

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Problemfeld . . . . .	1
1.2	Ziel der Arbeit . . . . .	1
1.3	Aufbau der Arbeit . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>2</b>
2.1	Unidirektionaler Datenfluss und der Zustand: Flux, Redux und Elm . . .	2
2.1.1	Flux . . . . .	2
2.1.2	Redux . . . . .	4
2.1.3	Elm . . . . .	5
2.2	Reaktive funktionale Programmierung . . . . .	6

# 1 Einleitung

Bis zum Jahre 1973 und der Entwicklung des ersten Eingabegerätes mit Graphischer Oberfläche (GUI) (Xerox Alto [1]) erfolgte die Interaktion mit einem Computer im Wesentlichen über eine Konsole. Dies reduzierte die Ein- und Ausgabe eines Programms auf rein textuelle Elemente. Seither hat sich viel getan: Die Erschaffung des Internets leitet den Beginn von Webseiten ein, welche von einer anfänglich statischen Ausprägung zu der heutigen dynamisch und komplexen wuchsen. Dazu gesellten sich im Laufe der Zeit mobile Endgeräte - zu Beginn bestückt mit Tasten für die Eingabe, sowie einem primitiven Bildschirm für die Anzeige finden sich heutzutage vorwiegend leistungsfähige, auf einem kapazitiven Touchscreen basierende Smartphones wieder. Hierbei ist über die Jahre der Funktionsumfang von Betriebssystem und Applikationen im Allgemeinen gestiegen.

## 1.1 Problemfeld

Die Herausforderung für einen Entwickler ist es, die Nutzerschnittstelle (auch: Präsentation Layer [2]) , innerhalb einer "Drei-Schichtenarchitektur"[3] sinnvoll aufzubauen und dabei die Modellierung und Verwaltung des Zustandes innerhalb einer Applikation zu berücksichtigen. Hierfür müssen auch externe Vorkommnisse wie bswp. die Aktualisierung der zugrundeliegenden Datenbank miteinbezogen werden.

Da diese Problematik nicht erst seit kurzem sondern seit vielen Jahren besteht, wurden hierfür

## 1.2 Ziel der Arbeit

## 1.3 Aufbau der Arbeit

## 2 Grundlagen

In diesem Kapitel gilt es zu klären, auf welchen Grundlagen, Ideen und Konzepten Model-View-Intent beruht, wie diese miteinander fungieren und weshalb sie als Inspiration dienen.

### 2.1 Unidirektionaler Datenfluss und der Zustand: Flux, Redux und Elm

In einer Applikation existieren grundsätzlich zwei Komponenten: Eine, die der Nutzer wahrnehmen kann und eine, die für ihn unsichtbar bleibt. Bei ersterer handelt es sich meist um das, was der Nutzer(auf dem Bildschirm) sieht - die sogenannte „View“. Die zweite Komponente beschreibt die Ebene, welche das Geschehen observiert, darauf reagiert und den weiteren Verlauf (zum größten Teil) kontrolliert. Sie kann unter anderem als „Controller“ betitelt werden.

Ein weiterer, essentieller Aspekt einer Anwendung ist ihr Zustand. Dieser kann sich aus mehreren Teilen zusammensetzen:

- Alles was der Nutzer sieht
- Daten die über das Netzwerk geladen werden
- Standort des Nutzer
- Fehler die auftreten
- ...

Der Zustand in dem sich eine Applikation befindet kann hierbei von beiden Seiten modifiziert und beobachtet werden. Ist dies der Fall, so handelt es sich um einen bidirektionalen Datenfluss. Bei dieser Variante entsteht die eventuelle Gefahr von kaskadierenden Updates (ein Objekt verändert ein anderes, welches wiederum eine Veränderung bei einem weiteren herbeiführt usw.) als auch in einen unvorhersehbaren Datenfluss zu geraten: Es wird schwer, den Fluss der Daten nachzuvollziehen. Des weiteren muss immer überprüft und sichergestellt werden, dass „View“ und „Controller“ synchronisiert sind, da beide den globalen Zustand darstellen. Schlussendlich verliert man zusätzlich die Fähigkeit zu entscheiden, wann und an welcher Stelle der Zustand manipuliert wird.

Ein anderer Ansatz ist, den Datenfluss in eine Richtung zu beschränken und ihn damit unidirektional [4, 5] operieren zu lassen. Diese Variante erfreut sich an zunehmender Popularität seit der Bekanntmachung der „Flux“ [6] Architektur im Jahre 2015 von Facebook. [7]

#### 2.1.1 Flux

Für die Einhaltung und Umsetzung eines unidirektionalen Datenfluss und der Verwaltung des Zustands bedient sich „Flux“ bei zwei fundamentalen Konzepten: Der Zustand

innerhalb einer Applikation wird als „single source of truth (SSOT)“ angesehen und darf keine direkte Änderung erfahren. Um dies zu Gewährleisten finden sich mehrere Komponenten in „Flux“ wieder:

**Action:** Eine Aktion beschreibt ein Ereignis, welches unter anderem vom Nutzer ausgelöst werden kann. Sie geben vor, wie mit der Anwendung interagiert wird. Jeder dieser Aktionen wird dabei ein Typ zugewiesen. Insgesamt sollte eine Aktion semantisch und deskriptiv bezüglich der Intention sein. Des weiteren können zusätzliche Attribute an eine Aktion gebunden werden.

```
1 {  
2   type: ActionTypes.INCREMENT,  
3   by: 2  
4 }
```

**Dispatcher:** Er ist für die Entgegennahme und Verteilung einer Aktion an sogenannte „Stores“ zuständig. Diese haben die Möglichkeit sich beim ihm zu registrieren. Er besitzt die wichtige Eigenschaft der sequentiellen Verarbeitung, d.h., dass er zu jedem Zeitpunkt nur eine „Action“ weiterreicht. Sämtliche „Stores“ werden über alle Aktionen unterrichtet.

**Store:** Hier befinden sich die Daten, welche einen Teil des globalen Zustands einer Anwendung ausmachen. Die einzige Möglichkeit für eine Veränderung der dort hinterlegten Daten besteht durch eine Reaktion auf eine, vom „Dispatcher“ kommenden, Aktion. Bei jeder Modifikation der Daten erfolgt die Aussendung eines Events an eine „View“, das die Veränderung mitteilt. Ebenso findet sich hier ein Part der Anwendungslogik.

**View:** Die View ist für die Anzeige und Eingabe von Daten zuständig - sie ist die für den Nutzer sichtbare Komponente, mit welcher dieser interagiert. Ihre Daten erhält sie von einem „Store“, diesen sie abonniert und auf Änderungsereignisse hört. Erhält sie vom „Store“ ein solches Änderungsereignis, so kann sie die neuen Daten abrufen und sich selbst aktualisieren. Der View ist es nicht gestattet, den Zustand direkt zu verändern. Stattdessen generiert sie eine Aktion schickt diese an den Dispatcher.

Ein Beispielhafter Ablauf bei einer Anwendung die einen Wert erhöht oder verringert kann wie folgt aussehen:

1. Die View bekommt einem Store zugewiesen, welcher für das inkre- und dekrementieren der angezeigten Zahl verantwortlich ist.
2. Sie erhält die Anfangszahl und stellt diese in einem leserlichen Format/einer Ansicht dar, welches es dem Nutzer ermöglicht, damit zu interagieren.
3. Betätigt dieser einer der Knöpfe welche die dargestellte Zahl verändern, so wird eine Action erstellt und an Dispatcher geschickt.

4. Dieser wiederum informiert alle Stores.Information
5. Jener Store der für die Verarbeitung dieser Aktion verantwortlich ist, modifiziert die Zahl in seiner internen Datenstruktur und kommuniziert dies über ein Änderungsereignis
6. Diejenige View, welche auf Änderungsereignisse diesen Ursprungs lauscht, erhält die Daten und aktualisiert sich dementsprechend.

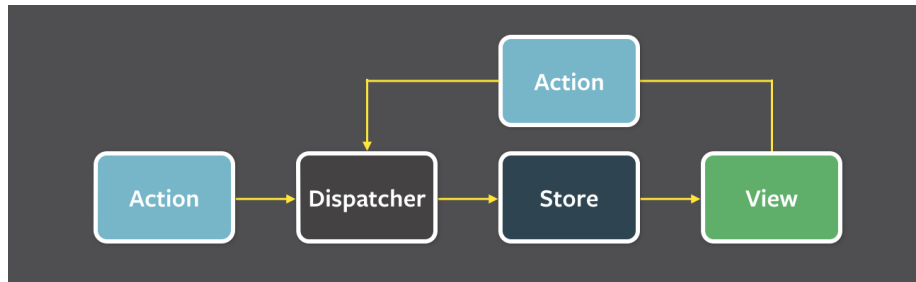


Abbildung 1: Datenfluss in der Flux Architektur

Anhand Abbildung 1 wird der unidirektionale Datenfluss deutlich erkennbar:

1. Die View schickt eine Aktion an den Dispatcher.
2. Dieser leitet diese an alle Stores weiter.
3. Der Store verarbeitet die Daten und informiert die View.

Insgesamt liefert Flux mit diesen Komponenten eine Möglichkeit, einen unidirektionalen Fluss herzustellen und die Verwaltung des Zustands einer Applikation zu vereinfachen.

### 2.1.2 Redux

Bei Redux handelt sich um eine JavaScript Bibliothek (und kein Framework) welche ihre Inspiration aus Flux und Elm bezieht. Sie wurde im Jahre 2015 von Dan Abramov und Andrew Clark ins Leben gerufen. [8] Auch hier nimm der direktionale Datenfluss eine wesentliche Rolle ein.

Die Bibliothek kann als eine vereinfachte Form von Flux verstanden werden, welche gewisse Elemente und Ansätze übernimmt, aber auch streicht bzw. ersetzt. Genau wie Flux existieren die bereits behandelten Actions, welche über wichtige Informationen für die spätere Veränderung des Zustands verfügen. Auch hier können diese ihren Ursprung in einer vom Nutzer getätigten Aktion haben. Wird eine Aktion ausgeführt, so spricht man von einer Versendung einer Aktion. Dieser Versand findet nur dann statt, wenn man die Intention verfolgt, den Zustand zu ändern. Sie gelangt zu einem sogenannten Reducer". Hier findet sich der erste Grundlegende Unterschied zu Flux.

Ein Reducer ist für sich genommen eine einfache Funktion, die bei gleicher Eingabe die immer gleiche Ausgabe erzeugt. Sie ist dabei frei von sogenannten Seiteneffekten und wird als *pure* bezeichnet. Im Falle eines Reducers erwartet dieser die vorher erzeugte Aktion und den globalen, derzeitigen Zustand der Anwendung. Seine Aufgabe ist es, aus der Kombination dieser einen neuen Zustand zu generieren. Hierfür wird die Aktion, basierend auf ihrem Typ und eventuellen Inhalt, ausgewertet und der Zustand dementsprechend angepasst. Dabei ist zu beachten, dass keine direkte Manipulation des Zustands möglich ist, stattdessen wird ein komplett neuer Zustand zurückgegeben. Diese Eigenschaft der Unveränderbarkeit wird gemeinhin als *Immutability* erfasst.

```
1 (previousState, action) => newState
```

Das Verbindungsstück zwischen einer Aktion und dem Reducer bildet der Store. Dieser existiert im Gegensatz zu Flux nur ein einziges Mal (und mit auch der Zustand) und ist für die Verwaltung des Zustands verantwortlich. Er übernimmt zugleich auch die Rolle des Dispatchers, wie er in Flux vorkommt, und verteilt die Aktionen an alle Reducer weiter. Der aus diesem Prozess hervorgehende, neue Zustand wird im Store hinterlegt. Dieses Ereignis wird ebenfalls seitens der View observiert, welche im Anschluss die nötigen Aktualisierungen an der Ansicht vornimmt. Am Ende lässt sich der gesamte Fluss wie folgt darstellen:

```
1 View -> Action -> Reducer(s) -> Store -> View
```

Neben Redux existieren in der JavaScript Welt noch weitere Bibliotheken, die entweder eine Abwandlung von Flux darstellen oder aber neue Konzepte implementieren. Jedoch verfolgen dabei alle ein ähnliches Ziel: Ein unidirektionaler Datenfluss und die (zentrierte) Verwaltung des Zustands einer Anwendung.

### 2.1.3 Elm

Bei Flux und Redux handelt es sich jeweils um Bibliotheken, die innerhalb einer Anwendung verwendet werden können. Eine weitere Herangehensweise ist die Verankerung solcher Konzepte in der Programmiersprache selbst. Dies findet man z.B. in der Programmiersprache Elm [9] wieder. Elm besitzt eine in die Sprache integrierte Architektur, die den einfachen Namen *The Elm Architecture* [10] trägt. Eine andere Variante lautet: *Model-View-Update*. Anhand dessen lassen sich bereits die Kern-Komponenten der Entwurfsmuster erkennen.

**Model:** Dies repräsentiert den Zustand der Applikation als eine simple Datenstruktur.

**View:** Sie ist eine Funktion, welche aus einem Model HTML code generiert. Ebenfalls

wie in Flux wird kommt auch hier das Konzept von pure functions”zum tragen: Die gleiche Eingabe erzeugt die gleich Ausgabe - ohne Ausnahme.

**Update:** Hierbei wird, ähnlich wie im 'Reducer', das Model manipuliert und dadurch der Zustand der Anwendung aktualisiert.

Es ist zu erkennen, dass diese Architektur den vorherigen sehr ähnlich ist. Sie genießt jedoch den Vorteil ein wesentlicher Bestandteil der Sprache zu sein. Damit ist es unter anderem möglich, die Sprache auf die Architektur anzupassen, statt andersherum.

## 2.2 Reaktive funktionale Programmierung

Im Verlaufe der Kapitel wurden bereits Begriffe wie eine reineFunktion ('pure functions') oder die Unveränderlichkeit einer Datenstruktur angesprochen. Diese Konzepte zählen zu einem Programmierparadigma, welches in den letzten Jahren auch an Bedeutung in Sprachen wie Java gewonnen hat [11] : Funktionale Programmierung.

In der häufig imperativen, objektorientierten Programmierung wie sie in Java oder auch C# anzutreffen ist, machen Klassen, die Mutation derer und globale Variablen den Hauptbestandteil des Quellcodes aus. Dabei ist zu beachten, dass die funktionale Programmierung die Objektorientierte nicht zwingenden ausschließt, sondern lediglich in eingeschränkter Form nutzt. In der funktionalen Programmierung geht es, wie der Name bereits vermuten lässt, hauptsächlich um das Arbeiten mit Funktionen.

Dabei muss man verstehen, dass bei einer imperativen Entwicklung Schritt für Schritt programmiert wird, wie etwas getan werden soll. Es handelt sich dabei oft um eine Serie von Mutationen in Kombination mit Abfragen von gewissen Konditionen. In der funktionalen hingegen wird nur zum Ausdruck gebracht, dass etwas vollführt werden soll, aber nicht wie es am Ende vollbracht wird.

'Funktionale' Funktionen sind nicht identisch mit den Funktionen, die beispiel- oder typischerweise in Java genutzt werden - die, die einen Wert zurückgibt (oder nicht). Stattdessen ist eine funktionale Programmierfunktion wie eine mathematische Funktion, die eine Ausgabe erzeugt, die ausschließlich von ihren Argumenten abhängig ist. Jedes Mal, wenn diese mit den gleichen Argumenten aufgerufen wird, erhält man immer das gleiche Ergebnis. Erreicht wir dies durch Funktionen, die frei von Seiteneffekten sind. Das bedeutet, dass keine Variable mutiert oder auf die Konsole ausgegeben wird. Ebenfalls sind Operationen die auf die Peripherie des Gerätes zugreifen (I/O) theoretisch nicht erlaubt. Im Prinzip sorgen Seiteneffekte für inkonsistente Abläufe bzw. Resultate innerhalb eines Programms.

## Abbildungsverzeichnis

1	Datenfluss in der Flux Architektur . . . . .	4
---	--	---

## Book References

- [2] Martin Fowler. *Patterns of Enterprise Application Architecture*. Addison-Wesley Professional, 13. Jan. 2013, S. 19–22.
- [3] Donald Wolfe. *3-Tier Architecture in ASP.NET with C sharp tutorial*. SitePros2000.com, 13. Jan. 2013.
- [4] Adam Boduch. *Flux Architecture*. Packt Publishing, 30. Jan. 2017, S. 27, 198, 312.
- [5] Ilya Gelman und Boris Dinkevich. *The Complete Redux Book*. Leanpub, 30. Jan. 2017, S. 6–7.
- [6] Adam Boduch. *Flux Architecture*. Packt Publishing, 30. Jan. 2017.
- [8] Robin Wieruch. *Taming the State in React: Your journey to master Redux and MobX*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 5. Juni 2018, S. 3.
- [9] Ajdin Imsirovic. *Elm Web Development: An introductory guide to building functional web apps using Elm*. Packt, März 2018.
- [10] Ajdin Imsirovic. *Elm Web Development: An introductory guide to building functional web apps using Elm*. Packt, März 2018, S. 50–65.

## Artikel Referenzen

- [1] Thomas A Wadlow. „The Xerox Alto Computer“. In: (Sep. 1982). URL: <https://tech-insider.org/personal-computers/research/acrobat/8109-e.pdf>.
- [11] Jagatheesan Kunasaikaran und Azlan Iqbal. „A Brief Overview of Functional Programming Languages“. In: *electronic Journal of Computer Science and Information Technology (eJCSIT)T Vol. 6, No 1* (2016). URL: [ejcsit.uniten.edu.my/index.php/ejcsit/article/view/97/39](http://ejcsit.uniten.edu.my/index.php/ejcsit/article/view/97/39).

## Online References

- [7] Facebook Developers. *Hacker Way: Rethinking Web App Development at Facebook*. 4. Mai 2014. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=nYkdrAPrdcw> (besucht am 08.07.2019).