

Dokumentation zum XML-Projekt im Master-Modul Internettechnologie

Lennart Mende
Richard Mende

HTWK Leipzig
Wintersemester 2025/26
Prof. Dr.-Ing. Andreas Pretschner

1. Januar 2026

Inhaltsverzeichnis

1 Projekübersicht	1
1.1 Zielstellung	1
1.2 Projektorganisation	2
2 Datensatz	4
2.1 XML-Datei	4
2.2 XSD-Datei	5
3 Transformationen von XML-Daten	6
3.1 XSLT-Transformation von XML zu HTML	6
3.2 FOP-Transformation von XML zu PDF	8
4 Programmierung	9
4.1 Grundlegende Informationen	9
4.2 Abfrage	10
4.3 Validierung	11
4.4 Transformation	11

1 Projekübersicht

1.1 Zielstellung

Als Grundlage dieses Projekts dient das Anlegen eines XML-Datensatzes, der aus mehreren Objekten besteht. Diese sollen jeweils mindestens ein Attribut sowie eine Datensequenz enthalten. Auf Basis dieses Datensatzes wird eine XSD-Datei erstellt, sodass die XML-Datei validiert werden kann. Dabei wird überprüft, ob die XML-Datei der definierten Struktur entspricht und alle erforderlichen Angaben enthalten sind. Zusätzlich wird eine XSD-Datei mithilfe der in *EditiX* integrierten automatischen Dokumenterstellung generiert.

Der zweite Teil des Projekts befasst sich mit der Transformation der XML-Datei in zwei unterschiedliche Ausgabeformate. Zunächst sollen die Daten aus der XML-Datei in Form einer HTML-Seite dargestellt werden, wofür eine XSLT-Transformationsdatei erstellt werden muss. Darüber hinaus erfolgt die FOP-Transformation, sodass aus der XML-Datei eine PDF-Datei generiert wird. Eine schematische Übersicht dieser Transformationen zeigt Abbildung 1.

Der dritte Aufgabenteil beschäftigt sich mit der XML-Programmierung. Dabei soll eine Applikation erstellt werden, welche die Validierung, Abfrage und Transformation der XML-Datei ermöglicht.

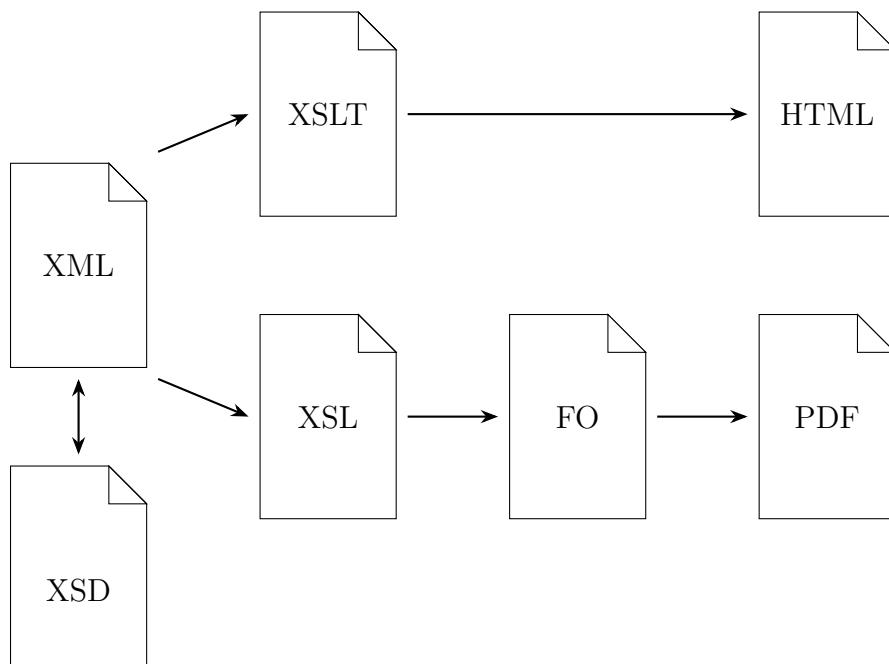


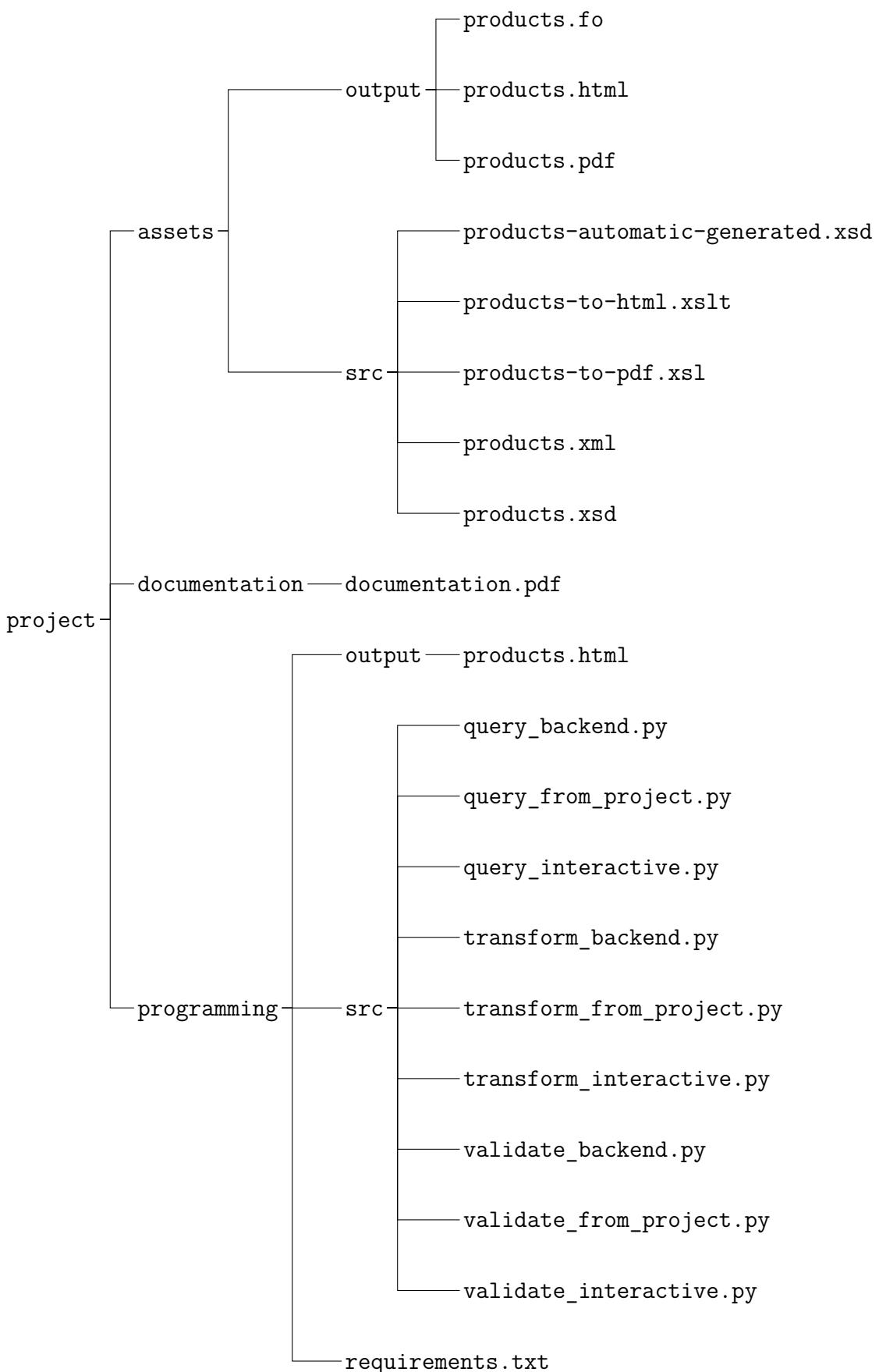
Abbildung 1: Übersicht der Dokumenttypen und Transformationspfade

1.2 Projektorganisation

Zur strukturierten Umsetzung des Projekts sowie zur Sicherstellung einer nachvollziehbaren Versionsverwaltung wurde ein öffentlich zugängliches *GitHub-Repository* unter https://github.com/rimen13/Projekt_Internettechnologie eingerichtet. Die Gliederung der Projektdateien ergibt sich folgendermaßen:

```
project/
|-- assets/
|   |-- src/
|   |   |-- products.xml
|   |   |-- products.xsd
|   |   |-- products-automatic-generated.xsd
|   |   |-- products-to-html.xslt
|   |   |-- products-to-pdf.xsl
|   |-- output/
|       |-- products.html
|       |-- products.fo
|       |-- products.pdf
|-- documentation/
|   |-- documentation.pdf
|-- programming/
    |-- src/
        |-- query_backend.py
        |-- query_from_project.py
        |-- query_interactive.py
        |-- validate_backend.py
        |-- validate_from_project.py
        |-- validate_interactive.py
        |-- transform_backend.py
        |-- transform_from_project.py
        |-- transform_interactive.py
    |-- output/
        |-- products.html
    |-- requirements.txt
```

Als Entwicklungswerzeuge kamen der XML-Editor *EditiX* zur Erstellung der Dateien im Ordner **assets** sowie *Visual Studio Code* als integrierte Entwicklungsumgebung zur Umsetzung der XML-Programmierung zum Einsatz. Die inhaltliche Ausarbeitung orientiert sich an den Modul-Unterlagen auf Moodle. Die in der XML-Datei verwendeten Preise und Stückzahlen der elektronischen Bauteile basieren auf den Angaben der Websites <https://www.digikey.de> und <https://www.mouser.de>.

Abbildung 2: Projektordnerstruktur **KANN DIE WEG?**

2 Datensatz

2.1 XML-Datei

Als Beispieldatensatz für dieses Projekt wurde ein Katalog elektronischer Bauteile eines fiktiven Elektronikshops modelliert. Der vollständige Datensatz ist in der Datei `products.xml` abgelegt und umfasst insgesamt 9 unterschiedliche Bauteile (3 Widerstände, 2 Spulen, 2 Kondensatoren und 2 Dioden). Das XML-Dokument besitzt das Root-Element `products`, unter dem alle `product`-Elemente zusammengefasst sind. Jedes `product`-Element repräsentiert ein einzelnes Bauteil und stellt damit ein Objekt des Datensatzes dar, welches über das Attribut `id` eindeutig zu identifizieren ist. Zusätzlich wird über das Attribut `type` der grundlegende Bauteiltyp spezifiziert, bei Dioden erweitert durch das Attribut `subtype`. Unabhängig vom konkreten Bauteiltyp enthalten alle `product`-Elemente eine einheitliche Menge an Kindelementen zur Beschreibung allgemeiner Produkteigenschaften. Diese sind die Anzahl (`amount`), der Preis (`price`) und der Hersteller (`manufacturer`). Über das `unit`-Attribut lässt sich der Preis mit unterschiedlichen Währungseinheiten angeben.

Ergänzend zu diesen allgemeinen Angaben besitzt jedes Produkt eine oder mehrere bauteilspezifische Datensequenzen, welche die relevanten physikalischen Kenngrößen modellieren. Die Bezeichnung dieser Sequenzen ist vom jeweiligen Bauteiltyp abhängig (`resistance` für Widerstände, `inductance` für Spulen oder `capacitance` für Kondensatoren). Für Dioden können mehrere Kenngrößen angegeben werden (`forwardVoltage` und `reverseVoltage`). Diese Datensequenzen enthalten jeweils eine strukturierte Beschreibung des Zahlenwertes, bestehend aus Mantisse (`value`), Exponent (`exponent`), Einheit (`unit`) sowie optional einer Toleranzangabe (`tolerance`). Der Exponent ist hierbei auf Werte beschränkt, die durch 3 teilbar sind, da nur diese bei den anschließenden Transformationen in Kapitel 3 in physikalische Vorsilben wie μ , m, k etc. umgewandelt werden können. Die Toleranz kann über ein `unit`-Attribut entweder relativ (in Prozent) oder absolut angegeben werden. Diese explizite Zuordnung der physikalischen Größen zu den jeweiligen Bauteiltypen erleichtert die in Kapitel 2.2 beschriebene Validierung der XML-Datei mithilfe einer XSD-Datei.

alter Text:

Als Thema für den Beispieldatensatz wurden in diesem Projekt elektronische Bauteile eines fiktiven Elektronikshops gewählt. Der vollständige Datensatz dieses Projekts ist in der Datei `products.xml` enthalten. Er umfasst 9 Objekte, davon 3 Widerstände, 2

Spulen, 2 Kondensatoren sowie 2 Dioden. Hintergrund ist, dass die vorhandenen Daten auf einer Produkt-Website dargestellt werden können. Beim Inhalt des Datensatzes wurde sich deshalb auf die dafür wichtigsten Daten konzentriert. Das Root-Element ist *Products*, das alle *Product*-Elemente enthält. Diese können über den Eintrag im *id*-Attribut eindeutig identifiziert werden. Jedes dieser *Product*-Elemente umfasst die Elemente Anzahl, Preis und Hersteller sowie, abhängig vom mit dem *type*-Attribut spezifizierten Bauteil, eine oder zwei bauteilspezifische Datensequenzen. Diese beinhalten die physikalischen Größen des jeweiligen Bauteils, wobei der Wert, die Einheit und die Toleranz angegeben werden. Sie kann mithilfe des *unit*-Attributs relativ (bspw. mit %) oder absolut eingestellt werden. Die Einheit des Preises kann ebenfalls mit einem *unit*-Attribut definiert werden. Die Bezeichnung dieser Datensequenz ist für jedes Bauteil spezifisch. Während die Widerstände, Spulen und Kapazitäten jeweils nur eine spezifische physikalische Größe umfassen, können für Dioden mehrere angegeben werden. Diese konkrete Zuordnung der physikalischen Größen vereinfacht die anschließende Validierung der XML-Datei mit der XSD-Datei.

2.2 XSD-Datei

Die XSD-Datei `products.xsd` legt fest, welche Elemente, Attribute und Datentypen in der zu validierenden XML-Datei zulässig sind. Sie bildet damit die Grundlage für eine automatisierte Validierung der XML-Datei und stellt sicher, dass die definierten strukturellen und typebezogenen Anforderungen eingehalten werden.

Die Anzahl der *product*-Elemente muss mindestens 1 betragen. Mithilfe von *choice* werden die zulässigen Kombinationen der physikalischen Größen *resistance*, *inductance*, *capacitance*, *forwardVoltage* und *reverseVoltage* zum jeweiligen Bauteil überprüft.

Alle Produkte besitzen die gemeinsamen Attribute *id*, *type* und optional *subtype*, die in einer *attributeGroup* definiert sind. Die bauteilspezifischen Elemente werden jeweils durch einen eigenen *complexType* beschrieben. Die Typisierung der Elemente ohne Attribute erfolgt über die Datentypen wie *float*, *short* oder *string*. Für Attribute werden sowohl Standardwerte als auch feste Werte definiert. Standardwerte sorgen für konsistente Voreinstellungen bei fehlenden Angaben, während feste Werte Abweichungen erkennen und als Fehler kennzeichnen.

Die Datei `products-automatic-generated.xsd` wurde durch die in *EditiX* enthaltene automatische Dokumenterstellung generiert. Sie ist allerdings weniger präzise als

die bereits beschriebene XSD-Datei. Dies kann damit begründet werden, dass bei der automatischen Generierung nicht die gleichen präzisen Typdefinitionen vorgenommen werden können. Außerdem ist in dieser XSD-Datei kein *choice* enthalten und daher für die Validierung der XML-Datei nur eingeschränkt geeignet. Es wird daher empfohlen, zur Validierung der XML-Datei die XSD-Datei `products.xsd` zu verwenden.

alter Text:

Das zugehörige Schema befindet sich in `products.xsd`. Es definiert Struktur, Reihenfolge und Häufigkeit der verwendeten Elemente. Das Schema dient dazu, die Angaben in der XML-Datei auf formale Richtigkeit zu überprüfen. Damit kann sichergestellt werden, dass die geforderten Angaben in der XML-Datei gemacht wurden. Diese Richtigkeit ist für die Transformation in andere Datenformate unerlässlich. Außerdem kann überprüft werden, ob die angegebenen Datentypen korrekt sind. Die erstellte XSD-Datei dieses Projekts ist in `products.xsd` zu finden. Beim Entwurf des XSD-Schemas wurde darauf geachtet, jedes Element über einen eigenen Typ zu kapseln, sodass spätere Änderungen gezielt und unabhängig vorgenommen werden können. Die verwendeten Datentypen wurden bewusst gewählt, um eine valide und konsistente Datenstruktur sicherzustellen. Standardwerte kommen dort zum Einsatz, wo Attribute fehlen, um sinnvolle und einheitliche Einstellungen zu gewährleisten. Feste Werte werden verwendet, um Abweichungen frühzeitig zu erkennen und als Fehler zu kennzeichnen. Darüber hinaus wurde die Datei `products-automatic-generated.xsd` automatisch durch die Dokumentenerstellung mit *EditiX* erzeugt. Diese Datei ist jedoch nicht so präzise wie `products.xsd`. Es können nicht an allen Stellen die gewünschten Datentypen angegeben werden. Außerdem ist es nicht möglich, ein *choice*-Element zu verwenden. Es wird daher empfohlen, zur Validierung der XML-Datei die XSD-Datei `products.xsd` zu verwenden.

3 Transformationen von XML-Daten

3.1 XSLT-Transformation von XML zu HTML

Um die Daten aus der XML-Datei auf einer HTML-Website darstellen zu können, wurde eine Transformation mit der erstellten Datei `products.xslt` durchgeführt. Auf der HTML-Website wird für alle 4 Bauteilarten jeweils eine eigene Tabelle erstellt, in der die zugehörigen Bauteildaten angezeigt werden. Diese Tabellen sind zunächst zugeklappt

und lassen sich durch das Anklicken Dreieck-Symbols ($\blacktriangleright \rightarrow \blacktriangledown$) aufklappen.

Für die Ausgabe der Tabellen wird zwischen Widerständen, Spulen und Kapazitäten sowie Dioden unterschieden, da sich die Anzahl der angegebenen physikalischen Größen unterscheidet. Die Ausgabe der Bauteildaten erfolgt anhand eines Templates, welches für alle physikalischen Größen identisch ist. Dabei werden über *XPATH*-Ausdrücke die relevanten Informationen aus der XML-Datei extrahiert. Jede physikalische Größe enthält Mantisse, Exponent, Einheit und optional Toleranz. Die Exponenten werden dabei als physikalische Vorsilben interpretiert, z. B. 10^{-6} als μ . Mit einer `xsl:when`-Abfrage wird überprüft, ob der optionale Wert für die Toleranz vorhanden ist. Ist dies nicht der Fall, wird ein Bindestrich an der entsprechenden Stelle in der Tabelle angezeigt. Alle weiteren Angaben in der Tabelle sind obligatorisch und werden in jedem Fall ausgegeben.

**DIESEN LETZT SATZ VERSTEHE ICH EHRLICH GESAGT ABSOLUT NICHT,
IST ABER MEHR ODER WENIGER AUS DEM ALten TEXT ÜBERNOMMEN;**
alter Text:

Um die XML in HTML transformieren zu können, wurde `products-to-html.xslt` erstellt. Die tabellenförmige Ausgabe wurde getrennt für Widerstände, Spulen und Kondensatoren sowie für Dioden vorgenommen, da für erstere jeweils eine physikalische Größe angegeben ist, für letztere zwei physikalische Größen sowie der Untertyp.

Die physikalischen Größen selbst wurden mit einem gemeinsamen Template ausgewertet, da alle einen Wert und eine Einheit sowie einen optionalen Exponenten und eine optionale Toleranz aufweisen. Mit einer `xsl:when`-Abfrage wurde sichergestellt, dass bei Abwesenheit einer Toleranz dieses Feld mit einem Bindestrich gefüllt wird. Da das Feld für die physikalische Größe in der entsprechenden Tabelle jedoch auch ohne einen explizit vorgegebenen Exponenten korrekt ausgefüllt wird und alle weiteren Angaben in der Tabelle obligatorisch sind, ist dieses Vorgehen nur für die Toleranz notwendig.

Im Allgemeinen wurden die Templates so generisch wie möglich erstellt, um eine hohe Flexibilität für mögliche Veränderungen zu gewährleisten.

3.2 FOP-Transformation von XML zu PDF

Die PDF-Ausgabe der Produktdaten erfolgt über eine FOP-Transformation. Die XSLT-Datei `products-to-html.xslt` wurde wiederverwendet, um die relevanten Informationen aus der XML-Datei mittels XPath zu extrahieren. Die XSL-Transformation erfolgt anhand der XSL-Datei `products-to-pdf.xsl`, in der im Vergleich zur XSLT-Datei die HTML-Syntax durch FO-Syntax ersetzt und Layout-Anpassungen an der Darstellung vorgenommen wurden. Die Erstellung der FO-Datei `products.fo`, die FO-Transformation und die anschließende PDF-Erzeugung werden in *EditiX* automatisch durchgeführt.

Ein spezieller Anpassungspunkt besteht in der Darstellung des Symbols Ω als Einheit des Widerstands. Im Vergleich zu anderen Zeichen musste es um 0.145 em nach oben verschoben werden, damit die Zeilenhöhe im Vergleich zu den vorherigen Zeichen erhalten bleibt.

Die in den Kapiteln 3.1 und 3.2 beschriebenen Transformationen sind generisch und können somit für jede XML-Datei durchgeführt werden, welche die Anforderungen der in Kapitel 2.2 erläuterten XSD-Datei erfüllen.

NOCH 2 FRAGEN HIERZU: DU HAST NUR DIE XSL ERSTELLT UND DIE FO HAT ES DANN IN EDITIX AUTOMATISCH ERSTELLT ODER NICHT? ANSONSTEN MÜSSTE DOCH DIE .FO DATEI AUCH IN DEN src ORDNER! UND AUCH DER AKTUELLE TEXT MÜSSTE ÜBERARBEITET WERDEN! alter Text:

Für die FOP-Transformation wurde hauptsächlich die XSLT für den HTML-Output wiederverwendet, da die gleichen Informationen mittels XPath ermittelt wurden. Es wurde lediglich die HTML-Syntax durch FO-Syntax ersetzt, zusätzlich wurde ein Master-Layout definiert.

Der einzige Unterschied besteht in der Behandlung des Ω . Dieses musste im Vergleich zu HTML und zu den anderen Zeichen des Dokuments stets um 0.145 em nach oben verschoben werden, da es sonst eine halbe Zeile zu tief steht.

Die beiden durchgeführten Transformationen sind sehr generisch – mit ihnen kann stets das angestrebte Output-Dokument erzeugt werden, sofern die übergebene XML den in Abschnitt 2 erläuterten Anforderungen der Schemadatei genügt.

4 Programmierung

4.1 Grundlegende Informationen

Durch die XML-Programmierung sollen folgende Funktionalitäten implementiert werden:

1. Validierung eines XML-Dokuments gegen ein XSD-Schema
2. Abfrage von Informationen aus einem XML-Dokument
3. Transformation eines XML-Dokuments in eine HTML-Website

Zur Umsetzung dieser Funktionalitäten wird im Rahmen dieses Projekts die Programmiersprache *Python* verwendet. Um das die in den folgenden Kapiteln beschriebenen Befehle in der Kommandozeile ausführen zu können, muss *Python* von der offiziellen Website <https://www.python.org> unter dem Reiter *Downloads* installiert werden. Für dieses Projekt wurde Version 3.12.8 genutzt. Außerdem müssen die beiden Module *lxml* und *tkinter* installiert werden.

Durch das Modul *lxml* ist es möglich, diese Funktionalitäten umzusetzen.

Damit die Befehle über die Kommandozeile aufgerufen werden können, muss zunächst ein lokaler Python Download erfolgen.

HIER MUSS ICH ES MAL MIT MEINEM EIGENEN LINUX SYSTEM PROBIEREN!

Für alle 3 Teilaufgaben existieren 3 getrennte Python-Dateien:

1. Backend-Datei (`*_backend.py`): enthält ausschließlich die Logik der jeweiligen Aufgabe und können nicht direkt ausgeführt werden
2. Projektmodus-Datei (`*_from_project.py`): führt die jeweilige Aufgabe mit den im Projekt erarbeiteten Dateien aus
3. Interaktiv-Datei (`*_interactive.py`): ermöglicht die Auswahl beliebiger Dateien

und führt die jeweilige Aufgabe für diese durch

Die jeweiligen Dateien enthalten den beschriebenen Code, der ausführlich kommentiert ist. Die Dateien können ausgeführt werden, indem man zunächst die virtuelle Umgebung aktiviert und in der Kommandozelle in das Verzeichnis `programming/src` wechselt und den Befehl `python desired_file.py` ausführt. Dabei ist `desired_file.py` ein Platzhalter für den eigentlichen Dateinamen, der an dieser Stelle natürlich eingesetzt werden muss.

4.2 Abfrage

Bei der Abfrage werden gezielt Informationen aus einem XML-Dokument extrahiert, indem XPath verwendet wird. Hierbei werden 3 verschiedene Abfragen durchgeführt:

1. Welche Produkt-IDs gibt es?
2. Wie heißen die Hersteller? (Hierbei sollen mehrfach aufgeführte Hersteller nur einmal aufgeführt werden.)
3. Was ist die Gesamtanzahl aller Widerstände im Lager?

Führt man die Datei `query_from_project.py` für den Projektmodus aus, dann wird in der Kommandozeile folgendes ausgegeben:

```
Query 1: Retrieve all product IDs.
```

```
Result: ['R001', 'R002', 'R003', 'L001', 'L002', 'C001', 'C002',
'D001', 'D002']
```

```
Query 2: Retrieve unique manufacturer names.
```

```
Result: ['Diodes Incorporated', 'Micro Commercial Components',
'Murata Power Solutions', 'Samsung Electro-Mechanics',
'Stackpole Electronics', 'Taiyo Yuden']
```

```
Query 3: Calculate the total number of resistors in stock.
```

```
Result: 864907
```

Möchte man die interaktive Abfrage durchführen, kann man über die Datei `query_from_project.py` eine XML-Datei aus dem Datei-Explorer auswählen. Anschließend wird zunächst überprüft, ob die angegebene Datei das vorgegebene XSD-Schema erfüllt. Ist dies nicht der Fall, können die Abfragen nicht durchgeführt werden und es wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Ist die XML-Datei gültig, werden ebenfalls die 3 Abfragen getätigt und die Ergebnisse ausgegeben.

4.3 Validierung

Um eine XML-Datei gegen ein XSD-Schema validieren zu können, kommen die Dateien `validate_from_project.py` und `validate_interactive.py` zur Anwendung. Dabei kann in ersterem Fall die XML-Datei gegen die XSD-Datei aus dem gegebenen Projekt validiert werden. Für die zweite Datei ist die Auswahl einer beliebigen XML- und XSD-Datei im Datei-Explorer möglich. Die Ausgabe in der Kommandozeile für eine gültige oder nicht gültige XML-Datei lautet folgendermaßen (kommt auch mit automatisch generierter XSD raus):

```
VALIDATION RESULT: products.xml is valid according to products.xsd
```

```
VALIDATION RESULT: products.xml is NOT valid according to products.xsd
```

4.4 Transformation

Die Transformation erfolgt über die Dateien `transfrom_from_project.py` und `transform_interact`. Dabei wird entweder die XML- und XSLT-Datei des gegebenen Projekts verwendet oder im interaktiven Modus werden diese beiden Dateitypen vom Anwender übergeben. Anschließend wird die Transformation in eine HTML-Datei durchgeführt und in den `output`-Ordner (in *programming*) gelegt, sodass sich der Anwender die entstehende HTML-Website anschauen kann. Im interaktiven Modus kann sich der Anwender den Zielordner selbst aussuchen. In der Kommandozeile kommt der Hinweis:

```
HTML generated: products.html
```

Im Unterordner *programming/output* befindet sich bereits die HTML-Datei, die durch

die durchgeführte Transformation für die im Projekt gegebenen Dokumente entstanden ist.