



**DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG E.V.**

ZfP-Sonderpreis der DGZfP beim Regionalwettbewerb Jugend forscht

LINGEN



**Luftgütesensor mit
Lüftungsempfehlung und
automatische
Herdabschaltung**

Lennart Keuters

Schule:

Franziskusgymnasium
Lingen

Jugend forscht 2018

Luftgütesensor mit Lüftungsempfehlung und automatischer Herdabschaltung

von Lennart Keuters

KURZFASSUNG

Der Luftgüte- bzw. Partikelsensor kann in Verbindung mit einem Arduino Mikrocontroller zur Luftgütemessung in Innenräumen wie vorzugsweise der Küche eingesetzt werden, um bei schlechter Luftqualität eine Lüftungsempfehlung zu geben. Dies geschieht über einen an den Arduino angeschlossenen Raspberry Pi inklusive Display. Durch die Verwendung von sowohl Rauchmeldesensor als auch Partikelsensor kann zudem differenziert die jeweilige Kochsituation analysiert werden und auf Grundlage eines durch den Benutzer eingestellten Auslöseverhaltens während kritischer Kochsituationen optisch und akustisch gewarnt, als auch der Herd bei Gefahr automatisch abgeschaltet werden.

Inhalt

1. Einleitung.....	1
2. Vorgehensweise und Materialien	1
2.1. Sensoren.....	2
2.2. Steuerung und Auswertung.....	5
2.3. Aktoren.....	6
3. Ergebnisse.....	8
3.1. Schaltung	8
3.2. Programmierung und Funktionsweise	10
4. Diskussion.....	11
4.1. Verbesserungs- und Entwicklungsmöglichkeiten.....	11
4.2. Fehleranalyse.....	12
4.3. gesellschaftlicher Nutzen	13
5. Zusammenfassung.....	13
6. Danksagung	13
7. Literaturverzeichnis.....	14

1. Einleitung

Wohnungsbrände zählen zu den schlimmsten Ereignissen die einen Menschen in seinen Leben treffen können. Der gesamte Hausrat und die eigene Gesundheit stehen auf dem Spiel. Gerade die Küche ist Ausgangspunkt vieler Wohnungsbrände, das vergessene Essen auf dem Herd oder ein Geschirrtuch auf dem Kochfeld – in der Küche gibt es viele potenzielle Brandauslöser. Dennoch, von der Rauchmelderpflicht in Deutschland sind Küche und Bad meist explizit ausgenommen, um keinen Fehlalarm auszulösen.¹ Zielsetzung dieses Projektes ist es nunmehr diese sicherheitsrelevante Schwachstelle in der Küche genauer zu analysieren und entsprechende Möglichkeiten der Prävention zu entwickeln. Denn auch wenn ein Rauchmelder in der Küche auslöst und optisch warnt, so bekämpft er nicht automatisch die Brandursache. Daran anknüpfend soll genau dieses Projekt die häufigste Brandursache in der Küche, den Elektroherd, überwachen und gegebenenfalls automatisch vom Stromnetz trennen um Schlimmeres zu verhindern. Fragestellungen, die sich aus diesen Anforderungen des Projektes ergeben, lauten demnach:

- Wie kann man möglichst kompakt und mit geringem technischem Konstruktionsaufwand eine Schaltung realisieren, welche für den Einsatz in der Küche geeignet ist?
- Was sind kritische Parameter die es zu beachten gibt, um eine korrektes Funktionieren der Schaltung zu gewährleisten?
- Lassen sich weitere nützliche (Komfort-)Funktionen ableiten, gerade mit Bezug auf das „Internet der Dinge“ (IdD)²?

Im Zuge der Projektentwicklung hat sich durch den Einsatz eines Partikelsensors die Möglichkeit einer Lüftungsempfehlung ergeben, die für das korrekt Lüftungsverhalten in der Küche sorgen soll.

Nachfolgend stelle ich die Vorgehensweise beim Entwickeln einer Schaltung vor die auf der zuvor genannten Zielsetzung basiert und berichte detailliert über die einzelnen Ergebnisse der Arbeit.

2. Vorgehensweise und Materialien

Grundlegend kann bei der Konstruktion dieser Schaltung zwischen drei theoretischen Abschnitten unterteilt werden. Zuerst bedarf es der Detektion einer messbaren Größe, in diesem Fall der Luftgüte mit Bezug auf einen möglichen zu erkennenden Brand (Messtechnik). Als zweiter Schritt gilt die Auswertung dieser kontinuierlich gemessenen Größe (Steuerungstechnik). Zuletzt bedarf es eine entsprechende Aktion abhängig von der zuvor ausgewerteten Größe (Regelungstechnik) (vgl. Abb. 1).

¹ vgl. § 44 Niedersächsische Bauordnung (NBauO) vom 3. April 2012

² vgl. wikipedia.org: Internet der Dinge, 05.01.2018

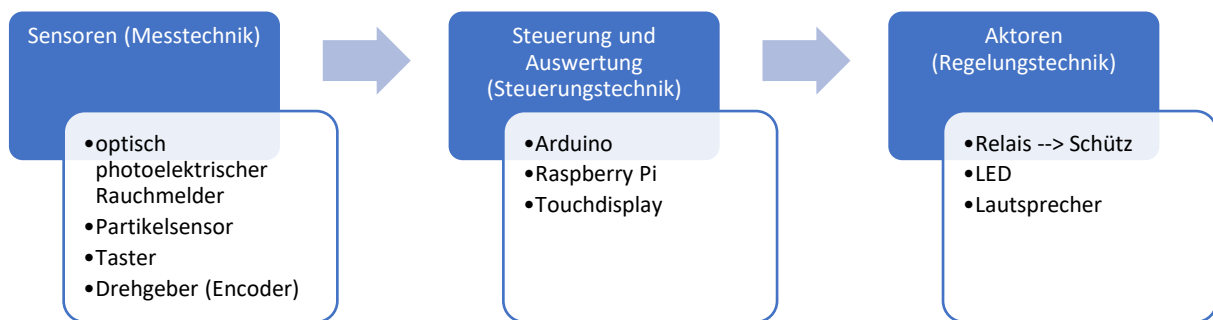


Abb. 1: Fließschema Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, eigene Erstellung

Konkret auf die Schaltung dieses Projektes angewandt ergibt sich somit die folgende Komponentenauswahl:

2.1. Sensoren

Um einen Brand in der Küche zu erkennen, besteht zum einen die Möglichkeit einen Sensor einzusetzen, wie er in jedem handelsüblichen Rauchmelder verbaut wird. Der DYP-ME0010-A (vgl. Abb. 2) ist solch ein optisch photoelektrischer Rauchmelder.



Abb. 2: Rauchsensor Modul mit Relaisausgang DYP-ME0010-A für Arduino

Er verfügt über einen Relaisausgang für einen Strom von bis zu 3A bei $U_{\sim} = 250V$ und 1A bei $U_{\sim} = 30V$ und kann bei einer Betriebsspannung von $U_{\sim} = 9V$ betrieben werden. Somit eignet er sich, um an einem Arduino Mikrocontroller eingesetzt zu werden.³

Das Grundprinzip dieses optisch photoelektrischen Rauchmelders beruht auf dem Streulichtverfahren, auch als Tyndall-Effekt bezeichnet. Klare Luft ohne nennenswerte Partikelbelastung reflektiert

³ vgl. henrysbench.capnfatz.com: DYP-ME0010-A Smoke Detector Review, Specifications and More, 07.01.2018

praktisch kein Licht. Gelangen nun aber Rauchpartikel aufgrund eines Brandes in die Luft, so kommt es zur Streuung des Lichtes an diesen mikroskopisch kleinen Schwebeteilchen, mit Abmessungen ähnlich der Lichtwellenlänge. Diese Streuung macht man sich in der optischen Kammer eines Rauchmelders zunutze, indem ein von einer Infrarot-LED ausgesandter Lichtstrahl an Rauchpartikeln gestreut wird, wodurch ein Teil dieses Streulichtes dann auf einen lichtempfindlichen Sensor trifft. Dieser Sensor wird jedoch nicht direkt vom Lichtstrahl beleuchtet, wodurch ohne Partikel in der Luft der Lichtstrahl die Fotodiode nicht erreichen kann. Zudem verhindert eine optische Kammer durch ein Labyrinth aus schwarzem, nicht reflektierendem Material das Eindringen von Fremdlicht, welches die Messung verfälschen würde (vgl. Abb. 3).⁴

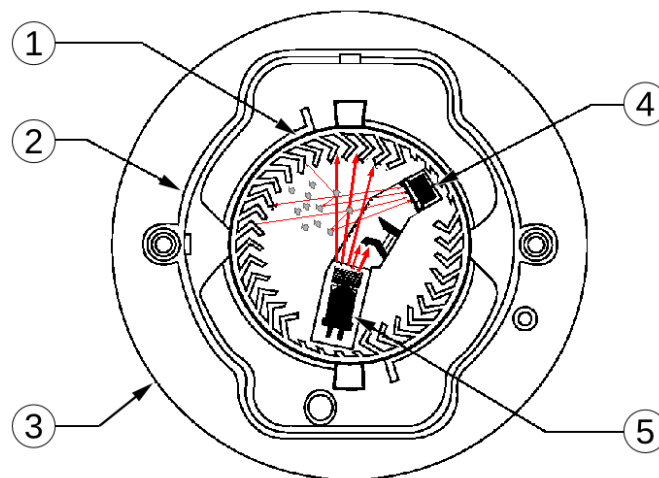


Abb. 3: Optischer Rauchmelder 1: optische Kammer mit Labyrinth 2: Halter für Labyrinth 3: Gehäuse
4: Fotodiode (Empfänger) 5: Infrarot-LED

Da es sich hierbei jedoch nur um einen Sensor handelt, der einen möglichen Brand erst erkennt, wenn er schon ausgebrochen ist und zudem die Zielsetzung der Lüftungsempfehlung besteht, wurde für das Projekt der Einsatz eines zweiten Sensors als notwendig erachtet. Bei diesem Sensor handelt es sich um einen Partikelsensor, welcher die Feinstaubkonzentration in der Luft misst. Somit kann unabhängig der eigentlichen Branderkennung auch im normalen Betrieb Auskunft über die Feinstaubkonzentration und somit die Luftqualität gegeben werden.

Zu Beginn des Projektes wurde dafür der Partikelsensor DSM501A⁵ eingesetzt, welcher sich jedoch in diversen Testmessungen als fehleranfällig herausstellte, zudem das Exemplar, welches für dieses Projekt zur Verfügung stand, keine plausiblen Messwerte lieferte. Unter dem Punkt 4 der Ergebnisdiskussion liegt dazu eine ausführliche Fehleranalyse vor.

⁴ vgl. wikipedia.org: Brandmelder - Optische und photoelektrische Rauchmelder, 07.01.2018

⁵ vgl. elektronik.ropla.eu: Particle / Dust Sensor Module DSM501 Series, 10.01.2018

Im Verlauf des Projektes wurde daher auf einen anderen Partikelsensor umgestellt, den Waveshare Dust Sensor, welcher auf dem Detektor Sharp GP2Y1010AU0F basiert. Dieser kann mit einem Arduino Mikrocontroller über einen analogen Eingang ausgelesen werden und gibt in einem Bereich von $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die Partikelkonzentration der Umgebungsluft an. Detektiert werden alle Partikel mit einer Größe von mindestens 0,8 Mikrometer.⁶ Wie im Falle des optisch photoelektrischen Rauchmelders beruht die Messung der Partikelkonzentration ebenfalls auf dem Streulichtverfahren. Mithilfe einer Infrarot-LED wird ein Lichtstrahl ausgesandt, der abhängig von der Partikelkonzentration an den Partikeln unterschiedlich stark reflektiert und somit gestreut wird. Eine Fotodiode detektiert die Intensität dieses Streulichtes und damit die Partikelkonzentration. Um eine ständige Luftzirkulation im Inneren des Sensormoduls zu gewährleisten, ist dieses mit einer kleinen Heizung in Form eines Widerstandes ausgestattet. Einströmende Luft von der Unterseite des Sensors wird erwärmt und steigt mitsamt der vorhandenen Partikel aufgrund der nunmehr niedrigeren Dichte auf, passiert den Lichtstrahl und verlässt den Sensor auf der Oberseite (vgl. Abb. 4)

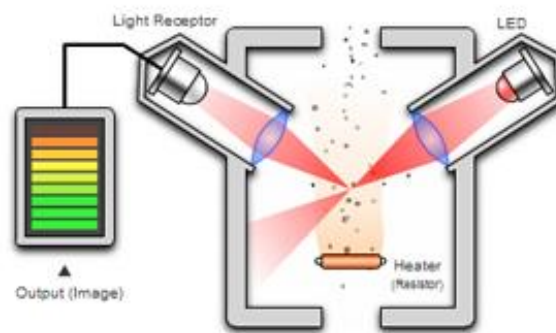


Abb. 4: Schemazeichnung Partikelsensor

Die mit der Fotodiode gemessene Intensität des Streulichtes wird mithilfe eines Signalverstärkers in eine Ausgangsspannung umgewandelt, welche proportional zur Partikelkonzentration verläuft. Der Arduino misst diese Spannung und berechnet nach Abb. 5 die Partikelkonzentration.⁷

⁶ vgl. waveshare.com: Dust Sensor User Manual, 10.01.2018

⁷ vgl. waveshare.com: Dust Sensor User Manual, 10.01.2018

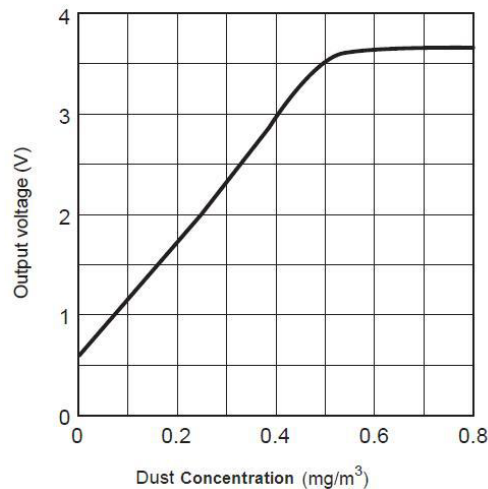


Abb. 5: Ausgangscharakteristik: Spannung im Verhältnis zur Partikelkonzentration

Neben der eigentlichen Messung durch Rauchmelder und Partikelsensor bedarf es bei diesem Projekt auch der Möglichkeit, mit dieser Schaltung zu interagieren. Die Notwendigkeit dafür besteht zum einen darin einen automatisch ausgelösten Alarm zu quittieren und die Schaltung in den Normalzustand zurückzusetzen. Zum anderen soll die Möglichkeit gegeben sein, eine Selbstprüfung durchzuführen. Dafür wird ein einfacher Taster verwendet, welcher über einen digitalen Eingang mit dem Arduino verbunden wird und somit in die Programmierung mit eingebunden werden kann.

Des Weiteren soll die Möglichkeit bestehen, das Auslöseverhalten der automatischen Herdabschaltung dynamisch anzupassen. Dafür muss ein Schwellenwert in Form einer konkreten Partikelkonzentration eingestellt werden. Um dies zu realisieren, wird ein Potentiometer verwendet, das als Eingabemöglichkeit an den Arduino über einen analogen Eingang angeschlossen wird.

2.2. Steuerung und Auswertung

Um eine möglichst einfache und kompakte Bauweise bei größtmöglichem Funktionsumfang zu realisieren, ist die Wahl für dieses Projekt auf den Mikrocontroller Arduino gefallen. Die aus Soft- und Hardware bestehende Physical-Computing-Plattform bietet aufgrund der quelloffenen Architektur viele Möglichkeiten zum Entwickeln sowie Weiterentwickeln dieses Projektes. Konkret wird der Genuino UNO verwendet (vgl. Abb. 6). Dieser „basiert auf dem ATmega328P. Es verfügt über 14 digitale In-/Output Pins [...], 6 analoge Eingänge, ein 16 MHz-Keramik Resonator, einen USB-Anschluss, einen Stromanschluss, einen ICSP-Header und einen Reset-Button.“⁸ Programmiert wird der Arduino über eine integrierte Entwicklungsumgebung (IDE), welche als Java-Anwendung für alle gängigen Plattformen wie Windows, Linux und MacOS kostenlos verfügbar ist. Aufgrund vieler vorkonfiguriert eingebundener Programmibliotheken ist die Programmierung stark vereinfacht. Die Funktionen *setup* ()

⁸ antratek.de: Genuino Uno Rev3, 07.01.2018

und `loop ()` genügen, um ein voll funktionstüchtiges Programm zu schreiben. Der `setup ()` -Teil wird beim Starten des Programms einmalig aufgerufen, um zum Beispiel Pins als Eingang bzw. Ausgang zu definieren. Der `loop ()` -Teil wird durchgehend in einer Schleife durchlaufen und enthält den weiteren auszuführenden Programmcode.⁹

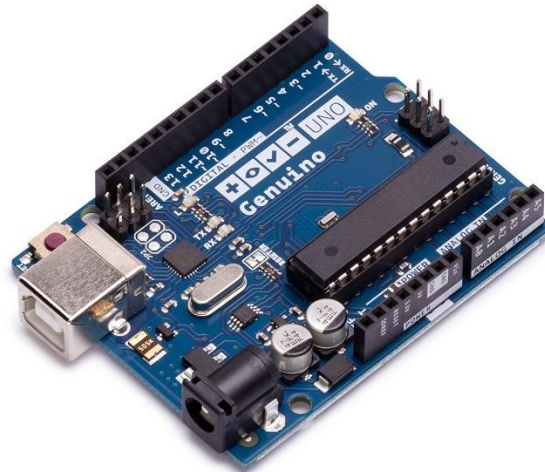


Abb. 6: Produktbild des Mikrocontrollerboards Genuino UNO

Da sich während der Projektentwicklung die Lüftungsempfehlung als weitere nützliche Funktion ergeben hat, wird zusätzlich zum Arduino, der für die eigentliche Steuerung zuständig ist, ein Raspberry Pi 2 Model B mit Touchdisplay für die Auswertung genutzt. Konkret ist der Raspberry Pi ein Einplatinencomputer, der in etwa den Abmessungen einer Kreditkarte entspricht und aufgrund der System-on-a-Chip-Architektur und vielfältiger Anschlussmöglichkeiten sehr flexibel einsetzbar ist. Ein USB-Netzteil, eine microSD-Karte als Boot-Medium und ein kleines Touchdisplay genügen, um den Raspberry Pi nutzen zu können. Es steht eine Vielzahl an Linux-Distributionen zur Verfügung, auch mit grafischer Benutzeroberfläche, sodass die vom Arduino gemessenen Daten per USB empfangen werden können, um auf dem Display optisch ansprechend dargestellt zu werden.¹⁰

2.3. Aktoren

Die Aktoren dieser Schaltung werden allesamt über die digitalen Eingänge des Arduinos gesteuert. Für die Herdabschaltung benötigt man vorrangig einen durch den Arduino steuerbaren Schalter, der für die elektrische Leistung eines Elektroherdes ausgelegt ist. Da diese bei einem Standardkochfeld bei bis zu 5,9 Kilowatt liegen kann,¹¹ muss ein Schütz verwendet werden. Ein Schütz ist ein elektrisch, in seltenen Fällen auch pneumatisch betätigter Schalter, der große elektrische Leistungen schalten kann. Mit einem geringen Steuerstrom, der durch eine Magnetspule fließt, baut sich ein Magnetfeld auf,

⁹ vgl. arduino.cc: Language Reference, 07.01.2018

¹⁰ vgl. wikipedia.org: Raspberry Pi, 11.01.2018

¹¹ vgl. hausjournal.net: Ceranfeld – welche Leistung?, 11.01.2018

welches über einen Anker mechanische Schaltkontakte schließt. Ein großer Strom kann über diese fließen. Sobald der Steuerstrom ausbleibt, d.h. das Magnetfeld abgebaut wird, stellt eine Feder die Schaltkontakte in Ausgangsstellung zurück, der Stromkreis ist unterbrochen (vgl. Abb. 6).¹² Da ein Schütz normalerweise auch im Steuerstromkreis bei einer Spannung von $U_{\sim} = 230V$ eingesetzt wird, ein Arduino aber eine maximale Spannung von $U_{-} = 5V$ bereitstellt, muss ein Relais zur Hilfe genommen werden. Ein Relais basiert wie ein Schütz auf demselben Prinzip eines elektromagnetisch wirkenden Schalters. Relais sind jedoch normalerweise für kleinere elektrische Leistungen dimensioniert und sind im Vergleich zu einem Schütz nicht so massiv gebaut.

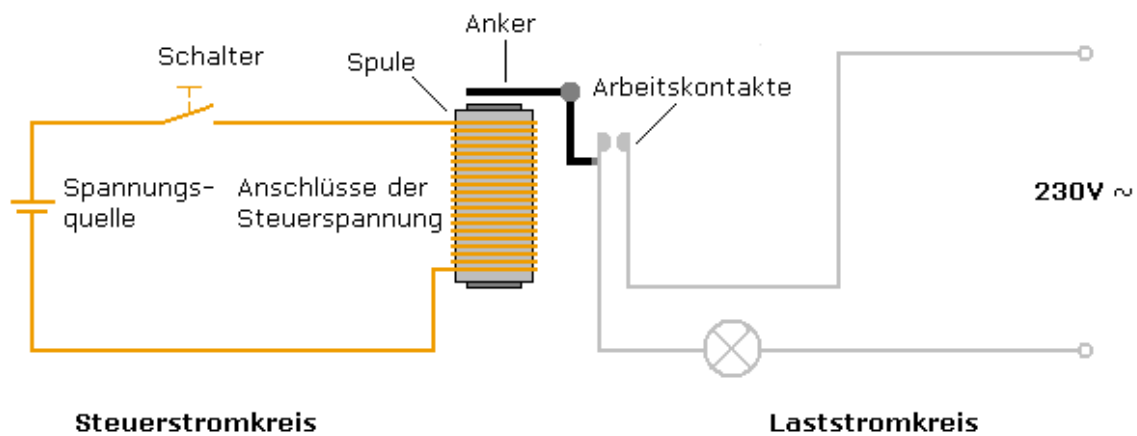


Abb. 6: Funktionsweise eines Relais/Schütze

Entsprechend können Relais auch schon bei kleineren Steuerspannungen betrieben werden.¹³ Für dieses Projekt werden daher Relais und Schütz in einer Kaskadierung eingesetzt, sodass mit den Steuerströmen des Arduinos im Bereich weniger Milliampere auch die Starkströme des Herdanschlusses geschaltet werden können.

Neben der automatisierten Herdabschaltung soll die Schaltung auch optisch und akustisch warnen. Daher wird ein mit dem Arduino kompatibler Lautsprecher verwendet, sowie eine handelsübliche Leuchtdiode.

¹² vgl. wikipedia.org: Schütz (Schalter), 11.01.2018

¹³ vgl. wikipedia.org: Relais, 11.01.2018

3. Ergebnisse

3.1. Schaltung

Basierend auf den zuvor genannten Materialien, d.h. Arduino mit Raspberry Pi, Sensoren und Aktoren, sowie mithilfe von diversen Jumperkabeln und einem Breadboard, wurde eine vollständige Schaltung entworfen. Abbildung 7 zeigt diese Schaltung schematisch und macht die Verknüpfung der einzelnen Komponenten unter Einbeziehung der Kabelwege deutlich. Der Arduino Mikrocontroller stellt bei der Schaltung den Mittelpunkt dar. Alle Sensoren sind über definierte Eingänge angeschlossen, genauso können alle zuvor genannten Aktoren über definierte Ausgänge angesprochen werden. Zudem wird auf dem Breadboard eine Versorgungsspannung von $U_{\text{V}}=5\text{V}$ durch den Arduino zur Verfügung gestellt, sodass alle Komponenten die eine zusätzliche Spannungsquelle benötigen daran angeschlossen werden können. Gleichmaßen verhält es sich mit der vom Arduino zur Verfügung gestellten Masse, die ein Bezugspotenzial für alle Signal- und Betriebsspannungen darstellt. Da der Rauchmeldesensor bei einer Spannung von $U_{\text{V}}=9\text{V}$ betrieben werden muss, wird zusätzlich eine 9-Volt-Block Batterie eingesetzt. Für den abzuschaltenden Elektroherd wird ein Herdanschluss mit Dreiphasenwechselstrom benötigt. Wie zuvor unter Punkt 2.3 erläutert, kann dieser mithilfe eines Schütz geschaltet werden, welches wiederum durch ein Relais schaltbar ist. Das Relais in dieser Schaltung trennt somit die vom Arduino eingesetzte Kleinspannung (5 Volt) von der für Herd und Schütz benötigten Niederspannung (230/400 Volt).¹⁴

¹⁴ Deutsches Institut für Normung: DIN EN 50110-1:2014 Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung, 2014

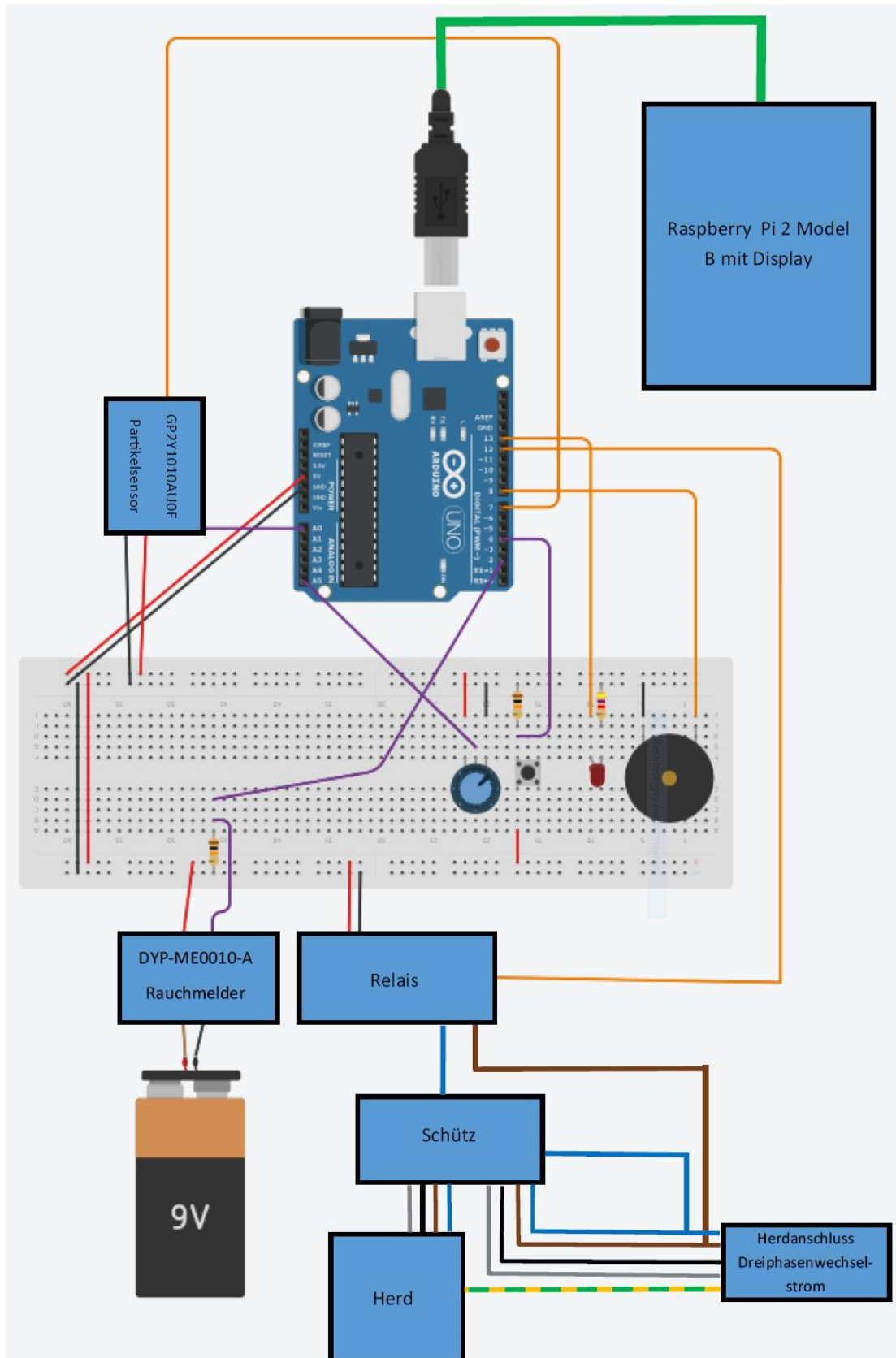


Abb. 7: Schemazeichnung des gesamten Schaltungsaufbaus (Legende: Rot = +5V; Schwarz (Breadboard/Arduino) = Masse; Orange = Schaltbar +5V; Violett = Eingang auf Arduino; Braun = L1 (Außenleiter/Phase 1); Schwarz (Relais/Schütz/Herd) = L2 (Außenleiter/Phase 2); Grau = L3 (Außenleiter/Phase 3); Blau = N (Neutralleiter); Gelb/Grün = PE (Schutzleiter); Grün = USB), eigene Erstellung mithilfe des Online-Tools „Circuits on Tinkercad“ sowie Microsoft Publisher

3.2. Programmierung und Funktionsweise

Neben der eigentlichen Schaltung hat der Arduino die Aufgabe, alle aufgenommenen Daten in Echtzeit zu analysieren und nach gewissen Anweisungen zu handeln. Die dafür erstellte Programmierung soll im Folgenden als Algorithmus vereinfacht beschrieben werden.

Das *setup()* beginnt damit alle Pins auf dem Board entsprechend ihrer Anforderung zu definieren. Beispielsweise soll die Leuchtdiode über Pin 13 auf dem Arduino mit Strom versorgt werden. Pin 13 ist somit ein Ausgang, der je nach Programmablauf die Leuchtdiode ein oder ausschaltet. Analog verhält es sich für den Lautsprecher oder das Relais. Im Falle des Rauchmeldesensors, des Partikelsensors, des Tasters und des Potentiometers müssen die Pins als Eingang definiert werden.

Der *loop()*-Teil, welcher ständig durchlaufen wird, enthält folgende Programmierung: Zum einen wird von allen Eingängen die anliegende Größe gemessen. Im Falle von Taster und Rauchmeldesensor kann dies digital erfolgen, da es nur die Zustände 0 oder 1 gibt. Für Potentiometer und Staubsensor bedarf es der analogen Ermittlung, da hier die Signale stufenlos und unterbrechungsfrei vorliegen. Während diese Werte fortlaufend ermittelt werden, wird anhand bestimmter Bedingungen über das Verhalten der Aktoren entschieden.

Die erste Bedingung liegt darin, dass sobald der Rauchmelder auslöst, d.h. am Eingang des Arduinos der Zustand 1 gemessen werden kann, der Herd sofort abgeschaltet wird. Dazu soll ebenfalls die Leuchtdiode anfangen auffällig zu Blinken und der Lautsprecher in einem Warnton ertönen. Um keinen weiteren Schaden zu verursachen, soll der Herd solange deaktiviert bleiben, bis eine Person die Meldung mithilfe des Tasters wieder quittiert. Mit Auslösen des Rauchmelders wird daher intern im Arduino dieses Ereignis in einem Zwischenspeicher abgelegt. Gleichzeitig wird aus diesem Speicher gelesen, ob ein Abschalten des Herdes notwendig ist und damit verbunden Leuchtdiode und Lautsprecher aktiv werden müssen. Wenn dem so ist, wird der Pin 12 für das Relais aktiviert, der Pin 13 für die Leuchtdiode periodisch an und abgeschaltet und auf den Pin 8 für den Lautsprecher ein Audiosignal moduliert.

Mit drücken des Tasters wird dahingehend die Meldung im Zwischenspeicher wieder gelöscht. Da fortlaufend aus dem Speicher gelesen wird, kann nun der Herd wieder aktiviert, LED und Lautsprecher deaktiviert werden. Pin 12 für das Relais, Pin 13 für die LED und Pin 8 für den Lautsprecher werden deaktiviert.

Neben der grundsätzlichen Herdabschaltung durch den Rauchmeldesensor kann mithilfe des Partikelsensors eine differenziertere Einschätzung der Situation erfolgen. Zum einen liest der Arduino über den analogen Eingang A0 fortlaufend die anliegende Spannung und berechnet daraus nach Abb. 5 die Partikelkonzentration. Dieser Wert wird dann über die serielle USB-Verbindung dem Raspberry Pi zur Verfügung gestellt, der diesen grafisch darstellt und die Luftqualität beurteilt. Zum anderen kann ein

erhöhter Wert der Partikelkonzentration ein Anzeichen für einen bevorstehenden Brand in der Küche sein, den der Rauchmeldesensor so noch nicht detektiert hat. Mithilfe des Potentiometers kann ein je nach Kochsituation angepasster Wert der Partikelkonzentration eingestellt werden, ab dem die Herdabschaltung auslösen soll. Um dies zu realisieren, wird auch fortlaufend die am analogen Eingang A5 anliegende Spannung des Potentiometers gemessen und in einen einstellbaren Schwellenwert der Partikelkonzentration von $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ umgerechnet. Dieser eingestellte Schwellenwert wird ebenfalls über die serielle USB-Verbindung dem Raspberry Pi zur Verfügung gestellt, der diesen zum genaueren Einstellen grafisch darstellt. Zudem findet ein mathematischer Vergleich der gemessenen Partikelkonzentration mit dem Schwellenwert statt. Übersteigt die Partikelkonzentration den voreingestellten Wert, schreibt der Arduino dies wieder in denselben Zwischenspeicher wie beim Rauchmeldesensor. Da das Programm fortlaufend aus diesem Speicher liest, wird auch dann wieder Pin 12 für das Relais aktiviert, Pin 13 für die LED periodisch an und abgeschaltet und auf Pin 8 für den Lautsprecher ein Audiosignal moduliert. Drücken des Tasters quittiert wiederum die Meldung. Sollte weder Rauchmelder noch Partikelsensor einen Alarm auslösen, d.h. im Zwischenspeicher liegt kein Ereignis vor, so kann der Taster zudem als Kontrollmechanismus genutzt werden, der Pin 12 für das Relais, Pin 13 für die LED und Pin 8 für den Lautsprecher zwei Sekunden lang aktiviert. Somit kann die Funktion der Abschalteneinrichtung überprüft werden.

4. Diskussion

4.1. Verbesserungs- und Entwicklungsmöglichkeiten

Die hier gezeigte Projektarbeit soll ein in sich schlüssiges System darstellen, welches für den Einsatz in der Küche ausgelegt wurde. Denkbar wären aber auch andere Einsatzgebiete sowohl im Haushalt als auch der Industrie. In jedem Fall können Geräte oder Anlagen mit dieser Schaltung automatisiert abgeschaltet werden, wenn diese zu einer Gefahrenquelle werden und diese Gefahrenquelle mit Sensoren erfassbar ist. Eine konkrete Verbesserung für den Einsatz in der Küche wäre zum Beispiel der Einsatz eines Temperatursensors, so wie dieser in Hitzemeldern eingesetzt wird, um offene Flammen zu erkennen. Auch wäre die Erweiterung um eine Infrarot-Wärmebildkamera ein weiterer Schritt, um mögliche Gefahrenquellen schon präventiv zu erkennen, die Umsetzung hierbei wäre jedoch weitaus komplizierter. Wie in der Einleitung bereits kurz thematisiert, ist das Internet der Dinge ein immer mehr an Bedeutung gewinnendes Themenfeld. Die allumfassende Vernetzung jeglicher Alltagsgegenstände, über das Internet ansprechbar, ermöglicht vielfältigste Komfortfunktionen, die das Leben leichter machen sollen. Gerade der Umstand das bei diesem Projekt auch ein Raspberry Pi verwendet wird, der vollwertige Netzwerkfunktionalität besitzt, offenbart ungeahnte Möglichkeiten. Schon jetzt wäre es denkbar, Benachrichtigungen per E-Mail oder App auf dem Smartphone zu empfangen, die zum Beispiel über die Luftqualität in der Küche informieren. Genauso können aber auch bei einem

Vorfall direkt weitere Maßnahmen eingeleitet werden, die bis zum vollautomatischen Alarmieren der Feuerwehr reichen könnten. Neben dem reinen Empfang von Benachrichtigungen kann aber auch die Steuerung des Herdes oder Backofens als weiteres Anwendungsgebiet erwachsen. Per App könnte der Raspberry Pi über das Netzwerk angesprochen werden, der wiederum Befehle an den Arduino weiterleitet, um beispielsweise per Fernsteuerung schon den Backofen Zuhause vorzuheizen, während man noch auf dem Weg nach Hause ist.

4.2. Fehleranalyse

So verlockend diese zukünftigen Möglichkeiten auch klingen mögen, so ist Technik an sich nicht der Weisheit letzter Schluss! Dies zeigte sich zumindest im Verlauf dieses Projektes aufgrund eines defekten Partikelsensors des Typs DSM501A. Dieser Sensor sollte ursprünglich für die Messung der Luftqualität dienen. Beim Einbinden in die Schaltung stellten sich jedoch gewisse Unstimmigkeiten im Vergleich zu den erwarteten Ergebnissen dar. Weitere ausführliche Testmessungen haben dann ergeben, dass die vom Sensor gemessenen Werte nicht plausibel erschienen, da sie zum einen durchschnittlich um den Faktor 50 zu hoch waren, zum anderen replizierbare in gleichen Zeitabständen auftretende Peaks die Messung unbrauchbar machen. Abbildung 8 zeigt eine solche Testmessung.

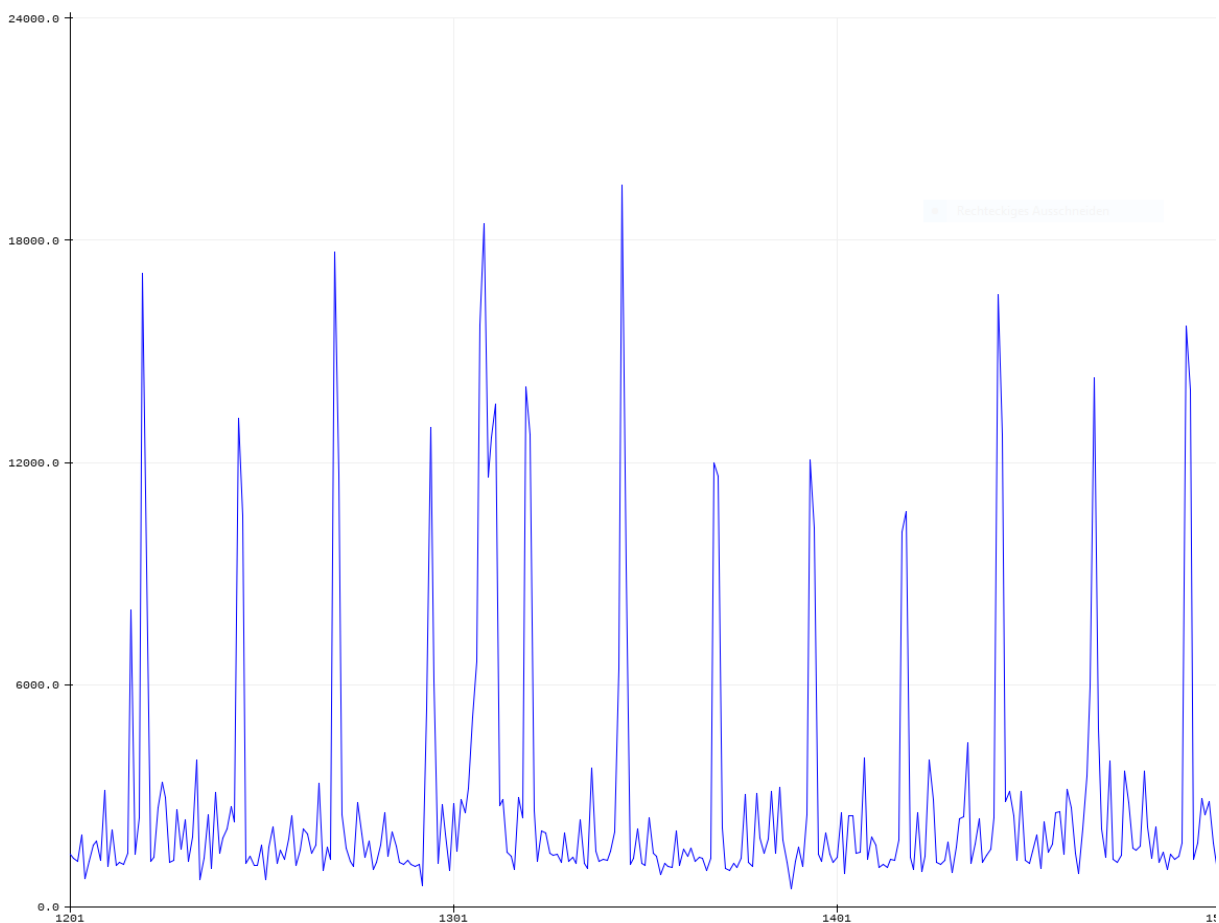


Abb. 8: Testmessung Sensordaten DSM501A (X-Achse beschreibt die Zeit t in Sekunden, Y-Achse die Partikelkonzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, eigene Erstellung mit der in der Arduino IDE vorhanden Funktion

Serieller Plotter

4.3. gesellschaftlicher Nutzen

Dieses Projekt wurde mit der Absicht entwickelt, das Leben im Haushalt, insbesondere der Küche ein Stück weit sicherer zu gestalten. Gerade mit zunehmendem Alter kann ein eingeschalteter Herd eine ernst zu nehmende Gefahrenquelle darstellen. Personen, die unter Vergesslichkeit oder Demenz leiden, wird somit ein seniorengerechtes und selbstständiges Wohnen ermöglicht, ohne an Lebensqualität büßen zu müssen. Die eigentliche Bedienung des Herdes wird zudem in keiner Weise verändert, sodass keine Umgewöhnung stattfinden muss. Aber auch für Personen zwischen 20 und 50 Jahren stellt diese Schaltung ein Plus an Sicherheit dar, gerade wenn Stress, Hektik oder Übermüdung den Alltag bestimmen.

5. Zusammenfassung

Das Forschungsziel dieser Arbeit lag in der Anforderung, den Elektroherd als Alltagsgegenstand in der Küche sicherer zu machen, indem mögliche Brandursachen genauer analysiert werden sollten, um Möglichkeiten der Prävention zu entwickeln. Gleichzeitig hat sich aus dieser Zielsetzung eine weitere Möglichkeit ergeben, für ein besseres Raumklima zu sorgen. In beiden Fällen kann dieses Forschungsziel als erreicht angesehen werden. Es wurde ein System entwickelt, welches sowohl die Gefahrenquelle Herd mithilfe von zwei Sensoren überwacht und gezielt auf die Kochgewohnheiten reagiert, um möglichst jede Form eines Fehlalarms zu vermeiden, im Alarmfall jedoch konsequent den Herd abschaltet und optisch sowie akustisch warnt. Dazu wurde die Möglichkeit zum Messen der Luftqualität umgesetzt, um daraus eine Lüftungsempfehlung für die Hausbewohner abzuleiten.

6. Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle besonders bei Herrn Franciskus Van den Berghe (Lehrer am Franziskusgymnasium Lingen, Betreuer dieses Projektes) für seine Unterstützung bedanken. Weiterhin bedanke ich mich bei ihm für die zur Verfügung gestellten Geräte und Materialien sowie der Beratung bei der Themenwahl.

7. Literaturverzeichnis

AliExpress, 2018. *AliExpress.com*. [Online]

Available at: <https://www.aliexpress.com/item/Smoke-Sensor-Module-Smoke-Detector-With-Relay-Output-DYP-ME0010-For-Arduino/32672630480.html>

[Zugriff am 05 01 2018].

antratek.com, 2018. *Genuino Uno Rev3*. [Online]

Available at: <https://www.antratek.de/genuino-uno-rev3>

[Zugriff am 07 01 2018].

Apollo Fire Detectors Limited & (Rainer Bielefeld in der Wikipedia auf Deutsch), 2005. *Broschüre Engineering Product Guide der Apollo Fire Detectors Limited, CC BY-SA 3.0*. [Online]

Available at: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=184566>

[Zugriff am 07 01 2018].

arduino.cc, 2018. *Language Reference*. [Online]

Available at: <https://www.arduino.cc/reference/en/>

[Accessed 07 01 2018].

arduinosenor.tumblr.com, 2015. *Arduino PM2.5 / PM10 Pollution Sensor based on Sharp Optical Dust Sensor GP2Y1010AU0F Part #4*. [Online]

Available at: <http://arduinosenor.tumblr.com/post/134296038690/arduino-pm25-pm10-pollution-sensor-based-on>

[Zugriff am 10 01 2018].

Deutsches Institut für Normung, 2014. *DIN EN 50110-1:2014 Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung*. s.l.:Deutsches Institut für Normung.

elektronik.ropla.eu, 2018. *Particle / Dust Sensor Module DSM501 Series*. [Online]

Available at: <https://www.elektronik.ropla.eu/pdf/stock/smy/dsm501.pdf>

[Zugriff am 10 01 2018].

hausjournal.net, 2018. *Ceranfeld – welche Leistung?*. [Online]

Available at: <http://www.hausjournal.net/ceranfeld-leistung>

[Zugriff am 11 01 218].

Henry's Bench, 2018. *DYP-ME0010-A Smoke Detector Review, Specifications and More*. [Online]

Available at: <http://henrysbench.capnfatz.com/henrysbench/arduino-projects-tips-and-more/dyp-me0010-smoke-detector/>

[Zugriff am 07 01 2018].

Niedersächsisches Vorschrifteninformationssystem, 2018. *Niedersächsisches Vorschrifteninformationssystem*. [Online]

Available at: <http://www.nds->

[voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=BauO+ND+%C2%A7+44&psml=bsvorisprod.psml&max=true](http://www.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=BauO+ND+%C2%A7+44&psml=bsvorisprod.psml&max=true)

[Zugriff am 05 01 2018].

waveshare.com, 2015. *waveshare.com: Dust Sensor User Manual*. [Online]

Available at: <https://www.waveshare.com/w/upload/0/0a/Dust-Sensor-User-Manual-EN.pdf>

[Zugriff am 10 01 2018].

wikipedia.org, 2007. *File:Relais Animation.gif*. [Online]

Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Relais_Animation.gif

[Zugriff am 11 01 2018].

wikipedia.org, 2018. *Brandmelder - Optische und photoelektrische Rauchmelder*. [Online]

Available at:

https://de.wikipedia.org/wiki/Brandmelder#Optische_und_photoelektrische_Rauchmelder

[Zugriff am 07 01 2018].

wikipedia.org, 2018. *Internet der Dinge*. [Online]

Available at: https://de.wikipedia.org/wiki/Internet_der_Dinge

[Zugriff am 05 01 2018].

wikipedia.org, 2018. *Raspberry Pi*. [Online]

Available at: https://de.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

[Zugriff am 11 01 2018].

wikipedia.org, 2018. *Relais*. [Online]

Available at: <https://de.wikipedia.org/wiki/Relais>

[Zugriff am 11 01 2018].

wikipedia.org, 2018. *Schütz (Schalter)*. [Online]

Available at: [https://de.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%BCtz_\(Schalter\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Sch%C3%BCtz_(Schalter))

[Zugriff am 11 01 2018].

x.unternehmertum.de, 2018. *Genuino Uno*. [Online]

Available at: http://x.unternehmertum.de/wp-content/uploads/2017/10/81CFOGg5zVL_SL1500.jpg

[Zugriff am 07 01 2018].