

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor

Technische Hochschule Wildau
Fachbereich Wirtschaft, Informatik, Recht
Studiengang Wirtschaftsinformatik (B. Sc.)

Thema (Deutsch)

Die Umstellung von einer monolithischen Architektur auf eine Microservice-Architektur
am Beispiel von PluraPolit

Thema (Englisch)

The conversion from a monolithic architecture to a microservice architecture
using the example of the startup PluraPolit

Autor Edgar Muss

Matrikelnummer 50033021

Seminargruppe I1/16

Betreuer Prof. Dr. Christian Müller

Zweitgutachter Prof. Dr. Mike Steglich

Eingereicht am 14.07.2020

Abstract

Mit wachsender Codebase erhöht sich der Aufwand, der notwendig ist, um neue Funktionen zu entwickeln und zu implementieren. Dies liegt besonders daran, dass sich im Laufe der Entwicklung viele Abhängigkeiten zwischen Klassen und Methoden entwickelt haben, die eine schnelle Weiterentwicklung hemmen. Um dem entgegen zu wirken, hat PluraPolit beschlossen, die aktuelle monolithische Softwarearchitektur in eine Microservice-Architektur umzustellen.

Das Ziel dieser Abhandlung ist es, für PluraPolit die Bedingungen zu ermitteln, die für eine mögliche Umstellung erforderlich sind und eine klare Beurteilung für das Vorhaben abzugeben.

Um dies herauszufinden, wurden Bedingungen aus einer Literaturrecherche erstellt und Leitfadeninterviews mit Experten durchgeführt. Dabei wurden die Fragen für die Interviews aus den Bedingungen abgeleitet. Die Befragten wurden aufgrund ihrer jahrelangen Erfahrung im Bereich der Microservice-Architektur und Start-up-Branche ausgewählt.

Die Ergebnisse zeigten, dass vor der Umstellung folgende Bedingungen erfüllt sein müssen:

1. Die Umstellung ist für ein Start-up lukrativ
2. Das System weist eine gewisse Komplexität auf
3. Die Geschäftsabläufe lassen sich voneinander trennen
4. Es ist möglich, die Verantwortung für ein Geschäftsprozess an ein eigenständiges Team zu geben
5. Die Services können untereinander über Schnittstellen kommunizieren
6. Das Netzwerk ermöglicht die Kommunikation zwischen Services
7. Das Netzwerk ist vor Zugriffen von Ungefugten gesichert

Als wichtigste Bedingung stellte sich die Bewertung der Profitabilität heraus, welche vom zu erwartenden Mehrwert und den notwendigen Kosten abhängt.

Da für PluraPolit keine nachvollziehbaren Vorteile aus einer Umstellung erkannt werden, während Kosten durch weitere Schulungen oder externe Fachkräfte absehbar sind, ist eine Umstellung für PluraPolit zum aktuellen Zeitpunkt nicht zu empfehlen.

Abstract (Englisch)

As the codebase grows, the effort required to develop and implement new functions increases. This is especially due to the fact that during development many dependencies between classes and methods have evolved. To counter this, PluraPolit has decided to convert the current monolithic architecture into a microservice architecture.

The aim of this paper is to identify the conditions necessary for PluraPolit for a possible conversion and to provide a clear evaluation for the project.

To research on this topic, conditions were derived from a literature search and guideline interviews with experts were conducted. The questions for the interviews were derived from the conditions. The interviewees were selected on the basis of their years of experience in the field of microservice architecture and start-up industries.

The results show that the following conditions must be met:

1. The conversion need to be lucrative for a start-up
2. The system has a certain degree of complexity
3. The business processes are able to be separated
4. It is possible to transfer the responsibility for a business process to an independent team
5. The services can communicate with each other via interfaces
6. The network enables communication between services
7. The network is secured against unauthorized access

The most important condition was found to be profitability, which depends on the expected added value and the necessary costs.

Since no comprehensible benefits from a changeover have been identified, while costs for further training or external specialists are foreseeable, a changeover for PluraPolit is not recommended at this time.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	2
1.2. Zielsetzung	3
1.3. Vorgehen	4
2. Theoretischer Rahmen	5
2.1. Softwarearchitektur	5
2.1.1. Definition	5
2.1.2. Verteilte Systeme	7
2.1.3. Interaktionsorientierte Systeme	8
2.1.4. REST-Architektur	10
2.1.5. Monolithische Architektur	11
2.1.6. Einordnung des aktuellen Systems von PluraPolit	13
2.2. Microservice-Architektur	16
2.2.1. Kohärenz und Kopplung	16
2.2.2. Das Gesetz von Conway	17
2.2.3. Domain-Driven Design	18
2.3. Microservice	19
2.4. Kommunikation von Services	21
2.5. Start-up	22
2.6. Bedingungen ableiten	24
3. Methodik	26
3.1. Erstellung der Interviewfragen	26
3.2. Auswahl der Experten	26
3.3. Durchführung des Interviews	27
3.4. Methodik zur Auswertung	29
3.5. Ergebnisse der Interviews	29
3.5.1. Frage 1	29
3.5.2. Frage 2	30
3.5.3. Frage 3	31
3.5.4. Frage 4	32
3.5.5. Frage 5	33
4. Diskussion der Interviewergebnisse	34
5. Fazit	37

A. Transkripte der Interviews	I
A.1. Interview mit Christoph Rahles	I
A.2. Interview mit Alexander Troppmann	VI
A.3. Interview mit Sebastian Schlaak	XII
Literaturverzeichnis	XVIII
Abbildungsverzeichnis	XXII
Erklärung der Urheberschaft	XXIII

1. Einleitung

Für ein junges Unternehmen im Bereich der digitalen Produktentwicklung ist es wichtig, Ideen schnell umzusetzen und ein erstes Feedback zu erhalten. Dies hilft bei der Bestätigung von Annahmen und bei der Gewinnung von Investoren.

Diese schnelle Softwareentwicklung führt jedoch zu einigen Abstrichen hinsichtlich der Softwarequalität. So wird zu Beginn oftmals auf einen automatischen Prozess zur Bereitstellung der Applikation verzichtet und leicht umsetzbare Lösungen werden vor langfristigen bevorzugt. Auch hinsichtlich der Auswahl der Architektur wird anfängliche Performance als oberstes Auswahlkriterium bestimmt.¹ Endet der Weg für ein Start-up nicht nach wenigen Monaten, dann müssen die ursprünglichen Entscheidungen hinterfragt werden.

Genau an diesem Punkt befindet sich das junge Unternehmen PluraPolit, das Mitte letzten Jahres gegründet wurde und innerhalb von wenigen Monaten ein fertiges Produkt entwickelt hat. PluraPolit hat sich zur Aufgabe gestellt, eine Bildungsplattform für Jung- und Erstwähler zu entwickeln und sie bei der Meinungsbildung zu unterstützen. Gefördert wird das Projekt von der Landeszentrale für politische Bildung Hamburg und ist politisch unabhängig. Als gemeinnütziges Unternehmen verfolgt PluraPolit nicht die Absicht, Gewinne zu erzielen.

Ich bin seit Anfang Januar an diesem Projekt beteiligt und begleite es als Frontend-Entwickler. Gemeinsam mit einem der drei Gründer (Robin Zuschke) bilden wir zu zweit die technische Abteilung des Unternehmens und sind für die Weiterentwicklung der Plattform zuständig. Die Inhalte der Plattform werden von den zwei anderen Gründern eingepflegt. Im Mittelpunkt stehen aktuelle politische Fragestellungen wie z. B.: *„Sollte der öffentlich-rechtliche Rundfunk abgeschafft werden?“* Hierzu werden Statements von Politikerinnen und Politikern aller Parteien, die im Bundestag vertreten sind, eingeholt und als Audioaufzeichnungen ohne inhaltliche Veränderung auf die Webseite geladen. Neben Fragen, die ausschließlich von Politikern diskutiert werden, kommen auch Themen auf die Plattform, die von den dafür ausgewiesenen Expertinnen und Experten beantwortet werden. So gibt es z. B. bei der oben genannten Fragestellung auch eine Stellungnahme des Vertreters der Landesrundfunkanstalten ARD.

Im Gegensatz zu anderen Anbietern von Nachrichten rund um Politik, stellt PluraPolit ausschließlich Sprachnachrichten auf die Plattform. Die Entscheidung für das Medium Tonaufnahme wurde bewusst getroffen, um eine junge Zielgruppe anzusprechen und die einzelnen Beiträge wie einen Podcast hören zu können.

¹Das Performance als oberstes Auswahlkriterium bestimmt wird, ist eine Erkenntnis, die ich aus eigenen Beobachtungen geschlossen habe und von den Experten bestätigt wurde (siehe Anhang A.1, S. II und Anhang A.3, S. XIV).

1.1. Problemstellung

Umgesetzt wurde die Plattform in Ruby on Rails² im Backend und React.js³ im Frontend. Dabei liefert das Backend auf Anfrage Inhalte an das Frontend und kümmert sich um die Speicherung von Daten. Das Frontend im Gegensatz fordert beim Laden der Webseite alle benötigten Informationen an und stellt sie anschließend dar. Trotz dieser Einteilung handelt es sich um eine Applikation mit gemeinsamer Codebase und einem Bereitstellungsprozess.

Gehostet werden die Applikationen über den Cloud-Computing-Anbieter Amazon Web Services⁴(AWS).

Es wurde sich für diesen Dienst entschieden, um die Fixkosten möglichst gering zu halten und bei Bedarf die Kapazität ändern zu können. Die Anwendung wird in einem Docker-Container⁵ installiert und per Github Actions⁶ an AWS geliefert. Dort wird die Applikation in den Elastic Container Service⁷ (ECS) geladen und von Fargate⁸ verwaltet. Die Daten werden in einer PostgreSQL⁹ Datenbank abgespeichert, die auf einer Relational Database Service¹⁰ (RDS) Instanz hinterlegt ist. Bilder und Tonaufnahmen werden in einem Simple Storage Service Bucket¹¹ (S3) gespeichert und stehen der Webseite per URL zur Verfügung. Um automatisch zu jedem Statement ein Intro zu generieren, wurde eine AWS Lambda¹² Funktion geschrieben, die auf der Basis von Beschriftungstexten für jede

²Weitere Informationen zu Ruby on Rails ist im Abschnitt 2.1.6 beschrieben.

³React.js ist eine JavaScript Bibliothek zum Erstellen von Benutzeroberflächen. Diese verwaltet die Darstellung im HTML-DOM und ermöglicht dem Entwickler, Informationen zwischen Funktionen zu administrieren (*React* 2020).

⁴AWS ist ein Tochterunternehmen des Online-Versandhändlers Amazon mit einer Vielzahl an Diensten im Bereich Cloud-Computing (*AWS Homepage* 2020).

⁵Docker-Container sind isolierte virtuelle Umgebungen, in der eine Anwendung separat vom System des Rechners betrieben wird. Dadurch können Applikationen leicht von einem Computer zu einem Hosting Dienst geladen werden (*What is a Container?* 2020).

⁶Github Actions ist ein Software Dienst von Github, welches hilft Prozesse zu automatisieren. Es kann z. B. zum automatischen Bereitstellen einer Webseite verwendet werden (*Github Actions* 2020).

⁷Elastic Container Service ist ein Container-Orchestrierungs-Service von Amazon Web Services, mit dessen Hilfe Container skalierbar verwaltet werden können (*AWS ECS* 2020).

⁸Fargate ist eine Serverless-Datenverarbeitungs-Engine, welche Container im Rahmen der vordefinierten Parameter verwaltet. So werden z. B. durch diesen Dienst bei erhöhtem Bedarf neue Instanzen bereitgestellt und bei Verlust von Last Container-Instanzen eliminiert (*AWS Fargate* 2020).

⁹PostgreSQL ist eine objektrelationale Datenbank, welche sowohl Elemente einer relationalen als auch einer Objektdatenbank besitzt (*PostgreSQL* 2020).

¹⁰RDS ist ein Service von Amazon Web Services, mit dessen Hilfe relationale Datenbanken verwaltet werden. Der Dienst ermöglicht das Aufsetzen, Managen und Skalieren von Datenbanken, wie z. B. MySQL, MariaDB und PostgreSQL (vgl. Baron, Baz und Bixler 2016, S.161 f.).

¹¹Der Speicherdienst von AWS S3 ist einer der ersten Dienste des Cloud-Computing-Anbieters. Er erleichtert die Speicherung von Objekten in der Cloud jeglichen Formats und lässt sich einfach verwalten. Die verwendete Speichermenge ist dynamisch und richtet sich automatisch nach der Größe der Dateien (vgl. Baron, Baz und Bixler 2016, S. 23).

¹²Amazon Lambda ist ein Service von AWS, über den Funktionalität innerhalb der Cloud ausgeführt wird. Es handelt sich dabei um ein Service der Serverless ist, was bedeutet, dass man sich nicht um das Betriebssystem des Servers kümmern muss. Somit können kleine Programme mit wenig Aufwand ausgeführt werden (vgl. Wolff 2018, Kap. 15.3; *AWS Lambda* 2020).

Audioaufzeichnung eine weitere Aufnahme für die Einleitung erstellt.

Mit wachsender Codebase erhöht sich der Aufwand, der notwendig ist, um neue Funktionen zu entwickeln und zu implementieren. Dies liegt besonders daran, dass sich im Laufe der Entwicklung viele Abhängigkeiten zwischen Klassen und Methoden ergeben haben. Hierdurch steigt der Aufwand, der nötig ist, um sich in den Quellcode einzuarbeiten. Verursacht wird diese Abhängigkeit, indem im Frontend die Funktionen und Klassen in logisch getrennte Bausteine geteilt und an mehreren Stellen verwendet werden. Dies ermöglicht zwar eine schnelle Entwicklung, führt jedoch dazu, dass die Veränderung einer Komponente Änderungen an mehreren Stellen auslöst. Diese Relativitäten machen es mit steigender Menge an Quellcode immer komplexer, weitere Funktionen umzusetzen ohne die bestehende Logik zu verändern. Hinzu kommt, dass neben dem eigenen Quellcode auch externe Funktionalitäten genutzt werden, welche durch den Paketverwaltungsdienst von Node.js (Node.js 2020) npm installiert werden.

Diese werden jedoch nur in Teilen der Anwendung verwendet, werden allerdings zum gesamten Frontend hinzugefügt. Insgesamt verlangsamt es die Bereitstellung der Applikation, da sie während des Prozesses installiert werden müssen. Für eine schnelle Entwicklung ist es somit wichtig die Zahl der externen Pakete auf das Nötigste zu begrenzen.

Um in Zukunft eine schnelle Weiterentwicklung der Applikation sicherzustellen, hat PluraPolit beschlossen, den aktuellen Aufbau in eine Microservice-Architektur zu ändern und die gesamte Plattform in inhaltlich getrennte Module zu teilen.

1.2. Zielsetzung

Schon im Jahr 2005 hat Peter Rodgers auf der Web Services Edge Conference über Micro-Web Services referiert. Er kombinierte die Konzepte der Service-Orientierten-Architektur (SOA) mit denen der Unix-Philosophie und sprach von verbundenen REST-Services. Dadurch versprach er sich eine Verbesserung der Flexibilität der SOA (vgl. Rodgers 2018). Dieser Ansatz wurde erstmalig 2011 als Microservice-Architektur bezeichnet (vgl. Dragoni u. a. 2017). Ab 2013 entwickelte sich rund um das Thema ein immer größer werdendes Interesse, welches dazu führte, dass mehr Blogposts, Bücher, sowie wissenschaftliche Arbeiten verfasst wurden. Somit sind die Definition und die Charakteristiken bis ins Detail beleuchtet. Des Weiteren gibt es einige Beispiele von bekannten Unternehmen, wie Netflix und Amazon, die die Herausforderungen der Überführung ihres Systems zu einer Microservice-Architektur beschreiben.

Trotz der Informationslage ist es noch unbekannt, ob auch Start-ups¹³Microservices umsetzen können und welche Bedingungen dafür erforderlich wären. Es gibt kaum Erfahrungen, die es PluraPolit ermöglichen abzuschätzen, ob sich eine Umstellung zum aktuellen

Zeitpunkt lohnt und welche Eigenschaften ein Unternehmen erfüllen muss.

Das Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, für PluraPolit die Bedingungen zu ermitteln, die für eine mögliche Umstellung erforderlich sind und eine klare Beurteilung für das Vorhaben abzugeben. Es sollen die notwendigen Anforderungen an ein Unternehmen ausgearbeitet werden, das sein System von einer monolithischen Architektur zu einer Microservice-Architektur umstellen möchte.

1.3. Vorgehen

Die Arbeit teilt sich in drei Bereiche auf:

- den theoretischen Rahmen,
- die Methodik und
- die Auswertung.

Im ersten Abschnitt wird die theoretische Grundlage für Microservices dargestellt. Es werden einzelne wichtige Merkmale beleuchtet und beschrieben. Aus den Merkmalen werden wichtige Bedingungen für die Umstellung zu einer Microservice-Architektur abgeleitet, welche Grundlage für die Experteninterviews sind.

Im nächsten Abschnitt werden diese Bedingungen im Rahmen einer qualitativen Befragung von Experten im Bereich Microservices eingeschätzt und bewertet. Hierfür werden Interviews durchgeführt. Es wird beschrieben, welche Experten ausgewählt werden und welche Expertise sie mitbringen. Die einzelnen Interviewfragen werden vorgestellt und deren Zusammenhang zur Zielsetzung erklärt. Dadurch wird deutlich, welchen Einfluss die Expertenaussagen auf die Einschätzung für PluraPolit haben.

Abschließend werden die Aussagen aus den Befragungen mit der theoretischen Ausarbeitung verglichen und auf PluraPolits Infrastruktur bezogen. Beendet wird die Arbeit mit einer Einschätzung für PluraPolit, in der eine klare Beurteilung für oder gegen eine Umstellung abgegeben wird.

¹³Ein Start-up, oder auch Start-up-Unternehmen, ist ein junges, noch nicht etabliertes Unternehmen, welches eine innovative Geschäftsidee verwirklichen möchte (vgl. Achleitner 2018).

2. Theoretischer Rahmen

2.1. Softwarearchitektur

Seitdem die ersten Großrechner gebaut wurden und ein Projekt nicht mehr von einem Team allein entwickelt werden konnte, entstand der Bedarf komplexe Systeme aufzuteilen und zu strukturieren. So war es schon in den 60er Jahren notwendig, die Entwicklung des Betriebssystems OS/360 von IBM auf mehrere Teams aufzuteilen und klare Schnittstellen zwischen den Teilen zu bestimmen (Brooks 1995). Es entwickelte sich daraus eine der ersten Anwendungen und Umsetzungen von Softwarearchitektur, welche erstmalig 1969 bei einer Softwaretechnik Konferenz in Rom auch als solche bezeichnet wurde (vgl. Buxton und Randell 1970, S. 12).

Im Jahr 2000 erschien die IEEE1471:2000 Norm, welche am 15. Juli 2007 als ISO/IEC 42010 übertragen wurde und Softwarearchitektur erstmalig definierte. In dieser Norm werden Anforderungen an die Beschreibung von System-, Software- und Unternehmensarchitekturen genauer beschrieben (Hilliard 2020).

2.1.1. Definition

Nach der Norm IEEE1471:2000 handelt es sich bei dem Begriff Softwarearchitektur, um eine *„grundlegende Organisation eines Systems, die in einzelne Komponenten und ihren Beziehungen untereinander unterteilt ist“*, sowie der technischen Umsetzung und weiterführenden Prinzipien hinsichtlich des Programmierparadigma (Clements 2005, S. 12).

Helmut Balzert, einer der führenden Pioniere im Bereich Softwarearchitektur und Autor der Bücherreihe *Lehrbuch der Softwaretechnik*, beschreibt diese als *„eine strukturierte oder hierarchische Anordnung der Systemkomponenten, sowie Beschreibung ihrer Beziehungen“* (Balzert 2011, S. 580). Nach Balzert lässt sich somit jedes System in mehrere einzelnen Komponenten teilen, welche untereinander in Verbindung stehen und gemeinsam das Gesamtsystem formen.

Paul Clements, Autor der IEEE Norm, schließt sich Balzert an und beschreibt Softwarearchitektur als *„Strukturen eines Software-Systems: Softwareteile, die Beziehungen zwischen diesen und die Eigenschaften der Softwareteile und ihrer Beziehungen“* (Clements u. a. 2010, S. 23).

Neben diesen rein technischen Betrachtungen des Begriffes, gibt es eine von Martin Fowler, die mehr den soziale Austausch beim Entwickeln hervorhebt und Softwarearchitektur als *„geteiltes Verständnis von hart zu ändernden Entscheidungen“* sieht (Fowler 2003, S. 3). Dabei gibt Fowler keinerlei Vorgaben hinsichtlich jeglicher Untergliederung, sondern beschreibt mehr den Austausch, durch welchen Softwarearchitektur im Unternehmen aus-

geführt wird. Nach Fowler handelt es sich dabei um einen offenen Disput, indem jede Entwicklerin oder jeder Entwickler die Rolle des Softwarearchitekten einnehmen kann (Fowler 2003, S. 3 f.).

Somit wird, abgesehen von der Betrachtung von Fowler, Softwarearchitektur als Strukturierung von einzelnen Komponenten, die untereinander in Beziehung stehen, definiert. Dabei können sowohl die Komponenten, als auch die Beziehungen Eigenschaften besitzen. Die einzelnen Komponenten zusammen ergeben das Gesamtsystem, welches in einer bestimmten Struktur vorliegt und beschrieben wird. Folglich beinhaltet die Softwarearchitektur alle nötigen Informationen über die Struktur der einzelnen Systemkomponenten und deren Kommunikationen untereinander.

Wird ein Software-System in Komponenten geteilt, welches jedoch selbst eine Funktionalität besitzt, bedeutet dies, dass auch diese Logik in Teile geteilt wird und jede einzelne Komponente einen Teil erfüllt. Um gleichermaßen den selben Funktionsumfang, wie das Gesamtsystem bewältigen zu können, müssen die einzelnen Komponenten zusammenarbeiten. Es ist deshalb wichtig, die Zuständigkeit jeder einzelnen Komponente genau zu klären und die Abhängigkeiten zu bestimmen. Auf Grund der Abhängigkeiten werden im Anschluss Schnittstellen definiert, über die die einzelnen Komponenten Informationen austauschen können.

Bei der Teilung in einzelne Komponenten können bekannte Architekturstile helfen, da sich diese im Laufe der Zeit entwickelt haben und gut dokumentiert sind. Architekturstile sind Regeln zur Strukturierung eines Systems. Sie fassen Merkmale eines IT-Systems sowohl hinsichtlich der Komponenten, als auch ihrer Kommunikation zusammen (vgl. Starke 2015, S. 102). Seit Beginn der Softwarearchitektur hat sich eine Vielzahl an solchen Stilen entwickelt, die aus unterschiedlichen Intentionen entstanden sind. Jedes System hat dabei unterschiedliche Herangehensweisen, sowie Vor- und Nachteile. Auch können verschiedene Architekturstile zum lösen des gleichen Problems genutzt werden. Hinsichtlich der Auswahl des Stiles gibt es keine richtige oder falsche Antwort. Es ist viel mehr das Abwägen von Vor- und Nachteilen und der Präferenz der Entwickler.

Da die unterschiedlichen Architekturstile nicht im Fokus dieser Bachelorarbeit sind, werden nur folgende Stile betrachtet:

1. Verteilte Systeme,
2. Interaktionsorientierte Systeme,
3. REST-Architektur,
4. Monolithische Architektur

2.1.2. Verteilte Systeme

Nach Andrew Tanenbaum werden verteilte Systeme als eine Menge unabhängiger Computer bezeichnet, die dem Benutzer wie ein einzelnes, kohärentes System erscheinen (Tanenbaum und Steen 2007).

Weiterführend beschreibt Gernot Starke die einzelnen Komponenten als entweder Verarbeitungs- oder Speicherbausteine, die über definierte Schnittstellen innerhalb eines Kommunikationsnetzes zusammenarbeiten (vgl. Starke 2015, S. 116).

Im Gegensatz zur Definition von Softwarearchitektur grenzt sich das verteilte System dadurch ab, dass von unabhängigen Computern geredet wird. Dadurch entstehen einige Vorteile. So lassen sich auf Grund der Unabhängigkeit, diese einzelnen Rechner unterschiedlich skalieren. Es entsteht ein Netzwerk an heterogenen Computern, da je nach Anforderung der einzelnen Komponenten, eine entsprechende Rechenleistung genutzt werden kann.

Des Weiteren gibt es auf Grund der Verteilung eine gewisse Ausfallsicherheit. Diese entsteht, da das Gesamtsystem nicht durch eine, sondern durch mehrere Maschinen getragen wird. Es können einzelne Computer ausfallen, ohne dass das Anwendungssystem ausfällt. Dies hängt natürlich von der ausgefallenen Funktionalität ab. So kann bei Ausfall eines kritischen Teils, im schlechtesten Fall das gesamte Anwendungssystem funktionsunfähig sein. Um dies zu verhindern, sollten geeignete Maßnahmen getroffen werden und kritische Funktionen auf mehreren Computern implementiert sein.

Jedoch entsteht mit der Verteilung auch ein Anstieg der Komplexität sowohl bei dem Konzipieren des Systems, als auch bei der Wartung und Verwaltung dessen. Außerdem muss nicht nur ein Rechner abgesichert werden, sondern ein ganzes Netzwerk, was zu einem höheren Aufwand führt.

Die einzelnen Computer können über verschiedene Mechanismen miteinander kommunizieren: Einerseits durch direkten Aufruf entfernter Funktionalität und andererseits durch indirekten Austausch von Informationen (vgl. Starke 2015, S. 116). Dabei kann der Transfer synchron oder asynchron ablaufen. Bei einem synchronen Aufruf, der nur direkt ausgelöst wird, führt ein Computer über das Netzwerk die Funktionalität eines anderen aus und wartet auf dessen Antwort (*Synchrone Kommunikation* 2018). Bei einem asynchronen Aufruf wird entweder direkt oder indirekt Logik eines anderen Computer aufgerufen, während der aufrufende Rechner, ohne auf die Antwort zu warten, weiter Aufgaben abarbeitet. Ist der aufgerufene Rechner fertig, gibt er das Resultat zurück, welches vom ersten Computer aufgenommen und verarbeitet wird (*Asynchrone Kommunikation* 2019).

Der Austausch von Informationen und das Aufrufen von externer Funktionalität kommt in einem System dauerhaft vor. Dadurch besteht das Risiko, dass einzelne Nachrichten

zwischen den Komponenten verloren gehen und das System sicherstellen muss, dass dieser Datenverlust abgefangen wird.

2.1.3. Interaktionsorientierte Systeme

Interaktionsorientierte Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sie den Fokus auf die Interaktion zwischen Mensch und Maschine legen (vgl. Starke 2015, S. 124). Ein viel verwendeter Vertreter hiervon ist der Model-View-Controller-Ansatz (MVC-Ansatz). Hierbei werden die einzelnen Komponenten in drei unterschiedliche Kategorien eingeteilt, von dem jeweils ein Repräsentant vorhanden sein muss. Eingeteilt wird in die drei Kategorien: Model, View und Controller, wobei jede Gattung eine eigene Funktionalität besitzt.

Das Model kümmert sich um die Datenspeicherung, den Datenabruf und die Verarbeitung von Informationen. Es ist eine Verbindung zwischen dem Speichermedium und der Anwendung (siehe Abb. 1 und Abb. 2 Punkt 4 und 5 bzw. Punkt 5 und 6). Da jegliche Speicherung ausschließlich über das Model abläuft, ist das Speichern und das Abrufen einheitlich geregelt.

Davon getrennt sind die graphischen Darstellungen, welche durch Views definiert werden. Sie erhalten die Informationen vom Model. Dabei können die Daten entweder direkt von der View angefordert (siehe Abb. 2 Punkt 4) oder indirekt vom Controller übergeben werden (siehe Abb. 1 Punkt 3 und 7). Unabhängig vom Informationsfluss hilft es die Darstellung von der restlichen Logik zu trennen, um eine einheitliche Verantwortung zu wahren. Dies ist besonderes empfehlenswert, da Dateien zum beschreiben von Views, schnell unübersichtlich werden.

Der Controller kümmert sich um die Verwaltung der Benutzereingabe und um das Aufrufen der Views (siehe Abb. 1, Abb. 2 Punkt 2 und 7 bzw. Punkt 2 und 3). Er sorgt dafür, dass Events und Aktionen verarbeitet werden und führt entsprechende Datenverarbeitungen im Model aus. Falls notwendig, lädt er Informationen aus der Datenbank und übergibt sie der entsprechenden View, welche er abschließend rendert¹⁴.

Da der MVC-Ansatz eine einheitliche Struktur etabliert und dadurch das System verständlicher wird, ist es ein Architekturstil, welcher oft in der Softwarearchitektur verwendet wird. Im Unterschied zu verteilten Systemen stellt dieser Stil keine Anforderungen an die Hardware, sondern beschreibt eine Möglichkeit, den Quellcode hinsichtlich seiner Funktionalität zu teilen. Dadurch kann der MVC-Ansatz auch innerhalb einer Komponente eingesetzt werden.

¹⁴Das Rendern beschreibt im Fall der Webentwicklung den Prozess, indem der Browser die HTML-, CSS- und JavaScript-Datei in eine grafische Darstellung überführt (vgl. *HTML-Renderer* 2020).

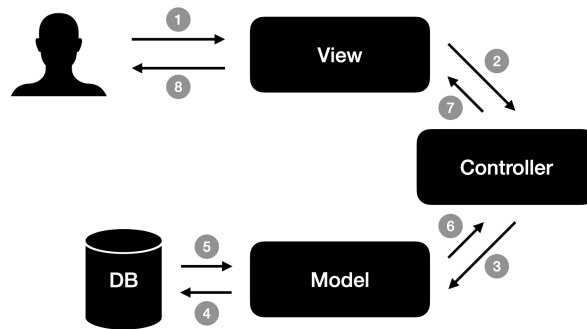


Abbildung 1: Kommunikation zwischen Controller und Model,

(1) Der Benutzer sieht die graphische Darstellung und führt eine Aktion aus (2). Der Controller verarbeitet die Aktion und ruft über das Model Daten ab (3). Das Model greift auf die Datenbank zu und lädt die entsprechenden Informationen (4 und 5). Anschließend gibt das Model die Inhalte an den Controller zurück (6). Dieser gibt die Daten an die View weiter (7), welche abschließend die neuen Inhalte dem Benutzer anzeigt (8).

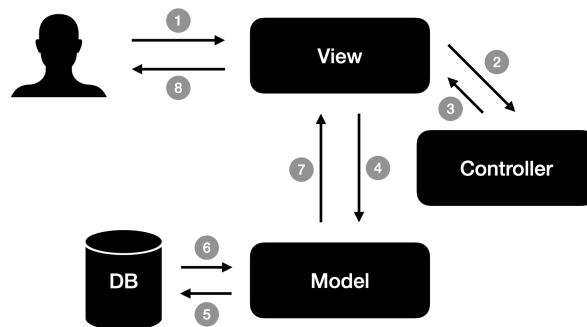


Abbildung 2: Kommunikation zwischen View und Model,

(1) Der Benutzer sieht die graphische Darstellung und führt eine Aktion aus (2). Der Controller verarbeitet die Aktion und rendert umgehend die graphische Darstellung (3). Die View lädt über das Model die Daten (4). Das Model greift auf die Datenbank zu und lädt die angeforderten Informationen (5 und 6). Anschließend gibt das Model die Inhalte an die View zurück (7). Diese zeigt dem Benutzer abschließend die neuen Inhalte an (8).

2.1.4. REST-Architektur

Neben den genannten Architekturstilen, gibt es eine Vielzahl von weiteren Strukturierungen, die sich erst in den letzten 20 Jahre entwickelten. Einer dieser Architekturstile ist die REST-Architektur, welche vom Miterfinder des HTTP-Standards, Roy Fielding, definiert wird (Starke 2015, S. 128). Er beschreibt diesen Stil in seiner Dissertation an der Universität von Kalifornien im Jahr 2000 und charakterisiert ihn als Architekturstil des Web.

REST steht für *Representational State Transfer*, welches einen Architekturstil beschreibt und der auf der Client-Server-Architektur aufbaut (Fielding 2000, S. 76). Die Client-Server-Architektur beschreibt ein Konzept um Aufgaben innerhalb eines Netzwerkes zu verteilen. Die Aufgaben werden von Programmen erledigt, die in Server und Clients unterteilt werden (Starke 2015, S. 117).¹⁵

Ein Server ist eine Softwarekomponente im Netzwerk, welche Dienste anbietet. Ein Dienst könnte es beispielsweise sein, alle Informationen der hinterlegten Kunden auszugeben.

Der Client konsumiert die Informationen des Servers und dient dem Benutzer als Benutzeroberfläche. Dies bedeutet, dass der Server passiv auf Anfragen vom Client wartet, während der Client ausschließlich die Informationen des Servers anzeigt.

Die REST-Architektur verwendet diese Aufteilung, um eine feste Trennung der Zuständigkeiten zu integrieren (vgl. Fielding 2000, S. 78).

Des Weiteren stellt Herr Fielding die Bedingung auf, dass die Kommunikation zwischen Server und Client zustandslos, zu Englisch *stateless*, abläuft (Fielding 2000, S. 78). Dies bedeutet, dass die Nachrichten, die zwischen Server und Client ausgetauscht werden, alle nötigen Informationen beinhalten (Starke 2015, S. 128). Der Server gibt auf Anfrage stets die gleiche Antwort zurück, egal ob dieser zum Ersten, oder zum wiederholten Mal angefragt wird. Diese Entkopplung zwischen den Komponenten ermöglicht, dass die Aufgaben des Servers, sowie des Clients durch mehrere Computer verrichtet werden können und das System skalierbar ist (Fielding 2000, S. 79).

Der Hauptunterschied zwischen der REST-Architektur und anderen Stilen, liegt in der genauen Bestimmung der zu verwendenden Kommunikationsschnittstellen. Die REST-Architektur bestimmt sehr explizit, welche Form der Kommunikation verwendet werden darf. So werden Methoden vom Server über HTTP-Standards aufgerufen. Konkret bedeutet dies, dass die einzelnen Dienste des Servers sich nach den HTTP-Methoden (GET, PUT, POST und DELETE) richten und es ein klares Mapping¹⁶ zwischen ihnen gibt. (vgl.

¹⁵Dabei beziehen sich die Begriffe „*Server*“ und „*Client*“ auf Softwarekomponenten und auf den physischen Server und auf das Endgerät des Nutzers (Client). Des Weiteren grenzt sich der Architekturstil von der Mainframe Architektur ab, bei der über Terminals Anweisungen an einen Großrechner gestellt werden.

Starke 2015, S. 128). Die REST-Architektur baut somit auf einem Kommunikationsstandard auf, der sich im Internet etabliert hat.

Auf Grundlage der standardisierten Kommunikation können zwischen Server und Client intelligente Zwischenstationen geschaltet werden, die dafür zuständig sind, häufig vorkommende Anfragen abzuspeichern (vgl. Fielding 2000, S. 79 f. Starke 2015, S. 128).

Die Antwort des Servers erfolgt durch Repräsentationen der Daten, wovon es für jede Ressource¹⁷ mehrere Formate gibt. So kann eine Schnittstelle abhängig vom Aufruf sowohl JSON, als auch XML oder HTML zurückgeben (vgl. Starke 2015, S. 128).

Da die REST-Architektur auf dem Hypertext Transfer Protokoll¹⁸(HTTP) aufbaut, wird diese ausschließlich für Anwendungen im Internet verwendet. Der Architekturstil wird dabei zur Strukturierung sowohl eines ganzen Software-Systems, als auch einzelner Services eingesetzt.

2.1.5. Monolithische Architektur

Der Begriff „*Monolith*“ leitet sich vom altgriechischen „*monólithos*“ ab und bedeutet „*aus einem Stein*“ (vgl. *Duden Monolith* 2020; vgl. *DWDS – Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache* 2020). In der Gesteinskunde wird damit ein natürlich entstandener Gesteinsblock bezeichnet, der komplett aus einer Gesteinsart besteht (vgl. *DWDS – Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache* 2020).

Nach Rod Stephens liegt eine monolithische Softwarearchitektur vor, wenn jegliche Funktionalität des Systems miteinander verbunden ist. Dabei spricht er über die Verbindung von Dateneingabe, Datenausgabe, Datenverarbeitung, sowie Fehlerhandhabung und Benutzeroberflächen (vgl. Stephens 2015, S. 94).

Anders sieht es Sam Newman. Nach ihm liegt ein monolithisches System schon dann vor, wenn die gesamte Funktionalität eines Systems gemeinsam über einen Deployment-Prozess¹⁹ bereitgestellt wird (vgl. Newman 2019, Kap. 2.2). Demnach muss nicht zwingend jegliche Logik miteinander verbunden sein.

Sam Newman unterteilt monolithische Systeme in drei Kategorien: Einzelprozess-Monolithe, modulare Monolithe und verteilte Monolithe (vgl. Newman 2019, Kap. 2.2).

¹⁶Mapping bezeichnet die Handlung zwei verschiedene Datenmodelle aufeinander abzustimmen (*Duden / Mapping* 2020). In dem angegebenen Fall werden die HTTP-Methoden (GET, PUT, POST, DELETE) mit der Methoden des Servers (SHOW, UPDATE, CREATE, DELETE) abgestimmt.

¹⁷Als Ressource werden die Informationen bezeichnet, die durch den Aufruf einer URL zurück gegeben werden. Ein Beispiel wäre der HTTP-Aufruf *GET: https://api.plurapolit.de/api/users*, der alle Informationen der User zurück gibt.

¹⁸Weitere Informationen zum Hypertext Transfer Protokoll kann unter folgender Literatur gefunden werden (Leach u. a. 2020).

¹⁹Der Deployment-Prozess, oder auch der Bereitstellungsprozess, bezeichnet den Prozess ein Software-System Benutzern zur Verfügung zu stellen (vgl. *Softwareverteilung* 2020).

Der Einzelprozess-Monolith ist die gängigste Form und deckt sich mit der Definition von Rod Stephens. Es handelt sich um ein System, welches genau einen Prozess abbildet. Dies bedeutet, dass jegliche Funktionalität aufeinander aufbauend ist und dass nur eine Datenspeicherung für die gesamte Anwendung verwendet wird (vgl. Newman 2019, Kap. 2.2.1).

Anders ist dies beim modularen Monolithen. Er zeichnet sich darin aus, dass die Funktionalität in einzelne Module geteilt wird, die eine separate Datenspeicherung besitzen können (vgl. Newman 2019, Kap. 2.2.2). Im Gegensatz zu verteilten Systemen, sind die einzelnen Module nicht auf separaten Computern verteilt, sondern werden durch einen einzelnen Rechner online gestellt, wodurch Abhängigkeiten zwischen den Modulen bestehen bleiben können.

Dies ist bei verteilten Monolithen anders, da die einzelnen Module komplett entkoppelt sind und Nachrichten ausschließlich über definierte Schnittstellen ausgetauscht werden (vgl. Starke 2015, S. 116). Ein verteilter Monolith erfüllt somit jegliche Anforderungen an ein verteiltes System mit der Ausnahme, dass alle Komponenten durch nur einen Prozess online gestellt werden.

Weder Stephens noch Newman geben Vorgaben hinsichtlich der Gliederung innerhalb eines monolithischen Systems. Demnach kann ein MVC-Ansatz als monolithisches System gelten, solange es einheitlich bereitgestellt wird.

Im Rahmen dieser Arbeit wird beim Begriff Monolith stets von einem Einzelprozess-Monolithen ausgegangen, außer es wird explizit von einem modularen, oder verteilten Monolithen geschrieben.

Vergleicht man das monolithische System mit einem verteilten System, gibt es Vor- und Nachteile (vgl. Newman 2019, Kap. 2.2.4 und Kap. 2.2.5). So ist das Bereitstellen eines Monoliths einfacher, da es nur einen Bereitstellungsprozess für die gesamte Anwendung gibt. Dies führt jedoch dazu, dass der Prozess deutlich länger dauert, welches besonders dann gravierend ist, wenn vermehrt kleine Änderungen vorgenommen werden und die langen Deployment-Prozesse die Softwareentwicklung hemmen.

Andererseits vereinfacht nur eine Anwendung die Fehlersuche und ermöglicht es Funktionen mehrfach zu verwenden. Das verursacht jedoch, dass schnell Abhängigkeiten entstehen können und Änderungen zu Fehlern führen. Dadurch wird die Umsetzung von neuen Funktionen mit wachsender Codebase verlangsamt und der Einstieg von neuen Teammitgliedern erschwert.

Da alle Entwickler eines Unternehmens auf eine Codebase zugreifen und über z. B. Github asynchrone arbeiten, kommt es schnell zu Unterschieden im Programmcode. So führt ein Monolith dazu, dass bei einer großen Anzahl von Entwicklern viele Absprachen notwendig

sind (vgl. Newman 2019, Kap. 2.2.4).

Anders ist es bei systemübergreifenden Tests, diese werden durch ein monolithisches System begünstigt und können im Vergleich zu einem verteilten System einfacher umgesetzt werden (vgl. Newman 2019, Kap. 2.2.5).

2.1.6. Einordnung des aktuellen Systems von PluraPolit

Wie bereits in der Einleitung beschrieben, bietet PluraPolit eine Plattform an, die Jung- und Erstwähler bei der politischen Bildung unterstützt.

Es wurde ein Software-System entwickelt, welches auf der einen Seite PluraPolit die Möglichkeit gibt Content zu verwalten und auf der anderen Seite die Inhalte dem Endkunden graphisch aufbereitet. Dies wurde umgesetzt, indem die Anwendung neben der Plattform für die Nutzer auch ein Content-Management-System (CMS) für PluraPolit besitzt. Die Anwendung wurde in Ruby on Rails²⁰ programmiert und ist nach dem MVC-Ansatz strukturiert (vgl. Hartl 2016, S. 66 ff.).

Um eine neue Tonaufnahme einzupflegen, wird die entsprechende Webseite im Browser aufgerufen. Der Browser sendet über die URL eine Anfrage an den Server, der anhand eines Verzeichnisses den verantwortlichen Controller bestimmt und die Anfrage an diesen weiterleitet. Der Controller verarbeitet die Anfrage und schickt eine HTML-Seite zurück (siehe Abb. 3a).

Über diese Webseite kann die Aufnahme hochgeladen und abgespeichert werden. Dies geschieht, indem per Klick im CMS eine HTTP-Anfrage an den Controller geschickt wird. Der Controller speichert den Eintrag und bestätigt das erfolgreiche Abspeichern im View. Das Speichern geschieht dabei über das Model (siehe Abb. 3b).

Die Tondatei selbst wird nicht in der Datenbank gespeichert, sondern lediglich ein Verweis darauf. Die Datei wird vorher auf den Speicherservice von Amazon Web Services (S3) geladen, welcher die Tonaufnahme über eine URL online zur Verfügung stellt. Nur die URL wird in der Datenbank hinterlegt (siehe Abb. 3c).

Neben dem Abspeichern der Tonaufnahmen kann das CMS auch zum Bearbeiten und Anpassen von bestehenden Datensätzen genutzt werden. Die jeweilige Webseite wird hierfür

²⁰Das Ruby on Rails, kurz auch als Rails bezeichnet, ist ein quellenoffenes Webframework, welches für die Programmiersprache Ruby entwickelt wurde (vgl. Hartl 2016, S.4; *Ruby on Rails* 2020; vgl. Tate 2011, S. 24). Rails ist Open Source und wird von einer aktiven Community entwickelt. Es gibt eine Vielzahl von kostenfreien Paketen, sogenannte Gems, die nach belieben zu einem Projekt hinzugefügt werden können. Im Vergleich zu anderen Frameworks zeichnet sich Rails besonders durch seine Implementierung der REST-Architektur aus (vgl. Hartl 2016, S. 5). Diese Implementierung führt jedoch dazu, dass eine Vielzahl von Bedingungen an die Entwicklung und Erstellung von Rails-Anwendungen gestellt werden. Getreu dem Motto „*Konvention vor Konfiguration*“ nutzt Rails die Bestimmungen als Vorteil und integriert ein System, in das externe Pakete ohne Konfigurationsaufwand hinzugefügt werden können (*Ruby on Rails Doctrine* 2020).

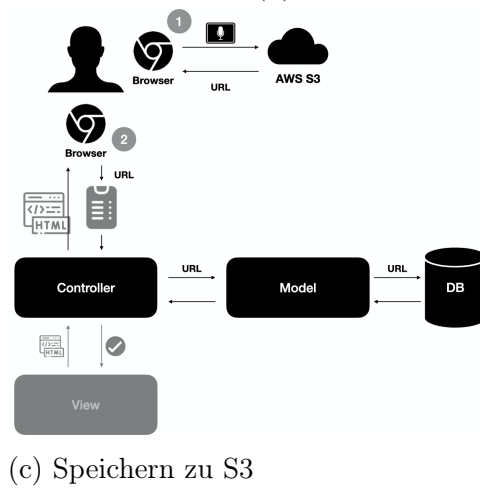
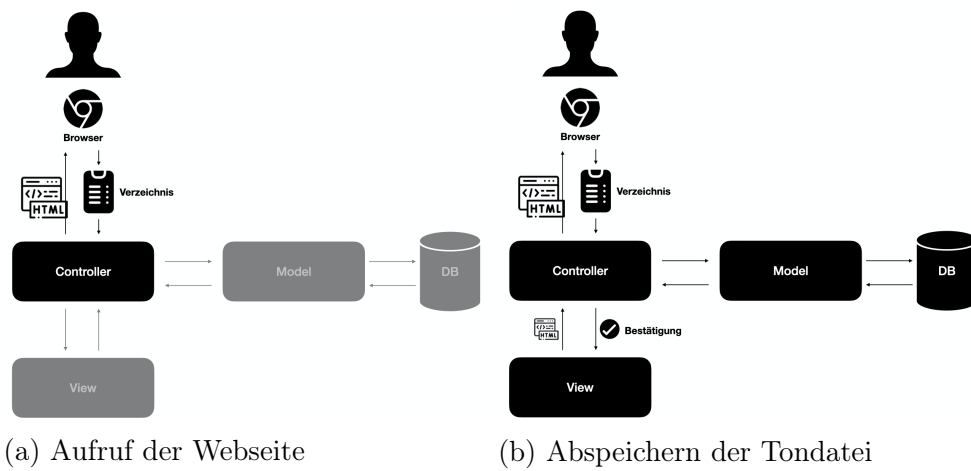


Abbildung 3: Speichern einer Tonaufnahme

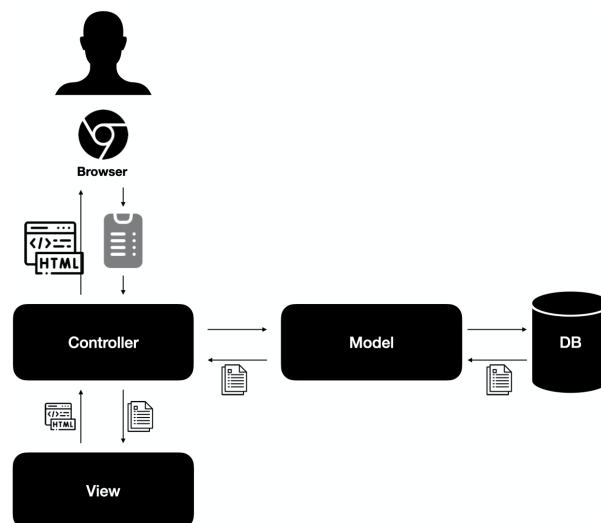


Abbildung 4: Inhalte bearbeiten

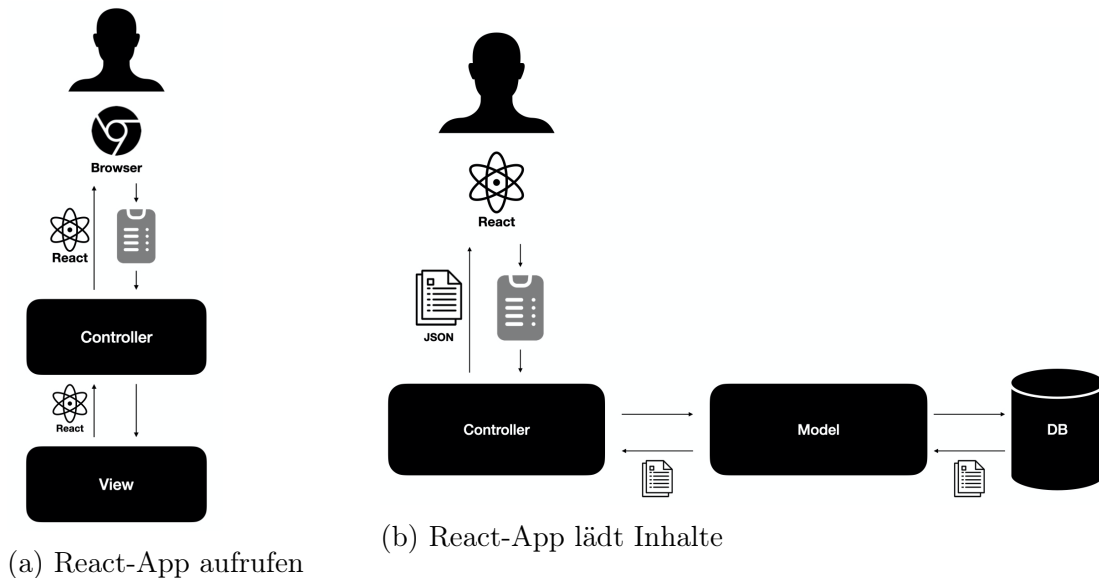


Abbildung 5: Endkunde lädt die Plattform

aufgerufen, was dazu führt, dass der Controller die angeforderten Daten aus der Datenbank lädt und die entsprechende graphische Darstellung an den Browser zurück gibt. Der Controller greift dabei nicht direkt auf die Datenbank zu, sondern lädt die Inhalte über das Model. Er übergibt lediglich die geladenen Inhalte an die View, welche die Daten über Embedded Ruby in das HTML Template integriert und die fertige Webseite zurück gibt (siehe Abb. 4).

Bei der Plattform für die Endkunden handelt es sich, um die selbe Anwendung wie beim CMS, mit dem Unterschied, dass die graphischen Darstellung durch eine React-Anwendung²¹übernommen wird. So wird beim Aufruf der Plattform eine Anfrage an den Controller geschickt, der anschließend die kompilierte React-Anwendung zurück gibt (siehe Abb. 5a).

Die React-Anwendung lädt eigenständig jegliche Informationen über HTTP-Anfragen und kümmert sich um interne Seitenaufrufe. Die Anfragen werden dabei asynchron an die Rails-Anwendung geschickt und vom Controller beantwortet. Über die Kommunikation von Controller und Model erhält die React-Anwendung den Content aus der Datenbank, der vorher gepflegt wurde (siehe Abb. 5b).

Es gibt also eine Aufteilung bezüglich der graphischen Darstellung in Content-Management-System und Plattform. Die Datenspeicherung und Verwaltung sind jedoch gleich. Die gesamte Codebase wird in einem Bereitstellungsprozess dem Hosting Service zur Verfügung gestellt. Damit handelt es sich bei dem System von PluraPolit um einen Monolithen, welches teilweise modular ist, die REST-Standards erfüllt und nach dem MVC-Ansatz

²¹Eine React-Anwendung oder auch React-App ist eine Webanwendung, die in React.js programmiert ist (*React-Anwendung* 2020).

strukturiert ist. Des Weiteren nutzt es vereinzelt externe Services von AWS, um Tondateien zu speichern.

2.2. Microservice-Architektur

Nach der Vorstellung der einzelnen Architekturstile und der Einordnung des Systems von PluraPolit, werden nun die Eigenschaften der Microservice-Architektur vorgestellt.

Bei der Microservice-Architektur handelt es sich um ein Vertreter der verteilten Systeme, welcher sich historisch aus der Service-Orientierten-Architektur ableitet (siehe Abschnitt 1.2).

Eberhard Wolff beschreibt Microservices als Ansatz, Software in einzelne Module zu teilen und definiert es als Modularisierungskonzept, welches Einfluss auf die Unternehmensorganisation und den Software-Entwicklungsprozess hat (vgl. Wolff 2018, Kap. 1.1). Dabei ist jedes Modul ein eigenes Programm.

Sam Newman stützt diese Aussage und beschreibt Microservices als voneinander unabhängig einsetzbare Dienste, die um eine Geschäftsdomäne herum modelliert sind (vgl. Newman 2019, Kap. 2.1).

Somit beschreiben sowohl Herr Wolff als auch Herr Newman Microservices als ein System, welches aus einzelnen, unabhängigen Services besteht und jeder Services eine Geschäftsdomäne modelliert.

2.2.1. Kohärenz und Kopplung

Wenn es um das Aufteilen von Software geht, ist das Verständnis der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Funktionen und Klassen und deren Verknüpfungen wichtig.

Kohärenz bezeichnet dabei die funktionale Abhängigkeit zweier Funktionen oder Klassen (vgl. Newman 2019, Kap. 2.3.1). Es liegt eine hohe Kohärenz vor, wenn der Quellcode anhand seiner logischen Zugehörigkeit geordnet ist. Dies ist der Fall, wenn alle Datenbankzugriffe durch eine kleine Anzahl von Funktionen ausgeführt werden und diese nahe beieinander definiert sind. Der MVC-Ansatz ist ein Beispiel eines solchen Systems.

Kopplung beschreibt, in welchem Maß Funktionen und Klassen verbunden sind, ohne dass sie logisch zusammengehören (vgl. Newman 2019, Kap. 2.3.2). So bezieht sich Kopplung ausschließlich auf eine technische Verknüpfung. Ein typisches Beispiel hierfür ist, wenn Datenabrufe an mehreren Stellen direkt über das Datenbankschema ablaufen. Dadurch entsteht eine Abhängigkeit zum Schema, sodass im Fall einer Änderung die Aufrufe geändert werden müssen.

Da keine festen Abgrenzungen zwischen den einzelnen, logischen Bereichen definiert sind, können in einem monolithischem System viele Kopplungen entstehen.

Microservices zielen darauf ab, durch klare Grenzen ein stabiles System zu erzeugen und die einzelnen Services voneinander zu entkoppeln. Das Ziel für eine Microservice-Architektur ist es deshalb, eine hohe Kohärenz bei geringer Kopplung zu besitzen.²² Konkret bedeutet dies für Microservices, dass ein Service ausschließlich aus funktional abhängigem Quellcode besteht und technische Implementierungen, wie Datenbankstrukturen und Funktionsaufrufe, hinter Schnittstellen versteckt sind.

2.2.2. Das Gesetz von Conway

Wenn es um die Teamaufteilung in IT Projekten geht, wird sich in den meisten Fällen an die historische Herangehensweise orientiert, bei welcher die Entwickler anhand ihrer Spezifikation in einzelne Teams geteilt werden (vgl. Wolff 2018, Kap. 4.2). Die Entwickler werden dabei nach Datenbankexperten, Frontend- und Backend-Entwickler gegliedert.

Entscheidet sich jedoch ein Unternehmen für eine Microservice-Architektur, bedeutet diese Aufteilung, dass für jeden einzelnen Service Absprachen zwischen den Teams entstehen. Daraus etablieren sich eine Vielzahl an einzelnen Kommunikationsbeziehungen, welche die Umsetzung von neuen Funktionen verlangsamen.

Der amerikanische Mathematiker Melvin Edward Conway umschreibt das Dilemma wie folgt: *„Organisationen, die Systeme designen, können nur solche entwerfen, welche die eigene Kommunikationsstruktur widerspiegelt“* (Conway 1968). Er bezieht sich dabei auf die Tatsache, dass die Softwarearchitektur immer von den einzelnen Entwicklern mit entworfen wird und sich daher eingefahrene Kommunikationsstrukturen²³ in der Architektur wiederfinden lassen.

Nach Conway ist damit die Architektur direkt mit der Kommunikationsstruktur verbunden. Ein Unternehmen, welches das Gesamtsystem in einzelne Module teilt, sollte deshalb auch die gleiche Aufteilung in der Kommunikationsstruktur einführen. Konkret bedeutet das für ein Unternehmen, dass die Entwickler nicht nach Spezifikation, sondern nach Kontext des Service geteilt werden. Diese Teams besitzen dabei möglichst kurze Kommunikationswege und haben wenig Abhängigkeiten zu anderen Teams. Die Verknüpfung zu anderen Teams definiert sich über die Schnittstellen der Services. Um die Kommunikation für ein Service auf ein Minimum zu reduzieren, sollte nur ein Team pro Dienst verantwortlich sein, wobei ein Team auch mehrere Services betreuen kann (vgl. Wolff 2018, Kap.

²²Dies bezieht sich auf das Gesetz von Constantine, welches besagt *„A structure is stable if cohesion is strong and coupling is low.“* (Endres und Rombach 2003, S. 43).

²³Kommunikationsstrukturen sind dabei nicht zwingend gleich das Organigramm, da etablierte Kommunikationswege nicht zwingend von der Unternehmensstruktur abgebildet werden.

4.2).

Für die Umsetzung der Microservice-Architektur muss einerseits die Anwendung so komplex sein, dass sie sich in einzelne Services teilen lässt und andererseits müssen so viele Entwickler vorhanden sein, dass idealerweise jeder Dienst von einem Team betreut wird.

2.2.3. Domain-Driven Design

Wie im Abschnitt 2.2.2 beschrieben, hat die Microservice-Architektur das Ziel, autonome Teams zu etablieren und unnötige Absprachen zu reduzieren. Um dies zu erreichen und gleichzeitig eine hohe Kohärenz bei geringer Kopplung zu garantieren, bauen Microservices auf der Idee des Domain-Driven Designs auf, welche von Eric Evans in seinem gleichnamigen Buch beschrieben wird (vgl. Newman 2019, Kap. 2.4). Hierbei handelt sich dabei um eine Herangehens- bzw. Denkweise zur Modellierung komplexer Systeme, bei der das Gesamtsystem anhand der einzelner Geschäftsprozesse geteilt wird (vgl. Evans 2003, S. xix ff.).

Domain-Driven Design ist dabei nicht nur für Microservices konzipiert, sondern beschreibt vielmehr den Ansatz, Softwareentwicklung und Geschäftsfunktion zu vereinen, die in verschiedenen Architekturen umgesetzt werden. Deshalb ist Domain-Driven Design wesentlich für die Bestimmung der Grenzen eines Service und entscheidend für Microservices (vgl. Wolff 2018, Kap. 4.3).

Ein Hauptbestandteil des Domain-Driven Designs ist die Idee des Kontextes bzw. der Kontextgrenze (vgl. Fowler 2014). Die Kontextgrenze ist hier die Abgrenzung eines logischen Abschnittes (Kontext) innerhalb eines Unternehmens. Es wird der Ansatz verfolgt, dass einzelne Funktionen und Inhalte nur innerhalb eines gewissen Bereiches Sinn ergeben. So ist z. B. in einem E-Commerce Unternehmen bei der Bestellung von Ware die Anzahl, die Größe und das Gewicht entscheidend, während bei der Buchung der Fokus auf Preis und Steuersatz liegt. Je nach Kontext kann deshalb ein Begriff, wie Preis, unterschiedliche Bedeutungen haben. Beim Bestellen von neuer Ware ist damit der Einkaufspreis, beim Verkauf von Ware der Verkaufspreis gemeint (vgl. Evans 2003, S. 24 ff.). Die Bedeutung des Wortes Preis hängt somit von dem zu lösenden Geschäftsprozess ab. Domain-Driven Design empfiehlt, Kontextgrenzen so zu setzen, dass sie einen Geschäftsprozess umschließen und idealerweise genau ein spezifisches Problem lösen (vgl. Wolff 2018, Kap. 4.3).

Wie anfangs beschrieben, handelt es sich bei Domain-Driven Design nur um eine Herangehensweise und nicht um klare Regeln. Es liegt deshalb im Ermessen jedes Unternehmens die Granularität der Kontexte zu setzen.

Der Fokus auf eine spezifische Problemstellung ermöglicht es, eine einheitliche Sprache innerhalb eines Kontextes einzufügen, sowie eine enge Verbindung zwischen Geschäftslo-

gik und technischer Entwicklung zu erzeugen. Domain-Driven Design vertritt den Ansatz, dass technische Modelle und Prozessbeschreibungen die gleiche Terminologie besitzen (vgl. Evans 2003, S. 24 ff.). Die Kommunikation zwischen Fachkundigen und Softwareentwicklern soll dadurch gestärkt werden. Für die Einteilung von Microservices bedeutet dies, dass der Kontext eines Microservice genau ein Geschäftsprozess abbildet (vgl. Wolff 2018, Kap. 4.3; vgl. Newman 2019, Kap. 4).

Diese Eigenschaft deckt sich mit der von Sam Newman beschriebenen Definition, dass Microservices „um eine Geschäftsdomäne herum modelliert sind“ (Abschnitt 2.2). Weiterhin fordert Domain-Driven Design, dass ein Team fachlich divers ist und Expertinnen und Experten aus dem jeweiligen Fachgebiet einschließt (vgl. Evans 2003, S. 32 ff.). Konsequenterweise besteht ein Team aus Fachkundigen und Softwareentwicklern und hält engen Kontakt zu den Endkunden (vgl. Wolff 2018, Kap. 4.3).

Vorteile der Umsetzung von Domain-Driven Design sind:

- Stärkung der Autonomie des Teams durch das Abgrenzen in einzelne Kontexte,
- Verstärkter Austausch zwischen Fachkundigen und Softwareentwicklern durch eine einheitliche Sprache,
- Entstehung eigenständiger Services, bei denen die verwendeten Daten und auch die Terminologien entkoppelt sind und
- Die Einteilung erfolgt anhand von Geschäftsprozessen.

2.3. Microservice

Microservices sind einzelne, unabhängige Services, die um eine Geschäftsdomäne modelliert sind, die auf Grundlage der klaren Schnittstellen entkoppelt und durch einzelne Kontexte begrenzt sind. Die Kontexte ermöglichen das Verwenden von serviceinterner Terminologie und die Verwendung ausschließlich benötigter Daten. Wie in Abschnitt 2.2.2 aufgezeigt, ist nur ein Team für einen Service zuständig.

In seinem Buch *Monolith to Microservices* (2019) geht Newman darauf ein, dass die wichtigste Eigenschaft von einem Microservice die unabhängige Einsetzbarkeit ist (vgl. Newman 2019, Kap. 2.1.1). Er sieht darin die Verkörperung von Unabhängigkeit und eigenständigen Teams, welche durch die Kommunikation der Services durch standardisierte Schnittstellen ermöglicht wird. Die verbreitetste Art der Schnittstelle ist jene nach dem REST-Standard, welche sich an eine Kommunikation über HTTP richtet (siehe Abschnitt 2.1.4).

Da viele Programmiersprachen den Informationsaustausch über HTTP ermöglichen, ist ein Microservice unabhängig von einer bestimmten Technologie. Jedes Team kann eigen-

ständig entscheiden, welche Programmiersprache es verwenden will (vgl. Wolff 2018, Kap. 1.2). So können Sprachen nach Präferenz und Problemstellungen gewählt werden, ohne dass eine Inkompatibilität zum Rest des Systems entsteht.

Der Austausch über standardisierte Kommunikationswege ermöglicht, dass Services erstellt werden, die austauschbar sind (vgl. Wolff 2018, Kap. 1.2). Das hat zur Folge, dass z. B. einige Services durch Dienste von Drittanbietern ausgeführt und Entwicklungskosten eingespart werden. Es wird dadurch auch die Möglichkeit geschaffen, auf bestehender Logik aufzubauen und ältere Systeme mit modernen Technologien zu verbinden.

Wie in Abschnitt 2.2.3 beschrieben, ermöglichen es Kontextgrenzen, Daten nach eigenem Ermessen zu benennen und zu verwalten. Jeder Dienst besitzt eine eigene Datenspeicherung, z. B. in Form eines File-Storage-Systems oder einer Datenbank (vgl. Newman 2019, Kap. 2.1.3). Das bedeutet für das Gesamtsystem: keine einheitliche Datenspeicherung und jeder Service verwaltet die notwendigen Informationen eigenständig. Zum Erhalt der Funktionalität des gesamten Systems, muss im Vorfeld bestimmt werden, wie der Informationsaustausch zwischen den Services abläuft (vgl. Wolff 2018, Kap. 4.1). Es muss festgelegt werden, welche Services welche Informationen verwalten und bei Abhängigkeiten zu anderen Diensten sind die Schnittstellen festzulegen. Insbesondere die genauen Endpunkte und die zu erwarteten Informationen müssen bestimmt werden. Die Handhabung innerhalb eines Services obliegt dann wieder dem einzelnen Team.

Gibt es einen Service, der Informationen von einem anderen Dienst benötigt, fordert dieser die Daten über öffentliche Schnittstellen aktiv an. Durch die Verwaltung identischer Informationen durch mehrere Dienste kommt es jedoch zu unterschiedlichen Datenständen (vgl. Wolff 2018, Kap. 4.1). So besteht die Herausforderung, Informationen zwischen Services konsistent zu halten.

Die volle Unabhängigkeit eines Microservice kann nur erreicht werden, wenn dieser auch für die Benutzeroberfläche verantwortlich ist (vgl. Wolff 2018, Kap. 4.4). In der Praxis ist dies jedoch schwierig, da eine Webseite Inhalte von mehreren Services anzeigt. Besonders nach der Veröffentlichung von AngularJS²⁴ gibt es immer mehr JavaScript Frameworks, die zur Verbesserung der Benutzererfahrung mehr Logik in das Frontend legen. React.js ist eines dieser Frameworks. Die Beliebtheit dieser Frameworks kommt daher, dass jede Webseite nicht mehr als einzelne Seite betrachtet wird, sondern Informationen zwischen Benutzeroberflächen hinweg verwaltet werden (vgl. Wolff 2018, Kap. 9.1). Ein Datenabruf kann über mehrere Webseiten hinweg geteilt werden, wodurch die Performance verbessert wird. Das Routing zwischen den Webseiten wird durch das Framework verwaltet. Dieser Ansatz wird als Single-Page-Application (SPA) bezeichnet. Da die nötigen Informationen aktive von der View geladen werden, unterscheidet sich das von der Idee des

MVC-Ansatzes (*Single-Page-Webanwendung* 2019).

Auch kann es vorkommen, dass ein Microservice keine graphische Darstellung benötigt, da dieser ausschließlich E-Mails verschickt oder die beliebtesten Filme ermittelt. Folglich ist es umstritten, ob Microservices immer eine Benutzeroberfläche haben sollten.

Auf Skalierung bezogen, bieten Microservices viele Vorteile (vgl. Newman 2019, Kap. 2.1.4). So lassen sich, unabhängig vom Gesamtsystem, intensiv genutzte Services individuell skalieren. Kosten können eingespart werden, da nur einem einzelnen Teil und nicht dem gesamten System mehr Ressourcen zugeteilt werden.

Während Microservices Skalierungen begünstigen, erschweren sie serviceübergreifende Veränderungen (vgl. Newman 2019, Kap. 2.15). Auf Grund der technologischen Freiheit ist es aufwendiger Entwickler von einem Service zu einem anderen zu überführen. Verstärkt wird dies durch die Speicherung unterschiedlicher Daten und die Verwendung verschiedener Terminologien. Die technologische Überführung von Funktionen wird durch den Einsatz von verschiedenen Programmiersprachen erschwert. Äquivalent ist das Zusammenführen von Datenschemata, welches durch die unterschiedlichen Attributbezeichnungen boykottiert wird. Dies führt dazu, dass ein Zusammenschluss nur durch einen großen Aufwand erreicht werden kann.

2.4. Kommunikation von Services

Eine Microservice-Architektur besteht aus einzelnen, unabhängigen Services, die voneinander entkoppelt sind (siehe Abschnitt 2.2). Um die Funktionalität des Gesamtsystems zu gewährleisten, müssen die einzelnen Services untereinander im Austausch stehen. Die Grundvoraussetzung für das Implementieren einer Microservice-Architektur ist deshalb die Kommunikation und das Vorhandensein eines kommunikationsfähigen Netzwerkes.

Im Vergleich zu einem monolithischen System hat der Austausch von einzelnen Services über ein Netzwerk einige Nachteile (vgl. Wolff 2018, Kap. 6.1):

- Höherer Aufwand bei der Absicherung eines Systems aus einzelnen Komponenten vor Angriffen
- Erhöhtes Risiko für potenzielle Angriffe, da jede öffentliche Schnittstelle angreifbar ist
- Aufrufe über das Netzwerk sind langsamer, als Aufrufe innerhalb eines Prozesses

Neben der Kommunikation über den REST-Standard gibt es weitere Arten der Kommunikation, wie GraphQL (*GraphQL* 2020) und gRPC (*gRPC Docs* 2020). Diese wurden in

²⁴AngularJS ist ein JavaScript Framework, welches 2010 von Google entwickelt wurde und eine Open-Source-Software ist (*AngularJS — Superheroic JavaScript MVW Framework* 2020).

den letzten fünf Jahren entwickelt und setzten andere Schwerpunkte.

Im Unterschied zu REST wird bei GraphQL nicht für jeden individuellen Client eine separate Schnittstelle geschrieben (vgl. *GraphQL* 2020). Bei dem Aufruf gibt der Client die Informationen mit, die er erhalten möchte. Im Vorfeld wird über ein Schema festgelegt, welche Informationen der Server zur Verfügung stellt (vgl. *GraphQL* 2020). So können über GraphQL nicht nur Informationen von einer Relation (Tabelle) abgerufen werden, es kann auch über Verbindungen zwischen Relationen, auf Daten von anderen Tabellen zugegriffen werden (vgl. *GraphQL* 2020). Auch hier wird die Spezifikation der Inhalte vom Client beim Aufrufen der Schnittstelle mitgegeben. Es entstehen so wenige Programmschnittstellen, die jedoch eine Vielzahl Anforderungen bedienen können. Von Bedeutung ist dies für aggregierte Informationen aus mehreren Tabellen, sowie für Systeme, in denen mehrere Clients unterschiedliche Informationen vom selben Service abrufen.

gRPC ermöglicht einem Client, Funktionen eines Servers über das Netzwerk aufzurufen, als wären sie in der gleichen Codebase (vgl. *gRPC Docs* 2020). Hierbei ist gRPC programmiersprachenunabhängig, sodass ein in Java geschriebener Client auf einen Python-Server zugreifen kann. Im Gegensatz zum REST-Standard, der für Web-Anwendungen erstellt wurde, entwickelte Google gRPC speziell für den Austausch unter Services (vgl. *gRPC Docs* 2020). gRPC ermöglicht das Monitoren der Kommunikation zwischen Services, um auftretende Fehler schneller zu erkennen (vgl. *gRPC Docs* 2020). Es nutzt den moderneren HTTP/2 Standard (vgl. *gRPC* 2020). Dadurch ist der Informationsaustausch stärker komprimiert als beim HTTP/1 Standard, wodurch der Datenaustausch schneller ist (vgl. *Hypertext Transfer Protocol* 2020).

Seit der Beschreibung der Microservice-Architektur, als einzelne REST-Services²⁵, wurden neue Technologien zur Kommunikation zwischen Services entwickelt. Besonders gRPC besitzt auf Grund der moderneren Technik bedeutende Vorteile. Die Kommunikation zwischen entkoppelten Services ist jedoch langsamer als Aufrufe innerhalb eines Prozesses und bringen einige Nachteile mit sich.

Neben der Auswahl des Kommunikationsstandards muss ein Netzwerk vorliegen, das sowohl einen hohen Durchsatz als auch eine hohe Geschwindigkeit ermöglicht und der Zugriff vor Unbefugten gesichert ist.

2.5. Start-up

Wie in Abschnitt 2.2.3 aufgezeigt, sind Softwarearchitektur und Geschäftsprozesse eng mit einander verbunden. So soll an dieser Stelle der Arbeit zum Verständnis des Ausmaßes

²⁵Peter Rodgers beschrieb 2005 auf der Web Services Edge Conference Micro-Web Services als REST-Services (vgl. Rodgers 2018).

der Umstellung, die Situation eines Start-up beleuchtet werden, da „*hart zu verändernde Entscheidungen*“²⁶ stets im Kontext der Unternehmenssituation getroffen werden sollten.

Nach dem Wirtschaftslexikon Gabler ist ein Start-up, oder auch Start-up-Unternehmen, ein junges, noch nicht etabliertes Unternehmen, welches eine innovative Geschäftsidee verwirklichen möchte (vgl. Achleitner 2018). Ein Start-up agiert in einem jungen oder noch nicht existierendem Markt und muss erst ein funktionierendes Geschäftsmodell entwickeln. Wird ein solches gefunden und implementiert, gilt das Unternehmen nicht mehr als Start-up (vgl. *Start-up-Unternehmen* 2020).

Es ist jedoch schwierig, ein funktionierendes Geschäftsmodell zu finden und die meisten der Start-ups melden nach wenigen Jahren Insolvenz an. Neun von zehn Unternehmen scheitern innerhalb der ersten drei Jahre (vgl. Patel 2015).

Erfolgreiche Start-ups zeichnen sich durch adaptives Verhalten aus. Zwei Drittel der erfolgreichen Start-ups ändern ihre ursprüngliche Geschäftsidee drastisch (Mullins und Komisar 2009). Daraus lässt sich ein signifikanter Zusammenhang, zwischen Erfolg und Flexibilität ableiten. Ein erfolgreiches Start-up arbeitet dynamisch und fokussiert und sammelt schnell neue Erkenntnisse über die Bedürfnisse von Kunden.

Das Ziel eines Start-ups ist, ein Produkt zu entwickeln, welches einen lukrativen Absatzmarkt besitzt, sowie für den Kunden einen Mehrwert zu generieren, für den dieser auch bereit ist zu zahlen.

Um dies zu erreichen, werden drei separate Phasen durchlaufen (vgl. Maurya 2012, S. 8 f.):

1. Problem-Solution Fit
2. Product-Market Fit
3. Scale

Zu Phase 1 (Problem-Solution Fit): Es wird ermittelt, ob ein lösungswertes Problem vorliegt. Hierfür werden qualitative Kundenbefragungen und Kundeninterviews durchgeführt (vgl. Croll und Yoskovitz 2013, S. 170 ff.).

Zu Phase 2 (Product-Market Fit): Aus den Erkenntnissen der ersten Phase wird der minimale Funktionsumfang bestimmt und umgesetzt. Dieses sogenannte Minimum Viable Product (MVP) wird daraufhin für Anwendertests verwendet. Mit Hilfe der Ergebnisse aus den Tests wird abermals eine Anpassung des MVP erstellt, das für weitere Kundentests eingesetzt wird. Dieser Prozess wird solange wiederholt, bis ein Produkt entwickelt wurde, welches das ursprüngliche Problem löst, oder Geld und Ressourcen ausgehen (vgl. Croll und Yoskovitz 2013, S. 28).

²⁶Direkter Bezug zur Definition von Martin Fowler aus Abschnitt 2.1.1.

In Phase 3 (Scale): Das Start-up wird hinsichtlich Technologie, Struktur und Produkt angepasst, damit es in Bezug auf Kundenbedarf, Personal und Funktionsumfang ideal wachsen kann (vgl. Maurya 2012, S. 9).

Besondere die Phasen 1 und 2 zeichnen sich durch schnelles, fokussiertes Lernen aus, welches in kontinuierlichen Anpassungen des Geschäftsmodells endet. Folglich kommt es in diesen beiden Phasen zu ständigen Änderungen des Produktes und des Geschäftsprozesses. Erst nach dem Erreichen des Product-Market Fits stabilisiert sich das Produkt und die Skalierung dessen rückt in den Mittelpunkt.

Im Gegensatz zu den meisten Start-ups, ist PluraPolit ein gemeinnütziges Unternehmen. Der Fokus liegt deshalb nicht auf dem Erwirtschaften von Gewinn sondern auf der Maximierung der Kundeninteraktion. Da Interaktion sich aus der Akzeptanz der Anwender ergibt, ist PluraPolit bestrebt, ein Product-Market Fit zu erreichen. Zum aktuellen Zeitpunkt befindet es sich jedoch noch in Phase 2.

2.6. Bedingungen ableiten

Aus den Erkenntnissen und Kernaussagen der vorangegangenen Abschnitte lassen sich Bedingungen ableiten, die als Leitfaden für die Entscheidungen von PluraPolit dienen. Im nächsten Gliederungspunkt werden diese von Experten qualitativ bewertet.

Wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben, hat eine Microservice-Architektur das Ziel, Teams möglichst unabhängig voneinander arbeiten zu lassen. Erreicht wird dies, indem die Verantwortung eines Service nur einem Team übertragen wird und sich Absprachen zwischen den Teams auf die Festlegung der Schnittstellen begrenzen. Daraus ergeben sich zwei Bedingungen an das Unternehmen:

1. Die Verantwortung für ein Geschäftsprozess muss an ein Team übergeben werden, und
2. Die Services greifen ausschließlich auf Ressourcen zu, die über die Schnittstellen erreicht werden können.

Der Abschnitt über Domain-Driven Design zeigt auf, dass Microservices die Komplexität eines Unternehmens reduzieren, indem die Geschäftsprozesse in Services aufgeteilt werden. Dieser Ansatz der Trennung der Geschäftsdomänen fördert die Fähigkeit, dass Services unabhängig voneinander wachsen können und gleichzeitig eine klare Verantwortung haben.

Es ergeben sich die Bedingungen zum Vorliegen eines Systems, welches:

1. einerseits eine gewisse Komplexität aufweist und
2. andererseits Geschäftsabläufe besitzt, die sich trennen lassen.

Neben der Einteilung in einzelne Komponenten werden auch Bedingungen an das Netzwerk gestellt, wie in Abschnitt 2.4 ausgeführt. So ergeben sich folgende Anforderungen:

1. Kommunikation der Services untereinander
2. Verhinderung von unbefugten Zugriffen
3. Vorliegen einer möglichst hohen Datengeschwindigkeit

Wie in Abschnitt 2.4 vorausgesetzt, weisen die Services Programmierschnittstellen auf, die Server-zu-Server-Kommunikation erlauben.

Bei der Beschreibung der Situation eines Start-ups in Abschnitt 2.5 wurde deutlich, dass es in einem noch nicht existierenden Markt operiert und dadurch besonders dynamisch agieren muss. Daraus ergibt sich die Anforderung, dass erst eine Microservice-Architektur umgesetzt werden kann, wenn ein Product-Market Fit vorliegt.

Aus der Literaturrecherche ergeben sich zusammenfassend neun Bedingungen:

1. Es ist möglich, die Verantwortung für ein Geschäftsprozess an ein eigenständiges Team zu geben
2. Die Services greifen ausschließlich auf Ressourcen zu, die über die Schnittstellen erreicht werden können
3. Das System weist eine gewisse Komplexität auf
4. Die Geschäftsabläufe lassen sich voneinander trennen
5. Das Netzwerk ermöglicht die Kommunikation zwischen den Services
6. Das Netzwerk ist vor Zugriffen von Unbefugten gesichert
7. Das Netzwerk hat einen hohen Datendurchsatz
8. Die Services verfügen über Schnittstellen, die Server-zu-Server-Kommunikation ermöglichen
9. Es liegt ein Product-Market Fit vor

3. Methodik

Um herauszufinden, ob die Bedingungen aus der Literaturrecherche (Abschnitt 2.6) notwendig sind, bevor PluraPolit seine Softwarearchitektur ändern kann, wurden Experteninterviews durchgeführt. Diese Methode wurde gewählt, um trotz der geringen Literatur, die es zu diesem Thema gibt, eine qualitative Einschätzung zu bekommen und abschließend eine Empfehlung für PluraPolit zu geben. Es wurde sich für ein Leitfadeninterview entschieden, um sowohl subjektive Erfahrungen zu erhalten, als auch die Vergleichbarkeit der Antworten zu garantieren.

3.1. Erstellung der Interviewfragen

Die Fragen für die Interviews wurden aus den Ergebnissen der Literaturrecherche erstellt. So begann die Bachelorarbeit mit der Durchführung einer Literaturrecherche, in welcher Microservices und Softwarearchitektur definiert und beschrieben wurden. Nachfolgend wurden die zur Erstellung und Einteilung von Microservices notwendigen Faktoren benannt und beschrieben. Die wichtigsten Inhalte wurden anschließend in Abschnitt 2.6 zu neun Bedingungen zusammengetragen und als Grundlage für die Fragestellung verwendet.

Dabei zielen die Fragen zum einen darauf ab, die einzelnen Annahmen zu validieren und zum anderen den Experten die Möglichkeit zu geben ihre Expertise einzubringen. Um dem gerecht zu werden, wurden vor allem offene Fragen gewählt. Gleichwohl orientieren sich die Fragestellungen an den in Abschnitt 2.6 definierten Bedingungen, sodass die Antworten aus den Interviews mit den Erkenntnissen aus der Literaturrecherche vergleichbar sind.

3.2. Auswahl der Experten

Für das Interview wurden Christoph Rahles, Alexander Troppmann und Sebastian Schlaak befragt. Diese Experten wurden aufgrund ihrer jahrelangen Erfahrung im Bereich der Microservice-Architektur und Start-up-Branche ausgewählt. Sowohl Herr Rahles, Herr Troppmann und Herr Schlaak sind Senior Software Developer mit Erfahrungen im Management. So haben alle drei mehrere Jahre als Chief Technology Officer (CTO) gearbeitet und können fundierte Aussagen über softwarearchitektonische Entscheidungen geben. Darüber hinaus hält Herr Troppmann Informationsveranstaltungen in denen er erklärt, wie man mit Hilfe der Programmiersprache Golang leichtgewichtige Microservices erstellt.

Des Weiteren wurden alle drei ausgewählt, da sie die Softwarearchitektur von PluraPolit kennen und bei der Entwicklung beteiligt waren. So hat Herr Rahles die Softwarearchitektur von PluraPolit in der Anfangsphase mit aufgebaut und kennt diese detailliert.

Herr Troppmann und die Mitarbeiter von PluraPolit haben erst vor einigen Wochen ge-

meinsam an einem Hackathon teilgenommen und die Plattform konzeptionell weiter entwickelt. Es wurden Entwürfe erstellt, wie PluraPolit auch für den Schulunterricht eingesetzt werden kann. Folglich kennt Herr Troppmann den aktuellen Stand der Bildungsplattform.

Sowohl Robin Zuschke, als auch ich haben vor der Zeit bei PluraPolit mit Herrn Schlaak zusammen gearbeitet und standen gelegentlich mit ihm im Austausch. Demnach kannte Herr Schlaak vor dem Interview den technischen Zustand und die internen Abläufe.

Herr Rahles und Herr Schlaak kannten sich vor dem Interview, da sie von 2011 bis 2013 gemeinsam bei der BEKO Käuferportal GmbH gearbeitet haben. Aufgrund dessen, dass die zwei Experten nach den gemeinsamen Arbeitsjahren in regelmäßigem Kontakt standen, wurden sie gebeten, sich nicht über die Inhalte des Interviews auszutauschen, sodass die Unabhängigkeit ihrer Antworten gewährleistet werden konnte.

Ausgenommen der Verbindung zwischen Herrn Rahles und Herrn Schlaak, kannten sich die Experten nicht.

3.3. Durchführung des Interviews

Die drei Experten wurden eine Woche vor dem Interview per Nachricht (Slack, oder WhatsApp) kontaktiert und zu einem Gespräch eingeladen, welches online stattgefunden hat. Es wurde ein Konferenzgespräch von Angesicht zu Angesicht gewählt, um eine persönlichere Atmosphäre zu generieren und gleichzeitig die Kontaktbeschränkungen in der Coronapandemie einzuhalten.

Alle Interviewpartner bekamen die Fragen zur Vorbereitung vorab zugeschickt. Sie wurden vor dem Gespräch in Kenntnis gesetzt, dass dieses aufgezeichnet wird, um die anschließende Transkription zu ermöglichen. Dies geschah zum einen während der Absprachen eine Woche vor den Interviews, sowie unmittelbar vor der Aufnahme. Des Weiteren gaben die Experten eine mündliche Bestätigung ab, dass ihre Aussagen in dieser Abhandlung verwendet werden dürfen.

Um während des Interviews Rückfragen zu stellen, wurden zusätzlich zur laufenden Aufzeichnung kurze Notizen erstellt.

Die Interviews wurden nacheinander gehalten. Der erste Interviewpartner war Christoph Rahles am 18 Juni 2020, gefolgt von Alexander Troppmann am 21 Juni und Sebastian Schlaak am 24 Juni.

In allen drei Fällen hat das Interview mit folgender Frage gestartet:

Haben Sie das Gefühl, dass es Bedingungen gibt, die PluraPolit erfüllen sollte, bevor es ihre Softwarearchitektur zu einer Microservice-Architektur umstellt und wenn ja, welche Bedingungen empfinden Sie als wichtig?

Mit dieser Frage sollte die Annahme beantwortet werden, dass es überhaupt Bedingungen gibt. Weiterführend sollte den Experten die Möglichkeit gegeben werden, ohne jegliche Einschränkung notwendige Bedingungen zu nennen.

In zwei der drei Interviews (Christoph Rahles und Alexander Troppmann) wurden nach der ersten Frage die vierte Frage eingeschoben. Dies bot sich an, da beide Experten sich thematisch der besagten Fragestellung annäherten.

Es folgte Frage 2:

Welche Rahmenbedingungen sehen Sie als notwendig, dass Teams separat voneinander arbeiten können?

Eingeleitet wurde diese Frage mit den Erkenntnissen aus der Literaturrecherche, dass Microservices es Teams ermöglichen, unabhängig voneinander an unterschiedlichen Services zu arbeiten.

Diese Zusammenfassung sollte den Experten als Möglichkeit dienen, diese Annahme zu berichtigen und sich bei ihren Antworten darauf zu beziehen.

Die Frage zielt darauf ab, die Auffassung zu validieren, dass:

1. Teams eigenverantwortlich arbeiten und
2. ausschließlich über die Schnittstellen auf Informationen zugreifen.

Es wurde sich für eine möglichst offene Frage entschieden, um den Experten die Möglichkeit zu geben, uneingeschränkt zu antworten.

Anschließend wurde Frage 3 gestellt:

Gibt es in Ihren Augen irgendwelche technischen Anforderungen, die PluraPolit erfüllen sollte?

Frage 3 zielt darauf ab, Bedingung 5, 6 und 7 zu überprüfen (siehe Abschnitt 2.6). Demnach wurde erwartet, dass ein Netzwerk:

1. die Kommunikation zwischen den Services ermöglicht,
2. Zugriffe verwaltet und
3. einen hohen Datendurchsatz besitzt.

Auch hier wählte man bewusst eine offene Fragestellung.

Frage 4 geht der Fragestellung nach, ob Microservices in einem dynamischen Umfeld eingesetzt werden sollten. Hierfür wurde vorab eine Zusammenfassung aus der Literaturrecherche eingeschoben:

Ein Start-up zeichnet sich dadurch aus, dass es insbesondere in der Anfangsphase zu vielen Veränderungen in der ursprünglichen Geschäftsidee kommt. Microservices auf der anderen Seite zeichnen sich dadurch aus, dass sie feste Schnittstellen und Kontextgrenzen besitzen.

Die Zusammenfassung sollte den Schwerpunkt der Fragestellung auf die Phasen eines Start-up lenken. Das Ziel dieser Frage ist es, den Zeitpunkt, oder das Ereignis zu ermitteln, ab wann ein Start-up Microservices verwenden sollte. Ging der Experte nicht von selbst auf diese Fragestellung ein, gab es zusätzliche Fragen im Interview.

Abschließend wurde das Interview mit folgender Frage beendet:

Mit Ihrem aktuellen Wissensstand, welche Softwarearchitektur empfehlen Sie PluraPolit?

Es wurde sich für diese Frage entschieden, um die Antworten mit den Antworten der vorhergehenden Fragen auf Einheitlichkeit zu überprüfen und eine Einschätzung für PluraPolit zu geben.

3.4. Methodik zur Auswertung

Um die Interviews zu transkribieren, wurde der Dienst *Amazon Transcribe* von Amazon Web Services genutzt. Es handelt sich dabei um einen Service, der automatisch Audioaufzeichnungen in Text konvertiert und diesen ausgibt.

Nach dem automatischen Transkribieren wurden die Texte einer manuellen Korrektur unterzogen.

Die einzelnen Aussagen aus den Interviews wurden offen codiert und anschließend in Themen zusammengefasst. Zur besseren Vergleichbarkeit ordnete man diese Themen einzelnen Kategorien zu.

Die Informationen aus den Interviews wurden mit den Ergebnissen der Literaturrecherche verglichen und zu Erkenntnissen zusammengefasst. Mit Hilfe dieser Erkenntnisse wurde abschließend die Forschungsfrage beantwortet.

3.5. Ergebnisse der Interviews

3.5.1. Frage 1

Haben Sie das Gefühl, dass es Bedingungen gibt, die PluraPolit erfüllen sollte, bevor es ihre Softwarearchitektur zu einer Microservice-Architektur umstellt und wenn ja, welche Bedingungen empfinden Sie als wichtig?

Alle drei Experten beantworteten diese Frage mit Ja und nannten weitere Bedingungen (siehe Anhang A.1, S. I, Anhang A.2, S. VII und Anhang A.3, S. XII).

Sowohl Sebastian Schlaak, als auch Alexander Troppmann gaben als Antwort an, dass sie erst Microservices in betracht ziehen, wenn inhaltlich unterschiedliche Anwendungen vorliegen. Herr Schlaak beschrieb in seinem Interview: *„ich glaube, das wäre eine Bedingung, wenn man sagt: [...] ich habe etwas [eine neue Funktion], was [...] einen ganz anderen Zweck erfüllt [...]“* (siehe Anhang A.3, S. XII). Herr Troppmann fasste es in seinem Interview wie folgt zusammen: *„Also wie gesagt, ich brauche eine technische Trennung [...]“* und verwies auf die Trennung zwischen unterschiedlichen logischen Abläufen (siehe Anhang A.2, S. VII).

Als zweite Bedingung nannten die Experten die Wirtschaftlichkeit. Diese wurde von Christoph Rahles und Alexander Troppmann hervorgehoben. Herr Rahles führte in seinem Interview an, dass es jemanden geben muss, *„der [...] sich die Frage stellt: Ist es wirtschaftlich, Ja oder Nein?“* (siehe Anhang A.1, S. I). Herr Troppmann beurteilte es wie folgt: *„[...] ich muss einen Business Case haben, [...] [damit] sich das auch lohnt.“* (siehe Anhang A.2, S. VII). Daraus kann geschlussfolgert werden, dass der wirtschaftliche Nutzen eine wesentliche Voraussetzung für den Einsatz von Microservices ist.

Allein Herr Rahles verwies darauf, dass die Entscheidung für Microservices vom “Reifegrad des Geschäftsmodells” abhängt (siehe Anhang A.1, S. I).

3.5.2. Frage 2

Microservices ermöglichen es Teams, unabhängig voneinander an unterschiedlichen Services zu arbeiten. Welche Rahmenbedingungen sehen Sie als notwendig, dass Teams separat voneinander arbeiten können?

Herr Rahles fügte den Vermerk hinzu, dass die Teams stets zu einem Unternehmen gehören und nie ganz unabhängig sind.²⁷ Auch beurteilte er, dass Teams *„interdisziplinär aufgestellt sein [müssen], [damit] sie wirklich unabhängig voneinander arbeiten können“* (siehe Anhang A.1, S. III) und wies in seinem Interview daraufhin, dass Teams *„innerhalb [ihrer] Business Domäne [...] der Owner sein [müssen]“* (siehe Anhang A.1, S. IV).

Herr Schlaak und Herr Troppmann führten an, dass insbesondere Schnittstellen definiert und beschrieben sein müssen.²⁸

²⁷ „Auch diese Teams gehören zu einem Unternehmen [...], das heißt unabhängig voneinander sind sie nie.“ (siehe Anhang A.1, S. III)

²⁸ „Ganz wichtig ist, dass die Schnittstellen der Services entsprechend gut beschrieben sind [...]“ (siehe Anhang A.3, S. XIII); „[...] die Teams müssen sich einig sein, über welche Schnittstelle die Services kommunizieren.“ (siehe Anhang A.2, S. IX); „Schnittstellen nach außen müssen geklärt sein.“ (siehe Anhang A.2, S. X)

Weiterführend wurde von Herr Troppmann eine Struktur hervorgehoben, die Abläufe genauer beschreibt.²⁹ Diesen Ansatz erwähnte auch Herr Rahles, als er die Notwendigkeit von Projektmanagement ansprach.³⁰

Daraus lässt sich schlussfolgern:

- Strukturen sind notwendig, damit Teams separat arbeiten können.
- Schnittstellen müssen definiert und beschrieben sein.
- Teams sind zwar nie ganz unabhängig, arbeiten aber eigenverantwortlich.

3.5.3. Frage 3

Gibt es in Ihren Augen irgendwelche technischen Anforderungen, die PluraPolit erfüllen sollte?

Als wichtigste technische Anforderung stellte sich das Monitoring heraus. So beschrieben alle drei Experten die Notwendigkeit ein Monitoring zu implementieren, welches die Kommunikation zwischen den Services überwacht (siehe Anhang A.2, S. XI und Anhang A.3, S. XIV). Besonders Herr Rahles verwies auf diese Bedingung.³¹

Auch die Sicherheit wurde von Herrn Rahles angemerkt. Dabei sah er es aber als Grundvoraussetzung für jegliche Infrastruktur und nicht explizit für Microservices.³²

Herr Schlaak und Herr Rahles hoben ein gut eingebautes Fehlermanagement hervor. So beschrieben beide, dass Services „vernünftige Fehlermeldungen“ zurück geben sollten (siehe Anhang A.3, S. XIV und Anhang A.1, S. V).

Aus den technischen Anforderungen Monitoring, Sicherheit und Fehlermanagement geht hervor, dass Kenntnisse in der Implementierung und in der Verwaltung der Infrastruktur vorhanden sein müssen. Eine Aussage, die auch von Herrn Troppmann bestätigt wurde.³³

Herr Rahles bestärkte ebenfalls diese Schlussfolgerung, indem er die „heutzutage geltenden Best Practices als Anforderung“ nannte (siehe Anhang A.1, S. IV). Er führte diese Bedingung noch weiter aus und zählte automatische Tests, sowie einen automatischen

²⁹„[...] zumindest benötigt man Strukturen, sodass man weiß, was wie abläuft.“ (siehe Anhang A.2, S. X)

³⁰„[...] es ist einfach sinnvoll zu gucken, dass [...] die Teams entsprechend des Projektmanagements richtig aufgestellt sind.“ (siehe Anhang A.1, S. IV)

³¹„Monitoring ist das A und O. Das heißt mit Anstieg der Komplexität, muss ich sicher sein, dass ich auch diese Komplexität hinreichend überblicken kann.“ (siehe Anhang A.1, S. V)

³²„Sicherheit gehört für mich zu den Grundvoraussetzungen, egal über welche Architektur wir reden.“ (siehe Anhang A.1, S. V)

³³„[...] es [braucht] einen Entwickler, der sich mit dem Aufbau der Infrastruktur auskennt.“ (siehe Anhang A.2, S. XI)

Integration-³⁴und Deployment-Prozess zu den erforderlichen Maßnahmen (siehe Anhang A.1, S. IV).

3.5.4. Frage 4

Ein Start-up zeichnet sich dadurch aus, dass es insbesondere in der Anfangsphase zu vielen Veränderungen in der ursprünglichen Geschäftsidee kommt. Microservices auf der anderen Seite zeichnen sich dadurch aus, dass sie feste Schnittstellen und Kontextgrenzen besitzen. Meinen Sie, dass trotzdem Microservices in einem dynamischen Umfeld eingesetzt werden sollten?

Christoph Rahles antwortete auf diese Frage: „*Da gibt es, glaube ich kein Richtig oder Falsch.*“ und verdeutlichte, dass die Frage immer im Kontext der wirtschaftlichen und technologischen Situation des Start-up beantwortet werden muss (siehe Anhang A.1, S. II).

Alexander Troppmann vertrat die Meinung, dass Microservices gerade im dynamischen Umfeld eingesetzt werden sollten. Seine Meinung begründete er damit, dass Microservices aufgrund des einfachen Austausches von Services im dynamischen Umfeld Sinn ergeben.³⁵

Sebastian Schlaak antwortete, dass er mit einem Monolithen anfangen würde, da man mit diesem deutlich schneller entwickeln kann und führte weiter fort, dass die Vorteile von Microservices „*erst in der späteren Skalierungsphase [...] so richtig zum Tragen kommen*“ (siehe Anhang A.3, S. XIV).

Die Aussage, mit einem Monolithen anzufangen, kam auch von Herrn Rahles. So äußerte er sich, „*dass man [meistens] mit einem Monolithen anfängt*“ und später, wenn „*es sehr drückend wird*“, auf Microservices umstellt (siehe Anhang A.1, S. II).

Mit der Aussage, dass eine Umstellung zu Microservices „*sich erst mittel- bis langfristig lohnt*“ (siehe Anhang A.2, S. IX), unterstützte Herr Troppmann die vorherige Aussage.

Sowohl Herr Rahles, als auch Herr Troppmann antworteten, dass die Unternehmensziele die Entscheidung zur Umstellung beeinflussen. So verdeutlichte Herr Rahles, dass die Entscheidung auch von der „*Strategie der Firma*“ abhängt (siehe Anhang A.1, S. II).

Nach Herrn Schlaak sollte besonders dann über eine Microservice-Architektur nachgedacht werden, wenn neue „*Funktionen [...] nichts mehr mit dem Kerngeschäft zu tun haben*

³⁴Die automatische Integration, oder auch kontinuierliche Integration, ist ein Prozess aus der Softwareentwicklung, bei dem durch Veränderungen an der Codebase diese automatisch getestet wird. Des Weiteren werden automatische Reports erstellt, wodurch schnell fehlerhafte Änderungen erkannt werden (vgl. *Continuous Integration* 2020).

³⁵„*Ich kenne viele Start-ups, die von Anfang an Microservices eingesetzt haben, weil gerade Microservices so sind, dass man verschiedene Services austauschen kann. Also gerade im dynamischen Umfeld machen Microservices Sinn.*“ (siehe Anhang A.2, S. VII)

[...]“ (siehe Anhang A.3, S. XV). Diese Aussage teilte ebenfalls Herr Rahles: *„Meistens ist es so, dass man mit einem Monolithen anfängt und irgendwann an einen Punkt kommt, [...] wo man sagt, es macht Sinn, Dinge auszulagern“* (siehe Anhang A.1, S. II). Daraus lässt sich folgern, dass eine Umstellung zu Microservices sinnvoll ist, wenn Aufgaben aus verschiedenen Aufgabenfelder anfallen und fachlich unterschiedlich sind. Demnach ist die Entscheidung abhängig von der Vielseitigkeit eines Unternehmens.

3.5.5. Frage 5

Mit Ihrem aktuellen Wissensstand, welche Softwarearchitektur empfehlen Sie PluraPolit?

Alle drei Experten empfahlen einen Monolithen (siehe Anhang A.1, S. VI, Anhang A.2, S. XI und Anhang A.3, S. XVI).

Alexander Troppmann und Sebastian Schlaak haben weiterführend geraten, das Backend und das Frontend voneinander zu trennen. Herr Schlaaks Vorschlag war es, im Frontend ein *„modernes JavaScript Framework“* zu verwenden und das *„Backoffice“* der Mitarbeiter von der Darstellung der Endkunden zu trennen (siehe Anhang A.3, S. XVI). Beide würden den Ansatz wählen, um die Flexibilität zu haben das Frontend bzw. das Backend auszutauschen.

Sowohl Herr Rahles, als auch Herr Troppmann gaben an, dass sie einen Monolithen empfehlen, da es keine separate Geschäftsdomäne gibt, die eine Aufteilung in Services rechtfertigt.³⁶

Des Weiteren stand Herr Rahles der Umstellung zu Microservices ablehnend gegenüber, da nicht genügend Entwickler vorhanden sind (siehe Anhang A.1, S. VI).

³⁶ *„Ich glaube, dass es keine separate Business Domain gibt, wo man sagt, die muss zwangsläufig ausgelagert werden.“* (siehe Anhang A.1, S. VI); *„Ich sehe da vom fachlichen her nichts, was eine Microservice-Architektur rechtfertigt.“* (siehe Anhang A.2, S. XI)

4. Diskussion der Interviewergebnisse

Um die Bedingungen aus Abschnitt 2.6 zu bestätigen oder zu widerlegen, wurden drei Interviews mit Experten aus der Start-up-Branche geführt.

Die Interviewergebnisse zeigen, dass Microservices eine zugrundeliegende inhaltliche Trennung benötigen (siehe Abschnitt 3.5.1) und die Vielseitigkeit des Unternehmens die Entscheidung für eine Umstellung beeinflusst. Dies wurde von Herr Rahles und Herr Troppmann bestätigt, die in ihren Aussagen den Mangel einer separaten Geschäftsdomäne betonten (siehe Abschnitt 3.5.5).

Damit bekräftigen die Interviewergebnisse die Annahme, dass Services anhand der Geschäftsprozesse geteilt werden und bestätigen den Ansatz, dass ein System eine gewisse Vielseitigkeit benötigt, bevor es in einzelne Services geteilt werden kann.

Die Interviewergebnisse zeigen, dass der Aufbau einer Microservice-Architektur komplex ist. So setzten die Experten Monitoring, Fehlermanagement und einen automatischen Integrations- und Deployment-Prozess für die Umsetzung voraus.

Auch fügte Christoph Rahles in seinem Interview hinzu, dass bei mehreren Anwendungen (Services) „*Aspekte wie Betriebssicherheit*“ immer wichtiger werden (siehe Anhang A.1, S. V). Er zählte darunter SLAs³⁷ und Garantien von Uptimes, Erreichbarkeiten und Geschwindigkeit von Services.

Die Ergebnisse belegen den Anstieg der Komplexität innerhalb einer Microservice-Architektur, welcher in Abschnitt 2.1.2 betrachtet wurde. Der Vergleich zwischen den Architekturstilen aus Abschnitt 2.1.5 zeigt, dass monolithische Systeme besonders den Bereitstellungsprozess, das Fehlermanagement und die systemübergreifenden Tests vereinfachen. Daraus lässt sich schließen, dass eine Microservice-Architektur im Vergleich zu einem Monolithen komplexer ist. Dies deckt sich mit den Empfehlungen der Experten (siehe Abschnitt 3.5.5).

Die höhere Komplexität setzt ein tieferes Verständnis über das Erstellen und Verwalten der Infrastruktur voraus und fordert, abhängig des Wissensstandes im Unternehmen, Weiterbildungen durchzuführen oder auf externe Fachkräfte zurückzugreifen.

Aus den Interviews geht hervor, dass die Sicherheit und der Austausch von Nachrichten eine Grundvoraussetzung für jedes Netzwerk ist. Dies bestätigt die angenommenen Vorraussetzungen an das Netzwerk (siehe Abschnitt 2.6). Dass der Datendurchsatz von keinem Experten explizit angesprochen wurde, kann man darauf zurückführen, dass dieser als Grundvoraussetzung gesehen wird und keine Voraussetzung für eine Microservice-Architektur ist.

³⁷SLA steht für Server-Level-Agreement und bezeichnet den Rahmenvertrag für Dienstleistungen zwischen Auftraggeber und Dienstleister und wird vor allem bei Outsourcing-Projekten verwendet (*Service-Level-Agreement* 2020).

Des Weiteren verdeutlichen die Interviewergebnisse den wirtschaftlichen Nutzen und forderten die Umstellung im Kontext der wirtschaftlichen Situation zu entscheiden (siehe Abschnitt 3.5.4). Somit bestätigen die Aussagen aus den Interviews die ursprüngliche Annahme, dass die wirtschaftliche Situation die Entscheidung beeinflusst (siehe Abschnitt 2.5).

Die Literaturrecherche belegt, dass eine Microservice-Architektur erst nach dem Product-Market Fit umgesetzt werden sollte. Die Erfahrungen der Interviewpartner zeigen jedoch, dass auch Start-ups Microservices einsetzen. Ein wichtiger Grund für die Nutzung in Start-ups ist hierbei die Möglichkeit, einzelne Services flexibel auszutauschen (siehe Abschnitt 3.5.4). Aufgrund der Tatsache, dass sich Microservices an Geschäftsprozesse richten, kann geschlussfolgert werden, dass die ursprünglichen Geschäftsprozesse bestehen bleiben und ausschließlich die Services verändert wird. Wie jedoch Abschnitt 2.5 zeigt, agiert ein Start-up in einem unbestimmten Markt, sodass nicht davon auszugehen ist, dass Geschäftsprozesse bestehen bleiben. Demnach widersprechen dynamische Geschäftsprozesse dem Einsatz von Microservices. Diese Annahme wird durch die Empfehlungen der monolithischen Softwarearchitektur bestätigt (siehe Abschnitt 3.5.5).

Gleichwohl gibt es Situationen, in denen die Einführung von Microservices einen wirtschaftlich Mehrwert generieren kann, obwohl noch kein Product-Market Fit vorliegt. Eine dieser Szenarien wurde von Alexander Troppmann angesprochen. Er beschrieb die Situation, in der Microservices gewählt wurden, um vorhandene Entwickler effizient einzusetzen (siehe Anhang A.2, S. VIII).

Die Interviewergebnisse widerlegen die ursprüngliche Auffassung, dass ein Product-Market Fit vorhanden sein muss und relativieren es auf den zu erwartenden wirtschaftlichen Mehrwert.

Wie die Interviewergebnisse zeigen, ist die Komplexität eines Systems die größte Motivation Microservices einzuführen. Gleichzeitig bedarf die Umstellung zu Microservices Kenntnisse über den Aufbau und Verwaltung der Infrastruktur. Dadurch können Kosten für das Unternehmen entstehen. Auf der anderen Seite verspricht sich das Unternehmen durch die Umstellung eine Verbesserung der aktuellen Situation. Übertrifft der prognostizierte Mehrwert die Kosten der Umstellung, ist die Umstellung wirtschaftlich.

Aus den Antworten zur Frage 5 geht hervor, dass alle drei Experten in erster Line einen Monolithen empfehlen. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Experten, aufgrund der geringen Komplexität von PluraPolit, keine Notwendigkeit sehen, Microservices umzusetzen und sie bei der geringen Anzahl an Entwickler eine verantwortungsvolle Verwaltung der Infrastruktur anzweifeln. Folglich bewerten sie die Umstellung für PluraPolit als nicht lukrativ.

Bei der Auswertung der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass sich diese ausschließ-

lich auf Start-ups und PluraPolit beziehen. Würden etablierte Firmen oder Vereine beleuchtet, wären die Bedingungen möglicherweise anders. Aus diesem Grund kann keine generelle Aussage getroffen werden.

Auch wurden die Bedingungen aus einer Literaturrecherche erstellt, demnach wurden diese ausschließlich aus der Theorie abgeleitet. Die Erfahrungen der Experten bringen Kenntnisse aus der Praxis ein und validieren die Bedingungen. Würde eine qualitative Untersuchung der Bedingungen an Unternehmen durchgeführt, die ihre Softwarearchitektur umgestellt haben, könnten womöglich andere Ergebnisse gefunden werden.

Die Empfehlungen für weitere Forschungen sind daher, eine ähnliche qualitative Untersuchung bei anderen Unternehmensarten durchzuführen und mit Hilfe einer Rekonstruktion Bedingungen von Unternehmen zu ermitteln, die bereits Microservices verwenden.

5. Fazit

Diese Abhandlung hatte das Ziel, die Bedingungen für PluraPolit zu ermitteln, die für eine mögliche Umstellung von einer monolithischen auf eine Microservice-Architektur notwendig sind und eine klare Beurteilung für das Vorhaben abzugeben.

Zu diesem Zweck wurden erste Bedingungen aus einer Literaturrecherche abgeleitet und von Experten innerhalb eines quantitativen Leitfadeninterviews validiert.

Die Ergebnisse zeigten, dass sechs von den neun Bedingungen, welche aus der Literaturrecherche entnommen wurden, von den Experten bestätigt werden konnten. Während der Interviews kristallisierte sich die Bedingung der Profitabilität heraus. Obwohl dieser Punkt in der Literaturrecherche nicht speziell verdeutlicht wurde, muss ihm nach Meinung der Experten größte Priorität beigemessen werden. Die Profitabilität hängt vom zu erwartenden Mehrwert und den notwendigen Kosten ab. Entscheidend für den Mehrwert ist die Komplexität des Unternehmens. Die Kosten einer Umsetzung wurden zum einen an den zu verwendeten Ressourcen für die Infrastruktur festgehalten und zum anderen an dem Wissensstand der Mitarbeiter.

Die Problemstellung der Arbeit verweist darauf, dass aufgrund funktionaler Abhängigkeiten die Produktivität von PluraPolit abnimmt. Es wurde davon ausgegangen, dass Microservices dieses Problem am geeignetsten lösen.

Die Ergebnisse haben schließlich gezeigt, dass vor der Umstellung folgende Bedingungen erfüllt sein müssen:

1. Die Umstellung ist für ein Start-up lukrativ
2. Das System weist eine gewisse Komplexität auf
3. Die Geschäftsabläufe lassen sich voneinander trennen
4. Es ist möglich, die Verantwortung für ein Geschäftsprozess an ein eigenständiges Team zu geben
5. Die Services können untereinander über Schnittstellen kommunizieren
6. Das Netzwerk ermöglicht die Kommunikation zwischen Services
7. Das Netzwerk ist vor Zugriffen von Unbefugten gesichert

Da PluraPolit zum aktuellen Zeitpunkt weder eine ausreichende Komplexität, noch trennbare Geschäftsabläufe aufweist, ist die Notwendigkeit für eine Umstellung nicht erfüllt. Entgegen der Vorannahmen, dass Microservices eine schnelle Weiterentwicklung sicherstellt, konnten keine nachvollziehbaren Vorteile festgestellt werden. Gleichzeitig ist es absehbar, dass die Kosten für das Unternehmen aufgrund notwendiger Schulungen oder dem

Einsatz externe Fachkräfte steigen werden. Demnach ist für PluraPolit eine Umstellung von einer monolithischen auf eine Microservice-Architektur zum aktuellen Zeitpunkt nicht zu empfehlen.

A. Transkripte der Interviews

A.1. Interview mit Christoph Rahles

Interviewpartner: Christoph Rahles (R)

Interviewee: Edgar Muss (E)

Datum: 18. Juni 2020 um 18 Uhr

Medium: Zoom

Interviewt wurde Christoph Rahles, weiterführend als R gekennzeichnet. Interviewt hat Edgar Muss, weiterführend als E gekennzeichnet.

E: Chris, darf ich dich aufnehmen und die Inhalte im Rahmen der Bachelorarbeit veröffentlichen?

R: Darfst du.

E: Dann würde ich gerne das Interview mit der ersten Frage starten.

E: Haben Sie das Gefühl, dass es Bedingungen gibt, die PluralPolit erfüllen sollte, bevor es Ihre Softwarearchitektur zu einer Microservice-Architektur umstellt?

R: Ja.

E: Welche Bedingungen empfindest du als wichtig?

R: Zwei Dimensionen. Die eine Dimension ist ganz klar das Alter der Firma bzw. damit einher gehen der Reifegrad des Geschäftsmodells. Wie grundlegend sind Iteration zu erwarten, in Form von Softwarearchitektonischen Änderungen, was das Geschäftsmodell angeht oder wie man sie abbildet.

R: Das ist der eine Punkt und auf der anderen Seite immer auch die Frage: Microservice-Architektur eröffnet ein Flexibilität, aber eben auch im gleichen Maß Komplexität.

R: Das heißt es muss jemanden geben, der die Verbindungen zwischen den Anwendungen beherrscht, monitort, administriert und aufsetzt und sich die Frage stellt: Ist es wirtschaftlich, Ja oder Nein?

R: Deswegen würde ich im Moment Nein sagen. Denn gerade im Fall eines jungen Unternehmens sollte man das Ziel haben, eine hohe Iterationsgeschwindigkeit zu besitzen, anstatt eine ausgeklügelten Architektur.

R: Was jedoch nicht heißt, dass man die Qualität des Codes an sich vernachlässigen sollte.

E: Okay es wurde viel vorgegriffen. Was völlig okay ist. Vielleicht springen wir einmal zur Frage 4, da vieles was du bereits gesagt hast, darauf angespielt.

E: Ein Startup zeichnet sich dadurch aus, dass es insbesondere in der Anfangsphase zu

vielen Veränderungen der ursprünglichen Geschäftsidee kommt. Microservices auf der anderen Seite zeichnen sich dadurch aus, dass sie feste Schnittstellen und Kontextgrenzen besitzen. Meinst du, dass trotzdem Microservices in einem dynamischen Umfeld eingesetzt werden sollten?

E: Teilweise hast du es schon beantwortet. Was ich vielleicht noch genauer wissen möchte, bezieht sich auf die Iteration. Wann sollte sich ein Start-up mit Microservices auseinandersetzen? Also wann wäre denn der Zeitpunkt? Gibt es einen richtigen Zeitpunkt?

R: Deswegen habe ich am Anfang gesagt, dass es zwei Dimensionen gibt, die man betrachten muss, die auch zu unterschiedlichen Zeitpunkten auftreten.

R: Wann sollte man es im Blick haben? Um vielleicht die Frage zu beantworten.

R: Da gibt es, glaube ich kein Richtig und Falsch.

R: Man sollte sich immer die Fragen stellen: Aus einer rein technologisch, wirtschaftlich Perspektive macht es im Moment Sinn, ein Microservice auszugliedern? Weil das ist es im Moment.

R: Meistens ist es so, dass man mit einem Monolithen anfängt und irgendwann an einen Punkt kommt, wo es entweder sehr drückend wird oder wo man sagt: "Es macht Sinn Dinge auszulagern".

R: Dann muss man sich die Frage stellen, macht es Sinn und habe ich die Men-Power bzw. das Knowhow, um diese Komplexität zu verwalten. Was nicht heißt, dass ich das Wissen im Haus haben muss. Ich kann mir genauso gut Dienstleister suchen, die mich beim Aufbau der Infrastruktur unterstützen. Aber da ist eben immer die Frage: Kann ich auf das Knowhow zurückgreifen?

R: Weil das ist meine Erfahrung nach, der größte Tod den Unternehmen sterben, die zu schnell sagen: "Ich musste in Microservices rein" und die an ihrer Infrastruktur und der Komplexität der Architektur zu viel Zeit verlieren und im Gegensatz zu einem Mitbewerber nicht so schnell iterieren können.

E: Okay, also gibt es keinen festen Zeitpunkt und es ist eher eine Entscheidung aus der Expertise des CTO?

R: Ja, ich würde gar nicht sagen, dass es zwingend von der Expertise des CTO abhängt. Dazu gehörte auch die Strategie der Firma, sowie die Ausrichtung der Produkte und folgende Fragen: Welche Ziele hat das Unternehmen? Welche Ziele hat zum Beispiel der Sales-Bereich? Möchte dieser in neue Märkte expandieren, heißt das unter Umständen, dass es mit unterschiedlichen Skalierungseffekten rechnen muss.

R: Also wir haben unterschiedliche Lastszenarien für einen Teil der Applikation, sagen

wir mal Deutschland, versus Indien zum Beispiel. Oder gibt es, auch wieder am selben Beispiel genommen, Latenzprobleme, die auftreten da man sagt: "Alles wird an einer Stelle gespeichert." Dann habe ich das Problem, dass für den indischen Kunden nicht mehr in der richtigen Geschwindigkeit bereitgestellt wird. Oder wenn ich die Applikation nach Indien verlage, dass es für den deutschen Kunden nicht mehr richtig dargestellt wird. Gerade solche Probleme kann man natürlich durch Microservices lösen, aber es ist immer im gesamten Kontext der Firma zu sehen. Natürlich ist der CTO dabei eine treibende Kraft.

R: Es ist die Person mit der Expertise, aber es steht und fällt immer mit der Ausrichtung des Geschäfts bzw. mit dem Rest Unternehmens.

R: So macht es keinen Sinn, wenn ich jetzt sage, ich fange an, irgendwelche Komponenten raus zu brechen, wenn absehbar ist, dass am Ende des Jahres auf diesen Part kein Fokus mehr gelegt wird.

R: So beispielsweise wenn ich jetzt eine Komponente der Anwendung auf Konsumenten auslege, und es absehbar ist, dass ab nächstem Jahr sich hauptsächlich auf Unternehmenskunden konzentriert wird. Dann würde ich nicht sagen, dass das eine sinnvolle Entscheidung ist. Auch wenn es aus dem rein architektonischen Ansatz Sinn ergibt.

E: Ja, da gehe ich absolut mit. Weil du einmal die Unabhängigkeit von Teams angesprochen hast würde ich gerne auf Frage 2 eingehen.

E: Microservices ermöglichen es Teams, unabhängig voneinander an unterschiedlichen Services zu arbeiten. Welche Rahmenbedingungen sehen Sie als notwendig, dass Teams separat voneinander arbeiten kann?

R: Gute Frage, ich wäre da ein bisschen vorsichtig. Unabhängig voneinander arbeiten, Ja. Unterschiedlich, ich würde es eher sagen in unterschiedlich schnellen Iterationsschritten. Auch diese Teams gehören zu einem Unternehmen. Diese Teams tragen zu einem Gesamtunternehmen bei, das heißt unabhängig voneinander sind sie nie. Also ja, es kann sein, dass ein Service mal nicht mit einem anderen Microservice redet, aber in der Regel ist das ja das große Feature von Microservices, dass ich Microservices über definierte Schnittstellen miteinander verbinden kann.

R: Welche Rahmenbedingungen notwendig sind? Also die Teams müssen auf der einen Seite so interdisziplinär aufgestellt sein, dass sie wirklich unabhängig voneinander arbeiten können. Einfach skill technisch. Ich brauche jemanden, der sich um Infrastruktur, Softwareentwicklung und Qualität kümmern kann. R: Ich denke, es macht nur dann Sinn, wenn Microservices einen ganz klaren eigenen Fokus haben.

R: Das heißt wenn die Schnittstelle oder die Schnittmenge zwischen den Microservices in der Regel sehr klein ist.

R: Das heißt, jeder kann in seinem Microservice Entscheidungen und Aussagen treffen, ohne abhängig von anderen Person zu sein. Also für diese Business Domänen natürlich.

E: Ja.

R: Also wenn ich mit Daten aus anderen Microservices arbeite, ist es natürlich klar, dass ich eine Schnittstelle von dem anderen Team brauche, durch welche ich mir die entsprechenden Daten hier hole.

R: Aber innerhalb meiner Business Domäne, muss ich der Owner sein, ohne Abhängigkeit zu einem anderen Team zu haben.

E: Okay, wie wertest du, dass Teams eigene Entscheidungen treffen können?

R: Das Team muss Owner von dieser Business Domänen sein, sonst macht es keinen Sinn.

R: Wie der Entscheidungsfindungsprozess ist, ist sehr unterschiedlich und hat mit der Softwareentwicklung eigentlich wenig zu tun. Es gibt Teams, die funktionieren hervorragend mit Wasserfallplanung. Es gibt Teams, die funktionieren hervorragend agile. Es gibt Teams, die funktionieren hervorragend mit irgendwas dazwischen und es gibt genauso viele Teams, die scheitern bei jeder dieser Arten.

R: Das ist glaube es ist einfach sinnvoll zu gucken, dass die Firmen bzw. die Teams entsprechend des Projektmanagements richtig aufgestellt sind.

R: Was heißt natürlich, dass sie über ihre Domäne selber entscheiden.

R: Ob das aber das Team aus Softwareentwicklern selbst ist, oder ob es ein Produktowner an die Seite gestellt bekommen, ist glaube ich eine Sache der Aufstellung und irrelevant für die Architektur.

R: Also man kann das genauso gut in den Sand setzen, wenn ein Team mit einem Monolithen fremdbestimmt durch andere Business Owner arbeitet. Das kann bei einem Monolithen genauso schief gehen wie bei Microservices.

E: Du hattest einmal eine technische Anforderung mit angerissen. Da würde ich jetzt in Frage 3 gerne detaillierter eingehen wollen.

E: Gibt es in deinen Augen irgendwelche technischen Anforderungen, die PluraPolit erfüllen sollte, bevor es die Softwarearchitektur von einer monolithischen Architektur zu einer Microservice-Architektur umstellt?

R: Auf der rein technischen Ebene würde ich die heutzutage geltende Best Practices als Anforderung sehen. Es sollten immer automatische Tests, sowie ein automatischer Integration- und Deployment-Prozess vorhanden sein und funktionieren.

R: Des Weiteren sollte hinten raus ein vernünftiges Monitoring gegeben sein.

R: Man kann so weit gehen, dass es ein separates infrastruktur Team gibt, welches wiederum von Unternehmen abhängt. Je nachdem würde ich dann dazu raten, dass es ein automatisches Konfigurationsmanagement gibt. Das heißt, dass ich automatisch Infrastruktur ausrollen, bzw. ändern und replizieren kann.

R: Also ich denke die technischen Anforderungen sind, dass das was man in IT schon immer gesagt hat: “Automatisierung, Automatisierung, Automatisierung.”

R: Das heißt je mehr unabhängige skalierung ich vornehmen möchte, desto mehr brauche ich eine Dokumentation in Programmcode: In automatisierten Prozessen, die das ermöglichen. Weil sonst verliert man eben wieder diese ganze Zeit beim Aussetzen des Systems, beim finden von Fehler, beim mündlichen Weitergeben von irgendwelchen Besonderheiten.

R: Monitoring ist das A und O. Das heißt mit Anstieg der Komplexität, muss ich sicher sein, dass ich auch diese Komplexität hinreichend überblicken kann.

E: Ja, okay. Sind deiner Meinung nach innerhalb einer Microservice-Architektur Sicherheit und Datengeschwindigkeit besonders wichtig?

R: Sicherheit gehört für mich zu den Grundvoraussetzungen. Egal über welche Architektur wir reden. Das ist auch wieder eine Sache, die hat für mich nichts mit Architektur zu tun. Ich möchte die Infrastruktur eines Monolithen genauso sicher haben wie bei meinem Microservices.

R: Davon losgelöst wenn man darüber nachdenkt, dass es vielleicht mehr als ein und hat zwei Anwendungen erstellt werden, dann kommen Aspekte wie Betriebssicherheit dazu. Also welche SLAs, bzw. welche Garantien geben sich Anwendungen, nicht nur für Schnittstellenkonformität, auf der einen Seite, sondern auch für Uptime, Erreichbarkeit und Geschwindigkeit. Sprich wie viele Requests kann ich machen bevor irgendwelche Lastspitzen erreicht werden. Habe ich die Möglichkeit, mit einem exponential backoff auch Request zurückzunehmen oder zu sagen: “Du darfst jetzt erstmal nicht mehr mit mir reden”, ohne das ganze System auseinander bricht? Das sind Dinge, die ich nicht mehr unter Sicherheit sehe, sondern eher als Betriebssicherheit zähle.

R: Auch stellt sich die Frage ob Services untereinander so abgestimmt, dass eine Team, im Zweifel weiß das nur 1000 Requests pro Sekunde auf ein anderen Service gesendet werden darf und danach vielleicht ein Fehlercode kurz bekommt. Sind diese Überlastungssicherheitsmaßnahmen eingeführt oder nicht?

E: Das Klingt ziemlich komplex.

R: Ja, das ist der Punkt. Mit zunehmenden Anzahl an Applikationen steigt die Komplexität, weil jeder untereinander miteinander redet.

R: Auch muss man sich immer vergewissern, dass trotz einer schnellen Iteration, innerhalb

meines Services, mich das nicht entbindet in meinem Ökosystem zu schauen. Wie ist den die Architektur aller Anwendungen? Was heißt das, denn wenn ich jetzt plötzlich die Datenbank mehr auslasste? Dann habe ich unter Umständen ein Impact auf 20 andere Anwendungen, die ihrerseits wiederum Kollabieren.

R: Ja, ich kann in meinem kleinen Service sicherlich schneller iterieren, ich muss aber dafür eine verantwortliche Person haben, die im Großen auf das Gesamtsystem schaut.

E: Ok, dann würde ich jetzt die letzte Frage stellen. Mit ihrem aktuellen Wissensstand: Welche Softwarearchitektur würden Sie PluraPolit empfehlen?

R: Monolithen

E: Woran machen Sie Ihre Antwort fest?

R: Weil das Team: a) Nicht groß genug ist und b) Weil ich glaube, dass es keine separate Business Domain gibt, wo man sagt: "Die muss zwangsläufig ausgelagert werden". Moment gibt es keine, unabhängigen Teile, die ich sehe, wo es wirtschaftlich Sinn ergibt, sie auszulagern.

R: Microservices oder letztendlich jegliche Software ist ja kein Selbstzweck, sondern dient immer den Ertrag des Unternehmens und solange Microservices nicht den Ertrag steigern, macht es in meinen Augen keinen Sinn.

E: Das waren sehr schöne letzte Worte mit denen ich das Gespräch beende möchte und ich bedanke mich vielmals für die Zeit, die Sie sich genommen haben.

A.2. Interview mit Alexander Troppmann

Interviewpartner: Alexander Troppmann (T)

Interviewee: Edgar Muss (E)

Datum: 21. Juni 2020 um 19 Uhr

Medium: Zoom

E: Die Aufnahme ist gestartet. Ist es für dich, Alex, okay, dass ich dich aufnehme und dich im Rahmen meiner Bachelorarbeit verwende.

T: Das ist okay.

E: Dann lass uns mit der ersten Frage beginnen.

E: Haben Sie das Gefühl, dass es Bedingungen gibt, die PluraPolit erfüllen sollte, bevor sie ihre Softwarearchitektur zu einer Microservice-Architektur umstellt?

T: Zuerst denke ich mal, dass sich eine Microservice-Architektur erst lohnt, wenn es die Applikation erfordert. Das sehe jetzt bei PluraPolit Applikation und nichts. Aus meiner

Sicht kann man das auch weiter als Monolith belassen. Also aus Business Sicht fällt mir nur ein, dass man vielleicht die Verarbeitung der Sound-Dateien in ein Microservice auslagert. Das die vielleicht in verschiedene Formate konvertiert werden. Das wäre ein Anwendungsfall für Microservices.

T: Monolith sind ja nicht schlecht und solange man nicht, würde ich auch nicht zwangsläufig sagen man muss unbedingt zu einer Microservice-Architektur umstellen.

T: Technische Voraussetzungen, die vorhanden sein müssen, sind: Der Monolith muss in sich schon Umbaufähig sein, sonst endet man in einer neuen Implementierung. Es sollte eine Modulare Struktur schon vorhanden sein, zum Beispiel das verschiedene Entities getrennt verarbeitet werden. So könnte zum Beispiel ein Microservice um die User und ein anderer um die Kommentare kümmern. Wenn die logischen Schnitte vorhanden sind, kann man aus Gründen, eine Microservice-Architektur umsetzen.

T: Also wie gesagt ich brauche eine technische Trennung, die schon vorhanden sein muss und ich muss einen Business Case haben das sich das auch lohnt.

E: Ok bei der technischen Trennung bzw. bei der Trennung allgemein, ist ja nicht immer der Fall gegeben, dass schon Trennung vorliegt, sondern dass man sich bewusst dafür entscheidet. Um dies näher zu besprechen würde ich Frage 4 vorgehen.

E: Ein Start-up zeichnet sich dadurch aus, dass es insbesondere in der Anfangsphase zu vielen Veränderungen in der ursprünglichen Geschäftsidee kommen. Microservices auf der anderen Seite zeichnen dadurch aus, dass sie feste Schnittstellen und Kontextgrenzen besitzen. Meine Sie das trotzdem Microservices in einem dynamischen Umfeld eingesetzt werden sollten?

E: Schon eine Rückfrage vorgenommen: Wann denkst du, ist der Zeitpunkt für ein Start-up gekommen, um Microservices umzusetzen? Gibt es überhaupt ein Zeitpunkt?

T: Microservices Ja oder nicht, hat eigentlich nichts mit einem Start-up zu tun.

T: In der Frage ist die Rede, dass ich Microservices feste Schnittstellen und Kontextgrenzen besitzen. Das ist natürlich richtig, aber das zeichnet auch ein guten Monolithen aus.

T: Ich kenne viele Start-ups, die von Anfang Microservices eingesetzt haben, weil gerade Microservices so sind, dass man verschiedene Services austauschen kann. Also gerade im dynamischen Umfeld machen Microservices Sinn.

T: Nur mal ein konkretes Beispiel: Was ich in einem Monolithen nicht machen kann ist mehreren Programmiersprachen verwenden. Dies kann ich aber in einer Microservice-Architektur tun, sodass ich ein Polyglott aufbaue. Das heißt ich kann zehn Entwickler haben, die ich von extern zugekauft habe und Experten in Java sind, genau so gut

einsetzen wie fünf Entwickler, die ich aus einer anderen Firma übernommen habe. Da habe ich Entwickler übernommen, die können kein Java, sie können nur PHP und Symfony und kommen aus dem Frontend.

T: Was ich jetzt machen kann, ist zu sagen, dass sie in ihrer gewohnten PHP Umfeld bleiben können.

T: Das heißt ich habe da die Möglichkeit in dem dynamischen Umfeld verschiedene Entwickler-Ressourcen zu nutzen.

T: Heutzutage ist es ja so, dass man gar nicht so viele Entwickler bekommt, wie man eigentlich bräuchte. So hat man mit Microservices den Vorteil, dass ich eben Teams verwenden kann, welches in ihrer gewohnten Programmiersprachen arbeiten können. Dies ist sehr gut vereinbar mit einer Microservice-Architektur. Schwerer ist es an dieser Stelle mit einem Monolithen. Monolith heißt ja immer es müssen alle Entwickler die gleiche Programmiersprache können, die gleichen Frameworks, den gleichen Coding-Style können und arbeiten auf der gleichen Codebase.

T: Das ist natürlich schwierig, wenn ich viele Entwickler habe, die ein unterschiedlichen Wissensstand haben und sie in kurzer Zeit alle auf eine Linie zu bringen muss.

T: Bei einer Microservice-Architektur habe ich die Möglichkeit zu sagen, dass ihr diesen Service baut. Ich kann sogar in verschiedenen Geschwindigkeiten und Codequalitäten arbeiten.

T: Ich kann zum Beispiel bewusst sagen: "Den einen Service, den Prototypen wir jetzt in der Sprache X und schaffen erst einmal die Basis Funktionalität." Wir wissen, dass es noch nicht unsere finale System, aber das tauschen wir später einfach mit einer besseren Implementierung aus.

T: Also gerade im dynamischen Umfeld machen Microservices besonders Sinn.

T: Gleichzeitig entsteht dadurch ein Problem. Man holt sich dadurch ein extremen Overhead rein. Den es ist nicht einfach Teams zu synchronisieren. Also ja theoretisch habe ich feste Schnittstellen und Kontextgrenzen.

T: In der Praxis sieht es so aus, dass ein gut Teil der Zeit dafür verwendet wird, dass die Teams sich untereinander abstimmen müssen. Das heißt sie müssen sich absprechen, da sie gemeinsam an einem Feature arbeiten. Projektmanagementmethodiken, wie Scrum und oder andere agile Vorgehensweise supporten solche Vorgehensweisen eigentlich.

T: Jetzt ist hier die Frage: Kann man Microservices in einem dynamischen Umfeld einsetzen? Ja. Man erreicht eine höhere Flexibilität, was die technische Seite der Entwicklung angeht, aber man hat im auch ein höheren Managementfaktor. Das darf man nicht außer Acht lassen.

T: Es ist auch nicht so, dass man durch Microservices schneller implementiert. Die meisten Architekturen die auf Microservices bestehen, sind langsam in der implementierung, da sie eine höhere Komplexität besitzen, die man nicht auf den ersten Blick sieht.

T: Es lohnt sich erst mittel- bis langfristig.

E: Okay, aber sollte dann jedes Start-up Microservices in betracht ziehen?

T: Nein, das hängt ganz von dem Business Case ab. Also normalerweise macht man für die Entwicklung der Softwarearchitektur ein Brainstorming, indem man sich überlegt was der Kunde erreichen will. Man identifiziert dabei sogenannte Architektur-Treiber.

T: Architektur-Treiber müssen nicht technisch sein. Das können triviale Dinge sein, wie zum Beispiel: Der Kunde will, dass die Webseite besonders modern aussieht oder es können auch nicht funktionale Antworten sein, wie: Der Kunde will, dass die eingesetzte Technik auf dem neusten Stand ist. Es können auch Softskill Faktoren sein, dass der Kunde will, das Entwickler das Projekt umsetzen, die ein gewisses Denkweise haben, oder eine exotische Programmiersprache verwenden.

T: Aber meistens hat man Business-Treiber, wie zum Beispiel dass der Prototype in drei Monaten fertig sein muss. Was man anschließend macht, sind alle diese Architektur-Treiber zu bewerten. Denn es kann auch sein, dass manche Treiber wichtiger sind als andere. Wie zum Beispiel, dass ich in drei Monate fertig sein muss.

T: In diesem Beispiel wäre meiner Meinung nach, es sinnvoll Microservices einzusetzen. Denn in den drei Monaten kann ich nicht alles zu 100 Prozent umsetzen, kann aber ein Teil zu 30 Prozent entwickeln und andere Abschnitte zu 70 Prozent umsetzen. Ich prototype also ein großen Teil, sodass es funktioniert, um es in der Implementierung durch bessere Microservices auszutauschen.

T: Insofern denke ich, hilft es an dieser Stelle Microservices einzusetzen.

T: Ich glaube es gibt nicht viele Dinge wo man heutzutage sagt: "Ich brauche Microservices nicht."

T: Es ist hat die Frage in welcher Komplexität und Ausbaustufe.

E: Okay, weil Sie es grade angebracht haben, dass Teams separat auch in unterschiedlichen Programmiersprachen arbeiten, würde ich gerne zu Frage 2 übergehen.

E: Microservices ermöglichen es Teams unabhängig voneinander an unterschiedlichen Service zu arbeiten. Welche Rahmenbedingungen sehen Sie als notwendig, dass Teams separat voneinander arbeiten können?

T: Also da gibt es mehr Dinge, die man beachten sollte. Microservices kommunizieren untereinander auf eine bestimmte Art. Das heißt, die Teams müsste sich einig sein über

welche Schnittstelle die Services kommunizieren. Wird zum Beispiel eine REST-API verwendet, oder ein GraphQL-Schnittstelle?

T: Oder wird zum Beispiel ein Event getriebene Architektur verwendet?

T: Es kann also sein, dass das solche Entscheidungen auch Aspekte auf der Business Seite beeinflusst. Es gibt zum Beispiel im finanziellen Bereich System, die nachvollziehbar sein müssen. Wenn man zum Beispiel an Banktransaktionen denkt. An dieser Stelle macht ein Events getriebenes System absolut Sinn.

T: Dann gibt es aber auch Fälle da macht es keinen Sinn ein Event basiertes System umzusetzen, da es zu komplex ist. Es muss ja auch noch Testbar sein. Das wird dann sehr schwierig, da Eventbasierte Systeme massiv nebenläufige sind, was das Testen sehr schnell gruselig machen lässt.

T: Man muss sich auf ein Modell einig und das dann beibehalten oder zumindest benötigt man eine Strukturen, sodass man weiß, was wie abläuft. Schnittstellen nach außen müssen geklärt sein.

T: Im Grunde ist es so, dass ein Team eigenständig für sich arbeiten. Das Problem ist halt, dass sie so die restlichen Teams ausblenden. Das sollen das Team einerseits tun, aber andererseits braucht es auch die Kommunikation zwischen den Teams.

T: So sprechen zum Beispiel Abgesandte aus dem Teams alle zwei Wochen miteinander und definieren übergreifende Schnittstellen. Das heißt in größeren Projekten ist es üblich, dass man neben den Teams ein weiteres Team hat, welches quasi übergeordnete Schnittstellen festlegt.

T: Es entsteht also ein Mehraufwand in der Kommunikation und Dokumentation.

T: Demnach wird die Angelegenheit komplexer.

T: Meiner Meinung nach, machen Microservices die Komplexität mehr beherrschbar. So grenzen klaren Strukturen die Verantwortung klar ab und ich kann mit klaren Abläufen Probleme im kleinem Rahmen lösen.

E: Das sind interessante Punkte.

E: Aus meiner Literaturrecherche habe ich herausgefunden, dass es in erster Line möglich sein muss den Teams das Vertrauen geben zu kann eigenständig an einem Service zu arbeiten. Als wie relevant siehst du diesen Punkt?

T: Vertrauen ist in das in der heutigen Art und Weise, wie man Software entwickelt, immer relevant. Das Schöne an Scrum und den anderen agilen Vorgehensweisen ist, dass der Entwickler wieder als Mensch akzeptiert wird. Wenn ich mich daran erinnere, wie man vor 20 Jahren Software entwickelt hat, dann ist es heute schon ganz anders. Heutzutage

hat man verstanden, dass Entwickler Menschen sind und dass Softwareentwicklung ein sehr kreativer Prozess ist.

T: Auf der einen Seite ist es so, dass man den Einzelnen vertrauen muss, aber auch, dass sich das Team untereinander vertraut.

T: Deshalb ist es wichtig, dass eine positive Feedback-Kultur integriert ist, über welche das Team sich kennenlernen kann und sich gegenseitig unterstützt. So lernt der einzelne Entwickler, dass es okay ist, wenn er etwas nicht weiß und kann trotzdem sein Wissen einbringen ohne Angst zu haben.

E: Ok, das sind alles sehr gut Inhalte. Sie sind vorhin schon einmal auf die technischen Anforderungen eingegangen. Diese würde ich gerne anschließend weiter vertiefen.

E: Gibt es in Ihren Augen irgendwelche technischen Anforderungen, die PluraPolit erfüllen sollte?

T: Microservices sind, aus meiner Sicht, eine immer sehr große und komplexe Softwarearchitektur, da sehr viele unterschiedliche Faktoren eine Rolle spielen.

T: Wenn man Microservices umsetzen möchte, sollte man das Wissen über bestimmte Rollen verfügen, damit man so erfolgreich umzusetzen kann.

T: Das andere ist ich muss jemand im DevOps haben. Microservices setzen eine schon sehr technisch komplexe Infrastruktur voraus.

T: Demnach braucht es einen Entwickler, der sich mit dem Aufbau der Infrastruktur auskennt.

T: Das Dritte ist es braucht ein Systemarchitekten, oder einen der die Rolle übernimmt. Dieser hat die Aufgabe die Einhaltung der Schnittstellen sicherzustellen, sowie mit Weitblick und Voraussicht geplant werden. Diese Person hat den gesamten Überblick.

Das sind die drei minimum Rollen, die ich als notwendig erachte das Microservices technisch umgesetzt werden können.

T: Natürlich kann man die in einer Person abdecken aber auf kurz oder lang sollten es getrennte Personen sein, da die Arbeit zu viel für eine Person allein wird.

E: Dann kommen wir vielleicht zur fünften Frage. E: Mit ihrem aktuellen Wissensstand, welche Softwarearchitektur empfehlen Sie PluraPolit?

T: Da würde ich ganz klar dabei Monolithen bleiben.

E: Woran machen Sie Ihre Antwort fest?

T: Ich sehe da vom fachlichen her nichts, was einem Microservice-Architektur rechtfertigt.

T: Beziehungsweise Frontend und Backend voneinander Trennen, um auch beide Komponenten einfacher auszutauschen und das Backend gegebenenfalls für eine Mobile-App nutzen.

E: Okay, das waren sehr gut Antworten. Da würde ich an dieser Stelle das Interview erst einmal beenden und bedanke mich ganz herzlich für Ihre Zeit.

A.3. Interview mit Sebastian Schlaak

Interviewpartner: Sebastian Schlaak (S)

Interviewee: Edgar Muss (E)

Datum: 24. Juni 2020 um 10 Uhr

Medium: Zoom

E: Sebastian, ist es für dich okay, dass ich dich im Rahmen meiner Bachelorarbeit befrage und anschließend die Inhalt in der Arbeit veröffentliche?

S: Ja, das ist für mich in Ordnung.

E: Dann würde ich gerne das interview mit der ersten Frage beginnen.

E: Haben Sie das Gefühl, dass es Bedingungen gibt, die PluraPolit erfüllen sollte, bevor es ihre Softwarearchitekt zu einer Microservice-Architektur umstellt?

S: Vielleicht erst einmal meine grundsätzliche Meinung zum Sachverhalt Monolith versus Microservices. Oft wird geraten das Microservices das non plus ultra ist und dass man von vornherein mit Microservices starten sollte. Davon bin ich allerdings nicht der Meinung.

S: Ich denke dass es sinnvoll ist, aus Kosten gründen mit einem Monolith zu starten und erst später, bei Bedarf, einzelne Teile in Microservices auszugliedern.

S: Ich sag auch ganz bewusst auszugliedern und nicht die ganze Anwendung zu refactoren. Du hast aber konkret nach Bedingungen gefragt. Wo ich bei Käufer Portal angefangen habe, war das ja ein gewaltiges IT Konstrukt. Das heißt es bestand im Großen und Ganzen aus einem Monolithen, wobei einzige Services ausgelagert waren.

S: Das hatte aber mehr damit zu tun, dass man festgestellt hatte, das es bestimmte neue Funktionen gab, die man benötigt hat, die nicht mehr in diesen alten Monolithen reingepasst haben.

S: Allerdings benötigte es die Daten aus dem Monolithen. Das heißt der Monolith hat eine Datenbank, wo alles abgespeichert wurde: Kundendaten, Unternehmensdaten und etc.

S: Und diese neue Anwendung muss auf diese Daten zurückgreifen. Das war einer der ersten Zeitpunkte, wo man sich über Microservices Gedanken machen musste.

S: Und ich glaube, das wäre eine Bedingungen, wenn man sagt: “Ok ich habe etwas, was nicht mehr in den Monolithen passt, da es komplett unabhängig ist, bzw. einen ganz anderen Zweck erfüllt und es kaum Überschneidungen gibt.

S: Dann aber trotzdem irgendeine Form von Kommunikation stattfindet, da ja auch Bestandsdaten ausgetauscht werden muss.

S: Einer der ersten Ansätze ist, dass man eine zweite Anwendung erstellt und ein Database-sharing oder was vergleichbares integriert. Das ist aber etwas, was allgemein als Antipattern betrachtet wird, da man damit die Kontrolle verliert, was in die Datenbank geschrieben wird.

S: So kann es sein, dass eine Anwendung bestimmte Validierungen hat, die verhindern dass zum Beispiel leere E-Mailadressen gespeichert werden, da die Anwendung davon ausgeht, dass E-Mailadressen immer gesetzt sein muss. Die anderen Anwendung hat aber vielleicht keine Validierung, da es für sie völlig okay ist, dass die leere E-Mailadressen gespeichert werden. Nutzen die Anwendungen nun die selben Daten, dann kann es sein das die ganze Anwendung bringt. Das heißt zu diesem Zeitpunkt macht es durchaus Sinn, dass man darüber nachdenkt, wie eine Microservice-Architektur aussieht. Zum Beispiel ein Service, der die Daten bereitstellt, und zwei Services, die die Daten konsumieren und ihren Teil erfüllen.

S: Das heißt die erste Bedingung ist, dass ich irgendeine Anwendung habe die komplett andere Aufgaben erledigen, als der Monolith.

S: Was natürlich auch immer ein Thema ist, wenn du den Punkt hast, dass du bestimmte Aufgaben auslagern möchte. An zum Beispiel ein externes Entwicklerteam, oder den Zugriff auf den Code beschränken möchtest, machen Microservices Sinn.

S: Aber auch hier hast du den Punkt die Kommunikation genau zu dokumentieren und anzugeben.

S: Das heißt zweite Bedingungen wäre, dass man bestimmten Entwickler keinen Zugriff auf dem Monolith geben möchte, aber trotzdem externe Teams integrieren möchte.

E: Okay, dann würde ich gerne zur zweiten Frage übergehen. Microservices ermöglichen es Teams, unabhängig voneinander an unterschiedlichen Services zu arbeiten. Welche Rahmenbedingungen sehen Sie als notwendig, das Teams separat voneinander arbeiten können?

S: Ganz wichtig ist, dass die Schnittstellen der Services entsprechend gut beschrieben sind und dass die Schnittstellen robust sind.

S: Das heißt, dass die Schnittstellen die eingehenden Daten überprüfen und validieren und bei invaliden Daten ein sinnvollen Fehlercode zurück gibt.

S: Dies ist grade bei externen Teams besonders wichtig, da sie natürlich davon ausgehen, dass ordentliche Antworten zurück geschickt werden.

S: Das heißt die Beschreibung der Schnittstellen müssen sauber sein, sie müssen gut konzipiert sein, sie müssen sinnvolle Fehlercodes zurückgehen und sie müssen idealerweise auch dokumentiert sein.

E: Dann würde ich zur Frage 3 übergeben.

E: Gibt es in Ihren Augen irgendwelche technischen Anforderungen, die PluraPolit erfüllen sollte?

S: Ein klassisches Themen ist Skalierung. Ein großer Nachteil von einem Microservice-Architektur im Vergleich zu einem Monolithen, ist dass ein nicht skaliertes Microservice die ganze Architektur ausbremsen kann. Anders ist es bei einem Monolithen, da bei diesem alles auf einem Rechner implementiert ist und wenn das ganze System skaliert wird.

E: Ok, also siehst du gewisse Risiko beim Einsatz von Microservices im Vergleich zum Monolithen.

S: Ja, es sind unterschiedliche Risiken. Beim Monolithen hast du den Nachteil, dass wenn du einen Fehler machst, dann bricht das gesamte System.

S: Bei einer Microservice-Architektur bzw. bei unabhängig Services ist das Risiko geringer. Die Services müssen nur Robust implementiert sein und ggf. vernünftige Fehlermeldung zurück geben und idealerweise auf gecachte Inhalte zurückgreift. Also die Services müssen weitestgehend autark sind.

E: Dann gehen wir zur Frage 4.

E: Ein Startup zeichnet sich dadurch aus, dass es insbesondere in der Anfangsphase zu vielen Veränderungen in der ursprünglichen Geschäftsidee gekommen. Microservices auf der anderen Seite zeichnen sich dadurch aus, dass sie feste Schnittstellen und Kontextgrenzen besitzen. Meinen Sie das trotzdem Microservices in einem dynamischen Umfeld eingesetzt werden sollten?

S: Also ich glaube, dass man mit einem Monolithen am Anfang deutlich schneller ist, das ist einfach so einfach, weil man sich nicht um die Schnittstellen kommen muss.

S: Ich sag auch, es kommt drauf an. Das bezieht sich hauptsächlich auf Schnittstellen, die früher eingesetzt wurden wie REST und JSON beispielsweise. Bei moderneren Technologien wie GraphQL besteht diese Problematik fast kaum noch, weil die Schnittstellen absolut flexibel sind und jederzeit angepasst werden können.

S: Es ist schon so, dass man mit einem Monolithen eine höhere Geschwindigkeit erreichen kann, besonders am Anfang und erst in der späteren Skalierungsphase die Vorteile von

Microservices so richtig zum tragen kommen.

E: Okay, aber gibt es da irgendeinen Zeitpunkt, wann sich ein Start-up mit Microservices auseinandersetzen sollte?

S: Das kommt immer darauf an, wie viele Sachen das Unternehmen tut.

S: Wenn du ein Start-up hast, welches nur eine Sache tut und sich auf eine Sache fokussiert, dann reicht wahrscheinlich auch erstmal ein Monolith, aber oft ist das ja nicht der Normalfall.

S: Oft kuckt man ja noch links und rechts nach möglichen andere Funktionen an, die man dem Benutzer zur Verfügung stellen kann, die eigentlich gar nichts mehr mit dem Kerngeschäft zu tun haben und ab diesem Zeitpunkt ist es wahrscheinlich gar mehr so clever, dass sie ein Monolithen noch rein zu packen.

S: Also es hängt von der Struktur her ab.

E: Okay, also spielst du auf die Komplexität der Geschäftsidee bzw. auf die Komplexität der Geschäftsprozesse an?

S: Ja, eine Klasse bzw. eine Funktion sollte immer nur eine Sache machen und diese ziemlich gute.

S: Dies lässt sich auch auf ein Business übertragen, sodass ein Business auch nur eine Sache machen sollte, aber dieses richtig gut. Ist dies der Fall, dann lässt sich dein Geschäftsprozess wahrscheinlich sehr gut mit einem Monolithen abbilden.

S: Aber in dem Moment, wo du etwas zusätzliches baust, was eigentlich völlig unabhängig ist, beispielsweise wenn du dir ein Management System für Hardware noch dazu baust, dann macht es keinen Sinn das in ein Monolithen zu packen. Es würde wahrscheinlich von vielen so gemacht werden, aber es würde wahrscheinlich kein Sinn machen. Wenn du dir ein CRM anfängst selber zu bauen, ist es vielleicht auch sinnvoller ein anderen Service zu nutzen.

S: Es läuft darauf hinaus: In dem Moment wo du etwas hast, was nicht mehr so zu sagen, in deine Anwendung wirklich reinpasst, also von den Prozessen.

S: Zu dem Zeitpunkt sollte man entweder ein externen Service nutzt, den man sich eingekauft, oder wenn man halt selber einen implementiert. Zu dem Zeitpunkt muss man den ersten Schritt zu Microservices machen.

S: Es gibt aber auch hier keine strikte Trennung. Das heißt das der Übergang von einem Monolithen zu einer Microservice-Architektur fließend sein kann, indem der Monolith erste Schnittstellen bereit stellt, die von ausgelagerten Services konsumiert wird.

E: Ein sehr guter Einwand. Dann würde ich jetzt gerne zur letzten Frage gehen.

E: Mit ihrem aktuellen Wissensstand, welches Softwarearchitektur empfehlen Sie Plura-Polit?

S: Also womit ich sehr gute Erfahrungen gemacht habe, ist tatsächlich eine Architektur, die im Backend schon eine große Anwendung nutzt. Die also nicht nur die Daten bereitstellt, sondern auch so Backoffice Tätigkeit zulässt. Also wie zum Beispiel das Management von irgendwelchen Daten oder so weiter, aber eher für die Schnittstellen, die die Mitarbeiter nutzen und nicht Endkunden.

S: Dieses Backend gibt die Daten dann über eine sehr flexible API heraus. Aktuell bin ich ein riesen Fan von GraphQL. Ich hab es in vier Projekten hintereinander eingesetzt und bin noch nicht an irgendwelche Probleme gestoßen. An ein paar Unschönheiten aber im Vergleich zu REST ist es unfassbar angenehm.

S: Ja und dann ein modernes JavaScript Framework im Frontend, welches von einer breiten Community unterstützt wird. Da fallen mir nur Vue und React ein. Im Backend, bin ich relativ frei. Das ist natürlich eine reine Geschmackssache. Ich selber baue immer noch gerne Monolithen mit Rails, nutze aber auch gerne zwei JavaScript Alternativen. Das eine wäre Node basiert, das andere wäre tatsächlich dann eher eine Serverless-Architektur, wo man dann ein bestehenden Service wie Contentful einsetzt.

S: Wenn es möglich ist, würde ich gerade bei kleineren Projekten fast komplett auf das Backend verzichten.

E: Also empfehlst du eine Trennung zwischen Backend und Frontend?

S: Ja, würde ich machen.

S: Also insbesondere würde ich den Teil trennen, wo die Endkunden die Statements hören und den Teil den ihr sozusagen fürs Backoffice nutzt. Besonders aus Sicherheitsgründen.

E: Woran machen Sie Ihre Antwort fest?

S: Ein wichtiger Grund sind Security Gründe. Das heißt, wenn du einfach nur eine API zur Verfügung stellst, dann musste du nur die APIs einmal sauber durch testen. Dann bestehen eigentlich nur Security Risiken im Frontend.

S: Was auch ganz schön ist, ist das ihr das Backend und Frontend flexibel austauschen könnt. Zum Beispiel bei einem Projekt, habe ich mit Contentful begonnen und als die Anforderungen an das Backend gestiegen sind, konnte ich es ohne weiteres einfach wechseln.

S: Und das gleiche ist auch fürs Frontend denkbar. Das heißt das wenn man irgendwann sagt Ich habe meinetwegen mit React begonnen, bin aber der Meinung das Vue das geeignetere Framework ist, dann kann ich das halt auch einfach machen.

E: Also die Flexibilität in dem Austauschen vom Backend und dem Frontend.

S: Genau. Wenn wir diese saubere Trennung zwischen Backend und Frontend haben, könnten einfach Frontend Entwickler einsetzen werden, die günstiger sind und ausschließlich Erfahrung im Frontend haben. Das kann somit auch Kostengünstiger für die Entwicklung sein.

E: Das waren sehr schöne Antworten.

E: Ich bedanke mich sehr für ihre Zeit und würde hiermit erst einmal die Aufnahme und das Interview beenden.

Literaturverzeichnis

- Achleitner, Prof Dr Dr Ann-Kristin. *Definition: Start-up-Unternehmen*. Library Catalog: wirtschaftslexikon.gabler.de Publisher: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Section: economy. 14. Feb. 2018. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/start-unternehmen-42136/version-265490> (besucht am 14.06.2020).
- Amazon Web Services (AWS) - Cloud Computing Services*. Amazon Web Services, Inc. Library Catalog: aws.amazon.com. URL: <https://aws.amazon.com/> (besucht am 27.04.2020).
- AngularJS — Superheroic JavaScript MVW Framework*. URL: <https://angularjs.org/> (besucht am 12.06.2020).
- Asynchrone Kommunikation*. In: *Wikipedia*. Page Version ID: 187692564. 18. Apr. 2019. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Asynchrone_Kommunikation&oldid=187692564 (besucht am 16.05.2020).
- AWS / Amazon EC2 Container & Konfigurationsmanagement*. Amazon Web Services, Inc. Library Catalog: aws.amazon.com. URL: <https://aws.amazon.com/de/ecs/> (besucht am 27.04.2020).
- AWS Fargate – Container ausführen, ohne Server oder Cluster zu verwalten*. Amazon Web Services, Inc. Library Catalog: aws.amazon.com. URL: <https://aws.amazon.com/de/fargate/> (besucht am 27.04.2020).
- AWS Lambda Data Processing - Datenverarbeitungsdienste*. Amazon Web Services, Inc. Library Catalog: aws.amazon.com. URL: <https://aws.amazon.com/de/lambda/> (besucht am 28.04.2020).
- Balzert, Helmut. *Lehrbuch der Softwaretechnik: Entwurf, Implementierung, Installation und Betrieb*. Google-Books-ID: UqYuBAAAQBAJ. Springer-Verlag, 13. Sep. 2011. 593 S. ISBN: 978-3-8274-2246-0.
- Baron, Joe, Hisham Baz und Tim Bixler. *AWS Certified Solutions Architect Official Study Guide: Associate Exam (Aws Certified Solutions Architect Official: Associate Exam)*. 1. Aufl. Sybex, 2016. 435 S. ISBN: 978-1-119-13855-6. URL: <https://www.amazon.com/gp/offer-listing/1119138558/?tag=wwcampusboocom587-20&condition=used> (besucht am 27.04.2020).
- Brooks, Frederick P. *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering, Anniversary Edition (eBook)*. 2 edition. Addison-Wesley Professional, 2. Aug. 1995. 336 S.
- Buxton, JN und B Randell. „Software Engineering Techniques: Report on a Conference sponsored by the NATO Science Committee, Rome, Italy, October 1969“. In: NATO Science Committee, 1970.
- Clements, Paul. *Comparing the SEI's Views and Beyond Approach for Documenting Software Architecture with ANSI-IEEE 1471-2000*. Fort Belvoir, VA: Defense Technical In-

- formation Center, 1. Juli 2005. DOI: 10.21236/ADA441291. URL: <http://www.dtic.mil/docs/citations/ADA441291> (besucht am 25.05.2020).
- Clements, Paul u. a. *Documenting Software Architectures: Views and Beyond*. 2 edition. Addison-Wesley Professional, 5. Okt. 2010. 592 S.
- Continuous Integration*. martinowler.com. Library Catalog: www.martinowler.com. URL: <https://martinowler.com/articles/continuousIntegration.html> (besucht am 08.07.2020).
- Conway, Melvin E. *Conway's law*. Apr. 1968. URL: <http://www.melconway.com/research/committees.html> (besucht am 05.07.2020).
- Croll, Alistair und Benjamin Yoskovitz. *Lean Analytics: Use Data to Build a Better Startup Faster*. 1 edition. O'Reilly Media, 8. März 2013. 556 S. ISBN: 978-1-4493-3567-0.
- Dragoni, Nicola u. a. „Microservices: Yesterday, Today, and Tomorrow“. In: *Present and Ulterior Software Engineering*. Hrsg. von Manuel Mazzara und Bertrand Meyer. Cham: Springer International Publishing, 2017, S. 195–216. ISBN: 978-3-319-67425-4. DOI: 10.1007/978-3-319-67425-4_12. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-67425-4_12 (besucht am 23.04.2020).
- Duden / Mapping*. Library Catalog: www.duden.de. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Mapping> (besucht am 07.07.2020).
- Duden / Monolith / Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Herkunft*. In: Library Catalog: www.duden.de. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Monolith> (besucht am 16.05.2020).
- DWDS – Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache*. In: *DWDS*. URL: <https://www.dwds.de/wb/Monolith> (besucht am 16.05.2020).
- Endres, Albert und Dieter Rombach. *A Handbook of Software and Systems Engineering: Empirical Observations, Laws and Theories: A Handbook of Observations, Laws and Theories*. 1. Aufl. Addison Wesley Pub Co Inc, 13. März 2003. 352 S. ISBN: 978-0-321-15420-0.
- Erstelle eine neue React Anwendung*. Library Catalog: de.reactjs.org. URL: <https://de.reactjs.org/docs/create-a-new-react-app.html> (besucht am 05.07.2020).
- Evans, Eric. *Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software*. 1 edition. Addison-Wesley Professional, 22. Aug. 2003. 563 S. ISBN: 978-0-321-12521-7.
- Features • GitHub Actions*. GitHub. Library Catalog: github.com. URL: <https://github.com/features/actions> (besucht am 27.04.2020).
- Fielding, Roy Thomas. „Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures“. Diss. UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 2000. 180 S. URL: https://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding_dissertation.pdf.
- Fowler, Martin. *Martin Fowler: BoundedContext*. martinowler.com. Library Catalog: martinowler.com. 15. Jan. 2014. URL: <https://martinowler.com/bliki/BoundedContext.html> (besucht am 13.06.2020).

- Fowler, Martin. *Who needs an Architect?* design. Aug. 2003. URL: <https://martinfowler.com/ieeeSoftware/whoNeedsArchitect.pdf>.
- GraphQL: A query language for APIs*. Library Catalog: graphql.org. URL: <http://graphql.org/> (besucht am 15.06.2020).
- gRPC*. In: *Wikipedia*. Page Version ID: 199461609. 30. Apr. 2020. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=gRPC&oldid=199461609> (besucht am 04.07.2020).
- gRPC Docs*. gRPC. Library Catalog: grpc.io. URL: <https://grpc.io/> (besucht am 15.06.2020).
- Hartl, Michael. *Ruby on Rails Tutorial: Learn Web Development with Rails (eBook)*. 4 edition. Addison-Wesley Professional, 17. Nov. 2016. 806 S.
- Hilliard, Rich. *ISO/IEC/IEEE 42010 Homepage*. ISO/IEC/IEEE 42010 Homepage. Library Catalog: www.iso-architecture.org. URL: <http://www.iso-architecture.org/42010/> (besucht am 06.05.2020).
- HTML-Renderer*. In: *Wikipedia*. Page Version ID: 196062351. 22. Jan. 2020. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=HTML-Renderer&oldid=196062351> (besucht am 08.07.2020).
- Hypertext Transfer Protocol*. In: *Wikipedia*. Page Version ID: 198873705. 14. Apr. 2020. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Hypertext_Transfer_Protocol&oldid=198873705 (besucht am 04.07.2020).
- Leach, Paul J. u. a. *Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1*. Library Catalog: tools.ietf.org. 12. Mai 2020. URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc2616> (besucht am 12.05.2020).
- Maurya, Ash. *Running Lean: Iterate from Plan A to a Plan That Works*. 2 edition. O'Reilly Media, 24. Feb. 2012. 240 S. ISBN: 978-1-4493-0517-8.
- Mullins, John und Randy Komisar. *Getting to Plan B: Breaking Through to a Better Business Model*. Harvard Business Review Press, 8. Sep. 2009. 272 S.
- Newman, Sam. *Monolith to Microservices: Evolutionary Patterns to Transform Your Monolith (eBook)*. 1 edition. O'Reilly Media, 14. Nov. 2019. 272 S.
- Node.js. *Node.js*. Node.js. Library Catalog: [nodejs.org](https://nodejs.org/en/). URL: <https://nodejs.org/en/> (besucht am 28.04.2020).
- Patel, Neil. „90% Of Startups Fail: Here’s What You Need To Know About The 10%“. In: *Forbes* (16. Jan. 2015). Library Catalog: www.forbes.com Section: Entrepreneurs. URL: <https://www.forbes.com/sites/neilpatel/2015/01/16/90-of-startups-will-fail-heres-what-you-need-to-know-about-the-10/> (besucht am 14.06.2020).
- PostgreSQL: The world’s most advanced open source database*. URL: <https://www.postgresql.org/> (besucht am 27.04.2020).
- React – Eine JavaScript Bibliothek zum Erstellen von Benutzeroberflächen*. Library Catalog: de.reactjs.org. URL: <https://de.reactjs.org/> (besucht am 27.04.2020).
- Rodgers, Peter. *Service-Oriented Development on NetKernel- Patterns, Processes & Products to Reduce System Complexity | CloudEXPO*. Mai 2018. URL: <https://web.>

- archive.org/web/20180520124343/http://www.cloudcomputingexpo.com/node/80883 (besucht am 23.04.2020).
- Ruby on Rails*. Ruby on Rails. Library Catalog: rubyonrails.org. URL: <https://rubyonrails.org/> (besucht am 27.04.2020).
- Ruby on Rails Doctrine*. Ruby on Rails. Library Catalog: rubyonrails.org. URL: <https://rubyonrails.org/doctrine/> (besucht am 18.05.2020).
- Service-Level-Agreement*. In: *Wikipedia*. Page Version ID: 200079846. 18. Mai 2020. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Service-Level-Agreement&oldid=200079846> (besucht am 29.06.2020).
- Single-Page-Webanwendung*. In: *Wikipedia*. Page Version ID: 185777481. 17. Feb. 2019. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Single-Page-Webanwendung&oldid=185777481> (besucht am 12.06.2020).
- Softwareverteilung*. In: *Wikipedia*. Page Version ID: 201347640. 27. Juni 2020. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Softwareverteilung&oldid=201347640> (besucht am 03.07.2020).
- Starke, Gernot. *Effektive Softwarearchitekturen (eBook)*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 7. Juli 2015. 458 S. ISBN: 978-3-446-44361-7. DOI: 10.3139/97834464444065. URL: <https://www.hanser-elibrary.com/doi/book/10.3139/97834464444065> (besucht am 06.05.2020).
- Start-up-Unternehmen*. In: *Wikipedia*. Page Version ID: 197628824. 10. März 2020. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Start-up-Unternehmen&oldid=197628824> (besucht am 14.06.2020).
- Stephens, Rod. *Beginning Software Engineering*. Google-Books-ID: SyHWBgAAQBAJ. John Wiley & Sons, 2. März 2015. 482 S. ISBN: 978-1-118-96916-8.
- Synchrone Kommunikation*. In: *Wikipedia*. Page Version ID: 182185824. 27. Okt. 2018. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Synchrone_Kommunikation&oldid=182185824 (besucht am 16.05.2020).
- Tanenbaum, Andrew S. und Maarten van Steen. *Verteilte Systeme: Prinzipien und Paradigmen*. 2 edition. Pearson Studium, 1. Nov. 2007. 760 S.
- Tate, Bruce A. *Sieben Wochen, sieben Sprachen*. 1 edition. Beijing: O'Reilly Verlag GmbH & Co. KG, 1. Juni 2011. 360 S. ISBN: 978-3-89721-322-7.
- What is a Container? / App Containerization / Docker*. Library Catalog: www.docker.com. URL: <https://www.docker.com/resources/what-container> (besucht am 27.04.2020).
- Wolff, Eberhard. *Microservices: Grundlagen flexibler Softwarearchitekturen (eBook)*. 2 edition. dpunkt.verlag, 25. Juli 2018. 384 S.

Abbildungsverzeichnis

1.	Kommunikation zwischen Controller und Model	9
2.	Kommunikation zwischen View und Model	9
3.	Speichern einer Tonaufnahme	14
4.	Inhalte bearbeiten	14
5.	Endkunde lädt die Plattform	15

Erklärung der Urheberschaft

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

Ort, Datum

Unterschrift

