sie nicht signifikant sind.

    Zeitzonenangaben - per Postfix wie folgt:

    15:20:00Z 15 Uhr 20 UTC / GMT
    15:20:00+01:00 15 Uhr 20 in unserer Zeitzone
    15:20:00+03:30 15 Uhr 20 Teheran-Zeit

Vordefinierte Datentypen

- Primitive Datentypen (Forts.)
  - Zeitpunkte (Forts.)

    dateTime — Kombination aus date und time, separiert durch „T“. Beispiele:
    `2005-11-30T13:45:23`
    `2005-11-30T13:45:23-05:00`

  - Regelmäßig wiederkehrende Zeitpunkte

    gDay — Tag im Monat, Format: `---DD`
    `---08` Jeder 8. Tag eines Monats

    gMonth Monat im Jahr, Format: `--MM`
    `--06` Juni

    gMonthDay — Kombination, Format: `--MM-DD`
    `--12-24` Heiligabend

Vordefinierte Datentypen

- Primitive Datentypen (Forts.)
  - Weitere, nun aber bestimmte Zeitpunkte

gYear	Ein bestimmtes Jahr, Format: `CCYY`	
	`2005`	Aktuelles Jahr
	`-0333`	Jahr der Schlacht bei Issos
gYearMonth	Monat im Jahr, Format: `CCYY-MM`	
	`2005-11`	November des aktuellen Jahres

  - Abweichungen von ISO 8601
    - Minuszeichen erlaubt unmittelbar vor Werten von:
      - duration, dateTime, date, gMonth, gYear
    - Kein Jahr Null
      - Der Jahreswert „0000“ ist nicht zulässig
    - Jenseits von Jahr 9999
      - dateTime, date, gYearMonth, und gYear akzeptieren auch mehr als 4-stellige Jahreswerte, gemäß ISO 8601 *Draft Revision*.

Vordefinierte Datentypen

- Abgeleitete Datentypen
  - Eingeschränkte numerische Datentypen

integer	decimal ohne Bruch-Anteil
positiveInteger	integer > 0
negativeInteger	integer < 0
nonPositiveInteger	integer <= 0
nonNegativeInteger	integer >= 0

  - Computer-Wortlängen

byte, unsignedByte	8-bit, -128 … 127 bzw. 0 … 255
short, unsignedShort	16-bit, -32768 … 32767 bzw. 0 … 65535
int, unsignedInt	32-bit, analog (s. XML Schema-2 3.3)
long, unsignedLong	64-bit, analog

Vordefinierte Datentypen

- Abgeleitete Datentypen (Forts.)
  - Abgeleitete XML-Attributtypen

    ID — Analog XML 1.0 Attributtyp ID, entsprechend:

    IDREF, IDREFS

    ENTITY, ENTITIES

    NMTOKEN, NMTOKENS
  - Andere XML-Konstrukte

    Name — Gemäß XML 1.0 „*Name*“-Regel

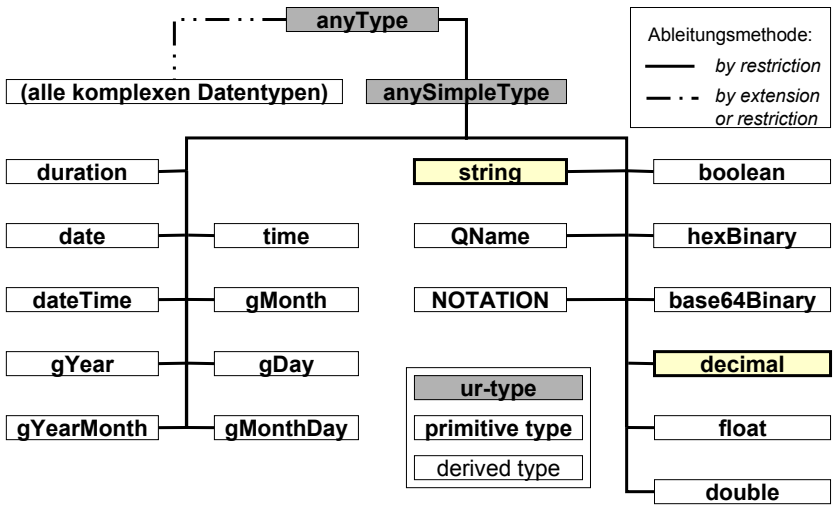
    language — Gleiche Werte wie XML 1.0-Attribut `xml:lang`

    NCName — „*No colon name*“ - Gegenstück zu `QName`

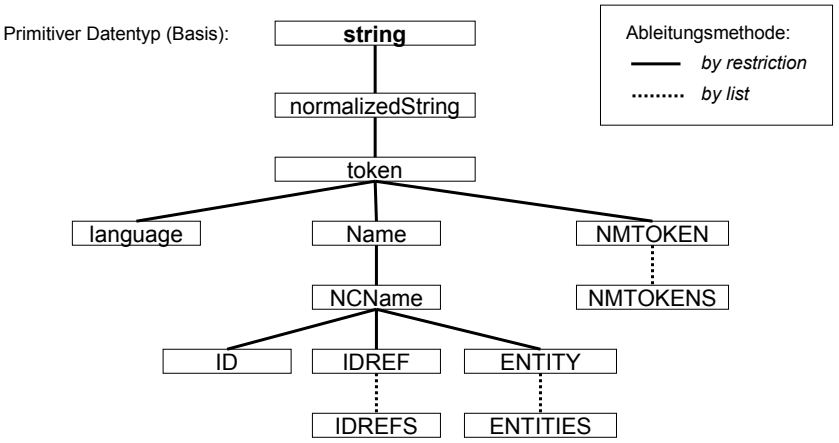
    normalizedString — weist den XML-Prozessor an, den Stringinhalt zu normieren, analog zur Normierung von CDATA-Attributwerten (*white space* zu *space*)

    token — strengere Normierung, analog zu NMTOKEN

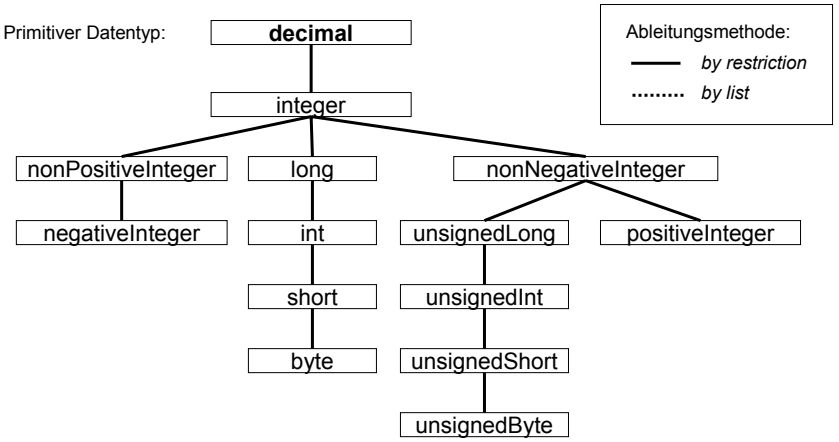
Abstammung der primitiven Datentypen



Vordefinierte Datentypen



Vordefinierte Datentypen



Nutzung vordefinierter Datentypen

Vordefinierte Datentypen

- Benutzung der vordefinierten Datentypen
  - Es ist möglich, auch ohne Verweis auf ein XML Schema die in W3C XML Schema vordefinierten Datentypen zu referenzieren.
  - Dazu verwende man das globale Attribut **`type`** aus dem Schemainstanz-Namensraum

    `http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance`

    sowie folgenden Namensraum für die Datentypen:

    `http://www.w3.org/2001/XMLSchema-datatypes`

Vordefinierte Datentypen

- Benutzung, Beispiel:
  - Datentypen-Information direkt aus dem Instanzdokument an die Anwendung, ohne Schema-Validierung:

```
<doc xmlns:xsi=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
     xmlns:xsd=
    "http://www.w3.org/2001/XMLSchema-datatypes">
  <mynum xsi:type="xsd:decimal">409</mynum>
  <mystr xsi:type="xsd:string">
    This is my string</mystr>
</doc>
```

  - Etwa beim Aufbau dynamischer Datenstrukturen auch ohne Schema, bei Verwendung der Datentypen durch andere Schemasprachen, etc.

Konvention: *Datatypes for DTD*

Datatypes for DTD (DT4DTD)

- Ziel: Nutzung von XML Schema-Datentypen in DTDs
- Problem: DTDs sind älter als XML Schema und nicht änderbar.
- Lösungsansatz:
  - Per Konvention
  - Vergabe spezieller (globaler) Attributnamen
    - **e-dtype** Element-Datentyp (falls Inhalt nicht gleich „string“)
    - **a-dtype** Attribut-Datentyp, listenwertig
  - Ohne Namespace-Präfix (wird implizit unterstellt)
  - Per NOTATION erweiterbar auf selbst definierte Datentypen
  - Beispiel: Siehe nächste Seite
- Bemerkungen:
  - Keine offizielle W3C-Empfehlung, aber eine „*Note*“, siehe http://www.w3.org/TR/dt4dtd (bzw. die lokale Kopie).
  - Unterstützt z.B. von *Java Arch. for XML Binding* (JAXB)

Datatypes for DTD (DT4DTD)

- Beispiel (aus *„Ch. Goldfarb‘s XML Handbook“*)

```
<!NOTATION pubYear SYSTEM "datatypeDefs.xml#pubYear">
<!ATTLIST  poem
           a-dtype       CDATA #FIXED
                         "pubyear pubYear
                         linecount nonNegativeInteger"
           pubyear       CDATA #IMPLIED
           linecount     CDATA #IMPLIED >
```

  - e-dtype wird hier nicht verwendet
  - Dem Attribut „a-dtype“ wird #FIXED (!) ein String zugewiesen.
  - Dieser String besteht aus einer Liste von Paaren

    Jedes Paar besteht aus einem Attributnamen des vorliegenden Elements und aus dessen zugewiesenen Datentyp.
  - Der Datentyp „nonNegativeInteger“ verweist auf XML Schema
  - Der benutzerdefinierte Typ „pubYear“ verwendet eine Hilfskonstruktion, auf die eine Anwendung reagieren könnte.

Ableitung eigener Datentypen

Ableitung eigener Datentypen

- Wirklich leistungsfähig werden die Datentypen von XML Schema erst durch die Möglichkeit, eigene Datentypen abzuleiten.
- Zusammengesetzte (komplexe) Datentypen, insb. benötigt zur Deklaration von Elementen, sind Gegenstand eines späteren Abschnitts.
- Zur Ableitung von einfachen Datentypen (wie sie auch Attribute annehmen können), stellt W3C XML Schema das Element „**`simpleType`**“ zur Verfügung.
- Es nimmt Bezug auf einen Basistyp - vordefiniert oder benutzerdefiniert - und wendet eine von drei Ableitungsmethoden an.

Ableitung eigener Datentypen

- Die drei Methoden der Ableitung
  - ***by list***

    Ein Element des Listentyps ist eine Folge (*sequence*) von Elementen der zugrundeliegenden Wertemenge des *itemType.*
  - ***by union***

    Vereinigungsmenge (von W und L) bilden
  - ***by restriction***

    Die 12 Facetten (in 6 Kategorien) der Einschränkung:

Länge:	***length, minLength, maxLength***
Muster:	***pattern***
Aufzählung:	***enumeration***
Whitespace:	***whitespace***
Intervall (*range*):	***minInclusive, minExclusive, maxExclusive, maxInclusive***
Dezimalstellen:	***totalDigits, fractionDigits***

Ableitung *by list*

- Beispiel:
  - Eine Liste von Größenangaben mit dem Basistyp `decimal`

```
<simpleType name='sizes'>
      <list itemType='decimal'/>
</simpleType>
```

  - Anwendung dann:

```
<cerealSizes xsi:type='sizes'> 8 10.5 12
</cerealSizes>
```

- Neu im Beispiel:
  - `<list>` mit Attribut „`itemType`“
- Vorsicht:
  - Listenelemente werden mit *whitespace* separiert. Enthält der `itemType` *whitespace* als zulässige Zeichen, lässt sich die Liste nicht immer in ihre korrekten Bestandteile zerlegen!

Ableitung *by union*

- Beispiel:
  - Die Menge Z^+ (alle ganzen Zahlen außer Null)

```
<simpleType name='z-plus'>
 <union>
    <simpleType>
          <restriction base="positiveInteger"/>
    </simpleType>
    <simpleType>
          <restriction base="negativeInteger"/>
    </simpleType>
  </union>
</simpleType>
```

- Neu im Beispiel:
  - `<union>` unterhalb vom zu definierenden simpleType

Ableitung *by restriction*

- Ableiten durch Einschränkung erfolgt durch Einwirkung der erwähnten einschränkenden Facetten auf einen Basisdatentyp.
- Man kann von vordefinierten und auch eigenen Datentypen ableiten, zunächst natürlich nur von den vordefinierten.
- Nicht jede Facette ist auf jeden vordefinierten Datentypen anwendbar.
  - Meist ergibt sich dies schon aus dem Kontext.
  - Einzelheiten: Siehe Tabelle in
    Kap. 4.1.5 von W3C XML Schema: Datatypes

Ableitung *by restriction*

- Typische Konstruktion beim Ableiten:

```
<simpleType name='myRestrictedType'>
   <restriction base='baseType'>
        facet 1 ...
        ...
        facet n ...
   </restriction>
</simpleType>
```

- Neu im Beispiel:
  - `<restriction>` mit Attribut „`base`“
  - Diverse Facetten-Elemente

Ableitung *by restriction*

`<length>, <minLength>, <maxLength>`

- Alle Listentypen: Länge der Liste (Zahl der Einträge)
- `string` und abgeleitete: Anzahl Zeichen (nicht: Bytes!)
- `hexBinary`, `base64Binary`: Anzahl Oktetts der Binärdarstellung

```
<simpleType name='dreiBytes'>
  <restriction base='hexBinary'>
       <length value='3'/>
  </restriction>
</simpleType>
<simpleType name='KfzKzStadt'>
  <restriction base='token'>
       <minLength value='1'/>
       <maxLength value='3'/>
  </restriction>
</simpleType>
```

Ableitung *by restriction*

<totalDigits>, <fractionDigits>

- `decimal` und abgeleitete: Gesamtzahl Stellen und Anzahl Nachkommastellen

```
<simpleType name='geldBetrag'>
  <restriction base='decimal'>
      <totalDigits value='8'/>
      <fractionDigits value='2' fixed='true'/>
  </restriction>
</simpleType>
```

Zulässige Werte sind dann etwa:

```
-123456.78, 2.70, +1.00
```

Unzulässig (warum?):

```
1234567.89, 2.7, 25
```


Ableitung *by restriction*

<minInclusive>, <maxInclusive>, <minExclusive>, <maxExclusive>

- Alle Datentypen mit „geordneten“ Wertemengen (d.h. es gibt eine Ordnungsrelation „>“ auf W), insb. die numerischen Datentypen, Zeiten und Intervalle - aber nicht Stringtypen oder Listen.

```
<simpleType name='AlterEinerMinderjährigenPerson'>
  <restriction base='nonNegativeInteger'>
      <maxExclusive value='18'/>      <!--  x < 18   -->
  </restriction>
</simpleType>
<simpleType name='wasserTempFluessig'>
  <restriction base='decimal'>
      <minInclusive value='0'/>       <!-- t >= 0   -->
      <maxInclusive value='100'/>     <!-- t <= 100 -->
  </restriction>
</simpleType>
```

Ableitung *by restriction*

<enumeration>

- Reduzierung der Wertemenge des Basistyps auf die explizit gelisteten Werte-Elemente. Praktisch immer möglich außer bei `boolean`.

```
<simpleType name='unbeweglicheFeiertage'>
  <restriction base='gMonthDay'>
      <enumeration value='--01-01'/>
      <enumeration value='--05-01'/>
      <enumeration value='--10-03'/>
      <enumeration value='--12-24'>
        <annotation><documentation>
            Halber Tag!</documentation></annotation>
      </enumeration>
      <enumeration value='--12-25'/>
      <enumeration value='--12-26'/>
      <enumeration value='--12-31'> … </enumeration>
  </restriction>
</simpleType>
```


Ableitung *by restriction*

<whiteSpace>

- Eigentlich keine Facette zur Einengung der Wertemenge, sondern eine einengende Anweisung an den XML-Prozessor
- Nur drei gültige Werte:
  - **preserve**: *whitespace* wird nicht verändert
  - **replace**: *whitespace* wird zu *Space*, wie bei CDATA-Attributen
  - **collapse**: *whitespace*-Normierung wie bei NMTOKEN-Attributen
- Die meisten vordefinierten Datentypen verwenden *collapse*, außer *string* und einige davon abgeleitete.

```
<simpleType name='eineZeileText'>
  <restriction base='string'>
     <whiteSpace value='replace'/>
     <maxLength  value='135'/>
  </restriction>
</simpleType>
```

Ableitung *by restriction*

<pattern>

- Sehr flexible und mächtige Ableitungsmethode, basierend auf „regulären Ausdrücken“. Mit allen einfachen Datentypen verwendbar.

```
<simpleType name='Bankleitzahl'>
 <restriction base='nonNegativeInteger'>
  <pattern value='\d{8}'/>
</restriction>
</simpleType>

<simpleType name='KFZ-Kennzeichen'>
 <restriction base='token'>
  <pattern
    value='[A-ZÄÖÜ]{1,3}-[A-ZÄÖÜ]{1,2} [1-9]\d{0,3}'/>
  <maxLength value='10'/>
 </restriction>
</simpleType>
```


Ableitung *by restriction*

- Reguläre Ausdrücke:
  - Ähnlich zu - aber nicht gleich - den regulären Ausdrücken aus den Scriptsprachen **Perl** oder **Ruby**.
  - Vollständig definiert in XML Schema Teil 2 (*Datatypes*).
  - Eine Sammlung verschiedener Beispiele für reguläre Ausdrücke findet man in XML Schema Teil 0 (*Tutorial*), Tabelle D1.
  - Reguläre Ausdrücke sind nicht Gegenstand dieser Vorlesung, sondern werden vorausgesetzt.
  - Hier werden nur Ergänzungen zu Perl & Ruby aufgeführt.
- Empfehlungen:
  - Prüfen Sie Ihre Kenntnisse zu Regulären Ausdrücken mittels der o.g. Tabelle D1.
  - Holen Sie Lücken in Ihrem Repertoire nach, z.B. durch Lesen der Spezifikationen in Teil 2 von XML Schema.

Ableitung *by restriction*

- Reguläre Ausdrücke und Unicode:
  - Die bisher eingebauten Kurzschreibweisen für bestimmte Zeichenmengen wie \d für Ziffer, \s für *whitespace* etc. benötigen für Unicode einige Erweiterungen:
  - Kategorienbildung:

L	*Letters*
M	*Marks*
N	*Numbers*
P	*Punctuation*
S	*Separators*
O	*Other*

  - Eigenschaften, spezifisch für jede Zeichenkategorie, z.B.:

u	*uppercase* (bei L)
s	*space* (bei S)

  - Definition von Codeblöcken, angesprochen über Namen, z.B.: **`BasicLatin, Latin-1Supplement, Greek`**

Ableitung *by restriction*

- Reguläre Ausdrücke und Unicode:
  - Mit **\p{}** lassen sich nun verschiedenste Teilmengen von Unicode selektieren. Beispiele:

`\p{Lu}`	Ein beliebiger Großbuchstabe
`\p{Sc}`	Ein beliebiges Währungscodezeichen, etwa ‚€‘
`\p{IsGreek}`	Ein Zeichen aus dem Codeblock „Greek“
`\P{IsGreek}`	Kein Zeichen aus dem Codeblock „Greek“

  - Weitere spezielle Zeichensequenzen:

`\s, \S`	[#x20,\t,\n,\r], [^\s]	
`\i, \I`	`Letter` | ‘_‘ | ‘:‘ , [^\i]	(*initial name letter*)
`\c, \C`	`NameChar` , [^\c]	(vgl. XML 1.0)
`\d, \D`	\p{Nd}, [^\d]	(Dezimalziffern)
`\w, \W`	alle außer [\p{P}, \p{Z}, \p{C},], [^\w] (also keine Interpunktionszeichen, Separatoren, oder aus der Kategorie „Andere“)	

Ableitung *by restriction*

- Unterschiede zu Regulären Ausdrücken in Skriptsprachen:
  - Keine Begrenzer für Zeilen, Strings, Wörter
    `^, $, \A, \Z, \z, \b, \B`
  - Keine Unterscheidung zwischen „gierigen“ und „nicht-gierigen“ Wiederholzeichen (*quantifiers*)
    `.* existiert, .*? nicht`
    `.+ existiert, .+? nicht`
    `.{n,} existiert, .{n,}? nicht`
  - Keine „extended regex.“ (POSIX 1003.2)
    `(?....)`

Mehr zu XML Schema

Aufbau komplexer Elemente

Mehr zu ausgewählten Elementen von XML Schema

XML Schema: Strukturen

Ein XML Schema besteht aus:

- 13 verschiedenen Schema-Komponenten
- gebildet aus 3 Komponentengruppen.

- 4 Primäre Komponenten
  - einfache und komplexe Typendef.: <simpleType>, <complexType>
  - Attribut- und Elementdeklarationen: <attribute>, <element>
  - Bem.: teils mit Namen, teils „anonym“
- 4 Sekundäre Komponenten
  - Attribut- und Modellgruppen-Def.: <attributeGroup>,<group>
  - *notation*-Deklarationen, *identity-constraint definitions* (übersetzen!)
  - Bem.: stets mit Namen versehen
- 5 Helfer-Komponenten
  - Anmerkungen, Modellgruppen, Partikel, *wildcards*, Attribut-Verwendungen / kontextabhängig.

Die XML-Darstellung der 13 Schemakomponenten

Kurzbeschreibung ihrer Attribute und Inhalte
Details in *XML Schema: Structures* Kap. 3,
Erläuterungen mündlich in der Vorlesung!

<schema>

```
<schema
   attributeFormDefault = (qualified | unqualified) : unqualified
   blockDefault = (#all | List of (extension | restriction |
                                   substitution)) : ''
   elementFormDefault = (qualified | unqualified) : unqualified
   finalDefault = (#all | List of (extension | restriction)) : ''
   id = ID
   targetNamespace = anyURI
   version = token
   xml:lang = language
   {any attributes with non-schema namespace . . .}>

   Content:
   ((include | import | redefine | annotation)*,
    (((simpleType | complexType | group | attributeGroup) |
      element | attribute | notation), annotation*)*)

   </schema>
```


<simpleType>

```
<simpleType
   final = (#all | (list | union | restriction))
   id = ID
   name = NCName
   {any attributes with non-schema namespace . . .}>
   Content: (annotation?, (restriction | list | union))
   </simpleType>


<restriction
   base = QName
   id = ID
   {any attributes with non-schema namespace . . .}>
   Content: (annotation?, (simpleType?, (minExclusive |
   minInclusive | maxExclusive | maxInclusive |
   totalDigits | fractionDigits | length | minLength |
   maxLength | enumeration | whiteSpace | pattern)*))
   </restriction>
```

<simpleType>

```
<list
   id = ID
   itemType = QName
   {any attributes with non-schema namespace . . .}>
   Content: (annotation?, (simpleType?))
   </list>


<union
   id = ID
   memberTypes = List of QName
   {any attributes with non-schema namespace . . .}>
   Content: (annotation?, (simpleType*))
   </union>
```


<simpleType>

Beispiel (mit Ableitungstyp „restriction“):

```
<xs:simpleType name="celsiusWaterTemp">
  <xs:restriction base="xs:number">
     <xs:fractionDigits value="2"/>
     <xs:minExclusive value="0.00"/>
     <xs:maxExclusive value="100.00"/>
 </xs:restriction>
</xs:simpleType>
```

<complexType>

```
<complexType
   abstract = boolean : false
   block = (#all | List of (extension | restriction))
   final = (#all | List of (extension | restriction))
   id = ID
   mixed = boolean : false
   name = NCName
   {any attributes with non-schema namespace . . .}>

   Content:
   (annotation?,
    (simpleContent | complexContent |
     ((group | all | choice | sequence)?,
      ((attribute | attributeGroup)*, anyAttribute?))))
   </complexType>
```


<complexType>

Standardbeispiel in Kurzschreibweise:

```
<xs:complexType name="PurchaseOrderType">
  <xs:sequence>
   <xs:element name="shipTo" type="USAddress"/>
   <xs:element name="billTo" type="USAddress"/>
   <xs:element ref="comment" minOccurs="0"/>
   <xs:element name="items"  type="Items"/>
  </xs:sequence>
  <xs:attribute name="orderDate"
                type="xs:date"/>
</xs:complexType>
```

<complexType>

Explizite Datentyp-Ableitung:

```
<xs:complexType name="length2">
  <xs:complexContent>
   <xs:restriction base="xs:anyType">
    <xs:sequence>
      <xs:element name="size"
            type="xs:nonNegativeInteger"/>
      <xs:element name="unit" type="xs:NMTOKEN"/>
    </xs:sequence>
   </xs:restriction>
  </xs:complexContent>

</xs:complexType>

<xs:element name="depth" type="length2"/>


<depth> <size>25</size><unit>cm</unit> </depth>
```


<complexType>

Erweiterung eines einfachen Datentyps um ein Attribut:

```
<xs:complexType name="length1">
  <xs:simpleContent>
   <xs:extension base="xs:nonNegativeInteger">
    <xs:attribute name="unit" type="xs:NMTOKEN"/>
   </xs:extension>
  </xs:simpleContent>

</xs:complexType>

<xs:element name="width" type="length1"/>


<width unit="cm">25</width>
```

<element>

```
<element
   abstract = boolean : false
   block = (#all | List of (extension | restriction | substitution))
   default = string
   final = (#all | List of (extension | restriction))
   fixed = string
   form = (qualified | unqualified)
   id = ID
   maxOccurs = (nonNegativeInteger | unbounded) : 1
   minOccurs = nonNegativeInteger : 1
   name = NCName
   nillable = boolean : false
   ref = QName
   substitutionGroup = QName
   type = QName
   {any attributes with non-schema namespace . . .}>
   Content:
   (annotation?,
    ((simpleType | complexType)?, (unique | key | keyref)*))
   </element>
```


<element>

Beispiel:

```
<xs:element name="PurchaseOrder"
  type="PurchaseOrderType"/>

<xs:element name="gift">
 <xs:complexType>
  <xs:sequence>
   <xs:element name="birthday" type="xs:date"/>
   <xs:element ref="PurchaseOrder"/>
  </xs:sequence>
 </xs:complexType>
</xs:element>
```

<element>

- Einige Anmerkungen
  - Attribute „abstract“, „substitutionGroup“:

    XML Schema ermöglicht die Bildung abstrakter (virtueller, nicht instanziierbarer) Elementtypen.

    Diese fungieren als Kopf einer *substitution group* aus abgeleiteten, im Detail unterschiedlichen Elementtypen.

    Spezifiert man den abstrakten Elementtyp z.B. in einer <sequence> eines neuen Elementtyps, so kann anstelle des abstrakten Elementtyps ein beliebiges konkretes Mitglied der *substituton group* erscheinen.
  - Attribute „block“, „final“

    Modifiziert *substitutions* - hier nicht weiter besprochen.
  - Attribut „nillable“

    Erlaubt/untersagt die Verwendung des globalen Attributs xsi:nil

<group>

```
<group
  name = NCName
  Content: (annotation?,
           (all | choice | sequence))
</group>
```

<group>

Beispiel:

```
<xs:group name="myModelGroup">
 <xs:sequence>
  <xs:element ref="someThing"/>
  . . .
 </xs:sequence>
</xs:group>

<xs:complexType name="trivial">
 <xs:group ref="myModelGroup"/>
 <xs:attribute .../>
</xs:complexType>
```


<group>

Beispiel (Forts.):

```
<xs:complexType name="moreSo">
 <xs:choice>
  <xs:element ref="anotherThing"/>
  <xs:group ref="myModelGroup"/>
 </xs:choice>
 <xs:attribute .../>
</xs:complexType>
```

<attribute>

```
<attribute
  default = string
  fixed = string
  form = (qualified | unqualified)
  id = ID
  name = NCName
  ref = QName
  type = QName
  use = (optional | prohibited | required) : optional
  {any attributes with non-schema namespace ...}>
  Content: (annotation?, (simpleType?))
  </attribute>
```

Beispiel:

```
<xs:attribute name="age"
  type="xs:positiveInteger" use="required"/>
```


<attribute>

- Bereits besprochen / in Beispielen erläutert:
  - `name, type, use, default, fixed`
- Weitere Attribute:
  - `form` Vgl. Attribut „elementFormDefault“ des Elements „schema“ - hier nicht besprochen
  - `id` stets möglich, erleichtert z.B. Suchen
  - `ref` bei Ableitungen, ersetzt dann `name, form, type, <simpleType>`
- Content
  - `annotation` stets möglich
  - `simpleType` zur Definition eines anonymen Datentyps mit nur lokaler Reichweite, z.B. als Ersatz für die Verwendung von Attribut `type`)

<attributeGroup>

```
<attributeGroup
  id = ID
  name = NCName
  ref = QName
  {any attributes with non-schema namespace ...}>
  Content:
  (annotation?,
   ((attribute | attributeGroup)*,
     anyAttribute?))
</attributeGroup>
```


<attributeGroup>

Beispiel:

```
<xs:attributeGroup name="myAttrGroup">
    <xs:attribute .../>
    ...
</xs:attributeGroup>

<xs:complexType name="myelement">
    ...
   <xs:attributeGroup ref="myAttrGroup"/>
</xs:complexType>
```

<all>, <choice>, <sequence>

```
<all
  id = ID
  maxOccurs = 1 : 1
  minOccurs = (0 | 1) : 1
  {any attributes with non-schema namespace . . .}>
  Content: (annotation?, element*)
  </all>
<choice
  id = ID
  maxOccurs = (nonNegativeInteger | unbounded) : 1
  minOccurs = nonNegativeInteger : 1
  {any attributes with non-schema namespace . . .}>
  Content: (annotation?,
  (element | group | choice | sequence | any)*)
  </choice>
```


<all>, <choice>, <sequence>

```
<sequence
  id = ID
  maxOccurs = (nonNegativeInteger | unbounded) : 1
  minOccurs = nonNegativeInteger : 1
  {any attributes with non-schema namespace . . .}>
  Content:
  (annotation?,
   (element | group | choice |
     sequence | any)*)
  </sequence>
```

<all>: Alle gelisteten Elemente müssen in der Instanz enthalten sein, aber die Reihenfolge spielt keine Rolle.

<all>, <choice>, <sequence>

Beispiel:

```
<xs:all>
 <xs:element ref="cats"/>
 <xs:element ref="dogs"/>
</xs:all>

<xs:sequence>
 <xs:choice>
  <xs:element ref="left"/>
  <xs:element ref="right"/>
 </xs:choice>
 <xs:element ref="landmark"/>
</xs:sequence>
```


<any>

```
<any
   id = ID
   maxOccurs = (nonNegativeInteger | unbounded) : 1
   minOccurs = nonNegativeInteger : 1
   namespace = ((##any | ##other) | List of (anyURI |
               (##targetNamespace | ##local)) ) : ##any
   processContents = (lax | skip | strict) : strict
   {any attributes with non-schema namespace . . .}>

   Content: (annotation?)

   </any>
```

- Verwendbar nur innerhalb eines *content models*
- Gestattet es, *beliebige* Elemente z.B. aus einem fremden Namensraum im gegebenen Element zuzulassen. Daher auch „*element wildcard*“.

<notation>

```
<notation
   id = ID
   name = NCName
   public = Token
   system = anyURI
   {any attributes with non-schema namespace . . .}>
   Content: (annotation?)
   </notation>
```

Beispiel:

```
<xs:notation name="jpeg" public="image/jpeg"
   system="viewer.exe" />
```

- Verwendung z.B. so:

```
<xs:simpleType> <xs:restriction base="xs:NOTATION">
   <xs:enumeration value="jpeg"/> ...
```