

Bachelorarbeit

Entwurf und Implementierung einer Webanwendung für die Jobsuche mit Unterstützung durch Testautomatisierung

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science (B.Sc.)

vorgelegt dem

Fachbereich Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik

der Technischen Hochschule Mittelhessen

Yvan Richnel Tchiengue

im September 2023

Referent: Prof. Dr. Axel Schumann

Korreferent: Herr Manuel Groh

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbstständig und unter ausschließlicher Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel erstellt zu haben.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Giessen, den 01. September 2023

Yvan Richnel Tchiengue

Inhalt

Inhalt	6
Abbildungen	7
Tabellen	9
Listings	10
Abkürzungen und Formelzeichen	11
1 Einleitung	13
1.1 Motivation und Problemstellung	13
1.2 Zielsetzung	14
1.3 Aufbau der Arbeit	14
2 Stand der Wissenschaft und Technik	16
3 Grundlagen	17
3.1 Entwicklungswerkzeuge	17
3.1.1 Git	17
3.1.2 GitHub	17
3.1.3 WebStorm	18
3.1.4 NodeJS	18
3.1.5 NPM	18
3.2 Verwendete Technologien zur Webentwicklung	19
3.2.1 Angular	19
3.2.2 Html	19
3.2.3 TypeScript	20
3.2.4 JavaScript	20
3.2.5 CSS	20
3.3 Konzepte der Webentwicklung	20
3.3.1 HTTP	20
3.3.2 JSON	21
3.3.3 API	21

3.4	Webanwendung	22
3.4.1	Wie funktioniert eine Webanwendung?	22
3.5	Mobilanwendung	23
3.5.1	Funktionsweise einer mobilen Anwendung	24
3.6	Unterschied zwischen Web- und Mobilanwendung	25
4	Methodik	27
4.1	Anforderungsanalyse	27
4.1.1	Analyse funktionaler Anforderungen	27
4.1.2	Analyse nicht-funktionaler Anforderungen	28
4.1.2.1	Sicherheit	28
4.1.2.2	Leistung	29
4.1.2.3	Benutzerfreundlichkeit	29
4.2	Schritte zur Entwicklung einer Webanwendung	30
4.2.1	Analyse der Bedürfnisse und Ziele	30
4.2.2	Design der Anwendung	30
4.2.3	Back-End-Entwicklung	31
4.2.4	Front-End-Entwicklung	31
4.2.5	Durchführung der Tests	32
4.2.6	Deployment der Webanwendung	32
4.3	Kommunikation zwischen Front-End und Back-End	33
4.4	Testautomatisierung	34
4.4.1	Unit Tests	35
4.4.1.1	Vorteile von Unit Testing	35
4.4.1.2	Karma	35
4.4.1.3	Jasmine	36
4.4.2	End-to-End Tests	36
4.4.2.1	Cypress	36
5	Bearbeitungsphase	38
5.1	Verwendete Bibliotheken	38
5.1.1	CORS	38
5.1.2	JWT	39
5.1.3	Express	39
5.1.4	Bcrypt	39
5.1.5	Multer	40
5.2	Implementierung der wichtigsten Funktionen	40
5.2.1	Konfiguration des Express-Servers und Erstellen der Datenbank	40
5.2.2	Erstellung eines Benutzerkontos auf der Plattform	42

5.2.3	Implementation der Anmeldung bei einem bestehenden Benutzerkonto	45
5.2.4	Dashboard	48
5.2.5	Jobsuche	49
5.2.6	Speicherung von Dateien	50
5.2.7	Ausfüllen des Formulars und Veröffentlichung einer Stellensuche	53
5.2.8	Einreichen der Bewerbung auf ein Stellenangebot und deren Überprüfung durch den Arbeitgeber	54
5.2.9	Umsetzung von Unit-Tests und e2e-Tests	56
6	Ergebnisbewertung	61
7	Zusammenfassung und Ausblick	64
Literatur		65

Abbildungen

3.1	Git Version Control System(aus [26])	17
3.2	Html (aus [11])	19
3.3	Schematische Darstellung des Kommunikationsprozesses gemäß HTTP-Protokoll (aus [12])	21
3.4	HOW API WORKS (aus [1])	22
3.5	The Flow of the Web Application (aus [14])	23
3.6	Mobile application Übersicht (aus [23])	24
4.1	Web Application security against Cyber Attack (aus [32]) . . .	29
4.2	User Experience, User Interface (aus [35])	31
4.3	Back-End vs. Front-End Development (aus [30])	32
4.4	Communication between Frontend and Backend (aus [3]) . .	34
4.5	Test Automation (aus [16])	34
4.6	Unit Testing Workflow (aus [6])	35
4.7	End-to-End Testing Lifecycle (aus [17])	36
4.8	Cypress Workflow (aus [8])	37
5.1	How CORSS works (aus [5])	38
5.2	Json Web Token Übersicht (aus [25])	39
5.3	Hashing Passwords with Bcrypt (aus [7])	40
5.4	Formular zur Kontoerstellung	44
5.5	Anmeldung bei einem bestehenden Benutzerkonto	46
5.6	Boardingboard für den Arbeitnehmer	48
5.7	Boardingboard für den Arbeitgeber	48
5.8	Anzeige von verfügbaren Stellenangeboten	49
5.9	Anzeige von verfügbaren Stellenangeboten	50
5.10	Implementierung der Sicherung wichtiger Dokumente in der Webanwendung	50
5.11	Ausfüllen des Formulars und Veröffentlichung einer Stellensuche	53
5.12	Einreichen der Bewerbung	54
5.13	Verwaltung von Bewerbungen	55
5.14	Implementierung von Unit-Tests für die verschiedenen Komponenten der Anwendung	56
5.15	E2e Test für den Aufruf von verfügbaren Stellenangeboten . .	58

5.16 E2e Test zur Erstellung eines Kontos	59
-----------------------------------------------------	----

Tabellen

3.1	Unterschied zwischen Web- und Mobilanwendung.	26
4.1	Nicht-funktionale Anforderungen.	30
5.1	Testfälle von User Stories	60

Listings

5.1	Serverkonfiguration	40
5.2	Konfiguration der Datenbankerstellung	41
5.3	Front-End Code des Formulars zur Erstellung eines Benutzerkontos	42
5.4	API für die Methode zur Erstellung eines Kontos	44
5.5	implementation of an API route for creating user accounts in our application	44
5.6	Code für die Anmeldung bei einem Benutzerkonto	45
5.7	API Route für die Verbindung mit einem Benutzerkonto.	46
5.8	Methode für die Verbindung mit einem Benutzerkonto.	46
5.9	Anzeige aller in der Datenbank verfügbaren Jobs	50
5.10	Sicherung wichtiger Dokumente in der Webanwendung	51
5.11	Verwaltung des Uploads von Identitätsdokumenten	52
5.12	Implementierung des Controllers und der Api-Route	53
5.13	Implementierung der Funktion zur Veröffentlichung von Stellenangeboten	53
5.14	Methode zum Einreichen der Bewerbung	54
5.15	Abruf von mit Stellenangeboten verknüpften Bewerbungen	55
5.16	Herunterladen des Personalausweises eines Bewerbers	56
5.17	Unit-Tests für die Komponente ConnectionComponent	57
5.18	E2E Test für die Anmeldefunktionalität	59

Abkürzungen und Formelzeichen

NPM Node Package Manager

HTML HyperText Markup Language

CSS Cascading Style Sheets

HTTP Hypertext Transfer Protocol

JSON JavaScript Object Notation

API Application Programming Interface

CORS Cross-Origin Resource Sharing

JWT JSON Web Token

AWS Amazon Web Services

URL Uniform Ressource Locator

GUI Graphical User Interface

IDE Integrated Development Environment

OWASP Open Web Application Security Project

XML Extensible Markup Language

W3C World Wide Web Consortium

UI/UX User Interface / User Experience

USENIX The Advanced Computing Systems Association

1 Einleitung

In einer sich ständig verändernden Welt ist die Arbeitssuche für viele Menschen auf der ganzen Welt zu einem wichtigen Anliegen geworden. In diesem Zusammenhang spielen Jobsuchplattformen eine wesentliche Rolle. Sie erleichtern in diesem Fall die Kontaktaufnahme zwischen Arbeitssuchenden und Arbeitgebern.

Diese Bachelorarbeit konzentriert sich auf die Entwicklung einer Jobsuchplattform, dass den Prozess der Jobsuche für Einzelpersonen, die nach beruflichen Möglichkeiten suchen, erleichtern soll.

Kamerun ist ein aufstrebendes Land mit einer steigenden Nachfrage nach Arbeitsplätzen. Mit einer jungen und dynamischen Bevölkerung ist es wichtig, innovative Lösungen anzubieten, um kamerunische Talente mit den verfügbaren Arbeitsmöglichkeiten zu verbinden.

1.1 Motivation und Problemstellung

In Kamerun beobachten wir eine signifikante demografische Konzentration in zwei großen Städten, Yaoundé und Douala, die allein mehr als 3 Millionen von Einwohnern beherbergen. Der schrittweise Ausbau des Internetzugangs in diesen Regionen hat die Qualität des täglichen Lebens zweifellos verbessert. Neben Yaoundé und Douala gibt es jedoch noch viele andere Städte, die über das große kamerunische Staatsgebiet von 475.445 km² verteilt sind und in denen der Rest der Bevölkerung lebt.

So haben beispielweise die Personen, die an Universitäten im Norden des Landes, wie der Universität Ngaoundéré, studiert und ihren Abschluss gemacht haben, Schwierigkeiten, einen Arbeitsplatz zu finden. Dies ist trotz der Tatsache, dass es in anderen Teilen des Landes freie Stellen gibt. Dies ist vor allem auf den Mangel an digitalen Plattformen zurückzuführen, die Arbeitgeber und Arbeitssuchende miteinander verbinden. So kann es sein, dass es in Douala eine offene Stelle gibt, aber eine Person, die beispielsweise in Garoua wohnt, würde nicht von dieser Möglichkeit erfahren. Das liegt daran, dass es sowohl umständlich als auch finanziell schwierig wäre, persönlich von Garoua nach Douala zu reisen, um sich zu bewerben.

Die Einrichtung einer Online-Plattform für die Jobsuche wäre sehr nützlich für Einzelpersonen. Es spielt keine Rolle, ob sie im Norden oder im Süden des Landes wohnen. Sie könnten sich auf Stellenangebote überall im Land bewerben. Diese Idee würde auch ein häufiges Problem lösen. Viele Menschen, die in einer Stadt leben, in der es freie Stellen gibt, sind sich oft nicht bewusst, dass diese Stellen existieren. Dies liegt daran, dass diese Stellen oft durch Mundpropaganda oder Aushänge an öffentlichen Orten bekannt gemacht werden.

Ich kenne Menschen in Kamerun, die auf der Suche nach einer Arbeitsstelle wiederholt von Tür zu Tür gehen mussten, in der Hoffnung, ein Unternehmen zu finden, das Arbeitskräfte sucht, aber ohne Erfolg. Gleichzeitig war ein kamerunischer Unternehmer gezwungen, sein Unternehmen für einige Zeit zu schließen, weil es an qualifizierten und geeigneten Arbeitskräften mangelte.

1.2 Zielsetzung

Im Rahmen der Thesis über die Schaffung einer Plattform für die Stellensuche ist das Hauptproblem, dass es zu lösen gilt, das bestehende Ungleichgewicht auf dem kamerunischen Arbeitsmarkt. Es gibt ein deutliches Ungleichgewicht auf dem Arbeitsmarkt. Es gibt viele qualifizierte Arbeitssuchende, die nach beruflichen Möglichkeiten suchen. Gleichzeitig fällt es den Arbeitgebern schwer, die richtigen Talente für ihre spezifischen Bedürfnisse zu finden. Diese Situation führt zu einer Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage auf dem kamerunischen Arbeitsmarkt. Dies hat hohe Arbeitslosenraten und eine unzureichende Nutzung von Qualifikationen zur Folge.

Für Bewerber ist die Arbeitssuche oft ein komplexer und zeitaufwändiger Prozess. Sie müssen viele Herausforderungen bewältigen, wie zum Beispiel die Suche nach geeigneten Stellenangeboten, das Abgleichen mit den Anforderungen der Arbeitgeber, die effektive Präsentation ihrer Kompetenzen und den Zugang zu relevanten Informationen über verfügbare Stellen. Arbeitgeber stehen ebenfalls vor Herausforderungen. Sie müssen ein breites Spektrum an qualifizierten Bewerbern erreichen, deren Eignung für die offenen Stellen bewerten und den Einstellungsprozess effektiv steuern.

Eine Lösung für dieses Problem könnte eine auf Kamerun zugeschnittene Stellen suchplattform sein. Diese Plattform würde es einfacher machen, für Arbeitssuchende und Arbeitgeber in Kontakt zu treten. Sie würde einen Ort bieten, an dem Bewerber ihre Fähigkeiten zeigen, nach passenden Jobs suchen und sich für Stellen bewerben können. Gleichzeitig könnten Arbeitgeber gezielt Stellenangebote veröffentlichen, nach qualifizierten Bewerbern suchen und den Einstellungsprozess rationeller verwalten.

1.3 Aufbau der Arbeit

Der Prozess der Implementierung einer Webanwendung für die Stellensuche ist dicht und multidisziplinär. Um dem Leser ein klares und strukturiertes Verständnis dieses Prozesses zu vermitteln, ist diese Arbeit in mehrere Hauptabschnitte unterteilt.

Zunächst wird **der Stand von Wissenschaft und Technik** ermittelt. Hier wird der aktuelle Kontext gesetzt, wobei die Entwicklung und die Herausforderungen im Bereich der Webanwendungen beleuchtet werden.

Anschließend wird, um ein solides Fundament zu schaffen, in **die Grundlagen** eingetaucht. Dieser Abschnitt ist keineswegs als monolithisch zu betrachten, sondern untersucht viele verschiedene Aspekte. Von **den Entwicklungswerkzeugen** bis zu

den verwendeten Webentwicklungstechnologien wird das technische Fundament für die Studie gelegt. In Fortsetzung dieser Erkundung wird ein Augenmerk auf die grundlegenden **Konzepte der Webentwicklung** gelegt, die unter dem Titel Konzepte der Webentwicklung vorgestellt werden. Was wäre eine solche Studie ohne einen gründlichen Vergleich zwischen **Web-Anwendung und mobiler Anwendung**? Dabei werden **die Unterschiede zwischen einer Web- und Mobilanwendung** hervorgehoben.

Nach der erfolgten Einführung in die Grundlagen, erfolgt eine Beschreibung der Methodik der Arbeit. Von **der Anforderungsanalyse**, mit der die Bedürfnisse des Projekts ermittelt wurden, bis zu den Entwicklungsschritten einer Webanwendung wird jeder Eckpfeiler des Erstellungsprozesses erklärt. Auch **die Kommunikation zwischen Front- und Backend** wird analysiert, wobei die Bedeutung der Interaktion zwischen Benutzer und Daten hervorgehoben wird. Ein wesentlicher Aspekt jedes Technologieprojekts, **das Testen**, wird nicht vergessen. Der Ansatz der Testautomatisierung wird detailliert beschrieben und es wird gezeigt, wie diese Tests durchgeführt und optimiert wurden.

Nachdem diese Schritte durchlaufen wurden, werden die Ergebnisse der Arbeit und die konkreten Auswirkungen der Testautomatisierung im Abschnitt **Bearbeitungsphase** beschrieben.

Zum Abschluss der Arbeit erfolgt **die Zusammenfassung und Ausblick**.

2 Stand der Wissenschaft und Technik

Die Forschung im Bereich der Entwicklung von Webanwendungen, insbesondere im Zusammenhang mit der Arbeitssuche basiert auf einer breiten Grundlage. Es wurden zahlreiche Forschungsarbeiten und Artikel veröffentlicht, die eine solide Grundlage an Wissen und Techniken für diese Art der Entwicklung bieten. Zu den Schlüsselaspekten dieses Themas gehören nutzerzentriertes Design, Zugänglichkeit, Sicherheit, Effizienz und Zuverlässigkeit.

Das OWASP gibt regelmäßig eine Liste heraus. Diese Liste zeigt die zehn wichtigsten Sicherheitslücken in Webanwendungen. Das ist sehr wertvoll für die Leute, die Webanwendungen entwickeln. Für Anwendungen, die bei der Jobsuche helfen, ist Sicherheit besonders wichtig. Das liegt daran, dass sie oft sensible Daten verarbeiten, wie persönliche Informationen und Karrieredetails der Nutzer.[\[21\]](#)

Die Entwicklung einer Webanwendung für die Jobsuche ist ein bekanntes Forschungsgebiet, das sich ständig weiterentwickelt. Das automatisierte Testen hilft dabei, diese Entwicklung zu unterstützen. Es gibt bereits viele Forschungsarbeiten zu diesem Thema. Diese Arbeiten bieten viele Informationen über Methoden, die gut funktionieren, über Herausforderungen und über aktuelle Trends in diesem Bereich.

3 Grundlagen

3.1 Entwicklungswerkzeuge

3.1.1 Git

Git ist ein System zur Versionskontrolle, das von Linus Torvalds entwickelt wurde. Linus Torvalds ist auch der Erfinder von Linux. Git wurde im Jahr 2005 entwickelt. Es hilft dabei, kleine und auch sehr große Projekte schnell und effizient zu verwalten.[26]

Ein Versionskontrollsystem ist ein System, das Änderungen an Dateien über die Zeit hinweg verfolgt. Es speichert die Geschichte von Änderungen an einer Datei oder einer Gruppe von Dateien. So können spezielle Versionen der Dateien später wieder gefunden werden. Mit Git hat jeder Entwickler eine komplette Kopie der Geschichte des Projekts auf seinem eigenen Computer. Das gibt viel Flexibilität und unterstützt verschiedene Arten zu arbeiten.

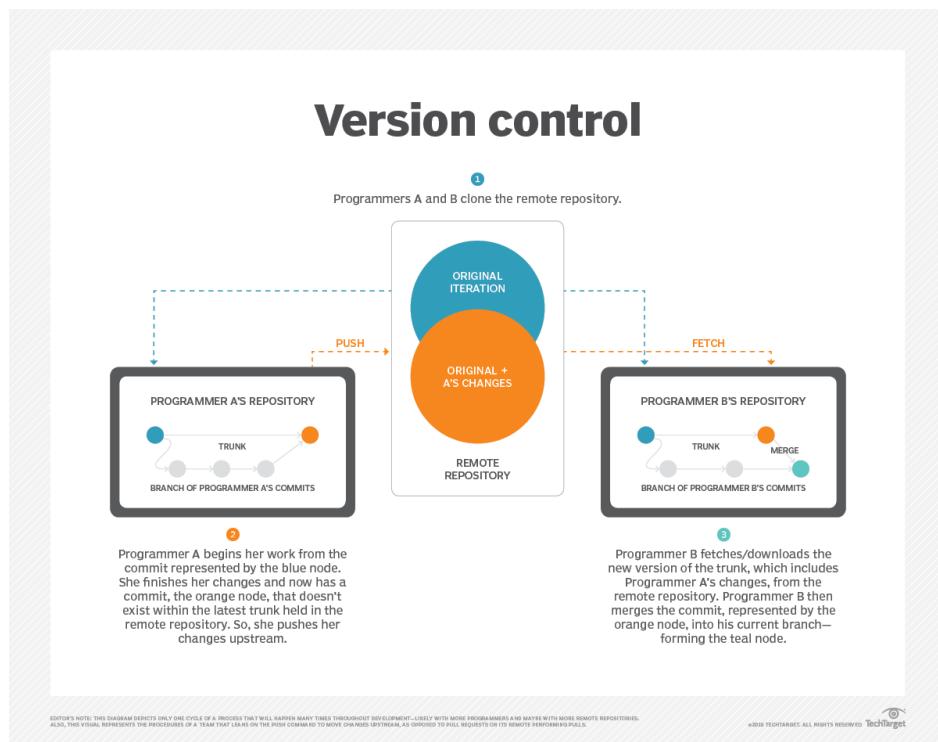


Abb. 3.1: Git Version Control System (aus [26])

3.1.2 GitHub

GitHub, Inc. ist ein professioneller Dienst, der cloudbasierte Softwareentwicklung und Versionskontrolle über Git anbietet. Dieser Dienst ermöglicht es Entwicklern,

ihre Codebase sicher zu speichern und zu überwachen. GitHub hat seinen Sitz in Kalifornien und seine wachsende Popularität hat die Aufmerksamkeit der Technologieriesen auf sich gezogen und dazu geführt, dass es 2018 von Microsoft übernommen wurde. Diese Übernahme festigte die Position von GitHub als eine der einflussreichsten Plattformen in der Welt der Softwareentwicklung. Die Plattform ist eine beliebte Wahl für das Hosting von Open-Source-Softwareprojekten. Im Januar 2023 gab GitHub bekannt, dass seine Plattform von mehr als 100 Millionen Entwicklern genutzt wird und die Anzahl der Repositorys 372 Millionen übersteigt.[40]

Eines der einzigartigen Merkmale von GitHub ist die Förderung der Open-Source-Entwicklung. Die Plattform ermutigt Entwickler, ihre Projekte zu veröffentlichen, und fördert so den Wissensaustausch, die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und die Entstehung von Gemeinschaften rund um bestimmte Projekte.

3.1.3 WebStorm

In der dynamischen Welt der Webentwicklung ist der Bedarf an leistungsstarken und spezifisch angepassten Werkzeugen größer denn je. Das von JetBrains entwickelte WebStorm erfüllt diesen Bedarf, indem es sich als IDE präsentiert, die sich hauptsächlich auf moderne Webentwicklungssprachen wie JavaScript, TypeScript, HTML5, Node.js, Bootstrap, Angular/AngularJS konzentriert.[46]

3.1.4 NodeJS

Node.js wurde 2009 von Ryan Dahl eingeführt. Es ist eine Open-Source-Plattform, die es ermöglicht, JavaScript-Code auf dem Server auszuführen. Node.js hat eine Architektur, die auf Ereignissen basiert. Das macht es besonders effizient für die Verwaltung von Echtzeit-Webanwendungen, API-Diensten und Systemen, auf die viele Benutzer gleichzeitig zugreifen. Diese Plattform gibt Entwicklern die Möglichkeit, Kommandozeilen-Tools und Skripte für den Server in JavaScript zu schreiben. Das ist oft nützlich, um dynamische Inhalte für Webseiten zu erstellen. Diese Inhalte werden erstellt, bevor die Webseite an den Browser des Benutzers geschickt wird. So kann die Webseite für jeden Benutzer individuell angepasst werden.[44]

3.1.5 NPM

NPM ist ein Paketmanager für die Programmiersprache JavaScript, der von npm, Inc. verwaltet wird. Er ist der Standardpaketmanager für die JavaScript-Laufzeitumgebung, Node.js. NPM ermöglicht es Entwicklern, die Bibliotheken und Pakete, von denen ihr Projekt abhängt, einfach zu verwalten. Dazu gehört auch das Installieren, Aktualisieren und Entfernen von Paketen. NPM stellt sicher, dass die richtigen Versionen der benötigten Pakete installiert werden. Das hilft dabei, Probleme mit verschiedenen Versionen und Kompatibilitätsproblemen zu vermeiden.[45]

3.2 Verwendete Technologien zur Webentwicklung

3.2.1 Angular

Angular ist ein starkes und stabiles Framework für das Frontend, das von Google entwickelt wurde. Es wurde ursprünglich im Jahr 2010 unter dem Namen AngularJS veröffentlicht. Im Jahr 2016 gab es eine wichtige Weiterentwicklung mit der Version 2. Seitdem ist Angular sehr schnell gewachsen und wurde sehr beliebt bei Entwicklern. Sie verwenden es oft, um große Webanwendungen zu erstellen.[2]

Eine der besonderen Eigenschaften von Angular ist seine Architektur, die auf Komponenten basiert. Diese Architektur unterstützt die Modularität, das heißt, dass der Code in verschiedene Teile aufgeteilt wird. Das macht es auch einfacher, Teile des Codes wiederzuverwenden oder zu ändern. Durch diese modulare Architektur können Entwickler Anwendungen Schritt für Schritt aufbauen. Das macht es einfacher, große Entwicklungsprojekte zu verwalten.[20]

3.2.2 Html

HTML ist die grundlegende Säule jeder Webentwicklung. Sie wurde Anfang der 1990er Jahre eingeführt und dient als Skelett für alle Webseiten. Sie ermöglicht es Entwicklern, Inhalte zu strukturieren und Informationen organisiert und verständlich darzustellen.[24]

HTML5 ist die aktuellste Version von HTML und kam im Jahr 2014 heraus. Es hat viele Verbesserungen und neue Dinge mitgebracht, die das Bauen von Webseiten leichter und einheitlicher gemacht haben. Einige dieser Neuerungen sind semantische Elemente wie `<article>`, `<section>` und `<nav>`. Diese Elemente helfen den Entwicklern, Webseiten zu erstellen, die mehr Bedeutung haben und leichter zugänglich sind.[22]

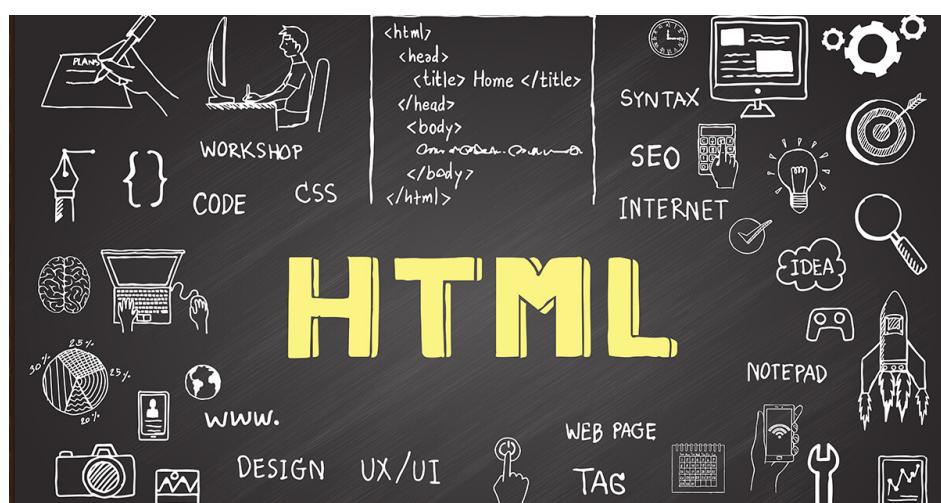


Abb. 3.2: Html (aus [11])

3.2.3 TypeScript

TypeScript ist eine höhere Programmiersprache, die 2012 von Microsoft eingeführt wurde. Es ist eine typisierte Obermenge von JavaScript, was bedeutet, dass es JavaScript um Funktionen erweitert. Eine dieser neuen Funktionen ist ein statisches Typensystem. Das hilft dabei, Fehler im Code zu vermeiden und macht das Programmieren einfacher und sicherer. Alle gültigen JavaScript-Programme sind auch gültige TypeScript-Programme, was die Übernahme von TypeScript für bestehende JavaScript-Entwickler einfacher macht.[34]

3.2.4 JavaScript

JavaScript ist eine Programmiersprache und wurde im Jahr 1995 von Brendan Eich entwickelt. Am Anfang wurde sie für einen Internetbrowser namens Netscape Navigator gemacht, um Webseiten interaktiver zu machen. Mit der Zeit wurde JavaScript sehr populär und ist heute die am meisten benutzte Sprache für die Entwicklung von Webseiten. Im Laufe der Zeit hat sich JavaScript verbessert und verändert. Mit der Erfindung von Plattformen wie Node.js kann man JavaScript jetzt auch für die Entwicklung von Servern verwenden. Das macht JavaScript zu einer sehr vielseitigen und nützlichen Programmiersprache.[13]

Obwohl viele Menschen Kritikpunkte an JavaScript hatten, hat es sich über die Jahre bewährt. Heute ist es immer noch eine der meistgenutzten und beliebtesten Programmiersprache weltweit.[4]

3.2.5 CSS

CSS ist eine Stylesheet-Sprache, die zur Beschreibung des Layouts eines in HTML oder XML geschriebenen Dokuments verwendet wird. CSS wurde vom W3C entwickelt und 1996 zum ersten Mal veröffentlicht. Es gehört neben HTML und JavaScript zu den Grundpfeilern der Webentwicklung.[47]

3.3 Konzepte der Webentwicklung

3.3.1 HTTP

HTTP ist ein Protokoll der Anwendungsschicht. Es legt fest, wie Nachrichten formatiert und über das Web übertragen werden und wie Webserver und Browser auf diese Nachrichten reagieren sollen. Es funktioniert als Anfrage-Antwort-Verfahren zwischen dem Client (normalerweise ein Webbrower) und dem Server. Tim Berners-Lee ist der Mann, der begonnen hat, HTTP zu entwickeln, und das war im Jahr 1989. Daraus entstand ein erstes Dokument, das die Verhaltensregeln für den Computer und den Server festlegte. Diese ersten Regeln wurden 'Version 0.9' genannt. Diese Version wurde später weiterentwickelt und führte schließlich zur Mainstream-Version 1.0. Die folgende Abbildung 3.3 ist ein Überblick über den Kommunikationsprozess gemäß HTTP.[41]

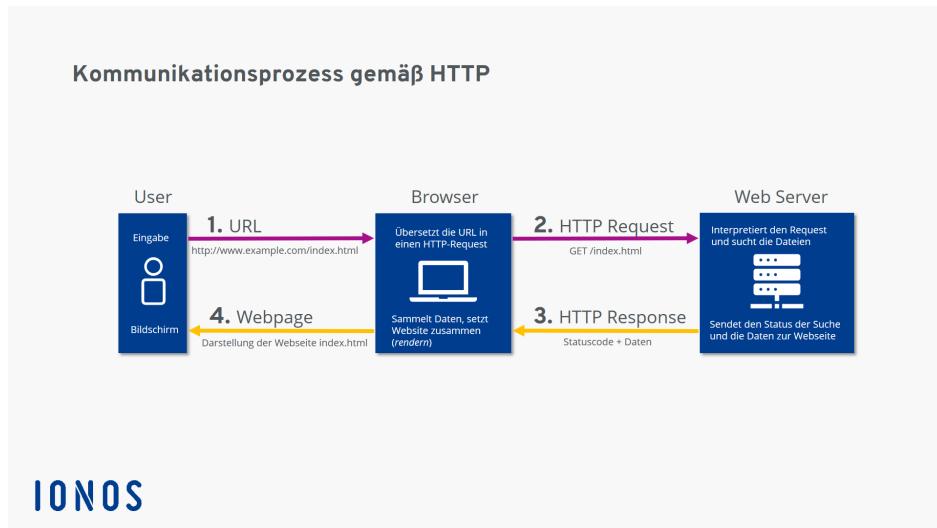


Abb. 3.3: Schematische Darstellung des Kommunikationsprozesses gemäß HTTP-Protokoll (aus [12])

3.3.2 JSON

JSON ist ein Standard-Dateiformat, zum Austausch von Daten, das Text verwendet, den Menschen lesen können, um Daten zu speichern und zu senden. Diese Daten sind in Form von Attribut-Wert-Paaren und Tabellen organisiert. Obwohl JSON aus der Programmiersprache JavaScript entstanden ist, kann es mit vielen verschiedenen Programmiersprachen verwendet werden. Es ist also nicht nur auf JavaScript beschränkt. Dateien, die dieses Format verwenden, haben die Erweiterung `.json`. Douglas Crockford war der erste, der das JSON-Format Anfang des 21. Jahrhunderts definierte. Im April 2001 übermittelte er mit Hilfe von Chip Morningstar die allererste Nachricht in JSON.[42]

3.3.3 API

Eine API ist ein Satz von Regeln und Spezifikationen, über den eine Anwendung oder Software mit einer anderen kommunizieren kann. Sie ist für die Verwendung durch Programmierer und nicht direkt durch Endbenutzer gedacht. Sie definiert die Methoden und Datenstrukturen, die Entwickler verwenden können, um zu interagieren und auf Funktionen oder Daten in einer externen Software zuzugreifen. Eine API ist für die Kommunikation zwischen verschiedenen Computern oder Programmen gemacht. APIs dienen in erster Linie dazu, die interne Komplexität eines Systems zu verschleiern, indem sie nur die für den Programmierer relevanten Elemente offenlegen und ihre Konsistenz auch dann gewährleisten, wenn interne Details geändert werden.[37]

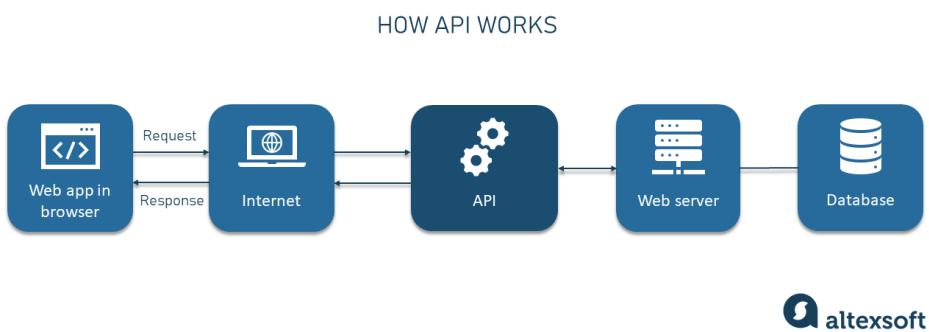


Abb. 3.4: HOW API WORKS (aus [1])

3.4 Webanwendung

Eine Webanwendung ist im Wesentlichen ein Computerprogramm, das einen Webbrowser als Benutzerschnittstelle verwendet. Das bedeutet, dass man es durch den Internetbrowser verwenden kann. Im Gegensatz zu traditioneller Software, die man auf dem Computer installieren muss, befindet sich eine Webanwendung auf einem Server und ist über das Internet zugänglich. Man kann also von überall auf sie zugreifen, solange man eine Internetverbindung hat. Zum Erstellen von Webanwendungen werden standardisierte Programmiersprachen wie HTML, CSS und JavaScript verwendet.[14]

3.4.1 Wie funktioniert eine Webanwendung?

Eine Webanwendung ist im Hintergrund komplex, aber man kann ihre Funktionsweise in einfachen Schritten erklären. Sie basiert auf dem Client-Server-Modell. Das bedeutet, dass ein Client, meist ein Webbrowser, Ressourcen oder Dienste von einem Server anfragt. Der Server antwortet dann auf diese Anfrage. Hier eine detaillierte Beschreibung des Prozesses:

1. Anfrage des Kunden

- Alles beginnt, wenn der Nutzer eine URL in den Browser eingibt, oder auf einen Link klickt. In diesem Moment sendet der Browser eine Anfrage an den Webserver, auf dem die Anwendung gehostet wird.
- Diese Anfrage wird normalerweise mit dem HTTP-Protokoll (oder seiner sicheren Version, HTTPS) formuliert.

2. Verarbeitung der Anfrage durch den Server

- Sobald die Anfrage eingegangen ist, wird sie vom Server verarbeitet. Wenn die Anwendung dynamisch ist (wie die meisten modernen Anwendungen), muss der Server möglicherweise mit einer Datenbank interagieren, um Informationen abzurufen oder zu speichern.

3. Antwort des Servers

- Nachdem der Server die Anfrage verarbeitet hat, sendet er eine Antwort. Diese Antwort besteht in der Regel aus HTML-, CSS- und JavaScript-Dateien sowie eventuellen Multimediateilen wie Bildern oder Videos.

- Der Server verwendet auch das HTTP-Protokoll, um diese Antwort zu senden.

4. Anzeige des Browsers

- Sobald der Browser die Antwort des Servers erhalten hat, beginnt er, sie zu verarbeiten. Er interpretiert den HTML-, CSS- und JavaScript-Code, um die Webseite zu erstellen und anzuzeigen.
- JavaScript kann verwendet werden, um der Seite Interaktivität hinzuzufügen, z. B. Animationen oder Reaktionen auf Benutzeraktionen.

5. Zusätzliche Interaktionen

- Sobald die Seite geladen ist, führt jede neue Interaktion, die nicht lokal (d. h. direkt im Browser) verarbeitet werden kann, zu neuen Anfragen an den Server. Wenn z. B. ein Beitrag in einem sozialen Netzwerk geliked wird, wird eine neue Anfrage gesendet, um diese Aktion zu registrieren.

6. Session und Cookies

- Webanwendungen verwenden häufig Cookies, um den Überblick über die Nutzer und ihre Interaktionen zu behalten. Ein Cookie ist ein kleines Stück Daten, das im Browser des Nutzers gespeichert wird.
- Session ermöglichen es den Servern, Informationen über den Nutzer während einer Interaktionsperiode zu speichern. Sie können z. B. verwendet werden, um herauszufinden, ob ein Nutzer angemeldet ist und welche Einstellungen er hat.

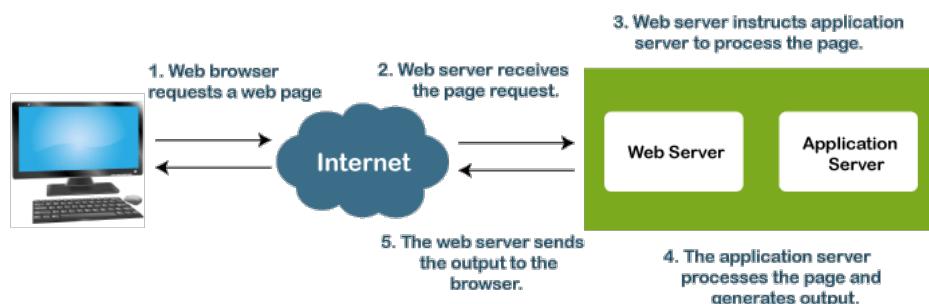


Abb. 3.5: The Flow of the Web Application (aus [14])

3.5 Mobilanwendung

Mobile Anwendungen, die wir meistens kurz als Apps bezeichnen, sind spezielle Softwareprogramme. Sie werden speziell entwickelt, um auf mobilen Geräten, wie Smartphones und Tablets, zu funktionieren. Obwohl sie einige Gemeinsamkeiten mit Webanwendungen haben, funktionieren sie teilweise anders.[29]

Bei der Erstellung von Apps müssen Entwickler viele Dinge beachten. Dazu gehören die speziellen Eigenschaften der verschiedenen mobilen Betriebssysteme. Auch die Fähigkeiten der Geräte selbst sind sehr wichtig.

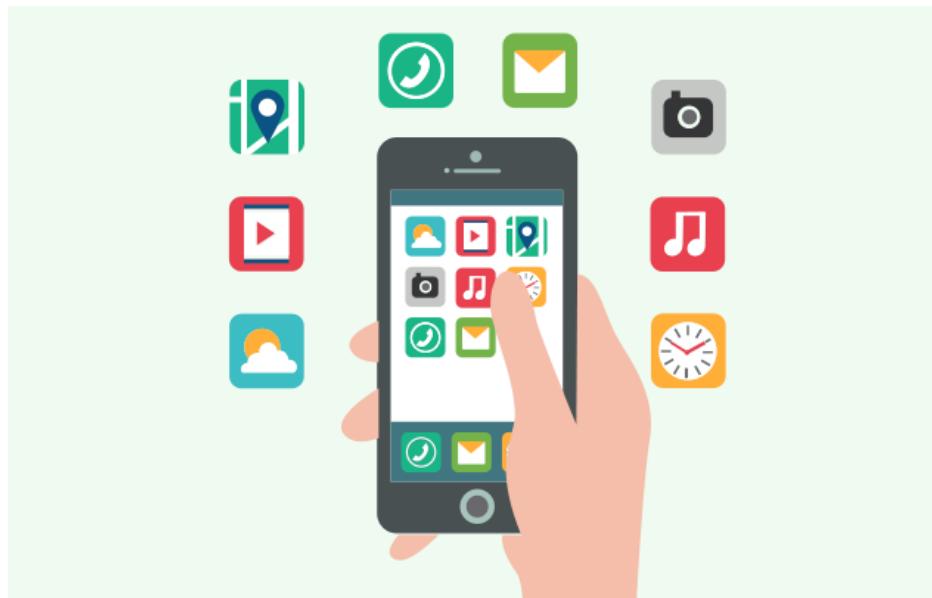


Abb. 3.6: Mobile application Übersicht (aus [23])

3.5.1 Funktionsweise einer mobilen Anwendung

Hier ist eine detaillierte Beschreibung, wie eine mobile Anwendung funktioniert :

1. Installation

- Im Gegensatz zu Webanwendungen, die über einen Browser aufgerufen werden können, müssen mobile Anwendungen in der Regel auf dem Gerät installiert werden. Diese Installation erfolgt in der Regel über App Stores, wie den App Store für iOS oder Google Play für Android.

2. Interaktionen mit dem Betriebssystem

- Mobile Anwendungen interagieren direkt mit dem Betriebssystem des Geräts (z. B. iOS, Android, Windows Mobile). Dadurch können sie auf bestimmte Funktionen des Geräts zugreifen, z. B. auf die Kamera, GPS, Kontakte etc.

3. Lokale Ausführung

- Nach der Installation kann die mobile Anwendung lokal auf dem Gerät ausgeführt werden, ohne dass eine ständige Verbindung zu einem entfernten Server erforderlich ist. Wesentliche Ressourcen (wie die Benutzeroberfläche, die grundlegende Logik usw.) werden während der Installation mit der Anwendung verpackt.

4. Speicherung von Daten

- **Lokale Speicherung:** Die Anwendung kann Daten direkt auf dem Gerät speichern und dabei lokale Datenbanken, Dateien oder freigegebene Voreinstellungen verwenden.
- **Remote-Speicherung:** Für Daten, auf die von mehreren Geräten aus zugegriffen werden soll, oder die sicher gespeichert werden müssen, kommuniziert die Anwendung in der Regel über das Internet mit einem Remote-Server (ähnlich wie Webanwendungen).

5. Kommunikation mit Servern

- Obwohl eine mobile Anwendung lokal funktionieren kann, müssen viele Anwendungen mit entfernten Servern interagieren, um Updates abzurufen, Daten zu synchronisieren usw. Diese Kommunikation erfolgt in der Regel über APIs unter Verwendung von Protokollen wie HTTP/HTTPS.

6. Updates

- Mobile Anwendungen erhalten über die App-Stores Aktualisierungen. Entwickler können neue Versionen veröffentlichen, um Probleme zu lösen, neue Funktionen hinzuzufügen oder die Leistung zu verbessern. Die Benutzer können diese neuen Versionen herunterladen und auf ihren Computern installieren. Dadurch haben sie die aktuellste Version des Programms. Es ist immer gut, die neueste Version zu haben, weil sie besser funktioniert.

3.6 Unterschied zwischen Web- und Mobilanwendung

Mobile Anwendungen und Webanwendungen haben unterschiedliche Merkmale, auch wenn sie manchmal ähnliche Funktionen bieten können. Hier sind die Unterschiede zwischen den beiden Anwendungstypen :

Eigenschaften	Webanwendungen	Mobilanwendungen
Plattform und Zugang	Auf sie kann über einen Webbrower (wie Chrome, Firefox, Safari) zugegriffen werden, sie müssen weder heruntergeladen noch installiert werden[33]	Sie werden entwickelt, um auf mobilen Geräten wie Smartphones und Tablets installiert und ausgeführt zu werden.[33]
Entwicklung und Kompatibilität	Sie werden in der Regel so entwickelt, dass sie mit mehreren Browsern kompatibel sind.	Sie erfordern eine spezielle Entwicklung für jedes Betriebssystem (z. B. iOS, Android).
Updates	Updates sind für den Nutzer in der Regel transparent. Sobald eine Aktualisierung auf dem Server bereitgestellt wird, haben die Nutzer beim nächsten Besuch der Webanwendung sofort Zugriff darauf.	Updates müssen über App-Stores heruntergeladen und installiert werden, was ein Eingreifen des Nutzers erfordert.
Kosten und Wartung	Sie bieten in der Regel niedrigere Anfangskosten und geringere Wartungskosten, da nur eine einzige Codebasis zu verwalten ist.	Die Entwicklungskosten können höher sein, vor allem wenn man auf mehrere Plattformen abzielt. Außerdem kann die Wartung für jede Plattform einen separaten Aufwand erfordern.

Tab. 3.1: Unterschied zwischen Web- und Mobilanwendung.

4 Methodik

4.1 Anforderungsanalyse

4.1.1 Analyse funktionaler Anforderungen

Im Rahmen dieses Projekts werden die folgenden Funktionen umgesetzt:

1. Erstellung eines Benutzerkontos

- Der Nutzer muss in der Lage sein, ein Anmeldeformular mit seinen persönlichen Informationen auszufüllen.
- Der Nutzer muss bei der Erstellung seines Kontos die Option *employe* oder *jobseeker* wählen können.
- Das System muss die vom Benutzer eingegebenen Informationen überprüfen und ein entsprechendes Benutzerkonto erstellen.

2. Anmeldung bei einem bestehenden Benutzerkonto

- Der Benutzer muss seinen Benutzernamen und sein Passwort eingeben können, um sich anzumelden.
- Das System muss den Benutzer authentifizieren und ihm den Zugriff auf sein Benutzerkonto ermöglichen.

3. Jobsuche

- Das System soll die Datenbank nach Stellenangeboten durchsuchen und sie dem Nutzer anzeigen.

4. Sich auf ein Stellenangebot bewerben

- Der *employe* sollte in der Lage sein, sich die Details einer Stellenanzeige anzusehen und zu entscheiden, ob er sich bewerben möchte.
- Das System muss dem Nutzer die Möglichkeit bieten, eine Bewerbung für die ausgewählte Stellenanzeige einzureichen.

5. Ergebnisse der Bewerbungen

- Der *employe* muss in der Lage sein, die vom *jobseeker* eingereichten Bewerbungen zu empfangen und zu bearbeiten.
- Der *jobseeker* muss die Ergebnisse seiner Bewerbungen (positiv oder negativ) einsehen können.

6. Speicherung von Dateien

- Der Benutzer muss verschiedene Dokumente (Aufenthaltstitel, Lebenslauf, Arbeitserlaubnis, Personalausweis) in der Datenbank speichern können.

- Die von dem Benutzer gespeicherten persönlichen Dokumente sollen dem Arbeitgeber bei der Bewertung von Bewerbungen zur Verfügung stehen.

7. Abmelden des Benutzers

- Der Benutzer muss die Möglichkeit haben, sich von seinem Konto abzumelden.

8. Stellenangebote durch den Arbeitgeber veröffentlichen

- Der Arbeitgeber muss die Möglichkeit haben, Stellenangebote zu posten.
- Die Veröffentlichung ist sofort auf der Plattform sichtbar.

9. Abfrage von Stellenangeboten

- Der Nutzer muss alle auf der Plattform verfügbaren Stellenangebote einsehen können.

10. Empfang von Bewerbungen durch den Arbeitgeber

- Der Arbeitgeber muss die Möglichkeit haben, Bewerbungen für seine Stellenangebote zu empfangen und einzusehen.
- Übersichtliche Schnittstelle, die alle eingegangenen Bewerbungen auflistet.
- Möglichkeit, jede Bewerbung zu öffnen, um Details und angehängte Dokumente zu sehen.

11. Tests

- Das System muss auf verschiedenen Ebenen getestet werden, um seine Zuverlässigkeit und Effizienz zu gewährleisten.

4.1.2 Analyse nicht-funktionaler Anforderungen

4.1.2.1 Sicherheit

Die Wahrung der Sicherheit spielt eine Rolle für den Erfolg der Anwendung durch die Nutzer. Diese Anforderung zielt darauf ab, die Integrität sensibler Daten der Nutzer zu gewährleisten. Versuche des Eindringens müssen mit allen Mitteln verhindert werden.

Die Menschen achten sehr darauf, dass ihre persönlichen Daten sicher sind. Apps, die sicherstellen, dass die Daten der Menschen geschützt sind, gelten als vertrauenswürdig. In dem Fall können die Menschen ihre Informationen ohne Angst teilen, weil sie wissen, dass ihre Privatsphäre nicht verletzt wird.



Abb. 4.1: Web Application security against Cyber Attack(aus [32])

4.1.2.2 Leistung

Die Leistung beeinflusst, wie schnell eine Anwendung reagiert. Eine schnelle Anwendung ist wichtig, um die Benutzer zufrieden zu stellen. Wenn die Benutzer zufrieden sind, trägt das direkt zum Erfolg des Projekts bei. Deshalb ist es sehr wichtig, dass die Anwendung gut funktioniert und schnell reagiert.

Ein Schlüsselaspekt der Anwendungsleistung ist die Ladezeit der Seiten. Es ist sehr wichtig, dass eine Anwendung schnell geladen wird. Das sorgt dafür, dass die Nutzer neugierig werden und Lust haben, die Anwendung weiter zu erkunden. Außerdem ist es wichtig, dass die Anwendung einfach zu bedienen ist. Dies bedeutet, dass die Nutzer leicht finden können, was sie brauchen. Das trägt zu einem besseren Gesamterlebnis bei, wenn man die Anwendung benutzt. Eine schnelle Reaktion der Anwendung auf die Aktionen der Nutzer, wie Klicks oder Interaktionen mit der Benutzeroberfläche, ist auch sehr wichtig.

Eine schnelle Reaktion erzeugt ein Gefühl von Flüssigkeit und Effizienz bei den Nutzern. Auf der anderen Seite kann eine langsame und ruckelige Anwendung die Nutzer frustrieren. Dies kann dazu führen, dass die Nutzer die Anwendung nicht mehr verwenden möchten.

4.1.2.3 Benutzerfreundlichkeit

Das Ziel einer benutzerfreundlichen Webanwendung ist es, eine angenehme Benutzererfahrung zu bieten. Um dieses Ziel zu erreichen, stützt sie sich auf gut organisierte Benutzeroberflächen. Wenn die Nutzer leicht mit der Anwendung interagieren können, sind sie eher geneigt, sie regelmäßig zu nutzen.

Sicherheit	Die Sicherheit einer Webanwendung ist entscheidend für das Vertrauen und die Akzeptanz der Nutzer, insbesondere in einem Zeitalter wachsender Cyberkriminalität.
Leistung	Die Leistung einer Webanwendung, insbesondere schnelle Ladezeiten und Reaktionsfähigkeit, ist entscheidend für eine zufriedenstellende Nutzererfahrung und den Erfolg des Projekts.
Benutzerfreundlichkeit	Eine benutzerfreundliche Webanwendung bietet durch ihre intuitive und klar strukturierte Benutzeroberfläche eine angenehme Erfahrung, wodurch Nutzer sie gerne und effizient nutzen, was zum Erfolg des Projekts beiträgt.

Tab. 4.1: Nicht-funktionale Anforderungen.

4.2 Schritte zur Entwicklung einer Webanwendung

4.2.1 Analyse der Bedürfnisse und Ziele

In dieser Phase werden die Anforderungen und Ziele des Projekts sowie die Bedürfnisse der Endbenutzer gründlich untersucht. Dies ist der erste Schritt, der den Umfang und die Funktionen der Anwendung genau definiert. Dadurch wird eine feste Grundlage für den gesamten Entwicklungsprozess geschaffen. Hier müssen die Anforderungen und Ziele des Projekts gesammelt und genau definiert werden. Diese Phase gibt den Rahmen für das Projekt vor, die Entscheidungsfindung beim Design lenkt und sicherstellt, dass die entwickelte Anwendung die Erwartungen der Nutzer und die festgelegten Geschäftsziele erfüllt.

4.2.2 Design der Anwendung

Die Designphase ist bei der Erstellung einer Webanwendung wegweisend. Es ist sehr wichtig darauf zu achten, dass alles, was man in der Analyse herausgefunden hat, in einen Plan umgewandelt wird, der klar und logisch ist. Dieser Plan wird dann als Grundlage für die Entwicklung der Anwendung verwendet. Das Ziel dieses Schritts ist die Entwicklung einer umfassenden Vision der Anwendung. Das heißt, man muss genau festlegen, wie die Struktur und die Benutzeroberfläche aussehen sollen.

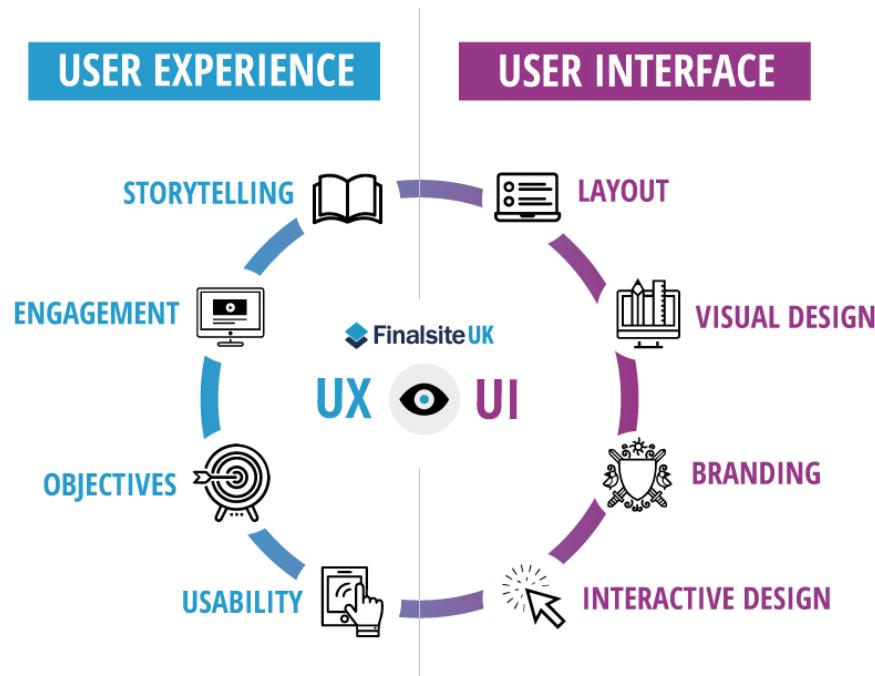


Abb. 4.2: User Experience, User Interface(aus [35])

4.2.3 Back-End-Entwicklung

Die Backend-Entwicklung ist die Phase bei der Erstellung einer Webanwendung, in der die für den Benutzer unsichtbaren, aber dennoch für das reibungslose Funktionieren der Anwendung wichtigen Prozesse gesteuert werden. Diese Phase betrifft den Server, die Datenbank und die Serveranwendungen (d. h. die API), die die Funktionen der Anwendung versorgen.

Die Backend-Entwicklung beinhaltet hauptsächlich die Erstellung einer API, die die Kommunikation zwischen dem Front-End der Anwendung und dem Server ermöglicht. Dies kann mithilfe einer Vielzahl von Programmiersprachen wie JavaScript geschehen. Die API empfängt Anfragen vom Frontend, interagiert bei Bedarf mit der Datenbank und gibt die angeforderten Daten an das Frontend zurück.[27]

Die Verwaltung der Datenbank ist ein weiterer Aspekt der Backend-Entwicklung. Datenbanken speichern die für die Anwendung benötigten Informationen, wie z. B. Benutzerdetails, Nachrichten, Dateien usw.

4.2.4 Front-End-Entwicklung

In diesem Teil der Entwicklung geht es um das, was der Benutzer auf dem Bildschirm sieht. Die Entwickler, die sich um diesen Teil kümmern, heißen Frontend-Entwickler. Sie verwenden spezielle Computersprachen. Wir haben zum Beispiel HTML, CSS und JavaScript, um das Aussehen der Webanwendung zu gestalten.

Die Arbeit im Frontend-Bereich ist sehr anspruchsvoll. Es erfordert eine gute Zusammenarbeit von Fähigkeiten im Programmieren und im Design. Sie ist maßgeblich für die Schaffung einer positiven Nutzererfahrung und direkt verantwortlich für das Erscheinungsbild, das Gefühl und die Interaktivität einer Webanwendung.

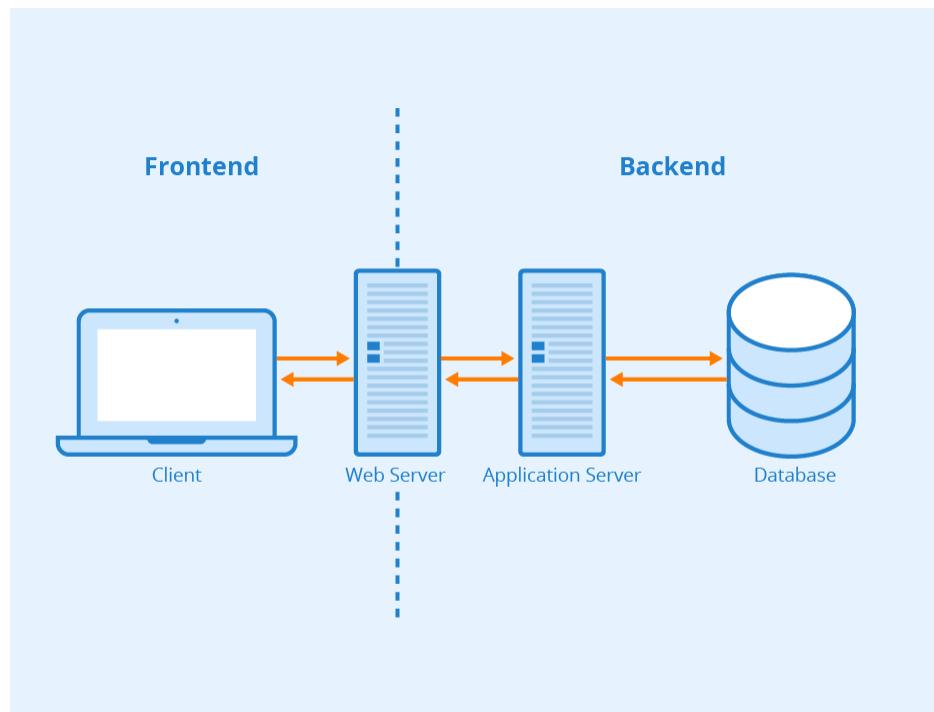


Abb. 4.3: Back-End vs. Front-End Development(aus [30])

4.2.5 Durchführung der Tests

Tests finden in der Regel auf mehreren Ebenen statt:

- **Unit-Tests** zum Beispiel überprüfen, ob die einzelnen Komponenten der Anwendung richtig funktionieren. Sie konzentrieren sich auf isolierte Teile des Codes, um sicherzustellen, dass sie unter verschiedenen Bedingungen richtig funktionieren.[18]
- **Integrationstests** prüfen, ob die einzelnen Komponenten der Anwendung richtig zusammenarbeiten. Sie können z. B. testen, wie die verschiedenen Teile der Anwendung mit der Datenbank oder anderen externen Diensten interagieren.[15]
- **End-to-End-Tests (E2E)** simulieren die gesamte Benutzererfahrung, um sicherzustellen, dass der gesamte Interaktionsfluss wie erwartet funktioniert.

4.2.6 Deployment der Webanwendung

Zu diesem Zeitpunkt wird die Anwendung, die entworfen, entwickelt, getestet und freigegeben wurde, schließlich für die Endbenutzer im Internet verfügbar gemacht.

Eine der ersten Entscheidungen bei der Bereitstellung einer Anwendung ist, wo sie gehostet werden soll. Es gibt verschiedene Möglichkeiten: ein eigener Server, ein geteilter Server oder eine Cloud-Umgebung.[10]

Einige bekannte Anbieter für das Hosting sind [Amazon Web Services](#), [Google Cloud](#) und [Microsoft Azure](#). Diese Anbieter werden oft genutzt, um moderne Webanwendungen zu hosten. Wenn der Server vorbereitet und konfiguriert wurde, wird dann

der Code der Anwendung auf den Server übertragen. Dies kann manuell geschehen, aber es ist üblich, Werkzeuge für kontinuierliche Integration/continuous deployment [CI/CD](#) zu verwenden, um diesen Prozess zu automatisieren. Diese Tools, wie [GitLab CI/CD](#), stellen die Anwendung automatisch bereit, wenn der Quellcode geändert wird. Als nächstes muss die Domäne der Anwendung konfiguriert werden. Dies bedeutet in der Regel, ein [Domainname](#) von einem Registrar gekauft und dieser dann so konfiguriert wird, dass er auf die IP-Adresse des Servers verweist.

Ein SSL-Zertifikat kann auch eingerichtet werden, um die Kommunikation zwischen der Anwendung und den Nutzern sicher zu machen. Dies bedeutet, dass die Daten, die hin und her geschickt werden, verschlüsselt werden. Dies macht es für böse Leute sehr schwierig, die Daten zu stehlen.[\[36\]](#)

4.3 Kommunikation zwischen Front-End und Back-End

Die Kommunikation zwischen Frontend und Backend erfolgt in der Regel mithilfe von HTTP-Anfragen.[\[28\]](#) Dies funktioniert folgendermaßen:

- **Anfrage:** Wenn ein Benutzer etwas im Frontend macht, zum Beispiel auf einen Knopf klickt, um ein Formular zu senden, dann kann das eine HTTP-Anfrage auslösen. Diese Anfrage wird dann an das Backend geschickt. Es gibt verschiedene Arten von HTTP-Anfragen.
- **Verarbeitung:** Sobald das Backend die Anfrage erhalten hat, verarbeitet es sie entsprechend seiner Geschäftslogik. Dazu kann die Validierung der Daten, die Interaktion mit einer Datenbank zum Abrufen, Speichern oder Ändern von Daten, oder der Aufruf anderer Dienste usw. gehören.
- **Antwort:** Nachdem das Backend die Anfrage bearbeitet hat, sendet es eine Antwort an das Frontend zurück. Diese Antwort kann eine einfache Bestätigung, angeforderte Daten oder ein Fehler sein.
- **Anzeige:** Das Frontend verarbeitet dann die erhaltene Antwort und aktualisiert die Benutzeroberfläche entsprechend. Wenn der Benutzer z. B. Daten angefordert hat, können diese auf der Seite angezeigt werden. Wenn ein Fehler aufgetreten ist, kann eine Fehlermeldung angezeigt werden.

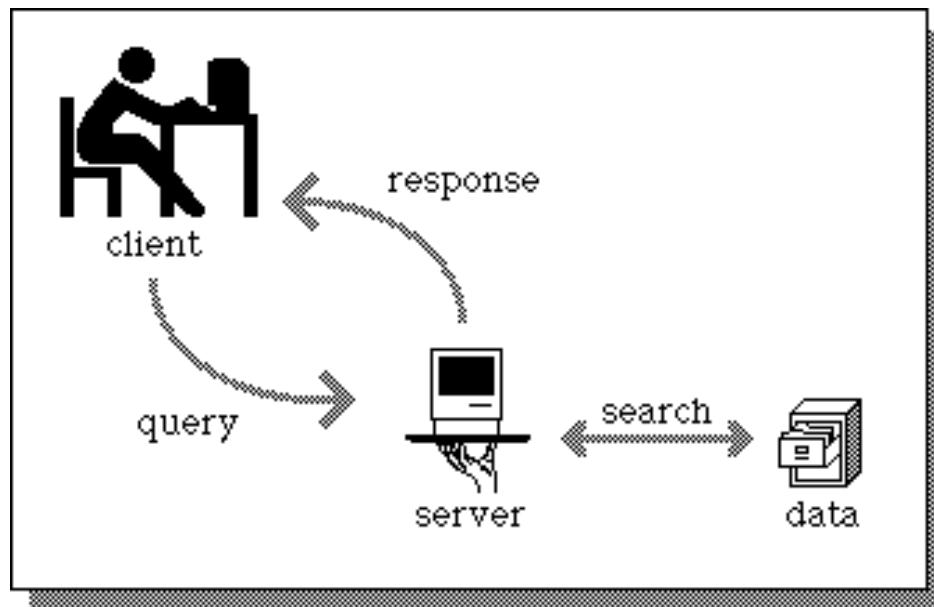


Abb. 4.4: Communication between Frontend and Backend (aus [3])

4.4 Testautomatisierung

Heutzutage benutzen wir Computer und Apps für fast alles, was wir tun. Deshalb ist es sehr wichtig, dass sie richtig funktionieren, schnell sind und niemand unsere Daten stehlen kann. Früher haben Leute diese Computerprogramme von Hand getestet, um sicherzustellen, dass sie gut funktionieren. Aber weil Computerprogramme immer komplizierter werden und wir sie schnell brauchen, benutzen wir jetzt spezielle Programme, die das automatisch testen können. Das nennt man „automatisiertes Testen“, und es hilft uns, die Programme sicher und schnell zu benutzen.

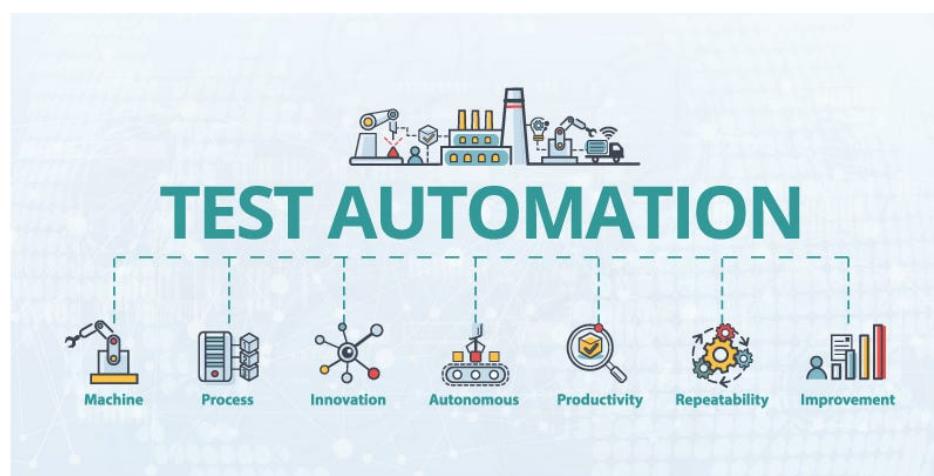


Abb. 4.5: Test Automation (aus [16])

Bei der Testautomatisierung werden Tests automatisch durchgeführt, die Testdaten verwaltet und die Ergebnisse zur Verbesserung der Softwarequalität genutzt.[31]

4.4.1 Unit Tests

Der Unit-Test bezeichnet eine Methode der Softwarevalidierung, die sich auf die individuelle Prüfung von Einheiten oder Komponenten eines Systems konzentriert. Sein Hauptziel ist es, zu bestätigen, dass jedes Segment der Software gemäß seinen geplanten Spezifikationen arbeitet und die festgelegten Kriterien erfüllt. Üblicherweise werden diese Tests von den Entwicklern ganz am Anfang durchgeführt.[6]

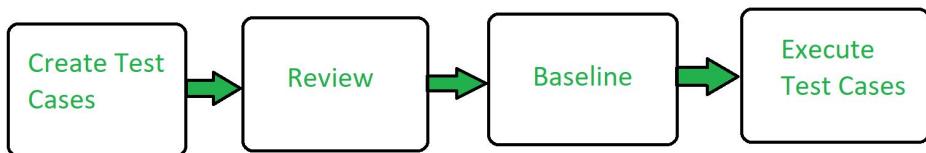


Abb. 4.6: Unit Testing Workflow (aus [6])

4.4.1.1 Vorteile von Unit Testing

Unit-Tests bieten mehrere Vorteile, die die Qualität der Software steigern. Hier sind einige der bemerkenswertesten Vorteile von Unit-Tests[6] :

- **Frühzeitige Fehlererkennung:** Indem man jeden Teil einzeln überprüft, kann man Fehler schon ganz früh finden und beheben. Das ist oft kostengünstiger, als später im Prozess Probleme zu beheben
- **Verbesserung der Codequalität:** Entwickler, die diese Tests schreiben, achten auch besser darauf, dass alles ordentlich und sauber gemacht wird, weil sie wissen, dass alles genau getestet wird.
- **Code-Dokumentation:** Unit-Tests dienen als lebendige Dokumentation. Durch Beobachtung der Tests kann man verstehen, wie ein bestimmter Teil des Codes funktionieren soll.

4.4.1.2 Karma

Karma basiert auf Node.js und ist ein Werkzeug, mit dem JavaScript-Skripte in verschiedenen konkreten Browsern bewerten werden können. Dieses Instrument, das oft als *Test Runner* bezeichnet wird, optimiert und vereinfacht die testgetriebene Entwicklung. Dabei ist zu beachten, dass es vom Angular-Team entwickelt wurde.[9]

Als Teststarter führt Karma drei Hauptaufgaben aus[9]:

- Es richtet einen Webserver ein und überträgt Ihre JavaScript-Quellskripte und die dazugehörigen Testdateien auf diesen Server.
- Er organisiert und lädt alle Dateien, sowohl die Quell- als auch die Testdateien, in einer festgelegten Reihenfolge.
- Schließlich aktiviert er die Browser, um die Tests durchzuführen.

4.4.1.3 Jasmine

Jasmine ist ein Open-Source-Framework für verhaltensgesteuerte Entwicklung beliebt für den Unit-Test von JavaScript-Code.[48] Hier sind einige Schlüsselpunkte über Jasmine[48] :

- **Descriptive and it blocks:** Die Tests in Jasmine sind in describe-Blöcken organisiert, um eine Reihe von Tests zu definieren, und **it**, um einen einzelnen Test zu definieren. Dies hilft, Tests logisch zu gruppieren und sie deskriptiv zu beschreiben.
- **Spies:** Jasmine bietet die Möglichkeit, Funktionen auszuspionieren, sodass man sehen kann, wie oft sie aufgerufen wurden, mit welchen Argumenten sowie weitere Aspekte. Dies ist besonders nützlich für das Testen von Interaktionen und Verhaltensweisen.
- **Mocks und Stubs:** Jasmine kann Objekte und Funktionen simulieren, was nützlich ist, wenn man beim Testen keine echten Funktionsaufrufe ausführen oder auf externe Dienste zugreifen will.

4.4.2 End-to-End Tests

End-to-End-Tests sind ein Ansatz zur Softwarevalidierung, der die Leistung und Gesamtfunktionalität einer Anwendung bewertet, indem er reale Anwendungsfälle nachahmt und aktuelle Daten verwendet. Sie stellen sicher, dass die App wie erwartet funktioniert. Sie sollen Fehler finden, die passieren, wenn alle Komponenten miteinander verbunden sind.[17] Der Ablauf eines kompletten Softwaretests hat vier Hauptteile, wie im Bild gezeigt: Die Planung des Tests, das Entwerfen des Tests, das Durchführen des Tests und das Analysieren der Ergebnisse

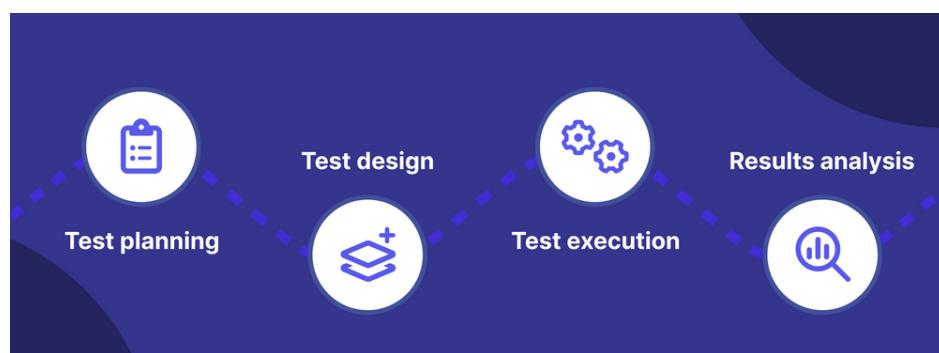


Abb. 4.7: End-to-End testing Lifecycle (aus [17])

4.4.2.1 Cypress

Cypress ist ein modernes automatisiertes Testwerkzeug, das sich auf die Durchführung von End-to-End-Tests für Webanwendungen konzentriert. Es wurde entwickelt, um das Schreiben, Ausführen und Debuggen von Tests in einem Browser zu erleichtern.[8]

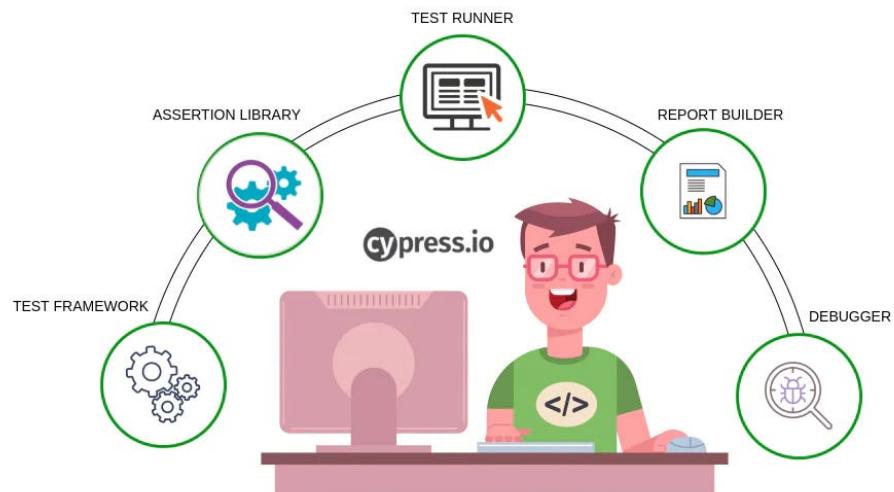


Abb. 4.8: Cypress workflow Lifecycle (aus [8])

5 Bearbeitungsphase

5.1 Verwendete Bibliotheken

5.1.1 CORS

CORS ist ein auf HTTP-Headern basierendes Verfahren, mit dem ein Server angeben kann, von welchen anderen Quellen (Domäne, Port) außer seiner eigenen ein Browser das Laden von Ressourcen zulassen sollte.^[5]

Abb. 5.1 zeigt die Politik der gleichen Herkunft (**Same-Origin Policy**). Dies ist eine Sicherheitsmaßnahme, die von Browsern eingeführt wurde, um zu verhindern, dass ein bösartiges Skript auf einer Webseite unbefugt auf Daten eines anderen Ursprungs zugreift. Gemäß dieser Richtlinie kann eine Webseite, die von einem Ursprung (z. B. <https://domain1.com>) stammt, keine AJAX-Anfrage an einen anderen Ursprung (z. B. <https://domain2.com>) ohne die Erlaubnis des zweiten Ursprungs stellen.

Wenn der Browser eine Cross-Origin-Anfrage stellt, fügt er den Origin-Header hinzu, um anzugeben, woher die Anfrage kommt. Der Server empfängt die Anfrage und entscheidet, ob er diesen Ursprung zulassen will. Ist dies der Fall, gibt er in seiner Antwort einen Access-Control-Allow-Origin-Header zurück.

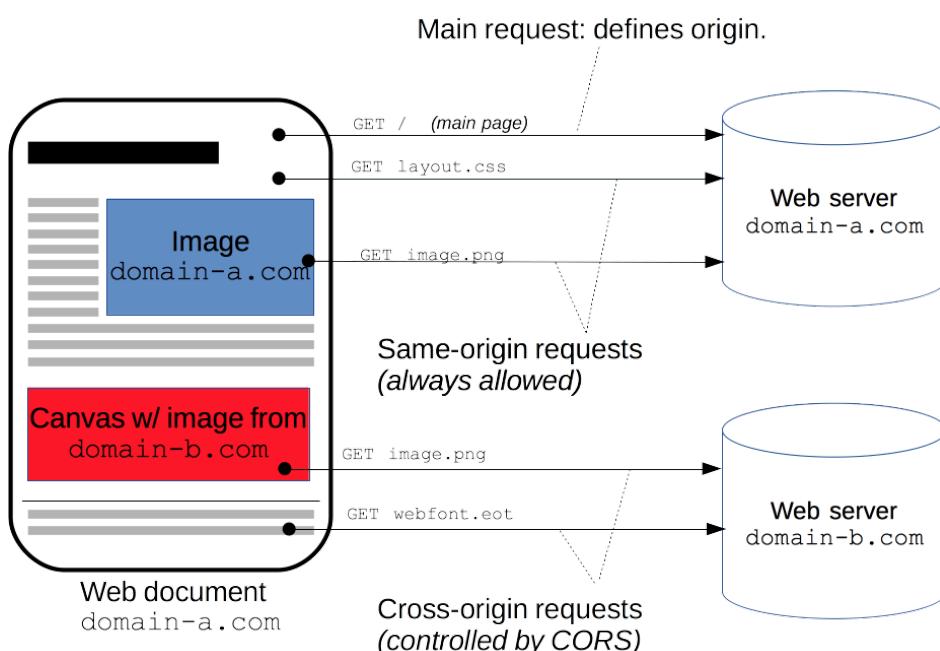


Abb. 5.1: How CORS works (aus [5])

5.1.2 JWT

JSON Web Token (JWT) ist ein Internetstandard, der verwendet wird, um Informationen zwischen Parteien auf sichere Weise zu übertragen. Diese Informationen werden in JSON kodiert. JWT wird häufig für die Authentifizierung und Autorisierung in Webanwendungen verwendet. [43] Es gibt drei Schlüsselkomponenten in einem JWT:

- **Header:** Er enthält normalerweise den Typ des Tokens (JWT) und den verwendeten Signaturalgorithmus.
- **Payload:** Sie enthält Aussagen über eine Entität (oft einen Benutzer) und zusätzliche Daten.
- **Signatur:** Sie stellt sicher, dass die Nachricht auf dem Weg nicht verändert wurde.

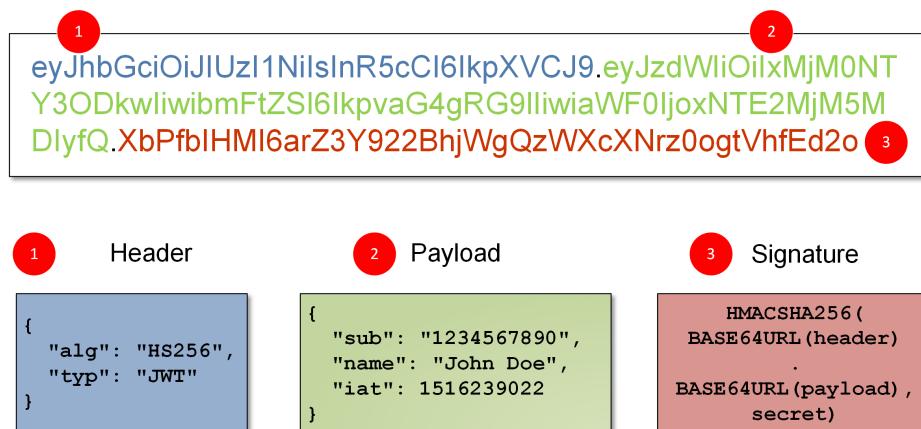


Abb. 5.2: Json Web Token Übersicht (aus [25])

5.1.3 Express

Express.js, meistens nur Express genannt, ist ein Framework für Webanwendungen, die auf dem Server laufen. Es wurde extra für Node.js gemacht, ein beliebtes Werkzeug, das JavaScript auf dem Server ausführen kann. Sein ursprünglicher Schöpfer, TJ Holowaychuk, hat es so konzipiert, dass es minimalistisch ist und dennoch die Möglichkeit bietet, über Plugins zahlreiche Funktionen hinzuzufügen.[39]

5.1.4 Bcrypt

Bcrypt ist eine spezielle Methode, um Passwörter zu schützen, und sie ist sehr stark und sicher. Sie wurde von zwei Personen, Niels Provos und David Mazières, erschaffen. Sie haben sie auf der Basis einer anderen Methode namens 'Blowfish-Verschlüsselung' entwickelt. Das erste Mal, dass sie der Öffentlichkeit gezeigt wurde, war im Jahr 1999 bei einer Konferenz namens 'USENIX'. Die Methode bcrypt wird als die übliche Methode zum Schutz von Passwörtern im OpenBSD-System verwendet.[38]

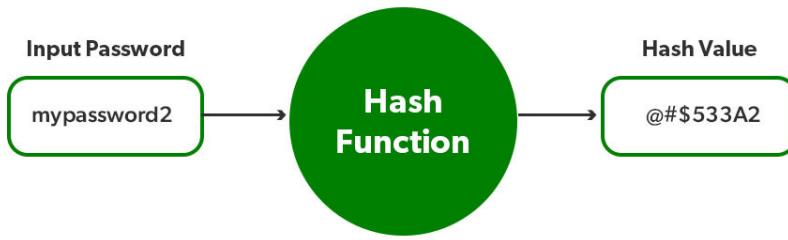


Abb. 5.3: Hashing Passwords with Bcrypt (aus [7])

5.1.5 Multer

Multer ist eine Middleware für Node.js, die speziell für die Verarbeitung von **Multipart/Form-data** entwickelt wurde. Diese Datenart wird benutzt, wenn Dateien heruntergeladen werden. In der Webentwicklung ist es üblich, den Benutzern das Herunterladen von Dateien zu ermöglichen, seien es Bilder, Dokumente oder andere Arten von Binärdateien. Um solche Downloads in Node.js zu handhaben, braucht man eine Lösung, die diese Art von eingehenden Daten effizient verarbeiten kann.[19] Multer bietet die folgenden Funktionen:

- **Dateispeicherung:** Multer ermöglicht Flexibilität bei der Art und Weise, wie Dateien gespeichert werden. Dies kann im Dateisystem des Servers oder in Cloud-Speicherlösungen sein.
- **Dateimanipulation:** Bevor eine Datei gespeichert wird, kann sie mit multer gefiltert, umbenannt oder auf andere Weise bearbeitet werden.
- **Validierung:** Mit Multer können Beschränkungen für Dateitypen und -größen festgelegt, um sicherzustellen, dass nur geeignete Dateien akzeptiert werden.

5.2 Implementierung der wichtigsten Funktionen

5.2.1 Konfiguration des Express-Servers und Erstellen der Datenbank

Das Express-Framework, das aufgrund seiner Flexibilität eine beliebte Wahl für Node.js-Webanwendungen ist, wird im Kern der Anwendung, wie in Listing 5.1 dargestellt, eingesetzt. Nach dem Import von express ist die erste Aktion die Initialisierung einer neuen Instanz von Express, die die Anwendung symbolisiert

Listing 5.1: Serverkonfiguration

```
1 const express = require('express');
2 const app = express();
3 const port = 3000;
```

```

4 const cors = require('cors');
5 app.use(cors());
6 const bodyParser = require('body-parser');
7 app.use(bodyParser.json());

```

Der Code in [Listing 5.2](#) stellt eine Verbindung zu einer lokalen MySQL-Datenbank her. Die Verbindung wird dann zur späteren Verwendung exportiert. Es ist zu beachten, dass der Code zum Erstellen der Jobsearch-Datenbank nur einmal ausgeführt wird.

Listing 5.2: Konfiguration der Datenbankerstellung

```

1 const mysql = require('mysql');
2
3 const con = mysql.createConnection({
4     host: "localhost",
5     user: "root",
6     password: "*****",
7     database: 'jobSearch'
8 });
9
10 con.connect((err) => {
11     if (err) throw err;
12     console.log("Connection to database server established: " +
13         "Connected!");
14 });
15 const createDatabase = () => {
16     con.query('CREATE DATABASE IF NOT EXISTS JobSearch;', (err,
17         result) => {
18         if (err) throw err;
19         console.log("Database created");
20
21         con.changeUser({ database : 'JobSearch' }, function(err) {
22             if (err) throw err;
23
24             con.query(` CREATE TABLE IF NOT EXISTS Employer (
25                 id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
26                 namee VARCHAR(255),
27                 adress VARCHAR(255),
28                 email VARCHAR(255),
29                 telephone VARCHAR(255)
30             `), (err, result) => {
31                 if (err) throw err;
32                 console.log("Employer table created");
33
34                 con.query(` CREATE TABLE IF NOT EXISTS JobOffer (
35                     id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,

```

```

37     employerId INT,
38     title VARCHAR(255),
39     description TEXT,
40     salary FLOAT,
41     publicationDate TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP
42     ,
43     location VARCHAR(255),
44     typeContract VARCHAR(255),
45     businessSector VARCHAR(255),
46     FOREIGN KEY (employerId) REFERENCES Employer(id)
47   )` , (err, result) => {
48     if (err) throw err;
49     console.log("JobOffer table created");
50
51     con.query(`
52       CREATE TABLE IF NOT EXISTS JobSeeker (
53         id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
54         namee VARCHAR(255),
55         email VARCHAR(255),
56         password VARCHAR(255),
57         cv TEXT,
58         telephone VARCHAR(255),
59         motivationLetter TEXT
60     )` , (err, result) => {
61       if (err) throw err;
62       console.log("JobSeeker table created");
63     });
64   });
65 });
66 );
67 };
68
69 createDatabase();
70 module.exports = con;

```

5.2.2 Erstellung eines Benutzerkontos auf der Plattform

Die Erstellung eines Benutzerkontos stellt den ersten Kontaktpunkt zwischen dem Benutzer und der Plattform her. In dieser Anwendung wurde diese Funktion durch ein sorgfältiges Design hervorgehoben.

Listing 5.3: Front-End Code des Formulars zur Erstellung eines Benutzerkontos

```

1 <h2>Account Creation</h2>
2 <form [formGroup]="registerForm" (ngSubmit)="submit()">
3   <span>Name</span>
4   <input type="text" formControlName="namee" placeholder="Name">

```

```

5   <span class="error" style="color: red"
6     *ngIf="registerForm?.get('namee')?.errors?.['required'
7       '] && registerForm?.get('namee')?.touched">
8     Name is required
9   </span>
10  <span>E-mail</span>
11  <input type="email" formControlName="email" placeholder="Email">
12  <span class="error" style="color: red"
13    *ngIf="registerForm?.get('email')?.errors?.['required'
14      '] && registerForm?.get('email')?.touched">
15    Email is required
16  </span>
17  <span>Password</span>
18  <input type="password" formControlName="password"
19    placeholder="Password">
20  <span class="error" style="color: red"
21    *ngIf="registerForm?.get('password')?.errors?.['
22      required'] && registerForm?.get('password')?.touched">
23    Password is required
24  </span>
25  <span class="error" style="color: red"
26    *ngIf="registerForm?.get('password')?.errors?.['
27      minlength'] && registerForm?.get('password')?.touched">
28    Password must be at least 8 characters
29  </span>
30  <span>Type of Account</span>
31  <select class="sel" formControlName="type_of_account">
32    <option value="jobseeker">JobSeeker</option>
33    <option value="employe">Employe</option>
34  </select>
35  <span class="error" style="color: red"
36    *ngIf="registerForm?.get('type_of_account')?.errors
37      ?. ['required'] && registerForm?.get('
38        type_of_account')?.touched">
39    Type of account is required
40  </span>
41  <button type="submit" [disabled]={!registerForm.valid}>
42    Create an Account</button>
43</form>

```

The screenshot shows a dark-themed 'ACCOUNT CREATION' form. It includes fields for 'Name', 'E-mail', 'Password', and 'Type of Account'. Each field has a red error message below it: 'Name is required', 'Email is required', and 'Type of Account is required'. A large blue 'create an account' button is at the bottom.

Abb. 5.4: Formular zur Kontoerstellung

Der Prozess der Kontoerstellung wurde so gestaltet, dass er sowohl funktional als auch ästhetisch ansprechend ist. Er dient als solides Fundament für eine erfolgreiche Interaktion zwischen dem Nutzer und unserer Plattform, sei es als Arbeitgeber oder als Arbeitssuchender. Sobald der Nutzer das Formular ausgefüllt hat, werden die Daten über eine API an das Backend weitergeleitet, um mit der Erstellung des Kontos fortzufahren.

Listing 5.4: API für die Methode zur Erstellung eines Kontos

```
1 createAccount(jobseeker: any): Observable<any> {
2     return this.http.post('http://localhost:3000/api/account-
3         creating', jobseeker);
```

Listing 5.5: implementation of an API route for creating user accounts in our application

```
1 exports.createAccount = async (req, res) => {
2     const user = req.body;
3     const salt = await bcrypt.genSalt(10);
4     user.password = await bcrypt.hash(user.password, salt);
5
6     let tableName;
7     if (user.type_of_account === 'jobseeker') {
8         tableName = 'JobSeeker';
9     } else if (user.type_of_account === 'employe') {
10        tableName = 'Employer';
11    } else {
12        res.status(400).json({ error: 'Invalid account type' });
13    }
14
15 }
```

```

16  const query = `INSERT INTO ${tableName} SET ?`;
17  con.query(query, user, (err, result) => {
18      if (err) {
19          console.error(err);
20          res.status(500).json({ error: 'Error when
21              creating an account' });
22      }
23      res.json({ success: true });
24  });
25 };

```

Dieses Stück Code in Listing 5.5 veranschaulicht die Implementierung einer Methode für die Erstellung von Benutzerkonten in der Anwendung. Dieser Ansatz gewährleistet sowohl die Sicherheit der Benutzerdaten als auch eine saubere und modulare Softwarearchitektur.

5.2.3 Implementation der Anmeldung bei einem bestehenden Benutzerkonto

Die Möglichkeit für die Nutzer, sich in ihr Konto einzuloggen, ermöglicht den Nutzern nicht nur den Zugriff auf personalisierte Informationen, sondern stellt auch sicher, dass die Daten sicher sind und nur von autorisierten Parteien eingesehen werden können.

Listing 5.6: Code für die Anmeldung bei einem Benutzerkonto

```

1 <h2>Welcome to our website</h2>
2 <form [formGroup]="registerForm" (ngSubmit)="submit()">
3     <span>E-mail</span>
4     <input formControlName="email" name="email" placeholder="Email">
5     <span class="error" style="color: red" *ngIf="registerForm
6         ?.get('email')?.errors?.['required'] && registerForm?
7             get('email')?.touched">Email is required</span>
8
9     <span>Password</span>
10    <input formControlName="password" name="password"
11        placeholder="Mot de passe" type="password">
12    <span class="error" style="color: red" *ngIf="registerForm
13        ?.get('password')?.errors?.['required'] && registerForm
14        ?.get('password')?.touched">Password is required</span>
15    <span class="error" style="color: red" *ngIf="registerForm
16        ?.get('password')?.errors?.['minlength'] && registerForm
17        ?.get('password')?.touched">
18        Password must be at least 8 characters
19    </span>
20    <button type="submit" [disabled]="!registerForm.valid || !
21        isSubmitted">log in</button>

```

```
14 </form>
15 <a routerLink="/account-creation">Create an account</a>
```

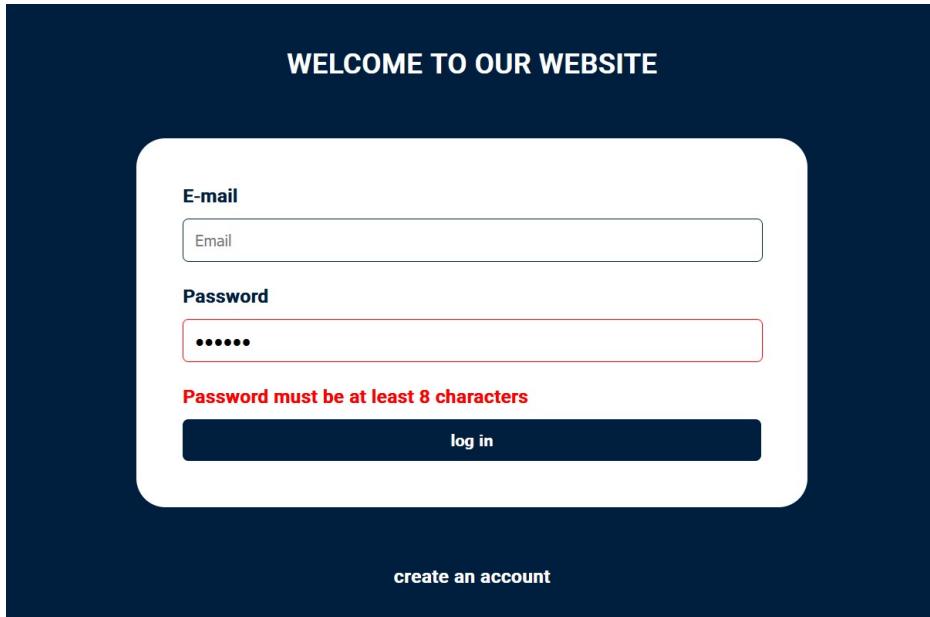


Abb. 5.5: Anmeldung bei einem bestehenden Benutzerkonto

Bei der Gestaltung des Anmeldeformulars in Abb. 5.5 wurde besonders auf den visuellen Aspekt geachtet. Denn die Wahl der Farben ist für ein optimales Nutzererlebnis maßgeblich. Daher wird der Nutzer mit einem dunkelblauen Hintergrund, der einen eleganten Kontrast zum weißen Formular bildet, auf natürliche Weise geführt und seine Konzentration auf die wesentlichen Felder gelenkt. Um diese Erfahrung noch zu bereichern, wurde außerdem eine interaktive Nuance hinzugefügt: Wenn der Nutzer auf die Schaltfläche *log in* klickt, beobachtet er einen Farbwechsel zu Rosa. Dieses kleine, keineswegs unbedeutende Detail liefert ein sofortiges visuelles Feedback, das dem Nutzer signalisiert, dass seine Aktion beachtet wurde.

Listing 5.7: API Route für die Verbindung mit einem Benutzerkonto.

```
1 const account_connection = require('./controllers/account-
  connection');
2 app.post('/api/authentification', account_connection.
  accountConnection);
```

Listing 5.8: Methode für die Verbindung mit einem Benutzerkonto.

```
1 exports.accountConnection = (req, res) =>{
2   const { email, password } = req.body;
3
4   con.query('SELECT * FROM JobSeeker WHERE email = ? ', [email
    ], async (error, jobSeekerResults) => {
5     if (error) {
6       return res.status(500).json({ error: 'Database error'
        });
7   }}
```

```

8
9   if (jobSeekerResults.length > 0) {
10     const user = jobSeekerResults[0];
11     const isMatch = await bcrypt.compare(password, user.
12       password);
13
14     if (!isMatch) {
15       return res.status(400).json({ error: 'Incorrect_email
16       _address_or_password' });
17     }
18
19     const token = jwt.sign({ id: user.id, type: 'JobSeeker'
20       }, 'tony', { expiresIn: '24h' });
21     return res.json({ token, userType: user.type_of_account
22       , userID: user.id, userName: user.namee });
23   }
24
25
26   if (employerResults.length === 0) {
27     return res.status(400).json({ error: 'Incorrect_email
28       _address_or_password' });
29   }
30
31   const user = employerResults[0];
32   const isMatch = await bcrypt.compare(password, user.
33     password);
34
35   if (!isMatch) {app.post('/api/uploadTitleOfStayFiles',
36     (req, res)=>{
37       console.log('test1ok');
38     })
39     return res.status(400).json({ error: 'Incorrect_email
40       _address_or_password' });
41   }
42
43   const token = jwt.sign({ id: user.id, type: 'Employer'
44     }, 'tony', { expiresIn: '24h' });
45   res.json({ token, userType: user.type_of_account,
46     userID: user.id, userName: user.namee });
47 });
48 });

```

Die Authentifizierungsroute in [Listing 5.7](#) ist dafür gedacht, Anmeldeversuche von Benutzern zu verarbeiten, unabhängig davon, ob es sich um Arbeitssuchende *Job-Seeker* oder Arbeitgeber *Employe* handelt. Die Verbindungsroute in [Listing 5.8](#) wird ausgeführt, wenn die Route in [Listing 5.7](#) aufgerufen wird.

5.2.4 Dashboard

Die Architektur des Dashboards wurde akribisch entworfen und berücksichtigt die unterschiedlichen Bedürfnisse der beiden Hauptnutzer der App: *Jobsucher* und *Arbeitgeber*. Für die Jobsuchenden war es vorrangig, das Dashboard so einfach wie möglich zu gestalten, um die Navigation zu den Stellenangeboten, die Bestätigung der gesendeten Bewerbungen, das Bearbeiten des Profils und das Abmelden zu erleichtern. Aus diesem Grund wurde jede Funktion sinnvoll im Header platziert, um einen direkten und schnellen Zugriff zu gewährleisten.

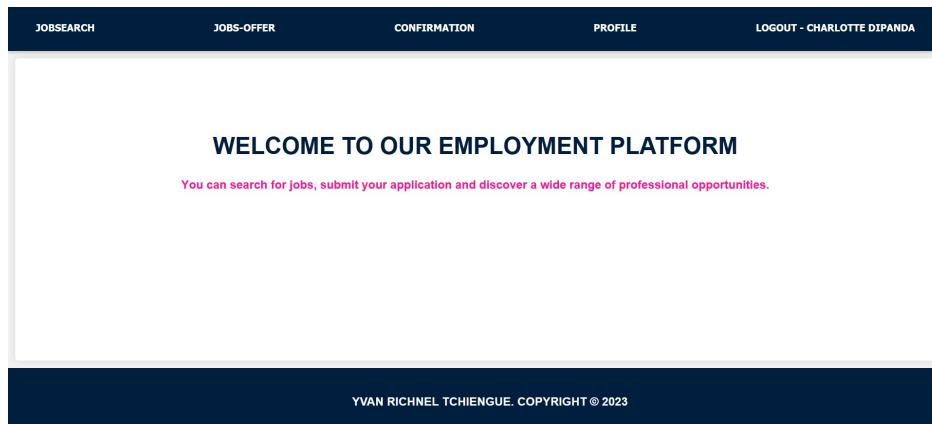


Abb. 5.6: Boardingboard für den Arbeitnehmer

Auf der anderen Seite weist die Perspektive der Arbeitgeber eine Nuance auf. Ihre Benutzeroberfläche ist eher darauf ausgerichtet, die eingereichten Stellenangebote zu verwalten, Stellenangebote zu veröffentlichen, die eingegangenen Bewerbungen anzusehen und sich natürlich abzumelden. Dieser Kontrast zwischen den beiden Dashboards verdeutlicht das Erfordernis, die Nutzererfahrung an die spezifischen Bedürfnisse der Nutzer anzupassen.

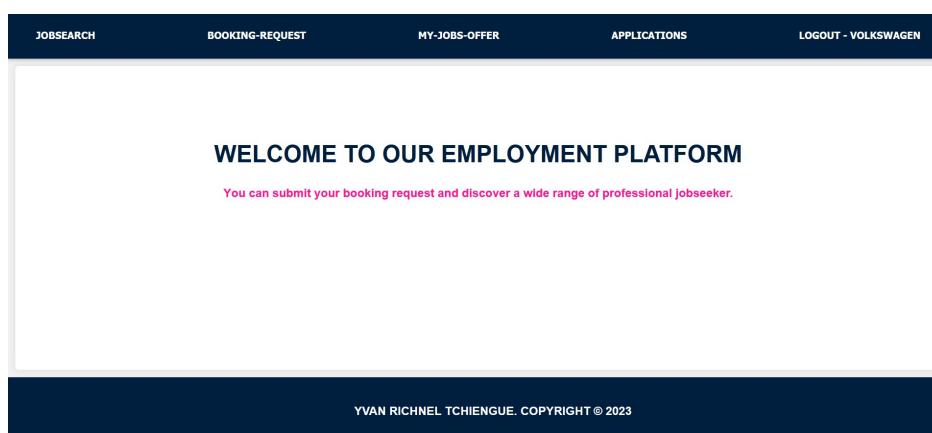


Abb. 5.7: Boardingboard für den Arbeitgeber

Besonders hervorzuheben ist, dass sich das Dashboard je nach Kontotyp anpasst und so sicherstellt, dass die Nutzer nur die Informationen sehen, die für ihre Rolle relevant sind. Ein Arbeitgeber muss z. B. keine Stellenangebote sehen, da seine Rolle darin besteht, Mitarbeiter einzustellen und nicht nach Stellen zu suchen.

5.2.5 Jobsuche

Jede seriöse Personalvermittlungsplattform muss eine effiziente und intuitive Jobsuche anbieten. In diesem Sinne wurde in dieser Webanwendung ein Suchmechanismus entwickelt, der diese Kriterien erfüllt.

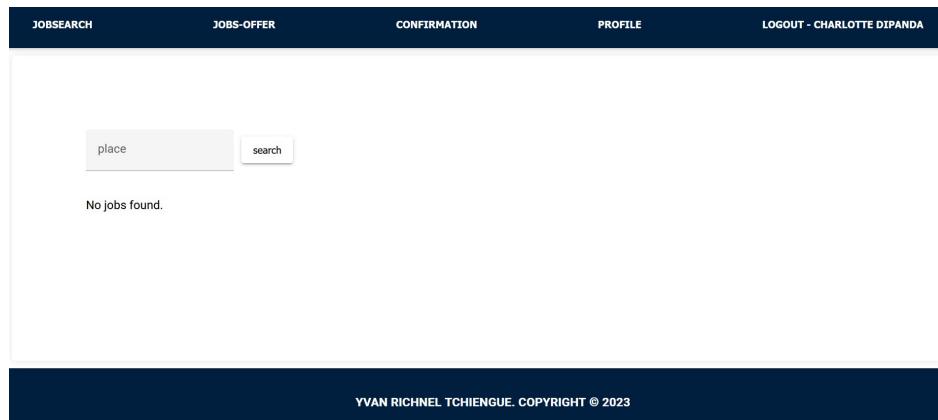


Abb. 5.8: Anzeige von verfügbaren Stellenangeboten

- **Mechanismus der Suche:** das Herzstück dieser Funktion ist der Suchprozess, der vor allem benutzerzentriert ist. Sobald die Schaltfläche *search* gedrückt wird, wird sofort eine Verbindung zur Datenbank hergestellt, die alle verfügbaren Stellenangebote anzeigt.
- **Hervorheben von Angeboten:** Zu diesem Zweck wurde die Wahl auf Mat-Cards getroffen. Diese Wahl ist nicht unbedeutend. Erstens, was die Lesbarkeit angeht, bieten die Mat-Cards eine unübertroffene Klarheit, indem sie jedes Angebot isolieren. Zweitens sorgt die Verwendung von Angular-Material in Bezug auf Ästhetik und Kohärenz für eine visuelle Harmonie, die ein optimales Nutzererlebnis garantiert. Darüber hinaus ist ihr interaktives Potenzial ein unbestreitbarer Vorteil und bietet direkte Handlungsmöglichkeiten wie *apply now*.

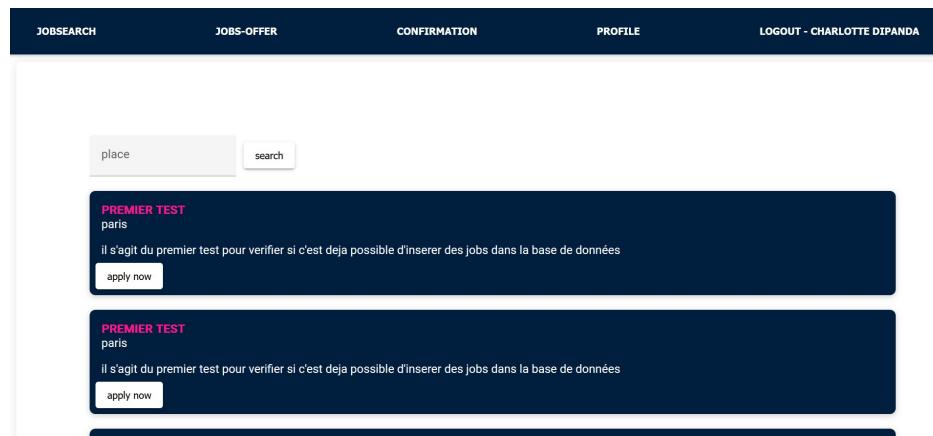


Abb. 5.9: Anzeige von verfügbaren Stellenangeboten

Listing 5.9: Anzeige aller in der Datenbank verfügbaren Jobs

```

1 exports.displayJobsoffer = (req, res) => {
2   con.query('USE `JobSearch`', (err) => {
3     if (err) throw err;
4     let sqlSelect = `SELECT * FROM joboffer`;
5     con.query(sqlSelect, (err, results) => {
6       if (err) throw err;
7       res.json(results);
8     });
9   });
10 }

```

Die Funktion in [listing 5.9](#), gibt die Gesamtheit der in der Datenbank verfügbaren Stellenangebote zurück.

5.2.6 Speicherung von Dateien

Eine der wichtigsten Funktionen dieser Webanwendung, wie in Abbildung [5.10](#) dargestellt, ist die Möglichkeit für die Nutzer, benötigte Dokumente wie ihren *Personalausweis*, *Lebenslauf*, *Aufenthaltstitel* und *Arbeitsgenehmigung* hochzuladen.

Abb. 5.10: Implementierung der Sicherung wichtiger Dokumente in der Webanwendung

Der Code in [Listing 5.10](#) beginnt mit dem Aufruf einer `<app-header>`-Komponente, die den Kopf der Anwendung darstellt und für ästhetische und funktionale Konsistenz über alle Seiten der Anwendung hinweg sorgt.

Jedes Formular ist darauf ausgelegt, einen bestimmten Dokumententyp hochzuladen. Durch die Verwendung des Attributs `accept=".pdf"` bei Eingabefeldern für Dateitypen wird sichergestellt, dass nur Dateien im PDF-Format ausgewählt werden können, wodurch eine gewisse Einheitlichkeit beim Upload gewährleistet wird.

[Listing 5.10:](#) Sicherung wichtiger Dokumente in der Webanwendung

```

1 <app-header></app-header>
2 <div class="form-container">
3   <form (submit)="onFilesIdentityCardUpload()">
4     <div class="form-group">
5       <span>Identity Card</span>
6       <input type="file" (change)="onIdentityCardSelected(
7         $event)" accept=".pdf">
8     </div>
9     <button type="submit" [disabled]="isApplied">send</button>
10    </form>
11   <form (submit)="onFilesMotivationLetterUpload()">
12     <div class="form-group">
13       <span>CV</span>
14       <input type="file" (change)="onMotivationLetterSelected(
15         $event)" accept=".pdf">
16     </div>
17     <button type="submit" [disabled]="isApplied1">send</button>
18   </form>
19   <form (submit)="onFilesTitleOfStayUpload()">
20     <div class="form-group">
21       <span>Title of Stay</span>
22       <input type="file" (change)="onTitleOfStaySelected(
23         $event)" accept=".pdf">
24     </div>
25     <button type="submit" [disabled]="isApplied2">send</button>
26   </form>
27   <form (submit)="onFilesWorkPermitUpload()">
28     <div class="form-group">
29       <span>Work Permit</span>
30       <input type="file" (change)="onWorkPermitSelected(
31         $event)" accept=".pdf">
32     </div>
33     <button type="submit" [disabled]="isApplied3">send</button>
34   </form>
35 </div>
36 <footer class="footer">
```

```
33 |     <p>Yvan Richnel Tchiengue. Copyright © 2023</p>
34 | </footer>
```

Der Code in [Listing 5.11](#) verwendet multer. Die für multer angegebene Konfiguration bestimmt, wo und wie die hochgeladenen Dateien gespeichert werden.

Listing 5.11: Verwaltung des Uploads von Identitätsdokumenten

```
1 const createFileUploadConfig = (filenamePrefix) => {
2     return multer.diskStorage({
3         destination: (req, file, cb) => {
4             cb(null, 'C:/Users/yvant/Desktop/Cours/Bachelorarbeit/
5                 Bachelorarbeit-JobSearch/src/assets');
6         },
7         filename: (req, file, cb) => {
8             const bearerHeader = req.headers['authorization'];
9             const bearerToken = JSON.parse(bearerHeader.replace(
10                 "Bearer", ""));
11            const userId = bearerToken.userID;
12            cb(null, `${filenamePrefix}${userId}.pdf`);
13        }
14    });
15
16    const uploadFile = (filenamePrefix) => {
17        return multer({ storage: createFileUploadConfig(
18            filenamePrefix) });
19    };
20
21    const uploadTitleOfStay = uploadFile('titleofstay');
22    const uploadIdentityCard = uploadFile('identitycard');
23    const uploadWorkPermit = uploadFile('workpermit');
24    const uploadCv = uploadFile('cv');
25
26    app.post('/api/uploadTitleOfStayFiles', uploadTitleOfStay.
27        single('titleOfStay'), async (req, res) => {
28    });
29
30    app.post('/api/uploadIdentityCardFiles', uploadIdentityCard .
31        single('identityCard'), async (req, res) => {
32    });
33
34    app.post('/api/uploadMotivationLetterFiles', uploadCv.single(
35        'cv'), async (req, res) => {
36    });
```

5.2.7 Ausfüllen des Formulars und Veröffentlichung einer Stellensuche

The screenshot shows a dark-themed web interface for posting job offers. At the top, there are navigation links: 'JOBSEARCH', 'BOOKING-REQUEST', 'MY-JOBS-OFFER', 'APPLICATIONS', and 'LOGOUT - AUDI'. The main content area is titled 'REQUEST FOR MANPOWER'. It contains three input fields: 'Title', 'Description', and 'Location', each with a placeholder text box. Below these fields is a dark blue button labeled 'publish the job offer'.

Abb. 5.11: Ausfüllen des Formulars und Veröffentlichung einer Stellensuche

Listing 5.12: Implementierung des Controllers und der Api-Route

```

1 const booking_request = require('./controllers/booking-
  request');
2 app.post('/api/booking-request', booking_request.
  bookingRequests);

```

Listing 5.13: Implementierung der Funktion zur Veröffentlichung von Stellenangeboten

```

1 exports.bookingRequests = (req, res) =>{
2   const bearerHeader = req.headers['authorization'];
3   const bearerToken = bearerHeader.split(' ')[1];
4   const bearerObject = JSON.parse(bearerToken);
5   const userId = bearerObject.userID;
6   const title = req.body.title ;
7   const description = req.body.description;
8   const location = req.body.location;
9
10  con.query('USE `JobSearch`', (err) => {
11    if (err) throw err;
12
13    let sqlInsert = `INSERT INTO joboffer (employerId, title ,
14      description, location) VALUES (?, ?, ?, ?)`;
15    con.query(sqlInsert, [userId, title, description,
16      location], (err, result) => {
17      if (err) throw err;
18    });
19  });

```

In Listing 5.12 und Listing 5.13 empfängt der Server eine POST-Anfrage an den Endpunkt `/api/booking-request`. Der Code extrahiert dann die wichtigsten Details der

Stellenanzeige aus den Daten der Anfrage, darunter *Titel, Beschreibung und Standort*. Eine SQL INSERT-Abfrage wird vorbereitet, um das neue Stellenangebot in die Datenbank aufzunehmen. Die Abfrage wird mit den Details des Stellenangebots und den Informationen des Arbeitgebers ausgeführt, wodurch sichergestellt wird, dass jedes Stellenangebot korrekt mit einem bestimmten Arbeitgeber verknüpft ist.

5.2.8 Einreichen der Bewerbung auf ein Stellenangebot und deren Überprüfung durch den Arbeitgeber

Mit einem einzigen Klick auf die Schaltfläche *apply now*, wie in Abb. 5.12 zu sehen, wird die Bewerbung des Arbeitsuchenden an den entsprechenden Arbeitgeber gesendet. In dem System wird die Schaltfläche *apply now* deaktiviert, nachdem die Bewerbung abgeschickt wurde. Dies erfüllt zwei wesentliche Funktionen:

- **Bestätigung der Bewerbung:** Das Deaktivieren der Schaltfläche gibt einen visuellen Hinweis darauf, dass die Bewerbung korrekt abgeschickt wurde, und bestätigt dem Bewerber, dass seine Bewerbung bearbeitet wird.
- **Vermeidung von Duplikaten:** Durch das Deaktivieren der Schaltfläche nach dem Absenden verhindert die Anwendung, dass Nutzer versehentlich dieselbe Bewerbung mehrmals abschicken, was die Datenbank unnötig belasten könnte.



Abb. 5.12: Einreichen der Bewerbung

Listing 5.14: Methode zum Einreichen der Bewerbung

```

1 sendCandidature( offre : any ): void {
2   offre.isApplied = true;
3   const headers = new HttpHeaders({
4     'Authorization': `Bearer ${this.authService.
5       getLocalStorage()}` 
6   });
7   this.http.post(` ${this.apiUrl}/upload-candidature`, offre
8     , {headers}).subscribe(
9       response => {
          console.log(response);
        },
      )
    }
  
```

```

10   error => {
11     console.error(error)
12   });
13 }

```

Die Funktion **sendCandidature** in Listing 5.14 nimmt als Parameter ein Objekt *offre* an, das die Stellenanzeige darstellt, auf die sich der Bewerber bewerben möchte. Die Bewerbung wird dann mithilfe einer HTTP POST-Anfrage an die Backend-API gesendet.

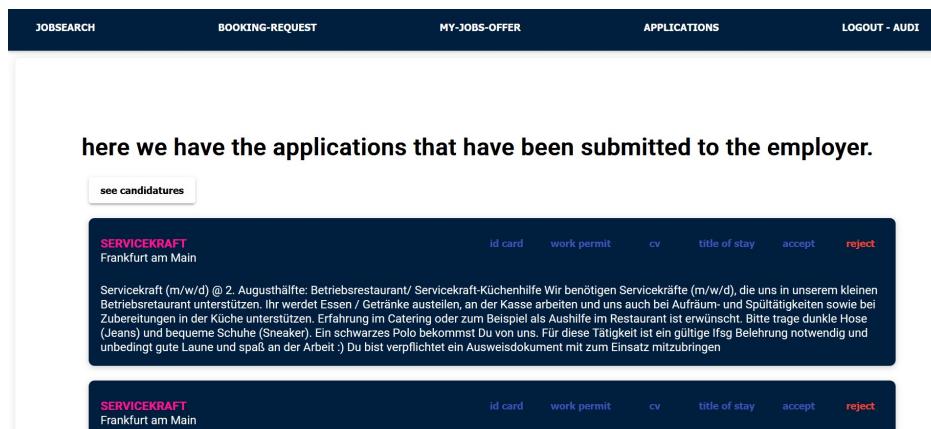


Abb. 5.13: Verwaltung von Bewerbungen

Im Einstellungsprozess ist es hilfreich, einen einfachen Zugang zu den relevanten Dokumenten der Bewerber zu haben. Die in Abb. 5.13 dargestellte Anwendung bietet eine solche Funktion, indem sie direkte Links wie *ID Card*, *Work Permit*, *CV* und *Title of Stay* anzeigt. Wenn der Arbeitgeber auf diese Links klickt, kann er die Dokumente einsehen, die die Bewerber zuvor hochgeladen haben. So wird sichergestellt, dass die benötigten Informationen immer zur Hand sind.

Listing 5.15: Abruf von mit Stellenangeboten verknüpften Bewerbungen

```

1 openCandidatures() {
2
3   const headers = new HttpHeaders({
4     'Authorization': `Bearer ${this.authService.
5       getLocalStorage()}`
6   );
7
7   this.http.get<any[]>(`${this.apiUrl}/myJobsCandidatures` ,
8     {headers}).subscribe((data: any[]) => {
9       this.jobs = data;
10      });
11    }

```

Die Funktion **openCandidatures()** Listing 5.15 zielt darauf ab, eine Liste der Bewerbungen abzurufen, die mit Stellenangeboten verbunden sind, die von einem bestimmten Arbeitgeber gepostet wurden. Dadurch erhält der Arbeitgeber einen zentralen Überblick über die potenziellen Bewerber für seine Stellenangebote.

Listing 5.16: Herunterladen des Personalausweises eines Bewerbers

```

1 idCardDownload(job: any) {
2
3     const jobseek = job.jobSeekerId;
4     const url = `assets/identitycard${jobseek}.pdf`;
5
6     this.http.get(url, { responseType: 'blob' }).subscribe(
7         blob => {
8             saveAs(blob, `identitycard_${jobseek}.pdf`);
9         });
}

```

Die Funktion *idCardDownload()* in Listing 5.16 wurde entwickelt, um einem Arbeitgeber zu ermöglichen, den Personalausweis eines Bewerbers herunterzuladen. Dies ist besonders nützlich, um die Authentizität und Legitimität eines Bewerbers zu überprüfen.

5.2.9 Umsetzung von Unit-Tests und e2e-Tests

In der Anwendung wurde auch die Praxis der Unit-Tests zur Gewährleistung der Zuverlässigkeit des Codes übernommen.



Abb. 5.14: Implementierung von Unit-Tests für die verschiedenen Komponenten der Anwendung

Wie die Abb. 5.14 zeigt, ist jeder Test darauf ausgelegt, eine bestimmte Komponente der Anwendung zu überprüfen. Nachdem ich die Unit-Tests ausgeführt hatte, beobachtete ich, dass alle Tests erfolgreich waren. Dies bestätigt, dass die getesteten Komponenten der Anwendung wie erwartet funktionieren. Dieser Erfolg ist das Ergebnis eines klaren Verständnisses der Anforderungen und einer effektiven Durchführung der Unit-Tests.

Listing 5.17 ist eine Sammlung von Unit-Tests für die Komponente *ConnectionComponent* der Anwendung. Ich habe hier das Jasmine-Framework verwendet, um die Tests zu definieren und auszuführen. Die Tests überprüfen die Erstellung der Komponente, die Validierung des E-Mail-Feldes, die Navigation zum Dashboard nach erfolgreicher Authentifizierung und die Anzeige eines Fehlers, wenn die Authentifizierung fehlschlägt.

Listing 5.17: Unit-Tests für die Komponente ConnectionComponent

```

1 describe('ConnectionComponent', () => {
2   let component: ConnectionComponent;
3   let fixture: ComponentFixture<ConnectionComponent>;
4   let mockAuthService: jasmine.SpyObj<JobOfferService>;
5   let mockSessionService: jasmine.SpyObj<SessionService>;
6
7   beforeEach(() => {
8     mockAuthService = jasmine.createSpyObj('JobOfferService',
9       ['authentication']);
10    mockSessionService = jasmine.createSpyObj('SessionService',
11      ['setSession']);
12
13    TestBed.configureTestingModule({
14      declarations: [ConnectionComponent, DashboardComponent],
15      imports: [ReactiveFormsModule, HttpClientTestingModule,
16        RouterTestingModule, RouterTestingModule.
17          withRoutes([
18            { path: 'dashboard', component: DashboardComponent }
19          ])],
20      providers: [
21        { provide: JobOfferService, useValue: mockAuthService },
22        { provide: SessionService, useValue:
23          mockSessionService }
24      ]
25    });
26
27    fixture = TestBed.createComponent(ConnectionComponent);
28    component = fixture.componentInstance;
29    fixture.detectChanges();
30  });
31
32  it('should create', () => {
33    expect(component).toBeTruthy();
34  });
35
36  it('should display error message when email is empty and
37    touched', () => {
38    const emailControl = component.registerForm.get('email');
39    emailControl?.markAsTouched();
40    fixture.detectChanges();
41    const emailErrorElement: HTMLElement = fixture.
42      nativeElement.querySelector('.error');
43    expect(emailErrorElement.textContent).toContain('Email is
44      required');
45  });

```

```

39 it('should call authentication method and navigate to dashboard upon successful authentication', () => {
40   mockAuthService.authentication.and.returnValue(of({
41     token: 'testToken', userType: 'tony1', userID: '123',
42     userName: 'tony' }));
43
44   component.submit();
45
46   expect(mockAuthService.authentication).toHaveBeenCalled();
47   expect(mockSessionService.setSession).toHaveBeenCalledWith('testToken', 'tony1', '123', 'tony');
48 }) ;
49
50 it('should display an error message upon failed authentication', () => {
51   mockAuthService.authentication.and.returnValue(
52     throwError({ error: { error: 'Auth_Error' } }));
53   spyOn(window, 'alert');
54
55   component.submit();
56
57   expect(window.alert).toHaveBeenCalledWith('Authentication error: wrong email address or password!');
58 });
59 });

```

[Abb. 5.15](#) und [Abb. 5.16](#) zeigen, dass die e2e-Tests erfolgreich waren. Dadurch wird sichergestellt, dass nicht nur jede Komponente einzeln funktioniert, sondern dass das gesamte System die Erwartungen erfüllt, wenn es unter realen Bedingungen eingesetzt wird.

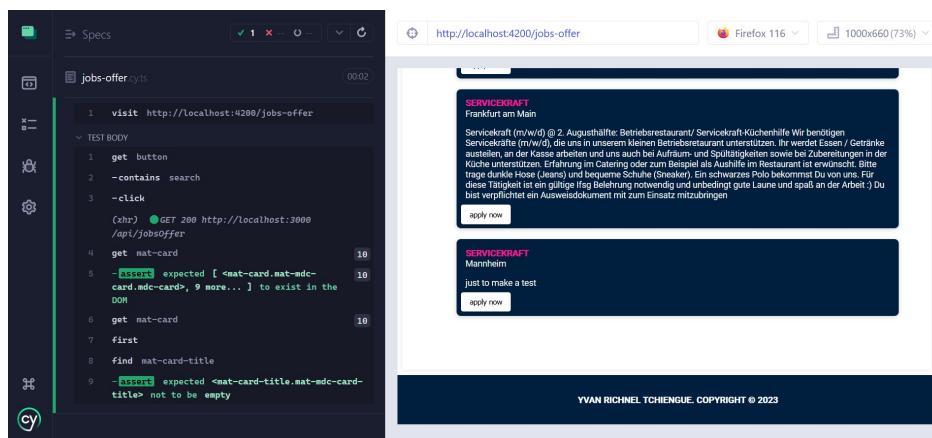


Abb. 5.15: E2e Test für den Aufruf von verfügbaren Stellenangeboten

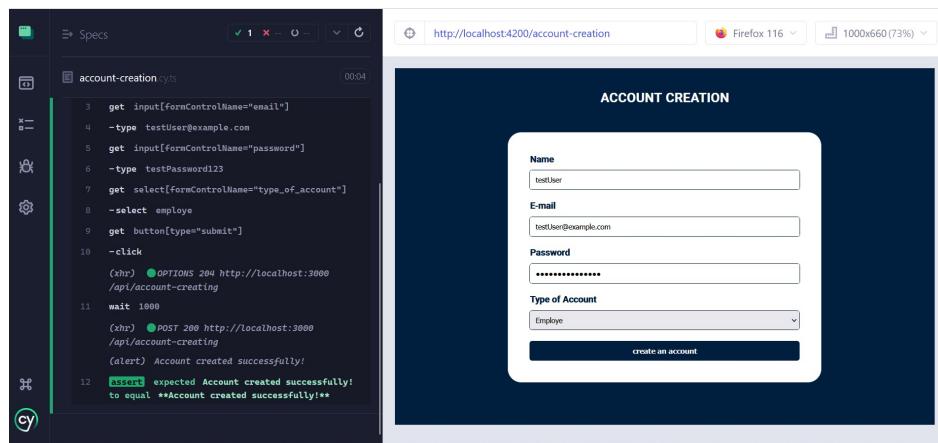


Abb. 5.16: E2e Test zur Erstellung eines Kontos

Listing 5.18 ist ein Satz automatisierter e2e Tests für die Anmeldefunktionalität eines Benutzerkontos, der das Cypress-Framework verwendet.

Listing 5.18: E2E Test für die Anmeldefunktionalität

```

1 describe('User account login', () => {
2   beforeEach(() => {
3     cy.visit('http://localhost:4200/connection');
4   });
5
6   it('must enable the user to connect successfully', () => {
7     cy.get('input[formControlName="email"]').type('yvan.
8       tchiengue1504@yahoo.fr');
9     cy.get('input[formControlName="password"]').type('
10       qqqqqqqq');
11    cy.get('button[type="submit"]').click();
12    cy.url().should('include', '/dashboard');
13  });
14
15  it('should fail when logging in with incorrect credentials',
16    () => {
17    cy.get('input[formControlName="email"]').type('
18      wrongEmail@example.com');
19    cy.get('input[formControlName="password"]').type('
20      wrongPassword123');
21    cy.get('button[type="submit"]').click();
22    cy.on('window:alert', (str) => {
23      expect(str).to.equal('Erreur lors de l\'
24        authentification: Authentication error: wrong email
25          address or password!');
26    });
27  });
28});
```

User Stories	Status von User Stories
Erstellung eines Benutzerkontos	✓
Anmeldung bei einem bestehenden Benutzerkonto	✓
Jobsuche	✓
Sich auf ein Stellenangebot bewerben	✓
Ergebnisse der Bewerbungen	✓
Speicherung von Dateien	✓
Abschicken des Benutzers	✓
Stellenangebote durch den Arbeitgeber veröffentlichen	✓
Abfrage von Stellenangeboten	✓
Empfang von Bewerbungen durch den Arbeitgeber	✓

Tab. 5.1: Testfälle von User Stories

6 Ergebnisbewertung

Im Rahmen der Entwicklung der Webanwendung zur Stellensuche konzentrierte sich meine Bewertung auf die User Stories, die ich in Abschnitt 4.1.1 zusammengefasst habe:

- **Erstellen eines Benutzerkontos:** Ich habe Anmeldetests durchgeführt, bei denen verschiedene Nutzer das Anmeldeformular ausgefüllt haben. Der Prozess erwies sich als intuitiv und die Nutzer konnten sich erfolgreich anmelden.
- **Anmelden bei einem bestehenden Benutzerkonto:** Die Authentifizierungstests zeigten, dass sich die Nutzer mit ihren Anmeldedaten problemlos in ihre Konten einloggen konnten.
- **Suche nach Stellenangeboten:** Die angezeigten Stellenangebote sind genau die, die in der Datenbank enthalten sind.
- **Auf eine Stellenanzeige bewerben:** Die Nutzer können leicht navigieren, um Details zu den Stellenangeboten zu sehen und sich zu bewerben.
- **Ergebnisse der Bewerbungen:** Die Mitarbeiter erhielten erfolgreich die von den Jobseekern eingereichten Bewerbungen, was ihren Einstellungsprozess erleichterte. Stellensuchende profitierten von der Nachverfolgung ihrer Bewerbungen und konnten sich über den Status jeder Bewerbung informieren, unabhängig davon, ob sie angenommen oder abgelehnt wurde.
- **Speicherung von Dateien:** Die Möglichkeit für Nutzer, verschiedene sensible Dokumente wie Aufenthaltstitel, Lebenslauf, Arbeitserlaubnis und Personalausweis zu speichern, wurde erfolgreich implementiert. Arbeitgeber können bei der Bewertung von Bewerbungen auf die Dokumente der Bewerber zugreifen, was den Auswahlprozess erleichtert.
- **Abmelden des Nutzers:** Es wurden Tests durchgeführt, um sicherzustellen, dass sich die Benutzer leicht abmelden können und dass ihre Sitzungen ordnungsgemäß beendet werden, wodurch die Sicherheit der Benutzerdaten gewährleistet wird.
- **Veröffentlichung von Stellenangeboten durch den Arbeitgeber:** Der Prozess der Veröffentlichung von Stellenangeboten ist einfach und direkt. Sobald ein Stellenangebot veröffentlicht wurde, ist es sofort auf der Plattform sichtbar, wodurch sichergestellt wird, dass die verfügbaren Stellenangebote in Echtzeit aktualisiert werden.
- **Eingang von Bewerbungen beim Arbeitgeber:** Die spezielle Schnittstelle für den Eingang von Bewerbungen bietet einen klaren Überblick über alle eingegangenen Bewerbungen. Arbeitgeber können jede Bewerbung öffnen, um auf Details und angehängte Dokumente zuzugreifen, was die Effizienz des Bewerbungsprozesses erhöht.

Nach meiner Bewertung kann ich sagen, dass meine Webanwendung für die Stellensuche die Erwartungen und Bedürfnisse erfüllt, die in der Entwurfsphase definiert wurden. Die Schlüsselfunktionen wurden erfolgreich getestet und validiert, sodass eine effektive Lösung für Arbeitssuchende und Arbeitgeber zur Verfügung steht. Obwohl das System einsatzbereit und leistungsfähig ist, sind kontinuierliche Verbesserungen geplant, um sich an die sich ändernden Bedürfnisse des Arbeitsmarktes anzupassen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Diese Thesis befasste sich mit dem Entwurf und der Implementierung einer Webanwendung für die Stellensuche unter Einbeziehung der Testautomatisierung.

Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Anwendung soll den Jobsuchprozess für Bewerber erleichtern und gleichzeitig eine effiziente Verwaltung für Arbeitgeber gewährleisten. Sie umfasst mehrere Funktionen, wie die Veröffentlichung von Stellenangeboten.

Automatisierte Tests wurden eingeführt, um sicherzustellen, dass jede Funktion der Anwendung wie vorgesehen funktioniert, wodurch Fehler verringert werden. Dies gewährleistet auch eine einfachere Wartung und reibungslosere Updates.

Der Erfolg dieser Arbeit stellt einen wichtigen Meilenstein dar und öffnet die Tür zu weitreichenden Zukunftsperspektiven. Ein wichtiger Aspekt ist die kontinuierliche Verbesserung. Denn auf der Grundlage des Feedbacks von Nutzern und Arbeitgebern wird es möglich, Anpassungen und Verbesserungen an der Anwendung vorzunehmen, damit sie optimal auf die sich ändernden Bedürfnisse des Marktes reagieren kann.

Literatur

- [1] altexsoft. *HOW AN API WORKS*. Nov. 2022. URL: <https://www.altexsoft.com/blog/engineering/what-is-api-definition-types-specifications-documentation/> (siehe S. 22).
- [2] Angular. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Angular_\(web_framework\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Angular_(web_framework)) (siehe S. 19).
- [3] Aleksandra Cjaska. *Real-Time Communication Between Frontend And Backend*. März 2018. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/front-end-back-end-database-side-structure-app-aleksandra-czajka> (siehe S. 34).
- [4] David Curry. *TypeScript Fastest Growing Programming Language, JavaScript Most Popular*. Feb. 2023. URL: <https://www.clouddatainsights.com/typescript-fastest-growing-programming-language-javascript-most-popular/> (siehe S. 20).
- [5] developer.mozilla.org. *Cross-Origin Resource Sharing (CORS)*. Aug. 2023. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/CORS> (siehe S. 38).
- [6] GeeksforGeeks. *Unit Testing | Software Testing*. Aug. 2023. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/unit-testing-software-testing/> (siehe S. 35).
- [7] geeksforgeeks. *Hashing Passwords in Python with BCrypt*. Aug. 2023. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/hashing-passwords-in-python-with-bcrypt/> (siehe S. 40).
- [8] Kancer (Nilay) Gökirmak. *How to use Cypress for end-to-end(e2e) testing*. Jan. 2022. URL: <https://medium.com/de-bijenkorf-techblog/how-to-use-cypress-for-end-to-end-e2e-testing-beb1aa82696a> (siehe S. 36, 37).
- [9] Software Testing Help. *Karma Tutorial: Front-End Unit Testing Using Karma Test Runner*. Juni 2023. URL: <https://www.softwaretestinghelp.com/karma-test-runner-tutorial/> (siehe S. 35).
- [10] *How to choose a Web Hosting Provider*. Apr. 2019. URL: <https://www.exposure.com/blog/how-to-choose-a-web-hosting-provider/> (siehe S. 32).
- [11] *Html*. URL: <https://www.ionos.de/digitalguide/websites/web-entwicklung/html-tags/> (siehe S. 19).
- [12] IONOS. *Schematische Darstellung des Kommunikationsprozesses gemäß HTTP-Protokoll*. Mai 14. 2020. URL: <https://www.ionos.de/digitalguide/hosting/hosting-technik/was-ist-http/> (siehe S. 21).
- [13] *JavaScript History*. URL: https://www.w3schools.com/js/js_history.asp (siehe S. 20).
- [14] Javatpoint. *What is a Web Application?* Aug. 2023. URL: <https://www.javatpoint.com/web-application> (siehe S. 22, 23).

- [15] Javier Calvarro Nelson Jos van der Til Martin Costello. *Integration tests in ASP.NET Core*. März 2023. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/test/integration-tests?view=aspnetcore-7.0> (siehe S. 32).
- [16] Sunanda Karunajeewa. *Test automation 101*. Jan. 2021. URL: <https://bootcamp.uxdesign.cc/test-automation-264d219ac83> (siehe S. 34).
- [17] Katalon. *What is End-to-End Testing?* Aug. 2023. URL: <https://katalon.com/resources-center/blog/end-to-end-e2e-testing> (siehe S. 36).
- [18] Oliver Moradov. *Unit testing: definition, Examples, and Critical Best Practices*. Mai 2022. URL: <https://brightsec.com/blog/unit-testing/> (siehe S. 32).
- [19] NPM. *Multer*. Aug. 2023. URL: <https://www.npmjs.com/package/multer> (siehe S. 40).
- [20] Adekola Olawale. *What is Angular? Understanding Angular's Modular structure*. Aug. 2023. URL: <https://www.freecodecamp.org/news/front-end-javascript-development-react-angular-vue-compared/> (siehe S. 19).
- [21] OWASP. *OWASP Top 10 Web Application security Risks*. URL: <https://owasp.org/www-project-top-ten/> (siehe S. 16).
- [22] Priya Pedamkar. *Versions of Html, 6.html5*. Juli 2023. URL: <https://www.educba.com/versions-of-html/> (siehe S. 19).
- [23] proceedinteractive. *Exploring the Benefits of Mobile App Development*. Jan. 2019. URL: <https://proceedinteractive.com/exploring-the-benefits-of-mobile-app-development/> (siehe S. 24).
- [24] Rinki. *Hyper Text Markup Language*. Mai 2023. URL: <https://www.c-sharpcorner.com/article/the-importance-of-html-in-web-development/> (siehe S. 19).
- [25] Michał Sajdak. *Introduction to JWT*. Okt. 2019. URL: <https://research.securitum.com/jwt-json-web-token-security/> (siehe S. 39).
- [26] Robert Sheldon. *The history of Git*. Feb. 2023. URL: <https://www.techtarget.com/searchitoperations/definition/Git> (siehe S. 17).
- [27] Joe Silk. *THE BASICS OF BACKEND DEVELOPMENT, APIS*. Juli 2022. URL: <https://www.startechup.com/blog/back-end-development/> (siehe S. 31).
- [28] Jarosław Szutkowski. *Real-Time Communication Between Frontend And Backend*. Feb. 2023. URL: <https://dev.to/jszutkowski/real-time-two-way-communication-between-frontend-and-backend-using-sockets-5ghc> (siehe S. 33).
- [29] Techopedia. *Mobile Application*. Aug. 2020. URL: <https://www.techopedia.com/definition/2953/mobile-application-mobile-app> (siehe S. 23).
- [30] Vinayak Tekade. *Getting Started with Backend Development*. März 2021. URL: <https://medium.com/coders-capsule/getting-started-with-backend-development-8ce55585e860> (siehe S. 32).
- [31] Testim. *What Is Test Automation? A Simple, Clear Introduction*. Aug. 2019. URL: <https://www.testim.io/blog/what-is-test-automation/> (siehe S. 34).
- [32] thinklogic. *What Is Web Application Security and How Does It Work?* Okt. 2021. URL: <https://www.thinklogic.com/post/what-is-web-application-security-and-how-does-it-work> (siehe S. 29).

- [33] Daragh Ó Tuama. *What is the Difference Between Web App Mobile App?* Aug. 2023. URL: <https://codeinstitute.net/de/blog/web-app-vs-mobile-app/> (siehe S. 26).
- [34] *TypeScript*. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/TypeScript> (siehe S. 20).
- [35] *User Experience, User Interface*. URL: <https://www.finalsites.com/blog/p/~board/b/post/what-is-user-experience> (siehe S. 31).
- [36] *What is an SSL Certificate?* URL: <https://www.digicert.com/what-is-an-ssl-certificate> (siehe S. 33).
- [37] Wikipedia. *API*. Aug. 2023. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/API> (siehe S. 21).
- [38] Wikipedia. *Bcrypt*. Aug. 2023. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bcrypt> (siehe S. 39).
- [39] Wikipedia. *Express.js*. Aug. 2023. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Express.js> (siehe S. 39).
- [40] Wikipedia. *GitHub*. Aug. 2023. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/GitHub> (siehe S. 18).
- [41] Wikipedia. *HTTP*. Aug. 2023. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/HTTP> (siehe S. 20).
- [42] Wikipedia. *JSON*. Aug. 2023. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/JSON> (siehe S. 21).
- [43] Wikipedia. *JWT*. Aug. 2023. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/JSON_Web_Token (siehe S. 39).
- [44] Wikipedia. *Nodejs*. Aug. 2023. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Node.js> (siehe S. 18).
- [45] Wikipedia. *npm*. Aug. 2023. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Npm> (siehe S. 18).
- [46] Wikipedia. *WebStorm*. Aug. 2023. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/WebStorm> (siehe S. 18).
- [47] Wikipedia. *CSS*. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/CSS> (siehe S. 20).
- [48] Zymr. *Angular Unit Testing With Karma And Jasmine*. Feb. 2023. URL: <https://www.zymr.com/blog/angular-unit-testing-with-karma-and-jasmine> (siehe S. 36).