

Ausarbeitung für das Proseminar:
Raspberry Pi

SmartMirror

Timon Sachweh und Michael Ratke
23. August 2017

Lehrpersonal:

Arno Pasternak

Johannes Fischer

Johannes Pieper

Fakultät für Informatik

Lehrstuhl 11: Algorithm Engineering (LS11)

Technische Universität Dortmund

<http://ls11-www.cs.tu-dortmund.de>

Inhaltsverzeichnis

1 Motivation und Einleitung	1
2 Der Aufbau und die Fertigung	3
2.1 Die technischen Komponenten	3
2.2 Der Rahmen	4
2.2.1 Fazit	4
2.3 Der Spiegel	5
2.3.1 Das Folierwerkzeug	5
2.3.2 Die Folierung der Folie	6
2.3.3 Der Spionspiegel	7
2.3.4 Fazit	7
2.4 Das Innenleben	8
2.4.1 Raspberry Pi 3	8
2.4.2 Bewegungsmelder	9
2.5 Konstruktions-Skizze	10
2.6 Die Fertigung	10
2.7 Ein weiteres Unterkapitel	10
3 Die Softwarekonstruktion	11
3.1 Die Basis	11
3.2 Das UML-Diagramm	11
3.3 usw.	11
3.4 Ein weiteres Unterkapitel	11
A Weitere Informationen	13
Abbildungsverzeichnis	14
Literaturverzeichnis	15

Kapitel 1

Motivation und Einleitung

"Vergisst du auch ständig den Geburtstag deiner Großeltern?", ist der Leitsatz unseres Projekts *SmartMirror*.

Mir persönlich passiert es immer wieder, dass ich im Laufe des Tages feststellen muss, dass ich einen Geburtstag oder einen anderen wichtigen Termin vergessen habe. Und damit dies nicht immer wieder passiert, haben wir den *SmartMirror* entwickelt.

Wir haben uns schnell für dieses Thema entschieden, da es so ziemlich jede Person betrifft und nach Fertigstellung eine große Bereicherung für den Tagesablauf bietet. Das Projekt bündelt alle wichtigen Informationen zu einer Tagesuhrzeit, nämlich direkt nachdem aufstehen und leitet den Benutzer in einen geregelten Ablauf über.

Wie der Name *SmartMirror* schon andeutet, handelt es sich bei unserem Projekt um einen extern-physischen intelligenten Spiegel in einem geschlossenen System, der Funktionen wie das Anzeigen verschiedener Temperaturen oder News-Feed's, einen Terminkalender oder Geburtstagskalender bereitstellt.

Die Funktionen werden in den folgenden Kapitel ausführlich erläutert.

Der *SmartMirror* bietet verschiedene Upgrade-Möglichkeiten und ist somit für zukünftige Projekte offen.

Die Ausarbeitung zu diesem Proseminar-Thema führt im 2. Kapitel zunächst durch die Fertigung des *SmartMirror's*. Hierfür erklären wir wichtige Hardwarekomponenten, technische Eigenschaften und natürlich die Herstellung des Spiegels.

Im 3. Kapitel gehen wir dann näher auf das Herzstück des *SmartMirror's* ein. Wir haben passend zu unserem Projekt die Software geschrieben. Dieses Kapitel veranschaulicht das Konzept und die einzelnen Funktionen, welche mit der Hardware des Spiegels interagieren. Den Abschluss bildet ein Demovideo des Spiegels.

Kapitel 2

Der Aufbau und die Fertigung

2.1 Die technischen Komponenten

In Tabelle 2.1 listen wir die von uns verbauten Komponenten auf.

Wir werden diese in den darauf folgenden Unterkapiteln näher beschreiben und uns dazu äußern weshalb wir uns für genau diese Bauteile entschieden haben. Die Komponenten teilen sich im großen und ganzen in zwei Komponentengruppen auf. Die Gruppe die für die Herstellung des Spiegels selbst notwendig ist und die Gruppe, welche im Spiegel verbaut wird und somit dem Spiegel seine Funktionalität ermöglicht.

Tabelle 2.1: Liste technischer Komponenten

	Komponente	Link	Preis €
Spiegeleinheit	IKEA RIBBA Rahmen, schwarz	IKEA	12,99
	Spionspiegelfolie	Amazon	13,89
	Climapor Dämmplatte PUR	Bauhaus	12,95
	Dupli-Color COLOR Schwarz Matt Acryllackspray	Bauhaus	5,50
Displayeinheit	17" Monitor Acer TFT V176Lbmd	Büromarkt Böttcher	142,79
	Monitornetzteil*	–	–
	Display Controller VGA zu IPEX-40Pin LVDS Kabel*	–	–
	HDMI zu VGA Adapter	Amazon	6,49
Recheneinheit	Raspberry Pi 3 Modell B mit 1,2 GHz QuadCore CPU	Raspishop	36,49
	Speicherkarte Sandisk microSDHC 16GB	Raspishop	11,49
	PIR Infrarot Bewegungssensor HC-SR501	Raspishop	3,99
	DHT11 Digitaler Temperatur- und Feuchtigkeitssensor	ECKSTEIN	4,48
	Anker Netzteil 24W 2x2,4A	Amazon	11,99

*Bestandteil des Monitors

Die Gesamtkosten beliefen sich somit auf 263,05 €. Jedoch ist dabei zu sagen das die Kosten stark Schwanken können, je nach dem welche Komponenten man verbauen möchte. Man kann z.B. durch das verwenden schon vorhandener Bauteile(alter Monitor) die Kosten senken oder durch das Einsetzen höherwertiger Komponenten(Full HD Monitor, prof. Spionspiegel) den Preis auch steigern.

2.2 Der Rahmen

Bei der Auswahl des Spiegelrahmens haben wir uns lange Gedanken gemacht. Wir mussten nämlich die Entscheidung treffen ob wir den Rahmen von einem Schreiner anfertigen lassen, einen Rahmen selbst produzieren oder ein ähnliches Produkt unseren Bedürfnissen anpassen und somit umfunktionieren möchten. Die Auswahl des Rahmens ist eng mit der Auswahl des Spiegels verflochten. Das eine entscheidet das andere. Hat man bereits einen Spiegel erworben, bestimmt dieser die Größe des Rahmens. Natürlich

hat man dadurch nicht mehr die Möglichkeit auf Fremdprodukte zurück zu greifen. Daher empfehlen wir zuerst die Anschaffung des Rahmens, um anschließend anhand der Rahmengröße den passenden Spiegel zu besorgen.

Die Herstellung durch ein Subunternehmen fiel ziemlich schnell aus der Wertung heraus, da es viel Geld kosten würde und wir unser Budget auf Grund der anderen Komponenten nicht überstrapazieren wollten.

Da uns nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung stand und wir uns von Beginn an nicht sicher waren ob uns eine Eigenproduktion ästhetisch gefällt, haben wir uns für die dritte Option entschieden.

Nach einer kurzen Recherche haben wir den Tipp bekommen, dass der Bilderrahmen in Abbildung 2.1 der Firma IKEA genau unseren Bedürfnissen entspricht und sich somit ohne großen Aufwand umbauen ließe.

Die Größe des Rahmens ist 50 x 50 x 4,5 cm. Bedauerlicherweise stehen nicht genau 4,5 cm Höhe zur Verfügung, sondern nur ca 4 cm. Die Rückwand ist in den Rahmen integriert und hat uns somit kostbaren Platz geraubt. Nach dem ersten Abschätzen reichte uns die Größe jedoch aus und so haben wir uns gegen einen weiteren Umbau entschieden.

Die einzige Herausforderung bestand nun die restlichen Komponenten in der begrenzten Höhe unterzubringen.

Der Preis für den Rahmen lag lediglich bei 12,99 € und war somit einer der günstigsten Komponenten.



Abbildung 2.1: RIBBA Rahmen, schwarz

2.2.1 Fazit

Wenn man das Projekt schnell realisieren möchte, empfehlen wir definitiv die Verwendung des IKEA Rahmens. Zu beachten ist jedoch, dass die Wahl der Größe eingeschränkt ist. Hat man hingegen den Wunsch einen größeren Spiegel oder z.B. einen Spiegel für das

Badezimmer mit Ablageflächen zu konstruieren, bleiben nur die beiden ersten Optionen übrig. Ist man Handwerklich begabt und hat man genügend Zeit, sowie Budget, kann man sicherlich den Bau des Rahmens selbstständig durchführen. Oder man lässt sich einen Rahmen nach seinen Bedürfnissen anfertigen.

Im nächsten Unterkapitel gehen wir näher auf die Eigenschaften des Spiegels ein und werden zum Ende von Kapitel 2 die Fertigung unseres *SmartMirrors* erklären.

2.3 Der Spiegel

Die Wahl des richtigen Spiegels ist entscheidend für die Funktion des *SmartMirrors*. Ein weiterer Vorteil des IKEA Rahmens ist die Glasscheibe, die bereits beim Bilderrahmen mitgeliefert wird.

Ebenso wie bei dem Rahmen standen uns wieder zwei Optionen zur Verfügung. Entweder wir lassen uns den Spiegel professionell Beschichten oder wir kaufen eine sogenannte Spionfolie und bringen diese auf eine Glasscheibe auf.

Daher nutzten wir den bereits erwähnten Vorteil aus und entschieden uns für die eigene Folierung der vorhandenen Scheibe. Das ersparte uns Zeit und Geld, da die Folie nur 13,89 € inkl. Versand kostete und die Glasscheibe innerhalb von 15 min foliert war.

2.3.1 Das Folierwerkzeug

Für die Folierung benötigt man zusätzlich noch

- ein Folienraker
- eine Sprühflasche mit einer Wasser-Spülmittellösung
- ein Cuttermesser
- ein Scheibentuch bzw. Microfasertuch, was am besten keine Fuseln hinterlässt.

Hat man kein Folienraker zur Verfügung, kann man sich einen unter folgendem [Link](#) bei Amazon bestellen oder greift alternativ zu einer Kreditkarte. Diese wickelt man in ein Brillentuch ein und benutzt diese als Ersatz für den Folienraker. Ersatzweise kann man statt dem Spülwasser auch Scheibenreiniger verwenden.

2.3.2 Die Folierung der Folie

Um die Folie auf die Scheibe aufzutragen, sollte man diese zunächst gründlich reinigen und anschließend am besten mit einem Fensterwischer abziehen, um soviel Staub und Schmutz wie möglich abzutragen. Das beste Ergebnis lässt sich erzielen, wenn man den Vorgang im Badezimmer durchführt und kurz vorher heißes Wasser aus der Dusche laufen lässt. Das heiße Wasser erhöht die Luftfeuchtigkeit im Raum und senkt somit den Staubgehalt in der Luft, was optimal für unser Vorhaben ist.

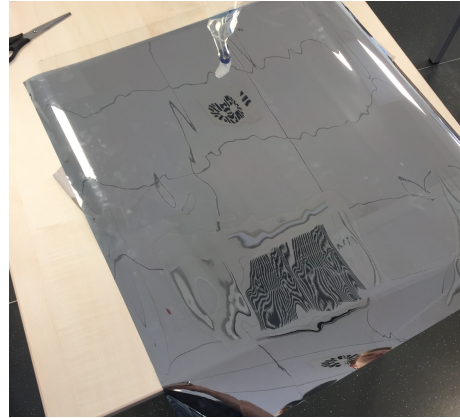


Abbildung 2.2: Arbeitsbild der Folierung während des Proseminars

Anschließend befeuchtet man leicht die Scheibe mit dem Spülwasser, um eine Art Gleitschicht zu erzeugen. Diese Gleitschicht erleichtert uns später das positionieren der Folie und minimiert die Bläschenbildung. Die Folie wird „schwimmend“ aufgetragen.

Meist ist die Folien mit einer Schutzschicht versehen. Um die Schutzschicht leichter von der Spionfolie zu lösen, nimmt man zwei Streifen Tesafilm und klebt diese auf eine Ecke von beiden Seiten auf. Beim auseinanderziehen lösen sich die beiden Folien von einander. Dabei ist zu beachten, dass man anschließend die richtige Seite zur weiteren Bearbeitung verwendet und diese nicht beim abziehen beschädigt.

Wir empfehlen definitiv etwas mehr Folie zur bestellen. Sollte beim Folieren etwas schief gehen, kann man diese einfach wieder abziehen und einen zweiten Versuch starten. Die Folie sollte idealerweise einige Zentimeter breiter und länger sein, als die Glasscheibe selbst. Da man die Folie zunächst positionieren muss, ist nicht zu vermeiden das Fingerabdrücke auf der Folie zusehen sind. Um diese zu entfernen, lässt man die Folie etwas überstehen und schneidet im Anschluss die Seiten mit einem Cuttermesser ab.

Für den nächsten Schritt sollte man sich am besten eine zweite Person als Unterstützung holen. Das erleichtert den Vorgang enorm. Nachdem die Folie von der Schutzschicht getrennt wurde, legt man diese auf einer Seite der Glasscheibe auf und rakelt die Luftbläschen mit Hilfe des Folienrakels von einer Seite zur anderen und von Innen nach außen heraus. Siehe Abbildung 2.3. Die Hilfsperson hält dabei die andere Seite der Folie etwas höher und strafft diese nach Bedarf. Anschließend schneidet man die überstehenden Seiten vorsichtig und gleichmäßig ab und rakelt anschließend nochmal die Luftbläschen heraus. Ist man mit dem Ergebnis zufrieden, sollte man die Scheibe einen Tag liegen lassen, bevor man die Glasscheibe reinigt. Erfahrungsgemäß verflüchtigt sich das Wasser unter der Folie nach einigen Tagen. Die restlichen Luftbläschen sollten dann verschwunden sein.

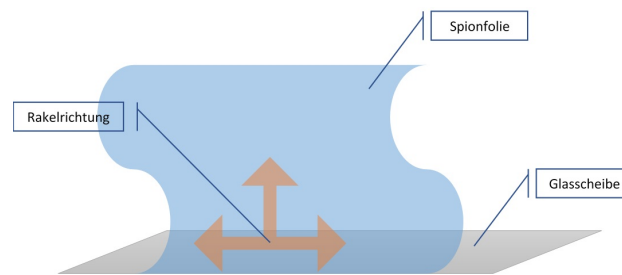
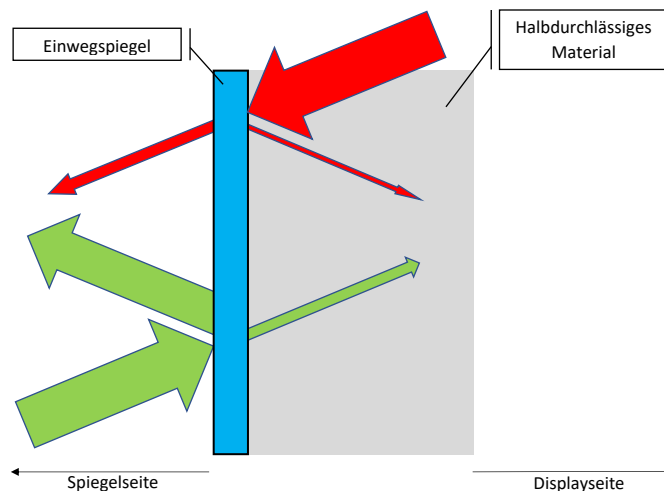


Abbildung 2.3: Rakelrichtung

2.3.3 Der Spionspiegel

Kurzer Hand möchten wir noch kurz auf die Eigenschaft des Spionspiegels, auch bekannt unter dem Namen Einwegspiegel, eingehen. Das Besondere daran ist, dass der Spiegel von einer Seite bis zu einem bestimmten Prozentsatz reflektierend ist und von der anderen Seite Lichtdurchlässig, auch unter dem Begriff Transmission bekannt. Siehe Abbildung 2.2. Diese Eigenschaften ermöglichen es uns auf der Rückseite des Spiegels, also im Inneren, einen Monitor anzubringen dessen Licht auf der reflektierenden Seite angezeigt wird. Dabei entscheidet das Verhältnis zwischen dem Reflexionsgrad und der Transmission über die Qualität der Anzeige. Daher empfiehlt es sich einen Spiegel mit dem Reflexionsgrad von ca. 70-80% und einem Transmissionswert von etwa 8% zu verwenden.



Der rote Pfeil symbolisiert das Displaylicht und der grüne Pfeil das Umgebungslicht des Spiegels. Das Umgebungslicht wird zum größten Teil wieder reflektiert und das Displaylicht wird nahezu nach außen geleitet.

Abbildung 2.4: Reflexions- und Transmissionswirkung

2.3.4 Fazit

Unser Fazit ist, dass sich die Verwendung einer Spionspiegelfolie eher mäßige bis geradeso akzeptable Qualität bietet. Um bessere Ergebnisse zu erzielen, sollte man am besten auf eine professionell beschichtete Glasscheibe zurückgreifen. Die Firma Glas Star aus Bochum

hat sich auf die Herstellung der Glasscheiben für Smart Mirrors spezialisiert und bietet zahlreiche Auswahlmöglichkeiten. Die Webseite erreicht man unter dem folgenden [Link](#). Der einzige Vorteil der Spionspiegelfolie war der zeitliche Aspekt und die vergleichsweise niedrigen Kosten.

2.4 Das Innenleben

2.4.1 Raspberry Pi 3

Als Steuereinheit haben wir uns für den Raspberry Pi 3 Model B entschieden. Aufgrund des integrierten WLAN-Moduls eignet sich der Raspberry Pi 3 ideal für unser Vorhaben. Der *SmartMirror* kann somit mobil eingesetzt werden und ist nicht fest an einen Ort gebunden. Für unser Projekt haben wir lediglich einige GPIO-Anschlüsse des Boards benötigt, um den Temperatur- und Bewegungsmeldersensor anzuschließen und zu verwenden. Die genau Belegung der GPIO-Anschlüsse findet man in Abbildung 2.5.

Raspberry Pi2 GPIO Header					
Pin#	NAME		NAME	Pin#	
01	3.3v DC Power		DC Power 5v	02	
03	GPIO02 (SDA1 , PC)		DC Power 5v	04	
05	GPIO03 (SCL1 , PC)		Ground	06	
07	GPIO04 (GPIO_GCLK)		(TXD0) GPIO14	08	
09	Ground		(RXD0) GPIO15	10	
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)		(GPIO_GEN1) GPIO18	12	
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)		Ground	14	
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)		(GPIO_GEN4) GPIO23	16	
17	3.3v DC Power		(GPIO_GEN5) GPIO24	18	
19	GPIO10 (SPI_MOSI)		Ground	20	
21	GPIO09 (SPI_MISO)		(GPIO_GEN6) GPIO25	22	
23	GPIO11 (SPI_CLK)		(SPI_CE0_N) GPIO08	24	
25	Ground		(SPI_CE1_N) GPIO07	26	
27	ID_SD (PC ID EEPROM)		(PC ID EEPROM) ID_SC	28	
29	GPIO05		Ground	30	
31	GPIO06		GPIO12	32	
33	GPIO13		Ground	34	
35	GPIO19		GPIO16	36	
37	GPIO26		GPIO20	38	
39	Ground		GPIO21	40	
Late Models					
Early Models					
Rev 1 26/01/2014					
http://www.element14.com					

Abbildung 2.5: GPIO-Belegung

Möchte man sich näher mit den Eigenschaften des Raspberry Pi beschäftigen, findet man unter <https://www.raspberrypi.org/documentation/> eine ausführliche Dokumentation. Da der Raspberry Pi üblicherweise ohne ein Betriebssystem geliefert wird, ist unter der genannten Adresse ebenfalls eine detaillierte Installationsanleitung zu finden.

Als Operating System haben wir die „RASPBIAN JESSIE WITH DESKTOP“ Distribution verwendet. Alternativ zur Desktop Version gibt es eine Light Version. Diese war für uns leider ungeeignet, da wir für unser Projekt eine grafische Oberfläche benötigen. Nähere

Einzelheiten zu weiterer Software gibt es im Kapitel 3.

2.4.2 Bewegungsmelder

Als Bewegungssensor haben wir uns für den HC-SR501 entschieden. Der PIR-Sensor, oder auch „IR-Bewegungssensor“ genannt, arbeitet passiv auf Basis der Infrarotstrahlung der Umgebung. Jeder Körper sendet eine kleine Menge an Infrarotstrahlung aus. Der PIR-Sensor stellt die Temperaturänderung im Raum fest und kann somit als Schalter verwendet werden.

Der Sensor befindet sich auf einer kleinen Platine und besitzt eine einstellbare Empfindlichkeit und zwei M2 Befestigungsbohrungen für die Montage. Die Reichweite der Erfassung beträgt bis zu 7 Meter. Der Erfassungswinkel des Objektivs beträgt etwa 100 Grad.

Der Sensor ermöglicht es uns je nach Bedarf das Display an zusteuern und somit Energie zu sparen. Betritt eine Person den Raum, indem der Spiegel hängt, gibt der Sensor ein Signal und wir können das Display einschalten. Dazu verbindet wir den PIR-Sensor mit dem Ein-/Ausschalter des Monitors. Andernfalls bleibt das Display ausgeschaltet.

Zum anschließen des Sensors an den Raspberry Pi 3 benötigt man zusätzlich drei Jumperkabel. Alternativ dazu verwendet man ein dreiadriges Kabel und verbindet die Anschlüsse wie folgt. Diese sind auf dem Sensor beschriftet.

- VCC an Pin 2 (5V)
- OUT an Pin 16 (GPIO 23)
- GND an Pin 6 (Ground)

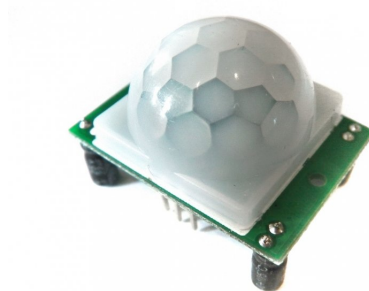


Abbildung 2.6: PIR-Sensor HC-SR501

2.4.3 Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor

2.5 Konstruktions-Skizze

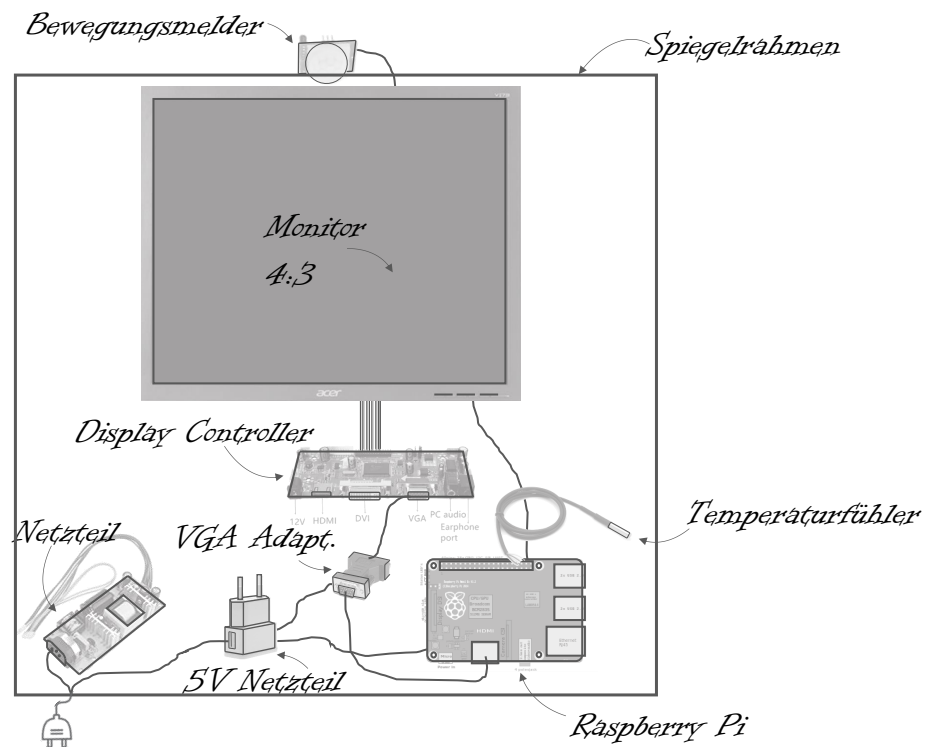


Abbildung 2.7: Anordnung und Verkabelung der Komponenten

2.6 Die Fertigung

2.7 Ein weiteres Unterkapitel

Kapitel 3

Die Softwarekonstruktion

3.1 Die Basis

3.2 Das UML-Diagramm

3.3 usw.

3.4 Ein weiteres Unterkapitel

Anhang A

Weitere Informationen

Abbildungsverzeichnis

2.1	RIBBA Rahmen, schwarz	4
2.2	Arbeitsbild der Folierung während des Proseminars	6
2.3	Rakelrichtung	7
2.4	Reflexions- und Transmissionswirkung	7
2.5	GPIO-Belegung	8
2.6	PIR-Sensor HC-SR501	9
2.7	Anordnung und Verkabelung der Komponenten	10

Literaturverzeichnis

- [JZFF10] JANNACH, Dietmar ; ZANKER, Markus ; FELFERNIG, Alexander ; FRIEDRICH, Gerhard: *Recommender Systems – An introduction*. 1. Cambridge University Press, 2010. – ISBN 978-0521493369