

Sperrvermerk

Auf Wunsch der Firma Fusonic GmbH, im Auftrag der Viterma Handels GmbH, ist die vorliegende Arbeit bis zum [DATUM] für die öffentliche Nutzung zu sperren.

Veröffentlichung, Vervielfältigung und Einsichtnahme sind ohne ausdrückliche Genehmigung der oben genannten Firma und dem Verfasser nicht gestattet. Der Titel der Arbeit sowie das Kurzreferat/Abstract dürfen jedoch veröffentlicht werden.

Dornbirn, am [Datum]

Unterschrift des Verfassers (Dominic Luidold)

Firmenstempel

[Titel der Arbeit]

[Untertitel der Arbeit]

Bachelorarbeit I
zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science in Engineering (BSc)

Fachhochschule Vorarlberg
Informatik – Software and Information Engineering

Betreut von
Prof. (FH) Dipl. Inform. Thomas Feilhauer

Vorgelegt von
Dominic Luidold
Dornbirn, [Datum]

Widmung

Trotz des Sperrvermerks, an der diese Arbeit gebunden ist, möchte ich es mir nicht nehmen lassen, den Personen einen Dank auszusprechen, die mich bei der Umsetzung und Realisierung meiner Bachelorarbeit I unterstützt haben.

Zu Beginn möchte ich meinen Betreuern Thomas Feilhauer (Fachhochschule Vorarlberg) und Michael Zangerle (Fusonic GmbH) danken, die jederzeit ein offenes Ohr für Fragen, Anliegen und Unklarheiten hatten. Durch ihre fachliche Kompetenz, ihre langjährige Erfahrung sowie ihr Know-how konnte ich vieles lernen, das ich in mein weiteres Berufsleben mitnehmen kann.

Als nächstes möchte ich meiner gesamten Familie danken, denen ich während des Schreibens dieser Arbeit wahrscheinlich mehr als nur einmal auf die Nerven gegangen bin. Nur durch die Tatkräftige Unterstützung mit Snacks, Süßigkeiten und dem besten Zimmerservice der Welt konnte ich so ungestört an der Bachelorarbeit schreiben. Ohne ihr Korrekturlesen wären zudem mehr Tippfehler vorhanden als mir lieb sind und ich auf meine Tastatur schieben kann.

Zu guter Letzt möchte ich meine Arbeit all jenen widmen, die für die Gleichbehandlung und Gleichberechtigung aller kämpfen, sich für eine Sache einsetzen, die größer als sie selbst ist und für die sie teilweise sogar ihr Leben aufs Spiel setzen. Auch 2020 braucht es weltweit immer noch laute Stimmen - Stimmen, die sich nicht unterkriegen lassen.

„The time is always right to do what is right.“

Dr. Martin Luther King Jr.

Kurzreferat

[Deutscher Titel Ihrer Arbeit]

[Text des Kurzreferats]

Abstract

[English Title of your thesis]

[text of the abstract]

Vorwort

Der Verfasser der vorliegenden Arbeit bekennt sich zu einer geschlechtergerechten Sprachverwendung.

Um die Lesbarkeit zu gewährleisten und zugunsten der Textökonomie werden die verwendeten Personen beziehungsweise Personengruppen fix männlich oder weiblich zugeordnet. Zum Beispiel wird immer „die Entwicklerin“ und „der Benutzer“ verwendet. Es wurde besonders darauf geachtet, stereotype Rollenbeschreibungen zu vermeiden. Die insgesamt eventuell dadurch hervorgerufene Irritation bei den Lesenden ist gewünscht und soll dazu beitragen, eine Bewusstheit für die bestehende, Frauen diskriminierende Sprachgewohnheit (generelle Verwendung der männlichen Begriffe für beide Geschlechter) zu wecken beziehungsweise zu stärken.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Abbildungsverzeichnis | 11 |
| Quellcodeverzeichnis | 12 |
| Tabellenverzeichnis | 13 |
| Abkürzungsverzeichnis | 14 |
| 1 Einleitung | 15 |
| 1.1 Arbeitgeber Fusonic GmbH | 15 |
| 1.2 Nutzung & Umfeld des „Better Life System“ | 16 |
| 1.3 Problemstellung | 17 |
| 1.4 Anforderungen | 19 |
| 1.5 Zielsetzung | 19 |
| 2 Stand der Technik | 20 |
| 2.1 Aufbau des Backends | 20 |
| 2.2 Gängige Schichtenarchitektur | 21 |
| 2.2.1 Empfohlener Ansatz | 21 |
| 2.2.2 Funktionsweise | 23 |
| 2.3 CQRS Pattern | 24 |
| 2.3.1 Grundlagen von CQRS | 24 |
| 2.3.2 Funktionsweise von CQRS | 25 |
| 2.4 Vergleich Schichtenarchitektur und CQRS | 26 |
| 2.4.1 Vorteile von CQRS | 27 |
| 2.4.2 Nachteile von CQRS | 27 |
| Literaturverzeichnis | 29 |

| | |
|---------------------------|----|
| [evtl. Anhang] | 30 |
| Eidesstattliche Erklärung | 31 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|-----|---|----|
| 1.1 | Teilausschnitt der BLS-Ordnerstruktur | 18 |
| 2.1 | Aufbau einer gängigen Schichtenarchitektur | 23 |
| 2.2 | Schematischer Aufbau eines auf CQRS basierenden Systems . . | 26 |

Quellcodeverzeichnis

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Von Symfony empfohlener Projekt Aufbau | 22 |
|---|--|----|

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

BLS Better Life System

CI Continuous Integration

CD Continuous Deployment

CQS Command Query Separation

CQRS Command Query Responsibility Segregation

CRUD Create, Read, Update, Delete

DTO Data Transfer Object

IDE Integrierte Entwicklungsumgebung

LTS Long Term Support

MVC Model View Controller

1 Einleitung

Diese Bachelorarbeit verfolgt das Ziel, einen Einblick in die Implementierung und Erweiterung des bereits bestehenden Backend-Systems des „Better Life System“ (kurz „BLS“) der Viterma Handels GmbH mit dem sogenannten „CQRS“-Pattern zu geben.

Das Better Life System - welches von Fusonic GmbH entwickelt wird und mittels einer Weboberfläche und gängigen Webbrowsern bedient werden kann - ermöglicht es Endkunden, mithilfe einer Handelsvertreterin der Firma Viterma (beziehungsweise mit einer Vertreterin eines ihrer Franchise-Partner) ein Badezimmer anhand der jeweiligen Bedürfnisse auszusuchen und zu konfigurieren, um sich schlussendlich ein entsprechendes Angebot dafür erstellen zu lassen.

1.1 Arbeitgeber Fusonic GmbH

Die Fusonic GmbH hat ihren Firmensitz in Götzis, Vorarlberg, und besteht aus einem Team von aktuell mehr als 25 Angestellten, Softwareentwicklerinnen und Projektleiterinnen. Diese sind aufgeteilt in diverse kleinere Teams, die intern unter anderem „Duck-Team“ beziehungsweise „Parrot-Team“ genannt werden. Die Teams arbeiten dabei an jeweils eigenständigen Projekten und setzen diverse Technologien ein. Zu den verwendeten Technologien gehören unter anderem C# mit .NET, PHP mit Symfony und JavaScript/TypeScript mit Angular (vgl. Fusonic GmbH 2020, "Übersicht aller Technologien"). Während es regelmäßigen Austausch unter den Teams gibt, besteht jedes aus Frontend- sowie Backend-Entwicklern, da die meisten Projekte - aufgrund der zugrundeliegenden Anwendungsfälle - aus einem Web-Frontend sowie serverseitigen Backend bestehen.

1.2 Nutzung & Umfeld des „Better Life System“

Die Hauptaufgabe des Better Life System liegt darin, als computergestütztes und plattformunabhängiges Tool, Vertreterinnen rund um die Viterma Handels GmbH bei der Konfiguration und Zusammenstellung eines Badezimmers - zusammen mit dem Endkunden (meist Haus- beziehungsweise Wohnungsbesitzer oder Hotels) - zu unterstützen und diesen Vorgang zu erleichtern. Das BLS wird des Weiteren dazu verwendet, aktuelle und abgeschlossene Angebote zu verwalten, Produkte, Produktinformationen und dazugehörige Preisaufschläge zu pflegen und Kundendaten abzulegen. Zudem dient es als Kontrollinstanz für in Auftrag gegebene Sanierungen, um sicherzustellen, dass alle benötigten Materialien und Teile in entsprechenden Mengen vorhanden und kompatibel sind.

Die Nutzung des BLS findet zu großen Teilen auf mobilen Rechnern beziehungsweise Laptops statt, die während der Beratung und Betreuung von Kunden zum Einsatz kommen. Da nicht immer gewährleistet werden kann, dass eine aufrechte Internetverbindung besteht, ist die Offline-Fähigkeit bei gleichbleibender Nutzung im Webbrowser ein wichtiger Bestandteil des Web-Frontends.

Aufgrund der Anforderungen der Viterma Handels GmbH, dass das Better Life System offline ebenso wie online verwendet werden kann, basiert das Frontend auf dem TypeScript Web-Framework Angular¹, welches solch eine Funktionalität ohne eine Installation oder zusätzliche Voraussetzungen am Endgerät unterstützt. Im Gegensatz zu weniger komplex gehaltenen Frontends - die primär Daten darstellen, die vom Backend eingehen - ist dieses beim BLS für einen Großteil der Ablauflogik, Berechnung von Preisen und Generierung von diversen PDFs zuständig. Das Frontend wird, da der Fokus dieser Arbeit auf der Entwicklung im Backend der Anwendung liegt, in weiterer Folge jedoch nicht genauer beleuchtet und als gegeben angenommen. Es kann davon ausgegangen werden, dass eingehende Anfragen an das Backend aus Benutzereingaben beziehungsweise zeitlich gesteuerten Events resultieren.

¹Angular (<https://angular.io>)

Das Backend, welches alle API-Anfragen bearbeitet und als Schnittstelle zur Datenbank dient, ist in der Programmiersprache PHP geschrieben und verwendet das Framework Symfony² sowie diverse „Bundles“, die darauf aufbauen. Ein detaillierterer Überblick über den Aufbau, bisher angewandte Konzepte sowie technische Begebenheiten werden in Kapitel 2 ab Seite 20 behandelt.

Während die Nutzung des Better Life System auf allen Plattformen - die einen modernen Webbrowser anbieten - möglich ist, findet die Entwicklung primär auf der Linux-Distribution Ubuntu statt. Der Grund für diese Betriebssystemwahl ist damit zu erklären, dass sowohl die lokale Entwicklung als auch die Continuous Integration Umgebung (genutzt für automatisierte Tests) und das Continuous Deployment mittels Docker³ Containern stattfindet. Für die Entwicklung im Backend-Bereich der Anwendung wird die IDE PhpStorm verwendet, während im Frontend auf Visual Studio Code gesetzt wird.

1.3 Problemstellung

Die Entwicklung des BLS hat im Frühjahr 2017 begonnen und die Anwendung ist seit dem stetig weiterentwickelt worden. Über die Zeit haben sich entsprechend sowohl die Anforderungen und Wünsche des Kunden als auch die technischen Begebenheiten, Best Practices und Möglichkeiten verändert.

Die bisher bei der Umsetzung des Projekts verwendete Struktur sowie der Aufbau wurde stark an die empfohlene Herangehensweise von Symfony angelehnt und die Code-Basis entsprechend darauf ausgelegt (siehe dazu Symfony 2020, „Use the Default Directory Structure“). Durch wachsende Anforderungen und entsprechend benötigten Programmcode, der diese erfüllt, hat sich jedoch ein komplexes System ergeben, dessen *Controller*, *Entities*, *Manager (Services)* und *Data Transfer Objects (DTOs)* auf viele Verzeichnisse und Unterverzeichnisse verteilt sind. Die Abbildung 1.1 auf Seite 18 zeigt einen Ausschnitt von Ordnern die im Projekt vorkommen und jeweils alle Klassen ihrer Art beinhalten (im Verzeichnis „Controller“ befinden sich, um ein Beispiel zu nennen, alle Controller des Projekts).

²Symfony (<https://symfony.com>)

³Docker (<https://docker.com>)

| | |
|------------------|------------|
| Command | Import |
| Controller | Manager |
| DataFixtures/ORM | Migrations |
| Doctrine/Type | Model |
| Dto | Repository |
| Entity | Security |
| Event | Task |
| EventListener | Utility |
| Exception | Validation |

Abbildung 1.1: Teilausschnitt der BLS-Ordnerstruktur

Durch die bisher gewählte Herangehensweise und den entsprechenden Aufbau hat sich jedoch ergeben, dass eine logische Gruppierung beziehungsweise Kapselung von zusammengehörenden Klassen, Controllern, Managern etc. eines API Endpunkts nur schwer möglich ist. Das hat zur Folge, dass das System an manchen Stellen sehr komplex aufgebaut ist und externe Personen eine gewisse Zeit brauchen, um sich mit internen Abläufen vertraut machen zu können. Neben der Verständlichkeit ist dadurch in weiterer Folge auch die Wartbarkeit und einfache Erweiterbarkeit im Falle von neuen Funktionalitäten nicht im vollen Ausmaß gegeben. Das Testen einzelner Bestandteile mittels sogenannter *Unit Tests* findet im Moment nur an wenigen Stellen statt. Primär wird beim Better Life System auf *Integration Tests* gesetzt, die im Problemfall jedoch nur grundsätzlich darauf hindeuten können, wo ein Fehler aufgetreten ist.

Da sich die Anforderungen an das Backend auch in Zukunft noch weiterentwickeln können und eine Skalierung der Infrastruktur beziehungsweise Abspaltung einzelner Teile (in sogenannte Microservices) nicht ausgeschlossen werden kann, bedarf es Möglichkeiten, dies möglichst effektiv und ohne großen, zusätzlichen Aufwand umsetzen zu können. Die von Symfony empfohlene Herangehensweise kann dies dabei nur bedingt unterstützen, was auch in diesem Fall einen limitierenden Faktor darstellt.

1.4 Anforderungen

Die in Abschnitt 1.3 angeführten Umstände und den daraus resultierenden Herangehensweisen, die nicht mehr in vollem Maße zufriedenstellend sind, führen zu neuen Anforderungen an das Better Life System. Diese sollen entsprechend umgesetzt werden, um ein zukunftsicheres Backend für die gesamte Anwendung garantieren zu können und die Entwicklung neuer sowie bestehender Funktionalitäten zu erleichtern und zu vereinheitlichen.

Zum Start des Berufspraktikums Anfang Juli 2020 stand bereits fest, dass in weiterer Folge das CQRS-Pattern (was für *Command Query Responsibility Segregation* steht) zum Einsatz kommen wird. Andere Projekte der Fusonic GmbH, die primär auf C# und .NET basieren, haben bereits gute Erfahrungen damit gemacht und gehen deshalb davon aus, dass der Einsatz des Patterns die Qualität der bestehenden Code-Basis verbessern wird.

Die Anforderungen, die im Zuge des Berufspraktikums und folglich dieser Bachelorarbeit zu erfüllen sind, bestehen darin, das aktuell bestehende System, neben dem „Tagesgeschäft“ (sprich Bugfixes, Feature Requests etc.), laufend umzustellen und neue Funktionalitäten entsprechend mit der neuen Struktur und dem Pattern umzusetzen.

1.5 Zielsetzung

Die in den Abschnitten 1.3 und 1.4 angeführten Punkte ergeben folgende Ziele, die im Verlauf des Berufspraktikums - so weit wie möglich - umzusetzen sind.

Als Ziele einzustufen sind:

- Vorbereitung der bestehenden Infrastruktur auf CQRS in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der Fusonic GmbH
- Umstellung der bestehenden API Endpunkte auf CQRS bei Beibehaltung von möglichst viel Programmlogik
- Umsetzung neuer Funktionalitäten mittels CQRS
- Abwickeln des Tagesgeschäfts

2 Stand der Technik

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über den aktuellen Stand des Backends des Better Life System, dessen technischem Aufbau und dem zugrundeliegenden Konzept. Anschließend wird die von Symfony vorgeschlagene Architektur beleuchtet und auf das zukünftig eingesetzte CQRS-Pattern eingegangen. Am Ende des Kapitels werden die gängige Schichtenarchitektur und CQRS gegenübergestellt und Vor- sowie Nachteile aufgezeigt.

2.1 Aufbau des Backends

Das Backend des BLS basiert auf der Programmiersprache PHP und setzt hierbei auf die zum aktuellen Zeitpunkt (Stand August 2020) neueste Version *PHP* 7.4. Zur Verwaltung benötigter Abhängigkeiten kommt das Paketverwaltungssystem Composer¹ zum Einsatz, welches alle benötigten Symfony Bundles und anderweitige Packages - sowohl im Produktivsystem als auch während der Entwicklung - zur lokalen Installation sowie Nutzung zur Verfügung stellt.

Als Grundgerüst für das Backend dient das PHP-Framework Symfony in der LTS-Version 4.4, wobei zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit Vorbereitungen für einen Umstieg auf Version 5.x getroffen werden. Das Backend dient als Schnittstelle zwischen dem Angular-Frontend und einem Datenspeicher, wobei hierfür eine relationale Datenbank auf Basis von MySQL eingesetzt wird. Um von Symfony aus auf die Datenbank zugreifen zu können, wird Doctrine² eingesetzt, welches ein objektrelationales Mapping vornimmt und in der Anwendung zur Verfügung stellt.

¹Composer (<https://getcomposer.org>)

²Doctrine (<https://www.doctrine-project.org>)

Der grundsätzliche Aufbau des Symfony Backends entspricht aktuell der empfohlenen Vorgehensweise laut Symfony Dokumentation und wird im nachfolgenden Abschnitt 2.2 erläutert.

2.2 Gängige Schichtenarchitektur

Symfony ist ein Webframework, welches aus vielen verschiedenen Komponenten und Bundles besteht, die alle unabhängig voneinander entwickelt werden. In Summe ergeben diese die Grundlage für eine Webapplikation auf Basis von PHP und werden auch von anderen Frameworks verwendet (beispielsweise Laravel³, welches auf diversen Symfony-Komponenten basiert). Symfony orientiert sich dabei an der weit verbreiteten *Model View Controller* Architektur (kurz *MVC*) und bietet mittels flexiblem URI Routing, Session beziehungsweise Security Management und Logging unterstützende Funktionalitäten. (Vgl. Tutorials Point (I) Pvt. Ltd. 2020b)

2.2.1 Empfohlener Ansatz

Symfony selbst gibt in der eigenen Dokumentation keine verpflichtenden Vorgaben an, wie genau man eine Applikation beziehungsweise Anwendung umsetzen soll. (Vgl. Symfony 2020) Der Quellcode 1 auf Seite 22 zeigt den empfohlenen Aufbau einer Anwendung, bei der man die Anlehnung an das MVC-Pattern jedoch gut erkennen kann:

- **Model:** Dem Model entsprechen die im *Entity*-Verzeichnis abgelegten Klassen. Diese beinhalten das objektrelationale Mapping und können zusätzliche, domänenspezifische Funktionalitäten zur Verfügung stellen. Die Klassen, die im *Repository*-Verzeichnis zu finden sind, stellen den Zugriff auf die Datenbank her und befüllen die Entities beziehungsweise Models mit Daten. (Vgl. Tutorials Point (I) Pvt. Ltd. 2020a)
- **View:** Im Falle der hier angenommenen Standardstruktur, wird der View-Teil mittels der Template Engine *Twig* im gleichnamigen Verzeichnis ab-

³Laravel (<https://laravel.com>)

gehandelt. Im Falle des BLS ist dies mittels Data Transfer Objects gelöst, die bei den jeweiligen API Endpunkten als serialisierte JSON-Response zurückgegeben werden. (Vgl. Tutorials Point (I) Pvt. Ltd. 2020a)

- **Controller:** Die von der Namensgebung her am leichtesten zu erkennende Ähnlichkeit stellt das *Controller*-Verzeichnis dar. Die darin vorhandenen Klassen werden verwendet, um eingehende Requests zu mappen. Diese Controller-Klassen sollten jedoch nur wenige Zeilen Code beinhalten, um Berechtigungen zu überprüfen sowie die Response zu erstellen. Die tatsächliche Businesslogik wird in separate Klassen aufgeteilt, die vom Controller aufgerufen werden, um diese möglichst zu entkoppeln. (Vgl. Symfony 2020) Beim BLS liegt die Anwendungslogik beispielsweise in einem *Manager*-Verzeichnis.

```
1 project/
2   bin/
3     console
4   config/
5     packages/
6     services.yaml
7   public/
8     build/
9     index.php
10  src/
11    Command/
12    Controller/
13    DataFixtures/
14    Entity/
15    EventSubscriber/
16    Form/
17    Migrations/
18    Repository/
19    Security/
20    Twig/
21  tests/
22  var/
23    cache/
24    log/
25  vendor/
```

Quellcode 1: Von Symfony empfohlener Projektaufbau. Quelle: Symfony 2020

2.2.2 Funktionsweise

Die Funktionsweise der von Symfony vorgeschlagenen Architektur kann, unter Bezugnahme auf die in Abschnitt 2.2.1 beschriebenen Prinzipien, mithilfe der Abbildung 2.1 genauer beleuchtet werden.

Im Zuge der Entwicklung einer Webapplikation mit entsprechendem Backend oder einer API wird oftmals auf CRUD beziehungsweise einen CRUD-ähnlichen Aufbau gesetzt. Die Nutzung eines einzelnen Models, dem jeweiligen DTO (sofern vorhanden) sowie der dazugehörigen Businesslogik ist dabei ein einfacher Weg, um schnell und anfangs unkompliziert Funktionalitäten für die CRUD Anwendungsfälle umsetzen zu können. Auch bei weiterführenden Nutzungsfällen, bei denen beispielsweise mehrere Models zusammengeführt und entsprechend validiert werden müssen, wird die bestehende Logik herangezogen und keine spezifische Auftrennung von ausgeführten Aktionen vorgenommen. Dadurch entsteht jedoch eine Vermischung von lesenden und schreibenden Zugriffen in der Anwendungslogik sowie der Funktionalitäten der entsprechenden Models. (Vgl. Fowler 2011) Die Abbildung 2.1 stellt diesen Umstand anschaulich im hellgrau hinterlegten Rechteck „Application“ dar:

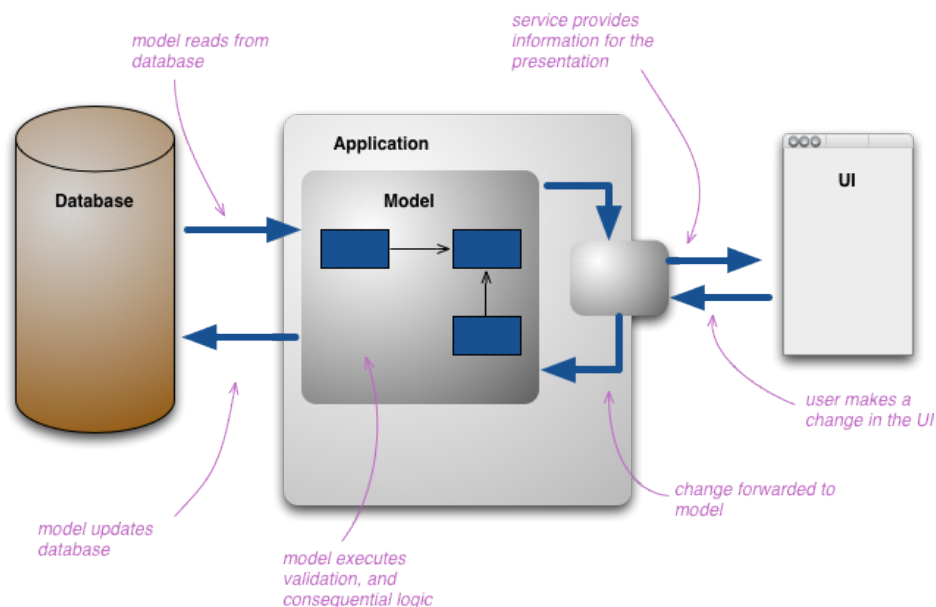


Abbildung 2.1: Aufbau einer gängigen Schichtenarchitektur.
Quelle: Fowler 2011

2.3 CQRS Pattern

Das Command Query Responsibility Segregation Pattern (nachfolgend CQRS genannt) soll als Grundlage für die zukünftige Struktur des Better Life System dienen. Die Entscheidung für den Wechsel auf dieses Pattern beziehungsweise die zugrundeliegende Architektur basiert primär auf Erfahrungswerten, die Fusonic GmbH bei anderen Projekten sammeln konnte. Der Einsatz dieses Patterns soll die im Kapitel 1 angesprochenen Problemstellungen in Angriff nehmen und die Komplexität, Verständlichkeit, Testbarkeit und Erweiterbarkeit des Systems langfristig verbessern.

Die bisherigen Erfahrungen, die Fusonic mit dieser Herangehensweise gemacht hat, basieren auf C# und .NET Core Projekten. Ein entsprechender Einsatz mit der Programmiersprache PHP und dem Framework Symfony wurde bisher nur konzeptionell durchgeplant und findet damit erstmalig Einzug in ein Kundenprojekt.

2.3.1 Grundlagen von CQRS

Um über das CQRS-Pattern sprechen zu können, werden einige grundlegende Begrifflichkeiten sowie Konzepte benötigt, die im weiteren Verlauf dessen Ursprung definieren und Verständnis schaffen sollen.

CQRS, beziehungsweise die Terme *Command* und *Query*, beziehen sich auf das Prinzip der *Command Query Separation* (kurz *CQS*). (Vgl. Young 2010) CQS definiert auf der einen Seite lesende und auf der anderen Seite schreibende Aktionen in einem System, die voneinander getrennt sind und unterschiedlich agieren sowie verschiedene Resultate als Folge haben:

- Lesende Aktionen, sogenannte **Queries**, greifen auf Daten in einem System zu und liefern diese bei einem Aufruf als Ergebnis zurück. Durch das Ausführen der Aktion wird der Zustand eines Objekts oder des Systems im Ganzen nicht verändert. (Vgl. Fowler 2005)
- Schreibende Aktionen, sogenannte **Commands**, verändern Daten in einem System, führen jedoch zu keinem Rückgabewert. Durch das Aus-

führen der Aktion wird der Zustand eines Objekts oder des Systems im Ganzen bleibend verändert. (Vgl. Fowler 2005)

Fowler beschreibt den Vorteil dieser Aufteilung damit, dass Methoden, die den Zustand eines Objekts oder Systems verändern, von denen logisch getrennt werden können, die nur lesend darauf zugreifen. Queries können dadurch „gefahrlos“ und in beliebiger Reihenfolge an jeder Stelle in einer Anwendung eingesetzt werden, während dies bei Commands nicht gegeben ist. (Vgl. Fowler 2005)

2.3.2 Funktionsweise von CQRS

Die Funktionsweise des CQRS Konzepts basiert, wie im Abschnitt 2.3.1 beschrieben, auf dem Einsatz von Commands und Queries. Durch deren Einsatz wird eine effektive Aufteilung in zwei separate und optimalerweise unabhängige Modelle erzielt, wodurch zum einen ein Fokus auf die jeweilige Verantwortlichkeit des Modells gelegt werden kann und zum anderen die übermäßige Optimierung hin zu einer Datenbank wegfällt. Dadurch rückt die Anwendungsbeziehungsweise Businesslogik deutlich mehr in den Vordergrund und kann entsprechend besser ausgebaut und getestet werden. (Vgl. Heimeshoff und Jander 2013)

Anhand der Abbildung 2.2 auf Seite 26 wird verdeutlicht, wie der Ablauf in einem auf CQRS basierenden System abläuft:

Ändern von Daten: Eine vom Benutzer ausgelöste Änderung der Daten (im Falle des BLS durch eine Aktion im Angular-Frontend) führt dazu, dass diese an ein Command Model weitergeleitet werden. Das Model beinhaltet die Daten, die abgeändert und persistiert werden sollen und stellt diese gegebenenfalls einem Domänenmodell mit entsprechenden Funktionalitäten - auf Basis des Domain-Driven Designs - zur Verfügung (vgl. Heimeshoff und Jander 2013). Das Command Model, dass die Integrität der eingehenden Daten sichergestellt hat, wird abschließend in der Datenbank persistiert, womit die Aktion somit - im Regelfall ohne Rückgabewert - abgeschlossen wird. (Vgl. Fowler 2011)

Abfragen von Daten: Ein Abfragen der Daten (ebenfalls durch das Frontend ausgelöst) führt dazu, dass diese von der Datenbank geladen und mittels

des Query Models (in manchen Fällen auch mehrerer) im entsprechenden Format serialisiert werden. Die Aktion wird damit abgeschlossen, dass die Daten nach außen als Rückgabewert(e) zurückgegeben oder dargestellt werden. (Vgl. Fowler 2011)

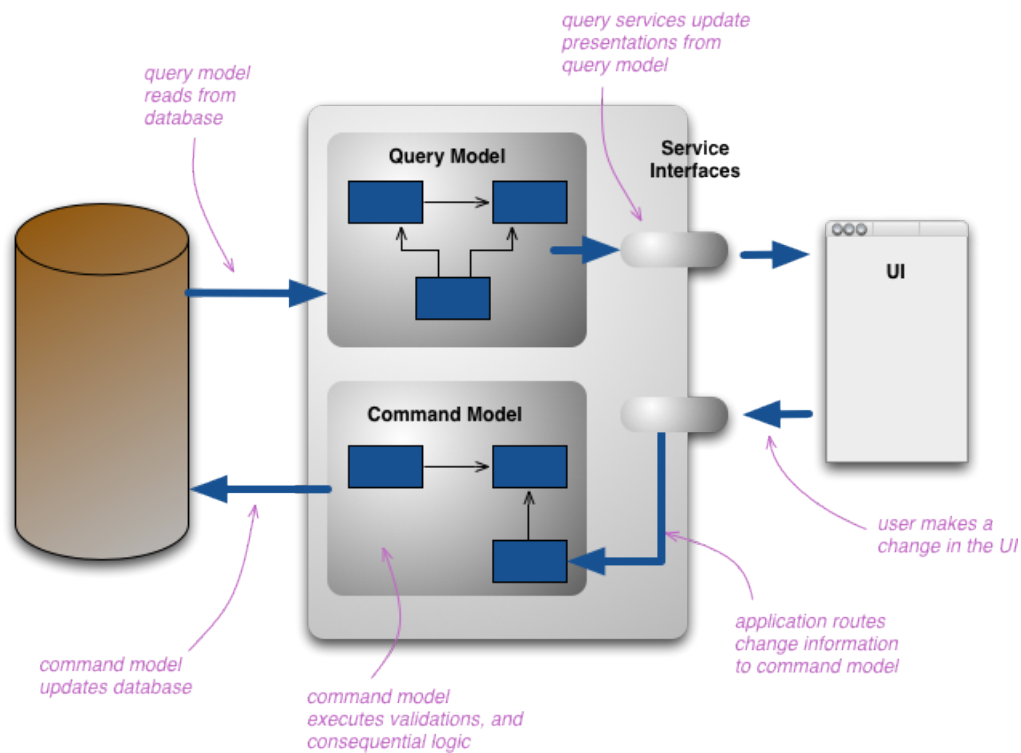


Abbildung 2.2: Schematischer Aufbau eines auf CQRS basierenden Systems.
Quelle: Fowler 2011

2.4 Vergleich Schichtenarchitektur und CQRS

Mit Blick auf die Abschnitte 2.2 sowie 2.3, die einen Einblick in die von Symfony vorgeschlagene Architektur und das CQRS Pattern geben, werden nachfolgend auf die Vor- beziehungsweise Nachteile der beiden Herangehensweisen eingegangen.

2.4.1 Vorteile von CQRS

Die Vorteile von CQRS - im Vergleich zu einer gängigen Schichtenarchitektur beziehungsweise der Herangehensweise von Symphony - bauen im ersten Schritt darauf auf, dass komplexe und umfassende Domänen (und die dazugehörigen Prozesse) durch die Verwendung des Patterns gut aufgeteilt werden können. Das Verwenden von *Commands* und *Queries* ermöglicht eine einfache Handhabung der Code-Basis, indem die Wartbarkeit und Erweiterbarkeit verbessert wird. Darüber hinaus kann die Performanz des gesamten Systems durch die Aufteilung der Aktionen in lesende und schreibende Zugriffe verbessert werden und bietet die Möglichkeit, spezifische Anpassungen je Modell vorzunehmen. (Vgl. Ingeno 2018, Seite 240)

Die Aufteilung in unabhängige Commands und Queries bietet zudem den Vorteil, dass Applikationen mit einem hohen Performanzanspruch besser eingeteilt und skaliert werden können. Anhand des jeweiligen Anwendungsfalls kann die Last von lesenden und schreibenden Zugriffen unabhängig voneinander getrennt und, sofern notwendig, auch auf mehrere Datenbanksysteme verteilt werden. (Vgl. Fowler 2011)

Sicherheit, beziehungsweise der besser passende, englische Begriff *Security*, ist ein wichtiger Bestandteil moderner (Web-)Anwendungen. Durch CQRS ist es möglich, den Zugriff und das Bearbeiten von Daten genauer einzugrenzen und nur berechtigten Klassen schreibende Aktionen zu erlauben. Dieser Umstand lässt sich im weiteren Verlauf zudem einfacher testen, was bedeutet, dass ungewollte Sicherheitslücken beziehungsweise das Preisgeben von Daten minimiert werden kann. (Vgl. Ingeno 2018, Seite 240)

2.4.2 Nachteile von CQRS

Neben den Vorteilen, die CQRS mit sich bringt, gibt es jedoch auch Nachteile gegenüber einem Aufbau, der ohne spezifische Auftrennung der Aktionen auskommt (siehe dazu Abschnitt 2.2.2 auf Seite 23).

Für Anwendungen oder APIs, die lediglich einfache *Create*, *Read*, *Update* und *Delete* Funktionalitäten benötigen, stellt die Implementierung von CQRS einen Mehraufwand dar, der womöglich nicht gerechtfertigt ist. Das Pattern bringt

zwar die in Abschnitt 2.4.1 genannten Vorteile mit sich, die Komplexität des Systems steigt dadurch aber gleichzeitig an und eignet sich daher nicht für alle Anwendungsfälle, oder zumindest nicht für eine Implementierung im gesamten System. (Vgl. Ingeno 2018, Seite 241)

Der Vorteil der Auftrennung in Commands und Queries und damit einhergehenden getrennten Datenbanken führt zu einer weiteren Herausforderung, da sichergestellt werden muss, dass diese untereinander konsistent gehalten werden, um nicht unbeabsichtigt mit veralteten Daten zu arbeiten. (Vgl. Ingeno 2018, Seite 241)

Heimeshoff und Jander beschreiben weiters den Umstand, dass der Planungs- und Konzeptionsaufwand durch den Einsatz von CQRS bei kleineren Anwendungen nicht direkt im Verhältnis zur Implementierung steht. Die Verlagerung des Fokus muss jedoch nicht unbedingt als ein direkter Nachteil gesehen werden, darf laut ihnen dabei aber nicht außer Acht gelassen werden. (Vgl. Heimeshoff und Jander 2013)

Auch Fowler rät von einem unbedachten Einsatz des Patterns ab und betont, dass viele Nutzungsfälle auch mit einem typischen Ansatz ohne Trennung auskommen. (Vgl. Fowler 2011)

Literatur

- Fowler, Martin (5. Dez. 2005). *CommandQuerySeparation*. martinowler.com. URL: <https://martinfowler.com/bliki/CommandQuerySeparation.html> (besucht am 11.08.2020).
- (14. Juli 2011). *CQRS*. martinowler.com. URL: <https://martinfowler.com/bliki/CQRS.html> (besucht am 10.08.2020).
- Fusonic GmbH (2020). *Web, Mobile, Desktop-Anwendungen*. Fusonic, Vorarlberg. URL: <https://www.fusonic.net/de/leistungen/> (besucht am 04.08.2020).
- Heimeshoff, Marco und Philip Jander (5. Feb. 2013). *CQRS – neues Architekturprinzip zur Trennung von Befehlen und Abfragen*. Developer. URL: <https://www.heise.de/developer/artikel/CQRS-neues-Architekturprinzip-zur-Trennung-von-Befehlen-und-Abfragen-1797489.html?seite=all> (besucht am 10.08.2020).
- Ingeno, Joseph (30. Aug. 2018). *Software Architect's Handbook: Become a successful software architect by implementing effective architecture concepts*. Birmingham: Packt Publishing. 594 S. ISBN: 978-1-78862-406-0.
- Symfony (2020). *The Symfony Framework Best Practices (Symfony Best Practices)*. Library Catalog: symfony.com. URL: https://symfony.com/doc/current/best_practices.html (besucht am 06.08.2020).
- Tutorials Point (I) Pvt. Ltd. (2020a). *Symfony - Architecture*. URL: https://www.tutorialspoint.com/symfony/symfony_architecture.htm (besucht am 07.08.2020).
- (2020b). *Symfony - Introduction*. URL: https://www.tutorialspoint.com/symfony/symfony_introduction.htm (besucht am 07.08.2020).
- Young, Greg (6. Nov. 2010). *CQRS Introduction*. CQRS. URL: <https://cqrs.wordpress.com/documents/cqrs-introduction/> (besucht am 09.08.2020).

[evtl. Anhang]

Formatvorlage für den Fließtext.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit I selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Dornbirn, am [Datum]

Dominic Luidold