Freie Universität Berlin

DTDs und XML-Schema

Markus Luczak-Rösch
Freie Universität Berlin
Institut für Informatik
Netzbasierte Informationssysteme
markus.luczak-roesch@fu-berlin.de

Organisation

- Heute verbindliche Anmeldung mit Unterschrift
- Arbeitsberichte der Projektarbeit bilden Grundlage für Bewertung
  - Gesamtnote: 70% Klausur, 30% Projektarbeit
- Heute keine Sprechstunde

Zu Ihren Fragen in Kürze

- Whitespace
  - insignificant white-space vs. significant white-space

zwischen Elementen

Mixed Content oder PCDATA

  - Generell: Whitespace berücksichtigen für den Fall, dass ohne DTD oder Schema geparst wird

<xs:complexType name="someType" mixed="true">

Default ist „false“

Heutige Vorlesung

letzte Woche

- ☑ XML-Syntax
- ☑ Namensräume

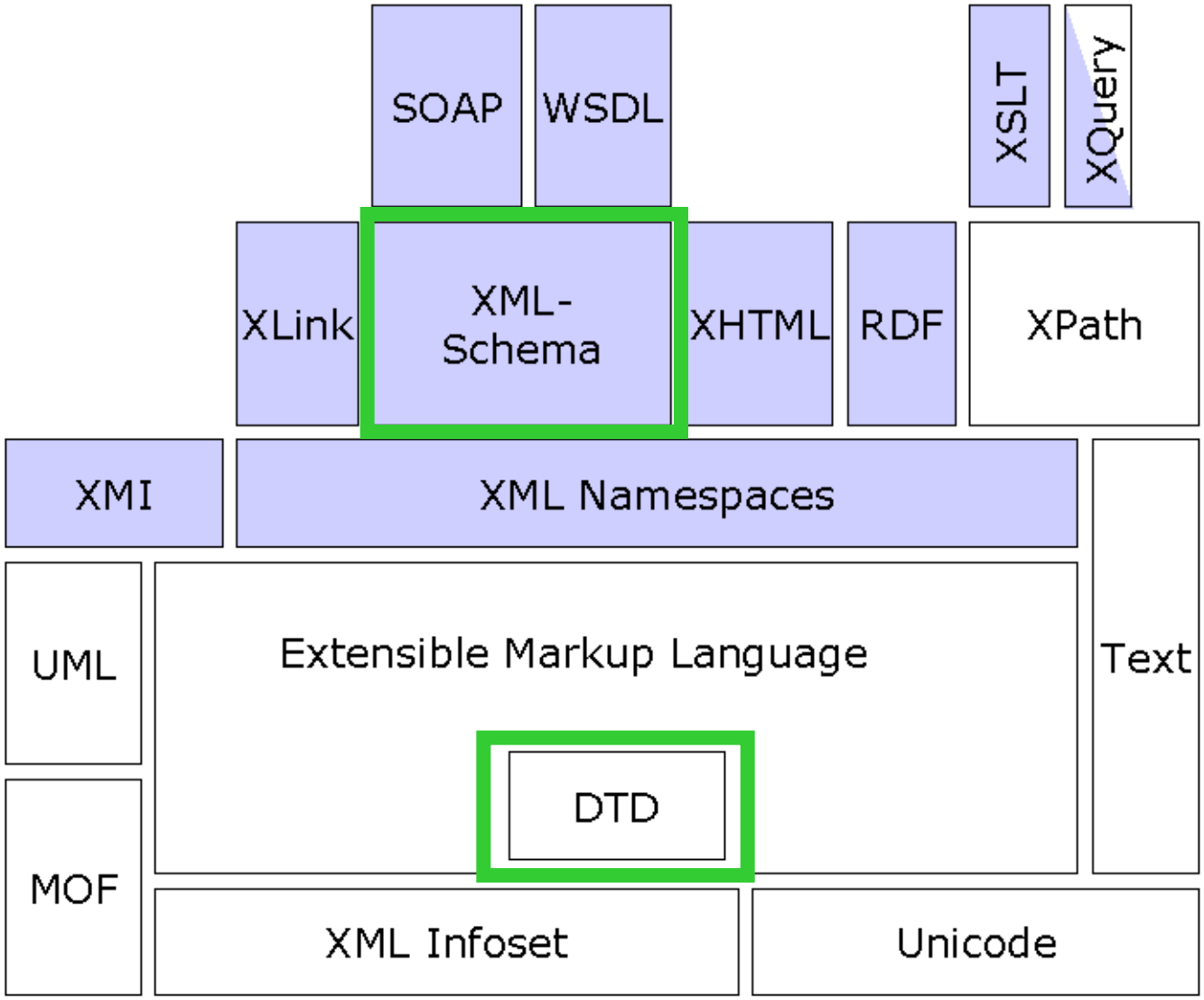
Heute

- Definition von XML-Sprachen
- DTDs und XML-Schema anhand eines einheitlichen Beispiels

Nächster Termin

- XML-Schema im Detail

Sprachfamilie



Quelle:http://www.jeckle.de/images/xml/languageFamily.gif

Motivation

Freie Universität Berlin

```
<book>
  <title>My Life and Times</title>
  <authors>
    <author>
      <first>Paul</first>
      <last>McCartney</last>
    </author>
  </authors>
  <date>
    <year>1998</year>
    <month>July</month>
  </date>
  <isbn>94303-12021-43892</isbn>
  <publisher>McMillin
  Publishing</publisher>
</book>
```

oder so?

so?

```
<Book>
   <Title>My Life and Times</Title>
   <Author>Paul McCartney</Author>
   <Date>July, 1998</Date>
   <ISBN>94303-12021-43892</ISBN>
   <Publisher>McMillinPublishing</Publisher>
</Book>
```

⇨ einheitliches Format nötig

⇨ Format sollte durch XML-Prozessor validierbar sein

Spezifische Formate

- **prinzipieller Aufbau von Dokumenten**: Welche Elemente/Attribute dürfen wo verwendet werden?
- **Datentypen der Inhalte**: Welche Inhalte sind erlaubt?

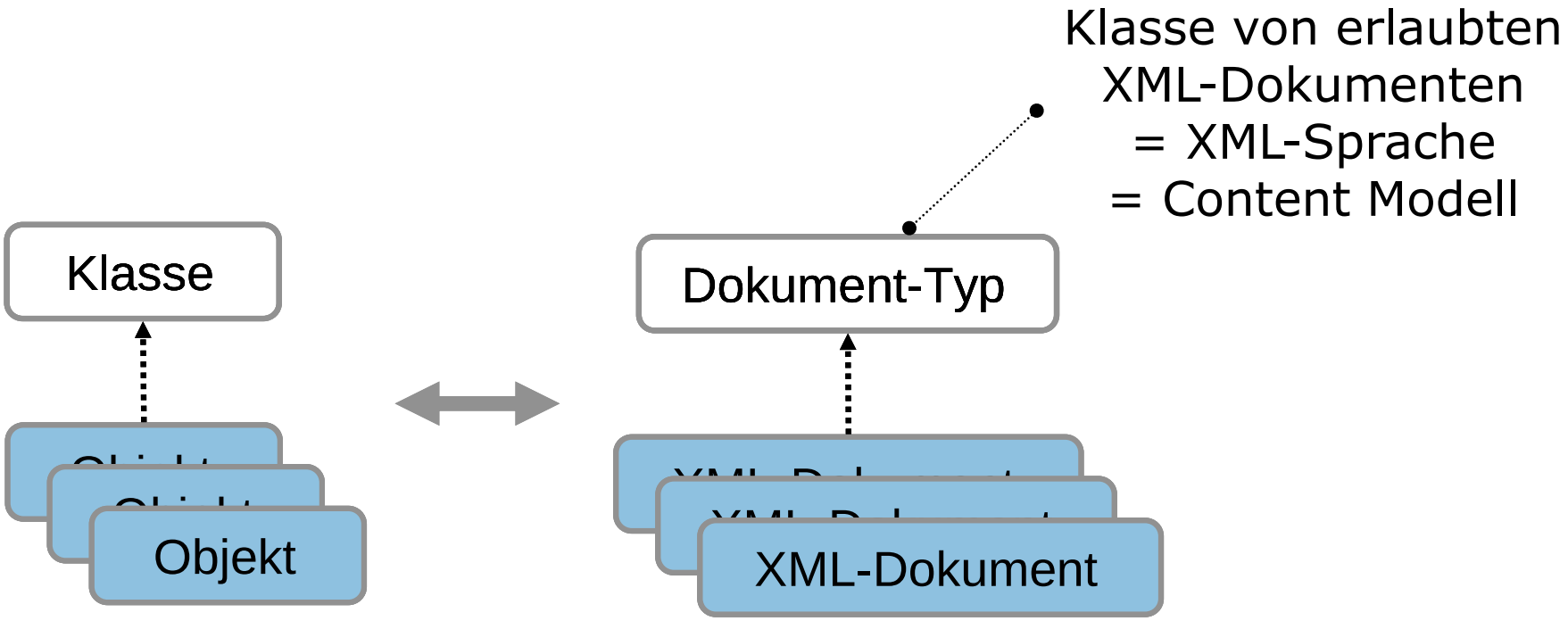
```
<Book>
  <Title> PCDATA </Title>
  <Author> PCDATA
  </Author>
  <Date> PCDATA </Date>
  <ISBN> PCDATA </ISBN>
  <Publisher> PCDATA
  </Publisher>
</Book>
```

- konkrete Inhalte werden nicht beschrieben

⇨ Klasse von erlaubten XML-Dokumenten

- auch **Dokument-Typ, XML-Sprache, Anwendung von XML** oder **Content Modelle** genannt

Dokument-Typ



- Dokument-Typ kann mit einer DTD, einem XML-Schema oder ähnlichen Formalismen definiert werden.

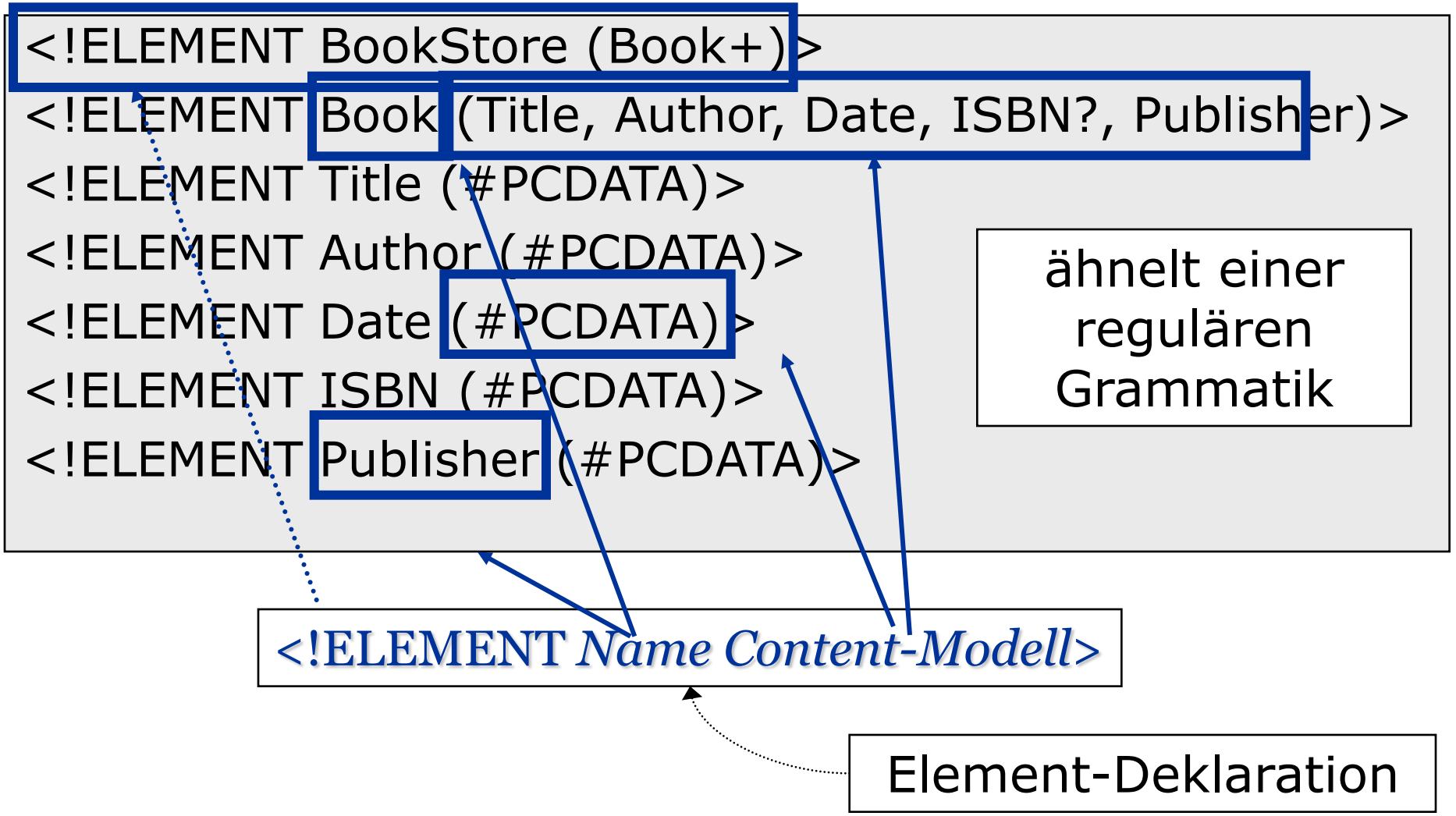
Document Type Definitions (DTDs)

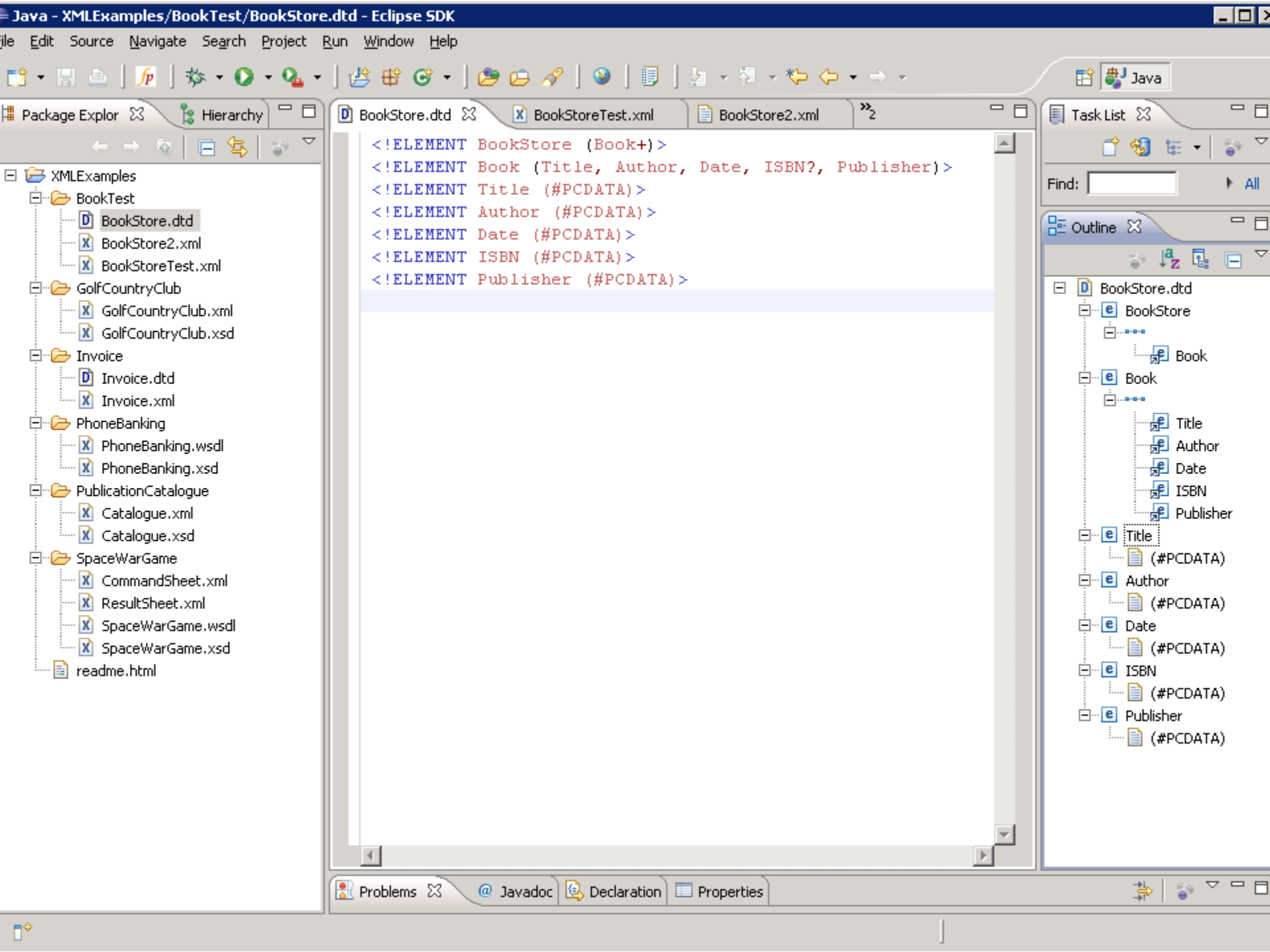
Wie sieht eine DTD hierfür aus?

```
<BookStore>
  <Book>
      <Title>My Life and Times</Title>
      <Author>Paul McCartney</Author>
      <Date>July, 1998</Date>
      <ISBN>94303-12021-43892</ISBN>
      <Publisher>McMillin Publishing</Publisher>
  </Book>
</BookStore>
```

- BookStore soll mindestens ein Buch enthalten.
- ISBN optional
- alle anderen Kind-Elemente obligatorisch

Die DTD für das Beispiel-Dokument




Java - XMLExamples/BookTest/BookStore.dtd - Eclipse SDK
File Edit Source Navigate Search Project Run Window Help
Java
Package Explor
Hierarchy
XMLExamples
BookTest
BookStore.dtd
BookStore2.xml
BookStoreTest.xml
GolfCountryClub
GolfCountryClub.xml
GolfCountryClub.xsd
Invoice
Invoice.dtd
Invoice.xml
PhoneBanking
PhoneBanking.wsdl
PhoneBanking.xsd
PublicationCatalogue
Catalogue.xml
Catalogue.xsd
SpaceWarGame
CommandSheet.xml
ResultSheet.xml
SpaceWarGame.wsdl
SpaceWarGame.xsd
readme.html
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
BookStore2.xml
<!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)>
Task List
Find:
All
Outline
BookStore.dtd
BookStore
Book
Book
Title
Author
Date
ISBN
Publisher
Title
(#PCDATA)
Author
(#PCDATA)
Date
(#PCDATA)
ISBN
(#PCDATA)
Publisher
(#PCDATA)
Problems
Javadoc
Declaration
Properties

DTDs: Element-Deklaration

Datentypen für Element-Inhalte

verschiedene Datentypen:

1. **Element**: Element mit speziellen Symbolen + * | ?
2. **#PCDATA**: unstrukturierter Inhalt ohne reservierte Symbole < und &.

   <!ELEMENT Title (#PCDATA)>

2. **EMPTY**: leerer Inhalt, Element kann aber Attribute haben

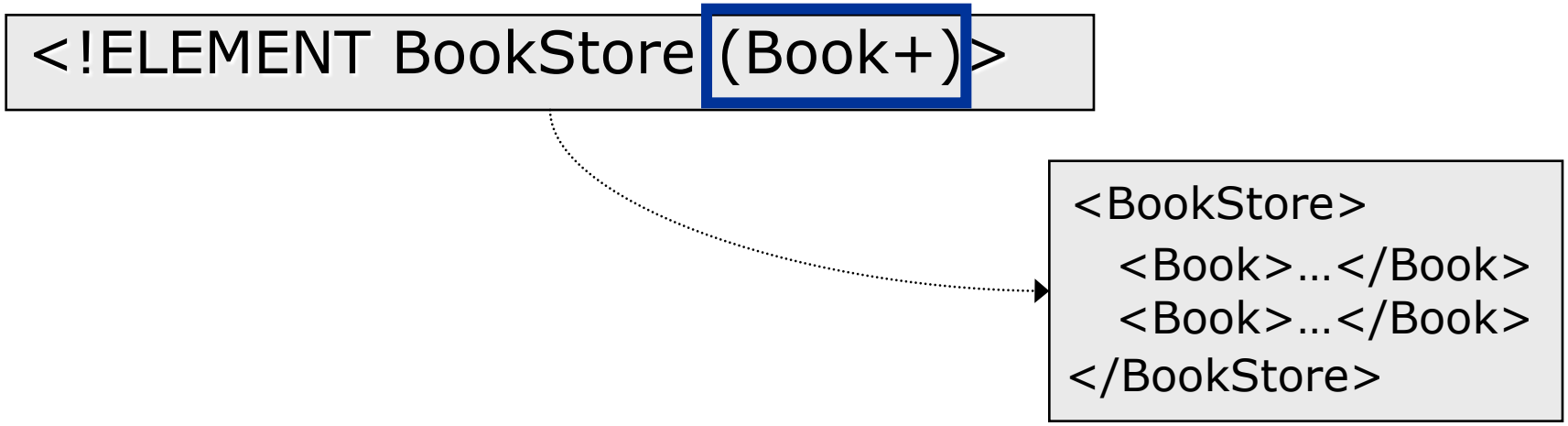
   <!ELEMENT br EMPTY> ➔

3. **ANY**: beliebiger Inhalt (strukturiert, unstrukturiert, gemischt oder leer)

   <!ELEMENT title ANY>

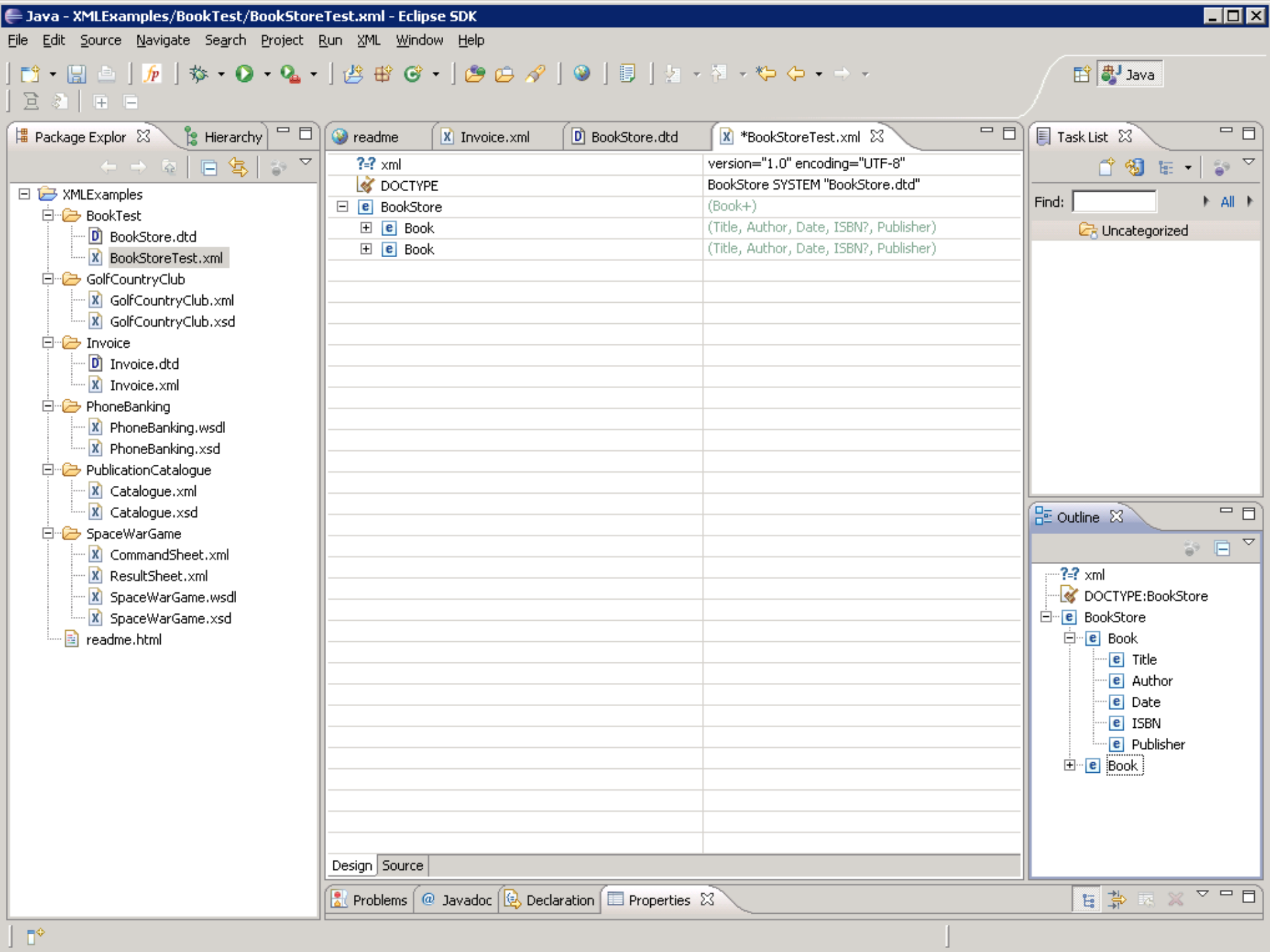
Datentypen wie INTEGER oder FLOAT stehen nicht zur Verfügung.

Deklaration von BookStore



- + bezeichnet n Wiederholungen mit n > 0.
- * bezeichnet n Wiederholungen mit n ≥ 0.

- BookStore hat mindestens ein Kind-Element Book
- Außer Book darf BookStore keine anderen Kind-Elemente haben.


Java - XMLExamples/BookTest/BookStoreTest.xml - Eclipse SDK
File Edit Source Navigate Search Project Run XML Window Help
Java
Package Explor
Hierarchy
XMLExamples
BookTest
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
GolfCountryClub
GolfCountryClub.xml
GolfCountryClub.xsd
Invoice
Invoice.dtd
Invoice.xml
PhoneBanking
PhoneBanking.wsdl
PhoneBanking.xsd
PublicationCatalogue
Catalogue.xml
Catalogue.xsd
SpaceWarGame
CommandSheet.xml
ResultSheet.xml
SpaceWarGame.wsdl
SpaceWarGame.xsd
readme.html
readme
Invoice.xml
BookStore.dtd
*BookStoreTest.xml
xml
version="1.0" encoding="UTF-8"
DOCTYPE
BookStore SYSTEM "BookStore.dtd"
BookStore
(Book+)
Book
(Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)
Book
(Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)
Design
Source
Task List
Find:
All
Uncategorized
Outline
xml
DOCTYPE:BookStore
BookStore
Book
Title
Author
Date
ISBN
Publisher
Book
Problems
Javadoc
Declaration
Properties

Rekursive Deklarationen


```
<!ELEMENT BookStore (Book | (Book, BookStore))>
```

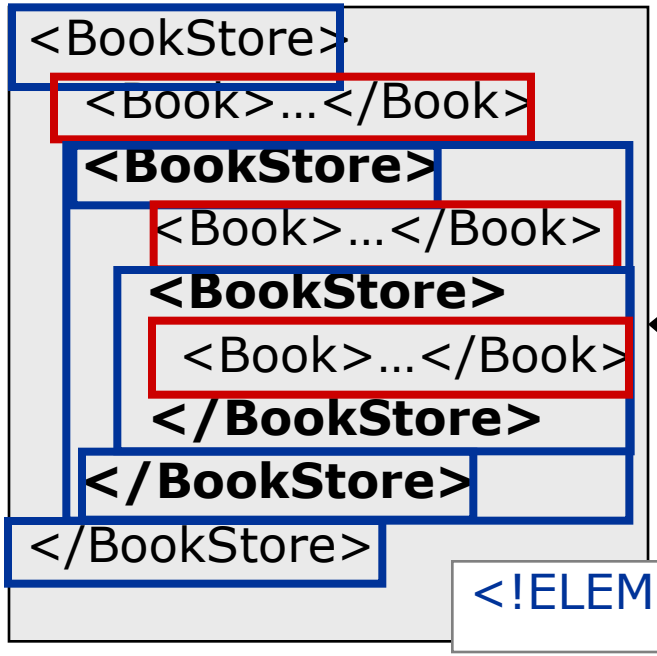
- Bookstore besteht aus genau einer der folg. Alternativen:
  - genau ein Kind-Element Book
  - zwei Kind-Elemente: Book und BookStore
- | bezeichnet Auswahl: genau eine der beiden Alternativen
- , bezeichnet Sequenz von Elementen.
- Beachte: Rekursive Deklaration nicht äquivalent zur vorherigen, iterativen Definition!

Rekursive vs. iterative Deklaration


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

BookStore mit 3 Büchern

```
<!ELEMENT BookStore (Book+)>
```



BookStore mit 3 Büchern

```
<!ELEMENT BookStore (Book | (Book, BookStore))>
```

Die DTD für das Beispiel-Dokument

```
<!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)>
```

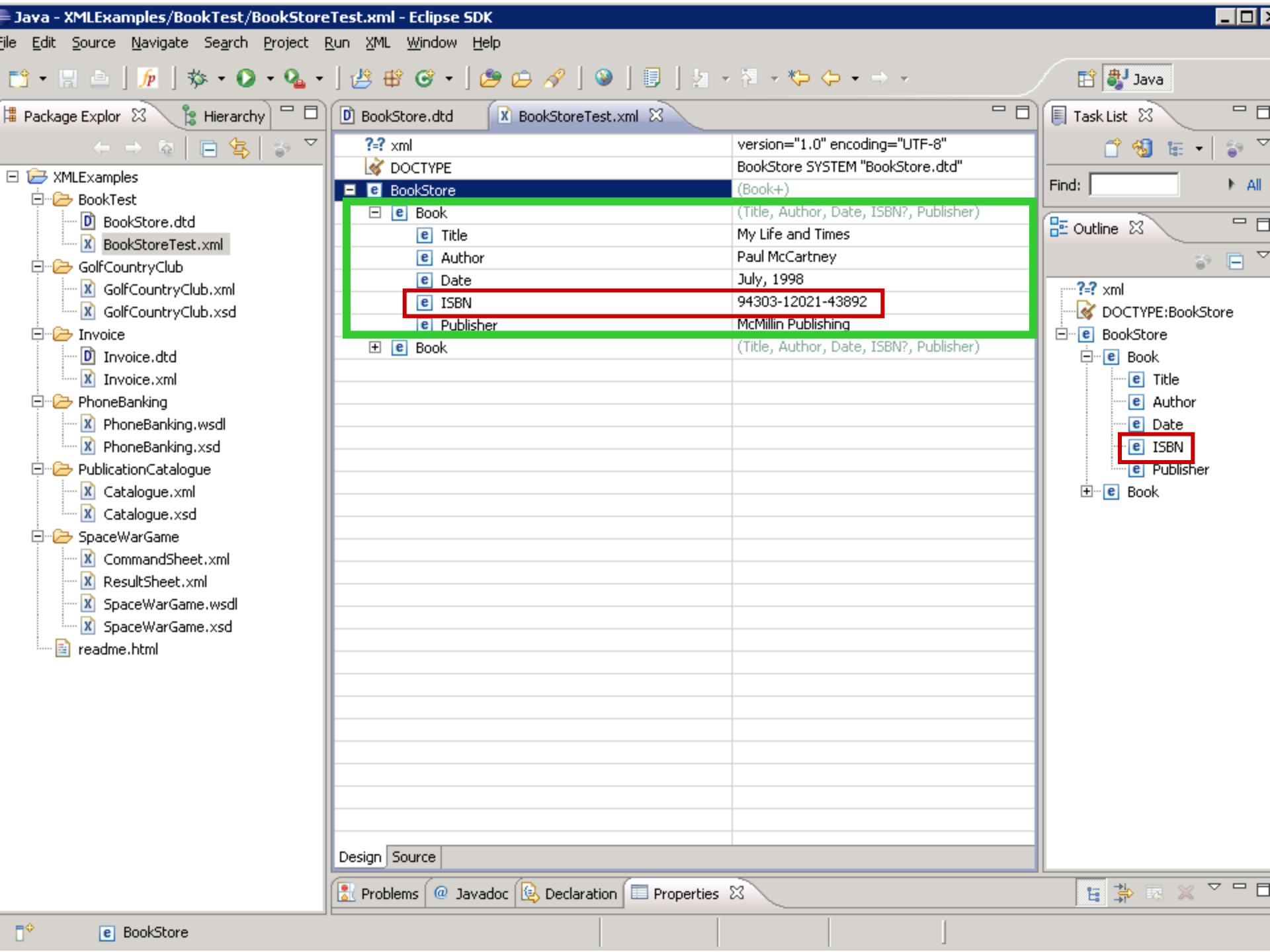
Deklaration von Book

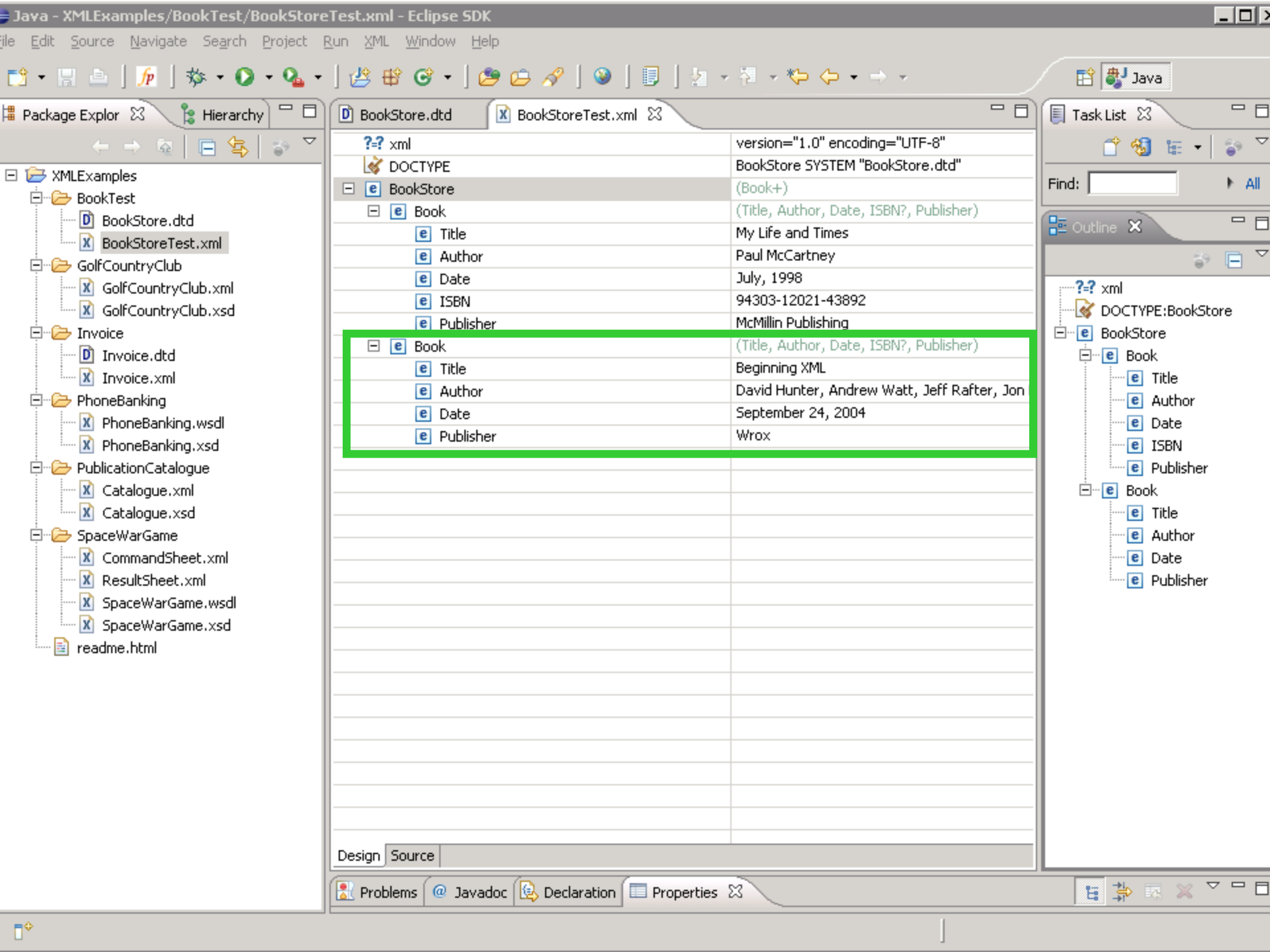

```
<!ELEMENT Book (Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)>
```

- Title, Author, Date, ISBN und Publisher (in dieser Reihenfolge) Kind-Elemente von Book.
- außer diesen keine anderen Kind-Elemente

- ? bedeutet optional

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


Java - XMLExamples/BookTest/BookStoreTest.xml - Eclipse SDK
File Edit Source Navigate Search Project Run XML Window Help
Java
Package Explor
Hierarchy
XMLExamples
BookTest
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
GolfCountryClub
GolfCountryClub.xml
GolfCountryClub.xsd
Invoice
Invoice.dtd
Invoice.xml
PhoneBanking
PhoneBanking.wsdl
PhoneBanking.xsd
PublicationCatalogue
Catalogue.xml
Catalogue.xsd
SpaceWarGame
CommandSheet.xml
ResultSheet.xml
SpaceWarGame.wsdl
SpaceWarGame.xsd
readme.html
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
xml
version="1.0" encoding="UTF-8"
DOCTYPE
BookStore SYSTEM "BookStore.dtd"
BookStore
(Book+)
Book
(Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)
Title
My Life and Times
Author
Paul McCartney
Date
July, 1998
ISBN
94303-12021-43892
Publisher
McMillin Publishing
Book
(Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)
Design
Source
Task List
Find:
All
Outline
xml
DOCTYPE:BookStore
BookStore
Book
Title
Author
Date
ISBN
Publisher
Book
Problems
Javadoc
Declaration
Properties
BookStore


Java - XMLExamples/BookTest/BookStoreTest.xml - Eclipse SDK
File Edit Source Navigate Search Project Run XML Window Help
Java
Package Explor
Hierarchy
XMLExamples
BookTest
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
GolfCountryClub
GolfCountryClub.xml
GolfCountryClub.xsd
Invoice
Invoice.dtd
Invoice.xml
PhoneBanking
PhoneBanking.wsdl
PhoneBanking.xsd
PublicationCatalogue
Catalogue.xml
Catalogue.xsd
SpaceWarGame
CommandSheet.xml
ResultSheet.xml
SpaceWarGame.wsdl
SpaceWarGame.xsd
readme.html
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
xml
version="1.0" encoding="UTF-8"
DOCTYPE
BookStore SYSTEM "BookStore.dtd"
BookStore
(Book+)
Book
(Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)
Title
My Life and Times
Author
Paul McCartney
Date
July, 1998
ISBN
94303-12021-43892
Publisher
McMillin Publishing
Book
(Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)
Title
Beginning XML
Author
David Hunter, Andrew Watt, Jeff Rafter, Jon
Date
September 24, 2004
Publisher
Wrox
Design
Source
Problems
Javadoc
Declaration
Properties
Task List
Find:
All
Outline
xml
DOCTYPE:BookStore
BookStore
Book
Title
Author
Date
ISBN
Publisher
Book
Title
Author
Date
Publisher

Die DTD für das Beispiel-Dokument

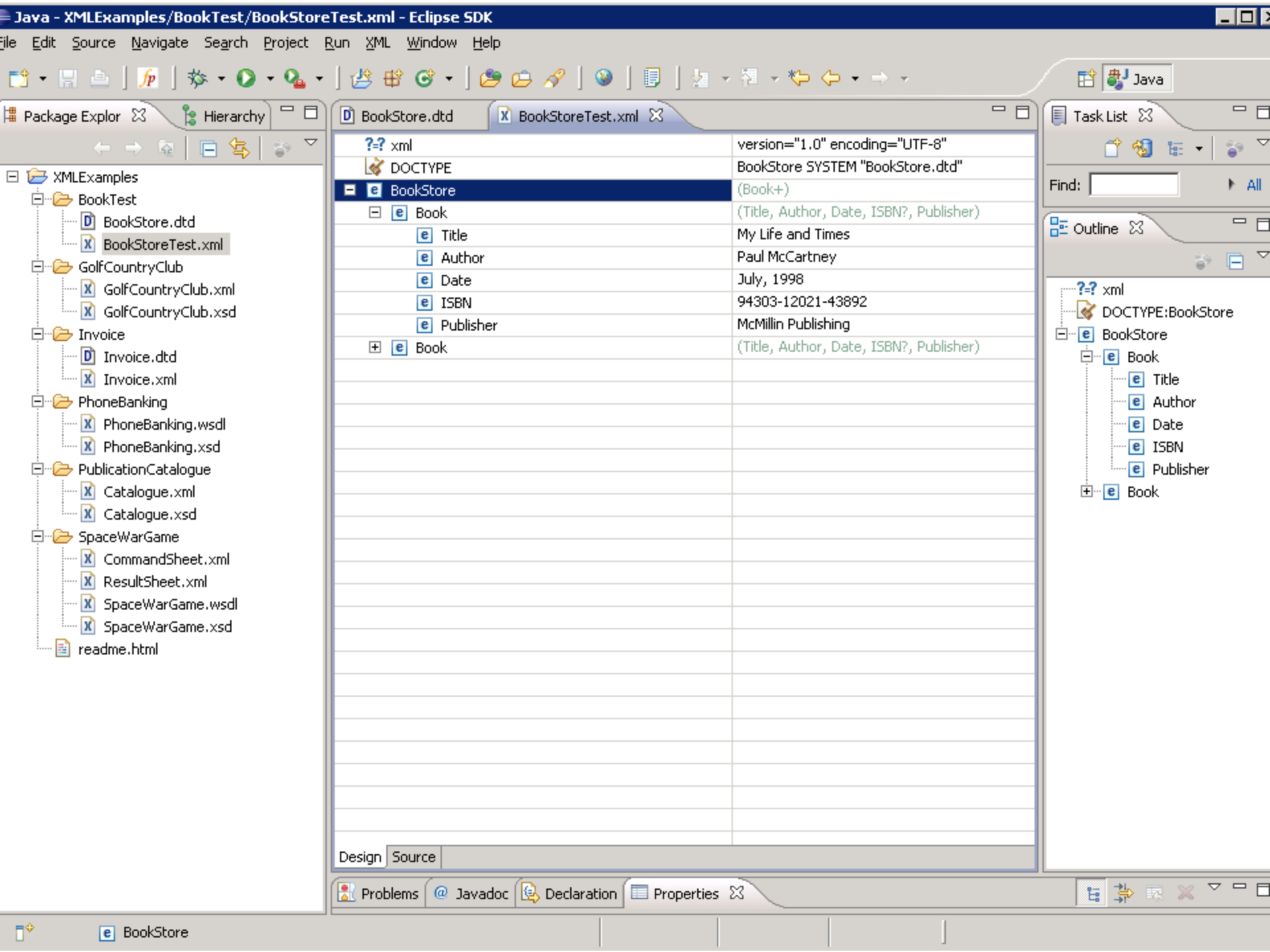
Freie Universität Berlin

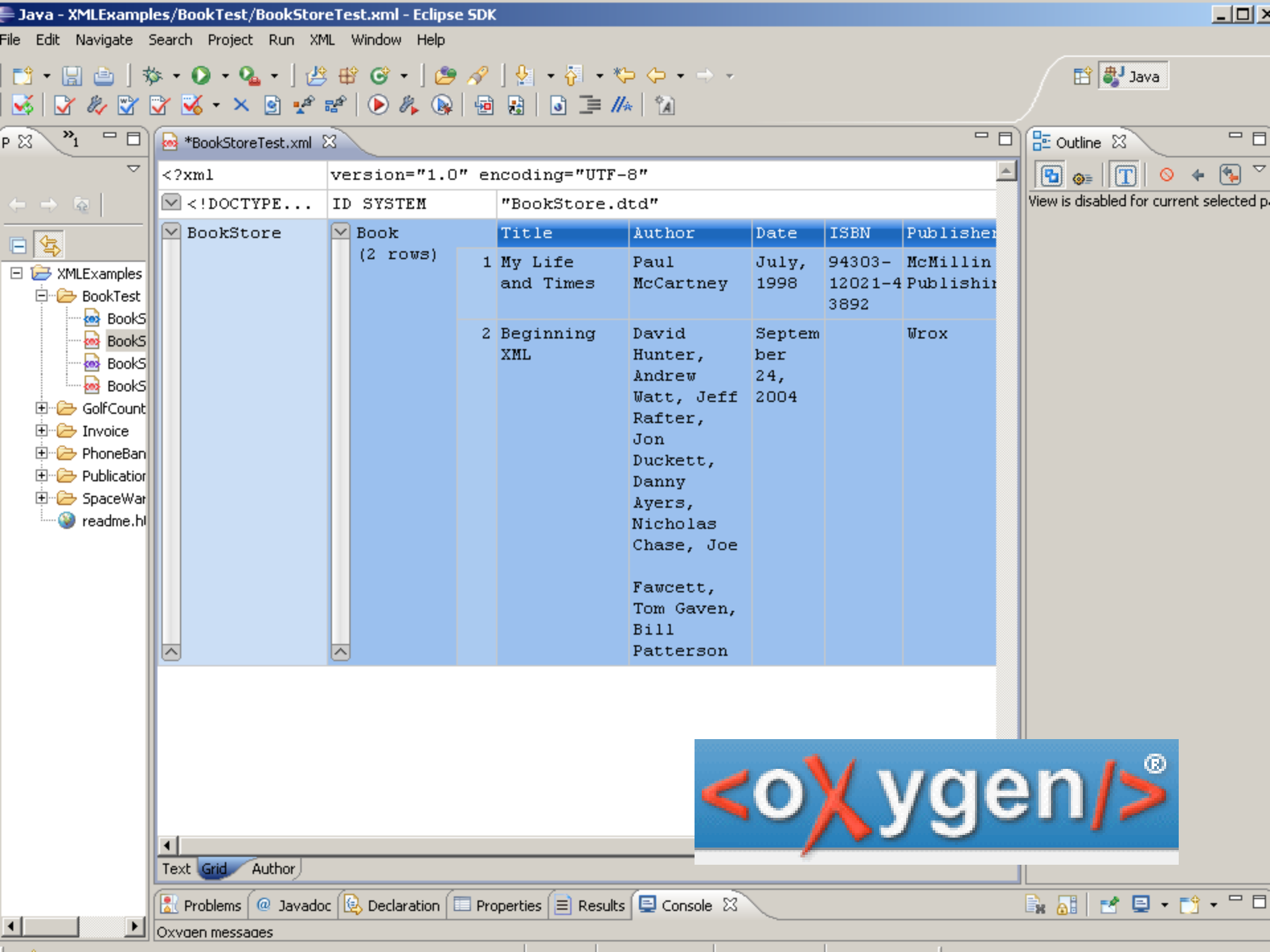
```
<!ELEMENT BookStore (Book+)>
<!ELEMENT Book (Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)>
<!ELEMENT Title (#PCDATA)>
<!ELEMENT Author (#PCDATA)>
<!ELEMENT Date (#PCDATA)>
<!ELEMENT ISBN (#PCDATA)>
<!ELEMENT Publisher (#PCDATA)>
```

Deklaration von Title etc.

```
<!ELEMENT Title (#PCDATA)>
<!ELEMENT Author (#PCDATA)>
<!ELEMENT Date (#PCDATA)>
<!ELEMENT ISBN (#PCDATA)>
<!ELEMENT Publisher (#PCDATA)>
```

```
<Title>My Life and Times</Title>
<Author>Paul McCartney</Author>
<Date>July, 1998</Date>
<ISBN>94303-12021-43892</ISBN>
<Publisher>McMillin Publishing</Publisher>
```


Java - XMLExamples/BookTest/BookStoreTest.xml - Eclipse SDK
File Edit Source Navigate Search Project Run XML Window Help
Java
Package Explor
Hierarchy
XMLExamples
BookTest
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
GolfCountryClub
GolfCountryClub.xml
GolfCountryClub.xsd
Invoice
Invoice.dtd
Invoice.xml
PhoneBanking
PhoneBanking.wsdl
PhoneBanking.xsd
PublicationCatalogue
Catalogue.xml
Catalogue.xsd
SpaceWarGame
CommandSheet.xml
ResultSheet.xml
SpaceWarGame.wsdl
SpaceWarGame.xsd
readme.html
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
xml
version="1.0" encoding="UTF-8"
DOCTYPE
BookStore SYSTEM "BookStore.dtd"
BookStore
(Book+)
Book
(Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)
Title
My Life and Times
Author
Paul McCartney
Date
July, 1998
ISBN
94303-12021-43892
Publisher
McMillin Publishing
Book
(Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)
Design
Source
Task List
Find:
All
Outline
xml
DOCTYPE:BookStore
BookStore
Book
Title
Author
Date
ISBN
Publisher
Book
Problems
Javadoc
Declaration
Properties
BookStore


Java - XMLExamples/BookTest/BookStoreTest.xml - Eclipse SDK
File Edit Navigate Search Project Run XML Window Help
Java
*BookStoreTest.xml
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"
<!DOCTYPE... ID SYSTEM "BookStore.dtd"
BookStore
Book
(2 rows)
Title Author Date ISBN Publisher
1 My Life and Times Paul McCartney July, 1998 94303-12021-43892 McMillin Publishi
2 Beginning XML David Hunter, Andrew Watt, Jeff Rafter, Jon Duckett, Danny Ayers, Nicholas Chase, Joe Fawcett, Tom Gaven, Bill Patterson September 24, 2004 Wrox
Outline
View is disabled for current selected p
XMLExamples
BookTest
GolfCount
Invoice
PhoneBan
Publicatior
SpaceWar
readme.ht
Text Grid Author
Problems Javadoc Declaration Properties Results Console
Oxygen messages
<oXygen/>®

Verschachtelungen

- (fast) beliebige Verschachtelung von Sequenz, Auswahl |, ?, *, + und Rekursion erlaubt
- Beispiel:

```
<!ELEMENT Chap (Title, (Para | Chap)+)>
<!ELEMENT Para ANY>
<!ELEMENT Title (#PCDATA)>
```

```
<Chap>
  <Title>Kap1</Title>
  <Para>Ein Absatz</Para>
  <Chap>
    <Title>Kap1.1</Title>
    <Para>...</Para>
  </Chap>
  <Para>...</Para>
  <Chap>
    <Title>Kap1.2</Title>
    <Para>...</Para>
  </Chap>
</Chap>
```

Einschränkung der Verschachtelung

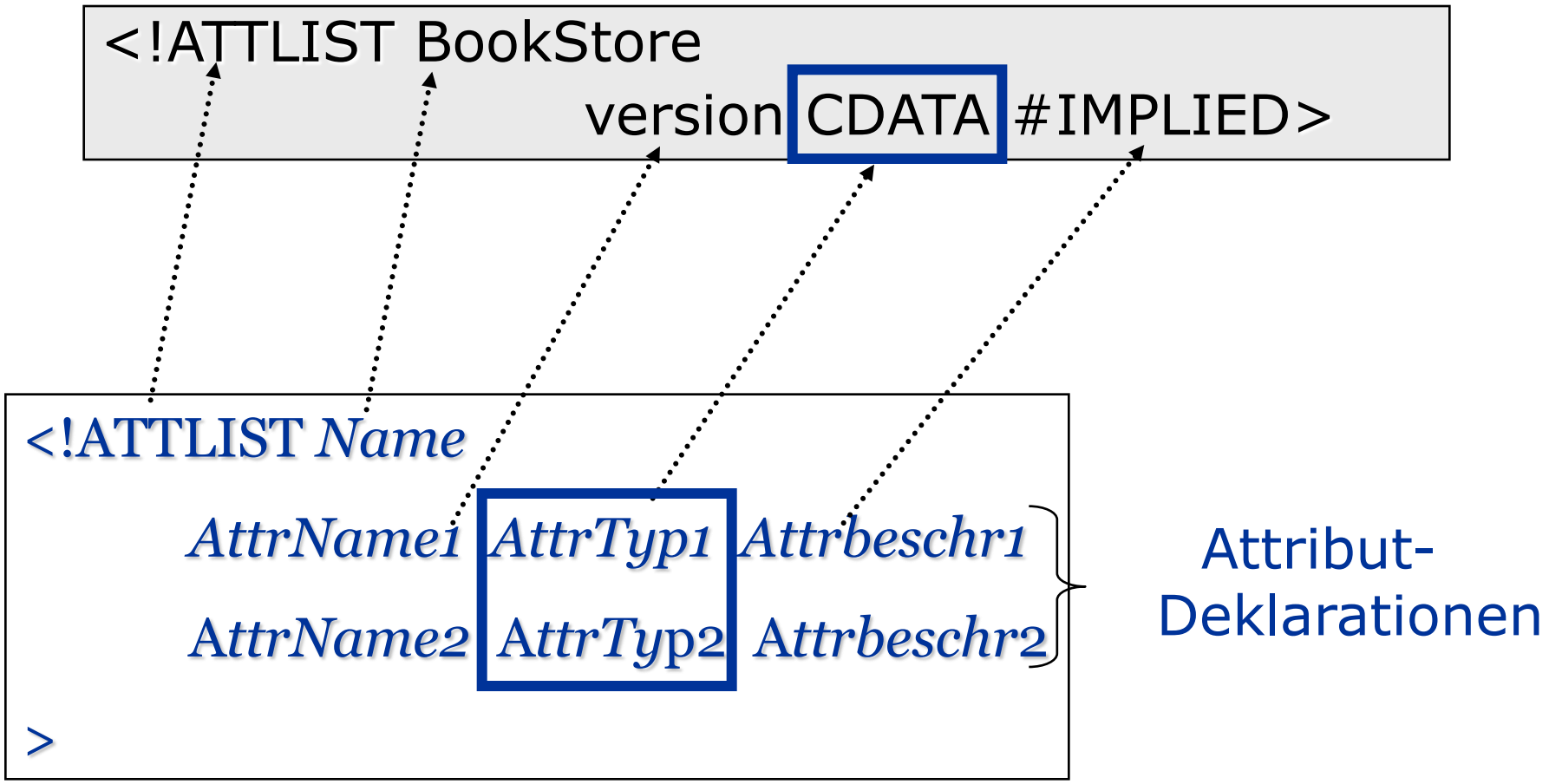
- Beispiel: ((b, c) | (b, d)) ist **nicht-deterministisch**
- Grund: Wenn erstes Element = b, dann kann XML-Prozessor keine der beiden Alternativen ausschließen.

- XML erlaubt nur **deterministische** Content Modelle
- jedes nicht-deterministische Content Modell kann in ein äquivalentes deterministisches umgeformt werden

- Beispiel: ((b, c) | (b, d)) = (b, (c | d))

DTDs: Attribut-Deklaration

Deklaration von Attributen



Deklaration von Attributen

```
<!ATTLIST BookStore
                    version CDATA #IMPLIED>
```

```
<BookStore version="1.0">
  …
</BookStore>
```

- BookStore hat Attribut version.
- Außer version hat BookStore keine weiteren Attribute.
- **CDATA**: Attribut-Wert = String ohne <, & und ' bzw. „
- Beachte: nicht verwechseln mit <![CDATA[…]]>
- daher Entity References für <, & und ' bzw. " verwenden

Aufzählungstypen


```
<!ATTLIST Author
                    gender (male | female) "female">
```

- hier statt CDATA **Aufzählungstyp**:
- Attribut gender hat entweder Wert male oder female.
- "female" ist Standard-Wert von gender.

Weitere Datentypen für Attribute

Zusätzlich zu CDATA (Strings) und Aufzählungstypen:

- **NMTOKEN**: String, der Namenskonventionen von XML entspricht
- **ID**: eindeutiger Bezeichner, der Namenskonventionen von XML entspricht
- **IDREF**: Referenz auf einen eindeutigen Bezeichner

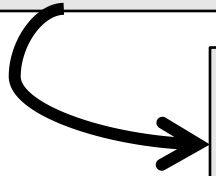
NMTOKEN

- Leerzeichen nicht zulässig
- eignet sich somit dazu Werte mit Leerzeichen auszuschließen

```
<!ELEMENT Datei EMPTY>
<!ATTLIST Datei Name NMTOKEN  #REQUIRED>
```

```
<Datei Name="readme.txt"/>
```

```
<!ELEMENT Woerterbuch (#PCDATA)>
<!ATTLIST Woerterbuch ISBN NMTOKEN #REQUIRED>
```



```
<Woerterbuch ISBN="3-57710-446-5">
Deutsches Wörterbuch
</Woerterbuch>
```

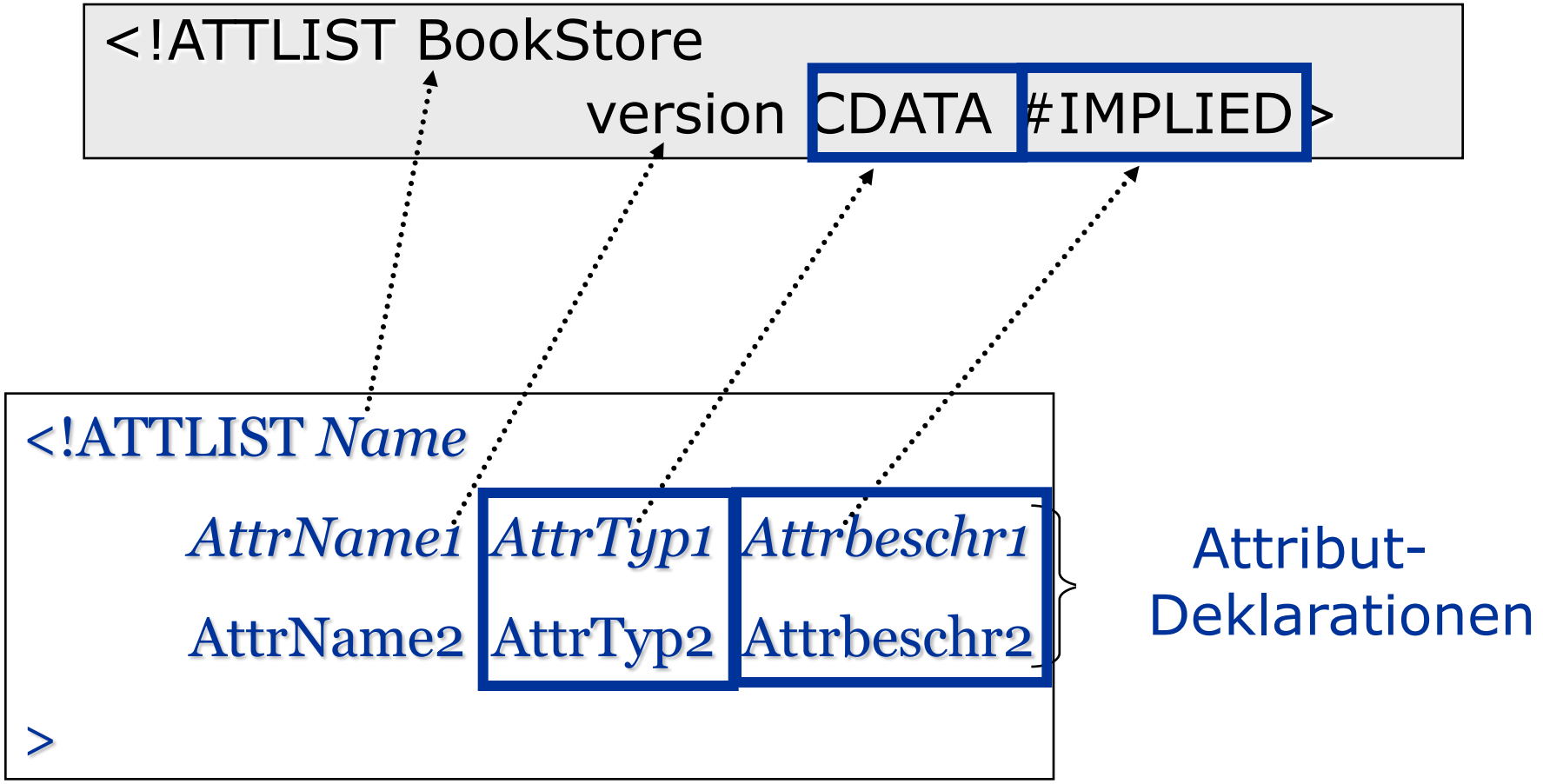
Beispiel von: http://www.maik-stuehrenberg.de/arbeit/projekte/milca/a-5-4/A-5-4-3-3-3-3-2-7.xhtml

ID/IDREF


```
<!ATTLIST Author
          key ID #IMPLIED
          keyref IDREF #IMPLIED>
```

- Wert des Attributes key muss eindeutig sein:
  Zwei Attribute vom Typ ID dürfen niemals gleichen Wert haben.
- Wert des Attributes keyref muss gültige Referenz sein:
  Wert von keyref muss Wert eines Attributes vom Typ ID sein.

Deklaration von Attributen



Optionale/erforderliche Attribute


```
<!ATTLIST BookStore
                    version CDATA #FIXED "1.0">
```

- **#FIXED**: Attribut hat immer den gleichen Wert.
- **#IMPLIED**: Attribut optional
- **#REQUIRED**: Attribut obligatorisch

Beispiel

```
<BookStore>
  <Book>
      <Title>Text</Title>
      <Author key="k1">Text</Author>
      <Date>Text</Date>
      <Publisher pkey="p1">Text</Publisher>
  </Book>
  <Book>
      <Title>Text</Title>
      <Author keyref="k1"/>
      <Date>Text</Date>
      <Publisher pkey="p1">Text</Publisher>
  </Book>
</BookStore>
```

Wert `k1` muss eindeutig sein: kein anderes Attribut vom Typ ID darf diesen Wert haben.

Referenz `k1` muss existieren: ein Attribut vom Typ ID muss den Wert `k1` haben.

DTDs: Deklaration von Dokument-Typ

Deklaration des Dokument-Typs (Document Type Declaration)

Freie Universität Berlin

- vollständige DTD im XML-Dokument → **interne DTD**

  <!DOCTYPE *Wurzel-Element* **[...]**>

- ein Verweis auf eine DTD im XML-Dokument → **externe DTD**

  <!DOCTYPE *Wurzel-Element* SYSTEM "*DTD*">

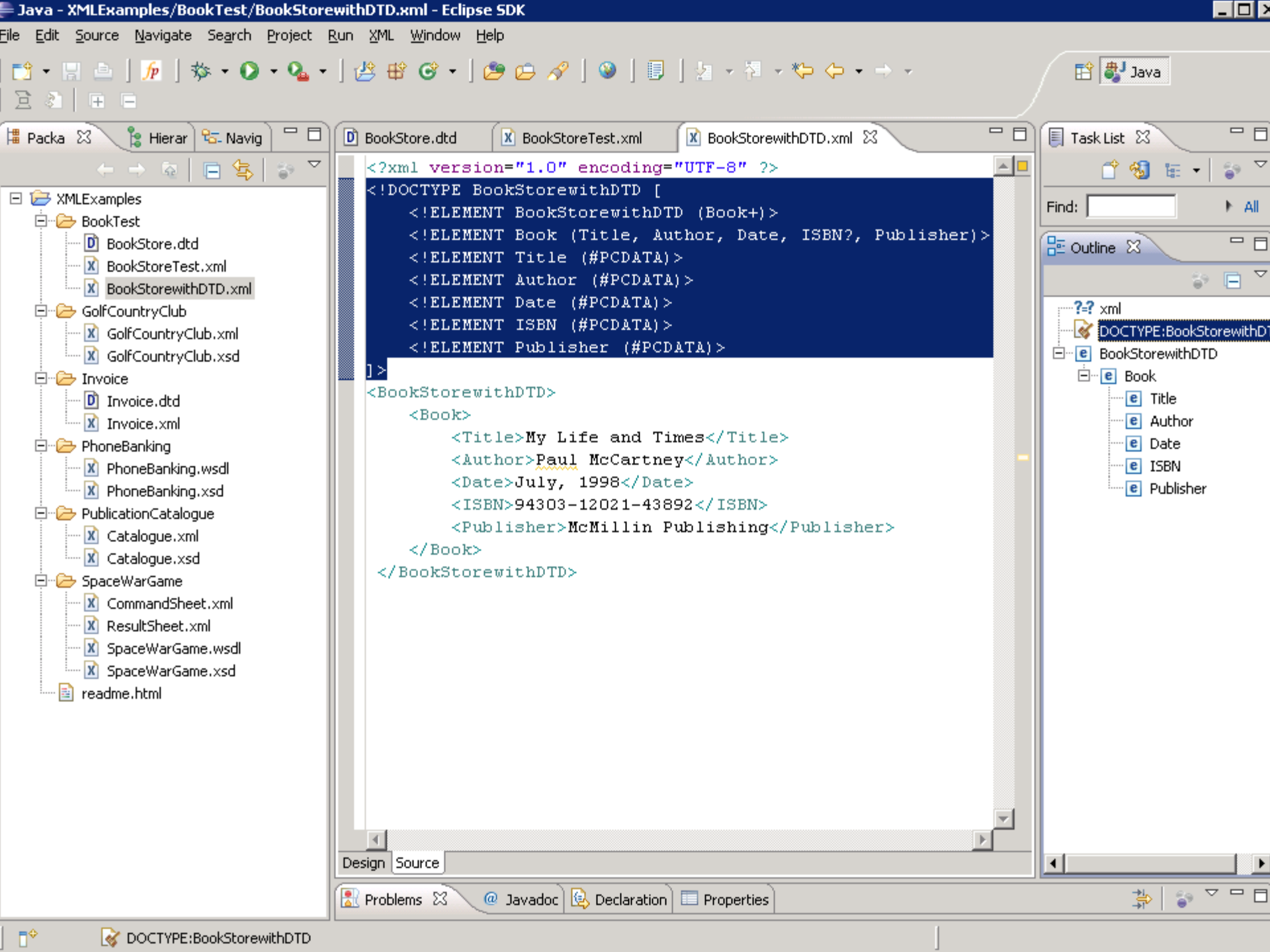
  oder

  <!DOCTYPE *Wurzel-Element* PUBLIC "*DTD*" "*URL*" >

- Dokument-Typ direkt nach XML-Deklaration einfügen

Interne DTD

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!DOCTYPE BookStore [
 <!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)>
]>
 <BookStore>
   …
 </BookStore>
```


Java - XMLExamples/BookTest/BookStorewithDTD.xml - Eclipse SDK
File Edit Source Navigate Search Project Run XML Window Help
Java
Packa Hierar Navig
XMLExamples
BookTest
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
BookStorewithDTD.xml
GolfCountryClub
GolfCountryClub.xml
GolfCountryClub.xsd
Invoice
Invoice.dtd
Invoice.xml
PhoneBanking
PhoneBanking.wsdl
PhoneBanking.xsd
PublicationCatalogue
Catalogue.xml
Catalogue.xsd
SpaceWarGame
CommandSheet.xml
ResultSheet.xml
SpaceWarGame.wsdl
SpaceWarGame.xsd
readme.html
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
BookStorewithDTD.xml
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!DOCTYPE BookStorewithDTD [
<!ELEMENT BookStorewithDTD (Book+)>
<!ELEMENT Book (Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)>
<!ELEMENT Title (#PCDATA)>
<!ELEMENT Author (#PCDATA)>
<!ELEMENT Date (#PCDATA)>
<!ELEMENT ISBN (#PCDATA)>
<!ELEMENT Publisher (#PCDATA)>
]>
<BookStorewithDTD>
<Book>
<Title>My Life and Times</Title>
<Author>Paul McCartney</Author>
<Date>July, 1998</Date>
<ISBN>94303-12021-43892</ISBN>
<Publisher>McMillin Publishing</Publisher>
</Book>
</BookStorewithDTD>
Design Source
Task List
Find: All
Outline
xml
DOCTYPE:BookStorewithDT
BookStorewithDTD
Book
Title
Author
Date
ISBN
Publisher
Problems Javadoc Declaration Properties
DOCTYPE:BookStorewithDTD

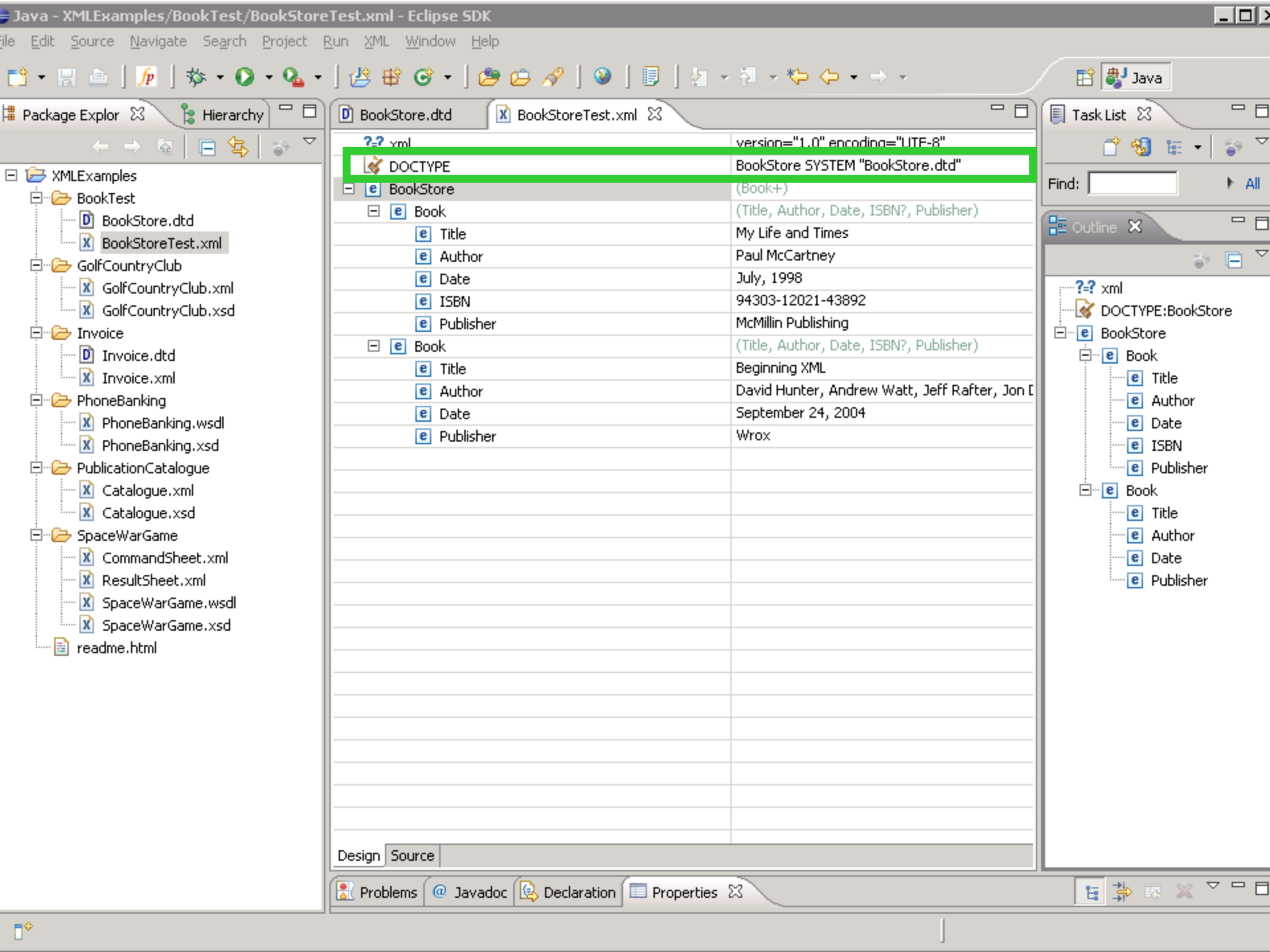
Externe DTD

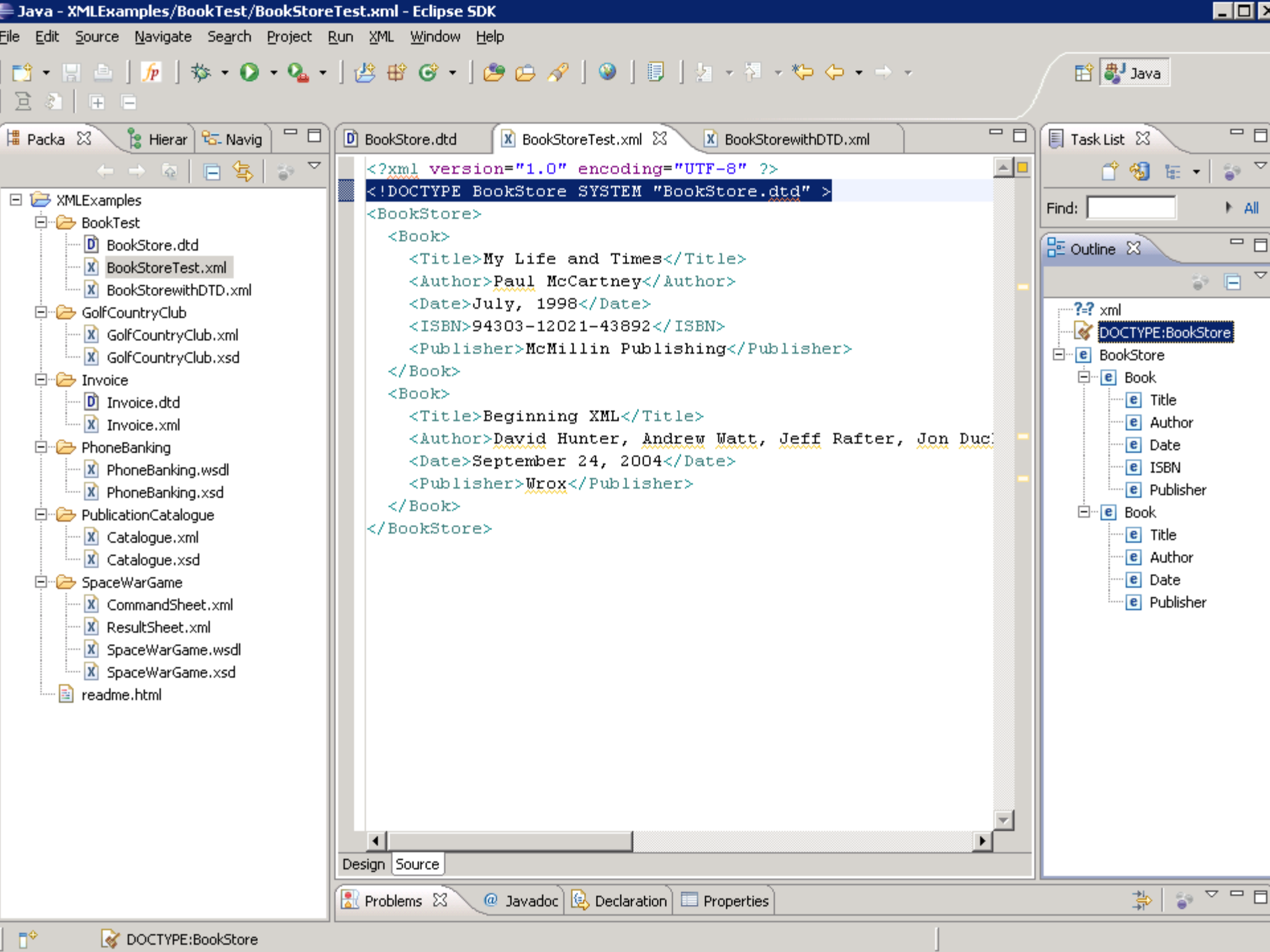
<!DOCTYPE *Wurzel-Element* **SYSTEM** "*DTD*">

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!DOCTYPE BookStore SYSTEM "Bookstore.dtd">
<BookStore>
  ...
</BookStore>
```

Dokument-Typ Deklaration

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-16" ?>
<!DOCTYPE Book SYSTEM "Book.dtd">
<Book>
  ...
</Book>
```


Java - XMLExamples/BookTest/BookStoreTest.xml - Eclipse SDK
File Edit Source Navigate Search Project Run XML Window Help
Java
Package Explor
Hierarchy
XMLExamples
BookTest
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
GolfCountryClub
GolfCountryClub.xml
GolfCountryClub.xsd
Invoice
Invoice.dtd
Invoice.xml
PhoneBanking
PhoneBanking.wsdl
PhoneBanking.xsd
PublicationCatalogue
Catalogue.xml
Catalogue.xsd
SpaceWarGame
CommandSheet.xml
ResultSheet.xml
SpaceWarGame.wsdl
SpaceWarGame.xsd
readme.html
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
xml
version="1.0" encoding="UTF-8"
DOCTYPE
BookStore SYSTEM "BookStore.dtd"
BookStore
(Book+)
Book
(Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)
Title
My Life and Times
Author
Paul McCartney
Date
July, 1998
ISBN
94303-12021-43892
Publisher
McMillin Publishing
Book
(Title, Author, Date, ISBN?, Publisher)
Title
Beginning XML
Author
David Hunter, Andrew Watt, Jeff Rafter, Jon D
Date
September 24, 2004
Publisher
Wrox
Design
Source
Task List
Find:
All
Outline
xml
DOCTYPE:BookStore
BookStore
Book
Title
Author
Date
ISBN
Publisher
Book
Title
Author
Date
Publisher
Problems
Javadoc
Declaration
Properties


Java - XMLExamples/BookTest/BookStoreTest.xml - Eclipse SDK
File Edit Source Navigate Search Project Run XML Window Help
Java
Packa Hierar Navig
XMLExamples
BookTest
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
BookStorewithDTD.xml
GolfCountryClub
GolfCountryClub.xml
GolfCountryClub.xsd
Invoice
Invoice.dtd
Invoice.xml
PhoneBanking
PhoneBanking.wsdl
PhoneBanking.xsd
PublicationCatalogue
Catalogue.xml
Catalogue.xsd
SpaceWarGame
CommandSheet.xml
ResultSheet.xml
SpaceWarGame.wsdl
SpaceWarGame.xsd
readme.html
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
BookStorewithDTD.xml
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!DOCTYPE BookStore SYSTEM "BookStore.dtd" >
<BookStore>
<Book>
<Title>My Life and Times</Title>
<Author>Paul McCartney</Author>
<Date>July, 1998</Date>
<ISBN>94303-12021-43892</ISBN>
<Publisher>McMillin Publishing</Publisher>
</Book>
<Book>
<Title>Beginning XML</Title>
<Author>David Hunter, Andrew Watt, Jeff Rafter, Jon Duc
<Date>September 24, 2004</Date>
<Publisher>Wrox</Publisher>
</Book>
</BookStore>
Design Source
Task List
Find: All
Outline
xml
DOCTYPE:BookStore
BookStore
Book
Title
Author
Date
ISBN
Publisher
Book
Title
Author
Date
Publisher
Problems Javadoc Declaration Properties
DOCTYPE:BookStore

DTDs: Wohlgeformt & zulässig

Wohlgeformheit vs. Zulässigkeit

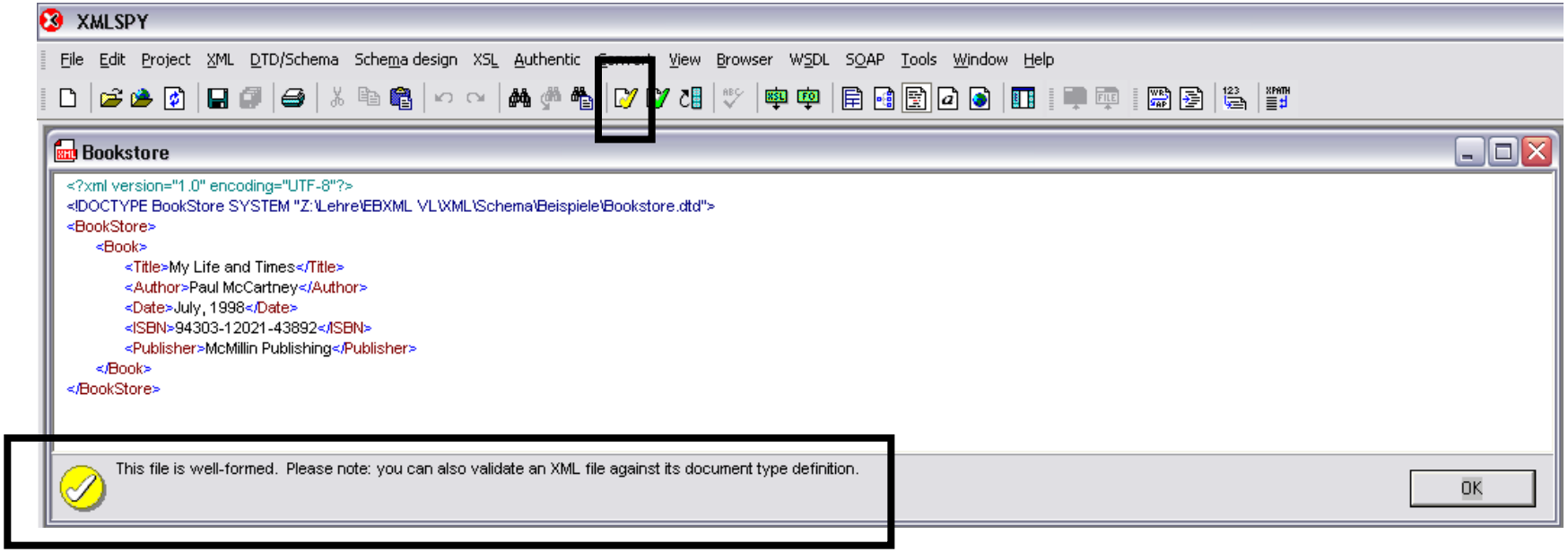
wohlgeformt (well formed)

- XML-Dokument entspricht Syntaxregeln von XML

zulässig (valid) bzgl. einer DTD

1. Wurzel-Element des XML-Dokumentes ist in der DTD deklariert und
2. Wurzel-Element hat genau die Struktur, wie sie in der DTD festgelegt ist.

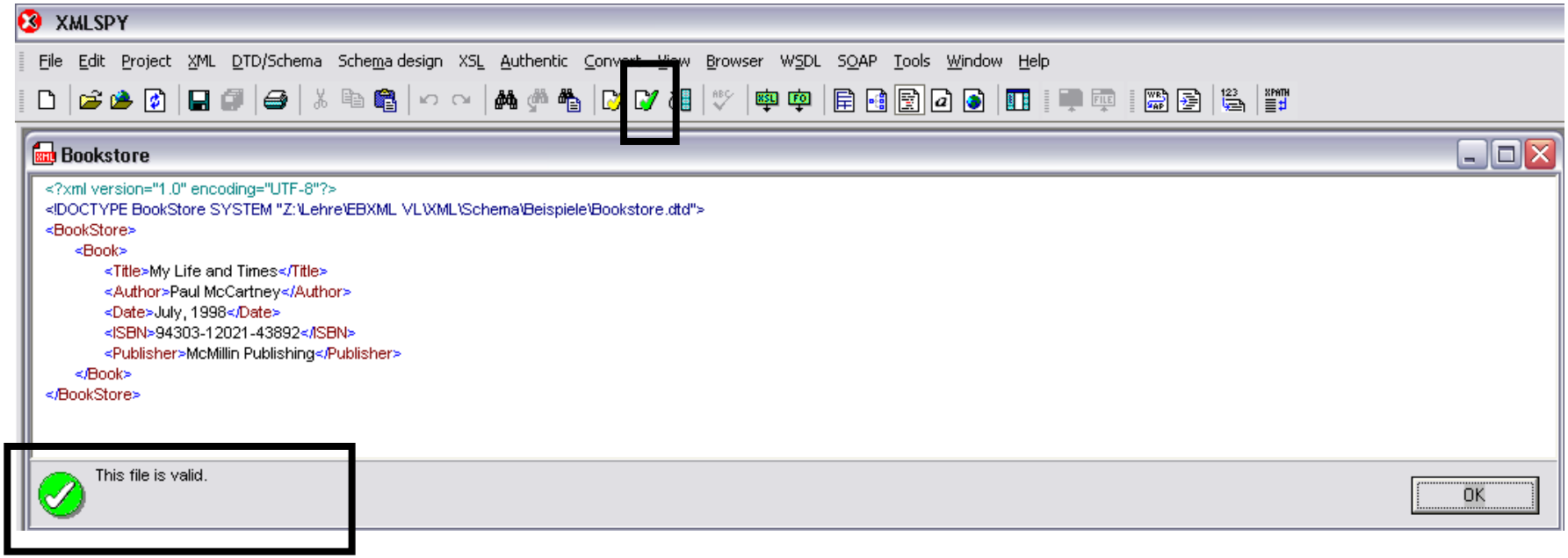
Prüfung der Wohlgeformtheit

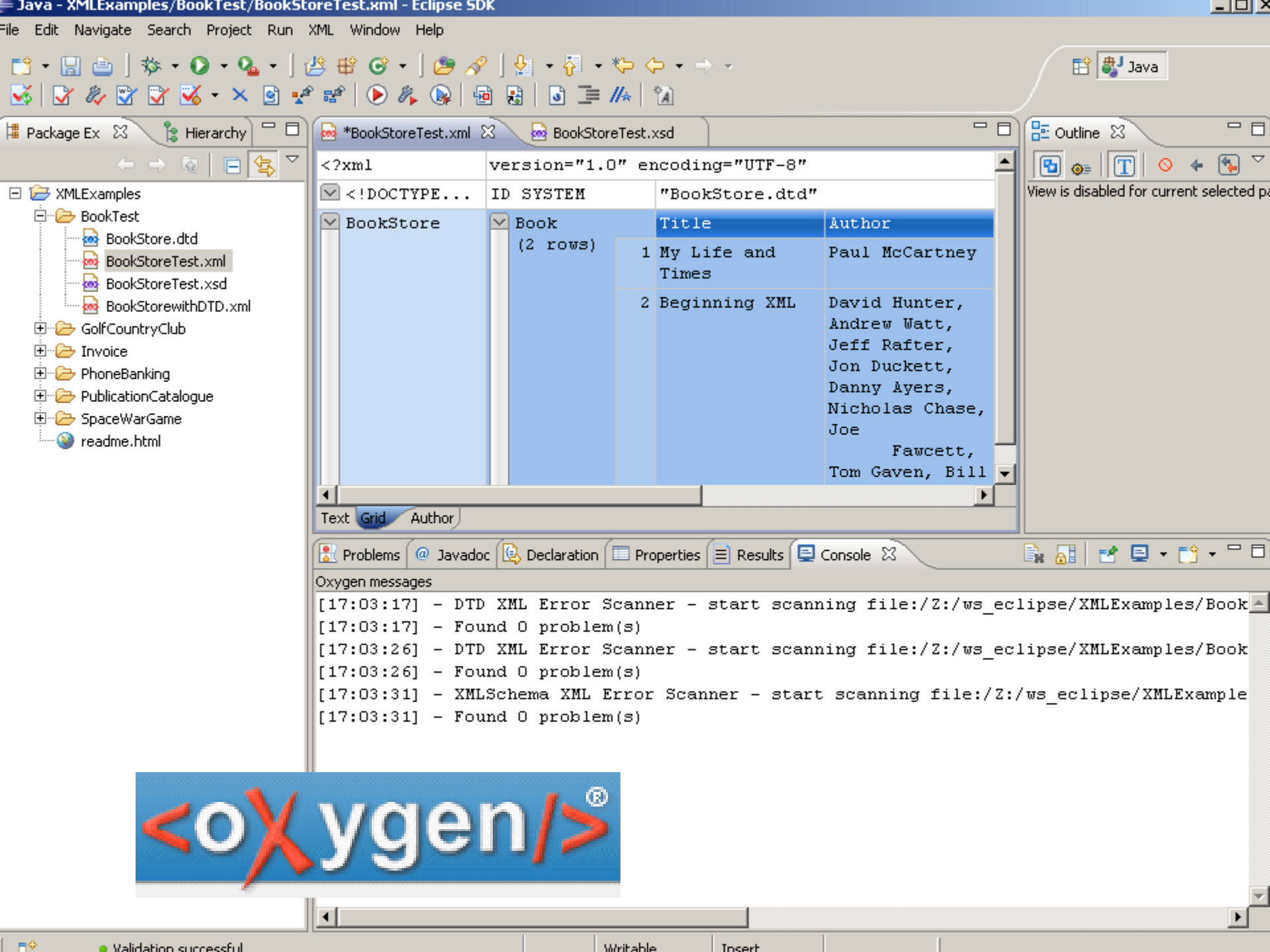


ALTOVA® xmlspy® 2008

ALTOVA® xmlspy® 2007

Prüfung der Zulässigkeit




Java - XMLExamples/BookTest/BookStoreTest.xml - Eclipse SDK
File Edit Navigate Search Project Run XML Window Help
Java
Package Ex
Hierarchy
XMLExamples
BookTest
BookStore.dtd
BookStoreTest.xml
BookStoreTest.xsd
BookStorewithDTD.xml
GolfCountryClub
Invoice
PhoneBanking
PublicationCatalogue
SpaceWarGame
readme.html
*BookStoreTest.xml
BookStoreTest.xsd
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"
<!DOCTYPE... ID SYSTEM "BookStore.dtd"
BookStore
Book
(2 rows)
Title
Author
1 My Life and Times
Paul McCartney
2 Beginning XML
David Hunter, Andrew Watt, Jeff Rafter, Jon Duckett, Danny Ayers, Nicholas Chase, Joe Fawcett, Tom Gaven, Bill
Text Grid Author
Outline
View is disabled for current selected pa
Problems Javadoc Declaration Properties Results Console
Oxygen messages
[17:03:17] - DTD XML Error Scanner - start scanning file:/Z:/ws_eclipse/XMLExamples/Book
[17:03:17] - Found 0 problem(s)
[17:03:26] - DTD XML Error Scanner - start scanning file:/Z:/ws_eclipse/XMLExamples/Book
[17:03:26] - Found 0 problem(s)
[17:03:31] - XMLSchema XML Error Scanner - start scanning file:/Z:/ws_eclipse/XMLExample
[17:03:31] - Found 0 problem(s)
<oXygen/>®

Nachteile von DTDs

- keine XML-Syntax, eigener Parser nötig
- nur sehr wenige Datentypen, insbesondere für Element-Inhalte
- keine eigenen Datentypen definierbar
- keine Namensräume:

  DTDs können nur dann kombiniert werden, wenn es keine Namenskonflikte gibt!
- keine Vererbungshierarchien

Und noch ein Nachteil

- Sequenzen einfach zu definieren:

  <!ELEMENT Book (Title, Author)>

⇨ starre Struktur in XML-Dokumenten

- soll Reihenfolge der Kind-Elemente egal sein, müssen alle Permutationen explizit aufgezählt werden:

  <!ELEMENT Book ((Title, Length) | (Length, Title))>

- nicht praktikabel: bei n Kind-Elementen n! Permutationen

DTD deklariert das erlaubte Vokabular

DTD definiert für jedes Element ein Content-Modell

- Content-Modell legt fest:
  - Elemente oder Daten
  - Reihenfolge & Anzahl von Elementen/Daten innerhalb eines Elements
  - Pflicht oder optionale Elemente

DTD deklariert für jedes Element eine Menge von erlaubten Attributen

XML-Schema

Warum XML-Schema?


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

XML-Schema

DTD

- Ortsangabe: besteht aus 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

+ Vielzahl von vordefinierten Datentypen
+ eigene Datentypen definierbar
+ keine eigene Syntax, sondern selbst XML-Sprache
+ Vererbungshierarchien
+ unterstützen Namensräume
+ Reihenfolgeunabhängige Strukturen einfach zu definieren

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" ty
              <xsd:element name="Author"
              <xsd:element name="Date" ty
              <xsd:element name="ISBN" ty
              <xsd:element name="Publishe
            </xsd:sequence>
          </xsd:complexType>
        </xsd:element>
      </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>
  </xsd:element>
</xsd:schema>
```

- Für jede DTD gibt es ein äquivalentes XML-Schema.
- Übersetzung z.B. mit XMLSpy
- Umgekehrt gibt es jedoch XML-Schemata, für die es keine äquivalente DTD gibt.

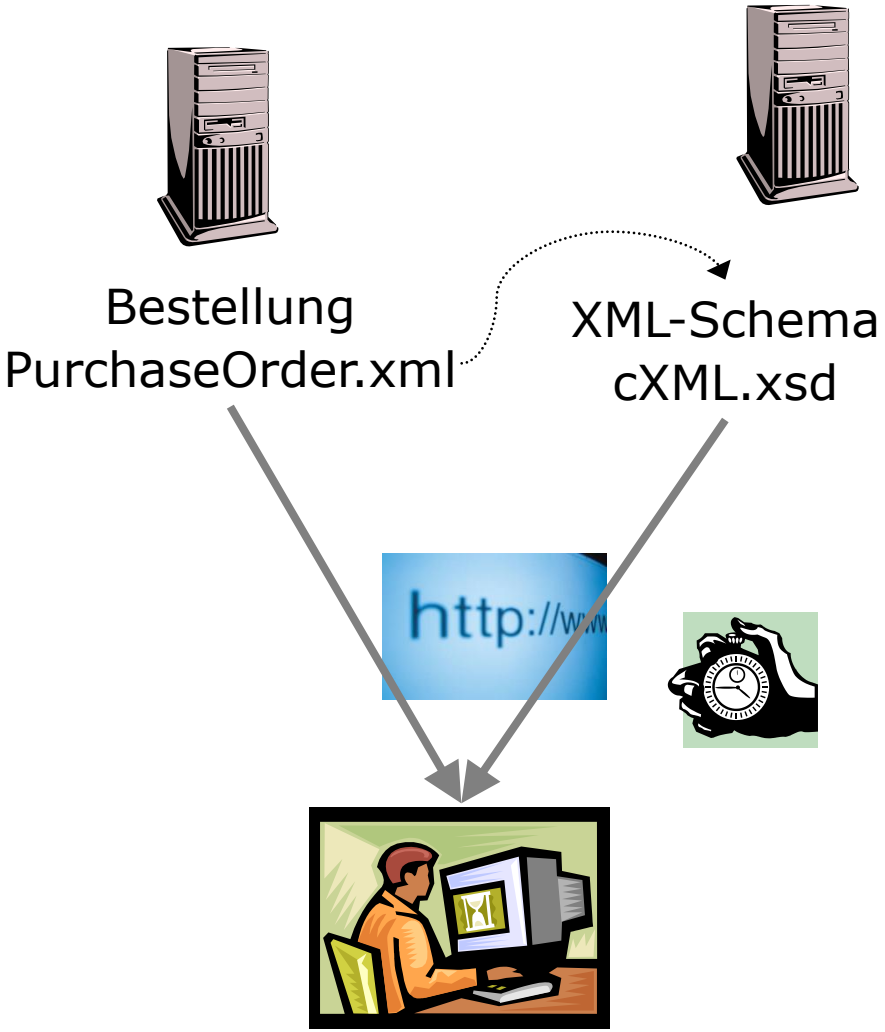
➔ XML-Schemata ausdrucksmächtiger als DTDs

Allgemeines über XML Schema

- XML-Schemata sind wohlgeformte XML-Dokumente
  - Vorteil: kein eigener Parser nötig
  - Nachteil: geschwätzig
- Wurzelelement jedes XML-Schemas ist das Element <xsd:schema>
- Alle Definitionen eines Schemas sind Kindelemente von <xsd:schema> (direkt oder tiefer geschachtelt)
- Direkte Kindelemente von <xsd:schema> sind *globale* Elemente.
- Jedes XML-Schema ist eine eigenständige Datei

Geschwätzigkeit von XML-Schemata

- PurchaseOrder.xml verweist auf cXML-Schema, das Client von anderen Server laden muss.
- cXML
  - als Schema: 50KB
  - als DTD: 15KB
- XML-Schemata aber besser zu komprimieren:
  - cXML-Schema: 6KB
  - cXML-DTD: 4KB



XML-Schemata

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

Namensraum für
das Schema Element

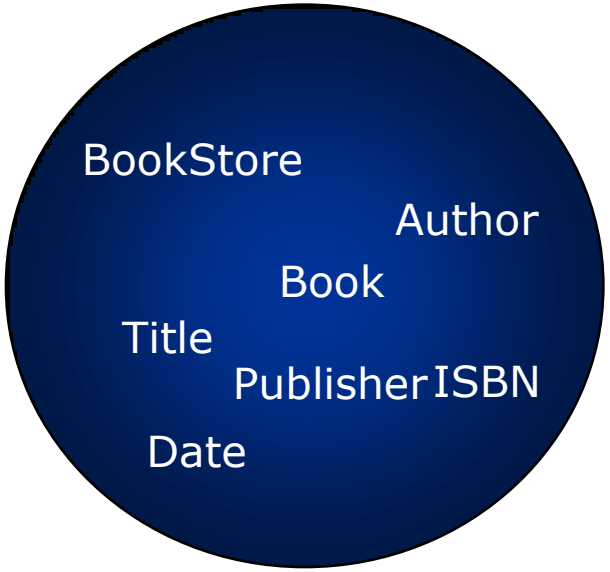
- Wurzel-Element: Schema aus W3C-Namensraum http://www.w3.org/2001/XMLSchema
- hier XML-Schema für XML-Schema hinterlegt: Schema der Schemata

Ziel-Namensraum

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

- jedes XML-Schema definiert bestimmtes Vokabular (Elemente und Attribute)
- Dieses Vokabular wird einem Namensraum zugeordnet: **Ziel-Namensraum** (target namespace).
- Ziel-Namensraum wird wie jeder Namensraum mit URI identifiziert
- Definiertes Vokabular kann über URI identifiziert werden.

Ziel-Namensraum

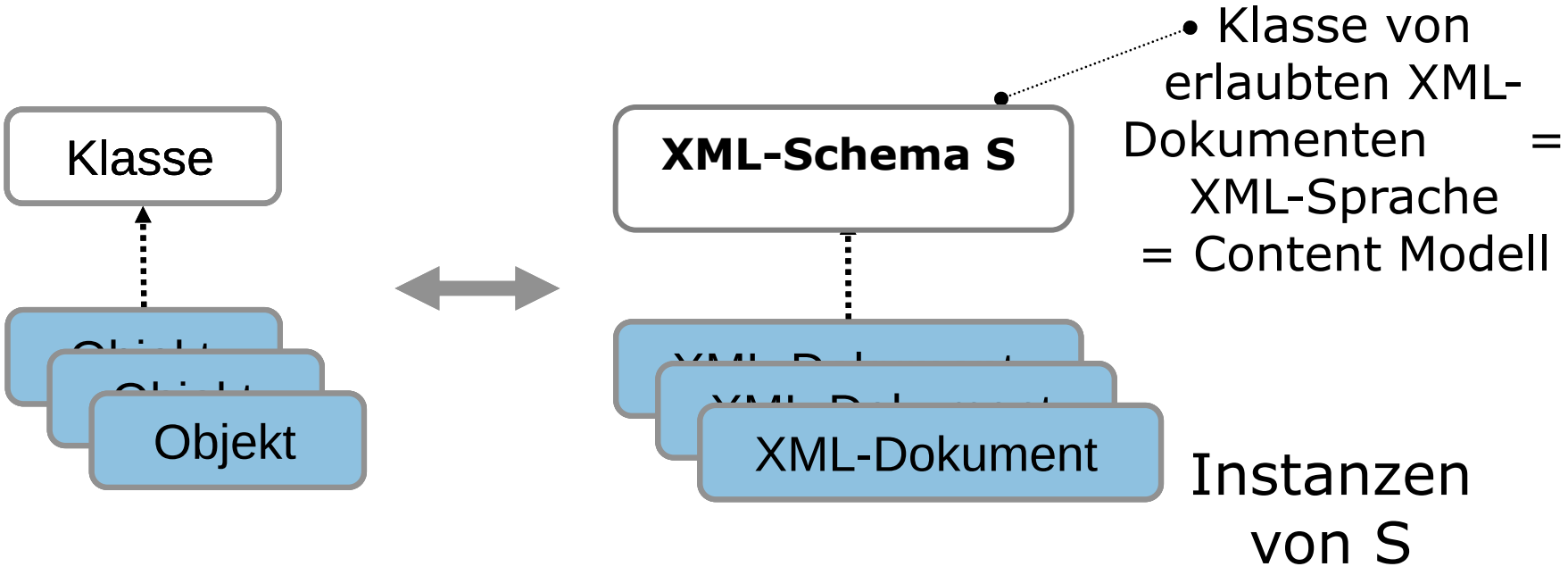


DTD definiert keinen Namensraum.

http://www.books.org

XML-Schema definiert eigenen Namensraum, den Ziel-Namensraum.

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.

Instanz eines XML-Schemas

```
<?xml version="1.0"?>
<BookStore>
      <Book>
            <Title>My Life and Times</Title>
            <Author>Paul McCartney</Author>
            <Date>July, 1998</Date>
            <ISBN>94303-12021-43892</ISBN>
            <Publisher>McMillin Publishing</Publisher>
      </Book>
      ...
</BookStore>
```

Wie wird aus diesem XML-Dokument eine Instanz eines XML-Schemas?

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
                                                BookStore.xsd">
        …
</BookStore>
```

Ziel-Namensraum des XML-Schemas

- Wurzel-Element und Namensraum legen zusammen Dokument-Typ fest.
- Wurzel-Element muss in XML-Schema global deklariert sein.
- Für bekannte Namensräume wie http://www.w3.org/1999/xhtml keine weiteren Schritte nötig.

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>
```

kann auch lokale Datei wie z.B. BookStore.xsd sein

- Attribut schemaLocation gibt Hinweis, wo das XML-Schema zu finden ist.
- Beachte: XML-Prozessor darf diese Information ignorieren und anderes XML-Schema berücksichtigen!

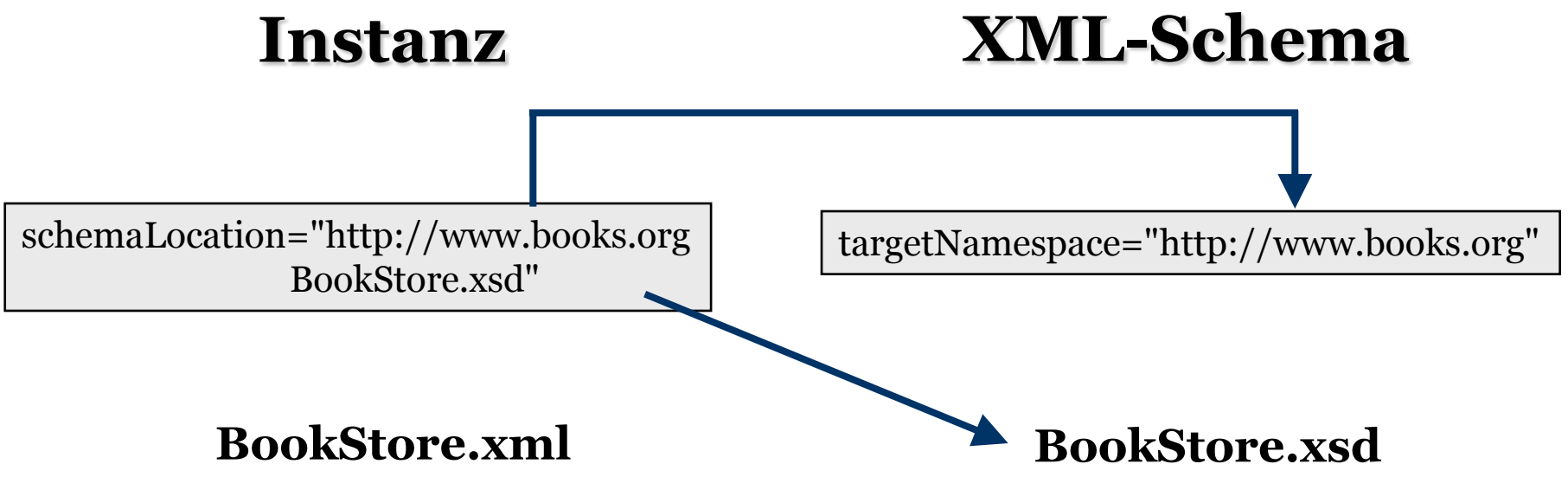
3. Schritt

```
<?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 stammt aus dem W3C-Namensraum für Schema-Instanzen.

- weiteres Beispiel für Erweiterbarkeit von XML!
- XML durch Attribut schemaLocation erweitert

Instanz und Schema



benutzt Namensraum
http://www.books.org

definiert Namensraum
http://www.books.org

Software zum Validieren von Instanzen

- xerces by Apache (API)
  - ➔ http://xml.apache.org/
- MSXML (API)
  - ➔ http://www.microsoft.com
- XMLSpy (GUI)
  - ➔ http://www.altova.com/
- weitere: http://www.w3.org/XML/Schema#Tools

Validierung auf mehreren Ebenen

Instanz
= XML-Dokument

XML-Schema

BookStore.xml

BookStore.xsd

zulässiges BookStore-Dokument?

Validierung auf mehreren Ebenen

Instanz
= XML-Dokument

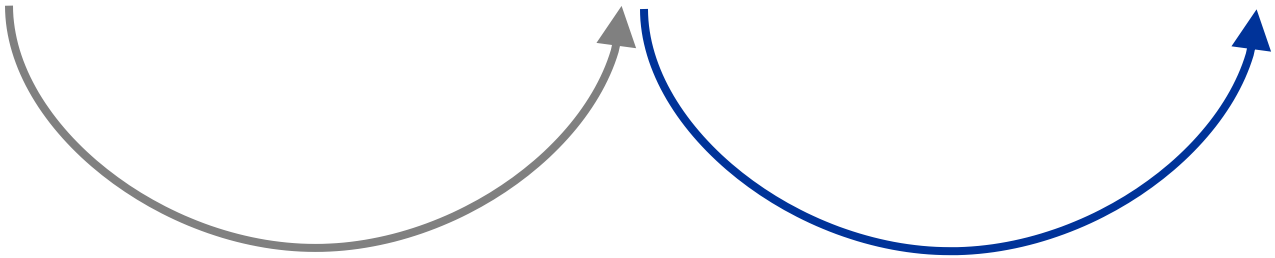
XML-Schema
= **XML-Dokument**

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

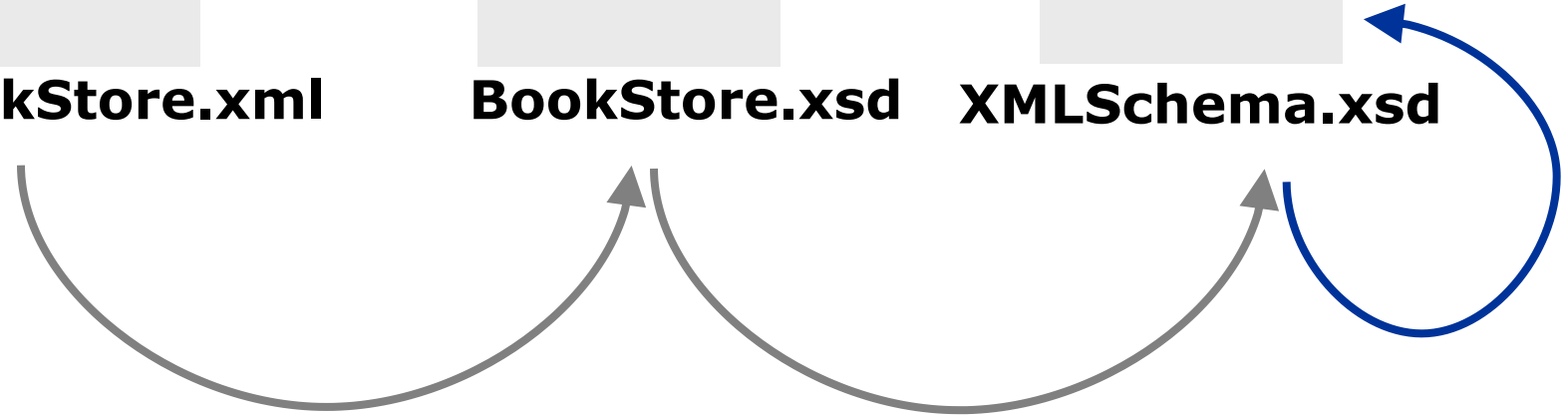
XML-Schema
= XML-Dokument

Schema der Schemata = **XML-Dokument**

BookStore.xml

BookStore.xsd

XMLSchema.xsd



zulässiges BookStore-Dokument?

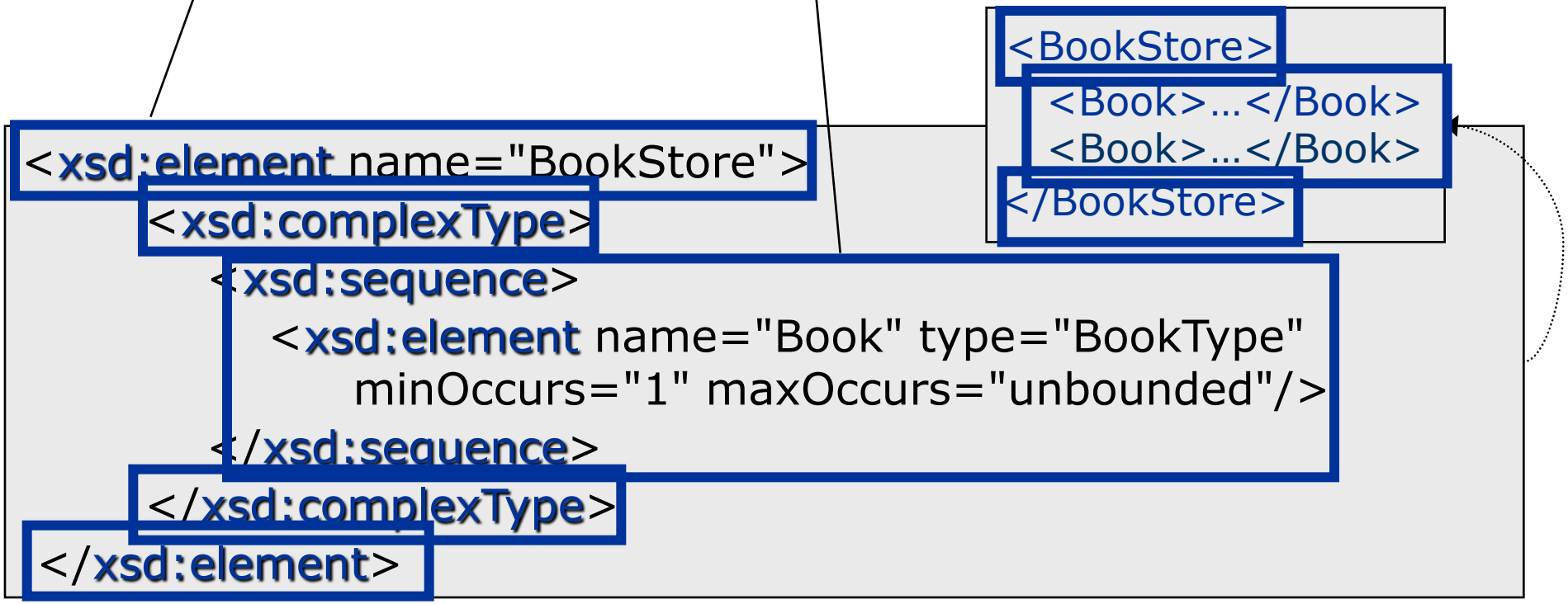
zulässiges XML-Schema?

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+)>



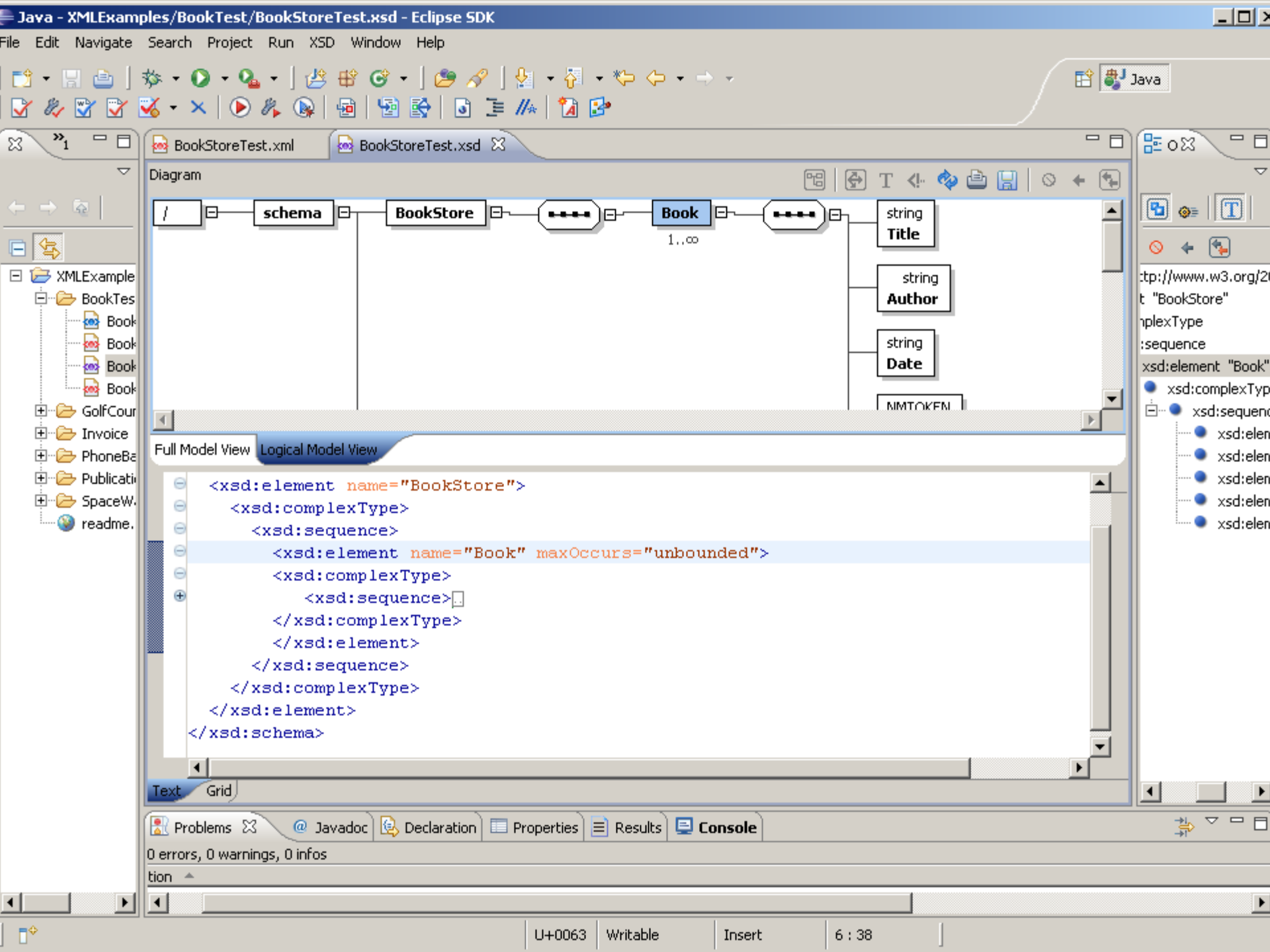
- xsd:element: Element wird deklariert
- xsd:complexType: strukturierter Inhalt
- xsd:sequence: Sequenz von Elementen

<!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
- Beachte: Standard-Werte für minOccurs und maxOccurs jeweils 1


Java - XMLExamples/BookTest/BookStoreTest.xsd - Eclipse SDK
File Edit Navigate Search Project Run XSD Window Help
Java
BookStoreTest.xml
BookStoreTest.xsd
Diagram
/
schema
BookStore
Book
1..∞
string
Title
string
Author
string
Date
Full Model View
Logical Model View
<xsd:element name="BookStore">
<xsd:complexType>
<xsd:sequence>
<xsd:element name="Book" maxOccurs="unbounded">
<xsd:complexType>
<xsd:sequence>
</xsd:complexType>
</xsd:element>
</xsd:sequence>
</xsd:complexType>
</xsd:element>
</xsd:schema>
Text
Grid
Problems
Javadoc
Declaration
Properties
Results
Console
0 errors, 0 warnings, 0 infos
U+0063
Writable
Insert
6 : 38

<!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

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

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

```
<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>
```

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

- xsd:date: vordefinierter Datentyp

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

Freie Universität Berlin

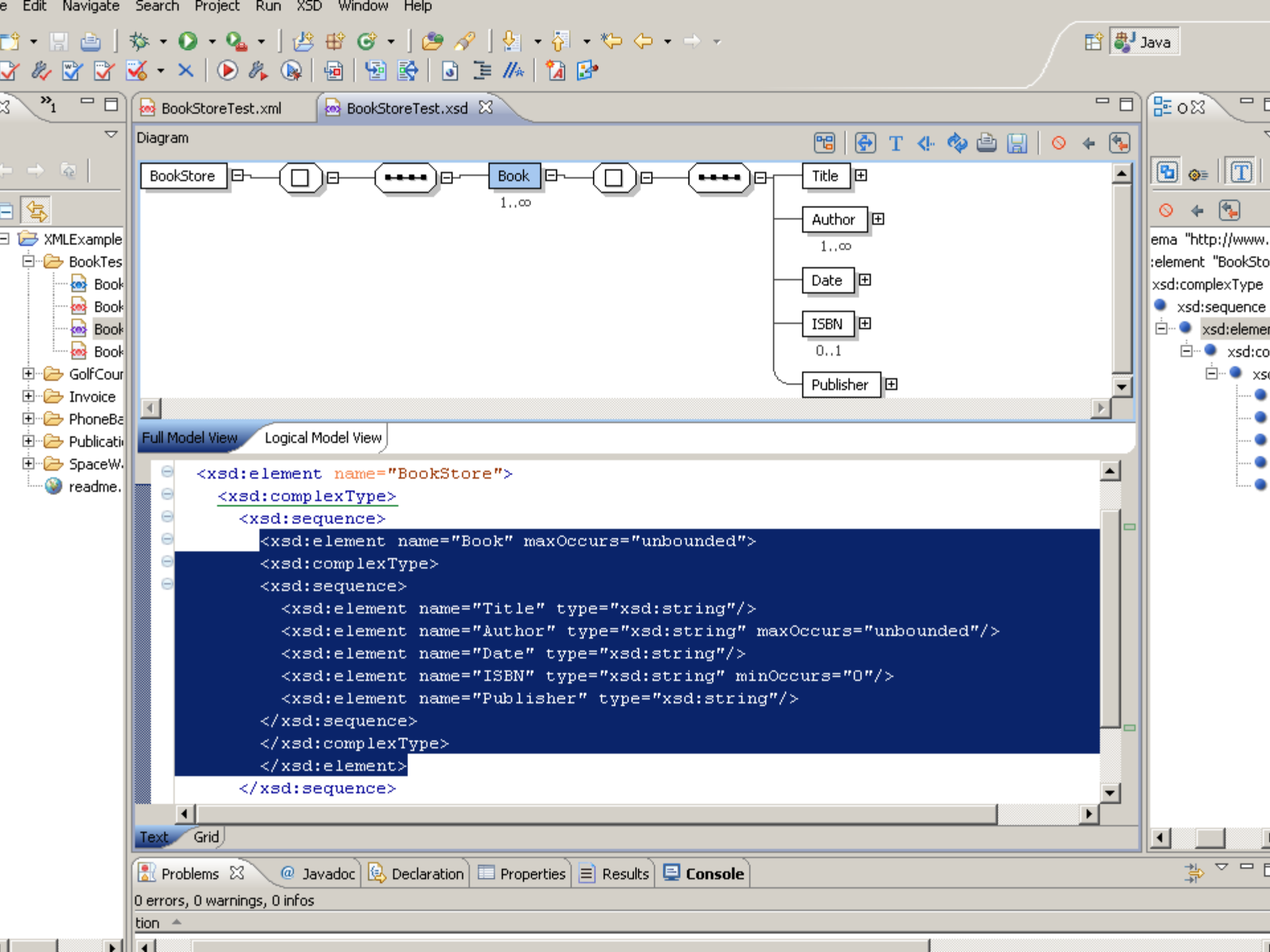
```
<xsd:element name="Book"  maxOccurs="unbounded">
        <xsd:complexType>
                <xsd:sequence>
                    <xsd:element name="Title" type="xsd:string"/>
                    <xsd:element name="Author" type="xsd:string"/>
                    <xsd:element name="Date" type="xsd:string"/>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

<!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" 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.


Edit Navigate Search Project Run XSD Window Help
Java
BookStoreTest.xml
BookStoreTest.xsd
Diagram
BookStore
Book
1..∞
Title
Author
1..∞
Date
ISBN
0..1
Publisher
Full Model View
Logical Model View
<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" 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>
</xsd:element>
</xsd:sequence>
Text
Grid
Problems
Javadoc
Declaration
Properties
Results
Console
0 errors, 0 warnings, 0 infos
XMLExample
GolfCour
Invoice
readme.

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>
```

Lernziel: Dieses Schema und die entsprechende DTD verstehen!

DTDs vs. XML-Schema

DTD's	XML-Schema
vereinfachte SGML-DTD, Teil von XML 1.0/1.1	eigener W3C-Standard
eigene Syntax	XML-Schemta = XML-Sprache
kompakter und lesbarer	ausdrucksstärker
zur Beschreibung von Text-Dokumenten ausreichend	zur Beschreibung von Daten besser geeignet.

Wie geht es weiter?

heute

- ☑ Definition von XML-Sprachen
- ☑ DTDs und XML-Schema anhand eines einheitlichen Beispiels

Nächster Termin

- XML-Schema im Detail