

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 Auswahloptionen mitunter zahlreich sein. Dem Nutzer sollen daher nur solche Auswahloptionen angeboten werden, die zusammen mit der zuvor getroffenen Auswahl sinnvoll sind.

Im Wesentlichen ergibt sich die Kompatibilität der Auswahloptionen 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.

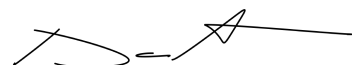
Die Masterarbeit umfasst folgende Teilaufgaben:

- 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	12
2 Technologie Auswahl	13
2.1 Trendanalyse	13
2.1.1 Frameworks mit geringer Relevanz	14
2.1.2 Frameworks mit sinkender Relevanz	16
2.1.3 Frameworks mit steigender Relevanz	17
2.2 Vergleich React Native und Flutter	18
2.2.1 Vergleich zweier minimaler Beispiele für Formulare und Vali- dierung	18
2.2.2 Automatisiertes Testen	19
I Implementierung	22
3 Schritt 1 - Formular in Grundstruktur erstellen	22
3.1 Auswahloptionen hinzufügen	23
3.2 Serialisierung einer Maßnahme	28
3.3 Test der Serialisierung einer Maßnahme	32
3.4 Serialisierung der Maßnahmenliste	35
3.5 Test der Serialisierung der Maßnahmenliste	36
3.6 Der Haupteinstiegspunkt	38
3.7 Abhängigkeiten zum verwalten der Maßnahmen	39
3.8 Die Abhängigkeiten für das ViewModels	41
3.9 Übersicht der Maßnahmen	42
3.10 Widget MassnahmenTable	44
3.11 Eingabeformular	46
3.12 Widget SelectionCard	49
3.13 Integration Test zum Test der Oberfläche	53

3.14 Schritt 2	57
4 HIER EINFÜGEN Status Choice	57
4.1 Schritt 3	64
4.2 Schritt 4	68
4.3 Schritt 5	75
4.4 Schritt 6	80
4.5 Schritt 7	83
Anhang	94
A Technologiewahl Anhang	95
A.1 Stimmen verwendeter Frameworks	95
A.2 Stimmen gewünschter Frameworks	95
B Vergleich React Native und Flutter Anhang	95
C Schritt 1 Anhang	103
Eidesstattliche Erklärung	106

Abbildungsverzeichnis

1	Stimmen der Stack Overflow Umfrage von 2013 bis 2020	14
2	Suchinteresse der Frameworks mit geringer Relevanz	15
3	Stimmen für Cordova und PhoneGap 2013 bis 2020	15
4	Stimmen für Xamarin und Cordova	16
5	Suchinteresse sinkende und steigende Relevanz	16
6	Stimmen für React Native und Flutter	17
7	Schritt 1 Übersicht	22
8	Schritt 1 Eingabemaske	23
9	Schritt 1 Selektions-Bildschirm für Status	23
10	Stimmen verwendeter Frameworks	95
11	Stimmen gewünschter Frameworks	96

Listingsverzeichnis

1	Schritt 1 Die Klasse LetzterStatus	24
2	Schritt 1 Die Klasse Choice	24
3	Schritt 1 Die Menge letzterStatusChoices	25
4	Schritt 1 Die Klasse Choices	27
5	built_value Live Template	28
6	Schritt 1 Der Werte-Typ Massnahme	29
7	Schritt 1 Der Werte-Typ Identifikatoren	30
8	Schritt 1 Der Werte-Typ LetzteBearbeitung	31
9	Schritt 1 Der Serialisierer für Massnahme und Storage	31
10	Schritt 1 Serialisierung einer Maßnahme Unittest	33
11	Schritt 1 Deserialisierung einer Maßnahme Unittest	34
12	Schritt 1 Instanzvariable <code>letzteBearbeitung</code> gibt einen <code>LetzteBearbeitungBuilder</code> zurück	34
13	Schritt 1 Der Werte-Typ Storage	35
14	Schritt 1 Ein automatisierter Testfall überprüft	36
15	Schritt 1 Instanzvariable <code>massnahmen</code> gibt einen <code>SetBuilder</code> zurück	36
16	Schritt 1 Der Haupteinstiegspunkt	38
17	Schritt 1 Die Klasse MassnahmenJsonFile	39
18	Schritt 1 Die Klasse MassnahmenPool	40
19	Schritt 1 Die Klasse MassnahmenFormViewModel	41
20	Schritt 1 Die Struktur der Klasse MassnahmenMasterScreen	42
21	Schritt 1 Ausgabe der finalen Maßnahmen	43
22	Schritt 1 Bedingung der Entwurf-Maßnahmen	43
23	Schritt 1 Die Klasse MassnahmenTable	45
24	Schritt 1 Klasse MassnahmenDetailScreen Struktur	47
25	Schritt 1 Die Ausgabe der Formularfelder	48
26	Schritt 1 Die Funktion createMassnahmenTitelTextFormField	48
27	Schritt 1 Die Funktion saveRecordAndGoBackToOverviewScreen	48
28	Schritt 1 Die Klasse SelectionCard	49
29	Schritt 1 Die Build Methode der SelectionCard	50
30	Schritt 1 Die Funktion createMultipleChoiceSelectionScreen	51
31	Schritt 1 Der Integration Test Driver	53
32	Schritt 1 Initialisierung des Integrations Tests	53
33	Schritt 1 Initialisierung des Widgets für den Integrations Tests	53
34	Schritt 1 Die Hilfsmethode tabSelectionCard	54
35	Schritt 1 Die Hilfsmethode tabOption	54
36	Schritt 1 Die Hilfsmethode fillTextFormField	55
37	Schritt 1 Der Button zum Kreieren einer Maßnahme wird ausgelöst	55
38	Schritt 1 Der letzte Status wird ausgewählt	55
39	Schritt 1 Der Maßnahmentitel wird eingegeben	55
40	Schritt 1 Der Button zum Speichern wird ausgelöst	55
41	Schritt 1 Der Button zum Speichern wird ausgelöst	56
42	Schritt 2 Der Integrationstest klickt 5 weitere Karten	57
43	Schritt 2 Das erwartete Test-Ergebnis wird erweitert	57
44	Schritt 2 Die Klasse FoerderklasseChoice	58
45	Schritt 2 Die Menge foerderklasseChoices	58
46	Schritt 2 Die Klasse KategorieChoice	58
47	Schritt 2 Die Menge kategorieChoices	58

48	Schritt 2 Die Klasse ZielflaecheChoice	59
49	Schritt 2 Die Menge zielflaecheChoices	59
50	Schritt 2 Die Klasse ZieleinheitChoice	59
51	Schritt 2 Die Menge zieleinheitChoices	59
52	Schritt 2 Die Klasse ZielsetzungLandChoice	60
53	Schritt 2 Die Menge hauptzielsetzungLandChoices	60
54	Schritt 2 massnahmenCharakteristika wird Massnahme hinzugefügt .	60
55	Schritt 2 Der Werte-Typ Massnahmencharakteristika	60
56	Schritt 2 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden er- gänzt	61
57	Schritt 2 Maßnahmencharakteristika werden dem ViewModel hinzu- gefügt	62
58	Schritt 2 Maßnahmencharakteristika werden dem Tabellenkopf hin- zugefügt	62
59	Schritt 2 Maßnahmencharakteristika werden dem Tabellenkörper hin- zugefügt	63
60	Schritt 3 errorText wird der SelectionCard hinzugefügt	63
61	Schritt 3 errorText wird der SelectionCard hinzugefügt	64
62	Schritt 3 errorText wird ausgegeben	64
63	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden er- gänzt	65
64	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden er- gänzt	65
65	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden er- gänzt	65
66	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden er- gänzt	66
67	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden er- gänzt	66
68	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden er- gänzt	67
69	Schritt 3 Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden er- gänzt	67
70	Schritt 4 XXXX	68
71	Schritt 4 XXXX	68
72	Schritt 4 XXXX	69
73	Schritt 4 XXXX	69
74	Schritt 4 XXXX	69
75	Schritt 4 XXXX	69
76	Schritt 4 XXXX	70
77	Schritt 4 Die Ausgabe der Formularfelder	70
78	Schritt 4 Die Ausgabe der Formularfelder	70
79	Schritt 4 Die Ausgabe der Formularfelder	70
80	Schritt 4 XXXXX	71
81	Schritt 4 XXXXX	71
82	Schritt 4 XXXXX	71
83	Schritt 4 XXXXX	72
84	Schritt 4 XXXXX	73
85	Schritt 4 XXXXX	74
86	Schritt 5 XXXX	75

87	Schritt 5 XXXX	75
88	Schritt 5 XXXX	75
89	Schritt 5 XXXX	76
90	Schritt 5 XXXX	77
91	Schritt 5 XXXX	77
92	Schritt 5 XXXX	78
93	Schritt 5 XXXX	78
94	Schritt 5 XXXX	78
95	Schritt 5 XXXX	78
96	Schritt 5 XXXX	78
97	Schritt 5 XXXXX	78
98	Schritt 5 XXXXX	79
99	Schritt 5 XXXX	79
100	Schritt 5 XXXX	79
101	Schritt 6 XXXX	80
102	Schritt 6 XXXX	80
103	Schritt 6 XXXX	80
104	Schritt 6 XXXX	81
105	Schritt 6 XXXX	81
106	Schritt 6 XXXX	81
107	Schritt 6 XXXX	81
108	Schritt 6 XXXX	82
109	Schritt 6 XXXX	82
110	Schritt 6 XXXX	82
111	Schritt 6 XXXX	82
112	Schritt 7 XXXX	83
113	Schritt 7 XXXX	83
114	Schritt 7 XXXXX	83
115	Schritt 7 XXXX	84
116	Schritt 7 XXXX	84
117	Schritt 7 XXXX	85
118	Schritt 7 XXXX	85
119	Schritt 7 XXXX	85
120	Schritt 7 XXXX	85
121	Schritt 7 XXXX	86
122	Schritt 7 XXXX	86
123	Schritt 7 XXXX	86
124	Schritt 7 XXXX	87
125	Schritt 7 XXXX	87
126	Schritt 7 XXXX	87
127	Schritt 7 XXXX	87
128	Schritt 7 XXXX	88
129	Schritt 7 XXXXX	88
130	Schritt 7 XXXXX	88
131	Schritt 7 XXXXX	89
132	Schritt 7 XXXX	89
133	Schritt 7 XXXX	90
134	Schritt 7 XXXX	90
135	Schritt 7 XXXX	91
136	built_value Live Template	92

137	built_value Live Template	92
138	built_value Live Template	92
139	built_value Live Template	93
147	Schritt 1 Ein automatisierter Testfall überprüft	103

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 view-model nötig ist für nested formular
-

2 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.

2.1 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 ¹

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. ²

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

¹Spolsky, „How Hard Could It Be?: The Unproven Path“

²Stack Exchange, Inc., *Stack Overflow Insights - Developer Hiring, Marketing, and User Research*

das relative Such-Interesse abzubilden, werden die Ergebnisse normalisiert, um die Ergebnisse auf einer Skala von 0 bis 100 darstellen zu können.³

Google Trends ist keine wissenschaftliche Umfrage und sollte nicht mit Umfragedaten verwechselt werden. Es spiegelt lediglich das Suchinteresse an bestimmten Themen wider.⁴

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

2.1.1 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. ??).

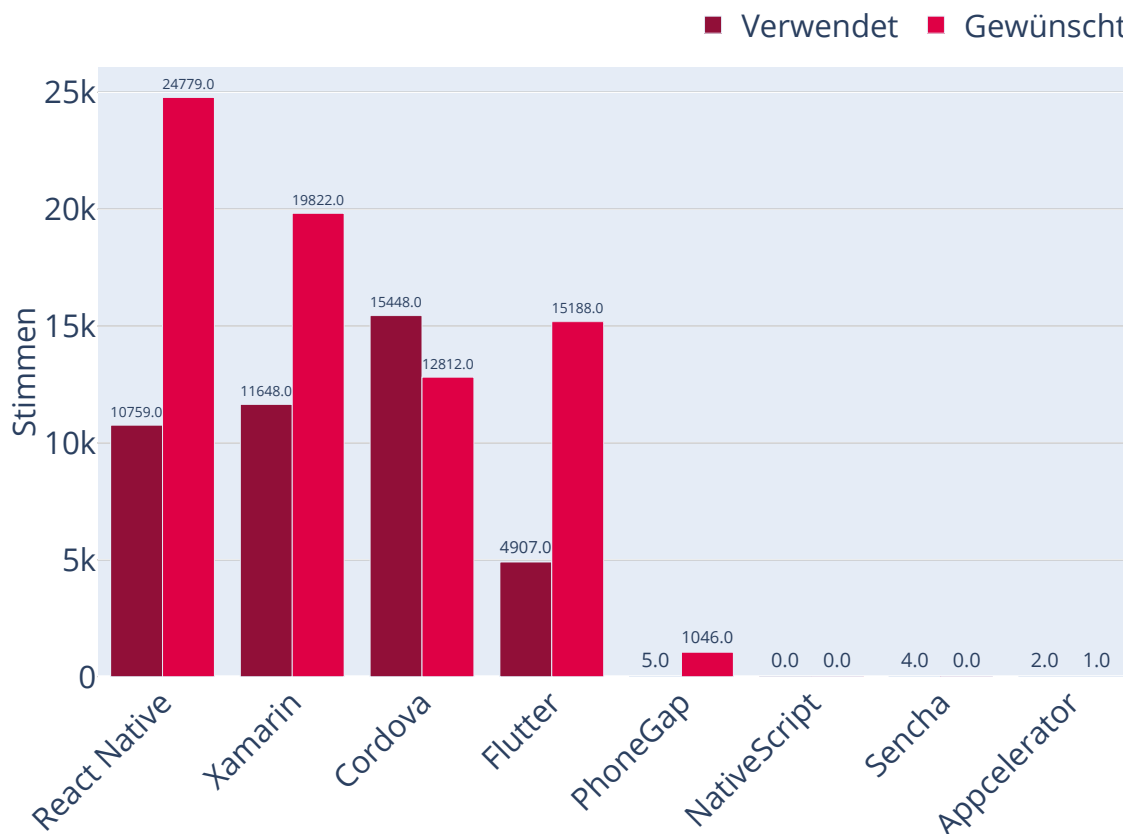


Abbildung 1: Summe der Stimmen der Stack Overflow Umfrage von 2013 bis 2020, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

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.

³Vgl. Google LLC, *Häufig gestellte Fragen zu Google Trends-Daten - Google Trends-Hilfe*

⁴Google LLC, *Häufig gestellte Fragen zu Google Trends-Daten - Google Trends-Hilfe*

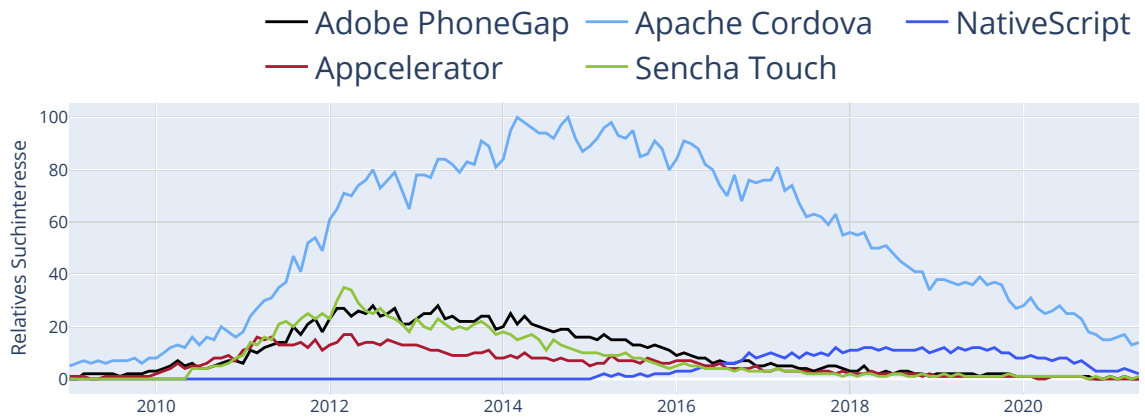


Abbildung 2: Suchinteresse der Frameworks mit geringer Relevanz, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/GoogleTrends/GoogleTrends.ipynb](#), Daten-Quelle: Google Trends⁵

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 aufbaut⁶, 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 abrupt 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 auftaucht⁷. Auch Adobe PhoneGap baut auf Apache Cordova auf⁸. Für diese Auswertung spielen diese verwandten Technologien eine untergeordnete Rolle, da sie auch in den Google Trends weit hinter Apache Cordova zurückbleiben (Abb. 2).

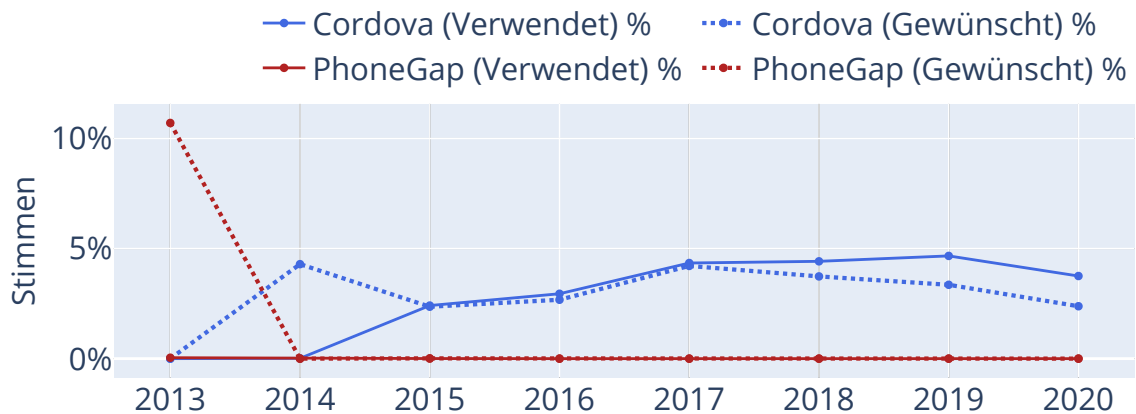


Abbildung 3: Stimmen für Cordova und PhoneGap 2013 bis 2020, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

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

⁶Lynch, *The Last Word on Cordova and PhoneGap*

⁷Vgl. Stack Exchange, Inc., *Stack Overflow Insights - Developer Hiring, Marketing, and User Research*

⁸Vgl. Adobe Inc., *FAQ / PhoneGap Docs*

die Entwicklung an PhoneGap eingestellt wird und empfiehlt die Migration hin zu Apache Cordova.⁹

2.1.2 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.

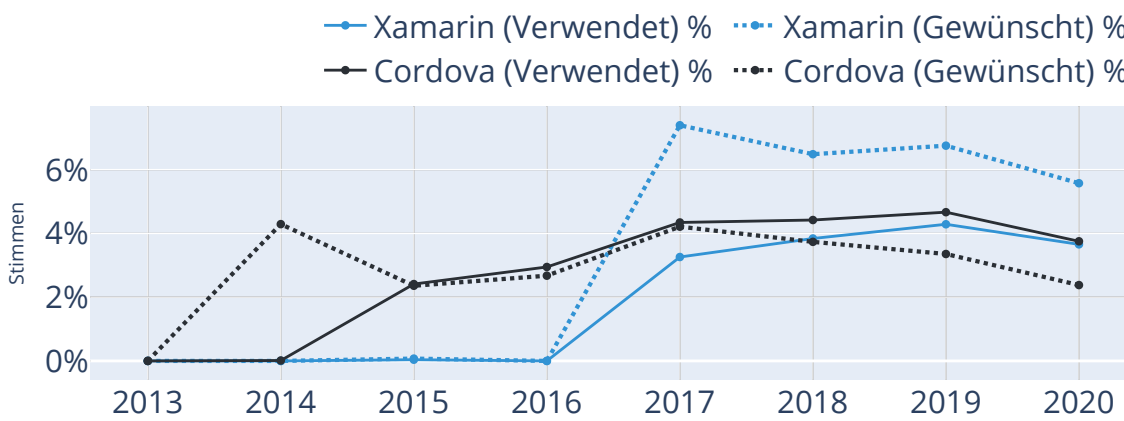


Abbildung 4: Stimmen für Xamarin und Cordova 2013 bis 2020, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

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.

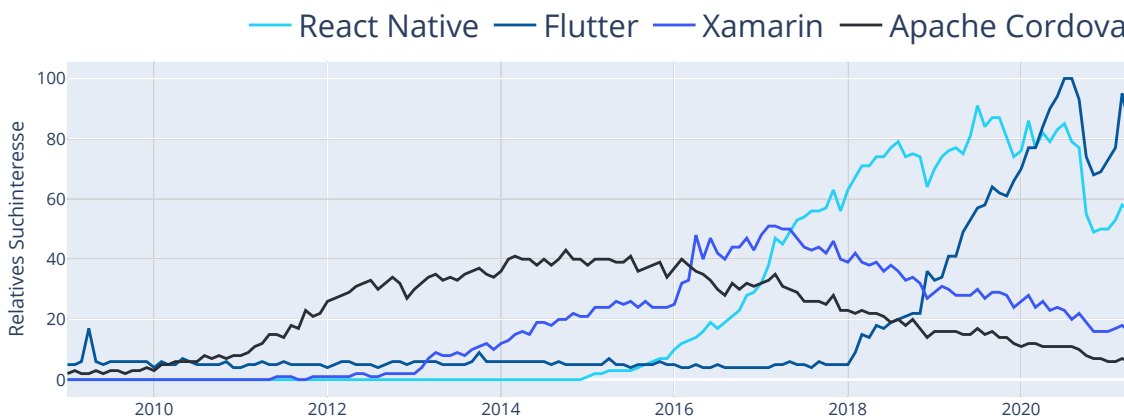


Abbildung 5: Suchinteresse sinkende und steigende Relevanz, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

⁹Vgl. Adobe Inc., *Update for Customers Using PhoneGap and PhoneGap Build*

2.1.3 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).

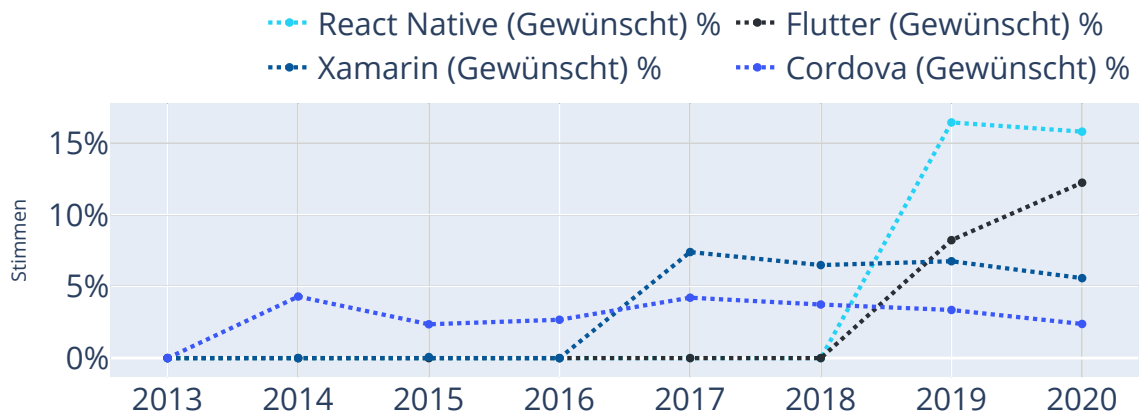


Abbildung 6: Stimmen für React Native und Flutter 2013 bis 2020, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

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).

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.

2.2 Vergleich React Native und Flutter

2.2.1 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.^{10,11,12}

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, die ein Parameter-Object namens Register Options erhält, dessen Eigenschaft validate die JavaScript Funktion zugewiesen werden kann.¹³ 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.¹⁴ Auch in Formic ist der Bezeichner validate, und ist als Attribut in der Formic Komponente zu finden.¹⁵

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

¹⁰Vgl. *React Native / Formik Docs*

¹¹Vgl. *Does redux-form work with React Native?*

¹²Vgl. *React Native / React Hook Form - Get Started*

¹³Vgl. *register / React Hook Form - API*

¹⁴Vgl. *reduxForm / Redux Form - API*

¹⁵Vgl. *<Formik /> / Formik Docs API*

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.¹⁶ Das Rezept ist Teil einer Serie von insgesamt fünf Anleitungen, welche Formulare in Flutter behandeln.¹⁷

2.2.2 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 Beispielfhaft, 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 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.¹⁸ Herausgegeben wird die react native testing Library vom Drittanbieter

¹⁶Vgl. Google LLC, *Build a form with validation*

¹⁷Vgl. Google LLC, *Forms / Flutter Docs Cookbook*

¹⁸Vgl. Borenkraout, *Native Testing Library Introduction / Testing Library Docs*

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

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

Callstack - ein Partner im React Native Ökosystem.¹⁹

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}
 - Eine weitere Anleitung zum Nutzen von mocks in Unit Test mithilfe der Bibliothek mockito^X

¹⁹Vgl. 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>

^X<https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/unit/mocking>

- 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.

^{XI}<https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/widget/introduction>

^{XII}<https://flutter.dev/docs/cookbook/testing/widget/finders>

^{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/profiling>

Teil I

Implementierung

3 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. ??).

Maßnahmen	
Abgeschlossen	
Zuletzt bearbeitet am	Maßnahmentitel
2021-7-9 18:44	Massnahme 1
In Bearbeitung	
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

fig:Schritt1Uebersicht

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. ??).

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. ??).

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

fig:Schritt1Eingabemaske

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

fig:Schritt1SelektionsBildschirmStatus

3.1 Auswahloptionen hinzufügen

Dart verfügt – anders als beispielsweise Java²⁰ – nicht über Aufzählungstypen mit zusätzlichen Eigenschaften. Das Schlüsselwort `enum` in Dart erlaubt lediglich die Auflistung konstanter Symbole²¹. 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.

²⁰Vgl. Gosling u. a., *The Java® Language Specification Java SE 16 Edition*, S. 321.

²¹Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 74f.

```

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 1: 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.²²

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-Körpers²³. 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)²⁴.

Die Basisklasse `Choice` (Listing. 2) 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.²⁵ 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 2: 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.²⁶

²²Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 74f.

²³Vgl. Gosling u. a., *The Java® Language Specification Java SE 16 Edition*, S. 310.

²⁴Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 42.

²⁵Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. S16.

²⁶Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 40f.

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

Listing 3: 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 benannten Parameter.

Listing 4 zeigt die Klasse `choices`. Sie erbt von `UnmodifiableSetView` und erlaubt damit die Erstellung einer eigenen Menge - auch `Set` genannt. Methoden, die man von 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. Instanzvariable `name` - deklariert in Zeile 11 - wird im Konstruktor in Zeile 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, dass 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?` handeln.

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 keinen neuen Wert zugewiesen werden. das hat den Vorteil, dass der Compiler sich darauf verlassen kann, das eine Variable niemals den Wert 0 haben kann. Das ist besonders dann nützlich, wenn auf Einem Objekt eine Methode aufgerufen wird. Ist die Referenz das Objekt ist in Wahrheit 0 so gibt es erst zur Laufzeit einen Fehler, dass 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 0 annehmen kann, so kann der Compiler die Überprüfung auf 0 Wörter für diese Referenzen überspringen. Damit hört zusätzlich die Ausführungsgeschwindigkeit erhöht, da die Überprüfung auf `null` Zeit in Anspruch nimmt. Vor allem aber ist das forderheft für den Wickler, da der Compiler Fehlermeldungen und Warnungen mitteilen kann, wenn Operationen mit Variablen mit potenziellen `null` Werten verwendet werden.

Neben Name wird mit `choiceByAbbreviation` eine weitere Instanzvariable deklariert 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. der typ Parameter ist in Zeile zehn deklariert und muss mindestens von der Klasse `Joyce` 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 17 bis 19. Dabei wird zunächst mit der öffnenden geschweiften Klammer 17 ein sogenanntes Map Literal begonnen, welches mit schließenden geschweiften Klammer 19 endet.

Set und Map Literale Dart erlaubt es setz und Maps als sogenannte literale zu deklarieren. es entfällt also die Instanziierung eines Sets oder einer Map über den Klassennamen und der darauffolgenden Zuweisung der einzelnen Werte. Stattdessen startet das literal mit einer öffnenden geschweiften Klammer und endet mit einer schließenden geschweiften Klammer Punkt innerhalb der Klammern werden die Werte im Fall eines Sets mit, getrennt nacheinander aufgeführt. Im Fall einer Map werden der Schlüssel und der Wert durch einen `:` voneinander getrennt und die Schlüsse Wertepaare wiederum durch, getrennt nacheinander aufgelistet.

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.

Collection for Dart erlaubt es Schleifen innerhalb von Listen-, Set- und Map-Literalen zu verwenden. Dabei darf die Schleife jedoch keinen steifen Körper besitzen. Ledig der Schleifenkopf wird dazu in das literal selbstgeschrieben gefolgt von dem Wert, der bei jedem Schleifendurchlauf dem literal hinzugefügt werden soll. Da wir kann der Wert von der Schleifen variable abgeleitet werden. In Zeile

18 wird beispielsweise durch die Menge aller Auswahloptionen choices iteriert und dabei in jedem Schleifendurchlauf die Ausweise Option in die Variablen choice gespeichert. Während des Schleifendurchlauf wird dann ein 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 14 über die Abkürzung das dazugehörigen 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 Rückgabetyt mit T? gekennzeichnet ist. Der Suffix ? macht beide zu Typen mit Null-Zulässigkeit.

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 0, der ausdrückt, dass die Variable keinen Wert hat. Methoden auf Objekten mit nur Zulässigkeit aufzurufen ist nicht ohne weiteres möglich. Der wird aus solange nicht durch eine Fallunterscheidung zuvor überprüft wird, dass die Variable tatsächlich nicht null ist oder der Aufruf der Methode mit dem Suffix ! nach dem Objekt erzwungen wird.

Die Methode fromAbbreviation Soll für die Deserialisierung genutzt werden. sollten in 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 fällt auf. Wird die Dateiendung 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 zurückgeben werden kann, da für den Schlüssel null kein Wert in der Map hinterlegt sein kann. Deshalb erlaubt auch der Rückgabetyt null-Werte.

```
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) =>
15     ↪ choiceByAbbreviation[abbreviation];
16
17   Choices(Set<T> choices, {required this.name})
18     : choiceByAbbreviation = {
19       for (var choice in choices) choice.abbreviation: choice,
20     },
21     super(choices);
22 }
```

Listing 4: Die Klasse Choices, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/choices/base/choice.dart](#)

3.2 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 139 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]) =
13     ↪ _$$$ClassName$;
```

Listing 5: 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 Klassename einmalig eingegeben werden muss. Anschließend wird mithilfe des live templates der Boilerplate Code generiert.

In Listing 6 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 einer textuelle Repräsentation wie beispielsweise die folgende:

```
'f81d4fae-7dec-11d0-a765-00a0c91e6bf6'
```

^{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 6: Der Werte-Typ `Massnahme`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_model/massnahme.dart](#)

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 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.²⁷ 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 ange-

²⁷Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 18f., 234.

wendet. 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.²⁸ Beispiel: die Aufrufe `objekt.tueEtwas()`; `objekt.tueEtwasAnderes()`; und `objekt..tueEtwas()..tueEtwasAnderes()`; sind äquivalent.

Da der Kaskadierung-Operator jedoch dazu verwendet wird, mehrere Operationen auf einem 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 Bilder 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 7 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 7: 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 8 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**.

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 ?? ist das Datumsformat sichtbar.

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

²⁸Vgl. Google LLC, *Dart Programming Language Specification 5th edition*, S. 149f.

```

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

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. 9 Z. 10). Die Zeilen 11 und 12 sind dabei immer gleich, es sei denn, es ist ein anderer Serialisierung Algorithmus gewünscht. In diesem Fall wird das `StandardJsonPlugin` verwendet.

```

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

```

Listing 9: 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.

3.3 Test der Serialisierung einer Maßnahme

Das Ergebnis der Serialisierung wird im dazugehörigen Unit-Test ersichtlich (Listing. 10). 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.²⁹ 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 11 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 Mikrosekunde `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`

²⁹Vgl. 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 10: Serialisierung einer Maßnahme Unittest, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/test/data_model/massnahme_test.dart](#)

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 Wahrheit 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 `DateTime.fromMillisecondsSinceEpoch` (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 dartein Alternative constructorgewünscht 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 Werte-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.d` 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

```

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 11: 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 12: Instanzvariable `letzteBearbeitung` gibt einen `LetzteBearbeitungBuilder` zurück, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_model/massnahme.g.dart](#)

Werten übereinstimmen.

3.4 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. 13). 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 13: 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.

3.5 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. 14). 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   expect(actualJson, equals(expectedJson));
31 }
```

Listing 14: 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. 15 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>();
97 }
```

Listing 15: 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 147 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.

3.6 Der Haupteinstiegspunkt

Model View ViewModel **Füllen**

Dependency Injection **Füllen**

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

3.7 Abhängigkeiten zum verwalten der Maßnahmen

Model Füllen

```
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 17: 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 18: Die Klasse MassnahmenPool, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/data_access/massnahmen_pool.dart](#)

3.8 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 19: Die Klasse `MassnahmenFormViewModel`, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_form_view_model.dart](#)

3.9 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       ),
36       floatingActionButton: FloatingActionButton(
37         key: createNewMassnahmeButtonKey,
38         child: const Icon(
39           Icons.post_add_outlined,
40           color: Colors.white,
41         ),
42         onPressed: () {
43           final vm =
44             Provider.of<MassnahmenFormViewModel>(context, listen: false);
45
46           vm.model = Massnahme();
47           Navigator.of(context).pushNamed(MassnahmenDetailScreen.routeName);
48         }
49       ),
50     );
51   }
52 }
```

Listing 20: 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 21: 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 22: Die Bedingung der Entwurf-Maßnahmen, Quelle: Eigenes Listing,
 Datei: Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_master.dart

3.10 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 23: Die Klasse MassnahmenTable, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/widgets/massnahmen_table.dart](#)

3.11 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             ),
42             Align(
43               alignment: Alignment.bottomRight,
44               child: Padding(
45                 padding: const EdgeInsets.all(16.0),
46                 child: Column(
47                   mainAxisAlignment: MainAxisAlignment.min,
48                   children: [
49                     FloatingActionButton(
50                       tooltip: saveMassnahmeTooltip,
51                       heroTag: 'save_floating_action_button',
52                       child: const Icon(Icons.check, color: Colors.white),
53                       onPressed: () => saveRecordAndGoBackToOverviewScreen(),
54                     )
55                   ],
56                 ),
57             ),
58           ],
59         ),
60       ),
61     ));
62   }
63 }

```

Listing 24: 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 25: 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 26: 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 27: Die Funktion saveRecordAndGoBackToOverviewScreen, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

3.12 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 28: 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 29: 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               onTapTab() {
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: onTapTab,
113               ),
114               onTap: onTapTab,
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 30: Die Funktion createMultipleChoiceSelectionScreen, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

3.13 Integration Test zum Test der Oberfläche

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

Listing 31: 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 32: 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 33: 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 34: 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 35: 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 36: 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 37: 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 38: 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}
125     ↪  ${now.hour}:${now.minute}";
126 await fillTextFormField(title: "Maßnahmentitel", text: massnahmeTitle);

```

Listing 39: 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 40: 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 41: Der Button zum Speichern wird ausgelöst, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-1/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

3.14 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 42: 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 43: Das erwartete Test-Ergebnis wird erweitert, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-2/conditional_form/integration_test/app_test.dart](#)

4 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
13      ↪ Vertragsnaturschutz");
14   static final twm_ziel = FoerderklasseChoice(
15      "twm_ziel", "Tierschutz/Tierwohlmaßnahmen mit diesem als Hauptziel");
16   static final contact =
17     FoerderklasseChoice("contact", "bitte um Unterstützung");

```

Listing 44: 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 45: 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 46: 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 47: 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 48: 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 49: 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 50: 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 51: 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,
123     ↪ z. B. bedrohte Rassen)");
124   static final tsch = ZielsetzungLandChoice(
125     "tsch", "Tierschutz/Maßnahmen zum Tierwohl im Betrieb");
126   static final klima = ZielsetzungLandChoice("klima", "Klima");
127   static final contact =
128     ZielsetzungLandChoice("contact", "bitte um Unterstützung");

```

Listing 52: 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 53: 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 54: 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 55: 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 56: 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 57: 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 58: 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 59: 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 60: errorText wird der SelectionCard hinzugefügt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

4.1 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 61: 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 62: 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 63: 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 64: 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 65: 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
54           ↪ "${LetzterStatus.fertig.description}"),
55         const SizedBox(width: 4),
56         ElevatedButton(
57           onPressed: saveDraft,
58           child: Padding(
59             padding: const EdgeInsets.fromLTRB(4, 4, 8, 4),
60             child: Row(
61               children: const [
62                 Icon(Icons.paste, color: Colors.white),
63                 SizedBox(width: 4),
64                 Text(
65                   "Entwurf speichern?",
66                   style: TextStyle(fontSize: 18.0, color: Colors.white),
67                 ),
68               ],
69             ),
70           ),
71         ],
72       )),
73 }

```

Listing 66: 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 67: 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 68: 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 69: Die Maßnahmencharakteristika Selektionskarten werden ergänzt, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-3/conditional_form/lib/screens/massnahmen_detail/massnahmen_detail.dart](#)

4.2 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 70: 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 71: 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 72: 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 73: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

```

146 tileColor: selectedButDoesNotMatch ? Colors.red : null,

```

Listing 74: 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 75: 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 76: 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 77: 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
156         ↳ fehlerhaft!";

```

Listing 78: 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 79: 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 80: 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 81: 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 82: 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 83: 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 84: 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 85: XXXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-4/conditional_form/lib/choices/choices.dart](#)

4.3 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 86: 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 87: 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 88: 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 89: 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 90: 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 91: 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 92: 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 93: 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 94: 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 95: 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 96: 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 97: 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 98: 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 99: 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 100: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-5/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

4.4 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 101: 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 102: 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 103: 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 104: 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 105: 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 106: 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 107: 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 108: 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 109: 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 110: 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 111: XXXX, Quelle: Eigenes Listing, Datei: [Quellcode/Schritt-6/conditional_form/lib/widgets/selection_card.dart](#)

4.5 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 112: 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 113: 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 114: 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
234         ↳ in 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);

```

Listing 115: 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 116: 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 117: 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 118: 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 119: 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 120: 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 121: 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 122: 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 123: 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 124: 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 125: 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 126: 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 127: 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 128: 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 129: 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 130: 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 131: 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 132: 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 133: 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 134: 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 135: 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 136: 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 LetzteStatusViewModel extends ChoiceChangeNotifier {}

```

Listing 137: 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) => LetzteStatusViewModel()))
9 ],

```

Listing 138: 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 139: Live Template für die Erstellung von built_value Boilerplate-Code in Android Studio, Quelle: JetBrains Marketplace Built Value Snippets Plugin

Anhang

A Technologiewahl Anhang

A.1 Stimmen verwendeter Frameworks

Auf diesen Anhang verweisen!

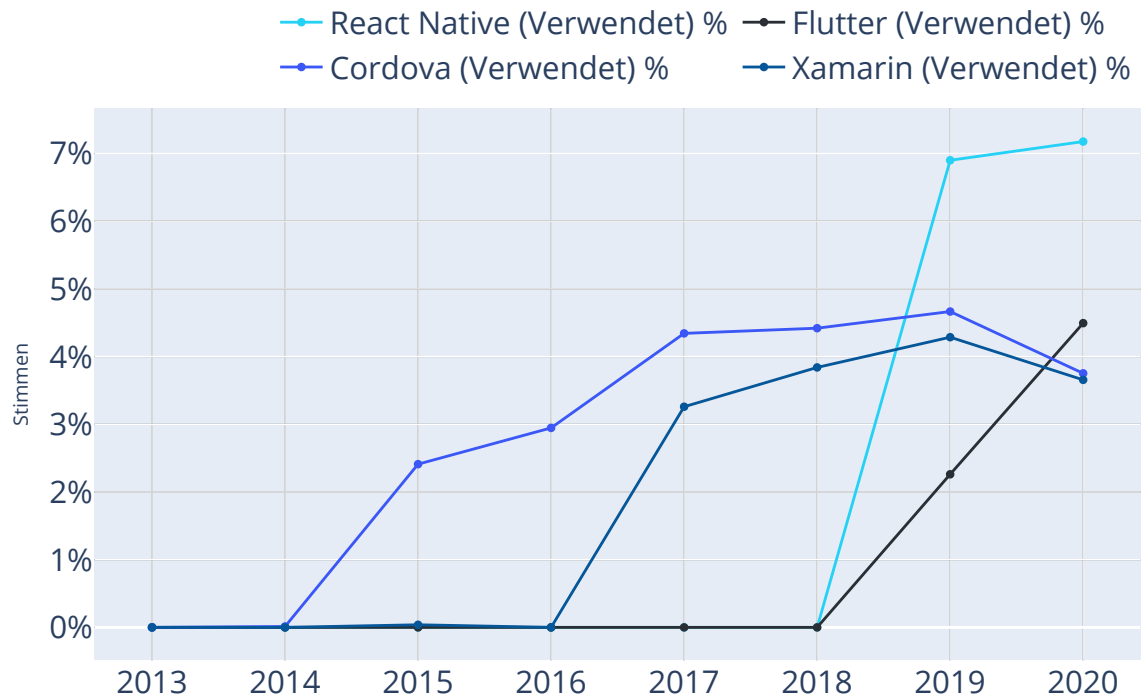


Abbildung 10: Stimmen verwendeter Frameworks, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

A.2 Stimmen gewünschter Frameworks

Auf diesen Anhang verweisen!

B Vergleich React Native und Flutter Anhang

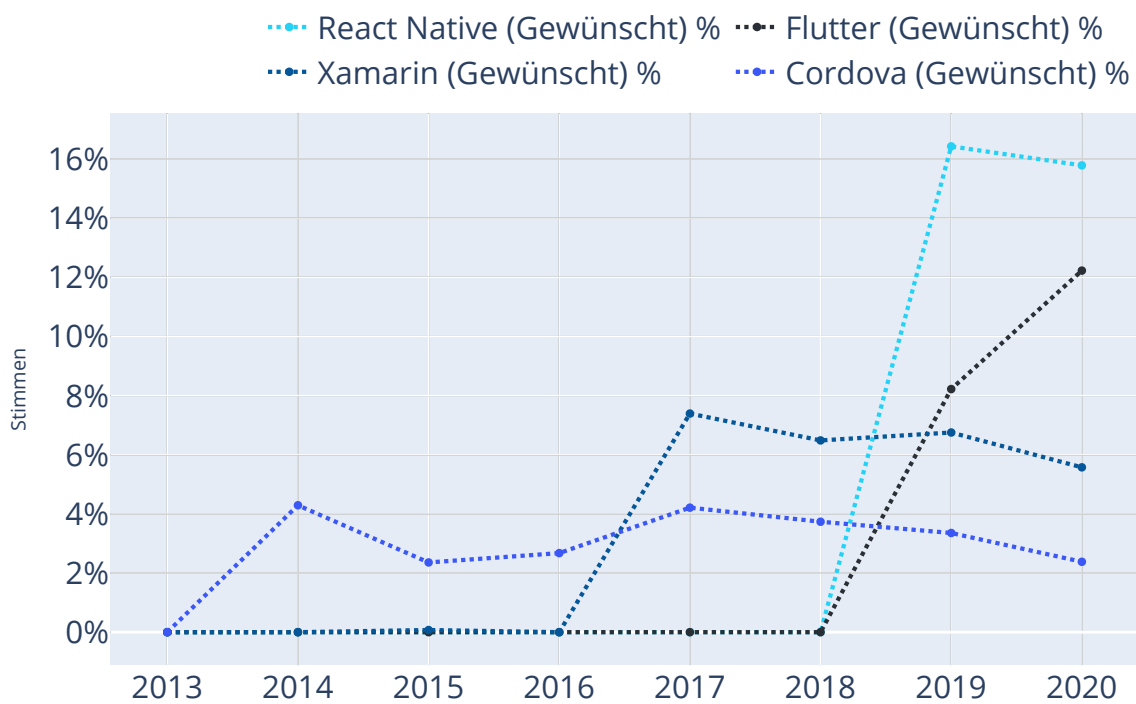


Abbildung 11: Stimmen gewünschter Frameworks, Quelle: Eigene Abbildung, Notebook: [Charts/StackOverflowUmfrage/StackOverflowUmfrage.ipynb](#), Daten-Quelle: **FEHLT!**

```

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 140: , 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 141: , 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 142: , Quelle: XXXXX todo HIGH PRIO: FÜLLEN XXXXX,
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 143: , Quelle: XXXXX todo HIGH PRIO: FÜLLEN XXXXX,
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}\)| _]
8         ↳ (([a-zA-Z\-0-9]+\.)+[a-zA-Z]{2,}))$/ ,
9       message: 'Invalid Email Format',
10    },
11  },
12  password: {
13    required: {value: true, message: 'Password is required'},
14  },
15 };

```

Listing 144: , Quelle: XXXXX todo HIGH PRIO: FÜLLEN XXXXX,
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             ) : child;
64         }
65       )}
66     </>
67   );
68 }
69 };
```

Listing 145: , Quelle: XXXXX todo HIGH PRIO: FÜLLEN XXXXX,
 Datei: Quellcode/Vergleich/form-in-react-native-the-right-way/components/Form.tsx

```

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 146: , Quelle: XXXXX todo HIGH PRIO: FÜLLEN XXXXX,
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 147: 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 18).
- 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 15).
- *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 16).
- 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 19).
- 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 18).
- 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 20).
- Gamma, Erich u. a. *Entwurfsmuster: Elemente wiederverwendbarer objektorientierter Software*. Pearson Deutschland GmbH, 2009 (Zitiert auf der Seite 32).
- 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 19).
- *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 23, 24, 29, 30).
 - *Forms | Flutter Docs Cookbook*. Juni 2021. URL: <https://web.archive.org/web/20201102003629/https://flutter.dev/docs/cookbook/forms> (Zitiert auf der Seite 19).
 - *Häufig gestellte Fragen zu Google Trends-Daten - Google Trends-Hilfe*. Mai 2021. URL: <https://support.google.com/trends/answer/4365533> (Zitiert auf der Seite 14).
- 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 23, 24).
- 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 15).
- React Native | Formik Docs*. Juni 2021. URL: https://web.archive.org/web/20210507005917if_/https://formik.org/docs/guides/react-native (Zitiert auf der Seite 18).

- 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 18).
- 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 18).
- 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 18).
- 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 13).
- Stack Exchange, Inc. *Stack Overflow Insights - Developer Hiring, Marketing, and User Research*. Mai 2021. URL: <https://insights.stackoverflow.com/survey/> (Zitiert auf den Seiten 13, 15).

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