

Beispiel einer reaktiven Anwendung

Reaktive Programmierung

Christopher Karow, Johannes Brauer

07. 08. 2021

Ziele

- Studium eines Beispiels einer reaktiven Anwendung geschrieben in ClojureScript unter Verwendung von React
- Kennenlernen eines Clojurescript Rahmenwerks für React

Schematische Darstellung interaktiver Anwendungen

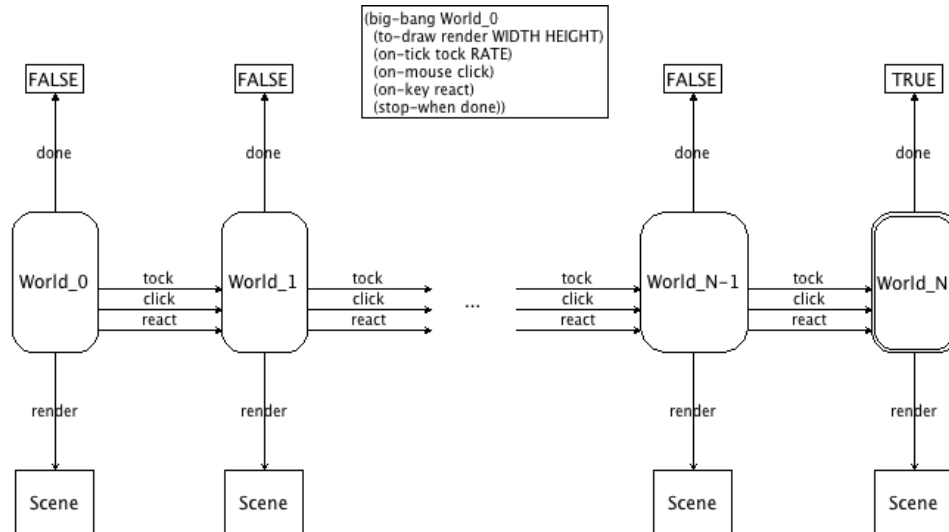
Formulierung in einer internen DSL

```
(big-bang
  state                ;; der Weltzustand
  {:on-tick tick-handler ;; tick-handler liefert bei jedem Zeittakt neuen state
   :on-key  key-handler  ;; key-handler berechnet aus state und key neuen state
   :on-mouse mouse-handler ;; mouse-handler berechnet aus state, den Mauskoordinaten
                           ;; und der Mausaktion neuen stat
   :to-draw render       ;; render verwandelt state in ein Bild (view)
   :stop-when end?}      ;; end? ermittelt aus state das Ende der Ausführung
  ...)
```

- Die Handler, `render` und `end?` sind reine Funktionen.
- Die Mutation von `state` ist in `big-bang` versteckt.

Herkunft

- Die gezeigte Darstellung lehnt sich an [Fel18] an.
- <http://htdp.org>



Kleines Beispiel

```
(ns bb.my-scetch
  (:require
    [quil.core :as q]
    [bb.big-bang :refer [big-bang]]))

(defn number->square [state]
  (q/rect 200 200 (:size state) (:size state)))

(defn reset [state]
  (assoc state :size 100))

(defn my-scetch
  []
  (big-bang {:size 100}
    {:to-draw number->square
     :on-tick #(- % 0.5)
     :on-key reset
     :stop-when #(= % -20)}))
```

- Bestandteile
 - Events (:on-tick, :on-key)
 - Handler (#(- % 0.5), reset, #(= % -20))
 - Views (number->square)
- Link: big-bang

Reagent

- Reagent: schlanke Schnittstelle zwischen Clojurescript und React
- React-Komponenten werden durch Clojurescript-Funktionen realisiert.
- HTML-Fragmente werden durch eine hiccup genannte interne DSL mit Clojure(script)-Datenstrukturen beschrieben
- Beispiel: die Datenstruktur


```
[ :a { :href "http://github.com" } "GitHub" ]
```

wird so in HTML verwandelt:

```
<a href="http://github.com"»GitHub</a>
```

- Beispiele einfacher Reagent-Komponenten

Eigenschaften von re-frame

- Clojurescript-Framework auf Basis von Reagent/React für die Programmierung und Benutzungsoberflächen von Single-Page-Applications
- funktional
- nutzt die Homoikonzitäts-Eigenschaft von Lisp:

You are programming in data. The functions which later transform data, themselves start as data.

- sehr ausführliche Dokumentation
- unidirektionaler Datenfluss

Sechs Dominosteine

Event dispatch Event = Reaktion auf externe Ereignisse (Mausklick, Websocket-Nachricht etc.)

Event handling Reaktion auf ein Event, notwendige Seiteneffekte werden ermittelt

Effect handling Seiteneffekte werden ausgeführt

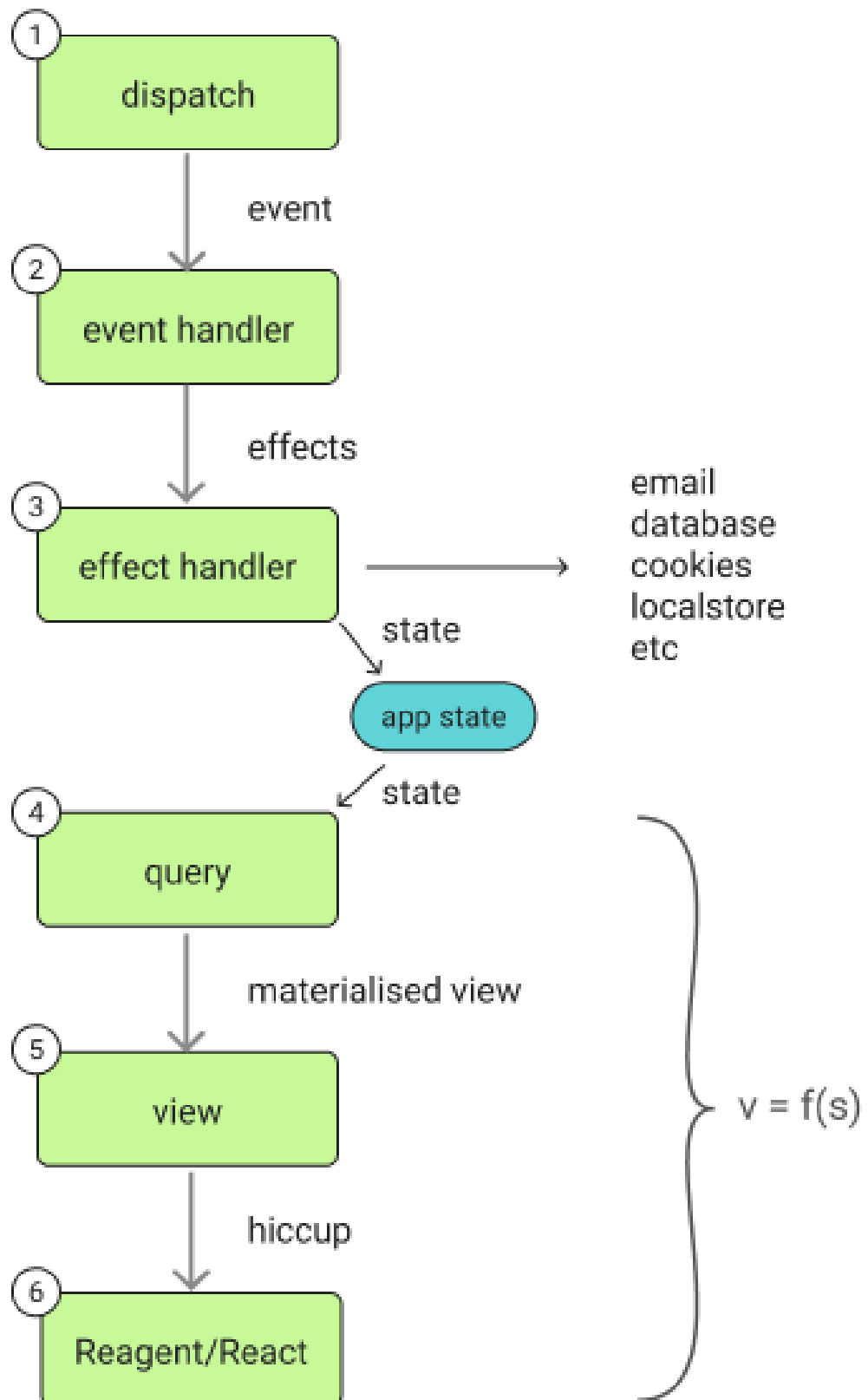
Nach diesen drei Schritten ist der App-Zustand aktualisiert. Die drei folgenden Dominosteine berechnen die Funktion $v = f(z)$. Ein View v ist eine Funktion f des App-Zustands z .

Query Extraktion und Aufbereitung der Daten aus z

View Rendern der Daten aus Query; Verwendung des hiccup-Formats (HTML-DSL)

DOM Die DOM-Knoten des Web-Browsers werden durch Reagent/React aktualisiert.

Zusammenfassung



App-Zustand

- ein globaler Zustand (single source of truth)
- wird von re-frame automatisch angelegt:
(def app-db (reagent/atom {}))
- dient quasi als Hauptspeicherdatenbank
- Alternativen
 - datascript
 - re-posh

Code-Beispiele

- Musterbeispiel: Dozenteneinsatzplanung für die Bachelorstudiengänge der NORDAKADEMIE
- Enstanden zu Beginn der Nullerjahre
- programmiert in Smalltalk
- motivierender Geschäftsfall: Änderung der Semester-Quartal-Zuordnung für ein Manipel

Html-DSL

- In View-Komponenten wird gemäß re-frame-Dokumentation das mit Reagent bereitgestellte hiccup-Format als HTML-DSL verwendet.
- In der Dozenteneinsatzplanung wird überwiegend eine auf hiccup aufbauende DSL benutzt: re-com. Re-com stellt
 - die üblichen Widgets
 - Layout-Komponenten für die Anordnung von Widgets und Layout-Komponenten (horizontale und vertikale Boxen) zur Verfügung.
- Beispiel für eine Schaltfläche:

```
[button
  :class "btn-primary"
  :on-click #(plane-quartal)
  :label "Plane Quartal"]
```



```
<div class="rc-box display-flex rc-button-wrapper display-inline-flex"
  style="flex-flow: inherit; flex: 0 0 auto; align-items: flex-start;">
  <button class="rc-button btn btn-primary" style="flex: 0 0 auto;">
    Plane Quartal</button>
</div>
```

- Layout-Beispiel

```
[v-box
  :children [[box :child "Header"
    [h-box
      :height "100px"
      :children [[box :size "70px" :child "Nav"
        [box :size "1" :child "Content"]]]
      [box :child "Footer"]]]]]
```

resultiert in:

Header	
Nav	Content
Footer	

View-Komponente für Auswahl von Geschäftsjahr und Quartal

Geschäftsjahr:	2020 ▾	Quartal:	2019-4 ▾	Plane Quartal	neues G-Jahr anlegen
----------------	--------	----------	----------	---------------	----------------------

- Die View-Funktion `geschaefjtjahr-quartal-form` rendert in den Zeilen 10 und 11 die Auswahlbox für das aktuelle Geschäftsjahr.
- Wählt der Benutzer ein Geschäftsjahr aus, wird die Handlerfunktion `dispatch` aufgerufen.
- Dadurch wird ein re-frame-Event (**Domino 1**) ausgelöst.
- Jedes Event wird durch ein Vektor beschrieben:
 - Das Keyword `:geschaefjtjahr` benennt das Event.
 - Der Ausdruck `(:key %)` liefert das ausgewählte Geschäftsjahr.

```
(defn geschaefjtjahr-quartal-form
  "Die Auswahlboxen für Geschäftsjahr und Quartal und die Planungsschaltfläche."
  []
  (let [jahre @(rf/subscribe [:jahre])
        quartale @(rf/subscribe [:quartale])
        quartal @(rf/subscribe [:quartal])
        geschaefjtjahr @(rf/subscribe [:geschaefjtjahr])]
    [h-box :class "bg-light border-right" :gap "10px"
      :children
      [(select-box "Geschäftsjahr:" jahre geschaefjtjahr
        #(rf/dispatch [:geschaefjtjahr (:key %)]))
       (select-box "Quartal:" quartale (quartal->string quartal)
        #(rf/dispatch [:quartal (:key %)]))
       [button
        :class "btn-primary"
        :on-click #(plane-quartal)
        :label "Plane Quartal"]
       [button
        :class "btn-primary"
        :on-click #(neues-geschaefjtjahr)
        :label "neues G-Jahr anlegen"] ]]])
```

Der Handler für das Event `:geschaefjtjahr`

- Event-Bezeichner sind Teil der DSL für das programmierte re-frame-System.
- Der folgende Ausdruck registriert den Handler für das Event `:geschaefjtjahr`.
- Das zweite Argument von `rf/reg-event-db` ist der eigentliche Event-Handler (**Domino 2**), hier eine anonyme Funktion.

- Diese Funktion erwartet zwei Argumente:
 - die Datenbank mit dem globalen Zustand der Anwendung
 - einen Vektor, dessen erstes Element hier irrelevant ist und dessen zweites Element das zweite Element des Dispatch-Vektors enthält (hier: das vom Benutzer ausgewählte Geschäftsjahr).
- Der Rumpf des Handlers beschreibt die Änderung der Datenbank:
 - Das Geschäftsjahr wird auf das vom Benutzer selektierte gesetzt.
 - Das Quartal wird auf das erste des Geschäftsjahrs gesetzt.

```
(rf/reg-event-db
 :geschaeftsjahr
 (fn [db [_ item]]
  (assoc db
         :geschaeftsjahr (js/parseInt item)
         :quartal (first (quartale-fuer-jahr item)))))
```

Das Effect-Handling für das Event `:geschaeftsjahr`

- Im Allgemeinen verarbeiten Effect-Handler-Funktionen das Resultat der Event-Handler-Funktion (Domino 2).
- Dieses sieht meistens so aus: `{:db new-db}`, wobei `new-db` die vom Event-Handler berechnete neue Datenbank ist.
- Der Effect-Handler für den Effect `:db` ist in re-frame vordefiniert und setzt die Datenbank auf den neuen Wert (Mutation!). In dem Fall muss der Programmierer für **Domino 3** nichts tun.
- Für andere Effekte können eigene Effect-Handler registriert werden.

Query – View – DOM

- Nachdem der Zustand der Applikation neu berechnet ist, wird ein neues View ermittelt: $v = f(s)$.
- Eine Anwendung enthält in der Regel mehrere View-Funktionen, `geschaeftjahr-quartal-form` ist eine der View-Funktionen der Dozenteneinsatzplanung.
- Jede View-Funktion definiert Queries für die Teile der Datenbank, deren Änderung eine Neuberechnung des Views erfordert.
- Durch den Ausdruck `(rf/subscribe [:geschaeftsjahr])` wird eine Query-Funktion mit der Kennung `:geschaeftsjahr` registriert.

```
(defn geschaeftjahr-quartal-form
  "Die Auswahlboxen für Geschäftsjahr und Quartal und die Planungsschaltfläche."
  []
  (let [jahre @(rf/subscribe [:jahre])
        quartale @(rf/subscribe [:quartale])
        quartal @(rf/subscribe [:quartal])
        geschaeftsjahr @(rf/subscribe [:geschaeftsjahr])]
    [h-box :class "bg-light border-right" :gap "10px"
      :children
      [(select-box "Geschäftsjahr:" jahre geschaeftsjahr
                  #(rf/dispatch [:geschaeftsjahr (:key %)]))]
       (select-box "Quartal:" quartale (quartal->string quartal)
                  #(rf/dispatch [:quartal (:key %)]))]
       [button
        :class "btn-primary"
        :on-click #(plane-quartal)
        :label "Plane Quartal"]
       [button
```

```

      :class "btn-primary"
      :on-click #(neues-geschaefjtjahr)
      :label "neues G-Jahr anlegen"] ])))

```

- Die anonyme Query-Funktion wird mithilfe von `reg-sub` registriert.
- Sie liefert das in der Datenbank gespeicherte aktuelle Geschäftsjahr als Resultat.

```

(rf/reg-sub
 :geschaefjtjahr
 (fn [db _]
  (:geschaefjtjahr db)))

```

- Jede Änderung des Geschäftsjahrs führt zur Ausführung der View-Funktion `geschaefjtjahr-quartal-form` sowie
- aller für `:geschaefjtjahr` registrierten View-Funktionen.
- Die View-Funktionen berechnen das DOM neu, alles Weitere erledigt React.

View-Komponente für die Anzeige der Dozentenauslastung

- Eine weitere für die Kennung `:geschaefjtjahr` registrierte View-Funktion ist `dozentenauslastung`.
- Neben dem `:geschaefjtjahr` ist die Funktion für die Query-Funktionen `:dozenten` und `:lven` (Lehrveranstaltungen) registriert.

```

(defn dozentenauslastung
  "Komponente für die Anzeige der Dozentenauslastung."
  []
  (let [dozenten      @(rf/subscribe [:dozenten])
        geschaefjtjahr @(rf/subscribe [:geschaefjtjahr])
        lven          @(rf/subscribe [:lven])
        -              (aktualisiere-dozentenauslastung lven dozenten geschaefjtjahr)]
    [table-ui
     (doz-auslstngn->table dozenten)
     "Dozentenauslastung"
     [[:Dozent :Q4 :Q1 :Q2 :Q3 :Summe]
      [[:Dozent :Q4 :Q1 :Q2 :Q3 :Summe]
       [[:Dozent false]]
       td-render-fn ]))

```

- Im Rumpf der Funktion werden mithilfe einer weiteren internen DSL die Auslastungsdaten der Dozenten in eine HTML-Tabelle verwandelt.

Modale Dialoge

- benutzt für Pflegedialoge für Manipel, Module, Dozenten ...
- werden aktiviert aus dem Menü am linken Rand

Die Komponente dozenten

Dozenten

Name ▼	Vorname ◆	Stundensoll ◆	insMenue ◆
Duck	Donald	500	ja
Düsentrieb	Daniel	600	ja
Gans	Gustav	600	ja
NN	NN	0	nein

```
(defn dozenten
  "Komponente für die Anzeige und Bearbeitung der Dozenten."
  []
  (let [dozenten @(rf/subscribe [:dozenten])]
    [table-ui
      (dozenten->table dozenten)
      "Dozenten"
      [:Name :Vorname :Stundensoll :insMenue]
      [:Name :Vorname :Stundensoll :insMenue]
      [[:Name false]]
      (partial td-render-fn :Name dozent-form-felder buttons)
    ]))
```

- Alle modalen Dialoge sind nach dem gleichen Muster aufgebaut.

```
(defn dozenten
  "Komponente für die Anzeige und Bearbeitung der Dozenten."
  []
  (let [dozenten @(rf/subscribe [:dozenten])]
    [table-ui
      (dozenten->table dozenten)
      "Dozenten"
      [:Name :Vorname :Stundensoll :insMenue]
      [:Name :Vorname :Stundensoll :insMenue]
      [[:Name false]]
      (partial td-render-fn :Name dozent-form-felder buttons)
    ]))
```

```
;; Subskription der Dozenten aus der app-db
;; Aufruf einer "Hilfskomponente" (benutzt für alle Tabellen)
;; Projektion der Datenstruktur auf Tabellenspalten
;; Tabellenüberschrift
;; Keywords für die Spaltenüberschriften
;; sortierbare Spalten
;; sortierte Spalten
;; partieller Aufruf der Komponente für modalen Dialog
```

- Der Aufruf `(partial td-render-fn :Name dozent-form-felder buttons)` legt fest

- der Klick auf welches Datenfeld den modalen Dialog aktiviert (`:Name`)
- welche Eingabefelder der Dialog bereitstellen soll (`dozent-form-felder`)
- welche Schaltflächen der Dialog bereitstellen soll (`buttons`)
- Zum Beispiel: Ein Klick auf "Duck" öffnet den modalen Dialog **Dozent**

Modaler Dialog Dozent



The image shows a modal dialog box with a yellow background. The title 'Dozent' is at the top left. Below it are four form fields: 'Name' (text input with 'Duck'), 'Vorname' (text input with 'Donald'), 'Stundensoll' (text input with '500'), and 'ins Menü' (checkbox input which is checked). At the bottom of the dialog are three buttons: 'speichern' (blue button), 'entfernen' (white button), and 'schließen' (white button).

Alle modalen Dialoge werden durch dieselbe Komponente erstellt:

```
(defn standard-form
  "Komponente für das Bearbeitungsformular."
  [fields form-data buttons process-cancel]
  (let [form-state (reagent/atom form-data)]
    (fn []
      [border
       :border "1px solid #eee"
       :child
       [v-box
        :padding "10px"
        :style {:background-color "cornsilk"}
        :children (concat (fields form-state)
                          [[line :color "#ddd" :style {:margin "10px 0 10px"}]]
                          [[h-box
                           :gap "12px"
                           :children (conj (buttons form-state)
                                           [button
                                            :label "schließen"
                                            :on-click process-cancel]]]]]]))])
```

Infos aus der re-frame-Dokumentation

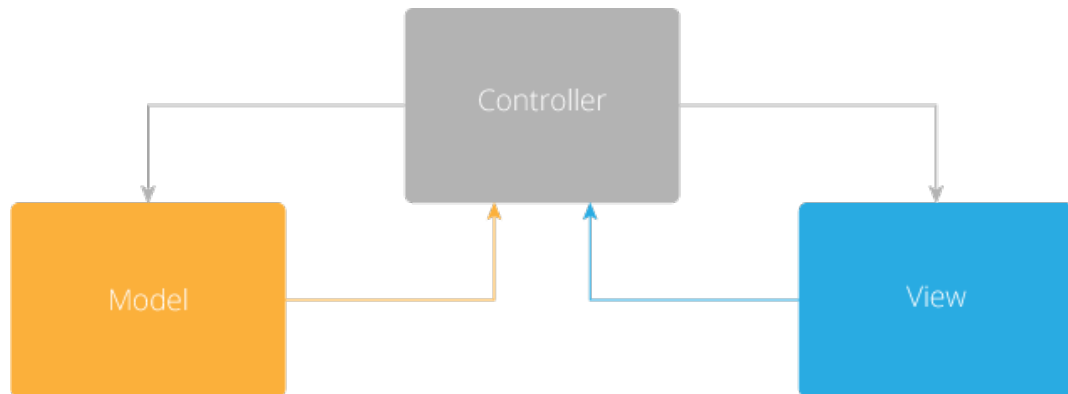
- Infographics
- The Signal Graph

RP vs. MVC

[Fer19]

Model-View-Controller

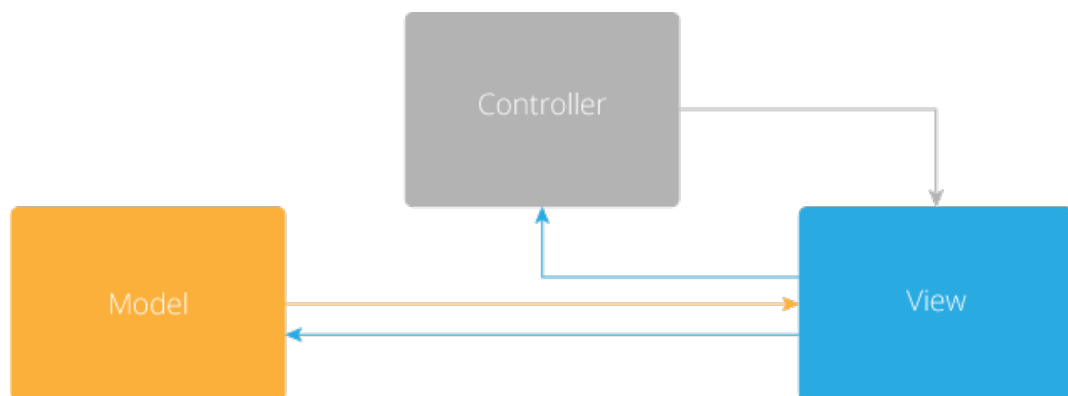
- Datenfluss



- repräsentiert das Single Responsibility Principle
- komplexere Anwendungen (mit intensiver Benutzerinteraktion) überfordern den Controller:
 - Verwaltung des Anwendungszustands
 - Mittler zwischen View und Model

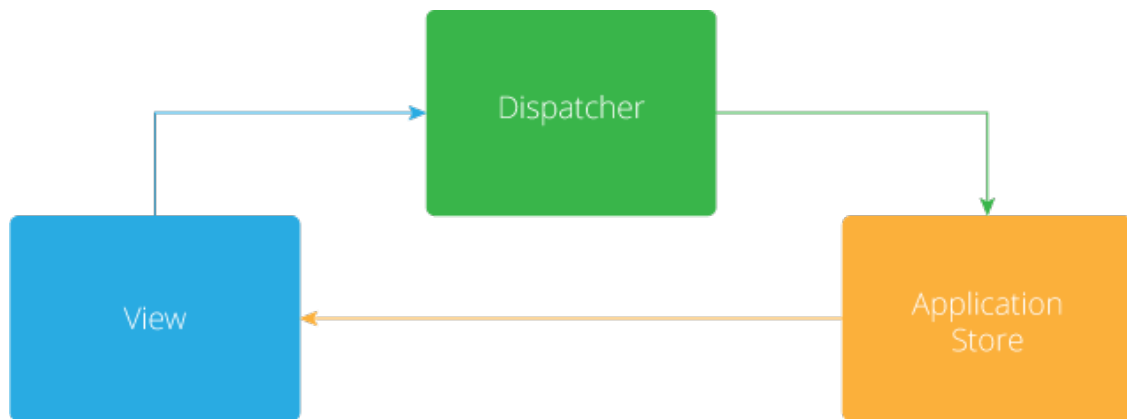
Model-Binding

- Datenfluss



- Anwendungszustand und -daten werden von zwei Quellen manipuliert – unter Umgehung des Controllers
- Vorteil: Controller wird entlastet
- Nachteil: Der aktuelle Zustand ist schwer vorhersagbar

Unidirektionaler Datenfluss



- Änderungen im View löst Aktionen in der Datenkomponente (Application-Store) aus.
- Diese Änderungen haben Rückwirkungen auf die View-Komponente
- Kein direkter Zugriff von View auf die Application-Store
- In React ist der View eine (pure) Funktion der Anwendungsdaten.

Literaturverzeichnis

- [Fel18] Matthias Felleisen. *How to design programs : an introduction to programming and computing*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2018.
- [Fer19] Esdras Portilho Araujo Ferreira. Unidirectional circular dataflow architecture for real-time updates. Master thesis, School of Computing Dublin City University, November 2019.