

# Toolgestütztes Event Storming für das Requirements Engineering

fulibWorkflows

## B A C H E L O R A R B E I T

zur Erlangung des Grades eines Bachelor of Science  
im Fachbereich Elektrotechnik/Informatik  
der Universität Kassel

Eingereicht von:	Maximilian Freiherr von Künßberg
Anschrift:	Mönchebergstraße 31 34125 Kassel
Matrikelnummer:	33378673
Emailadresse:	maximilian-kuenssberg@uni-kassel.de
Vorgelegt im:	Fachgebiet Software Engineering
Gutachter:	Prof. Dr. Albert Zündorf Prof. Dr. Claude Draude
Betreuer:	M. Sc. Sebastian Copei
eingereicht am:	22. Februar 2022

# Kurzfassung

TODO: This

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b>	<b>I</b>
<b>Listings</b>	<b>IV</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>2</b>
1.1 Motivation . . . . .	2
1.2 Ziele . . . . .	2
1.3 Methodik . . . . .	2
1.4 Existierende Konzepte . . . . .	2
1.5 Aufbau der Arbeit . . . . .	3
<b>2 Grundlagen</b>	<b>4</b>
2.1 Event Storming . . . . .	4
2.1.1 Allgemein . . . . .	4
2.1.2 Erweiterung . . . . .	5
2.2 Technologien . . . . .	5
2.2.1 fulibWorkflows . . . . .	5
2.2.2 fulibWorkflows Web-Editor Frontend . . . . .	12
2.2.3 fulibWorkflows Web-Editor Backend . . . . .	14
2.2.4 Deployment . . . . .	15
<b>3 Implementierung</b>	<b>17</b>
3.1 fulibWorkflows . . . . .	17
3.1.1 Workflow Format . . . . .	17
3.1.2 JSON-Schema . . . . .	21
3.1.3 fulibWorkflows Grammatik . . . . .	21
3.1.4 Mockups . . . . .	21
3.1.5 Generierung dank fulibTools . . . . .	21
3.2 editor-frontend . . . . .	22
3.2.1 iframes . . . . .	22
3.2.2 codemirror . . . . .	22

---

3.2.3	angular split . . . . .	22
3.3	editor-backend . . . . .	22
3.3.1	Spring booterino . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Evaluation</b>	<b>24</b>
4.1	Expertengespräch . . . . .	24
4.2	Auswertung . . . . .	24
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>Ausblick</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>B</b>
8.1	fulibWorkflows JSON-Schema . . . . .	B

# Listings

2.1	Beispiel einer einfachen Grammatik in Antlr . . . . .	6
2.2	Einfacher mathematischer Ausdruck . . . . .	6
2.3	“Hello World!” - Beispiel mittels StringTemplate . . . . .	7
2.4	Beispiel einer .stg-Datei . . . . .	8
2.5	Nutzung einer STG-Datei in Java . . . . .	9
2.6	Objekt Beispiel eines JSON Schemas . . . . .	9
2.7	Begrenzung der Properties eines Schemas . . . . .	10
2.8	Listen Beispiel eines JSON Schemas . . . . .	10
3.1	Beispiel aller vorhandenen “Post-Its” . . . . .	17
8.1	Komplettes JSON-Schema . . . . .	B
8.2	Page JSON-Schema . . . . .	D

# Abbildungsverzeichnis

2.1	ParseTree für einen mathematischen Ausdruck . . . . .	6
2.2	Spring Initializr für eine Web Anwendung . . . . .	14

# Abkürzungsverzeichnis

**EBNF** Erweiterte Backus-Naur-Form

**DDD** Domain-Driven Design

**YAML** YAML Ain't Markup Language

**DSL** Domain Specific Language

**SDK** Software Development Kits

**CPaaS** Cloud Platform as a Service

# 1 Einleitung

TODO: this

## 1.1 Motivation

TODO: this Ach ja das Requirements Engineering in der agilen Softwareentwicklung ist und bleibt ein leidiges Thema. Dafür wurde von Alberto Brandolini das Event Storming ins Leben gerufen. Namensvetter Albert dachte sich: "Ja, geil - Hab ich Bock drauf." So begann er es zu erweitern und nun sind wir alle hier und schauen uns das an.

## 1.2 Ziele

TODO: this Noch kurz warum Event Storming eine gute Idee ist und hilfreich in der Anforderungsanalyse sein kann. Natürlich schon mal kurz ansprechen, dass für Albert(o)s Event Storming eine Beschreibungssprache entwickelt wurde und man diese zum einfachen Bedienen mit einem Web-Editor versehen hat.

## 1.3 Methodik

TODO: this Expertengespräch zum Prüfen der gesetzten Ziele. Was ist das und warum ist es für die Ziele ausreichend?

## 1.4 Existierende Konzepte

TODO: this Oldschool alles auf papier -> keine mockups direkt mit framework Web Editoren wie Miro für das Erstellen von Boards.



## 1.5 Aufbau der Arbeit

**TODO:** **this** Zuerst grundlegende Ideen und Technologien. Anschließend die Implementierung beschreiben. Evaluation mittels Expertengespräch mit Adam Malik. Fazit bezüglich Ziele und outcome. Ausblick für das Tool.

## 2 Grundlagen

Im folgenden Kapitel werden zuerst die grundlegenden Konzepte des *Event Stormings* erläutert. Hierbei wird auf dessen Herkunft und Entwicklung eingegangen. Neben diesen Grundlagen werden anschließend die für diese Arbeit notwendigen Änderungen und Erweiterungen dargelegt. Weiterhin werden die wichtigsten Technologien erläutert, welche für die Implementierung der Anwendungen nötig waren. Um eine bessere Übersicht zu schaffen, sind die Technologien nach dem Anwendungsteil, für welche diese nötig sind, unterteilt.

### 2.1 Event Storming

Dieses Unterkapitel befasst sich mit der Herkunft des *Event Stormings*, dem Domain-Driven Design (DDD). Zudem wird ein klassischer Ablauf eines *Event Stormings* erläutert und daran die Vorteile dieser Methodik für das Requirements Engineering beleuchtet. Abschließend werden die Änderungen und Erweiterungen, welche im Kontext dieser Arbeit vorgenommen wurden, erklärt.

#### 2.1.1 Allgemein

TODO: Bevor ich dieses und das folgende Unterkapitel schreibe, erst noch mal das [Ver16] und [Bra21] lesen.

- Alberto Brandolini und das ES
- DDD als Grundlage
- Wie verläuft so ein ES Workshop (Beschrieben in seinem Buch, mehrfach)
- Wichtigsten Eckpunkte
- Warum ist es besser als Brain Storming oder ähnliches?

- Beispielhaftes Event Storming Board (Bild und beschreibungstext um später darauf bezug nehmen zu können)

### 2.1.2 Erweiterung

TODO: Hier das vorherige Kapitel abwarten um alle Änderungen/Erweiterungen besser daran fest zu machen.

- Erweiterungen für Wirtschaft (Pages -> daraus generierte Mockups, abgehen von dem "Wir wollen keinen PC benutzen"des ES)
- Ideen für die Lehre (Wird in dieser Arbeit nicht näher beleuchtet, da es für den Beleg der Funktionalität nicht mehr möglich ist dies ausreichend in der Bearbeitungszeit zu machen)
- ES -> Ablauf von Schritten -> Albert -> Workflow (Arbeitsablauf) beschreibungen -> Mögliche Idee zum besseren Nahebringen von komplexeren Abläufen in Vorlesungen. (Verbildlichung)

## 2.2 Technologien

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die verwendeten Technologien in der Umsetzung. Da die Implementierung aus verschiedenen Komponenten besteht, ist dieses Kapitel in drei weitere Unterkapitel aufgeteilt. Es wird somit getrennt auf die Java Library *fulib Workflows*, das Spring Boot Backend des *fulib Workflows Web-Editors* und das zum Editor dazugehörige Frontend, welches mit Angular umgesetzt wurde.

### 2.2.1 fulibWorkflows

*fulib Workflows* ist eine Java Library, welche Arbeitsabläufe, im Folgenden "workflows", in YAML Ain't Markup Language (YAML)-Syntax notiert als Eingabe nimmt und daraus sowohl ein Event Storming Board, im workflow beschriebene Mockups und Objekt-/ Klassendiagramme generiert. Welche Form die YAML-Eingabe haben muss und wie die Dateien aussehen und generiert werden, folgt in einem späteren Kapitel.

### 2.2.1.1 Antlr

Antlr bietet die Möglichkeit einen Parser über eine eigens geschriebene Grammatik zu generieren. Die Grammatik muss Links ableitend sein und ist in Erweiterte Backus-Naur-Form (EBNF). Der generierte Parser ermöglicht zudem das Aufbauen und Ablaufen eines *Parse trees*. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit während dem Parsen weitere Aktionen durchzuführen, welche den späteren Programmablauf eines Tools unterstützen können.

Listing 2.1: Beispiel einer einfachen Grammatik in Antlr

```

1 grammar AntlrExample;
2 prog:  (expr NEWLINE)* ;
3 expr:  expr ('*' | '/' ) expr
4 |      expr ('+' | '-' ) expr
5 |      INT
6 |      '(' expr ')'
7 ;
8 NEWLINE : [\r\n]+ ;
9 INT      : [0-9]+ ;

```

In Listing 2.1 ist ein Beispiel für eine einfache Grammatik zur Erkennung von mathematischen Gleichungen dargestellt.[Par14] Hierbei ist es lediglich möglich Zahlen mittels Klammern, Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division miteinander zu kombinieren. Die Länge eines Ausdrucks ist durch den rekursiven Aufbau der Grammatik nicht begrenzt.

Listing 2.2: Einfacher mathematischer Ausdruck

```

1 ((199+2324)*43)/55

```

Die zuvor beschriebene Grammatik kann mittels weiterer Tools auf eine Eingabe geprüft werden. Eine zulässige Eingabe für die festgelegte Grammatik aus 2.1 ist in 2.2 dargestellt. Die Überprüfung auf die Richtigkeit einer Eingabe oder auch der Grammatik kann über Tools bereits vor einer Generierung von Code durchgeführt werden. Hierzu wurde das Diagramm aus Abbildung 2.1 mittels dem Antlr Plugin für IntelliJ generiert.

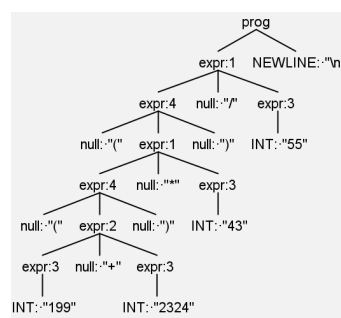


Abbildung 2.1: ParseTree für einen mathematischen Ausdruck

Hierbei ist ersichtlich, dass die Wurzel bei der obersten Regel **prog** beginnt und alle weiteren Kindknoten durch verschachtelte **expr** Regeln kreiert wurden. Der oberste Teilausdruck ist die Division aus einem komplexeren linken Ausdruck und dem rechten Ausdruck, welcher direkt einer Nummer zugeordnet werden konnte und somit keine weiteren Kindknoten mehr haben kann. Dies entsteht durch die Unterscheidung bei der Grammatik in Terminale und Nicht-Terminale. Hierbei werden wie in 2.1 dargestellt Nicht-Terminale Regeln kleingeschrieben und Terminale werden in Großbuchstaben verfasst. In der vereinfachten Grammatik sind lediglich ganze Zahlen als Eingabe erlaubt.

Dies sind lediglich die Grundlagen von Antlr, auf die genauere Verwendung des generierten Parsers und Besonderheiten der Grammatik wird in 3.1.3 eingegangen.

### 2.2.1.2 String Templates

*StringTemplate* gehören wir das vorherige Antlr zum *Antlr Project*. Antlr verwendet ebenfalls String Templates zur Generierung von formatiertem Text, im Folgenden als *Code* bezeichnet. Templates (übersetzt: Schablone) ermöglichen es zum Beispiel die feste Syntax einer Programmiersprache wie Java mit variablen Werten für Variablen, Klassen, Methoden, also den generellen Bausteinen einer Sprache zu füllen. Durch diese Funktionalität bieten sich String Templates sehr gut zu Generierung von Dateien an. Ursprünglich ist *StringTemplate* eine Java Library, jedoch wurden bereits Portierungen für C#, Objective-C, JavaScript und Scala erstellt.

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die Java Library von *StringTemplate*, da diese in dieser Arbeit verwendet wurde. Die einfachste Möglichkeit für die Verwendung eines String Templates ist in Listing 2.3 zu sehen.

Listing 2.3: "Hello World!" - Beispiel mittels StringTemplate

---

```
1 import org.stringtemplate.v4.*;
2 ...
3 ST hello = new ST("Hello, <><name>!");
4 hello.add("name", "World");
5 String output = hello.render();
6 System.out.println(output);
```

---

Die Klasse *ST* aus Zeile 3 kann mit einem String initialisiert werden. In diesem Beispiel wurden als Begrenzer für das zu ersetzende Stück des Textes `<>` verwendet. Im Anschluss wird dem neuen *ST* Objekt mithilfe der `add()`-Methode ein bestimmter Wert hinzugefügt. Der erste Parameter der Methode ist der Bezeichner innerhalb eines Templates, zu beachten ist die Angabe des Bezeichners ohne die Begrenzer. Der eigentliche Wert wird als zweiter Parameter übergeben und besitzt in diesem Beispiel den Text **World**. Um nun den fertig ersetzten Text aus dem Template und dem übergebenem Wert zu bekommen, muss auf

dem *ST* Objekt die Methode `render()` aufgerufen werden. Hierbei werden die Platzhalter des Templates durch den zuvor übergebenen Wert ersetzt und als String zurückgegeben. In Zeile 6 wird nun abschließend der fertige Text auf der Konsole ausgegeben, 'Hello, Worldj'. Dieses Beispiel entstammt der offiziellen Webseite von *StringTemplate*.[\[Par13\]](#)

Für ein strukturiertes Arbeiten mit vielen Templates bietet *StringTemplate* die Möglichkeit `StringTemplateGroups` zu erstellen. Hierbei können mehrere Templates in einer Datei beschrieben werden um aufeinander aufbauende Templates nicht im Code, sondern einer gesonderten Datei zu organisieren. In diesen Dateien, welche die Dateiendung `.stg` tragen, können die Begrenzer (eng.: Delimiters) frei gewählt werden. Dies ist je nach Kontext des Templates nötig, da zum Beispiel die Generierung von HTML-Dateien, welche `<>` als Zeichen zum Abgrenzen von Bereichen verwenden. Bei der Wahl der Begrenzer sollte somit stets auf die Wahl der Zeichen im Kontext der zu generierenden Sprache geachtet werden. Zum Parsen einer `StringTemplateGroup` wurde ein mit Antlr generierter Parser verwendet.[\[Ter15\]](#)

Listing 2.4: Beispiel einer `.stg`-Datei

---

```
1 delimiters "{", "}"
2
3 example(topic, language) ::= <<
4 <span>
5     This test about {topic} is written in {language}.
6 </span>
7 >>
```

---

Wie zuvor beschrieben ist in Listing 2.4 zu erkennen, dass in Zeile 1 die Begrenzer auf gesetzt wurden. Dies hat den Hintergrund, dass in diesem Beispiel ein Text in eine HTML-Datei generiert werden soll. Hierfür könnten auch die Standardbegrenzer verwendet werden, allerdings müsste dann anstelle von `<span> span` stehen. Da dies für HTML-Dateien allerdings einen immensen Aufwand bedeutet, macht die Nutzung anderer Begrenzer Sinn. In Zeile 3 werden für ein `StringTemplate`, sowohl der Name des Templates, als auch Übergabeparameter definiert werden. Ein `StringTemplate` wird durch `»` geschlossen und das nächste Template könnte definiert werden. Die Begrenzer in Zeile 5 zeigen, dass alles, was sich zwischen Ihnen befindet, einen Übergabeparameter in sich trägt. Somit ist das Wiederverwenden des Templates und die variable Befüllung gewährleistet.

Um diese Templates nun in einem Java Programm zu verwenden, benötigt es unter anderem die zuvor beschriebenen `ST` Klasse, sowie die Klasse *STGroupFile*, welche für die Verwaltung der `stg`-Datei als auch deren Templates benötigt wird. In Zeile 6 von Listing 2.5 ist zu erkennen, dass einem `STGroupFile` Objekt bei der Initialisierung eine URL übergeben werden muss. Diese URL verweist auf die `stg`-Datei. Im Anschluss kann, wie in Zeile 8 ersichtlich, über die `getInstanceOf()`-Methode auf ein bestimmtes Template in der `stg`-Datei zugegriffen werden. Hierbei ist es wichtig, keine Fehler bei der Benennung zu

machen. Schließlich ist die weiterführende Verwendung bereits zuvor mittels der ST-Klasse beschrieben worden.

Listing 2.5: Nutzung einer STG-Datei in Java

---

```
1 import org.stringtemplate.v4.ST;
2 import org.stringtemplate.v4.STGroupFile;
3 ...
4
5 URL resourceUrl = Class.class.getResource("Example.stg");
6 STGroupFile exampleGroup = new STGroupFile(resourceUrl);
7
8 ST st = exampleGroup.getInstanceOf("example");
9 st.add("topic", "the university");
10 st.add("language", "english");
11
12 String output = st.render();
13 System.out.println(output);
```

---

Bei der Ausführung dieses Beispiels würde auf der Konsole der Text aus Listing 2.2.1.2 angezeigt werden.

---

```
1 <span>
2     This test about the university is written in english.
3 </span>
```

---

### 2.2.1.3 JSON-Schema

JSON-Schemas sind Schemata, welche den Inhalt einer JSON-/YAML-Datei begrenzen können. Hierdurch ist es möglich, den Nutzer in seinen Eingaben zu begrenzen und bereits während dem Schreiben einer Datei dabei zu unterstützen sinnvolle Eingaben zu erstellen. In dieser Arbeit wird lediglich auf die Nutzung der Schema Version 7, die neuste Version, eingegangen, da diese in der Anwendung verwendet wurde.

JSON Schemas können Objektstrukturen in beliebiger Tiefe schachteln. Im folgenden Abschnitt werden die grundlegenden Elemente eines JSON Schemas erläutert. Weiterführende Funktionalitäten werden anhand der Implementierung in einem späteren Kapitel näher beleuchtet.

Ein einzelnes Objekt kann zur Verbesserung der späteren Nutzung mit einem Titel und einer kurzen Beschreibung versehen werden. Diese sind in Listing 2.6 in Zeile 2 und 3 dargestellt. *title* und *description* dienen lediglich der Nutzbarkeit für den Entwickler.

Listing 2.6: Objekt Beispiel eines JSON Schemas

---

```

1 {
2   "title": "Product",
3   "description": "A product from Acme's catalog",
4   "type": "object",
5   "properties": {
6     "productId": {
7       "description": "The unique identifier for a product",
8       "type": "integer"
9     }
10  },
11  "required": [
12    "productId"
13  ]
14 }
```

---

Einem Element muss stets ein *type*, also ein Typ, zugeordnet werden. Dies kann entweder ein Objekt, Zeile 4 in Listing 2.6, sein. Alternativ kann ein Element auch als Liste typisiert werden, dies wird in einem folgenden Beispiel genauer erläutert. Einem Objekt können nun *properties* hinzugefügt werden. Diese besitzen neben einem eindeutigen Bezeichner ebenfalls eine Beschreibung und ein Typ. Auf dieser Ebene kann der Typ eine Nummer, *integer* in Zeile 8, oder auch ein Text, welches den Typ *string* bekommen würde, sein. Ist eine der *Properties* ein notwendiges Feld, kann dies mittels des Schlüsselwortes *required* realisiert werden. Hierbei wird eine Liste an Bezeichnern hinterlegt, welche dem Objekt bereits zugeordnet wurden und somit stets vorhanden sein müssen. Das Beispiel stammt von der offiziellen JSON Schema Webseite.[Tea21c] Sollten einem Objekt keine weitere *properties* hinzugefügt werden dürfen, ist dies mit dem Ausdruck aus Listing 2.7 möglich.

---

Listing 2.7: Begrenzung der Properties eines Schemas

---

```

1 "additionalProperties": false
```

---

Wie zuvor bereits beschrieben, kann ein Element auch als Liste deklariert werden. Dies ist an einem kleinen Beispiel aus Listing 2.8 dargestellt. Hierbei ist es möglich die *items* einer Liste genauer zu definieren. In diesem Beispiel müssen die Elemente einer Liste dem Schema aus dem Beispiel aus Listing 2.6 entsprechen.

Eine JSON-/YAML-Datei, welchem dieses Schema zugrunde liegt, besteht somit aus einer Liste an Produkten. Durch die Verwendung des *oneOf* Operators in Zeile 6, werden nur Elemente mit dem darunterliegenden Schema akzeptiert. Bei mehreren Einträgen in der *items* Aufzählung muss immer eines dieser Elemente auf das Objekt in der JSON-/YAML-Datei zutreffen.

---

Listing 2.8: Listen Beispiel eines JSON Schemas

---

```

1 {
2   "title": "Products",
```



```
3  "description": "A list of products from Acme's catalog",
4  "type": "array",
5  "items": {
6    "oneOf": [
7      {
8        "type": "object",
9        "properties": {
10         "productId": {
11           "description": "The unique identifier for a product",
12           "type": "integer"
13         }
14       },
15       "required": [
16         "productId"
17       ]
18     }
19   ]
20 }
21 }
```

---

Durch ein fest definiertes Schema ist es vielen IDEs, darunter auch IntelliJ und VSCode, welche aus einem Schema nicht nur die fertige Datei auf Fehler überprüfen, sondern dem Entwickelnden bereits zum Zeitpunkt des Schreibens einer Datei mittels Autovervollständigung unterstützen kann. Hierfür ist es möglich bereits erstellte JSON-Schemas im *SchemaStore* bereitzustellen. Dies ist eine zentrale Stelle um JSON-Schemas für IDEs bereitzustellen. Bei dem *SchemaStore* handelt es sich um ein Open-Source-Projekt, bei welchem die Einbringung eines neuen Schemas simpel gestaltet ist. Es ist möglich ein fertiges Schema fest dort zu hinterlegen, hierdurch muss für jede neue Änderung allerdings einen neuen Betrag erstellt werden. Dieser bedarf einer Zustimmung einem der Verwalter des *Schema Stores*. Da dies stets mit einer zeitlichen Verzögerung passiert, ist es möglich eine Verlinkung zu einem Schema zu erstellen. Somit ist es möglich Änderungen an einem Schema durchzuführen und diese Änderungen nach dem Hochladen direkt zur Verfügung stellen zu können, ohne weitere Schritte durchführen zu müssen. Zum aktuellen Zeitpunkt existieren 439 Schemas, welche durch *SchemaStore.org* für diverse IDEs bereitgestellt werden.[Kri21] Eine Liste aller IDEs, welche diesen Support mittels *schemastore* unterstützen sind unter folgendem Link zu finden: <https://www.schemastore.org/json/#editors>

#### 2.2.1.4 fulibTools

FulibTools ist der Teile Fujaba Tool Suite, auch das in dieser Arbeit erstellte fulibWorkflows ist ein Teil der Fujaba Tool Suite. Fulib bildet die Grundlage für fulibTools, wobei fulibTools erweiterte Möglichkeiten für die Nutzung von fulib bereitstellt. Fulib ist ein Codegenerator, welcher mittels einer Domain Specific Language (DSL), Modelle als Digramme darstellen

kann.[Kas21a] Dies begrenzt sich nicht nur auf Klassen-, sondern auch auf Objektmodelle. FulibTools ist eine Erweiterung, da die Generierung der Diagramme auch abseits der eben erwähnten DSL funktioniert.[Kas21b] Hierdurch bietet sich die Möglichkeit Objektmodelle über ein spezielles YAML-Format oder ein Java Objektmodell zur Laufzeit zu generieren. Gleiches gilt für Klassenmodelle. Die Verwendung von FulibTools ist somit für diese Arbeit eine bessere Wahl, als die *Graphviz*, eine Bibliothek zur Generierung von Diagrammen, direkt zu verwenden. Dies ist der Fall, da FulibTools bereits die Arbeit der Verarbeitung eines Inputs übernimmt und hierdurch leichter für ein weiteres Tool der Fujaba Tool Suite zu verwenden ist.

### 2.2.2 fulibWorkflows Web-Editor Frontend

Der Web-Editor für fulibWorkflows besteht aus einem Frontend und einem Backend. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Technologien, welche für das Frontend verwendet wurden. Hierbei wurde die Entscheidung über die verwendeten Technologien für die Integrierung des Editors in die Webseite <https://fulib.org/editor>. Über eine Integrierung wird in Kapitel 6 näher eingegangen.

#### 2.2.2.1 Angular

Die Grundlage für das Frontend ist Angular. Angular ist ein Framework für das Designen von Applikationen und gleichzeitig eine Entwicklungsplattform.[Goo21] Für Entwickler ist das Angular Command-Line-Interface ein wichtiger Bestandteil bei der Entwicklung mit Angular. Neben der Generierung einer neuen Anwendung, können ebenfalls neue Komponenten, Services und Module generiert werden. Die *Komponenten* dienen der Strukturierung einer Anwendung und enthalten verschiedene Abschnitte einer Anwendung. Hierbei besteht ein großer Vorteil darin, Komponenten modular zu gestalten. Dies bedeutet, dass man Komponenten so entwickelt, dass diese in der Anwendung wiederverwendet werden können, sollte dies möglich sein. Eine Komponente besteht aus drei einzelnen Bereichen:

1. Der Logik/dem Code, welche/r in Typescript verfasst wird.
2. Einem Template, welches eine HTML-Datei ist.
3. Styles, welche im Template eingebunden werden können, um die Oberfläche grafisch zu verändern.

Im Template werden neben den Styles auch Bestandteile des Code-Segments verwendet um Daten dynamisch anzeigen zu können. Ein neu generiertes Angular Projekt bietet allerdings nur die Grundlage einer Anwendung. Um weitere Funktionalitäten in der Anwendung

verwenden zu können, können sogenannte Package Manager, wie *npm* oder *yarn* verwendet werden, um neue Bibliotheken einzubinden.

Dies soll für dieses Kapitel genügen, da Angular in Gänze zu erklären den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde. In Kapitel 3.2 wird auf weitere Funktionen genauer eingegangen und dies anhand der Implementierung erklärt. Folgend werden eben erwähnte Bibliotheken erläutert, welche die wichtigsten Bestandteile der Anwendung sind.

### 2.2.2.2 Bootstrap

Um eine ansehnlichere Oberfläche zu gestalten, welche einheitlich mit der von *fulib.org* sein soll, wurde Bootstrap zum Stylen der OberflächenElemente verwendet. Bootstrap bietet diverse Komponenten, wie Eingabefelder, Buttons, Menüs, Pop-Ups und viele weitere. Neben den Styles enthalten diese auch zusätzliche Funktionen, welche im Kontext der Komponente sinnvoll sind. Dabei bleibt es weiterhin abänderbar, um dem Entwickler mehr Freiheiten zur Gestaltung einer Oberfläche zu geben. Weiterhin ermöglicht es Bootstrap das Layout, also die Anordnung, von Komponenten auf einer Seite zu sortieren. Dies beginnt bei der Größe einer Komponente bis hin zu der Anordnung in der Horizontale und Vertikale.[Tea21b]

Zusätzlich zu Bootstrap ist es möglich Bootstrap Icons zu verwenden. Hierbei handelt es sich über 1500 Icons, welche im open source Prinzip zugänglich sind.[Tea21a]

### 2.2.2.3 CodeMirror

CodeMirror ist ein Texteditor, welcher in JavaScript geschrieben wurde und somit in Web-Anwendungen verwendet werden kann. Es gibt zahlreiche Optionen, um CodeMirror an die Bedingungen der zu bauenden Anwendung anzupassen. Neben zahlreichen Programmiersprachen, welche durch das Hervorheben von Schlüsselwörter und der Überprüfung der Syntax, emuliert werden können, ist es möglich CodeMirror zu einer eigenen, individualisierten IDE zu machen. Erweiterungen für einen CodeMirror sind die sogenannten Add-Ons. Hierbei gibt es neben vielen bereits vorhandenen Erweiterungen auch die Möglichkeit eigene Add-Ons zu erstellen. Hierzu zählt unter anderem das zuvor erwähnte farbliche Hervorheben von Schlüsselwörtern, auch Highlighting genannt, wie auch die Überprüfung des Codes auf die Syntax der eingestellten Programmiersprache.[Hav21]

Für eine einfache Einbindung in ein Angular-Projekt existieren bereits mehrere Bibliotheken, welche eine CodeMirror Komponente bereitstellen. Bei dieser Komponente können nicht nur Optionen übergeben, sondern auch der Inhalt eines CodeMirrors, also den ge-

schriebenen Code, aus der Komponente extrahiert werden. In dieser Arbeit wurde hierzu ngx-codemirror von Scott Cooper verwendet.[Coo21]

### 2.2.3 fulibWorkflows Web-Editor Backend

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit dem zweiten Bestandteil des Web-Editors, das dazugehörige Backend. Vom Frontend wird eine YAML-Beschreibung ans Backend geschickt, in diesem wird dies als Eingabe für fulibWorkflows verwendet. Da fulibWorkflows eine Java-Bibliothek ist, benötigt es ein Backend basierend auf Java.

#### 2.2.3.1 Spring Boot

Mittels *Spring Boot* ist es möglich schnell und ohne zusätzliche Konfiguration eine auf *Spring* basierende Applikation zu erstellen.[VMw22a] Spring ist ein Framework, welches sich als Ziel gesetzt hat Java Programmierung zu vereinfachen und zu verschnellern, allerdings keine Einbußen bei Geschwindigkeit, Komplexität und Produktivität zu machen.[VMw22b] In diesem Kapitel wird sich mit der Erstellung eines Rest-Services eingegangen. Ein Rest-Services stellt Endpunkte bereit, welche über REST angesprochen werden können. Diese eignen sich zur Nutzung als simples Backend.



The screenshot shows the Spring Initializr web application interface. It features a sidebar with a hamburger menu icon and the 'spring initializr' logo. The main content area is divided into two columns. The left column contains configuration options for the project, including 'Project' (Maven Project or Gradle Project), 'Language' (Java, Kotlin, or Groovy), 'Spring Boot' (2.7.0 (SNAPSHOT), 2.6.3 (SNAPSHOT), 2.6.2, 2.5.9 (SNAPSHOT), or 2.5.8), 'Project Metadata' (Group, Artifact, Name, Description, Package name), and 'Packaging' (Jar or War). The right column contains 'Dependencies' with a button to 'ADD DEPENDENCIES... CTRL + B' and a section for 'Spring Web' (WEB) with a description: 'Build web, including RESTful, applications using Spring MVC. Uses Apache Tomcat as the default embedded container.'

Abbildung 2.2: Spring Initializr für eine Web Anwendung

Das Anlegen eines Spring Boot Projektes kann durch den *Spring Initializr* erledigt werden.[VMw21] In Abbildung 2.2 ist dieser zu sehen. Hierbei können diverse Einstellungen getätigt werden, um das zu generierende Projekt an die Anforderungen des Generierenden anzupassen. Die Abbildung zeigt die getätigten Einstellungen, um ein Gradle Projekt mit Java, Version 17, als Programmiersprache zu generieren. Ebenfalls kann die Version von Spring Boot eingestellt werden. Zusätzliche Dependencies können im rechten Bereich

des *Spring Initializers* hinzugefügt werden. In diesem Fall wurde **Spring Web** ausgewählt, wodurch die wichtigsten Dependencies für eine REST Applikation bereits enthalten sind.

Das aus den vorherigen Einstellungen beschriebene Projekt ist bereits ein fertiges Backend, welches direkt ausgeführt werden kann. Durch sogenannte Annotations, welche mit einem @ gekennzeichnet werden, ist es möglich weitere Endpunkte für das Backend zu definieren. Auf die genaueren Funktionen, welche mittels Annotations implementiert werden können, wird in 3.3.1 eingegangen, anhand von Beispielen der Implementierung.

## 2.2.4 Deployment

Im folgenden Kapitel werden die Technologien, welche für die Bereitstellung einer Java-Bibliothek und einer Web-Anwendung, verwendet werden können. Hierbei wird MavenCentral für Java-Bibliotheken und Heroku für Web-Anwendungen festgelegt, da diese für die in dieser Arbeit erstellten Anwendungen verwendet wurden.

### 2.2.4.1 MavenCentral

*Maven Central* ist ein Archiv von Software Artefakten für Java Entwicklung. Artefakte können Software Development Kits (SDK)s oder Bibliotheken sein, welche von Entwicklern bereitgestellt werden, um diese zentralisiert bereitzustellen und den Aufwand der Konfiguration für andere Entwickler möglichst gering zu halten.[Cla22] Veröffentlichte Artefakte können in verschiedenen Build Management Tools verwaltet werden, zum Beispiel Gradle oder Maven. *Maven Central* wurde von der Apache Software Foundation im Jahr 2002 ins Leben gerufen.

Das Bereitstellen einer Bibliothek auf Maven Central wird anhand der Implementierung in Kapitel 3 genauer anhand von *fulibWorkflows* erläutert.

### 2.2.4.2 Heroku

Der in dieser Arbeit erstellte Web-Editor soll für jedermann zugänglich sein. *Heroku* ist eine Möglichkeit kostenlos und schnell Web-Anwendungen bereitzustellen. Bei Heroku handelt es sich um eine sogenannte Cloud Platform as a Service (CPaaS), welche es ermöglicht in einer Cloud Umgebung Services verschiedener Arten und Programmiersprachen bereitzustellen.[Sal22b]

Um eine Anwendung über Heroku bereitzustellen bedarf es einem Account bei Heroku. Dies ist für kleine Anwendungen oder zum Ausprobieren bereits ausreichend. Entwickler können

bis zu fünf Anwendungen über einen kostenlosen Account gleichzeitig bereitstellen. Zudem erhalten Entwickler über die Heroku CLI ein weiteres Tool zum Hochladen des Codes und damit auch dem automatischen Bauen und Bereitstellen der Anwendung. Über Logs können Fehler in der Web-Ansicht einer Applikation gesichtet und analysiert werden.

Im *Heroku Dev Center* stehen zahlreiche Tutorials bereit, um verschiedenste Anwendungen bereitzustellen. Hierunter zählen unter anderem Node.js Applikationen und Java/Gradle Anwendungen.[Sal22a] Über diese Tutorials ist es möglich mit geringem Aufwand eine lokale Anwendung für das Deployment vorzubereiten. In Kapitel 3 wird genauer auf eben solche Vorbereitungen eingegangen, welche für den Web-Editor notwendig waren.

## 3 Implementierung

Dieses Kapitel erläutert die Implementierung der in dieser Arbeit erstellten Anwendung. Dies werden anhand der im vorherigen Kapitel erläuterten Technologien genauer erklärt. Hierbei beschäftigt sich Kapitel 3.1 mit `fulibWorkflows`, Kapitel 3.2 mit dem Frontend des `fulibWorkflows` Web-Editors und abschließend Kapitel 3.3 mit dem dazugehörigen Backend.

### 3.1 `fulibWorkflows`

*fulib Workflows* ist eine Java-Bibliothek, welche Workflow Beschreibungen als Eingabe bekommt, diese Eingabe selbst parst und daraus HTML-/FXML-Mockups, Objektdiagramme und Klassendiagramme generiert. Das Parsen wird über einen von Antlr generierten Parser übernommen, hierzu wird in Kapitel 3.1.3 genauer auf die zugrundeliegende Grammatik eingegangen. Zudem wird auf die Limitationen des Parsers und der generierten Mockups eingegangen.

#### 3.1.1 Workflow Format

Bevor in Kapitel 3.1.3 auf den Parser und die Grammatik einer Workflowbeschreibung eingegangen wird, ist es nötig das Format in welcher ein Workflow beschrieben werden muss, näher zu beleuchten. Die Grundlage des Formats bildet YAML, hierbei handelt es sich allerdings um eine stark begrenzte YAML-Syntax, welche verwendet werden kann. Näheres zu den Beschränkungen der Syntax wird in Kapitel 3.1.2 erklärt.

Listing 3.1: Beispiel aller vorhandenen “Post-Its”

---

```
1 - workflow: User Registration
2
3 - user: Karli
4
5 - page:
6     - pageName: Registration
7     - text: Please create a new account
8     - input: Username
```

```
9      - input: E-Mail
10     - password: Password
11     - password: Repeat Password
12     - button: Register
13
14 - command: Register clicked
15
16 - policy: check e-mail input
17
18 - externalSystem: E-Mail Checker
19
20 - problem: This part is always taking a lot of time somehow
21
22 - event: e-mail is valid
23
24 - service: User management
25
26 - policy: create user
27
28 - event: user data received
29   username: Karli
30   eMail: karli@example.com
31   psw: Karli!Example42
32
33 - data: User karli
34   username: Karli
35   eMail: karli@example.com
36   psw: Karli!Example42
37
38 - event: User created
```

---

In Listing3.1 sind alle möglichen Post-its aufgelistet. Im weiteren Verlauf wird für einen Post-It das Wort Zettel verwendet, da es sich bei jedem Element in der Beschreibung um einen einzelnen Zettel aus dem Event Storming handelt. Als Beispiel für einen Workflow ist hierbei die Registrierung eines neuen Benutzers auf einer Webseite in vereinfachter Form dargestellt. Folgend werden alle verwendbaren Zettel aus der aktuellen Version, v0.3.4, von *fulibWorkflows* aufgelistet und deren Funktion erläutert.

### **workflow**

Zum Darstellen eines oder mehrerer Workflows benötigt es den *workflow*-Zettel. Diesem kann lediglich ein Name zugeordnet werden, allerdings werden alle weiteren Zettel unter einem workflow-Zettel eben diesem Workflow zugewiesen. Pro Workflowbeschreibung benötigt es somit mindestens einen workflow-Zettel. Im vorherigen Beispiel gibt es einen Workflow mit dem Namen *User Registration*.



## **service**

Durch den *service*-Zettel werden Services bereitgestellt. Diese sind lediglich zur Strukturierung des Workflows und dem später daraus entstehenden Event Storming Board da. Hiermit kann erreicht werden, dass die nach einem service-Zettel folgenden Zettel von dem vorherigen Service ausgeführt werden. Im Beispiel aus Listing 3.1 gibt es nur einen Service, dieser kümmert sich um die Nutzerverwaltung, daher stammt auch der Name *User management*.

## **problem**

Falls während einem Event Storming an einem bestimmten Punkt innerhalb eines Workflows Fragen bei den Beteiligten aufkommen, können diese mittels *problem*-Zettel festgehalten werden. Gleiches gilt für Probleme, welche bisher auftraten, allerdings noch nicht festgehalten wurden. Somit ist es möglich zusätzliche Informationen, welche nicht zum eigentlichen Workflow gehören, darzustellen und in der späteren Entwicklung genauer zu betrachten. Im obigen Workflow Beispiel, gibt es das Problem, dass das Validieren einer E-Mail enorm lange dauert, siehe Zeile 20.

## **event**

Aus dem *Domain Event* aus dem Event Storming ist die verkürzte Version *event* als Indikator für einen weiteren Zettel geworden. Hierbei wird eine Beschreibung eines Events in der Vergangenheitsform als Bezeichnung verwendet. Dies bezieht sich auf eine Aktion, welche innerhalb eines Workflows, aufgetreten ist. Wie in Listing 3.1 in Zeile 22 und ab Zeile 28 zu sehen, können event-Zettel allein stehen oder mit weiteren Informationen angereichert werden. Weitere Informationen, die einem Event zugeordnet sind, repräsentieren Daten, welche zu der ausgeführten Aktion gehören.

## **user**

Ein *user*-Zettel ist sehr ähnlich zu einem *service*-Zettel. Einem User wird ein Name zugeordnet. Dieser Zettel dient ebenfalls der Strukturierung eines Workflows und leitet einen Abschnitt ein, welcher aktiv von einem Nutzer durchgeführt werden muss. Im Beispielworkflow existiert ein User, welcher den Namen Karli trägt, welches in Zeile 3 zu sehen ist.

**policy** Eine *policy* ist wie auch beim *event* eine Abstrahierung eines Begriffes aus dem Event Storming. Ein *policy*-Zettel beschreibt somit einen Automatismus, welcher aufgrund eines vorherigen Events einen bestimmten Ablauf an Schritten ausführt. Im Beispiel aus Listing 3.1 reagiert die policy aus Zeile 16 auf den vorherigen Command um automatisch zu prüfen, ob die eingegebene E-Mail valide ist.

## command

Ein *command*-Zettel stellt die Interaktion eines Nutzers mit einer Webseite oder Applikation dar. Im Falle des obigen Beispiels wird in Zeile 14 der Klick auf den Knopf *Register* aus der darüber aufgeführten Page simuliert. Dies ist anhand der kurzen Beschreibung des Commands zu entnehmen.

## externalSystem

Wie auch bei dem *service* und *user* dient der *externalSystem*-Zettel dazu einen Workflow zu strukturieren. In diesem Fall bedeutet dies, dass Aktionen oder Daten von einem System ausgeführt/gesendet werden, welche nicht Teil der zu entwickelnden Software gehört, für welche das aktuelle Event Storming durchgeführt wird. In Zeile 18 des Beispiels existiert ein *externalSystem*, welches für die Validierung einer E-Mail-Adresse zuständig ist. Es kann sich dabei um ein System handeln, welches von einer anderen Firma oder einem separaten Team entwickelt wird.

## data

Wie in Kapitel 2.1 bereits erwähnt, ist *data* eine Erweiterung des Event Stormings. Ein *data*-Zettel benötigt als Bezeichner eine besondere Form, diese besteht zuerst aus einer Klassenbezeichnung und anschließend einem Namen für das Objekt. Dies ist nötig um im späteren Verlauf das Aufbauen eines Datenmodells zu gewährleisten und Klassen-/Objektdiagramme generieren zu können. Wie auch bei dem *event*-Zettel kann auch einem *data*-Zettel zusätzliche Informationen übergeben werden. Auf welche Art und Weise diese aufgebaut sein müssen und welche Funktionen diese innehaben, darauf wird in Kapitel 3.1.5 genauer eingegangen. In Zeile 33 unseres Beispiels wird ein *User* angelegt, mit den zuvor vom Event vorhandenen zusätzlichen Informationen zu Username, E-Mail und Passwort.

## page

Der *page*-Zettel ist ebenfalls eine Erweiterung zum klassischen Event Storming. Aus den *page*-Zetteln eines Workflows werden später Mockups generiert, wie dies genau funktioniert wird in Kapitel 3.1.4 erläutert. An diesem Punkt ist es lediglich wichtig, die Restriktionen einer *page* zu erläutern. Eine Page besteht aus einer Liste an Elementen, hierbei steht *pageName* lediglich für den Bezeichner der Page und wird im Mockup nicht dargestellt. Um die Oberfläche einer Applikation zu beschreiben, existieren vier Elemente, welche beliebig oft verwendet werden können.

Ein Text Element kann enthält einen Text, welcher entweder zur Verwendung als Überschrift, Bezeichner oder Trenner verwendet werden kann. Um Daten in einer Applikation eingeben zu können, gibt es das *input*- und das *password*-Element. Bei beiden handelt es

sich um Eingabefelder, mit dem Unterschied, dass bei dem *password*-Element der eingetippte Inhalt mit Punkten ersetzt wird. Der Bezeichner, welcher einem Input oder Password hinterlegt wird, wird als Platzhalter im Eingabefeld und als Label über eben diesem angezeigt. Zuletzt kann ein Knopf mittels dem *button*-Element erstellt werden, dabei wird der Bezeichner als Inhalt des Knopfes dargestellt.

Eine Oberfläche kann nur von oben nach unten beschrieben werden, eine weitere Limitierung ist, dass es nicht möglich ist mehrere Elemente in eine Reihe zu ordnen. Hierdurch ist das Designen eines Mockups durch die begrenzten Elemente einer Page sehr stark begrenzt.

### 3.1.2 JSON-Schema

Wie im vorherigen Kapitel bereits erwähnt bedient sich die Beschreibung eines Workflows grundlegend der Syntax von YAML. In Kapitel 2.2.1.3 wurden bereits die Grundlagen für JSON-Schemas gelegt, in diesem Kapitel wird das erstellte *fulibWorkflows*-Schema genauer betrachtet. Das Schema ist komplett im Anhang hinterlegt, da dieses zu lang ist um es übersichtlich in diesem Kapitel zu erläutern. Dadurch wird nur auf die wichtigsten Punkte der Implementierung eingegangen.

### 3.1.3 *fulibWorkflows* Grammatik

**TODO: this** Beschreiben der ANTLR4 Grammatik für *fulibWorkflows*

Und natürlich auch wie mir das beim parsen der *yaml* geholfen hat. Dat wird ne lange Sektion.

### 3.1.4 Mockups

**TODO: this** Eigenes Datenmodell gebaut. Daraus die wichtigsten Infos gezogen. Dank *StringTemplates* von *antlr* richtig easy zu bauen. Gilt für *Html* als auch *Fxml*.

### 3.1.5 Generierung dank *fulibTools*

**TODO: this** *FulibTools* gibt gute Anbindung an *Graphviz*, wenn man sowieso schon mit *fulib* arbeitet.

## 3.2 editor-frontend

**TODO: this** Alles was es zum FE so gibt.

### 3.2.1 iframes

**TODO: this** Naja der editor basiert einfach darauf, dass es iframes gibt. Könnte man auch weg lassen?

### 3.2.2 codemirror

**TODO: this** Eingerichtet und los ging es. Noch einen eigenes kleines Hint Add on geschrieben. Feddig. Musste es erstmal simpel halten. Gibt noch genügend zukünftige Ideen.

### 3.2.3 angular split

**TODO: this** Danke an Adrian, der mit dazu geraten hat.

Nachdem ich mit purem css da grids erstellt habe, stand ich vor dem Problem der Veränderung von Größen. Angular split löst das Problem auf eine wunderbare Art und Weise.

Die dreiteilung der View war damit wirklich einfach. Auch wenn man aufpassen musste beim Verändern der größen, wenn man iframes benutzt. Da musste ein kleiner Fix rein, der aber auch bereits von den machern vorgegeben war.

## 3.3 editor-backend

**TODO: this** Das wird wieder kurz.

### 3.3.1 Spring booterino

**TODO: this** Gabelstablinski hier drüben war dank ein paar Annotations schnell erstellt und macht bisher keine Probleme.

Die zip Datei wird im BE zusammengebaut. Dafür gibt es schon alles fertig in `java.util.zip`. Da hab ich nach gegoogelt und alles lief wie von selbst.

Na gut, ich muss zugeben, dass die zip vom BE ans FE schicken und dann richtig runterladen können, ohne das mir alles um die Ohren fliegt schon einen Arbeitstag gebraucht hat. Manchmal muss man lediglich seine Dummheit für einen Moment ablegen.

## 4 Evaluation

**TODO: this** Eigentlichen Anwendungszweck beschreiben

Event Storming nachvollziehbar für alle machen. Htmls einfach noch mal öffnen.

Besser mit Kunden über das Layout sprechen können -> Mockups mit grundlegendem Styling Kunden können einen Workflow mal durchklicken -> Next prev page

### 4.1 Expertengespräch

**TODO: this** Gespräch mit Adam. Fragenkatalog erstellen. Alles aufzeichnen, wenn Adam zustimmt auch Bild und Ton -> Youtube bereitstellen nicht gelistet

### 4.2 Auswertung

**TODO: this**

Was ist die Meinung des Experten zu der Anwendung?

Kann ihm das helfen? (Begründung durch seine Vorerfahrungen)

## 5 Fazit

TODO: this

Machen die Erweiterungen Sinn?

Kann der Editor von Leuten verwendet werden, die nur wenig Programmier erfahrung haben?

Hilft es beim RE in der Wirtschaft?

Füllt diese Anwendung eine bestehende Lücke im RE? Wurde das zuvor gesetzte Ziel erreicht? Ist die grundlegende Idee gut, aber die Umsetzung nicht ausreichend durchdacht?

Alberts Drang immer wieder neues zu haben xD

## 6 Ausblick

TODO: this

Was hatten die Leute zu meckern und sollte daher umgesetzt werden?

Was ist mir selbst an Ideen gekommen?

fulibWorkflows ist Teil von Fulib und sollte daher auch über [fulib.org](https://fulib.org) erreichbar sein. Alles zusammen an einem Ort macht mehr Sinn als alles verstreut zu haben.



## 7 Quellenverzeichnis

- [Par13] Terence Parr. *StringTemplate*. 2013. URL: <https://www.stringtemplate.org/>.
- [Par14] Terence Parr. *Antlr*. 2014. URL: <https://wwwantlr.org/>.
- [Ter15] Gerald Rosenberg Terence Parr. *StringTemplateGroupGrammar*. 2015. URL: <https://github.com/antlr/grammars-v4/blob/master/stringtemplate/STGParser.g4>.
- [Ver16] Vaughn Vernon. *Domain-Driven Design Distilled*. Addison-Wesley, 2016. ISBN: 978-0-13-443442-1.
- [Bra21] Alberto Brandolini. *Introducing Event Storming*. 2021.
- [Coo21] Scott Cooper. *ngx-codemirror*. 2021. URL: <https://github.com/scttcper/ngx-codemirror>.
- [Goo21] Google. *Introduction to the Angular Docs*. 2021. URL: <https://angular.io/docs>.
- [Hav21] Marijn Haverbeke. *CodeMirror*. 2021. URL: <https://codemirror.net/>.
- [Kas21a] Fujaba Team Kassel. *fulib - Fujaba library*. 2021. URL: <https://github.com/fujaba/fulib#fulib---fujaba-library>.
- [Kas21b] Fujaba Team Kassel. *fulibTools - Additional features for fulib*. 2021. URL: <https://github.com/fujaba/fulibTools#fulibtools---additional-features-for-fulib>.
- [Kri21] Mads Kristensen. *JSON Schema Store*. 2021. URL: <https://www.schemastore.org/json/>.
- [Tea21a] Bootstrap Team. *Bootstrap Icons*. 2021. URL: <https://icons.getbootstrap.com/>.
- [Tea21b] Bootstrap Team. *Build fast, responsive sites with Bootstrap*. 2021. URL: <https://getbootstrap.com/>.
- [Tea21c] JSON Schema Team. *Getting Started Step-By-Step*. 2021. URL: <https://json-schema.org/learn/getting-started-step-by-step#defining-the-properties>.
- [VMw21] Inc. VMware. *spring initializr*. 2021. URL: <https://start.spring.io/>.

- [Cla22] ClaudRepo. *Public Maven Repositories: Maven Central and More*. 2022. URL: <https://www.cloudrepo.io/articles/public-maven-repositories-maven-central-and-more.html>.
- [Sal22a] Salesforce.com. *Language Support*. 2022. URL: <https://devcenter.heroku.com/categories/language-support>.
- [Sal22b] Salesforce.com. *What is Heroku?* 2022. URL: <https://www.heroku.com/what>.
- [VMw22a] Inc. VMware. *Spring Boot*. 2022. URL: <https://spring.io/projects/spring-boot>.
- [VMw22b] Inc. VMware. *Why Spring?* 2022. URL: <https://spring.io/guides/gs/rest-service/>.

## 8 Anhang

### 8.1 fulibWorkflows JSON-Schema

TODO: This

Listing 8.1: Komplettes JSON-Schema

```
1 {
2   "schema" : "https://json-schema.org/draft-07/schema", "title" : "JSONschema for fulibWorkflow"
3   "workflowItem": {
4     "description": "The title of your current workflow",
5     "type": "object",
6     "properties": {
7       "workflow": {
8         "type": "string"
9       }
10    },
11    "required": [
12      "workflow"
13    ],
14    "additionalProperties": false
15  },
16  "externalSystemItem": {
17    "description": "Can be used to address data coming from another source",
18    "type": "object",
19    "properties": {
20      "externalSystem": {
21        "type": "string"
22      }
23    },
24    "required": [
25      "externalSystem"
26    ],
27    "additionalProperties": false
28  },
29  "serviceItem": {
30    "description": "The service on which the following events are executed",
31    "type": "object",
32    "properties": {
```

```
33         "service": {
34             "type": "string"
35         }
36     },
37     "required": [
38         "service"
39     ],
40     "additionalProperties": false
41 },
42 "commandItem": {
43     "description": "A command send by a user",
44     "type": "object",
45     "properties": {
46         "command": {
47             "type": "string"
48         }
49     },
50     "required": [
51         "command"
52     ],
53     "additionalProperties": false
54 },
55 "eventItem": {
56     "description": "An event signalling that some system state is reached",
57     "type": "object",
58     "properties": {
59         "event": {
60             "type": "string"
61         }
62     },
63     "required": [
64         "event"
65     ]
66 },
67 "policyItem": {
68     "description": "The following steps define the reaction of a service to
69     "type": "object",
70     "properties": {
71         "policy": {
72             "type": "string"
73         }
74     },
75     "required": [
76         "policy"
77     ],
78     "additionalProperties": false
79 },
80 "userItem": {
```

```

81     "description": "Defines the user who is going to perform an action",
82     "type": "object",
83     "properties": {
84         "user": {
85             "type": "string"
86         }
87     },
88     "required": [
89         "user"
90     ],
91     "additionalProperties": false
92 },
93 "dataItem": {
94     "description": "data object created within a service",
95     "type": "object",
96     "properties": {
97         "data": {
98             "type": "string"
99         }
100     },
101     "required": [
102         "data"
103     ]
104 },
105 "pageItem": {
106     "description": "Defines a ui page",
107     "type": "object",
108     "properties": {
109         "page": {
110             "ref": "page.schema.json", "required": ["page"], "additionalProperties": false, "problemItem"

```

Listing 8.2: Page JSON-Schema

---

```

1 {
2     "schema": "https://json-schema.org/draft-07/schema", "title": "JSONschemaforpagesusedinful
3     "nameItem": {
4         "description": "Defines the name of the page",
5         "type": "object",
6         "properties": {
7             "pageName": {
8                 "type": "string"
9             }
10        },
11        "required": [
12            "pageName"
13        ],
14        "additionalProperties": false
15    },
16    "textItem": {

```

```
17     "description": "Defines a text",
18     "type": "object",
19     "properties": {
20         "text": {
21             "type": "string"
22         }
23     },
24     "required": [
25         "text"
26     ],
27     "additionalProperties": false
28 },
29 "buttonItem": {
30     "description": "Defines a button with optional command",
31     "type": "object",
32     "properties": {
33         "button": {
34             "type": "string"
35         }
36     },
37     "required": [
38         "button"
39     ],
40     "additionalProperties": false
41 },
42 "inputItem": {
43     "description": "Defines an input with optional fill",
44     "type": "object",
45     "properties": {
46         "input": {
47             "type": "string"
48         }
49     },
50     "required": [
51         "input"
52     ],
53     "additionalProperties": false
54 },
55 "passwordItem": {
56     "description": "Defines a password input with optional fill",
57     "type": "object",
58     "properties": {
59         "password": {
60             "type": "string"
61         }
62     },
63     "required": [
64         "password"
```

```
65     ],
66     "additionalProperties": false
67   }
68 },
69   "items": {
70     "oneOf": [
71       {
72         "ref": "/defs/nameItem"
73       },
74       {
75         "ref": "/defs/textItem"
76       },
77       {
78         "ref": "/defs/buttonItem"
79       },
80       {
81         "ref": "/defs/inputItem"
82       },
83       {
84         "ref": "/defs/passwordItem"
85       }
86     ]
87   }
88 }
```

---