

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

1	Einleitung	4
1.1	Vorwort	4
1.2	Projektbeschreibung	4
1.3	Teilprojekte	4
2	Hauptteil	5
2.1	LED-Pixel	5
2.1.1	Bewertungskriterien	5
2.1.2	Evaluiierung	5
2.1.3	Teststellung	6
2.2	Bewegungssensor	8
2.2.1	Bewertungskriterien	8
2.2.2	Evaluiierung	8
2.2.3	Fazit	9
2.2.4	Teststellung	9
2.3	Python-Server und Protokoll	11
2.3.1	Protokoll	11
2.3.2	Framework	12
2.3.3	Testcode	12
2.3.4	Implementierung	13
2.3.5	Klassen und ihre Funktionen	13
2.3.6	Hashfunktion	13
2.4	Verschlüsselung	13
2.4.1	SSL vs. TLS	13
2.4.2	Vor- und Nachteile TLS	14
2.4.3	TLS Handshake	14
2.4.4	Zertifikat und Key	14
2.4.5	Beispielcode STARTTLS Server	14
2.4.6	Wireshark Trace	16
2.5	Kamera	16
2.5.1	PI-Kamera vs. Netzwerkkamera	16
2.5.2	Ansteuerung	16
2.6	Konfiguration und Installation	16
2.6.1	Konfiguration	16
2.6.2	Installation	16
2.7	iOS App	16
2.7.1	Konzept	16
2.7.2	16
2.7.3	16
3	Praktische Umsetzung	17

4	Kostenaufstellung	18
5	Fazit	19

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)
- 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: Effektcode

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.
- Effektcode
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
Dies wrde die LEDs 0 bis 49 einschalten (Farbe weis 255,255,255)
```

Listing 2.4: Beispielübertragung des Protokolls

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.

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 Klassen und ihre Funktionen

// TODO

2.3.6 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.

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 höchsten Verschlüsselungstechniken einsetzen.

2.4.2 Vor- und Nachteile TLS

Jedes höherer Protokoll kann über TLS 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

2.5 Kamera

2.5.1 PI-Kamera vs. Netzwerkkamera

2.5.2 Ansteuerung

2.6 Konfiguration und Installation

2.6.1 Konfiguration

2.6.2 Installation

2.7 iOS App

2.7.1 Konzept

2.7.2 ...

2.7.3 ...

3 Praktische Umsetzung

4 Kostenaufstellung

5 Fazit