

Logo 1

Logo2

Beuth Hochschule für Technik

Fachbereich 6

Bachelorarbeit

im Studiengang Medieninformatik - Schwerpunkt Medieninformatik

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Science

Thema:	Empfehlungssystem für Kompetenzen
Autor:	Valentin Risch s55698@beuth-hochschule.de MatNr. 798906
Version vom:	1. August 2017
1. Betreuer:	Prof. Dr. Johnanes Konert
2. Gutachter:	Prof. Dr. Y

Zusammenfassung

Abstract

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	5
Listingverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
2 Grundlagen	7
2.1 Kompetenzen	7
2.2 Kompetenzframeworks	7
2.3 RDF, Semantic Web Linked Data	8
2.3.1 Semantic Web	8
2.3.2 Linked Data	8
2.3.3 RDF	8
2.4 Graphen	9
2.4.1 Graphentheorie	9
2.4.2 Graphendatenbanken	9
2.4.3 Neo4J	10
2.5 Empfehlungssysteme	10
3 Verwandte Themen und Arbeiten	10
3.1 Openbadge	10
3.2 European e-Competence Framework	11
3.3 InLoc	11
3.4 ESCO	11
3.4.1 GraphGist: Recommendation System Sandbox	12
3.5 RDF Import Neo4J	12
3.6 Recommender Systeme	13
3.6.1 RecSys Challenge	13
3.6.2 GraphGist Recommendation Engine Neo4j	13
3.7 Job-Matching: Xing	13
4 Analyse und Aufgabenstellung	14
4.1 Aufgabenstellung	14
4.2 Anforderungsanalyse	14
4.2.1 Kompetenzen	14
4.2.2 Anforderungen an die Engine	14
4.2.3 Anforderungen an die API	15
4.2.4 Anforderungen an die Architektur	15
4.3 Algorithmen und Metriken	16
5 Entwurf	16
5.1 Format/Kompotenzmodell	17
5.1.1 ESCO als RDF	17
5.1.2 inLOC	17
5.1.3 Fazit: Auswahl eines Models	18

5.1.4	Datenbank	18
5.1.5	API	19
5.2	Datenmodell	19
5.3	Anfragen Formulieren	19
6	Implementierung	20
6.1	Beschreibung des Stacks	20
6.2	EC2	20
6.3	Neo4j	20
6.3.1	RDF Import	21
6.4	API Gateway	21
6.5	Serverless	21
6.5.1	AWS Lambda	22
6.5.2	Serverless Framework	22
6.6	Architektur im Überblick	22
6.7	Deployment mit dem Serverless Framework	24
6.8	Algorithmen und Metriken	24
7	Ausblick	24
8	Fazit	24
	Literaturverzeichnis	26
	Anhang	27
	Eidesstattliche Erklärung	27

Abbildungsverzeichnis

1	Beschreibung	13
2	Beschreibung	19
3	Beispiel einer Bildbeschreibung	24
4	Beschreibung	24

Tabellenverzeichnis

Listingverzeichnis

1	Das Listing zeigt einen Funktionsaufruf über die Neo4j	12
2	importRDF Prozeduraufruf	21
3	Lambda Handler Funktion	23
4	Das Listing zeigt Java Quellcode	24

Abkürzungsverzeichnis

LOD Linked Open Data

1 Einleitung

Mit dem Abschluss einer jeden Berufsausbildung oder eines Studiums beginnt auch der Einstieg in das Berufsleben. Für Viele Bewerber bedeutet das, vermeintlich in Frage kommende Jobangebote zu sichten, und vergleichen. Es folgt das schreiben unzähliger individueller Bewerbungen von denen im schlimmsten Fall nur wenige zu einem Vorstellungsgespräch führen. Doch oftmals kommen schon bereits nach den ersten Wochen des Hochgefühls endlich eine Stelle zu haben, erste Zweifel ob der Job der richtige für einen ist, und die eigenen Wünsche und Anforderungen erfüllen kann.

Auch für Personaler stellt die Einstellung von neuem Personal eine schwierige Aufgabe dar. So müssen oft aus einer Reihe von Bewerbern die tatsächlich unqualifizierten aussortiert werden und eine Auswahl getroffen werden, welche Bewerber zu einem Gespräch eingeladen werden oder in die nächste Bewerbungsrunde gelangen.

Es besteht also Bedarf den Prozess von Arbeitsvermittlungen zu optimieren und zu vereinfachen. Das spart sowohl Bewerbern als auch Arbeitgebern viel Frust und Zeit. Ein automatischer Abgleich von Kompetenzen kann diesen Prozess beschleunigen, setzt aber einen einheitlichen Rahmen für die Beschreibung von Kompetenzen voraus. Er-

langte Fähigkeiten und Wissen werden im allgemeinen durch Abschlüsse, Zertifikate oder Urkunden bestätigt. Jeder Arbeitnehmer hat einen oder mehrere Abschlüsse die ihn für einen bestimmten Beruf qualifizieren. Leider unterscheiden sich die Bezeichnungen dieser Abschlüsse, beinhalten aber oft dieselben oder ähnliche Kompetenzen. So gibt es neben dem normalen Informatikstudium auch Angebote wie:

- Wirtschaftsinformatik
- Angewandte Informatik
- Medizininformatik
- Bioinformatik
- Medieninformatik
- Technische Informatik
- Navigation und Umweltrobotik

Diese Studiengänge haben zwar unterschiedliche Inhalte, bauen aber auf denselben Grundlagen wie zb. Mathematik, Algorithmik, Datenbanken etc. auf.

2 Grundlagen

2.1 Kompetenzen

Im Allgemeinen spricht man bei der Verbindung von Wissen und Können um geforderte Handlungen zu bewältigen von Kompetenzen. Dabei liegt der Fokus auf Fähigkeiten und Wissen welche dazu beitragen Probleme mit nicht standardmäßigen Handeln zu lösen, und auf verschiedene Situationen zu übertragen.[bib17]

Oftmals werden die beiden Begriffe Kompetenz und Qualifikation als Synonyme verwendet, jedoch gibt es signifikante Unterschiede in deren Bedeutung.

Kompetenz(lateinisch: competere, zu etwas fähig sein) meint Lernerfolg im Hinblick auf den Lernenden selbst und seine Befähigung zu selbstverantwortlichem Handeln im privaten, beruflichen und gesellschaftlichen Bereich. Sie bezeichnet die subjektive Leistungsfähigkeit einer Person, welche nicht überprüfbar und objektiv bewertbar ist.

Qualifikationen(lateinisch: qualis facere, Beschaffenheit herstellen) sind hingegen prüfbar und zertifizierbar. Sie sind die äußere Seite der Leistungsanforderung und auf die Erfüllung vorgegebener Zwecke gerichtet.

Fachkompetenzen Beispiele für Kompetenzen und Qualifikationen:

2.2 Kompetenzframeworks

Kompetenzen abzubilden gestaltet sich als schwierig, da diese einen dynamischen Charakter hat um vom Kontext, ihrer Domäne abhängig ist. Durch die Unterteilung in Branchen und Sektoren ist eine Klassifizierung von Kompetenzen dann möglich. Eine weitere Dimension zur Klassifikation ist das Niveau, es beschreibt das Maß oder auch den "Schwierigkeitsgrad" einer Handlung die mit der gegebenen Kompetenz zu bewältigen ist. Da Abschlüsse nicht Kompetenz bescheinigen werden Qualifikationsrahmen

benötigt, mit deren Hilfe die in einem Bildungsweg erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten zu Kompetenzentwicklung beitragen können. Mit diesen Lernergebnissen die das "Können" im Sinne von "in der Lage sein, etwas zu tun" beschreiben, ergebenben sich dann Vergleichsmöglichkeiten.

Um Qualifikationen und Kompetenzen aus unterschiedlichen sektoralen oder nationalen Rahmenwerken zu vergleichen benötigt es einen Meta-Rahmen.

Zusammenfassung:

"Kompetenzrahmen sind eine wichtige Brücke zwischen dynamischer Kompetenz und statischen Bildungs- und Zertifikatssystemen. Denn Kompetenzrahmen machen Kompetenz klassifizierbar und unterstützen ihre Anerkennung und Anrechnung."

2.3 RDF, Semantic Web Linked Data

2.3.1 Semantic Web

Das Semantic Web stellt Daten im World Wide Web in einem für Maschinen verarbeitbaren Art und Weise zur Verfügung mit dem Ziel der Interoperabilität, also der Möglichkeit Informationen zwischen Anwendungen und Plattformen auszutauschen und diese in Beziehung zu setzen. Kernaspekte sind das Auffinden relevanter Informationen, die Integration von Informationen aus verschiedenen Quellen und automatische Schlussfolgerung. “Finde Wege und Methoden, Informationen so zu repräsentieren, dass Maschinen damit in einer Art und Weise umgehen können, die aus menschlicher Sicht nützlich und sinnvoll erscheint.”[HKRS07, 12]

Im folgenden sollen einige Konzepte und Technologien erläutert werden welche die Anforderungen des Semantic Webs umsetzen.

2.3.2 Linked Data

Die Beziehungen der Daten im Semantic Web müssen nicht auf ein Datensatz beschränkt bleiben. So können Daten auch Querverweise auf andere Datensätze haben. Ein Beispiel sind die Daten von Wikipedia die durch das Linked Dataset DBPedia zugänglich sind. Einzelne Einträge beinhalten dabei Verweise auf das Geonames Dataset.

Einige dieser Datensätze sind öffentlich zugänglich(Linked Open Data). So stellt das Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union Europäische Union mit ihrem offenen Datenportal Daten ihrer Institutionen und anderer Einrichtungen zur Verfügung.

Die Vorgehensweise bei der Erstellung von Linked Data wird von Tim Berners-Lee in folgenden 4 Schritten beschrieben:

1. Dinge und Objekte werden durch URIs identifiziert
2. Die URIs sind über das HTTP Protokoll aufrufbar
3. Beim Aufruf werden relevante Informationen in standardisierten Formaten geliefert
4. Die gelieferten Daten enthalten Referenzen auf andere URIs

2.3.3 RDF

Um die Anforderung des Semantic Web's, Daten im Web auszutauschen, zu erfüllen, wurde das Resource Description Framework RDF als eine formale Sprache für die Beschreibung strukturierter Informationen geschaffen. Dabei soll die ursprüngliche Bedeutung erhalten bleiben und Kombinationen und Weiterbearbeitung der enthaltenen Informationen ermöglicht werden. Eine Resource kann generell jedes Objekt

mit einer eindeutigen Identität sein. Zb. Bücher, Orte, Menschen, abstrakte Konzepte usw. Um Mehrdeutigkeiten zu verhindern werden URIs als Bezeichner verwendet. Diese RDF-Beschreibungen können auch durch Zeichenketten syntaktisch dargestellt werden, müssen vorher jedoch in Bestandteile zerlegt und serialisiert werden. Die dabei entstehenden Dokumente sind gerichtete Graphen, wobei Knoten und Kanten mit eindeutigen Bezeichnern beschriftet sind.

Triple RDF-Graphen lassen sich vollständig durch ihre Kanten beschreiben. Eine solche Kante hat einen Anfangspunkt, eine Beschriftung und einen Endpunkt. Dieses Triple wird bestimmt durch “Subjekt-Prädikat-Objekt”.

Vokabu-
bzw.
Ontolo-
gien

2.4 Graphen

Ein Graph ist definiert als eine Menge von Knoten(Vertices) und deren Beziehungen, welche über Kanten(Edges) dargestellt werden. Mit Graphen kann man vernetzte Strukturen wie zb. Straßennetze, Computernetzwerke oder Datenstrukturen modellieren. So finden sich in vielen modernen Technologien wie Routenplaner oder Social Media Anwendungen graphentheoretische Konzepte wieder.

2.4.1 Graphentheorie

In diesem Teilgebiet der Mathematik werden Graphen und ihre Beziehungen zueinander untersucht. Das älteste Dokumentierte Problem der Graphentheorie ist das Königsberger Brückenproblem. Dabei wurde ein Rundweg durch Königsberg gesucht, der alle Brücken jedoch nur einmal überquerte. Leonhard Euler erkannte 1736, dass man die einzelnen Ufer als Punkte und Brücken als Kanten abstrahieren konnte. Euler zeigte, dass ein solcher Weg nicht existierte, da jeder Knoten mit einer ungeraden Anzahl von ungerichteten Kanten verbunden sein muss.

In der Informatik

graphentheoretische Konzepte zitieren Seite4

2.4.2 Graphendatenbanken

Im Gegensatz zu relationalen Datenbanken werden Daten nicht in Tupeln als Tabellen gespeichert sondern als Knoten in einem Graphenmodell. Der Vorteil darin liegt zunächst in der Daten Modellierung, da das Graphen Model sehr intuitive ist und sich einfach auf Papier modellieren lässt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Performance Vorteil bei Bei Abfragen von stark verknüpften Daten. Abfragen in relationalen Datenbanken werden langsamer je größer der Datenbestand. Im Graphen wird immer nur der Teilgraph durchlaufen welcher die die Abfrage erfüllt.[RWE15b, 8]

2.4.3 Neo4J

Die Open Source Graphdatenbank Neo4j ist durch ein *Labeled Property Graph Model* implementiert. Knoten im Graph können durch Labels in Kategorien eingeordnet werden und speichern Informationen als Schlüssel-Wert Paare in Properties. Neben Knoten können auch Kanten Properties erhalten, was eine Gewichtung der Beziehungen zwischen Knoten ermöglicht. Eine Beziehung besteht immer aus einem Start- und Endknoten, sowie einer Richtung.[RWE15a, 26]

Anfragen an die Neo4j Datenbank werden mittels der deklarativen Sprache *Cypher* ausgeführt. Mit dieser Sprache können Daten gefunden werden, welche einem Muster entsprechen. Diese Patterns setzen sich aus Knoten und Beziehungen zusammen.

Mit der *MATCH* Klausel, werden alle Pfade im Graphen gezeigt, welche dem Pattern entsprechen. Mit *WHERE* kann die Sammlung gefiltert werden.

2.5 Empfehlungssysteme

Ein Empfehlungssystem ist eine Software, welche Nutzern Vorschläge zu Artikeln, Music, Filmen, Büchern oder anderen Objekten macht. [RRSK10] Ausgehend von einem Objekt werden dem Benutzer andere Objekte mit Ähnlichkeiten zu dem Ausgangsobjekt aufgelistet. Für die Ergebnisse werden im wesentlichen zwei Ansätze verfolgt. Das Inhalts basierte Filtern und Kollaborative Filtern.

3 Verwandte Themen und Arbeiten

3.1 Openbadge

Auf unserem Bildungsweg werden das Erlangen von Fertigkeiten und Kenntnissen mit Zeugnissen und Abschlüssen belegt. Doch oftmals genügt die formale Ausbildung nicht oder hat aufgrund der sich schnell verändernden Technologien oder Kompetenzen nur eine begrenzte Gültigkeit. Die Europäische Union fordert eine stärkere Anerkennung von informalem Lernen, damit auch Fertigkeiten und Kenntnisse die ohne ein formales Abschlusszertifikat erworben wurden Anerkennung finden.[Dor14]

Doch wie können Personen alle Ihre Fertigkeiten, welche an einer Hochschule, in einer staatlich Anerkannten Ausbildung oder in einem Online Seminar, in einem Workshop etc. erworben wurden präsentieren, damit auch Arbeitgeber und Bildungsinstitute in der Lage sind, sicherzustellen, dass Bewerber die nötigen Fertigkeiten mitbringen.[all]

In der digitalen Welt können sogenannte Badges ein Lösungsansatz sein. Ein digitaler Badge ist ein digitales Zertifikat für eine erbrachte Leistung oder eine Fähigkeit. Die Mozilla Foundation hat in Zusammenarbeit mit der MacArthur Foundation den Open Badge(OB) Standard entwickelt. Er stellt sicher, dass Alle Badges Informationen über

Kriterien und Nachweise erhalten. Die Informationen in einem Badge können auch auf ein Kompetenzframework verweisen, und validiert werden.[all, 4]

Badges können von Institutionen, Schulen und Arbeitgebern verliehen werden. Sie definieren ein Set von Kompetenzen oder einen Lehrplan und eine Bewertung um festzustellen ob ein Empfänger die notwendigen Anforderungen erfüllt hat. Darüber hinaus können Badges von ihrem "issuer" mit einer verschlüsselten Zusicherung versehen werden, welche bestätigt, dass der "earner" des Badges die geforderte Leistung auch erbracht hat. Die Zusicherung kann dann in den Quellcode eines SVG oder PNG Bildes geschrieben werden, sodass dritte später eine elektronisch Überprüfung beim Herausgeber beantragen können. Über das Alignment-Attribut kann ein Badge auch auf eine Quelle verweisen, welche die Kompetenz oder Fähigkeit beschreibt.

3.2 European e-Competence Framework

Der europäische Kompetenzrahmen für Fach- und Führungskräfte der Informations- und Kommunikationstechnologiebranche, ist eine sektor-spezifische Umsetzung des Europäischen Qualifikationsrahmens EQR.

3.3 InLoc

Das Europäische Projekt InLOC(Integrating Learning Outcomes and Competences) erlaubt es Kompetenzen und Lernergebnisse verschiedener Kompetenzrahmen in einem einheitlichen semantischen Format abzubilden.

3.4 ESCO

In der EU gibt es nach einer Aktuellen Eurostat Statistik ca. 19 Millionen Menschen ohne Beschäftigung. Jedoch haben einige Branchen in Deutschland Probleme Stellen mit qualifiziertem Personal zu besetzen. So blieben im Jahr 2016 In der IT und Telekommunikationsbranche 375.034 Stellen unbesetzt.[Ade]

Die Europäische Kommission hat dieses Problem erkannt und mit ESCO eine mehrsprachige Klassifizierung für europäische Fähigkeiten, Kompetenzen, Qualifikationen und Berufe entwickelt, deren Zusammenhang durch Berufsprofile verdeutlicht wird.

Ein der Aufgaben von ESCO ist es, Die Lücken zwischen dem Arbeitsmarkt und den verschiedenen Bildungssystemen der einzelnen Mitgliedstaaten zu schließen. So unterscheiden sich Qualifikationen welche Menschen in ihren Heimatländern erhalten nicht nur voneinander, sondern können auch oftmals nicht mit aktuellen Entwicklungen des Arbeitsmarktes und dessen Anforderungen mithalten.

Die ESCO Daten werden gemäß den Praktiken für Linked Open Data veröffentlicht. Dies soll Entwicklern den Zugriff erleichtern und Anwendungen für Stellenausgleich, Berufsberatung und Selbsteinschätzungen ermöglichen.

Die Europäische Kommission hat mit ESCO eine Schnittstelle geschaffen, welche Informationen zwischen den nationalen Klassifizierung Systemen übersetzen soll und somit eine höhere semantische Interoperabilität schaffen wird. Ein Hauptinteresse von ESCO ist der kompetenzbasierte Job Abgleich. Arbeitnehmer sollen ihre eigenen Fähigkeiten, Kompetenzen und Qualifikationen mit freien Stellen vergleichen können, und so eventuelle Kompetenzlücken identifizieren zu können. Auf der anderen Seite, muss es Arbeitgebern möglich sein, Stellenausschreibungen durch Fähigkeiten, Kompetenzen und Qualifikationen zu beschreiben, und Bewerber mit den geforderten Kompetenzen abzugleichen. Diese Anforderungen müssen nun von IT-System erfüllt werden.

3.4.1 GraphGist: Recommendation System Sandbox

Neo4J bietet über die Sandbox eine interaktive Möglichkeit auf einer temporär generierten Instanz im Browser zu arbeiten. Mit Schritt-für-Schritt Anleitungen werden Themen wie "Netzwerk Management" oder die "Panama Papers" in Neo4j näher gebracht.

Ein für diese Arbeit relevantes Themenfeld bietet die Sandbox "Recommendations".[neo] Als Datenquelle für die Instanz stehen die "Open Movie Database"[omd], und das MovieLens Projekt[gro16] zur Verfügung. Neben einer Erläuterung zum Property Graph Model und einer Einführung in die Cypher Query Language gibt es Beispiele zu verschiedenen Methoden und Metriken für das Filtern von Ergebnissen. Dabei werden verschiedene Ansätze zu den Methoden Inhaltsbasierte Filterung und Kollaborative Filterung erläutert.

3.5 RDF Import Neo4J

Jesús Barrasa ist *Senior Graph Solutions Consultant at Neo Technology* bei Neo4j, und hat ein Plugin für Neo4j entworfen, mit dessen Hilfe sich RDF Dokumente in Neo4j importieren lassen. So lässt sich mit dem Befehl :

```
1 CALL semantics.importRDF("file:///.../esco_skos.rdf", "RDF/XML",  
2 { languageFilter: 'de', commitSize: 5000 , nodeCacheSize: 250000})
```

Listing 1: Das Listing zeigt einen Funktionsaufruf über die Neo4j

Der komplette RDF Graph des ESCO Kataloges mit allen Beziehungen laden und Abfragen.

3.6 Recommender Systeme

Bekannte Anwendungsfälle für ein Recommender System sind neben Musik und Film Empfehlungen vor allem die *andere Kunden kauften auch...* Komponente in Web Shops. Ziel dieser Systeme ist es eine Vorhersage zu treffen, welches Produkt oder Objekt dem Kunden oder Anwender ebenfalls interessieren könnte. Dabei werden häufig die Konzepte des Inhaltsbasierenden und des Kollaborativen Filtern angewandt.

Beim Inhaltsbasierten Filtern wird

3.6.1 RecSys Challenge

3.6.2 GraphGist Recommendation Engine Neo4j

3.7 Job-Matching: Xing

Das Karrierenetzwerk bietet Arbeitssuchenden die Möglichkeit Job-Empfehlungen auf Basis des eigenen Profils zu erhalten. Dabei wird nach den Kriterien Entfernung zum Arbeitsort, Karrierestufe, Skills und Aktivitäten gefiltert. Aus diesen 4 Kriterien wird ein Relevanz-Indikator ermittelt, welcher die Treffgenauigkeit des Inserats angibt.

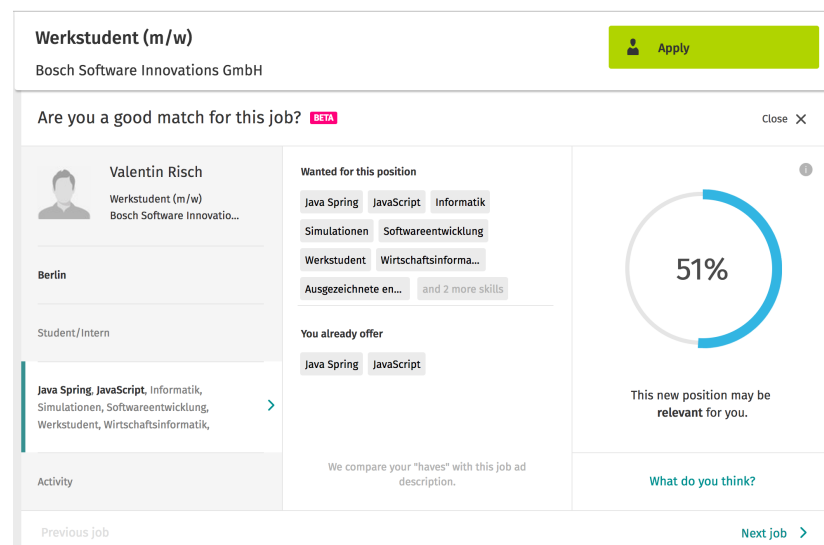


Abbildung 1: Jobmatching Xing-Profil

Dieser Ansatz berücksichtigt jedoch nicht die Persönlichkeit der Bewerber, und bietet auch nur eine teilweise höhere Bewerberpassgenauigkeit aus Sicht der Arbeitgeber. Wie qualifiziert ein Bewerber wirklich ist bleibt weiter unklar, da eine Liste der angegebenen Skills keine Auskunft darüber gibt wie kompetent der Bewerber auf einem Gebiet wirklich ist.

4 Analyse und Aufgabenstellung

Eine der großen Herausforderung in der Personalentwicklung ist das Job-Matching, eine vakante Stelle mit einem passenden Bewerber oder Angestellten zu besetzen. Dabei greifen Personaler vermehrt auf Technologien und Matching-Algorithmen zurück die diesen Prozess automatisieren sollen. Das Prinzip ähnelt dem, der Partnervermittlung. Person A, Der Arbeitgeber wird mit Person B, dem Arbeitssuchenden oder Angestellten zusammen gebracht. Unter Berücksichtigung von Kompetenzen die eine Stelle erfordert, kann dieses Matching Verfahren verfeinert werden.

4.1 Aufgabenstellung

Ein wichtiger Bestandteil von Stellenbeschreibungen sind auch eine Liste von geforderten Kompetenzen. Kompetenzen lassen sich als Graph modellieren, denn oftmals bestehen zwischen ihnen hierarchische Strukturen und Gemeinsamkeiten. Das Ziel dieser Arbeit soll es sein, Die Beziehungen dieser Kompetenzen in einem Graphenmodell zu analysieren, und Methoden und Metriken zu finden mit deren Hilfe es möglich sein wird, Ähnlichkeiten von einzelnen Kompetenzen oder ganzen Kompetenzsets zu ermitteln. Konkret soll ein Dienst entwickelt werden, der von anderen Programmen genutzt, oder in bestehende Systeme integriert werden kann.

4.2 Anforderungsanalyse

4.2.1 Kompetenzen

Kompetenzen sind die Entitäten welche von dem Empfehlungssystem verarbeitet werden sollen. Sie können ihren Ursprung außerhalb des Systems haben, werden aber innerhalb in einer Datenschicht persistiert. Ursprung von Kompetenzen können ein *Kompetenzrepository* wie es Herr Lopez in seiner Arbeit *Entwicklung und Evaluation eines e-Kompetenz-Verzeichnisses mit REST-API und eines automatisierten Crawlers zur Datensammlung*[Lop17] entwickelt hat, oder ein Katalog mit Kompetenzen wie *ESCO* von der Europäischen Kommission. Auch Kompetenzen aus Kompetenzrahmen wären als Quelle denkbar, sofern diese in einem maschinenlesbaren Format zur Verfügung stehen.

4.2.2 Anforderungen an die Engine

Ein solches Empfehlungssystem soll als eigener Dienst fungieren, und über eine API erreichbar sein. Die Eingabe für das Empfehlungssystem soll eine Kompetenz oder eine ein Set von Kompetenzen sein. Kompetenzen werden in einer Datenschicht persistiert, die die gängigen CRUD Datenbankoperationen ermöglicht. Die API leitet die Kom-

petenzen dann an eine Methode weiter, welche die nötigen Entitäten und deren Beziehungen zurück liefert. Auf resultierenden Datensätzen können weitere Operationen, wie Aggregation oder Sortierung durchgeführt werden und falls weitere Berechnungen oder Operationen nötig sind die mit der Abfragensprache nicht geleistet werden, mit einer einer gängigen Programmiersprache weitere algorithmische Schritte implementieren. Am Ende sollen 0, 1 oder mehrere Kompetenzen in sortierter Reihenfolge an den Aufrufer zurückgeliefert werden.

Folgende Anforderungen können an dieses System gestellt werden.

- Übereinstimmung von Kompetenzsets ermitteln
- Ähnlichkeit von Kompetenzsets ermitteln
- Ähnliche Kompetenzen finden
- Inkludierende Kompetenzen ermitteln
- Fehlende Kompetenzen ermitteln

Optionale Anforderungen

- Vergleich von Kompetenzen aus verschiedenen Frameworks

4.2.3 Anforderungen an die API

Das Empfehlungssystem soll über eine API für andere Softwaresysteme verfügbar sein. Beispiele für solche Systeme können Jobportale oder Human Resource Management Systeme sein. Sie können über HTTP Requests Daten mit Kompetenzsets an die Engine senden und erhalten verarbeitete Daten als Antwort.

Mit der Übereinstimmung von Kompetenzsets zb. das einer Stellenbeschreibung und das eines Lebenslaufes, kann ein Matching vorgenommen werden, welches Computersystemen ermöglicht passende Stellenangebote oder Bewerber zu finden. Über die Vernetzung der Kompetenzen im Graphen können Wege zur weiteren Bildung ermittelt werden.

4.2.4 Anforderungen an die Architektur

Der Dienst soll als nach dem Microservice Muster implementiert werden, also bei Bedarf komplett austauschbar sein und wenige Abhängigkeiten enthalten. Nutzer sollen über das HTTP Protokoll mit dem Dienst kommunizieren können. Die Daten werden in einem Graphen persistiert, in welchem Kompetenzen als Knoten und Beziehungen der Kompetenzen als Kanten gespeichert werden. Für die Kommunikation soll ein gängiges Format zur Ein und Ausgabe gewählt werden.

- Erreichbarkeit über eine Web-API

- Persistenz der Daten in einem Graphen
- Daten Ein und Ausgabe in einem standardisierten Format
- Skalierbarkeit: soll viele Anfragen gleichzeitig bearbeiten können

4.3 Algorithmen und Metriken

Das Kernproblem des Empfehlungsdienstes ist die Berechnung von Ähnlichkeiten von Knoten in einem Graphen. Es gibt bereits einige Algorithmen die sich mit dieser Problematik auseinander setzen. Ein grundsätzlicher Ansatz kann lautet, *je näher zwei Knoten im Graphen einander sind, desto ähnlicher sind sie sich*. Der folgende Graph soll dies veranschaulichen.

Der Dijkstra-Algorithmus löst das Problem der kürzesten Pfade.

Es gibt aber auch mehr Eigenschaften des Graphen die sich ein Algorithmus zu nutzen machen kann. So können mit Hilfe von gewichteten Kanten Vektoren entlang der Pfade von einem Knoten zu einem anderen erstellt werden. Die *Kosinus-Ähnlichkeit* ist eine Metrik die den eingeschlossenen Winkel zwischen zwei solcher Vektoren ermittelt.

Mit dem Jaccard Koeffizienten lassen sich zwei Mengen auf ihre Ähnlichkeit prüfen. Der Wert des Koeffizienten ist genau dann 1, wenn die beiden Mengen identisch sind. Je weniger Gemeinsame Elemente zwei Mengen besitzen, desto kleiner wird der Koeffizient und wird 0, wenn keine Gemeinsamkeiten vorliegen.

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

In einem Graphen kann die Metrik für 2 Knoten angewandt werden, indem man die beiden Mengen aus Knoten zusammen setzt, die eine Beziehung zu den 2 Knoten haben. Kategorien oder Taxonomien sind dabei geeignete Kandidaten für gemeinsame Beziehungen. Am Beispiel des Movie Graphen, kann hier eine Ähnlichkeit von 2 Filmen berechnet werden, die sich in gemeinsamen Genres befinden.

Ein weiterer Ansatz lautet *"Zwei Objekte sind Ähnlich, wenn sie mit ähnlichen Objekten verknüpft sind"*. Der *SimRank* Algorithmus versucht Ähnlichkeiten von Knoten zu finden zwischen denen ein struktureller Zusammenhang besteht.

5 Entwurf

Im folgenden sollen die aus der Analysephase ausgearbeiteten Anforderungen zu einem Entwurf zusammen gefasst werden, in dem die notwendigen Komponenten und deren Schnittstellen genauer beschrieben werden. Zunächst soll aber das Datenmodell für die Kompetenzen und dessen Format gewählt werden.

5.1 Format/Kompetenzmodell

Wie in Kapitel 1 beschrieben, gibt es unterschiedliche Ansätze und widersprüchliche Meinungen um ein Modell für Kompetenzen zu beschreiben. Für den Entwurf des Empfehlungssystems sollen zunächst einige in Frage kommenden Modelle evaluiert werden.

5.1.1 ESCO als RDF

ESCO wird als RDF Graph im SKOS Format zum Download angeboten. Das Vokabular für dieses Schema beinhaltet unter anderem folgende relevante Klassen:

ESCO concepts Relationship

IRI: <http://data.europa.eu/esco/modelRelationship>

Beziehung zwischen zwei ESCO Säulen zb. Occupation und Qualification.

Qualification

IRI: <http://data.europa.eu/esco/modelQualification>

Ein offiziell oder formelles Zertifikat eines oder mehrerer Kompetenzen oder Fertigkeiten.

Kann verknüpft mit Skills oder Berufen sein.

Skill

IRI: <http://data.europa.eu/esco/modelSkill>

In dieser Klasse werden Konzepte für Fertigkeiten und Kompetenzen und Wissen zusammengefasst. ESCO wendet hier dieselben Definitionen für diese Begriffe an wie sie der EQF vorgibt.[?] ESCO unterscheidet in seinem Modell nicht zwischen Fertigkeiten und Kompetenzen sondern nur zwischen Fertigkeiten und Wissen. Dieser Unterschied wird durch hierarchische Strukturen implementiert.

Occupation

IRI: <http://data.europa.eu/esco/modelOccupation>

In dieser Klasse werden Berufsgruppen zusammengefasst.

Kritik für das ESCO Modell kommt hingegen vom Bundes Ministerium für Berufliche Bildung. Es sieht mögliche negative Rückwirkungen auf duale Berufsbildungssysteme, beim Einsatz von europaweiten Teilkompetenzen und fordert eine genauere Überprüfung der Kompatibilität von ESCO mit Standards wie EQR und NQR hinsichtlich der Qualifikationsniveaus der Beschreibungen.

5.1.2 inLOC

Das Projekt InLOC ermöglicht das Abbilden von mehreren Kompetenzrahmen in einem einheitlichen maschinenlesbaren Format(RDF,XML,JSON-LD).

Auf der Projekt Website wird anhand einer exemplarischen Kompetenz des e-CF in Version 2.0 die Struktur des inLOC Informations Modells beschrieben.

weitere
auf [https://ec.](https://ec.europa.eu/esco/)

Das folgende Digram zeigt die Struktur für Kompetenzen aus dem e-CF. Deutlich zu erkennen sind die 4 Dimensionen *Kompetenzfelder*, *Kompetenzen*, *Kompetenzniveaus*, *Beispiele für Wissen und Fähigkeiten*

5.1.3 Fazit: Auswahl eines Models

Das inLOC Model findet aktuell keine Anwendung, und man müsste eine erst eine Reihe von Beispiel Daten erstellen, zb. durch manuelles eintragen der Kompetenzen aus dem e-CF.

Für die Implementierung soll zunächst nur das Modell welches durch den ESCO Katalog angeboten wird verwendet werden. Zum einen Steht dieser Katalog in der aktuellen Version mit ca. 13.500 Einträgen zu Wissens und Fertigkeiten/Kompetenz Konzepten zum Download zur Verfügung, und ist darüber hinaus EU Länder übergreifend was ihn für einen breiteres Spektrum an Anwendungen interessant macht. Der Aspekt der Kompatibilität mit einzelnen nationalen Bildungssystemen kann vernachlässigt werden, da es nicht um die Findung einer Lösung geht, welche den Arbeitsmarkt und die Berufsbildung in gleichem Maße berücksichtigt, sondern den rein technischen Ansatz, für ein Verfahren Kompetenzen aufgrund ihrer strukturellen Modellierung zu vergleichen.

5.1.4 Datenbank

Nachdem nun das Datenmodell für die Speicherung der Kompetenzen gewählt wurde, muss eine geeignete Datenbank gewählt werden. Das SKOS Schema des ESCO Katalogs liegt zwar bereits als gerichteter Graph, nämlich im RDF Format vor, soll aber aus Gründen der Flexibilität und Möglichkeiten in ein Datenbankmanagement System überführt werden.

Alternativ könnte mit Hilfe von SPARQL, einer graphenbasierten Abfragesprache, direkt auf dem RDF Graphen gearbeitet werden ,hier sollen jedoch von den Vorteilen eines *Label Property Graphen* Gebrauch gemacht werden. Möchte man eine Kompetenz in RDF modellieren, so muss zunächst ein Knoten für die Kompetenz selbst angelegt werden. Soll die Kompetenz neben dem Identifier auch noch einen Namens oder Sprachattribut hinzufügen, müssen zunächst Knoten und Beziehungen für jedes Attribut angelegt werden. Daraus resultiert ein stärkere Vernetzung des Graphen. Im *LPG* können die Attribute einfach dem Kompetenzknoten hinzugefügt werden. Emil Eifrem, CEO der Open-Source Graphendatenbank [?] übt Kritik an der RDF Community. So bemängelt er, dass zu wenig Rücksicht auf Entwickler und die Integration in Software Systeme genommen wird. [Ana17]

"There is a pool of super smart people in the Semantic Web community, but their approach is typically extremely academic. " Warum keine RDF Technologie?

5.1.5 API

Die Funktionsweise der Recommendation Engine soll sich lediglich auf folgende Prozesse beschränken:

Eingabe und Ausgabe einer Kompetenz Berechnung von Ähnlichkeiten im Graphen durch Graph Traversierung und Abfragen an die Datenbank.

Über das HTTP Protokoll sollen Anwendungen mit dem Empfehlungsdienst kommunizieren können. Dabei werden die CRUD Methoden POST und GET auf entsprechenden Endpunkten der aufgerufen.

Die Zweite Komponente muss eine Datenbankanbindung für die Datenbank gewährleisten, und Daten aus der Eingabe in Anfragen an die Datenbank verarbeiten, sowie Ergebnisse der Anfragen zurückliefern. Falls die Anfragensprache der Datenbank nicht alle Möglichkeiten ausschöpfen kann die Ergebnisse wie gewünscht zu filtern, können in der zweiten Komponente weitere Algorithmen implementiert werden.

Die Anwendung ist also wenig Komplex. Ein viel höherer Implementierungsaufwand ist den Vergleichsalgorithmen, bzw Graph Queries zuzurechnen.

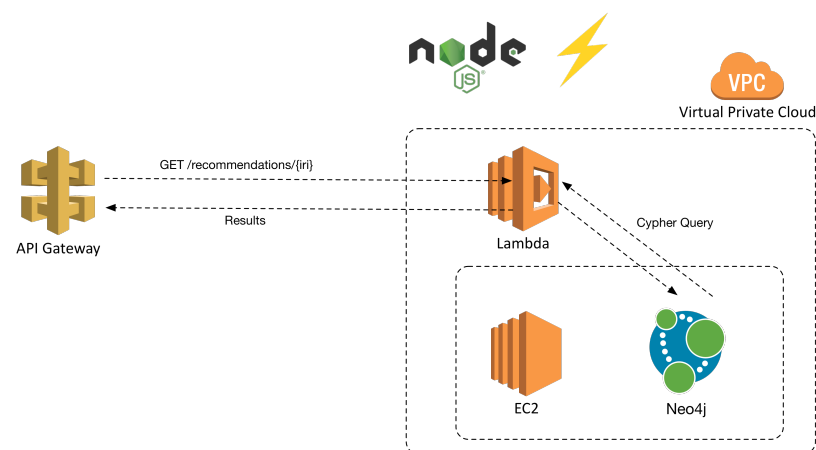


Abbildung 2: Beschreibung

5.2 Datenmodell

Abstrakt

5.3 Anfragen Formulieren

Bevor Abfragen in einer Abfragensprache für die Datenbank erstellt werden, sollen diese zunächst in natürlicher Sprache formuliert werden, und später in eine entsprechende Abfragensprache transformiert werden. Dabei soll das zuvor erstellte Datenmodell helfen. Anhand der Knoten und Kanten können die Entitäten und deren Beziehungen identifiziert werden, aus diesen lassen sich dann Abfrage Sätze formulieren. In der

Formulierung wird zum Ausdruck gebracht welche die gewünschten Knoten sind und welcher Bedingung das Ergebnis unterliegt. Die Einfachste Abfrage würde demnach lauten. *Zeige Alle Knoten*. Das Ergebnis wäre der Komplette Graph. Eine spezifischere Ergebnis erhält man durch das hinzufügen von Bedingungen. *Zeige Alle Knoten, mit dem Attribut name={Softwareentwicklung}*.

6 Implementierung

In diesem Kapitel sollen die einzelnen Implementierungsschritte für den Empfehlungsdienst erläutert werden. Alle Komponenten können in der *Amazon Webservices Cloud* implementiert werden. Dabei sollen nur die eingesetzten Dienste beschrieben werden, jedoch auf grundlegende Einstellungen wie die Benutzer Rollen und Berechtigungen in der AWS Konsole über welche sich sämtliche Dienste steuern und konfigurieren lassen, nicht weiter eingegangen werden. Im einzelnen kommen folgende Dienste zum Einsatz:

6.1 Beschreibung des Stacks

EC2:

Mit Elastic Compute Cloud können virtuelle Rechner Umgebungen erstellt werden auf welchen skalierbare Applikationen entwickelt werden können. Rechen und Speicherkapazitäten können den persönlichen Bedürfnissen angepasst werden.

AWS API Gateway:

Mit API Gateway können Anwendungen über das Internet auf die Cloud Dienste von Amazon zugreifen. Dazu werden HTTP-Endpunkte erstellt.

AWS Lambda

Wird ein Endpunkt besucht kann

6.2 EC2

Die Neo4j Instanz wird auf einer Ubuntu Umgebung installiert. Dafür müssen jedoch erst einige Abhängigkeiten und Pakete installiert werden. Um den Aufwand gering zuhalten, wird eine Amazon Web Services EC2 Instanz hochgefahren mit einem speziellen Cloudformation Template. Cloudformation erleichtert das Erstellen von Umgebungen mit wichtigen Laufzeitparametern. Das folgende Schaubild veranschaulicht alle wichtigen Parameter:

6.3 Neo4j

Über den freigegebenen Port 7474 bietet Neo4j eine Weboberfläche zur Abfrage der Daten und Visualisierung der Ergebnisse an. Die Datenbank soll nun initial mit realen Daten befüllt werden.

6.3.1 RDF Import

Neo4j lässt sich über Plugins erweitern. Diese so genannten *Prozeduren* werden in Java geschrieben und können mit der Cypher Query Language aufgerufen werden. Mit dem Plugin *neosemantics* können Daten aus einem Triplestore in Neo4j geladen werden. Über die Weboberfläche kann mit einer Cypher Abfrage die Methode zum importieren der Daten aufgerufen werden.

```
1 CALL semantics.importRDF("file:///.../esco_skos.rdf", "RDF", {  
    shortenUrls: true, typesToLabels: true, commitSize: 9000,  
    languageFilter: 'de'})
```

Listing 2: importRDF Prozeduraufruf

6.4 API Gateway

Das API Gateway wird hier als Proxy verwendet, mit dessen Hilfe HTTP Requests an Lambda Funktionen weiter gereicht werden. Die Lambda Funktionen wiederum rufen innerhalb eines virtuellen Netzwerks eine Datenbankabfrage für die EC2 Neo4j Instanz auf. Die URL für diese Instanz ist nur innerhalb des Virtuellen Netzwerks erreichbar, und ist somit für die Anwendung vor dem Proxy verborgen. Innerhalb der Lambda Funktion kann dann mit den berechneten Daten ein Response Objekt erstellt werden und an den Aufrufer der API zurückgesendet werden.

6.5 Serverless

Mit den Amazon Web Diensten können serverlose Anwendungen geschrieben werden, die es dem Entwickler ermöglichen sich auf den Kern der Applikation, den Quellcode zu konzentrieren ohne sich Gedanken über Ressourcen und Kapazitäten zu machen. Bereits in der Entwurfsphase konnte fest gestellt werden, dass die Komplexität der Anwendung im weniger Programmieraufwand, sondern im finden und implementieren von Algorithmen liegt. Dennoch ist das Bereitstellen von einigen Ressourcen wie einer Laufzeitumgebung und einer API notwendig um anderen Anwendungen über das Internet das Ausführen des Codes mit Parametern zu ermöglichen. Dabei spielt es keine Rolle wieviele Anwendungen auf gleichzeitig auf die API zugreifen, die Rechenkapazität werden automatisch angepasst. Draus ergibt sich ein weiterer Vorteil für Entwickler und Betreiber. Code der nicht ausgeführt wird verbraucht keine Ressourcen, und wird von Ressourcen Dienstleister auch nicht in Rechnung gestellt. Der geringe Overhead, die geringen Betriebskosten und die geringe Komplexität der zu entwickelnden Anwendungen laden daher dazu ein, den serverlosen Ansatz zu wählen. Automatisches Kapazitäts Management Only Pay what you use

6.5.1 AWS Lambda

Lambda bietet die Möglichkeit Code auszuführen ohne die nötigen Ressourcen managen zu müssen. Lambda ist Ereignis gesteuert, was bedeutet der Code wird als Reaktion auf ein Ereignis ausgeführt.

6.5.2 Serverless Framework

Das Serverless Framework ist ein Kommandozeilen Tool, und wurde zur Unterstützung des Entwicklungs und Deployment Prozess von serverlosen Anwendungen entwickelt. Der Quellcode zur Datenverarbeitung in den Lambda Funktionen kann mit diesem Framework nicht nur lokal getestet werden, sondern kann auch direkt mit API Gateway verknüpft werden. Alle wichtigen Parameter wie Umgebungsvariablen zb. Zugangsdaten, URLs und Endpunkte, werden in einer Konfigurationsdatei eingetragen. Über die Kommandozeile kann die Lambda Funktion aufgerufen werden, sowohl lokal als auch auf dem Stage System. Ein Problem was nun an den Tag tritt ist die lokale Nichtverfügbarkeit von Diensten die nur in der Cloud existieren. Nimmt man zb. Änderungen im Code der Lambda Funktion vor und möchte diese testen, muss der Code zunächst neu deployt werden bevor neue Anfragen an die API gesendet werden können. Dieser Prozess braucht Zeit und verlängert den Entwicklungsprozess. Besser wäre es eine lokale simulierte API zur Verfügung zu haben mit welcher sich die Änderungen im Quell Code der Lambda Funktion direkt testen lassen. Dieses Feature wird über Plugins des *Serverless Frameworks* zur Verfügung gestellt.

API implementieren Was ist Api Gateway? Welche Vorteile bietet API Gateway

6.6 Architektur im Überblick

Nachdem nun alle Komponenten eingerichtet sind erfolgt das Implementieren der Algorithmen und Datenbankabfragen. Als Laufzeitumgebung für die Lambda Funktionen wird Node.js in der Version 6.10 gewählt. Für die Anbindung an die Neo4j wird die *neo4j-driver* Bibliothek geladen. Damit lässt sich zunächst für den gesamten Scope der Lambda Funktion der Datenbanktreiber der *neo4j* Klasse instanzieren. Wird nun beim ausführen des Codes durch Lambda wird die *Handler* Funktion aufgerufen, kann für den jeweiligen Handler eine neue Session geöffnet werden und ein String für die Datenbankabfrage, inklusive Parameter geformt werden. Ist die Abfrage beendet wird die Callback Funktion aufgerufen und ein Response Objekt erstellt, welches das Ergebnis der Datenbankabfrage im JSON String Format enthält.

Die Im Entwurf beschriebene Kern Komponente für Die Datenbankanbindung, die Ein uns Ausgabe von Daten und die Implementierung von Algorithmen, soll nun Lambda Funktionen in einer Node.js Laufzeitumgebung implementiert werden. Als erstes wird eine Instanz des Datenbanktreibers erzeugt welche von mehreren Handlern be-

nutzt werden kann. Für jede Anforderung der Engine, soll ein eigener Handler implementiert werden, der genau dann ausgeführt wird wenn ein HTTP Request auf dem zu dem Handler gehörenden Pfad aufgerufen wird. Parameter aus dem Query String, oder Daten die mittels POST übermittelt werden können aus dem *event* Objekt gelesen werden.

Innerhalb des Handlers wird ein *session* Objekt erzeugt, welches Die Verbindung zur Datenbank herstellt und über diese auch die Abfragen an die Datenbank erfolgen. Dazu wird die *run* Methode auf dem Objekt aufgerufen und der Querystring und Queryparameter übergeben. Es wird ein Promises erzeugt, auf welchem eine Callbackfunktion aufgerufen wird sobald die Abfrage alle Ergebnisse geliefert hat. Aus dem Resultset kann ein Objekt erzeugt werden welches mit der *callback* Funktion des Lambda Handlers an den Aufrufer, in diesem Fall die API zurück gegeben wird.

Mit dem folgenden Handler wird ein Node *n* über ein eindeutiges Attribut wie einer Id oder eines IRI in der Datenbank abgefragt und an die API zurückgeliefert.

```
1   'use strict';
2
3   var neo4j = require('neo4j-driver').v1;
4
5   var driver = neo4j.driver("bolt://" + process.env.NEO4J_URL, neo4j.auth.
      basic("user", "password"));
6   module.exports.getNode = function(event, context, callback) {
7     var session = driver.session();
8     session
9     .run('MATCH (n:{queryParam}) return n;', {queryParam: event.
      queryStringParameters.label})
10    .then(function (result) {
11      result.records.forEach(function (record) {
12        callback(null, {
13          statusCode: 200,
14          body: JSON.stringify({
15            message: record,
16            input: event,
17          }),
18        });
19      });
20      session.close();
21      driver.close();
22    })
23    .catch(function (error) {
24      console.log(error);
25    });
26  };
```

Listing 3: Lambda Handler Funktion

6.7 Deployment mit dem Serverless Framework

Beim Erzeugen eines neuen Projektes mit dem Serverless Framework, wird neben einem leeren Handler auch eine Konfigurationsdatei mit dem Namen `serverless.yml` erzeugt. In dieser werden neben der Route die die Funktion auslöst auch die Art der HTTP Methoden eingetragen.

```
functions: getNode: handler: handler.getNode events: - http: path: node method: get
```

Die notwendigen Paketabhängigkeiten für die Datenbankanbindung an Neo4j werden mit `npm install` in den `node_modules` Ordner geladen. Über das Serverless Kommandozeilen Programm

6.8 Algorithmen und Metriken

7 Ausblick

8 Fazit

Abbildung 3: Beispiel einer Bildbeschreibung¹



Abbildung 4: Beschreibung

Abbildung 4 [S.24]

Überschrift 1	Überschrift 2
Info 1	Info 2
Info 3	Info 4

```
1  /* generate TagCloud */
2  Cloud cloud = new Cloud();
3  cloud.setMaxWeight(_maxSizeOfText);
4  cloud.setMinWeight(_minSizeOfText);
5  cloud.setTagCase(Case.LOWER);
6
7  /* evaluate context and find additional stopwords */
8  String query = getContextQuery(_context);
9  List<String> contextStoplist = new ArrayList<String>();
10 contextStoplist = getStopwordsFromDB(query);
11
12 /* append context stoplist */
```

¹Bildquelle: Beispielquelle


```

13 while(contextStoplist != null && !contextStoplist.isEmpty())
14     _stoplist.add(contextStoplist.remove(0));
15
16 /* add cloud filters */
17 if (_stoplist != null) {
18     DictionaryFilter df = new DictionaryFilter(_stoplist);
19     cloud.addInputFilter(df);
20 }
21 /* remove empty tags */
22 NonNullFilter<Tag> nnf = new NonNullFilter<Tag>();
23 cloud.addInputFilter(nnf);
24
25 /* set minimum tag length */
26 MinLengthFilter mlf = new MinLengthFilter(_minTagLength);
27 cloud.addInputFilter(mlf);
28
29 /* add taglist to tagcloud */
30 cloud.addText(_taglist);
31
32 /* set number of shown tags */
33 cloud.setMaxTagsToDisplay(_tagsToDisplay);

```

Listing 4: Das Listing zeigt Java Quellcode

Die Zuordnung aller möglichen Werte, welche eine Zufallsvariable annehmen kann nennt man *Verteilungsfunktion* von X .

Die Funktion $F: \mathbb{R} \rightarrow [0,1]$ mit $F(t) = P(X \leq t)$ heißt Verteilungsfunktion von X .²

Für eine stetige ABC $X: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ heißt eine integrierbare, nichtnegative reelle Funktion $w: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ mit $F(x) = P(X \leq x) = \int_{-\infty}^x w(t)dt$ die *Dichte* oder *Wahrscheinlichkeitsdichte* der Zufallsvariablen X .³

²Konen, vgl. [?] [S.55]

³Konen, vgl. [?] [S.56]

Literaturverzeichnis

- [Ade] ADECCO: *Arbeitsmarkt: Stellenangebote in Deutschland 2016 nach Berufsgruppen / Statistik*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/693192/umfrage/offene-stellenangebote-in-deutschland-nach-berufsgruppen/>
- [all] *Expanding Education and Workforce Opportunities Through Digital Badges*. <http://all4ed.org/reports-factsheets/expanding-education-and-workforce-opportunities-through-digital-badges/>
- [Ana17] ANADIOTIS, George: *Graph databases and RDF: It's a family affair*. <http://www.zdnet.com/article/graph-databases-and-rdf-its-a-family-affair/>. Version: May 2017
- [bib17] *Definition und Kontextualisierung des Kompetenzbegriffes*. <https://www.bibb.de/de/8570.php>. Version: Jun 2017
- [Dor14] DORN, Jürgen: Elektronische Abzeichen zur Unterstützung von informalem Lernen. In: *Informatik-Spektrum* 37 (2014), Nr. 4, 329–332. <http://dx.doi.org/10.1007/s00287-014-0796-2>. – DOI 10.1007/s00287-014-0796-2. – ISSN 1432-122X
- [gro16] *MovieLens*. <https://grouplens.org/datasets/movielens/>. Version: Oct 2016
- [HKRS07] HITZLER, Pascal ; KRÖTZSCH, Markus ; RUDOLPH, Sebastian ; SURE, York: *Semantic Web - Grundlagen*. 1. Aufl. Berlin Heidelberg New York : Springer-Verlag, 2007. – ISBN 978-3-540-33994-6
- [Lop17] LOPEZ, Benjamin: *Entwicklung und Evaluation eines e-Kompetenz-Verzeichnisses mit REST-API und eines automatisierten Crawlers zur Datensammlung*. 2017
- [neo] *Neo4j Graph Database Sandbox - Get Started with Graphs*. <https://neo4j.com/sandbox-v2/>. – kein direkte Link zur Instanz. Diese wird erst nach einem Login nur temporär erzeugt. Die Url sieht dann etwa wie folgt aus: <https://xx-x-x-x-xxxxxx.neo4jsandbox.com/>
- [omd] *OMDb API*. <http://www.omdbapi.com/>
- [RRSK10] RICCI, Francesco ; ROKACH, Lior ; SHAPIRA, Bracha ; KANTOR, Paul B.: *Recommender Systems Handbook* -. 2011. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer Science und Business Media, 2010. – ISBN 978-0-387-85820-3
- [RWE15a] ROBINSON, Ian ; WEBBER, Jim ; EIFREM, Emil: *Graph Databases - New Opportunities for Connected Data*. Sebastopol : "O'Reilly Media, Inc.", 2015. – ISBN 978-1-491-93086-1
- [RWE15b] ROBINSON, Ian ; WEBBER, Jim ; EIFREM, Emil: *Graph Databases Ian Robinson; Jim Webber; Emil Eifrem*. O'Reilly and Associates, 2015

Anhang

Eidesstattliche Erklärung

Eidesstattliche Erklärung zur <-Arbeit>

Ich versichere, die von mir vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst zu haben. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer entnommen sind, habe ich als entnommen kenntlich gemacht. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit benutzt habe, sind angegeben. Die Arbeit hat mit gleichem Inhalt bzw. in wesentlichen Teilen noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Unterschrift :

Ort, Datum :

