

Todo list

| | |
|--|----|
| Date on frontpage and signature | 1 |
| Man kann bei den Referenzen auf die Nummer drücken - jedoch nicht auf den Namen. Selbes bei Abbildungen und Tabellen) | 1 |
| Kurzdefinition Softwarekomponente | 13 |
| Kurzdefinition Softwarearchitektur | 13 |
| Hinleitung Komponentenbasierte-Softwarearchitektur | 13 |
| Hauptfunktion von Web-Components nochmal erläutern | 34 |
| Vorteile die dadurch entstehen | 34 |
| Nachteile (bei Shadow-dom seo friendly) | 34 |
| Browser-Unterstützung | 34 |
| erster Bezug von der Erstellung von Komponenten zu komponentenbasierter Softwareent- wicklung/Softwarearchitektur | 34 |
| + polymer: simplicity of creating elements | 42 |
| + native: complex elements with multiple shadow doms | 42 |
| + polymer: polyfilled shadow dom is SEO friendly | 42 |
| - native: browser support | 42 |

Bachelorarbeit 2

**Komponentenbasierte Softwarearchitektur und Softwareentwicklung:
Ein Vergleich von Web-Components und Google Polymer**

StudentIn Georg Eschbacher, 1110601005
BetreuerIn Hubert Hölzl

Salzburg, am X. X 2014

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Weiters versichere ich hiermit, dass ich die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungskommission weder im In- noch im Ausland vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Datum

Unterschrift

Kurzfassung

Vor- und Zuname: GEORG ESCHBACHER
Institution: FH Salzburg
Studiengang: Bachelor MultiMediaTechnology
Titel der Bachelorarbeit: Komponentenbasierte Softwarearchitektur und Softwareentwicklung:
Ein Vergleich von Web-Components und Google Polymer
Begutachter: MSc HUBERT HÖLZL

Deutsche Zusammenfassung ...

... zwischen 150 und 300 Worte ...

Schlagwörter: Folgen, Bachelor, Wissenschaftliches Arbeiten

Abstract

English abstract ...

... between 150 and 300 words ...

Keywords: *a few descriptive keywords*

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Relevanz | 1 |
| 1.2 | Motivation | 2 |
| 1.3 | Forschungsfrage | 3 |
| 1.4 | Struktur der Arbeit | 3 |
| 2 | Softwarearchitektur und Softwarekomponenten | 4 |
| 2.1 | Klassische Softwarekomponenten | 4 |
| 2.2 | Arten von Softwarekomponenten | 6 |
| 2.3 | Softwarearchitektur | 8 |
| 2.3.1 | Serviceorientierte Softwarearchitektur | 10 |
| 2.3.2 | Komponentenbasierte Softwarearchitektur und komponentenbasierte Softwareentwicklung | 11 |
| 2.3.3 | Unterschied eines Dienstes und einer Komponente | 12 |
| 2.4 | Konklusio | 13 |
| 3 | Web-Components | 13 |
| 3.1 | W3C Web-Components Standard | 15 |
| 3.1.1 | Templates | 15 |
| 3.1.2 | Decorators | 17 |
| 3.1.3 | Custom Elements | 20 |
| 3.1.4 | Shadow DOM | 24 |
| 3.1.5 | HTML Imports | 28 |
| 3.1.6 | Browser Unterstützung | 31 |
| 3.2 | Google Polymer | 33 |
| 3.3 | Konklusio | 34 |
| 4 | Web-Components Praxisbeispiel | 34 |
| 4.1 | Programmierung von Web-Components nach dem W3C Standard | 35 |
| 4.2 | Programmierung von Web-Components mit Hilfe von Google Polymer | 38 |
| 5 | Konklusion | 42 |
| 5.1 | Ausblick von Web-Components | 42 |
| 5.2 | Offene Fragen hinsichtlich der Entwicklung | 42 |

1 Einleitung

Date on frontpage and signature

Man kann bei den Referenzen auf die Nummer drücken - jedoch nicht auf den Namen. Selbes bei Abbildungen und Tabellen)

1.1 Relevanz

Zu Beginn muss geklärt werden, was eine Softwarekomponente im Allgemeinen definiert. 1996 wurde die Softwarekomponente bei der European Conference on Object-Oriented Programming (ECOOP) folgendermaßen definiert (siehe Szyperski, Gruntz und Murer 2002, S. 35-47):

„A software component is a unit of composition with contractually specified interfaces and explicit context dependencies only. A software component can be deployed independently and is subject to composition by third parties.“

Um dies näher zu erläutern, wird ein gängiger Tätigkeitsbereich eines Softwarearchitekten herangezogen: das Erstellen einer Liste von Komponenten, die in die gesamte Architektur problemlos eingefügt werden kann. Diese Liste gibt dem Entwicklungsteam vor, welche Komponenten das Softwaresystem zum Schluss umfassen wird. In einfachen Worten zusammengefasst sind Softwarekomponenten die Teile, die eine Software definiert (siehe Szyperski, Gruntz und Murer 2002, S. 35-47).

Komponentenentwicklung bezeichnet die Herstellung von Komponenten, die eine spezielle Funktion in einer Softwarearchitektur übernehmen. Sämtliche Komponenten sollten immer für sich gekapselt und unabhängig von einander sein. Dies garantiert die Wiederverwendbarkeit von bereits entwickelten Komponenten. Mehrere Komponenten werden mit Hilfe eines Verbindungsverfahrens zusammengeführt, beziehungsweise verwendet.

Softwarekomponenten haben ihren Ursprung im „Unterprogramm“. Ein „Unterprogramm“, oder auch „Subroutine“ genannt, ist der Teil einer Software, die von anderen Programmen beziehungsweise Programmteilen aufgerufen werden kann. Eine Subroutine gilt als Ursprung der ersten Einheit für die Softwarewiederverwendung (siehe Wheeler 1952).

Programmiererinnen und Programmierer entdeckten, dass sie sich auf die Funktionalität von zuvor geschriebenen Codesegmenten berufen können, ohne sich beispielsweise um ihre Implementierung kümmern zu müssen. Neben der Zeitersparnis, die dadurch entstand, erweiterte diese „Technik“ die Denkweisen: Der Fokus beim Entwickeln kann auf neue Algorithmen und komplexere Themen gelegt werden. Weiterhin entwickelten sich auch die Programmiersprachen weiter (siehe Szyperski, Gruntz und Murer 2002, S. 3-12).

In der gleichen Weise, wie die frühen Subroutinen die Programmierinnen und Programmierer vom Nachdenken über spezifische Details befreit haben, verschiebt sich durch komponentenbasierte Softwareentwicklung der Schwerpunkt von direkter Programmiersoftware zu komponierten Softwaresystemen, also komponentenbasierten Systemen. Das heißt, dass der Schwerpunkt sich in Richtung Integration von Komponenten verlagert hat. Darauf basiert die Annahme, dass es genügend Gemeinsamkeiten in großen Softwaresystemen gibt, um die Entwicklung von wiederverwendbaren Komponenten zu rechtfertigen. Diese Komponenten können dann auf Grund ihrer Gemeinsamkeiten für weitere Systeme genützt werden. Heute werden Komponenten gesucht, die eine große Sammlung von Funktionen bereitstellen. Für Unternehmen werden beispielsweise nicht nur simple Adressbücher, sondern ganze CRM-Systeme¹ gesucht, um die Daten beziehungsweise

1. Ein „Customer Relationship Management System“ bezeichnet ein System, das zur Kundenpflege beziehungsweise Kundenkommunikation dient.

Kommunikation seiner Kunden zu sichern. Darüber hinaus sollte dieses System auch flexibel sein, d.h. es sollte mit anderen Komponenten erweitert werden können (siehe Andresen 2003, S. 17-25).

Komponentenbasierte Entwicklung dient des Weiteren der Verwaltung von Komplexität innerhalb eines Systems. Sie versucht die Komplexität gering zu halten, indem die Programmiererin und der Programmierer sich vollständig auf die Implementierung der Komponenten fokussieren können. Das Verknüpfen beziehungsweise Kombinieren von Komponenten sollte demnach nicht mehr Aufgabe der Entwicklerin und des Entwicklers sein. Um diese Aufgabe zu lösen wird ein Architektur-Framework² eingesetzt, das Aktivitäten zur Identifikation, Spezifikation, Realisierung und Verteilung von Komponenten beschreibt. Vorteile durch dieses Programmierparadigma sind somit einerseits die Zeitersparnisse und andererseits die erhöhte Qualität der Komponenten (siehe Andresen 2003, S. 1-3). Standardmäßig werden in einem Softwaresystem Annahmen über den Kontext impliziert, in dem das System funktioniert. Die komponentenbasierte Softwareentwicklung verlangt,

„dass all diese Annahmen explizit definiert werden, damit das System in verschiedenen Kontexten wiederverwendet werden kann (siehe Andresen 2003).“

Durch diese explizite Definition von Annahmen gibt es verschiedene Anwendungsszenarien, die automatisch als Testszenarien der Komponenten dienen.

Im Zeitalter von Internet, Intranet und Extranet sind viele verschiedene Systeme und Komponenten miteinander zu verbinden. Aus den folgenden Gründen ist eine erweiterbare und flexible Architektur notwendig, die eine schnelle Reaktion auf neue Anforderungen ermöglicht: Web-basierte Lösungen sollen auf Informationen eines Server zugreifen können, um z.B. mittels eines Extranets diversen Händlern transparente Einblicke in die Lagerbestände eines Unternehmens zu ermöglichen. ERP³- und CRM-Systeme sollen eingebunden werden, um die Betreuung und den Service für Kunden zu optimieren (siehe Andresen 2003, S. 39-42).

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, gab es in den letzten Jahren eine unüberschaubare Anzahl an Frameworks beziehungsweise Bibliotheken, die die Entwicklung von Komponenten vereinfachen. Das Problem hierbei war, dass die Komponenten, die mit Hilfe der Frameworks beziehungsweise Bibliotheken entstanden sind, nicht mit anderen Frameworks beziehungsweise Bibliotheken verknüpft werden konnten. Eine Standardisierung, wie Komponenten im Web-Bereich aussehen müssen beziehungsweise wie die Schnittstellen definiert sein müssen, um Wiederverwendbarkeit garantieren zu können, gab es bis dato nicht. Eine neue Technologie, die zur Zeit vom W3C standardisiert wird, gehört zu den interessantesten Webtechniken, da sie eine Standardisierung für Komponenten im Web-Bereich bietet. Diese Technologie versucht eine Vielzahl von Funktionen der populärsten JavaScript-Komponentenframeworks aufzunehmen und nativ in den Browser zu portieren. Dadurch wird es möglich, benutzerdefinierte Komponenten und Applikationen entwickeln zu können, ohne dabei zahlreiche andere Bibliotheken einbinden zu müssen. Weiters wird durch die Standardisierung die Wiederverwendbarkeit beziehungsweise Interoperabilität von Komponenten gewährleistet.

1.2 Motivation

Die persönliche Motivation zu diesem Thema entstand grundsätzlich in der Zeit eines Praktikums. Hier war es erforderlich, Front-End Komponenten für verschiedene Web-Applikationen zu entwickeln. Grundanforderung der Komponenten war, dass sie wiederverwendet werden können.

2. Ein Komponenten-Architektur-Framework basiert auf einer Reihe von Plattform Entscheidungen, einer Reihe von Komponenten-Frameworks und ein Interoperabilitätsdesign der Komponenten-Frameworks (siehe Szyperski, Gruntz und Murer 2002, 419-422).

3. Enterprise Resource Planning

Hauptproblem bei der Entwicklung der Komponenten war, dass die Web-Applikationen auf unterschiedlichen Frameworks basierten und sämtliche Komponenten immer an den „Standard“ der Frameworks angepasst werden mussten.

Web-Components bietet als erste Technologie einen allgemeinen Standard für Komponenten im Web-Bereich, wodurch sie für mich sehr interessant ist. Dadurch, dass Web-Components jedoch noch unter schlechter Browser-Unterstützung leiden, wird in der Bachelorarbeit auch der Polyfill Polymer von Google näher analysiert. Polymer versucht jegliche Funktionen von Web-Components im Browser zu emulieren, um sie somit für sämtliche „Evergreen“-Browser zur Verfügung stellen zu können.

Ein weiterer Punkt meiner persönlichen Motivation ist die grundsätzliche Änderung beziehungsweise Erweiterung einiger Konzepte der Web-Entwicklung durch Web-Components. Durch die vollständige Kapselung von Komponenten können keine Abhängigkeitsprobleme untereinander mehr entstehen. Beispielsweise hierfür sind unterschiedliche jQuery-Versionen unter den Komponenten. Auch ist das erstellen von benutzerdefinierten Elementen eine große Änderung. Das Markup von Komponenten kann zukünftig mittels eines benutzerdefinierten Tags gerendert werden. Dies hilft vor allem bei Komponenten, die sehr darstellungsabhängig sind, sprich viele `<div>`-Elemente benötigen.

Auf Grund des bereits zuvor genannten Hauptproblems bei der Entwicklung von Komponenten wird auch ein Praxisprojekt im Zuge der Bachelorarbeit erstellt. Hierbei wird der Fokus auf die Programmierung von zwei wiederverwertbaren Frontend-Oberflächen gelegt. Zum einen wird eine Diagramm-Komponente und zum anderen ein komplexes Menü entwickelt, dass für spätere Projekte weiterverwendet werden kann. Die Hauptanforderung ist einerseits die Kompatibilität zu so vielen Browsern wie möglich zu gewährleisten und andererseits die Interoperabilität mit anderen Komponenten sicherzustellen. Des Weiteren soll durch die einmalige Programmierung dieser Komponente und deren darauffolgende Wiederverwendung der Wartungsaufwand möglichst gering gehalten werden. Somit wird in dieser Arbeit geklärt, inwiefern die Entwicklung von Web-Components ohne Unterstützungen wie beispielsweise das Polymer Projekt bereits möglich ist. Weiterhin soll geklärt werden, welche Aspekte der klassischen Softwarearchitektur bei der Entwicklung von Web-Components aufgegriffen werden und inwiefern es mit komponentenbasierter Softwareentwicklung beziehungsweise komponentenbasierter Softwarearchitektur vereinbar ist. Folgend werden diese Aspekte nicht nur an Hand der zur Zeit standardisierten Technologie namens Web-Components analysiert, sondern auch an Hand des von Google zur Verfügung gestellten Polyfills namens Polymer.

1.3 Forschungsfrage

In dieser Arbeit soll folgende Forschungsfrage geklärt werden:

Welche Aspekte greifen Web Components aus der komponentenbasierten Softwarearchitektur auf und welche Vor- und Nachteile bietet dabei das Google Polymer Projekt.

1.4 Struktur der Arbeit

Die Arbeit beginnt mit einer allgemeinen Einführung zu den Begriffen „Softwarearchitektur“ und „Softwarekomponenten“ (siehe Kapitel 2.1 auf Seite 4). Nach dieser Erklärung werden die verschiedenen Arten von Softwarekomponenten aufgezeigt und näher erläutert (siehe Kapitel 2.2 auf Seite 6). Folgend wird der bereits erklärte Begriff der Softwarearchitektur (siehe Kapitel 2.3 auf Seite 8) auf zwei Teilbereiche beschränkt: einerseits die serviceorientierte Softwarearchitektur (siehe Kapitel 2.3.1 auf Seite 10) und andererseits die komponentenbasierte Softwarearchitektur (siehe Kapitel 2.3.2 auf Seite 11). Als Abschluss des Kapitels wird der feine Unterschied zwischen einem Dienst und einer Komponente näher erläutert (siehe Kapitel 2.3.3 auf Seite 12).

Das darauffolgende Kapitel bietet zu Beginn einen Überblick über Web-Components (siehe Kapitel 3 auf Seite 13). Weiters wird die Spezifikation dieser Technologien an Hand einiger Beispiele näher erläutert (siehe Kapitel 3.1 auf Seite 15). Auf Grund der mangelnden Browser-Unterstützung von Web-Components wird folglich Google-Polymer vorgestellt. Dieses Projekt soll sämtliche „Evergreen“-Browser unterstützen und somit die Entwicklung mit Web-Components Technologien bereits ermöglichen (siehe Kapitel 3.2 auf Seite 33).

Als Praxisprojekt der Arbeit wurden zwei Komponenten definiert: eine Diagramm-Komponente und eine Menükomponente. Beide Komponenten sollten zum einen werden sie mit Hilfe von nativen Technologien und zum anderen mit Hilfe von Google-Polymer umgesetzt (siehe Kapitel 4.1 auf Seite 35 und Kapitel 4.2 auf Seite 38).

Die bis zu diesem Zeitpunkt definierten Begriffe und Erkenntnisse dienen als Grundlage für das Abschlusskapitel der Arbeit, welches der Beantwortung der Forschungsfrage dient (siehe Kapitel 5 auf Seite 42).

2 Softwarearchitektur und Softwarekomponenten

Das Kapitel 2 verhilft der Leserin und dem Leser den Begriff „Softwarearchitektur“ zu verstehen. Demnach sollen Vorteile von der Verwendung von Softwarearchitektur genannt werden. Auch ist zu erwähnen, dass Softwarearchitektur auch Nachteile bringt, die jedoch nicht in dieser Arbeit behandelt werden. Weiterhin werden wichtige Begriffe wie serviceorientierte Architektur beziehungsweise komponentenbasierte Softwarearchitektur verbunden mit komponentenbasierter Softwareentwicklung näher erläutert.

Zu Beginn wird geklärt, wie eine klassische Softwarekomponente definiert ist. Daraufhin werden diverse Sichtweisen einer Komponente an Hand von Abbildung 1 auf Seite 5 gezeigt. Folglich werden auf Basis der erklärten Definition mehrere Arten von Komponenten aufgelistet. Hierbei wird bereits der Begriff Softwarearchitektur genannt, der im darauffolgenden Kapitel beschrieben wird. Nach einer kurzen, allgemeinen Definition dieses Begriffs, erfolgt die Überleitung und Verbindung von Architektur und Software. Es ist zu erwähnen, dass in diesem Kapitel nur Architektur behandelt wird, die sich über die Erstellung, Auslieferung und den Betrieb von Software jeglicher Art erstreckt. Folglich gibt es Berührungspunkte zu anderen Architektur-Arten wie zum Beispiel der Daten- oder Sicherheitsarchitektur, die jedoch nicht in dieser Arbeit behandelt werden. Danach werden sowohl die serviceorientierte Architektur, als auch die komponentenbasierte Architektur in Verbindung mit komponentenbasierter Softwareentwicklung erklärt. Als Abschluss dieses Kapitels wird der Unterschied zwischen einem Service und einer Komponente an Hand von mehreren Punkten beschrieben.

2.1 Klassische Softwarekomponenten

„The characteristic properties of a component are that it:“

- is a unit of independent deployment
- is a unit of third-party composition
- has no (externally) observable state

Dies ist die Definition einer Komponente von Clemens Szyperski aus dem Buch „Component software: Beyond object-oriented programming“ (siehe Szyperski, Gruntz und Murer 2002, S. 35-38). Diese Definition bedarf hinsichtlich dieser Arbeit weiterer Erläuterung:

A component is a unit of independent deployment

Dieser Punkt der Definition besitzt eine softwaretechnische Implikation. Damit eine Komponente „independent deployable“ also unabhängig auslieferbar ist, muss sie auch so konzipiert

beziehungsweise entwickelt werden. Sämtliche Funktionen der Komponente müssen vollständig unabhängig von der Verwendungsumgebung und von anderen Komponenten sein. Des Weiteren muss der Begriff „independent deployable“ als Ganzes betrachtet werden, denn dies bedeutet, dass eine Komponente nicht partiell, sondern nur als Ganzes ausgeliefert wird.

A component is a unit of third-party composition

Hier wird der Begriff „composable“ dahingehend verstanden, dass Komponenten zusammensetzbar sein sollen. In diesem Kontext bedeutet dies, dass eine Applikation aus mehreren Komponenten bestehen kann. Des Weiteren soll auch mit einer Komponente interagiert werden können, was einer klar definierten Schnittstelle bedarf. Nur mit Hilfe einer solchen Schnittstelle kann garantiert werden, dass die Komponente einerseits vollständig gekapselt von anderen Komponenten ist und andererseits mit der Umgebung interagieren kann. Dies erfordert demnach eine klare Spezifikation, was die Komponente einerseits erfordert und andererseits bereitstellt.

A component has no (externally observable) state

Eine Komponente sollte keinen externen „observable“ (feststellbaren) Zustand haben. Die Originalkomponente darf nicht von Kopien ihrer selbst unterschiedlich sein. Dies garantiert, dass sämtliche Kopien einer Komponente nach außen hin „gleich“ sind. Eine mögliche Ausnahme dieser Regel wäre jedoch ein Attribut der Komponente, das nicht zu ihrer Funktionalität beiträgt. Ein Beispiel dafür wäre ein Attribut für die Zwischenspeicherung von Daten. Dieses Attribut hat keinerlei Auswirkung auf die Funktionalität der Komponente selbst, jedoch Auswirkung auf die Performanz dieser Komponente. Attribute dieser Art sind erlaubt.

Wenn eine Komponente mit Hilfe dieser Definition umgesetzt wird, gilt sie als vollständig wiederverwertbar. Zugleich ergeben sich aus dieser Definition zwei Sichtweisen auf Komponenten. Zum einen die Sichtweise des Verwenders der Komponente (siehe Unterabbildung 1a auf Seite 5) und zum anderen die Sichtweise des Entwicklers der Komponente (siehe Unterabbildung 1b auf Seite 5). Die Benutzerin beziehungsweise der Benutzer der Komponente kann keine Aussagen darüber treffen, auf welcher Basis die verwendete Komponente entwickelt wurde. Folglich kann die Implementierung als „Black-Box“ für den Verwender gesehen werden. Der Entwickler hingegen hat vollständiges Wissen über den Aufbau und das Verhalten der Komponente.

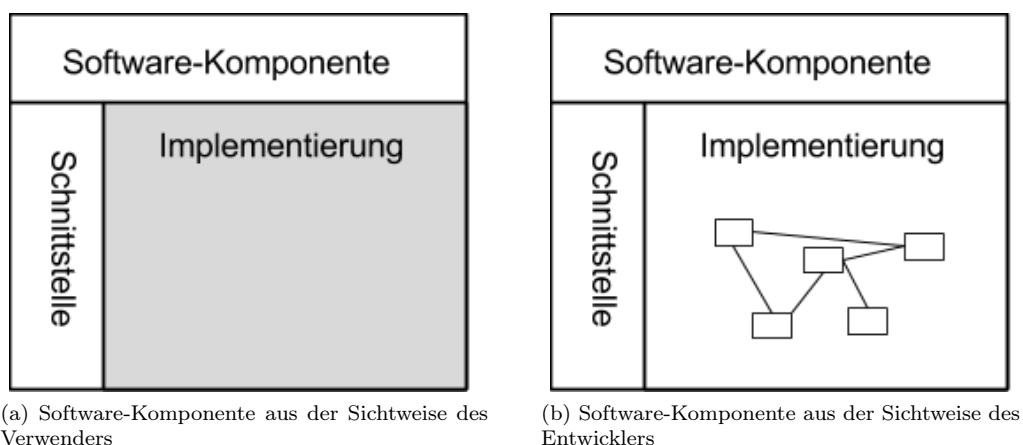


Abbildung 1: Software-Komponente aus unterschiedlichen Sichtweisen

In vielen aktuellen Ansätzen sind Komponenten eine große Einheit mit genau einer Instanz in einem System. Beispielsweise könnte ein Datenbankserver eine Komponente darstellen. Oftmals wird der Datenbankserver im Zusammenhang mit der Datenbank als Modul mit einem feststellbaren

Zustand angesehen. Dahingehend ist der Datenbankserver ein Beispiel für eine Komponente und die Datenbank ein Beispiel für das Objekt, das von der Komponente verwaltet wird. Es ist wichtig zwischen dem Komponentenkonzept und dem Objektkonzept zu differenzieren, da das Komponentenkonzept keinen Gebrauch von Zuständen von Objekten fördert beziehungsweise zurückstuft (siehe Szyperski, Gruntz und Murer 2002, S. 35-38).

Eine Softwarearchitektur ist die zentrale Grundlage einer skalierbaren Softwaretechnologie und ist für komponentenbasierte Systeme von größter Bedeutung. Nur da, wo eine Gesamtarchitektur mit Wartbarkeit definiert ist, finden Komponenten die Grundlage, die sie benötigen.

2.2 Arten von Softwarekomponenten

Verschiedene Arten von Komponenten können entsprechend ihren Aufgabenbereichen klassifiziert werden. Eine übersichtliche Art der Zuordnung von Aufgabenbereichen zu Komponenten kann auf der Basis der Trennung von Zuständigkeiten erfolgen, zum Beispiel auf der Basis einer Schichten-Architektur. Eine Schichten-Architektur dient der Trennung von Zuständigkeiten und einer losen Kopplung der Komponenten. Sie unterteilt ein Software-System in mehrere horizontale Schichten, wobei das Abstraktionsniveau der einzelnen Schichten von oben nach unten zunimmt. Eine jede Schicht bietet der unter ihr liegenden Schicht Schnittstellen an, über die diese auf sie zugreifen kann. Abbildung 2a auf Seite 6 veranschaulicht eine valide Form dieses Architekturparadigma. Abbildung 2b auf Seite 6 hingegen visualisiert eine nicht valide Schichtenarchitektur, denn Komponente 3 benutzt die Schnittstelle von Komponente 1. Somit verstößt dieses Beispiel gegen den Punkt, dass jede Schicht der unter ihr liegenden Schicht ihre Schnittstellen anbietet. (siehe Andresen 2003, S. 17-25).

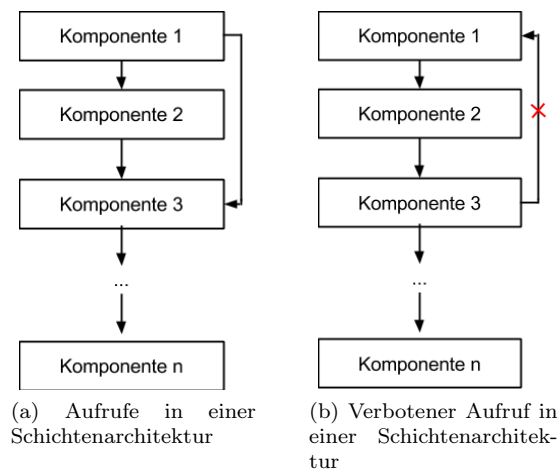


Abbildung 2: Beispiel einer Schichten-Architektur

Auf Grundlage der in Abbildung 2 auf Seite 6 veranschaulichten Architektur können Komponenten diversen Schichten zugeteilt werden, wie in Abbildung 3 auf Seite 7 zu sehen ist:

1. Komponenten der Präsentations-Schicht

Diese Komponenten stellen eine nach außen sichtbare Benutzerschnittstelle dar. Ein Beispiel dieser Schnittstelle ist eine GUI⁴-Komponente (Button, Menü, Slider, und vieles mehr...).

4. Graphical User Interface

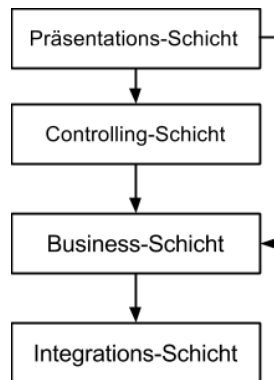


Abbildung 3: Zuteilung der Komponenten

2. Komponenten der Controlling-Schicht

Diese verarbeiten komplexe Ablauflogik und dienen als Vermittler zwischen Komponenten der Business- und Präsentations-Schicht. Ein Beispiel hierfür wäre ein Workflow-Controller. Er koordiniert die Interaktion mit einer oder mehreren Businesskomponenten. Diese Komponente kann zum Beispiel den Ablauf eines Geschäftsprozesses umsetzen.

3. Komponenten der Business-Schicht

Sie bilden die Geschäftslogik im Sinne autonomer Businesskonzepte ab. Geschäftslogik in diesem Kontext bedeutet, dass die Komponente die Logik besitzt, die die eigentliche Problemstellung löst. Sie dient beispielsweise der Persistierung von Daten beziehungsweise bildet Entitäten auf Komponenten ab (Firma, Produkt, Kunden).

4. Komponenten der Integrations-Schicht

Sie dient der Anbindung an Alt-Systeme, Fremd-Systeme und Datenspeicher. Dies könnten beispielsweise Connector-Komponenten oder Datenzugriffs-Komponenten sein. Connector-Komponenten dienen der Integration eines Fremd-Systems und Datenzugriffs-Komponenten liefert den Datenzugriff für Komponenten der oben genannten Schichten. Bei Datenzugriffs-Komponenten werden zum Beispiel die Besonderheiten einer Datenbank berücksichtigt.

Komponente 1 in Abbildung 3 auf Seite 7 würde hinsichtlich der genannten Einteilung die Präsentations-Schicht darstellen und somit der Nutzerin und dem Nutzer zur Interaktion und bereitstellen von Informationen dienen. Weiters würde Komponente 2 der genannten Abbildung die Controlling-Schicht repräsentieren. Die Präsentations-Schicht kann die vom Nutzer eingegebenen Daten der Controlling-Schicht weiterleiten. Diese würde sich mit Hilfe der zugrunde liegenden Business-Schicht (Komponente 3) um die Generierung von Antworten bezüglich der Nutzereingaben kümmern. Komponente 3, in diesem Beispiel die Business-Schicht, würde Aktivitäten zur Abwicklung eines Geschäftsprozesses ausführen oder Komponenten der Integrations-Schicht aktivieren. Die Komponenten können indirekt vom Nutzer über die Controlling-Schicht, von Komponenten der Integrations-Schicht oder aber von anderen Systemen aktiviert werden. Komponente 4 beziehungsweise die Integrations-Schicht ist für die Anbindung bestehender Systeme, Datenbanken und für die Nutzung spezifischer Middleware zuständig (siehe Andresen 2003, S. 22-25).

Es ist zu erwähnen, dass es mehrere Kopplungen von Schichten-Architekturen gibt. Die in Abbildung 2a auf Seite 6 verwendete Kopplung wird auch als „lockere Schichten-Architektur“ bezeichnet. Zusätzlich zu dieser Kopplung gibt es noch eine „reine“, „stärker gelockerte“ und „vollständig gelockerte“ Schichten-Architektur. Diese Kopplungen werden nicht näher in dieser Arbeit erläutert.

2.3 Softwarearchitektur

Architektur ist nicht ausschließlich eine technologische Angelegenheit, sondern beinhaltet zahlreiche soziale und organisatorische Gesichtspunkte, die den Erfolg einer Architektur und damit eines gesamten Projekts erheblich beeinflussen können.

Dadurch, dass Architektur in verschiedenen Bereichen relevant ist und unterschiedliche Aspekte bei der Erstellung eines Systems umfasst, fällt eine allgemeingültige Definition schwer (siehe Vogel 2009, S. 8-11).

Zu Beginn wird die klassische Architektur als Ausgangspunkt verwendet. Eine mögliche Definition der klassischen Architektur bietet das „American Heritage Dictionary⁵“:

Architecture is:

1. The art and science of designing and erecting buildings.
2. A style and method of design and construction
3. Orderly arrangement of parts

Diese Definition legt zu Grunde, dass Architektur sowohl eine Kunst als auch eine Wissenschaft ist, die sich sowohl mit dem Entwerfen, als auch mit dem Bauen von Bauwerken beschäftigt. Sie konzentriert sich nicht nur auf die Planung, sondern erstreckt sich bis hin zu der Realisierung eines Bauwerks. Ferner ist ein Schlüsselergebnis der Architekturtätigkeit das Arrangieren von Teilen des Bauwerks. Laut dieser Definition ist Architektur hiermit nicht nur die Struktur eines Bauwerks, sondern auch die Art und Weise, an etwas heranzugehen. Grundlegend basiert Architekturen auf gewissen Anforderungen und Werkzeugen, mit denen die Anforderungen umgesetzt werden. Ein Beispiel in diesem Kontext wäre der Wunsch nach einer Behausung, welcher unter Verwendung von vorhandenen Mitteln (Werkzeugen) realisiert werden kann.

Historisch basiert der eigentliche Entwurf auf dem Prinzip von Versuch und Irrtum. Erst durch die gewonnenen Architektur-Erfahrungen, welche mündlich oder schriftlich weitergegeben wurden, entwickelten sich Architekturstile. Folglich basiert Architektur auf Konzepten beziehungsweise Methoden, die sich in der Vergangenheit bewährt haben (siehe Vogel 2009, S. 41-68).

Zum Begriff „Architektur“ in der IT existieren im Gegensatz zur klassischen Architektur unzählige Definitionen⁶. Daran zeigt sich, dass es eine Herausforderung darstellt eine Definition zu finden, die allgemein anerkannt wird (siehe Shaw und Garlan 1996).

Softwarearchitektur erstreckt sich von der Analyse des Problembereichs eines Systems bis hin zu seiner Realisierung. Sie bewegt sich nicht auf der Abstraktionsebene fein-granularer Strukturen wie Klassen oder Algorithmen, sondern vielmehr auf der Ebene von Systemen, also grob-granularer Strukturen. Oftmals werden bei Projekten keine Aufwände im Zusammenhang mit Architektur bezahlt, was dazu führt, dass es im späteren Verlauf der Entwicklung zu vermeidbaren höheren finanziellen Kosten auf Grund eines erhöhten Wartungsaufwands kommen kann (siehe Vogel 2009, S. 8-11).

Symptome mangelhafter Softwarearchitektur

Fatalerweise zeigen sich die Folgen einer mangelhaften Architektur in der IT nicht selten erst mit erheblicher Verzögerung. Dies bedeutet, dass ernste Probleme eventuell erst wenn ein System zum ersten Mal produktiv eingesetzt wird auftreten. Eine Architektur, die ungeplant entstanden ist, sich also unbewusst im Laufe der Zeit entwickelt hat, führt zu erheblichen

5. Siehe American Heritage Online-Dictionary

6. Das Software Engineering Institute (SEI) der Carnegie-Mellon Universität der Vereinigten Staaten von Amerika hat in der Fachliteratur über 50 verschiedene Definitionen für den Begriff „Softwarearchitektur“ ausgemacht (Software Architecture Definitions).

Problemen während der Erstellung, der Auslieferung und dem Betrieb eines Systems. Folgende Symptome können potentiell auf eine mangelhafte Architektur hindeuten (siehe Vogel 2009, S. 6-8):

- Fehlender Gesamtüberblick
- Komplexität ufert aus und ist nicht mehr beherrschbar
- Planbarkeit ist erschwert
- Risikofaktoren frühzeitig erkennen ist kaum möglich
- Wiederverwendung von Wissen und Systembausteinen ist erschwert
- Wartbarkeit ist erschwert
- Integration verläuft nicht reibungslos
- Performance ist unzureichend
- Architektur-Dokumentation ist unzureichend
- Funktionalität beziehungsweise Quelltext ist redundant
- Systembausteine besitzen zahlreiche unnötige Abhängigkeiten untereinander
- Entwicklungszyklen sind sehr lang

Folgen mangelhafter Softwarearchitektur

Die Folgen einer mangelhaften Softwarearchitektur wurde dem Buch „Software-Architektur: Grundlagen - Konzepte - Praxis“ von Oliver Vogel entnommen (siehe Vogel 2009, 6-8):

- Schnittstellen, die schwer zu verwenden beziehungsweise zu warten sind weil sie einen zu großen Umfang besitzen.
- Quelltext, der an zahlreichen Stellen im System angepasst werden muss, wenn Systembausteine, wie beispielsweise Datenbank oder Betriebssystem, geändert werden.
- Klassen, die sehr viele ganz unterschiedliche Verantwortlichkeiten abdecken und deshalb nur schwer wiederzuverwenden sind ("MonsterKlassen").
- Fachklassen, deren Implementierungsdetails im gesamten System bekannt sind.

Vorteile von Architektur

Unabhängig davon, welche Art von System entwickelt wird, legt eine Architektur immer die Fundamente fest. Die Details, die für das zu entwickelnde System notwendig sind, werden nicht von einer Architektur festgelegt (siehe Buschmann 1996) nach (siehe Vogel 2009, S. 6-8). Folglich wird Architektur von den Fundamenten definiert, ohne auf deren interne Details einzugehen. Folgende Fragen im Hinblick auf ein System werden durch eine Architektur beantwortet:

- Auf welche Anforderungen sind Strukturierung und Entscheidungen zurückzuführen?
- Welches sind die wesentlichen logischen und physikalischen Systembausteine?
- Wie stehen die Systembausteine in Beziehung zueinander?
- Welche Verantwortlichkeiten haben die Systembausteine?
- Wie sind die Systembausteine gruppiert beziehungsweise geschichtet?
- Was sind die Kriterien, nach denen das System in Bausteine aufgeteilt wird?

Architektur beinhaltet demnach alle fundamentalen Festlegungen und Vereinbarungen, die zwar durch die fachliche Anforderungen angestoßen worden sind, sie aber nicht direkt umsetzt.

Ein wichtiges Charakteristikum von Architektur ist die Handbarkeit und Überschaubarkeit von Komplexität. Sie zeigt nur die wesentlichen Aspekte eines Systems, ohne zu sehr in die Details zu gehen. So ermöglicht Architektur in relativ kurzer Zeit einen Überblick über ein System zu erlangen.

Die Festlegung, was genau die Fundamente und was die Details eines Systems sind, ist subjektiv beziehungsweise kontextabhängig. Gemeint sind in jedem Fall die Dinge, welche sich später nicht ohne Weiteres ändern lassen. Dabei handelt es sich um Strukturen und Entscheidungen, welche für die Entwicklung eines Systems im weiteren Verlauf eine maßgebliche Rolle spielen (siehe Fowler 2005). Beispiele hierfür sind die Festlegung, wie Systembausteine ihre Daten untereinander austauschen oder die Auswahl der Komponentenplattform⁷. Derartige architekturrelevante Festlegungen wirken sich systemweit aus im Unterschied zu architekturirrelevanten Festlegungen (wie beispielsweise eine bestimmte Implementierung einer Funktion), die nur lokale Auswirkungen auf ein System haben (siehe Bredemeyer und Malan 2004).

2.3.1 Serviceorientierte Softwarearchitektur

Mit Hilfe von SOAs (serviceorientierte Softwarearchitektur) können verteilte Systeme entwickelt werden. Hierbei können die Systemkomponenten eigenständige Dienste darstellen. Das System selbst kann auf geographisch verteilten Rechnern laufen. Die standardisierten XML-basierten Protokolle wurden dafür entwickelt, um die Dienstkommunikation und den Informationsaustausch unter diesen Diensten zu unterstützen. Folglich sind Dienste sowohl Plattform- als auch sprachunabhängig implementiert. Software-Systeme können durch Kompositionen lokaler und externer Dienste, welche nahtlos miteinander interagieren, aufgebaut werden (siehe Sommerville 2011, S. 509-514).

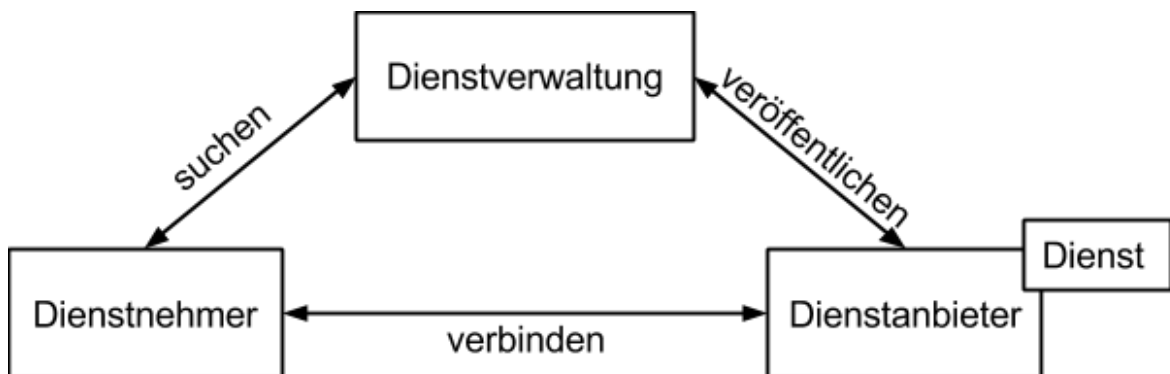


Abbildung 4: Serviceorientierte Architektur

Eine Vielzahl von Unternehmen, darunter auch Microsoft, haben solche Dienstverwaltungen anfangs des 21. Jahrhunderts eingerichtet. Sie waren lediglich für die Suche von externen Services errichtet worden. Durch die rasche Entwicklung der Suchmaschinenteknologie vereinfachten diese die Benutzung von Suchmaschinen stark. Sie galten rasch als die bevorzugte Variante um externe Services zu suchen und somit haben sich Dienstverwaltungen als redundant herausgestellt (siehe Sommerville 2011, S. 511).

Applikationen basierend auf Diensten zu entwickeln erlaubt es Unternehmen und anderen Organisationen zu kooperieren, indem sie die Dienste des jeweils anderen benutzen. Dies bedeutet, dass die Geschäftslogik, die mit Hilfe eines Dienstes erreichbar ist, auch anderen Unternehmen über diesen Dienst zur Verfügung steht. Systeme, die einen umfangreichen Informationsaustausch über

7. Beispiele für Komponentenplattformen sind JEE, .NET, Adobe AIR und viele mehr...

deren geographische Grenzen haben, können mit Hilfe von Services automatisiert werden. Ein Beispiel in diesem Kontext wäre ein Lieferketten-System, das in gewissen Zeitabständen Artikel über ein anderes System kauft. Die Bestellung des Artikels wird über den speziellen Dienst des anderen Unternehmens abgewickelt (siehe Sommerville 2011, S. 512).

Grundsätzlich sind SOAs lose gekoppelt, wobei die Dienstbindungen sich während der Laufzeit noch ändern können. Dies bedeutet, dass eine andere, jedoch äquivalente Version des Dienstes zu unterschiedlichen Zeiten ausgeführt werden kann. Einige Systeme werden ausschließlich mit Web-Diensten gebaut, andere jedoch mischen Web-Dienste mit lokal entwickelten Komponenten (siehe Sommerville 2011, S. 512).

2.3.2 Komponentenbasierte Softwarearchitektur und komponentenbasierte Softwareentwicklung

Eine Komponente ist ein Softwareobjekt, welches gekapselt ist und mit anderen Komponenten durch eine klar definierte Schnittstelle interagieren kann (siehe Kapitel 2.1 auf Seite 4). Das Ziel der komponentenbasierten Softwareentwicklung ist die Steigerung der Produktivität, Qualität und „time-to market“⁸. Diese Steigerung soll mit dem Einsatz durch Standardkomponenten und Produktionsautomatisierungen erfolgen. Ein wichtiger Paradigmenwechsel bei dieser Entwicklungsmethode ist, dass Systeme auf Basis von Standardkomponenten aufbauen sollen, anstatt bereits funktionierende Komponenten neu zu entwickeln. Folglich ist die komponentenbasierte Softwareentwicklung eng mit dem Begriff der komponentenbasierten Softwarearchitektur verbunden. Die Architektur dieser Entwicklungsmethode bewegt sich nicht auf der Abstraktionsebene fein-granularer Strukturen wie Klassen oder Algorithmen, sondern vielmehr auf der Ebene von Systemen, also grob-granularer Strukturen (siehe Sommerville 2011, S. 452-468).

Folglich muss die Definition der komponentenbasierten Softwarearchitektur hinsichtlich des bereits definierten Begriffs der Softwarearchitektur (siehe Kapitel 2.3 auf Seite 8) wie folgt erweitert werden. Softwarearchitektur erstreckt sich von der Analyse des Problembereichs eines Systems bis hin zu seiner Realisierung. Sie ist sowohl die Identifikation, als auch die Dokumentation der einerseits statischen Struktur und andererseits der dynamischen Interaktion eines Software Systems, welches sich aus Komponenten und Systemen zusammensetzt. Dabei werden sowohl die Eigenschaften der Komponenten und Systeme als auch ihre Abhängigkeiten und Kommunikationsarten mittels spezifischer Sichten beschrieben und modelliert (siehe Andresen 2003).

Weiters erstreckt sich die komponentenbasierte Softwareentwicklung von der Definition, bis hin zur Implementierung, sowie Integration beziehungsweise Zusammenstellung von lose gekoppelten, unabhängigen Komponenten in Systemen. Die Grundlagen einer solchen Entwicklungstechnik sind folgende (siehe Sommerville 2011, S. 452-468):

- Unabhängige Komponenten, die nur über klar definierte Schnittstellen erreichbar sind. Es muss eine klare Abgrenzung zwischen der Schnittstelle und der eigentlichen Implementierung der Komponente geben (siehe Abbildung 1a auf Seite 5).
- Komponentenstandards, die die Integration von Komponenten erleichtern. Diese Standards werden an Hand eines Komponentenmodells⁹ dargestellt. Mit Hilfe dieses Modells werden Standards wie beispielsweise die Kommunikation zwischen Komponenten, oder die Struktur der Schnittstelle festgelegt.
- Middleware, die Softwareunterstützung für Komponentenintegration bereitstellt. Middleware für Komponentenunterstützung könnte beispielsweise Ressourcenallokation, Transaktionsmanagement, Sicherheit oder Parallelität sein.

8. Unter „time-to market“ wird die Dauer von der Produktentwicklung bis zur Platzierung des Produkts am Markt verstanden

9. Beispiele für Komponentenmodelle sind Enterprise Java Beans, Cross Platform Component Object Model, Distributed Component Object Model, und viele mehr.

- Ein Entwicklungsprozess, der komponentenbasierte Softwareentwicklung mit komponentenbasierter Softwarearchitektur verbindet. Die Architektur benötigt einen Prozess, der es zulässt, dass sich die Anforderungen an das System entwickeln können, abhängig von der Funktionalität der zur Verfügung stehenden Komponenten.

An Hand der genannten Grundlagen der komponentenbasierten Softwareentwicklung werden die Eckpfeiler der komponentenbasierten Architektur aufgebaut (siehe Szyperski, Gruntz und Murer 2002, 35-47).

- Interaktionen zwischen Komponenten und deren Umfeld sind geregelt
- Die Rollen von Komponenten sind definiert
- Schnittstellen von Komponenten sind standardisiert
- Aspekte der Benutzeroberflächen für Endbenutzer und Assembler sind geregelt

Diese Eckpfeiler verdeutlichen, wie eng die komponentenbasierte Softwareentwicklung in Verbindung mit komponentenbasierter Softwarearchitektur steht.

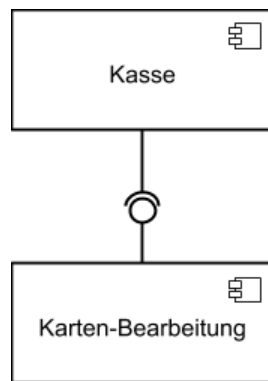


Abbildung 5: Beispiel für die Interaktion zwischen zwei Komponenten, ausgedrückt in UML

2.3.3 Unterschied eines Dienstes und einer Komponente

Dienste und Komponenten haben offensichtlich viele Gemeinsamkeiten. Beide sind wiederverwendbare Elemente und es gibt nur wenige Unterschiede.

Dienste sind eine Entwicklung von Softwarekomponenten, bei denen das Komponentenmodell eine Reihe von Standards verbunden mit Webdiensten darstellt. Folglich können Dienste im Unterschied zu Komponenten wie folgt definiert werden: Ein Webdienst ist ein Dienst, der über standardisierte XML- und Internet-Protokolle erreicht werden kann. Ein wichtiger Unterschied zwischen einem Dienst und einer Komponente ist, dass ein Dienst möglichst unabhängig und lose gekoppelt ist. Das bedeutet, dass sie immer in der gleichen Weise arbeiten sollen, unabhängig von ihrer Einsatzumgebung. Die Schnittstelle eines Dienstes ist eine „Offers“-Schnittstelle, die den Zugriff auf die Dienstfunktionalität ermöglicht. Dienste streben einen unabhängigen Einsatz in unterschiedlichen Kontexten an. Daher haben sie nicht eine „Requires“-Schnittstelle, wie Komponenten sie haben. Komponenten sind meist auf zumindest eine „Grundkomponente“, wie beispielsweise die des Core-Systems, angewiesen.

Ein Dienst wird wie folgt benutzt: Eine Anwendung definiert, welchen Dienst sie benötigt. Dafür werden die Anforderungen an den Dienst in einer Nachricht zu dem Dienst gesendet. Der Empfangsdienst analysiert die Nachricht, führt den angeforderten Dienst durch und sendet, nach

erfolgreichem Abschluss, eine Antwort als Nachricht zurück. Die Anwendung analysiert daraufhin die Antwort auf die gewünschten Informationen.

Ein Dienst muss somit nicht lokal zur Verfügung stehen und kann als externe Datenquelle angesehen werden. Eine Komponente hingegen muss lokal verfügbar sein. Komponenten können Dienste als Schnittstelle bereitstellen, die von außen erreichbar sind. Weiters können externe Dienste für gewisse Funktionalitäten auf lokale Komponenten des externen Dienstsystems zugreifen.

Dienste können zur Auslagerung gewisser Funktionalitäten verwendet werden. Durch die Auslagerung können Applikationen um ein vielfaches kleiner gemacht werden. Ein Beispiel dafür ist die Auslagerung des „Exception handling“¹⁰. Dies ist vor allem dann ein Vorteil, wenn die Applikation in Geräte eingebettet wird, bei denen es nicht möglich ist, Fehler aufzuzeichnen und nachzuvollziehen.

2.4 Konklusio

Kurzdefinition Softwarekomponente

Kurzdefinition Softwarearchitektur

Hinleitung Komponentenbasierte-Softwarearchitektur

3 Web-Components

Um Web-Components besser verstehen zu können, wird in diesem Kapitel zu Beginn eine kurze Übersicht über die Entstehung von diversen Web-Bibliotheken gezeigt. Sämtliche Bibliotheken dienen der benutzerdefinierten Erstellung von Komponenten, oder stellen selbst eine Reihe von benutzbaren Komponenten bereit. Ein nennbare Schwäche hierbei ist, dass sämtliche Komponenten nicht Interoperabel sind, ohne die Basisbibliotheken zu inkludieren.

Die aufgelisteten Bibliotheken wurden an Hand der Popularität auf Github ausgewählt. Neben den genannten Bibliotheken gibt es jedoch eine Vielzahl anderer Projekte, die für einen kurzen und minimalen Überblick nicht genannt werden.

2005: Veröffentlichung von Dojo Toolkit¹¹ mit der innovativen Idee von Widgets. Mit ein paar Zeilen Code konnten Entwickler komplexe Elemente, wie beispielsweise einen Graph oder eine Dialog-Box in ihrer Website hinzufügen (siehe Forbes u. a. 2005).

2006: jQuery¹² stellt Entwicklern die Funktion zur Verfügung Plugins zu entwickeln, die später wiederverwendet werden können (siehe Osmani u. a.).

2008: Veröffentlichung von jQuery-UI¹³, was vordefinierte Widgets und Effekte mit sich bringt (siehe Osmani u. a.).

2009: Erstveröffentlichung von AngularJS¹⁴, ein Framework mit Direktiven (siehe Williams u. a.).

2011: Erstveröffentlichung von React¹⁵. Diese Bibliothek gibt den Entwicklern die Fähigkeit, das User Interface ihrer Website zu bauen, ohne dabei auf andere Frameworks, die auf der Seite benutzt werden, achten zu müssen (siehe Chiu u. a.).

10. „Exception-Handling“ ist die Fehlerbehandlung zur Laufzeit, welche verhindert, dass das Programm abstürzt und nach einem Fehler noch benutzbar ist.

11. Mehr Information zu Dojo Toolkit auf <http://dojotoolkit.org/>

12. Mehr Information zu jQuery auf <http://jquery.com/>

13. Mehr Information zu jQuery UI auf <http://jqueryui.com/>

14. Mehr Information zu AngularJS auf <http://angularjs.org/>

15. Mehr Information zu Facebook React auf <http://facebook.github.io/react/>

2013: Veröffentlichung der Spezifikation von Web-Components (siehe Glazkov und Cooney, June 2013)

Web-Components ist ein Komponentenmodell, das 2013 in einem Working-Draft des W3C veröffentlicht wurde. Es besteht aus fünf Teilen:

HTML Templates beinhalten Markup, das vorerst inaktiv ist, aber bei späterer Verwendung aktiviert werden kann. Auch kann das definierte Markup in einem Template vervielfältigt werden und dient somit der Wiederverwendbarkeit (ausführliche Erklärung siehe Kapitel 3.1.1 auf Seite 15).

Decorators verwenden CSS-Selektoren basierend auf den Templates, um visuelle beziehungsweise verhaltensbezogene Änderungen am Dokument vorzunehmen (ausführliche Erklärung siehe Kapitel 3.1.2 auf Seite 17).

Custom Elements können neue Elemente definieren, oder bereits bestehende Elemente erweitern (ausführliche Erklärung siehe Kapitel 3.1.3 auf Seite 20).

Shadow DOM erlaubt es eine DOM-Unterstruktur vollständig zu kapseln. Sämtliche Elemente in dieser Unterstruktur sind von außen nicht erreichbar. Somit werden zuverlässigere Benutzerschnittstellen der Elemente garantiert, da keine Interferenzen in den Unterstrukturen entstehen können (ausführliche Erklärung siehe Kapitel 3.1.4 auf Seite 24).

HTML Imports definieren, wie Templates, Decorators und Custom Elements verpackt und als eine Ressource geladen werden können. (ausführliche Erklärung siehe Kapitel 3.1.5 auf Seite 28).

Beispielsweise könnte ein HTML-Element von einer einfachen Überschrift mit fest definiertem Aussehen, über einen Videoplayer, bis hin zu einer kompletten Applikation, darstellen. Vieles, was derzeit über Javascript-Bibliotheken abgewickelt wird, könnte künftig in Form einzelner Webkomponenten umgesetzt werden. Das verringert Abhängigkeiten und sorgt für mehr Flexibilität.

Obwohl „Web-Components“ für viele Entwicklerinnen und Entwickler noch kein Begriff ist, wird es bereits von diversen Browsern verwendet. Beispiele hierfür sind der „Datepicker“, oder das `<video>`-Element. Abbildung 6 auf Seite 14 zeigt die Datepicker-Komponente und Abbildung 7 auf Seite 15 zeigt den dazugehörigen Quellcode. An Hand dieses Codes ist zu sehen, dass sämtliche Kontrollbuttons des Datepickers „versteckt“ sind, sprich im Shadow-DOM liegen.

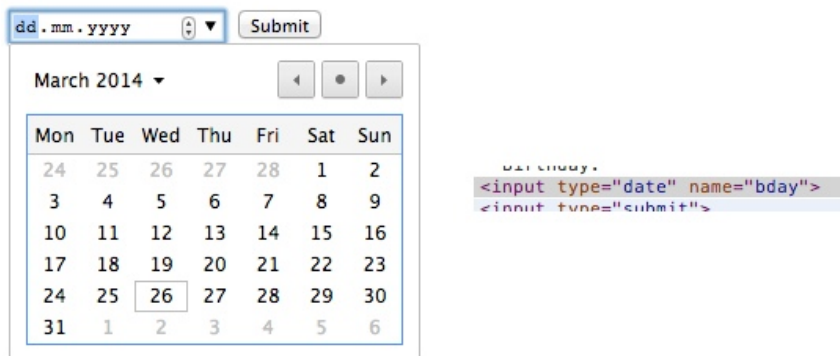


Abbildung 6: Beispiel von Web-Components im Browser an Hand eines Datepickers

Warum Web-Components?

Javascript Widgets und Plugins sind fragmentiert, weil sie auf diversen unterschiedlichen Bibliotheken und Frameworks basieren, die oftmals nicht interoperabel sind. Web-Components versuchen



Abbildung 7: Beispiel von Web-Components im Browser an Hand eines Datepickers

einen Standard in Widgets und Plugins zu bringen. Das Problem der nicht miteinander funktionierenden Plugins wird bei Web-Components mit Kapselung gelöst. Durch die Lösung dieses Problems ist die Wiederverwendbarkeit von Komponenten garantiert, da es sämtliche Interferenzen zwischen Plugins löst. Web-Components können des Weiteren viel mehr als nur UI-Komponenten sein.

Unterstützung von Web-Components

Zur Zeit ist die Hauptproblematik von Web-Components die mangelhafte Browser-Unterstützung. Kein einziger Browser unterstützt diesen Standard zu 100%. Es gibt bereits mehrere Möglichkeiten beziehungsweise Polyfills¹⁶, um dennoch Web-Components nutzen zu können. Beispiele hierfür sind:

- Polyfill-Webcomponents¹⁷
- Polymer-Project¹⁸
- X-tags¹⁹

Dadurch, dass der Spezifikation von Web-Components Kapselung vorschreibt, sind sämtliche Polyfills interkompatibel.

Diese Arbeit beschränkt sich hauptsächlich auf die Entwicklung von Web-Components mit Hilfe des Standards beziehungsweise der Polyfill-Bibliothek Polymer.

Durch die Benutzung von dem Polyfill namens Polymer funktionieren Web-Component in allen „Evergreen“-Browser²⁰ und Internet-Explorer 10 und neuer. Folglich funktionieren sie auch auf mobilen Endgeräten, wo iOS6+, Chrome Mobile, Firefox Mobile, oder Android 4.4 oder höher vorhanden ist.

3.1 W3C Web-Components Standard

3.1.1 Templates

Das folgende Kapitel basiert ausschließlich auf der Spezifikation von Templates des W3C (siehe Dimitri Glazkov, February 2013) und auf dem Artikel „HTML’s new Template Tag“ (siehe Bidelman,

16. Ein Polyfill ist ein Browser-Fallback, um Funktionen, die in modernen Browsern verfügbar sind, auch in alten Browsern verfügbar zu machen.

17. Mehr Information zu Polyfill-Webcomponents unter <http://github.com/timoxley/polyfill-webcomponents>

18. Mehr Information zu Polymer unter <http://www.polymer-project.org/>

19. Mehr Information zu X-tags unter <http://x-tags.org/>

20. Ein „Evergreen“-Browser ist ein Web-Browser, der sich automatisch beim Start updatet.

December 2013[c]).

Laut W3C sind Templates

„a method for declaring inert DOM subtree in HTML and manipulating them to instantiate document fragments with identical contents.“

Somit sind Templates eine Methode um inaktive DOM-Unterstruktur in HTML zu deklarieren und zu manipulieren, um so sämtliche identische Dokumentfragmente mit identischem Inhalt zu instanziiieren.

In Web-Applikationen wird oft die gleiche Unterstruktur von Elementen wiederverwendet, mit dem passenden Inhalt gefüllt und zum Dokument hinzugefügt. Ein Beispiel in diesem Kontext wäre eine Liste von Artikel, die mit mehreren ``-Tags in das Dokument eingefügt werden. Des Weiteren kann jeder ``-Tag weitere Elemente, wie beispielsweise einen Link, ein Bild, einen Paragraphen, etc., enthalten. Derzeit bot HTML keine native Möglichkeit an, eine solche Aufgabenstellung zu lösen.

Folgend wird eine Liste von Autos mit Hilfe eines Templates erstellt:

```
1 <template id="carTemplate">
2   <li>
3     <span class="carBrand"></span>
4     <span class="carName"></span>
5   </li>
6 </template>
```

Listing 1: Web-Components Template-Standard

Ein Template, wie das aus Code-Beispiel 1 auf Seite 16, kann sowohl im `<head>`- als auch im `<body>` definiert werden. Das Template, inklusive Subtree, ist inaktiv. Wenn sich ein ``-Tag mit einer validen Quelle in diesem Template befinden würde, würde der Browser dieses Bild nicht laden. Darüber hinaus ist es nicht möglich ein Element des Templates via JavaScript zu selektieren, wie in Code-Beispiel 2 auf Seite 16 gezeigt wird.

```
1 document.querySelectorAll('.carBrand').length; // length ist 0
```

Listing 2: Beispiel-Selektor eines Elements in einem Template, das nicht aktiven DOM ist



Abbildung 8: Visualisierung des DOM eines inaktiven Templates

In Abbildung 8 auf Seite 16 wird gezeigt, dass das Template ein Dokument-Fragment ist. Dies bedeutet, dass es ein eigenständiges Dokument ist und unabhängig vom ursprünglichen Dokument existiert. Folglich bedeutet dies, dass sämtliche `<script>`, `<form>`, ``, -Tags etc. nicht verwendet werden können.

```
1 var template = document.getElementById('carTemplate');
2 template.content.querySelector(".carBrand").length; // length ist 1
3
4 var car = template.content.cloneNode(true);
5 car.querySelector(".carBrand").innerHTML = "Seat";
6 car.querySelector(".carName").innerHTML = "Ibiza";
7
```

```
8 document.getElementById("carList").appendChild(car);
```

Listing 3: Verwendung des Templates 1 auf Seite 16

Code-Beispiel 3 auf Seite 16 basiert auf dem in Code-Beispiel 1 auf Seite 16 definierten Template. Zu Beginn wird sich in Zeile 1 des Code-Beispiels 3 das bereits definierte Template in die Variable `template` geholt. Daraufhin wird der gesamte Knoten in Zeile 4 mit Hilfe einer `deep-copy` geklont und folglich mit Daten befüllt. Damit das mit Daten befüllte Listenelement auch sichtbar wird, wird es in Zeile 8 in das aktive DOM eingefügt.

3.1.2 Decorators

Das folgende Kapitel basiert ausschließlich auf der Einführung zu Web-Components aus dem W3C (siehe Glazkov und Cooney, June 2013) und auf dem Artikel „Decorators - NextGen Markup pt.2“ (siehe *Decorators - nextgen markup pt.2* April 2013).

Decorators sind Elemente, die nach dem Decorator-Pattern benannt sind. Zur Zeit gibt es keinerlei Unterstützung seitens der Browser zu diesem Konzept, somit wird in dieser Arbeit das vom W3C definierte Konzept nur theoretisch erläutert. Um jedoch dieses Konzept vollständig verstehen zu können, wird zuerst das genannte Pattern kurz beschrieben.

Grundsätzlich gehört das Decorator-Pattern zu den Struktur-Pattern der Softwareentwicklung. Das Pattern ist eine flexible Alternative zur Unterklassenbildung, um eine Klasse zur Laufzeit um zusätzliche Funktionalitäten erweitern zu können.

Um Decorators mit Hilfe des W3C-Konzepts näher erklären zu können, wird in diesem Kapitel folgendes Beispiel verwendet. Es gibt eine Liste von Autos, wobei jedes Auto eine Modellbezeichnung, eine Marke, ein Bild, sowie eine Kurzbeschreibung hat. Das Markup eines Autos würde wie folgt aussehen:

```
1 <li class="car-item">
2   
3   <h3 class="car-model">Seat Ibiza</h3>
4   <p class="car-description">The SEAT Ibiza is a supermini car manufactured by the
      Spanish automaker SEAT. It is SEAT's best-selling car and perhaps the
      most popular model in the company's range.</p>
5 </li>
```

Listing 4: Web-Components Decorators - Markup eines Autos

Wenn die Funktionalität des Autos erweitert werden sollte, sodass es möglich ist, es sichtbar/unsichtbar zu machen beziehungsweise schließen zu können, würde das bereits vorhandene Markup von Code-Beispiel 4 auf Seite 17 wie folgt erweitert werden:

```
1 <li class="car-item">
2   <section class="window-frame">
3     <header>
4       <a class="frame-toggle" href="#">Min/Max</a>
5       <a class="frame-close" href="#">Close</a>
6     </header>
7     
8     <h3 class="car-model">Seat Ibiza</h3>
9     <p class="car-description">The SEAT Ibiza is a supermini car manufactured by
      the Spanish automaker SEAT. It is SEAT's best-selling car and
      perhaps the most popular model in the company's range.</p>
10   </section>
11 </li>
```

Listing 5: Web-Components Decorators - Markup eines Autos mit Rahmen

Code-Beispiel 5 auf Seite 17 würde somit das Markup eines Autos und zwei Buttons beinhalten: einen zum Umschalten zwischen sichtbar und unsichtbar und einen um das Bild komplett zu

löschen. Wird das gezeigte Beispiel mit den bisherigen standardisierten Möglichkeiten umgesetzt, wird der Quellcode schnell relativ groß.

Decorators würden in diesem Beispiel bereits helfen. Es wäre möglich, spezielle Elemente im DOM mit mehr Markup, Gestaltung und zusätzlicher Funktionalität zu versehen. Essentiell hierbei ist, dass die zusätzliche Funktionalität nur für eine gewünschte Menge an Elementen erweitert werden kann. Das folgende Code-Beispiel erweitert das bereits bekannte Beispiel des Autos mit einem Decorator:

```

1 <decorator id="frame-decorator">
2   <template>
3     <section id="window-frame">
4       <header>
5         <a id="toggle" href="#">Min/Max</a>
6         <a id="close" href="#">Close</a>
7       </header>
8       <content></content>
9     </section>
10  </template>
11 </decorator>

```

Listing 6: Web-Components Decorators - Markup der zusätzlichen Funktionalität (Rahmen)

Dieses Beispiel bedarf näherer Erklärung. Decorators werden grundsätzlich mit `<template>`-Elementen eingesetzt (mehr zu Templates in Kapitel 3.1.1 auf Seite 15). Des Weiteren wird in Zeile 8 des Code-Beispiels 6 ein `<content>`-Element verwendet. Dies ist zwingend notwendig, da in dieser Stelle der Inhalt des zu dekorierenden Elements eingefügt wird. Auch ist zu erwähnen, dass in diesem Beispiel nur `ids` verwendet werden. Dies dient der Visualisierung, dass `ids` innerhalb eines `<decorator>`-Elements gekapselt sind. Sie werden nie im DOM erscheinen beziehungsweise verfügbar sein. `document.getElementById("window-frame")` wird keine Elemente zurückgeben, weder vor noch nach der Anwendung des `<decorator>`-Elements.

Weiterhin ist es möglich, sämtliche Elemente eines Decorators zu gestalten. In Code-Beispiel 7 auf Seite 18 werden die beiden Buttons mit `float: right;` gestaltet. Um die `floats` der Elemente wieder zu löschen, wird das `<header>`-Element mit der CSS-Klasse `clearfix` erweitert.

```

1 <decorator id="frame-decorator">
2   <template>
3     <section id="window-frame">
4       <style scoped>
5         #toggle float: right;
6         #close float: right;
7       </style>
8       <header class="clearfix">
9         <a id="toggle" href="#">Min/Max</a>
10        <a id="close" href="#">Close</a>
11      </header>
12      <content></content>
13    </section>
14  </template>
15 </decorator>

```

Listing 7: Web-Components Decorators - Markup der zusätzlichen Funktionalität (Rahmen) inklusive Style

Es ist zu beachten, dass sämtliche Gestaltungen außerhalb des `<style scoped>`-Elements unter Verwendung der richtigen Klassennamen immer noch angewendet werden.

Um nun das bereits vorhandene Markup mit Funktionalität versehen zu können, muss zuerst noch ein wichtiger Punkt bezüglich Events erläutert werden. Bei Decorators gibt es keine „normalen“ Events. Das Hinzufügen beziehungsweise Entfernen eines Decorators würde das Event, wenn es

bereits auf ein Element gebunden war, löschen. Decorators bieten nun die Möglichkeit einen Event-Controller zu erstellen, um mit Hilfe von diesen Events verwalten zu können.

```

1 <decorator id="frame-decorator">
2   <script>
3     this.listen({
4       selector:"#toggle", type:"click",
5       handler: function (event) {
6         // do the toggle button logic here
7       }
8     });
9     this.listen({
10      selector:"#close", type:"click",
11      handler: function (event) {
12        // do the close button logic here
13      }
14    });
15  </script>
16  <template>
17    <section id="window-frame">
18      <style scoped>
19        #toggle {float: right;}
20        #close {float: right;}
21      </style>
22      <header class="clearfix">
23        <a id="toggle" href="#">Min/Max</a>
24        <a id="close" href="#">Close</a>
25      </header>
26      <content></content>
27    </section>
28  </template>
29 </decorator>

```

Listing 8: Web-Components Decorators - Markup der zusätzlichen Funktionalität (Rahmen) inklusive Style und Funktionalität

Der in Code-Beispiel 8 auf Seite 8 gezeigte Decorator kann somit verwendet werden, um die gewünschte Funktionalität (das Bild des Autos soll sichtbar, unsichtbar beziehungsweise gelöscht werden können) bereitstellen zu können, ohne dabei für jedes ``-Element extra Markup hinzufügen zu müssen. Schlussendlich würde das Beispiel für ein Auto wie folgt aussehen:

```

1 <decorator id="frame-decorator">
2   <script>
3     this.listen({
4       selector:"#toggle", type:"click",
5       handler: function (event) {
6         // do the toggle button logic here
7       }
8     });
9     this.listen({
10      selector:"#close", type:"click",
11      handler: function (event) {
12        // do the close button logic here
13      }
14    });
15  </script>
16  <template>
17    <section id="window-frame">
18      <style scoped>
19        #toggle {float: right;}
20        #close {float: right;}
21      </style>
22      <header class="clearfix">
23        <a id="toggle" href="#">Min/Max</a>
24        <a id="close" href="#">Close</a>
25      </header>
26      <content></content>

```

```

27     </section>
28   </template>
29 </decorator>
30
31 <li class="car-item">
32   
33   <h3 class="car-model">Seat Ibiza</h3>
34   <p class="car-description">The SEAT Ibiza is a supermini car manufactured by the
      Spanish automaker SEAT. It is SEAT's best-selling car and perhaps the
      most popular model in the company's range.</p>
35 </li>

```

Listing 9: Web-Components Decorators - Markup eines Autos mit Decorator

```

1 .car-item {
2   decorator: url(#frame-decorator);
3 }

```

Listing 10: Web-Components Decorators - CSS für die Verwendung von Decorators

Unter der Verwendung des in Code-Beispiel 10 auf Seite 20 gezeigten CSS-Attributs wird der Decorator für das in Code-Beispiel 9 auf Seite 19 gezeigte Markup verwendet.

3.1.3 Custom Elements

Das folgende Kapitel basiert ausschließlich auf der Spezifikation von Custom Elements des W3C (siehe Glazkov, October 2013) und auf dem Artikel „Custom Elements“ (siehe Bidelman, December 2013[a]).

Custom Elements sind im Gegensatz zu bereits bestehenden DOM-Elementen ein neuer Typ von Elementen. Sie können von der Autorin beziehungsweise dem Autor beliebig definiert werden und müssen nur wenige Vorschriften einhalten. Im Gegensatz zu Decorators (siehe Kapitel 3.1.2 auf Seite 17), welche zustandslos und kurzlebig sind, können Custom Elements den Zustand kapseln und eine Schnittstelle zur Verwendung bereitstellen.

Web Components würden ohne die Funktionalitäten von benutzerdefinierten Elementen nicht existieren. Sie stellen folgendes bereit:

1. Definition neuer HTML- beziehungsweise DOM-Elemente
2. Erstellung von Elementen, die die Funktionalität von bereits bestehenden Elementen erweitern
3. Logische Bündelung von benutzerdefinierten Funktionalitäten in nur einem Tag
4. Erweiterung von Schnittstellen von bereits vorhandenen DOM-Elementen

Registrierung neuer Elemente

Benutzerdefinierte Elemente können mit Hilfe von der Methode `document.registerElement()` erstellt werden:

```

1 var myCar = document.registerElement('my-car');
2 document.body.appendChild(new myCar());

```

Listing 11: Registrierung eines Custom-Elements

Das erste Argument der `document.registerElement()` Methode ist der Name des neuen Elements. Dieser Name muss ein Bindestrich enthalten. Diese Einschränkung erlaubt den Parser die Differenzierung zwischen benutzerdefinierten und regulären Elementen. Darüber hinaus gewährleistet dies auch eine Aufwärtskompatibilität, wenn neue Tags in HTML aufgenommen werden. Beispielsweise wären `<my-car>` oder `<my-element>` valide Elemente, wobei `<myCar>` oder `<myElement>` nicht valide

wären. Die vorher genannte Methode hat ein zweites, optionales Argument, was ein Objekt wäre, dass das Prototyp-Objekt des Elements definiert. Dies wäre der Platz um dem Element öffentliche Methoden oder Eigenschaften zu geben. Standardmäßig erben sämtliche benutzerdefinierte Elemente von `HTMLElement`. Somit wäre Code-Beispiel 11 auf Seite 20 das Gleiche wie Code-Beispiel 12 auf Seite 21.

```
1 var myCar = document.registerElement('my-car', {
2   prototype: Object.create(HTMLElement.prototype)
3 });
4 document.body.appendChild(new myCar());
```

Listing 12: Registrierung eines Custom-Elements mit gegebenem Prototyp-Objekt

Ein Aufruf der `document.registerElement('my-car')`-Methode teilt dem Browser mit, dass ein Neues Element mit dem Namen „my-car“ registriert wurde. Folglich wird ein Konstruktor zurückgegeben, der zur Instanziierung neuer Elemente verwendet werden kann.

Standardmäßig wird der Konstruktor im globalen Window-Objekt abgelegt. Falls dies nicht erwünscht ist, kann ein Namespace dafür festgelegt werden. Code-Beispiel 13 auf Seite 21 veranschaulicht die Registrierung eines Elements in einem Namespace.

```
1 (
2   var myApp = {}
3   myApp.myCar = document.registerElement('my-car', {
4     prototype: Object.create(HTMLElement.prototype)
5   });
6 )
7 document.body.appendChild(new myApp.myCar());
```

Listing 13: Registrierung eines Custom-Elements mit gegebenem Prototyp-Objekt und Namespace

Bereits vorhandene Elemente erweitern

Durch benutzerdefinierte Elemente wird es möglich bereits vorhandene oder selbsterstellte Elemente zu erweitern. Um ein Element erweitern zu können, muss der `registerElement()`-Methode der Name und das Prototyp-Objekt des Elements, das erweitert werden soll, übergeben werden. Wenn beispielsweise `<element-a>` `<element-b>` erweitern möchte, so muss `<element-a>` bei der Registrierung das Prototyp-Objekt von `<element-b>` angegeben werden. In Code-Beispiel 14 auf Seite 21 wird die Funktionalität eines `<button>` erweitert.

```
1 var MegaButton = document.registerElement('mega-button', {
2   prototype: Object.create(HTMLButtonElement.prototype),
3   extends: 'button'
4 });
```

Listing 14: Erweiterung von Elementen

Wenn ein benutzerdefiniertes Element von einem nativen Element erbt wird es auch „type extension custom Element“ genannt. Diese Elemente erben von einer speziellen Version des `HTMLElement`. Sozusagen „ist element A ein element B“. Die Verwendung einer Type-Extension wird in Code-Beispiel 15 auf Seite 21 gezeigt.

```
1 <button is="mega-button">
```

Listing 15: Verwendung einer Typerweiterung

Bereits vorhandene, benutzerdefinierte Elemente erweitern

Um ein `<my-car-extended>`-Element zu erstellen, das `<my-car>` erbt, muss bei der Registrierung des erweiterten Elements das Prototyp-Objekt des gewünschten „Basis“-Elements angegeben werden. Code-Beispiel 16 auf Seite 22 verdeutlicht dies.

```

1 var MyCarProto = Object.create(HTMLElement.prototype);
2 var MyCarExtended = document.registerElement('my-car-extended', {
3   prototype: MyCarProto,
4   extends: 'my-car'
5 });

```

Listing 16: Verwendung einer Typerweiterung

Wie Elemente erweitert werden

„The HTMLUnknownElement interface must be used for HTML elements that are not defined by this specification.“

Dies bedeutet, dass sämtliche nicht valide deklarierten Elemente funktionieren, jedoch nicht vom standardmäßigen `HTMLElement` erben, sondern von `HTMLUnknownElement`. Wenn Browser die Methode `document.registerElement()` nicht bereitstellen, werden folglich auch Custom Elemente nicht unterstützt. Wenn dennoch Elemente mit Hilfe der bereits genannten Methode versucht werden zu erstellen und keine Unterstützung des Browsers vorliegt, wird auch das erstellte Element von `HTMLUnknownElement` erben.

Ungelöste Elemente

Auch wenn benutzerdefinierte Elemente in einem Skript registriert werden müssen, können sie bereits vor der Ausführung dieses Skripts deklariert oder erstellt werden. Zum Beispiel ist es möglich `<my-car>` zu deklarieren, obwohl `document.registerElement('my-car')` später erst aufgerufen wird.

Bevor Elemente zu ihrer gewünschten Definition upgegradet werden, werden sie als „unresolved“ Elemente bezeichnet. Dies sind HTML-Elemente, die einen validen benutzerdefinierten Namen haben, jedoch noch nicht registriert wurden. Tabelle 1 auf Seite 22 zeigt den Unterschied zwischen unresolved und unbekannten Elementen.

| Name | Erbt von | Beispiel |
|---------------------|--------------------|--|
| Ungelöstes Element | HTMLElement | <code><my-car></code> , <code><my-wheel></code> , <code><my-element></code> |
| Unbekanntes Element | HTMLUnknownElement | <code><myCar></code> , <code><my_wheel></code> |

Tabelle 1: Unterschied zwischen ungelösten und unbekannten Elementen

Instanziierung benutzerdefinierter Elemente

Die geläufigen Techniken, um ein Element zu erstellen, gelten auch für benutzerdefinierte Elemente. Wie bei allen anderen Standardelementen können benutzerdefinierte Elemente in HTML deklariert, oder im DOM mit Hilfe von JavaScript erstellt werden.

1. HTML-Deklaration

```
1 <my-car></my-car>
```

Listing 17: Instanziierung eines benutzerdefinierten Elements mit Hilfe von HTML-Deklaration

2. Erstellung im DOM mit Hilfe von Javascript

```

1  var myCar = document.createElement('my-car');
2  myCar.addEventListener('click', function(e) {
3    alert('Thanks!');
4  });

```

Listing 18: Instanziierung eines benutzerdefinierten Elements mit Hilfe von JavaScript

3. Erstellung mit Hilfe des `new`-Operator

```

1  var myCar = new MyCar();
2  document.body.appendChild(myCar);

```

Listing 19: Instanziierung eines benutzerdefinierten Elements mit Hilfe von JavaScript

Instanziierung von Type-Extension-Elementen

Instanziierung von type extension custom Elementen ist auffallend ähnlich zu der Instanziierung benutzerdefinierten Elementen.

1. HTML-Deklaration

```

1  <button is="mega-button">

```

Listing 20: Instanziierung eines type extension custom Elements mit Hilfe von HTML-Deklaration

2. Erstellung im DOM mit Hilfe von Javascript

```

1  var megaButton = document.createElement('button', 'mega-button');
2  // megaButton instanceof MegaButton === true

```

Listing 21: Instanziierung eines type extension custom Elements mit Hilfe von JavaScript

3. Erstellung mit Hilfe des `new`-Operator

```

1  var megaButton = new MegaButton();
2  document.body.appendChild(megaButton);

```

Listing 22: Instanziierung eines type extension custom Elements mit Hilfe von JavaScript

Hinzufügen von Eigenschaften und Methoden zu einem Element

Benutzerdefinierte Elemente werden erst durch maßgeschneiderte Funktionalität des Elements mächtig. Öffentliche Schnittstellen des Elements können mit Hilfe von Eigenschaften und Methoden erstellt werden. Folgend wird das Element `<x-foo>` registriert, welches eine read-only Eigenschaft namens `bar` hat und eine `foo()`-Methode bereitstellt.

```

1  var XFoo = document.registerElement('x-foo', {
2    prototype: Object.create(HTMLElement.prototype, {
3      bar: {
4        get: function() { return 5; }
5      },
6      foo: {
7        value: function() {

```

```

8         alert('foo() called');
9     }
10 }
11 })
12 });

```

Listing 23: Beispiel eines Elements `<x-foo>` mit einer lesbaren Eigenschaft und einer öffentlichen Methode

Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Möglichkeiten, wie ein Prototyp-Objekt erstellt werden kann. In dieser Arbeit wird ausschließlich die zuvor gezeigte Methode verwendet.

Lebenszyklus-Callback Methoden

Elemente können spezielle Methoden definieren, die zu einer speziellen Zeit ihres Lebenszyklus automatisch aufgerufen werden. Diese Methoden werden Lebenszyklus-Callback Methoden genannt und jede Methode hat einen bestimmten Namen und Zweck, der in der folgenden Tabelle (Tabelle 2 auf Seite 24) genauer erläutert wird:

| Callback-Name | Aufgerufen, wenn |
|---|--|
| <code>createdCallback</code> | eine Instanz des Elements erstellt wurde |
| <code>attachedCallback</code> | eine Instanz in das Dokument eingefügt wurde |
| <code>detachedCallback</code> | eine Instanz vom Dokument entfernt wurde |
| <code>attributeChangedCallback(attrName, oldVal, newVal)</code> | eine Eigenschaft hinzugefügt, upgedated, oder entfernt wurde |

Tabelle 2: Lebenszyklus-Callback Methoden

Sämtliche Lebenszyklus-Callback Methoden sind optional. Sie können beispielsweise dazu verwendet werden, um im `createdCallback()` eine Verbindung zu einer Datenbank herzustellen. Wenn das Element entfernt wird, wird die dafür erstellte Verbindung im `detachedCallback()` geschlossen. Weiters können diese Methoden beispielsweise zur Konfiguration von Event-Listener verwendet werden.

3.1.4 Shadow DOM

Das folgende Kapitel basiert ausschließlich auf der Spezifikation von Shadow-DOM des W3C (siehe Glazkov, May 2013) und auf dem Artikel „Shadow DOM 101“ (siehe Dominic Cooney, Dimitri Glazkov 2013).

Mit Hilfe von Shadow-DOM können Elemente mit einer neuen Art von Knoten verbunden werden. Diese neue Art von Knoten wird auch „Shadow-Root“ genannt. Ein Element, das einer Shadow-Root zugeordnet ist, wird auch „Shadow-Host“ bezeichnet. Anstatt den Inhalt eines Shadow-Hosts zu rendern, wird immer der des Shadow-Roots gerendert.

```

1 <button>Hello, world!</button>
2 <script>
3   var host = document.querySelector('button');
4   var root = host.createShadowRoot();
5   root.textContent = 'Hello, shadow DOM!';
6 </script>

```

Listing 24: Shadow-Root Beispiel eines Buttons

Code-Beispiel 24 rendert zuerst das in Abbildung 9a auf Seite 25 gezeigte Ergebnis. Danach wird mit Hilfe von JavaScript und Shadow-DOM das Element, wie in Abbildung 9b auf Seite 25 zu sehen ist, verändert.

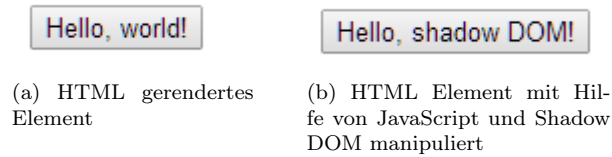


Abbildung 9: Beispiel einer Shadow-Root Node

Wenn das `<button>`-Element nach seinem Inhalt mittels der `textContent`-Eigenschaft abgefragt wird, wird das Resultat nicht `"Hello, shadow DOM!"` zurückgeben, sondern `"Hello, world!"`, da die DOM-Unterstruktur unter der Shadow-Root vollständig gekapselt ist.

Es ist zu erwähnen, dass dies ein sehr schlechtes Beispiel ist, da sämtlicher Inhalt im Shadow-DOM nicht für Suchmaschinen, Browser-Erweiterungen, Screen readers, etc. erreichbar ist. Shadow-DOM ist nur für semantisch bedeutungsloses Markup, das benötigt wird um eine Webkomponente zu erstellen, gedacht.

Trennung von Inhalt und Darstellung

Code-Beispiel 25 auf Seite 25 wird als Ausgangsbasis dieses Beispiels genommen. Abbildung 10 auf Seite 26 zeigt diese Grundbasis, um mit darauffolgenden Schritten sämtlichen Inhalt von der Darstellung zu trennen.

```

1  <style>
2  .outer {
3    border: 2px solid brown;
4    border-radius: 1em;
5    background: red;
6    font-size: 20pt;
7    width: 12em;
8    height: 7em;
9    text-align: center;
10 }
11 .boilerplate {
12   color: white;
13   font-family: sans-serif;
14   padding: 0.5em;
15 }
16 .name {
17   color: black;
18   background: white;
19   font-family: "Marker Felt", cursive;
20   font-size: 45pt;
21   padding-top: 0.2em;
22 }
23 </style>
24 <div class="outer">
25   <div class="boilerplate">
26     Hi! My name is
27   </div>
28   <div class="name">
29     Bob
30   </div>
31 </div>

```

Listing 25: Namensschild ohne Shadow-DOM - Ausgangsbasis um Inhalt von Darstellung zu trennen

Dadurch, dass dem DOM-Tree Kapselung fehlt, ist die gesamte Struktur des Namensschildes im Dokument sichtbar. Wenn beispielsweise externe Elemente auf der Webseite dieselben Klassennamen verwenden, würde das nicht zum gewünschten Ergebnis führen und diverse Gestaltungen überschrieben werden.



Abbildung 10: Ausgangsbeispiel von der Trennung von Darstellung und Inhalt bei Shadow-DOM

1. Verstecken von Darstellungsdetails

Semantisch gibt es nur zwei wichtige Informationen bei diesem Beispiel:

- (a) Es ist ein Namensschild
- (b) Der Name ist „Bob“.

Daraus wird das Markup erstellt, das semantisch näher bei der gewünschten Information ist (siehe Code-Beispiel 26).

```
1 <div id="nameTag">Bob</div>
```

Listing 26: Darstellung des Markups mit der gewünschten Information ohne Darstellung

Des Weiteren wird sämtlicher Code, der der Darstellung dient, in ein `<template>`-Element gepackt (siehe Code-Beispiel 27).

```
1 <div id="nameTag">Bob</div>
2 <template id="nameTagTemplate">
3   <style>
4     .outer {
5       border: 2px solid brown;
6       border-radius: 1em;
7       background: red;
8       font-size: 20pt;
9       width: 12em;
10      height: 7em;
11      text-align: center;
12    }
13    .boilerplate {
14      color: white;
15      font-family: sans-serif;
16      padding: 0.5em;
17    }
18    .name {
19      color: black;
20      background: white;
21      font-family: "Marker Felt", cursive;
22      font-size: 45pt;
23      padding-top: 0.2em;
24    }
25  </style>
26  <div class="outer">
27    <div class="boilerplate">
28      Hi! My name is
29    </div>
30    <div class="name">
```



```

31     Bob
32   </div>
33 </div>
34 </template>

```

Listing 27: Darstellung des Markups mit der gewünschten Information mit Hilfe von einem Template

Zu diesem Zeitpunkt wird „Bob“ das einzige sein, das gerendert wird. Das Template enthält sämtlichen Code der Darstellung und muss nun beispielsweise mit JavaScript hinzugefügt werden. In Code-Beispiel 28 auf Seite 27 wird zuerst eine Shadow-Root am Element `<div id=nameTag></div>` erstellt. Danach wird nach dem Template gesucht und der Inhalt dieses Templates an die Shadow-Root angefügt.

```

1 <script>
2   var shadow = document.querySelector('#nameTag').createShadowRoot();
3   var template = document.querySelector('#nameTagTemplate');
4   shadow.appendChild(template.content);
5 </script>

```

Listing 28: Hinzufügen des Inhalts eines Templates in eine Shadow-Root

Da nun eine Shadow-Root mit Markup vorhanden ist, wird das Namensschild wieder korrekt angezeigt. Wenn das Element mit Hilfe der Entwickler-Tools im Browser inspiziert, wird nur die gewünschte Information ohne Darstellungselemente angezeigt. Dies zeigt, dass durch die Verwendung von Shadow-DOM sämtliche Darstellungsdetails im Shadow-DOM gekapselt wurden und von außen nicht erreichbar sind.

2. Trennung von Inhalt und Darstellung

Mit Hilfe von Code-Beispiel 27 und 28 werden sämtliche Darstellungsdetails versteckt, jedoch wurde der Inhalt noch nicht mit der Darstellung getrennt. Wenn beispielsweise der Name des Namensschildes ausgetauscht werden müsste, müsste dies an zwei Stellen gemacht werden: Einerseits an der Stelle im Template und andererseits an der Stelle des `<div id=nameTag></div>`-Elements.

Um den tatsächlichen Inhalt von sämtlichen Darstellungen zu trennen, muss eine Komposition von Elementen benutzt werden. Das Namensschild setzt sich einerseits aus dem roten Hintergrund mit den „Hi! My name is“-Text zusammen und andererseits aus dem Namen der Person.

Als Autorin beziehungsweise Autor einer Komponente entscheidet man, wie die Komposition des erstellten Elements funktionieren soll. Mit Hilfe des `<content>`-Elements können Kompositionen erstellt werden. Dieses Element erstellt einen „Insertion-Point“ in der Darstellung und sucht Inhalte aus dem Shadow-Host, die an dieser Stelle angezeigt werden sollten.

```

1 <div id="nameTag">Bob</div>
2 <template id="nameTagTemplate">
3   <style>
4     .outer {
5       border: 2px solid brown;
6       border-radius: 1em;
7       background: red;
8       font-size: 20pt;
9       width: 12em;
10      height: 7em;
11      text-align: center;
12    }
13    .boilerplate {
14      color: white;
15      font-family: sans-serif;
16      padding: 0.5em;
17    }

```

```

18     .name {
19         color: black;
20         background: white;
21         font-family: "Marker Felt", cursive;
22         font-size: 45pt;
23         padding-top: 0.2em;
24     }
25 </style>
26 <div class="outer">
27     <div class="boilerplate">
28         Hi! My name is
29     </div>
30     <div class="name">
31         <content></content>
32     </div>
33 </div>
34 </template>

```

Listing 29: Erweiterung des Code-Beispiels 27 mit dem `<content>`-Element

In Code-Beispiel 29 auf Seite 27 wird das Namensschild mit dem vom Shadow-Host projizierten Inhalt in das `<content>`-Element gerendert. Dies vereinfacht die Struktur des Dokuments, da der Name nur noch an einer Stelle vorhanden ist. Müsste nun der Name aktualisiert werden, wäre das mit folgender Methode möglich: `document.querySelector('#nameTag').textContent = 'Shellie';`.

Das Namensschild wird automatisch nach Zuweisung eines neuen Namens aktualisiert, da der Inhalt vom Namensschild in das `<content>`-Element projiziert wird. Somit wurde die Trennung von Inhalt und Darstellung erreicht.

3.1.5 HTML Imports

Das folgende Kapitel basiert ausschließlich auf der Spezifikation von HTML Imports des W3C (siehe Glazkov und Morrita, March 2014) und auf dem Artikel „HTML Imports - #include for the Web“ (siehe Bidelman, December 2013[b]).

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten, wie diverse Ressourcen geladen werden können. Für JavaScript gibt es beispielsweise den `<script src='>`-Tag, für CSS gibt es den `<link rel='stylesheet'>`-Tag. Weiters gibt es eigene Tags für Bilder, Video, Audio, etc. Die meisten Web-Inhalte haben einen einfachen, deklarativen Weg, um sie zu laden. HTML hingegen besitzt keinen standardisierten Weg. Derzeit gibt es folgende Möglichkeiten HTML-Dokumente zu laden:

1. `<iframe>`
2. AJAX
3. `<script type='text/html'>`

Jede dieser Methoden bringt Vor- und Nachteile mit sich und keine dieser Methoden ist ein standardisierter Weg, um externes HTML zu laden.

HTML-Imports bieten einen standardisierten Weg, wie man ein externes HTML-Dokument in ein lokales HTML-Dokument lädt. Ein HTML-Import ist des Weiteren nicht auf Markup limitiert, sondern kann auch CSS, JavaScript, etc. beinhalten. Code-Beispiel 30 auf Seite 28 zeigt, wie ein lokales HTML-Dokument geladen wird.

```

1 <head>
2   <link rel="import" href="path/to/imports/car.html"
3 </head>

```

Listing 30: Laden eines lokalen HTML-Dokuments

Die URL eines Imports wird auch „Import-Stelle“ genannt. Um Inhalt von einer externen Domain laden zu können, muss die Import-Stelle CORS²¹ aktiviert haben. Code-Beispiel 31 auf Seite 29 zeigt, wie ein externes HTML-Dokument geladen wird.

```

1 <head>
2   <!-- http://example.com has CORS enabled. -->
3   <link rel="import" href="http://example.com/car.html">
4 </head>

```

Listing 31: Laden eines externen HTML-Dokuments

Der Netzwerk-Stack des Browsers entfernt sämtliche Duplikate bezüglich Requests von derselben URL. Dies bedeutet, dass Importe, die dieselbe URL haben, nur einmal geladen werden.

Ressourcen bündeln

Importe stellen Konventionen bereit um HTML, CSS, JavaScript etc. bündeln zu können, damit sie als eine Datei lieferbar sind. Dies ist eine sehr wesentliche und mächtige Eigenschaft von HTML-Importe. Durch die Funktionen, die HTML-Importe bereitstellen, ist es möglich, eine Web-Applikation in einzelne, logische Segmente aufzuteilen und der Endbenutzerin beziehungsweise dem Endbenutzer dennoch nur eine URL geben zu müssen.

Ein sehr gutes Beispiel für einen sinnvollen Einsatz von HTML-Importe wäre Bootstrap²². Bootstrap besteht aus individuellen CSS- und JavaScript-Dateien, sowie Fonts. Darüber hinaus benötigt es für die bereitgestellten Funktionen JQuery. Code-Beispiel 32 auf Seite 29 zeigt, wie Bootstrap auf mehrere Dokumente aufgeteilt und geladen werden kann.

```

1 <!-- main.html -->
2 <head>
3   <link rel="import" href="bootstrap.html">
4 </head>
5
6 <!-- bootstrap.html -->
7 <link rel="stylesheet" href="bootstrap.css">
8 <link rel="stylesheet" href="fonts.css">
9 <script src="jquery.js"></script>
10 <script src="bootstrap.js"></script>
11 <script src="bootstrap-tooltip.js"></script>
12 <script src="bootstrap-dropdown.js"></script>
13 ...

```

Listing 32: Inkludierung von Bootstrap mit Hilfe von einem HTML-Import

Load/Error Event-Handling

Das `<link>`-Element feuert ein „Load“-Event, wenn ein HTML-Import erfolgreich geladen wurde und ein „Error“-Event, wenn dies nicht der Fall war. Code-Beispiel 33 auf Seite 29 zeigt ein Beispiel von Error-Handling bei HTML-Importe.

```

1 <head>
2   <script>
3     function handleLoad(e) {
4       console.log('Loaded import: ' + e.target.href);
5     }
6     function handleError(e) {
7       console.log('Error loading import: ' + e.target.href);
8     }
9   </script>
10
11   <link rel="import" href="car.html" onload="handleLoad(event)" onerror="
12     handleError(event)">
13 </head>

```

Listing 33: Error-Handling bei HTML-Importe

21. Cross-Origin Resource Sharing

22. Mehr Information zu Dojo Toolkit unter <http://getbootstrap.com/>

Ein wichtiger Punkt bei dem in Code-Beispiel 33 gezeigten Beispiel ist, dass die Funktionen vor dem Import definiert wurden. Der Browser versucht einen HTML-Import zu laden, wenn er dem Tag begegnet. Wenn zu diesem Zeitpunkt die Funktionen noch nicht existieren, würden Fehler in der Konsole ausgegeben werden, da die Funktionsnamen noch `undefined` sind.

Benutzung des Inhalts eines Imports

Wenn ein HTML-Import benutzt wird, bedeutet dies nicht, dass an der Stelle, wo der Import-Befehl geschrieben wird, der Inhalt des Imports platziert wird. Vielmehr bedeutet es, dass der Browser das zu importierende Dokument analysiert und lädt, um es für weitere Verwendung bereit stellen zu können. Wenn der Inhalt eines Imports erreicht werden will, da er beispielsweise gewisse `<template>`-Elemente beinhaltet, muss dafür JavaScript verwendet werden. Code-Beispiel 34 auf Seite 30 holt sich den Inhalt eines HTML-Imports. Die importierte Datei (`warnings.html`) beinhaltet diverses gestaltete Markup, was in der Hauptseite (`main.html`) verwendet wird. Des Weiteren wird nur ein spezieller Teil des Imports verwendet, nämlich das `<div>`-Element mit der Klasse `warning`. Der restliche Inhalt des importierten HTML-Dokuments bleibt inaktiv und wird nicht vom Browser gerendert.

```

1  <!-- warnings.html -->
2  <div class="warning">
3    <style scoped>
4      h3 {
5        color: red;
6      }
7    </style>
8    <h3>Warning!</h3>
9    <p>This page is under construction</p>
10 </div>
11
12 <div class="outdated">
13   <h3>Heads up!</h3>
14   <p>This content may be out of date</p>
15 </div>
16
17
18 <!-- main.html -->
19 <head>
20   <link rel="import" href="warnings.html">
21 </head>
22 <body>
23   <script>
24     var link = document.querySelector('link[rel="import"]');
25     var content = link.import;
26
27     // Grab specific DOM from warning.html's document.
28     var el = content.querySelector('.warning');
29
30     document.body.appendChild(el.cloneNode(true));
31   </script>
32 </body>

```

Listing 34: Klonen des Inhalts eines HTML-Imports

JavaScript in einem zu importierendem Dokument

Importe befinden sich nicht im Hauptdokument. Im zu importierenden Dokument kann das DOM vom Hauptdokument und sein eigenes DOM erreicht werden. Code-Beispiel 35 auf Seite 30 zeigt, wie das zu importierende Dokument eines seiner Stylesheets selbst im Hauptdokument hinzufügt. Wichtig hierbei ist, dass das zu importierende Dokument einerseits eine Referenz zum eigenen Dokument und andererseits eine Referenz zum Hauptdokument beinhaltet.

```

1  <link rel="stylesheet" href="http://www.example.com/styles.css">
2  <link rel="stylesheet" href="http://www.example.com/styles2.css">
3  <script>
4    // importDoc references this import's document

```

```

5   var importDoc = document.currentScript.ownerDocument;
6
7   // mainDoc references the main document (the page that's importing us)
8   var mainDoc = document;
9
10  // Grab the first stylesheet from this import, clone it,
11  // and append it to the importing document.
12  var styles = importDoc.querySelector('link[rel="stylesheet"]');
13  mainDoc.head.appendChild(styles.cloneNode(true));
14 </script>

```

Listing 35: JavaScript im HTML-Import, um Inhalt automatisch im Hauptdokument hinzuzufügen

Ein Skript in einem Import kann entweder Code direkt ausführen, oder Funktionen bereitstellen, die dem importierenden Dokument zur Verfügung stehen. Grundregeln für JavaScript in einem HTML-Import sind folgende:

- Skripte im Import werden im Kontext des importierenden Dokuments aufgerufen. Das bedeutet, dass `window.document` im Import-Dokument eine Referenz zum Dokument ist, dass die Datei importiert. Dies hat zur Folge, dass sämtliche Funktionen, die im Import-Dokument definiert werden zum `window`-Objekt hinzugefügt werden. Darüber hinaus ist es nicht erforderlich `<script>`-Blöcke im Hauptdokument hinzuzufügen, da sie ausgeführt werden.
- Importe blocken den Browser nicht beim Parsen des Hauptdokuments. Dennoch werden Skripte in den Importen der Reihe nach verarbeitet.

HTML-Importe im Zusammenhang mit Templates

Ein sehr großer Vorteil, wenn diese beiden Unterpunkte von Web-Components zusammen verwendet werden ist, dass Skripte innerhalb eines Templates nicht beim Laden des zu importierenden Dokuments ausgeführt werden, sondern erst, wenn das Template aktiv wird, sprich dem DOM des Hauptdokuments hinzugefügt wird.

HTML-Importe im Zusammenhang mit benutzerdefinierten Elementen

Wenn diese beiden Technologien vereint werden, muss sich die Benutzerin und der Benutzer, der beispielsweise ein externes benutzerdefiniertes Element mit Hilfe eines HTML-Imports lädt, nicht um die Registrierung des Elements kümmern, da es bereits im zu importierenden Dokument gemacht werden kann.

Abhängigkeits-Management und Sub-Importe

Sub-Importe sind vor allem dann von Vorteil, wenn eine Komponente wiederverwendbar oder erweitert werden soll. Beispielsweise kann JQuery als eine Komponente angesehen und als HTML-Import definiert werden. Wenn mehrere benutzerdefinierte Elemente mit Hilfe von JQuery entwickelt und externen Personen zur Verfügung gestellt werden, werden die Abhängigkeiten für sämtliche Elemente automatisch geladen. Unter der Annahme, dass drei benutzerdefinierte Elemente geladen werden, wobei jedes einzelne Element an sich JQuery als Abhängigkeit mittels HTML-Import geladen hat, wird JQuery trotzdem nur ein einziges mal im Hauptdokument geladen.

3.1.6 Browser Unterstützung

Die nachstehende Tabelle 3 zeigt die Unterstützung der Browser bezüglich Web-Components. Sämtliche Browser aus der Tabelle besitzen die aktuellste Version. Grün bedeutet, dass die Technologie in dem jeweiligen Browser als stabil gewertet wird und verwendet werden kann. Gelb bedeutet, dass die Technologie vom jeweiligen Browser in Arbeit ist, noch Bugs auftreten, oder mittels einer Flag erreichbar ist. Rot bedeutet, dass es keine Information bezüglich der Technologie in dem jeweiligen Browser gibt.

Chrome

Was Web-Components betrifft ist Googles Chrome der goldene Standard. Sie haben sich an die Spitze gesetzt, was die Umsetzung der Spezifikation angeht. Drei Technologien von Web-Components werden bereits als stabil in Chrome bezeichnet. Auch HTML-Importe sind bereits vorhanden, jedoch ist es vor einer Nutzung erforderlich, sie zu aktivieren.

Opera

Dadurch, dass Opera seit einiger Zeit auf die Basis von Chromium (Blink) gewechselt hat, wird von Opera der gleiche Weg wie von Google erwartet. Zur Zeit gibt es keine kennbaren Unterschiede was die Implementierung der Spezifikation bezüglich den beiden Browsern angeht.

Firefox

Auch Mozilla versucht mit Firefox den Standard schnellstmöglich umzusetzen, jedoch gibt es einige Bugs diesbezüglich. Nur Templates werden bis dato als stabil angesehen und Custom-Elements, sowie Shadow-DOM sind nur mittels einer Flag erreichbar, beziehungsweise weisen noch Fehler auf.

Safari

Obwohl viele Funktionen von Web-Components in Webkit implementiert wurden, wurden sie nie in Safari verwendet beziehungsweise zur Verfügung gestellt. Mit der Abzweigung des Chromium-Port von Safari wurde begonnen sämtliche Web-Components Funktionen aus dem Browser zu entfernen.

Internet Explorer

Microsoft gibt kein öffentliches Statement bezüglich ihren Entwicklungsplänen ab und somit ist es nicht klar, inwiefern sie die Technologien von Web-Components implementieren werden. Der vor kurzem veröffentlichte Internet Explorer 11 besitzt keine Schnittstellen für Web-Components.





















| | Chrome | Opera | Firefox | Safari | IE |
|-----------------|---|---|---|---|---|
| Templates |  |  |  |  |  |
| HTML-Importe |  |  |  |  |  |
| Custom Elements |  |  |  |  |  |
| Shadow DOM |  |  |  |  |  |

Tabelle 3: Browser Unterstützung von Web-Components

Code-Beispiel 36 auf Seite 33 zeigt, wie die Funktionen beziehungsweise einzelnen Technologien auf Verfügbarkeit im Browser getestet werden können. Das Ergebnis kann in der Konsole des benutzten Browsers eingesehen werden.

```

1 function supportsTemplate() {
2   return 'content' in document.createElement('template');
3 }
4 function supportsCustomElements() {
5   return 'registerElement' in document;
6 }
7 function supportsImports() {
8   return 'import' in document.createElement('link');
9 }
10 function supportsShadowDom(){
11   return typeof document.createElement('div').createShadowRoot === 'function';
12 }
13
14 (function() {
15   supportsTemplate()? console.log("Templates are supported!") : console.error("
16     Templates are not supported!")
17   supportsCustomElements()? console.log("Custom elements are supported!") : console
18     .error("Custom elements are not supported!")
19   supportsImports()? console.log("HTML-Imports are supported!") : console.error("
20     HTML-Imports are not supported!")
21   supportsShadowDom()? console.log("Shadow-DOMs are supported!") : console.error("
22     Shadow-DOMs are not supported!")
23 })();

```

Listing 36: Feature-Detection für Web-Components

3.2 Google Polymer

In allgemeinen Worten abgefasst ist Google-Polymer ein Framework, das sämtliche Funktionen von Web-Components zur Verfügung stellt. Polymer verfolgt den Ansatz, dass alles was entwickelt wird, eine Web-Komponente ist und sich mit der Entwicklung des Webs weiterentwickelt. Abbildung 11 auf Seite 33 zeigt die Architektur von Polymer.

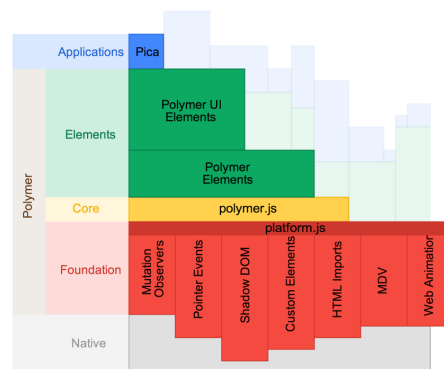


Abbildung 11: Polymers Architektur

Die rote Schicht visualisiert die Polyfills, die Polymer zur Verfügung stellt. Diese erlauben die Benutzung von Web-Components. Wichtig hierbei ist, dass die Größe dieser Polyfill-Bibliotheken mit der Weiterentwicklung der Browser abnimmt. Dies bedeutet, dass je mehr Funktionalität von der Spezifikation in den Browsern implementiert ist, desto kleiner sind die Polyfill-Bibliotheken. Der Idealfall für Polymer wäre, dass sämtliche Zusatzbibliotheken, die die nativen Browser-Funktionen emulieren, nicht mehr benötigt werden.

Die gelbe Schicht stellt die Meinung von Google dar, wie die spezifizierten Browser Schnittstellen zu Web-Components zusammen verwendet werden sollen. Zusätzlich zu den spezifizierten Technologien werden des Weiteren Funktionalitäten wie „data-bindings“, „change watcher“, „public properties“, etc. bereitgestellt.

Die grüne Schicht repräsentiert eine umfassende Reihe von Interface-Komponenten. Diese entwickeln sich ständig weiter und basieren auf der gelben, sowie roten Schicht.

Polymer bietet neben der Erstellung von benutzerdefinierten Elementen auch die Möglichkeit vordefinierte Elemente zu verwenden. Ein Beispiel für ein vordefiniertes Element wäre das `<polymer-ajax>`-Element. Es erscheint in erster Linie als nicht sehr nützlich, jedoch versucht es, einen Standard für Entwickler bereitzustellen, um Ajax-Requests zu erstellen beziehungsweise abzuwickeln. Dieses Element ist ähnlich zu folgender Funktion von jQuery: `$.ajax()`²³. Der Unterschied zwischen den beiden Möglichkeiten einen Ajax-Request abzuwickeln ist, dass die `$.ajax()`-Methode Abhängigkeiten besitzt, wohingegen die `<polymer-ajax>`-Methode vollkommen unabhängig ist.

Wie man benutzerdefinierte Elemente mittels Polymer entwickelt und welche Coding-Conventions dieses Framework beinhaltet, wird in Kapitel 4.2 auf Seite 38 genauer erläutert.

3.3 Konklusio

Hauptfunktion von Web-Components nochmal erläutern

Vorteile die dadurch entstehen

Nachteile (bei Shadow-dom seo friendly)

Browser-Unterstützung

erster Bezug von der Erstellung von Komponenten zu komponentenbasierter Softwareentwicklung/Softwarearchitektur

4 Web-Components Praxisbeispiel

In diesem Kapitel wird das Praxisprojekt, das für diese Arbeit entstanden ist, beschrieben. Der gesamte Quellcode dazu ist unter http://github.com/gbeschbacher/bachelorarbeit_2/ im Unterordner `praxisprojekt` erreichbar. Es ist von Vorteil, wenn zu Beginn die Datei „FeatureDetection.html“ aufgerufen und das Ergebnis angesehen wird. Dadurch sieht man, ob der verwendete Browser sämtliche Funktionen von Web-Components unterstützt. Wenn dies nicht der Fall ist, wird man die Beispiele in den Unterordnern `diagram` und `menu` nicht ansehen können, denn sie bauen auf den nativen Schnittstellen von Web-Components auf. Genauer zu der Entwicklung mit den nativen Schnittstellen ist im Kapitel 4.1 auf Seite 35 beschrieben.

Trotz vielleicht fehlender Unterstützung von nativen Funktionen des Browsers, welche mit Hilfe der FeatureDetection-Datei eingesehen werden können, kann ein Teil des Praxisprojekts ausgeführt und angesehen werden. Genauer zur Installierung und Verwendung von Polymer ist im Kapitel 4.2 auf Seite 38 einzusehen.

Generell wurde versucht zwei verschiedene Web-Komponenten einerseits mittels nativen Schnittstellen des Browsers und andererseits mit Polymer und Browser-Polyfills zu entwickeln.

Die erste Komponente ist ein dynamisches Diagramm. Mit Hilfe von „data-attributes“ können diverse optionale Daten für diese Komponente festgelegt werden, wie beispielsweise das Intervall,

23. Mehr Information zur jQuery.ajax-Funktion unter <http://api.jquery.com/jQuery.ajax/>

in dem die Komponente sich aktualisieren sollte. Weiters kann die Länge des Diagramms angegeben werden. Die Daten die im Diagramm angezeigt werden, werden einfachheitshalber berechnet. Jeder Datenpunkt ist abhängig von seinem vorherigen und unterscheidet sich nur in einem vordefinierten Bereich. Die Komponente könnte ohne weiteres dahingehend ausgebaut werden, dass die Daten von einer externen Datenquelle entgegengenommen und visualisiert werden. Für die Visualisierung beziehungsweise der Erstellung des Diagramms wurde die frei verfügbare Bibliothek `canvas.js`²⁴ benutzt.

Die zweite Komponente ist eine „Multi-Level“-Menü Komponente, die auf dem von Codrops zur Verfügung gestellten Bibliotheken basiert²⁵. Diese Komponente rendert eine vordefinierte Menüstruktur, die sowohl Desktop- als auch Mobile-tauglich ist. Zur Zeit kann diese Komponente nur visuell angepasst werden, jedoch nicht dynamisch durch beispielsweise weitere Menüpunkte erweitert werden.

Durch Entwicklung der beiden Komponenten soll festgestellt werden, inwiefern bereits komponentenbasierte Softwarearchitektur-Konzepte berücksichtigt werden können beziehungsweise inwiefern Google-Polymer dabei Vor- oder Nachteile bietet.

4.1 Programmierung von Web-Components nach dem W3C Standard

Dieses Subkapitel baut auf den bereits vorher beschriebenen Grundlagen von Web-Components auf (siehe Kapitel 3.1 auf Seite 15).

Um einige der nativen Schnittstellen für Web-Components in Chrome verwenden zu können müssen zuerst zwei Flags aktiviert werden. Unter `chrome://flags/` muss die Flag `activate HTML-Imports` und `enable experimental Web Platform features` aktiviert werden. Dies ist zum einen für HTML-Imports und zum anderen für die Verwendung von Custom-Elements notwendig. Weiters muss in den Entwicklertools von Chrome das Shadow-DOM aktiviert werden. Die Entwicklertools sind mit Hilfe des Shortcuts `ctrl+shift+j` erreichbar und in den Einstellungen (rechts oben an Hand eines Zahnrads zu erkennen) kann man die Option `show Shadow-DOM` aktivieren.

Ein weiterer wichtiger Punkt um das Praxisprojekt testen zu können ist, dass es unter `http://localhost/bachelorarbeit_2/praxisprojekt` erreichbar sein muss. Am Beispiel eines „LAMP“ auf Linux wäre das gesamte Github-Projekt unter `/var/www/bachelorarbeit_2` erreichbar. Diese Struktur ist erforderlich, da es mit HTML-Imports ansonsten ein CORS-Problem gibt (siehe Kapitel 3.1.5 auf Seite 28).

Folgend wird zuerst die Diagramm-Komponente beschrieben und daraufhin die Menü-Komponente.

Diagramm-Komponente

Im Hauptordner der Diagramm-Komponente befinden sich 3 HTML-Dateien. Diese Dateien unterscheiden sich nur gering voneinander. Sie repräsentieren verschiedene Art und Weisen wie man die Technologien von Web-Components zusammen verwenden kann. Folgend wird jede Datei einzeln besprochen.

1. `main.html`-Datei

Diese Datei stellt zwei Diagramm-Komponenten dar, die voneinander unabhängig sind. Mit Hilfe der `document-register()`-Methode wurde das Element `<chart-live>` registriert und mittels der verfügbaren Lebenszyklus-Methoden wird das Element erstellt und entwickelt. In der `createdCallback`-Methode werden sämtliche Initialisierungswerte, die für das Diagramm notwendig sind, gesetzt. Zeile 10 zeigt dann die Erstellung des eigentlichen Diagramms mit Hilfe von `CanvasJS`. Im `attachedCallback` wird das Intervall für die Aktualisierung des Diagramms

24. Mehr Informationen zu `canvas.js` auf <http://canvasjs.com/>

25. Mehr Informationen zu den Bibliotheken auf [github](https://github.com)

gesetzt und aufgerufen. In der `updateChart`-Methode werden wie bereits in der Einleitung geklärt die Daten für das Diagramm einfachheitshalber selbst berechnet. Code-Beispiel 37 auf Seite 36 ist dem aktuellen Quellcode entnommen und zeigt einen Ausschnitt der entwickelten Methoden, welche in der `main.html`-Datei zu sehen sind.

```

1      document.registerElement('chart-live', {
2          prototype: Object.create(HTMLElement.prototype, {
3              createdCallback: {
4                  value: function(){
5                      this.chartId = this.children[0].id;
6                      this.xVal = 0;
7                      this.yVal = 100;
8                      this.updateInterval = 20;
9                      this.dataLength = 500;
10                     this.dps = [];
11                     this.chart = new CanvasJS.Chart(this.chartId, {
12                         title:{text: "Live Chart"},
13                         data:[{
14                             type: "line",
15                             dataPoints: this.dps
16                         }]
17                     });
18                 }
19             },
20             attachedCallback:{
21                 value:function(){
22                     this.updateChart(this.dataLength);
23                     var that = this;
24                     setInterval(function(){that.updateChart()}, that.updateInterval);
25                 }
26             },
27             detachedCallback:{value:function(){}},
28             attributeChangedCallback:{value:function(attrName, oldVal, newVal){}},
29             updateChart:{
30                 value: function(count){
31                     count = count || 1
32                     for(var j = 0; j < count; j++){
33                         this.yVal = this.yVal + Math.round(5+Math.random()*(-5-5));
34                         this.dps.push({
35                             x: this.xVal,
36                             y: this.yVal
37                         });
38                         this.xVal++;
39                     };
40                     if(this.dps.length > this.dataLength){
41                         this.dps.shift();
42                     }
43                     this.chart.render();
44                 }
45             }
46         })
47     });

```

Listing 37: main.html

2. main2.html-Datei

Diese Datei unterscheidet sich vom Grundkonzept von der `main.html`-Datei. Die gesamte Komponente wurde ausgelagert und wird nur noch über das in Code-Beispiel 40 auf Seite 37 gezeigte JavaScript verwendet. Das Diagramm, welches in der Datei `permChart.html` definiert wird, wird durch einen HTML-Import geladen. Die `permChart.html`-Datei unterscheidet sich von den Diagramm-Funktionen nicht im Vergleich zur `main.html`-Datei. Der grundlegende Unterschied ist der Aufbau der Komponente. Code-Beispiel 38 auf Seite 37 zeigt, dass bei diesem Beispiel bereits ein `<template>` und `<content>`-Element verwendet wird. Diese beiden Elemente sind wichtig, um das Shadow-DOM in diesem Fall richtig benutzen zu können. Code-Beispiel

39 auf Seite 37 stellt dies genauer dar. Nur statische Elemente des Diagramms befinden sich im Shadow-DOM, da sich das Diagramm beispielsweise über die externe Bibliothek `CanvasJS` aktualisiert und somit es noch von außen erreichbar sein muss.

```

1 <template id="chart">
2   <chart-live>
3     <div id="tryThis" style="height: 300px; width: 100%; ">
4       <content></content>
5     </div>
6   </chart-live>
7 </template>

```

Listing 38: permChart.html-Aufbau

```

1 var template = currentDoc.querySelector("#chart");
2 var shadow = document.querySelector('#tryThis');
3 shadow.createShadowRoot().appendChild(template.content);

```

Listing 39: permChart.html-Verwendung

```

1 var permChartContent = document.querySelector('link[rel="import"]');
2 var template = permChartContent.import.querySelector('template');
3 document.body.appendChild(document.importNode(template.content, true));

```

Listing 40: main2.html-Verwendung von der in permChart.html definierten Komponente

3. main3.html-Datei

Dieses Beispiel ist sehr ähnlich zu Beispiel 1 aus Datei `main.html`. Der Unterschied liegt darin, dass die Datei `main3.html` die Diagramm-Komponente vollständig importiert und dieser Import sämtliche Notwendigkeiten wie beispielsweise die Registrierung des benutzerdefinierten Elements `<chart-live>` übernimmt. Somit kann das Element verwendet werden, ohne selbst ein Element registrieren zu müssen.

Menü-Komponente

Die Menü-Komponente ist sehr einfach und ähnlich zur Datei `main3.html` der Diagramm-Komponente aufgebaut. In der Hauptdatei der Menükomponente wird lediglich die `<push-menu>`-Komponente per HTML-Import geladen. Die Registrierung und Darstellung, sprich Markup des Elements wird in eine externe Datei (`pushMenu.html`) ausgelagert, um so die Wiederverwertbarkeit garantieren zu können, ohne Code duplizieren zu müssen.

Die `pushMenu`-Datei beginnt mit einem Import der gebrauchten CSS- und JavaScript-Dateien von Codrops (siehe Code-Beispiel 41 auf Seite 37). Weiters folgt das HTML-Markup des Menüs, wie in Code-Beispiel 42 auf Seite 37 zu sehen ist. Es wird aus Platzgründen nur der Anfang des Templates gezeigt. Die grundlegende Initialisierung des Menüs liegt ausschließlich in der `attachedCallback`-Lebenszyklus Methode, wie in Code-Beispiel 43 auf Seite 38 zu sehen ist.

Ein wichtiger Punkt bei dieser Komponente was Wiederverwertbarkeit anbelangt ist, dass sie zur Zeit nur statisch entwickelt wurde. Dies bedeutet, dass sie keinerlei Anpassungsmöglichkeit hinsichtlich der Menüstruktur für andere Projekte bietet, was diese Komponente nicht zu einem idealen Beispiel macht.

```

1 <link rel="import" href="misc.html" />

```

Listing 41: pushMenu.html - Import der Bibliotheken von Codrops

```

1 <template id="mainMenu">
2 <div class="container">
3   <div class="mp-pusher" id="mp-pusher"><!-- pusher -->

```

Listing 42: pushMenu.html - Beginn des Templates

```

1      attachedCallback:{
2          value:function(){
3              new mlPushMenu(document.getElementById('mp-menu'), document.
                  getElementById('trigger'));
4          }
5      },

```

Listing 43: pushMenu.html - attachedCallback-Methode des Menüs

4.2 Programmierung von Web-Components mit Hilfe von Google Polymer

Dieses Subkapitel baut auf den bereits vorher beschriebenen Grundlagen von Google Polymer auf (siehe Kapitel 3.2 auf Seite 33). Weiters wurden sämtliche Informationen, die in diesem Kapitel über Polymer genannt werden, von der Dokumentation zu Polymer (<http://www.polymer-project.org/>) entnommen (siehe Glazkov u. a.).

Die Verwendung von Google Polymer ist um einiges einfacher, als die von nativen Web-Components. Der empfohlene Weg um Polymer korrekt zu installieren ist über „bower²⁶“. Dadurch, dass im Unterordner `praxisprojekt/polymer` bereits eine `bower.json`-Datei vorhanden ist, muss man lediglich `bower install` in der Konsole ausführen, um Polymer korrekt zu installieren. In der `bower.json`-Datei sind bereits sämtliche Konfigurationen vorhanden, um die richtige Version von Polymer (0.2.2) zu bekommen, mit der das Praxisprojekt entwickelt wurde.

Folgend wird zuerst ein Beispiel mit einer vordefinierten Komponente und Polymer gezeigt und daraufhin folgt nähere Erläuterung der beiden selbst entwickelten Komponenten.

Vordefinierte Elemente in Polymer

Wie bereits in Kapitel 3.2 auf Seite 33 erklärt, gibt es bei Polymer einige vordefinierte Elemente, die den Entwicklern einiges erleichtern soll beziehungsweise einen gewissen Standard in die Entwicklung bringen soll.

Um Polymer auf einer Seite benutzen zu können, muss zuerst die Polyfill-Unterstützung geladen werden. Dies entspricht der gelben Schicht der bereits geklärten Abbildung 11 auf Seite 33. Diese Datei soll vor sämtlicher DOM-Manipulation geladen werden, um garantieren zu können, dass sämtliche, gewünschte Funktionen zur Verfügung stehen. Im nächsten Schritt kann bereits das gewünschte Element in der Hauptdatei geladen und danach deklariert werden. Im Code-Beispiel 44 auf Seite 38 werden die bereits genannten Schritte gezeigt und darüber hinaus wird die vom `<polymer-ajax>`-Element zur Verfügung gestellte Schnittstelle benutzt.

```

1 <head>
2   <script src="bower_components/platform/platform.js"></script>
3   <link rel="import" href="bower_components/polymer-ajax/polymer-ajax.html">
4 </head>
5 <body>
6   <polymer-ajax url="http://example.com/json" handleAs="json"></polymer-ajax>
7   <script>
8     window.addEventListener('polymer-ready', function(e) {
9       var ajax = document.querySelector('polymer-ajax');
10
11       ajax.addEventListener('polymer-response', function(e) {
12         console.log(this.response);
13       });
14
15       ajax.go(); // Call its API methods.
16     });
17 </script>

```

26. Bower kann über npm mit Hilfe von `npm install -g bower` installiert werden. Mehr Informationen zu Bower auf <http://bower.io/>

18 `</body>`

Listing 44: Einsatz einer Polymer-Komponente

Elemente können jegliche Art von Attributen übergeben bekommen. Valide Attribute zu definieren obliegt dem Autor der Komponente. Bei vordefinierten Elementen findet man die erwarteten Typen für jedes Attribute in der Element-Referenz²⁷.

Polymer bietet weitere Unterstützungen, die sehr hilfreich bei der Visualisierung beziehungsweise Gestaltung von Elementen sind. Beispielsweise führt es das `unresolved`-Attribut ein, um somit „FOUC“²⁸ vorzubeugen. Es gibt eine Vielzahl von CSS-Selektoren, die dabei helfen Polymer-Elemente besser gestalten zu können, die aber nicht in dieser Arbeit näher erwähnt werden, jedoch später bei der Beantwortung der Forschungsfrage als Pluspunkt für Polymer gewertet werden.

Diagramm-Komponente

Wie bereits bei der vordefinierten Polymer-Komponente wird auch für die Diagramm-Komponente zuerst das Skript der Plattform geladen und im Anschluss darauf die Komponente. Dies reicht bereits in der Hauptdatei aus, um die Komponente verwenden zu können. In der Datei `polymer-chart.html` wird zuerst die Basis von Polymer namens `polymer.html` geladen. Es sind keine weiteren Dateien notwendig, um ein grundlegendes Element erstellen zu können. Für die Diagramm-Komponente hingegen muss wie bei der nativen Implementation der Komponente `canvasjs.html` geladen werden, um ein Diagramm zu erzeugen. Polymer erleichtert die Syntax ein klein wenig, was die Registrierung des Elements betrifft. Grundlegend funktioniert die Registrierung eines Elements mit Hilfe des Polymer-Objekts, wie Code-Beispiel 45 auf Seite 39 veranschaulicht. Ein weiterer, wichtiger Punkt dieses Code-Beispiels ist, dass bereits sechs Lebenszyklus-Methoden vorhanden sind. Polymer fügt zwei weitere Lebenszyklus-Callback Methoden zu der Spezifikation des W3C hinzu. Tabelle 4 auf Seite 41 erläutert die Gleichheiten beziehungsweise die neuen Callback-Methoden.

Dadurch, dass bei der Diagramm-Komponente sämtliches Markup durch die Bibliothek `canvas.js` erstellt wird, muss sichergestellt werden, dass das Element von außen erreichbar ist. Standardmäßig wird Markup für eine Polymer-Komponente wie es in Code-Beispiel 46 auf Seite 40 zu sehen ist. Dieses Beispiel ist direkt auf die Diagramm-Komponente angepasst. Der Name der Komponente muss, gleich wie in der Spezifikation, immer einen Bindestrich beinhalten, um valide zu sein. Weiters erkennt man bereits in den `attributes=""` welche Eigenschaften der Benutzer der Komponente von außen steuern kann. Wie diese Eigenschaften von außen gesetzt werden können zeigt Code-Beispiel 47 auf Seite 40. Ein weiteres, wichtiges Merkmal bei Polymer-Komponenten ist, dass standardmäßig sämtliches Markup, das in der Komponenten-Datei (hier `polymer-chart.html`) definiert ist, im Shadow-DOM liegt. Daher wird auch im Fall der Komponente das `<content>`-Element verwendet, damit das dynamisch erzeugte Markup von `canvas.js` hier gerendert wird.

Sämtliche Funktionen und Variablen, um die Komponente steuern beziehungsweise erstellen zu können bleibt gleich wie bei der nativen Implementation. Code-Beispiel 48 auf Seite 40 zeigt den vollständigen Code der Komponente. Hierbei muss beachtet werden, dass `this` in dem verwendeten Scope immer eine Referenz zum Polymer-Element repräsentiert.

```
1 Polymer('chart-live',{
2   created: function() {},
3   ready: function() {},
4   attached: function() {},
5   domReady: function() {},
6   detached: function() {},
7   attributeChanged: function(attrName, oldVal, newVal) {},
8 });
```

Listing 45: Registrierung einer Polymer-Komponente

27. Mehr Information zu den Element-Referenzen auf <http://www.polymer-project.org/docs/elements/>

28. Flash of unstyled Content

```

1 <polymer-element name="chart-live" attributes="chartId chartClass dataLength
  updateInterval">
2   <template>
3     <content></content>
4   </template>
5 </polymer-element>

```

Listing 46: Markup in einer Polymer-Komponente

```

1 <chart-live chartId="tempChart" updateInterval=1000 dataLength=2000 chartClass="
  chartLive2"></chart-live>

```

Listing 47: Markup einer verwendeten Polymer-Komponente

```

1 <polymer-element name="chart-live" attributes="chartId chartClass dataLength
  updateInterval">
2   <template>
3     <content></content>
4   </template>
5   <script>
6     Polymer('chart-live',{
7       created: function(){},
8       ready: function(){
9         _canvasDiv = document.createElement('div');
10        _canvasDiv.className = this.chartClass = this.chartClass || "chartLive";
11        _canvasDiv.id = this.chartId = this.chartId || "chartLive"
12
13        this.updateInterval = this.updateInterval || 20;
14        this.dataLength = this.dataLength || 500;
15        this.appendChild(_canvasDiv);
16
17        this._xVal = 0;
18        this._yVal = 100;
19        this._dps = [];
20        this._chart = new CanvasJS.Chart(this.chartId, {
21          title:{text: this.chartId},
22          data:[{
23            type: "line",
24            dataPoints: this._dps
25          }]
26        });
27      },
28      attached: function(){
29        this.updateChart(this.dataLength);
30        var that = this;
31        setInterval(function(){
32          that.updateChart();
33        }, that.updateInterval);
34      },
35      detached: function(){},
36      attributeChanged: function(attrName, oldVal, newVal){},
37      updateChart: function(count){
38        count = count || 1;
39        for(var j=0; j<count; j++){
40          this._yVal = this._yVal + Math.round(5+Math.random()*(-5-5));
41          this._dps.push({
42            x: this._xVal,
43            y: this._yVal
44          });
45          this._xVal++;
46        };
47        if(this._dps.length > this.dataLength){
48          this._dps.shift();
49        }
50        this._chart.render();
51      }
52    }

```

```

53     });
54     </script>
55 </polymer-element>

```

Listing 48: polymer-chart.html

| Callback-Name - Spezifikation | Callback-Name - Polymer | Aufgerufen, wenn |
|--|--|--|
| createdCallback | created | eine Instanz des Elements erstellt wurde |
| - | ready | das benutzerdefinierte Element vollständig aufbereitet wurde |
| attachedCallback | attached | eine Instanz in das Dokument eingefügt wurde |
| - | domReady | die Child-Elemente (Light DOM) erstellt wurden |
| detachedCallback | detached | eine Instanz vom Dokument entfernt wurde |
| attributeChangedCallback (attrName, oldVal, newCal) | attributeChanged (attrName, oldVal, newCal) | eine Eigenschaft hinzugefügt, upgedated, oder entfernt wurde |

Tabelle 4: Lebenszyklus-Callback Methoden bei Polymer

Menü-Komponente

Von der Hauptdatei `index.html` ist die Menü-Komponente sehr ähnlich zur Diagramm-Komponente. Es wird lediglich das „Herz“ von Polymer namens `platform.js` geladen und darauffolgend das selbst entwickelte Element. Im `body` wird daraufhin bereits dieses Element verwendet. Weiters werden drei globale Funktionen definiert, welche für das Menü notwendig sind. Diese Funktionen sind im globalen Geltungsbereich, da sie für mehrere Komponenten benötigt werden, die jedoch nicht in dieser Arbeit besprochen werden.

Das selbst entwickelte Element unterscheidet sich sehr von der Diagramm-Komponente. Es beginnt mit dem Laden externer Skripte und folgend wird das Markup des Menüs festgelegt. Code-Beispiel 49 auf Seite 41 zeigt den Beginn des Elements, wo bereits ein wichtiges Merkmal zu sehen ist. Der `<style>`-Tag innerhalb des Templates lädt mit Hilfe mehrerer `CSS-@import` Befehle diverse Dateien. Wichtig hierbei ist, dass Polymer dies erkennt und sämtliche Gestaltungsdateien in diesem `<style>`-Tag einbettet. Dies hat zur Folge, dass sämtliche gestalterischen Angelegenheiten in diesem Element gekapselt sind und somit keinerlei Problem darstellen, wenn beispielsweise eine zweite Containerklasse in der Hauptdatei vorhanden ist. Das Markup der Menü-Komponente unterscheidet sich nur minimal zum Markup der nativen Implementation, deswegen wird es nicht genauer besprochen.

Code-Beispiel 50 auf Seite 42 zeigt einen weiteren wichtigen Inhalt von Polymer. Es wird zuerst einer „Immediate Function“ begonnen. Dies hat zur Folge, dass sämtliche Funktionen innerhalb dieser „Immediate Function“ nach außen hin gekapselt sind. Die Registrierung des Polymer-Elements funktioniert innerhalb dieser Funktion gleich. An Hand des Codes kann man sagen, welche Methoden öffentlich und von außen zugänglich sind und welche nicht, denn sämtliche private Methoden wurden mit einem `_` vor dem Funktionsnamen gekennzeichnet.

```

1 <polymer-element name="mega-menu" attributes="">
2   <template>
3     <style>
4       @import "http://localhost/bachelorarbeit_2/praxisprojekt/polymer/menu/css/
        normalize.css";

```

```
5      @import "http://localhost/bachelorarbeit_2/praxisprojekt/polymer/menu/css/
6      demo.css";
7      @import "http://localhost/bachelorarbeit_2/praxisprojekt/polymer/menu/css/
8      icons.css";
9      @import "http://localhost/bachelorarbeit_2/praxisprojekt/polymer/menu/css/
10     component.css";
11     .scroller{
12         overflow-y: hidden;
13     }
14 </style>
15 <div class="container">
```

Listing 49: polymer-menu.html

```
1  (function(){
2      Polymer('mega-menu', {
3          options : {
4              type : 'overlap', // overlap || cover
5              levelSpacing : 40,
6              backClass : 'mp-back'
7          },
8          created: function() {},
9          ready: function() {},
10         attached: function(){
11             this.el = this.$["mp-menu"];
12             this.trigger = this.$.trigger;
13             this.support = Modernizr.csstransforms3d;
14             if(this.support) {
15                 _init(this);
16             }
17         },
```

Listing 50: polymer-menu.html

5 Konklusion

+ polymer: simplicity of creating elements

+ native: complex elements with multiple shadow doms

+ polymer: polyfilled shadow dom is SEO friendly

- native: browser support

5.1 Ausblick von Web-Components

5.2 Offene Fragen hinsichtlich der Entwicklung

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Software-Komponente aus unterschiedlichen Sichtweisen | 5 |
| 2 | Beispiel einer Schichten-Architektur, Urldate: 04.2014 http://www.oop-uml.de/drei-schichten-architektur.php | 6 |
| 3 | Zuteilung der Komponenten | 7 |
| 4 | Serviceorientierte Architektur, Urldate: 04.2014 http://www.w3.org/2003/Talks/0521-hh-wsa/slide5-0.html | 10 |
| 5 | Beispiel für die Interaktion zwischen zwei Komponenten, ausgedrückt in UML . . | 12 |
| 6 | Beispiel von Web-Components im Browser an Hand eines Datepickers, Urldate: 04.2014 https://s3.amazonaws.com/infinum.web.production/repository_items/files/000/000/ 238/original/datepicker.jpg | 14 |
| 7 | Beispiel von Web-Components im Browser an Hand eines Datepickers, Urldate: 04.2014 https://s3.amazonaws.com/infinum.web.production/repository_items/files/000/000/ 236/original/datepicker_shadow_dom.jpg | 15 |
| 8 | Visualisierung des DOM eines inaktiven Templates, Urldate: 04.2014 http://www.prevent-default.com/wp-content/uploads/2013/04/document-fragment-300x132. png | 16 |
| 9 | Beispiel einer Shadow-Root Node | 25 |
| 10 | Ausgangsbeispiel von der Trennung von Darstellung und Inhalt bei Shadow-DOM | 26 |
| 11 | Polymers Architektur, Urldate: 04.2014 http://www.polymer-project.org/images/architecture-diagram.svg | 33 |

Listings

| | | |
|----|---|----|
| 1 | Web-Components Template-Standard | 16 |
| 2 | Beispiel-Selektor eines Elements in einem Template, das nicht aktiven DOM ist . . | 16 |
| 3 | Verwendung des Templates 1 auf Seite 16 | 16 |
| 4 | Web-Components Decorators - Markup eines Autos | 17 |
| 5 | Web-Components Decorators - Markup eines Autos mit Rahmen | 17 |
| 6 | Web-Components Decorators - Markup der zusätzlichen Funktionalität (Rahmen) | 18 |
| 7 | Web-Components Decorators - Markup der zusätzlichen Funktionalität (Rahmen) inklusive Style | 18 |
| 8 | Web-Components Decorators - Markup der zusätzlichen Funktionalität (Rahmen) inklusive Style und Funktionalität | 19 |
| 9 | Web-Components Decorators - Markup eines Autos mit Decorator | 19 |
| 10 | Web-Components Decorators - CSS für die Verwendung von Decorators | 20 |
| 11 | Registrierung eines Custom-Elements | 20 |
| 12 | Registrierung eines Custom-Elements mit gegebenen Prototype-Objekt | 21 |
| 13 | Registrierung eines Custom-Elements mit gegebenen Prototype-Objekt und Name- space | 21 |
| 14 | Erweiterung von Elementen | 21 |
| 15 | Verwendung einer Typerweiterung | 21 |
| 16 | Verwendung einer Typerweiterung | 22 |
| 17 | Instanziierung eines benutzerdefinierten Elements mit Hilfe von HTML-Deklaration | 22 |
| 18 | Instanziierung eines benutzerdefinierten Elements mit Hilfe von JavaScript | 23 |
| 19 | Instanziierung eines benutzerdefinierten Elements mit Hilfe von JavaScript | 23 |
| 20 | Instanziierung eines type extension custom Elements mit Hilfe von HTML-Deklaration | 23 |
| 21 | Instanziierung eines type extension custom Elements mit Hilfe von JavaScript . . . | 23 |
| 22 | Instanziierung eines type extension custom Elements mit Hilfe von JavaScript . . . | 23 |
| 23 | Beispiel eines Elements <code><x-foo></code> mit einer lesbaren Eigenschaft und einer öffentli- chen Methode | 23 |
| 24 | Shadow-Root Beispiel eines Buttons | 24 |
| 25 | Namensschild ohne Shadow-DOM - Ausgangsbasis um Inhalt von Darstellung zu trennen | 25 |
| 26 | Darstellung des Markups mit der gewünschten Information ohne Darstellung . . . | 26 |
| 27 | Darstellung des Markups mit der gewünschten Information mit Hilfe von einem Template | 26 |
| 28 | Hinzufügen des Inhalts eines Templates in eine Shadow-Root | 27 |
| 29 | Erweiterung des Code-Beispiels 27 mit dem <code><content></code> -Element | 27 |
| 30 | Laden eines lokalen HTML-Dokuments | 28 |
| 31 | Laden eines externen HTML-Dokuments | 29 |
| 32 | Inkludierung von Bootstrap mit Hilfe von einem HTML-Import | 29 |

| | | |
|----|---|----|
| 33 | Error-Handling bei HTML-Importe | 29 |
| 34 | Klonen des Inhalts eines HTML-Imports | 30 |
| 35 | JavaScript im HTML-Import, um Inhalt automatisch im Hauptdokument hinzuzu- fügen | 30 |
| 36 | Feature-Detection für Web-Components | 33 |
| 37 | main.html | 36 |
| 38 | permChart.html-Aufbau | 37 |
| 39 | permChart.html-Verwendung | 37 |
| 40 | main2.html-Verwendung von der in permChart.html definierten Komponente . . . | 37 |
| 41 | pushMenu.html - Import der Bibliotheken von Codrops | 37 |
| 42 | pushMenu.html - Beginn des Templates | 37 |
| 43 | pushMenu.html - attachedCallback-Methode des Menüs | 38 |
| 44 | Einsatz einer Polymer-Komponente | 38 |
| 45 | Registrierung einer Polymer-Komponente | 39 |
| 46 | Markup in einer Polymer-Komponente | 40 |
| 47 | Markup einer verwendeten Polymer-Komponente | 40 |
| 48 | polymer-chart.html | 40 |
| 49 | polymer-menu.html | 41 |
| 50 | polymer-menu.html | 42 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Unterschied zwischen ungelösten und unbekannten Elementen | 22 |
| 2 | Lebenszyklus-Callback Methoden | 24 |
| 3 | Browser Unterstützung von Web-Components Úrldate: 13.03.2014 http://jonrimmer.github.io/are-we-componentized-yet/ | 32 |
| 4 | Lebenszyklus-Callback Methoden bei Polymer | 41 |

Literatur

- Andresen, Andreas. 2003. *Komponentenbasierte softwareentwicklung: mit mda, uml und xml*. München und Wien: Hanser. ISBN: 3446222820.
- Bidelman, Eric. December 2013(a). *Custom elements*. <http://www.html5rocks.com/en/tutorials/webcomponents/customelements/>. [Online, 12.04.2014].
- . December 2013(b). *Html imports - #include for the web*. <http://www.html5rocks.com/en/tutorials/webcomponents/imports/>. [Online, 12.04.2014].
- . December 2013(c). *Html's new template tag*. <http://www.html5rocks.com/en/tutorials/webcomponents/template>. [Online, 12.04.2014].
- Bredemeyer, Dana, und Ruth Malan. 2004. *Software architecture action guide*. <http://www.ruthmalan.com>. [Online, 30.03.2014].
- Buschmann, Frank. 1996. *Pattern-oriented software architecture*. Chichester u. a.: Wiley. ISBN: 0471958697.
- Chiu, Aaron, Oleksandr Kuvshynov, Alex Feinberg, Alex Himel, Ali Parr, Alok Menghrajani, Amjad Masat u. a. *Facebook-React*. <https://github.com/facebook/react>. [Online, 19.04.2014; Github-Stars: 5698].
- April 2013. *Decorators - nextgen markup pt.2*. <http://www.prevent-default.com/decorators-nextgen-markup-pt-2/>. [Online, 12.04.2014].
- Dimitri Glazkov, Tony Ross, Rafael Weinstein. February 2013. *Html templates*. <http://www.w3.org/TR/2013/WD-html-templates-20130214/>. [Online, 12.04.2014].
- Dominic Cooney, Dimitri Glazkov. 2013. *Introduction to web components*. <http://www.w3.org/TR/components-intro/>.
- Forbes, Bryan, Christophe Jolif, Colin Snover, Dylan Schiemann, Ed Chatelain, James Thomas, Kenneth Franqueiro u. a. 2005. *Dojo*. <https://github.com/dojo>. [Online, 19.04.2014; Github-Stars: 1316].
- Fowler, Martin. 2005. *The new methodology*. <http://martinfowler.com/articles/newMethodology.html>. [Online, 30.03.2014].
- Glazkov, Dimitri. May 2013. *Shadow dom*. <http://www.w3.org/TR/2013/WD-shadow-dom-20130514/>. [Online, 20.04.2014].
- . October 2013. *Custom elements*. <http://www.w3.org/TR/2013/WD-custom-elements-20131024/>. [Online, 20.04.2014].
- Glazkov, Dimitri, und Dominic Cooney. June 2013. *Introduction to web components*. <http://www.w3.org/TR/components-intro/#decorator-section>. [Online, 20.04.2014].
- Glazkov, Dimitri, und Hajime Morrita. March 2014. *Html imports*. <http://www.w3.org/TR/2014/WD-html-imports-20140311/>. [Online, 20.04.2014].
- Glazkov, Dimitri, Erik Arvidsson, Daniel Freedman, Steve Orvell, Scott Miles, Frankie Fu, Eric Bidelman u. a. *Polymer project*. <http://www.polymer-project.org/>. [Online, 19.04.2014].
- Osmani, Addy, Anne-Gaelle Colom, Adam Sontag, Alexander Schmitz, Aulvi, Bob Holt, Juan-Pablo Buritica u. a. *jQuery*. <https://github.com/jquery/jquery>. [Online, 19.04.2014; Github-Stars: 30391].
- . *jQuery ui*. <https://github.com/jquery/jquery-ui>. [Online, 19.04.2014; Github-Stars: 8266].

- Shaw, Mary, und David Garlan. 1996. *Software architecture: perspectives on an emerging discipline*. Upper Saddle River und N.J: Prentice Hall. ISBN: 0131829572.
- Sommerville, Ian. 2011. *Software engineering*. 9th ed. Boston: Pearson. ISBN: 9780137053469.
- Szyperski, Clemens, Dominik Gruntz und Stephan Murer. 2002. *Component software: beyond object-oriented programming*. 2nd ed. New York und London: ACM / Addison-Wesley. ISBN: 0201745720, http://www.sei.cmu.edu/productlines/frame_report/comp_dev.htm.
- Vogel, Oliver. 2009. *Software-architektur: Grundlagen - Konzepte - Praxis*. 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verl. ISBN: 9783827419330.
- Wheeler, David. 1952. *The use of sub-routines in programmes*. ACM. doi:10.1145/609784.609816.
- Williams, Ashley, Brad Green, Brian Ford, Caitlin Potter, Chirayu Krishnappa, Paul Rohde, Rob Eisenberg u. a. *Angular.js*. <https://github.com/angular/angular.js>. [Online, 19.04.2014; Github-Stars: 22891].