

# Raspberry PI Security Application

Thonas Herzog, Philipp Wurm

16. Juni 2017

**Zusammenfassung**

# 1 Einleitung

Diese Dokument stellt die Dokumentation des Projekts *Raspberry PI Security Application*, in weiterer Folge *RPISec* genannt, dar, das für die Lehrveranstaltung *Mobile und ubiquitäre Systeme* realisiert wurde. In diesem Projekt wurde eine Heimsicherheitsanwendung mit Raspberry PI, Docker und Spring realisiert, die bei einem Sicherheitsverstoß in der Lage ist, bekannte mobile Endgeräte von registrierten Benutzern über diesen Sicherheitsverstoß zu informieren.

## 1.1 Problemdarstellung

Dieser Abschnitt behandelt die Problemdarstellung, welche die Grundlage für die zu implementierende *Raspberry PI Security Application* ist. Bei einem Auslösen eines Bewegungssensors in einem Haushalt sollen alle Bewohner über ihre mobilen Endgeräte wie Handy und Tablet über den Vorfall informiert werden sowie ein Foto erhalten, das den Sicherheitsbereich, zum Zeitpunkt wann der Bewegungsmelder ausgelöst wurde, zeigt. Des weiteren soll es zu jedem Zeitpunkt möglich sein sich ein aktuelles Foto des Sicherheitsbereichs über ein mobiles Endgerät zu beziehen.

Da es sich um eine Sicherheitsanwendung handelt, soll die Benutzerverwaltung sowie die Authentifizierung *In-House* gehalten werden, also die Sicherheitsanwendung selbst soll in der Lage sein die Benutzer zu verwalten und die Authentifizierungen durchzuführen. Da sich die mobilen Endgeräte in irgendwelchen Netzen ans Internet anbinden können, wie zum Beispiel über einen Mobilfunkanbieter, Internetanbieter oder öffentlichen *Hot-Spot*, wird ein *Messaging* Dienst benötigt über den die mobilen Endgeräte erreicht werden können. Dieser muss es erlauben, dass die Benutzerverwaltung von einem anderen Dienst übernommen werden kann, da wir diesen *Messaging* Dienst nicht vertrauen wollen und daher den *Messaging* Dienst auch nicht die Benutzerverwaltung überlassen wollen.

## 1.2 Funktionsweise

Dieser Abschnitt behandelt die Funktionsweise der Applikation *RPISec*. Die Abbildung 1 zeigt den Systemaufbau der *RPISec* Applikation.

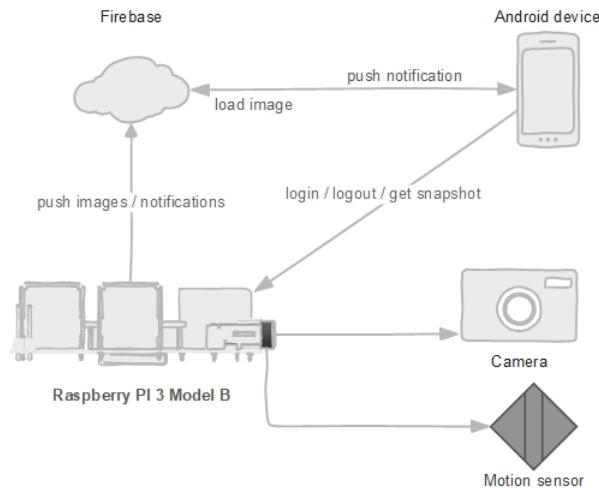


Abbildung 1: Systemaufbau der *RPISec* Applikation

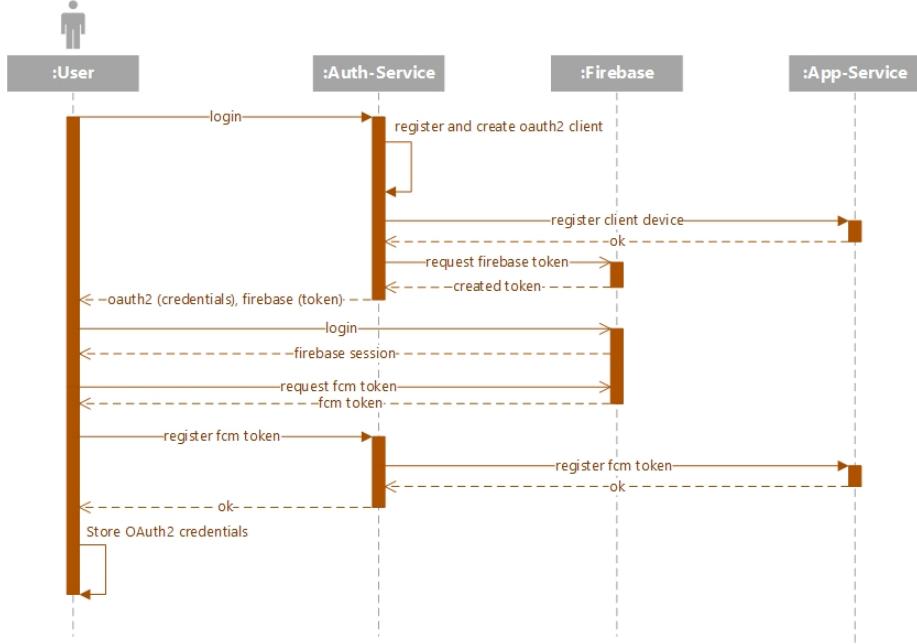


Abbildung 2: Sequenzdiagramm des Logins über einen mobilen *Client*

Die Abbildung 2 zeigt das Sequenzdiagramm das den erfolgreichen Ablauf des Logins eines Benutzers über ein Android Gerät beschreibt. Im Zuge des Logins wird das mobile Endgerät am Authentifizierungsservice und Applikationsservice registriert und für jeden Login ein neuer *OAuth2 Client* angelegt und gegebenenfalls der alte *OAuth2 Client* für dieses Endgerät gelöscht. Beziiglich OAuth2 wurde dieser Ansatz gewählt, da mit der *Client*-Applikation keine *Oauth2 Client* Zugangsdaten ausgeliefert sollen.

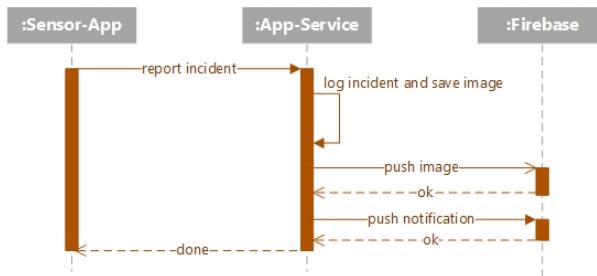


Abbildung 3: Sequenzdiagramm des Behandlens eines Sicherheitsvorfalls

Die Abbildung 3 zeigt das Sequenzdiagramm für das Behandeln eines Sicherheitsvorfalls, der von der Sensorenapplikation erkannt wurde und dem Applikationsservice mitgeteilt wurde.

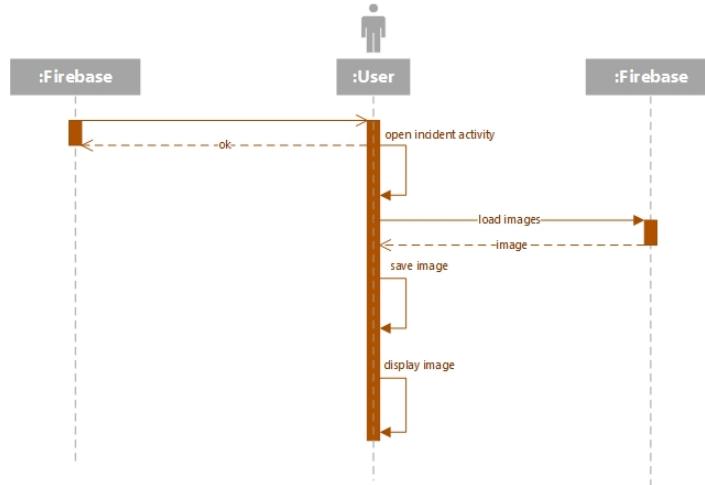


Abbildung 4: Sequenzdiagramm der Benachrichtigung eines *Client*

Die Abbildung 4 zeigt den Ablauf einer Benachrichtigung eines *Client* über den *Firebase Messaging* Dienst. Nachdem auf die Nachricht geklickt wurde, wird eine *Activity* für das Anzeigen der Bilder geöffnet, die alle bereits gespeicherten Bilder und das neu geladene Bild anzeigen.

## 2 *Raspberry PI*

Dieser Abschnitt behandelt die verwendete Hardware für *RPISec*. Für den Testaufbau wurden folgende Hardwarekomponenten verwendet.

- Ein *Raspberry PI 3 Model B*<sup>1</sup>,
- *AZDeliveryCamRasp*<sup>2</sup> und ein
- *HC-SR501*<sup>3</sup> Bewegungssensor.

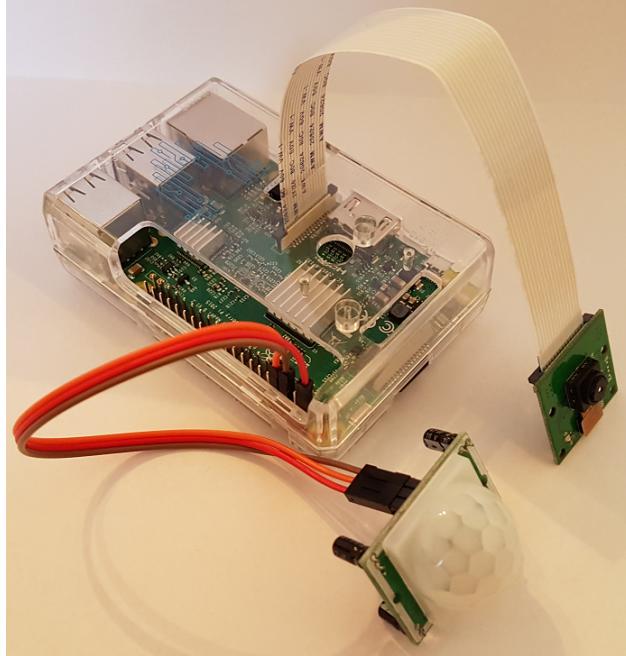


Abbildung 5: Testaufbau der Applikation

Wie in Abbildung 5 zu ersichtlich ist, wurde die Kamera über CSI (*Camera-Serial-Interface*) und der Bewegungssensor über GPIO (*General Purpose Input/Output*) an den *Raspberry PI* angeschlossen.

### 2.1 Betriebssysteme

Dieser Abschnitt behandelt die verwendete Betriebssysteme für den *Raspberry PI*. Die Applikation *RPISec* wurde einerseits mit dem Betriebssystem *hypriotos-rpi* und andererseits mit *Raspian* realisiert. Das Betriebssystem *hypriots* basiert auf *Debian Jessie* und wird von dem *OpenSource* Projekt *hypriot*<sup>4</sup> zur Verfügung gestellt wird. Das Ziel von *hypriots* ist es ein Betriebssystem für *Raspberry PI* zur Verfügung stellen, das bereits Docker vorinstalliert und betriebsbereit hat. Mit dem Betriebssystem *Raspian* muss Docker selbst installiert, wobei Docker als Paket im *Repository* zur Verfügung steht und daher sich die Installation als unkompliziert gestaltet.

Wenn Docker installiert und betriebsbereit ist, dann spielt es keine Rolle auf welchem Betriebssystem die Applikation *RPISec* betrieben wird.

<sup>1</sup><https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>

<sup>2</sup><https://az-delivery.de/products/raspberrykamerav1-3>

<sup>3</sup><https://www.mpja.com/download/31227sc.pdf>

<sup>4</sup><https://blog.hypriot.com/>

Da die Applikation *RPISec* auf eine aktive Internetverbindung angewiesen ist, muss das Betriebssystem so konfiguriert werden, dass der *Raspberry PI* entweder über *Ethernet* oder *Wlan* an ein Netzwerk angebunden ist, das Zugriff auf das Internet erlaubt. In einem produktiven Betrieb muss der *Raspberry PI* über das Internet erreichbar sein, damit die mobilen *Clients* Anfragen an die gehosteten *Microservice* absetzen können.

## 3 Software

Dieser Abschnitt behandelt die verwendete bzw. implementierte Software für *RPISec*.

### 3.1 *Microservices* und *Cloud*

Dieser Abschnitt behandelt die auf dem *Raspberry PI* gehosteten Services. Die Services wurden mit *Spring Boot* als *Microservices* implementiert, was möglich war, da Oracle eine ARM Implementierung der Java-JDK bereitstellt und die *Microservices* schlank implementiert wurden, sodass die zur Verfügung stehenden Ressourcen ausreichen, um diese Services auf einen *Raspberry PI* zu betreiben.

Es wurden die beiden *Microservices* *rpisec-auth-service* für die Benutzerverwaltung und OAuth2 Authentifizierung und *rpisec-app-service* für die Interaktion mit der Sensorik und der Interaktion mit dem *Cloud*-Diensten implementiert, wobei der *Microservice* *rpisec-auth-service* im Zuge des Projekts für die Lehrveranstaltung *Service Engineering* implementiert wurde. Es hätte auch ausgereicht die Benutzerverwaltung in den *Microservice* *rpisec-app-service* zu verpacken, obwohl dann der *Microservice* für zwei Aspekte verantwortlich gewesen wäre was im Widerspruch zu einem *Microservice* steht, der nur für einen Aspekt verantwortlich sein soll.

Der *Microservice* *rpisec-app-service* interagiert nicht direkt mit der Sensorik, sondern bindet die Sensorapplikation beschrieben in Abschnitt ?? ein und ist für dessen Lebenszyklus verantwortlich. Nachdem Start der Sensorapplikation wird ein *Listener* registriert, der auf Statusänderungen des Bewegungssensor reagiert und diesen Sicherheitsvorfall wie in Abbildung 3 behandelt.

Die beiden *Microservices* müssen Daten persistent halten und sind daher auf eine Datenbank angewiesen, wobei im Entwicklungsbetrieb auf einen Entwicklerrechner H2 und im produktiven Betrieb auf einen *Raspberry PI* PostgreSQL verwendet wird. Die Datenbank PostgreSQL konnte verwendet werden, da PostgreSQL die ARM Architektur unterstützt.

Als *Cloud* Anbieter wurde *Google* gewählt, welcher die Plattform *Firebase* anbietet, die eine JSON-Datenbank und einen *Cloud Messaging* Dienst anbietet. Für diesen Dienst gibt es eine Java Implementierung das sogenannte *firebase-admin-sdk*, das eine API zum Interagieren mit der JSON-Datenbank und eine API zum Erstellen von Authentifizierungstoken für die *Client*-Authentifizierung bei Firebase zur Verfügung stellt. In der Java Implementierung wird zurzeit keine API für die Interaktion mit dem *Messaging* Dienst zur Verfügung gestellt, was aber kein Problem darstellt, da es sich hierbei um eine einfache Anfrage an eine *REST-API* handelt, die mit Spring *RestTemplate* durchgeführt wird.

### 3.2 Sensor Applikation

Bei den Komponenten der Sensor-Anwendung handelt es sich, wie in Abschnitt 2 erwähnt, um die beiden Bauteile:

- AZDeliveryCamRasp Kamera
- HC-SR501 Bewegungssensor

### 3.3 Kamera

Bei der Kamera handelt es sich um ein eigens für den Raspberry Pi entwickeltes Modell und wird direkt an den vorhanden Kamera-Port des Raspberry Pi 3<sup>5</sup> angeschlossen.

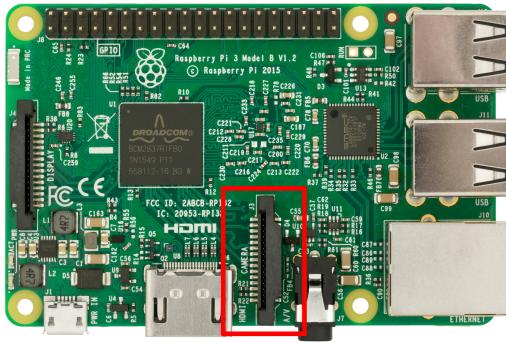


Abbildung 6: Raspberry-Pi 3

Anschließend muss die Kamera aktiviert werden. Dies geschieht über das, mit den meisten Linux-Distributionen mitgelieferte, Programm *raspi-config*<sup>6</sup>. Dieses Programm wird auch benutzt um andere Komponenten des Raspberry Pi zu konfigurieren.

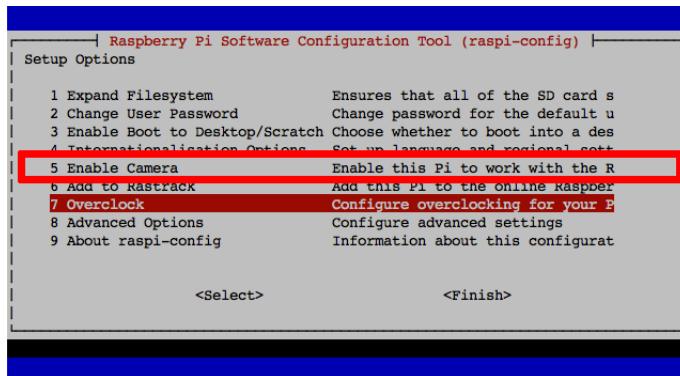


Abbildung 7: Raspi-config

Zur Ansteuerung der Kamera wird das Konsolenprogramm *raspistill* verwendet. Diese kann mit verschiedenen Parametern konfiguriert werden. Als Beispiel:

```
raspistill -width 1920 -height 1080 -o test.jpg
```

Dies erzeugt ein Bild in der Auflösung 1920 x 1080 Pixel und speichert es unter dem Dateinamen *test.jpg*.

<sup>5</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi#/media/File:Raspberry-Pi-3-Flat-Top.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi#/media/File:Raspberry-Pi-3-Flat-Top.jpg)

<sup>6</sup><https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Raspi-config.png>

### 3.4 HC-SR501 Bewegungssensor

Der HC-SR501 Sensor wird über die GPIO-Pins des Raspberry Pi angesteuert. Hierbei werden Masse, Stromversorgung und Daten-Pin des HC-SR501 Sensors mit den GPIO-Pins verbunden.

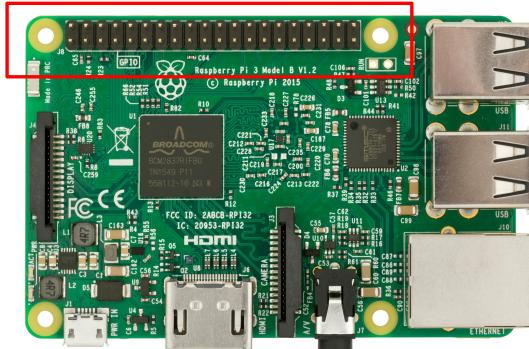


Abbildung 8: Raspberry-Pi 3

Die Pin-Belegung<sup>7</sup> des HC-SR501

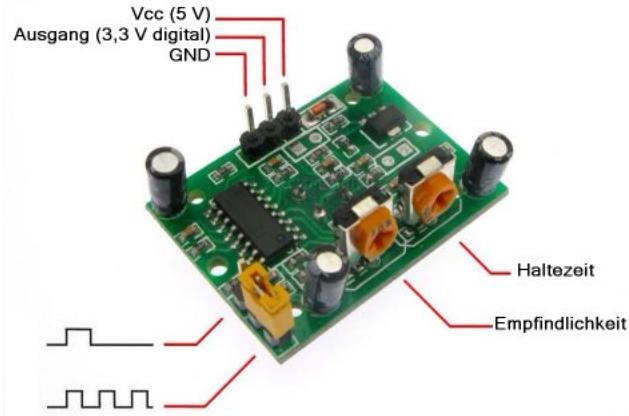


Abbildung 9: Pin-Schema HC-SR501

ist wie folgt definiert:

- Pin 1: VCC (5 Volt)
- Pin 2: Out, Data
- Pin 3: GND, Masse

zusätzlich kann die Empfindlichkeit und Haltezeit an den beiden Drehreglern eingestellt werden. Zusätzlich kann noch das Daten-Pin Verhalten über den Jumper konfiguriert werden.

<sup>7</sup><http://www.netzmafia.de/skripten/hardware/RasPi/Projekt-PIR/>

## 3.5 GPIO

GPIO ist die Abkürzung für General Purpose Input Output. Man bezeichnet damit programmierbare Ein- und Ausgänge für allgemeine Zwecke. Die GPIOs werden als Lötpunkt oder Pin in Form einer Stifteleiste herausgeführt und dienen als Schnittstelle zu anderen Systemen oder Schaltungen, um diese über den Raspberry Pi zu steuern. Dabei kann der Raspberry Pi bei entsprechender Programmierung digitale Signale von außen annehmen (Input) oder Signale nach außen abgeben (Output).

Viele der GPIOs erfüllen je nach Einstellung und Programmierung verschiedene Funktionen. Neben den typischen GPIO-Ein- und Ausgängen finden sich aber auch Pins mit der Doppelfunktion für I2C, SPI und eine serielle Schnittstelle.

### 3.5.1 HC-SR501 GPIO Verbindung

Für den HC-SR501 wird die Pin-Belegung wie folgt gewählt:

- Pin 1: VCC (5 Volt) an Pin 2
- Pin 2: Out, Data an Pin 8
- Pin 3: GND an Pin 6

Diese Pin-Belegung erfolgt aufgrund der folgenden schematischen Darstellung<sup>8</sup>:

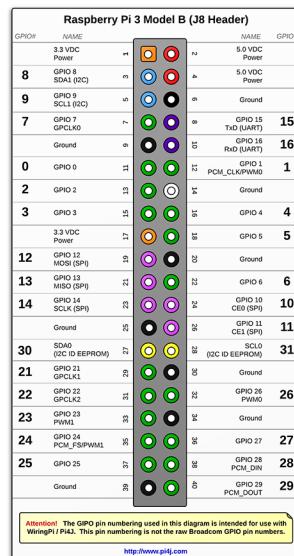


Abbildung 10: Pin-Schema

<sup>8</sup><http://pi4j.com/pins/model-3b-rev1.html>

## 3.6 Pin-Ansteuerung mit Java

Die Ansteuerung der Pins erfolgt über die *Pi4J*<sup>9</sup>-Bibliotheken die wiederum die *WiringPi*<sup>10</sup>-Bibliothek nutzt, welche die eigentliche Ansteuerung der Pins erledigt.

### 3.6.1 Pi4J

Pi4J ist eine Bibliothek für Java, die den vollen Zugriff auf die Ressourcen des Raspberry PI ermöglicht. Mit Pi4J ist es möglich Anwendungen für Raspberry PI zu schreiben, die nur Java benötigen. Damit können praktisch alle Bibliotheken eingesetzt werden, die für Java verfügbar sind. Einschränkungen gibt es nur bei den Ressourcen des Raspberry.

### 3.6.2 WiringPi

WiringPi ist ein nützliches Framework um die GPIO Ein- und Ausgänge am Raspberry Pi zu schalten. Das Ziel dieser Bibliothek ist es, eine einzige gemeinsame Plattform und Programmierschnittstelle für den Zugriff auf die GPIOs des Rapsberry Pi für verschiedene Programmiersprachen zur Verfügung zu stellen. Im Kern ist WiringPi eine C-Bibliothek, aber sie steht auch in Ruby und Python zur Verfügung.

Quelltext 1: gpio-controller.java

```
1 public class IRSensor_HCSR501 implements IRSensorDevice {
2     private GpioController gpioController;
3
4     // ...
5
6     @Override
7     public void runDevice() {
8         log.debug("Starting HCSR501 sensor");
9
10        // Already running
11        if (gpioController != null) {
12            log.debug("Starting HCSR501 sensor failed. Already started");
13            return;
14        }
15
16        // get instance of gpio controller
17        gpioController = GpioFactory.getInstance();
18
19        // set data pin to observe
20        final GpioPinDigitalInput sensor = gpioController.provisionDigitalInputPin(RaspiPin.GPIO_15,
21            "hcsr501");
22
23        // add listener to handle events
24        sensor.addListener((GpioPinListenerDigital) event -> {
25            log.debug("HCSR501 sensor at pin '{}' changed state to '{}'", event.getPin(), event.getState());
26
27            // check state of pin
28            if (PinState.HIGH.equals(event.getState())) {
29                // ...
30            });
31
32            log.debug("Registered sensor listener");
33            log.debug("Started HCSR501 sensor");
34        }
35
36        // ...
37    }
```

<sup>9</sup><http://pi4j.com/>

<sup>10</sup><http://wiringpi.com/>

### 3.7 Mobiler *Client*

## 4 Docker Infrastruktur

Dieser Abschnitt behandelt die Docker Infrastruktur, welche die Service und deren Abhängigkeiten hosted und verwaltet. Da der Umgang mit Docker und einer umfangreicheren Infrastruktur mit viel Shell-Skripten verbunden ist, wird das Python basierte Tool Docker-Compose verwendet, das es erlaubt eine Infrastruktur, die aus einer Menge von untereinander abhängigen Services besteht, deklarativ über eine *YAML*-Konfigurationsdatei definiert werden kann.

Der Quelltext 2 zeigt den Inhalt der *docker-compose.yml*, welche die Docker Infrastruktur für *RPISec* am *Raspberry PI* definiert. Die in der Datei vorkommenden Textfragmente im Format  *\${...}* stellen Variablen dar, die *Docker Compose* entweder aus einer Datei mit dem Namen *.env*, die auf derselben Ebene wie die *docker-compose.yml* platziert werden muss, oder aus den Umgebungsvariablen des Benutzers, mit dem die Infrastruktur erstellt wird, auflöst. Sollten Variablen nicht auflösbar sein, so wird eine entsprechende Meldung auf die Konsole ausgegeben.

Quelltext 2: docker-compose.yml für RPISec am Raspberry PI

```
1 version: "2.1"
2 services:
3     rpisec-app-db:
4         container_name: rpisec-app-db
5         image: tobi312/rpi-postgresql:9.6
6         environment:
7             - POSTGRES_USER=rpisec-app
8             - POSTGRES_PASSWORD=rpisec-app
9             - POSTGRES_DATABASE=rpisec-app
10        mem_limit: 64m
11        cpu_shares: 2
12        volumes:
13            - ${APP_DB_VOLUME}:/var/lib/postgresql/data:rw
14    rpisec-oauth-db:
15        container_name: rpisec-oauth-db
16        image: tobi312/rpi-postgresql:9.6
17        environment:
18            - POSTGRES_USER=rpisec-oauth
19            - POSTGRES_PASSWORD=rpisec-oauth
20            - POSTGRES_DATABASE=rpisec-oauth
21        mem_limit: 64m
22        cpu_shares: 2
23        volumes:
24            - ${OAUTH_DB_VOLUME}:/var/lib/postgresql/data:rw
25    rpisec-app:
26        container_name: rpisec-app
27        build:
28            context: ./app
29            args:
30                - VIDEO_GUID=44
31                - UID=1000
32        volumes:
33            - ${APP_APP_VOLUME}:/home/rpisec/app:rw
34            - ${APP_CONF_VOLUME}:/home/rpisec/conf:ro
35            - ${APP_LOG_VOLUME}:/home/rpisec/log:rw
36            - ${APP_IMAGE_VOLUME}:/home/rpisec/image:rw
37        environment:
38            - APP_JAVA_OPTS=-Xms128m -Xmx200m
39            - RPISEC_VERSION=${RPISEC_VERSION}
40        mem_limit: 200m
41        cpu_shares: 4
42        privileged: true
43        depends_on:
44            - rpisec-app-db
45    rpisec-oauth:
46        container_name: rpisec-oauth
47        build:
48            context: ./oauth
```

```

49
50     volumes:
51         - ${OAUTH_APP_VOLUME}:/home/oauth/app:rw
52         - ${OAUTH_CONF_VOLUME}:/home/oauth/conf:ro
53         - ${OAUTH_LOG_VOLUME}:/home/oauth/log:rw
54     environment:
55         - OAUTH_JAVA_OPTS=-Dadmin.email=fh.ooe.mus.rpise@com -Xms128m -Xmx200m
56         - RPISEC_VERSION=${RPISEC_VERSION}
57     mem_limit: 200m
58     cpu_shares: 4
59     depends_on:
60         - rpisec-oauth-db
61         - rpisec-app
62 rpisec-nginx:
63     container_name: rpisec-nginx
64     image: rpisec-nginx
65     build:
66         context: ./nginx
67     volumes:
68         - ${NGINX_LOG_VOLUME}:/var/log/nginx:rw
69         - ${NGINX_CERT_VOLUME}:/cert:ro
70     mem_limit: 64m
71     cpu_shares: 4
72     ports:
73         - 443:443
74         - 80:80
75     depends_on:
76         - rpisec-app-db
77         - rpisec-oauth-db
78         - rpisec-app
79         - rpisec-oauth

```