

DAT-Projekt Lichtsteuerung

Marius **Schuller**
Stefan **Thiemann**
Patrick **Wildt**

18. November 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	3
2	Lichtsteuerungs-Technologien	3
3	Komponenten	4
4	Hardware	4
4.1	RaspBee Premium, Raspberry-Pi Einzeln	4
4.2	RaspBee Premium, Raspberry-Pi Bundle	4
4.3	Hinweis	4
5	Grobarchitektur	5
5.1	Hue LED Licht	6
5.2	ZigBee Controller	6
5.3	Lichtsteuerung	7
5.4	API	7
5.5	Webserver	8
5.6	GUI	8
5.7	CLI	8
6	Umsetzung	9
6.1	Einschränkungen	9
7	Installation	9
7.1	Betriebssystem	9
7.2	deCONZ	10
7.3	Vorbereitung für die Nutzung der CLI auf RaspBerry Pi (RPi)	10
8	deCONZ Bedienung	11
8.1	deCONZ starten	11
8.2	Web-GUI	12
8.3	API	12
9	lolo - Lights on, Lights off	13
9.1	Beispielaufufe	13
	Abkürzungsverzeichnis	14
	Glossar	15

1 Einführung

Im Zuge der Internet-of-Things-Kampagne¹ werden immer mehr “dumme” bzw. einfache Geräte miteinander vernetzt und die resultierenden Daten intelligent miteinander verknüpft. Dazu gehören auch Lichter und Glühbirnen. Zur Vernetzung und Steuerung der Lichter existieren bereits mehrere aktuelle Technologien. Mit Hilfe einer der standardisierten Technologien möchten wir einen Controller implementieren, der diese Lichter kontrollieren kann.

2 Lichtsteuerungs-Technologien

Üblicherweise möchten Hersteller ein eigenes Produkt-Ökosystem erstellen, aus dem ein Anwender nicht oder nur schwer entkommen kann. Hierfür werden von den Herstellern eigene, unfreie Protokolle implementiert. Beispielsweise bietet *LimitlessLED*² Glühbirnen, welche sich über 2,4 GHz WLAN in das lokale Netzwerk verbinden. Für die eigentliche Steuerung wurde dazu eine eigene API entwickelt. Eine weitere bekannte Technologie zur Steuerung von Geräten ist Bluetooth. Hier ist es derzeit möglich mit Hilfe des Generic Attribute Profile (GATT), ein eigenes Protokoll zu sprechen. Dies wird bei einigen smarten Glühbirnen verwendet um ein proprietäres Lichtsteuerungsprotokoll zu implementieren.

Die Bluetooth Konkurrenten *Z-Wave*³ sowie *ZigBee* implementieren wieder jeweils eigene Lichtprotokolle. Diese sind jedoch für jeden Client des Funkstandards nutzbar, sodass die Hersteller kein eigenes Protokoll implementieren mussten. Der Funkstandard ZigBee wird von den namhaften Herstellern *Philips* und *Osram* verwendet.

Für das Schwerpunktprojekt würden wir uns auf ZigBee kompatible Geräte konzentrieren. Vor allem die Produkte der *Philips hue*⁴ Reihe.

¹<http://www.nextgenerationmedia.de>

²<http://www.limitlessled.com>

³<http://www.z-wavealliance.org>

⁴<http://www.philips.de/e/hue/hue.html>

3 Komponenten

Die eigentliche Logik zur Steuerung der Lichter kann auf einem *RPi* implementiert werden. Um den Funkstandard ZigBee sprechen zu können wird ein kompatibles Funkmodul benötigt. Hierfür kann das *RaspBee*-Modul verwendet werden. Dieses gibt es in zwei Varianten, *Basic* und *Premium*. Während man mit der Basic-Variante nur mit 5 Knoten sprechen darf, ist dies bei der Premium-Variante unbegrenzt. Die Lichter würden aus einem *Philips Hue* Starterkit bestehen.

4 Hardware

4.1 RaspBee Premium, Raspberry-Pi Einzeln

Menge	Produkt	Einzelpreis	Gesamtpreis
3	RaspberryPi 2	42 Euro	126 Euro
3	RaspBee Premium	60 Euro	180 Euro
3	Philips Hue LED 1 x 9W A60 E27	59 Euro	177 Euro
Gesamtpreis			483 Euro

4.2 RaspBee Premium, Raspberry-Pi Bundle

Menge	Produkt	Einzelpreis	Gesamtpreis
3	RaspberryPi 2 Bundle	70 Euro	210 Euro
3	RaspBee Premium	60 Euro	180 Euro
3	Philips Hue LED 1 x 9W A60 E27	59 Euro	177 Euro
Gesamtpreis			567 Euro

4.3 Hinweis

Unter Umständen sind Bestandteile der Liste schon im Vorrat der Hochschule oder der Projektteilnehmer. Je nach Beteiligung der Fachhochschule würden wir für einen Teil der Kosten aufkommen.

5 Grobarchitektur

In Abbildung 1 wird der grobe, voraussichtliche Ablauf der Kommunikation aller involvierter Komponenten beschrieben.

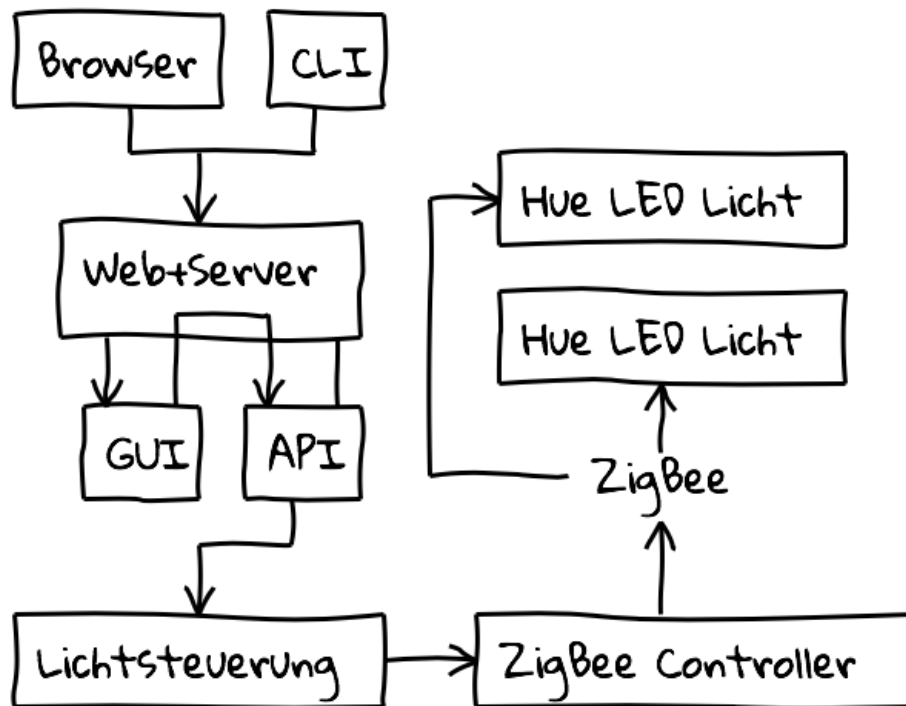


Abbildung 1: Kommunikationsablauf der Komponenten

Die Lichtsteuerung soll aus mehreren miteinander interagierenden Komponenten bestehen, die im Folgenden genauer beschrieben werden.

5.1 Hue LED Licht

Die zu steuernden Lampen werden in eine herkömmliche Fassung geschraubt worüber sie wie normale Leuchtmittel mit Strom versorgt werden. Die Hue LEDs besitzen dazu aber einen ZigBee-Chip, mit dem sie Teil eines ZigBee-Netzwerks werden können. In diesem Netzwerk fungieren sie als *End Device*, das bedeutet, sie nehmen nicht am Routing innerhalb des Netzwerks teil, benötigen dafür aber auch nur einen kleinen Teil der Funktionen des ZigBee-Standards. Über das ZigBee *Light Link*-Protokoll⁵ können die Lampen angesprochen werden und bestimmte Einstellungen wie Helligkeit und Farbe eingestellt werden.

5.2 ZigBee Controller

Der ZigBee Controller RaspBee ist die eigentliche Funkeinheit. Sie stellt eine rohe Programmierschnittstelle bereit, um auf das ZigBee-Netzwerk zugreifen zu können.



Abbildung 2: RaspBee-Funkmodul

Der Controller besteht aus zwei Komponenten. Zum einen dem RaspBee, einer aufsteckbaren Erweiterungsplatine mit Funkmodul für den RPi, und zum anderen dem RPi selber. Der RPi besitzt eine Reihe an GPIO-Pins am Rand des Boards.

⁵<http://www.zigbee.org/zigbee-for-developers/applicationstandards/zigbee-light-link/>

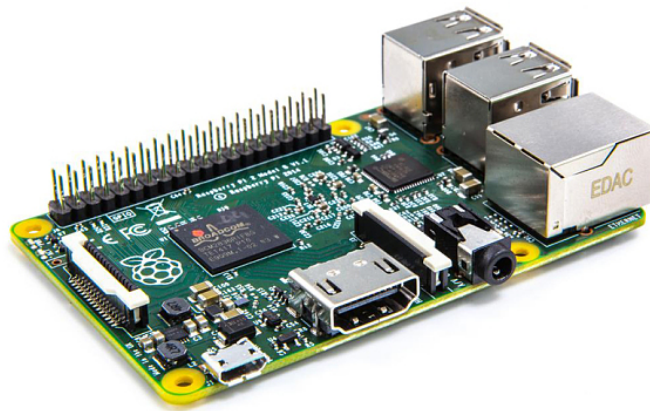


Abbildung 3: Raspberry 2

Das RaspBee ist an diese GPIO-Pins angepasst und wird dadurch mit Strom versorgt. Außerdem werden die UART-Pins zur seriellen Kommunikation mit einem Treiber, der auf dem RPi betrieben wird, verwendet.

5.3 Lichtsteuerung

Die Lichtsteuerung soll als hardwarenahes Backend dienen. Diese Software, die auf dem RPi betrieben wird, kommuniziert über die serielle Schnittstelle mit dem ZigBee Controller. Um auf die Nodes des Netzwerks zugreifen zu können bietet das Backend eine Programmierschnittstelle an.

5.4 API

Die API ist eine weitere Software auf dem RPi. Sie verwendet die Schnittstelle der Lichtsteuerung und bietet eine REST-basierte Webschnittstelle an. Diese Schnittstelle bietet einen vereinfachten Zugriff auf das Funknetz, mit Fokus auf Steuerung und Verwaltung der Lampen. Durch die Trennung der einzelnen Programme bleiben Treiber, API und GUI austauschbar.

5.5 Webserver

Der Webserver dient primär zum Zugriff auf die Weboberfläche, welche die REST-API über den Browser zugänglich macht um bequem die Lichter verwalten und steuern zu können. Weiter wird hier die API etwaigen CLI-Programmen zur Verfügung gestellt.

5.6 GUI

Die GUI, im HTML5 Standard, ist die Schnittstelle zum Benutzer und wird im Browser dargestellt. Über diese kann der Benutzer die Nodes steuern, wie z.B. Helligkeit und Farbe einstellen. Zum bequemen Verwenden der API aus dem Browser wird JavaScript auf dem Client verwendet.

5.7 CLI

Um die Lampensteuerung automatisieren zu können, etwa um aus dem Urlaub oder zeitgesteuert in einem Haus Licht aus- oder anzuschalten, ist ein Kommandozeileninterface wünschenswert. Für viele Sprachen gibt es bereits Module mit denen REST-APIs angesprochen werden können, daher ist die Programmiersprache in der das CLI-Programm umgesetzt werden soll zweitrangig.

6 Umsetzung

Umgesetzt und von uns implementiert werden soll die API sowie die CLI. Eine rudimentäre Umsetzung der Web-GUI ist denkbar, um die prinzipielle Möglichkeit zu verdeutlichen. Die Treibersoftware um das RaspBee-Modul anzusteuern ist leider nicht Open Source. Diese Software bietet eine Programmierschnittstelle, um die eine API herum entwickelt werden kann.

6.1 Einschränkungen

Nach anfänglicher Exploration der mit der RaspBee-Modul zugehörigen Software von *Dresden Elektronik* wurde festgestellt, dass viel der von uns zu implementierenden Funktionalität bereits in der bereitgestellten *deCONZ*-Software vorhanden war. Die Anfrage an den Support von Dresden Elektronik nach Zugang zur Dokumentation der UART-Schnittstelle und dem Funkmodul RaspBee wurde verweigert.

Weiter war das Vorhaben aus Punkt 5 inhaltlich zu groß gefasst als dass es in der gegebenen Zeit vollumfänglich durchgeführt werden hätte können.

7 Installation

7.1 Betriebssystem

Das im RPi Bundle aus Punkt 4 auf der Micro-SD-Karte vorinstallierte System heißt NOOBS (New Out Of the Box Software). Dieses System dient als Plattform um das eigentliche System zu installieren. Es stellt eine grafische Oberfläche auf der HDMI-Schnittstelle bereit auf der das über das Internet zu installierende Betriebssystem ausgewählt werden kann.

Da die deCONZ-Software nur in Binärform vorliegt muss ein daran angepasstes Betriebssystem installiert werden. *Raspbian*⁶, eine für das RPi angepasste *Debian*⁷ Version, ist in der Version Wheezy zur deCONZ-Software kompatibel. Weiterhin ist Raspbian eines der verbreitetsten Betriebssysteme

⁶<https://www.raspbian.org/>

⁷<https://www.debian.org/>

für den RPi. Wahlweise kann Raspbian auch manuell installiert werden. Dafür muss ein Image⁸ der Version Wheezy heruntergeladen werden. Das Image ist komprimiert und muss nach dem Entpacken auf die SD-Karte gespielt werden. Das kann mit folgenden Kommandos ausgeführt werden:

```
1 # unzip 2015-05-05-raspbian-wheezy.zip
2 # dd if=2015-05-05-raspbian-wheezy.img of=/dev/disk
```

Listing 1: Raspbian manuell installieren

Der RPi bekommt automatisch von einem im Netzwerk verbundenen DHCP-Server eine IP-Adresse. Diese kann nun entweder über die grafische Oberfläche abgefragt oder aus dem DHCP-Server ausgelesen werden. Mit Hilfe dieser Information ist es möglich sich auf den automatisch gestarteten SSH-Server einzuloggen.

7.2 deCONZ

Die aktuelle deCONZ-Version⁹ liegt als Debian Paket auf der Website des Herstellers bereit. Nach dem Download kann die Software mit dpkg installieren. Danach ist die Software betriebsbereit.

```
1 # dpkg -i deconz-2.02.05.deb
```

Listing 2: deCONZ installieren

7.3 Vorbereitung für die Nutzung der CLI auf RPi

Um möglichst wenige externe Abhängigkeiten zu haben, wird auf die über Advanced Packaging Tool (APT) verfügbare, alte Ruby-Version 1.9.3 zurückgegriffen. Diese ist in APT fehlerhafterweise mit der Versionsnummer 1.9.1 gekennzeichnet. Letztlich sollten aber beide Versionen gleich gut funktionieren. Um wichtige Funktionalität nicht selbst neu entwickeln zu müssen wird für die REST-Anfragen das Ruby-Modul *rest-client*¹⁰, in der Ruby-Welt als

⁸<https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>

⁹<http://www.dresden-elektronik.de/rpi/deconz/deconz-2.02.05.deb>

¹⁰<https://rubygems.org/gems/rest-client>

Gem bezeichnet, dafür verwendet. Für einfaches Handling der Kommandozeilenparameter nutzen wir *clamp*¹¹.

```
3 # aptitude install ruby ruby-dev rubygems
4 # gem install rest-client clamp --no-ri --no-rdoc
```

Listing 3: Ruby und Ruby-Modulmanager installieren

8 deCONZ Bedienung

Nachdem man deCONZ gestartet hat, werden zwei Bedienoberflächen bereitgestellt. Eine davon wird als Desktop-Applikation angezeigt. Dort kann sich auf einer hardwarenahen Ebene verfügbare ZigBee-Nodes lassen. Diese Oberfläche kann hauptsächlich zur Fehlersuche verwendet werden und wird für unseren Zweck nicht direkt benötigt.

Zusätzlich wird auch eine Weboberfläche angeboten, über die die eigentliche Lampen-Steuerung gemacht werden kann. Es können Gruppen — Verbünde mehrere Lampen — und Szenen — eigene, gespeicherte Konfigurationen für Lichter und Gruppen — darüber definiert und angewählt werden. Im Hintergrund wird eine REST-API bereitgestellt, über die auch dieses Webinterface die Lichter steuert.

Diese API werden wir mit dem hier zu schreibenden Kommandozeilenprogramm verwenden.

8.1 deCONZ starten

Um deCONZ zu starten muss ein X-Server aktiv sein. deCONZ lauscht mit dem Web-GUI auf Port 80. Optional kann ein anderer Port angegeben werden.

```
1 $ startx &
2 $ DISPLAY=:0 deCONZ --auto-connect=1 &
```

Listing 4: deCONZ starten

¹¹<https://rubygems.org/gems/clamp>

8.2 Web-GUI

8.3 API

9 lolo - Lights on, Lights off

9.1 Beispielaufufe

```
1 $ lolo list
2
3 // Gruppe gruppe1 wird erstellt
4 $ lolo add group gruppe1
5
6 // Licht lampe2 wird angelegt und zur gruppe
7 // 'gruppe1' hinzugefügt
8 $ lolo add light lampe2 <UUID> gruppe1
9
10 $ lolo lampe1 [on/off]
11 $ lolo lampe1 red
12 $ lolo gruppe1 #0412312
13 $ lolo lampe1 cold
14 $ lolo gruppe1 warm
15
16 // Neue Szene aus aktueller Einstellung von gruppe1,
17 // lampe3 und lampe4, die nicht in gruppe1 sind
18 $ lolo add scene scene1 from gruppe1 lampe1 lampe2
19
20 // Frauenbesuch aktivieren
21 $ lolo scene1
```

Listing 5: lolo Beispielaufufe

Abkürzungsverzeichnis

APT

Advanced Packaging Tool

deCONZ

dresden elektronik CONTrol Zigbee

<https://www.dresden-elektronik.de/funktechnik/products/software/pc/deconz/>

GATT

Generic Attribute Profile

GPIO

General Purpose Input/Output

NOOBS

New Out Of the Box Software

RPi

RaspBerry Pi

UART

Universal Asynchronous Receiver Transmitter

Glossar

Advanced Packaging Tool

Paketverwaltungssystem aus dem Bereich von Debian/Ubuntu mit dem Ziel eine einfache Möglichkeit zur Suche, Installation und Aktualisierung von Programmpaketen zur Verfügung zu stellen.

Bluetooth-Profil

Schnittstellenspezifikation der Bluetooth Special Interest Group für die drahtlose Kommunikation in einer Bluetooth-Umgebung.

Generic Attribute Profile

Bluetooth-Profil zur energieeffizienten Übertragung von Sensordaten und kleiner Datenmengen.

RaspBerry Pi

Kleiner Einplatinencomputer im Kreditkartenformat, entwickelt von der *Raspberry Pi Foundation*. Basiert auf einem ein-Chip-System von Broadcom mit einem ARM-Mikroprozessor und kostet zwischen 25 und 35\$.

Ruby

Einfach zu lesende, objektorientierte, höhere Programmiersprache deren Programme zur Laufzeit interpretiert werden.

ZigBee

Spezifikation für drahtlose Netzwerke mit geringem Datenaufkommen, wie z. B. Hausautomation, Sensornetzwerke, Lichttechnik. Der Schwerpunkt von ZigBee liegt in kurzreichweitigen Netzwerken (10 bis 100 Meter).

<http://www.zigbee.org>