



HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT Wien 3, Rennweg
IT & Mechatronik

HTL Rennweg :: Rennweg 89b
A-1030 Wien :: Tel +43 1 24215-10 :: Fax DW 18

Diplomarbeit

Capentory Digitalisierung der Schulinventur

ausgeführt an der
Höheren Abteilung für Informationstechnologie/Ausbildungsschwerpunkt
Netzwerktechnik
der Höheren Technischen Lehranstalt Wien 3 Rennweg

im Schuljahr 2019/2020

durch

Josip Domazet
Mathias Möller
Hannes Weiss

unter der Anleitung von

DI Clemens Kussbach
DI August Hörandl

Wien, 8. März 2020

Kurzfassung

Aktuell ist eine Inventur an der HTL Rennweg überaus mühsam, da es dafür dreier separater Listen bedarf. Die erste Liste stammt direkt aus dem SAP-System und beinhaltet infolgedessen Informationen über alle Gegenstände in der Organisation. Diese Liste wird fortan als „Primäre Liste“ bezeichnet. Das SAP-System ist eine Datenbank, die durch gesetzliche Vorgaben von unserer Schule verwendet werden muss.

Bei der zweiten und dritten Liste handelt es sich um interne Listen, die sich auf die IT-bezogenen Gegenstände in der Organisation beschränken. Diese Listen werden fortan als „Sekundäre Liste“ bzw. „Tertiäre Liste“ bezeichnet. Logisch betrachtet handelt es sich bei der sekundären und tertiären Liste um eine Teilmenge der primären Liste. Allerdings sind diese Listen nicht synchron zueinander und führen daher zahlreiche Komplikationen herbei. Das vorliegende Projekt soll die Schulinventarisierung erheblich erleichtern, indem es die erwähnten Listen sinnvoll vereint.

Außerdem soll der Inventurvorgang selbst durch eine mobile Android-Applikation vereinfacht werden. Ausgedruckte Listen, die bisher dafür zum Einsatz kommen, sollen durch unsere Applikation ersetzt werden. Durch das Scannen von Barcodes können Gegenstände auf der App validiert werden - mit dem angenehmen Nebeneffekt, dass der Inventurvorgang massiv beschleunigt wird. Die Barcodes werden vom SAP-System für jeden Gegenstand generiert und sind in Form eines Aufklebers an den Gegenständen angebracht. Da alle Änderungen protokolliert werden, ist ein genauer Verlauf und damit eine genaue Zuordenbarkeit zu im Serversystem registrierten Benutzern möglich.

Abstract

The current inventory process at our institution is extremely tedious due to the fact that three independent lists serve as data source for all items. The first list originates from the SAP-System and therefore, contains information about all items in our organization. Henceforth, this list will be labeled as „Primary Source“. The SAP-System is a database that our school is required to use by law.

The second and third lists are unofficial lists for internal usage that are limited to the IT-related items at our organization. Henceforth, these lists will be labeled as „Secondary Source“ and „Tertiary Source“ respectively. From a logical point of view, the secondary and tertiary sources are a subset of the primary source. However, these sources are not in sync with each other and are thus, the cause of countless complications. The aim of this diploma thesis is to simplify the inventory process tremendously by unifying said sources in a reasonable manner.

Furthermore, the current inventory process itself is to be simplified by an mobile Android app. Currently used printed lists are to be replaced by said app. By scanning barcodes one can validate items on the application - with the pleasant side effect of speeding up the inventory process considerably. Mentioned barcodes are provided for each item by the SAP-System and are physically attached to the items as stickers. Due to the fact that all changes are being logged, there is an exact history and accountability to users that are registered in the server system.

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die individuelle Themenstellung selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Wien, am 8. März 2020

Josip Domazet

Mathias Möller

Hannes Weiss

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	xi
----------------------------	-----------

Abbildungsverzeichnis	xiii
------------------------------	-------------

1	Ziele	1
1.1	Nativ vs. Web	1
1.2	Begründung: Native App	2
1.2.1	Auswahl der nativen Technologie	2
1.3	Einführung zu nativem Java	4
1.3.1	Single-Activity-App	4
1.3.2	Seperation of Concerns	4
2	Einführung in die Server-Architektur	7
2.1	Django und Ralph	7
2.1.1	Begründung der Wahl von Django und Ralph	8
2.2	Kurzfassung der Funktionsweise von Django und Ralph	8
2.2.1	Datenbank-Verbindung, Pakete und Tabellen-Definition	8
2.2.2	Administration über das Webinterface	9
2.2.3	API und DRF	10
2.2.4	Views	11
2.2.5	Datenbankabfragen	11
2.3	Designgrundlagen	12
3	Die 2 Erweiterungsmodule des Serversystems	13
3.1	Das "Capentory" Modul	13
3.1.1	Das HTLItem Modell	13
3.1.2	Das HTLRoom Modell	16
3.1.3	Das HTLItemType Modell	17
3.1.4	Datenimport	18
3.1.5	Datenexport	21
3.2	Das "Stocktaking" Modul	22
3.2.1	Das Stocktaking Modell	22
3.2.2	Das StocktakingUserActions Modell	24
3.2.3	Das StocktakingRoomValidation Modell	24
3.2.4	Das StocktakingItem Modell	24
3.2.5	Änderungsvorschläge	25
3.2.6	Die Client-Schnittstelle	26

3.2.7 Pull-Request	40
4 Einführung in die Infrastruktur	41
4.1 Technische Umsetzung: Infrastruktur	41
4.1.1 Anschaffung des Servers	41
4.1.2 Wahl des Betriebssystems	42
4.1.3 Installation des Betriebssystems	43
4.1.4 Konfiguration der Netzwerkschnittstellen	44
4.1.5 Installation der notwendigen Applikationen	45
4.1.6 Produktivbetrieb der Applikation	49
4.1.7 Absicherung der virtuellen Maschine	55
4.1.8 Überwachung des Netzwerks	57
4.1.9 Verfassen einer Serverdokumentation	60
5 Planung	61
A Anhang 1	63
Literaturverzeichnis	67

Tabellenverzeichnis

kann
entfal-
len falls
(fast) leer

Abbildungsverzeichnis

3.1 Das automatisch generierte Klassendiagramm der Modelle des "Stocktaking" Moduls.	23
4.1 Netzwerkplan	45
4.2 Funktionsweise von uWSGI	51
4.3 Datenbanksystem mit Docker	53
4.4 Aufruf des Servers über HTTPS	54
4.5 Ergänzter Netzwerkplan	57
4.6 Die definierten Hosts der Diplomarbeit	58
4.7 Der heruntergefahrte Produktivserver	58
4.8 Die überwachten Services	59
4.9 Die überwachten Services	59

1 Ziele

Das erste Kapitel stellt die Ziele der DA (inkl. individuelle Ziele aller Mitarbeiter) dar.

Ignore
this con-
tent for
now

Mögliche Gliederung (nach [47])

- Einleitung
- Zielsetzung und Aufgabenstellung des Gesamtprojekts
- individuelle Zielsetzung und Aufgabenstellung mit Terminplan der einzelnen Teammitglieder
- Grundlagen und Methoden (Ist-Situation, Lösungsansätze, konkrete Vorgehensweise)
- Bearbeitung der Aufgabenstellung (technische Beschreibungen, Berechnungen)
- Ergebnisse (Ergebnisdarstellung, kritische Gegenüberstellung mit der Zielsetzung und der gewählten Vorgehensweise)

Wie im vorherigen Kapitel angesprochen, ist das Ziel der Diplomarbeit, eine App zu entwickeln, mit der man in der Lage ist, eine Inventur durchzuführen. Doch wieso eine App und wieso überhaupt Android? Um diese Frage zu klären, muss man zwischen zwei Begriffen unterscheiden [30]:

- Native App
- Web-App

1.1 Nativ vs. Web

Unter einer nativen App versteht man eine App, die für ein bestimmtes Betriebssystem geschrieben wurde [5]. Die Definition ist allerdings nicht ganz eindeutig, da Frameworks wie Flutter und Xamarin nativer Funktionalität sehr nahekommen, obwohl sie mehrere verschiedene Betriebssysteme unterstützen. Eine Web-App hingegen basiert auf HTML

und wird per Browser aufgerufen. Sie stellt nichts anderes als eine für mobile Geräte optimierte Website da.

Am Markt zeichnet sich in letzter Zeit ein klarer Trend ab – native Apps sterben allmählich aus [3] und werden durch mobile Webseiten ersetzt. Das ist dadurch erklärbar, dass mobile Webseiten immer funktionsreicher werden. Mittlerweile haben Web-Apps nur noch geringfügig weniger Möglichkeiten als native Apps. Aus wirtschaftlicher Betrachtungsweise amortisieren sich Web-Apps de facto um einiges schneller und sind auch dementsprechend lukrativer.

1.2 Begründung: Native App

Das Projektteam hat sich dennoch für eine native App entschieden. Um diese Entscheidung nachvollziehen zu können, ist ein tieferer Einblick in den gegebenen Use-Case erforderlich.

Das Ziel ist es nicht, möglichst viele Downloads im Play Store zu erzielen oder etwaige Marketingmaßnahmen zu setzen. Es soll stattdessen mit den gegebenen Ressourcen eine Inventurlösung entwickelt werden, die die bestmögliche Lösung für unsere Schule darstellt. Eine native App wird eine Web-App immer hinsichtlich Qualität und User Experience klar übertreffen. Im vorliegenden Fall wäre es sicherlich möglich, eine Inventur mittels Web-App durchzuführen, allerdings würde diese vor allem in den Bereichen Performanz und Verlässlichkeit Mängel aufweisen. Diese zwei Bereiche stellen genau die zwei Problembereiche da, die es mit der vorliegenden Gesamtlösung bestmöglich zu optimieren gilt. Des Weiteren bieten sich native Apps ebenfalls für komplexe Projekte an, da Web-Apps aktuell noch nicht in der Lage sind, komplexe Aufgabenstellungen mit vergleichbar geringem Aufwand zu inkorporieren. Ein typisches Beispiel für eine Web-App stellt eine mobile Website einer Tageszeitung (eventuell auch mit Kommentaren, Bewertungssystemen etc.) da. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte wurde also der Entschluss gefasst, eine native Applikation zu entwickeln, da diese ein insgesamt besseres Produkt darstellen wird. Es sei gesagt, dass es auch Hybride Apps gibt. Diese sind jedoch einer nativen App in denselben Aspekten wie eine Web-App klar unterlegen.

1.2.1 Auswahl der nativen Technologie

Nun gilt es zu klären, warum die App für natives Android (in Java) entwickelt wurde. Folgende nativen Alternativen galt es abzuwägen:

- Flutter [31]
- Xamarin [48]

- Native IOS
- Native Android (Java/Kotlin)

Flutter ist ein von Google entwickeltes Framework, dass eine gemeinsame Codebasis für Android und IOS anbietet. Eine gemeinsame Codebasis wird oftmals unter dem Begriff *cross-platform* zusammengefasst und bedeutet, dass man eine mit Flutter entwickelte native App sowohl mit Android-Geräten als auch mit IOS-Geräten verwenden kann. Flutter ist eine relativ neue Plattform – das erste stabile Release wurde erst im Dezember 2018 veröffentlicht [29]. Außerdem verwendet Flutter die Programmiersprache *Dart*, die Java ähnelt. Diese Umstände sind ein Segen und Fluch zugleich. Flutter wird in Zukunft sicherlich weiterhin an Popularität zulegen, allerdings ist die Anzahl an verfügbarer Dokumentation für das junge Flutter im Vergleich zu den anderen Optionen immer noch weitaus geringer. Xamarin ähnelt Flutter in den soeben aufgezählten Aspekten stark. Es ist ebenfalls ein cross-platform Framework, das jedoch in C# geschrieben wird.

Native IOS wird nur der Vollständigkeit Halber aufgelistet, stellte allerdings zu keinem Zeitpunkt eine wirkliche Alternative da, weil IOS-Geräte einige Eigenschaften besitzen, die für eine Inventur nicht optimal sind (Sprichwort: Akkukapazität). Außerdem haben in etwa nur 20% aller Geräte [2] IOS als Betriebssystem und die Entwicklung einer IOS-App wird durch strenge Voraussetzungen äußerst unattraktiv gemacht. So kann man beispielsweise nur auf einem Apple-Gerät IOS-Apps entwickeln. All dies hat zum Entschluss geführt, IOS aus dem Spiel zu lassen und uns auf Android zu fokussieren.

1.2.1.1 Begründung: Natives Android (Java)

Die Entscheidung ist schlussendlich auf natives Android (Java) gefallen. Es mag zwar vielleicht nicht die innovativste Entscheidung sein, stellt aber aus folgenden Gründen die bewährteste und risikoloseste Option da:

- Natives Android ist eine allbekannte und weit etablierte Lösung. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Unterstützung durch Google eingestellt wird, ist also äußerst gering.
- Die App wird in den nächsten Jahren immer noch am Stand der Technik sein.
- Natives Android hat mit großem Abstand die größte Dokumentation.
- An der Schule wird Java unterrichtet. Das macht somit eventuelle Modifikationen nach Projektabschluss durch andere Schüler viel einfacher möglich.
- Dadurch, dass Kotlin erst seit 2019 [34] offiziell die von Google bevorzugte Sprache ist, sind die meisten Tutorials immer noch in Java.
- Sehr viele Unternehmen haben viele aktive Java-Entwickler. Dadurch wird die App attraktiver, da die Unternehmensmitarbeiter (von z.B. allegro) keine neue Sprache lernen müssen, um Anpassungen durchzuführen.
- Das Projektteam hat im Rahmen eines Praktikums bereits Erfahrungen mit nativem Java gesammelt.

Schlussendlich muss noch die Frage der unterstützten Android-Versionen geklärt werden. Das minimale API-Level der App ist 21 - auch bekannt als Android 5.0 'Lollipop'. Android 4.0 hat sehr viele nützliche Libraries hervorgebracht. So zum Beispiel die *Mobile Vision API* von Google, dank derer man in der Lage ist, Barcodes in akzeptabler Zeit mit der Kamera des Geräts zu scannen. Die Wahl ist auf 5.0 gefallen, da somit ein Puffer zur Verfügung steht und in etwa 90% aller Android-Geräte ohnehin auf 5.0 oder einer neueren Version laufen [1].

1.3 Einführung zu nativem Java

Um eine Basis für die folgenden Kapitel zu schaffen, werden hier die Basics der Android-Entwicklung mit nativem Java näher beschrieben. Das Layout einer App wird in XML Files gespeichert, währenddessen das wirkliche Programmieren mit Java erfolgt.

1.3.1 Single-Activity-App

Als Einstiegspunkt in eine App dient eine sogenannte *Activity*. Eine Activity ist eine normale Java-Klasse, der durch Vererbung UI-Funktionen verlieht werden.

Bis vor kurzem war es üblich, dass eine App mehrere Activities hat. Das wird bei den Benutzern dadurch bemerkbar, dass die App z.B. bei einem Tastendruck ein weiteres Fenster öffnet, das das bisherige überdeckt. Das neue Fenster ist eine eigene Activity. Google hat sich nun offiziell für sogenannte Single-Activities ausgesprochen [32]. Das heißt, dass es nur eine Activity und mehrere *Fragments* gibt. Ein Fragment ist eine Teilmenge des UIs bzw. einer Activity. Anstatt jetzt beim Tastendruck eine neue Activity zu starten, wird einfach das aktuelle Fragment ausgetauscht. Dadurch, dass keine neuen Fenster geöffnet werden, ist die User Experience (UX) um ein Vielfaches besser – die Performanz leidet nur minimal darunter. Die vorliegende App ist aus diesen Gründen ebenfalls eine Single-Activity-App.

1.3.2 Seperation of Concerns

In Android ist es eine äußerst schlechte Idee, sämtliche Logik in einer Activity oder einem Fragment zu implementieren. Das softwaretechnische Prinzip *Seperation of Concerns (SoP)* hat unter Android einen besonderen Stellenwert. Dieses Prinzip beschreibt im Wesentlichen, dass eine Klasse nur einer Aufgabe dienen sollte. Falls eine Klasse mehrere Aufgaben erfüllt, so gilt es diese auf mehrere logische Komponenten aufzuteilen. Beispiel: Eine Activity hat immer die Verantwortung, die Kommunikation zwischen UI und Benutzer abzuwickeln. Bad Practice wäre es, wenn jene Activity

ebenfalls dafür verantwortlich ist, Daten von einem Server abzurufen. Das Prinzip verfolgt das Ziel, die *God Activity Architecture (GAA)* möglichst zu vermeiden [4]. Eine God-Activity ist unter Android eine Activity, die die komplette Business-Logic beinhaltet und SoP in jeglicher Hinsicht widerspricht. God-Activities gilt es dringlichst zu vermeiden, da sie folgende Nachteile mit sich bringen:

- Refactoring wird kompliziert
- Wartung und Dokumentierung wird äußerst schwierig
- Automatisiertes Testing (z.B. Unit-Testing) wird nahezu unmöglich gemacht
- Größere Bug-Anfälligkeit
- Im Bezug auf Android gibt es oftmals massive Probleme mit dem *Lifecycle* einer Activity - da eine Activity und ihre Daten schnell vernichtet werden können (z.B. wenn der Benutzer sein Gerät rotiert und das Gerät den Bildschirmmodus wechselt)

God-Activities sind ein typisches Beispiel für Spaghetticode. Es bedarf also einer wohlüberlegten und strukturierten Architektur, um diese Probleme zu unterbinden. Im nächsten Kapitel wird dementsprechend die Architektur der App im Detail erklärt.

2 Einführung in die Server-Architektur

Die Inventur- sowie Gegenstandsdaten der HTL Rennweg sollen an einem zentralen Ort verwaltet und geführt werden. Der für diesen Zweck entwickelte Server muss also folgende Anforderungen erfüllen:

- eine einfache Datenbankverwaltung und -verbindung
- das Führen einer Historie aller Zustände der Inventar-Gegenstände
- eine Grundlage für eine Web-Administrationsoberfläche
- die Möglichkeit für Datenimport und -export, etwa als *.xlsx* Datei
- eine Grundlage für die Kommunikation mit der Client-Applikation
- hohe Stabilität und Verfügbarkeit

Angesichts der Programmiersprachen, auf die das Projektteam spezialisiert ist, stehen als Backend-Lösung vier *Frameworks* zur öffentlichen Verfügung, zwischen denen gewählt wurde:

- Django [36]
- Pyramid [43]
- Web2Py [44]
- Flask [41]

Alle genannten Alternativen sind *Frameworks* der Programmiersprache Python. Gewählt wurde “Django” aufgrund einer bestehenden und frei verfügbaren Inventarverwaltungsplattform “Ralph” [45], die auf Django aufbaut und durch die vorliegende Diplomarbeit hinreichend erweitert wird.

2.1 Django und Ralph

Django ist ein in der Programmiersprache Python geschriebenes Webserver-*Framework*. Ralph ist eine auf dem Django-*Framework* basierende *DCIM* und *CMDB* Softwarelösung. Haupteinsatzgebiet dieser Software sind vor allem Rechenzentren mit hoher Komplexität, die externe Verwaltungsplattformen benötigen. Zusätzlich können aber

auch herkömmliche Inventardaten von IT-spezifischen Gegenständen in die Ralph-Plattform aufgenommen werden.

Ralph wurde von der polnischen Softwarefirma “Allegro” entwickelt und ist unter der Apache 2.0 Lizenz öffentlich verfügbar. Dies ermöglicht auch Veränderungen und Erweiterungen. Zu Demonstrationszwecken bietet Allegro eine öffentlich nutzbare Demo-Version [9] von Ralph an.

Die vorliegende Diplomarbeit bietet eine Erweiterung des Ralph-Systems.

2.1.1 Begründung der Wahl von Django und Ralph

Django bietet eine weit verbreitete Open-Source Lösung für die Entwicklung von Web-Diensten. Bekannte Webseiten, die auf Django basieren sind u.a. Instagram, Mozilla, Pinterest und Open Stack. [6] Django zeichnet sich besonders durch die sog. “*Batteries included*” Mentalität aus. Das heißt, dass Django bereits die gängigsten *Features* eines Webserver-Backends standardmäßig innehat. Diese sind (im Vergleich zu Alternativen wie etwa “Flask”) u.a.:

- Authentifikation und Autorisierung, sowie eine damit verbundene Benutzerverwaltung
- Schutz vor gängigen Attacken (wie *SQL-Injections* oder *CSRF* [46]), siehe Abschnitt “Views”

Zusätzlich bietet Ralph bereits einige *Features*, die die grundlegende Führung und Verwaltung eines herkömmlichen Inventars unterstützen (beispielsweise eine Suchfunktion mit automatischer Textvervollständigung).

2.2 Kurzfassung der Funktionsweise von Django und Ralph

Im folgenden Kapitel wird die Funktionsweise des Django-*Frameworks*, sowie Ralph beschrieben. Ziel dieses Kapitels ist es, eine Wissensbasis für die darauffolgenden Kapitel zu schaffen.

2.2.1 Datenbank-Verbindung, Pakete und Tabellen-Definition

Folgende Datenbank-Typen werden von Django unterstützt:

- PostgreSQL
- MariaDB
- MySQL
- Oracle
- SQLite

Die Konfiguration der Datenbank-Verbindung geschieht unter Standard-Django in der Datei `settings.py`, unter Ralph in der jeweiligen Datei im Verzeichnis `settings`. Eine detaillierte Anleitung zur Verbindung mit einer Datenbank ist in der offiziellen Django-Dokumentation [12] zu finden.

Die verschiedenen Funktionsbereiche des Servers sind in Pakete bzw. Module gegliedert. Jedes Paket ist ein Ordner, der verschiedene Dateien und Unterordner beinhalten kann. Die Dateinamen-Nomenklatur eines Packets ist normiert.[?] Der Name eines Packets wird fortan “App-Label” genannt. Standardmäßig ist dieser Name erster Bestandteil einer *URL* zu einer beliebigen graphischen Administrationsoberfläche des Packets. Pakete werden durch einen Eintrag in die Variable `INSTALLED_APPS` innerhalb der o.a. Einstellungsdatei registriert. Beispiele sind die beiden durch die vorliegende Diplomarbeit registrierten Pakete `"ralph.capentory"` und `"ralph.stocktaking"`

Ist ein Python-Paket erfolgreich registriert, können in der Datei `models.py` Datenbank-Tabellen als python Klassen¹ definiert werden. Diese Klassen werden fortan als “Modell” bezeichnet. Tabellenattribute werden als Attribute dieser Klassen definiert und sind jeweils Instanzen der Klasse `Field`[13]². Datenbankeinträge können demnach als Instanzen der Modellklassen betrachtet und behandelt werden. Standardmäßig besitzt jedes Modell ein Attribut `id`, welches als *primärer Schlüssel* dient. Der Wert des `id` Attributs ist unter allen Instanzen eines Modells einzigartig. Die Anpassung dieses Attributs wird in der offiziellen Django-Dokumentation genauer behandelt. [13]

Jedes Modell benötigt eine innere Klasse `Meta`. Sie beschreibt die *Metadaten* der Modellklasse. Dazu gehört vor allem der von Benutzern lesbare Name des Modells `verbose_name`. [16]

2.2.2 Administration über das Webinterface

Um die Administration von Modelldaten über das Webinterface des Servers zu ermöglichen, werden grundsätzlich zwei Ansichten der Daten benötigt: Eine Listenansicht aller Datensätze und eine Detailansicht einzelner Datensätze.

Die Listenansicht aller Datensätze eines Modells wird in der Datei `admin.py` als

¹ erbend von der Superklasse `Model`[13]

² oder davon erbende Klassen

Subklasse von `ModelAdmin`³ definiert. Attribute dieser Klasse beeinflussen das Aussehen und die Funktionsweise der Weboberfläche. Durch das Setzen von `list_display` werden beispielsweise die in der Liste anzuzeigenden Attribute definiert.

Die Detailansicht einzelner Datensätze wird grundsätzlich durch die `ModelAdmin` Klasse automatisch generiert, kann aber durch Setzen dessen `form` Attributs auf eine eigens definierte *Subklasse* von `ModelForm`⁴ angepasst werden. Diese Klassen werden in der Datei `forms.py` definiert und besitzen, ähnlich der `Model` Klasse, auch eine innere Klasse `Meta`.

Um die `ModelAdmin` *Subklassen* über eine *URL* erreichbar zu machen, müssen diese registriert werden. Dies geschieht durch den `register` *Dekorator*. Dieser Dekorator akzeptiert die zu registrierende Modellklasse, die zu dem `ModelAdmin` gehört, als Parameter. Die Listenansicht einer registrierten `ModelAdmin` Subklasse ist standardmäßig unter der *URL*

```
/<App-Label>/<Modell-Name>/
```

erreichbar, die Detailansicht einer Modellinstanz unter der *URL*

```
/<App-Label>/<Modell-Name>/<Modellinstanz-ID>/
```

. Die Dokumentation der Administrationsfeatures von Django ist auf der offiziellen Dokumentationswebseite von Django [10] zu finden.

2.2.3 API und DRF

Um Daten außerhalb der graphischen Administrationsoberfläche zu bearbeiten, wird eine *API* benötigt. Eine besondere und weit verbreitete Form einer API ist eine *REST-API* [33], die unter Django durch das integrierte *DRF* implementiert wird.[42] API Definitionen werden unter Django in einem Paket in der Datei `api.py` getätigt.

Um den API-Zugriff auf ein Modell zu ermöglichen werden üblicherweise eine `APIView`⁵ *Subklasse* und eine `Serializer`⁶ *Subklasse* definiert. `APIView` Klassen sind zuständig für das Abarbeiten von Anfragen mithilfe einer `Serializer` Klasse, die die Daten aus der Datenbank repräsentiert und in das gewünschte Format konvertiert. Durch `APIView` Klassen werden Berechtigungen und sonstige Attribute definiert, die sich

³ Unter Ralph steht hierfür die Klasse `RalphAdmin` zur Verfügung.[37]

⁴ Unter Ralph steht hierfür die Klasse `RalphAdminForm` zur Verfügung.

⁵ Unter Ralph steht hierfür die Klasse `RalphAPISerializer` zur Verfügung. [38]

⁶ Unter Ralph steht hierfür die Klasse `RalphAPIViewSet` zur Verfügung. [38]

auf das wahrgenommene Erscheinungsbild des Servers auf einen Client auswirken. Beispiel dafür ist die Art der *Paginierung* [42]. Die erstellten **APIView** Klassen können dann mithilfe einer **Router**⁷ Instanz registriert werden. Anleitungen zur Erstellung dieser API-Klassen sind auf der offiziellen Webseite des DRF [42] und der offiziellen Ralph-Dokumentationsseite [38] zu finden.

2.2.4 Views

Schnittstellen, die keiner der beiden o.a. Kategorien zugeordnet werden können, werden in der Datei `views.py` definiert. Bei diesen *generischen* Schnittstellen handelt es sich entweder um *Subklassen* der Klasse **View**⁸ [14] oder vereinzelte Methoden mit einem **request**⁹ Parameter. [23] Diese Schnittstellen werden fortan Views genannt.

Soll ein View als Antwort auf eine Anfrage HTML-Daten liefern, so sollte dazu ein *Template* verwendet werden. Mithilfe von Templates können Daten, die etwa durch Datenbankabfrage entstehen, zu einer HTML Antwort aufbereitet werden. Besonders ist hierbei die zusätzlich zu HTML verfügbare Django-Template-*Syntax* [21]. Damit können HTML Elemente auf den Input-Daten basierend dynamisch generiert werden. So stehen beispielsweise **if** Statements direkt in der Definition des Templates zur Verfügung. Die Benutzung von Templates schützt standardmäßig gegen Attacken, wie *SQL-Injections* oder *CSRF* [46] und gilt daher als besonders sicher. Durch das Diplomarbeitsteam wurden weitere Möglichkeiten zur Sicherung des Serversystems [19] implementiert und alle Sicherheitsempfehlungen der Entwickler von Django [19] eingehalten.

Da reguläre Views nicht automatisch registriert werden, müssen sie manuell bekanntgegeben werden. Dies geschieht durch einen Eintrag in die Variable `urlpatterns` in der Datei `urls.py`. [22]

2.2.5 Datenbankabfragen

Datenbankabfragen werden in Django durch **Queryset**-Objekte getätigt. Das Definieren eines **Queryset**-Objekts löst nicht sofort eine Datenbankabfrage aus. Erst, wenn Werte aus einem **Queryset**-Objekt gelesen werden, wird eine Datenbankabfrage ausgelöst. So kann ein **Queryset**-Objekt beliebig oft verändert werden, bevor davon ausgelesen wird. Ein Beispiel hierfür ist das Anwenden der `filter()` Methode.

⁷ Unter Ralph steht hierfür die globale **RalphRouter** Instanz **router** zur Verfügung. [38]

⁸ die ebenfalls Superklasse der Klasse **APIView** ist

⁹ zu Deutsch: Anfrage; entspricht den empfangenen Daten

In dem folgenden Code-Auszug¹⁰ werden aus dem Modell `Entry` bestimmte Einträge gefiltert:

```
# Erstelle ein Queryset aller Entry-Objekte,
# dessen Attribut "headline" mit "What" beginnt.
q = Entry.objects.filter(headline__startswith="What")

# Filtere aus dem erstellten Queryset alle Entry-Objekte,
# dessen Attribut "pub_date" kleiner oder gleich
# dem aktuellen Datum ist.
q = q.filter(pub_date__lte=datetime.date.today())

# Schließe aus dem erstellten Queryset alle Entry-Objekte,
# dessen Attribut "body_text" den Text "food" beinhaltet, aus.
q = q.exclude(body_text__icontains="food")

# Ausgabe des erstellten Querysets.
# Erst hier kommt es zu der ersten Datenbankabfrage!
print(q)
```

Weitere Beispiele und Methoden sind der offiziellen Django-Dokumentation zu entnehmen. [17]

2.3 Designgrundlagen

Designgrundlagen für Django-Entwickler sind auf der offiziellen Dokumentationsseite von Django [35] abrufbar. Die Erweiterung von Django durch die vorliegende Diplomarbeit wurde anhand dieser Grundlagen entwickelt.

Das Konzept des Mixins wird von der Ralph-Plattform besonders häufig genutzt. Mixins sind Klassen, die anderen von ihnen erbenenden Klassen bestimmte Attribute und Methoden hinzufügen. Manche Mixins setzen implizit voraus, dass die davon erbenenden Klassen ebenfalls von bestimmten anderen Klassen erben. Beispiel ist die Klasse `AdminAbsoluteUrlMixin`, die eine Methode `get_absolute_url` zur Verfügung stellt. Diese Methode liefert die *URL*, die zu der Detailansicht der Modelinstanz führt, die die Methode aufruft. Voraussetzung für das Erben einer Klasse von `AdminAbsoluteUrlMixin` ist daher, dass sie ebenfalls von der Klasse `Model` erbt.

¹⁰ entnommen aus der offiziellen Django Dokumentation [17]

3 Die 2 Erweiterungsmodule des Serversystems

Die vorliegende Diplomarbeit erweitert das “Ralph” System um 2 Module. Dabei handelt es sich um die beiden Pakete “Capentory” und “Stocktaking”. Das Paket “Capentory” behandelt die Führung der Inventardaten und wurde speziell an die Inventardaten der HTL Rennweg angepasst. Das Paket “Stocktaking” ermöglicht die Verwaltung der durch die mobile Applikation durchgeführten Inventuren. Dazu zählen Aufgaben wie das Erstellen der Inventuren, das Einsehen von Inventurberichten oder das Anwenden der aufgetretenen Änderungen.

Dieses Kapitel beschreibt die grundlegende Funktionsweise der beiden Module. Eine Anleitung zur Bedienung der *Weboberfläche* ist dem Handbuch zum Server zu entnehmen.

3.1 Das “Capentory” Modul

Das “Capentory” Modul beherbergt 3 wichtige Modelle:

1. HTLItem
2. HTLRoom
3. HTLItemType

Die wichtigsten Eigenschaften der Modelle und damit verbundenen Funktionsweisen werden in diesem Unterkapitel beschrieben.

3.1.1 Das HTLItem Modell

Das HTLItem-Modell repräsentiert die Gegenstandsdaten des Inventars der HTL Rennweg. Es sind typische Merkmale aus dem *SAP ERP* System vertreten. Die Attribute *anlage*, *asset_subnumber* und *company_code* werden direkt aus dem *SAP ERP* System übernommen.

3.1.1.1 Die wichtigsten Attribute

Zu den wichtigsten Attributen des `HTLItem` Modells zählen u.a.:

- `anlage` und `asset_subnumber`: Diese Attribute bilden den Barcode eines Gegenstandes.
- `barcode_prio`: Wenn dieses Attribut gesetzt ist, überschreibt es den durch die Attribute `anlage` und `asset_subnumber` entstandenen Barcode.
- `anlagenbeschreibung`: Dieses Attribut repräsentiert die aus dem *SAP ERP* System entnommene Gegenstandsbeschreibung und kann nur durch den Import von Daten direkt aus dem *SAP ERP* System geändert werden.
- `anlagenbeschreibung_prio`: Dieses Attribut dient als interne Gegenstandsbeschreibung, die auch ohne einen Import aus dem *SAP ERP* System geändert werden kann.
- `room`: Dieses Attribut referenziert auf ein `HTLRoom` Objekt, in dem sich ein `HTLItem` Objekt befindet.
- `is_in_sap`: Der Wert dieses *Boolean*-Attributs ist *Wahr*, wenn der `HTLItem`-Datensatz aus dem *SAP ERP* System importiert wurde. Umgekehrt ist der Wert dieses Attributes *Falsch*, wenn der `HTLItem`-Datensatz aus einer anderen Quelle entstanden ist. Ein manuell hinzugefügter `HTLItem`-Datensatz hat für dieses Attribut den Wert *Falsch*.
- `item_type`: Dieses Attribut referenziert auf das `HTLItemType` Objekt, das einem `HTLItem` Objekts zugeordnet ist. Es repräsentiert die Gegenstandskategorie eines `HTLItem` Objekts.

3.1.1.2 Einzigartigkeit von `HTLItem` Objekten

Bezüglich der Einzigartigkeit von `HTLItem` Objekten gelten einige Bestimmungen.

Sind die Attribute `anlage`, `asset_subnumber` und `company_code` je mit einem nicht-leeren Wert befüllt, so repräsentieren sie ein `HTLItem` Objekt eindeutig. Es dürfen keine 2 `HTLItem` Objekte denselben Wert dieser Attribute haben. Um diese Bedingung erfüllen zu können muss eine eigens angepasste Validierungslogik implementiert werden. Standardverfahren wäre in diesem Anwendungsfall, die Metavariablen `unique_together` [16] anzupassen:

```
unique_together = [["anlage", "asset_subnumber", "company_code"]]
```

Dieses Verfahren erfüllt nicht die geforderte Bedingung nur in der Theorie. Praktisch werden leere Werte von Attributen dieser Art nicht als `None` (Python) bzw. `null` (MySQL), sondern als Leerstrings `""` gespeichert. Um diese Werte ebenfalls von der

Regel auszuschließen, muss die `validate_unique()`¹ Methode [15] überschrieben werden.

Ist das `barcode_prio` Attribut eines `HTLItem` Objekts gesetzt, darf dessen Wert nicht mit jenem eines anderen `HTLItem` Objekts übereinstimmen. Standardverfahren wäre in diesem Anwendungsfall das Setzen des `unique` Parameters des Attributes auf den Wert `True`. Da dieses Verfahren ebenfalls das o.a. Problem aufwirft, muss die Logik stattdessen in die `validate_unique()` Methode aufgenommen werden. Zusätzlich darf der Wert des `barcode_prio` Attributs nicht mit dem aus den beiden Attributen `anlage` und `asset_subnumber` generierten Barcode übereinstimmen. Um diese Bedingung zu erfüllen kann nur die `validate_unique()` Methode herbeigezogen werden.

3.1.1.3 Änderungsverlauf

Besonders für das `HTLItem` Modell ist es von besonderer Wichtigkeit, ein Objekt auf den Zustand vor einer unbeabsichtigten Änderung zurücksetzen und gelöschte Objekte wiederherstellen zu können. Durch das bereits in Ralph inkludierte Paket `django-reversion` können die aktuellen Zustände von Datenbankobjekten gesichert werden, um später darauf zugreifen zu können. [26] Das Paket bietet die Funktion, der graphischen Administrationsoberfläche entsprechende Funktionen zur Wiederherstellung oder Zurücksetzung einzelner Objekte hinzuzufügen.

Um einen Gegenstand zu entinventarisieren, kann er gelöscht werden. Referenzen auf den gelöschten Gegenstand, die durch eine Inventur entstehen, bleiben in einem ungültigen Zustand erhalten. Der gelöschte Gegenstand kann zu einem späteren Zeitpunkt vollständig wiederhergestellt werden. Die Referenzen auf den wiederhergestellten Gegenstand werden damit wieder gültig.

3.1.1.4 Speichern von Bildern und Anhängen

Die in Ralph verfügbare Klasse `AttachmentsMixin` wird verwendet, um Instanzen der Modellklasse `HTLItem` über dessen graphische Administrationsoberfläche diverse Anhänge zuzuordnen. Ein Anhang ist eine ordinäre Datei, die auf den Server hochgeladen werden kann. Alle hochgeladenen Dateien werden vor dem Speichern anhand deren *Hash-Werten* verglichen. Ist eine Datei mit dem *Hash-Wert* einer hochgeladenen Datei bereits vorhanden, wird die Datei nicht erneut gespeichert und ein Verweis auf die vorhandene Datei wird erstellt.

¹ Eine Methode einer Modell-Klasse, die unter Normalzuständen immer vor dem Speichern eines Objekts des Modells aufgerufen wird. Wirft sie einen Fehler auf, kann das Objekt nicht gespeichert werden.

3.1.2 Das HTLRoom Modell

Das HTLRoom-Modell repräsentiert die Raumdaten der HTL Rennweg. Es sind typische Merkmale aus dem *SAP ERP* System vertreten. Die Attribute `room_number`, `main_inv` und `location` werden direkt aus dem *SAP ERP* System übernommen.

3.1.2.1 Die wichtigsten Attribute

Zu den wichtigsten Attributen des HTLRoom Modells zählen u.a.:

- `room_number`: Dieses Attribut bildet den Barcode eines Raumes.
- `barcode_override`: Wenn dieses Attribut gesetzt ist, überschreibt es den durch das Attribut `room_number` gebildeten Barcode.
- `internal_room_number`: Dieses Attribut repräsentiert die schulinterne Raumnummer und ist somit von den Daten aus dem *SAP ERP* System unabhängig.
- `is_in_sap`: Der Wert dieses *Boolean*-Attributs ist **Wahr**, wenn der HTLRoom-Datensatz einen aus dem *SAP ERP* System vorhandenen Raum repräsentiert.
- `children`: Mit dieser Beziehung können einem übergeordneten HTLRoom Objekt mehrere HTLRoom Objekte untergeordnet werden. Anwendungsfall für dieses Attribut ist die Definition von Schränken oder Serverracks, die je einem übergeordneten Raum zugeteilt sind, selbst aber eigenständige Räume repräsentieren.
- `type`: Dieses Attribut spezifiziert die Art eines HTLRoom Objekts. So kann ein HTLRoom Objekt einen ganzen Raum oder auch nur einen Kasten in einem übergeordneten Raum repräsentieren.
- `item`: Dieses Attribut kann gesetzt werden, um ein HTLRoom Objekt durch ein HTLItem Objekt zu repräsentieren. Anwendungsbeispiel ist ein Schrank, der sowohl als HTLRoom Objekt als auch als HTLItem Objekt definiert ist. Sind die beiden Objekte durch das `item` Attribut verbunden, ist der Barcode des HTLRoom Objekts automatisch jener des HTLItem Objekts.

3.1.2.2 Einzigartigkeit von HTLRoom Objekten

Bezüglich der Einzigartigkeit von HTLRoom Objekten gelten ähnliche Bestimmungen wie zu jener von HTLItem Objekten.

Die Attribute `room_number`, `main_inv` und `location` sind gemeinsam einzigartig. Leere Werte sind von dieser Regel ausgeschlossen. Gleichzeitig darf der Wert des `barcode_override` Attribut nicht mit dem Wert des `room_number` Attributes eines anderen HTLRoom Objekts übereinstimmen und vice versa. Beide Bedingungen müssen

wie im Falle des `HTLItem` Modells durch Überschreiben der `validate_unique()`² Methode [15] implementiert werden.

3.1.2.3 Subräume

Wie im Abschnitt “Die wichtigsten Attribute” festgehalten, können einem `HTLRoom` Objekt mehrere `HTLRoom` Objekte untergeordnet werden. Diese untergeordneten Räume werden “Subräume” genannt. Bei “Subräumen” handelt es sich beispielsweise um einen Kasten, der als eigenständiger Raum in einem ihm übergeordneten Raum steht. Logisch betrachtet ist der Kasten auch nur ein Raum, in dem sich Gegenstände befinden. Ob der Raum ein Klassenraum oder ein Kasten in einem Klassenraum ist, hat keine logischen Auswirkungen auf seine Eigenschaften als “Standort von Gegenständen”.

Um eine valide Hierarchie beizubehalten, muss diese Beziehung bei jedem Speicherprozess eines `HTLRoom` Objekts überprüft werden. Das geschieht durch die Methode `clean_children()`, die beim Speichern durch die graphische Administrationsoberfläche automatisch aufgerufen wird. Bei Speichervorgängen, die nicht direkt durch die Administrationsoberfläche initiiert werden³, muss `clean_children()` manuell aufgerufen werden.

3.1.3 Das HTLItemType Modell

Das `HTLItemType` Modell repräsentiert Kategorien von Gegenständen. Das Modell besteht aus 2 Eigenschaften. Die Eigenschaft `item_type` beschreibt ein `HTLItemType` kurz, die Eigenschaft `description` bietet Platz für Kommentare.

Durch das Setzen eines `HTLItemType` Objekts für ein `HTLItem` Objekt durch seine Eigenschaft `item_type` werden dem `HTLItem` Objekt alle *Custom-Fields* des `HTLItemType` Objekts zugewiesen. Anwendungsbeispiel ist das Setzen eines *Custom-Fields* namens “Anzahl Ports” für den `HTLItemType` namens “Switch”. Jedes `HTLItem` Objekt mit dem `item_type` “Switch” hat nun ein *Custom-Field* namens “Anzahl Ports”.

Das für *Custom-Fields* erforderliche Mixin (siehe Abschnitt “Designgrundlagen”) `WithCustomFieldsMixin` bietet die Funktionalität der `custom_fields_inheritance`. Sie ermöglicht das Erben von allen *Custom-Field* Werten eines bestimmten Objekts an ein anderes. Diese Funktion macht sich das `HTLItem` Modell zunutze. Um beim Speichern automatisch vom `HTLItemType` Objekt unabhängige *Custom-Field* Werte zu erstellen, die sofort vom Benutzer bearbeitet werden können, muss der Speicherlogik

² Eine Methode einer Modell-Klasse, die unter Normalzuständen immer vor dem Speichern eines Objekts des Modells aufgerufen wird. Wirft sie einen Fehler auf, kann das Objekt nicht gespeichert werden.

³ etwa das automatisierte Speichern beim Datenimport

eine Funktion hinzugefügt werden. Dazu wird eine `@receiver` Funktion genutzt, die automatisch bei jedem Speichervorgang eines `HTLItemType` oder `HTLItem` Objekts aufgerufen wird:

```
@receiver(post_save, sender=HTLItemType)
def populate_htlitem_custom_field_values(sender, instance, **kwargs):
    populate_inheritants_custom_field_values(instance)

@receiver(post_save, sender=HTLItem)
def populate_htlitemtype_custom_field_values(sender, instance, **kwargs):
    populate_with_parents_custom_field_values(instance)
```

Die beiden angeführten Funktionen werden je beim Aufkommen eines `post_save` Signals [20] ausgeführt, dessen `sender` ein `HTLItemType` oder `HTLItem` ist. Die Funktionen rufen jeweils eine weitere Funktion auf, welche die *Custom-Fields* entsprechend aggregiert.

3.1.4 Datenimport

Um die Gegenstands- und Raumdaten des Inventars der HTL Rennweg in das erstellte System importieren zu können, muss dessen standardmäßig verfügbare Importfunktion entsprechend erweitert werden. Dazu sind 4 spezielle Importverhalten notwendig.

Implementiert wird das Importverhalten nicht innerhalb der entsprechenden Modellklasse, sondern in dessen verknüpften `ModelAdmin` Klasse. Durch das Attribut `resource_class` wird spezifiziert, durch welche Python-Klasse die Daten importiert werden. Um für ein einziges Modell mehrere `resource_class` Einträge zu setzen, müssen mehrere `ModelAdmin` Klassen für Proxy-Modelle [13] des eigentlichen Modells definiert werden. Ein Proxy-Modell eines Modells verweist auf dieselbe Tabelle in der Datenbank, kann aber programmiertechnisch als unabhängiges Modell betrachtet werden. Die Daten, die durch das Proxy-Modell ausgelesen oder eingefügt werden entsprechen exakt jenen des eigentlichen Modells.

```
# Definition eines Proxy-Modells zu dem Modell "HTLItem"
class HTLItemSecondaryImportProxy(HTLItem):
    class Meta:
        proxy = True

# Diese Datenbankabfragen liefern beide dasselbe Ergebnis:
print(HTLItem.objects.all())
print(HTLItemSecondaryImportProxy.objects.all())

# Für das Proxy-Modell kann eine ModelAdmin-Klasse definiert werden.
```



```
# Diese bekommt eine eigene "resource_class".
@register(HTLItemSecondaryImportProxy)
class HTLItemSecondaryImportProxyAdmin(HTLItemSecondaryImportMixin, RalphAdmin):
    resource_class = HTLItemSecodaryResource
```

Das Importverhalten wird in der Klasse, die in das Attribut `resource_class` eingetragen wird, programmiertechnisch festgelegt. Es werden alle Zeilen der zu importierenden Datei nacheinander abgearbeitet. Bei sehr großen Datenmengen oder aufwändigem Importverhalten kann es zu Performanceverlusten kommen. Da nahezu jedes durch das Diplomarbeitsteam erstellte Importverhalten die zu importierenden Daten überprüfen oder anderweitig speziell behandeln muss, kann es hier besonders zu Performanceengpässen kommen. Beispielsweise muss beim Import von Daten aus dem *SAP ERP* System auch geprüft werden, ob der Raum eines Gegenstandes existiert. Die oft sehr großen Datenmengen, die aus dem *SAP ERP* System importiert werden müssen, sorgen ebenfalls für Performanceverluste.

Die in den zu importierenden Dateien vorhandenen Überschriften werden vor dem Importprozess auf Modelleigenschaften abgebildet. Manche Werte der zu importierenden Datensätze müssen in Werte gewandelt werden, die in der Datenbank gespeichert werden können. In der Datei `import_settings.py` sind diese Abbildungen bzw. Umwandlungen als “*Aliases*” deklariert. In dem folgenden Beispiel werden die Überschriften “Erstes Attribut” und “Zweites Attribut” auf die zwei Modelleigenschaften `field_1` und `field_2` abgebildet. Importierte Werte für “Zweites Attribut” werden von den Zeichenketten “Ja” und “Nein” auf die *Boolean*-Werte `True` und `False` übersetzt.

```
# Beispielhafte Definition von Aliases für einen Import
ALIASES_HTLITEM = {
    "field_1": (["Erstes Attribut"], {
        }),
    "field_2": (["Zweites Attribut"], {
        "Ja": True,
        "Nein": False
    }),
}
```

Der Datenimport wird immer zweimal durchlaufen. Zuerst werden die importierten Daten zwar generiert, aber nicht gespeichert und dem Benutzer nur zur Validierung vorgelegt. Nach einer Bestätigung des Benutzers werden die Daten ein weiteres Mal von Neuem generiert und gespeichert.

Details über das Format einer zu importierenden Quelldatei sind dem Handbuch zum Server zu entnehmen.

3.1.4.1 Import aus dem SAP ERP System

Die Daten aus dem *SAP ERP* System der Schule können in ein gängiges Datenformat exportiert werden. Das üblich gewählte Format ist eine Excel-Tabelle (Dateiendung “.xlsx”).

Die aus dem *SAP ERP* System exportierten Daten haben grundsätzlich immer volle Gültigkeit. Bereits im “Capentory” System vorhandene Daten werden überschrieben.

Zu importierende Datensätze werden anhand der Werte “BuKr”, “Anlage” und “UNr.” aus der Quelldatei verglichen. Diese Werte werden auf die `HTLItem` Modellattribute `company_code`, `anlage` und `asset_subnumber` abgebildet. Zusätzlich wird auch das `barcode_prio` Attribut mit dem zusammengeführten Wert der “Anlage” und “UNr.” Felder ⁴ der Quelldatei verglichen. Stimmt ein `HTLItem` Datensatz aus dem “Capentory” System mit einem zu importierenden Datensatz aufgrund einer der beiden verglichenen Wertepaare überein, wird dieser damit assoziiert und überschrieben.

Vor dem Verarbeiten der Daten des `HTLItem` Objekts werden die Daten des zugehörigen `HTLRoom` Objekts verarbeitet. Es wird nach einem existierenden `HTLRoom` Objekt mit einem übereinstimmenden `room_number` Attribut⁵ gesucht. Sollten mehrere `HTLRoom` Objekte übereinstimmen⁶, wird jener mit übereinstimmenden `main_inv` und `location` Attributen ⁷ ausgewählt. Ein gefundenes `HTLRoom` Objekt wird mit dem importierten `HTLItem` Objekt verknüpft. Sollte kein `HTLRoom` Objekt gefunden werden, wird es mit den entsprechenden Werten erstellt. In beiden Fällen wird das `is_in_sap` *Boolean*-Attribut des `HTLRoom` Objekts gesetzt.

Es gibt eine Ausnahme der absoluten Gültigkeit der Daten aus dem *SAP ERP* System. Stimmt das gefundene `HTLRoom` Objekt nicht mit jenem aktuell verknüpften `HTLRoom` Objekt eines `HTLItem` Objekts überein, wird es grundsätzlich aktualisiert. Sollte das aktuell verknüpfte `HTLRoom` Objekt ein “Subraum” des gefundenen Objekts sein, wird dieses nicht aktualisiert. So wird verhindert, dass Gegenstände durch den Import aus einem Subraum in den übergeordneten Raum wandern. In dem *SAP ERP* System existieren die “Subräume” grundsätzlich nicht.

3.1.4.2 Import aus sekundärer und tertiärer Quelle

Bei der sekundären und tertiären Quelle handelt es sich um schulinterne Inventarlisten. Beide Quellen enthalten Informationen über den Raum, in dem sich ein bestimmter Gegenstand befindet. Die sekundäre Quelle enthält Informationen über die Kategorie

⁴ Diese Felder repräsentieren den Barcode eines `HTLItem` Objekts.

⁵ Das “Raum” Feld der Quelldatei wird auf das `room_number` Attribut abgebildet.

⁶ Dieser Fall sollte bei einem einzigen Schulstandort nicht auftreten.

⁷ Die “Hauptinven” und “Standort” Felder der Quelldatei werden auf die `main_inv` und `location` Attribute abgebildet.

eines EDV-spezifischen Gegenstands. Die tertiäre Quelle enthält Informationen über “Subräume” und welche Gegenstände sich darin befinden.

Beide Quellen besitzen allerdings keine absolute Gültigkeit wie der Import aus dem *SAP ERP* System. Aus diesem Grund werden alle Änderungen von Eigenschaften eines `HTLItem` Objekts in Änderungsvorschläge einer Inventur ausgelagert und nicht direkt angewendet. Die Änderungen können zu einem späteren Zeitpunkt eingesehen, bearbeitet und schlussendlich angewendet werden. Grund für dieses spezielle Importverhalten ist die Vertrauenswürdigkeit der Informationen, die der sekundären bzw. tertiären Quelle entnommen werden. Die Listen haben offiziell kein einheitliches Format und können daher bei sofortigem Übernehmen der Änderungen zu ungewollten Fehlinformationen führen. Der Import einer sekundären oder tertiären Quelle kann wie eine eigenständige Inventur angesehen werden. Es können durch den Import auch neue `HTLItem` Objekte hinzugefügt werden, wenn ein Datensatz mit keinem bestehenden Objekt assoziiert werden kann.

Das Importverhalten für die sekundäre Quelle erstellt zusätzlich durch die Methode `get_or_create_item_type()` der Klasse `HTLItemSecodaryResource` definierte `HTLItemType` Objekte. Die erstellten `HTLItemType` Objekte werden den `HTLItem` Objekten indirekt über Änderungsvorschläge zugewiesen.

Die bereits erwähnten Informationen über “Subräume” der tertiären Quelle werden sofort auf die entsprechenden `HTLRoom` Objekte angewendet. Es bedarf keiner weiteren Bestätigung, um die “Subräume” zu erstellen und den übergeordneten `HTLRoom` Objekten zuzuweisen.

3.1.4.3 Import der Raumliste

Die Importfunktion der Raumliste dient zur Verlinkung von interner Raumnummer (`HTLRoom`-Attribut `internal_room_number`) und der Raumnummer im *SAP ERP* System (`HTLRoom`-Attribut `room_number`). Es werden dadurch bestehenden `HTLRoom` Objekten eine interne Raumnummer und eine Beschreibung zugewiesen, oder gänzlich neue `HTLRoom` Objekte anhand aller erhaltenen Informationen erstellt. Der Import geschieht direkt, ohne Auslagerung von Änderungen in Änderungsvorschläge.

3.1.5 Datenexport

Die Daten aller `HTLItem` Gegenstände, die aus dem *SAP ERP* System importiert wurden können unter spezieller Verarbeitung exportiert werden. Die exportierten Daten können in das *SAP ERP* System importiert werden und beinhalten u.a. Raumänderungen, die durch Inventuren aufgetreten sind. Bei der Verarbeitung der zu exportierenden Daten wird eine Funktion des `reversion` Pakets [26] genutzt. Diese Funktion besteht

darin, den Zustand eines Gegenstandes zum Zeitpunkt des letzten Imports aus dem *SAP ERP* System abzufragen. Es wird der Zustand zu dem angegebenen Zeitpunkt mit dem aktuellen Zustand verglichen. Anhand der erkannten Änderungen wird die Export-Datei erstellt. Weitere Informationen zum Datenexport sind dem Handbuch zum Server zu entnehmen.

3.2 Das “Stocktaking” Modul

Das “*Stocktaking*” Modul ermöglicht das Erstellen und Verwalten von Inventuren. Um das Datenbankmodell möglichst modular und übersichtlich zu gestalten, werden diverse Modelle miteinander hierarchisch verknüpft. Die oberste Ebene der Modellhierarchie bildet das **Stocktaking** Modell. In der Abbildung 3.1 ist die Hierarchie in Form eines Klassendiagramms abgebildet. Das Klassendiagramm wurde mithilfe der Erweiterungen `django_extensions` und `pygraphviz` erstellt. Folgendes Kommando wurde dafür aufgerufen [27]:

```
dev_ralph graph_models stocktaking \  
-X ItemSplitChangeProposal, MultipleValidationsChangeProposal, \  
  ValueChangeProposal, TimeStampMixin \  
-g -o stocktaking_klassendiagramm.png
```

Um die *Subklassen* der Klasse `ChangeProposalBase` auszublenden, wurden diese mit der Option `-X` exkludiert.

3.2.1 Das Stocktaking Modell

Eine Insanz des **Stocktaking** Modells repräsentiert eine Inventur.

3.2.1.1 Die wichtigsten Attribute

Zu den wichtigsten Attributen des **Stocktaking** Modells zählen u.a.:

- **name:** Durch dieses Attribut kann eine Inventur benannt werden. Dieser Name erscheint auf der mobilen Applikation oder dem Inventurbericht.
- **user:** Dieses Attribut referenziert einen Hauptverantwortlichen Benutzer einer Inventur.
- **date_started** und **time_started:** Diese Attribute sind Zeitstempel und werden automatisch auf den Zeitpunkt der Erstellung einer **Stocktaking** Instanz gesetzt. Eine Inventur beginnt zum Zeitpunkt ihrer Erstellung.

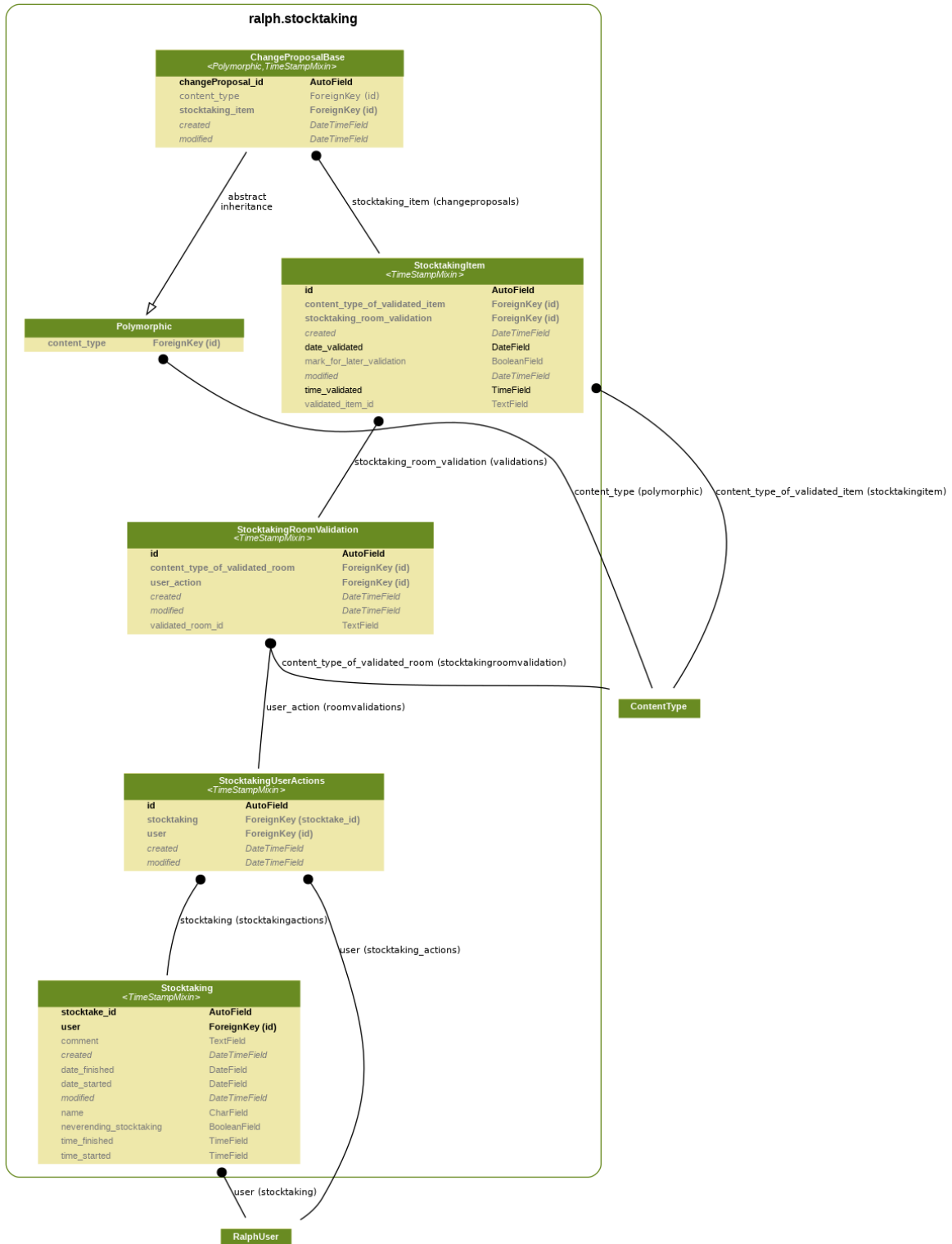


Abbildung 3.1: Das automatisch generierte Klassendiagramm der Modelle des "Stock-taking" Moduls.

- **date_finished** und **time_finished**: Diese Attribute sind Zeitstempel und werden gesetzt, wenn ein Administrator eine Inventur beenden möchte. Wenn beide Attribute mit einem Wert befüllt sind, werden keine über die mobile Applikation empfangene Validierungen verarbeitet. Der Zeitpunkt, der sich aus den beiden Attributen ergibt, darf nicht vor dem Zeitpunkt aus **date_started** und **time_started** liegen.
- **neverending_stocktaking**: Wenn dieses *Boolean* Attribut gesetzt ist, hat der Wert der **date_finished** und **time_finished** Attribute keine Bedeutung. Es werden alle Validierungen der mobilen Applikation verarbeitet. Ob in einem Raum bereits einmal validiert wurde oder die Inventur beendet ist, wird nicht mehr überprüft.

3.2.2 Das StocktakingUserActions Modell

Das **StocktakingUserActions** Modell ist die Verbindung zwischen einer Inventur und den Benutzern, die zu dieser Inventur beigetragen haben. Das Attribut **stocktaking** verlinkt je eine bestimmte **Stocktaking** Instanz. Das Attribut **user** verlinkt je eine bestimmte **RalphUser** Instanz, die einem angemeldeten Benutzer entspricht. Validierungen, die ein Benutzer während einer Inventur tätigt, sind mit der entsprechenden **StocktakingUserActions** Instanz verknüpft. Pro Inventur kann es nur eine **StocktakingUserActions** Instanz für einen bestimmten Benutzer geben. Diese Bedingung wird durch die **unique_together** Metavariablen [16] festgelegt:

```
unique_together = [["user", "stocktaking"]]
```

3.2.3 Das StocktakingRoomValidation Modell

Das **StocktakingRoomValidation** Modell ist die Verbindung zwischen einer **StocktakingUserActions** Instanz und einer bestimmten Raum-Instanz. Die Raum-Instanz kann dank der **GenericForeignKey** Funktionalität [11] von jedem beliebigen Modell stammen. In der Implementierung einer Client-Schnittstelle wird ein konkretes Modell spezifiziert. Zum Zweck der Inventur an der HTL Rennweg ist das **HTLRoom** Modell in der entsprechenden Client-Schnittstelle spezifiziert. Eine Instanz des **StocktakingRoomValidation** Modells repräsentiert das Validieren von Gegenständen in einem bestimmten Raum.

3.2.4 Das StocktakingItem Modell

Das **StocktakingItem** Modell repräsentiert die Validierung einer Gegenstands-Instanz während einer Inventur. Die Gegenstands-Instanz kann dank der **GenericForeignKey** Funktionalität [11] von jedem beliebigen Modell stammen. In der Implementierung einer Client-Schnittstelle wird ein konkretes Modell spezifiziert. Zum Zweck der Inventur an

der HTL Rennweg ist das `HTLItem` Modell in der entsprechenden Client-Schnittstelle spezifiziert. Durch die Beziehungen zu den Modellen `StocktakingRoomValidation` und dadurch zu `StocktakingUserActions` und `Stocktaking` ist erkennbar, in welchem Raum durch welchen Benutzer im Rahmen welcher Inventur ein Gegenstand validiert wurde. Durch das `ChangeProposalBase` Modell sind die Änderungsvorschläge einer Gegenstandsvalidierung verknüpft.

3.2.4.1 Die wichtigsten Attribute

Zu den wichtigsten Attributen des `StocktakingItem` Modells zählen u.a.:

- `date_validated` und `time_validated`: Diese Attribute bilden den Zeitstempel der Gegenstandsvalidierung. Durch die Client-Schnittstelle erstellten `StocktakingItem` Instanzen wird der Wert der aktuellen Systemzeit zum Zeitpunkt des Datenempfangs zugewiesen. Wird ein Gegenstand mehrmals validiert⁸, ist der Zeitstempel jener der jüngsten Validierung.
- `mark_for_later_validation`: Dieses *Boolean* Attribut dient zur erleichterten Verifikation der Validierungen durch einen Administrator. Ist das Attribut gesetzt, repräsentiert es eine unvertrauenswürdige Gegenstandsvalidierung. Das Attribut wird gesetzt, wenn der Benutzer durch die mobile Applikation angibt, sich bei einer Gegenstandsvalidierung nicht sicher zu sein und daher das “Später entscheiden” Feld setzt. Innerhalb des Inventur-Berichts werden `StocktakingItem` Instanzen, dessen `mark_for_later_validation` Attribut gesetzt ist, besonders markiert.

3.2.5 Änderungsvorschläge

Änderungsvorschläge beziehen sich auf eine bestimmte `StocktakingItem` Instanz. Ein Änderungsvorschlag ist eine Instanz einer *Subklasse* von `ChangeProposalBase`. Ein Änderungsvorschlag besagt, dass der aktuelle Zustand eines Datensatzes in der Datenbank nicht der Realität entspricht.

Um während einer Inventur nicht sofort jegliche erkannte Änderungen von Gegenstandseigenschaften anwenden zu müssen, werden sie in Änderungsvorschläge ausgelagert. So kann Fehlern, die während einer Inventur entstehen können, vorgebeugt werden. Dem Benutzer der mobilen Applikation wird dadurch Vertrauenswürdigkeit entzogen. Es ist die Aufgabe eines Administrators, Änderungsvorschläge als vertrauenswürdig einzustufen und diese tatsächlich anzuwenden.

⁸ Dieser Fall tritt bei Inventuren auf, dessen `neverending_stocktaking` Attribut gesetzt ist. So kann derselbe Gegenstand Monate nach der ersten Validierung erneut während derselben Inventur validiert werden.

Als Basis für Änderungsvorschläge dient die Klasse `ChangeProposalBase`. Sie beschreibt nicht, welche Änderung während einer Inventur festgestellt wurde. Sie erbt von der Klasse `Polymorphic`. Die Klasse `Polymorphic` ermöglicht die Vererbung von Modellklassen auf der Datenbankebene. So können alle *Subklassen* der Klassen `ChangeProposalBase` einheitlich betrachtet werden. Über die Verbindung von `StocktakingItem` zu `ChangeProposalBase` in der Abbildung 3.1 sind nicht nur alle verknüpften `ChangeProposalBase` Instanzen, sondern auch alle Instanzen der *Subklassen* von `ChangeProposalBase`, verbunden. Eine *Subklassen* von `ChangeProposalBase` beschreibt eine Änderung, die von einem Benutzer während einer Inventur festgestellt wurde. Es sind 4 *Subklassen* von `ChangeProposalBase` und damit 4 Arten von Änderungsvorschlägen implementiert:

1. `ValueChangeProposal`
2. `MultipleValidationsChangeProposal`
3. `ItemSplitChangeProposal`
4. `SAPExportChangeProposal`

Weitere Informationen über die Arten von Änderungsvorschlägen und deren Handhabung sind dem Handbuch zum Server zu entnehmen.

3.2.6 Die Client-Schnittstelle

Jede Art der Inventur benötigt eine eigene Client-Schnittstelle. Eine Art der Inventur unterscheidet sich von anderen durch das Gegenstands- und Raummodell, gegen welches inventarisiert wird. Ein Beispiel ist die Inventur für die Gegenstände der HTL Rennweg, durch die gegen die `HTLItem` und `HTLRoom` Modelle inventarisiert wird.

Um die Kommunikation zwischen Server und mobiler Client-Applikation für eine Art der Inventur zu ermöglichen, werden 2 `APIView` Klassen erstellt (siehe Kapitel 2 Abschnitt “Views”):

- Eine Klasse, die von der Klasse `BaseStocktakeItemView` erbt.
- Eine Klasse, die von der Klasse `BaseStocktakeRoomView` erbt.

In den *Subklassen* wird u.a. definiert, um welche Gegenstands- und Raummodelle es sich bei der Art der Inventur handelt. Die beiden vordefinierten Klassen `BaseStocktakeItemView` und `BaseStocktakeRoomView` wurden dazu konzipiert, möglichst wenig Anpassung für die Implementierung einer Art der Inventur zu benötigen. Um das Anpassungspotenzial allerdings nicht einzuschränken, sind die Funktionalitäten der Klassen möglichst modular. Eine Funktionalität wird durch eine Methode implementiert, die von den *Subklassen* angepasst werden kann. In dem unten angeführten Beispiel repräsentiert jede Methode eine Anpassung gegenüber dem von

BaseStocktakeItemView und BaseStocktakeRoomView definierten Standardverhalten.

Zu Demonstrationszwecken wurde eine voll funktionstüchtige Client-Schnittstelle für die Inventur des Gegenstandsmodells BackOfficeAsset und Raummodells Warehouse in weniger als 30 Code-Zeilen erstellt.

```
class BackOfficeAssetStocktakingView(StocktakingGETWithCustomFieldsMixin,
                                     ClientAttachmentsGETMixin,
                                     BaseStocktakeItemView):

    item_model = BackOfficeAsset
    pk_url_kwarg = None
    slug_url_kwarg = "barcode_final"
    slug_field = "barcode_final"

    display_fields = ("hostname", "status", "location", "price", "provider")
    extra_fields = (
        "custom_fields", "office_infrastructure", "depreciation_rate",
        "budget_info", "property_of", "start_usage"
    )
    explicit_readonly_fields = ("hostname", "price")

    def get_queryset(self, request=None, previous_room_validation=None):
        # annotate custom barcode as either "barcode" or "sn"
        return super(BackOfficeAssetStocktakingView, self).get_queryset(
            request=request, previous_room_validation=previous_room_validation
        ).annotate(
            barcode_final=Case(
                When(Q(barcode__isnull=True) | Q(barcode__exact=""),
                    then=F("sn")),
                default=F("barcode"), output_field=CharField())

    def get_room_for_item(self, item_object):
        return str(item_object.warehouse)

    def item_display_name_getter(self, item_object):
        return str(item_object)

    def item_barcode_getter(self, item_object):
        return str(
            item_object.barcode_final
        ) or "" if hasattr(
            item_object, "id"
        ) else ""
```

```
class WarehouseStocktakingView(StocktakingPOSTWithCustomFieldsMixin,
                                ClientAttachmentsPOSTMixin,
                                BaseStocktakeRoomView):

    room_model = Warehouse
    item_detail_view = BackOfficeAssetStocktakingView()

    item_room_field_name = "warehouse"
```

Die Modelle `BackOfficeAsset` und `Warehouse` sind in dem unveränderten “Ralph” System vorhanden.

Die Klassen `StocktakingGETWithCustomFieldsMixin`, `StocktakingPOSTWithCustomFieldsMixin`, `ClientAttachmentsGETMixin` und `ClientAttachmentsPOSTMixin` ermöglichen das Miteinbeziehen von *Custom-Fields* und Anhängen (siehe Abschnitt “Speichern von Bildern und Anhängen”). Weitere Informationen zu den Mixin-Klassen kann der im Source-Code enthaltenen Dokumentation entnommen werden.

3.2.6.1 Kommunikationsformat

Die Kommunikation zwischen Server und mobilem Client erfolgt über HTTP Abfragen. Das Datenformat wurde auf das JSON-Format [25] festgelegt. Grund dafür ist die weit verbreitete Unterstützung und relativ geringe Komplexität des Formats.

3.2.6.2 Modell-Voraussetzungen

Um eine Client-Schnittstelle für die Inventarisierung bestimmter Gegenstands- und der dazugehörigen Raummodelle zu implementieren, müssen diese bestimmte Voraussetzungen erfüllen. Die Voraussetzungen werden in diesem Abschnitt beschrieben.

Raum-Gegenstand-Verknüpfung Das Gegenstandsmodell muss ein Attribut der Klasse `ForeignKey` besitzen, das auf das Raummodell verweist. Der Name dieses Attributs wird in der Klasse, die von `BaseStocktakeRoomView` erbt, in dem Attribut `item_room_field_name` angegeben. Zusätzlich kann in der von `BaseStocktakeItemView` erbenden Klasse durch die `get_room_for_item()` Methode der Raum einer Gegenstandsinstanz als *String* zurückgegeben werden. Ein Implementierungsbeispiel ist in der o.a. Client-Schnittstelle zu finden.

String-Repräsentation Gegenstands- und Rauminstanzen müssen eine vom Menschen lesbare Repräsentation ermöglichen. Standardmäßig wird dazu die `__str__()` Methode der jeweiligen Instanz aufgerufen. Das Verhalten kann durch das Überschreiben der Methoden `item_display_name_getter()` (aus der Klasse `BaseStocktakeItemView`) und `room_display_name_getter()` (aus der Klasse `BaseStocktakeRoomView`) angepasst werden.

Barcode eines Gegenstandes Es muss für eine Instanz des Gegenstandsmodells ein Barcode generiert werden können. Diese Funktion wird in der Methode `item_barcode_getter()` der von `BaseStocktakeItemView` erbinden Klasse definiert. Um über den von der mobilen Applikation gescannten Barcode auf einen Gegenstand schließen zu können, müssen die Attribute `slug_url_kwarg` und `slug_field` auf den Namen eines Attributes gesetzt werden, das den Barcode eines Gegenstandes repräsentiert. Dieses Attribut muss für jeden Datensatz, der durch die `get_queryset()` Methode entsteht, vorhanden sein. In dem o.a. Beispiel wird dieses Attribut in der `get_queryset()` Methode durch `annotate()` [18] hinzugefügt.

3.2.6.3 Einbindung und Erreichbarkeit der APIView-Klassen

Um die für eine Art der Inventur implementierten Klassen über das *DRF* ansprechbar zu machen, werden diese in die Variable `urlpatterns` [22] eingebunden. Die Einbindung erfolgt beispielsweise in der Datei `api.py` eines beliebigen Pakets. Bei der Einbindung müssen den jeweiligen Schnittstellen zur späteren Verwendung interne Namen vergeben werden. Folgendes Implementierungsbeispiel bindet die oben definierten Klassen `BackOfficeAssetStocktakingView` und `WarehouseStocktakingView` ein:

```
urlpatterns = [
    url(
        r"^warehousesforstocktaking/(?:(?P<pk>[\w/]+)/)?$",
        WarehouseStocktakingView.as_view(),
        name="warehousesforstocktaking"),
    url(
        r"^backofficeassetsforstocktaking/(?:(?P<barcode_final>[\w/]+)/)?$",
        BackOfficeAssetStocktakingView.as_view(),
        name="backofficeassetsforstocktaking"),
]
```

Die Namen der Schnittstellen werden auf `"warehousesforstocktaking"` und `"backofficeassetsforstocktaking"` gesetzt. In der Einbindung der Klasse `BackOfficeAssetStocktakingView` wird definiert, dass der Name des Barcode-Attributes eines Gegenstandes `barcode_final` lautet. Das `barcode_final` Attribut

wird in der Definition von `BackOfficeAssetStocktakingView` hinzugefügt (siehe auch: Abschnitt “Barcode eines Gegenstandes”).

Die Klassen `BackOfficeAssetStocktakingView` und `WarehouseStocktakingView` sind dadurch über die *URLs* `/api/backofficeassetsforstocktaking/` und `/api/warehousesforstocktaking/` erreichbar.

Für die Implementierung der Inventur der HTL Rennweg wurden die *URLs* `/api/htlinventoryitems/` und `/api/htlinventoryrooms/` definiert.

3.2.6.4 Statische Ausgangspunkte

Der mobilen Client-Applikation müssen notwendige Informationen der dynamisch erweiterbaren Inventuren und Inventurarten über statisch festgelegte *URLs* mitgeteilt werden:

Verfügbare Inventuren Der mobilen Client-Applikation muss mitgeteilt werden, welche Inventuren zurzeit durchgeführt werden können. Für das Modell `Stocktaking` ist eine *API*-Schnittstelle implementiert (siehe Kapitel 2 Abschnitt “API und DRF”). Über diese Schnittstelle können durch folgende Abfrage-URL mittels eines HTTP GET-Requests [24] alle verfügbaren Inventuren und dessen einzigartige *IDs* abgefragt werden:

```
/api/stocktaking/?date_finished__isnull=True&time_finish_isnull=True&format=json
```

Durch `&format=json` wird festgelegt, dass der Server eine Antwort im JSON-Format [25] liefert. Die Antwort des Servers auf die o.a. Abfrage sieht beispielsweise wie folgt aus (Die Daten wurden zwecks Lesbarkeit auf die wesentlichsten Attribute gekürzt.):

```
[
  {
    "stocktake_id": 1,
    "name": "Inventur 1",
    "comment": "Diese Inventur endet nie!",
    "neverending_stocktaking": true,
  },
  {
    "stocktake_id": 2,
    "name": "Inventur 2",
    "comment": "",
    "neverending_stocktaking": false,
  }
]
```

```
    }
]
```

Laut der Antwort des Servers sind aktuell 2 Inventuren - "Inventur 1" und "Inventur 2" - verfügbar. Die mobile Client-Applikation benötigt den Wert des Attributs "stocktake_id", um bei späteren Abfragen festzulegen, welche Inventur von einem Benutzer ausgewählt wurde.

Verfügbare Arten der Inventur Der mobilen Client-Applikation muss mitgeteilt werden, welche Arten der Inventur verfügbar sind und über welche *URLs* die jeweiligen *APIView* Klassen ansprechbar sind. Unter der *URL* `/api/inventoryserializers/` werden je eine Beschreibung der Inventurart und die benötigten *URLs* ausgegeben. Bei korrekter Implementierung der Inventurarten für die Gegenstandsmodelle `HTLItem` und `BackOfficeAsset` liefert der Server folgende Antwort im JSON-Format [25]:

```
{
  "HTL": {
    "roomUrl": "/api/htlinventoryrooms/",
    "itemUrl": "/api/htlinventoryitems/",
    "description": "Inventur der HTL-Items"
  },
  "BackOfficeAsset-Inventur": {
    "roomUrl": "/api/warehousesforstocktaking/",
    "itemUrl": "/api/backofficeassetsforstocktaking/",
    "description": "Demonstrations-Inventur fuer BackOfficeAssets"
  }
}
```

Um eine Art der Inventur in diese Ausgabe miteinzubeziehen, muss in der Datei `api.py` des "stocktaking" Pakets die Variable `STOCKTAKING_SERIALIZER_VIEWS` entsprechend erweitert werden. Dazu wird der o.a. Name der Schnittstelle verwendet, wie er in der Variable `urlpatterns` gesetzt wurde. Die zu dem angeführten Beispiel gehörige `STOCKTAKING_SERIALIZER_VIEWS` Variable ist wie folgt definiert:

```
STOCKTAKING_SERIALIZER_VIEWS = {
    "HTL": (
        "htlinventoryrooms",
        "htlinventoryitems",
        "Inventur der HTL-Items"
    ),
    "BackOfficeAsset-Inventur": (
        "warehousesforstocktaking",
        "backofficeassetsforstocktaking",
        "Demonstrations-Inventur fuer BackOfficeAssets"
    )
}
```

```

    )
}

```

"BackOfficeAsset-Inventur" ist der Name der Inventurart für das Gegenstandsmodell BackOfficeAsset. "warehousesforstocktaking" ist der Name der Schnittstelle für die Klasse WarehouseStocktakingView. "backofficeassetsforstocktaking" ist der Name der Schnittstelle für die Klasse BackOfficeAssetStocktakingView. "Demonstrations-Inventur fuer BackOfficeAssets" ist eine Beschreibung der Inventurart.

3.2.6.5 JSON Schema

Die Daten, die durch die implementierten APIView Klassen gesendet oder empfangen werden, müssen einer bestimmten Struktur folgen. In diesem Abschnitt werden die durch die Klassen akzeptierten HTTP-Methoden [24] aufgezählt und deren JSON Schema anhand mehrerer Beispiele dargestellt. Die Beispiele können zwecks Lesbarkeit gekürzt sein. Gekürzte Bereiche werden mit [...] markiert.

BaseStocktakeItemView GET-Methode Die Klasse BaseStocktakeItemView akzeptiert 2 unterschiedliche Abfragen der GET-Methode.

Eine Abfrage über die *URL* ohne weitere Zusätze liefert eine Liste aller Gegenstände und deren Eigenschaften:

GET /api/htlinventoryitems/ liefert:

```

{
  "items": [{
    "itemID": 2,
    "displayName": "Tischlampe",
    "displayDescription": "",
    "barcode": "46010000",
    "room": "111 (Klassenraum)",
    "fields": {
      "anlagenbeschreibung": "Tischlampe",
      [...]
    },
    "attachments": []
  },
  [...]
]
}

```

Eine Abfrage über die *URL* mit Zusatz des Barcodes eines Gegenstandes liefert eine Liste aller Gegenstände mit dem entsprechenden Barcode und dessen Eigenschaften:

GET /api/htlinventoryitems/46010000/ liefert:

```
{
  "items": [{
    "itemID": 2,
    "displayName": "Tischlampe",
    "displayDescription": "",
    "barcode": "46010000",
    "room": "111 (Klassenraum)",
    "fields": {
      "anlagenbeschreibung": "Tischlampe",
      [...]
    },
    "attachments": []
  }]
}
```

BaseStocktakeItemView OPTIONS-Methode Der OPTIONS Request wird von der mobilen Client-Applikation benötigt, um ein Formular für Gegenstandsdaten zu erstellen. Dafür werden die Eigenschaften eines Gegenstandes nach Relevanz in "displayFields" (hohe Priorität; wichtige Eigenschaften) und "extraFields" (niedrige Priorität; unwichtige Eigenschaften) geteilt. Welche Eigenschaften welcher Kategorie zugeordnet werden ist in der Implementierung der *BaseStocktakeItemView Subklasse* durch die Variablen `display_fields` und `extra_fields` definiert. Jede Eigenschaft wird anhand folgender Kenngrößen beschrieben:

- "verboseFieldName": Eine vom Menschen lesbare Beschreibung der Eigenschaft.
- "readOnly": Dieses *Boolean* Feld ist `true`, wenn die Eigenschaft durch Eintragen in die `explicit_readonly_fields` Variable der *BaseStocktakeItemView Subklasse* als schreibgeschützt markiert wurde.
- "type": Dieses Feld gibt die Art der Eigenschaft an. Beispiele sind "string", "boolean", "integer", die jeweils eine Zeichenkette, *Boolean* oder ganzzahlige Nummer identifizieren. Besondere Eigenschaftsarten sind "choice" und "dict".
- "choices": Dieses Feld ist nur angeführt, wenn das "type" Feld den Wert "choice" hat. Es beinhaltet eine Liste aller möglichen Werte inkl. vom Menschen lesbare Repräsentation der Werte für die Eigenschaft.
- "fields": Dieses Feld ist nur angeführt, wenn das "type" Feld den Wert "dict" hat. Es beinhaltet eine Kollektion an Eigenschaften, je mit eigenen "verboseFieldName",

"readOnly" und "type" Feldern. Dadurch können Felder rekursiv verschachtelt werden. Ein Beispiel ist unten angeführt.

OPTIONS /api/htlinventoryitems/ liefert:

```
{
  "displayFields": {
    "anlagenbeschreibung_prio": {
      "verboseFieldName": "interne Gegenstandsbeschreibung",
      "readOnly": false,
      "type": "string"
    },
    "item_type": {
      "verboseFieldName": "Kategorie",
      "readOnly": false,
      "type": "choice",
      "choices": [
        {
          "value": null,
          "displayName": "--- kein Wert ---"
        },
        {
          "value": 1,
          "displayName": "IT-Infrastruktur"
        },
        [...]
      ]
    },
    "comment": {
      "verboseFieldName": "Anmerkung",
      "readOnly": false,
      "type": "string"
    },
    "label": {
      "verboseFieldName": "Gegenstand benötigt ein neues Etikett",
      "readOnly": false,
      "type": "boolean"
    },
    [...]
  },
  "extraFields": {
    "anlagenbeschreibung": {
      "verboseFieldName": "SAP Anlagenbeschreibung",
      "readOnly": true,
      "type": "string"
    }
  }
}
```



```

    },
    "custom_fields": {
      "verboseFieldName": "Custom Fields",
      "readOnly": false,
      "type": "dict",
      "fields": {
        "Beispiel-Custom-Field + Auswahl": {
          "verboseFieldName": "Beispiel-Custom-Field + Auswahl",
          "type": "choice",
          "readOnly": false,
          "choices": [
            {
              "value": "A",
              "displayName": "A"
            },
            {
              "value": "B",
              "displayName": "B"
            },
            {
              "value": "C",
              "displayName": "C"
            }
          ]
        },
        "Beispiel-Custom-Field": {
          "verboseFieldName": "Beispiel-Custom-Field",
          "type": "string",
          "readOnly": false
        }
      }
    },
    "sponsor": {
      "verboseFieldName": "Sponsor",
      "readOnly": false,
      "type": "string"
    },
    "is_in_sap": {
      "verboseFieldName": "Gegenstand ist in der SAP Datenbank",
      "readOnly": true,
      "type": "boolean"
    }
  }
}

```

BaseStocktakeRoomView GET-Methode Die Klasse `BaseStocktakeRoomView` akzeptiert 2 unterschiedliche Abfragen der GET-Methode. Beide Abfragen benötigen die *ID* der ausgewählten Inventurinstanz als *URL* -Parameter `stocktaking_id`.

Eine Abfrage über die *URL* ohne weitere Zusätze liefert eine Liste aller Räume:

GET `/api/htlinventoryrooms/?stocktaking_id=1` liefert:

```
{
  "rooms": [{
    "roomID": 1,
    "displayName": "111",
    "displayDescription": "Klassenraum",
    "barcode": "11111111",
    "itemID": null
  }, {
    "roomID": 2,
    "displayName": "222",
    "displayDescription": "Labor",
    "barcode": "22222222",
    "itemID": null
  }
]
```

Eine Abfrage über die *URL* mit Zusatz der *ID* einer Rauminstanz⁹ liefert die Details der angegebenen Rauminstanz inkl. aller Gegenstände, die sich in dem Raum befinden sollten, deren Eigenschaften und allen “Subräumen” der Rauminstanz:

GET `/api/htlinventoryrooms/1/?stocktaking_id=1` liefert:

```
{
  "roomID": 1,
  "displayName": "111",
  "displayDescription": "Klassenraum",
  "barcode": "11111111",
  "itemID": null,
  "subrooms": [],
  "items": [{
    "times_found_last": 1,
    "itemID": 2,
    "displayName": "Tischlampe",
    "displayDescription": ""
```

⁹ Diese ID wird etwa der Antwort auf die Abfrage ohne URL-Zusatz entnommen. Die entsprechende Eigenschaft ist `"roomID"`

```

        "barcode": "46010000",
        "room": "111 (Klassenraum)",
        "fields": {
            "anlagenbeschreibung": "Tischlampe",
            [...]
        },
        "attachments": []
    }
]
}

```

BaseStocktakeRoomView POST-Methode Mit dieser Methode sendet die mobile Client-Applikation den aufgezeichneten Ist-Zustand der in einem Raum befindlichen Gegenstände. Eine Abfrage kann nur über die *URL* mit Zusatz der *ID* einer Rauminstanz¹⁰ getätigt werden. Die *ID* der ausgewählten Inventurinstanz muss als Teil der übermittelten Daten im Feld "stocktaking" angegeben werden. Unter dem Feld "validations" werden alle validierten Gegenstände mit mindestens deren *ID* als Feld "itemID" angegeben. Zusätzlich können alle Gegenstandseigenschaften spezifiziert werden. Die Eigenschaften jedes Gegenstandes werden von der Klasse **BaseStocktakeRoomView** oder der davon erbenenden Klasse verarbeitet und mit dem aktuell in der Datenbank eingetragenen Wert verglichen. Bei einer Differenz wird automatisch ein Änderungsvorschlag für diesen Gegenstand erstellt.

POST /api/htlinventoryrooms/1/ mit folgenden Daten

```

{
    "stocktaking": 1,
    "validations": [
        {
            "itemID": 1
        },
        {
            "itemID": 2
        }
    ]
}

```

liefert die Antwort:

```

{
    "success": true
}

```

¹⁰ Diese ID wird etwa der Antwort auf die Abfrage ohne URL-Zusatz entnommen. Die entsprechende Eigenschaft ist "roomId"

Tritt ein Fehler während der Verarbeitung der Daten auf, wird der Zustand der Datenbank vor dem Empfangen der Daten wiederhergestellt. In diesem Fall teilt der Server dem Client in seiner Antwort mit, welcher Fehler aufgetreten ist.

POST /api/htlinventoryrooms/1/ mit folgenden Daten

```
{
  "stocktaking": 100,
  "validations": [
    {
      "itemID": 1
    },
    {
      "itemID": 2
    }
  ]
}
```

liefert die Antwort:

```
{
  "errors": [
    "No stocktaking with ID 100"
  ]
}
```

Um eine Gegenstandsvalidierung zur erneuten Validierung zu einem späteren Zeitpunkt durch einen Administrator zu markieren, kann das Feld "mark_for_later_validation" auf true gesetzt werden:

```
{
  "stocktaking": 1,
  "validations": [
    {
      "itemID": 1,
      "mark_for_later_validation": true
    }
  ]
}
```

Dadurch wird die *Boolean*-Eigenschaft der erstellten `StocktakingItem` Instanz gesetzt (siehe Abschnitt "Das StocktakingItem Modell").

Um einen Gegenstand in einem "Subraum" (siehe Abschnitt "Subräume") zu validieren,

kann eine der folgenden 3 Maßnahmen gesetzt werden:

1. Eine separate POST-Abfrage auf die *URL* mit Zusatz der *ID* des Subraums mit den Daten der entsprechenden Gegenstände. Für einen HTLRoom-Subraum mit *ID* 100 ist die anzuwendende *URL* `/api/htlinventoryrooms/100/`.
2. Das Setzen des "room" Feldes auf die *ID* des Subraums innerhalb einer Gegenstandsvalidierung. Ein Beispiel bietet die folgende Abfrage. Die *ID* des Subraums ist 100. Die *ID* des übergeordneten Raumes ist 1.

POST `/api/htlinventoryrooms/1/` mit folgenden Daten:

```
{
  "stocktaking": 1,
  "validations": [
    {
      "itemID": 1,
      "room": 100
    }
  ]
}
```

3. Das Auslagern der Gegenstandsvalidierungen in das Feld "subroomValidations" wie in folgendem Beispiel. Das Ergebnis gleicht dem Beispiel aus Alternative 2:

POST `/api/htlinventoryrooms/1/` mit folgenden Daten:

```
{
  "stocktaking": 1,
  "validations": [
  ],
  "subroomValidations": [{
    "roomID": 100,
    "validations": [{
      "itemID": 1
    }
  ]
},
  "subroomValidations": [
  ]
}]
}
```

"subroomValidations" können rekursiv definiert werden. In dem Beispiel aus Alternative 3 muss darauf geachtet werden, dass der Raum mit *ID* 100 direkter "Subraum"

des Raums mit *ID* 1 ist.

Weitere Details zur Funktionsweise und Anpassung der Client-Schnittstelle ist der im Source-Code enthaltenen Dokumentation zu entnehmen.

3.2.7 Pull-Request

Es wurde versucht, das **Stocktaking** Modul durch einen *Pull-Request* in das offizielle Ralph-System einzubinden. Durch der in den Abschnitten “Das StocktakingRoomValidation Modell” und “Das StocktakingItem Modell” behandelten **GenericForeignKey** Funktionalität [11] ist es möglich, das Stocktaking-Modul für jegliche Modellklassen zu verwenden. Es gibt keine Beschränkung auf die durch das Diplomarbeitsteam implementierten Klassen.

Die erstellte Lösung wurde im Entwicklungsforum der Ralph Plattform vorgestellt [28] [49] und ein Pull-Request auf der GitHub-Plattform wurde durchgeführt.

4 Einführung in die Infrastruktur

4.1 Technische Umsetzung: Infrastruktur

Um allen Kunden einen problemlosen Produktivbetrieb zu gewährleisten muss ein physischer Server aufgesetzt werden. Auf diesem können dann alle Komponenten unseres Git-Repositories geklont und betriebsbereit installiert werden. Dafür gab es folgende Punkte zu erfüllen:

- das Organisieren eines Servers
- das Aufsetzen eines Betriebssystems
- die Konfiguration der notwendigen Applikationen
- die Konfiguration der Netzwerkschnittstellen
- das Testen der Konnektivität im Netzwerk
- die Einrichtung des Produktivbetriebes der Applikation
- das Verfassen einer Serverdokumentation
- die Absicherung der Maschine
- die Überwachung des Netzwerks

In den folgenden Kapitel wird deutlich gemacht, wie die oben angeführten Punkte, im Rahmen der Diplomarbeit “Capentory” abgearbeitet wurden.

4.1.1 Anschaffung des Servers

Den 5. Klassen wird, dank gesponserter Infrastruktur, im Rahmen ihrer Diplomarbeit ein Diplomarbetscluster zur Verfügung gestellt. Damit können sich alle Diplomarbeitsteams problemlos Zugang zu ihrer eigenen virtualisierten Maschine verschaffen. Die Virtualisierung dieses großen Servercluster funktioniert mittels einer ProxMox-Umgebung.

4.1.1.1 ProxMox

Proxmox Virtual Environment (kurz PVE) ist eine auf Debian und KVM basierende Virtualisierungs-Plattform zum Betrieb von Gast-Betriebssystemen. Vorteile:

- läuft auf fast jeder x86-Hardware
- frei verfügbar
- ab 3 Servern Hochverfügbarkeit

Jedoch liegen alle Maschinen der Diplomarbeitsteams in einem eigens gebaut und gesicherten Virtual Private Network (VPN), sodass nur mittels eines eingerichteten Tools auf den virtualisierten Server zugegriffen werden kann.

4.1.1.2 FortiClient

FortiClient ermöglicht es, eine VPN-Konnektivität anhand von IPsec oder SSL zu erstellen. Die Datenübertragung wird verschlüsselt und damit der entstandene Datenstrom vollständig gesichert über einen sogenannten "Tunnel" übertragen.

Da die Diplomarbeit "Capentory" jedoch Erreichbarkeit im Schulnetz verlangt, muss die Maschine in einem Ausmaß abgesichert werden, damit sie ohne Bedenken in das Schulnetz gehängt werden kann. Dafür müssen folgende Punkte gewährleistet sein:

- Konfiguration beider Firewalls (siehe Punkt 4.1.7)
- Wohlüberlegte Passwörter und Zugriffsrechte

4.1.2 Wahl des Betriebssystems

Neben den physischen Hardwarekomponenten wird für einen funktionierenden und leicht bedienbaren Server logischerweise auch ein Betriebssystem benötigt. Die erste Entscheidung, welche Art von Betriebssystem für die Diplomarbeit "Capentory" in Frage kam wurde rasch beantwortet: Linux. Weltweit basieren die meisten Server und andere Geräte auf Linux. Jedoch gibt es selbst innerhalb des OpenSource-Hersteller zwei gängige Distributionen, die das Diplomarbeitsteam während deren Schulzeit an der Htl Rennweg kennenlernen und Übungen darauf durchführen durfte:

- Linux CentOS
- Linux Ubuntu

4.1.2.1 Linux CentOS

CentOS ist eine frei verfügbare Linux Distribution, die auf Red Hat Enterprise Linux aufbaut. Hinter Ubuntu und Debian ist CentOS die am dritthäufigsten verwendete Software und wird von einer offenen Gruppe von freiwilligen Entwicklern betreut, gepflegt und weiterentwickelt.

4.1.2.2 Linux Ubuntu

Ubuntu ist die am meist verwendete Linux-Betriebssystemsoftware für Webserver. Auf Debian basierend ist das Ziel der Entwickler, ein ein einfach zu installierendes und leicht zu bedienendes Betriebssystem mit aufeinander abgestimmter Software zu schaffen. Hauptsponsor des Ubuntu-Projektes ist der Software-Hersteller Canonical, der vom südafrikanischen Unternehmer Mark Shuttleworth gegründet wurde.

4.1.2.3 Vergleich und Wahl

CentOS

- Kompliziertere Bedienung
- Keine regelmäßigen Softwareupdates
- Weniger Dokumentation vorhanden

Ubuntu

- Leichte Bedienung
- Wird ständig weiterentwickelt und aktualisiert
- Zahlreich brauchbare Dokumentation im Internet vorhanden
- Wird speziell von Ralph empfohlen

Aus den angeführten Punkten entschied sich “Capentory” klarerweise das Betriebssystem Ubuntu zu verwenden, vorallem auch weil der Hersteller deren Serversoftware die Verwendung von diesem Betriebssystem empfiehlt. Anschließend wird die Installation des Betriebssystems genauer erläutert und erklärt.

4.1.3 Installation des Betriebssystems

Wie bereits unter Punkt Anschaffung des Servers (siehe 4.1.1) erwähnt, wird uns von der Schule ein eigener Servercluster mit virtuellen Maschinen zur Verfügung gestellt.

Durch die ProxMox-Umgebung und diversen Tools, ging die Installation der Ubuntu-Distribution rasch von der Hand. In der Virtualisierungsumgebung der Schule musste nur ein vorhandenes Linux-Ubuntu 18.04 ISO-File gemountet und anschließend eine gewöhnliche Betriebssysteminstallation für Ubuntu durchgeführt werden. Jedoch kam es beim ersten Versuch zu Problemen mit der Konfiguration der Netzwerkschnittstellen, die im nächsten Punkt genauer erläutert werden.

4.1.4 Konfiguration der Netzwerkschnittstellen

4.1.4.1 Problematische Ereignisse bei der Konfiguration der Schnittstellen

Um eine funktionierende Internetverbindung zu erstellen, durfte die Konfiguration der Schnittstellen nicht erst “später durchgeführt” werden, da mit dem Aufschub der Schnittstellen-Konfiguration das Paket “NetworkManager” nicht installiert wurde. Der “NetworkManager” ist verantwortlich für den Zugang zum Internet und der Netzwerksteuerung auf dem Linuxsystem. Und da im Nachhinein dieses Paket nicht installiert war (und aufgrund fehlender Internetverbindung nicht installiert werden konnte), half auch die fehlerfreie Interface-Konfiguration nicht, um eine Konnektivität herzustellen. Dadurch musste ein zweiter Installationsdurchgang durchgeführt werden, worauf dann alles fehlerfrei und problemlos lief.

4.1.4.2 Konfiguration

Im Rahmen des Laborunterrichts an der Htl Rennweg, bekamen die Schüler für diverse Unklarheiten ein sogenanntes Cheat-Sheet für Linux-Befehle zur Verfügung gestellt. In diesem Cheat-Sheet finden sich unter anderem Anleitungen für die Konfiguration einer Netzwerkschnittstelle auf einer CentOS/RedHat sowie Ubuntu/Debian-Distribution. Den Schülern der fünften Netzwerktechnikklasse sollte diese Kurzkonfiguration jedoch schon leicht von der Hand gehen, da sie diese Woche für Woche benötigen.

Eine Netzwerkkonfiguration mit statischen IPv4-Adressen für eine Ubuntu-Distribution könnte wie folgt aussehen:

In `/etc/network/interfaces`:

```
auto ens32
iface ens32 inet static
address 192.168.0.1
netmask 255.255.255.0
```

Eine Netzwerkkonfiguration mit Verwendung eines IPv4-DHCP-Servers für eine Ubuntu-Distribution könnte wie folgt aussehen:

In `/etc/network/interfaces`:

```
auto ens32
iface ens32 inet dhcp
```

4.1.4.3 Topologie des Netzwerkes

Unter Abbildung 5.1 wird der Netzwerkplan veranschaulicht. Auf der linken Seite wird der Servercluster der Diplomarbeitsteams dargestellt, worauf die virtuelle Maschine von “Capentory” gehostet wird. In der Mitte ist die FortiGate-Firewall zu sehen, die nicht nur als äußerster Schutz vor Angriffen dient, sondern auch die konfigurierte VPN-Verbindung beinhaltet und nur berechtigten Teammitgliedern den Zugriff gewährleistet. Desweiteren ist die moderne Firewall auch für die Konnektivität der virtuellen Maschine im Schulnetz zuständig, aber dazu später (unter Punkt “Absicherung der virtuellen Maschine”) mehr.

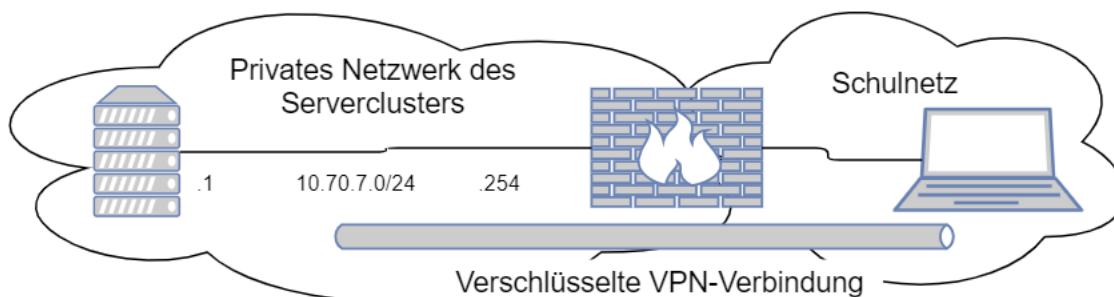


Abbildung 4.1: Netzwerkplan

4.1.4.4 Testen der Konnektivität im Netzwerk

4.1.5 Installation der notwendigen Applikationen

Damit die Ubuntu-Maschine für den Produktivbetrieb startbereit ist, müssen im Vorhinein noch einige wichtige Konfigurationen durchgeführt werden. Die wichtigste (Netzwerkkonfiguration) wurde soeben ausführlich erläutert doch ohne der Installation von diversen Applikationen, wäre das System nicht brauchbar.

4.1.5.1 Advanced Packaging Tool

Jeder Ubuntu Benutzer kennt es. Mit diesem Tool werden auf dem System die notwendigen Applikationen heruntergeladen, extrahiert und anschließend installiert. Insgesamt stehen einem 18 apt-get commands zur Verfügung. Genauere Erklärungen sowie die Syntax zu den wichtigsten commands folgen.

apt-get update Update liest alle in `/etc/apt/sources.list` sowie in `/etc/apt/sources.list.d/` eingetragenen Paketquellen neu ein. Dieser Schritt wird vor allem vor einem upgrade-command oder nach dem Hinzufügen einer neuen Quelle empfohlen, um sich die neusten Informationen für Pakete ansehen zu können.

Syntax: `[sudo] apt-get [Option(en)] update`

apt-get upgrade Upgrade bringt alle bereits installierten Pakete auf den neuesten Stand.

Syntax: `[sudo] apt-get [Option(en)] upgrade`

apt-get install Install lädt das Paket bzw. die Pakete inklusive der noch nicht installierten Abhängigkeiten (und eventuell der vorgeschlagenen weiteren Pakete) herunter und installiert diese. Außerdem besteht die Möglichkeit, beliebig viele Pakete auf einmal anzugeben, indem sie mittels eines Leerzeichens getrennt werden.

Syntax: `[sudo] apt-get [Option(en)] install PAKET1 [PAKET2]`

Falls eine bestimmte Version installiert werden soll:

`[sudo] apt-get [Option(en)] install PAKET1=VERSION [PAKET2=VERSION]`

apt-get remove Wie bereits erkannt, gibt es die Möglichkeit, sich ein beliebiges Paket zu installieren. Doch was soll geschehen falls dieses Paket nicht mehr benötigt wird? Daher gibt es praktischerweise den remove-command, der, wie schon im Namen deutlich wird, ein oder mehrere Paket/e vollständig vom System entfernt.

Syntax: `sudo apt-get [Option(en)] remove PAKET1 [PAKET2]`

4.1.5.2 Installierte Pakete mittels apt-get

NGINX NGINX ist der am Häufigsten verwendete OpenSource-Webserver unter Linux für diverse Webanwendungen. Große Unternehmen wie Cisco, Microsoft, Facebook oder auch IBM schwören auf die Verwendung dieses genialen Paketes. Unter anderem wird NGINX auch als Reverse-Proxy, HTTP-Cache und Load-Balancer verwendet. Wie genau NGINX für den Produktivbetrieb funktioniert wird im Laufe des Punktes 4.1.6.3 erläutert.

Installation: `[sudo] apt-get install nginx`

Docker Die OpenSource-Software Docker ist eine Containervirtualisierungstechnologie, die die Erstellung und den Betrieb von Linux Containern ermöglicht. Wie genau dies funktioniert, wird später unter Punkt 4.1.6.3 genauer beschrieben und erklärt.

Installation: `[sudo] apt-get install docker`

docker-compose Jeder Linux-Benutzer hat mindestens einmal in seinem Leben etwas über das `docker-compose.yml` File gehört. Doch was ist docker-compose eigentlich? Nun, die Verwaltung und Verlinkung von mehreren Containern kann auf Dauer sehr nervenaufreibend sein. Die Lösung dieses Problems nennt sich docker-compose. Wie docker-compose jedoch genau funktioniert, wird ebenfalls wie das Grundkonzept von Docker unter Punkt 4.1.6.3 präziser erläutert.

Installation: `[sudo] apt-get install docker-compose`

MySQL MySQL ist ein OpenSource-Datenverwaltungssystem und die Grundlage für die meisten dynamischen Websites. Darauf werden die Inventurdatensätze der Htl Rennweg gespeichert. Nähere Informationen finden sich Punkt 4.1.6.3 wieder.

Installation: `[sudo] apt-get install mysql`

Redis Redis ist eine In-Memory-Datenbank mit einer Schlüssel-Wert-Datenstruktur (Key Value Store). Wie auch MySQL handelt es sich um eine OpenSource-Datenbank.

Installation: `[sudo] apt-get install redis`

Nagios Nagios ist ein Monitoring-System, mit dem sich verschiedene Geräte und auf solche laufende Dienste (oder auch Eigenschaften) überwachen lassen. Ziel ist es dabei

schnell Ausfälle festzustellen und diese dem zuständigen Administrator mit zu teilen, so dass dieser dann schnell darauf reagieren kann.

Installation: `[sudo] apt-get install nagios`

virtualenv Bei virtualenv handelt es sich um ein Tool, mit dem eine isolierte Python-Umgebung erstellt werden kann. Eine solch isolierte Umgebung besitzt eine eigene Installation von diversen Services und teilt ihre libraries nicht mit anderen virtuellen Umgebungen (im optionalen Fall greifen sie auch nicht auf die global installierten libraries zu). Dies bringt vor allem den großen Vorteil, dass im Testfall virtuelle Umgebungen aufgesetzt werden können, um nicht die globalen Konfigurationen zu gefährden.

Installation: `[sudo] apt-get install virtualenv`

Python Python ist einer der Hauptbestandteile auf dem Serversystem der Diplomarbeit “Capentory”. Das Backend (=Serveranwendung) basiert wie bereits erwähnt auf dem Python-Framework “Django”. Um dieses Framework auf dem System installieren zu können wird jedoch noch ein weiteres “Packaging-Tool”, speziell für Python-Module, benötigt.

Installation: `[sudo] apt-get install python3.x`

4.1.5.3 pip

Und dieses Tool nennt sich Pip. Pip ist ein rekursives Akronym für **P**ip **I**nstalls **P**ython und ist, wie bereits erwähnt, das Standardverwaltungswerkzeug für Python-Module. Die Funktion sowie Syntax kann relativ gut mit der von apt verglichen werden.

Installation von pip3 (vorausgesetzt python3.x ist auf dem System bereits installiert):

`[sudo] apt-get install python3-pip`

4.1.5.4 Installierte Pakete mittels pip3

uWSGI Das eigentliche Paket, mit dem der Produktivbetrieb schlussendlich gewährleistet wurde, nennt sich uWSGI. Speziell wurde es für die Produktivbereitstellung von Serveranwendungen (wie eben der Django-Server von Team “Capentory”) entwickelt und harmonisiert eindrucksvoll mit der Webserver-Software NGINX. Die grundlegende

Funktionsweise von uWSGI, sowie eine Erklärung, warum schlussendlich dieses Paket und nicht Docker verwendet wurde, wird unter Punkt 4.1.6 veranschaulicht.

Installation: `[sudo] pip3 install uwsgi`

Django Django ist ein in Python geschriebenes Webframework, auf dem unsere Serveranwendung basiert. Genauere Informationen wurden jedoch schon unter Punkt 2.1 übermittelt.

Installation: `[sudo] pip3 install Django`

runsslserver Runsslserver ist ein Python-Paket mit dem eine Entwicklungsumgebung über https erreichbar gemacht werden kann.

Installation: `[sudo] pip3 install runsslserver`

4.1.6 Produktivbetrieb der Applikation

Das Aufsetzen beziehungsweise die Installation der Produktivumgebung ist der wichtigste, aber auch aufwendigste, Bestandteil jeder Serverinfrastruktur. Eine Produktivumgebung soll von einer Testumgebung möglichst weit getrennt sein, damit die zu testende Software keinen Schaden für den produktiven Betrieb anrichten kann. Weiters soll durch den Produktivbetrieb der Server um einiges performanter sein, da dieser, im Falle der Diplomarbeit “Capentory”, einen optimierten Webserver (NGINX) verwendet.

4.1.6.1 Entwicklungsumgebung

Die Entwickler des Grundservers “Ralph” haben eine eigene Entwicklungsumgebung für den Django-Server erstellt. Normalerweise findet sich in einem klassischen Python-Projekt oder einem Projekt, dass auf einem Python-Framework (wie zum Beispiel Django) basiert, ein sogenanntes “`manage.py`”-File. Hierbei handelt es sich um ein Script, dass das Management eines beliebigen Python-Projektes unterstützt. Mit dem Script ist man unter anderem in der Lage, den Webserver auf einem unspezifischen Rechner zu starten, ohne etwas Weiteres installieren zu müssen.

Jedoch wurde diese Datei im Projekt von “Ralph” und daher auch von “Capentory” in eine eigene spezifische Entwicklungsumgebung unimplementiert. Der Server startet sich nach der eigenen Installation (welche ab Seite 4 im Dokument “Serverdokumentation Schritt für Schritt erklärt wird) nicht mehr mittels:

```
python manage.py runserver
```

sondern mit:

```
dev_ralph runserver 0.0.0.0:8000
```

Obwohl die Befehle dieses Serverstarts nicht wirklich ident aussehen, führen sie im Hintergrund aber die gleichen Unterbefehle aus, um eine sichere Verwendung der Entwicklungsumgebung zu gewährleisten.

Da das Diplomarbeitsteam “Capentory” diesen Entwicklungsumgebung vorerst auf dem Produktivserver für Testzwecke verwendete, wurde ein eher unbekanntes Paket namens “runsslserver” für die Entwicklungsumgebung installiert und eingebaut. Zuerst musste, üblich um eine https-Verbindung einzurichten, beispielsweise mit dem Befehl

```
sudo openssl req -x509 -nodes -days 365 -newkey rsa:2048  
-keyout /ssl/nginx.key -out /ssl/cert.crt
```

ein Zertifikat mit dem zugehörigen Schlüssel generiert werden.

Kurzerklärung der Befehlsoptionen

- `-x509` Gibt an, statt eines CSR gleich ein selbstsigniertes Zertifikat auszustellen.
- `-nodes` Zertifikat wird nicht über ein Kennwort geschützt. Damit kann der Server ohne weitere Aktion (Eingabe des Kennworts) gestartet werden.
- `-days` Beschreibt die Gültigkeit des Zertifikates für 365 Tage.
- `-newkey rsa:2048` Generiert das Zertifikat und einen 2048-bit langen RSA Schlüssel.
- `-keyout` Gibt die Ausgabepfad und -datei für den Schlüssel an.
- `-out` Gibt die Ausgabepfad und -datei des Zertifikates an.

Der Befehl “runsslserver” muss jetzt nur noch in den “Installed-Apps” des Projektes (im Falle von “Ralph” und “Capentory” befinden sich diese in der Datei “`base.py`”) hinzugefügt werden.

Dann kann der Server problemlos mit

```
dev_ralph runsslserver 0.0.0.0:443
```

gestartet werden.

4.1.6.2 Probleme der Produktivumgebung

Der Webserver selbst kann für unsere Zwecke nicht mit Docker für eine Produktivumgebung bereitgestellt werden, da die bereits vorhandenen Dockerfiles von Ralph nur für deren Lösung entwickelt wurden (d.h. Ralph installiert deren Webserver sehr komplex wie in etwa mit einem „apt-get install ralph“ Befehl in diversen Skripten). Jedoch gibt es eine eigene Docker-Variante für die Entwicklungsumgebung die rasch mit uWSGI in eine Produktivumgebung umgewandelt werden kann.

4.1.6.3 Funktionsweise der Produktivumgebung

Funktion von uWSGI Es wurde bereits desöfteren erklärt warum die vorhandene “Ralph-Dockerlösung” für die Zwecke von “Capentory” nicht brauchbar sind (siehe 4.1.6.2). Jedenfalls wurde nun die Einrichtung der Produktivumgebung mittels uWSGI erfolgreich durchgeführt. In der folgenden Grafik wird die Funktion von uWSGI genauer dargestellt.

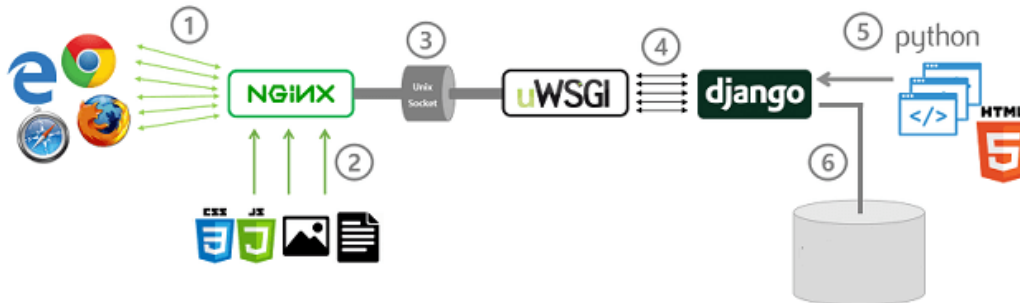


Abbildung 4.2: Funktionsweise von uWSGI

Da die meisten Serverbenutzer alleine mit der Grafik nicht wirklich viel anfangen können, folgt nun eine Erklärung dieser:

1. Ein beliebiger Benutzer eines Webbrowsers (zum Beispiel Google Chrome oder Mozilla Firefox) sendet einen sogenannten “Webrequest” auf den https-Port “443” (Abschnitt 4.1.6.2).
2. Ein beliebig gewählter, optimierter Webserver (im Fall von “Capentory” NGINX) stellt Dateien wie Javascript, CSS oder auch Bilder bereit und macht diese für den Benutzer abrufbar.

3. Hier wird die Kommunikation zwischen dem hochperformanten Webserver NGINX und dem Webinterface uWSGI mit Verwendung eines klassischen Websockets veranschaulicht. (Anm.: Bei einem WebSocket handelt es sich um ein auf TCP basierendes Protokoll, dass eine bidirektionale Verbindung zwischen einer Webanwendung und einem Webserver herstellt).
4. Das eigentliche Interface von uWSGI ist hier zu sehen. Diese Schnittstelle sorgt für die Kommunikation des oben genannten Websockets mit dem verwendeten Python-Framework.
5. Django reagiert nun auf die Anfrage des Benutzers und lässt diesem (falls dessen Zugriffsrechte darauf es erlauben) die gewünschten Daten.
6. Die vom Benutzer gewünschten Daten werden (bei "Capentory") in einer MySQL-Datenbank gespeichert.

Grundsätzlich kann die Grafik auch mittels

```
the web client <-> the web server <-> the socket <-> uwsgi <-> Django
```

als normale ASCII-Zeichenkette dargestellt werden.

Funktion von Docker Docker wird im Projekt "Capentory" ausschließlich für die Bereitstellung der Datenbank verwendet. Der Befehl

```
docker-compose -f docker/docker-compose-dev.yml up -d
```

im Projektstammverzeichnis erstellt und startet die in der folgenden Grafik zu sehenden Container, die das Datenbanksystem darstellen:

4.1.6.4 Erreichbarkeit mittels HTTPS

Wie es sich für eine Netzwerktechnikklasse gehört, wurde auch an die Erreichbarkeit über HTTPS gedacht. NGINX wurde mit einem sogenannten Self Signed Certificate ausgestattet, um eine sichere Verbindung des Benutzers mit dem Webserver zu gewährleisten. Die Konfiguration von NGINX für den Gebrauch von uWSGI mit HTTPS ist auf Seite 9 der Serverdokumentation zu finden. Im Webbrowser "Microsoft Edge" würde der Aufruf des Servers nun wie folgt aussehen:

Der Zertifikatsfehler, der am Bild deutlich zu sehen ist, bedeutet jedoch nichts anderes als dass das Zertifikat des Produktivservers von "Capentory" nicht von einer offiziellen Zertifizierungsstelle signiert wurde. Da der Server aber sowieso nur im Schulnetz der HTL 3 Rennweg beziehungsweise über einen VPN-Tunnel erreichbar ist, war es nicht nötig sich an solch eine Zertifizierungsstelle zu wenden.

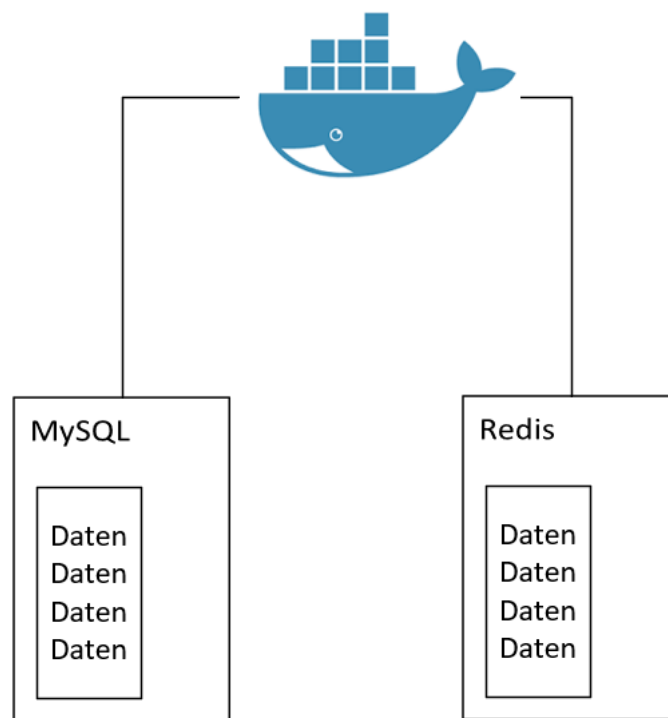


Abbildung 4.3: Datenbanksystem mit Docker

4.1.6.5 Verwendung einer .ini-Datei

Bei einem File mit einer .ini-Endung handelt es sich um eine Initialisierungsdatei. Diese beinhaltet beispielsweise Konfigurationsmöglichkeiten die zum Start eines bestimmten Dienstes benötigt werden. Glücklicherweise funktioniert so ein File auch wunderbar mit uWSGI. Durch die Implementierung einer ralph.ini-Datei wurden die Befehlsoptionen des uwsgi-Befehls ausgelagert und dieser somit für den Serverstart verkürzt.

Ein kleiner Vergleich:

```
uwsgi --socket mysite.sock --module mysite.wsgi --chmod-socket=664 --processes 10  
  
uwsgi --ini ralph.ini
```

Beide Befehle liefern schlussendlich das gleiche Ergebnis, jedoch ist der unter Befehl (Verwendung einer .ini-Datei) um einiges kürzer und erspart somit nervenaufreibende Schreibarbeit.

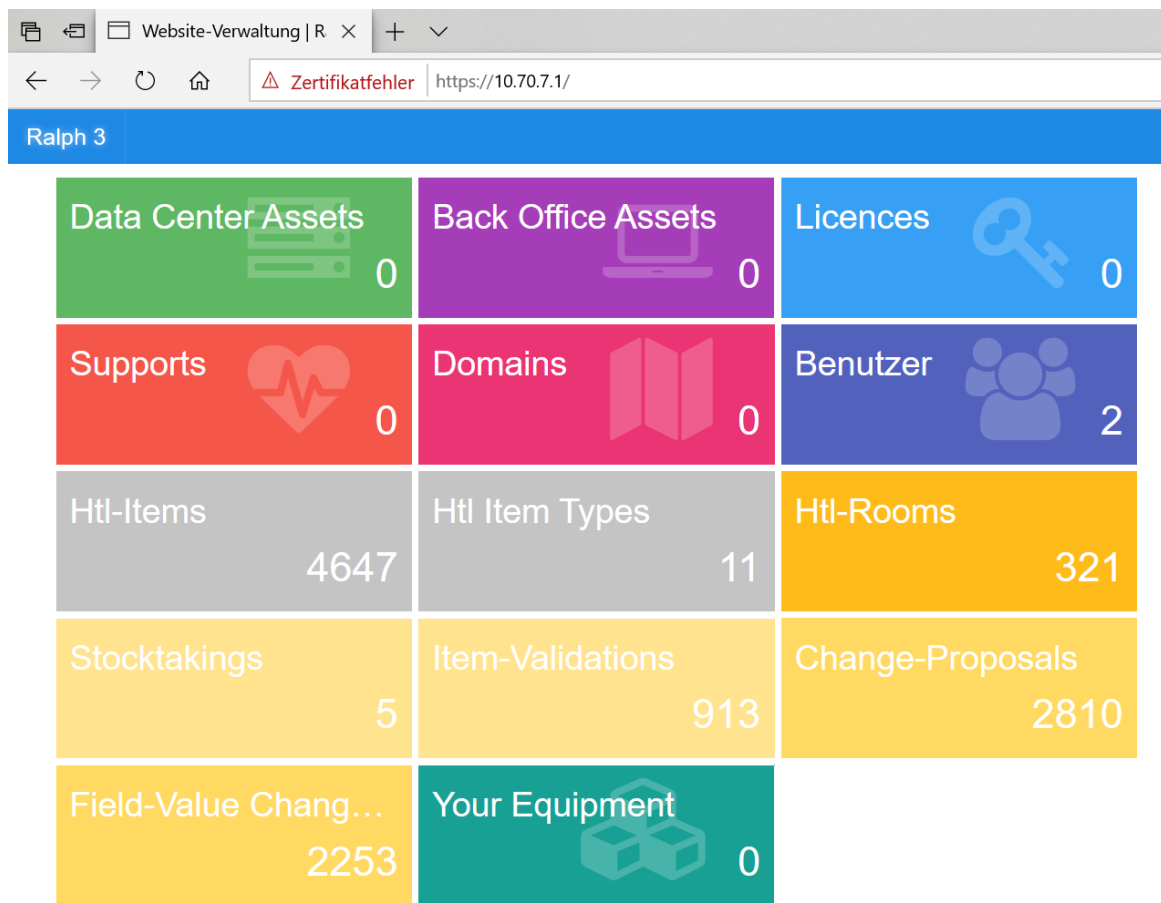


Abbildung 4.4: Aufruf des Servers über HTTPS

4.1.6.6 Neustartverhalten mittels Service

Für den Gebrauch von uWSGi gibt es einige Lösungen, um den automatischen Neustart, beispielsweise bei Eintritt eines Stromausfalls, zu gewährleisten. “Capentory” hat sich, mit der Implementierung eines eigenen “Ralph-Service”, für den klassischen Linuxweg entschieden.

Nach dem korrekten Erstellen der `ralph.service`-Datei kann dieser als ganz normaler Linux-Service behandelt werden. Mit

```
systemctl enable ralph  
systemctl start ralph
```

wird der frisch angelegte Service nun immer wenn die virtuelle Maschine gestartet wurde gestartet.

4.1.7 Absicherung der virtuellen Maschine

Ein weiterer wichtiger und sensibler Teil der Serverinfrastruktur ist die Absicherung der virtuellen Maschine gegen Angriffe. Da es sich im Rahmen der Diplomarbeit “Capentory” um geheime Daten der Schulinventur handelt, war es ein Anliegen der Verantwortlichen, dass mit diesen Daten verantwortungsvoll und vorsichtig umgegangen wird.

4.1.7.1 Firewall

Unter Punkt 4.1.4.3 wird der Plan des Netzwerkes veranschaulicht. Die in der Mitte liegende FortiGate-Firewall stellt, wie bereits in oben genannten Punkt erwähnt, die Verfügbarkeit des Servers im Schulnetz bereit. Dadurch dass der Server nur über eine VPN-Verbindung konfiguriert werden kann, denkt man sich bestimmt, dass die virtuelle Maschine schon genug gesichert sei. Jedoch ist es sinnvoll den Server doppelt abzusichern und somit wurden auf der Linux-Maschine ebenfalls noch Firewallregeln konfiguriert.

Erlauben einer SSH-Verbindung Die virtuelle Maschine wurde aufgrund der nicht-vorteilhaften Konsole von ProxMox immer über SSH mit einer beliebigen externen Konsole (beispielsweise Putty) konfiguriert. Dies ist wegen der FortiGate-Konfiguration nur mit VPN-Verbindung möglich. Direkt auf dem Server wurde daher eine Firewallregel für die Erlaubnis von SSH implementiert.

Regel: `sudo ufw allow ssh`

oder: `sudo ufw allow 22`

Erlauben des Datenaustausches mittels HTTP Obwohl der Webserver den Datenaustausch mit HTTPS bevorzugt, wurde auf der zweiten Ebene auch eine Regel für die HTTP-Verbindung konfiguriert.

Regel: `sudo ufw allow http`

oder: `sudo ufw allow 80`

Erlauben des Datenaustausches mittels HTTPS Für den Datenaustausch über HTTPS musste ebenso eine Regel aktiviert werden.

Regel: `sudo ufw allow https`

oder: `sudo ufw allow 443`

Verbieten aller restlichen Verbindungen Zuguterletzt müssen alle restlichen (die nicht von Administratoren gebrauchten) Verbindungen deaktiviert werden um Angriffslücken zu schließen.

Regel: `ufw default deny`

4.1.7.2 Mögliche Angriffsszenarien

Da der Server im Schulnetz erreichbar ist, gelten unter anderem auch die Schüler der HTL 3 Rennweg als potenzielle Angreifer.

Malware Bei Malware handelt es sich um Schadsoftware zudem unter anderem **Viren**, **Würmer** und **Trojaner** zählen.

Angriffe auf Passwörter Neben dem Raten und Ausspionieren von Passwörtern ist die Brute Force Attacke weit verbreitet. Bei dieser Attacke versuchen Hacker mithilfe einer Software, die in einer schnellen Abfolge verschiedene Zeichenkombinationen ausprobiert, das Passwort zu knacken. Je einfacher das Passwort gewählt ist, umso schneller kann dieses geknackt werden.

Vorbeugung von Team “Capentory”: Die festgelegten Passwörter sind komplex aufgebaut und sicher in den Köpfen der Mitarbeiter gespeichert.

Man-in-the-middle Attacken Bei der „Man in the Middle“-Attacke nistet sich ein Angreifer zwischen den miteinander kommunizierenden Rechnern. Diese Position ermöglicht ihm, den ausgetauschten Datenverkehr zu kontrollieren und zu manipulieren. Er kann z.B. die ausgetauschten Informationen abfangen, lesen, die Weiterleitung kappen usw. Von all dem erfährt der Empfänger aber nichts.

Vorbeugung von Team “Capentory”: Der Datenaustausch verläuft über HTTPS und somit verschlüsselt.

Sniffing Unter Sniffing (Schnüffeln) wird das unberechtigte Abhören des Datenverkehrs verstanden. Dabei werden oft Passwörter, die nicht oder nur sehr schwach verschlüsselt sind, abgefangen. Andere Angriffe bedienen sich dieser Methode um

rausfinden zu können, welche Teilnehmer über welche Protokolle miteinander kommunizieren. Mit den so erlangten Informationen können die Angreifer dann den eigentlichen Angriff starten.

Vorbeugung von Team “Capentory”: Der Datenaustausch verläuft über HTTPS und somit verschlüsselt.

4.1.8 Überwachung des Netzwerks

Sollte der Fall eintreten, dass der Server nicht mehr erreichbar ist, wurde ein eigener Monitoring-Server im Netzwerk eingehängt und installiert. Dadurch wird der Produktivserver rund um die Uhr überwacht. Weiters wird das Diplomarbeitsteam “Capentory” bei etwaigen Komplikationen per E-Mail benachrichtigt, damit das aufgetretene Problem beziehungsweise die aufgetretenen Probleme möglichst schnell behoben werden können.

4.1.8.1 Topologieänderung

Im Netzwerk wurde ein zweiter Server installiert, der mit dem OpenSource-Programm “Nagios” als Monitoring-Maschine für den Produktivserver dient.

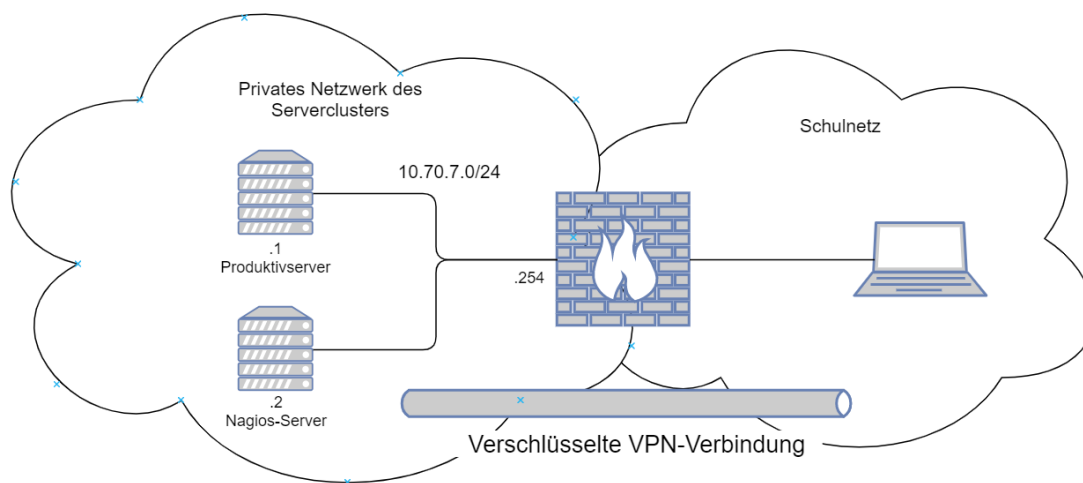


Abbildung 4.5: Ergänzter Netzwerkplan

4.1.8.2 Nagios

Worum es sich bei diesem tollen Tool handelt wurde bereits unter Punkt 4.1.5.2 erklärt. Nun folgt ein vertiefender Einblick in diese Monitoring-Software.

Hosts Hosts sind bei Nagios definierte virtuelle Maschinen, die überwacht werden sollen. “Capentory” überwacht nicht nur den Produktivserver, sondern auch den aufgesetzten Nagios-Server selbst. Falls dieser Probleme aufweist, wird das Team ebenfalls per E-Mail benachrichtigt aber dazu unter Punkt 4.1.8.2 mehr.

Im Webbrowser sehen die zu überwachenden Hosts wie folgt aus:

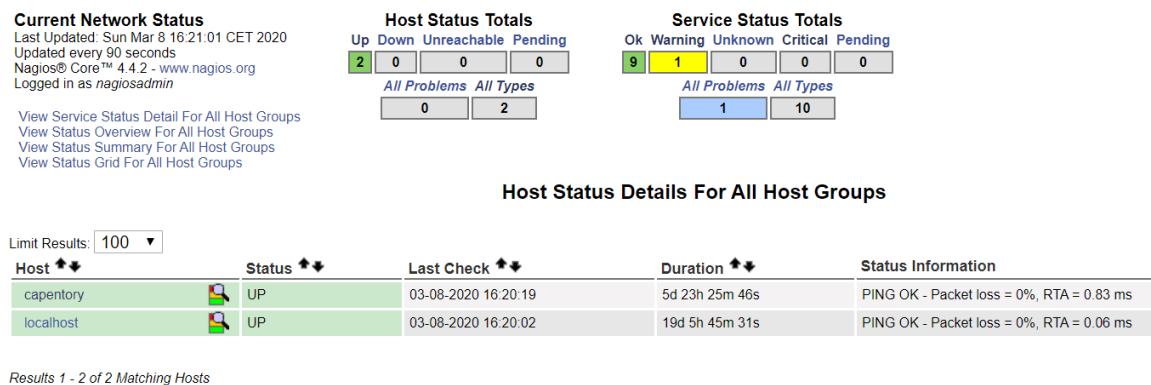


Abbildung 4.6: Die definierten Hosts der Diplomarbeit

Capentory ist der Name des Hosts des Produktivservers.

Localhost heißt der Host des Nagios-Servers.

Momentan scheint alles ohne Probleme zu funktionieren. Jedoch kann sich soetwas schlagartig ändern:

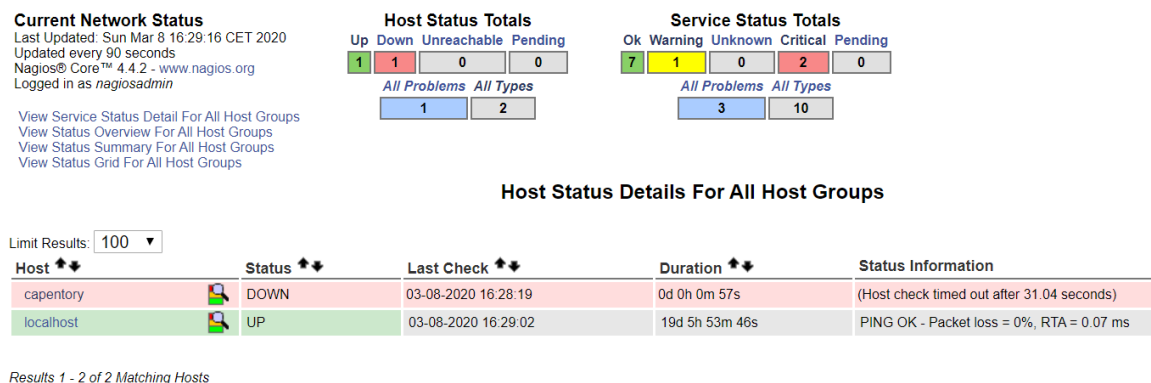


Abbildung 4.7: Der heruntergefahrne Produktivserver

Hier wird deutlich gemacht, dass der Produktivserver abgestürzt ist.

Services Nagios-Services sind, wie der Name schon verrät, die einzelnen zu überwachenden Services eines Hosts. Zurzeit wird am Nagios-Server aus Testzwecken eine Menge an Services überwacht. Auf dem Produktivserver hingegen werden nur Probleme,

die mit der Verbindung über Port 22 (SSH) oder Port 443 (HTTPS) zu tun haben, erfasst.

So sehen die überwachten Services am Admin-Dashboard des Nagios-Servers aus:

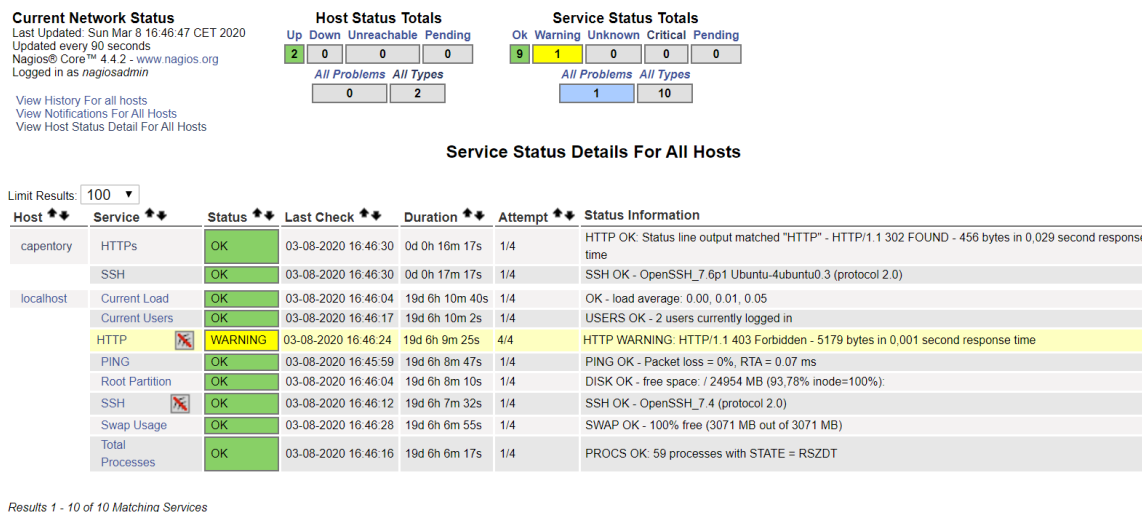


Abbildung 4.8: Die überwachten Services

Im Moment weist kein Service der beiden Hosts ein kritisches Problem auf. Auf dem Nagios-Server ist der HTTP-Service zwar gelb markiert, hierbei handelt es sich jedoch nur um eine harmlose Warnung.

Wenn auf dem Produktivserver hingegen der Webserver NGINX ausfällt sieht das Dashboard jedoch wiederum anders aus:

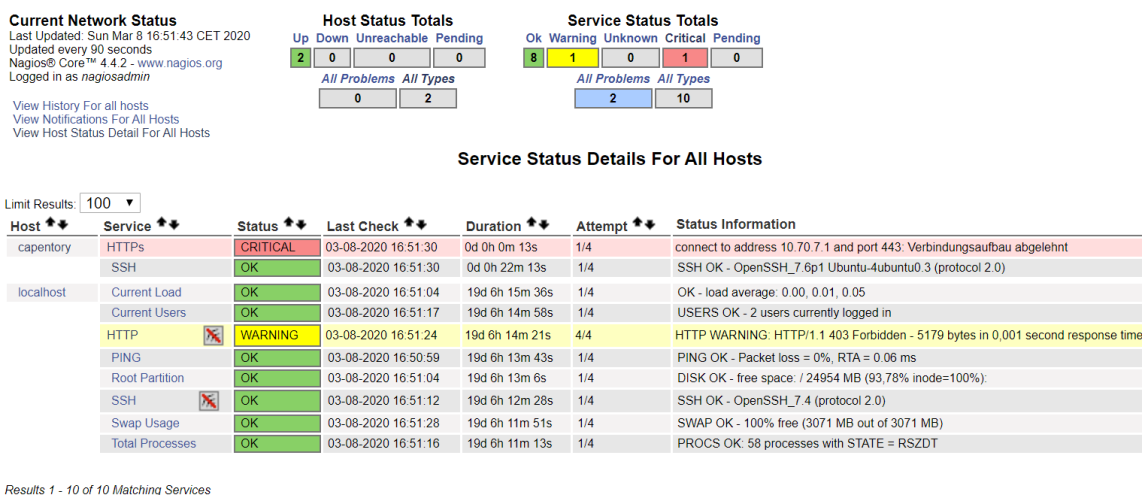


Abbildung 4.9: Die überwachten Services

Notifications Zuguterletzt gibt es noch das Feature der Notifications. Falls ein Host oder ein Service der Hosts ausfällt, benachrichtigt der Nagios-Server das Diplomar-

beitsteam per E-Mail über die aufgetretenen Probleme.

4.1.9 Verfassen einer Serverdokumentation

Im Laufe dieses Kapitels wurde der Inhalt von den für die Produktivumgebung zu erstellenden Dateien aufgelistet und Zeile für Zeile erklärt. Da nur mit diesen Dateien alleine jedoch kein Server funktionieren kann war ein weiteres großes Ziel die Erstellung einer Guideline für interessierte Benutzer, damit diese ebenfalls in der Lage sind, den Server der Diplomarbeit “Capentory” für eine Entwicklungsumgebung sowie eine Produktumgebung aufzusetzen.

5 Planung

A Anhang 1

was auch immer: technische Dokumentationen etc.

Zusätzlich sollte es geben:

- Abkürzungsverzeichnis
- Quellenverzeichnis (hier: Bibtex im Stil plaindin)

Index

.xlsx: Format einer Excel Datei, 7

Alias: ein Pseudonym, 19

API: Application-Programming-Interface - Eine Schnittstelle, die die programmiertechnische Erstellung, Bearbeitung und Einholung von Daten auf einem System ermöglicht, 10, 30, 66

Batteries included: Das standardmäßige Vorhandensein von erwünschten bzw. gängigen *Features*, zu Deutsch: Batterien einbezogen, 8

Boolean: Ein Wert, der nur Wahr oder Falsch sein kann, 14, 16, 19, 20, 24, 25, 33, 38

CMDB: Configuration Management Database - Eine Datenbank, die für die Konfiguration von IT-Geräten entwickelt ist [7], 7

CSRF: Cross-Site-Request-Forgery - eine Angriffsart, bei dem ein Opfer dazu gebracht wird, eine von einem Angreifer gefälschte Anfrage an einen Server zu schicken [46], 8, 11

Custom-Fields: Benutzerdefinierte Eigenschaften eines Objektes in der Datenbank, die für jedes Objekt unabhängig definierbar sind., 17, 28

DCIM: Data Center Infrastructure Management - Software, die zur

Verwaltung von Rechenzentren entwickelt wird , 7

Dekorator: Fügt unter Python einer Klasse oder Methode eine bestimmte Funktionsweise hinzu [40], 10

DRF: Django REST Framework - Implementierung einer *REST-API* unter Django [42], 10, 29

Feature: Eigenschaft bzw. Funktion eines Systems, 8, 65

Framework: Eine softwaretechnische Architektur, die bestimmte Funktionen und Klassen zur Verfügung stellt, 7, 8

generisch: in einem allgemeingültigen Sinn, 11

Hash: Eine Funktion, die für einen Input immer einen (theoretisch) einzigartigen und gleichen Wert generiert., 15

ID: einzigartige Identifikationsnummer für eine Instanz eines Django-Modells, 30, 36, 37, 39, 40

Metadaten: Daten, die einen gegebenen Datensatz beschreiben, beispielsweise der Autor eines Buches, 9

Paginierung: engl. pagination - Die Aufteilung von Datensätzen in diskrete Seiten [39], 11

primärer Schlüssel: engl. primary key, abgek. pk - ein Attribut, das

- einen Datensatz eindeutig identifiziert, 9
- Pull-Request: Das Miteinbeziehen von individuell entwickeltem Quellcode in die offizielle Quellversion der Software, 40
- REST-API: Representational State Transfer *API* - eine zustandslose Schnittstelle für den Datenaustausch zwischen Clients und Servern [33], 10, 65
- SAP ERP: Enterprise-Resource-Planning Software der Firma SAP. Damit können Unternehmen mehrere Bereiche wie beispielsweise Inventardaten oder Kundenbeziehungen zentral verwalten, 13, 14, 16, 19–22
- SQL-Injections: klassischer Angriff auf ein Datenbanksystem, 8, 11
- Stocktaking: Inventur, 22
- String: Bezeichnung des Datentyps: Zeichenkette, 28
- Subklasse: Eine programmiertechnische Klasse, die eine übergeordnete Klasse, auch Superklasse, erweitert oder verändert, indem sie alle Attribute und Methoden der Superklasse erbt, 10, 11, 22, 25, 26, 33
- Syntax: Regelwerk, sprachliche Einheiten miteinander zu verknüpfen [8], 11
- Template: zu Deutsch: Vorlage, Schablone, 11
- URL: Addressierungsstandard im Internet, 9, 10, 12, 30–33, 36, 37, 39
- Weboberfläche: graphische Oberfläche für administrative Tätigkeiten, die über einen Webbrowser erreichbar ist, 13

Literaturverzeichnis

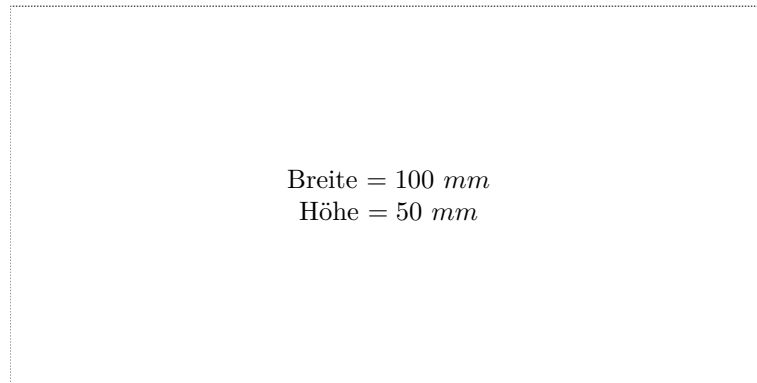
- [1] *Anteile der weltweiten Androidversionen.* <https://gs.statcounter.com/android-version-market-share/mobile-tablet/worldwide>, Abruf: 2020-01-08
- [2] *Anteile der weltweiten mobilen Betriebssysteme.* <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide>, Abruf: 2020-01-08
- [3] *App-Development Trends.* <https://www.spinutech.com/dev/development/why-native-apps-are-dying/>, Abruf: 2020-01-08
- [4] *Artikel zu God Activity Architecture (Sarkastisch gehaltener Artikel!).* <https://medium.com/@taylorcase19/god-activity-architecture-one-architecture-to-rule-them-all-62fcd4c0c1d5>, Abruf: 2020-01-08
- [5] *Begriffserklärung Native App.* https://de.ryte.com/wiki/Native_App, Abruf: 2020-01-08
- [6] *Überblick von Django auf der offiziellen Website.* <https://www.djangoproject.com/start/overview/>, Abruf: 2020-01-01
- [7] *Datacenter-Insider Webseite mit Informationen über CMDB.* <https://www.datacenter-insider.de/was-ist-eine-configuration-management-database-cmdb-a-743418/>, Abruf: 2020-01-02
- [8] *Definition von "Syntax" im Duden.* <https://www.duden.de/rechtschreibung/Syntax>, Abruf: 2020-01-02
- [9] *Demo-Webseite des Ralph-Systems von Allegro (Login-Daten: Benutzername: ralph/ Passwort: ralph).* <https://ralph-demo.allegro.tech/>, Abruf: 2020-01-02
- [10] *Django Admin-Dokumentation (Django Version 1.8).* <https://docs.djangoproject.com/en/1.8/ref/contrib/admin/>, Abruf: 2020-01-01
- [11] *Django ContentType-Dokumentation (Django Version 1.8).* <https://docs.djangoproject.com/en/1.8/ref/contrib/contenttypes/>, Abruf: 2020-02-07

- [12] *Django Datenbank-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/ref/databases/>, Abruf: 2020-01-01
- [13] *Django Datenbank-Modell-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/topics/db/models/>, Abruf: 2020-01-01
- [14] *Django Dokumentation von klassenbasierten Views (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/topics/class-based-views/>, Abruf: 2020-01-02
- [15] *Django Model-Instance-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/ref/models/instances/>, Abruf: 2020-02-05
- [16] *Django Model-Options-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/ref/models/options/>, Abruf: 2020-01-01
- [17] *Django Query-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/topics/db/queries/>, Abruf: 2020-01-01
- [18] *Django Queryset-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/ref/models/querysets/>, Abruf: 2020-01-01
- [19] *Django Security-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/topics/security/>, Abruf: 2020-02-16
- [20] *Django Signal-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/topics/signals/>, Abruf: 2020-02-05
- [21] *Django Template-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/topics/templates/>, Abruf: 2020-01-01
- [22] *Django URL-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/topics/http/urls/>, Abruf: 2020-02-09
- [23] *Django View-Dokumentation (Django Version 1.8)*.
<https://docs.djangoproject.com/en/1.8/topics/http/views/>, Abruf: 2020-01-02
- [24] *Dokumentation der HTTP Methoden*. <https://restfulapi.net/http-methods/>, Abruf: 2020-02-09
- [25] *Dokumentation des JSON-Formats*. json.org/json-de.html, Abruf: 2020-02-09
- [26] *Dokumentation von Django-Reversion (Version 1.8)*.
<https://django-reversion.readthedocs.io/en/release-1.8/>, Abruf: 2020-03-05

-
- [27] *Dokumentation zu Django-Extensions: Graph-Models.*
https://django-extensions.readthedocs.io/en/latest/graph_models.html, Abruf:
2020-01-02
- [28] *Erster Beitrag im Entwicklungsforum von Ralph.*
<https://ralph.discourse.group/t/ralph-inventory-extension/131>, Abruf:
2020-03-05
- [29] *Fakten rund um Flutter.* [https://en.wikipedia.org/wiki/Flutter_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Flutter_(software)),
Abruf: 2020-01-08
- [30] *Flutter.* <https://clearbridgemoible.com/mobile-app-development-native-vs-web-vs-hybrid/>, Abruf: 2020-01-08
- [31] *Flutter.* <https://flutter.dev/>, Abruf: 2020-01-08
- [32] *Google unterstützt offiziell Single-Activity-Apps.*
<https://android-developers.googleblog.com/2018/05/use-android-jetpack-to-accelerate-your.html?m=1>, Abruf: 2020-01-08
- [33] *Internet-Posting über die Funktion von REST-APIs.*
<https://www.cloudcomputing-insider.de/was-ist-eine-rest-api-a-611116/>, Abruf:
2020-01-01
- [34] *Kotlin offiziell von Google präferiert.* <https://www.heise.de/developer/meldung/I-O-2019-Googles-Bekanntnis-zu-Kotlin-4417060.html>, Abruf: 2020-01-09
- [35] *Offizielle Design-Grundlagen der Django-Entwickler.*
<https://docs.djangoproject.com/en/dev/internals/contributing/writing-code/coding-style/>, Abruf: 2020-01-02
- [36] *Die offizielle Django-Website.* <https://www.djangoproject.com/>, Abruf:
2020-01-01
- [37] *Offizielle Dokumentationsseite der Ralph Admin-Klasse von Allegro.*
<https://ralph-ng.readthedocs.io/en/stable/development/admin/>, Abruf:
2020-01-02
- [38] *Offizielle Dokumentationsseite der Ralph-API von Allegro.*
<https://ralph-ng.readthedocs.io/en/stable/development/api/>, Abruf: 2020-01-02
- [39] *Offizielle Dokumentationsseite des Paginierungs-Feature im Django Framework.*
<https://docs.djangoproject.com/en/3.0/topics/pagination/>, Abruf: 2020-01-02
- [40] *Offizielle Dokumentationsseite für Python Dekoratoren.*
<https://wiki.python.org/moin/PythonDecorators>, Abruf: 2020-01-02
-

- [41] *Die offizielle Flask-Website.* <https://palletsprojects.com/p/flask/>, Abruf: 2020-01-01
- [42] *Offizielle Infopage des Django-REST Frameworks.*
<https://www.django-rest-framework.org/>, Abruf: 2020-01-01
- [43] *Die offizielle Pyramid-Website.* <https://trypyramid.com/>, Abruf: 2020-01-01
- [44] *Die offizielle Web2Py-Website.* <http://www.web2py.com/>, Abruf: 2020-01-01
- [45] *Die offizielle Website von "Ralph" des Unternehmens "Allegro".*
<https://ralph.allegro.tech/>, Abruf: 2020-01-01
- [46] *OWASP-Weiseite mit Informationen über CSRF.*
[https://www.owasp.org/index.php/Cross-Site_Request_Forgery_\(CSRF\)](https://www.owasp.org/index.php/Cross-Site_Request_Forgery_(CSRF)),
Abruf: 2020-01-01
- [47] *Reife- und Diplomprüfung, Abschlussprüfung an technischen, gewerblichen und kunstgewerblichen Lehranstalten.* https://moodle.htl.rennweg.at/MoodleKurs-Matura/HTL_RDP-AP_Leitfaden.pdf, Abruf: 2018-04-24
- [48] *Xamarin.* <https://apiko.com/blog/flutter-vs-xamarin-the-complete-2019-developers-guide-infographics-included/>, Abruf: 2020-01-08
- [49] *Zweiter Beitrag im Entwicklungsforum von Ralph.*
<https://ralph.discourse.group/t/integration-of-ralph-inventory-extension/154>,
Abruf: 2020-03-05

— Druckgröße kontrollieren! —



— Diese Seite nach dem Druck entfernen! —

Diese
Seite
nach dem
Druck
entfer-
nen!