

ENTWICKLUNG EINER FORMULARANWENDUNG MIT KOMPATIBILITÄTSVALIDIERUNG DER EINFACH- UND MEHRFACHAUSWAHL-EINGABEFELDER

Vorgelegt von:

Alexander Johr

Meine Adresse

Erstprüfer: Prof. Jürgen Singer Ph.D.
Zweitprüfer: Prof. Daniel Ackermann
Datum: 02.11.2020

THEMA UND AUFGABENSTELLUNG DER MASTERARBEIT
MA AI 29/2021

FÜR HERRN ALEXANDER JOHR

ENTWICKLUNG EINER FORMULARANWENDUNG MIT
KOMPATIBILITÄTSVALIDIERUNG DER EINFACH- UND
MEHRFACHAUSWAHL-EINGABEFELDER

Das Thünen-Institut für Ländliche Räume wertet Daten zu Maßnahmen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen aus. Dafür müssen entsprechende Maßnahmen bundesweit mit Zeitbezug auswertbar sein und mit Attributen versehen werden. Um die Eingabe für die Wissenschaftler des Instituts zu beschleunigen und um fehlerhafte Eingaben zu minimieren, soll eine spezielle Formularanwendung entwickelt werden. Neben herkömmlichen Freitextfeldern beinhaltet das gewünschte Formular zum Großteil Eingabefelder für Einfach- und Mehrfachauswahl. Je nach Feld kann die Anzahl der Auswahlmöglichkeiten mitunter zahlreich sein. Dem Nutzer sollen daher nur solche Auswahlmöglichkeiten angeboten werden, die zusammen mit der zuvor getroffenen Auswahl sinnvoll sind.

Im Wesentlichen ergibt sich die Kompatibilität der Auswahlmöglichkeiten aus der Bedingung, dass für dasselbe oder ein anderes Eingabefeld eine Auswahlmöglichkeit gewählt bzw. nicht gewählt wurde. Diese Bedingungen müssen durch Konjunktion und Disjunktion verknüpft werden können. In Sonderfällen muss ein Formularfeld jedoch auch die Konfiguration einer vom Standard abweichenden Bedingung ermöglichen. Wird dennoch versucht, eine deaktivierte Option zu selektieren, wäre eine Anzeige der inkompatiblen sowie der stattdessen notwendigen Auswahl ideal.

Die primäre Zielplattform der Anwendung ist das Desktop-Betriebssystem Microsoft Windows 10. Idealerweise ist die Formularanwendung auch auf weiteren Desktop-Plattformen sowie mobilen Endgeräten wie Android- und iOS-Smartphones und -Tablets lauffähig. Die Serialisierung der eingegebenen Daten genügt dem Institut zunächst als Ablage einer lokalen Datei im JSON-Format.

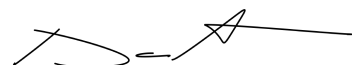
Die Masterarbeit umfasst folgende Teilaufgaben:

- Analyse der Anforderungen an die Formularanwendung
- Evaluation der angemessenen Technologie für die Implementierung
- Entwurf und Umsetzung der Übersichts- und Eingabeoberfläche
- Konzeption und Implementierung der Validierung der Eingabefelder
- Entwicklung von automatisierten Testfällen zur Qualitätskontrolle
- Bewertung der Implementierung und Vergleich mit den Wunschkriterien

Digital unterschrieben von
Juergen K. Singer
o= Hochschule Harz,
Hochschule fuer
angewandte
Wissenschaften, l=
Wernigerode
Datum: 2021.03.23 12:30:
26 MEZ



Prof. Jürgen Singer Ph.D.
1. Prüfer



Prof. Daniel Ackermann
2. Prüfer

Inhaltsverzeichnis

Listingsverzeichnis	8
1 Anforderungen	11
I Einleitung	12
2 Problemstellung	12
3 Flutter und Dart	12
4 Technologie Auswahl	19
4.1 Trendanalyse	19
4.1.1 Frameworks mit geringer Relevanz	20
4.1.2 Frameworks mit sinkender Relevanz	21
4.1.3 Frameworks mit steigender Relevanz	22
4.2 Vergleich React Native und Flutter	23
4.2.1 Vergleich zweier minimaler Beispiele für Formulare und Validierung .	23
4.2.2 Automatisiertes Testen	24
II Implementierung	27
5 Schritt 1 - Formular in Grundstruktur erstellen	27
5.1 Auswahloptionen hinzufügen	28
5.2 Serialisierung einer Maßnahme	32
5.3 Test der Serialisierung einer Maßnahme	36
5.4 Serialisierung der Maßnahmenliste	39
5.5 Test der Serialisierung der Maßnahmenliste	40
5.6 Der Haupteinstiegspunkt	41
5.7 Abhängigkeiten zum verwalten der Maßnahmen	44
5.8 Die Abhängigkeiten für das ViewModels	47
5.9 Übersicht der Maßnahmen	48
5.10 Widget MassnahmenTable	50
5.11 Eingabeformular	52

5.12	Widget SelectionCard	55
5.13	Integration Test zum Test der Oberfläche	59
5.14	Schritt 2	62
6	HIER EINFÜGEN Status Choice	62
6.1	Schritt 3	69
6.2	Schritt 4	73
6.3	Schritt 5	80
6.4	Schritt 6	84
6.5	Schritt 7	87
III	Anhang	98
A	Technologiewahl Anhang	99
A.1	Stimmen verwendeter Frameworks	99
A.2	Stimmen gewünschter Frameworks	99
B	Vergleich React Native und Flutter Anhang	99
C	Schritt 1 Anhang	107
Literatur		108
Eidesstattliche Erklärung		110

Abbildungsverzeichnis

1	Stimmen der Stack Overflow Umfrage von 2013 bis 2020	20
2	Suchinteresse der Frameworks mit geringer Relevanz	21
3	Stimmen für Cordova und PhoneGap 2013 bis 2020	21
4	Stimmen für Xamarin und Cordova	22
5	Suchinteresse sinkende und steigende Relevanz	22
6	Stimmen für React Native und Flutter	23
7	Schritt 1 Übersicht	27
8	Schritt 1 Eingabemaske	27
9	Schritt 1 Selektions-Bildschirm für Status	28
10	Stimmen verwendeter Frameworks	99
11	Stimmen gewünschter Frameworks	100

Listingsverzeichnis

1	Ein Set	14
2	Collection-for in einer Menge	15
3	Collection-for in einer Hashtabelle	15
4	Collection-if in einer Liste	15
5	Collection-if in einer Liste	16
6	Collection-if in einer Liste	16
7	Collection-if in einer Liste	17
8	Collection-if in einer Liste	17
9	Collection-if in einer Liste	17
10	Collection-if in einer Liste	18
11	Schritt 1 Die Klasse LetzterStatus	28
12	Schritt 1 Die Klasse Choice	29
13	Schritt 1 Die Menge letzterStatusChoices	29
14	Schritt 1 Die Klasse Choices	30
15	built_value Live Template	32
16	Schritt 1 Der Werte-Typ Massnahme	33
17	Schritt 1 Der Werte-Typ Identifikatoren	34
18	Schritt 1 Der Werte-Typ LetzteBearbeitung	34
19	Schritt 1 Der Serialisierer für Massnahme und Storage	35
20	Schritt 1 Serialisierung einer Maßnahme Unittest	37
21	Schritt 1 Deserialisierung einer Maßnahme Unittest	38
22	Schritt 1 Instanzvariable <code>letzteBearbeitung</code> gibt einen <code>LetzteBearbeitungBuilder</code> zurück	38
23	Schritt 1 Der Werte-Typ Storage	39
24	Schritt 1 Ein automatisierter Testfall überprüft	40
25	Schritt 1 Instanzvariable <code>massnahmen</code> gibt einen <code>SetBuilder</code> zurück	40
26	Schritt 1 Der Haupteinstiegspunkt	42
27	Schritt 1 Die Klasse MassnahmenJsonFile	45
28	Schritt 1 Die Klasse MassnahmenPool	46
29	Schritt 1 Die Klasse MassnahmenFormViewModel	47
30	Schritt 1 Die Struktur der Klasse MassnahmenMasterScreen	48
31	Schritt 1 Ausgabe der finalen Maßnahmen	49
32	Schritt 1 Bedingung der Entwurf-Maßnahmen	49
33	Schritt 1 Die Klasse MassnahmenTable	51
34	Schritt 1 Klasse MassnahmenDetailScreen Struktur	53
35	Schritt 1 Die Ausgabe der Formularfelder	54
36	Schritt 1 Die Funktion createMassnahmenTitelTextFormField	54
37	Schritt 1 Die Funktion saveRecordAndGoBackToOverviewScreen	54
38	Schritt 1 Die Klasse SelectionCard	55
39	Schritt 1 Die Build Methode der SelectionCard	56
40	Schritt 1 Die Funktion createMultipleChoiceSelectionScreen	57
41	Schritt 1 Der Integration Test Driver	59
42	Schritt 1 Initialisierung des Integrations Tests	59
43	Schritt 1 Initialisierung des Widgets für den Integrations Tests	59
44	Schritt 1 Die Hilfsmethode tabSelectionCard	60
45	Schritt 1 Die Hilfsmethode tabOption	60
46	Schritt 1 Die Hilfsmethode fillTextFormField	60
47	Schritt 1 Der Button zum Kreieren einer Maßnahme wird ausgelöst	61
48	Schritt 1 Der letzte Status wird ausgewählt	61
49	Schritt 1 Der Maßnahmentitel wird eingegeben	61
50	Schritt 1 Der Button zum Speichern wird ausgelöst	61
51	Schritt 1 Der Button zum Speichern wird ausgelöst	61

52	Schritt 2 Der Integrationstest klickt 5 weitere Karten	62
53	Schritt 2 Das erwartete Test-Ergebnis wird erweitert	62
54	Schritt 2 Die Klasse FoerderklasseChoice	63
55	Schritt 2 Die Menge foerderklasseChoices	63
56	Schritt 2 Die Klasse KategorieChoice	63
57	Schritt 2 Die Menge kategorieChoices	63
58	Schritt 2 Die Klasse ZielflaecheChoice	64
59	Schritt 2 Die Menge zielflaecheChoices	64
60	Schritt 2 Die Klasse ZieleinheitChoice	64
61	Schritt 2 Die Menge zieleinheitChoices	64
62	Schritt 2 Die Klasse ZielsetzungLandChoice	65
63	Schritt 2 Die Menge hauptzielsetzungLandChoices	65
64	Schritt 2 massnahmenCharakteristika wird Massnahme hinzugefügt	65
65	Schritt 2 Der Werte-Typ Massnahmencharakteristika	65
66	Schritt 2 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt .	66
67	Schritt 2 Maßnahmencharakteristika werden dem ViewModel hinzugefügt .	67
68	Schritt 2 Maßnahmencharakteristika werden dem Tabellenkopf hinzugefügt .	67
69	Schritt 2 Maßnahmencharakteristika werden dem Tabellenkörper hinzugefügt	68
70	Schritt 3 errorText wird der SelectionCard hinzugefügt	68
71	Schritt 3 errorText wird der SelectionCard hinzugefügt	69
72	Schritt 3 errorText wird ausgegeben	69
73	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt .	70
74	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt .	70
75	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt .	70
76	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt .	71
77	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt .	71
78	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt .	71
79	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt .	72
80	Schritt 4 XXXX	73
81	Schritt 4 XXXX	73
82	Schritt 4 XXXX	74
83	Schritt 4 XXXX	74
84	Schritt 4 XXXX	74
85	Schritt 4 XXXX	74
86	Schritt 4 XXXX	75
87	Schritt 4 Die Ausgabe der Formularfelder	75
88	Schritt 4 Die Ausgabe der Formularfelder	75
89	Schritt 4 Die Ausgabe der Formularfelder	75
90	Schritt 4 XXXXX	76
91	Schritt 4 XXXXX	76
92	Schritt 4 XXXXX	76
93	Schritt 4 XXXXX	77
94	Schritt 4 XXXXX	78
95	Schritt 4 XXXXX	79
96	Schritt 5 XXXX	80
97	Schritt 5 XXXX	80
98	Schritt 5 XXXX	80
99	Schritt 5 XXXX	81
100	Schritt 5 XXXX	81
101	Schritt 5 XXXX	82
102	Schritt 5 XXXX	82
103	Schritt 5 XXXX	82
104	Schritt 5 XXXX	82

105	Schritt 5 XXXX	82
106	Schritt 5 XXXX	82
107	Schritt 5 XXXXX	82
108	Schritt 5 XXXXX	83
109	Schritt 5 XXXX	83
110	Schritt 5 XXXX	83
111	Schritt 6 XXXX	84
112	Schritt 6 XXXX	84
113	Schritt 6 XXXX	84
114	Schritt 6 XXXX	85
115	Schritt 6 XXXX	85
116	Schritt 6 XXXX	85
117	Schritt 6 XXXX	85
118	Schritt 6 XXXX	86
119	Schritt 6 XXXX	86
120	Schritt 6 XXXX	86
121	Schritt 6 XXXX	86
122	Schritt 7 XXXX	87
123	Schritt 7 XXXX	87
124	Schritt 7 XXXXX	87
125	Schritt 7 XXXX	88
126	Schritt 7 XXXX	88
127	Schritt 7 XXXX	89
128	Schritt 7 XXXX	89
129	Schritt 7 XXXX	89
130	Schritt 7 XXXX	89
131	Schritt 7 XXXX	90
132	Schritt 7 XXXX	90
133	Schritt 7 XXXX	90
134	Schritt 7 XXXX	90
135	Schritt 7 XXXX	91
136	Schritt 7 XXXX	91
137	Schritt 7 XXXX	91
138	Schritt 7 XXXX	92
139	Schritt 7 XXXXX	92
140	Schritt 7 XXXXX	92
141	Schritt 7 XXXXX	93
142	Schritt 7 XXXX	93
143	Schritt 7 XXXX	94
144	Schritt 7 XXXX	94
145	Schritt 7 XXXX	95
146	built_value Live Template	96
147	built_value Live Template	96
148	built_value Live Template	96
149	built_value Live Template	97
150		101
151		102
152		103
153		104
154		104
155		105
156		106
157	Schritt 1 Ein automatisierter Testfall überprüft	107

1 Anforderungen

Dieses Kapitel behandelt die Anforderungen

- Performance: Hohe Anzahl Eingabefelder
- nested formulars

Wunsch

- Alle Komponenten wiederverwendbar wie etwa Selection Caard nicht nur für Choices
-
- Strategy Entwurfsmuster für compute choice von viewModelType weil viewmodel nötig ist für nested formular
-

Teil I

Einleitung

2 Problemstellung

Das primäre Problem der Formular-Anwendung ist, dass sich die Auswahlfelder untereinander beeinflussen. Wird eine Option in einem Auswahlfeld selektiert, so werden die möglichen Auswahlfelder von potenziell jedem anderen Auswahlfeld dadurch manipuliert. Es muss eine Möglichkeit gefunden werden, die Abhängigkeiten in einer einfachen Art und Weise für jede Auswahloption zu hinterlegen und bei Bedarf abzurufen.

Das sekundäre Problem, welches sich vom primären Problem ableiten lässt, ist die Laufzeit-Geschwindigkeit. Wenn die Auswahl in einem Auswahlfeld die Auswahlmöglichkeiten in potenziell allen anderen Auswahlfeldern manipuliert, so könnte dies zu einer hohen Last beim erneuten Zeichnen der Oberfläche zur Folge haben. Wann immer der Nutzer eine Selektion tätigt, müsste das gesamte Formular neu gezeichnet werden, um sicherzustellen, dass invalide Auswahloptionen gekennzeichnet werden. Bei einem Formular mit wenigen Auswahlfeldern wäre das kein Problem. Doch die nötigen Auswahlfelder für das eintragen von Maßnahmen des Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) sind zahlreich. Ein automatisierter Integrationstest, welcher im Formular Daten einer beispielhaften Maßnahme einträgt, zählt zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit bereits 58 aufgerufene Auswahlfelder und 107 darin selektierte Auswahloptionen. Das bedeutet, dass bei jedem dieser 107 Selektionen die 58 Auswahlfelder und all ihre Kinder neu gezeichnet werden müssten. Es könnten also Wartezeiten nach jedem Auswählen einer Option entstehen. Das Formular soll in Zukunft zudem noch erweitert und auch für die Eingabe ganz anderer Datensätze mit potenziell noch mehr Auswahlfeldern eingesetzt werden. Es ist also erforderlich, dass ein Mechanismus gefunden wird, der nur die Elemente neu zeichnet, die sich wirklich ändern.

Für Form wurde Flutter gewählt

3 Flutter und Dart

Flutter ist ein Framework zur Entwicklung von Oberflächen von Google. Es unterstützt eine breite Anzahl an Ziel-System. Dazu gehören:

- Desktop:¹
 - Windows:
 - * Win32,
 - * Universal Windows Platform,
 - macOS,
 - Linux,
- Mobile Endgeräte²:
 - Android,

¹Vgl. Google LLC, *Desktop support for Flutter*.

²Vgl. Google LLC, *Flutter - Beautiful native apps in record time*.

- iOS,
- und das Web³.

Flutter ist inspiriert durch das Web-Framework react und deren Oberflächenelemente, die Components genannt werden⁴. Die visuellen Oberflächen-Elemente in Flutter werden dagegen Widgets genannt. „react“ „Components“ verfügen über einen Zustand – „State“ genannt – der bei Veränderung das neu zeichnen der visuellen Repräsentation erwirkt. Flutter unterscheidet allerdings zwischen zwei Arten von Widgets: denen, die einen Zustand pflegen – den „Stateful Widgets“ – und solchen, die keinen Zustand haben – den „Stateless Widgets“.

„Stateful Widgets“ pflegen einen Zustand, der mittels der Methode `setState` gesetzt werden kann. Bei Aufrufen der Methode wird das gesamte Widget neu gezeichnet. Der Zustand selbst ist dabei im visuellen Baum als Vater der visuellen Elemente des Widgets verankert und bleibt erhalten, während die dazugehörigen Oberflächenelemente ausgetauscht werden.

„Stateless Widgets“ haben dagegen keinen solchen Mechanismus. Wie alle Widgets werden sie neu gezeichnet, wenn es durch das Framework angeordnet wurde. Das kann unter anderen der Fall sein, wenn das Widget zum ersten Mal in der Oberfläche auftaucht, oder das Vater-Element und damit alle Kinder Elemente neu gezeichnet werden.

„StatefulWidgets“ sind nur eine von vielen Möglichkeiten den Zustand des Programms zu verwalten. Die Formular-Anwendung verwendet ausschließlich `StatelessWidget`s, da die Verwaltung des Zustands über das sogenannte BloC Pattern umgesetzt ist. Mehr dazu im Kapitel **Kapitel einfügen**.

Dart Flutter-Anwendungen werden in der Programmiersprache Dart geschrieben. Nachfolgend soll auf eine Reihe von Besonderheiten von Dart im Vergleich zu anderen objekt-orientierten Programmiersprachen eingegangen werden.

Dart ist eine Hochsprache, die hauptsächlich für die Entwicklung von Oberflächen entwickelt wurde, sich jedoch ebenso dazu eignet, Programme für das Back-End zu entwickeln.

Ein Hauptaspekt bei dem Design der Sprache ist die Produktivität des Entwicklers. Mechanismen wie das „hot reload“ verkürzen die Entwicklungszyklen erheblich. Das „hot reload“ ermöglicht es, während eine Anwendung im Debug-Modus ausgeführt wird, Änderungen an dessen Quellcode vorzunehmen. Daraufhin werden nur die Teile der laufenden Applikation aktualisiert, die tatsächlich verändert wurden. Währenddessen bleibt die Anwendung in der gleichen Ansicht, anstatt zum Hauptbildschirm zurückgesetzt werden, von der aus der Entwickler erneut zur gewünschten Ansicht zurücknavigieren müsste.

AOT und JIT Nicht nur für die reibungslose Entwicklung sondern auch für das Laufzeitverhalten der finalen Applikation wurde die Sprache optimiert. Für die Ziel-Architekturen ARM32, ARM64 und x86_64 wird Dart in Maschinencode kompiliert. [url {https://dart.dev/overview#}](https://dart.dev/overview#)

Dementsprechend kommt während der Entwicklung eine virtuelle Maschine - die Dart VM - geschiet über Just-in-time-Kompilierung (JIT) zum Einsatz. Für die Kompilierung in Maschinencode wird dagegen Ahead-of-time-Kompilierung (AOT) eingesetzt.

tree shaking Für die Minimierung der Dateigröße des resultierenden Kompilats wird das sogenannte „tree shaking“ eingesetzt. Das Hauptprogramm importiert über das Schlüssel-

³Vgl. Google LLC, *Web support for Flutter*.

⁴Vgl. Google LLC, *Flutter - Introduction to widgets*.

wort `import` Funktionalitäten aus weiteren .dart-Dateien oder sogar ganzen Bibliotheken. Diese Dateien importieren wieder Weitere. Dadurch wird ein Baum aufgespannt. Das „tree shaking“ identifiziert, welche Funktionalitäten tatsächlich vom Programm verwendet werden und welche nicht. Dies bringt aber eine wichtige Einschränkung mit sich. Die Metaprogrammierung (der Zugriff auf sprachinterne Eigenschaften, wie etwa Klassen und ihre Attribute) ist damit stark eingeschränkt.

Meta-Programmierung Bei der Kompilierung werden die Original-Bezeichner durch Symbole ersetzt, welche minimalen Speicher-Bedarf haben. Aber nicht nur das, denn durch das „tree shaking“ werden auch etwaige Eigenschaften und Funktionalitäten entfernt, die nicht verwendet werden. Die sogenannte „Reflexion“ oder „Introspektion“ versucht auf solche Meta-Informationen während der Laufzeit zuzugreifen. Da die Eigenschaften aber nicht mehr verfügbar sind, ist „Reflexion“ nicht anwendbar. Dart greift daher auf eine andere Variante der Meta-Programmierung zurück: die Quellcode Generierung.

Quellcode-Generierung Das Package „source_gen“ erlaubt das Auslesen der Meta-Informationen und ermöglicht das Generieren von Quellcode, der von diesen Eigenschaften abgeleitet werden kann. So verwendet beispielsweise das Package „built_value“ die Quellcode-Generierung. Zunächst werden Eigenschaften wie Klassennamen, Instanzvariablen mit ihren Bezeichnern und Datentypen gelesen. Die Eigenschaften können dann genutzt werden, um unveränderliche Werte-Typen und dazugehörige sogenannte „Builder“-Objekte des Erbauer-Entwurfsmusters, sowie Funktionen zum Serialisieren und Deserialisieren von Objekten zu generieren. **Referenzen**

Set und Map Literale Dart erlaubt es Listen (`List`), Mengen (`Set`) und Hashtabellen (`Map`) als sogenannte Literale zu deklarieren. Ein Literal ist die textuelle Repräsentation eines Wertes eines speziellen Datentyps. Beispielsweise ist `"Text"` ein String-Literal für eine Zeichenkette mit den Elementen „T“, „e“, „x“, „t“. So ist auch `{ "Text" }` ein Literal für eine Menge (`Set`). Eine Menge mit den gleichen Werten könnte genauso auch wie in Listing 1 erstellt werden.

```
1 var menge = Set();
2 menge.add("Text");
```

Listing 1: Ein Set, Quelle: Eigenes Listing

Es entfällt also die Instanziierung einer Liste, einer Menge oder einer Hashtabelle über den Klassennamen und der darauffolgenden Zuweisung der einzelnen Werte. Stattdessen startet das `Set` und `Map` Literal mit einer öffnenden geschweiften Klammer und endet mit einer schließenden geschweiften Klammer. Innerhalb der Klammern werden die Werte im Fall eines Sets mit `,` getrennt nacheinander aufgeführt (`{1,2}`). Im Fall einer Map werden der Schlüssel und der Wert durch einen `:` voneinander getrennt und die Schlüssel-Wertepaare wiederum durch `,` getrennt nacheinander aufgelistet (`{1: "erster Wert", 2: "zweiter Wert"}`). Eine Liste wiederum wird mit eckigen Klammern geöffnet und geschlossen. Die Werte werden erneut mit `,` getrennt voneinander angegeben (`[1,2]`).

Collection for Dart erlaubt es Schleifen innerhalb von Listen-, Mengen- und Hashtabellen-Literalen zu verwenden. Dabei darf die Schleife jedoch keinen Schleifen-Körper besitzen. Ledig der Schleifen-Kopf wird dazu im Literal geschrieben. Darauf folgt der Wert, der bei

jedem Schleifendurchlauf hinzugefügt werden soll. Dabei kann der Wert von der Schleifenvariable genutzt oder davon abgeleitet werden. Listing 2 geht beispielsweise durch die Liste von der Temperatur-Angaben 97.7, 105.8, die in Fahrenheit gelistet sind. Für jeden Schleifendurchlauf wird die Schleifen-Variable `f` mit der entsprechenden Formel in Grad Celsius umgewandelt. Das Ergebnis ist somit äquivalent mit dem `Set`-Literal `{36.5, 38.5, 41}`.

```
1 var gradCelsiusTemperaturen = {  
2   for (var f in [97.7, 101.3, 105.8])  
3     (f - 32) * 5 / 9  
4 };
```

Listing 2: Collection-for in einer Menge, Quelle: Eigenes Listing

Gleiches gilt für Hashtabellen. Hierbei wird ein Schlüssel-Werte-Paar übergeben. Links vom `:` ist der Schlüssel und rechts davon der Wert. In Listing 3 wird durch die gleiche Liste von Temperaturen in Fahrenheit iteriert. Für jede Schleifenvariable `f` wird für das resultierende Schlüsselwörter paar das Ergebnis in Grad Celsius als Schlüssel und das Ergebnis als Wert eingetragen. Das Ergebnis von `celsiusUndFahrenheit` ist dementsprechend eine `Map` mit dem Wert: `{36.5: 97.7, 38.5: 101.3, 41: 105.8}`

```
1 var celsiusUndFahrenheit = {  
2   for (var f in [97.7, 101.3, 105.8])  
3     (f - 32) * 5 / 9 : f  
4 };
```

Listing 3: Collection-for in einer Hashtabelle, Quelle: Eigenes Listing

Collection-if Neben dem Collection-for ist auch die Nutzung von Fallunterscheidungen in Kollektionen erlaubt. Vor dem Wert, der in die Kollektion aufgenommen werden soll oder nicht, kann das Schlüsselwort `if` mit einer darauffolgenden Bedingung in Klammern gesetzt werden. Listing 4 iteriert durch eine Anzahl von Temperaturen in Grad Celsius. Nur in dem Fall, dass die Temperatur der Schleifen-Variable `c` größer oder gleich 38,5 ist, wird die Temperatur der Liste zugefügt. Das Ergebnis der Liste `fieberTemperaturen` ergibt also `[38.5, 41]`.

```
1 var fieberTemperaturen = [  
2   for (var c in [36.5, 38.5, 41])  
3     if (c >= 38.5) c  
4 ];
```

Listing 4: Collection-if in einer Liste, Quelle: Eigenes Listing

Typen ohne NULL-Zulässigkeit Im Vergleich zu vielen anderen Programmiersprachen wie beispielsweise in Java wird in Dart zwischen gewöhnlichen Typen und nullable Typen unterschieden. In Sprachen wie Beispielsweise Java ist es nur bei atomaren Datentypen wie `int` und `float` vorgeschrieben einen Wert anzugeben. `null` ist bei diesen primitiven Datentypen nicht als Wert erlaubt. Doch nicht atomare Datentypen erlauben immer die Angabe von `null` als Wert. `null` drückt dabei immer das Nichtvorhandensein von Daten aus. Ab Dart 2.12 kann allen Datentypen standardmäßig kein Null-Wert zugewiesen werden. Das hat den Vorteil, dass der Compiler sich darauf verlassen kann, dass eine Variable niemals den Wert `null` haben kann. Das ist besonders dann nützlich,

wenn auf Einem Objekt eine Methode aufgerufen wird. Ist die Referenz das Objekt ist in Wahrheit `null` so gibt es erst zur Laufzeit einen Fehler, da die Methode auf der Referenz `null` nicht aufgerufen werden kann. Damit ein Laufzeitfehler geworfen werden kann, muss vor jedem Aufruf einer Methode auf einer Referenz überprüft werden, ob die Referenzen nicht `null` sind. Würde diese Überprüfung nicht stattfinden, so könnte kein Laufzeitfehler geworfen werden und das Programm würde ohne Fehlermeldung abstürzen. Handelt es sich allerdings um eine Referenz, die niemals den Wert `null` annehmen kann, so kann der Compiler die Überprüfung auf Null-Werte für diese Referenzen überspringen. Damit erhöht sich zusätzlich die Ausführungsgeschwindigkeit, da die Überprüfung Zeit in Anspruch nimmt. Vor allem aber ist es vorteilhaft für den Entwickler, da der Compiler Fehlermeldungen und Warnungen mitteilen kann, wenn Operationen auf Variablen mit potenziellen Null-Werten verwendet werden. Die Abwesenheit von Daten ist jedoch bei der Entwicklung sehr wichtig. Nicht alle Variablen können immer einen Wert haben. Aus diesem Grund gibt es in Dart auch die Typen, die auch Null-Werte zulassen. Allerdings gelten besondere Regeln für diese Typen.

Typen mit Null-Zulässigkeit Wird in Dart hinter einem Typen ein `?` angegeben, so kann die Variable nicht nur Werte annehmen, die dieser Datentyp zulässt sondern zusätzlich auch noch den Wert `null`. Methoden auf Objekten mit Null-Zulässigkeit aufzurufen ist nicht ohne weiteres möglich.

Im Listing 5 wird versucht die auf die Variable `fahrenheitTemperature` den Operator `-` anzuwenden um sie mit `32` zu subtrahieren. Der Compiler liefert jedoch einen Fehler, da der Wert der Variable `null` sein kann, wie die Notation `int?` anzeigt. Solange nicht feststeht, dass die Variable zur Laufzeit tatsächlich nicht `null` ist, kann das Programm nicht kompiliert werden.

```
1 void printTemperatureInCelsius(int? fahrenheitTemperature) {
2   print((fahrenheitTemperature - 32) * 5 / 9);
3 }
```

Listing 5: Collection-if in einer Liste, Quelle: Eigenes Listing

Zu diesem Zweck macht Dart von der sogenannten Type Promotion - deutsch Typ Beförderung - gebrauch. Mithilfe einer Fallunterscheidung kann vor Anwenden der Operation nachgesehen werden, ob der Wert der Variable nicht `null` ist. Innerhalb des Körpers der Fallunterscheidung wird der Typ der Variable automatisch in einen Typ ohne Null-Zulässigkeit befördert. Der Code in Listing 6 lässt sich daher wieder kompilieren.

```
1 void printTemperatureInCelsius(int? temperature) {
2   if (temperature != null) {
3     print((temperature - 32) * 5 / 9);
4   }
5 }
```

Listing 6: Collection-if in einer Liste, Quelle: Eigenes Listing

Eine Besonderheit stellen dabei allerdings Instanzvariablen dar. In Dart wird syntaktisch nicht zwischen dem Aufruf einer Getter-Methode oder einer Instanzvariable unterschieden. In Listing könnte sich hinter den Aufrufen von `temperature` in den Zeilen 6 und 7 die Instanzvariable verbergen, die in Zeile 2 deklariert ist.

Genauso könnte es aber auch sein, das eine Klasse von Patient erbt und das Feld `temperature` mit einer gleichnamigen Getter-Methode überschreibt. Auch wenn es sehr unwahrscheinlich

```

1 class Patient {
2     num? temperature;
3     Patient({this.temperature});
4
5     void printTemperatureInCelsius() {
6         if (temperature != null) {
7             print((temperature - 32) * 5 / 9);
8         }
9     }
10 }

```

Listing 7: Collection-if in einer Liste, Quelle: Eigenes Listing

ist, könnte es trotzdem vorkommen, dass der Aufruf von `temperature` in Zeile 6 einen Wert zurückgibt, der nicht `null` ist und der darauffolgende Aufruf in Zeile 7 `null` liefert. So provoziert es die Klasse `UnusualPatient` im Listing 8. Beim ersten Aufruf von `temperature` wird die Zähl-Variable `counter` von 0 auf 1 erhöht. Die Abfrage, ob es sich bei dem Wert von Counter um eine ungerade Zahl handelt ist erfolgreich (Z. 6), weshalb mit 97,7 ein valider Wert zurückgegeben wird. Beim zweiten Aufruf erhöht sich `counter` allerdings auf 2. Die gleiche Abfrage schlägt dieses Mal fehl. Deshalb liefert die Getter-Methode nun `null` (Z. 9). Ein solches Szenario ist schon sehr unwahrscheinlich, doch die Typ-Überprüfung des Compilers arbeitet mit Beweisen. Im Fall von Instanzvariablen kann nicht bewiesen werden, das zur Laufzeit ein solcher Fall ausgeschlossen werden kann.

```

1 class UnusualPatient extends Patient {
2     int counter = 0;
3
4     num? get temperature {
5         counter++;
6         if (counter.isOdd) {
7             return 97.7;
8         } else {
9             return null;
10        }
11    }
12 }

```

Listing 8: Collection-if in einer Liste, Quelle: Eigenes Listing

Sollte sich der Entwickler sicher sein, dass die Variable nicht `null` sein kann, so kann er mit einem nachgestellten `!` erzwingen, dass die Variable als nicht `null` angesehen wird (Listing. Z. 3). Sollte es dann dennoch passieren, dass die Variable `null` ist, so wird eine Fehlermeldung beim Aufruf der Variable geworfen.

```

1 void printTemperatureInCelsius() {
2     if (temperature != null) {
3         print((temperature! - 32) * 5 / 9);
4     }
5 }

```

Listing 9: Collection-if in einer Liste, Quelle: Eigenes Listing

Eine noch sicherere Variante ist es, die Instanzvariable zuvor in eine lokale Variable zu speichern (Listing. 10 Z. 2). Die lokale Variable hat keine Möglichkeit zwischen den zwei Aufrufen einen unterschiedlichen Wert anzunehmen. Somit kann auch das Suffix `!` weggelassen werden (Z. 4).

```
1 void printTemperatureInCelsius() {  
2     num? temperature = this.temperature;  
3     if (temperature != null) {  
4         print((temperature - 32) * 5 / 9);  
5     }  
6 }
```

Listing 10: Collection-if in einer Liste, Quelle: Eigenes Listing

4 Technologie Auswahl

Dieses Kapitel behandelt die Auswahl der Frontend-Technologie für die Umsetzung der Formular-Anwendung. Dazu werden im ersten Schritt die dafür in Frage kommende Technologien identifiziert. Anschließend wird der Trend der Popularität dieser Technologien miteinander verglichen. Die daraus resultierenden Kandidaten sollen dann detaillierter untersucht werden. In Hinblick auf die Anforderungen an die Formular-Anwendung soll dabei die angemessenste Frontend-Technologie ausgewählt werden.

4.1 Trendanalyse

Zwei Quellen wurden für die Analyse der Technologie-Trends ausgewählt: die Ergebnisse der jährlichen Stack Overflow Umfragen und das Such-Interesse von Google Trends.

Stack Overflow Umfrage Die Internet-Plattform Stack Overflow richtet sich an Softwareentwickler und bietet ihren Nutzern die Möglichkeiten, Fragen zu stellen, Antworten einzustellen und Antworten anderer Nutzer auf- und abzuwerten. Besonders für Fehlermeldungen, die häufig während der Softwareentwicklung auftreten, findet man auf dieser Plattform rasch die Erklärung und den Lösungsvorschlag gleich mit. Dadurch lässt sich auch die Herkunft des Domain-Namens herleiten:

We named it Stack Overflow, after a common type of bug that causes software to crash – plus, the domain name stackoverflow.com happened to be available.
- Joel Spolsky, Mitgründer von Stack Overflow ⁵

Aufgrund des Erfolgsrezepts von Stack Overflow ist die Plattform kaum einem Softwareentwickler unbekannt. Dementsprechend nehmen auch jährlich tausende Entwickler an den von Stack Overflow herausgegebenen Umfragen teil. Seit 2013 beinhalten die Umfragen auch die Angabe der aktuell genutzten und in Zukunft gewünschten Frontend-Technologien. Stackoverflow erstellt aus diesen gesammelten Daten Auswertungen und Übersichten. Doch gleichzeitig werden die zugrundeliegenden Daten veröffentlicht. ⁶

Um den Trend der Beliebtheit der Frontend-Technologien aufzuzeigen, wurde ein Jupyter Notebook erstellt. Es transformiert die Daten in ein einheitliches Format, da die Umfrageergebnisse von Jahr zu Jahr in einer unterschiedlichen Struktur abgelegt wurden. Anschließend erstellt es Diagramme, die im Folgenden analysiert werden. Das Jupyter Notebook ist im Anhang zu finden.

Google Trends Suchanfragen die an die Suchmaschine Google abgesetzt werden, lassen sich über den Dienst Google Trends als Trenddiagramm Visualisieren. Um das relative Such-Interesse abzubilden, werden die Ergebnisse normalisiert, um die Ergebnisse auf einer Skala von 0 bis 100 darstellen zu können. ⁷

Google Trends ist keine wissenschaftliche Umfrage und sollte nicht mit Umfragedaten verwechselt werden. Es spiegelt lediglich das Suchinteresse an bestimmten Themen wider. ⁸

⁵Spolsky, „How Hard Could It Be?: The Unproven Path“

⁶Stack Exchange, Inc., *Stack Overflow Insights - Developer Hiring, Marketing, and User Research*

⁷Vgl. Google LLC, *Häufig gestellte Fragen zu Google Trends-Daten - Google Trends-Hilfe*

⁸Google LLC, *Häufig gestellte Fragen zu Google Trends-Daten - Google Trends-Hilfe*

Genau aus diesem Grund wird Google Trends im Folgenden lediglich zum Abgleich der Ergebnisse der Stack Overflow Umfrage eingesetzt.

4.1.1 Frameworks mit geringer Relevanz

NativeScript, Sencha (bzw. Sencha Touch) und Appcelerator spielen in den Umfrageergebnisse eine untergeordnete Rolle. Dies ist in den aufsummierten Stimmen von 2013 bis 2020 für alle in der Umfrage auftauchenden Frontend-Technologien zu sehen (Abb. ??).

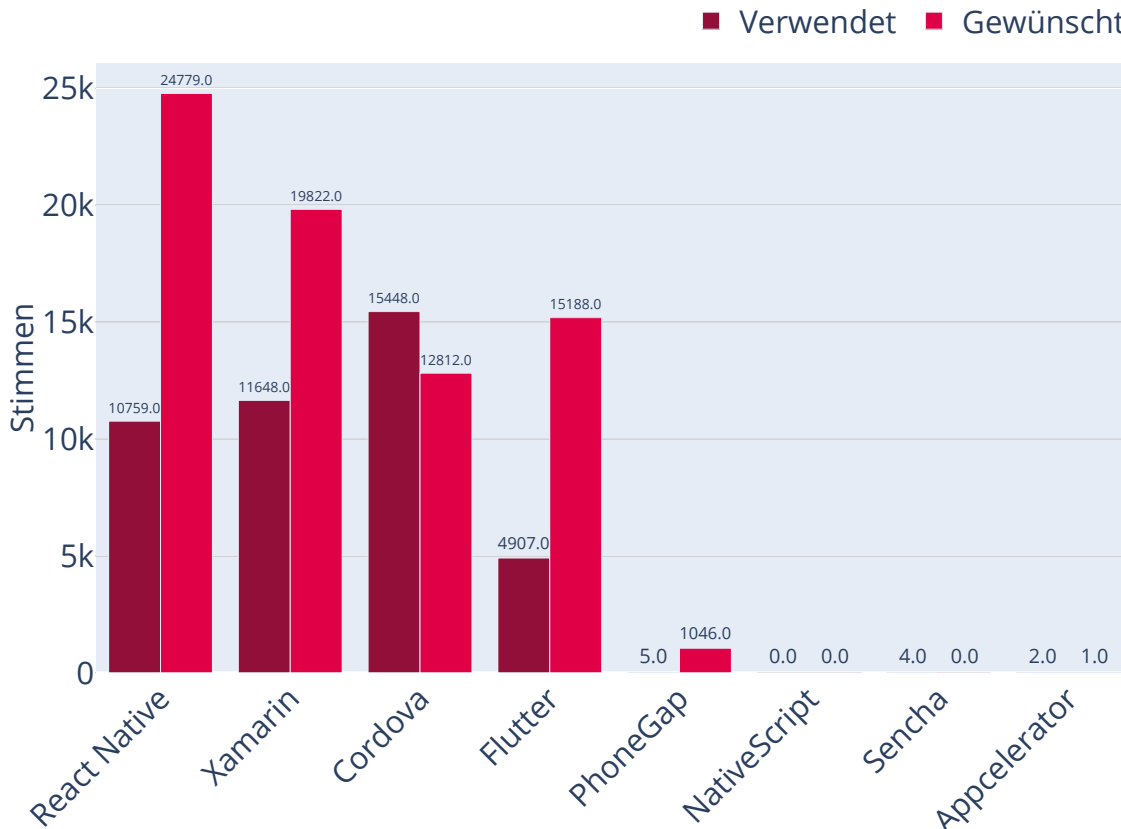


Abbildung 1: Summe der Stimmen der Stack Overflow Umfrage von 2013 bis 2020, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

Auch das Suchinteresse auf Google ist für diese Frameworks äußerst gering. In Abbildung 2 werden NativeScript, Sencha, Appcelerator und auch Adobe PhoneGap mit Apache Cordova für das relative Suchinteresse verglichen.

Verwandte Technologien zu Apache Cordova Das Ionic Framework taucht in den Ergebnissen der Stack Overflow Umfragen nicht auf. Ein Grund dafür könnte sein, dass es auf Apache Cordova aufbaut¹⁰, welches bereits in den Ergebnissen vorkommt. Adobe PhoneGap taucht zwar in den Ergebnissen von 2013 mit 1043 Stimmen auf (Siehe Abbildung 3), verliert jedoch in den Folgejahren mit weniger als 10 Stimmen abruht an Relevanz. Das stimmt nicht mit dem Suchinteresse auf Google überein, da es dort ab 2013 sogar steigt, wie in Abbildung 2 zu sehen ist. 2013 existierte PhoneGap noch als extra Mehrfachauswahlfeld in den Daten, während es ab 2014 nur noch in dem Feld für die sonstigen Freitext Angaben auftaucht¹¹. Auch Adobe PhoneGap baut auf Apache Cordova auf¹². Für diese

¹⁰Lynch, *The Last Word on Cordova and PhoneGap*

¹¹Vgl. Stack Exchange, Inc., *Stack Overflow Insights - Developer Hiring, Marketing, and User Research*

¹²Vgl. Adobe Inc., *FAQ / PhoneGap Docs*

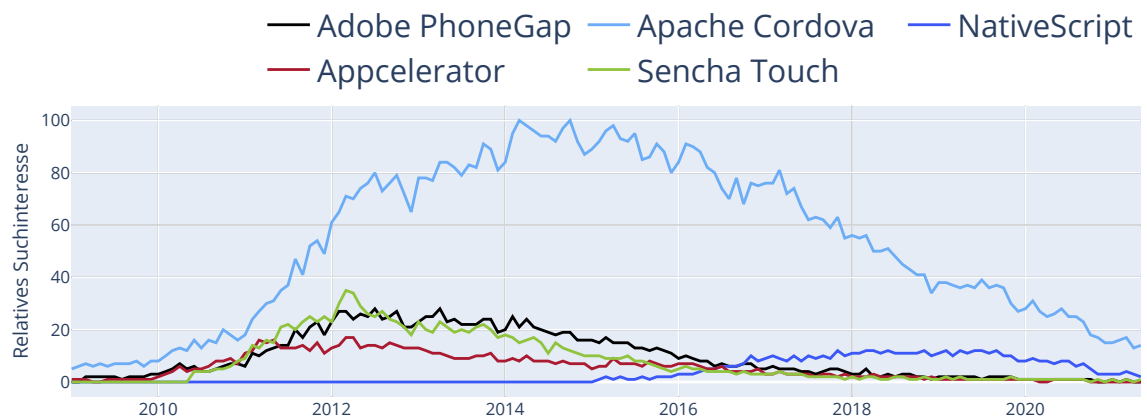


Abbildung 2: Suchinteresse der Frameworks mit geringer Relevanz, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/GoogleTrends/GoogleTrends.ipynb](#), Daten-Quelle: Google Trends⁹

Auswertung spielen diese verwandten Technologien eine untergeordnete Rolle, da sie auch in den Google Trends weit hinter Apache Cordova zurückbleiben (Abb. 2).

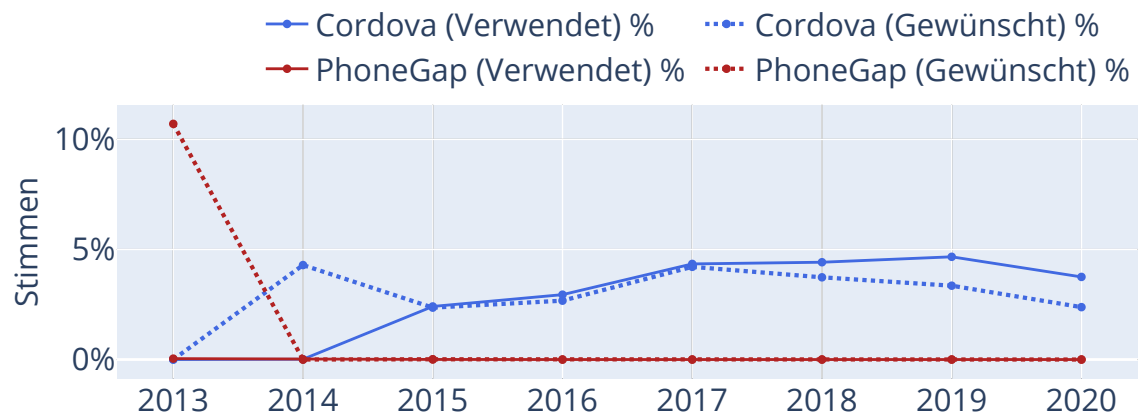


Abbildung 3: Stimmen für Cordova und PhoneGap 2013 bis 2020, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

Am Beispiel von Adobe PhoneGap wird deutlich, wie wichtig es ist, auf eine Technologie zu setzen, die weit verbreitet ist. Im schlimmsten Fall wird die Technologie sogar vom Betreiber aufgrund zu geringer Nutzung komplett eingestellt, wie es bereits bei PhoneGap geschehen ist. Adobe gab am 11. August 2020 bekannt, dass die Entwicklung an PhoneGap eingestellt wird und empfiehlt die Migration hin zu Apache Cordova.¹³

4.1.2 Frameworks mit sinkender Relevanz

Die Technologien Xamarin und Cordova zeigen bereits einen abfallenden Trend, wie in Abbildung 4 ersichtlich ist. Im Fall von Xamarin gibt es immerhin mehr Entwickler, die sich wünschen, mit dem Framework zu arbeiten, als Entwickler, die tatsächlich mit Xamarin arbeiten. Cordova scheint in diesem Hinblick dagegen eher unbeliebt: es gibt mehr Entwickler, die mit Cordova arbeiten, als tatsächlich damit arbeiten wollen.

In Abbildung 5 ist noch einmal zu sehen, dass Google Trends die Erkenntnisse aus der Stack Overflow Umfrage reflektiert und es wird auch sichtbar, welche beiden Technologien möglicherweise der Grund für den Rückgang von Xamarin und Cordova sind.

¹³Vgl. Adobe Inc., *Update for Customers Using PhoneGap and PhoneGap Build*

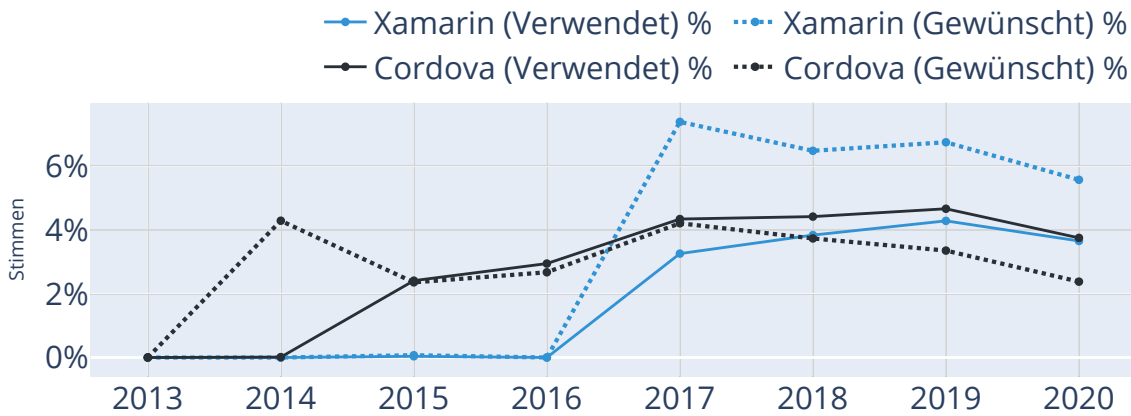


Abbildung 4: Stimmen für Xamarin und Cordova 2013 bis 2020, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

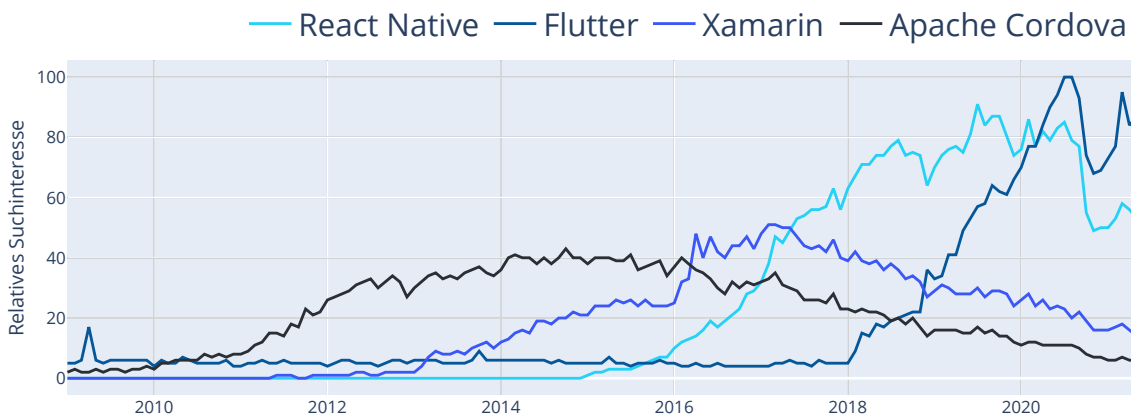


Abbildung 5: Suchinteresse sinkende und steigende Relevanz, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

4.1.3 Frameworks mit steigender Relevanz

Besser ist es, auf Technologien zu setzen, die noch einen steigenden Trend der Verbreitung und Beliebtheit zeigen. In Abbildung 6 wird sichtbar, dass es sich dabei um Flutter und immerhin im Hinblick auf die Verbreitung auch für React Native handelt. Ungünstigerweise wird React Native in der Stack Overflow Umfrage erst seit 2018 als tatsächliches Framework abgefragt. Vorher erschien lediglich das Framework React, welches nicht für den Vergleich der Cross-PlatformFrameworks eignet, da es sich um ein reines Web-Framework handelt. Doch auch die Ergebnisse von Google Trends zeigen einen ähnlichen Verlauf für die Jahre 2019 und 2020 (Abb. 5).

Im Vergleich von dem Jahr 2019 mit 2020 wird sichtbar, dass die Zahl der Entwickler, die sich wünschen, mit React Native zu arbeiten, gesunken ist. Dennoch ist die Anzahl der Entwickler, die mit React Native arbeiten möchten noch weit höher, als die der Entwickler, die tatsächlich mit React Native arbeiten.

Es ist möglich, dass der abfallende Trend daran liegt, dass die Zahl der Entwickler, die mit Flutter arbeiten möchten im selben Jahr gestiegen ist. React Native hat im Vergleich zu Flutter jedoch noch immer mehr aktive Entwickler und die Tendenz ist steigend. Doch die Anzahl der aktiven Flutter Entwickler zeigt einen noch stärker steigenden Trend. So könnte es sein, dass die Zahl der Flutter Entwickler die der React Native Entwickler in einem der nächsten Jahre überholt. Im Such-Interesse hat sich diese Entwicklung bereits vollzogen (Abb. 5).

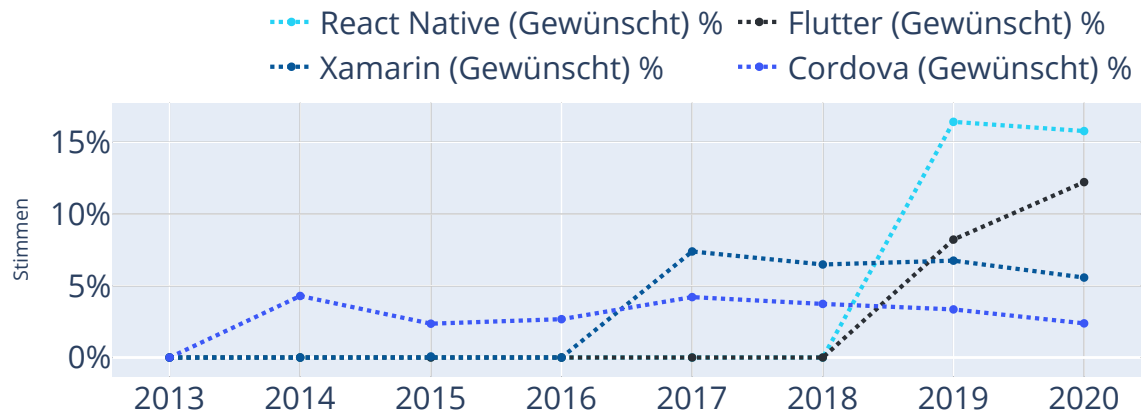


Abbildung 6: Stimmen für React Native und Flutter 2013 bis 2020, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

Nichtsdestotrotz scheinen beide Technologien als Kandidaten für einen detaillierteren Vergleich für dieses Projekt in Frage zu kommen. Im nächsten Kapitel soll evaluiert werden, welches Framework für die Entwicklung der Formular-Anwendung angemessener ist.

4.2 Vergleich React Native und Flutter

4.2.1 Vergleich zweier minimaler Beispiele für Formulare und Validierung

Es soll eine Formularanwendung mit komplexer Validierung im Rahmen dieser These erstellt werden. Es ist durchaus sinnvoll, die beiden Technologien anhand von Beispielanwendungen, welche Formulare und die Validierung dieser beinhalten, zu vergleichen. Deshalb sollen nachfolgend jeweils eine solche Beispielanwendung der jeweiligen Technologie gefunden werden. Die Anwendungen werden sich stark voneinander unterscheiden, weshalb sie im nächsten Schritt vereinfacht und aneinander angeglichen werden. Anschließend wird ersichtlich werden, nach welchen Kriterien sich die Technologien im Hinblick auf die Entwicklung der Formularanwendung vergleichen lassen.

React Native React native stellt nur eine vergleichsweise geringe Anzahl von eigenen Komponenten zur Verfügung und zu diesen gehören keine, welche die Validierung von Formularen ermöglichen. Doch die im react.js Raum sehr bekannten Bibliotheken Formic, Redux Forms und React Hook Form sind alle drei kompatibel mit React Native.^{14,15,16}

Für die Formular-Anwendung ist die Validierung komplexer Bedingungen nötig. Die Formular-Validierungs-Bibliotheken bieten in der Regel Funktionen an, welche überprüfen, ob ein Feld gefüllt ist oder der Inhalt einem speziellen Muster entspricht – wie etwa einem regulären Ausdruck. Doch solche mitgelieferten Validierungs-Funktionen reichen nicht aus um die Komplexität der Bedingungen abzubilden. Stattdessen müssen benutzerdefinierte Funktionen zum Einsatz kommen.

Keiner der drei oben genannten Validierungs-Bibliotheken ist in dieser Hinsicht limitiert. Sie alle bieten die Möglichkeit, eine JavaScript Funktion für die Validierung zu übergeben. Diese Funktion gibt einen Wahrheitswert zurück – wahr, wenn das Feld oder die Felder valide sind, falsch, falls nicht. In React Hook Form ist es die Funktion register,

¹⁴Vgl. *React Native / Formik Docs*

¹⁵Vgl. *Does redux-form work with React Native?*

¹⁶Vgl. *React Native / React Hook Form - Get Started*

die ein Parameter-Object namens `Register Options` erhält, dessen Eigenschaft `validate` die JavaScript Funktion zugewiesen werden kann.¹⁷ In `Redux Form` ist es die initialisierungs-Funktion `reduxForm`, die ein Konfigurations-Objekt mit dem Namen `config` erhält, in welchem die Eigenschaft ebenfalls `validate` heißt.¹⁸ Auch in `Formik` ist der Bezeichner `validate`, und ist als Attribut in der `Formik` Komponente zu finden.¹⁹

Es ist also absehbar, dass die Formular-Anwendung in `React Native` entwickelt werden kann. Die nötigen Funktionen werden von den Bibliotheken bereitgestellt. Einziger Nachteil hierbei ist, dass es sich um Drittanbieter Bibliotheken handelt, welche im Verlauf der Zeit an Beliebtheit gewinnen und verlieren können. Möglicherweise geht die Beliebtheit einer der Bibliothek mit der Zeit zurück, weshalb es weniger Kontributionen wie etwa neue Funktionalitäten oder Fehlerbehebungen, sowie Fragen und Antworten und Anleitungen zu diesen Bibliotheken geben wird, da die Entwickler sich für andere Bibliotheken entscheiden. Die Wahl der Bibliothek kann also schwerwiegende Folgen wie Mangel an Dokumentation oder Limitationen im Vergleich zu anderen Bibliotheken mit sich bringen. Eine Migration von der einen Bibliothek zu einer anderen könnte in Zukunft notwendig werden, wenn diese Limitationen während der Entwicklung auffallen. Aus dem Grund ist es in der Regel von Vorteil, wenn solche Funktionalitäten bereits im Kern der Frontend-Technologie integriert sind. Der Fall, dass die Kern-Komponenten an Relevanz verlieren und empfohlen wird, auf externe Bibliotheken zuzugreifen, ist zwar nicht ausgeschlossen, geschied aber im wesentlichen seltener.

Flutter Die `Flutter` Dokumentation stellt in ihrer `cookbook` Sektion ein Beispiel einer minimalistischen Formularanwendung mit Validierung bereit.²⁰ Das Rezept ist Teil einer Serie von insgesamt fünf Anleitungen, welche Formulare in `Flutter` behandeln.²¹

4.2.2 Automatisiertes Testen

Automatisierte Test in React Native Die `React Native` Dokumentation führt genau eine Seite mit einem Überblick über die unterschiedlichen Testarten. Dabei wird das Konzept von `Unit Tests`, `Mocking`, `Integrations Tests`, `Komponenten Tests` und `Snapshot Tests` kurz erläutert, jedoch ohne ein Beispiel zu geben oder zu verlinken. Vier Quellcodeschnipsel sind auf der Seite zu finden: Ein Schnipsel zeigt den minimalen Aufbau eines Tests, zwei weitere Schnipsel veranschaulichen Beispielhaft, wie Nutzerinteraktionen getestet werden können und Letzteres zeigt die textuelle Representation der Ausgabe einer Komponente, die für einen Snapshottest verwendet wird. Weiterhin wird auf die `Jest API` Dokumentation verwiesen, sowie auf ein Beispiel für einen `Snapshot Test` in der `Jest` Dokumentation.^I

Um die notwendigen Anleitungen für das Erstellen der jeweiligen Tests ausfindig zu machen, ist es notwendig, die Dokumentation von `React Native` zu verlassen.

Die Dokumentation von `Jest` enthält mehr Details zum Einsatz der Testbibliothek, welches für mehrere auf Javascript basierende Frontend Framework kompatibel ist^{II}. Somit muss zum Erstellen der `Unit-Tests` immerhin nur dieses Framework studiert werden.

Zum Entwickeln von Test von `React Testing Library` `React Native` Komponenten wird

¹⁷Vgl. *register* / *React Hook Form* - *API*

¹⁸Vgl. *reduxForm* / *Redux Form* - *API*

¹⁹Vgl. *<Formik />* / *Formik Docs API*

²⁰Vgl. Google LLC, *Build a form with validation*

²¹Vgl. Google LLC, *Forms* / *Flutter Docs Cookbook*

^I<https://jestjs.io/docs/snapshot-testing>

^{II}<https://jestjs.io/docs/getting-started>

unter anderem auf die Bibliothek React Native Testing Library verwiesen. Anders als der Name vermuten lässt, handelt es sich nicht um eine von React Native bereitgestellte Bibliothek. Im Unterschied zur React Testing Library, von der sie inspiriert ist, läuft sie ebenso wie React Native selbst nicht in einer Browser-Umgebung.²² Herausgegeben wird die react native testing Library vom Drittanbieter Callstack - ein Partner im React Native Ökosystem.²³

Sie verwendet im Hintergrund den React Test Renderer^{III}, welcher wiederum vom React Team angeboten wird und auch zum Testen von react.js Anwendungen geeignet ist. Der React Test Renderer Wird ebenfalls empfohlen, um Komponententest zu kreieren, die keine React Native spezifischen Funktionalitäten nutzen.

Um Integrationstest so entwickeln, welche die Applikation auf einem physischen Gerät oder auf einem Emulator testen, wird auf zwei weitere Drittanbieter Bibliotheken verlinkt: Appium^{IV} und Detox^V. Es wird darauf hingewiesen, dass Detox speziell für die Entwicklung von React Native Integrationstest entwickelt wurde. Appium wird lediglich als ein weiteres bekanntes Werkzeug erwähnt.

Es lässt sich damit zusammenfassen, dass der Aufwand der Einarbeitung für automatisiertes Testen in React Native vergleichsweise hoch ist. Die Dokumentation ist auf die Seiten der jeweiligen Anbieter verteilt. Der Entwickler muss sich den Überblick selbst verschaffen und zusätzlich die für das Framework React Native relevanten Inhalte identifizieren. Notwendig ist auch das Erlernen von mehreren APIs um alle Testarten abzudecken. Für einen Anfänger kommt erschwerend hinzu, dass eine Entscheidung für die eine oder andere Bibliothek notwendig wird. Um diese Entscheidung treffen zu können, ist eine Auseinandersetzung mit den Vor- und Nachteile der Technologien im Vorfeld vom Entwickler zu leisten.

Automatisierte Test in Flutter Die Flutter Dokumentation erklärt sehr umfangreich auf 11 Unterseiten die unterschiedlichen Testarten mit Quellcodebeispielen und verlinkt für jede Testart eine bis mehrere detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitungen, wie ein solcher Test erstellt wird.

Einer Seite erklärt den Unterschied zwischen Unit Test, Widget Test und Integrationstest^{VI}. Eine weitere Seite erklärt Integrationstests in mehr Detail^{VII}.

Ein sogenanntes Codelab führt durch die Erstellung einer minimalistischen App und zwei Unit-, fünf Widget- und zwei Integrationstest für diese App^{VIII}

Im sogenannten Kochbuch tauchen folgende Rezepte auf:

- 2 Rezepte für Unit Tests
 - eine grundlegende Anleitung zum Erstellen von Unit-Tests^{IX}

²²Vgl. Borenkraout, *Native Testing Library Introduction / Testing Library Docs*

²³Vgl. Facebook Inc., *The React Native Ecosystem*

^{III}<https://reactjs.org/docs/test-renderer.html>

^{IV}<http://appium.io/>

^V<https://github.com/wix/detox/>

^{VI}<https://flutter.dev/docs/testing>

^{VII}<https://flutter.dev/docs/testing/integration-tests>

^{VIII}<https://codelabs.developers.google.com/codelabs/flutter-app-testing>

^{IX}<https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/unit/introduction>

- Eine weitere Anleitung zum Nutzen von mocks in Unit Test mithilfe der Bibliothek mockito ^X
- 3 Rezepte für Widget Tests
 - Eine grundlegende Anleitung zum Erstellen von Widget Test ^{XI}
 - Ein Rezept mit detaillierteren Beispielen zum Finden von widgets zur Laufzeit eines Widget Tests ^{XII}
 - Ein Rezept zum Testen von Nutzerverhalten wie dem Tab, dem Drag und dem eingeben von Text ^{XIII}
- 3 Rezepte für Integrationstests
 - Eine grundlegende Anleitung zum Erstellen eines Integrationstest ^{XIV}
 - eine Anleitung zum simulieren von scrollen in der Anwendung während der Laufzeit eines Integrationstest ^{XV}
 - eine Anleitung zum Performance Profiling ^{XVI}

Zusammengefasst: Der Aufwand der Einarbeitung in das Testen in Flutter ist gering. Alle Werkzeuge werden vom Dart- und Flutter-Team bereitgestellt. Die Dokumentation ist umfangreich, folgt jedoch einem roten Faden. Eine Übersichtsseite fasst die Kerninformationen zusammen und verweist auf die jeweiligen Seiten für detailliertere Informationen und Übungen.

^X <https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/unit/mocking>
^{XI} <https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/widget/introduction>
^{XII} <https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/widget/finding>
^{XIII} <https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/widget/tap-drag>
^{XIV} <https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/integration/introduction>
^{XV} <https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/integration/scrolling>
^{XVI} <https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/integration/performing>

Teil II

Implementierung

5 Schritt 1 - Formular in Grundstruktur erstellen

Im ersten Schritt soll die Formular-Anwendung in ihrer Grundstruktur entwickelt werden. Das beinhaltet alle drei Oberflächen, welche in den darauf folgenden Schritten lediglich erweitert werden. Das Formular erhält noch keine Validierung. Somit sind alle Eingaben oder nicht kompatible Selektionen erlaubt. Die erste Ansicht, welche der Benutzer sieht, soll die Übersicht der bereits eingetragenen Maßnahmen sein (Abb. 7).

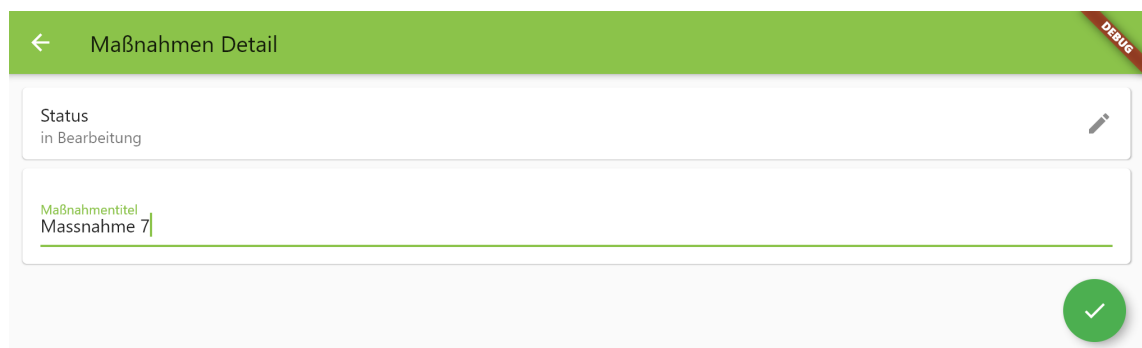


Zuletzt bearbeitet am	Maßnahmentitel
2021-7-9 18:44	Massnahme 1

Zuletzt bearbeitet am	Maßnahmentitel
2021-7-9 18:44	Massnahme 2
2021-7-9 18:44	Massnahme 3
2021-7-9 18:44	Massnahme 4
2021-7-9 18:58	Massnahme 5

Abbildung 7: Der Übersicht-Bildschirm zeigt in Schritt 1 zunächst nur die Maßnahmen mit ihrem Titel und Bearbeitungsdatum in den Kategorien „Abgeschlossen“ und „In Bearbeitung“, Quelle: Eigene Abbildung

Die Auflistung der Maßnahmen erfolgt in den Kategorien „In Bearbeitung“ und „Abgeschlossen“. Innerhalb dieser Rubriken werden die Maßnahmen in einer Tabelle angezeigt. Mit einem Klick auf den Button unten rechts im Bild wird der Benutzer auf die zweite Ansicht weitergeleitet: die Eingabemaske (Abb. 8).



Status
in Bearbeitung

Maßnahmentitel
Massnahme 7

Abbildung 8: Die Eingabemaske zeigt im Schritt 1 eine Karte zum Selektieren des Status und ein Eingabefeld für den Titel, Quelle: Eigene Abbildung

Sie ermöglicht die Eingabe des Maßnahmen-Titels über ein simples Eingabefeld. Darüber hinaus ist die Selektions-Karte für den Status zu sehen. Mit einem Klick auf diese Karte öffnet sich der Selektions-Bildschirm. Er ermöglicht die Auswahl der Auswahloptionen, in

diesem Fall die Optionen „in Bearbeitung“ und „abgeschlossen“ (Abb. 9).

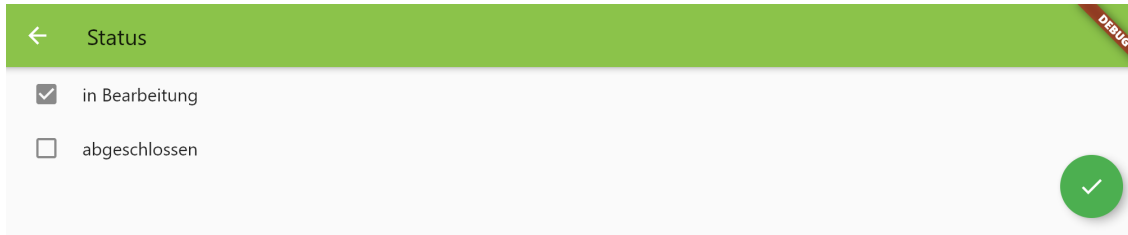


Abbildung 9: Der Selektions-Bildschirm für das Feld Status erlaubt die Auswahl der Optionen „in Bearbeitung“ und „abgeschlossen“, Quelle: Eigene Abbildung

5.1 Auswahloptionen hinzufügen

Dart verfügt – anders als beispielsweise Java²⁴ – nicht über Aufzählungstypen mit zusätzlichen Eigenschaften. Das Schlüsselwort `enum` in Dart erlaubt lediglich die Auflistung konstanter Symbole²⁵. Für die Auswahl Optionen ist es jedoch notwendig, dass es zwei Eigenschaften gibt:

- die Abkürzung, die in der resultierenden Datei gespeichert werden soll
- und der Beschreibungstext, welcher in der Oberfläche angezeigt wird.

Das hat den Hintergrund, dass die Abkürzungen weniger Speicherplatz einnehmen und die Beschreibung sich in Zukunft auch ändern darf. Würde anstatt der Abkürzung die Beschreibung als Schlüssel verwendet werden, so würde eine Datei, die mit einer älteren Version des Formulars erstellt wurde, nicht mehr von neueren Versionen der Applikation eingelesen werden können. Der alte Beschreibungstext würde nicht mehr mit dem Text übereinstimmen, der als Schlüssel in der Anwendung verwendet wird.

Die beiden Zustände „in Bearbeitung“ und „abgeschlossen“ werden daher in Listing ?? als statische Klassenvariablen deklariert (Z. 6-7). Die beiden Konstruktor-Aufrufe übergeben dabei als erstes Argument die Abkürzung und als zweites Argument die Beschreibung. Der Konstruktor selbst (Z. 9-10) deklariert die beiden Parameter als positionale Parameter.

```
5 class LetzterStatus extends Choice {  
6   static final bearb = LetzterStatus("bearb", "in Bearbeitung");  
7   static final fertig = LetzterStatus("fertig", "abgeschlossen");  
8  
9   LetzterStatus(String abbreviation, String description)  
10    : super(abbreviation, description);  
11 }
```

Listing 11: Die Klasse `LetzterStatus`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

Positionale Parameter Im Vergleich zu den benannten Parametern ist bei den positionalen Parametern nur ihre Reihenfolge in der Parameterliste ausschlaggebend. Das Argument für die `abbreviation` steht dabei also immer an erster Stelle und das Argument für `description` immer an der zweiten (Z. 6-7). Positionale Parameter sind vorgeschrieben. Werden sie ausgelassen, so gibt es einen Compilerfehler.²⁶

²⁴Vgl. Gosling u. a., *The Java® Language Specification Java SE 16 Edition*, S. 321.

²⁵Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 74f.

²⁶Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 74f.

Die Klasse `LetzterStatus` erbt von der Basisklasse `Choice` (Z. 5). Der Konstruktor der Klasse (Z. 9) übergibt beide Parameter als Argumente an den Konstruktor der Klasse `Choice`. Genau wie in Java wird mithilfe des Schlüsselwortes `super` (Z. 10) der Konstruktor der Basisklasse aufgerufen. Doch anders als in Java erfolgt der Aufruf des `super` Konstruktors nicht in der ersten Zeile des Konstruktor-Körpers²⁷. Weil das Aufrufen des Konstruktors der Basisklasse zum statischen Teil der Objekt-Instanziierung gehört, muss der Aufruf von `super` in der Initialisierungsliste erfolgen. Die Initialisierungsliste wird mit dem `:` nach der Parameterliste eingeleitet (Z. 10)²⁸.

Die Basisklasse `Choice` (Listing. 12) deklariert lediglich die beiden Felder `description` und `abbreviation` jeweils als `String` (Z. 4-5). Beide sind mit `final` gekennzeichnet, was sie zu unveränderlichen Instanzvariablen macht. Nach der Initialisierung, können sie keine anderen Werte annehmen.²⁹ Die Initialisierung der beiden Variablen muss im statischen Kontext der Instanziierung erfolgen. Mit der abgekürzten Schreibweise `this.abbreviation` und `this.description` im Konstruktor (Z. 7) werden die Parameter den Feldern zugewiesen.

```
3 class Choice {
4   final String description;
5   final String abbreviation;
6
7   const Choice(this.abbreviation, this.description);
```

Listing 12: Die Klasse `Choice`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/choices/base/choice.dart](#)

Dies erübrigt sowohl die Angabe des Parametertypes mittels `(String abbreviation, String description)`, denn der Typ des Parameters kann bereits durch Angabe des Typs in der Instanzvariablen-Deklaration (Z. 4-5) abgeleitet werden. Außerdem entfällt auch die Zuweisung, die man ansonsten in der Form `this.abbreviation = abbreviation` und `this.description = description` in der Initialisierungsliste erreichen würde.³⁰

```
13 final letzterStatusChoices = Choices<LetzterStatus>(
14   {LetzterStatus.bearb, LetzterStatus.fertig},
15   name: "Status");
```

Listing 13: Die Menge `letzterStatusChoices`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

Die Variable `letzterStatusChoices` fasst die beiden statischen Klassenvariablen als eine Kollektion zusammen. Da es sich um eine solche Kollektion handelt, in der jedes Element nur ein einziges Mal vorkommen darf, ist hier von einer Menge zu sprechen. Auffällig hier ist, dass das Schlüsselwort `new` fehlt. In Dart ist das Schlüsselwort für die Konstruktion von Instanzen optional. Die Klasse, die zur Konstruktion dieser Menge verwendet wird, ist die selbst erstellte Klasse `choices`. Über das Typargument `LetzterStatus` wird erreicht, dass ausschließlich Variablen dieses Typs in der Menge eingefügt werden dürfen. Wird stattdessen eine Variable eingefügt, die weder vom selben Typ, noch von einem Typ, der von `letzterStatus` erbt, so gibt es einen Compilerfehler. Dies dient einzig und allein dem Zweck, dem Fehler vorzubeugen, dass aus Versehen falsche Optionen in der Menge eingetragen werden. Über den Parameter `name` ist es möglich dieser Menge die Beschriftung "Status" hinzuzufügen. Es handelt sich hier um einen benannte Parameter.

Listing 14 zeigt die Klasse `Choices`. Sie erbt von `UnmodifiableSetView` und erlaubt damit die Erstellung einer eigenen Menge - auch `Set` genannt **Referenz**. Methoden, die man von

²⁷Vgl. Gosling u. a., *The Java® Language Specification Java SE 16 Edition*, S. 310.

²⁸Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 42.

²⁹Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. S16.

³⁰Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 40f.

einem `Set` erwartet, lassen sich somit direkt auf Instanzen der Klasse `Choices` aufrufen. Darunter unter anderem die `contains` Methode, welche erlaubt, das Vorhandensein eines Objektes im `Set` zu überprüfen [Referenz](#).

```
10 class Choices<T extends Choice> extends UnmodifiableSetView<T> {
11     final String name;
12     final Map<String, T> choiceByAbbreviation;
13
14     T? fromAbbreviation(String? abbreviation) => choiceByAbbreviation[abbreviation];
15
16     Choices(Set<T> choices, {required this.name})
17         : choiceByAbbreviation = {
18         for (var choice in choices) choice.abbreviation: choice,
19         },
20         super(choices);
21 }
```

Listing 14: Die Klasse `Choices`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/choices/base/choice.dart](#)

Instanzvariable `name` (Z. 11) wird im Konstruktor 16 zugewiesen. Auffällig hierbei ist, dass der Parameter in geschweiften Klammern geschrieben steht und das Schlüsselwort `required` vorangestellt ist. Das macht den Parameter zu einem vorgeschriebenen benannten Parameter.

Vorgeschriebene benannte Parameter Gewöhnlicher benannte Parameter sind optional. Wird ihnen das Schlüsselwort `required` vorangestellt, so müssen sie gesetzt werden, denn sonst gibt es einen Compilerfehler. An dieser Stelle ist das `required` Schlüsselwort sinnvoll, denn es handelt sich um den Datentyp `String` der nicht den wert `null` annehmender. Würde der Parameter aber optional sein, so wäre es möglich, das programm zu kompilieren, auch wenn bei Aufrufen des Konstruktors kein Argument für den Parameter übergeben wurde. Doch in diesem Fall gäbe es keinen Initialwert für Name und somit müsste der Instanzvariable `null` zugewiesen werden. in der statischen Analyse wird daher sichergestellt, das Instanzvariablen durch benannte Parameter nur dann initialisiert werden dürfen, wenn dieser durch `required` als vorgeschrieben gekennzeichnet sind und damit unter keinem Umstand ausgelassen werden können. Dürfte `name` den Wert `Null` annehmen, So würde es sich um den nullable Datentyp `String` mit der Notation `String?` Handeln.

Neben `name` wird mit `choiceByAbbreviation` eine weitere Instanzvariable deklariert (Z. 12). Es handelt sich um den Datentyp `Map` - eine Kollektion die Daten mittels Schlüssel Wertepaaren ablegen kann. Als Schlüssel wird die Abkürzung mit dem Datentyp `String` verwendet. Als Wert ist der generische Typ-Parameter `T` angegeben. Er ist in Zeile 10 deklariert und muss mindestens von der Klasse `Choice` erben. In `choiceByAbbreviation` werden also die Auswahlmöglichkeiten über ihre Abkürzung abgelegt und können über dieselbe wieder referenziert werden. Da es sich auch hier um eine unveränderliche Instanzvariable handelt, muss sie schon in der Initialisierungsliste initialisiert werden (Z. 17-19). Dabei wird zunächst mit der öffnenden geschweiften Klammer (Z. 17) ein sogenanntes Literal einer Map begonnen, welches mit schließenden geschweiften Klammer (Z. 19) endet. Mehr zu `Map` Literalen in dem Grundlagenkapitel [Kapitel einfügen](#).

Auffällig ist jedoch, dass In Zeile 18 dem `Set` lateral keine einfache Auflistung von Werten übergeben wird. Stattdessen wird das mit dem sogenannte collection for eine wiederholung verwendet.

In Zeile 18 wird durch die Menge aller Auswahloptionen `choices` iteriert und dabei in jedem Schleifendurchlauf die Auswahloption in die Variablen `choice` gespeichert. Während des Schleifendurchlauf wird dann ein Schlüssel-Wertepaar gebildet wobei `choice.abbreviation`

der Schlüssel ist und das Objekt `choice` selbst der Wert.

Die Map `choiceByAbbreviation` erlaubt es nach der Initialisierung mit Hilfe der Methode `fromAbbreviation` (Z. 14) über die Abkürzung das dazugehörige `Choice`-Objekt abzurufen. Beispielsweise gibt der Befehl `letzterStatusChoices.fromAbbreviation("fertig")` das Objekt `LetzterStatus("fertig", "abgeschlossen")` zurück. Auffällig dabei ist das der Parameter `abbreviation` mit dem Typen `String?` und der generische Rückgabotyp mit `T?` gekennzeichnet ist. Der Suffix `?` macht beide zu Typen mit Null-Zulässigkeit.

Die Methode `fromAbbreviation` soll für die Deserialisierung genutzt werden. Sollten im Formular Auswahlfelder leer gelassen worden sein, so haben entsprechenden Variablen den Wert `null`. Wenn nun das Formular abgespeichert wird, so tauchen auch in der abgespeicherten Json-Datei keine Werte für das Feld auf. Wird die Datei gelesen wird die Methode `fromAbbreviation` genutzt um aus der in der Json-Datei gespeicherten Abkürzung wieder die entsprechende Auswahl Option abzurufen. Sollte jedoch kein Wert hinterlegt sein, so wird `letzterStatusChoices.fromAbbreviation(null)` aufgerufen werden. Dadurch wird klar, dass der Parameter `null` zulassen muss. Es impliziert auch, dass potenziell `null` zurückgegeben werden kann, da für den Schlüssel `null` kein Wert in der Map hinterlegt sein kann. Deshalb erlaubt auch der Rückgabotyp `T?` Null-Werte.

5.2 Serialisierung einer Maßnahme

Damit die Daten angezeigt und verändert werden können, müssen sie zunächst serialisierbar sein, sodass sie auf einen Datenträger geschrieben und von dort auch wieder gelesen werden können. Die zwei bekanntesten Bibliotheken zum Serialisieren in Dart heißen `json_serializable` und `built_value`. Beide haben gemeinsam, dass sie Quellcode generieren, welcher die Umwandlung der Objekte in JSON übernimmt. `built_value` bietet im Gegensatz zu JSON Serializable jedoch die Möglichkeit unveränderbare Werte-Typen - sogenannte *immutable value types* - zu erstellen. Da diese unveränderbaren Werte noch bei der Erstellung des sogenannten ViewModels - Mehr dazu im Kapitel **Einfügen** - hilfreich werden, wurde sich für diese Bibliothek entschieden.

Ein Werte-Typ für `built_value` erfordert etwas Boilerplate-Code, um den generierten Quellcode mit der selbstgeschriebenen Klasse zu verknüpfen. Entwicklungsumgebungen wie Visual Studio Code und Android Studio erlauben solchen Boilerplate Code generieren zu lassen und dabei nur die erforderlichen Platzhalter einzugeben. In Visual Studio Code werden diese Templates „Snippets“ genannt, in Android Studio heißen sie „Live Templates“. Listing 149 zeigt, wie das live Template für das Generieren eines Wertetyps für `built_value` aussieht. Templates für `built_value` wie dieses und weitere müssen nicht vom Nutzer eingegeben werden, sondern existieren bereits als Plugin für die beiden Entwicklungsumgebungen^{XVII}, ^{XVIII}.

```
6 part '$file_name$.g.dart';
7
8 abstract class $ClassName$ implements Built<$ClassName$, $ClassName$Builder> {
9     $todo$
10
11     $ClassName$. _();
12     factory $ClassName$([void Function($ClassName$Builder) updates]) = _$__$ClassName$;
13 }
```

Listing 15: Live Template für die Erstellung von `built_value` Boilerplate-Code in Android Studio, Quelle: JetBrains Marketplace Built Value Snippets Plugin

`$ClassName$` Wird dabei jeweils durch den gewünschten Klassennamen ersetzt. Android Studio erlaubt, dass bei Einfügen des live templates der Klassenname einmalig eingegeben werden muss. Anschließend wird mithilfe des live templates der Boilerplate Code generiert.

In Listing 16 ist der Werte-Typ `Massnahme` zu sehen. Die Zeilen 11 bis 13, sowie 23 bis 28 wurden dabei automatisch erstellt. Die Zeilen 14 bis 21 wurden hinzugefügt. Zunächst soll die Maßnahme über die `guid` eindeutig identifiziert werden können.

Globally Unique Identifier Ein GUID – Kurzform von Globally Unique Identifier – ist eine Folge von 128 Bits, die zur Identifikation genutzt werden kann. Eine solche GUID hat eine textuelle Repräsentation wie beispielsweise die folgende: `'f81d4fae-7dec-11d0-a765-00a0c91e6bf6'`

Die Attribute `letzteBearbeitung` und `identifikatoren` sind im Gegensatz zu dem String-Attribut `guid` zusammengesetzte Datentypen, die im Folgenden weiter beleuchtet werden.

Auffällig ist, dass es sich hier um eine abstrakte Klasse handelt und die drei Attribute jeweils Getter-Methoden ohne Implementierung sind. Eine solche Getter-Methode speichert keinen Wert, sondern gibt lediglich den Wert eines Feldes zurück. Die dazugehörigen

^{XVII}<https://plugins.jetbrains.com/plugin/13786-built-value-snippets>

^{XVIII}<https://marketplace.visualstudio.com/items?itemName=GiancarloCode.built-value-snippets>

```

6 part 'massnahme.g.dart';
7
8 abstract class Massnahme implements Built<Massnahme, MassnahmeBuilder> {
9   String get guid;
10
11   LetzteBearbeitung get letzteBearbeitung;
12
13   Identifikatoren get identifikatoren;
14
15   static void _initializeBuilder(MassnahmeBuilder b) =>
16     b..guid = const Uuid().v4();
17
18   Massnahme._();
19
20   factory Massnahme([void Function(MassnahmeBuilder) updates]) = _$Massnahme;
21
22   static Serializer<Massnahme> get serializer => _$massnahmeSerializer;
23 }

```

Listing 16: Der Werte-Typ `Massnahme`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_model/massnahme.dart](#)

Felder, Setter-Methoden, die konkrete Klasse und der restliche generierte Code ist in der gleichnamigen Datei mit der Endung `.g.dart` (Zeile 11) zu finden.

Die Klassen-Methode `_initializeBuilder` kann in jedem Werte-Typ hinterlegt werden, um Standardwerte für Felder festzulegen. Die Methode wird intern von „built_value“ aufgerufen. Bei dem Feld „guid“ handelt es sich um einen String, der keine Null-Werte zulässt. Könnte das Feld auch Null-Werte annehmen, so wäre die Notation in Dart dafür stattdessen `String? get guid`; „built_value“ erwartet also immer einen Wert für dieses Feld. Sollte die Datei gelesen werden, welche die Maßnahmen enthält, so enthält jede Maßnahme bei der Deserialisierung den abgespeicherten Wert für die `guid` und somit wird das Feld gefüllt. Doch sollte eine leere Maßnahme über einen Konstruktor erstellt werden, so wäre das Feld „guid“ leer und „built_value“ würde einen Fehler auslösen. Aus diesem Grund wird in der Zeile 21 für das Feld `guid` ein Standardwert festgelegt, nämlich eine zufällige generierte ID die dem Standard Uuid der Version 4 entspricht. Zu diesem Zweck wird das Builder-Objekt verwendet. Die Klasse `MassnahmeBuilder` gehört dabei zu dem von „built_value“ generierten Quellcode. Der Parametername wird hier – wie so häufig im builder pattern – mit einem `b` für Builder abgekürzt. Die Syntax `=>` leitet einen sogenannten „arrow function body“ ein. Dabei handelt es sich schlicht um einen Funktions-Körper, der genau eine Anweisung ausführt und deshalb nicht in öffnenden und schließenden geschweiften Klammern gesetzt werden muss.³¹ Auf dem Builder-Objekt können dann die Eigenschaften so gesetzt werden, als wären sie die Eigenschaften von dem Objekt `Massnahme`. In Wahrheit werden sie aber nur auf den Builder-Objekt angewendet. Ebenfalls auffällig ist die Syntax `b..guid`. Statt dem Punkt zum Zugriff auf Attribute des Objektes wird hier der sogenannte Kaskadierungs-Operator benutzt.

Der Kaskadierungs-Operator Durch Eingabe von zwei aufeinanderfolgende Punkten `..` statt nur einem `.` können mehrere Operationen an einem Objekt ausgeführt werden, ohne das Objekt zuvor einer Variable Zuzuweisen oder die Operationen über dessen Namen wiederholt aufzurufen.³² Beispiel: die Aufrufe `objekt.tueEtwas()`; `objekt.tueEtwasAnderes()`; und `objekt..tueEtwas()..tueEtwasAnderes()`; sind äquivalent.

Da der Kaskadierungs-Operator jedoch dazu verwendet wird, mehrere Operationen auf ei-

³¹Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 18f., 234.

³²Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 149f.

dem Objekt auszuführen, hat er in Zeile 16 keine Funktion. Doch bei Änderung eines Objektes über das builder pattern werden für gewöhnlich mehrere Operationen am gleichen Builder Objekt ausgeführt, weshalb - der Stringenz halber - der Kaskadierung-Operator immer im Zusammenhang mit dem Builder Objekt verwendet wird.

Die Attribute `letzteBearbeitung` und `identifikatoren` (Z. 11, 13) erhalten dagegen ganz automatisch Standardwerte in Form von Instanzen der dazugehörigen Klassen. Diese wiederum konfigurieren ihre eigenen Felder und deren initialen Werte.

Der Werte-Typ `Identifikatoren` ist in Listing 17 zu sehen. Er enthält das Attribut `massnahmenTitel`, welcher im Eingabeformular durch das Texteingabefeld gefüllt werden wird.

```
25 abstract class Identifikatoren
26     implements Built<Identifikatoren, IdentifikatorenBuilder> {
27     String get massnahmenTitel;
28
29     static void _initializeBuilder(IdentifikatorenBuilder b) =>
30         b..massnahmenTitel = "";
```

Listing 17: Der Werte-Typ `Identifikatoren`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_model/massnahme.dart](#)

Schließlich enthält der Werte-Typ `LetzteBearbeitung` in Listing 18 noch die Attribute `letztesBearbeitungsDatum` in Zeile 43 und `letzterStatus` in Zeile 50. Im Eingabeformular wird der Selektions-Bildschirm den Inhalt des Feldes `letzterStatus` Bestimmen. Der initiale Wert auf wird in Zeile 54 auf einen konstanten Wert gesetzt, der dem Zustand `'in Bearbeitung'` entspricht - mehr dazu im Kapitel [Kapitel einfügen](#).

```
41 abstract class LetzteBearbeitung
42     implements Built<LetzteBearbeitung, LetzteBearbeitungBuilder> {
43     DateTime get letztesBearbeitungsDatum;
44
45     String get formattedDate {
46         final date = letztesBearbeitungsDatum;
47         return "${date.year}-${date.month}-${date.day} ${date.hour}:${date.minute}";
48     }
49
50     String get letzterStatus;
51
52     static void _initializeBuilder(LetzteBearbeitungBuilder b) => b
53         ..letztesBearbeitungsDatum = DateTime.now().toUtc()
54         ..letzterStatus = LetzterStatus.bearb.abbreviation;
```

Listing 18: Der Werte-Typ `LetzteBearbeitung`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_model/massnahme.dart](#)

Das Attribut `letztesBearbeitungsDatum` ist dagegen nicht im Formular änderbar, sondern wird einmalig in Zeile 53 auf den aktuellen Zeitstempel gesetzt. Zugehörig zu diesem Attribut gibt es noch eine abgeleitete Eigenschaft namens `formattedDate` (Z. 45-48). Es ist eine Hilfsmethode, die das letzte Bearbeitungsdatum in ein für Menschen lesbares Datumsformat umwandelt. In dem Übersichts-Bildschirm Abbildung 7 ist das Datumsformat sichtbar.

Da diese Getter-Methode eine Implementierung besitzt, wird für sie von „built_value“ kein Quellcode für die Serialisierung generiert.

Bevor die Werte-Typen serialisiert werden können, muss `built_value` jedoch noch mitgeteilt werden, für welche Werte-Typen Serialisierungs-Funktionen generiert werden sollen. Dazu werden über die Annotation `@SerializersFor` die gewünschten Klassen aufgelistet (Listing. 19 Z. 10). Die Zeilen 11 und 12 sind dabei immer gleich, es sei denn, es ist ein anderer Se-

rialisierung Algorithmus gewünscht. In diesem Fall wird das `StandardJsonPlugin` verwendet.

```
10 @SerializersFor([Massnahme, Storage])
11 final Serializers serializers =
12     (_$serializers.toBuilder()..addPlugin(StandardJsonPlugin())).build();
```

Listing 19: Der Serialisierer für Massnahme und Storage, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_model/serializers.dart](#)

Wird nun der Befehl `flutter pub run build_runner build` ausgeführt, so wird der Quellcode generiert und die Werte-Typen können für die Serialisierung genutzt werden.

5.3 Test der Serialisierung einer Maßnahme

Das Ergebnis der Serialisierung wird im dazugehörigen Unit-Test ersichtlich (Listing. 20). In Zeile 8 wird ein Objekt der Klasse `Massnahme` instanziiert. Anders als bei gewöhnlichen Datentypen lassen sich bei diesem unveränderlichen Datentyp keine Attribute nach der Erstellung anpassen. Die einzige Möglichkeit besteht darin, ein neues Objekt mit dem gewünschten Attributwert zu erstellen und die restlichen Werte des alten Objektes zu übernehmen. Dies ist mit Hilfe des sogenannten Builder-Entwurfsmuster es möglich, welches in `built_value` Anwendung findet.

Erbauer-Entwurfsmuster Das Erbauer-Entwurfsmuster - englisch `builder pattern` - ist ein Erzeugungsmuster, welches die Konstruktion komplexer Objekte von ihrer Repräsentation trennt. Es gehört zu der Serie von Entwurfsmustern der Gang of Four.³³ Im Fall von `built_value` trennt es die unveränderlichen Objekte von ihrer Konstruktion. Über den Builder lassen sich Änderungen an diesen unveränderlichen Objekten vornehmen, wodurch eine Kopie dieses unveränderlichen Objekt mit der gewünschten Änderung, zurückgegeben wird.

In den Zeilen 9 bis 10 wird so ein neues Objekt von der Klasse `Maßnahme` mit Hilfe der Methode `rebuild` erzeugt und anschließend der Referenz `massnahme` zugewiesen, wodurch sie ihren alten Wert verliert. Über die generierte Methode `serializers.serializeWith` kann das Objekt in `Json` übersetzt werden. Der erste Parameter `Massnahme.serializer` gibt dabei an, wie diese Serialisierung erfolgen soll und auch dieses Objekt wurde von „`built_value`“ generiert. Der zweite Parameter ist die tatsächliche `massnahme`, die in `Json` umgewandelt werden soll. Die Zeilen 13 bis 21 erstellen das `Json` Dokument, mit dem das serialisierte Ergebnis am Ende verglichen werden soll. Dabei werden die gleichen Eigenschaften eingetragen. So etwa die `guid` (Z. 14), welcher bei der Initialisierung der `Maßnahme` automatisch und zufällig erstellt wurde. Außerdem das letzte Bearbeitungsdatum, welches den Zeitstempel erhält, zudem die `Maßnahme` generiert wurde. Da `built_value` bei der Serialisierung die Datumswerte in Mikrosekunden umwandelt, muss für das erwartete `Json`-Dokument das gleiche passieren (Z. 16-17). Der `'letzterStatus'` (Z. 18) wird hierbei auf den Standardwert `'bearb'` gesetzt und der `'massnahmenTitel'` (Z. 20) auf den gleichen Wert, der in Zeile 9 übergeben wurde. Schließlich vergleicht die Methode `expect` das tatsächlich serialisierte `Json`-Dokument mit dem, welches zuvor zum Vergleich aufgebaut wurde. Der zweite Parameter ist ein sogenannter `Matcher` und die Variante mit dem Namen `equals` überprüft auf absolute Gleichheit.

Analog zur Serialisierung testet der Unit-Test in Listing 21 auch die Deserialisierung. Das `Json`-Dokument ist dabei sehr ähnlich und unterscheidet sich lediglich in zwei Details. Der `'guid'` wird auf einen festen Wert festgelegt (Z. 38), statt - wie zuvor - durch den in dem Initialisierungs-Prozess der `Maßnahme` zufällig generiert zu werden. Außerdem wird auch das `letztesBearbeitungsDatum` festgesetzt, nämlich auf die Microsekunde `0` (Z. 40).

Zum Vergleich wird in den Zeilen 46 bis 52 eine `Maßnahme` über das Builder-Entwurfsmuster generiert und die gleichen feste Werte werden für die Eigenschaften übergeben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Instanzvariable `letzteBearbeitung` keinen Wert über den Zuweisungs-Operator `=` erhält, sondern stattdessen die Methode `update` darauf aufgerufen wird.

Da es sich bei der Instanzvariable `letzteBearbeitung` genauso um ein Object eines Wertetypen - handelt, ist sie ebenso unveränderlich. Deshalb kann sie nur über einen Builder manipuliert werden. Ein Blick in den generierten Quellcode offenbart, dass es sich in Wahr-

³³Vgl. Gamma u. a., *Entwurfsmuster: Elemente wiederverwendbarer objektorientierter Software*, S. 119.

```

6 test('Massnahme serialises without error', () {
7   var massnahme = Massnahme();
8   massnahme = massnahme
9     .rebuild((b) => b.identifikatoren.massnahmenTitel = "Massnahme 1");
10
11   var actualJson = serializers.serializeWith(Massnahme.serializer, massnahme);
12
13   var expectedJson = {
14     'guid': massnahme.guid,
15     'letzteBearbeitung': {
16       'letztesBearbeitungsDatum': massnahme
17         .letzteBearbeitung.letztesBearbeitungsDatum.microsecondsSinceEpoch,
18       'letzterStatus': 'bearb'
19     },
20     'identifikatoren': {'massnahmenTitel': 'Massnahme 1'}
21   };
22
23   expect(actualJson, equals(expectedJson));

```

Listing 20: Serialisierung einer Maßnahme Unittest, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/test/data_model/massnahme_test.dart](#)

heit um einen Bilder handelt (Listing. Z. 224-225).

Außerdem müssen die Microsekunden für das Datum zunächst in ein Objekt von `DateTime` umgewandelt werden muss. Dafür wird der benannte Konstruktor `fromMillisecondsSinceEpoch` von `DateTime` (Z. 51) aufgerufen.

Benannte Konstruktoren In Programmiersprachen wie beispielsweise Java können Methoden überladen werden, indem ihre Methodensignatur geändert wird. Beim Aufruf der Methode kann über die Anzahl und die Typen der übergebenen Argumente die gewünschte Methode gewählt werden. Das gleiche gilt für Konstruktoren. Wird ein weiterer Konstruktor für eine Klasse in Java benötigt, so besteht einzig und allein die Möglichkeit darin, den Konstruktor zu überladen. Sowohl überladene Methoden als auch überladene Konstruktoren existieren in Dart nicht. Wird also in dart ein Alternative constructor gewünscht Komma so muss er einen Namen bekommen. Beim Aufruf des Konstruktors wird dieser Name dann mit einem `.` nach dem Klassennamen angegeben, um den gewünschten Konstruktor zu benennen.

Ganz ähnlich wie bei der Serialisierung wird nun mit dem Befehl `serializers . deserializeWith` unter Angabe des Objektes, welches die Deserialisierung übernehmen soll - nämlich wiederum `Massnahme.serializer` - das Json-Dokument in ein Objekt des Wert-Typs `Massnahme` deserialisiert (Z. 53-54). Schließlich wird in Zeile 56 das Ergebnis der Deserialisierung mit dem gewünschten Ergebnis verglichen.

Gibt man in der Kommandozeile den Befehl `flutter test test /data_model /massnahme_test.dart` ein, so werden die Tests in der Testdatei ausgeführt. Die Ausgabe `00:01 +2: All tests passed!` teilt mit, dass beide Tests ausgeführt und beide Ergebnisse mit den verglichenen Werten übereinstimmen.

```

36 test('Massnahme deserialises without error', () {
37   var json = {
38     'guid': "test massnahme id",
39     'letzteBearbeitung': {
40       'letztesBearbeitungsDatum': 0,
41       'letzterStatus': 'bearb'
42     },
43     'identifikatoren': {'massnahmenTitel': 'Massnahme 1'}
44   };
45
46   var expectedMassnahme = Massnahme((b) => b
47     ..guid = "test massnahme id"
48     ..identifikatoren.massnahmenTitel = "Massnahme 1"
49     ..letzteBearbeitung.update((b) {
50       b.letztesBearbeitungsDatum =
51         DateTime.fromMicrosecondsSinceEpoch(0, isUtc: true);
52     }));
53   var actualMassnahme =
54     serializers.deserializeWith(Massnahme.serializer, json);
55
56   expect(actualMassnahme, equals(expectedMassnahme));

```

Listing 21: Deserialisierung einer Maßnahme Unittest, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/test/data_model/massnahme_test.dart](#)

```

216 class MassnahmeBuilder implements Builder<Massnahme, MassnahmeBuilder> {
217   _$Massnahme? _$v;
218
219   String? _guid;
220   String? get guid => _$this._guid;
221   set guid(String? guid) => _$this._guid = guid;
222
223   LetzteBearbeitungBuilder? _letzteBearbeitung;
224   LetzteBearbeitungBuilder get letzteBearbeitung =>
225     _$this._letzteBearbeitung ??= new LetzteBearbeitungBuilder();
226   set letzteBearbeitung(LetzteBearbeitungBuilder? letzteBearbeitung) =>
227     _$this._letzteBearbeitung = letzteBearbeitung;

```

Listing 22: Instanzvariable `letzteBearbeitung` gibt einen `LetzteBearbeitungBuilder` zurück, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_model/massnahme.g.dart](#)

5.4 Serialisierung der Maßnahmenliste

Damit alle Maßnahmen - statt nur einer einzigen - in einer Datei zusammengefasst werden können, müssen die Maßnahmen zunächst zu einer Menge zusammengefasst werden, die ebenfalls serialisierbar ist. Der Werte-Typ `Storage` ist dafür vorgesehen (Listing. 23). Er deklariert allein das `BuiltSet massnahmen` (Z. 10). Ein `BuiltSet` ist die Abwandlung eines gewöhnlichen Sets, jedoch unter anderem mit der Möglichkeit, es mit einem Builder zu erstellen und das Set zu serialisieren. Die Übergabe des Typarguments `<Massnahme>` gewährleistet, dass keine anderen Objekte eingefügt werden können, die weder eine Instanz der Klasse `Massnahme` sind, oder einer Klasse, die von `Massnahmen` erbt.

```
9 abstract class Storage implements Built<Storage, StorageBuilder> {  
10   BuiltSet<Massnahme> get massnahmen;
```

Listing 23: Der Werte-Typ `Storage`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_model/storage.dart](#)

Der Befehl `flutter pub run build_runner build` stößt erneut die Quellcodegenerierung für den Werte-Typen `Storage` an.

5.5 Test der Serialisierung der Maßnahmenliste

Nun soll noch überprüft werden, ob die Menge von Maßnahmen mit genau einer eingetragenen Maßnahme korrekt serialisiert. Auch das wird von einem Unit Test überprüft (Listing. 24). In Zeile 8 wird das leere Objekt `storage` erstellt. In Zeile 9 wird es dann wiederverwendet, um aufbauend auf der Kopie Änderungen mithilfe der `rebuild`-Methode durchzuführen.

```
7 test('Storage with one Massnahme serialises without error', () {
8   var storage = Storage();
9   storage = storage.rebuild((b) => b.massnahmen.add(
10     Massnahme((b) => b.identifikatoren.massnahmenTitel = "Massnahme 1")));
11
12   var actualJson = serializers.serializeWith(Storage.serializer, storage);
13
14   var expectedJson = {
15     "massnahmen": [
16       {
17         "guid": storage.massnahmen.first.guid,
18         "letzteBearbeitung": {
19           "letztesBearbeitungsDatum": storage
20             .massnahmen
21             .first
22             .letzteBearbeitung
23             .letztesBearbeitungsDatum
24             .microsecondsSinceEpoch,
25           "letzterStatus": "bearb"
26         },
27         "identifikatoren": {"massnahmenTitel": "Massnahme 1"}
28       }
29     ]
30   };
31   expect(actualJson, equals(expectedJson));
```

Listing 24: Ein automatisierter Testfall überprüft, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/test/data_model/storage_test.dart](#)

Bei der Instanzvariable `massnahmen` der Klasse `Storage` handelt es sich um ein `BuiltSet`. Der Aufruf von `b.massnahmen` gibt allerdings nicht dieses `BuiltSet` zurück. Wäre es so, so könnte die Operation `add` nicht darauf angewendet werden. Ein `BuiltSet` stellt keine Methoden zur Manipulation des Sets zur Verfügung. In Wahrheit gibt der Ausdruck `b.massnahmen` einen `SetBuilder` zurück. Das kann im generierten Quellcode nachgesehen werden (Listing. 25 Z. .)

```
91 class StorageBuilder implements Builder<Storage, StorageBuilder> {
92   _$Storage? _$v;
93
94   SetBuilder<Massnahme>? _massnahmen;
95   SetBuilder<Massnahme> get massnahmen =>
96     _$this._massnahmen ??= new SetBuilder<Massnahme>();
```

Listing 25: Instanzvariable `massnahmen` gibt einen `SetBuilder` zurück, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_model/storage.g.dart](#)

Der `SetBuilder` wiederum erlaubt es, Änderungen am Set vorzunehmen und stellt dafür die - für ein Set übliche - Methode `add` bereit. Im Aufruf von `add` wird dann ein Objekt des Werte-Typs `Maßnahme` konstruiert (Z. 10). Dazu wird dieses Mal die anonyme Funktion zum Konstruieren der `Maßnahme` gleich im Konstruktor übergeben.

Diesmal konstruiert die Methode `serializers.serializeWith` mit dem Serialisierer `Storage.serializer` ein weiteres JSON-Object (Z. 12). Genau wie zuvor wird ein Json-Dokument vorbereitet

(Z. 14-30), welches der `Matcher equals` gegen das serialisierte Dokument des soeben konstruierten Objects `storage` vergleicht (Z. 31). Das Json-Dokument unterscheidet sich nur darin, dass es einen Knoten namens `'massnahmen'` enthält, der als Wert eine Liste hat. Die Liste hat nur ein Element. Weil dieses Mal das Objekt des Typs `Massnahme` nicht direkt zugreifbar ist, muss es zunächst über die Liste der Maßnahmen aus dem `storage`-Object abgerufen werden. Das ist mit dem Befehl `first` möglich, der das erste Objekt - und in diesem Fall einzige Objekt - der Kollektion zurückgibt (Z. 17, 21). Darüber kann erneut die `guid` und das `letztesBearbeitungsDatum` abgerufen werden.

Ein weiterer Unit-Test überprüft, ob auch die Deserialisierung eines `storage`-Objects erfolgreich ist. Er ist in Listing 157 im Anhang C zu finden. Auch dieser Test ist der Deserialisierung des Objektes des Typs `Massnahme` sehr ähnlich. Er unterscheidet sich nur darin, dass das `Massnahme`-Objekt in der Liste `massnahmen` des `storage`-Objektes enthalten ist.

5.6 Der Haupteinstiegspunkt

Das Listing 26 zeigt den Haupteinstiegspunkt des Programms. Darin ist erkennbar, dass sich die Applikation in drei Rubriken einteilen lässt:

- das Model (Z. 27-30)
- der View (Z. 41-44)
- das ViewModel. (Z. 25-26)

Model View ViewModel Das ModelViewViewModel Entwurfsmuster wurde zunächst von John Gossman für die Windows Presentation Foundation beschrieben. Das Model beschreibt die Datenzugriffs-Komponente welche die Daten in relationalen Datenbanken oder hierarchischen Datenstrukturen wie XML oder JSON ablegt. Der View beschreibt die Oberflächenelemente wie Texteingabefelder und Buttons. Diese beiden Komponenten sind auch aus dem ModelViewController Entwurfsmuster bekannt. Das ModelViewViewModel Entwurfsmuster ist eine Weiterentwicklung davon und integriert das sogenannte ViewModel. Es ist dafür zuständig als Schnittstelle zwischen View und Model zu fungieren. Die Daten des Models lassen sich in der Regel nicht direkt mit Oberflächen Elementen verknüpfen. Denn es kann es notwendig sein, dass die Oberfläche weitere temporäre Daten benötigt, die aber nicht mit den Daten des Models gespeichert werden sollen. Das ViewModel übernimmt diese Arbeit, indem es die Daten des Models abrufen und sie in veränderter Form den Oberflächen-Elementen zur Verfügung steht. Andersherum formt es die Eingaben in der Nutzeroberfläche so um, dass sie im strikten Datenmodell des Models Platz finden.³⁴

`MassnahmenPool` (Z. 29) verwaltet die eingegebenen Daten der Maßnahmen und nutzt `MassnahmenJsonFile` (Z. 27) um die Daten auf einem Datenträger als eine JSON-Datei zu speichern. Somit gehören diese beiden Klassen dem Model an.

`MassnahmenFormViewModel` (Z. 25) greift die Daten des Models ab und formt diese um, sodass sie von dem View `MassnahmenDetailScreen` (Z. 43) verändert werden können. Sollen die Daten gespeichert werden, so stellt `MassnahmenFormViewModel` ebenfalls Methoden zur Verfügung um die Daten wieder in das Format des Models einpflegen zu können.

`MassnahmenMasterScreen` (Z. 41) stellt eine Ausnahme dar, denn dieser View präsentiert die Daten aus dem Model ohne eine Schnittstelle über ein ViewModel. Das ist möglich, weil die Daten nicht manipuliert, sondern nur angezeigt werden müssen.

³⁴Vgl. Gossman, *Introduction to Model/View/ViewModel pattern for building WPF apps*.

```

18 class MassnahmenFormApp extends StatelessWidget {
19   const MassnahmenFormApp({Key? key}) : super(key: key);
20
21   @override
22   Widget build(BuildContext context) {
23     return MultiProvider(
24       providers: [
25         Provider<MassnahmenFormViewModel>(
26           create: (_) => MassnahmenFormViewModel(),
27         Provider<MassnahmenJsonFile>(create: (_) => MassnahmenJsonFile()),
28         Provider(
29           create: (context) => MassnahmenPool(
30             Provider.of<MassnahmenJsonFile>(context, listen: false))),
31       ],
32       builder: (context, child) => MaterialApp(
33         title: 'Maßnahmen',
34         theme: ThemeData(
35           primarySwatch: Colors.lightGreen,
36           accentColor: Colors.green,
37           primaryIconTheme: const IconThemeData(color: Colors.white),
38         ),
39         initialRoute: MassnahmenMasterScreen.routeName,
40         routes: {
41           MassnahmenMasterScreen.routeName: (context) =>
42             const MassnahmenMasterScreen(),
43           MassnahmenDetailScreen.routeName: (context) =>
44             const MassnahmenDetailScreen()
45         },
46       ),
47     );
48   }
49 }

```

Listing 26: Der Haupteinstiegspunkt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/main.dart](#)

Damit sowohl ViewModel als auch Model von jedem View heraus abrufbar sind, werden sie als Service deklariert und von denen jeweiligen Views verwendet. Diese Vorgehensweise lässt sich auf das Service Locator Entwurfsmuster zurückführen.

Service Locator und Dependency Injection Das Service Locator Entwurfsmuster folgt dem Umsetzungsparadigma Inversion of Control – deutsch Umkehrung der Steuerung. Frameworks folgen diesem Muster, indem sie als erweiterbare Skelett-Applikationen fungieren. Anstatt, dass die Applikation den Programmfluss steuert und dabei selbst Funktionen aufruft, wird die Programmflusssteuerung an das Framework abgegeben und mit Hilfe von Ereignissen ermöglicht, dass das Framework Funktionen des Nutzers aufruft.³⁵ Das Entwurfsmuster ist auch unter dem Namen „hollywood pattern“ bekannt, da es ähnlich wie die typische Antwort auf eine Bewerbung für einen Hollywood Film - don't call us, we'll call you - funktioniert.³⁶ Im Service Locator Entwurfsmuster werden Komponenten darüber hinaus zentral registriert und über dieses Register anderen Komponenten zur Interaktion zur Verfügung gestellt.³⁷ Anstatt die Komponenten direkt miteinander zu verknüpfen, werden Sie für den Zugriff von praktisch überall vorbereitet. Vor allem für automatisierte Tests ist dies von Vorteil, da solche Abhängigkeiten ausgetauscht werden können, um ganz spezieller Teil-Funktionalitäten eines Programms zu testen. Mehr dazu im Kapitel **Kapitel einfügen**.

³⁵Vgl. Johnson und Foote, „Designing reusable classes“.

³⁶Vgl. Fowler, *InversionOfControl*.

³⁷Vgl. Fowler, *Inversion of Control Containers and the Dependency Injection pattern*.

Die Services werden in den Zeilen 25 bis 30 in der Liste `providers` (Z. 24) registriert. Das Widget `MultiProvider` (Z. 23) erlaubt es mehrere `Provider` dieser Liste hinzuzufügen und sie allen Widgets zur Verfügung zu stellen, welche durch die `builder`-Methode (Z. 32) gebaut werden.

In der Hierarchie ist der `MultiProvider` (Z. 23) zwar an oberster Stelle, jedoch hat das Widget keine eigene visuelle Repräsentation. Es zeigt lediglich den Inhalt, der durch die `builder`-Methode erzeugt wird: Das Widget `MaterialApp` (Z. 32). `MaterialApp` stellt einen `Navigator` bereit und erlaubt - ähnlich einer Webseite - über den Parameter `routes` (Z. 40-45) die Angabe der Unterseiten, die durch den Navigator besucht werden können. Über `initialRoute` (Z. 39) kann die Startseite angegeben werden.

5.7 Abhängigkeiten zum verwalten der Maßnahmen

Das Model des Model View ViewModel Entwurfsmusters wird durch die Klasse `MassnahmenJsonFile` in eine JSON-Datei gespeichert. Der Dateipfad wird dabei durch die Methode `_localMassnahmenJsonFile` (Z. 8-11) abgerufen. Die Hilfsmethode `getApplicationSupportDirectory` (Z. 9) gibt aus dem Nutzerverzeichnis des aktuellen Nutzers den zur Applikation zugeordneten Datei-Ordner zurück. Auf Windows-Betriebssystemen wäre das beispielsweise `C:\Users\AktuellerNutzer\AppData\Roaming\com.example\conditional_form`.

Dadurch, dass dem Methoden-Bezeichner `_localMassnahmenJsonFile` ein Unterstrich vorangestellt ist, ist die Methode privat und kann nur innerhalb der Klasse aufgerufen werden. Dart hat damit eine Konvention zum Standard werden lassen. In Programmiersprachen wie beispielsweise C++ wurde der Unterstrich zusätzlich den Bezeichnern von Instanz Attributen vorangestellt, die mit dem `private` Schlüsselwort gekennzeichnet sind, damit sie überall im Quellcode als private Attribute identifizierbar sind, ohne dazu die Klassendefinition ansehen zu müssen. In Dart gibt es dagegen das `private` Schlüsselwort nicht. Stattdessen wird der Unterstrich vor dem Bezeichner verwendet, um ein Instanzattribut privat zu deklarieren.

Die Getter-Methode `_localMassnahmenJsonFile` hat den Rückgabetyt `Future<File>` und ist zudem mit dem Schlüsselwort `async` gekennzeichnet.

Asynchron muss die Methode deshalb sein, weil sie auf den Aufruf `getApplicationSupportDirectory` warten muss, der ebenfalls asynchron abläuft. Würde hier nicht das Schlüsselwort `await` verwendet werden, so würde nicht das tatsächliche Verzeichnis zurückgegeben werden. Stattdessen würde ein Objekt geliefert, welches den Wert des Verzeichnisses erst dann erhält, sobald es ermittelt wurde. Solche Objekte sind beispielsweise in JavaScript als sogenannte Promise-Objekte bekannt. In Dart heißen diese Objekte `Future`. Auf einem `Future` Objekt kann die Methode `then` verwendet werden, um eine Funktion zu übergeben. Die Funktion würde dann aufgerufen werden, sobald der Wert bis `Future` gesetzt wurde. Solche Funktion werden auch Callback-Funktionen genannt.

Doch anstatt einen Callback zu verwenden, kann in Dart das Schlüsselwort `await` genutzt werden, um den Wert abzuwarten. Die Notwendigkeit einer asynchronen Funktion ist dadurch gegeben, dass das Abrufen eines Verzeichnisses aus dem Dateisystem ein blockierender Vorgang ist. Während das Programm darauf wartet, dass das Betriebssystem eine Antwort zurück gibt, könnten auch andere Aufgaben abgearbeitet werden. Durch das `await` Schlüsselwort erkennt die Dart-Laufzeitumgebung, dass sie andere Aufgaben aus dem sogenannten `event loop` abarbeiten kann, bis der Wert verfügbar ist.

Die Funktion `saveMassnahmen` verwendet ...

```

7 class MassnahmenJsonFile {
8   Future<File> get _localMassnahmenJsonFile async {
9     var directory = await getApplicationSupportDirectory();
10    return File("${directory.path}/Maßnahmen.json");
11  }
12
13  Future<void> saveMassnahmen(Map<String, dynamic> massnahmenAsJson) async {
14    var file = await _localMassnahmenJsonFile;
15    await file.writeAsString(jsonEncode(massnahmenAsJson));
16  }
17
18  Future<Map<String, dynamic>> readMassnahmen() async {
19    var file = await _localMassnahmenJsonFile;
20
21    var fileExists = await file.exists();
22    if (fileExists) {
23      final fileContent = await file.readAsString();
24      final jsonObject = jsonDecode(fileContent) as Map<String, dynamic>;
25
26      return jsonObject;
27    } else {
28      throw MassnahmenFileDoesNotExistException("$file was not found");
29    }
30  }
31 }

```

Listing 27: Die Klasse `MassnahmenJsonFile`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/persistence/massnahmen_json_file.dart](#)

```

8 class MassnahmenPool {
9   final MassnahmenJsonFile jsonFile;
10
11   MassnahmenPool(this.jsonFile) {
12     init();
13   }
14
15   final storageSubject = BehaviorSubject<Storage>.seeded(
16     Storage((b) => b..massnahmen = SetBuilder()));
17
18   Storage get storage => storageSubject.value;
19
20   set storage(Storage m) {
21     storageSubject.value = m;
22   }
23
24   init() async {
25     refresh();
26   }
27
28   refresh() async {
29     try {
30       final massnahmenAsJson = await jsonFile.readMassnahmen();
31
32       final massnahmen =
33         serializers.deserializeWith(Storage.serializer, massnahmenAsJson)!;
34
35       storage = massnahmen;
36     } on MassnahmenFileDoesNotExistException {
37       storage = Storage();
38     }
39   }
40
41   putMassnahmeIfAbsent(Massnahme massnahme) async {
42     var rebuild = storage.rebuild((b) => b.massnahmen
43       ..removeWhere((m) => m.guid == massnahme.guid)
44       ..add(massnahme));
45
46     var serializedMassnahmen =
47       serializers.serializeWith(Storage.serializer, rebuild);
48
49     await jsonFile.saveMassnahmen(serializedMassnahmen as Map<String, dynamic>);
50
51     storage = rebuild;
52   }
53 }

```

Listing 28: Die Klasse MassnahmenPool, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_access/massnahmen_pool.dart](#)

5.8 Die Abhängigkeiten für das ViewModels

ViewModel Füllen

```
5 class MassnahmenFormViewModel {
6   final letzterStatus = BehaviorSubject<LetzterStatus?>.seeded(null);
7
8   final guid = BehaviorSubject<String?>.seeded(null);
9
10  final massnahmenTitel = BehaviorSubject<String>.seeded("");
11
12  set model(Massnahme model) {
13    guid.value = model.guid;
14
15    letzterStatus.value = letzterStatusChoices
16      .fromAbbreviation(model.letzteBearbeitung.letzterStatus);
17    massnahmenTitel.value = model.identifikatoren.massnahmenTitel;
18  }
19
20  Massnahme get model => Massnahme((b) => b
21    ..guid = guid.value
22    ..letzteBearbeitung.letzterStatus = letzterStatus.value?.abbreviation
23    ..letzteBearbeitung.letztesBearbeitungsDatum = DateTime.now().toUtc()
24    ..identifikatoren
25      .update((b) => b..massnahmenTitel = massnahmenTitel.value));
26 }
```

Listing 29: Die Klasse MassnahmenFormViewModel, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

5.9 Übersicht der Maßnahmen

Der erste View Füllen

```
13 final createNewMassnahmeButtonKey = GlobalKey();
14
15 class MassnahmenMasterScreen extends StatelessWidget {
16   static const routeName = '/massnahmen_master';
17
18   const MassnahmenMasterScreen({Key? key}) : super(key: key);
19
20   @override
21   Widget build(BuildContext context) {
22     final massnahmenPool = Provider.of<MassnahmenPool>(context, listen: false);
23
24     return Scaffold(
25       appBar: AppBar(
26         title: const Text('Maßnahmen Master'),
27       ),
28       body: StreamBuilder<Storage>(
29         stream: massnahmenPool.storageSubject,
30         builder: (context, _) {
31           return SingleChildScrollView(
32             ...
33             );
34           },
35       floatingActionButton: FloatingActionButton(
36         key: createNewMassnahmeButtonKey,
37         child: const Icon(
38           Icons.post_add_outlined,
39           color: Colors.white,
40         ),
41         onPressed: () {
42           final vm =
43             Provider.of<MassnahmenFormViewModel>(context, listen: false);
44
45           vm.model = Massnahme();
46           Navigator.of(context).pushNamed(MassnahmenDetailScreen.routeName);
47         },
48       ),
49     );
50   }
51 }
```

Listing 30: Die Struktur der Klasse MassnahmenMasterScreen, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_master.dart](#)

```

31 return SingleChildScrollView(
32   child: Column(
33     crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
34     children: [
35       const Padding(
36         padding: EdgeInsets.all(16.0),
37         child: Text(
38           "Abgeschlossen",
39           style: TextStyle(fontSize: 20),
40         ),
41     ),
42     SingleChildScrollView(
43       scrollDirection: Axis.horizontal,
44       child: Padding(
45         padding: const EdgeInsets.all(16.0),
46         child: MassnahmenTable(
47           massnahmenPool.storage.massnahmen
48             .where((m) =>
49               m.letzteBearbeitung.letzterStatus ==
50               LetzterStatus.fertig.abbreviation)
51             .toSet(), onSelect: (selectedMassnahme) {
52           final vm = Provider.of<MassnahmenFormViewModel>(
53             context,
54             listen: false);
55           vm.model = selectedMassnahme.rebuild((m) => m
56             ..letzteBearbeitung.letztesBearbeitungsDatum =
57               DateTime.now().toUtc());
58           Navigator.of(context)
59             .pushNamed(MassnahmenDetailScreen.routeName);
60         })),
61     ),

```

Listing 31: Die Ausgabe der finalen Maßnahmen, Quelle: Eigenes Listing,
 Datei: Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_master.dart

```

48 .where((m) =>
49   m.letzteBearbeitung.letzterStatus == LetzterStatus.bearb.abbreviation)

```

Listing 32: Die Bedingung der Entwurf-Maßnahmen, Quelle: Eigenes Listing,
 Datei: Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_master.dart

5.10 Widget MassnahmenTable

Der zweite View

```

4 typedef OnSelectCallback = void Function(Massnahme selectedMassnahme);
5
6 class MassnahmenTable extends StatelessWidget {
7   final Set<Massnahme> _massnahmenToDisplay;
8   final OnSelectCallback? onSelect;
9
10  const MassnahmenTable(this._massnahmenToDisplay, {this.onSelect, Key? key})
11    : super(key: key);
12
13  @override
14  Widget build(BuildContext context) {
15    return Table(
16      border: TableBorder.all(width: 3),
17      defaultColumnWidth: const IntrinsicColumnWidth(),
18      defaultVerticalAlignment: TableCellVerticalAlignment.middle,
19      children: [
20        TableRow(children: [
21          _buildColumnHeader(const Text("Zuletzt bearbeitet am")),
22          _buildColumnHeader(const Text("Maßnahmentitel"))
23        ]),
24        ..._massnahmenToDisplay.map((m) {
25          return TableRow(children: [
26            _buildSelectableCell(m, Text(m.letzteBearbeitung.formattedDate)),
27            _buildSelectableCell(m, Text(m.identifikatoren.massnahmenTitel)),
28          ]);
29        }).toList(),
30      ],
31    );
32  }
33
34  Widget _buildColumnHeader(Widget child) => Padding(
35    padding: const EdgeInsets.all(8.0),
36    child: child,
37  );
38
39  Widget _buildSelectableCell(Massnahme m, Widget child,
40    {double padding = 8.0}) =>
41    TableRowInkWell(
42      onTap: () {
43        if (onSelect != null) {
44          onSelect!(m);
45        }
46      },
47      child: Padding(
48        padding: EdgeInsets.all(padding),
49        child: child,
50      ),
51    );
52 }

```

Listing 33: Die Klasse MassnahmenTable, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/widgets/massnahmen_table.dart](#)

5.11 Eingabeformular

Der zweite View

```

10 const saveMassnahmeTooltip = "Validiere und speichere Massnahme";
11
12 class MassnahmenDetailScreen extends StatelessWidget {
13   static const routeName = '/massnahmen-detail';
14
15   const MassnahmenDetailScreen({Key? key}) : super(key: key);
16
17   @override
18   Widget build(BuildContext context) {
19     final vm = Provider.of<MassnahmenFormViewModel>(context, listen: false);
20     final massnahmenPool = Provider.of<MassnahmenPool>(context, listen: false);
21
22     Future<bool> saveRecordAndGoBackToOverviewScreen() {...}
23
24     Widget createMassnahmenTitelTextFormField(MassnahmenFormViewModel vm) {...}
25
26     return Scaffold(
27       appBar: AppBar(
28         title: const Text('Maßnahmen Detail'),
29       ),
30       body: WillPopScope(
31         onWillPop: () => saveRecordAndGoBackToOverviewScreen(),
32         child: Stack(
33           children: [
34             SingleChildScrollView(
35               child: Center(
36                 child: Padding(
37                   padding: const EdgeInsets.all(8.0),
38                   child: Column(...),
39                 ),
40             ),
41             Align(
42               alignment: Alignment.bottomRight,
43               child: Padding(
44                 padding: const EdgeInsets.all(16.0),
45                 child: Column(
46                   mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.min,
47                   children: [
48                     FloatingActionButton(
49                       tooltip: saveMassnahmeTooltip,
50                       heroTag: 'save_floating_action_button',
51                       child: const Icon(Icons.check, color: Colors.white),
52                       onPressed: () => saveRecordAndGoBackToOverviewScreen(),
53                     )
54                   ],
55                 ),
56             ),
57           ],
58         ),
59       ),
60     );
61   }
62 }
63 }

```

Listing 34: Die Struktur des Bildschirms MassnahmenDetailScreen, Quelle: Eigenes Listing, Datei: Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart

```

64 child: Column(
65   crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
66   children: [
67     SelectionCard<LetzterStatus>(
68       title: letzterStatusChoices.name,
69       allChoices: letzterStatusChoices,
70       initialValue: {
71         if (vm.letzterStatus.value != null)
72           vm.letzterStatus.value!
73       },
74       onSelect: (selectedChoice) =>
75         vm.letzterStatus.value = selectedChoice,
76       onDeselect: (selectedChoice) =>
77         vm.letzterStatus.value = null,
78     ),
79     createMassnahmenTitelTextFormField(vm),
80     const SizedBox(height: 64)
81   ],
82 ),

```

Listing 35: Die Ausgabe der Formularfelder, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

34 Widget createMassnahmenTitelTextFormField(MassnahmenFormViewModel vm) {
35   final focusNode = FocusNode();
36   return Card(
37     child: Padding(
38       padding: const EdgeInsets.all(16.0),
39       child: TextFormField(
40         focusNode: focusNode,
41         initialValue: vm.massnahmenTitel.value,
42         decoration: const InputDecoration(
43           hintText: 'Maßnahmentitel', labelText: 'Maßnahmentitel'),
44         onChanged: (value) {
45           vm.massnahmenTitel.value = value;
46         },
47       ),
48     ),
49   );
50 }

```

Listing 36: Die Funktion createMassnahmenTitelTextFormField, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

22 Future<bool> saveRecordAndGoBackToOverviewScreen() {
23   ScaffoldMessenger.of(context)
24     ..hideCurrentSnackBar()
25     ..showSnackBar(
26       const SnackBar(content: Text('Massnahme wird gespeichert ...')));
27
28   massnahmenPool.putMassnahmeIfAbsent(vm.model);
29   Navigator.of(context).pop();
30
31   return Future.value(true);
32 }

```

Listing 37: Die Funktion saveRecordAndGoBackToOverviewScreen, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

5.12 Widget SelectionCard

```
7 typedef OnSelect<ChoiceType extends Choice> = void Function(  
8     ChoiceType selectedChoice);  
9  
10 typedef OnDeselect<ChoiceType extends Choice> = void Function(  
11     ChoiceType selectedChoice);  
12  
13 const confirmButtonTooltip = 'Auswahl übernehmen';  
14  
15 class SelectionCard<ChoiceType extends Choice> extends StatelessWidget {  
16     final String title;  
17     final BehaviorSubject<BuiltSet<ChoiceType>> selectionViewModel;  
18     final Choices<ChoiceType> allChoices;  
19     final OnSelect<ChoiceType> onSelect;  
20     final OnDeselect<ChoiceType> onDeselect;  
21  
22     SelectionCard(  
23         {required this.title,  
24         required Iterable<ChoiceType> initialValue,  
25         required this.allChoices,  
26         required this.onSelect,  
27         required this.onDeselect,  
28         Key? key})  
29         : selectionViewModel = BehaviorSubject<BuiltSet<ChoiceType>>.seeded(  
30             BuiltSet.from(initialValue)),  
31         super(key: key);
```

Listing 38: Die Klasse SelectionCard, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

34 Widget build(BuildContext context) {
35   final focusNode = FocusNode();
36
37   navigateToSelectionScreen() async {
38     focusNode.requestFocus();
39
40     Navigator.push<Set<Choice>>(
41       context,
42       MaterialPageRoute(
43         builder: (context) =>
44           createMultipleChoiceSelectionScreen(context)));
45   }
46
47   return StreamBuilder(
48     stream: selectionViewModel,
49     builder: (context, snapshot) {
50       final selectedChoices = selectionViewModel.value;
51       return Card(
52         child: Column(
53           crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
54           children: [
55             ListTile(
56               focusNode: focusNode,
57               title: Text(title),
58               subtitle:
59                 Text(selectedChoices.map((c) => c.description).join(", ")),
60               trailing: const Icon(Icons.edit),
61               onTap: navigateToSelectionScreen,
62             )
63           ],
64         ),
65       );
66     });
67 }

```

Listing 39: Die Build Methode der SelectionCard, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

69 Widget createMultipleChoiceSelectionScreen(BuildContext context) {
70   Future<bool> goBack() {
71     Navigator.of(context).pop();
72     return Future.value(true);
73   }
74
75   return Scaffold(
76     appBar: AppBar(
77       title: Text(title),
78     ),
79     body: Builder(builder: (context) {
80       return StreamBuilder(
81         stream: selectionViewModel,
82         builder: (context, snapshot) {
83           final selectedChoices = selectionViewModel.value;
84           return ListView(children: [
85             ...allChoices.map((ChoiceType c) {
86               bool isSelected = selectedChoices.contains(c);
87
88               onTapTileTab() {
89                 selectionViewModel.value =
90                   selectionViewModel.value.rebuild((b) {
91                     b.replace(isSelected ? [] : [c]);
92                   });
93
94               if (isSelected) {
95                 onDeselect(c);
96               } else {
97                 onSelect(c);
98               }
99             })
100           ]
101           return ListTile(
102             key: Key(
103               "valid choice ${allChoices.name} - ${c.abbreviation}"),
104             title: Column(
105               crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
106               children: [Text(c.description)],
107             ),
108             leading: IconButton(
109               icon: Icon(isSelected
110                 ? Icons.check_box
111                 : Icons.check_box_outline_blank),
112               onPressed: onTapTileTab,
113             ),
114             onTap: onTapTileTab,
115           );
116         }).toList(),
117       ]);
118     });
119   },
120   floatingActionButton: FloatingActionButton(
121     onPressed: goBack,
122     tooltip: confirmButtonTooltip,
123     child: const Icon(Icons.check),
124   ),
125 );
126 }

```

Listing 40: Die Funktion createMultipleChoiceSelectionScreen, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

5.13 Integration Test zum Test der Oberfläche

```
3 Future<void> main() => integrationDriver();
```

Listing 41: Der Integration Test Driver, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/driver.dart](#)

```
18 const durationAfterEachStep = Duration(milliseconds: 1);
19
20 @GenerateMocks([MassnahmenJsonFile])
21 void main() {
22   testWidgets('Can fill the form and save the correct json', (tester) async {
23     final binding = IntegrationTestWidgetsFlutterBinding.ensureInitialized()
24       as IntegrationTestWidgetsFlutterBinding;
25     binding.framePolicy = LiveTestWidgetsFlutterBindingFramePolicy.fullyLive;
26
27     final mockMassnahmenJsonFile = MockMassnahmenJsonFile();
28     when(mockMassnahmenJsonFile.readMassnahmen()).thenAnswer((_) async => {});
```

Listing 42: Initialisierung des Integrations Tests, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```
30 await tester.pumpWidget(MultiProvider(
31   providers: [
32     Provider<MassnahmenFormViewModel>(
33       create: (_) => MassnahmenFormViewModel(),
34     Provider<MassnahmenJsonFile>(create: (_) => mockMassnahmenJsonFile),
35     Provider(
36       create: (context) => MassnahmenPool(
37         Provider.of<MassnahmenJsonFile>(context, listen: false))),
38   ],
39   builder: (context, child) => MaterialApp(
40     title: 'Maßnahmen',
41     initialRoute: MassnahmenMasterScreen.routeName,
42     routes: {
43       MassnahmenMasterScreen.routeName: (context) =>
44         const MassnahmenMasterScreen(),
45       MassnahmenDetailScreen.routeName: (context) =>
46         const MassnahmenDetailScreen()
47     },
48   ),
49 ));
```

Listing 43: Initialisierung des Widgets für den Integrations Tests, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```

51 Future<void> tabSelectionCard(Choices choices, {Finder? ancestor}) async {
52   final Finder textLabel;
53   if (ancestor != null) {
54     textLabel =
55       find.descendant(of: ancestor, matching: find.text(choices.name));
56   } else {
57     textLabel = find.text(choices.name);
58   }
59
60   expect(textLabel, findsWidgets);
61
62   final card = find.ancestor(of: textLabel, matching: find.byType(Card));
63   expect(card, findsOneWidget);
64
65   await tester.ensureVisible(card);
66   await tester.tap(card);
67   await tester.pumpAndSettle(durationAfterEachStep);
68 }

```

Listing 44: Die Hilfsmethode `tabSelectionCard`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```

76 Future<Finder> tabOption(Choice choice, {bool tabConfirm = false}) async {
77   final choiceLabel = find.text(choice.description);
78   expect(choiceLabel, findsOneWidget);
79
80   var listTileKey = tester
81     .element(choiceLabel)
82     .findAncestorWidgetOfExactType<ListTile>(!
83       .key!;
84   var listTile = find.byKey(listTileKey);
85
86   expect(listTile, findsOneWidget);
87
88   await tester.ensureVisible(choiceLabel);
89   await tester.tap(choiceLabel);
90   await tester.pumpAndSettle(durationAfterEachStep);
91
92   if (tabConfirm) {
93     await tabConfirmButton();
94   }
95
96   return listTile;
97 }

```

Listing 45: Die Hilfsmethode `tabOption`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```

99 Future<void> fillTextFormField(
100   {required String title, required String text}) async {
101   final textFormField = find
102     .ancestor(of: find.text(title), matching: find.byType(TextFormField))
103     .first;
104   expect(textFormField, findsOneWidget);
105
106   await tester.ensureVisible(textFormField);
107   await tester.enterText(textFormField, text);
108   await tester.pumpAndSettle(durationAfterEachStep);
109 }

```

Listing 46: Die Hilfsmethode `fillTextFormField`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```

111 await tester.pumpAndSettle(durationAfterEachStep);
112
113 var createNewMassnahmeButton = find.byKey(createNewMassnahmeButtonKey);
114 final gesture = await tester.press(createNewMassnahmeButton);
115 await tester.pumpAndSettle(durationAfterEachStep);
116 await gesture.up();
117 await tester.pumpAndSettle(durationAfterEachStep);

```

Listing 47: Der Button zum Kreieren einer Maßnahme wird ausgelöst, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```

119 await tabSelectionCard(letzterStatusChoices);
120 await tabOption(LetzterStatus.fertig, tabConfirm: true);

```

Listing 48: Der letzte Status wird ausgewählt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```

122 final now = DateTime.now();
123 var massnahmeTitle =
124     "Test Maßnahmen ${now.year}-${now.month}-${now.day} ${now.hour}:${now.minute}";
125 await fillTextFormField(title: "Maßnahmentitel", text: massnahmeTitle);

```

Listing 49: Der Maßnahmentitel wird eingegeben, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```

127 var saveMassnahmeButton = find.byTooltip(saveMassnahmeTooltip);
128 await tester.tap(saveMassnahmeButton);
129 await tester.pumpAndSettle(durationAfterEachStep);

```

Listing 50: Der Button zum Speichern wird ausgelöst, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```

131 var capturedJson =
132     verify(mockMassnahmenJsonFile.saveMassnahmen(captureAny)).captured.last;
133
134 var actualMassnahme = capturedJson['massnahmen'][0] as Map;
135 actualMassnahme.remove("guid");
136 actualMassnahme["letzteBearbeitung"].remove("letztesBearbeitungsDatum");
137
138 var expectedJson = {
139     'letzteBearbeitung': {'letzterStatus': 'fertig'},
140     'identifikatoren': {'massnahmenTitel': massnahmeTitle},
141 };
142
143 expect(actualMassnahme, equals(expectedJson));

```

Listing 51: Der Button zum Speichern wird ausgelöst, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

5.14 Schritt 2

```
127 await fillTextFormField(title: "Maßnahmentitel", text: massnahmeTitle);
128
129 await tabSelectionCard(foerderklasseChoices);
130 await tabOption(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns, tabConfirm: true);
131
132 await tabSelectionCard(kategorieChoices);
133 await tabOption(KategorieChoice.extens, tabConfirm: true);
134
135 await tabSelectionCard(zielflaecheChoices);
136 await tabOption(ZielflaecheChoice.al, tabConfirm: true);
137
138 await tabSelectionCard(zieleinheitChoices);
139 await tabOption(ZieleinheitChoice.ha, tabConfirm: true);
140
141 await tabSelectionCard(hauptzielsetzungLandChoices);
142 await tabOption(ZielsetzungLandChoice.biodiv, tabConfirm: true);
143
144 var saveMassnahmeButton = find.byTooltip(saveMassnahmeTooltip);
```

Listing 52: Der Integrationstest klickt 5 weitere Karten, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```
155 var expectedJson = {
156   'letzteBearbeitung': {'letzterStatus': 'fertig'},
157   'identifikatoren': {'massnahmenTitel': massnahmeTitle},
158   'massnahmenCharakteristika': {
159     'foerderklasse': 'aukm_ohne_vns',
160     'kategorie': 'extens',
161     'zielflaeche': 'al',
162     'zieleinheit': 'ha',
163     'hauptzielsetzungLand': 'biodiv'
164   },
165 };
```

Listing 53: Das erwartete Test-Ergebnis wird erweitert, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

6 HIER EINFÜGEN Status Choice

```

5 class FoerderklasseChoice extends Choice {
6   static final oelb = FoerderklasseChoice("oelb", "Ökolandbau");
7   static final azl = FoerderklasseChoice("azl", "Ausgleichszulage");
8   static final ea = FoerderklasseChoice("ea", "Erschwernisausgleich");
9   static final aukm_nur_vns = FoerderklasseChoice("aukm_nur_vns",
10    "Agrarumwelt-(und Klima)Maßnahme: nur Vertragsnaturschutz");
11   static final aukm_ohne_vns = FoerderklasseChoice("aukm_ohne_vns",
12    "Agrarumwelt-(und Klima)Maßnahmen, tw. auch mit Tierwohlaspekten, aber OHNE
    ↳ Vertragsnaturschutz");
13   static final twm_ziel = FoerderklasseChoice(
14    "twm_ziel", "Tierschutz/Tierwohlmaßnahmen mit diesem als Hauptziel");
15   static final contact =
16    FoerderklasseChoice("contact", "bitte um Unterstützung");

```

Listing 54: Die Klasse FoerderklasseChoice, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

23 final foerderklasseChoices = Choices<FoerderklasseChoice>({
24   FoerderklasseChoice.oelb,
25   FoerderklasseChoice.azl,
26   FoerderklasseChoice.ea,
27   FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns,
28   FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns,
29   FoerderklasseChoice.twm_ziel,
30   FoerderklasseChoice.contact
31 }, name: "Förderklasse");

```

Listing 55: Die Menge foerderklasseChoices, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

33 class KategorieChoice extends Choice {
34   static final zf_us =
35     KategorieChoice("zf_us", "Anbau Zwischenfrucht/Untersaat");
36   static final anlage_pflege =
37     KategorieChoice("anlage_pflege", "Anlage/Pflege Struktur");
38   static final dungmang = KategorieChoice("dungmang", "Düngemanagement");
39   static final extens = KategorieChoice("extens", "Extensivierung");
40   static final flst = KategorieChoice("flst", "Flächenstilllegung/Brache");
41   static final umwandlg = KategorieChoice("umwandlg", "Nutzungsumwandlung");
42   static final bes_kult_rass = KategorieChoice(
43     "bes_kult_rass", "Förderung bestimmter Rassen / Sorten / Kulturen");
44   static final contact = KategorieChoice("contact", "bitte um Unterstützung");

```

Listing 56: Die Klasse KategorieChoice, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

50 final kategorieChoices = Choices<KategorieChoice>({
51   KategorieChoice.zf_us,
52   KategorieChoice.anlage_pflege,
53   KategorieChoice.dungmang,
54   KategorieChoice.extens,
55   KategorieChoice.flst,
56   KategorieChoice.umwandlg,
57   KategorieChoice.bes_kult_rass,
58   KategorieChoice.contact
59 }, name: "Kategorie");

```

Listing 57: Die Menge kategorieChoices, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

61 class ZielflaecheChoice extends Choice {
62   static final ka = ZielflaecheChoice("ka", "keine Angabe/Vorgabe");
63   static final al = ZielflaecheChoice("al", "AL");
64   static final gl = ZielflaecheChoice("gl", "GL");
65   static final lf = ZielflaecheChoice("lf", "LF");
66   static final dk_sk = ZielflaecheChoice("dk_sk", "DK/SK");
67   static final hff = ZielflaecheChoice("hff", "HFF");
68   static final biotop_le =
69     ZielflaecheChoice("biotop_le", "Landschaftselement/Biotop o.Ä.");
70   static final wald = ZielflaecheChoice("wald", "Wald/Forst");
71   static final contact = ZielflaecheChoice("contact", "bitte um Unterstützung");

```

Listing 58: Die Klasse ZielflaecheChoice, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

77 final zielflaecheChoices = Choices<ZielflaecheChoice>({
78   ZielflaecheChoice.ka,
79   ZielflaecheChoice.al,
80   ZielflaecheChoice.gl,
81   ZielflaecheChoice.lf,
82   ZielflaecheChoice.dk_sk,
83   ZielflaecheChoice.hff,
84   ZielflaecheChoice.biotop_le,
85   ZielflaecheChoice.wald,
86   ZielflaecheChoice.contact
87 }, name: "Zielfläche");

```

Listing 59: Die Menge zielflaecheChoices, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

89 class ZieleinheitChoice extends Choice {
90   static final ka = ZieleinheitChoice("ka", "keine Angabe/Vorgabe");
91   static final m3 = ZieleinheitChoice("m3", "m³ (z.B. Gülle)");
92   static final pieces =
93     ZieleinheitChoice("pieces", "Kopf/Stück (z.B. Tiere oder Bäume)");
94   static final gve = ZieleinheitChoice("gve", "GV/GVE");
95   static final rgve = ZieleinheitChoice("rgve", "RGV");
96   static final ha = ZieleinheitChoice("ha", "ha");
97   static final contact = ZieleinheitChoice("contact", "bitte um Unterstützung");

```

Listing 60: Die Klasse ZieleinheitChoice, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

103 final zieleinheitChoices = Choices<ZieleinheitChoice>({
104   ZieleinheitChoice.ka,
105   ZieleinheitChoice.m3,
106   ZieleinheitChoice.pieces,
107   ZieleinheitChoice.gve,
108   ZieleinheitChoice.rgve,
109   ZieleinheitChoice.ha,
110   ZieleinheitChoice.contact
111 }, name: "Zieleinheit");

```

Listing 61: Die Menge zieleinheitChoices, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

113 class ZielsetzungLandChoice extends Choice {
114   static final ka = ZielsetzungLandChoice("ka", "keine Angabe/Vorgabe");
115   static final bsch = ZielsetzungLandChoice("bsch", "Bodenschutz");
116   static final wsch = ZielsetzungLandChoice("wsch", "Gewässerschutz");
117   static final asch = ZielsetzungLandChoice("asch", "Spezieller Artenschutz");
118   static final biodiv = ZielsetzungLandChoice("biodiv", "Biodiversität");
119   static final struktviel =
120     ZielsetzungLandChoice("struktviel", "Erhöhung der Strukturvielfalt");
121   static final genet_res = ZielsetzungLandChoice("genet_res",
122     "Erhaltung genetischer Ressourcen (Pflanzen, z. B. im Grünland, und Tiere, z. B.
    ↳ bedrohte Rassen)");
123   static final tsch = ZielsetzungLandChoice(
124     "tsch", "Tierschutz/Maßnahmen zum Tierwohl im Betrieb");
125   static final klima = ZielsetzungLandChoice("klima", "Klima");
126   static final contact =
127     ZielsetzungLandChoice("contact", "bitte um Unterstützung");

```

Listing 62: Die Klasse ZielsetzungLandChoice, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

133 final _zielsetzungLandChoices = {
134   ZielsetzungLandChoice.ka,
135   ZielsetzungLandChoice.bsch,
136   ZielsetzungLandChoice.wsch,
137   ZielsetzungLandChoice.asch,
138   ZielsetzungLandChoice.biodiv,
139   ZielsetzungLandChoice.struktviel,
140   ZielsetzungLandChoice.genet_res,
141   ZielsetzungLandChoice.tsch,
142   ZielsetzungLandChoice.klima,
143   ZielsetzungLandChoice.contact
144 };
145
146 final hauptzielsetzungLandChoices = Choices<ZielsetzungLandChoice>(
147   _zielsetzungLandChoices,
148   name: "Hauptzielsetzung Land");

```

Listing 63: Die Menge hauptzielsetzungLandChoices, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

13 Identifikatoren get identifikatoren;
14
15 Massnahmencharakteristika get massnahmenCharakteristika;

```

Listing 64: massnahmenCharakteristika wird Massnahme hinzugefügt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/data_model/massnahme.dart](#)

```

67 abstract class Massnahmencharakteristika
68   implements
69     Built<Massnahmencharakteristika, MassnahmencharakteristikaBuilder> {
70   String? get foerderklasse;
71   String? get kategorie;
72   String? get zielflaeche;
73   String? get zieleinheit;
74   String? get hauptzielsetzungLand;

```

Listing 65: Der Werte-Typ Massnahmencharakteristika, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/data_model/massnahme.dart](#)

```

86 buildSectionHeadline("Identifikatoren"),
87 createMassnahmenTitelTextFormField(vm),
88 buildSectionHeadline("Maßnahmencharakteristika"),
89 buildSelectionCard(
90     allChoices: foerderklasseChoices,
91     selectionViewModel: vm.foerderklasse),
92 buildSelectionCard(
93     allChoices: kategorieChoices,
94     selectionViewModel: vm.kategorie),
95 buildSubSectionHeadline("Zielsetzung"),
96 buildSelectionCard(
97     allChoices: zielflaecheChoices,
98     selectionViewModel: vm.zielflaeche),
99 buildSelectionCard(
100    allChoices: zieleinheitChoices,
101    selectionViewModel: vm.zieleinheit,
102 ),
103 buildSelectionCard<ZielsetzungLandChoice>(
104    allChoices: hauptzielsetzungLandChoices,
105    selectionViewModel: vm.hauptzielsetzungLand),

```

Listing 66: Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

10 final massnahmenTitel = BehaviorSubject<String>.seeded("");
11
12 final foerderklasse = BehaviorSubject<FoerderklasseChoice?>.seeded(null);
13 final kategorie = BehaviorSubject<KategorieChoice?>.seeded(null);
14 final zielflaeche = BehaviorSubject<ZielflaecheChoice?>.seeded(null);
15 final zieleinheit = BehaviorSubject<ZieleinheitChoice?>.seeded(null);
16 final hauptzielsetzungLand =
17     BehaviorSubject<ZielsetzungLandChoice?>.seeded(null);
18
19 set model(Massnahme model) {
20     guid.value = model.guid;
21
22     letzterStatus.value = letzterStatusChoices
23         .fromAbbreviation(model.letzteBearbeitung.letzterStatus);
24     massnahmenTitel.value = model.identifikatoren.massnahmenTitel;
25
26     {
27         final mc = model.massnahmenCharakteristika;
28
29         foerderklasse.value =
30             foerderklasseChoices.fromAbbreviation(mc.foerderklasse);
31         kategorie.value = kategorieChoices.fromAbbreviation(mc.kategorie);
32
33         zielflaeche.value = zielflaecheChoices.fromAbbreviation(mc.zielflaeche);
34         zieleinheit.value = zieleinheitChoices.fromAbbreviation(mc.zieleinheit);
35         hauptzielsetzungLand.value =
36             hauptzielsetzungLandChoices.fromAbbreviation(mc.hauptzielsetzungLand);
37     }
38 }
39
40 Massnahme get model => Massnahme((b) => b
41     ..guid = guid.value
42     ..letzteBearbeitung.letzterStatus = letzterStatus.value?.abbreviation
43     ..letzteBearbeitung.letztesBearbeitungsDatum = DateTime.now().toUtc()
44     ..identifikatoren.update((b) => b..massnahmenTitel = massnahmenTitel.value)
45     ..massnahmenCharakteristika.update((b) => b
46         ..foerderklasse = foerderklasse.value?.abbreviation
47         ..kategorie = kategorie.value?.abbreviation
48         ..zielflaeche = zielflaeche.value?.abbreviation
49         ..zieleinheit = zieleinheit.value?.abbreviation
50         ..hauptzielsetzungLand = hauptzielsetzungLand.value?.abbreviation));

```

Listing 67: Maßnahmencharakteristika werden dem ViewModel hinzugefügt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

```

22 _buildColumnHeader(const Text("Maßnahmentitel")),
23 _buildColumnHeader(const Text("Förderklasse")),
24 _buildColumnHeader(const Text("Kategorie")),
25 _buildColumnHeader(const Text("Zielfläche")),
26 _buildColumnHeader(const Text("Zieleinheit")),
27 _buildColumnHeader(const Text("Hauptzielsetzung Land")),

```

Listing 68: Maßnahmencharakteristika werden dem Tabellenkopf hinzugefügt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/widgets/massnahmen_table.dart](#)

```

32 _buildSelectableCell(m, Text(m.identifikatoren.massnahmenTitel)),
33 _buildSelectableCell(
34     m, Text(m.massnahmenCharakteristika.foerderklasse ?? "")),
35 _buildSelectableCell(
36     m, Text(m.massnahmenCharakteristika.kategorie ?? "")),
37 _buildSelectableCell(
38     m, Text(m.massnahmenCharakteristika.zielflaeche ?? "")),
39 _buildSelectableCell(
40     m, Text(m.massnahmenCharakteristika.zieleinheit ?? "")),
41 _buildSelectableCell(m,
42     Text(m.massnahmenCharakteristika.hauptzielsetzungLand ?? "")),

```

Listing 69: Maßnahmencharakteristika werden dem Tabellenkörper hinzugefügt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/lib/widgets/massnahmen_table.dart](#)

```

19 final OnSelect<ChoiceType> onSelect;
20 final OnDeselect<ChoiceType> onDeselect;
21 final String? errorText;
22
23 SelectionCard(
24     {required this.title,
25     required Iterable<ChoiceType> initialValue,
26     required this.allChoices,
27     required this.onSelect,
28     required this.onDeselect,
29     this.errorText,
30     Key? key})

```

Listing 70: errorText wird der SelectionCard hinzugefügt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

6.1 Schritt 3

```
19 final OnSelect<ChoiceType> onSelect;
20 final OnDeselect<ChoiceType> onDeselect;
21 final String? errorText;
22
23 SelectionCard(
24   {required this.title,
25   required Iterable<ChoiceType> initialValue,
26   required this.allChoices,
27   required this.onSelect,
28   required this.onDeselect,
29   this.errorText,
30   Key? key})
```

Listing 71: errorText wird der SelectionCard hinzugefügt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```
63   onTap: navigateToSelectionScreen,
64 ),
65 if (errorText != null)
66   Padding(
67     padding: const EdgeInsets.all(8.0),
68     child: Text(errorText!,
69       style:
70         const TextStyle(fontSize: 12.0, color: Colors.red)),
71   )
```

Listing 72: errorText wird ausgegeben, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

218 FloatingActionButton(
219   mini: true,
220   heroTag: 'save_draft_floating_action_button',
221   child: const Icon(Icons.paste, color: Colors.white),
222   backgroundColor: Colors.orange,
223   onPressed: saveDraft,
224 ),
225 const SizedBox(
226   height: 10,
227 ),
228 FloatingActionButton(
229   tooltip: saveMassnahmeTooltip,
230   heroTag: 'save_floating_action_button',
231   child: const Icon(Icons.check, color: Colors.white),
232   onPressed: validateAndSave,
233 )

```

Listing 73: Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

25 void saveDraft() {
26   ScaffoldMessenger.of(context)
27     ..hideCurrentSnackBar()
28     ..showSnackBar(
29       const SnackBar(content: Text('Entwurf wird gespeichert ...')));
30
31   var draft = vm.model.rebuild((b) =>
32     b.letzteBearbeitung.letzterStatus = LetzterStatus.bearb.abbreviation);
33
34   massnahmenPool.putMassnahmeIfAbsent(draft);
35   Navigator.of(context).pop();
36 }

```

Listing 74: Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

20 Widget build(BuildContext context) {
21   final vm = Provider.of<MassnahmenFormViewModel>(context, listen: false);
22   final massnahmenPool = Provider.of<MassnahmenPool>(context, listen: false);
23   final formKey = GlobalKey<FormState>();

```

Listing 75: Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

48 void showValidationError() {
49   ScaffoldMessenger.of(context).showSnackBar(SnackBar(
50     content: Row(
51       children: [
52         Text(
53           'Fehler im Formular trotz Status "${LetzterStatus.fertig.description}"',
54           const SizedBox(width: 4),
55           ElevatedButton(
56             onPressed: saveDraft,
57             child: Padding(
58               padding: const EdgeInsets.fromLTRB(4, 4, 8, 4),
59               child: Row(
60                 children: const [
61                   Icon(Icons.paste, color: Colors.white),
62                   SizedBox(width: 4),
63                   Text(
64                     "Entwurf speichern?",
65                     style: TextStyle(fontSize: 18.0, color: Colors.white),
66                   ),
67                 ],
68               ),
69             ),
70           ),
71         ],
72       ));
73 }

```

Listing 76: Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

75 bool inputsAreValidOrNotMarkedFinal() {
76   if (vm.letzterStatus.value != LetzterStatus.fertig) {
77     return true;
78   }
79
80   if (formKey.currentState!.validate()) {
81     return true;
82   }
83
84   return false;
85 }

```

Listing 77: Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

87 Future<bool> validateAndSave() {
88   if (inputsAreValidOrNotMarkedFinal()) {
89     saveRecordAndGoBackToOverviewScreen();
90     return Future.value(true);
91   } else {
92     showValidationError();
93     return Future.value(false);
94   }
95 }

```

Listing 78: Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

132 Widget buildSelectionCard<ChoiceType extends Choice>(
133     {required Choices<ChoiceType> allChoices,
134     required BehaviorSubject<ChoiceType?> selectionViewModel}) {
135     return FormField(
136         validator: (_) {
137             if (selectionViewModel.value == null) {
138                 return "Feld ${allChoices.name} enthält keinen Wert!";
139             }
140
141             Iterable<Choice> choices = {
142                 if (selectionViewModel.value != null) selectionViewModel.value!
143             };
144
145             if (choices.isEmpty) {
146                 return "Feld ${allChoices.name} enthält keinen Wert!";
147             }
148
149             return null;
150         },
151         builder: (field) => SelectionCard<ChoiceType>(
152             title: allChoices.name,
153             allChoices: allChoices,
154             initialValue: {
155                 if (selectionViewModel.value != null)
156                     selectionViewModel.value!
157             },
158             onSelect: (selectedChoice) =>
159                 selectionViewModel.value = selectedChoice,
160             onDeselect: (selectedChoice) => selectionViewModel.value = null,
161             errorText: field.errorText,
162         ));
163 }

```

Listing 79: Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

6.2 Schritt 4

```
15 class SelectionCard<ChoiceType extends Choice> extends StatelessWidget {
16   final String title;
17   final BehaviorSubject<BuiltSet<ChoiceType>> selectionViewModel;
18   final Choices<ChoiceType> allChoices;
19   final BehaviorSubject<Set<Choice>> priorChoices;
20   final OnSelect<ChoiceType> onSelect;
21   final OnDeselect<ChoiceType> onDeselect;
22   final String? errorText;
23
24   SelectionCard(
25     {required this.title,
26     required Iterable<ChoiceType> initialValue,
27     required this.allChoices,
28     required this.priorChoices,
29     required this.onSelect,
30     required this.onDeselect,
31     this.errorText,
32     Key? key})
```

Listing 80: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```
51 return StreamBuilder(
52   stream: selectionViewModel,
53   builder: (context, snapshot) {
54     final selectedChoices = selectionViewModel.value;
55     final bool wrongSelection = selectedChoices
56       .any((c) => !c.conditionMatches(priorChoices.value));
57
58     return Card(
59       child: Column(
60         crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
61         children: [
62           ListTile(
63             focusNode: focusNode,
64             title: Text(title),
65             subtitle:
66               Text(selectedChoices.map((c) => c.description).join(", ")),
67             trailing: const Icon(Icons.edit),
68             onTap: navigateToSelectionScreen,
69             tileColor:
70               wrongSelection || errorText != null ? Colors.red : null,
```

Listing 81: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

95 body: Builder(builder: (context) {
96   return StreamBuilder(
97     stream: selectionViewModel,
98     builder: (context, snapshot) {
99       final selectedChoices = selectionViewModel.value;
100
101       Set<ChoiceType> selectedAndSelectableChoices = {};
102       Set<ChoiceType> unselectableChoices = {};
103
104       for (ChoiceType c in allChoices) {
105         if (selectedChoices.contains(c) ||
106             c.conditionMatches(priorChoices.value)) {
107           selectedAndSelectableChoices.add(c);
108         } else {
109           unselectableChoices.add(c);
110         }
111       }

```

Listing 82: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

113 return ListView(children: [
114   ...selectedAndSelectableChoices.map((ChoiceType c) {
115     bool isSelected = selectedChoices.contains(c);
116     bool selectedButDoesNotMatch =
117       isSelected && !c.conditionMatches(priorChoices.value);

```

Listing 83: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

146 tileColor: selectedButDoesNotMatch ? Colors.red : null,

```

Listing 84: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

149 ...unselectableChoices
150   .where((c) => !c.conditionMatches(priorChoices.value))
151   .map((Choice c) {
152     return ListTile(
153       key: Key(
154         "invalid choice ${allChoices.name} - ${c.abbreviation}"),
155       title: Text(c.description),
156       leading: const Icon(Icons.close));
157   }).toList()

```

Listing 85: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

20 BehaviorSubject<Set<Choice>> priorChoices =
21     BehaviorSubject<Set<Choice>>.seeded({});
22
23 MassnahmenFormViewModel() {
24     Stream<Set<Choice>> choicesStream = Rx.combineLatest([
25         foerderklasse,
26         kategorie,
27         zielflaeche,
28         zieleinheit,
29         hauptzielsetzungLand,
30     ], (_) {
31         return {
32             if (foerderklasse.value != null) foerderklasse.value!,
33             if (kategorie.value != null) kategorie.value!,
34             if (zielflaeche.value != null) zielflaeche.value!,
35             if (zieleinheit.value != null) zieleinheit.value!,
36             if (hauptzielsetzungLand.value != null) hauptzielsetzungLand.value!,
37         };
38     });
39
40     choicesStream.listen((event) => priorChoices.add(event));
41 }

```

Listing 86: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

```

132 Widget buildSelectionCard<ChoiceType extends Choice>(
133     {required Choices<ChoiceType> allChoices,
134     required BehaviorSubject<ChoiceType?> selectionViewModel}) {
135     final fvm = Provider.of<MassnahmenFormViewModel>(context, listen: false);

```

Listing 87: Die Ausgabe der Formularfelder, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

147 if (choices.isEmpty) {
148     return "Feld ${allChoices.name} enthält keinen Wert!";
149 }
150
151 bool atLeastOneValueInvalid =
152     choices.any((c) => !c.conditionMatches(fvm.priorChoices.value));
153
154 if (atLeastOneValueInvalid) {
155     return "Wenigstens ein Wert im Feld ${allChoices.name} enthält ist fehlerhaft!";
156 }

```

Listing 88: Die Ausgabe der Formularfelder, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

160 builder: (field) => SelectionCard<ChoiceType>(
161     title: allChoices.name,
162     allChoices: allChoices,
163     priorChoices: fvm.priorChoices,

```

Listing 89: Die Ausgabe der Formularfelder, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

3 typedef Condition = bool Function(Set<Choice> choices);
4
5 class Choice {
6   final String description;
7   final String abbreviation;
8   final bool Function(Set<Choice> choices) condition;
9
10  bool conditionMatches(Set<Choice> choices) => condition.call(choices);
11
12  bool conditionDoesNotMatch(Set<Choice> choices) => !condition.call(choices);
13
14  const Choice(this.abbreviation, this.description, {Condition? condition})
15    : condition = condition ?? _conditionIsAlwaysMet;
16
17  static bool _conditionIsAlwaysMet(Set<Choice> choices) => true;
18 }

```

Listing 90: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/choices/base/choice.dart](#)

```

79 static final al = ZielflaecheChoice("al", "AL",
80   condition: (choices) => !choices.contains(KategorieChoice.zf_us));

```

Listing 91: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

95 static final wald = ZielflaecheChoice("wald", "Wald/Forst",
96   condition: (choices) =>
97     (choices.contains(FoerderklasseChoice.ea) ||
98       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
99       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns)) &&
100     (!choices.contains(KategorieChoice.zf_us) ||
101       !choices.contains(KategorieChoice.bes_kult_rass)));

```

Listing 92: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

33 class KategorieChoice extends Choice {
34   static final zf_us = KategorieChoice(
35     "zf_us", "Anbau Zwischenfrucht/Untersaat",
36     condition: (choices) =>
37       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns));
38   static final anlage_pflege = KategorieChoice(
39     "anlage_pflege", "Anlage/Pflege Struktur",
40     condition: (choices) =>
41       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
42       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns));
43   static final dungmang = KategorieChoice("dungmang", "Düngemanagement",
44     condition: (choices) =>
45       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
46       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns));
47   static final extens = KategorieChoice("extens", "Extensivierung");
48   static final flst = KategorieChoice("flst", "Flächenstilllegung/Brache",
49     condition: (choices) =>
50       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
51       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns));
52   static final umwandlg = KategorieChoice("umwandlg", "Nutzungsumwandlung",
53     condition: (choices) =>
54       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
55       choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns));
56   static final bes_kult_rass = KategorieChoice(
57     "bes_kult_rass", "Förderung bestimmter Rassen / Sorten / Kulturen",
58     condition: (choices) => !choices.contains(FoerderklasseChoice.ea));
59   static final contact = KategorieChoice("contact", "bitte um Unterstützung");
60
61   KategorieChoice(String abbreviation, String description,
62     {bool Function(Set<Choice> choices)? condition})
63     : super(abbreviation, description, condition: condition);
64 }

```

Listing 93: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

77 class ZielflaecheChoice extends Choice {
78   static final ka = ZielflaecheChoice("ka", "keine Angabe/Vorgabe");
79   static final al = ZielflaecheChoice("al", "AL",
80     condition: (choices) => !choices.contains(KategorieChoice.zf_us));
81   static final gl = ZielflaecheChoice("gl", "GL");
82   static final lf = ZielflaecheChoice("lf", "LF");
83   static final dk_sk = ZielflaecheChoice("dk_sk", "DK/SK",
84     condition: (choices) => !choices.contains(FoerderklasseChoice.twm_ziel));
85   static final hff = ZielflaecheChoice("hff", "HFF");
86   static final biotop_le = ZielflaecheChoice(
87     "biotop_le", "Landschaftselement/Biotop o.Ä.",
88     condition: (choices) =>
89       (choices.contains(FoerderklasseChoice.azl) ||
90         choices.contains(FoerderklasseChoice.ea) ||
91         choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
92         choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns)) &&
93       (!choices.contains(KategorieChoice.zf_us) ||
94         !choices.contains(KategorieChoice.bes_kult_rass)));
95   static final wald = ZielflaecheChoice("wald", "Wald/Forst",
96     condition: (choices) =>
97       (choices.contains(FoerderklasseChoice.ea) ||
98         choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
99         choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns)) &&
100       (!choices.contains(KategorieChoice.zf_us) ||
101         !choices.contains(KategorieChoice.bes_kult_rass)));
102   static final contact = ZielflaecheChoice("contact", "bitte um Unterstützung");
103
104   ZielflaecheChoice(String abbreviation, String description,
105     {bool Function(Set<Choice> choices)? condition})
106     : super(abbreviation, description, condition: condition);
107 }

```

Listing 94: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

121 class ZieleinheitChoice extends Choice {
122     static final ka = ZieleinheitChoice("ka", "keine Angabe/Vorgabe");
123     static final m3 = ZieleinheitChoice("m3", "m³ (z.B. Gülle)",
124         condition: (choices) =>
125             (choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
126             choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns)) &&
127             (choices.contains(KategorieChoice.dungmang) ||
128             choices.contains(KategorieChoice.extens)) &&
129             (!choices.contains(ZielflaecheChoice.ka) &&
130             !choices.contains(ZielflaecheChoice.contact)));
131     static final pieces = ZieleinheitChoice(
132         "pieces", "Kopf/Stück (z.B. Tiere oder Bäume)",
133         condition: (choices) =>
134             (choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
135             choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns) ||
136             choices.contains(FoerderklasseChoice.twm_ziel)) &&
137             (!choices.contains(KategorieChoice.zf_us) ||
138             !choices.contains(KategorieChoice.flst) ||
139             !choices.contains(KategorieChoice.umwandlg)) &&
140             (!choices.contains(ZielflaecheChoice.ka) &&
141             !choices.contains(ZielflaecheChoice.contact)));
142     static final gve = ZieleinheitChoice("gve", "GV/GVE",
143         condition: (choices) =>
144             (choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
145             choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns) ||
146             choices.contains(FoerderklasseChoice.twm_ziel)) &&
147             (!choices.contains(KategorieChoice.zf_us) ||
148             !choices.contains(KategorieChoice.anlage_pflege) ||
149             !choices.contains(KategorieChoice.flst) ||
150             !choices.contains(KategorieChoice.umwandlg)) &&
151             (!choices.contains(ZielflaecheChoice.ka) &&
152             !choices.contains(ZielflaecheChoice.contact)));
153     static final rgve = ZieleinheitChoice("rgve", "RGV",
154         condition: (choices) =>
155             (choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_nur_vns) ||
156             choices.contains(FoerderklasseChoice.aukm_ohne_vns) ||
157             choices.contains(FoerderklasseChoice.twm_ziel)) &&
158             (!choices.contains(KategorieChoice.zf_us) ||
159             !choices.contains(KategorieChoice.anlage_pflege) ||
160             !choices.contains(KategorieChoice.flst) ||
161             !choices.contains(KategorieChoice.umwandlg)) &&
162             (!choices.contains(ZielflaecheChoice.ka) &&
163             !choices.contains(ZielflaecheChoice.contact)));
164     static final ha = ZieleinheitChoice("ha", "ha",
165         condition: (choices) =>
166             !choices.contains(ZielflaecheChoice.ka) &&
167             !choices.contains(ZielflaecheChoice.contact));
168     static final contact = ZieleinheitChoice("contact", "bitte um Unterstützung");
169
170     ZieleinheitChoice(String abbreviation, String description,
171         {bool Function(Set<Choice> choices)? condition})
172         : super(abbreviation, description, condition: condition);
173 }

```

Listing 95: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

6.3 Schritt 5

```
144 await tabSelectionCard(nebenzielsetzungLandChoices);
145 await tabOption(ZielsetzungLandChoice.bsch);
146 await tabOption(ZielsetzungLandChoice.klima, tabConfirm: true);
147
148 var saveMassnahmeButton = find.byTooltip(saveMassnahmeTooltip);
149 await tester.tap(saveMassnahmeButton);
150 await tester.pumpAndSettle(durationAfterEachStep);
```

Listing 96: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```
162 'massnahmenCharakteristika': {
163   'nebenziele': [
164     'bsch',
165     'klima',
166   ],
167   'foerderklasse': 'aukm_ohne_vns',
```

Listing 97: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```
219 final hauptzielsetzungLandChoices = Choices<ZielsetzungLandChoice>(
220   _zielsetzungLandChoices,
221   name: "Hauptzielsetzung Land");
222
223 final nebenzielsetzungLandChoices =
224   Choices<ZielsetzungLandChoice>(_zielsetzungLandChoices, name: "Nebenziele");
```

Listing 98: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

68 abstract class Massnahmencharakteristika
69     implements
70         Built<Massnahmencharakteristika, MassnahmencharakteristikaBuilder> {
71     String? get foerderklasse;
72     String? get kategorie;
73     String? get zielflaeche;
74     String? get zieleinheit;
75     String? get hauptzielsetzungLand;
76
77     BuiltSet<String> get nebenziele;

```

Listing 99: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/data_model/massnahme.dart](#)

```

133 Widget buildSelectionCard<ChoiceType extends Choice>(
134     {bool multiSelection = false,
135     required Choices<ChoiceType> allChoices,
136     required BehaviorSubject<dynamic> selectionViewModel,
137     OnSelect<ChoiceType>? onSelect,
138     OnDeselect<ChoiceType>? onDeselect}) {
139     Iterable<ChoiceType> computeChoices(dynamic viewModel) {
140         if (viewModel is BuiltSet) {
141             return viewModel.map((e) => e).cast<ChoiceType>();
142         } else if (viewModel is ChoiceType?) {
143             return {if (viewModel != null) viewModel};
144         } else {
145             throw ArgumentError.value(viewModel);
146         }
147     }
148
149     void _defaultOnSingleSelectStrategy(ChoiceType selectedValue) {
150         var svm = selectionViewModel as BehaviorSubject<ChoiceType?>;
151         svm.value = selectedValue;
152     }
153
154     void _defaultOnSingleDeselectStrategy(ChoiceType selectedValue) {
155         var svm = selectionViewModel as BehaviorSubject<ChoiceType?>;
156         svm.value = null;
157     }
158
159     void _defaultOnMultiSelectStrategy(ChoiceType selectedValue) {
160         var svm = selectionViewModel as BehaviorSubject<BuiltSet<ChoiceType>>;
161         svm.value = svm.value.rebuild((b) => b.add(selectedValue));
162     }
163
164     void _defaultOnMultiDeselectStrategy(ChoiceType deselectedValue) {
165         var svm = selectionViewModel as BehaviorSubject<BuiltSet<ChoiceType>>;
166         svm.value = svm.value.rebuild((b) => b.remove(deselectedValue));
167     }
168
169     OnSelect<ChoiceType> onSelectNonNull;
170     OnDeselect<ChoiceType> onDeselectNonNull;
171     if (multiSelection) {
172         onSelectNonNull = onSelect ?? _defaultOnMultiSelectStrategy;
173         onDeselectNonNull = onDeselect ?? _defaultOnMultiDeselectStrategy;
174     } else {
175         onSelectNonNull = onSelect ?? _defaultOnSingleSelectStrategy;
176         onDeselectNonNull = onDeselect ?? _defaultOnSingleDeselectStrategy;
177     }

```

Listing 100: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

187 Iterable<Choice> choices = computeChoices(selectionViewModel.value);
188
189 if (choices.isEmpty) {
190   return "Feld ${allChoices.name} enthält keinen Wert!";
191 }

```

Listing 101: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

202 builder: (field) => SelectionCard<ChoiceType>(
203   title: allChoices.name,
204   multiSelection: multiSelection,
205   allChoices: allChoices,
206   priorChoices: fvm.priorChoices,
207   initialValue: computeChoices(selectionViewModel.value),
208   onSelect: onSelectNonNull,
209   onDeselect: onDeselectNonNull,
210   errorText: field.errorText,
211 );

```

Listing 102: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

251 buildSelectionCard<ZielsetzungLandChoice>(
252   allChoices: hauptzielsetzungLandChoices,
253   selectionViewModel: vm.hauptzielsetzungLand),
254 buildSelectionCard(
255   multiSelection: true,
256   allChoices: nebenzielsetzungLandChoices,
257   selectionViewModel: vm.nebenziele),

```

Listing 103: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

18 final hauptzielsetzungLand =
19   BehaviorSubject<ZielsetzungLandChoice?>.seeded(null);
20 final nebenziele = BehaviorSubject<BuiltSet<ZielsetzungLandChoice>>.seeded(
21   BuiltSet<ZielsetzungLandChoice>());

```

Listing 104: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

```

62 hauptzielsetzungLand.value =
63   hauptzielsetzungLandChoices.fromAbbreviation(mc.hauptzielsetzungLand);
64 nebenziele.value = BuiltSet(mc.nebenziele
65   .map((n) => hauptzielsetzungLandChoices.fromAbbreviation(n)));

```

Listing 105: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

```

79 ..hauptzielsetzungLand = hauptzielsetzungLand.value?.abbreviation
80 ..nebenziele =
81   SetBuilder(nebenziele.value.map((n) => n.abbreviation).toList()));

```

Listing 106: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

```

27 _buildColumnHeader(const Text("Hauptzielsetzung Land")),
28 _buildColumnHeader(const Text("Nebenziele")),

```

Listing 107: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/widgets/massnahmen_table.dart](#)

```

42 _buildSelectableCell(m,
43   Text(m.massnahmenCharakteristika.hauptzielsetzungLand ?? "")),
44 _buildSelectableCell(
45   m,
46   Column(
47     children: m.massnahmenCharakteristika.nebenziele
48       .map((n) => Text(n))
49       .toList(),
50   )),

```

Listing 108: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/widgets/massnahmen_table.dart](#)

```

15 class SelectionCard<ChoiceType extends Choice> extends StatelessWidget {
16   final String title;
17   final bool multiSelection;
18   final BehaviorSubject<BuiltSet<ChoiceType>> selectionViewModel;
19   final Choices<ChoiceType> allChoices;
20   final BehaviorSubject<Set<Choice>> priorChoices;
21   final OnSelect<ChoiceType> onSelect;
22   final OnDeselect<ChoiceType> onDeselect;
23   final String? errorText;
24
25   SelectionCard(
26     {required this.title,
27     required this.multiSelection,

```

Listing 109: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

121 onTileTab() {
122   if (multiSelection) {
123     selectionViewModel.value =
124       selectionViewModel.value.rebuild((b) {
125         if (selectionViewModel.value.contains(c)) {
126           return b.remove(c);
127         } else {
128           b.add(c);
129         }
130       });
131   } else {
132     selectionViewModel.value =
133       selectionViewModel.value.rebuild((b) {
134         b.replace(isSelected ? [] : [c]);
135       });
136   }
137   if (isSelected) {
138     onDeselect(c);
139   } else {
140     onSelect(c);
141   }
142 }

```

Listing 110: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

6.4 Schritt 6

```
133 Widget buildSelectionCard<ChoiceType extends Choice>(  
134   {bool multiSelection = false,  
135   required Choices<ChoiceType> allChoices,  
136   required BehaviorSubject<dynamic> selectionViewModel,  
137   OnSelect<ChoiceType>? onSelect,  
138   OnDeselect<ChoiceType>? onDeselect,  
139   ChoiceMatcher<ChoiceType>? customChoiceMatcherStrategy}) {  
140   final ChoiceMatcher<ChoiceType> matcher =  
141     customChoiceMatcherStrategy ?? _defaultChoiceMatcherStrategy;
```

Listing 111: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```
193 if (choices.isEmpty) {  
194   return "Feld ${allChoices.name} enthält keinen Wert!";  
195 }  
196  
197 bool atLeastOneValueInvalid = choices  
198   .any((c) => !matcher(c as ChoiceType, fvm.priorChoices.value));
```

Listing 112: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```
206 builder: (field) => SelectionCard<ChoiceType>(  
207   title: allChoices.name,  
208   multiSelection: multiSelection,  
209   allChoices: allChoices,  
210   priorChoices: fvm.priorChoices,  
211   initialValue: computeChoices(selectionViewModel.value),  
212   choiceMatcher: matcher,  
213   onSelect: onSelectNonNull,  
214   onDeselect: onDeselectNonNull,  
215   errorText: field.errorText,  
216   ));
```

Listing 113: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

260 multiSelection: true,
261 allChoices: nebenzielsetzungLandChoices,
262 selectionViewModel: vm.nebenziele,
263 customChoiceMatcherStrategy: (choice, priorChoices) {
264   if (vm.hauptzielsetzungLand.value !=
265       ZielsetzungLandChoice.ka &&
266       vm.hauptzielsetzungLand.value !=
267       ZielsetzungLandChoice.contact) {
268     return choice != vm.hauptzielsetzungLand.value;
269   } else {
270     if (choice != ZielsetzungLandChoice.ka &&
271         choice != ZielsetzungLandChoice.contact) {
272       return false;
273     }
274     return true;
275   }
276 },
277 ),

```

Listing 114: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

329 bool _defaultChoiceMatcherStrategy(Choice choice, Set<Choice> priorChoices) {
330   return choice.conditionMatches(priorChoices);
331 }

```

Listing 115: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

13 typedef ChoiceMatcher<ChoiceType extends Choice> = bool Function(
14   ChoiceType choice, Set<Choice> priorChoices);

```

Listing 116: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

18 class SelectionCard<ChoiceType extends Choice> extends StatelessWidget {
19   final String title;
20   final bool multiSelection;
21   final BehaviorSubject<BuiltSet<ChoiceType>> selectionViewModel;
22   final Choices<ChoiceType> allChoices;
23   final BehaviorSubject<Set<Choice>> priorChoices;
24   final OnSelect<ChoiceType> onSelect;
25   final OnDeselect<ChoiceType> onDeselect;
26   final String? errorText;
27   final ChoiceMatcher<ChoiceType> choiceMatcher;
28
29   SelectionCard(
30     {required this.title,
31     required this.multiSelection,
32     required Iterable<ChoiceType> initialValue,
33     required this.allChoices,
34     required this.priorChoices,
35     required this.onSelect,
36     required this.onDeselect,
37     required this.choiceMatcher,

```

Listing 117: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

58 return StreamBuilder(
59   stream: selectionViewModel,
60   builder: (context, snapshot) {
61     final selectedChoices = selectionViewModel.value;
62     final bool wrongSelection =
63       selectedChoices.any((c) => !choiceMatcher(c, priorChoices.value));

```

Listing 118: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

111 for (ChoiceType c in allChoices) {
112   if (selectedChoices.contains(c) ||
113     choiceMatcher(c, priorChoices.value)) {
114     selectedAndSelectableChoices.add(c);
115   } else {
116     unselectableChoices.add(c);
117   }
118 }

```

Listing 119: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

120 return ListView(children: [
121   ...selectedAndSelectableChoices.map((ChoiceType c) {
122     bool isSelected = selectedChoices.contains(c);
123     bool selectedButDoesNotMatch =
124       isSelected && !choiceMatcher(c, priorChoices.value);

```

Listing 120: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

166 ...unselectableChoices
167   .where((c) => !choiceMatcher(c, priorChoices.value))
168   .map((Choice c) {
169     return ListTile(
170       key: Key(
171         "invalid choice ${allChoices.name} - ${c.abbreviation}"),
172       title: Text(c.description),
173       leading: const Icon(Icons.close));

```

Listing 121: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

6.5 Schritt 7

```
148 await tabSelectionCard(duengungChoices);
149 var listTile = await tabOption(DuengungChoice.ausbring_t_kurz);
150 listTile = await tabOption(DuengungChoice.dueng_spez_art);
151 await tabSelectionCard(duengungArtChoices, ancestor: listTile);
152 await tabOption(DuengungArtChoice.dueng_org_n_miner, tabConfirm: true);
153 await tabConfirmButton();
154
155 var saveMassnahmeButton = find.byTooltip(saveMassnahmeTooltip);
156 await tester.tap(saveMassnahmeButton);
157 await tester.pumpAndSettle(durationAfterEachStep);
```

Listing 122: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```
178 'hauptzielsetzungLand': 'biodiv'
179 },
180 'duengung': [
181   {'vorgabe': 'ausbring_t_kurz'},
182   {'vorgabe': 'dueng_spez_art', 'art': 'dueng_org_n_miner'}
183 ],
184 };
```

Listing 123: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

```
14 const Choice(this.abbreviation, this.description, {Condition? condition})
15   : condition = condition ?? _conditionIsAlwaysMet;
16
17 @override
18 bool operator ==(Object other) =>
19   identical(this, other) ||
20   other is Choice &&
21     description == other.description &&
22     abbreviation == other.abbreviation;
23
24 @override
25 int get hashCode => description.hashCode ^ abbreviation.hashCode;
```

Listing 124: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/choices/base/choice.dart](#)

```

226 class DuengungChoice extends Choice {
227   static final o = DuengungChoice("o", "keine Angabe / ohne Einschränkung",
228     condition: (choices) => !choices.contains(contact));
229   static final dueng_keine = DuengungChoice("keine", "keine Düngung",
230     condition: (choices) =>
231       !choices.contains(o) && !choices.contains(contact));
232   static final ausbring_techn = DuengungChoice("ausbring_techn",
233     "besondere Ausbringungstechnik (z.B. Schleppschlauch) mit weiteren Angaben in
234     ↳ Technische Anforderungen",
235     condition: (choices) =>
236       !choices.contains(o) && !choices.contains(contact));
237   static final ausbring_t_kurz = DuengungChoice(
238     "ausbring_t_kurz", "verkürzte oder vorgegebene Ausbringungszeiten",
239     condition: (choices) =>
240       !choices.contains(o) && !choices.contains(contact));
241   static final dueng_red = DuengungChoice(
242     "dueng_red", "reduzierte Düngungsmenge",
243     condition: (choices) =>
244       !choices.contains(o) && !choices.contains(contact));
245   static final dueng_spez_art = DuengungChoice(
246     "dueng_spez_art", "Beschränkung auf spezifische Düngemittel",
247     condition: (choices) =>
248       !choices.contains(o) && !choices.contains(contact));
249   static final contact = DuengungChoice("contact", "bitte um Unterstützung",
250     condition: (choices) => !choices.contains(o));
251
252   bool get canSetArt => canSetArtCondition({this});
253   final Condition canSetArtCondition =
254     (choices) => choices.contains(dueng_spez_art);
255
256   DuengungChoice(String abbreviation, String description,
257     {bool Function(Set<Choice> choices)? condition})
258     : super(abbreviation, description, condition: condition);
259 }

```

Listing 125: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

260 final duengungChoices = Choices<DuengungChoice>({
261   DuengungChoice.o,
262   DuengungChoice.dueng_keine,
263   DuengungChoice.ausbring_techn,
264   DuengungChoice.ausbring_t_kurz,
265   DuengungChoice.dueng_red,
266   DuengungChoice.dueng_spez_art,
267   DuengungChoice.contact,
268 }, name: "Düngung");

```

Listing 126: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

270 class DuengungArtChoice extends Choice {
271   static final o = DuengungArtChoice("o", "keine Angabe");
272   static final dueng_org_tier_liqu = DuengungArtChoice(
273     "dueng_org_tier_liqu", "organisch, tierisch und flüssig: z.B. Gülle");
274   static final dueng_org_tier_fest = DuengungArtChoice(
275     "dueng_org_tier_fest", "organisch, tierisch, fest: Festmist");
276   static final dueng_org_pfl =
277     DuengungArtChoice("dueng_org_pfl", "organisch, pflanzlich: Gärrest");
278   static final dueng_org = DuengungArtChoice(
279     "dueng_org", "organisch: nicht differenziert oder mehreres betreffend");
280   static final dueng_miner = DuengungArtChoice("dueng_miner", "mineralisch");
281   static final dueng_org_n_miner =
282     DuengungArtChoice("dueng_org_n_miner", "organisch und mineralisch");
283   static final contact = DuengungArtChoice("contact", "bitte um Unterstützung");
284
285   DuengungArtChoice(String abbreviation, String description,
286     {bool Function(Set<Choice> choices)? condition})
287     : super(abbreviation, description, condition: condition);
288 }

```

Listing 127: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

290 final duengungArtChoices = Choices<DuengungArtChoice>({
291   DuengungArtChoice.o,
292   DuengungArtChoice.dueng_org_tier_liqu,
293   DuengungArtChoice.dueng_org_tier_fest,
294   DuengungArtChoice.dueng_org_pfl,
295   DuengungArtChoice.dueng_org,
296   DuengungArtChoice.dueng_miner,
297   DuengungArtChoice.dueng_org_n_miner,
298   DuengungArtChoice.contact
299 }, name: "Düngung Art");

```

Listing 128: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

```

16 Massnahmencharakteristika get massnahmenCharakteristika;
17
18 BuiltSet<Duengung> get duengung;

```

Listing 129: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/data_model/massnahme.dart](#)

```

91 abstract class Duengung implements Built<Duengung, DuengungBuilder> {
92   String get vorgabe;
93
94   String? get art;
95
96   Duengung._();
97
98   factory Duengung([void Function(DuengungBuilder) updates]) = _$Duengung;
99
100   static Serializer<Duengung> get serializer => _$duengungSerializer;
101 }

```

Listing 130: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/data_model/massnahme.dart](#)

```

133 Widget buildSelectionCard<ChoiceType extends Choice>(
134   {bool multiSelection = false,
135   required Choices<ChoiceType> allChoices,
136   required BehaviorSubject<dynamic> selectionViewModel,
137   ListTileTitleBuilder<ChoiceType>? listTileTitleBuilder,
138   OnSelect<ChoiceType>? onSelect,
139   OnDeselect<ChoiceType>? onDeselect,
140   ChoiceMatcher<ChoiceType>? customChoiceMatcherStrategy}) {

```

Listing 131: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

207 builder: (field) => SelectionCard<ChoiceType>(
208   title: allChoices.name,
209   multiSelection: multiSelection,
210   allChoices: allChoices,
211   priorChoices: fvm.priorChoices,
212   initialValue: computeChoices(selectionViewModel.value),
213   choiceMatcher: matcher,
214   ListTileTitleBuilder: listTileTitleBuilder,
215   onSelect: onSelectNonNull,
216   onDeselect: onDeselectNonNull,
217   errorText: field.errorText,
218   ));

```

Listing 132: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

280 buildSectionHeadline("Düngung"),
281 buildSelectionCard<DuengungViewModel>(
282   multiSelection: true,
283   allChoices: Choices<DuengungViewModel>({
284     ...vm.duengung.value,
285     for (final c in duengungChoices)
286       if (!vm.duengung.value.contains(c))
287         DuengungViewModel(c)
288   }, name: duengungChoices.name),
289   selectionViewModel: vm.duengung,
290   ListTileTitleBuilder:
291     (context, choice, isSelected) {
292       return Column(
293         crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
294         children: [
295           Text(choice.description),
296           if (isSelected) ...[
297             if (choice.canSetArt)
298               buildSelectionCard(
299                 allChoices: duengungArtChoices,
300                 selectionViewModel: choice.art),
301           ]
302         ],
303       );
304     },
305   const SizedBox(height: 64)

```

Listing 133: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

```

20 final nebenziele = BehaviorSubject<BuiltSet<ZielsetzungLandChoice>>.seeded(
21   BuiltSet<ZielsetzungLandChoice>());
22 final duengung = BehaviorSubject<BuiltSet<DuengungViewModel>>.seeded(
23   BuiltSet<DuengungViewModel>());

```

Listing 134: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

```

28 MassnahmenFormViewModel() {
29   Stream<Set<Choice>> choicesStream = Rx.combineLatest([
30     foerderklasse,
31     kategorie,
32     zielflaeche,
33     zieleinheit,
34     hauptzielsetzungLand,
35     duengung,
36   ], (_) {
37     return {
38       if (foerderklasse.value != null) foerderklasse.value!,
39       if (kategorie.value != null) kategorie.value!,
40       if (zielflaeche.value != null) zielflaeche.value!,
41       if (zieleinheit.value != null) zieleinheit.value!,
42       if (hauptzielsetzungLand.value != null) hauptzielsetzungLand.value!,
43       ...duengung.value,
44     };
45   });

```

Listing 135: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

```

68 nebenziele.value = BuiltSet(mc.nebenziele
69   .map((n) => hauptzielsetzungLandChoices.fromAbbreviation(n)));
70 }
71
72 duengung.value = BuiltSet(
73   {for (var d in model.duengung) DuengungViewModel.fromModel(d)});

```

Listing 136: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

```

87 ..nebenziele =
88   SetBuilder(nebenziele.value.map((n) => n.abbreviation).toList()))
89   ..duengung.replace(duengung.value.map((e) => e.model));
90 }

```

Listing 137: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

```

92 class DuengungViewModel extends DuengungChoice {
93   final art = BehaviorSubject<DuengungArtChoice?>.seeded(null);
94
95   DuengungViewModel(DuengungChoice choice)
96     : super(choice.abbreviation, choice.description,
97       condition: choice.condition);
98
99   factory DuengungViewModel.fromModel(Duengung model) {
100     final vm =
101       DuengungViewModel(duengungChoices.fromAbbreviation(model.vorgabe!));
102     vm.model = model;
103     return vm;
104   }
105
106   set model(Duengung model) {
107     if (model.art != null) {
108       art.value = duengungArtChoices.fromAbbreviation(model.art);
109     }
110   }
111
112   Duengung get model => Duengung((b) {
113     b.vorgabe = abbreviation;
114
115     if (art.value != null) {
116       b.art = art.value!.abbreviation;
117     }
118   });
119 }

```

Listing 138: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

```

28 _buildColumnHeader(const Text("Nebenziele")),
29 _buildColumnHeader(const Text("Düngung"))

```

Listing 139: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/widgets/massnahmen_table.dart](#)

```

45 _buildSelectableCell(
46   m,
47   Column(
48     children: m.massnahmenCharakteristika.nebenziele
49       .map((n) => Text(n))
50       .toList(),
51   )),
52 _buildSelectableCell(m, buildDuengungTable(m.duengung), padding: 0)

```

Listing 140: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/widgets/massnahmen_table.dart](#)

```

59 Widget buildDuengungTable(Iterable<Duengung> duengung) {
60   return Table(
61     border: TableBorder.all(width: 0.5),
62     defaultColumnWidth: const IntrinsicColumnWidth(),
63     children: [
64       TableRow(children: [
65         _buildColumnHeader(const Text("Vorgabe")),
66         _buildColumnHeader(const Text("Art")),
67       ]),
68       ...duengung
69         .map((d) => TableRow(
70           children: [
71             _buildColumnHeader(Text(d.vorgabe)),
72             if (d.art != null)
73               _buildColumnHeader(Text(d.art ?? ""))
74             else
75               _buildColumnHeader(const Text("")),
76           ],
77         )),
78       .toList()
79     ],
80   );
81 }

```

Listing 141: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/widgets/massnahmen_table.dart](#)

```

7 typedef ListTileTitleBuilder<ChoiceType extends Choice> = Widget Function(
8   BuildContext context, ChoiceType choice, bool isSelected);
9
10 Widget _defaultBuildListTileTitleStrategy(context, Choice c, isSelected) {
11   return Column(
12     crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,
13     children: [Text(c.description)],
14   );
15 }

```

Listing 142: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

28 class SelectionCard<ChoiceType extends Choice> extends StatelessWidget {
29   final String title;
30   final bool multiSelection;
31   final BehaviorSubject<BuiltSet<ChoiceType>> selectionViewModel;
32   final Choices<ChoiceType> allChoices;
33   final BehaviorSubject<Set<Choice>> priorChoices;
34   final OnSelect<ChoiceType> onSelect;
35   final OnDeselect<ChoiceType> onDeselect;
36   final String? errorText;
37   final ListTileTitleBuilder<ChoiceType> listTileTitleBuilder;
38   final ChoiceMatcher<ChoiceType> choiceMatcher;
39
40   SelectionCard(
41     {required this.title,
42     required this.multiSelection,
43     required Iterable<ChoiceType> initialValue,
44     required this.allChoices,
45     required this.priorChoices,
46     ListTileTitleBuilder<ChoiceType>? listTileTitleBuilder,
47     required this.onSelect,
48     required this.onDeselect,
49     required this.choiceMatcher,
50     this.errorText,
51     Key? key})
52     : selectionViewModel = BehaviorSubject<BuiltSet<ChoiceType>>.seeded(
53       BuiltSet.from(initialValue)),
54       listTileTitleBuilder =
55         listTileTitleBuilder ?? _defaultBuildListTileTitleStrategy,
56       super(key: key);
57

```

Listing 143: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

106 Widget createMultipleChoiceSelectionScreen(BuildContext context) {
107   final formKey = GlobalKey<FormState>();
108
109   Future<bool> goBackOnValidInput() {
110     if (formKey.currentState!.validate()) {
111       Navigator.of(context).pop();
112       return Future.value(true);
113     } else {
114       ScaffoldMessenger.of(context)
115         .showSnackBar(const SnackBar(content: Text('Fehler im Formular.')));
116       return Future.value(false);
117     }
118   }

```

Listing 144: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```
120 return Scaffold(  
121   appBar: AppBar(  
122     title: Text(title),  
123   ),  
124   body: Builder(builder: (context) {  
125     return WillPopScope(  
126       onWillPop: goBackOnValidInput,  
127       child: Form(  
128         key: formKey,  
129         child: StreamBuilder(  
130           stream: selectionViewModel,  
131           builder: (context, snapshot) {  
132             final selectedChoices = selectionViewModel.value;  
133  
134             Set<ChoiceType> selectedAndSelectableChoices = {};  
135             Set<ChoiceType> unselectableChoices = {};
```

Listing 145: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-7/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

1 class MassnahmenFormViewModel {
2     final letzterStatus = BehaviorSubject<LetzterStatus?>.seeded(null);
3     // ...
4 }

```

Listing 146: Live Template für die Erstellung von built_value Boilerplate-Code in Android Studio, Quelle: JetBrains Marketplace Built Value Snippets Plugin

```

1 class ChoiceChangeNotifier extends ChangeNotifier {
2     BuiltSet<Choice> _choices = BuiltSet<Choice>();
3
4     BuiltSet<Choice> get choices => _choices;
5
6     set choices(BuiltSet<Choice> choices) {
7         _choices = choices;
8         notifyListeners();
9     }
10 }
11 class LetzterStatusViewModel extends ChoiceChangeNotifier {}

```

Listing 147: Live Template für die Erstellung von built_value Boilerplate-Code in Android Studio, Quelle: JetBrains Marketplace Built Value Snippets Plugin

```

1 providers: [
2     Provider<MassnahmenFormViewModel>(
3         create: (_) => MassnahmenFormViewModel(),
4     Provider<MassnahmenJsonFile>(create: (_) => MassnahmenJsonFile()),
5     Provider(
6         create: (context) => MassnahmenPool(
7             Provider.of<MassnahmenJsonFile>(context, listen: false)),
8     ChangeNotifierProvider(create: (context) => LetzterStatusViewModel()))
9 ],

```

Listing 148: Live Template für die Erstellung von built_value Boilerplate-Code in Android Studio, Quelle: JetBrains Marketplace Built Value Snippets Plugin

```
1 Consumer<ConsumerType>(  
2     builder: (context, choiceChangeNotifier, child) {  
3         final selectedChoices = choiceChangeNotifier.choices;  
4         return Card(  
5             child: Column(  
6                 crossAxisAlignment: CrossAxisAlignment.start,  
7                 children: [  
8                     ListTile(  
9                         focusNode: focusNode,  
10                        title: Text(title),  
11                        subtitle:  
12                        Text(selectedChoices.map((c) => c.description).join(", ")),  
13                        trailing: const Icon(Icons.edit),  
14                        onTap: navigateToSelectionScreen,  
15                    )  
16                ],  
17            ),  
18        );  
19    },  
20 )
```

Listing 149: Live Template für die Erstellung von built_value Boilerplate-Code in Android Studio, Quelle: JetBrains Marketplace Built Value Snippets Plugin

Teil III

Anhang

A Technologiewahl Anhang

A.1 Stimmen verwendeter Frameworks

Auf diesen Anhang verweisen!

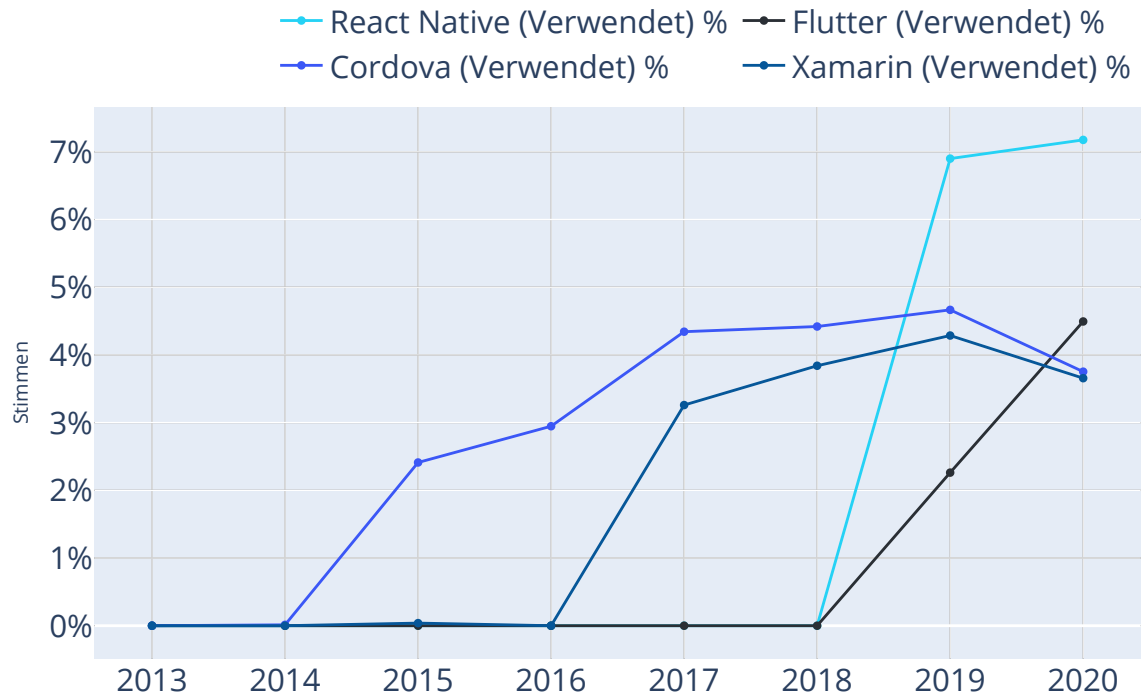


Abbildung 10: Stimmen verwendeter Frameworks, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: FEHLT!

A.2 Stimmen gewünschter Frameworks

Auf diesen Anhang verweisen!

B Vergleich React Native und Flutter Anhang

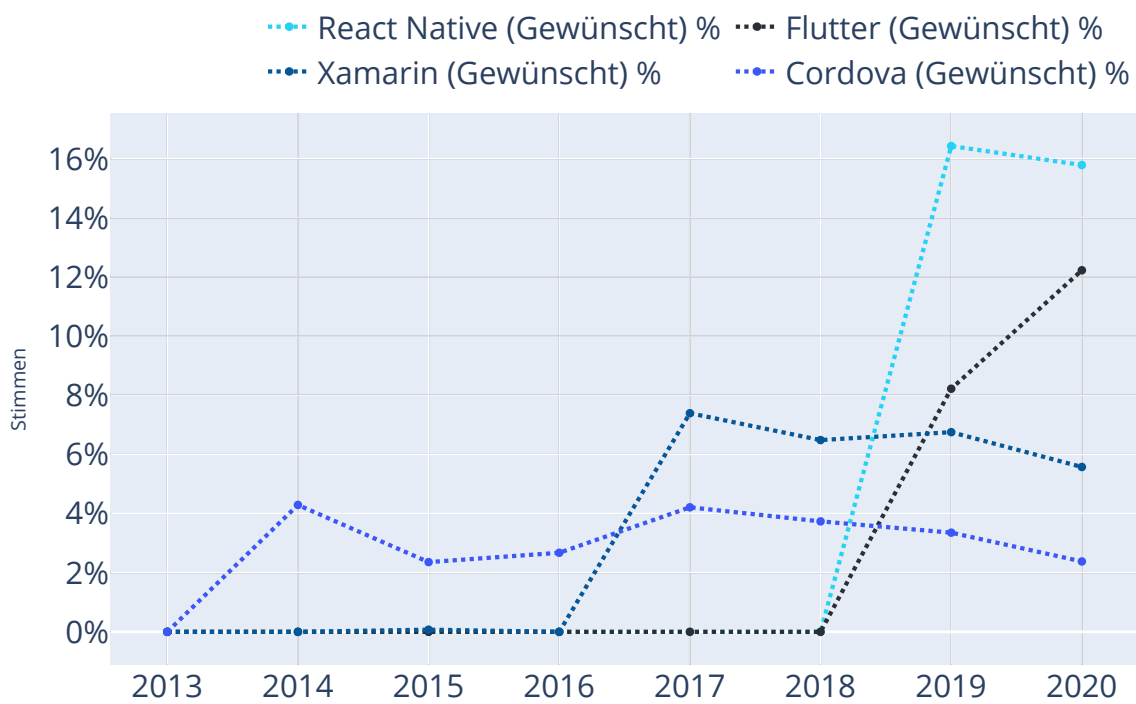


Abbildung 11: Stimmen gewünschter Frameworks, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

```

1 import 'package:flutter/material.dart';
2 import 'validation.dart';
3
4 void main() => runApp(MyApp());
5
6 class MyApp extends StatelessWidget {
7   @override
8   Widget build(BuildContext context) => MaterialApp(
9     home: Scaffold(
10       body: MyCustomForm(),
11     ),
12   );
13 }
14
15 class MyCustomForm extends StatefulWidget {
16   @override
17   MyCustomFormState createState() => MyCustomFormState();
18 }
19
20 class MyCustomFormState extends State<MyCustomForm> {
21   final _formKey = GlobalKey<FormState>();
22
23   @override
24   Widget build(BuildContext context) => Form(
25     key: _formKey,
26     child: Padding(
27       padding: const EdgeInsets.all(8.0),
28       child: Column(
29         children: [
30           TextFormField(
31             decoration: const InputDecoration(labelText: "Name"),
32             validator: (String? value) =>
33               validateNotEmpty("Name", value)),
34           TextFormField(
35             decoration: const InputDecoration(labelText: "Email"),
36             validator: (String? value) => validateEmail("Name", value)),
37           TextFormField(
38             decoration: const InputDecoration(labelText: "Password"),
39             validator: (String? value) =>
40               validateNotEmpty("Password", value)),
41           Padding(
42             padding: const EdgeInsets.symmetric(vertical: 16.0),
43             child: ElevatedButton(
44               onPressed: () {
45                 if (_formKey.currentState!.validate()) {
46                   ScaffoldMessenger.of(context).showSnackBar(
47                     SnackBar(content: Text('Processing Data')));
48                 }
49               },
50               child: Text('Submit'),
51             ),
52           ),
53         ],
54       ),
55     ),
56   );
57 }

```

Listing 150: , Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Vergleich/form-in-flutter/lib/main.dart](#)

```

1 final emailPattern = RegExp(
2     r'^(?<>()\[\]\.\.,;\s@"")+(\. (?<>()\[\]\.\.,;\s@"")+)*|(".*"))@((\[[0-9]{1,3}\. \_
   ↳  [0-9]{1,3}\. [0-9]{1,3}\. [0-9]{1,3}\)|((\[a-zA-Z\-0-9]+\.\.)+[a-zA-Z]{2,}))$');
3
4 String? validateEmail(String label, String? value) {
5     if (value == null || value.isEmpty) {
6         return '$label is required';
7     } else if (!emailPattern.hasMatch(value)) {
8         return 'Invalid Email Format';
9     } else {
10        return null;
11    }
12 }
13
14 String? validateNotEmpty(String label, String? value) {
15     if (value == null || value.isEmpty) {
16         return '$label is required';
17     } else {
18         return null;
19     }
20 }

```

Listing 151: , Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Vergleich/form-in-flutter/lib/validation.dart](#)

```

1 import * as React from 'react';
2 import {
3   Text,
4   View,
5   StyleSheet,
6   Button,
7   Alert,
8   ScrollView,
9 } from 'react-native';
10 import { KeyboardAwareScrollView } from 'react-native-keyboard-aware-scroll-view';
11
12 import Constants from 'expo-constants';
13 import { useForm } from 'react-hook-form';
14
15 // You can import from local files
16 import Input from '../components/Input';
17 import Form from '../components/Form';
18 import validation from '../validation';
19 import Hero from '../Hero';
20
21 type FormData = {
22   name: string;
23   email: string;
24   password: string;
25 };
26
27 export default () => {
28   const { handleSubmit, register, setValue, errors } = useForm<FormData>();
29
30   const onSubmit = (data: FormData) => {
31     Alert.alert('data', JSON.stringify(data));
32   };
33
34   return (
35     <KeyboardAwareScrollView
36       contentContainerStyle={styles.container}
37       style={{ backgroundColor: '#181e34' }}>
38       <Hero />
39       <View style={styles.formContainer}>
40         <Form {...{ register, setValue, validation, errors }}>
41           <Input name="name" label="Name" />
42           <Input name="email" label="Email" />
43           <Input name="password" label="Password" secureTextEntry={true} />
44           <Button title="Submit" onPress={handleSubmit(onSubmit)} />
45         </Form>
46       </View>
47     </KeyboardAwareScrollView>
48   );
49 };
50
51 const styles = StyleSheet.create({
52   container: {
53     flex: 1,
54     justifyContent: 'center',
55     paddingTop: Constants.statusBarHeight,
56     backgroundColor: '#181e34',
57   },
58   formContainer: {
59     padding: 8,
60     flex: 1,
61   },
62   button: {
63     backgroundColor: 'red',
64   },
65 });

```

Listing 152: , Quelle: <https://dev.to/elaziziyousseuf/forms-in-react-native-the-right-way-4d46>,
Datei: [Quellcode/Vergleich/form-in-react-native-the-right-way/App.tsx](#)

```

1 import * as React from 'react';
2 import { Text, View, StyleSheet, Image } from 'react-native';
3
4 export default () => {
5   return (
6     <View style={styles.container}>
7       <Image style={styles.logo} source={require('./assets/hero.jpg')} />
8       <Text style={styles.paragraph}>
9         Form in React Native, The right Way!
10      </Text>
11    </View>
12  );
13 }
14
15 const styles = StyleSheet.create({
16   container: {
17     justifyContent: 'center',
18     flex:1,
19   },
20   paragraph: {
21     margin: 24,
22     marginTop: 0,
23     fontSize: 34,
24     fontWeight: 'bold',
25     textAlign: 'center',
26     color: '#FFF'
27   },
28   logo: {
29     width: '100%',
30     height: 200
31   }
32 });

```

Listing 153: , Quelle: <https://dev.to/elaziziyoussouf/forms-in-react-native-the-right-way-4d46>,
Datei: [Quellcode/Vergleich/form-in-react-native-the-right-way/Hero.tsx](#)

```

1 export default {
2   name: {required: {value: true, message: 'Name is required'}}},
3   email: {
4     required: {value: true, message: 'Email is required'},
5     pattern: {
6       value: /^(?<>()\[\]\.\,;\s@"]+(\. [^<>()\[\]\.\,;\s@"]+)*|(".*")@ _]
7         ↳ ((\[[0-9]{1,3}\. [0-9]{1,3}\. [0-9]{1,3}\. [0-9]{1,3}\])|([a-zA-Z-0-9]+\. _]
8         ↳ )+[a-zA-Z]{2,}))$/,
9       message: 'Invalid Email Format',
10    },
11  },
12  password: {
13    required: {value: true, message: 'Password is required'},
14  },
15 };

```

Listing 154: , Quelle: <https://dev.to/elaziziyoussouf/forms-in-react-native-the-right-way-4d46>,
Datei: [Quellcode/Vergleich/form-in-react-native-the-right-way/validation.tsx](#)

```

1 import * as React from 'react';
2 import { TextInput, KeyboardAvoidingView, findNodeHandle } from 'react-native';
3 import { ValidationOptions, FieldError } from 'react-hook-form';
4
5 interface ValidationMap {
6   [key: string]: ValidationOptions;
7 }
8
9 interface ErrorMap {
10  [key: string]: FieldError | undefined;
11 }
12
13 interface Props {
14   children: JSX.Element | JSX.Element[];
15   register: (
16     field: { name: string },
17     validation?: ValidationOptions
18   ) => void;
19   errors: ErrorMap;
20   validation: ValidationMap;
21   setValue: (name: string, value: string, validate?: boolean) => void;
22 }
23
24 export default ({
25   register,
26   errors,
27   setValue,
28   validation,
29   children,
30 }: Props) => {
31   const Inputs = React.useRef<Array<TextInput>>([]);
32
33   React.useEffect(() => {
34     (Array.isArray(children) ? [...children] : [children]).forEach((child) => {
35       if (child.props.name)
36         register({ name: child.props.name }, validation[child.props.name]);
37     });
38   }, [register]);
39
40   return (
41     <>
42       {(Array.isArray(children) ? [...children] : [children]).map(
43         (child, i) => {
44           return child.props.name
45             ? React.createElement(child.type, {
46               ...{
47                 ...child.props,
48                 ref: (e: TextInput) => {
49                   Inputs.current[i] = e;
50                 },
51                 onChangeText: (v: string) =>
52                   setValue(child.props.name, v, true),
53                 onSubmitEditing: () => {
54                   Inputs.current[i + 1]
55                     ? Inputs.current[i + 1].focus()
56                     : Inputs.current[i].blur();
57                 },
58                 //onBlur: () => triggerValidation(child.props.name),
59                 blurOnSubmit: false,
60                 //name: child.props.name,
61                 error: errors[child.props.name],
62               },
63             })
64             : child;
65         }
66       )}
67     </>
68   );
69 };

```

```

1 import * as React from 'react';
2 import {
3   View,
4   TextInput,
5   Text,
6   StyleSheet,
7   ViewStyle,
8   TextStyle,
9   TextInputProps,
10 } from 'react-native';
11 import { FieldError } from 'react-hook-form';
12 interface Props extends TextInputProps {
13   name: string;
14   label?: string;
15   labelStyle?: TextStyle;
16   error?: FieldError | undefined;
17 }
18
19 export default React.forwardRef<any, Props>(
20   (props, ref): React.ReactElement => {
21     const { label, labelStyle, error, ...inputProps } = props;
22
23     return (
24       <View style={styles.container}>
25         {label && <Text style={[styles.label, labelStyle]}>{label}</Text>}
26         <TextInput
27           autoCapitalize="none"
28           ref={ref}
29           style={[styles.input, { borderColor: error ? '#fc6d47' : '#c0cbd3' }]}
30           {...inputProps}
31         />
32         <Text style={styles.textError}>{error && error.message}</Text>
33       </View>
34     );
35   }
36 );
37
38 const styles = StyleSheet.create({
39   container: {
40     marginVertical: 8,
41   },
42   input: {
43     borderStyle: 'solid',
44     borderWidth: 1,
45     borderRadius: 5,
46     paddingVertical: 5,
47     paddingLeft: 5,
48     fontSize: 16,
49     height: 40,
50     color: '#c0cbd3',
51   },
52   label: {
53     paddingVertical: 5,
54     fontSize: 16,
55     fontWeight: 'bold',
56     color: '#c0cbd3',
57   },
58   textError: {
59     color: '#fc6d47',
60     fontSize: 14,
61   },
62 });

```

Listing 156: , Quelle: <https://dev.to/elaziziyousouf/forms-in-react-native-the-right-way-4d46>,
Datei: [Quellcode/Vergleich/form-in-react-native-the-right-way/components/Input.tsx](#)

C Schritt 1 Anhang

```
48 test('Storage with one Massnahme deserialises without error', () {
49   var json = {
50     "massnahmen": [
51       {
52         "guid": "test massnahme id",
53         "letzteBearbeitung": {
54           "letztesBearbeitungsDatum": 0,
55           "letzterStatus": "bearb"
56         },
57         "identifikatoren": {"massnahmenTitel": "Massnahme 1"}
58       }
59     ]
60   };
61
62   var expectedStorage = Storage();
63   expectedStorage =
64     expectedStorage.rebuild((b) => b.massnahmen.add(Massnahme((b) => b
65       ..guid = "test massnahme id"
66       ..identifikatoren.massnahmenTitel = "Massnahme 1"
67       ..letzteBearbeitung.update((b) {
68         b.letztesBearbeitungsDatum =
69           DateTime.fromMillisecondsSinceEpoch(0, isUtc: true);
70       })))));
71
72   var actualStorage = serializers.deserializeWith(Storage.serializer, json);
73
74   expect(actualStorage, equals(expectedStorage));
```

Listing 157: Ein automatisierter Testfall überprüft, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/test/data_model/storage_test.dart](#)

Literatur

- <Formik /> | Formik Docs API. Juni 2021. URL: https://web.archive.org/web/20210409184616if_/https://formik.org/docs/api/formik (Zitiert auf der Seite 24).
- Adobe Inc. FAQ | PhoneGap Docs. Aug. 2016. URL: <https://web.archive.org/web/20200806024626/http://docs.phonegap.com/phonegap-build/faq/> (Zitiert auf der Seite 20).
- Update for Customers Using PhoneGap and PhoneGap Build. Aug. 2020. URL: <https://web.archive.org/web/20200811121213/https://blog.phonegap.com/update-for-customers-using-phonegap-and-phonegap-build-cc701c77502c?gi=df435eca31bb> (Zitiert auf der Seite 21).
- Borenkraout, Matan. Native Testing Library Introduction | Testing Library Docs. Nov. 2020. URL: <https://web.archive.org/web/20210128142719/https://testing-library.com/docs/react-native-testing-library/intro/> (Zitiert auf der Seite 25).
- Does redux-form work with React Native? Juni 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20210602234346/https://redux-form.com/7.3.0/docs/faq/reactnative.md/> (Zitiert auf der Seite 23).
- Facebook Inc. The React Native Ecosystem. Juni 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20210602191504/https://github.com/facebook/react-native/blob/d48f7ba748a905818e8c64fe70fe5b24aa098b05/ECOSYSTEM.md> (Zitiert auf der Seite 25).
- Fowler, Martin. Inversion of Control Containers and the Dependency Injection pattern. Jan. 2004. URL: <http://web.archive.org/web/20210707041912/https://martinfowler.com/articles/injection.html> (Zitiert auf der Seite 42).
- InversionOfControl. Juni 2005. URL: <http://web.archive.org/web/20050628234825/https://martinfowler.com/bliki/InversionOfControl.html> (Zitiert auf der Seite 42).
- Gamma, Erich u. a. Entwurfsmuster: Elemente wiederverwendbarer objektorientierter Software. Pearson Deutschland GmbH, 2009 (Zitiert auf der Seite 36).
- Google LLC. Build a form with validation. Juni 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20210122020924/https://flutter.dev/docs/cookbook/forms/validation> (Zitiert auf der Seite 24).
- Dart Programming Language Specification 5th edition. Apr. 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20210702071617/https://dart.dev/guides/language/specifications/DartLangSpec-v2.10.pdf> (Zitiert auf den Seiten 28, 29, 33).
 - Desktop support for Flutter. Juni 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20210531034514/http://flutter.dev/desktop/> (Zitiert auf der Seite 12).
 - Flutter - Beautiful native apps in record time. Juni 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20210630233338/https://flutter.dev/> (Zitiert auf der Seite 12).
 - Flutter - Introduction to widgets. Juni 2021. URL: <http://web.archive.org/web/20210603081649/https://flutter.dev/docs/development/ui/widgets-intro> (Zitiert auf der Seite 13).
 - Forms | Flutter Docs Cookbook. Juni 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20201102003629/https://flutter.dev/docs/cookbook/forms> (Zitiert auf der Seite 24).
 - Häufig gestellte Fragen zu Google Trends-Daten - Google Trends-Hilfe. Mai 2021. URL: <https://support.google.com/trends/answer/4365533> (Zitiert auf der Seite 19).
 - Web support for Flutter. Mai 2021. URL: <http://web.archive.org/web/20210506012158/https://flutter.dev/web> (Zitiert auf der Seite 13).
- Gosling, James u. a. The Java® Language Specification Java SE 16 Edition. Feb. 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20210514051033/https://docs.oracle.com/javase/specs/jls/se16/jls16.pdf> (Zitiert auf den Seiten 28, 29).
- Gossman, John. Introduction to Model/View/ViewModel pattern for building WPF apps. Okt. 2005. URL: [108](https://web.archive.org/web/20101103111603/http://blogs.</p></div><div data-bbox=)

- msdn.com/b/johngossman/archive/2005/10/08/478683.aspx (Zitiert auf der Seite 41).
- Johnson, Ralph E und Brian Foote. „Designing reusable classes“. In: *Journal of object-oriented programming* 1.2 (1988), S. 22–35 (Zitiert auf der Seite 42).
- Lynch, Max. *The Last Word on Cordova and PhoneGap*. März 2014. URL: <https://web.archive.org/web/20210413012559/https://blog.ionicframework.com/what-is-cordova-phonegap/> (Zitiert auf der Seite 20).
- React Native | Formik Docs*. Juni 2021. URL: https://web.archive.org/web/20210507005917if_/https://formik.org/docs/guides/react-native (Zitiert auf der Seite 23).
- React Native | React Hook Form - Get Started*. Juni 2021. URL: https://web.archive.org/web/20210523042601if_/https://react-hook-form.com/get-started/ (Zitiert auf der Seite 23).
- reduxForm | Redux Form - API*. Juni 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20210506221401/https://redux-form.com/7.4.2/docs/api/reduxform.md/#-code-validate-values-object-props-object-gt-errors-object-code-optional-> (Zitiert auf der Seite 24).
- register | React Hook Form - API*. Juni 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20210406032209/https://react-hook-form.com/api/useform/register> (Zitiert auf der Seite 24).
- Spolsky, Joel. „How Hard Could It Be?: The Unproven Path“. In: *inc.com* (Nov. 2008). URL: <http://web.archive.org/web/20081108094045/http://www.inc.com/magazine/20081101/how-hard-could-it-be-the-unproven-path.html> (Zitiert auf der Seite 19).
- Stack Exchange, Inc. *Stack Overflow Insights - Developer Hiring, Marketing, and User Research*. Mai 2021. URL: <https://insights.stackoverflow.com/survey/> (Zitiert auf den Seiten 19, 20).

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorstehende Arbeit selbständig angefertigt und mich fremder Hilfe nicht bedient habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß veröffentlichtem oder nicht veröffentlichtem Schrifttum entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Wernigerode, den 16.11.2020

Alexander Johr