



Klappe zu, Maus lebt

Falle mit E-Mail

Jörg J. Buchholz

28. Oktober 2018

1 Einführung

Ja, Mäuse sind als ungebetene Haustiere nicht wirklich gerne gesehen; sie knabbern an Pappkartons, Isolierungen und allem, was ihnen auch nur entfernt verdaubar oder für den Nestbau geeignet erscheint. Wer allerdings schon einmal miterlebt hat, wie sehr die kleinen Säugetiere leiden, wenn die Schlagfalle sie nicht genau im Genick erwischt, mag vielleicht schon ernsthaft über eine Lebendfalle nachgedacht haben. Lebendfallen verkürzen allerdings den notwendigen Kontrollzeitraum von wenigen Tagen – innerhalb derer die in einer Schlagfalle getöteten Mäuse ausgesprochen unangenehm zu riechen beginnen – auf wenige Stunden; schließlich hilft es weder dem eigenen Gewissen noch der Maus, wenn diese in der Falle elendig verdurstet oder erfriert.¹

Was liegt also näher als die im Neuland-Zeitalter gebotenen technischen Möglichkeiten zu nutzen, per E-Mail unmittelbar über die erfolgreiche Mäusejagd informiert zu werden und dem kleinen Racker zeitnah wieder die Freiheit schenken zu können.²

¹Der Aufwand, die Maus prophylaktisch jedes Mal in der Falle mit frischem Obst und kuscheligem Nistmaterial zu versorgen, erscheint dem Autor dann vielleicht doch ein wenig übertrieben.

²Ob Hausmäuse allerdings in Wald und Flur überhaupt so richtig glücklich werden, ob ein Kilometer ausreicht, sie daran zu hindern, den Weg nach Hause zu finden und ob der Autor wirklich große Lust hat, um 23:00 Uhr zum dritten Mal an diesem Tag im strömenden Regen mit dem Fahrrad seiner Tierliebe Ausdruck zu verleihen, mag vorerst undiskutiert bleiben.

2 Konstruktion

Wir wollen daher im Folgenden eine sehr einfach nachzubauende Falle vorstellen, deren Mikrocontroller die Maus mit Hilfe eines Infrarotsensors erkennt, den Schließmechanismus über einen Servo auslöst und uns gleichzeitig über einen Webserver eine E-Mail schickt.

2.1 Falle

Als Falle verwenden wir eine robuste Drahtgitterfalle, deren Länge (Abbildung 2.1) auch größeren Mäusen beim Zuschnappen den Schwanz erhält aber gleichzeitig engmaschig genug ist, um auch den kleineren Exemplaren ein Entkommen zu verbieten. Außerdem ermöglicht uns das Drahtgitter die sehr einfache Montage der übrigen Bauteile mit Hilfe von Kabelbindern (Abbildung 2.8).

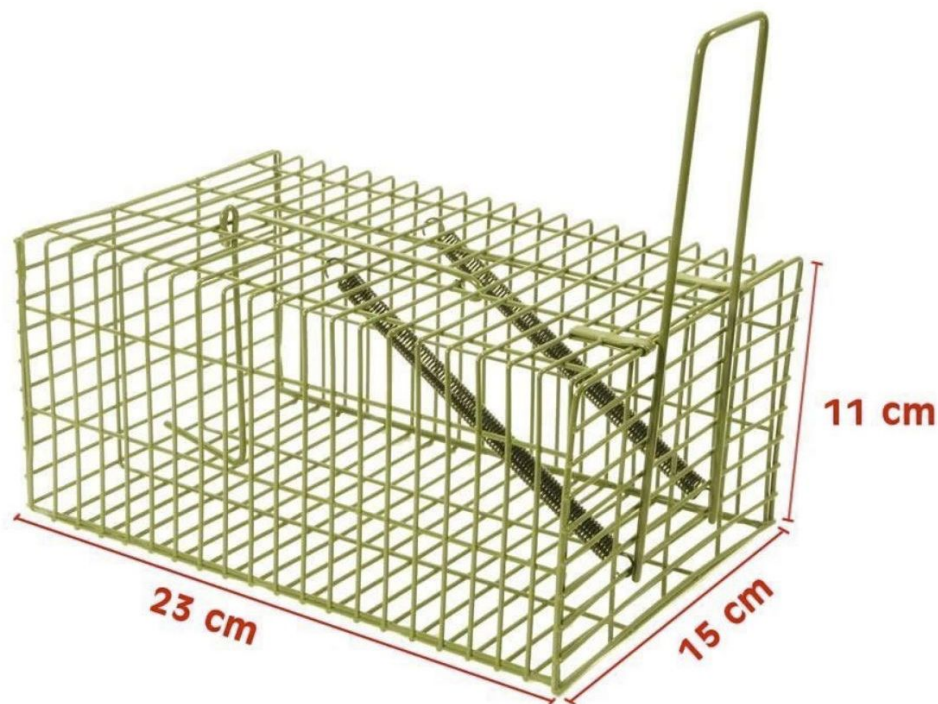


Abbildung 2.1: Elbe Lebendfalle bei Amazon [1]

2.2 Abstandssensor

Der in Abbildung 2.2 dargestellte Abstandssensor 2Y0A21 von Sharp [2] kann den Abstand von Objekten im Bereich von etwa 5 cm bis 80 cm erkennen¹ und damit sicher feststellen, ob sich eine Maus in der Falle befindet.

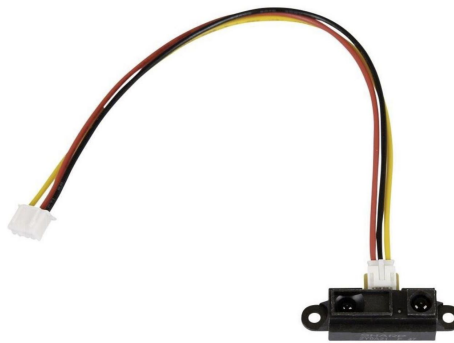


Abbildung 2.2: Sharp 2Y0A21 Abstandssensor bei Amazon [2]

Wie in Abbildung 2.3 sichtbar, passt der Abstandssensor mit seinen zwei Optiken freundlicherweise genau zwischen zwei Gitterstreben. Befestigt haben wir ihn einfach mit einem Kabelbinder. Wichtig ist dabei, dass die Anschlusskabel aus dem Inneren der Falle nicht von den mäuslichen Nagezähnen erreicht werden können.² Aus diesem Grund haben wir die gefährdete Stelle zusätzlich (in Abbildung 2.3 noch nicht sichtbar) mit einem kleinen Stück sehr engmaschigen Drahtgitters gesichert.

¹Konkret verbaut haben wir das momentan etwas schwer erhältliche Vorgängermodell 2D120X, das sogar noch einen etwas geringeren Abstandsbereich besitzt.

²Beim Versuch, sich aus der Falle zu befreien, denkt die Maus ob ihres geringen technischen Verständnisses nicht darüber nach, dass auch ein vollständiges Durchtrennen der Sensorkabel die durch Federkraft zugehaltene Falle nicht wieder öffnen kann.

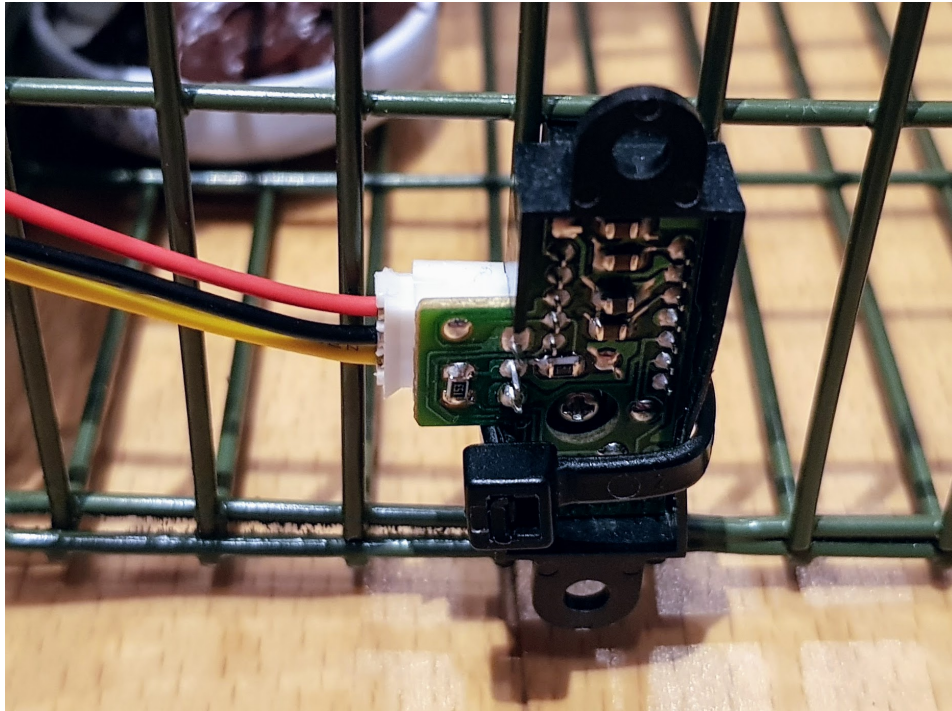


Abbildung 2.3: Befestigung des Abstandssensors

2.3 Servo

Da die notwendige Haltekraft des Servos in Abbildung 2.5 auf Grund der in Abbildung 2.8 erkennbaren Hebelwirkung des Auslösedrahtes extrem gering ist, reicht der in Abbildung 2.4 dargestellte SG-90 Microservo [3] aus, um den Auslösedraht zu halten und im entscheidenden Moment frei zu geben.



Abbildung 2.4: SG-90 Microservo bei Amazon [3]

Auch den Servo haben wir mit einem Kabelbinder sicher an der Falle befestigt (Abbil-

dung 2.5).



Abbildung 2.5: Befestigung des Servos

2.4 Gehäuse

Das Gehäuse soll den Mikrocontroller auf seiner Platine beherbergen und leicht an der Falle befestigbar sein. Das in Abbildung 2.6 dargestellte Gehäuse besitzt innen Schraubsockel zur Platinenbefestigung und außen vier Bohrungen zur unkomplizierten Montage an der Falle (Abbildung 2.8).

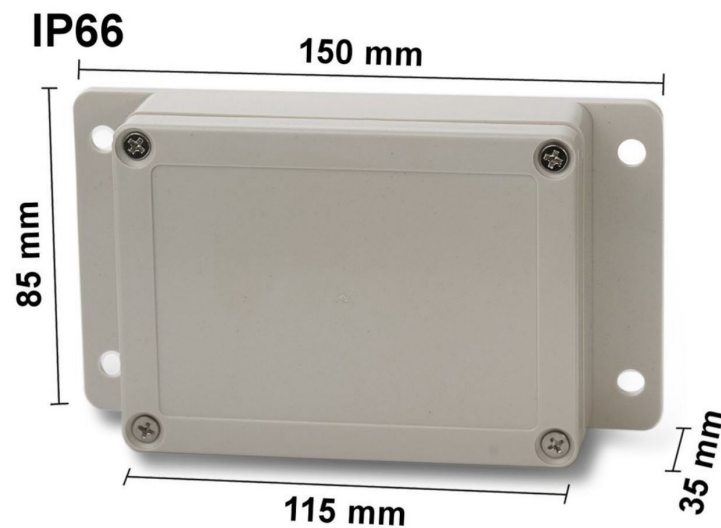


Abbildung 2.6: Leergehäuse bei Amazon [4]

2.5 Mikrocontroller

Als Mikrocontroller verwenden wir einen mit 7,49 € ziemlich günstigen NodeMCU Lua Lolin V3 Module ESP8266 ESP-12E (Abbildung 2.7), der sich selbstständig in das heimische WLAN einbuchen kann und den wir über seinen Micro-USB-Port direkt mit der Arduino IDE programmieren können.

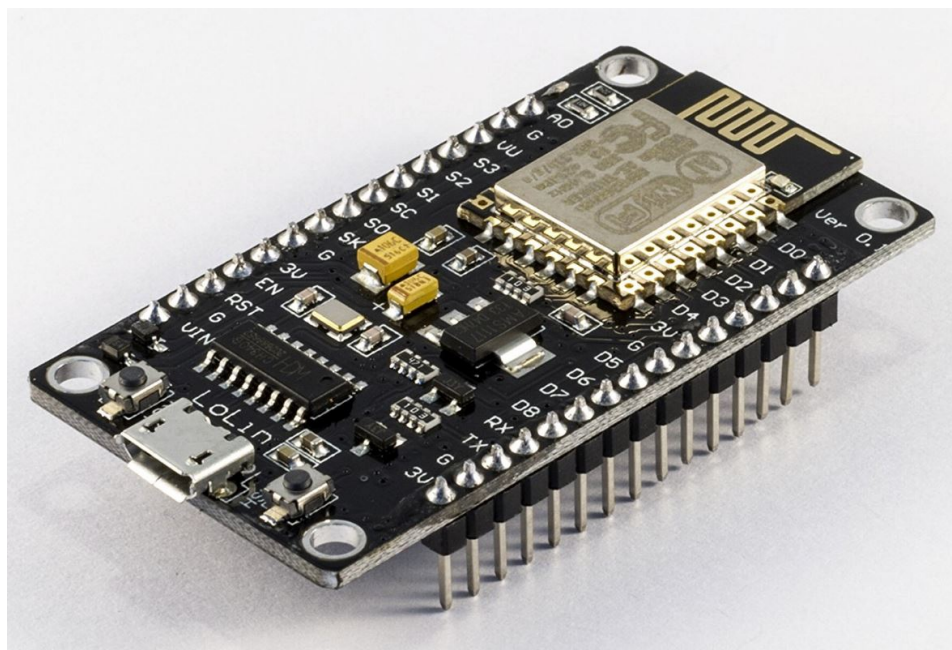


Abbildung 2.7: NodeMCU ESP8266 bei Amazon [5]

2.6 Gesamtkunstwerk

Abbildung 2.8 zeigt die einsatzbereite Falle mit Sensor, Servo, Mikrocontroller im Gehäuse und Nutella im Köderdeckel.

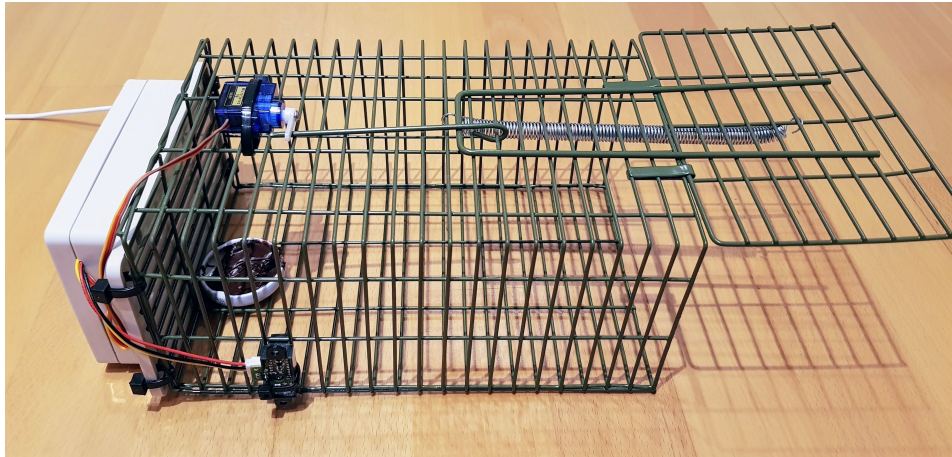


Abbildung 2.8: Kann losgehen ...

3 Unter der Haube

In diesem Kapitel beschreiben wir die sehr einfachen Programme, die es dem NodeMCU ermöglichen, uns eine E-Mail zu senden, wenn eine Maus die Falle ausgelöst hat.

3.1 mausefalle.ino

Wir können den NodeMCU direkt mit der Arduino IDE [6] programmieren, nachdem wir die entsprechenden Treiber installiert und den Arduino Boards Manager aktualisiert haben.[7] Das Programm initialisiert den Servo, verbindet sich mit dem WLAN und überwacht dann in einer Schleife den Sensor, um im Auslösefall den Servo zu betätigen und eine HTTP-Anforderung an den Webserver zu senden, die dieser dann mit `default.aspx.vb` in eine E-Mail umsetzt.

Als erstes binden wir im NodeMCU-Programm Bibliotheken für das Board selbst, den Servo und das WLAN ein

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Servo.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
```

deklarieren einen WLAN-Client

```
WiFiClientSecure client;
```

und ein Servo-Objekt

```
Servo ausloeser;
```

und setzen die (hier natürlich durch ... dargestellten) WLAN-Parameter

```
const char* ssid = "...";
const char* password = "...";
```

und die Verbindungsdaten zum Webserver:

```
const char* host = "...";
const int https_port = 443;
const char* url = ".../default.aspx";
```

Des Weiteren initialisieren wir das Ereignis, das an den Webserver gesendet werden soll

```
String ereignis = "?ereignis=bereit";
```

und den Wert des Sensors:

```
int sensor_wert = 0;
```

Die `setup`-Funktion wird einmalig zum Beginn des Programmes ausgeführt:

```
void setup() {
```

Darin verknüpfen wir den Servo mit dem GPIO5 (General Purpose Input/Output = Allzweckeingabe/-ausgabe) an Pin D1¹

```
ausloeser.attach(5);
```

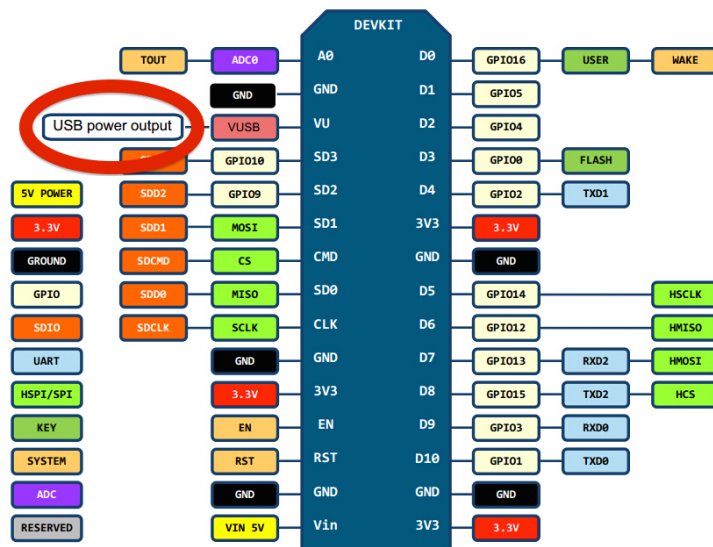


Abbildung 3.1: Pinbelegung NodeMCU Lua Lolin V3 Module ESP8266 ESP-12E [8]

und drehen² den Servoarm in die in Abbildung 2.5 dargestellte waagerechte Ausgangslage:

```
ausloeser.write(90);
```

Als nächstes prüfen wir alle 500 Millisekunden, ob sich das System im WLAN etabliert hat:

```
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
}
```

Wenn dies geklappt hat, bauen wir die Verbindung zum Webserver auf

¹Achtung: Nicht jeder Ausgang kann Pulsweitenmodulation und die verschiedenen Boardvarianten haben teilweise etwas unterschiedliche Pinbelegungen (Abbildung 3.1).

²Freundlicherweise kümmern sich die Arduino-Servo-Bibliotheksroutinen selbstständig darum, das dazu notwendige Pulsweitsignal zu erzeugen.

```
if (client.connect(host, https_port)) {
```

und senden ihm per HTTP die Nachricht, dass die Falle bereit ist:

```
    client.print(String("GET ") + url + ereignis +
        " HTTP/1.1\r\n" +
        "Host: " + host + "\r\n" +
        "Connection: close\r\n" +
        "\r\n"
    );
}
```

Nach dem Abschluss der Vorbereitungen beginnt jetzt die Schleife, die das Laufzeitsystem immer wieder selbstständig durchläuft:

```
void loop() {
```

In jedem Schleifendurchlauf lesen wir den aktuellen Sensorwert

```
    sensor_wert = analogRead (A0);
```

und überprüfen, ob er größer als der vorgegebene³ Schwellwert ist:

```
    if (sensor_wert > 500) {
```

Wenn dies der Fall ist, geben wir dem Servo den Befehl seinen Arm senkrecht zu stellen, um die Falle auszulösen

```
        ausloeser.write (0);
```

bauen erneut eine Verbindung zum Webserver auf

```
        if (client.connect(host, https_port)) {
```

legen die Tatsache, dass die Falle zugeschnappt ist, in der Ereignisvariablen ab

```
            ereignis = "?ereignis=zugeschnappt";
```

und übertragen diese Information an den Webserver:

```
            client.print(String("GET ") + url + ereignis +
                " HTTP/1.1\r\n" +
                "Host: " + host + "\r\n" +
                "Connection: close\r\n" +
                "\r\n"
            );
        }
```

³Beim verwendeten Sensor entspricht ein Messwert von 500 einem Abstand von etwa 8 cm, was ungefähr der Mitte der Falle entspricht (vgl. Abbildung 2.1). Theoretisch könnte die Maus sich also am rechten Rand der Falle entlang drücken (oder natürlich mission-impossible-like unter der Decke der Falle), ohne erfasst zu werden. Da die Maus dies aber nicht weiß, ...

Als nächstes legen wir den Prozessor für $(8\text{ h} \cdot \frac{60\text{ min}}{1\text{ h}} \cdot \frac{60\text{ s}}{1\text{ min}} \cdot \frac{1000\text{ ms}}{1\text{ s}} = 28\,800\,000\text{ ms})$ acht Stunden schlafen

```
    delay (28800000);
}
```

bevor uns theoretisch⁴ die nächste E-Mail erreichen würde.

Eine kleine Pause von 100 Millisekunden in der äußeren Schleife

```
    delay (100);
}
```

sorgt dafür, dass der Prozessor nicht die ganze Zeit mit Vollgas laufen muss.

3.2 default.aspx.vb

Sobald `mausefalle.ino` die HTTP-Anforderung an `default.aspx` auf dem Webserver geschickt hat, wird dort das Ereignis aus der Abfragezeichenfolge gelesen, in eine E-Mail verpackt und an den Nutzer geschickt. Dazu sind nur wenige Zeilen Programmcode in der CodeBehind-Datei

```
Partial Class _Default
```

notwendig. Um auf die Abfragezeichenfolge zugreifen zu können, verwenden wir die Page-Klasse:

```
    Inherits System.Web.UI.Page
```

Im Unterprogramm, das beim Laden der Seite ausgeführt wird

```
    Private Sub _Default_Load(sender As Object, e As EventArgs)
        Handles Me.Load
```

lesen wir das gesendete Ereignis („bereit“ oder „zugeschnappt“)

```
    Dim ereignis = Request.QueryString("ereignis")
```

und erstellen daraus eine kurze E-Mail:

```
    Dim email As New System.Net.Mail.MailMessage(
        "...",
        "...",
        "Mausefalle " & ereignis,
        "")
```

⁴In der Praxis sollten wir die Maus natürlich möglichst bereits nach kürzerer Zeit wieder in die Freiheit entlassen. Der Klassiker „Hab ich eigentlich das Bügeleisen ausgeschaltet?“ erweitert sich bei mehrtägigen Reisen jetzt also um die Frage „Hab ich eigentlich die Falle entschärft?“ ...

Nachdem wir nun noch festgelegt haben, dass es sich um eine reine Text-E-Mail handeln soll

```
email.IsBodyHtml = False
```

und über welchen SMTP-Client die E-Mail versendet werden soll

```
Dim client As New System.Net.Mail.SmtpClient("...")
```

können wir die Nachricht auf die Reise schicken

```
client.Send(email)
End Sub
End Class
```

und hoffen, dass der Nutzer rechtzeitig reagiert ...

3.3 Platinenlayout

Wie wir in `mausefalle.ino` gesehen haben, ist nicht nur die notwendige Programmierung des NodeMCU aufgrund fertiger Klassenbibliotheken sehr einfach und kompakt möglich; auch hardwareseitig erlaubt es uns das Board, sowohl den Sensor als auch den Servo ohne Pegelumsetzer direkt anzuschließen.

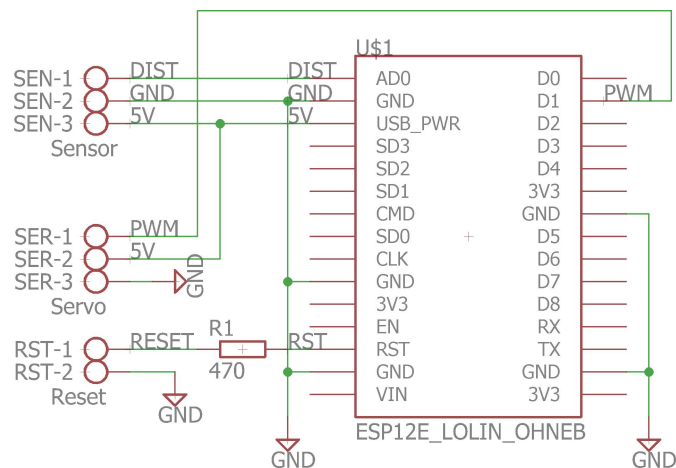
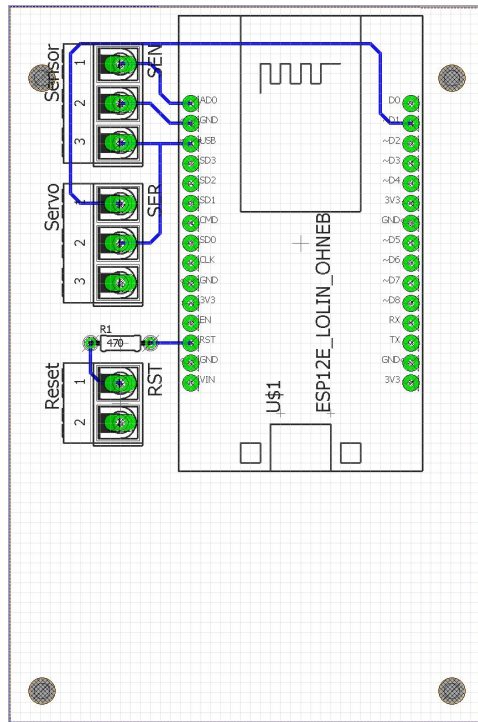


Abbildung 3.2: Eagle-Schaltplan

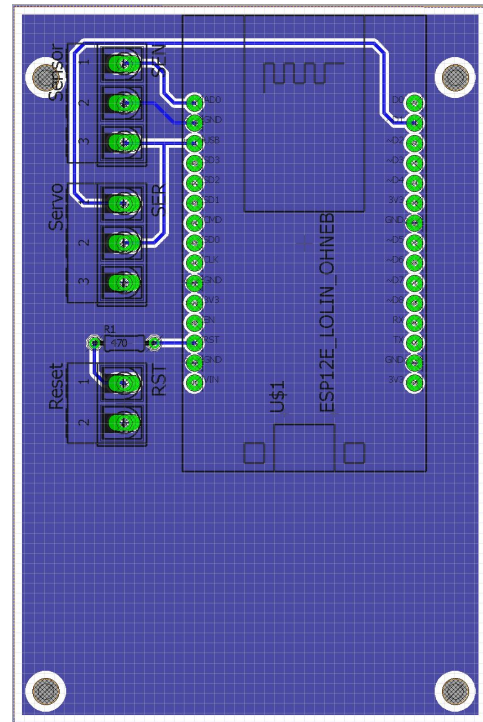
Wie in Abbildung 3.2 ersichtlich, versorgen wir den Sensor mit den am USB_PWR-Pin anstehenden 5 V aus der USB-Schnittstelle und lesen sein analoges Entfernungsmesssignal (DIST), das freundlicherweise genau im Spannungsbereich des analogen Eingangs (0 V ... 3,3 V) liegt, direkt über den AD0-Pin mit voller Auflösung ein.

Auch den Servo können wir direkt⁵ an die 5V des USB_PWR-Pin anschließen; das pulsweitenmodulierte Stellsignal (PWM) kommt aus dem GPIO-Pin D1.

Zusätzlich haben wir noch den Reset-Eingang des Boards über einen 470 Ω -Angstwiderstand herausgeführt, um das Programm von außerhalb des Gehäuses neu starten⁶ zu können.



(a) Layout ohne Massefläche



(b) Layout mit Massefläche

Abbildung 3.3: Eagle-Layout mit und ohne Massefläche

Der in Abbildung 3.3a dargestellte Verdrahtungsaufwand zwischen dem Board und den drei Schraubklemmen hält sich entsprechend in überschaubaren Grenzen. Durch Ausführen der Ratsnest-Schaltfläche in Eagle können wir automatisch eine Massefläche (GND plane) erzeugen (Abbildung 3.3b), um die Platine dann direkt auf einer CNC-Maschine fräsen zu lassen.

⁵Die Servoversorgung direkt vom NodeMCU klappt allerdings nur solange fehlerfrei wie die USB-Spannung stabil bleibt; beispielsweise durch ein externes USB-Netzteil. Wenn wir das Board hingegen zum Hochladen des Programmes an eine matschige USB-Schnittstelle eines PCs anschließen, kann es schon mal passieren, dass die Spannungsversorgung einbricht und das Programm ungewollt neu startet, sobald der Servo Strom zieht.

⁶In der Praxis ziehen wir allerdings natürlich sowieso jedes Mal das USB-Kabel aus dem Netzteil, wenn wir die Maus in der Falle wegbringen, da das Gehäuse des Boards ja fest mit der Falle verbunden ist. Der Neustart des Programmes erfolgt dann automatisch, wenn wir die Falle wieder aufstellen und mit dem Netzteil verbinden.

Literaturverzeichnis

- [1] Amazon. (2017) Elbe Lebendfalle. [Online]. Available: <https://tinyurl.com/y9phay9w>
- [2] ——. (2017) Infrarot Abstandssensor Sharp 2Y0A21. [Online]. Available: <https://tinyurl.com/y9q5fg7p>
- [3] ——. (2017) SG-90 Micro Gear Servos. [Online]. Available: <https://tinyurl.com/y9tsk6ya>
- [4] ——. (2017) ABS Leergehäuse. [Online]. Available: <https://tinyurl.com/y95zoado>
- [5] ——. (2017) NodeMCU Lua Lolin V3 Module ESP8266. [Online]. Available: <https://tinyurl.com/y73ebsmz>
- [6] Arduino. (2017) Download the Arduino IDE. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>
- [7] D. Royer. (2017) How to setup NodeMCU drivers and Arduino IDE. [Online]. Available: <https://www.marginallyclever.com/2017/02/setup-nodemcu-drivers-arduino-ide/>
- [8] M. Gustafsson. (2017) Pinbelegung NodeMCU Lua Lolin V3 Module ESP8266. [Online]. Available: <https://www.pinterest.de/pin/374502525243053065/>