

**DHBW Karlsruhe**

**TINF12B5**

**Studienarbeit**

---

**Entwicklung eines Komplettsystems zur  
Überwachung und Beleuchtung von Innen-  
und Außenbereichen mit Raspberry Pi und  
iOS App**

---

Autor:  
Timo Höting  
2185611

Betreuer:  
Stefan Lehmann

## Erklärung

Gemäß §5(3) der „Studien- und Prüfungsordnung DHBW Technik“ vom 22. September 2011.

Ich habe die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet.

-----

Ort, Datum

-----

Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
1.1	Vorwort . . . . .	5
1.2	Projektbeschreibung . . . . .	5
1.3	Teilprojekte . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Hauptteil</b>	<b>6</b>
2.1	LED-Pixel . . . . .	6
2.1.1	Bewertungskriterien . . . . .	6
2.1.2	Evaluiierung . . . . .	6
2.1.3	Teststellung . . . . .	7
2.2	Bewegungssensor . . . . .	9
2.2.1	Bewertungskriterien . . . . .	9
2.2.2	Evaluiierung . . . . .	9
2.2.3	Fazit . . . . .	10
2.2.4	Teststellung . . . . .	10
2.3	Python-Server und Protokoll . . . . .	12
2.3.1	Protokoll . . . . .	12
2.3.2	Framework . . . . .	13
2.3.3	Testcode . . . . .	13
2.3.4	Implementierung . . . . .	14
2.3.5	Hashfunktion . . . . .	14
2.4	Verschlüsselung . . . . .	14
2.4.1	SSL vs. TLS . . . . .	14
2.4.2	Vor- und Nachteile TLS . . . . .	15
2.4.3	TLS Handshake . . . . .	15
2.4.4	Zertifikat und Key . . . . .	15
2.4.5	Beispielcode STARTTLS Server . . . . .	15
2.4.6	Wireshark Trace . . . . .	16
2.5	Kamera . . . . .	16
2.5.1	PI-Kamera vs. Netzwerkkamera . . . . .	16
2.5.2	Ansteuerung . . . . .	17
2.6	Anwendungsstruktur . . . . .	17
2.6.1	Klassen und ihre Funktionen . . . . .	17
2.6.2	Threads . . . . .	19
2.7	Konfiguration und Installation . . . . .	20
2.7.1	Konfiguration . . . . .	20
2.7.2	Installation . . . . .	20
2.8	iOS App . . . . .	20
2.8.1	Konzept . . . . .	20
2.8.2	... . . . .	20
2.8.3	... . . . .	20

3	Praktische Umsetzung	21
4	Kostenaufstellung	22
5	Fazit	23
	Abbildungsverzeichnis	23

# 1 Einleitung

Es soll ein Komplettsystem entwickelt werden, dass sowohl die Überwachung als auch die Steuerung der Beleuchtung von Innen- und Außenbereichen ermöglicht. Das System soll nach Entwicklung universell einsetzbar und leicht konfigurierbar sein.

## 1.1 Vorwort

## 1.2 Projektbeschreibung

Für die Beleuchtung sollen adressierbare LED-Pixel eingesetzt werden, welche möglichst leicht in ihrer Anzahl variiert werden können. Es müssen passende Bauteile und Produkte evaluiert und getestet werden. Diese müssen vom Raspberry Pi ansteuerbar sein. Die Überwachung findet über eine Kamera statt. Ob diese direkt am Raspberry Pi angeschlossen wird oder sich nur im selben Netzwerk befindet wird im Laufe dieses Projekts erarbeitet. Für die Erkennung von Aktivitäten werden Bewegungsmelder eingesetzt. Gesteuert wird das System über einen Raspberry Pi. Von diesem aus werden die LEDs angesteuert, die Sensorsignale ausgewertet und die Befehle der App empfangen. Um dem User eine einfach Ansteuerung zu ermöglichen wird eine iOS App implementiert. Die hierfür genutzten Sprachen sind Swift und Objective-C. Die Serverfunktionalitäten werden in Python implementiert. Es gibt drei verschiedene Modi in denen sich das System befinden kann:

- Beleuchtung wird durch Bewegungsmelder ausgelöst (Reaktion darauf kann vom User definiert werden)
- Beleuchtung wird manuell vom Benutzer über App gesteuert (Color Chooser, Bereichsauswahl, Leuchteffekte)
- Bewegungsmelder als Alarmanlage, beim Auslösen wird der Benutzer benachrichtigt und Bild der Kamera als Notification auf dem Smartphone angezeigt

## 1.3 Teilprojekte

- LED-Pixel evaluieren / ansteuern
- Implementierung der Ansteuerung / des Protokolls (mit den drei verschiedenen Modi)
- Implementierung der iOS App
- Vollständige praktische Umsetzung an einem Beispielobjekt

## 2 Hauptteil

### 2.1 LED-Pixel

#### 2.1.1 Bewertungskriterien

Die Beleuchtung soll durch einzelne LED-Pixel stattfinden. Ein Pixel bedeutet ein Chip auf dem sowohl die LED und der nötige Treiber sitzt. Für die Evaluierung werden folgende Kriterien gewählt:

- RGB-Farbraum  
Die LED muss den gesamten RGB-Farbraum darstellen können.  
Gewichtung: 5, KO-Kriterium
- Ansteuerung  
Da der Raspberry Pi an einigen seiner Pins Pulsweitenmodulation (PWM) bietet, sollten die LED-Pixel ohne extra Hardware ansteuerbar sein. Eine extra Stromversorgung ist aber bei größerer Anzahl an LEDs unabdingbar.  
Gewichtung: 10
- Framework  
Hier wird bewertet ob der jeweilige Hersteller ein fertiges Framework zu seinen Produkten anbietet.  
Gewichtung: 10
- Kosten  
Es werden nur die reinen Produktkosten, also ohne Versand und Zoll, bewertet.  
Gewichtung: 5
- Extras  
An dieser Stelle können mögliche Extras eines Herstellers einfließen.  
Gewichtung: 5

#### 2.1.2 Evaluierung

- Adafruit, Neopixel  
<https://www.adafruit.com/neopixel>  
LED-Pixel in unzähligen Ausführungen.  
Sitz der Firma in Tampa, Florida, USA  
RGB: Chip ist der WS2801, <http://www.adafruit.com/datasheets/WS2801.pdf> ->  
Hat volle Abdeckung des RGB-Farbraums  
Ansteuerung: Findet über PWM-Pin des Raspberry Pi statt.  
Framework: Framework von Adafruit, welches eine sehr leichte Ansteuerung ermöglichen soll.  
Kosten: 4 LEDs 7\$, 25 LEDs zusammen 39\$, durch Lieferung aus USA sehr hohe

Versandkosten (50\$)

Extras: Händler bietet verschiedene Formen und fertige Ketten an.

- LED-Emotion GMBH, LED Streifen  
<http://www.led-emotion.de/de/LED-Streifen-Set.html>  
LED-Streifen, keine Einzelpixel, nur mit Controller, keine API  
RGB: Voller RGB-Farbraum  
Ansteuerung: Nur mit Controller  
Framework: Keine öffentliche Api, möglicherweise mit Raspberry Pi ansteuerbar  
Kosten: 30 LEDs mit Netzteil 79€  
Extras: keine
- DMX4ALL GmbH, MagiarLED Solutions  
<http://www.dmx4all.de/magiar.html>  
Spezialisiert auf DMX-Ansteuerung, keine öffentliche API  
RGB: Voller RGB-Farbraum  
Ansteuerung: Wird über DMX-Controller angesteuert, dieser setzt die Signale um.  
Vermutlich wird auch der WS2801 Chip verwendet.  
Framework: DMX-Ansteuerung über DMX-Controller  
Kosten: Streifen mit 72 LEDs = 99€  
Extras: viele verschiedene Varianten
- TinkerForge, RGB LED-Pixel  
<https://www.tinkerforge.com/de/shop/accessories/leds.html>  
Scheinen die gleichen wie von Adafruit zu sein, allerdings werden hauptsächlich Controller im Shop angeboten  
RGB: Chip ist der WS2801, <http://www.adafruit.com/datasheets/WS2801.pdf> -> Hat volle Abdeckung des RGB-Farbraums  
Ansteuerung: Nach Anfrage an den Anbieter sollen die LEDs baugleich zu denen von Adafruit sein.  
Framework: keins  
Kosten: 50 LEDs = 59€  
Extras: Lieferung aus Deutschland

**Fazit:** In der Evaluierung schneiden die Produkte von Adafruit und TinkerForge am besten ab. Für eine erste Teststellung werden die einzelnen LED-Pixel von Adafruit aus den USA bestellt (Neopixel). An diesen soll vor allem die Ansteuerung getestet werden. Falls diese sich bewähren wird für den endgültigen Aufbau auf die LED-Ketten von Tinkerforge zurück gegriffen.

### 2.1.3 Teststellung

Für einen ersten Test wurde das in XXX ausgewählte Produkt als einzelne Pixel bestellt. Der Hersteller Adafruit bietet hier 4er-Packungen an. Diese können leicht in eigene Schaltungen eingelötet oder auf Experimentier-Boards gesteckt werden. Bei geringer Anzahl LEDs reicht die 5V-Stromversorgung des Raspberry Pi aus.

## Technische Daten Neopixel:

- Maße: 10.2mm x 12.7mm x 2.5mm
- Protokollgeschwindigkeit: 800 KHz
- Spannung: 5-9VDC (bei 3,5V gedimmte Helligkeit)
- Strom: 18,5mA / LED, 55mA / Pixel

## Framework:

- RPI\_WS281X ([https://github.com/jgarff/rpi\\_ws281x](https://github.com/jgarff/rpi_ws281x))
- Sprache: Python
- Entwickelt für Raspberry Pi
- Voraussetzung: Python 2.7

## Ablauf des Tests:

- **Aufbau der Schaltung**

An die einzelnen LED-Pixel wurden Stecker angelötet, damit sie auf das Experimentierboard aufgesteckt werden können. Dann wird die Schaltung nach folgendem Schaltbild verbunden. Wichtig ist, dass beim Raspberry Pi nur Pins verwendet werden können, welche PWM bieten.

- **Installation des Frameworks**

```
1 wget https://github.com/tdicola/rpi_ws281x/raw/master/python/dist/  
   rpi_ws281x-1.0.0-py2.7-linux-armv6l.egg  
2 sudo easy_install rpi_ws281x-1.0.0-py2.7-linux-armv6l.egg
```

Listing 2.1: Installation Framework ws281x

- **Testcode**

```
1 from neopixel import *  
2  
3 LED_COUNT = 4 # Number of LED pixels.  
4 LED_PIN = 18 # GPIO pin connected to the pixels (must support PWM!).  
5 LED_FREQ_HZ = 800000 # LED signal frequency in hertz (usually 800khz)  
6 LED_DMA = 5 # DMA channel to use for generating signal (try 5)  
7 LED_INVERT = False # True to invert the signal (when using NPN)  
8  
9 strip = Adafruit_NeoPixel(LED_COUNT, LED_PIN, LED_FREQ_HZ,  
   LED_DMA, LED_INVERT)  
10  
11 strip.begin()  
12 strip.setPixelColor(0, Color(255, 255, 255))  
13 strip.setPixelColor(1, Color(255, 255, 255))  
14 strip.setPixelColor(2, Color(255, 255, 255))
```



```
15 strip.setPixelColor(3, Color(255, 255, 255))  
16 strip.show()
```

Listing 2.2: Testcode zur Ansteuerung der LEDs

**Fazit** Die einzelnen Pixel sind sehr leicht anzusteuern, unterstützen auch das automatische Abschalten nach einer bestimmten Zeit und haben eine sehr hohe Leuchtkraft. Die Evaluierung hat zu einer guten Produktwahl geführt. In der Endgültigen Projektstellung werden keine einzelnen LEDs eingesetzt, sondern eine fertige Kette des Herstellers.

## 2.2 Bewegungssensor

In einem der Modi soll die Beleuchtung durch den Bewegungsmelder ausgelöst werden. Hierfür sind zuverlässige und weitreichende Bewegungssensoren notwendig.

### 2.2.1 Bewertungskriterien

- **Ansteuerung**  
Die Anbindung an den Raspberry Pi soll möglichst leicht realisierbar sein. Wünschenswert ist, dass der Sensor einfach ein High-Signal bei Bewegungserkennung ausgibt.  
Gewichtung: 5, KO-Kriterium
- **Reichweite**  
Die Reichweite oder Sensivität des Sensors soll ausreichend und regelbar sein.  
Gewichtung: 3
- **Kosten**  
Es werden nur die reinen Produktkosten, also ohne Versand und Zoll, bewertet.  
Gewichtung: 1
- **Extras**  
An dieser Stelle können mögliche Extras eines Herstellers einfließen.  
Gewichtung: 3

### 2.2.2 Evaluierung

- **PIR (MOTION) Sensor, Adafruit**  
Link: <http://www.adafruit.com/product/189>  
Ansteuerung: Gibt High-Signal an einem Pin aus.  
Reichweite: 7m, 120 Grad  
Kosten: 9,95\$ + Versand aus USA  
Extras: Kabel inklusive
- **PIR Infrared Motion Sensor (HC-SR501)**  
Link: <https://www.modmypi.com/pir-motion-sensor>  
Ansteuerung: Gibt High-Signal an einem Pin aus.  
Reichweite: 5-7m, 100 Grad

Kosten: 2,99\$ + Versand aus UK  
Extras: keine

- **Infrarot PIR Bewegung Sensor Detektor Modul**

Link: <http://www.amazon.de/Pyroelectrische-Infrarot-Bewegung-Sensor-Detektor/dp/B008AEST>

Ansteuerung: Gibt High-Signal an einem Pin aus.

Reichweite: 7m, 100 Grad

Kosten: 5 Stück = 7,66€

Extras: keine

## 2.2.3 Fazit

Die meisten Infrarot-Bewegungssensoren sind von der Bauweise nahezu identisch. Die Unterschiede liegen meist nur in der Empfindlichkeit. Da die Reichweite in diesem Fall nicht von großer Bedeutsamkeit ist, kann eigentlich jedes der Produkte bestellt werden. Auf Ebay und Amazon ist die Anzahl angebotener Sensoren nahezu unbegrenzt, es wurde für die Teststellung also die oben evaluierte Variante von Amazon bestellt.

## 2.2.4 Teststellung

Der in Punkt X.X.X gewählte Bewegungssensor wurde beim Hersteller bestellt. In der Teststellung reicht die Stromversorgung des Raspberry Pi.

### Technische Daten Sensor:

- Die Empfindlichkeit und Haltezeit kann eingestellt werden
- Reichweite: ca. 7m
- Winkel: 100 Grad
- Spannung: DC 4,5V- 20V
- Strom: < 50uA
- Ausgangsspannung: High 3V / Low 0V
- Größe: ca. 32mm x 24mm

### Ablauf des Tests:

- **Aufbau der Schaltung**

Der Sensor wird in der Teststellung direkt vom Raspberry Pi mit Strom versorgt. Für die Datenleitung kann jeder beliebige Pin gewählt werden.

- **Testcode**

Um eine Änderung am Datenpin festzustellen werden zwei Variable angelegt: `current_status` und `previous_status`. Das Programm wird in einer Dauerschleife geschickt, in der bei jedem Durchlauf die beiden Status überprüft. Wenn der neue Status (`current_status`) High ist und das vorherige Signal (`previous_state`) Low, dann wird eine Bewegung erkannt. Der Code wird mittels Kommentare erklärt.

```
1 import RPi.GPIO as GPIO
2 import time
3
4 GPIO.setmode(GPIO.BCM)
5
6 # Pin definieren
7 MOTION_PIN1 = 7
8
9 # Diese als Input definieren
10 GPIO.setup(MOTION_PIN1,GPIO.IN)
11
12 # Status definieren um verschiedene nderungen zu erkennen
13 Current_State = 0
14 Previous_State = 0
15
16 try:
17     # Loop zur Erkennung einer Bewegung
18     # Sensor erkennt Bewegung -> Signal = High
19     # Wartet 3 Sekunden und setzt Signal = Low
20     while True :
21         Current_State = GPIO.input(MOTION_PIN1)
22         if Current_State == 1 and Previous_State == 0:
23             print "Motion_detected!"
24             Previous_State=1
25         elif Current_State == 0 and Previous_State == 1:
26             print "Ready"
27             Previous_State=0
28         time.sleep(0.01)
29
30 except KeyboardInterrupt:
31     print "Quit"
32     GPIO.cleanup()
```

Listing 2.3: Testcode zur Bewegungserkennung mit Sensor

Bei der Endversion des Systems sollen mehrere Bewegungssensoren integriert werden. Bei Auslösen des ersten Sensors sollen die LEDs angeschaltet werden und nach auslösen eines weiteren Sensors wieder ausgeschaltet werden.

- **Auswertung**

Das High-Signal des Sensors lässt sich mit dem Raspberry Pi sehr leicht auswerten. Auch die Auswertung von mehreren Sensoren stellt kein Problem da. Das Ergebnis der Evaluierung konnte in dieser Tststellung bestätigt werden.

## 2.3 Python-Server und Protokoll

### 2.3.1 Protokoll

Um die LEDs später von einer App aus ansprechen zu können, soll ein auf Strings basierendes Protokoll implementiert werden. Dieses wird in TCP-Paketen übertragen. Hierfür muss als erstes festgelegt werden, welche Informationen übertragen werden sollen:

- Authentifizierung  
Übertragung eines Passworts. Dieses ist als Hashwert im System gespeichert und kann so überprüft werden. Es wird der SHA-224-Algorithmus eingesetzt.
- Control  
Unterscheidung zwischen:
  - X00: Alle LEDs ausschalten
  - X01: Eine LED anschalten
  - X02: LED-Bereich anschalten
  - X03: Effekt für eine LED
  - X04: Effekt für LED-Bereich
  - X05: Effektkode

Abhängig von diesem Feld werden die nachfolgenden Werte behandelt.

- LED-Nummer  
Falls nur eine LED angesprochen werden soll (Control = X00), so wird hier die Nummer angegeben. Ob sie im gültigen Range liegt wird intern überprüft.
- Bereich Start  
Wenn mehrere LEDs gesteuert werden sollen (Control = X01), so wird hier der Beginn des Bereichs angegeben.
- Bereich Ende  
Und hier das Ende des Bereichs.
- Rot  
Farbwert Rot 0-255
- Grün  
Farbwert Grün 0-255
- Blau  
Farbwert Blau 0-255
- Effekt  
Es können verschiedene LEDs mit Effekten belegt werden, wie zum Beispiel Aufblitzen oder zeitgesteuertes Ausschalten.
- Effektkode  
Hinterlegte, fest programmierte Effekte, zum Beispiel alle LEDs anschalten in weiß mit höchster Leuchstärke.

- Hash  
Überprüfung ob die Übertragung erfolgreich war, mittels eines Hashwertes. Es wird der SHA-224-Algorithmus eingesetzt.

### Übertragungsbeispiel:

Protokoll:

```
auth:control:ledNo:rangeStart:rangeEnd:red:green:blue:effect:effectcode:hash  
pass:X01:0:0:49:255:255:255:0:0:xx
```

Listing 2.4: Beispielübertragung des Protokolls

Dies wrde die LEDs 0 bis 49 einschalten (Farbe weis 255,255,255). Anstelle der XX würde der Hashwert der gesamten Übertragung gesendet.

## 2.3.2 Framework

Twisted: <https://twistedmatrix.com>

Es wird das Twisted Matrix Framework eingesetzt. Twisted ist eine in Python geschriebene event-getriebene Netzwerkengine. Die meisten gängigen Protokolle wie TCP, IMAP, SSHv3 und viele mehr werden unterstützt. Somit bietet Twisted die ideale Möglichkeit einen eigenen simplen Server zu implementieren.

**Event-Getrieben (event-based):** Die Serveranwendung befindet sich in einer Schleife und wartet auf ein Event. Dieses Event ist in diesem Fall der Connect eines Clients zum Server. Für jeden Connect wird eine neue Instanz angelegt, in welcher empfangene Daten bearbeitet werden können. Die Daten werden als String ausgewertet, somit wird ein string-basiertes Protokoll implementiert. [I.]

## 2.3.3 Testcode

```
1  #!/usr/bin/env python
2  # Copyright (c) Twisted Matrix Laboratories.
3  # See LICENSE for details.
4
5  from twisted.internet.protocol import Protocol, Factory
6  from twisted.internet import reactor
7
8  ### Protocol Implementation
9
10 # This is just about the simplest possible protocol
11 class Echo(Protocol):
12     def dataReceived(self, data):
13         self.transport.write(data)
14
15
16     def main():
17         f = Factory()
18         f.protocol = Echo
19         reactor.listenTCP(8000, f)
```

```
20         reactor.run()
21
22 if __name__ == '__main__':
23     main()
```

Listing 2.5: Testcode Echoserver mit Twisted Framework

//TODO ERKLÄRUNG

### 2.3.4 Implementierung

Im Folgenden wird die Implementierung des Servers näher erläutert.

// TODO CODE des Servers

### 2.3.5 Hashfunktion

Es wird zu zweierlei Zwecken eine Hashfunktion eingesetzt. Zum einen um die Korrektheit der Übertragung zu überprüfen und zum Anderen um ein Passwort zur Authentifizierung verwenden zu können. Dieses wird als Wort übertragen, auf dem Server aber nur als Hash-Wert abgespeichert. Falls es also jemand schafft die Konfigurationsdatei abzugreifen, so ist der Passworthash nichts wert.

## 2.4 Verschlüsselung

### 2.4.1 SSL vs. TLS

SSL (Secure Sockets Layer) und TLS (Transport Layer Security) sind Protokolle, die Verschlüsselung und Authentifizierung zwischen zwei Kommunikationspartnern bieten. Die beiden Begriffe SSL und TLS werden umgangssprachlich oft als zwei verschiedene Techniken dargestellt, obwohl TLS nur eine Weiterentwicklung von SSL ist. SSL v3 ist die Basis von TLS 1.0.

Aufgrund des Alters und einiger Sicherheitslücken wird SSL als unsicher angesehen und soll nicht mehr verwendet werden. Die aktuellste gefundene Lücke ist POODLE, welche das Auslesen von Informationen aus einer verschlüsselten Übertragung erlaubt. Die Weiterentwicklungen TLS 1.1 und 1.2 sind deutlich sicherer und beheben einige Sicherheitslücken. So schützt die richtige Implementierung von TLS 1.2 auch vor den BEAST Angriffsmethoden.

Eine Variante von TLS ist das sogenannte STARTTLS, bei dem zuerst ein unsicheres 'hello' an den Server gesendet wird. Falls im Anschluss eine Verbindung erfolgreich zustande kommt, wird zur sicheren Übertragung gewechselt.

Wenn ein Server implementiert wird, so muss er alle Techniken unterstützen, beim Client kann der Entwickler selbst entscheiden. Ein Entwickler sollte immer die höchst mögliche Verschlüsselungstechnik einsetzen.

## 2.4.2 Vor- und Nachteile TLS

Da TLS auf der Transportschicht aufsetzt kann jedes höhere Protokoll darüber übertragen werden, somit ist die Verschlüsselung unabhängig von der genutzten Anwendung.

Der größte Nachteil besteht darin, dass der Verbindungsaufbau serverseitig sehr rechenintensiv ist. Die Verschlüsselung selbst nimmt, abhängig vom Algorithmus, nur noch wenige Rechenleistung in Anspruch.

## 2.4.3 TLS Handshake

### 1. Client Hello

Übertragung von Verschlüsselungsinformationen vom Client an den Server, wie TLS Version oder Verschlüsselungsmöglichkeiten

### 2. Server Hello

Server sendet seine Informationen und legt Verschlüsselung fest.

### 3. Server Key Exchange

Server sendet seine Identität in Form seines Zertifikats.

### 4. Client Key Exchange

Client legt seinen Pre-Shared-Key fest und überträgt ihn verschlüsselt mit dem public Key des Servers.

### 5. Change Cipher Spec

Aus dem PSK wird ein Master-Secret generiert, mit welchem die folgenden Übertragung abgesichert wird.

### 6. Application Data

Übertragung der Daten.

## 2.4.4 Zertifikat und Key

Auf dem Raspberry Pi ist OpenSSL in der neuesten Version installiert. Es wird ein selbst-signiertes Zertifikat im 2048 Bit Key erzeugt.

### 1. Private Key erzeugen

```
openssl genrsa -des3 -out server.key 2048
```

### 2. Certificate Signing Request

```
openssl req -new -key server.key -out server.csr
```

### 3. Self Signed Certificate

Bei einem öffentlichen Server sollte das Zertifikat bei einer CA (Certificate Authority) signiert werden.

```
openssl x509 -req -days 1865 -in server.csr -signkey server.key -out server.crt
```

## 2.4.5 Beispielcode STARTTLS Server

An dieser Stelle ist der Beispielcode von Twisted am besten verständlich

(Quelle: <https://twistedmatrix.com/documents/12.3.0/core/howto/ssl.html>)

```
1 from OpenSSL import SSL
2 from twisted.internet import reactor, ssl
3 from twisted.internet.protocol import ServerFactory
```

```
4 from twisted.protocols.basic import LineReceiver
5
6 class TLSServer(LineReceiver):
7     def lineReceived(self, line):
8         print "received:_" + line
9
10        if line == "STARTTLS":
11            print "--_Switching_to_TLS"
12            self.sendLine('READY')
13            ctx = ServerTLSContext(
14                privateKeyFileName='keys/server.key',
15                certificateFileName='keys/server.crt',
16            )
17            self.transport.startTLS(ctx, self.factory)
18
19
20 class ServerTLSContext(ssl.DefaultOpenSSLContextFactory):
21     def __init__(self, *args, **kw):
22         kw['sslmethod'] = SSL.TLSv1_METHOD
23         ssl.DefaultOpenSSLContextFactory.__init__(self, *args, **kw)
24
25 if __name__ == '__main__':
26     factory = ServerFactory()
27     factory.protocol = TLSServer
28     reactor.listenTCP(8000, factory)
29     reactor.run()
```

Listing 2.6: Testcode Echoserver mit Twisted Framework

Es ist gut zu erkennen, dass die Übertragung nur ausgewertet wird, wenn das Stichwort `STARTTLS` am Anfang der Übertragung enthalten ist. Daraufhin wird mit `READY` geantwortet um dem Client zu signalisieren, dass jetzt der TLS Handshake begonnen werden kann. Im nächsten Schritt lädt der Server sein Zertifikat und seinen Key. In der Initmethode der Klasse `ServerTLSContext` können die Verschlüsselungsdetails festgelegt werden. Im obigen Beispiel wird hier zum Beispiel die TLS Version definiert.

## 2.4.6 Wireshark Trace

Im folgenden ist ein Trace eines TLS Handshakes zwischen einem Client und dem implementierten Server auf dem Raspberry Pi zu sehen. // TODO beschreibung

## 2.5 Kamera

### 2.5.1 PI-Kamera vs. Netzwerkkamera

Bei Auslösen des System im Überwachungsmodus soll ein aktuelles Bild der Überwachungskamera an das jeweilige Smartphone gepusht werden. Es gibt zwei mögliche Kame-



ratechniken, entweder eine direkt an den Raspberry Pi Angeschlossene oder eine, die im Netzwerk erreichbar ist.

**Raspberry Pi Cam** Die Kameras für den Raspberry Pi können direkt an das Gerät angeschlossen werden. Meistens werden sie direkt über die GPIO Pins verbunden. Der Vorteil dieser Kameras ist, dass sie keine externe Stromversorgung benötigen und durch viele verschiedene Frameworks leicht anpassbar und verwaltbar sind. Der große Nachteil ist allerdings, dass die Kamera an dem Raspberry Pi angeschlossen werden muss, auf welchem auch der Server läuft. Da dieser aber möglich wettergeschützt (im Außenbereich) oder unauffällig (im Innenbereich) angebracht ist, lässt sich von diesen Positionen kaum eine effektive Überwachung realisieren.

Als Beispiel wäre ein von der Raspberry Pi Foundation empfohlene Kamera zu nennen: `//TODO Beispielkamera`

**Netzwerkkamera** Eine Netzwerkkamera oder auch IP-Kamera genannt befindet sich im Netzwerk und kann über eine Website oder App eingesehen und gesteuert werden. Der Vorteil ist, dass sie sich irgendwo befinden kann, solange sie im selben Netzwerk ist. Somit kann zum Beispiel eine wetterfeste Kamera im Außenbereich angebracht werden und der Server kann sich im geschützten Innenbereich befinden.

Der Nachteil besteht bei IP-Kameras darin, dass es keine einheitliche API zum Abgreifen des Videomaterials gibt. Eine mögliche Lösung wäre das Laden der HTML Seite über einen HTTP-Request und darauffolgend das Ausfiltern des Bildmaterials. Über diese Variante kann aber kein Video sondern nur temporäre Bilder geladen werden. Dies würde aber für eine Notification auf dem Smartphone ausreichen.

Für dieses Projekt wird eine IP-Kamera aufgrund von oben genannten Vorteilen verwendet.

## 2.5.2 Ansteuerung

Testcode HTTP-Request

Implementierung

## 2.6 Anwendungsstruktur

### 2.6.1 Klassen und ihre Funktionen

Die Klasse 'Center' stellt die zentrale Stelle in der Anwendung dar, an der alle Informationen zusammen laufen und verwaltet werden. In der Klasse 'Sensor' werden die einzelnen Bewegungssensoren überwacht. Falls eine Bewegung detektiert wird, so werden in 'Center' die notwendigen Methoden aufgerufen um die LEDs an- oder auszuschalten.

Die Klasse 'LED\_Control' verwaltet die eingerichteten LEDs und steuert diese. Hier werden auch die möglichen Effekte gesteuert. Die Methoden in dieser Klasse werden aus der Klasse 'Center' aufgerufen. Ein Zugriff in die andere Richtung ist nicht möglich.

Alle Serverfunktionalitäten werden in der Klasse 'Server' bereitgestellt. Hier werden die Daten von Übertragungen empfangen und ausgewertet. Die Prüfung der Korrektheit der

einzelnen Protokollbestandteile findet ebenfalls hier statt. Wenn alle Überprüfungen erfolgreich sind, werden die Befehle an 'Center' weiter gegeben und dort ausgeführt. Wenn eine Antwort notwendig ist, zum Beispiel eine Statusabfrage der App an den Server, so werden die Informationen von 'Center' gesammelt und dann von 'Server' verpackt und in korrektem Format an das Mobilgerät gesendet.

Informationen die für den Betrieb des Systems notwendig sind, werden in der 'Config.ini' gespeichert und können nur über die Klasse 'ConfigReader' abgerufen werden. Es werden Informationen wie Anzahl der LEDs, Passworthash oder Adresse der Netzwerkkamera abgespeichert. Die Konfigurationsdatei wird beim Installationsvorgang erstellt.

Abrufen von Bildmaterial von der Netzwerkkamera findet ausschließlich über die Klasse 'Cam' statt. Die Klasse ruft die Informationen ab und filtert das Bildmaterial. Somit geben die Methoden der Klasse nur ein Bild zurück.

In der Klasse 'Status' kann ein Status des Gesamtsystems in der Kommandozeile ausgegeben werden und über 'Log' können Informationen im Logfile gespeichert werden.

Einzelne Rückgabetypen von Methoden, sowie die Initialisierung von allen Klassen kann mit 'UNIT\_Test' getestet werden.

```
1 root@raspberrypi:/home/timo/Studienarbeit# python UNIT_Test.py
2 test_Center (__main__.TestSequenceFunctions) ... ok
3 test_Effects (__main__.TestSequenceFunctions) ... ok
4 test_LEDControl (__main__.TestSequenceFunctions) ... ok
5 test_Sensor (__main__.TestSequenceFunctions) ... ok
6 test_Server (__main__.TestSequenceFunctions) ... ok
7 test_Status (__main__.TestSequenceFunctions) ... ok
8 test_camAdress_MUST_FAIL (__main__.TestSequenceFunctions) ... FAIL
9 test_camAvaible (__main__.TestSequenceFunctions) ... ok
10 test_getHashPass (__main__.TestSequenceFunctions) ... ok
11 test_getMotionPin1 (__main__.TestSequenceFunctions) ... ok
12 test_getNumberOfLED (__main__.TestSequenceFunctions) ... ok
13
14 =====
15 FAIL: test_camAdress_MUST_FAIL (__main__.TestSequenceFunctions)
16 -----
17 Traceback (most recent call last):
18   File "UNIT_Test.py", line 67, in test_camAdress_MUST_FAIL
19     self.assertEqual(resultTest, resultCorrect)
20 AssertionError: '192.168.2.205' != '123'
21
22 -----
23 Ran 11 tests in 1.873s
```

Listing 2.7: Ausgabe der Klasse UNIT\_Test

## 2.6.2 Threads

**Problem:** Die Server-Klasse und Sensor-Klasse befinden sich in einer Endlosschleife, da sie dauerhaft auf eine Eingabe warten. Beim Server sind dies Empfangene Daten und beim Sensor Bewegungssignale. Würden alle Klassen in einem Thread ablaufen, so würde nur eine Klasse gestartet werden und der Anwendungsablauf in dieser bleiben.

**Lösung:** Die beiden oben genannten Klassen, sowie weitere Klassen wie die LED-Steuerung, werden in eigene Threads ausgelagert. Threads sind Unterprozesse im Hauptprozess, die es ermöglichen mehrere Aufgaben in einem Programm gleichzeitig abzuarbeiten. Zwischen den einzelnen Threads kann Datenaustausch statt finden und es ist möglich übergreifende Funktionen aufzurufen.

Zur Implementierung wird das Modul 'threading' genutzt. Eine Klasse, die in einem Thread gestartet werden soll, benötigt eine init- und eine run-Methode.

**Beispielcode:** Für eine Funktionsdarstellung der Threads mit Python werden drei Klassen angelegt, eine zur Steuerung und zwei, die in einem Thread laufen sollen.

Die Klasse 'Testcenter' initialisiert die Klassen als Threads und startet diese.

```
1  #!/usr/bin/python
2  # -*- coding: utf-8 -*-
3  #####
4  # Author: Timo Hting #
5  # Mail: mail[at]timohoeting.de #
6  #####
7  import threading
8  from TestThread import *
9  from TestThread1 import *
10
11 class TestCenter():
12     def newThread(self):
13         global testthread
14         global testthread1
15         testthread = TestThread('thread0', self)
16         testthread1 = TestThread1('thread1', self)
17         testthread.start()
18         testthread1.start()
19
20     def dosth(self):
21         print 'dosth'
22
23     def dosth2(self):
24         print 'dosth2'
25
26     def dosth3(self):
27         testthread1.calledFromMain('--dosth3')
28
29 if __name__ == "__main__":
30     newThread = TestCenter()
```

31 | newThread.newThread()

Listing 2.8: Klasse Testcenter

Die beiden TestThread-Klassen enthalten beide eine init- und eine run-Methode. Die Klasse Thread1 enthält zusätzlich noch eine Methode die von anderen Klassen ausführbar ist.

```
1  #!/usr/bin/python
2  # -*- coding: utf-8 -*-
3  #####
4  # Author: Timo Hting #
5  # Mail: mail[at]timohoeting.de #
6  #####
7
8  import threading
9  import time
10 import datetime
11
12 class TestThread1(threading.Thread):
13     def __init__(self,ms,c):
14         threading.Thread.__init__(self)
15         global center
16         center = c
17         global message
18         message = ms
19
20     def run(self):
21         print message
22         center.dosth2()
23
24     def calledFromMain(self, message):
25         print 'calledFromMain' + message
```

Listing 2.9: Klasse TestThread1

Die init-Methoden werden bei der Erzeugung des Threads aufgerufen und die run-Methode wenn er gestartet wird. Danach können die Methoden wie bei normalen Methodenaufrufen benutzt werden.

## 2.7 Konfiguration und Installation

### 2.7.1 Konfiguration

### 2.7.2 Installation

## 2.8 iOS App

### 2.8.1 Konzept

### 2.8.2 ...

### 2.8.3 ...

## 3 Praktische Umsetzung

## 4 Kostenaufstellung

## 5 Fazit



# Abbildungsverzeichnis

# Literaturverzeichnis

- [I.]                      “SWR Info - Zahlen, Daten, Fakten über den SWR“, <http://www.swr.de/unternehmen/unternehmen/kennzahlen/kennzahlen-organisation/-/id=12213420/did=12302978/nid=12213420/eqq46v/index.html>, 13.12.2013