

# Generalisierte Auswahlkomponente für das Web UI Toolkit "Kolibri"

Bachelor Thesis

Ramona Marti & Lea Burki

August 2024

# Abstract

# Ehrlichkeitserklärung

Hiermit erklären wir, Ramona Marti und Lea Burki, dass wir unsere Bachelorarbeit mit dem Titel **24FS\_IMVS17: Generalisierte Auswahlkomponente für das Web UI Toolkit "Kolibri"** selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt haben. Wir haben keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und alle wörtlich oder sinngemäss aus anderen Werken übernommenen Aussagen als solche gekennzeichnet. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Ort, Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

# Danksagung

Unser erster Dank geht an Prof. Dierk König und Fabian Affolter für die wertvollen Tipps und durchgehende Unterstützung während der Bachelorarbeit **24FS IMVS17: Generalisierte Auswahlkomponente für das Web UI Toolkit "Kolibri"**. Ihr Fachwissen und ihre Anleitungen haben entschieden zu unserer Lösung und dem Erfolg beigetragen.

Zudem danken wir allen StudentInnen und FreundInnen, die sich als Test-Personen zu Verfügung gestellt haben. Sie haben uns mit konstruktiver Kritik und hilfreichen Anregungen Fehler und mögliche Erweiterungen aufgezeigt. Das Feedback hat uns inspiriert und Diskussionen mit unseren KommilitonInnen hat uns auf neue Ideen gebracht. Ohne sie hätte diese Arbeit nicht in dieser Form entstehen können.

Weiter sprechen wir unseren Dank an unseren Familien und FreundInnen für ihre ständige Unterstützung und ihr Verständnis aus. Sie haben uns während des Studiums und der Fertigstellung dieser Arbeit motiviert unser Bestes zu geben. Ihre Geduld und ihre Ermutigungen haben uns geholfen die Konzentration zu halten und Kraft zu tanken. Sie haben während der ganzen Zeit ein offenes Ohr geboten und durch das Korrekturlesen zum Erfolg der Arbeit beigetragen.

Zum Abschluss gilt unser Dank noch allen Personen, die uns im ganzen Studium als auch bei der Bachelorarbeit unterstützt haben. Ihre wertvollen Inputs, Hilfen und Motivationen beeinflussten den erfolgreichen Abschluss der Arbeit. Wir sind dankbar für diese Erfahrungen und all die Unterstützung und Anleitungen, die wir erhalten haben.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Ehrlichkeitserklärung</b>	<b>II</b>
<b>Danksagung</b>	<b>III</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	1
1.2 Ziel . . . . .	1
1.3 Out of Scope . . . . .	1
1.4 Leitfaden . . . . .	2
<b>2 Hintergrund</b>	<b>3</b>
2.1 Ausgangslage . . . . .	3
2.2 Zustände in einer Auswahlkomponente . . . . .	3
2.3 Browser & HTML Renderer . . . . .	4
2.3.1 Rendering Prozess . . . . .	4
2.3.2 Bekannte Implementationen . . . . .	5
<b>3 Existierende Auswahlkomponenten</b>	<b>7</b>
3.1 HTML Datalist vs. Select . . . . .	7
3.1.1 Option . . . . .	8
3.1.2 Select . . . . .	8
3.1.3 Datalist . . . . .	9
3.2 Browser-Inkonsistenzen . . . . .	13
3.2.1 UI Unterschiede . . . . .	13
3.2.2 Edge Browser . . . . .	14
3.2.3 Chrome Browser . . . . .	15
3.2.4 Firefox Browser . . . . .	16
3.2.5 Safari Browser . . . . .	17
3.2.6 Browser auf Android & iOS . . . . .	19
3.2.7 Fazit . . . . .	21
3.3 Länderauswahl Komponente . . . . .	21
3.4 Anwendungsfälle . . . . .	21
<b>4 Neue Auswahlkomponenten</b>	<b>22</b>
4.1 Design . . . . .	22
4.1.1 Designansatz . . . . .	22
4.1.2 Mögliche Designoptionen eines Elements & deren Wahl . . . . .	22
4.1.3 Figma-Prototypen . . . . .	24
4.1.4 Farbpalette und Kontrast . . . . .	25
4.1.5 Layout und Typografie . . . . .	25
4.1.6 Interaktionsdesign . . . . .	26

4.1.7	Optionen und Scrollbar-Styling . . . . .	27
4.1.8	Prototyping und Benutzerfeedback . . . . .	28
4.2	Interaktionen . . . . .	29
4.3	Prinzipien & Regeln . . . . .	30
4.4	Patterns . . . . .	30
4.4.1	Null Object Pattern . . . . .	31
4.4.2	Projector Pattern . . . . .	31
4.4.3	Decorator Pattern . . . . .	32
4.5	Dropdown-Container . . . . .	33
4.6	Performance . . . . .	34
4.6.1	Performance Vergleich . . . . .	35
4.7	Testing . . . . .	36
4.7.1	Automatisierte Tests . . . . .	36
4.7.2	User Tests . . . . .	37
4.8	Fazit . . . . .	37
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>38</b>
5.1	Future Features . . . . .	38
5.1.1	Weitergehende User-Tests und Nutzerbefragungen . . . . .	38
5.1.2	Weitere UI-Projektoren . . . . .	38
5.1.3	Weitere Interaktions-Projektoren . . . . .	39
5.1.4	Spezifische Auswahlkomponenten und Erweiterungen . . . . .	39
5.1.5	Performance verbessern und mögliche Datenmenge erhöhen . . . . .	40
5.1.6	Accessability verbessern . . . . .	40
5.1.7	Abschliessende Bemerkungen . . . . .	40
<b>6</b>	<b>Glossar</b>	<b>41</b>
<b>A</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>48</b>
<b>B</b>	<b>Existierende Komponenten - Bilder</b>	<b>50</b>
<b>C</b>	<b>User Test für Programmierer</b>	<b>61</b>
<b>D</b>	<b>Personas</b>	<b>70</b>

# Kapitel 1

## Einleitung

### 1.1 Problemstellung

Im Web existieren diverse Möglichkeiten zur Erstellung eines Auswahl-Inputs mit vorgegebenen Werten. Die HTML-Elemente bieten über die verschiedenen Browser keine konsistente Darstellung und Interaktion an. Dazu sind sie nicht schön anzusehen und nur geringfügig anpassbar. Die Werte sind begrenzt auf Text und Unicode-Symbole. Die Komponente ist nicht effizient bedienbar - besonders bei einer grossen Menge an Werten.

Als Alternative zu den Basis-Elementen existieren unzählige Bibliotheken, welche solche Eingabemöglichkeiten unterstützen. Diese besitzen externe Abhängigkeiten, welche das eigene Projekt unnötig aufblasen. Zudem benötigen viele dieser Libraries eine längere Einarbeitungszeit, um die Funktionalitäten verstehen und anwenden zu können.

Das Vorgängerprojekt deckt die Probleme ab, ist aber nur auf die Auswahl eines Landes zugeschnitten. Eine Anwendung dieser Komponente mit anderen Inhalten kann zu unerwünschtem Verhalten führen. Die oben genannten Probleme dienen als Basis für das folgende Kapitel.

### 1.2 Ziel

Die neue Komponente zielt ab, die Auswahl eines Wertes von einer begrenzten, vorgegebenen Menge zu ermöglichen. Dazu findet die Generalisierung und der Ausbau der vorangegangenen Länderauswahl statt. Die Eingabe soll weiterhin effizient bleiben und sich konsistent über alle Browser zeigen. Dabei liegt der Fokus auf Browser von Desktop-Computern bzw. Laptops. Als Werte sind nebst Texten auch Bilder wünschenswert. Die Qualität ist auf dem Kolibri-Standard zu halten und durch Tests zu beweisen. Usertests mit Programmierern als auch Anwendern beweisen die Anwendbarkeit. Automatisierte Komponententests stellen die Korrektheit der Implementation sicher. Bei der Implementation sollen die Design Patterns des Kolibri ihre Anwendung finden. Dabei soll das Design und die Interaktion mit dem Toolkit synchronisiert sein. Hierbei ist zu beachten, die Ziele nicht ausserhalb des Projekts zu definieren.

### 1.3 Out of Scope

Dieses Projekt bezieht sich auf die Entwicklung einer Auswahlkomponente für Nutzer ohne Seheinschränkungen. Daher spielt die Accessibility nur eine begrenzte Rolle. Screen-Reader sind nicht zu beachten, da dies zu umfangreich für diese Arbeit ist. Die effiziente Anzeige von übergrossen Datenmengen mit mehr als 10'000 Werten ist nicht verlangt. Die Eingabe eines

eigenen Wertes in die neue Auswahlkomponente ist ebenfalls ausserhalb der Anforderungen. Für die generalisierte Komponente reicht es, wenn die Auswahl eines einzelnen Wertes möglich ist. Die Auswahl mehrerer Werte im selben Eingabe-Element ist nicht gefordert. Die Komponente ist nicht speziell auf Mobile-Geräte auszurichten. Eine Undo- als auch eine Redo-Funktion der ausgewählten Werte ist ausserhalb des geforderten Rahmens.

Ein Bestandteil dieser Arbeit ist das Erweitern des **SimpleInputs** um ein **Select** und eine **Datalist**. Damit der Fokus des Projekts auf der generalisierten Auswahlkomponente bleibt, sind keine Änderungen ausserhalb der oben genannten Ziele gefordert. Anpassungen der Kern-Codebasis gehören nicht in den Rahmen dieses Projekts. Die Eingrenzung der Anforderungen stellt sicher, dass die Ressourcen auf die Ziele fokussiert bleiben.

## 1.4 Leitfaden

Dieser Bericht gliedert sich in die Teile **Hintergrund**, **existierende** und **neue Komponenten** sowie **Diskussion**. Jedes Kapitel baut auf dem vorherigen auf und führt den Leser Schritt für Schritt durch die Entwicklung und Optimierung der neuen Auswahlkomponente.

Im Kapitel **Hintergrund** (2) ist die **Ausgangslage** (2.1) des Kolibri-Toolkits und des Projekts erläutert. Es folgt eine Erklärung der verschiedenen **Zustände** (2.2), die eine Auswahlkomponente besitzen kann. Eine Beschreibung **der Browser und deren Rendering-Engines** (2.3) ist ebenfalls enthalten. Der **Rendering-Prozess** einer HTML-Seite sowie die wichtigsten **Browser-Implementationen** sind ebenfalls auf dem Plan.

Das Kapitel **existierende Komponenten** (3) vergleicht die **HTML-Elemente Datalist und Select** (3.1) und beschreibt die Nutzung und Unterschiede der verschiedenen Elemente. Dabei hebt es die **Browser-Inkonsistenzen** (3.2) hervor, die zu **unterschiedlichen UI-Erfahrungen** führen können. Die **Länderauswahl Komponente** (3.3) aus Projekt 5 ist nur auf die Auswahl eines Landes zugeschnitten. Mögliche **Anwendungsfälle** der existierenden Komponenten zeigen die dabei entstehenden Probleme auf.

Eine detaillierte Beschreibung der **neuen Komponente** findet sich im gleichnamigen Kapitel 4. Das **Design** (4.1) basiert auf dem Kolibri-Designsystem und erhält Unterstützung durch **Figma-Prototypen** zur Visualisierung und zum Testen. Das **Interaktionsdesign** optimiert die Benutzerführung für Maus- und Tastaturbenutzer. **Prototyping und Benutzerfeedback** tragen in einem iterativen Prozess kontinuierlich zur Verbesserung bei.

Im Abschnitt **Interaktionen** (4.2) sind Regeln für die Maus- und Tastaturinteraktion festgelegt. Die Einhaltung diverser **Prinzipien und Regeln** (4.3) sorgt für stabilen und verständlichen Code. Der Einsatz von **Patterns** (4.4) wie **Null-Object**, **Projector** und **Decorator** strukturiert die Implementation und erhöht die Wartbarkeit des Codes.

Das Kapitel **Performance** (4.6) beschreibt Optimierungen zur Verbesserung der Ladezeit sowie Leistungspotenzial der neuen Auswahlkomponente. Das **Testing**-Kapitel (4.7) dokumentiert die Durchführung sowie die Auswertung von **automatisierter Tests** und **Usability-Tests**. Schliesslich fasst das **Fazit** (4.8) die wichtigsten Erkenntnisse zusammen.

Der letzte Teil – die **Diskussion** (5) – bietet einen Überblick über die Bedeutung der Erkenntnisse für die Entwicklung. Zudem beschreiben die **Future Features** (5.1) Ideen für eine Weiterentwicklung als auch Verbesserungsvorschläge.



# Kapitel 2

## Hintergrund

Die Grundlagen stellen ein gemeinsames Verständnis zur Auswahlkomponente her. Dazu zählen die Zustände, welche in diesem Zusammenhang auftreten können. Ausserdem behandelt es eine Basis zu den Themen Browser und Rendering. Dieses Verständnis ermöglicht es, eine neue, konsistente Komponente zu entwickeln.

### 2.1 Ausgangslage

Studenten als auch Mitarbeiter entwickeln das Toolkit Kolibri laufend weiter. Entwickler können die Open Source Werkzeuge ganz einfach importieren und verwenden. Damit das Kolibri-Toolkit schlank bleibt, kommen keine externen Abhängigkeiten zur Verwendung. Mit einer VanillaJS Codebasis bietet das Tool eine breite Auswahl an, deckt aber noch nicht alle Interaktionen ab.

In diesem Projekt dient der in der Vorarbeit erstellte Fork als Ausgangslage. Ein Merge - des Branches *experimental* dieses Forks und des *Kolibri-16* der originalen Codebasis - stellt die Aktualität sicher. Das `SimpleInput` ist eines der Tools, welches sich bei der Implementation der neuen Auswahlkomponente als hilfreich erweisen kann.

Der Zugriff auf das Tool Figma ermöglicht das Verwenden des existierenden Designsystems und der bereits eingebundenen Elemente. Der Aufbau der Elemente als Komponenten vereinfacht die Wiederverwendung. Das Ergänzen des Icon-Sets ist bei Bedarf erlaubt.

Eine weitere, wichtige Ausgangslage ist ein gemeinsames Verständnis der verwendeten Begriffe. Dies sicherzustellen ist die Aufgabe des nächsten Kapitels mit der Beschreibung der Zustände einer Auswahlkomponente als auch derer Elemente. Diese Definitionen gelten im gesamten Bericht.

### 2.2 Zustände in einer Auswahlkomponente

Dieser Abschnitt erklärt die Zustände, welche in einer Auswahlkomponente auftreten können. Als Ausgangslage dient eine Eingabemöglichkeit, die eine Master-Detail-Ansicht<sup>1</sup> aufweist. Zudem sind keine speziellen Voreinstellungen getroffen.

Je nach Darstellung der Komponente kann diese *offen* oder *geschlossen* sein. Wenn nur einer der beiden Zustände möglich ist, ist es meistens der Offene. Im geschlossenen Status zeigt das Erscheinungsbild nur die Detail-Ansicht an, welcher mindestens den selektierten Wert anzeigt. Eine offene Auswahlmöglichkeit stellt beide Elemente der Master-Detail-View dar. Die Master-Ansicht zeigt alle Values einer Liste an.

---

<sup>1</sup>Master beschreibt den Bereich, welcher alle möglichen Auswahlwerte enthält. Detail beschreibt den Bereich, welcher den aktuell ausgewählten (selektierten) Wert enthält.

Bei dem *normalen* bzw. nicht fokussierten Status ist die Komponente nicht an- oder ausgewählt. Wenn eine Webseite diese Komponente enthält, ist dies die standardmässige Darstellung. Das neue Element zeigt keine Reaktion auf Interaktionen, welche in diesem Zustand geschehen. Als einzige Ausnahme gilt Tab, welche den Fokus auf die Komponente legen kann. In den meisten Erscheinungen ist nur die Detail-Ansicht sichtbar und der Master-Container ist ausgeblendet. Wählt der Nutzer die Komponente mit der Maus oder der Tastatur an, steht sie im *Fokus* bzw. ist sie *fokussiert*. Bedienungen über das Keyboard beziehen sich hierbei auf den Baustein. In den meisten Fällen ändert sich die Darstellung des Eingabefeldes z.B. durch einen blauen Rahmen.

Ist ein Wert in der Master-Ansicht ausgewählt und erscheint in der Detail-View, ist dieser *selektiert*. Das Formular enthält beim Versenden das Value der *Selektion*. Eine *Selektion* in einer Kategorie-Spalte findet in den Formulardaten keine Berücksichtigung. Stattdessen filtert die Kategorie-Selektion die Wert-Spalte. Durch das Hervorheben zeigt sich in der Liste aller Werte eine getätigte Auswahl an. In gewissen Situationen existiert noch der Zustand, dass in der Master-View ein Wert im *Highlight* steht. Bestätigt der Nutzer das *Highlight* mit der Maus, wechselt der Status auf selektiert. Das Hovern kann den Highlight-Wert ändern. Geschieht die Navigation durch die Werte mit der Tastatur, erhält genau ein Wert die *Cursor Position*. Durch das Betätigen gewisser vordefinierter Tasten ändert sich die *Cursor Position*. Bei einer Bestätigung mit der Tastatur ändert sich der Wert der *Cursor Position* auf selektiert. Die letzten zwei Zustandswerte haben keinen Einfluss auf das versendete Formular und sind nur im Master zu finden. Nachfolgend sind noch die Details zum Thema Browser erklärt.

## 2.3 Browser & HTML Renderer

Die wichtigsten Aspekte von der Theorie über die populären Browser bis hin zum Ablauf des Renderings sind hier aufgeführt. Dabei sind nur die bekanntesten Implementationen von Belang.

Ein Webbrowser dient als Zugang ins Internet und zur Anzeige von Webressourcen wie HTML, CSS und JavaScript. Er besteht aus einer Benutzeroberfläche, einer Browser- und einer Rendering-Engine. Für eine verständliche Darstellung der Inhalte auf dem UI verwendet die Browser-Engine einen sogenannten Renderer - mehr dazu später. Die Benutzeroberfläche dient als Schnittstelle zwischen dem Benutzer und der Datenschicht. Die Rendering-Engine interpretiert die Inhalte anhand des vorgegebenen Inhaltstyps. Einer der Engines ist der HTML-Renderer. Beim UI und der Bedienung zeigen sich die Uneinigkeiten zwischen den Browser-Herstellern, indem die Rendering-Engine den Code nicht gleich interpretiert. Anschliessend sind Informationen über den detaillierten Ablauf zur Anzeige eines HTML-Dokuments und die Rolle des Rendering dokumentiert.

### 2.3.1 Rendering Prozess

Der Aufruf einer Webseite beginnt mit dem HTTP-Request auf welchen eine HTTP-Response folgt. In diesem Bericht sind die gerade genannten Schritte vor dem eigentlichen erhalten der Daten nicht weiter wichtig. Der Response liefert schlussendlich die anzuzeigenden Daten, welche in diesem Fall die tragende Rolle spielen.

Der Browser verarbeitet die erhaltenen Daten im HTML-Format weiter. Mehrere Schritte wandeln die einzelnen HTML-Elementen in sogenannte Nodes um. Aus den resultierenden Nodes entsteht durch Verknüpfungen eine Baumstruktur - der DOM. Das Document Object Model (DOM) (Abbildung 2.1 links oben) beschreibt die Eltern-Kind- und Geschwister-Beziehung der Nodes. Der Prozess bis zum CSS Object Model (CSSOM) gestaltet sich relativ ähnlich, ist aber nicht weiter wichtig.

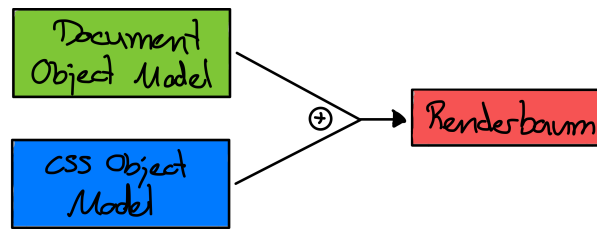


Abbildung 2.1: Rendering Prozess

Der DOM und der CSSOM sind unabhängig von einander. Der Browser kombiniert die beiden Bäume zu einem gemeinsamen Renderbaum (Abbildung 2.1 rechts). Der resultierende Baum repräsentiert nur sichtbare Elemente, wohingegen der DOM alle Elemente enthält. Der Renderbaum ist browserabhängig.

Dieses Wissen ist wichtig für das spätere Kapitel **Performance**. Der Grund ist, dass der Browser maximal 60 Mal pro Sekunde rendern kann. Jede Änderung am Browser-DOM<sup>2</sup> startet den kompletten Rendering Prozess von vorne. Zu viele Änderungen am DOM führen dazu, dass der Nutzer länger warten muss, bis die Webseite geladen ist.

Gründe für ein erneutes Rendern<sup>3</sup>:

- Manipulation der Elemente des DOM
- Änderungen vom Inhalt (auch von Formularfeldern)
- Änderungen in den CSS-Eigenschaften
- Hinzufügen oder Entfernen von Stylesheets
- Ändern des Attributs `class`
- Größenänderung des Browserfensters
- Scrollen
- Pseudo-Klassenaktivierung

### 2.3.2 Bekannte Implementationen

Die neue Komponente soll in möglichst allen Browsern eine konsistente Erscheinung als auch Interaktion bieten. Durch die Erklärung aus Kapitel **Rendering Prozess** ist klar, dass die Renderer die Unterschiede im UI bewirken. Die Bedienungsabweichungen stammen grösstenteils vom zu Grunde liegenden Betriebssystem. Diese Erkenntnisse führen dazu, dass die neue Komponente auf Mac und Windows in den Browsern der jeweils geläufigsten Rendering-Implementationen zu testen ist. Zu den ausgewählten Webbrowser zählen Google Chrome, Firefox (Mac und Windows), Safari (nur Mac) und Edge (nur Windows). Die Erläuterung dazu folgt im nächsten Abschnitt.

Die populärsten Browser mit 65% Marktabdeckung basieren auf der Chromium-Basis und verwenden alle den HTML-Renderer Blink<sup>4</sup>. Die Entwickler dieser Rendering-Engine sind die Open Source Community Chromium, Google, Intel und Samsung. Zu den Verwendern<sup>5</sup> von Blink zählen unter anderem Google Chrome, Brave, Microsoft Edge, Opera und Vivaldi. WebKit<sup>6</sup> – der Vorgänger des geläufigsten Renderer – findet sich im OSX Webbrowser

<sup>2</sup>Im Renderbaum verwendeter und im Browser angezeigter DOM

<sup>3</sup>Dev, 2020

<sup>4</sup>Wikipedia, 2024a

<sup>5</sup>Ola und Markus, 2024a

Safari wieder. Diese von Apple, Google, KDE und Nokia entwickelte Rendering-Engine deckt 15% ab. Als bekanntester Vertreter des Restes zählt Firefox<sup>7</sup> sowie weitere mozilla-basierte Browser, welche die Webseiten mit Gecko renderen. Es existieren noch weitaus mehr Renderer, welche aber eine sehr geringe Verbreitung aufweisen. Deswegen sind diese nicht weiter von Belang.

---

<sup>6</sup>Wikipedia, 2024b

<sup>7</sup>Ola und Markus, 2024b

## Kapitel 3

# Existierende Auswahlkomponenten

Hier ist eine Gegenüberstellung der bereits vorhandenen Möglichkeiten zur Darstellung einer Optionsauswahl aufgeführt. Eine Auflistung der möglichen Funktionalitäten zeigt die Grenzen dieser Elemente auf. Dabei spielen die UI- als auch die Interaktions-Unterschiede dieser Komponenten in verschiedenen Browsern eine tragende Rolle.

Als Basis dieser Arbeit dient das Country Select. Weiter existieren bereits die Komponenten Buttons bzw. Links, `select`- und `datalist`-Element. Unter dem Country Select ist das Resultat des Projekt 5 zu verstehen. Die folgende Tabelle 3.1 zeigt einen Vergleich der genannten Möglichkeiten.

Tabelle 3.1: Vergleich der Auswahlmöglichkeiten

Kriterium	Buttons	Select	List	Country Input
Optimale Anzahl Elemente	1 – 3	$7 \pm 2$	$70 \pm 20$	ca. 250
Alternativ-Name	Links	Choice Input	Combo Box	keine
Falsche Auswahl	✗	✗	✓	✗
Multi-Auswahl	✓	✓	✗	✗
Readonly	✓	✗	✓	✗
Disabled	✓	✓	✓	✗
Werte-Typ	Skalar	Skalar	Skalar	Objekt
Interaktions-möglichkeit	sehr begrenzt	gut	gut	gut & konsistent
Aktion bei Symbol-Eingabe	keine	Suche <sup>2</sup>	Filter <sup>1</sup>	Suche <sup>2</sup>
Merkmal	direkter Überblick	fixe Optionen	Eingabehilfe	Speziell für Länderauswahl
Anwendung	Navigationslink, Formularbuttons	Formularfeld mit begrenzter Auswahl	Filterbare Liste, Suchergebnis	Länderauswahl im Formular

<sup>1</sup> Filter: Liste verändern je nach Anzahl passender Werte

<sup>2</sup> Suche: Liste unverändert; Erster zu der Eingabe passender Wert aus der Liste

### 3.1 HTML Datalist vs. Select

Die folgenden Unterkapitel zeigen die Möglichkeiten, welche die HTML-Elemente `input`, `option`, `datalist` und `select` bieten. Zudem zeigen tabellarische Gegenüberstellungen die Unterschiede und Inkonsistenzen dieser in verschiedenen Browsern und Betriebssystemen auf. Hierbei liegt der Fokus mehr auf der Interaktion mit den Komponenten als auf der Darstellung.

### 3.1.1 Option

Die beiden Auswahlkomponenten - `datalist` und `select` - verwenden `option`-Elemente. Die einzelnen Optionen wie in Code 3.1 Zeile 1 besitzen ein `value`-Attribut und einen Inhalt - das Label. Alternativ ist das `label`-Attribut zu nutzen und dafür das Value an die Stelle des Inhalts zu platzieren. Firefox unterstützt diese Variante jedoch nicht. Das Weglassen des `value`- und `label`-Attributes führt dazu, dass beide den Wert innerhalb des öffnenden und schliessenden Tags erhalten.

Code 3.1: Option Example

```
1 <option value="dog"      > Dog   </option>
2 <option label="Cat" selected> cat   </option>
3 <option                disabled> Mouse </option>
```

Das HTML-Element kann das Attribut `disabled` oder `selected` erhalten. Code 3.1 Zeile 2 definiert durch eine `selected` Option den initial ausgefüllten Wert. Dies Attribut funktioniert nur im Zusammenhang mit dem `select`-Container. Bei einem `disabled` Element - wie in Code 3.1 Zeile 3 - erscheint das UI ausgegraut. Dieser Eintrag lässt keine Interaktion zu.

Das Designen von `options`<sup>1</sup> beschränkt sich auf die Text- / Hintergrundfarbe, welche jedoch nur in Firefox funktionieren. Die anderen Browser lassen kein Styling der Auswahl-Elemente zu bzw. zeigen diese nicht an. Es ist nur ein skalarer Text als Inhalt erlaubt. Das bedeutet, keine weiteren Verschachtelung von Elementen sind möglich. Als Eltern-Elemente sind `select`, `optgroup` und `datalist` erlaubt. Alle gängigen Browser unterstützen das `option`-Element.

### 3.1.2 Select

Das `select`-Element speichert Werte durch die einzelnen `option`-Kinder. Eine möglich Anwendung ist in Code 3.2 ersichtlich.

Code 3.2: Disabled Select Example

```
1 <select name="animal" disabled>
2   <option value="dog" > Dog   </option>
3   <option value="cat" > Cat   </option>
4   <option value="mouse"> Mouse </option>
5 </select>
```

Die typischen Attribute für Eingabefelder wie `disabled`, `form`, `name` und `required` sind bei einem `Select` ebenfalls verwendbar. Durch das `disabled` zeigt sich das Element in einer ausgegrauten Erscheinung und bietet dem Nutzer keine Interaktionsmöglichkeiten mehr. Der Container - z.B. `fieldset` - vererbt dieses Attribut weiter an seine Kinder. Die `form`-Eigenschaft definiert das dazugehörige Formular und `name` den Key für das Key-Value Paar bzw. Name des Feldes im Formular. Das `required` erzwingt eine Eingabe, um das Senden des Formulars freizuschalten. Für eine bessere Accessibility benötigt das `Select` eine `id`, um das Label zuweisen zu können. Standardmässig ist für dieses Feld nur eine einzelne Auswahl möglich. Durch die Ergänzung des Attributs `multiple` ist es möglich mehrere Werte zu markieren. Bei einer Vorauswahl mehrerer Listenelemente durch `selected` muss die Komponente ein Multiselect sein. Wenn jedoch bei einem Single-Select mehrere Optionen das `selected`-Attribut enthalten, gilt das zuletzt Definierte als Default. Das `autocomplete` funktioniert wie bei anderen Inputs, indem Vorschläge vom User-Agent-Feature auftauchen. Durch die `autofocus`-Eigenschaft sind Interaktionen mit dem Feld direkt nach dem Laden möglich. Die Definition des `size`-Attributs steuert die Anzahl sichtbarer Elemente, wobei der Default für

<sup>1</sup>contributors, 2023

Single-Selects bei eins und mehrfache Auswahl bei vier liegt. Die in Kapitel **Bekannte Implementationen** definierten Browser unterstützen alle Attribute des Selects - ausser der `size`. Die meisten Mobile-Browser supporten die Grösse nicht.

Abgesehen von der Grösse ist die Umgestaltung des Elements browserunabhängig kaum möglich. Es gibt jedoch aufwendige Wege, den Inhalt zu klonen und durch Wrapper neu zu stylen. In diesem Fall ist es notwendig, die Logik und die Interaktionen für die Accessibility neu zu implementieren. Gewisse Stylings lassen sich anwenden, wobei aber nicht alle Browser diese in der selben Weise übernehmen. Durch die komplexe Struktur des Selects ist eine eigene Darstellung schwierig zu kontrollieren.

Der Inhalt<sup>2</sup> des Elements können `options` oder `optgroup`s sein. Mehr zur `optgroup` kommt im nachfolgenden Unterkapitel. Die ARIA-Rolle gibt der Komponente die Funktion einer Combobox (ohne `size` & `multiple`) oder Listbox.

Die mehrfache Auswahl rein per Tastatur bietet in der Interaktion geringere Möglichkeiten als mit der Maus. Die Maus kann mit gedrückter Cmd (Mac) bzw. Ctrl (Windows) Taste weitere Elemente dazu selektieren. Mit dem Drücken der Shift-Taste lassen sich alle Elemente zwischen der ersten und der letzten Option markieren. Damit sich die zuvor markierte Auswahl nicht aufhebt, ist darauf zu achten, beim Anwenden beider Techniken den Bereich mit Shift zuerst auszuwählen. Für das Markieren mehrerer Werte mittels Tastatur ist es unabdingbar, zuerst zum ersten Element zu navigieren. Mit Shift und den Pfeiltasten hoch und runter ist ein Bereich wählbar. Firefox unterstützt noch die einzelne Mehrfachauswahl über die Tastatur. Auf dem Mac sind die Tastenkombinationen Systembefehle. Daher gibt es keine Alternative als sie zuvor auszuschalten bzw. umzustellen.

## Optgroup

Die `optgroup` dient als Zusatz-Element um in `select`s Optionen zu Gruppieren und mit einem Zwischentitel zu versehen. Der Titel lässt sich durch das `label`-Attribut - wie in Code 3.3 - setzen, ist aber nicht selektierbar.

Code 3.3: Optgroup Example

```

1 <select name="animal">
2   <optgroup label="Big animal">
3     <option value="dog"> Dog </option>
4     <option value="cat"> Cat </option>
5   </optgroup>
6   <optgroup label="Small animal" disabled>
7     <option value="mouse"> Mouse </option>
8     <option value="hamster"> Hamster </option>
9   </optgroup>
10 </select>

```

Das `disabled` ermöglicht das Ausgrauen eines ganzen Blocks von Auswahloptionen. In Code 3.3 ist dies auf Zeile 6 zu sehen. Die Optionen, welche in diesem Element enthalten sind, erben das Attribut. Als Inhalt dienen `option`-Elemente und selbst besitzt es als Eltern-Element ein `select`. Die `optgroup` besitzt die ARIA-Rolle einer Gruppe. Alle Browser unterstützen dieses Element.

### 3.1.3 Datalist

Wie in Code 3.4 ersichtlich besteht die Datalist aus zwei Elementen - einem Input-Feld und einem Daten-Container. Die Datenliste besitzt keine speziellen eigenen Attribute. Das Element benötigt von den globalen Attributen zumindest eine `id`. Die Id dient zur Verknüpfung

<sup>2</sup>contributors, 2024c

der Liste mit dem Input-Feld. Das folgende Unterkapitel **Input** beschreibt das Eingabefeld und dessen Typen im Detail.

Code 3.4: Datalist Example

```
1 <input type="text" name="animal"
2     list="data" placeholder="Animal" />
3 <datalist id="data">
4     <option> Dog </option>
5     <option> Cat </option>
6     <option> Mouse </option>
7 </datalist>
```

Das Stylen der `datalist`<sup>3</sup> ist sehr begrenzt bzw. nicht möglich. Der Daten-Container reagiert nicht auf den Zoom des Browsers. Gewisse Screenreader ignorieren die Vorschlagsliste und lesen diese dadurch auch nicht vor. Das Element erhält die ARIA-Rolle einer Listbox.

Die `options` einer `datalist` besitzen normalerweise nur ein `value`-Attribut und kein Label. Bei einer zusätzlichen Label-Definition kann das je nach Browser zu abweichenden Darstellungen kommen. Während Firefox nur das Label in der Liste anzeigt, visualisieren die anderen Browser das Label und das Value gemeinsam. Die Browser, welche Label und Value anzeigen, heben den Wert ein wenig hervor. – Die Darstellung kann zu Missverständnissen führen, da das Eingabefeld bei einer Auswahl nur das Value anzeigt. Die `options`-Werte können sich dem Typ des Inputs anpassen. Generell unterstützen alle Browser die `datalist`, aber Firefox nur begrenzt.

Nicht alle Browser unterstützen die Datenliste für jeden Eingabe-Typ<sup>4</sup>. Der textuelle Typ funktioniert in allen Browsern und die Liste öffnet sich nach einem Klick bzw. Doppelklick auf das Feld. Vordefinierte Datum- und Zeit-Typen funktionieren nur in den Chromium-basierten Browsern. Firefox und Safari zeigen den normalen Eingabe-Container, als ob die Liste nicht verknüpft ist. Bei der Verwendung einer Liste mit einer Range zeigen alle Browser die Optionen durch Markierungen auf dem Slider an. Die Kombination einer `datalist` mit einer Farbpalette zeigt eine breite, aber unterschiedliche Unterstützung. Unter den gängigen Browsern ist Firefox auf OSX der Einzige, welcher die Liste nicht darstellt. Zusammengefasst bieten für Listen mit den unterschiedlichsten Typen Chromium-basierte Browser die beste Unterstützung.

## Input

Dieser Abschnitt behandelt nur den Teil, welcher im Bezug auf die `datalist` von Belang ist. Das `list`-Attribut verknüpft das Input - in Code 3.4 auf Zeile 1 und 2 - mit den Auswahloptionen der Liste. Bei der Verwendung zusammen mit der `datalist` ist dieses Attribut Pflicht. Dadurch erscheinen die Auswahloptionen während der Bedienung des Input-Feldes.

Dieser Paragraph behandelt die in diesem Kontext für alle Typen geltenden Attribute. Das `autocomplete`-Attribut dient zur Anzeige der Hinweise für das Autofill-Feature der Browser. Das `disabled` schaltet die Interaktionsmöglichkeiten aus und deaktiviert somit die Komponente. Ist das Eingabefeld ausserhalb eines Formulars platziert, kann das Attribut `form` eine Verknüpfung zu einem auf der Seite existierenden Formular herstellen. Im abgesendeten Formular dient die Eigenschaft `name` zur Identifizierung des Wertes im `value`-Attribut. Der Typ des Eingabefeldes - angegeben durch das `type` - definiert welche UI-Erscheinung das Input im Browser erhält und welche Werte zulässig sind. Als Standard-Typ ist `text` definiert, wodurch dieses Attribut optional ist. Mehr zu den für diese Arbeit wichtigen Typen ist im Unterkapitel **Input-Typen mit Datalist-Unterstützung** zu lesen. Die `id` als globale Eigenschaft dient bei den Eingabefeldern zusätzlich noch zur Verknüpfung mit einem Label-Element und somit einer besseren Accessibility.

---

<sup>3</sup>contributors, 2024a

<sup>4</sup>contributors, 2024a



Weiter existieren noch die zwei Attribute **readonly** und **required**, welche bei allen Typen ausser **range** und **color** definiert sind. Durch die Ergänzung der ersten Eigenschaft ist der Wert nicht mehr änderbar, aber es bleibt im Verlauf der fokussierbaren Komponenten enthalten. Das **required** erzwingt eine Eingabe. Die Eigenschaften **min**, **max** und **step** unterstützen die Konfiguration der numerischen Typen<sup>5</sup>. Die ersten beiden begrenzen die Werte auf einen Bereich oder ein Intervall. Mit **step** lässt sich die Grösse eines Schrittes einstellen. Die textlichen Felder<sup>6</sup> besitzen die Attribute **maxlength**, **minlength**, **pattern** und **size**. Diese Texttypen zusammen mit **number** können durch **placeholder** einen Platzhaltertext erhalten. Die Min- und Max-Länge schränken die Textlänge der Eingabe ein. Die Vorgabe eines Regex-Musters im **pattern**-Attribut kann die Eingabe weiter eingrenzen. Das Formular validiert die Felder vor dem Senden anhand des Patterns und markiert fehlerhafte Einaben als invalide. Gewisse Typen - wie z.B. **url**, **tel** und **email** - haben bereits eine Pattern hinterlegt. Mit **size** lässt sich die Grösse bzw. Anzahl sichtbarer Zeichen angeben. Weitere Informationen zum Styling eines Input-Feldes stehen im Unterkapitel **CSS für Input-Felder**.

Das Input besteht aus einem selbst-schliessenden Tag. Die ARIA-Rolle ist vom Typ abhängig und kann als Textbox, Combobox, Spinbutton, Slider, Searchbox, Telbox oder keiner speziellen Rolle zugeordnet sein. In den hier erwähnten Möglichkeiten der Komponente existiert eine grossflächige Browserunterstützung. Die einzigen Ausnahmen beziehen sich auf die Typen **week** und **month**, welche im Firefox und Safari nicht funktionieren.

### Input-Typen mit Datalist-Unterstützung

Bei den textuellen Typen<sup>7</sup> existieren **text**, **search**, **number**, **email**, **url** und **tel**. Diese Typen erscheinen mehr oder weniger als normales, einzeiliges Texteingabefeld. Die ersten zwei der Auflistung verwalten einen Text ohne spezielle Anforderungen. Der Typ **number** dient zum Speichern der Werte als Zahlen und zeigt dies durch die Ergänzung zweier Buttons im UI-Feld. Die letzten drei Typen sind Textfelder, welche bereits ein passendes Pattern für E-Mail, URL oder Telefonnummer hinterlegt haben. Zudem zeigen diese Felder bei dynamischen Tastaturen eine der Situation angepasstes Layout<sup>8</sup>. Typen in der Kategorie Date-Time sind **month**, **week**, **date**, **time** und **datetime-local**.

Bei einer ungefähren Eingabe einer Zahl auf einem Intervall bietet sich **range** an. Im UI zeigt sich diese Komponente als Slider, wobei sich der Standard Wert in der Mitte findet. Zur Festlegung der Limiten dienen **min** und **max**. Für eine Farbauswahl kann der Typ **color** zur Anwendung kommen. Die gängigen Browser zeigen nach dem Aufklappen Farbpaletten, welche sich aber in der Darstellung unterscheiden. Firefox beispielsweise greift auf die vom System gestellte Farbpalette zurück, wo Chromium-basierte Browser eine Eigene bieten.

### CSS für Input-Felder

Bei einem Input<sup>9</sup> bestehen mehrere Möglichkeiten dieses umzugestalten.

Es existieren eigene CSS-Pseudo-Klassen, wobei die folgende Aufzählung nur einen Ausschnitt aufzeigt.

- **:enabled** bzw. **:disabled** - reagiert auf das **disabled**-Attribut
- **:read-write** bzw. **:read-only** - reagiert auf das **readonly**-Attribut
- **:valid** bzw. **:invalid** - reagiert beim Abschicken des Formulars auf die Client-Side Validität<sup>10</sup> des Felds

---

<sup>5</sup>**date, month, week, time, datetime-local, number, range**

<sup>6</sup>in diesem Zusammenhang: **text, search, url, tel, email, password**

<sup>7</sup>contributors, 2024a

<sup>8</sup>z.B.: **@** und **.** ist bei **email** immer sichtbar, oder bei **tel** sind die Zahlen besser dargestellt

<sup>9</sup>contributors, 2024b

- `:user-invalid` - reagiert beim Verlassen des Inputs auf die Client-Side Validität des Felds
- `:in-range` bzw. `:out-of-range` - reagiert auf das `min`- und `max`-Attribut
- `:optional` bzw. `:required` - reagiert auf das `required`-Attribut
- `:blank` - reagiert wenn ein Feld leer ist

Weiter gibt es noch das Pseudo-Element `::placeholder`, welches das Stylen des Platzhalters erlaubt. Das CSS-Property `caret-color` färbt den Cursor<sup>11</sup> in Inputs um. Im Gegensatz zur `datalist` und dem `select` lässt sich das normale Eingabefeld relativ gut designen.

---

<sup>10</sup>Einhaltung der Regeln für das Input - z.B. ein gegebenes **pattern**

<sup>11</sup>blinkender Strich in einem Eingabefeld

## 3.2 Browser-Inkonsistenzen

Die Komponenten Select & Datalist variieren in der Ansicht als auch in der Interaktion. Die Unterschiede sind system-, browser- und komponentenabhängig. Nachfolgend sind die Inkonsistenzen genauer erläutert.

### 3.2.1 UI Unterschiede

Das Select ist in der geschlossenen Form auf der rechten Seite immer mit mindestens einem Pfeil nach unten ausgestattet. Safari (OSX und iOS) verwendet als Icon einen Doppelpfeil (nach oben und unten). Firefox zeigt das Feld in grau, während alle anderen Browser einen weissen Hintergrund verwenden. Safari auf iOS stellt die Komponente ohne Rahmen dar und deswegen ist der Hintergrund in einem hellen Grau gehalten. Die geöffnete Liste ist bei Firefox als einziges relativ konsistent. Sie erscheint in einem mittel- bis hellgrauen Container. Die anderen Browser sind einstellungsabhängig und zeigen den Container weiss oder dunkelgrau an. Je nach Anzahl der enthaltenen Elemente erscheint die Liste darunter (darüber) oder überdeckt den Container des ausgewählten Wertes. Am Wenigsten lässt sich das Element in Safari stylen.

Da nicht jeder Browser ein Icon anzeigt, ist die Datalist weniger konsistent. Safari (Mac) und Firefox stellen keinen visuellen Hinweis auf einen Listen-Container dar. Safari auf iOS zeigt hingegen in jedem Fall - bezogen auf den textuellen Typ - einen nach unten zeigenden Pfeil an. Andere Browser blenden auf der rechten Seite beim Hovern oder beim Besitzen des Fokus das Icon (Dreieck nach unten zeigend) ein. Bei Firefox unterscheidet sich das Öffnen der Liste ebenfalls. Wenn das Feld den Fokus noch nicht besitzt, benötigt es zwei Klicks. Die anderen Browser lassen die Liste bereits beim ersten Klick erscheinen. Die Liste selbst verhält sich je nach Browser und Inhalt verschieden, indem sie seitlich oder darunter (darüber) erscheint. Die Übernahme des Dark- bzw. Light-Modes als Container-Farbe hängt vom Browser und dem Anwendungskontext ab. Die Liste überdeckt das Eingabefeld nie.

Ein Blick auf die mobilen Browser wie iOS-Safari, Android-Firefox und -DuckDuckGo zeigen weitere UI-Unterschiede. Im Vergleich zu den Desktop-Version zeigen sich die geöffneten Selects auf Android für eine bessere Bedienbarkeit in einem anderen Design. Die Liste öffnet sich als Dialog-Popup und füllt je nach Anzahl der Werte fast den kompletten Display aus. Das selektierte Element besitzt einen ausgefüllten Radio-Button auf der rechten Seite. Auf iOS-Browser erhält die ausgewählte Option auf der linken Seite ein Check-Icon (✓). Der Listen-Container erscheint ähnlich zum OSX-Browser als Dropdown-Liste. Nach einer Auswahl schliessen die mobilen Selects automatisch.

Die Datalist zeigt ihren Inhalt nur bei der Interaktion mit Pfeil auf der rechten Seite. Abgesehen von der Grösse der einzelnen Einträge für die Bedienbarkeit unterscheiden diese sich kaum von den Desktop-Versionen. Die Selektionen erscheinen gegenüber der anderen Optionen in keinem speziellen Design.

Die nachfolgenden Abschnitte **3.2.2** bis **3.2.6** beschreiben die möglichen Interaktionen. Die Tabellen stellen das Datalist, Single- als auch Multiselect einander gegenüber. Im Anschluss an die Gegenüberstellungen der diversen Browser weist das Kapitel **Fazit** detaillierter auf die Inkonsistenzen hin.

### 3.2.2 Edge Browser

Die folgende Tabelle 3.2 zeigt den Vergleich der typischen Integrationen zwischen Datalist, Single- und Multiselect in Edge auf Windows.

Tabelle 3.2: Vergleich Interaktion Datalist & Select in Edge (Windows)

Kriterium	Datalist	Select	Multiselect
	geschlossen offen	geschlossen offen	
↑ / ↓	Liste öffnen Highlight ändern	Wert ändern Wert ändern	Wert ändern
← / →	Cursor bewegen <sup>1</sup> Cursor bewegen <sup>1</sup>	Wert ändern -	-
Buchstaben	Schreiben, Liste gefiltert öffnen <sup>2</sup>	Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern	Auswahl aufheben, Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern
	Schreiben, Liste filtern <sup>2</sup>	Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern	
Leerschlag	Schreiben, Liste gefiltert öffnen <sup>2</sup>	Liste öffnen	-
	Schreiben, Liste filtern <sup>2</sup>	-	
Backspace	Symbol löschen, Liste gefiltert <sup>2</sup> öffnen (wenn Feld nicht leer)	-	-
	Symbol löschen, Liste filtern <sup>2</sup>	-	
Esc	-	-	-
	Liste schliessen	Liste schliessen	
Enter	Formular senden / ohne Form nichts	Liste öffnen	-
	Highlight wählen / ohne Highlight Form senden	Wert wählen, Liste schliessen	
Tab	Input-Feld verlassen	Input-Feld verlassen	-
	Input-Feld verlassen	Liste schliessen	
PageUp / PageDown	Fenster scrollen Wert an View-Start / -Ende dann seitenweise highlighten	Jeden 3. Wert wählen Wert an View-Start / -Ende dann seitenweise wählen	Wert an vorheriger / nächster <i>size</i> <sup>4</sup> -1 Stelle wählen
Home / End	Wert von Listen-Anfang / -Ende highlighten	Erster / letzter Wert wählen	Erster / letzter Wert wählen
	Wert von Listen-Anfang / -Ende highlighten	Erster / letzter Wert wählen	
Scroll	Browser-Default <sup>5</sup> <i>Aussen</i> : Liste bleibt <b>fixed</b> offen <i>Innen</i> : Werte bewegen ohne Highlight zu ändern	Browser-Default <sup>5</sup> <i>Aussen</i> : Liste schliessen <i>Innen</i> : Werte bewegen ohne Highlight zu ändern	<i>Innen</i> : Werte bewegen ohne Highlight / Wert zu ändern
Hover	-	UI-Anpassung	-
	Highlight ändern	Highlight ändern	
Click	Liste öffnen	Liste öffnen	Auswahl aufheben, Wert wählen
	Wert wählen	Wert wählen, Liste schliessen	
Ctrl & Z (Undo)	Undo im Input	-	-
	Undo im Input	-	
Ctrl & Y (Redo)	Redo im Input	-	-
	Redo im Input	-	

<sup>1</sup> Blinkender Strich in einem Eingabefeld

<sup>2</sup> Filter: Input-Begriffe *and*-verknüpft enthalten; Liste verändern je nach Anzahl passender Werte

<sup>3</sup> Suche: Erster zu der Eingabe passender Wert aus der Liste, wenn Eingabe nicht passend ⇒ letzter noch übereinstimmender Wert; Liste unverändert; nach Pause / Debounce-Ablauf ⇒ neue Suche

<sup>4</sup> Wert von dem *size*-Attribut

<sup>5</sup> Gleiche Aktion wie wenn die Komponente nicht fokussiert ist; Aktion vom Browser bzw. Betriebssystem vorgegeben

Auf Windows verhält sich Edge sehr ähnlich wie Chrome, da die Codebasis beider Browser Chromium ist.

### 3.2.3 Chrome Browser

Die Gegenüberstellung 3.3 beschreibt die bekannten Bedienungsmöglichkeiten der drei existierenden Auswahlkomponenten in Chrome. Dabei spielt das System (Windows oder Mac) nur bei der Aktion auf der Tastenkombination und nicht bei der Reaktion eine Rolle.

Tabelle 3.3: Vergleich Interaktion Datalist & Select in Chrome (Mac / Windows)

Kriterium	Datalist	Select	Multiselect
	geschlossen offen	geschlossen offen	
↑ / ↓	Liste öffnen	Wert ändern	Wert ändern
	Highlight ändern	Wert ändern	
← / →	Cursor bewegen <sup>1</sup>	Wert ändern	-
	Cursor bewegen <sup>1</sup>	-	
Buchstaben	Schreiben, Liste gefiltert öffnen <sup>2</sup>	Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern	Auswahl aufheben, Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern
	Schreiben, Liste filtern <sup>2</sup>	Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern	
Leerschlag	Schreiben, Liste gefiltert öffnen <sup>2</sup>	Liste öffnen	-
	Schreiben, Liste filtern <sup>2</sup>	-	
Backspace	Symbol löschen, Liste gefiltert <sup>2</sup> öffnen (wenn Feld nicht leer)	-	-
	Symbol löschen, Liste filtern <sup>2</sup>	-	
Esc	-	-	-
	Liste schliessen	Liste schliessen	
Enter	Formular senden / ohne Form nichts	Liste öffnen	-
	Highlight wählen / ohne Highlight Form senden	Wert wählen, Liste schliessen	
Tab	Input-Feld verlassen	Input-Feld verlassen	-
	Input-Feld verlassen	Liste schliessen	
PageUp / PageDown	Fenster scrollen	Jeden 3. Wert wählen	Wert an vorheriger / nächster <i>size</i> <sup>4</sup> - 1 Stelle wählen
	Wert an View-Start / -Ende dann seitenweise highlighten	Wert an View-Start / -Ende dann seitenweise wählen	
Home / End	Wert von Listen-Anfang / -Ende highlighten	Erster / letzter Wert wählen	Erster / letzter Wert wählen
	Wert von Listen-Anfang / -Ende highlighten	Erster / letzter Wert wählen	
Scroll	Browser-Default <sup>5</sup> <i>Aussen:</i> Liste bleibt <b>fixed</b> offen <i>Innen:</i> Werte bewegen ohne Highlight zu ändern	Browser-Default <sup>5</sup> <i>Aussen:</i> Liste schliessen <i>Innen:</i> Werte bewegen ohne Highlight ändern	<i>Innen:</i> Werte bewegen ohne Highlight / Wert zu ändern
	-	UI-Anpassung	
Hover	Highlight ändern	Highlight ändern	-
	-	-	
Click	Liste öffnen	Liste öffnen	Auswahl aufheben, Wert wählen
	Wert wählen	Wert wählen, Liste schliessen	
Ctrl & Z (Undo)	Undo im Input	-	-
	Undo im Input	-	
Ctrl & Y (Redo)	Redo im Input	-	-
	Redo im Input	-	

<sup>1</sup> Blinkender Strich in einem Eingabefeld

<sup>2</sup> Filter: Input-Begriffe *and*-verknüpft enthalten; Liste verändern je nach Anzahl passender Werte

<sup>3</sup> Suche: Erster zu der Eingabe passender Wert aus der Liste, wenn Eingabe nicht passend ⇒ letzter noch übereinstimmender Wert; Liste unverändert; nach Pause / Debounce-Ablauf ⇒ neue Suche

<sup>4</sup> Wert von dem *size*-Attribut

<sup>5</sup> Gleiche Aktion wie wenn die Komponente nicht fokussiert ist; Aktion vom Browser bzw. Betriebssystem vorgegeben

Auf dem Mac verhält sich Chrome ähnlich wie auf Windows, Designaspekte können sich unterscheiden.

### 3.2.4 Firefox Browser

Die nachfolgende Aufstellung 3.4 zeigt die Reaktionen auf gewisse Benutzerinteraktion in Firefox.

Tabelle 3.4: Vergleich Interaktion Datalist & Select in Firefox (Mac / Windows)

Kriterium	Datalist	Select	Multiselect
	geschlossen offen	geschlossen offen	
↑ / ↓	Liste öffnen Highlight ändern	Wert ändern Wert ändern	Wert ändern
← / →	Cursor bewegen <sup>1</sup> Cursor bewegen <sup>1</sup> / Highlight wählen	Wert ändern -	Wert ändern
Buchstaben	Schreiben, Liste gefiltert öffnen <sup>2</sup>	Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern	Auswahl aufheben, Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern
	Schreiben, Liste filtern <sup>2</sup>	Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern	
Leerschlag	Schreiben, Liste gefiltert öffnen <sup>2</sup>	Liste öffnen	-
	Schreiben, Liste filtern <sup>2</sup>	-	
Backspace	Symbol löschen, Liste gefiltert <sup>2</sup> öffnen (wenn Feld nicht leer)	-	-
	Symbol löschen, Liste filtern <sup>2</sup>	-	
Esc	-	-	-
	Liste schliessen	Liste schliessen	
Enter	Formular senden / ohne Form nichts	-	-
	Highlight wählen / ohne Highlight Form senden	Wert wählen, Liste schliessen	
Tab	Input-Feld verlassen	Input-Feld verlassen	Input-Feld verlassen
	Input-Feld verlassen	Liste schliessen	
PageUp / PageDown	Liste öffnen	Jeden 20. Wert wählen	Wert an nächster View-Höhe wählen
	Wert an View-Start / -Ende dann seitenweise highlighten	Wert an View-Start / -Ende dann seitenweise wählen	
Home / End	Wert von Listen-Anfang / -Ende highlighten	Erster / letzter Wert wählen	Erster / letzter Wert wählen
	Wert von Listen-Anfang / -Ende highlighten	Erster / letzter Wert wählen	
Scroll	Browser-Default <sup>4</sup>	Browser-Default <sup>4</sup>	Innen: Werte bewegen ohne Highlight / Wert zu ändern
	Aussen: Liste schliessen Innen: Werte bewegen, Highlight ändert am Ende	Aussen: Liste schliessen Innen: Werte bewegen ohne Highlight zu ändern	
Hover	UI-Anpassung	-	-
	Highlight ändern	Highlight ändern	
Click	Liste öffnen	Liste öffnen	Auswahl aufheben, Wert wählen
	Wert wählen	Wert wählen, Liste schliessen	
Ctrl & Z (Undo)	Undo im Input	-	-
	Undo im Input	-	
Ctrl & Y (Redo)	Redo im Input	-	-
	Redo im Input	-	

<sup>1</sup> Blinkender Strich in einem Eingabefeld

<sup>2</sup> Filter: Leerschlag als normales Symbol gezählt; Liste verändern je nach Anzahl passender Werte

<sup>3</sup> Suche: Erster zu der Eingabe passender Wert aus der Liste, wenn Eingabe nicht passend ⇒ letzter noch übereinstimmender Wert; Liste unverändert; nach Pause / Debounce-Ablauf ⇒ neue Suche

<sup>4</sup> Gleiche Aktion wie wenn die Komponente nicht fokussiert ist; Aktion vom Browser bzw. Betriebssystem vorgegeben

Wie auch auf Windows zeigt Firefox auf dem Mac konsistentes Verhalten, jedoch mit typischen OSX Designanpassungen. Die Interaktions-Feedbacks auf Mac können sich leicht von der Windows-Version unterscheiden.

### 3.2.5 Safari Browser

Die Tabelle 3.5 stellt die Interaktion der Datalist die der beiden Selects in Safari auf Mac einander gegenüber.

Tabelle 3.5: Vergleich Interaktion Datalist & Select in Safari (Mac)

Kriterium	Datalist	Select	Multiselect
	geschlossen offen	geschlossen offen	
↑ / ↓	- Highlight ändern	Liste öffnen Highlight ändern	Wert ändern
← / →	Cursor bewegen <sup>1</sup> Cursor bewegen <sup>1</sup>	- -	-
Buchstaben	Schreiben, Liste gefiltert öffnen <sup>2</sup> Schreiben, Liste filtern <sup>2</sup>	Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern Highlight auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern	Auswahl aufheben, Wert auf Suchergebnis <sup>3</sup> ändern
Leerschlag	Schreiben, Liste gefiltert öffnen <sup>2</sup> Schreiben, Liste filtern <sup>2</sup>	Liste öffnen Wert wählen	-
Backspace	Symbol löschen, Liste gefiltert öffnen <sup>2</sup> Symbol löschen, Liste filtern <sup>2</sup>	- Highlight zu oberstem Wert	-
Esc	- -	- Liste schliessen	-
Enter	Formular senden / ohne Form nichts Highlight wählen, Liste schliessen	- Wert wählen, Liste schliessen	-
Tab	Input-Feld verlassen Input-Feld verlassen	Input-Feld verlassen -	-
PageUp / PageDown (fn & ↑ / ↓)	Fenster scrollen Fenster scrollen	Fenster scrollen Erster / letzter Wert wählen	Wert an vorheriger / nächster <i>size</i> <sup>4</sup> - 1 Stelle wählen
Home / End (fn & ← / →)	Fenster scrollen Fenster scrollen	Fenster scrollen Erster / letzter Wert wählen	Erster / letzter Wert wählen
Scroll	Browser-Default <sup>5</sup> <i>Aussen</i> : Liste schliessen <i>Innen</i> : Werte bewegen ohne Highlight zu ändern	Browser-Default <sup>5</sup> <i>Aussen</i> : - <i>Innen</i> : Werte bewegen, Highlight ändern	<i>Innen</i> : Werte bewegen ohne Highlight / Wert zu ändern
Hover	- -	- Highlight ändern	-
Click	Liste öffnen Wert wählen	Liste öffnen Wert wählen, Liste schliessen	Auswahl aufheben, Wert wählen
Cmd & Z (Undo)	Browser-Default <sup>5</sup> Browser-Default <sup>5</sup>	Browser-Default <sup>5</sup> Browser-Default <sup>5</sup>	Browser-Default <sup>5</sup>
Cmd & Shift & Z (Redo)	Browser-Default <sup>5</sup> Browser-Default <sup>5</sup>	Browser-Default <sup>5</sup> Browser-Default <sup>5</sup>	Browser-Default <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Blinkender Strich in einem Eingabefeld

<sup>2</sup> Filter: Leerschlag als normales Symbol gezählt; Liste verändern je nach Anzahl passender Werte

<sup>3</sup> Suche: Erster zu der Eingabe passender Wert aus der Liste, wenn Eingabe nicht passend ⇒ sortiert nachfolgender Wert; Liste unverändert; nach Pause / Debounce-Ablauf ⇒ neue Suche

<sup>4</sup> Wert von dem *size*-Attribut

<sup>5</sup> Gleiche Aktion wie wenn die Komponente nicht fokussiert ist; Aktion vom Browser bzw. Betriebssystem vorgegeben

Safari tendiert dazu, ein minimalistisches Design zu verwenden, was sich in der Darstellung von Dropdowns und Comboboxen widerspiegelt. Dieser Browser verwendet Designelemente wie Schatten und Ränder in anderer Form als Chrome und Firefox. Das Select zeigt

die grössten Unterschiede im UI.



### 3.2.6 Browser auf Android & iOS

Der Vergleich der Tabellen 3.6 und 3.7 zeigt, dass auf dem selben Android-Gerät Abweichungen existieren. Nicht alle Bedienungsmöglichkeiten führen zur selben Reaktion.

Tabelle 3.6: Vergleich Interaktion Datalist & Select in Firefox (Android, mobile)

Kriterium	Datalist	Select	Multiselect
	geschlossen offen	geschlossen offen	geschlossen offen
Buchstaben	Schreiben	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>
	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>
Leerschlag	Schreiben	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>
	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>
Backspace	Symbol löschen	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>
	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>
Enter	Formular senden / ohne Form nichts	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>
	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>1</sup>
Scroll	Browser-Default <sup>2</sup>	Browser-Default <sup>2</sup>	Werte bewegen
	-	<i>Innen:</i> Werte bewegen ohne Änderung	<i>Innen:</i> Werte bewegen
Click	-	Liste öffnen	Liste öffnen
	-	<i>Innen:</i> Wert wählen, Liste schliessen	<i>Innen:</i> Wert wählen / abwählen

<sup>1</sup> Virtuelle Tastatur ist nicht sichtbar, somit kann Interaktion nicht stattfinden

<sup>2</sup> Gleiche Aktion wie wenn die Komponente nicht fokussiert ist; Aktion vom Browser bzw. Betriebssystem vorgegeben

Tabelle 3.7: Vergleich Interaktion Datalist & Select in DuckDuckGo (Android, mobile)

Kriterium	Datalist	Select	Multiselect
	geschlossen offen	geschlossen offen	geschlossen offen
Buchstaben	Schreiben, Liste gefiltert öffnen <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
	Schreiben, Liste filtern <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
Leerschlag	Schreiben, Liste gefiltert öffnen <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
	Schreiben, Liste filtern <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
Backspace	Symbol löschen, Liste gefiltert <sup>1</sup> öffnen (wenn Feld nicht leer)	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
	Symbol löschen, Liste filtern <sup>1</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
Enter	Formular senden / ohne Form zum nächsten Feld springen	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
	Formular senden / ohne Form zum nächsten Feld springen	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
Scroll	Browser-Default <sup>3</sup>	Browser-Default <sup>3</sup>	Browser-Default <sup>3</sup>
	<i>Aussen:</i> Liste bleibt offen <i>Innen:</i> Werte bewegen	<i>Innen:</i> Werte bewegen	<i>Innen:</i> Werte bewegen
Click	<i>in Feld:</i> - <i>Pfeil:</i> Liste gefiltert öffnen <sup>1</sup>	Liste öffnen	Liste öffnen
	<i>Innen:</i> Wert wählen, Liste schliessen <i>Aussen:</i> Liste schliessen	<i>Innen:</i> Wert wählen, Liste schliessen	<i>Innen:</i> Wert wählen / abwählen

<sup>1</sup> Filter: Leerschlag als normales Symbol gezählt; Liste verändern je nach Anzahl passender Werte; nicht scrollbar

<sup>2</sup> Virtuelle Tastatur ist nicht sichtbar, somit kann Interaktion nicht stattfinden

<sup>3</sup> Gleiche Aktion wie wenn die Komponente nicht fokussiert ist; Aktion vom Browser bzw. Betriebssystem vorgegeben

Tabelle 3.8: Vergleich Interaktion Datalist &amp; Select in Safari (iOS, mobile)

Kriterium	Datalist	Select	Multiselect
	geschlossen offen	geschlossen offen	geschlossen offen
Buchstaben	Schreiben	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
Leerschlag	Schreiben	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
Backspace	Symbol löschen	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
Enter	Formular senden / ohne Form nichts	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>	nicht möglich <sup>2</sup>
Scroll	Browser-Default <sup>2</sup> <i>Aussen</i> : Liste schliessen <i>Innen</i> : Werte bewegen ohne Änderung	Browser-Default <sup>2</sup> <i>Aussen</i> : - <i>Innen</i> : Werte bewegen ohne Änderung	Browser-Default <sup>2</sup> <i>Aussen</i> : Browser-Default <sup>2</sup> <i>Innen</i> : Werte bewegen ohne Änderung
	<i>Pfeil</i> : Liste gefiltert öffnen <sup>3</sup>	Liste öffnen	Liste öffnen
Click	Wert wählen, Liste schliessen	Wert wählen, Liste schliessen	<i>Aussen</i> : Liste schliessen <i>Innen</i> : Wert wählen / abwählen
Schütteln (Undo / Redo)	iOS-Default <sup>4</sup>	-	-
	iOS-Default <sup>4</sup>	-	-

<sup>1</sup> Virtuelle Tastatur ist nicht sichtbar, somit kann Interaktion nicht stattfinden

<sup>2</sup> Gleiche Aktion wie wenn die Komponente nicht fokussiert ist; Aktion vom Browser bzw. Betriebssystem vorgegeben

<sup>3</sup> Filter: Leerschlag als normales Symbol gezählt; Liste verändern je nach Anzahl passender Werte

<sup>4</sup> Rückgängig bzw. Wiederholen, wenn zuvor im Feld etwas getippt wurde; nur Wert wählen  $\Rightarrow$  keine Aktion

Wie in den Tabellen 3.6 bis 3.8 zu sehen ist, erlauben Mobilgeräte weniger Interaktionen als Desktop-Computer. Zum einen stellen die verschiedenen virtuellen Tastaturen eine geringere Auswahl an Interaktionen an. Auf der anderen Seite öffnet sich die virtuelle Tastatur nicht in jeder Situation. In Bezug auf die Komponenten Select und Datalist öffnet sich die dynamische Eingabemöglichkeit nur durch das Input der Datalist. Dies ist der Grund, wieso in den drei oben dargestellten Tabellen keine Tastatur-Interaktionen bei Selects möglich sind. Die Unterschiede bei der Datalist entstehen dadurch, dass nicht jeder mobile Browser die Liste bei Tastatur-Eingaben offen lässt bzw. öffnet. Dadurch erklären sich die unterschiedlichen Verhaltensweisen, welche in den Tabellen ersichtlich sind.

Die Touch-Bedienungen auf der Datalist weisen kaum eine Übereinstimmung auf. Das Scrollen als auch das Klicken verhalten sich bei den ausgewählten Mobile-Browsern Safari, Firefox und DuckDuckGo unterschiedlich. Das Select zeigt sich in der Interaktion mit dem Finger konsistenter.

### 3.2.7 Fazit

Generell ändern sich in Bezug auf Design und Interaktionsmechanismen die Verhaltensweisen der Standardkomponenten in den verschiedenen Browsern. Hierbei spielen das betriebssystemspezifische Styling und die individuellen Implementierungen der Browser eine Rolle. Die Grundfunktionen zeigen sich ähnlich, wobei etwaige Unterschiede oft in der visuellen Darstellung und in Details der Interaktion (z.B. beim Öffnen der Dropdowns oder der Navigation innerhalb der Listen) liegen. Für eine optimale Benutzererfahrung ist die Konsistenzprüfung unabdingbar. Es ist die Sicherstellung, dass Webanwendungen über verschiedene Plattformen und Browser hinweg einheitlich funktionieren. Das Verhalten kann je nach Browserversion und Betriebssystem variieren. Die Analyse der Tabellen unterstreicht, dass trotz grundlegender Übereinstimmungen in der Funktionsweise von Komponenten wie Datalist und Select, die optische Darstellung und bestimmte Interaktionsdetails je nach Betriebssystem und Browser variieren. Insbesondere sind solche Unterschiede in der Bedienung mit Tastaturkürzeln wie Cmd/Ctrl und der Visualisierung von Navigationspfeilen oder Scroll-Verhaltensweisen sichtbar. Diese Erkenntnisse fordern eine sorgfältige Abstimmung und eventuelle Anpassungen im Designprozess, um eine einheitliche Benutzererfahrung sicherzustellen.

## 3.3 Länderauswahl Komponente

**TODO**

## 3.4 Anwendungsfälle

Die existierenden Auswahlkomponenten finden in vielen Webapplikationen Anwendung. Das bekannteste Beispiel eines Selects ist die Auswahl des Geschlechts. Diese Verwendung ist abgesehen vom Design unproblematisch. Ein anderer Anwendungsfall ist die Auswahl eines Jahres oder Geburtstags mit drei Selects. Das Ausfüllen dieser Situation gestaltet sich schon unangenehmer. Dies liegt daran, dass die Suche nach dem gewünschten Wert besonders beim Jahr eher lange dauern kann. Besonders mühsam gestaltet sich für Nutzer die Suche nach dem Herkunfts- bzw. Zielland aus einer Liste von ca. 250 weltweit. Aber auch den Wohn- oder Destinationsort aus mehreren 100 bis 1'000 (je nach Anwendungsgebiet) auswählen zu müssen, ist sehr zeitaufwendig. Die Datalist mit der eingebauten Filterfunktion bietet auf den ersten Blick eine angenehmere Anwendung. Das Problem ist jedoch, dass in den meisten Fällen eigene Eingaben unerwünscht sind. Als ebenfalls schlechte Alternative bietet sich das Select als Auswahlkomponente an. Damit zieht sich die Suche nach einem bestimmten Wert in die Länge - speziell wenn die Optionen nicht in alphabetischer Reihenfolge vorliegen. Selbst die Zuhilfenahme der Select-Suche<sup>12</sup> ist nicht in jeder Situation hilfreich. Ein weiteres Anwendungsgebiet findet sich in gewissen Webshop bei den Filter- und Sortierfunktionen wieder. Die Komponente zeigt sich unter anderem bei der Auswahl einer Grösse, Farbe oder Kategorie. In diesem Beispiel können viele Optionen bzw. Werte ohne klare Reihenfolge in einer Liste auftauchen. Dies führt dazu, dass das Auffinden des gewünschten Werts eher schwer fällt. All die oben genannten und noch weitere Fälle zeigen verschiedene Probleme auf. Die neue Komponente ermöglicht es, die unangenehmen Situationen aufzulösen. Mehr Informationen dazu ist im nachfolgenden Kapitel zu lesen.

---

<sup>12</sup>Durch das Drücken der Anfangsbuchstaben des gesuchten Werte springt die Selektion zur passenden Option

# Kapitel 4

## Neue Auswahlkomponenten

Dieses Kapitel beschreibt die Bausteine der neuen Komponente in verschiedenen Ebenen. Als erstes zeigt das Design die visuelle Darstellungsmöglichkeiten über die getroffene Auswahl bis hin zu den Prototypen. Dazu gesellen sich das Interaktionsdesign als auch die Umsetzung des Designs. Darauf folgend findet sich die Definition der Interaktion mit der Maus als auch der Tastatur. Die für einen stabilen Code wichtigen Regeln und Prinzipien sind ebenfalls festgelegt. Die Anwendung diverser Patterns führt zu einer klaren Struktur und hoher Wiederverwendbarkeit. Als spezielles Element in der View zählt der Dropdown Container, welcher sich unterschiedlich implementieren lässt. Für ein angenehmes Nutzerfeeling spielt eine gute Performance eine tragende Rolle. Dies zeigen auch die ausgeführten User Tests mit Endanwendern als auch Programmierern. Automatisierte Tests für jede Komponente beweisen eine gute Codequalität.

### 4.1 Design

Der Fokus liegt darauf, eine konsistente und ansprechende Benutzererfahrung zu schaffen, die sich über alle modernen Browser hinweg hält.

#### 4.1.1 Designansatz

Das Design der neuen Auswahlkomponente ist stark vom Kolibri-Designsystem inspiriert, jedoch mit einigen Anpassungen, um die Lesbarkeit und Benutzerfreundlichkeit zu optimieren. Das Designsystem bietet bereits ein umfassendes Set von Richtlinien und Komponenten, die es ermöglichen, Anwendungen einheitlich und benutzerfreundlich zu gestalten.

#### 4.1.2 Mögliche Designoptionen eines Elements & deren Wahl

Elemente lassen sich durch diverse Eigenschaften stylen. Die Anpassung der Hintergrundfarbe fällt am schnellsten ins Auge. Diese ist hell zu gestalten, damit der Kontrast zur dunklen Default-Schriftfarbe erhalten bleibt. Der Rahmen bietet eine weitere Designmöglichkeit. Seine Farbe, Dicke oder Struktur kann variieren. Eine andere Alternative ist nur eine Seite des Rahmens zu verwenden. Als Beispiel dafür gilt der sogenannte Spiegelstrich, welcher auf der linken Seite platziert ist. Für eine gute Erkennbarkeit sollte die Färbung rund um den Rahmen in einer eher dunklen Schattierung Anwendung finden. Als weitere Style-Eigenschaften bietet sich Änderungen der Schrift an. Bei der Farbe ist der Kontrast zu beachten, weswegen eine eher Dunkle zu wählen ist. Alternativ lässt sich die Dicke, Schriftart, Neigung, Grösse oder Dekoration ändern. All diese Style-Anpassungen lassen sich auf unterschiedliche Art und Weise kombinieren.

Bei den Farben existiert eine grosse Bandbreite. Da Kolibri bereits ein Designsystem besitzt, schränkt sich die Menge ein. Unter den vorhandenen Farbwerten, bieten sich die Folgenden am besten an:

- Kolibri-Light/Yellow/100 → helles Weiss-Gelb
- Kolibri-Light/Yellow/300 (`-kb-color-select`) → helles Gelb
- Kolibri-Light/Warning/`-kb-warning-dark` → dunkles Gelb
- Kolibri-Light/Danger/`-kb-danger-accent` (`-kolibri-color-accent`) → mittleres Rosa
- Kolibri-Light/Success/`-kb-success-accent` → mittleres Grün
- Kolibri-Light/Success/`-kb-success-light` → helles Grün
- Kolibri-Light/Primary/`-kb-primary-accent` → mittleres Violett
- Kolibri-Light/Primary/`-kb-primary-light` → helles Violett
- Kolibri-Light/Secondary/`-kb-secondary-accent` → mittleres Blau
- Kolibri-Light/Secondary/`-kb-secondary-light` → helles Blau
- Kolibri-Light/Monochrome/`-kb-color-body` → mittleres Grau
- Kolibri-Light/Monochrome/`-kb-color-line` → helles Grau

Da die Elemente drei verschiedene Zustände gleichzeitig erhalten können, müssen die Styles kombinierbar sein. Nicht jede der erwähnten Eigenschaften und Farben eignen sich in gleichem Masse. *Yellow-100* fällt schnell wieder weg, da je nach Display der Kontrast zu gering ist. Unter den restlichen hellen Schattierungen passt *Yellow-300* am besten, da diese Farbe bereits als Selektionsfarbe im Code hinterlegt ist. Als Hintergrundfarbe eignet sich am ehesten das vordefinierte `-kb-color-select`. Dadurch ist klar, dass die anderen beiden Zustände eine eher kräftige bzw. dunkle Färbung benötigen. Der Blick auf die Namen im Designsystem zeigt eine weitere Farbe zur Hervorhebung eines Elements. Die Benennung des mittleren Rosa mit Accent (`-kolibri-color-accent`) bietet einen guten Kontrast zur Selektion und ist ebenfalls im Code vordefiniert. Da die dritte Farbe nicht zu viel Unruhe in das Design bringen soll, schränkt sich die Farbauswahl weiter ein. Mit einem gut erkennbaren Kontrast zur Selektion bietet sich das dunkle Gelb `-kb-warning-dark` an.

Wie erwähnt ist die Eigenschaft Hintergrundfarbe durch die Wahl der Farbe bereits festgelegt. Die Änderung der Schrift sollte maximal die Farbe betreffen. Die anderen Font-Stylings sind schwer erkennbar oder zerstören das Bild. Der komplette Rahmen passt nicht in das Design und fällt somit ebenfalls weg. Da nicht beide Zustände auf die Schriftfarbe zugreifen können, bietet sich der oben genannte Spiegelstrich an. Das Rosa mit einem guten Kontrast zum Gelb findet sich im linksseitigen Rahmen wieder. Das dunkle Gelb färbt - nebst dem linksseitigen Strich - die Schrift. Die Zuordnung der Designwahl zu den fehlenden Zuständen steht im Kapitel **Farbpalette und Kontrast**.

## 4.1.3 Figma-Prototypen

Zur Visualisierung und zum interaktiven Testing des Designs kommt Figma zum Einsatz. Figma ist ein webbasiertes Tool zur Erstellung von UI/UX-Designs, das Echtzeit-Kollaboration ermöglicht. Das Sammeln der Feedbacks von Stakeholdern und Nutzern unterstützt eine effiziente Entwicklung. Dafür ist es unabdingbar, im Vorfeld mit Figma schnell Prototypen zu erstellen und mit den Probanden zu teilen.

Die folgenden Screenshots 4.1 bis 4.3 zeigen die in Figma erstellten Prototypen der Dropdown-Komponente:

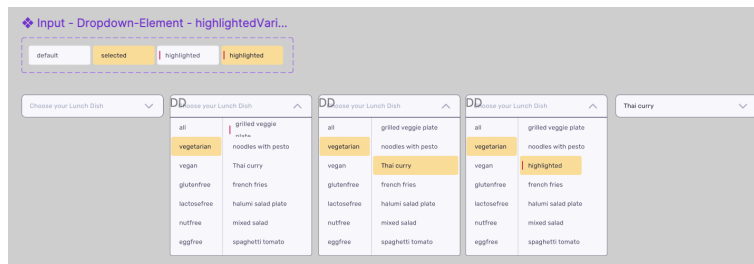


Abbildung 4.1: Figma Prototyp - Dropdown Komponente 1

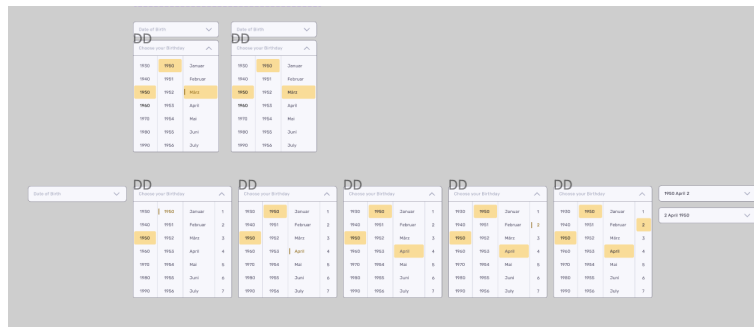


Abbildung 4.2: Figma Prototyp - Dropdown Komponente 2

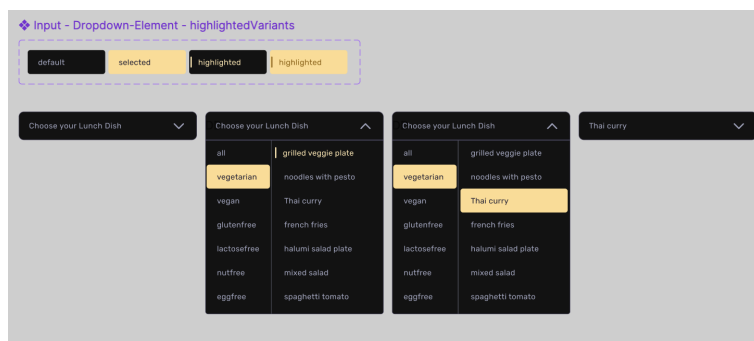


Abbildung 4.3: Figma Prototyp - Dropdown Komponente 3

#### 4.1.4 Farbpalette und Kontrast

Das Kolibri-Designsystem bietet eine Vielzahl von Farben. Der Figma-Prototyp enthält spezifische Anpassungen, so dass die Dropdown-Komponente gut lesbar ist. Für den Erhalt einer besseren Nutzerfreundlichkeit gestaltet sich die Farbauswahl aus Abbildung 4.4. Diese bietet hohen Kontrast und verbessert somit die Barrierefreiheit der Anwendung.



Abbildung 4.4: Kolibri Design System - Farbpalette

Die Kolibri-Base Farben erhalten im neuen Dropdown eine angepasste Verwendung:

- **Original** → **Neu**
- Kolibri-Light/Yellow/300 → selected
- Kolibri-Light/Danger/–kb-danger-accent → highlighted
- Kolibri-Light/Warning/–kb-warning-dark → cursor position

Der Code 4.1 zeigt die importierten CSS-Dateien, die als Grundlage für dieses Styling dienen:

Code 4.1: CSS Imports

```
1 @import "../../../css/kolibri-base.css";
2 @import "../../../css/kolibri-light-colors.css";
```

#### 4.1.5 Layout und Typografie

Die Umsetzung der Dropdown-Komponente des in Figma entworfenen Designs erhält eigenes CSS. Nachfolgender Codeausschnitt 4.2 zeigt den relevanten CSS-Code, der bei der Gestaltung des Popover- und Option-Styles zur Verwendung kommt:

Code 4.2: CSS für das Popover-Element

```
1 @keyframes open {
2   0% {
3     transform: scaleY(0);
4   }
5   100% {
6     transform: scaleY(1);
7   }
8 }
9 @keyframes close {
10  0% {
11    transform: scaleY(1);
12  }
13  100% {
14    transform: scaleY(0);
15  }
16 }
```

```

17 .options-component[popover] {
18     position:      absolute;
19     z-index:       20;
20     max-height:    240px;
21     border-radius: 0 0 4px 4px;
22     border: 1px    solid #ccc;
23     border-top:    none;
24     background:    #fff;
25     overflow:      hidden;
26     align-items:   stretch;
27     flex-wrap:     nowrap;
28     padding:       0;
29     margin:        0;
30     box-shadow:    0px 5px 15px #0002;
31     animation:     open 300ms ease-in-out;
32     transform-origin: top center;
33 }
34 .options-component[popover]:popover-open {
35     display: flex;
36     height: fit-content;
37 }

```

Diese CSS-Regeln definieren die Animationen für das Öffnen und Schliessen des Popovers und das grundlegende Styling des Popover-Containers. Die `@keyframes` regeln die Transformation, während `.options-component[popover]` das Layout und das Erscheinungsbild des Popovers steuert.

#### 4.1.6 Interaktionsdesign

Die Dropdown-Komponente ist so gestaltet, dass sie sowohl für Maus- als auch Tastaturbenutzer optimal funktioniert. Das Design der Interaktionen bietet eine intuitive und leicht zugängliche Bedienung der Komponente. Spezifische CSS-Klassen erleichtern die Benutzerführung. Sie definieren die Styles der hervorgehobenen (highlighted) bzw. ausgewählten (selected) Optionen. Der CSS-Code 4.3 zeigt einen Style-Ausschnitt auf ein aktuelles<sup>1</sup> und selektiertes Element.

Code 4.3: Aktuelle (`cursor-position`) und ausgewählte (`selected`) Option

```

1  .cursor-position {
2      color: var(--kb-hsla-warning-dark);
3
4      &:not(.disabled)::before {
5          content: '⌵';
6          position: absolute;
7          left: 7px;
8          transform: translateX(-50%);
9          width: 2.5px;
10         background: var(--kb-hsla-warning-dark);
11         border-radius: 1px;
12         top: 0.5em;
13         bottom: 0.4em;
14     }
15 }
16 .selected {
17     background: var(--kolibri-color-select);
18     border-radius: 4px;
19 }

```

`.cursor-position`: Definiert die Hervorhebung der Option, die gerade durch den Cursor<sup>2</sup> fokussiert ist. Eine dunkle Farbe und eine linksseitige Markierung betonen das Element.

<sup>1</sup>Element, welches sich unter der Cursor Position befindet

<sup>2</sup>Tastatur-Position-Anker (nicht Maus-Cursor)



`.selected`: Stellt die ausgewählte Option durch einen speziellen Hintergrund und abgerundete Ecken dar.

Im `columnOptionsProjector.js` gibt es Event-Handler, die das Setzen und Entfernen der Highlighting-Klassen steuern:

Code 4.4: Steuerung der Highlighting-Klassen

```

1  const selectOptionItem = (root) => (newOption, oldOption) => {
2    const oldItem = getHtmlElementByOption(oldOption, root);
3    if (oldItem) {
4      oldItem.classList.remove("selected");
5    }
6
7    const newItem = getHtmlElementByOption(newOption, root);
8    if (newItem) {
9      newItem.classList.add("selected");
10   }
11 };
12 const cursorPositionItem = (root) => (newOption, oldOption) => {
13   // same structure as selectOptionItem for the cursor-position class
14 };

```

`selectOptionItem`: Verschiebt die Klasse `.selected` und somit die Hervorhebung auf das neue Element. `cursorPositionItem`: Entfernt bzw. setzt die Klasse `.cursor-position` - ähnlich wie beim `selectOptionItem`.

Im Codeausschnitt 4.5 aus der Datei `selectProjector.js` lässt sich das Highlighting durch die Verknüpfung der Optionen und ihrer Events mit den entsprechenden CSS-Klassen steuern.

Code 4.5: Event-Handling für die Auswahl einer Option

```

1  const projectSelectedValueOptionView = (selectController, popoverElement)
   => {
2    const rootElement = document.createElement("div");
3    rootElement.id = selectController.getId() + "-selected-option";
4    rootElement.classList.add("selected-option-component");
5    rootElement.setAttribute("data-id", selectController.getId());
6
7    const selectedOptionContainer = document.createElement("div");
8    selectedOptionContainer.innerHTML =
9      selectController.getSelectedValueOption().getLabel();
10   selectedOptionContainer.onclick = togglePopover;
11   selectedOptionContainer.classList.add("selected-value");
12
13   rootElement.append(selectedOptionContainer);
14   return [rootElement, selectedOptionContainer];
15 };

```

`projectSelectedValueOptionView`: Erstellt die Ansicht für die ausgewählte Option und verknüpft die Klick-Events mit dem Umschalten des Popovers. Diese Kombination von CSS und JavaScript bietet dem Highlighting und der Auswahl von Optionen in der Dropdown-Komponente eine effektive und visuell ansprechende Umsetzung.

### 4.1.7 Optionen und Scrollbar-Styling

Diese CSS-Regeln gestalten die Optionen einer einzelnen Spalte sowie das Scroll-Verhalten des Containers. Das `.options-column` aus Code 4.6 definiert das Layout sowie weitere Listen-abhängige Eigenschaften, während das `.option-item` das Erscheinungsbild und die Interaktivität der einzelnen Optionen festlegt.

Code 4.6: Optionen und Scrollbar-Styling

```

1  .options-column {
2      position:    relative;
3      width:       100%;
4      overflow-y:  scroll;
5      overflow-x:  hidden;
6      max-height:  240px;
7      min-height:  100%;
8      padding:     5px;
9      flex-grow:   2;
10     flex-shrink:  1;
11 }
12 .option-item {
13     position:     relative;
14     padding:      10px 20px;
15     display:      block;
16     cursor:       pointer;
17     width:        100%;
18     line-height:  1.2;
19     overflow:     hidden;
20     text-overflow: ellipsis;
21 }

```

Die Nutzung von den CSS-Styles im JavaScript stellt sicher, dass die dynamischen Klassen und Stile bei den Elementen bei Erstellung oder Aktualisierung ihre Anwendung finden. Das Beispiel 4.7 aus den Dateien `selectProjector.js` und `columnOptionsProjector.js` verwenden die erwähnten CSS-Klassen:

Code 4.7: CSS-Styles im JavaScript

```

1  // selectProjector.js
2  const projectOptionsView = (selectController) => {
3      const optionsContainer = document.createElement("div");
4      optionsContainer.id = selectController.getId() + "-options";
5      optionsContainer.classList.add(optionsClassName);
6      optionsContainer.setAttribute("popover", "auto");
7      // more popover logic
8  };
9
10 // columnOptionsProjector.js
11 const projectOption = (selectedOptionController, option, optionType,
12     cursorPositionController) => {
13     const item = document.createElement("div");
14     item.innerHTML = option.getLabel();
15     item.setAttribute("data-id", elementId(option));
16     item.setAttribute("data-value", option.getValue());
17     item.setAttribute("data-label", elementDataLabel(option));
18     item.classList.add(optionClassName);
19     item.classList.add(optionType + "-" + optionClassName);
20     // more option logic
21 };

```

Dieser JavaScript Code erstellt die HTML-Elemente und ergänzt die CSS-Klassen, um das Styling und die Funktionalität sicherzustellen. Das `selectProjector.js` erstellt und stylt den Popover-Container, während das `columnOptionsProjector.js` die einzelnen Options-Elemente gestaltet. Diese Kombination aus CSS und JS stellt sicher, dass die Dropdown- und Popover-Komponenten korrekt angezeigt und interaktiv sind.

#### 4.1.8 Prototyping und Benutzerfeedback

Der Einsatz von interaktiven Figma-Prototypen ist hilfreich beim Evaluieren der initialen Benutzerfreundlichkeit und intuitiven Bedienung. Mit der Integration der Rückmeldungen von Benutzerinteraktionen in das Design verbessert sich die Usability kontinuierlich. Beispiele

für die Prototypen und die verschiedenen Zustände der Dropdown-Komponente sind in der oberen Hälfte des Bildes 4.1 ersichtlich.

Die Gestaltung der Auswahlkomponente umfasst sowohl visuelle als auch funktionale Aspekte. Gezielte CSS-Anpassungen und ein durchdachtes Interaktionsdesign finden in der Realisierung ihren Platz. Das Ziel ist, eine ansprechende und benutzerfreundliche Komponente zu schaffen. Sie fügt sich nahtlos in das Kolibri-Designsystem ein und überzeugt gleichzeitig durch optimierte Les- und Bedienbarkeit.

## 4.2 Interaktionen

Damit ein gemeinsames Verständnis entsteht, gilt es für die Bedienung der Komponente Regeln festzulegen. Wie in den Grundlagen bereits beschrieben kann sich ein Wert aus dem Optionen-Container in verschiedenen Zuständen befinden. In diesem Absatz spielen Selektion, Highlight und Cursor Position eine Rolle. Zur Auffrischung:

- **Selektion:** Ausgewählter Wert der Spalte
- **Highlight:** Element unterhalb des Mauszeigers
- **Cursor Position:** Position (Element) der Tastatur

Bei der Festlegung der Maus-Interaktion fiel die Entscheidung auf folgendes:

- **mouseover:** visuelles Highlighting des Elements ohne Selektionsänderung
- **click:** Änderung der Cursor Position & direkte Selektionsänderung

Die Tastatur-Steuerung mit den Pfeiltasten hingegen hält sich an diese Bedienungen:

- Änderung der Cursor Position
- **In der selben Spalte:** direkte Selektionsänderung ohne weitere Bestätigung
- **Spaltenänderung:** keine Selektionsänderung

Als Basis für den ersten Projektor der neuen Komponente ergeben sich aus den oben genannten Regeln folgende Interaktionen (Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1: Aktionen bei der ersten Version der neuen Komponente

Kriterium	geschlossen	offen
↑ / ↓	Wert ändern	Wert / Kategorie ändern
← / →	-	Spalte ändern (Cursor Position)
Buchstaben	Wert auf Suchergebnis <sup>1</sup> ändern	Wert / Kategorie auf Suchergebnis <sup>1</sup> ändern
Leerschlag	Liste öffnen	Wert ändern
Backspace	Auswahl löschen	Auswahl löschen
Esc	-	Liste schliessen
Enter	-	Wert ändern
Tab	Input-Feld verlassen	Liste schliessen & Feld verlassen
PageUp / PageDown	Browser-Default <sup>2</sup>	Jeder 10te Wert wählen
Home / End	Erster / letzter Wert wählen	Erster / letzter Wert wählen
Scroll	Browser-Default <sup>2</sup>	<i>Aussen:</i> Liste bleibt offen <i>Innen:</i> Werte bewegen mit Highlight-Änderung
Hover	-	Wert highlighten
Click	Liste öffnen	<i>in Liste:</i> Wert wählen <i>in Wertfeld:</i> Liste schliessen

<sup>1</sup> Suche: Erster mit dem eingaben Symbol passender Wert aus der Liste, wenn Eingabe nicht passend ⇒ nächster nachfolgender Wert; Liste unverändert; nach jedem Symbol ⇒ neue Suche

<sup>2</sup> Gleiche Aktion wie wenn die Komponente nicht fokussiert ist; Aktion vom Browser bzw. Betriebssystem vorgegeben

Das Undo und das Redo auf der Komponente erhält im ersten Projektor keine spezielle Definition. Gewisse Verhaltensweisen finden sich im geschlossenen als auch offenen Zustand der Komponente wieder. Anders als bei den existierenden Komponenten, ist bei der Neuen die Leertaste neu belegt. Ist die Liste bereits offen, selektiert diese Interaktion den sich aktuell unter der Cursor Position befindliche Wert. Andere Projektoren können eigene Interaktionen definieren.

## 4.3 Prinzipien & Regeln

Diverse Prinzipien garantieren einen stabilen und verständlichen Code. Ein Ansatz ist, alle Objekte so immutable als möglich zu halten. Dadurch lassen sich unerwartete Änderungen verhindern. Weiter gilt es, die Bestandteile im KISS-Stil umzusetzen. Dazu zählt, dass die einzelnen Objekte und Funktionen möglichst privat zu gestalten sind. Die Bausteine sind kurz und übersichtlich aufzubauen. Zu diesem Zweck soll Separation of Concern zum Einsatz kommen, so dass jede Funktion nur eine Aufgabe zu erfüllen hat. Damit der Code einfach und lesbar bleibt bzw. wird, gilt es, Entscheidungen zu treffen. Zu diesen Entschlüssen zählt das bewusste Weglassen von Funktionalität und somit auch Komplexität.

Beim Implementieren ist darauf zu achten, den Code sauber zu formatieren. Zudem ist es sinnvoll, die Änderungen regelmässig mit dem Code-Analyse-Tool von IntelliJ auf ihre Qualität zu prüfen. Diese Prinzipien und Regeln unterstützen eine ordentliche Entwicklungsumgebung für eine stabile Komponente. Das Kapitel Patterns bietet eine weitere Möglichkeit den Code strukturiert zu halten.

## 4.4 Patterns

In diesem Projekt finden sich einige Code-Patterns wieder. Die Wichtigsten wie Null-Object, Projector und Decorator sind in den nachfolgenden Unterkapitel genauer erläutert. Eine weitere Rolle spielt unter anderem die Master-Detail-View, aber im Zusammenhang mit

der Komponente eher nebensächlich. Zudem ist die Anwendung nicht typisch bzw. genau abgegrenzt. Die Implementation erhält durch die verwendeten Patterns eine Struktur und läuft stabiler.

#### 4.4.1 Null Object Pattern

Ein Pattern, welches im Verlauf der Arbeit eine wichtige Rolle eingenommen hat, ist das Null-Object Pattern<sup>3</sup>. Null hat den Nachteil, dass alle Funktionsaufrufe darauf zu Fehlern führen. Das Null-Object besteht aus vordefinierten Default-Werten und besitzt für alle Funktionen eine *Do-Nothing*-Implementation. Durch die Verwendung dieses speziellen Objekts entfällt eine ansonsten notwendige Nullwertprüfung. Zudem ist jedes erstellte Null-Object wertgleich.

Eine Null-Option ist notwendig, um eine Selektion zurücksetzen zu können. Die Verwendung des Null-Objects findet sich an mehreren Stellen des Codes wieder. Die Definition der angewendeten Null-Option zeigt der nachfolgende Code.

Code 4.8: Null-Option Definition

```
1  /** @private @returns { OptionType } */
2  const reset = () => {
3      return Option(null, null);
4  };
5
6  /** @public @type { OptionType } */
7  const nullOption = reset();
```

Mit dem Erhalt des Typs `Option` bietet die Konstante die selbe Funktionalität wie die gewünschten Objekte. Der Codeausschnitt 4.8 befindet sich in der Datei `optionsModel.js`. Mehr zur File Aufteilung ist in den nächsten zwei Unterkapiteln zu lesen.

#### 4.4.2 Projector Pattern

Das Projector Pattern<sup>4</sup> basiert auf dem verbreiteten Model-View-Controll Pattern. Das Model verwaltet die dargestellten Daten. Zudem enthält die Komponente des Patterns die Geschäftslogik und verarbeitet die Regeln und Anfragen für die Daten. Ein Controller generiert privat gehaltene Modelle. Dabei stellt dieser nur die notwendigen Funktionen zur Verfügung. Diese Funktionen können Getter, Setter und Listener der observierten Modelle und Werte sein. Der Projektor bindet Daten-Modelle über den Controller an die View. Auf der anderen Seite bindet sich die View an die Models. Aus den Bindings und den Daten generiert ein Projektor die passende View. Die View ist passiv und hat keine Kenntnis über die anderen Komponenten.

Dieses Pattern zeigte sich als eines der Wichtigsten für die Erstellung der neuen Komponente. In den folgenden Grafiken sind Models als Zylinder, Controller als schiefes Rechteck und Projectors als Oval dargestellt. Die Raute mit Option ist ein Daten-Typ, der über das gesamte Projekt seine Anwendung findet. Das `starter.js` beinhaltet alle Bestandteile, welche für eine Anwendung notwendig sind. Eine genauere Beschreibung des Puzzles folgt im Unterkapitel **Decorator Pattern**. Die erste Implementation, welche dieses Pattern verwendet, ist auf Abbildung 4.5.

Diese Version zeigt noch viel Komplexität und duplizierenden Code in den einzelnen Funktionen. Eine genaue Analyse der Komponente zeigt, dass sich das Pattern zwei Mal anwenden lässt. Die neue Aufteilung ergibt die zwei folgenden Abbildungen 4.6 und 4.7. Die Implementation der dargestellten Diagramme resultiert aus einem Refactoring im grösseren Rahmen.

<sup>3</sup>GeeksforGeeks, 2024

<sup>4</sup>König, 2024

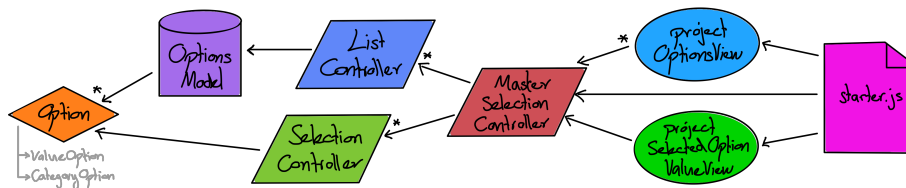


Abbildung 4.5: Diagramm Select Component - erste Version

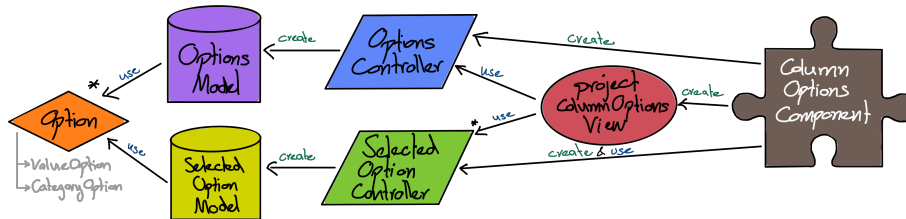


Abbildung 4.6: Diagramm ColumnComponent

Zum einen findet sich das Projector Pattern in einer einzelnen Spalte in der Options-Liste wieder. Pro Kolonne existiert eine Auswahl und eine Menge von Optionen. Diese beiden Bestandteile besitzen je ein eigenes Modell und einen eigenen Controller. Der Projektor generiert eine gemeinsame View und bindet diese an die beiden Controller. Bei einer Anwendung übernimmt die **ColumnComponent** die Verwaltung gewisser Bausteine (Mehr dazu später).

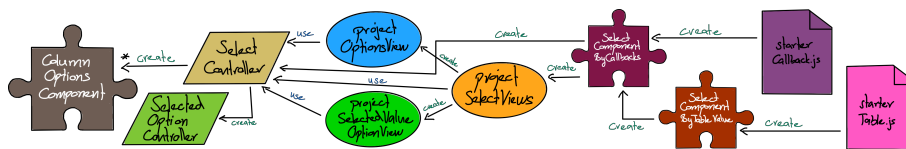


Abbildung 4.7: Diagramm SelectComponent

Die Anwendungskomponente einer Column findet sich als Bestandteil des zweiten Projector Pattern wieder. Ein **SelectController** verwaltet eine bis mehrere **ColumnComponents** als auch ein Element für die Tastaturnavigation. Die sogenannte Cursor Position verwendet im Hintergrund ebenfalls einen **SelectedOptionController**. Dieser ist derselbe wie in der Abbildung 4.6 und findet hier eine Wiederverwendung. Für die Definition der Bindings greifen die einzelnen Projektoren auf den selben Controller zu. Der Master-Detail-Aufbau der neuen Komponente findet sich in der Aufteilung der Projektoren wieder. Der Detail-Baustein kümmert sich um die aktuelle Auswahl und das Eingabefeld. Die Master-Komponente verwaltet alle Spalten mit den Kategorie- und Werte-Optionen, sowie dessen Bindings. Eine weitere Funktion ist die Einbettung der beiden Projektoren in eine gemeinsame View. Auch diese Projector Pattern Anwendung schliesst mit einer Component - der **SelectComponent** - ab. Mehr zu dieser und der **ColumnComponent** steht im nächsten Kapitel.

### 4.4.3 Decorator Pattern

Ein Decorator<sup>5</sup> bietet zusätzliches Verhalten ohne das Originale Objekt zu verändern. Dabei lassen sich verschiedene Funktionen kombinieren. Dieses Pattern ermöglicht die Erstellung eines modularen und anpassbaren Codes. In diesem Projekt unterstützt es die Gestaltung und Erweiterung der Auswahlkomponente.

<sup>5</sup>Kumar, 2024

Wie im vorherigen Kapitel erwähnt, besteht die neue Komponente unter anderem aus zwei sogenannten Component-Bausteinen. Die Decorator sind in den Abbildungen 4.6 und 4.7 als Puzzle dargestellt. Diese Bestandteile kombinieren die Funktionalität des Controllers mit der Erstellung der View. Dadurch lässt sich die neue Komponente einfacher anwenden.

Code 4.9: SelectComponentByTableValue dekoriert SelectComponentByCallback

```

1  const SelectComponentByTableValues = (
2    selectAttributes,
3    optionsTable,
4    sortColumnOptionsAlphabetical = false
5  ) => {
6    /* code for mapping between table and callbacks */
7    const component = SelectComponentByCallbacks(selectAttributes,
8      callbacks);
9    return {
10      ...component,
11    };
12  };

```

Ein weiterer Einsatzort ist in der Abbildung 4.7 aus dem Vorkapitel zu sehen. Der `SelectComponentByTableValue` in Code 4.9 dekoriert die `SelectComponentByCallback`. Damit bietet die neue Komponente zwei verschiedene Möglichkeiten der Anwendung. Das nächste Kapitel geht genauer auf den Master-View-Bereich des `SelectProjectors` - Abbildung 4.7 - ein.

## 4.5 Dropdown-Container

Für die Darstellung aller Optionen (zu gegebener Zeit) stehen verschiedene Varianten zur Auswahl. Eine Möglichkeit ist, den Container als HTML-Dialog zu gestalten. Die vorhandenen Funktionen sind jedoch nicht für diese Komponente geeignet. Für den gewünschten Zweck erfordert das Dialog-Element noch einiges an benutzerdefinierter Anpassung.

Eine weitere Variante ist, ein normales `div` als Options-Container zu verwenden. Dies erfordert ebenfalls einen enormen Implementationsaufwand. Eine Anwendung dieses Ansatzes findet sich in der ersten Version der Komponente. Hierbei eröffnet sich das Problem von der Inkonsistenz zwischen UI und Controller. Zudem ist es möglich, dass unerwünscht mehrere Dropdown-Container gleichzeitig offen sind.

Als dritte Möglichkeit bietet sich die Popover-API an. Seit 2024 unterstützen alle gängigen Browser diese Schnittstelle. Durch das Refactoring der Variante mit dem normalen Div-Container resultiert eine Version mit der Anwendung dieser API. Im Gegensatz zu den beiden oben erwähnten Container-Implementationen reduziert sich durch diese Schnittstelle der Zusatzaufwand. Der Grundaufbau des Popover-Container ist im folgenden Code 4.10 dargestellt.

Code 4.10: Popover-Container Beispiel

```

1  <div popover="auto"
2    id="select-component-0-options"
3    class="options-component"
4  > <!-- content --> </div>

```

Bei diesem Codeausschnitt ist wichtig, dass das Attribut `popover` den Wert `auto` erhält. Dies bewirkt, dass die Popover sich automatisch schliessen, wenn ein Klick ausserhalb des Container passiert. Das Öffnen und Schliessen des Dropdown-Elements lässt sich über das `popovertarget`-Attribut auf der Bedienkomponente steuern. Dieses Target enthält die `id` des Div-Containers mit dem Attribut `popover`. Als Alternative dazu besteht die Möglichkeit, das Popover über JavaScript zu steuern. Hierbei besteht die Möglichkeit auf den Status und das

Event des Toggles zuzugreifen. Diese Funktionalitäten erlauben den Controller konsistent zum UI zu halten.

## 4.6 Performance

Mit der Kenntnis des Rendering Prozesses einer Webseite lässt sich eine gute Performance umsetzen. Dieser Ablauf ist im Kapitel **Hintergrund** unter **Rendering Prozess** genau beschrieben. Die folgende Abbildung 4.8 zeigt die Kernelemente des Prozesses nochmals im Überblick.

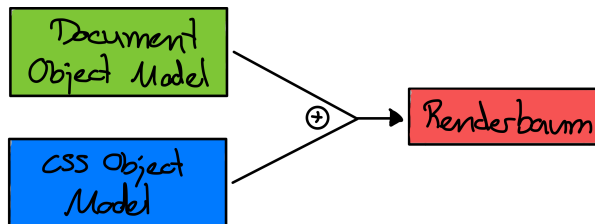


Abbildung 4.8: Rendering Prozess

Zur Auffrischung die wichtigsten Punkte nochmals: Der Browser kann die Webseite maximal 60 Mal pro Sekunde neu zeichnen. Änderungen am DOM (Abbildung 4.8) lösen das Rendern aus.

Deswegen müssen viele kleine Änderungen ausserhalb des Browser-DOMs<sup>6</sup> - am besten in einem sogenannten Shadow-DOM - geschehen. Ein Shadow-DOM ist ein Teilbaum, welcher nicht am Browser-DOM angehängt ist. Für einen reibungslosen Ablauf ist es sinnvoll, die Änderungen nach dem Abhängen des Elternknotens zu vollziehen. Nach den Änderungen ist der Teilbaum wieder an den gewünschten Ort einzuhängen.

Code 4.11: Performance Optimierung (aus `columnOptionsComponent.js`)

```

1  const addAllOptions = (options) => {
2    const placeholder = createHolder();
3    columnView.replaceWith(placeholder);
4    if (options.length > 50) {
5      // same work as else but async
6    } else {
7      options.forEach((option) => {
8        optionsController.addOption(option);
9      });
10     updateScrollbar(columnView);
11     placeholder.replaceWith(columnView);
12   }
13 };

```

Code 4.11 ist eine Stelle, die diese Technik verwendet. Das Anzeigen eines Platzhalters mit einem Lade-Indikator an der Ursprungsstelle bewirkt, dass der Nutzer ein Feedback erhält. Sobald der SpaltenContainer abgekoppelt ist, lädt die Funktion die Optionen in den Shadow-DOM. Nach Abschluss ersetzt sich der Lade-Indikator der originalen Stelle im Renderbaum durch den Container mit den neuen Elementen.

Weiter ist darauf achten, dass CSS-Klassen<sup>7</sup> an Stelle von Inline-Styles<sup>8</sup> ihre Verwendung finden. Die Selektoren sollten hierarchisch möglichst flach und nicht verschachtelt sein. Wenn

<sup>6</sup>Im Renderbaum verwendeter und im Browser angezeigter DOM

<sup>7</sup>Ofoegbu, 2023

<sup>8</sup>Offizieller Begriff: Element attached style  $\Rightarrow$  Styles direkt im HTML-Element mit Attribut `style` definiert



es die Situation erlaubt, ist es besser, nicht mit `innerHTML` zu arbeiten. In diesem Projekt ist es für die Anzeige der Label jedoch nötig `innerHTML` zu nutzen. Dies liegt daran, dass ein Label auch ein Bild enthalten kann. Generell verwendet die neue Auswahlkomponente keine Inline-Styles. Die einzige Ausnahme betrifft das verborgene Eingabefeld. Durch den Code 4.12 sind die Properties vor dem einfachen Überschreiben<sup>9</sup> geschützt.

Code 4.12: Inline-Style für Input-Feld

```
1 inputElement.setAttribute(
2     "style", "all:           unset           !important; " +
3             "z-index:       -1             !important; " +
4             "position:      absolute       !important; " +
5             "inset:         5px            !important; " +
6             "color:         transparent    !important; " +
7             "pointer-events: none          !important; "
8 );
```

Die Regeln in Code 4.12 sorgen dafür, dass das Input-Feld transparent als auch resetet ist. Zudem befindet es sich im Hintergrund und besitzt dieselben Grösse wie der Container mit dem ausgewählten Wert.

#### 4.6.1 Performance Vergleich

Durch die Anpassungen der Performance Optimierung, verschnellert sich die Ladezeit bei grossen Datenmenge enorm. Die Testseite enthält vier existierende und vier neue Auswahlkomponenten mit den selben Inhalten wie je eines der Existierenden. Je eine der Selects enthält eine grosse Datenmenge von über 4'000 Werten. Die folgenden zwei Bilder 4.9 und 4.10 zeigen die Messung während des Seitenaufbaus.

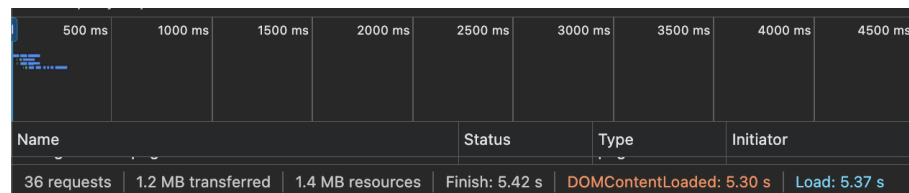


Abbildung 4.9: Performance Test vor Anpassungen

Auf der Grafik 4.9 ist zu sehen, dass der Seitenaufbau der früheren Version mit über 5 Sekunden (rechts unten in blau) sehr lange dauerte. Die Implementation führte sehr viele Aktionen auf dem Renderbaum aus. Die lange Wartezeit bestätigten mehrere Feedbacks der Nutzer, später mehr dazu.

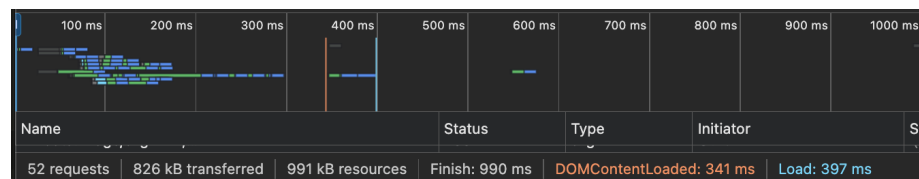


Abbildung 4.10: Performance Test nach Anpassungen

Ein Refactoring der früheren Implementation führt zur Auslagerung der aufwendigen Arbeiten auf den Shadow-DOM. Dadurch verkürzt sich der Ladevorgang um vier bis fünf

<sup>9</sup>!important besser nicht verwenden

Sekunden auf knapp 0.4 Sekunden (rechts unten in blau). Der direkte Vergleich zwischen Abbildung 4.9 und 4.10 zeigt, dass die Seite um Faktor 13 schneller geladen ist. Feedbacks zu den durchgeführten User-Tests mit Programmierern als auch Endnutzern sind im nachfolgenden Kapitel aufgeführt.

## 4.7 Testing

Verschiedene Arten von Tests garantieren die Korrektheit der einzelnen Funktionen und Komponenten. Die automatisierten Code-Tests stellen sicher, dass das Aufrufen der gebotenen Funktionalität die gewünschten Änderungen ausführt. Komponenten, welche für die Erstellung des UI zuständig sind, prüfen die Existenz von Elementen als auch das Triggern der Events. Die User Tests mit unterschiedlichen Personen gewährleisten eine gute Nutzerzufriedenheit als auch die intuitive Anwendung durch Programmierer. Die Auswahl der Nutzer fällt auf eine grosse Vielfalt, damit die Resultate unterschiedliche Sichtweisen einbeziehen.

### 4.7.1 Automatisierte Tests

Tests für Komponente der `SelectComponent` beweisen die Stabilität des Codes. Generell befinden sich die einzelnen Komponenten nach Separation of Concern je in einer eingenen Test-Einheit. Dies garantiert das schnelle Auffinden von Bugs und unerwünschtem Verhalten direkt in einer Komponente. Auf der Abbildung 4.11 ist zu sehen, dass eine breite Palette an Kontrollen stattfindet und sauber durchläuft.

#### All Choice Input Tests Report

28	tests in	<a href="#">projector/selectComponent/optionsModel</a>	ok
9	tests in	<a href="#">projector/selectComponent/optionsController</a>	ok
6	tests in	<a href="#">projector/selectComponent/columnOptionsProjector</a>	ok
11	tests in	<a href="#">projector/selectComponent/columnOptionsComponent</a>	ok
26	tests in	<a href="#">projector/selectComponent/selectController</a>	ok
11	tests in	<a href="#">projector/selectComponent/selectProjector</a>	ok
38	tests in	<a href="#">projector/selectComponent/selectComponent</a>	ok

Check console for possible errors.

Abbildung 4.11: Automatisierte Tests

Die oberen vier Zeilen auf Abbildung 4.11 zeigen Tests zu den Bausteinen aus Abbildung 4.6. Diese decken den Level der Options bis zur Column ab. Die ersten zwei Test-Suites kümmern sich genauer um die Korrektheit der Models und Controller. Dabei besteht das erste File aus den Tests der Typen `ValueOption` und `CategoryOption`. Dazu gesellen sich Prüfungen der Komponenten `OptionsModel` und `SelectedOptionModel`. Der `OptionsController` und der `SelectedOptionController` finden sich in der Test-Datei wieder. Der `projectColumnOptionsView`-Test deckt die Kontrolle des Bindings und die Existenz der View-Elemente ab. Die Korrektheit des Zusammenspiels zwischen Projektor und Controller findet sich im `ColumnOptionsComponent`-Testing wieder.

Die restlichen Test-Bibliotheken decken die Korrektheit der auf Abbildung 4.7 sichtbaren Bausteine ab. Diese drei Dateien prüfen das Zusammenspiel der Columns als auch der allgemeinen Komponenten-Funktionalitäten. In einzelnen Units prüft die `SelectController`-Test-Suite verschiedene Varianten der Anwendung. In dem `projectSelectViews`-Test befindet sich - wie bereits bei der Column - die Prüfungen der Korrektheit der Bindings und

View-Elemente. Die letzte Datei kümmert sich um die Kontrolle verschieden angewendeter `SelectComponentByCallbacks` und `SelectComponentByTableValues`. Die breite Abdeckung der Einzelteile garantiert die korrekte Funktion der neuen Komponente. Die Tests im nachfolgenden Kapitel sind für eine gute Anwendbarkeit im Code als auch angenehme Benutzung der Auswahlkomponente im Browser notwendig.

### 4.7.2 User Tests

Programmierer

Formular-Ausfüller

## 4.8 Fazit

# Kapitel 5

## Diskussion

Die in Kapitel 3 beschriebenen Komponenten `Select` und `Datalist` kommen in vielen Webseiten zu Anwendung. Das Auswählen eines Wertes aus einer vorgegeben Menge ist mit diesen Elementen ineffizient und unästhetisch. Die in Projekt 5 erstellte Länderauswahl löst das Problem aber nur für diesen einen spezifischen Anwendungsfall. Die neue Komponente `SelectComponent` baut auf der Länderauswahl auf, ist jedoch generalisiert und lässt sich mit unterschiedlichsten Werten anwenden. Dabei spielt es keine Rolle, welcher Konstruktor bzw. welche Art der Datenübergabe zur Anwendung kommt.

### 5.1 Future Features

Die Zukunft der zwei entstandenen `SelectComponents` zeigt sich sehr vielfältig. Die modulare Struktur vereinfacht die Erweiterung, indem einzelne Komponente wie Projektoren austauschbar sind. Nachfolgend sind mögliche Verbesserungen und Features aufgelistet.

#### 5.1.1 Weitergehende User-Tests und Nutzerbefragungen

Die aus den Feedback der Programmierer entstandene `SelectComponent` sollte sich weiteren Tests mit Entwicklern stellen. Dies garantiert eine gut verständliche Dokumentation und effiziente Einbindung in den Code.

Die Anzahl Personen der Testgruppe massiv zu erhöhen, führt zu mehr Feedback. Gewisse Interaktionen der Nutzer können möglicherweise auf bisher unentdeckte Probleme hinweisen. Diese lassen sich in einem weiteren Schritt beheben.

Eine Umfrage bei den Endanwendern weist auf bisher unbekannte Wünsche hin. Durch eine grosse Diversität beim Hintergrundwissen der Befragten entstehen neue Designansätze. Aus den Feedbacks lassen sich neue Projektoren - ob UI oder Interaktion - designen und umsetzen.

#### 5.1.2 Weitere UI-Projektoren

Die während des Design-Prozesses entstandenen Prototypen bieten sich als Grundlage für neue UI-Projektoren<sup>1</sup> an. Aus diesen Designskizzen lassen sich in Figma ausgearbeitete Prototypen erstellen. Diese finden sich in der späteren Implementation zu einzelnen Projektoren wieder.

Weitere Projektoren könnten den gleichen Aufbau besitzen, aber mit alternativen Design-Implementationen ausgestattet sein. Dabei zeigen sich die Unterschiede beispielsweise in der

---

<sup>1</sup>Projektoren, die nur die View generieren (ohne Tastatur-Interaktion)

Visualisierung des Highlights, der Cursor Position oder der Selektion. Das Design kann jedoch wie beim Darkmode die komplette Komponente betreffen.

Statt einer Spalten-Darstellung visualisiert sich eine Idee als Zeilen-Darstellung (Abbildung 5.1). Die Kategorien zeigen initial nur die ausgewählte Option in einer Zeile an. Die `ValueOption` stellt die Werte in einer normalen Spalte dar. Beim Eintreten<sup>2</sup> in eine Kategorie ändert sich die Darstellung der aktiven Zeile in ein Rad (Mitte Abbildung 5.1). Sobald das Highlight bzw. die Cursor Position die Kategorie-Zeile verlässt, minimiert sich die Visualisierung zurück auf den selektierten Wert. Nach dem Erstellen eines Figma-Prototypen findet sich in dieser Idee ein neuer UI-Projektor wieder.

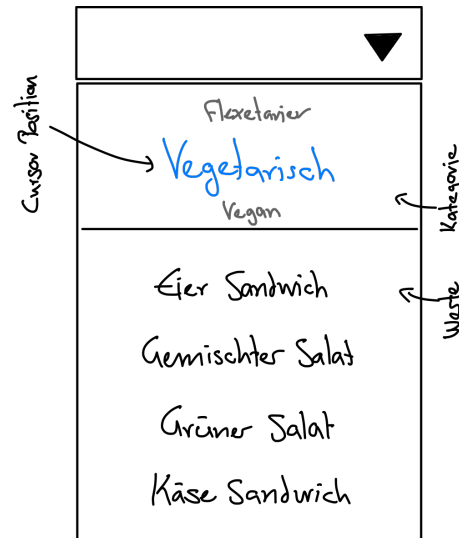


Abbildung 5.1: Mögliches UI mit Zeilen-Aufbau

Die entstandenen als auch zukünftige UI-Projektoren lassen sich mit unterschiedlichen Interaktionen verbinden. Dabei ist es hilfreich, verschiedene Interaktions-Projektoren<sup>3</sup> zu bieten.

### 5.1.3 Weitere Interaktions-Projektoren

Neue UI-Projektoren lassen sich nicht ausnahmslos mit den bestehenden Tastatur-Interaktionen kombinieren. Zudem ist nicht in jeder Situation erwünscht, dass die Cursor Position die Selektion beeinflusst. Weitere Projektoren können neue eventuell UI-Projektor spezifisch Interaktionen bieten.

Ein Interaktions-Projektor kann das Auswahlkomponente bezogene Undo und Redo enthalten. Diese Funktion biete an, eine geänderte Auswahl rückgängig zu machen oder zu wiederholen.

### 5.1.4 Spezifische Auswahlkomponenten und Erweiterungen

Zukünftig besteht die Möglichkeit Auswahlkomponenten für speziell Anwendungsfälle zu erstellen. Ein altbekanntes Beispiel ist die Auswahl eines Datums mit Tag, Monat und Jahr. Dabei kann weitere Logik zur Kontrolle der möglichen Werte zum Einsatz kommen.

Das Erweitern der Multiselect-Funktionalität führt die Anpassung mehrere Subkomponenten mit sich. Es betrifft die Implementation von der `SelectComponent` bis hin zu der

<sup>2</sup>Wechsel der Cursor Position in die Kategorie oder ein Klick auf die Kategorie

<sup>3</sup>Projektoren, die nur die Tastatur-Interaktion definieren

`columnOptionsComponent`. Eine mögliche neue Single-Select Komponente bietet die Funktionalität mehrere Kategorien auswählen zu können. Hierbei ist zu unterscheiden, ob die ausgewählten Kategorien als AND- oder OR-Verknüpfung zu verstehen sind.

### 5.1.5 Performance verbessern und mögliche Datenmenge erhöhen

Die `SelectComponent` garantiert eine sinnvolle<sup>4</sup> Ladezeit bis 5'000 Werte. Diese Performance lässt sich noch weiter optimieren. Zudem führen diese Verbesserungen dazu, dass sich die grössere Menge an Option anwenden lässt. Eine Kombination der Auswahlkomponente mit der Lazy Table des Kolibri ermöglicht eine optimierte Performance. Denn die Lazy Table kann eine Datenmenge von über 100'000 Werte verwalten.

### 5.1.6 Accessibility verbessern

Die entstandene Auswahlkomponente ist nur für nicht beeinträchtigte Menschen optimiert. Zukünftig ist die Komponente noch für Screen-Reader und somit für Blinde zu ergänzen. Die getroffenen Styles benötigen ein Testing mit Sehbeeinträchtigten, um die Accessibility garantieren zu können. Dazu zählt zum Beispiel die bekannte Rot-Grün-Schwäche.

### 5.1.7 Abschliessende Bemerkungen

All diese Erweiterungen und Verbesserungen zielen darauf ab, die Auswahlkomponente für alle Endnutzer zugänglich zu machen und eine angenehme Benutzung zu ermöglichen. Zudem soll die `SelectComponent` einfach in jeden bestehenden JavaScript Code einzubinden sein. Anschliessend an diese Arbeit steht die Integration in das Toolkit Kolibri an.

---

<sup>4</sup>Ladezeit < 400ms bis die Webseite fertig geladen ist

# Kapitel 6

## Glossar

Tabelle 6.1: Glossar

Begriff	Beschreibung
Client-Side	
Do-Nothing-Implementation	
Hovern	
Immutable	
Multiselect	
Regex	
Separation of Concern	
Single-Select	
Spiegelstrich	
Triggern	
UI/UX-Design	

# Quellevverzeichnis

- Dev, F. (2020). *Webpage Rendering: How It Works + Tips on Optimization* [<https://qare.com/blog/webpage-rendering-how-it-works-tips-on-optimization>, Gesehen 19/07/2024].
- contributors, M. (2023). *option: The HTML Option element* [<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML/Element/option>, Gesehen 09/04/2024].
- Ofoegbu, J. (2023). *Best Practices for Efficient DOM Manipulation in JavaScript* [<https://code.tutsplus.com/tips-for-efficient-dom-manipulation-in-javascript--cms-106848a>, Gesehen 03/07/2024].
- contributors, M. (2024a). *datalist: The HTML Data List element* [<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML/Element/datalist>, Gesehen 09/04/2024].
- contributors, M. (2024b). *input: The Input (Form Input) element* [<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML/Element/input>, Gesehen 09/04/2024].
- contributors, M. (2024c). *select: The HTML Select element* [<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML/Element/select>, Gesehen 09/04/2024].
- GeeksforGeeks. (2024). *Null Object Design Pattern* [<https://www.geeksforgeeks.org/null-object-design-pattern/>, Gesehen 09/06/2024].
- König, P. D. (2024). *Projector Pattern* [<https://dierk.github.io/Home/projectorPattern/ProjectorPattern.html>, Gesehen 09/06/2024].
- Kumar, S. (2024). *Decorator Design Pattern* [[https://www.geeksforgeeks.org/decorator-pattern/?ref=header\\_search](https://www.geeksforgeeks.org/decorator-pattern/?ref=header_search), Gesehen 09/06/2024].
- Ola & Markus. (2024a). *Chromium-based Browsers* [<https://alternativeto.net/category/browsers/chromium-based/>, Gesehen 21/04/2024].
- Ola & Markus. (2024b). *Firefox-based Browsers* [<https://alternativeto.net/category/browsers/chromium-based/>, Gesehen 21/04/2024].
- Wikipedia. (2024a). *Blink (browser engine)* [[https://en.wikipedia.org/wiki/Blink\\_\(browser\\_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Blink_(browser_engine)), Gesehen 28/04/2024].
- Wikipedia. (2024b). *WebKit* [<https://en.wikipedia.org/wiki/WebKit>, Gesehen 30/06/2024].



# Abbildungsverzeichnis

2.1	Rendering Prozess . . . . .	5
4.1	Figma Prototyp - Dropdown Komponente 1 . . . . .	24
4.2	Figma Prototyp - Dropdown Komponente 2 . . . . .	24
4.3	Figma Prototyp - Dropdown Komponente 3 . . . . .	24
4.4	Kolibri Design System - Farbpalette . . . . .	25
4.5	Diagramm Select Component - erste Version . . . . .	32
4.6	Diagramm ColumnComponent . . . . .	32
4.7	Diagramm SelectComponent . . . . .	32
4.8	Rendering Prozess . . . . .	34
4.9	Performance Test vor Anpassungen . . . . .	35
4.10	Performance Test nach Anpassungen . . . . .	35
4.11	Automatisierte Tests . . . . .	36
5.1	Mögliches UI mit Zeilen-Aufbau . . . . .	39
B.1	Geschlossenes Select auf OSX Chrome . . . . .	50
B.2	Geschlossenes Select auf Windows Chrome . . . . .	50
B.3	Geschlossenes Select auf OSX Firefox . . . . .	50
B.4	Geschlossenes Select auf Windows Firefox . . . . .	50
B.5	Geschlossenes Select auf OSX Safari . . . . .	50
B.6	Geschlossenes Select auf Windows Edge . . . . .	50
B.7	Offenes Select auf OSX Chrome . . . . .	51
B.8	Offenes Select auf OSX Firefox . . . . .	51
B.9	Offenes Select auf OSX Safari . . . . .	51
B.10	Offenes Select auf Windows Chrome . . . . .	51
B.11	Offenes Select auf Windows Firefox . . . . .	51
B.12	Offenes Select auf Windows Edge . . . . .	51
B.13	Geschlossenes Select auf iOS Safari . . . . .	51
B.14	Geschlossenes Select auf Android Firefox . . . . .	51
B.15	Offenes Select auf iOS Safari . . . . .	52
B.16	Offenes Select auf Android Firefox . . . . .	52
B.17	Disabled Select auf OSX Chrome . . . . .	52
B.18	Disabled Select auf OSX Firefox . . . . .	52
B.19	Disabled Select auf OSX Safari . . . . .	52
B.20	Disabled Select auf Windows Chrome . . . . .	53
B.21	Disabled Select auf Windows Firefox . . . . .	53
B.22	Disabled Select auf Windows Edge . . . . .	53
B.23	Multiselect auf OSX Chrome . . . . .	53
B.24	Multiselect auf Windows Chrome . . . . .	53

B.25 Multiselect auf OSX Firefox . . . . .	53
B.26 Multiselect auf Windows Firefox . . . . .	53
B.27 Multiselect auf OSX Safari . . . . .	54
B.28 Multiselect auf Windows Edge . . . . .	54
B.29 Select mit Optgroups auf OSX Chrome . . . . .	54
B.30 Select mit Optgroups auf OSX Firefox . . . . .	54
B.31 Select mit Optgroups auf OSX Safari . . . . .	54
B.32 Select mit Optgroups auf Windows Chrome . . . . .	54
B.33 Select mit Optgroups auf Windows Firefox . . . . .	54
B.34 Select mit Optgroups auf Windows Edge . . . . .	54
B.35 Geschlossene Datalist auf OSX Chrome . . . . .	55
B.36 Geschlossene Datalist auf Windows Chrome . . . . .	55
B.37 Geschlossene Datalist auf OSX Firefox . . . . .	55
B.38 Geschlossene Datalist auf Windows Firefox . . . . .	55
B.39 Geschlossene Datalist auf OSX Safari . . . . .	55
B.40 Geschlossene Datalist auf Windows Edge . . . . .	55
B.41 Offene Datalist auf OSX Chrome . . . . .	55
B.42 Offene Datalist auf Windows Chrome . . . . .	55
B.43 Offene Datalist auf OSX Firefox . . . . .	56
B.44 Offene Datalist auf Windows Firefox . . . . .	56
B.45 Offene Datalist auf OSX Safari . . . . .	56
B.46 Offene Datalist auf Windows Edge . . . . .	56
B.47 Geschlossene Datalist auf iOS Safari . . . . .	56
B.48 Geschlossene Datalist auf Android Firefox . . . . .	56
B.49 Offene Datalist auf iOS Safari . . . . .	57
B.50 Offene Datalist auf Android DuckduckGo . . . . .	57
B.51 Disabled Datalist auf OSX Chrome . . . . .	57
B.52 Disabled Datalist auf Windows Chrome . . . . .	57
B.53 Disabled Datalist auf OSX Firefox . . . . .	58
B.54 Disabled Datalist auf Windows Firefox . . . . .	58
B.55 Disabled Datalist auf OSX Safari . . . . .	58
B.56 Disabled Datalist auf Windows Edge . . . . .	58
B.57 Labeled Datalist auf OSX Firefox . . . . .	58
B.58 Labeled Datalist auf Windows Firefox . . . . .	58
B.59 Labeled Datalist auf OSX Chrome . . . . .	59
B.60 Labeled Datalist auf Windows Chrome . . . . .	59
B.61 Labeled Datalist auf OSX Safari . . . . .	59
B.62 Labeled Datalist auf Windows Edge . . . . .	59
B.63 Range-Datalist auf OSX Chrome . . . . .	59
B.64 Range-Datalist auf OSX Firefox . . . . .	59
B.65 Range-Datalist auf OSX Safari . . . . .	59
B.66 Range-Datalist auf Windows Chrome . . . . .	59
B.67 Range-Datalist auf Windows Firefox . . . . .	59
B.68 Range-Datalist auf Windows Edge . . . . .	59
B.69 Color-Datalist auf OSX Chrome . . . . .	60
B.70 Color-Datalist auf OSX Safari . . . . .	60
B.71 Color-Datalist auf iOS Safari . . . . .	60
B.72 Color-Datalist auf Windows Chrome . . . . .	60
B.73 Color-Datalist auf Windows Firefox . . . . .	60
B.74 Color-Datalist auf Windows Edge . . . . .	60
B.75 Date-Datalist auf OSX Chrome . . . . .	60
B.76 Date-Datalist auf Windows Chrome . . . . .	60

B.77 Date-Datalist auf Windows Edge . . . . .	60
B.78 Time-Datalist auf OSX Chrome . . . . .	60
B.79 Time-Datalist auf Windows Chrome . . . . .	60
B.80 Time-Datalist auf Windows Edge . . . . .	60
C.1 User Test Programmierer Frage 1 . . . . .	68
C.2 User Test Programmierer Frage 2 . . . . .	68
C.3 User Test Programmierer Frage 3 . . . . .	68
C.4 User Test Programmierer Frage 4 . . . . .	68
C.5 User Test Programmierer Frage 5 . . . . .	69
C.6 User Test Programmierer Frage 6 . . . . .	69
C.7 User Test Programmierer Frage 7 . . . . .	69

# Codeverzeichnis

3.1	Option Example . . . . .	8
3.2	Disabled Select Example . . . . .	8
3.3	Optgroup Example . . . . .	9
3.4	Datalist Example . . . . .	10
4.1	CSS Imports . . . . .	25
4.2	CSS für das Popover-Element . . . . .	25
4.3	Aktuelle ( <b>cursor-position</b> ) und ausgewählte ( <b>selected</b> ) Option . . . . .	26
4.4	Steuerung der Highlighting-Klassen . . . . .	27
4.5	Event-Handling für die Auswahl einer Option . . . . .	27
4.6	Optionen und Scrollbar-Styling . . . . .	27
4.7	CSS-Styles im JavaScript . . . . .	28
4.8	Null-Option Definition . . . . .	31
4.9	SelectComponentByTableValue dekoriert SelectComponentByCallback . . . . .	33
4.10	Popover-Container Beispiel . . . . .	33
4.11	Performance Optimierung (aus <code>columnOptionsComponent.js</code> ) . . . . .	34
4.12	Inline-Style für Input-Feld . . . . .	35
C.1	<code>userTesting.js</code> . . . . .	61
C.2	<code>userTesting.html</code> . . . . .	63
C.3	<code>starter.js</code> . . . . .	64
C.4	<code>dataService.js</code> . . . . .	66



# Tabellenverzeichnis

3.1	Vergleich der Auswahlmöglichkeiten . . . . .	7
3.2	Vergleich Interaktion Datalist & Select in Edge (Windows) . . . . .	14
3.3	Vergleich Interaktion Datalist & Select in Chrome (Mac / Windows) . . . . .	15
3.4	Vergleich Interaktion Datalist & Select in Firefox (Mac / Windows) . . . . .	16
3.5	Vergleich Interaktion Datalist & Select in Safari (Mac) . . . . .	17
3.6	Vergleich Interaktion Datalist & Select in Firefox (Android, mobile) . . . . .	19
3.7	Vergleich Interaktion Datalist & Select in DuckDuckGo (Android, mobile) . . . . .	19
3.8	Vergleich Interaktion Datalist & Select in Safari (iOS, mobile) . . . . .	20
4.1	Aktionen bei der ersten Version der neuen Komponente . . . . .	30
6.1	Glossar . . . . .	41

## Anhang A

# Aufgabenstellung