

2.2.3 Arduino

2.2.3.1 Aufbau

Für den Aufbau unseres Gewächshauses haben wir uns fertige Module, die für den Arduino angepriesen wurden besorgt. Der Hauptpunkt für die Beschaffung aber war, gibt es eine fertige Library und eine gute Dokumentation dazu. Je mehr verbreitet die Module sind, desto mehr Beispielcode ist zu finden, den man studieren kann. Bekannte Vertriebsfirmen sind zB. Adafruit (<https://www.adafruit.com/>) oder Az-Delivery (<https://www.az-delivery.de/>). Bei diesen Firmen findet man auch immer Datenblätter und andere Hilfestellung zu den Produkten.

Zur elektronischen Hardware:

Wir haben verwendet:

- einen Arduino-Mega
- ein 20x4 Display mit i2c-Modul
- zwei Relaismodule
- einen Tiefsetzsteller
- zwei Erdfeuchtesensor-Module
- ein Lichtsensor-Modul
- einen Temperatursensor
- zwei Wasserpumpen
- vier Potentiometer
- einen Taster
- einen Hauptschalter
- einen Lüfter
- eine Heizmatte
- zwei Leitungsfiler (Eigenbau)

Für die Montage haben wir Verdrahtungspläne erstellt, welche sich im Anhang befinden.

Gehäusebox:

Beim Aufbau haben wir die elektronischen Komponenten in eine Kunststoffbox eingebaut, um sie vor Spritzwasser zu schützen bzw vor Umwelteinflüssen, da das Gewächshaus später draußen steht. Um den Arduino programmieren zu können, existiert an der Vorderseite eine Abdeckung, hinter der der USB-Anschluß leicht zugänglich ist. Das ist wichtig, man kann den Arduino nicht jedesmal ausbauen, den Code rüberschieben, einbauen und wieder verdrahten, sondern man sollte ihn „im Einsatz befindlich“ programmieren können. Bei der Anordnung der Komponenten in der Box, haben wir den Leistungsteil auf die eine Seite und die Steuer-/Signalteile auf die entgegengesetzte Seite gepackt, um evtl Einstrahlung seitens der Leistungsleitungen in die Signalleitungen zu verhindern.

Arduino:

Wir starteten mit dem Arduino Uno, aber da waren wir schnell an die Grenzen gekommen, was die Anzahl der Ports betrifft. Deshalb sind wir zum nächst größeren Modell übergegangen, dem Arduino Mega. Als erstes besorgten wir uns das Datenblatt des Controllers (ATmega2560) und ein Pin-Out-Diagramm. Durch die Arduino-Funktionen haben wir das Datenblatt aber kaum gebraucht, da wir keine Register setzen mußten. Das Pin-Out-Diagramm ist wichtig, um einen schnellen Überblick über die Ports und deren Funktion zu haben zB. Welcher Port ist interruptfähig, kann Pulsweitenmodulation oder ist analog oder digital.

Display:

Beim Display haben wir uns für 20x4 entschieden. 20 Zeichen und 4 Zeilen, damit wir möglichst viele Parameter auf ein mal anzeigen konnten. Außerdem haben wir eine i2c-Ansteuerung statt einer Parallelen gewählt, um Leitungen zu sparen. Dazu wird ein i2c-Adapter verwendet, welcher aus den 8 Datenleitungen, nur zwei Leitungen macht – eine Takt- und eine Datenleitung. Unsere Module verwenden einen IC „NXD PCF 8574T“. Das ist ein Portexpander von parallel zu i2c.

Relais-Module:

Wir verwenden 5 Relais. Ein 4erModul und ein einzelnes Relaismodul. Das Modul wird mit 5V versorgt und über den Arduino werden die Relais an und aus geschaltet. Die von uns verwendeten Module haben eine Besonderheit, sie sind low aktiv. Das heißt will man das Relais einschalten, muß man es auf low setzen und will man es ausschalten, muß man es auf high setzen. Das ist am Anfang gewöhnungsbedürftig, weil es entgegen der Logik ist.

Tiefsetzsteller:

Der Tiefsetzsteller macht aus der 12V Eingangsspannung 5V. Mit diesen 5V wird der Arduino versorgt und die komplette Sensorik. Über das Potentiometer stellt man die gewünschte Spannung ein.

Lichtsensormodul:

Für den Lichtsensor wird eine Komparator-Schaltung mit dem IC LM393 und einem Fotowiderstand genutzt. Der LM393 ist ein low-power Dual-Komparator. Er schaltet bei einer einstellbaren Schwelle um zwischen high und low. Hell sind 0,3V (low) und Dunkel sind 5V (high). Dieses wird vom Arduino ausgewertet und das Licht geht an oder aus.

Erdfeuchtesensormodul:

Der YL-69 Feuchtesensor nutzt ebenfalls eine Komparator-Schaltung mit dem IC LM393. Aber statt einem Fotowiderstand, werden hier zwei Elektroden genutzt über die eine Spannung anliegt. Sind diese Elektroden in der Luft, ist der Widerstand unendlich groß und es fließt kein Strom. Steckt man diese Elektroden in ein Medium zB. Erde, fließt ein kleiner Strom. Ist die Erde feucht, fließt ein größerer Strom. Dieses Verhalten wird am analogen Port des Arduino, welcher ein ADC ist, durch das Programm ausgewertet und schaltet je nach Trockenheit des Bodens, die Wasserpumpe zu oder schaltet sie aus.

Temperatursensor:

Für den Temperatursensor haben wir den DHT22 gewählt. Dort ist ein Temp-Sensor und ein Luftfeuchtesensor in einem Modul enthalten. Mit der dazugehörigen library, ist er einfach auszuwerten. Mit dem DHT22 wird die Temperatur im Gewächshaus gemessen.

Wasserpumpe:

Als Pumpen haben wir zwei verschiedene Typen im Einsatz. Eine 5V Pumpe mit wenig Leistung und eine 12V Pumpe mit viel Leistung. Für die Beregnung haben wir die schwächere Pumpe vorgesehen, weil die Pflanze von oben sanft beregnet werden soll und nicht Wasserstahlschneiden stattfinden sollte. Für die Bewässerung von unten wollten wir etwas mehr Druck haben, weil der Schlauch deutlich länger war und dem Wasser in Erde auch mehr Widerstand gegen das Rauspumpen entgegengesetzt wird.

Potentiometer:

Die Potentiometer haben einen Wert von 10k. Sie sind an den analogen Eingängen angebracht, hinter dem sich ein ADC befindet. Hier wird die Schleiferstellung ausgewertet und man kann im Programm die Schwellenwerte einstellen.

Taster:

Der Taster schaltet das Display um. Um einen definierten Pegel am Eingangspin zu haben, haben wir den internen Pullup-Widerstand benutzt.

Lüfter:

Als Lüfter haben wir einen 12V PC-Lüfter verwendet, da er für unsere Zwecke ausreicht. Man muß beim Einbau auf die Richtung des Luftstromes achten, je nach dem ob man möchte das gesaugt oder geblasen wird.

Heizmatte:

Als Heizung haben wir eine 12V/55W Heizfolie von Conrad genommen. Sie soll den Innenraum beheizen. Wir haben eine große Fläche gewählt, um eine gleichmäßige Wärmeabstrahlung zu haben.

Leitungsfilter:

Der Leitungsfilter ist sehr wichtig für die korrekte Funktionsweise der Steuerung. Er muß so nah wie möglich an die Wasserpumpen angeschlossen werden, um eine Einbringung von hochfrequenter Spannung ins System zu verhindern. Er besteht aus zwei Spulen 100µH, einem Widerstand 1k, einem Keramik Kondensator 100nF und einer Freilaufdiode für den Elektromotor der Wasserpumpe.

2.2.4.2 Funktion

Der Arduino ist das Herzstück unserer Steuerung. Er liest die Daten der Sensoren ein und gibt entsprechende Befehle an die Aktoren.

Die Hauptfunktion ist die Pflanzen bei zu trockenem Boden zu wässern. Über die Erdfeuchtesensoren erkennt der Arduino, wie trocken der Boden ist. Ist er zu trocken, wird die Wasserpumpe eingeschaltet. Die Schwelle, ab wann der Boden zu trocken ist, muß der Anwender einstellen. Das kann man bequem über die Potentiometer tun. Man stellt den Zustand her, den der Boden haben soll, wenn er zu trocken ist und stellt über das Potentiometer die Schwelle so ein, dass die Pumpe anfängt zu wässern.

Ist es im Gewächshaus zu warm, diese Temperaturschwelle stellt man ebenfalls über ein Potentiometer ein, schaltet der Arduino einen Lüfter ein, der die warme Luft über ein Entlüftungsgitter nach draußen befördert. Ist es zu kühl für die Pflanzen, schaltet sich die Heizung zu, um den Raum zu wärmen. Entsprechende Temperaturwerte besorgt man sich vom freundlichen Botaniker seines Vertrauens.

Unsere Pflanzen benötigen Licht. Dazu wertet der Arduino einen Fotowiderstand aus und ab einer gewissen Schwelle, wieder einstellbar, geht im Gewächshaus UV-Licht an, damit die Pflanzen optimale Bedingungen haben.

Eine Sicherheitsfunktion ist auch eingebaut, um einen größeren Wasserschaden zu vermeiden. Sollte die Frontplatte offen sein, kann die Wasserpumpe nicht pumpen. Hier verwenden wir einen REED-Kontakt als Sicherheitsschalter.

Es gibt auch noch einen blauen Taster. Der wird benötigt, um das Display umschalten zu können. Das Display hat vier Zeilen, wir brauchen aber acht. Wir haben 2 Ebenen eingerichtet und mit dem Taster kann man zwischen diesen umschalten. Die erste Ebene, die auch standartmäßig beim Start

angezeigt wird, sind die Ist-Werte zu sehen, wie Temperatur oder die Erdfeuchte. Die zweite Ebene zeigt die Soll-Werte an, also die einstellbaren Schwellen.

3. Inbetriebnahme

3.3 Probleme

EMV-Problem bei den Wasserpumpen, beim Einschalten der Pumpen über ein Relais, schaltete sich der Arduino aus. Bei Fehlersuche ergab sich, immer wenn das Kabel in der Nähe des μC lag, stürzte er ab, lag es weit weg, dann funktionierte es gut. Nach Messungen mit dem Oszi, konnte man die HF-Störung sehen und diese mit einem Leitungsfiler (Spule im Hin- und Rückzweig, Keramikkondensator parallel, Entladewiderstand) soweit reduzieren, dass sie keinen Einfluß auf die Arbeit des Arduino mehr haben.

Quelle: „EMV-Störungen/Prozessankopplung“ Skript von Kurt Jankowski-Tepe (S.21)

Da die Heizmatte 4,5A zieht, brauchen wir einen extra Stecker und extra Netzteil, die SubD-Stecker dürfen max mit 1A belastet werden

Es gibt bei den von uns verwendeten Erdfeuchtesensoren ein großes, aber bekanntes Problem: die elektro-chemische Metallabscheidung der Elektrode durch den galvanischen Effekt oder einfach ausgedrückt, der Sensor löst sich nach kurzer Zeit auf. Die Elektroden sind nur zwei Leiterbahnen aus einer 35 μm dicken Kupferschicht. Dabei wandern die Kupferelektronen der Minuselektrode zur Plusselektrode. Irrgendwann ist die Minuselektrode so weit abgetragen, dass man den Erdfeuchtesensor austauschen muss. Wird der Erdfeuchtesensor dauerhaft bestromt, ist dieser schon nach wenigen Tagen erodiert, das ist schlecht. Uns sind zwei Lösungen eingefallen, die wir aber noch nicht realisiert haben.

Lösung 1: Den Sensor nur bestromen, wenn er gebraucht wird. Das müßte man per Software erledigen. Den Sensor bestromen, dann messen, dann den Sensor wieder abschalten.

Lösung 2: Nach Alternativen umschauen. Es gibt einen kapazitiven Erdfeuchtesensor von at-delivery → den Bodenfeuchtesensor „Modul V1.2 kapazitiv“.

Quelle: <http://www.kupferspirale.info/mikro-galvanischer-effekt>
https://www.wotech-technical-media.de/womag/lexikon/Metallabscheidung/Allgemeines/Metallabscheidung_galvanische_Besonderheiten_5444.php
<https://www.az-delivery.de/products/bodenfeuchte-sensor-modul-v1-2>

Wir mußten auch das Problem bewältigen, dass einer die Elektronik bei sich zu Hause hatte und ein Anderer das Gewächshaus in dem sich die Sensorik und Aktorik befand bei sich zu Hause. Hier mußte man sich überlegen, wie man Änderungen am Programm vornehmen kann und gleichzeitig die Änderungen am Gewächshaus sehen kann, ohne ständig eine Entfernung von Erkner nach Karlshorst zurückzulegen. Es mußte der Bau eines Programmieradapters, der das Gewächshaus simuliert, erfolgen. Dazu haben wir einen weiteren 25pol SubD-Stecker verwendet. Der REED-Kontakt wurde durch einen Schalter ersetzt, die Pumpen, der Lüfter, die UV-Beleuchtung durch LED's, die den Schaltzustand anzeigen konnten, einem Fotowiderstand und einem Temperatursensor. Das ganze wurde einmal abgeglichen und von da an konnten Tests und Änderungen an einer Stelle vorgenommen werden.