

## AiO-Brausteuerung V4-0



Die Arduino Brausteuerung V4-0 ist eine Zusammenfassung der bisherigen Brausteuernngen F/R auf Basis des Arduino UNO/NANO und zugleich eine Weiterentwicklung in Richtung Netzanbindung und Steuerung mit dem Modul ESP8266. Der Sketch unterstützt also sowohl die Relaisansteuerung als auch die Ansteuerung des Funk- und Empfangsmoduls. Der Vorteil ist die nun einfachere Weiterentwicklung, da man ja immer nur einen Sketch pflegen muss.

**Vor der ersten Inbetriebnahme sollte zuerst das Setup-Untermenü aufgerufen werden, um die wichtigsten Parameter einmal festzulegen.**

### Was kann diese Version?

1. Vollautomatischer Ablauf des Maischens. Entweder werden die Rastdaten manuell über den Drehencoder eingegeben oder aus dem „Kleinen Brauhelfer (KBH)“ eingelesen, wenn das ESP8266-Modul eingesetzt wurde.
2. Aufbereiten des Nachgusses.
3. Kochen des Suds, Brauerruf erinnert an die Hopfengaben. Es gibt nun die Möglichkeit, für die Whirlpoolgabe die Nachisomerisierungszeit einzugeben. Auch diese wird ggf. aus dem KBH übernommen.
4. Ansteuerung einer Würzepumpe (Zweipunktregler mit einstellbarem Nachlaufzeit)
5. Viele Möglichkeiten der Anpassung an die eigenen Bedürfnisse über ein umfangreiches SETUP-Programm.
6. Rührer oder Malzrohrpumpe ansteuerbar.
7. Nach einem Stromausfall im Maisch-, Koch- oder Kühlprogramm kehrt das Programm immer wieder zum letzten Punkt zurück.

### 1. Aufbau

Zunächst aber zum Aufbau der Steuerung. Hier gibt es zwei Möglichkeiten.

- a) diskret
- b) als Shield für den Arduino MEGA (Ver. 3)

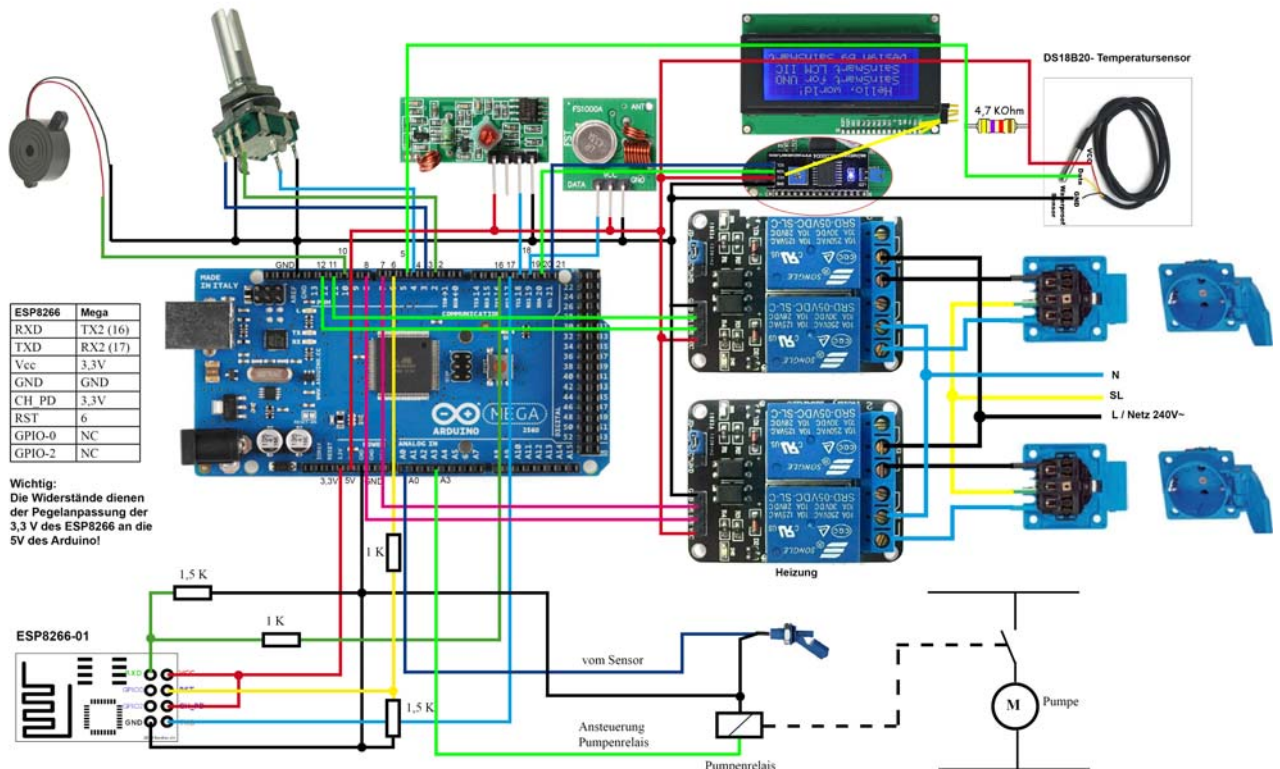
#### **Der diskrete Aufbau:**

Das Schema zeigt den Maximalausbau, man kann das so aufbauen oder aber nicht benötigte Elemente weglassen. Die Lösung mit Relais und Funksteckdosen bietet allerdings den Vorteil, dass man die Heizung auch über zwei Stromkreise speisen kann, z.B. Heizkessel und Tauchsieder.

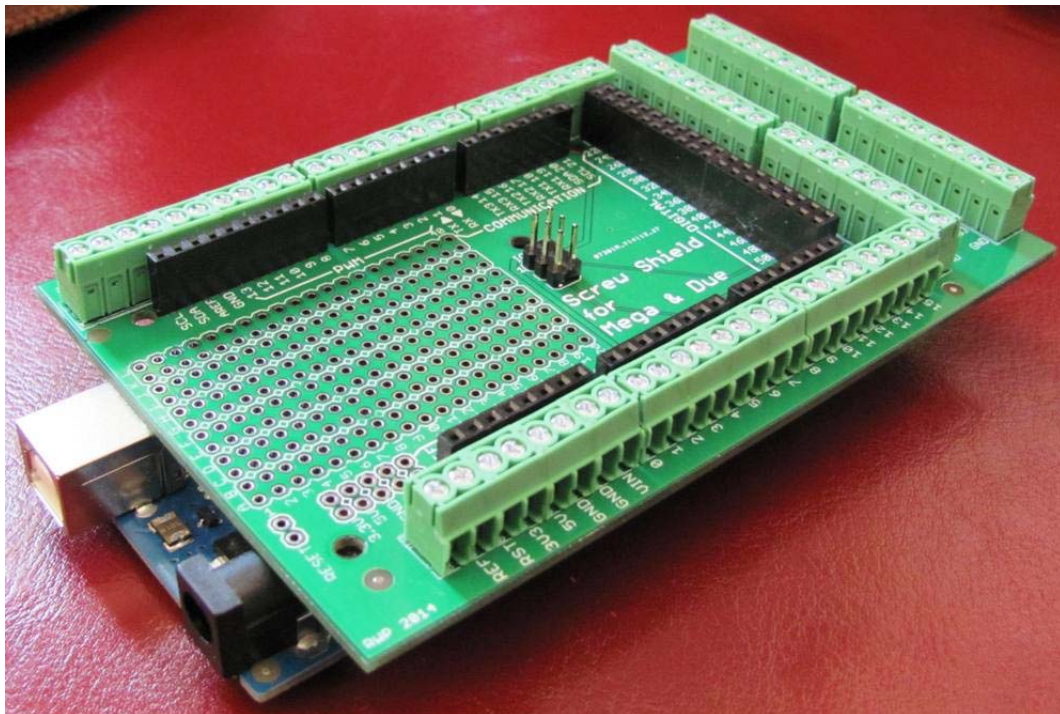
Man kann natürlich auch auf den ESP8266 verzichten, dann fällt aber die Übernahme aus KBH, das Logging über WLAN/UDP und die Fernsteuerung der Modi „Maischen“, „Nachguss“ und „Kochen“ weg.

Die Pumpe soll die Würze aus dem Läutergrant zurück in den Maischekessel pumpen. eine Zeitkonstante sorgt für einen praktikablen Nachlauf der Pumpe.

## AiO MEGA 4.0 - 0 Aufbau



Da hier doch im Vollausbau relative viele Leitungen verlegt werden müssen, bietet sich der Einsatz eines sog. „Screw-Shield“ für den Arduino-MEGA an. Darauf kann man dann auch noch die Widerstände verlöten.



Wer als Rührwerksantrieb einen Scheibenwischermotor verwendet und nicht das 12V-Netzteil direkt an die Rührwerkssteckdose anschließt, kann die 12V-Leitungen durch die AiO leiten. Den Aufbau zeigt die folgende Grafik:

### Geschwindigkeitsumschaltung Scheibenwischermotor AiO 4.0



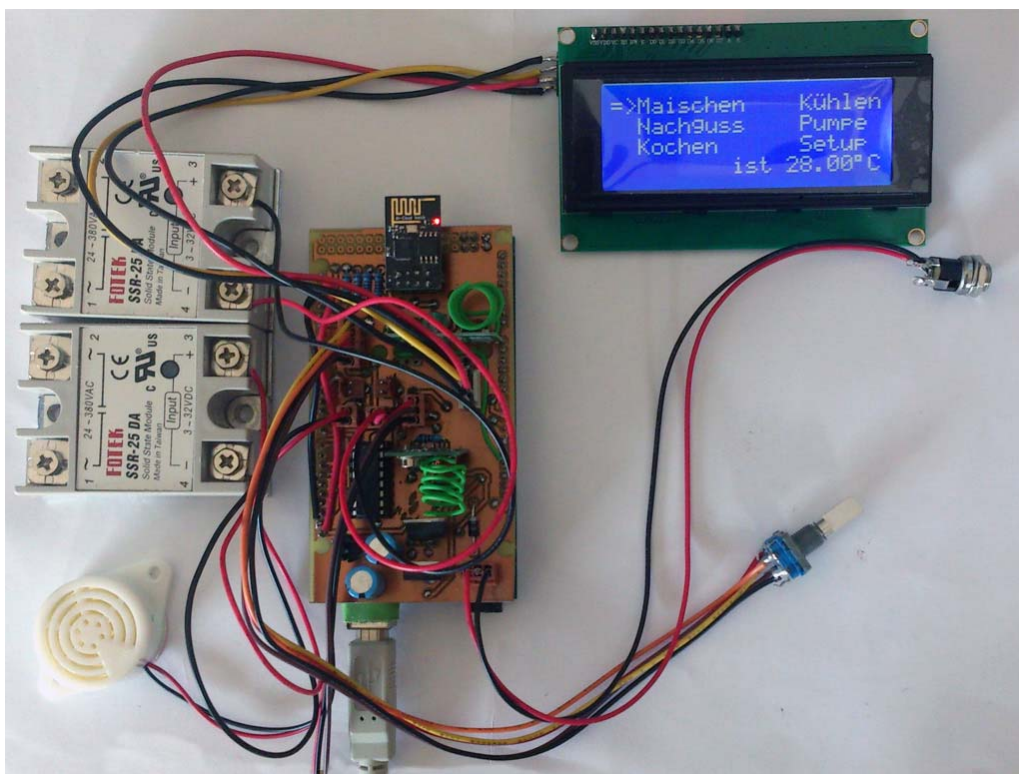
Als Eingang würde dann eine Bananenbuchse dienen und als Ausgänge zum Motor zwei Bananenbuchsen. Von dort gehen die Leitungen dann zu den entsprechenden Spulenanschlüssen des Scheibenwischermotors.

Nun kann man im Maischemodus durch Drücken des Encoders die Rührwerksgeschwindigkeit umschalten.

### AT-MEGA-Shield

Der Aufbau als MEGA-Shield bietet einige Vorteile. Alles ist auf sehr wenig Fläche untergebracht, daher ist der Einbau in ein relativ kleines Gehäuse möglich. Die Ansteuerung der Relais erfolgt über einen Relaisreiber (ULN2003), d.h. es können auch 12V-Relais direkt angesteuert werden. Dazu ist aber eine externe Spannungsversorgung, z.B. über ein Steckernetzteil (12V), nötig. Diese Variante kann natürlich nur von Hobbybauern umgesetzt werden, die schon einmal Platinen geätzt haben. Der Prototyp sieht dann folgendermaßen aus:

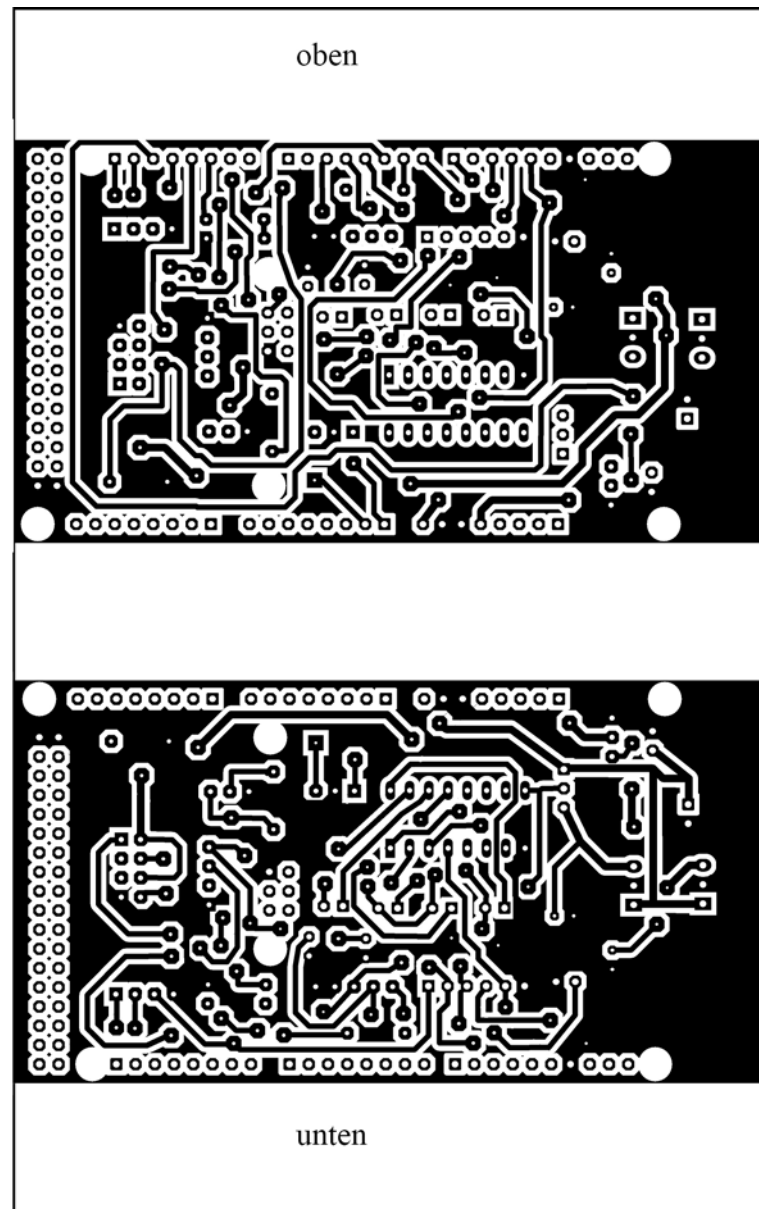
Die Abbildung zeigt den Prototyp, das unten aufgeführte Layout ist etwas anders!





Das Platinenlayout sieht dann folgendermaßen aus: (Download im Forum)

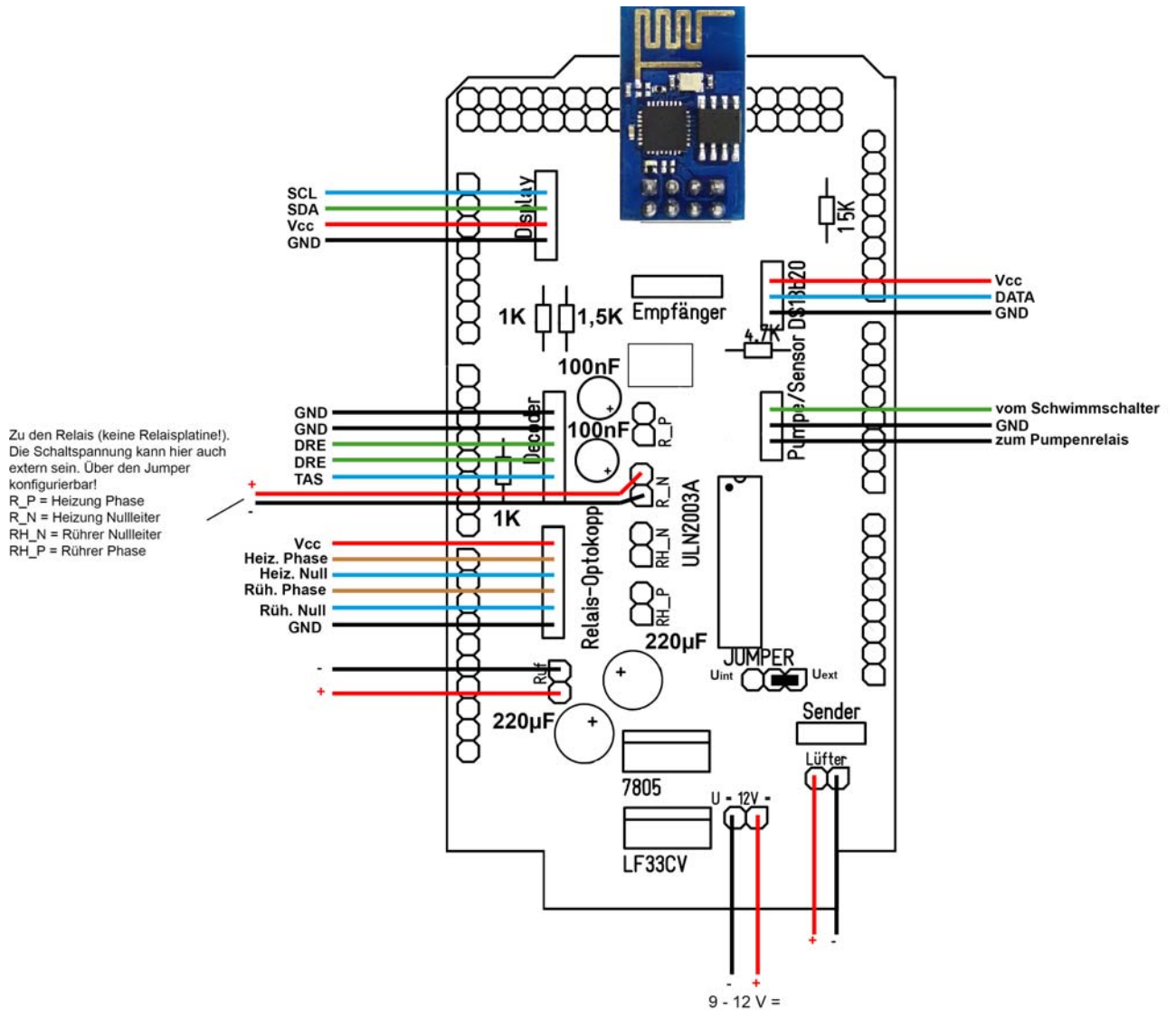
Anlegekante



Wichtig ist natürlich, dass die Leiterplatten bei der Belichtung absolut passend ausgerichtet werden. Die Bohrlöcher auf Vorder- und Rückseite müssen präzise deckungsgleich sein! Der umgebende Rahmen bildet eine Europlatine von 160 x 100 mm. Die Platine so auf die Folie legen, dass die rechte Seite und die obere Kante der Folie die Bezugskanten für die Leiterplatte bilden. Danach die Platine um 180° vertikal drehen und erneut belichten. Die Ausbeute sind dann zwei Shield-Platinen.

Natürlich muss nicht alles bestückt werden. Wer keine Funkversion möchte, lässt Sender und Empfänger weg. Wer kein WLAN möchte lässt eben den 2x4-Sockel für den ESP8266 weg usw.

**Bestückung:**



Ich habe die Verbindungen zwischen der Platine und der Peripherie über Platinensteckverbinder ausgeführt. Man kann die Leitungen natürlich auch direkt auf die Platine löten.

## Was kann/muss im Sketch noch geändert werden?

- **Drehrichtung des Drehencoders**

Folgende Anweisungen finden:

```
#define pinA 2
#define pinB 3
```

falls die Drehrichtung geändert werden soll:

```
#define pinA 3
#define pinB 2
```

also einfach die Anschlussports tauschen!

- **Nachlaufzeit der Maischepumpe**

long esvpumpen = 30000; //30s Nachlauf -> ggf.anpassen!

- **Schaltverhalten der Relais**

Je nachdem welche Relais verwendet werden, muss das Schaltverhalten der Relais invertiert werden. Dann schaltet das angezogene Relais die Sudpfanne „AUS“ und umgekehrt „EIN“. Im Sketch wird davon ausgegangen, dass SSRs verwendet werden, das angezogene Relais schaltet die Heizung „EIN“ und umgekehrt „AUS“.

Voreinstellung im Sketch:

```
//Heizrelais ++++++
```

```
//#define H_AUS HIGH
```

```
//#define H_EIN LOW
```

```
//Relaislogik umkehren
```

```
#define H_AUS LOW
```

```
#define H_EIN HIGH
```

```
//Rührerrelais ++++++
```

```
#define R_AUS LOW
```

```
#define R_EIN HIGH
```

```
//Relaislogik umkehren
```

```
// #define R_AUS HIGH
```

```
// #define R_EIN LOW
```

```
//Rufrelais ++++++
```

```
#define B_AUS LOW
```

```
#define B_EIN HIGH
```

```
//Relaislogik umkehren
```

```
// #define B_AUS HIGH
```

```
// #define B_EIN LOW
```

```
//Sudpumpe, nicht Malzrohrpumpe ++++++
```

```
#define SUDPUMPE_AUS LOW
```

```
#define SUDPUMPE_EIN HIGH
```

```
//Relaislogik umkehren z.B. für Chinarelais
```

```
//#define SUDPUMPE_AUS HIGH
```

```
//#define SUDPUMPE_EIN LOW
```

```
//welches Signal vom Schwimmschalter? Folgende Zuordnung bei der Schwimmschalter-
```

*//Aktion „schliessen“*

*#define Sensor\_AUS 1*

*#define Sensor\_EIN 0*

*//Folgende Zuordnung wenn der Schwimmschalter-Aktion „öffnen“*

*//#define Sensor\_AUS 0*

*//#define Sensor\_EIN 1*

Für „Heizen“ und „Rühren/Malzrohrpumpe“ sind jeweils zwei Relais vorgesehen, so dass auch eine allpolige Abschaltung beider Stromkreise möglich ist (so wie in der Skizze vom diskreten Aufbau!). Man kann natürlich auch jeweils nur ein Relais verwenden, dann liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% die Phase (L) an den Steckdosen auch an, wenn die AiO ausgeschaltet ist. Aus Sicherheitsgründen empfehle ich aber die allpolige Abschaltung.

### **Eigenschaften außerhalb der Menüstruktur**

- Abfrage auf „Doppelklick“ möglich, d.h. wird der Button innerhalb von 0,7 s zweimal betätigt, landet man aus jedem Programmteil heraus im Setup-Menü. Sollten Zeitabläufe programmiert sein, laufen diese im Hintergrund weiter.
- Im Maischemodus kann die Geschwindigkeit eines Scheibenwischermotors (oder generell eines Motors mit zwei Geschwindigkeiten) durch einen kurzen Druck auf den Encoder abwechselnd erhöht oder verringert werden.
- Nach einem Stromausfall während des Kühlens kehrt das Gerät automatisch in den Kühlmodus zurück.
- Nach einem Stromausfall während des Maischens und Kochens kehrt das Gerät automatisch in den letzten Modus zurück. Die bis dahin abgelaufenen Zeiten werden auf 1 min. gerundet.

### **Menüstruktur:**

#### **MAISCHEN:**

Hier können die Einmaischtemperatur, bis zu 5 Rasttemperaturen und Rastzeiten und die Abmaischtemperatur eingegeben werden. Der Ablauf erfolgt vollautomatisch. In der letzten programmierten Rast wird 5 min. vor Beendigung mit Brauerruf an die Jodprobe erinnert.

#### **NACHGUSS:**

Voreingestellt sind 78°C, es können aber auch andere Temperaturen eingegeben werden. Beim Erreichen der eingestellten Temperatur ertönt der Brauerruf. Im Gegensatz zu anderen Programmteilen kann der Ruf nicht quitiert werden. Die Temperatur wird gehalten, d.h. die Heizung schaltet bei Bedarf wieder ein.

#### **KOCHEN:**

Eingestellt werden die Kochdauer und die Anzahl der Hopfengaben (max. 6). Zu den jeweiligen Hopfengaben wird auch der Zeitpunkt der Gabe angegeben. Eingestellt werden kann auch die Zeit der Nachisomerisierung für die Whirlpoolgabe. Hier ertönt der Brauerruf wenn entweder die eingestellte Nachisomerisierungszeit abgelaufen ist oder die Sudtemperatur auf 80°C gefallen ist. Aufgeheizt wird der Sudkessel bis zu einer voreingestellten Temperatur die kurz vor der

Kochtemperatur liegt (Voreinstellung 98°C – im SETUP änderbar). Dann ertönt der Brauerruf, der innerhalb von 60s quittiert werden muss, andernfalls wird aus Sicherheitsgründen der Kessel ausgeschaltet! Der "Start der Zeitzählung" zum Kochen ist erst nach dem Erreichen der z.B. 98°C aktivierbar.

## **KÜHLEN:**

Die Kühlfunktion ist für einen Kompressorkühlschrank gedacht. Die eingestellte Temperatur wird angefahren und beim Erreichen wird der Kühlschrank ausgeschaltet. Nach einer einstellbaren Wartezeit wird der Kompressor – wenn die Temperatur wieder unter die Schwelle gefallen ist – wieder eingeschaltet. Zu häufiges Schalten schadet dem Kompressor, daher ist hier eine Wiedereinschaltzeit von 5 min. voreingestellt. Diese kann aber im Setup beliebig geändert werden. Die sonst für die Heizfunktion genutzte Funksteckdose bzw. der entsprechende Relaisausgang kommen hier zum Einsatz. Für Gärshränke mit Peltierelementen als Kühlaggregat kann die Wiedereinschaltverzögerung auf „0“ gesetzt werden. Der Gradientenfaktor für's Kühlen sollte bei etwa 10 liegen. Dies sollte aber für jedes Kühlaggregat noch feinjustiert werden

## **PUMPE:**

Es kann eine Pumpe angesteuert werden. Als Sensor dient ein Schwimmer als Zweipunktregler. Die Wartezeit vor dem Einschalten der Pumpe ist auf 30s im Sketch festgelegt, kann dort aber natürlich individuell angepasst werden. Der Pumpenmodus wird durch langes Drücken des Encoders beendet.

## **SETUP:**

### **SCHWELLE:**

Einstellung der Kochschwelle (z.B 98°C). Zu diesem Zeitpunkt ertönt der Brauerruf, weil das Kochen kurz bevorsteht. Ab jetzt solltest Du Dich am Kessel aufhalten, damit ein Überkochen verhindert werden kann. Die Zeitzählung kann erst nach dem Erreichen der Schwelle gestartet werden.

### **RÜHRER/MALZROHRPUMPE:**

Je nachdem, ob im Setup-Menü Rührer oder Malzrohrpumpe ausgewählt ist, verhält sich der Rührer-/Malzrohranschluss unterschiedlich. Im Rührerbetrieb können die Intervallzeiten für die Nichtheizphase angegeben werden, im Malzrohrpumpenmodus beziehen sich die Intervallzeiten auch auf die Heizphase.

## **LOGGING:**

Logging wird Ein- bzw. Ausgeschaltet. Die Loggingdaten werden in unterschiedlichen Formaten und für unterschiedliche Loggingprogramme übertragen. Vorgesehen sind „LogViewStudio“, ein tolles Programm, das leider nicht mehr weiterentwickelt wird (<http://www.logview.info/forum/index.php?pages/home>). Die Daten werden in diesem Programm nur von der seriellen Schnittstelle empfangen, UDP ist zwar prinzipiell auch möglich, funktioniert aber leider nicht. Ein weiteres Loggingprogramm ist „SerialComInstruments 4“ (<http://www.serialcominstruments.com/>), hier kann sich jeder mit relativ wenig Aufwand eine ansprechende Oberfläche zusammenstellen. Die Datenübertragung geschieht über UDP.

Eine dritte Möglichkeit ist die bidirektionale UDP-Schnittstelle zur AiO. Hier können die Daten aus dem „Kleinen Brauhelfer“ zur AiO und die Temperaturdaten von der AiO empfangen und grafisch dargestellt werden.



## **NOTFALL:**

Legt fest, ob die Notfallfunktion gestartet wird. Diese liegt vor, wenn während des Maischens oder dem Kochen die Versorgungsspannung der AiO ausfällt (die beste Ehefrau von Allen stolpert über das Anschlusskabel!). Nach dem Neustart wird die letzte Position im Programmablauf automatisch wieder angefahren. Werte, die nach dem Starten des Maischeprogramms geändert wurden, werden nicht restauriert. Die Datensicherung im EEPROM erfolgt einmal pro Minute. Die Notfallfunktion für das Kühlen unterscheidet sich insofern, als dass hier auch die am Encoder eingestellte Kühltemperatur wieder angefahren wird.

## **FUNK:**

Über diesen Menüpunkt werden die Funksteckdosen angelernt. Im Display wird angezeigt, welche Taste auf der Fernbedienung gedrückt werden muss. Nach dem Betätigen der Tasten für EIN/AUS von Heizung, Rührer und Brauerruf (optional) kehrt die Eingabe wieder in das Setup-Menü zurück. Vorher sollten die Steckdosen irgendwie gekennzeichnet werden, z.B. „H“ -> Heizsteckdose, „R“ bzw. „P“ -> Rührer- oder Malzrohrpumpensteckdose und „B“, falls benötigt, die Steckdose für den externen Brauerruf (wer während des Maischens bzw. dem Kochen noch den Rasen mähen muss!). Diese Steckdosen werden dann den Tasten auf der mitgelieferten Fernsteuerung durch Anlernen zugeordnet. Wenn nun im Display der AiO die Aufforderung erscheint die Taste für die Heizsteckdose zu drücken, dann wird diejenige Taste gedrückt, die vorher der Heizsteckdose zugeordnet wurde.

## **REGLER:**

Eingegeben werden der Gradientenfaktor (Heizen), die Einschaltverzögerung für das Heizrelais, der Gradientenfaktor (Kühlen) und die Einschaltverzögerung für den Kompressor. Bei Verwendung eines SSR (Solid-State-Relais) kann hier eine Einschaltverzögerung von „0“ eingegeben werden. Der Gradientenfaktor von „1“ ist für das Heizen in den meisten Fällen ideal. Der Faktor für das Kühlen sollte etwa bei „10“ liegen, muss aber experimentell ermittelt werden. Beim Kühlschrank sinkt die Temperatur nur sehr langsam, kühlt dann aber sehr stark nach. Daher muss hier ein größerer Gradientenfaktor eingestellt werden.

## **SONSTIGES**

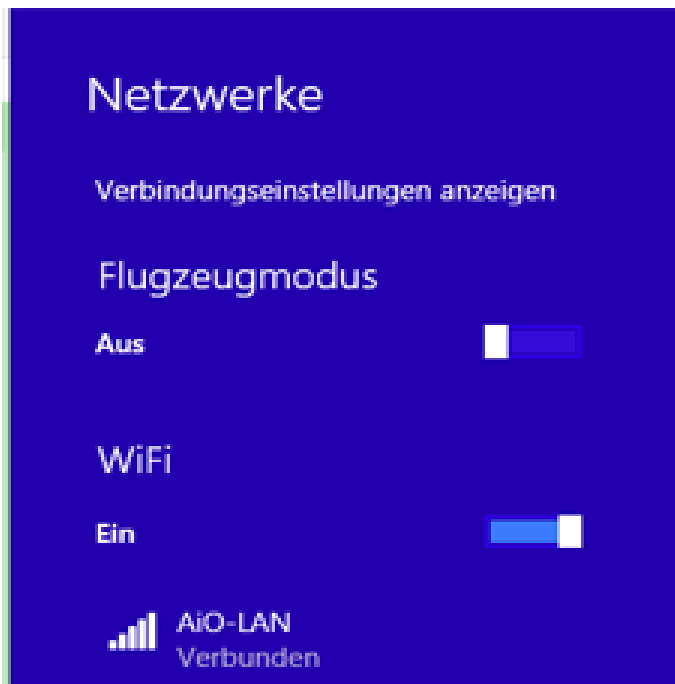
- Alle Setup-Parameter werden im EEPROM abgelegt und dauerhaft gespeichert.
- Während der geregelten Programmteile wird die Temperatursteigerung in K/m (Kelvin/Minute) angegeben.
- Wer eine dritte Funksteckdose besitzt, kann sich mit dieser Version den Brauerruf zusätzlich über diese ausgeben lassen. Hier kann beispielsweise der Brauerruf auch optisch mit einer Lampe angezeigt werden, welcher über diese dritte Funksteckdose gesteuert wird.
- Im Kühlmodus startet das Gerät nach einem Stromausfall automatisch wieder mit dem Kühlmodus! Der Kühlschrank kann also auch übers Wochenende unbeaufsichtigt bleiben. Damit die gewünschte Kühltemperatur wieder angefahren wird, muss der Kühlmodus mit eben dieser Temperatur einmal durch langes Drücken des Encoders verlassen werden bis in der letzten Zeile „NOT-EIN“ erscheint. Danach kann der Kühlmodus wieder gestartet werden. So oft der Strom nun auch ausfällt, startet die AiO immer automatisch in den Kühlmodus. Um den Notmodus zu verlassen, den Taster so lange drücken bis „NOT-AUS“ erscheint. Diese Methode

unterscheidet sich von dem Notfallstart im Maische- und Kochmodus und ist unabhängig von der Einstellung im Setup.

Im Modus „Maischen“ bzw. „Kochen“ kehrt das Programm nach einem Stromausfall in den letzten Modus zurück. Die Zeitzählung wird dabei auf den letzten Wert vor dem Stromausfall gesetzt, allerdings auf eine Minute abgerundet. Voreingestellte Rastzeiten und Temperaturen werden wieder hergestellt. Temperaturen und Zeiten, die nach dem Modusstart mit dem Encoder verändert wurden, werden nicht restauriert! Der Notfallmodus wird nur dann zurückgesetzt, wenn der Programmablauf durch langes Drücken abgebrochen wird.

## WLAN

Wenn das Modul ESP8266-1 eingebaut ist, kann die AiO über das UDP-Protokoll kommunizieren. Ich habe mich für das UDP-Protokoll entschieden, weil die Datenübertragung um einiges schneller abläuft als über http. Außerdem wollte ich das Modul unabhängig vom heimischen WLAN betreiben und habe es deshalb als eigenständigen Accesspoint konfiguriert. Die SSID lautet „AiO-LAN“ und sollte in der Übersicht der in Reichweite befindlichen WLAN-Zugriffspunkte erscheinen. Das festgelegte Passwort lautet „Hobbybrauer“.

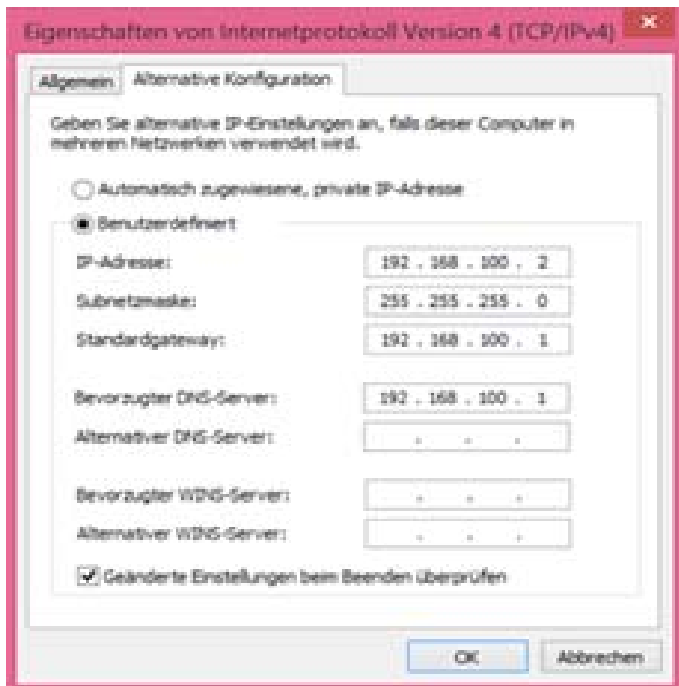


## An die AiO anbinden

Wenn der ESP8266-01 ordnungsgemäß eingebunden wurde, sollte die AiO in der Netzwerkübersicht erscheinen.

Die AiO hat die IP-Adresse **192.168.100.1**. und öffnet den Port **50000**. Dieser Port wird auch auf PC-Seite geöffnet. Bei der ersten Verwendung meckert einmal die Firewall, hier dann bitte angeben, dass man auf diesen Port zugreifen möchte.

Die lokale IP des Rechners sollte via DHCP vergeben werden, ist bei mir dann z.B. **192.168.100.2**. Falls es hier Probleme gibt, bitte im „Netzwerkcenter->Adaptoreinstellungen ändern“ unter IPv4 eine alternative Konfiguration für die AiO einrichten:



## Logging

Im Setup-Menü der AiO kann man sich ein Loggingformat aussuchen. Hinterlegt sind die KBH2AiO, SerialComInstruments und Logview-Studio.

### a) KBH2AiO

Im Folgenden eine kurze Beschreibung der AiO-Software für Windows (LAZARUS, Free Pascal mit Synapse), die allerdings noch ausbaufähig ist und auch weiterentwickelt wird. Falls jemand Interesse hat, kann er ja eine Software für LINUX/ANDROID entwickeln und zur Verfügung stellen.

Zuerst muss der PC an die AiO angebunden werden, vorher funktioniert natürlich NICHTS! Nach dem Click auf den Button „Aktualisieren“ erscheint zunächst die lokale IP-Adresse des Rechners.



Nach dem Buttonclick ca. 1min warten. Angezeigt wird noch die IP aus dem Haus-WLAN.

Datei Logging

Lokale IP: 192.168.3.32

Lokaler Port: 50000

Remote IP: 192.168.100.1

Remote Port: 50000

Warten - AiO suchen

Aktualisieren

Nach ca. 1min. wird die AiO gefunden.

Datei Logging

Lokale IP: 192.168.100.2

Lokaler Port: 50000

Remote IP: 192.168.100.1

Remote Port: 50000

AiO gefunden

Aktualisieren

Nun können wir zunächst ein Rezept aus dem wunderbaren „Kleinen Brauhelfer“ importieren. Wir müssen natürlich wissen, wo sich die Datenbank befindet. Der Name der Datenbank lautet:

**kb\_daten.sqlite.**

Datei Logging

aus KBH importieren

Ende

Lokale IP: 192.168.100.2

Lokaler Port: 50000

Remote IP: 192.168.100.1

Remote Port: 50000

Es erscheint ein Auswahlfenster, in dem nach der Datenbankdatei gesucht werden kann. Nach dem erfolgreichen Import erscheinen die gespeicherten Sude im linken Fenster.

Datei Logging

aus KBH importieren

Ende

Lokale IP: 192.168.100.2

Lokaler Port: 50000

Remote IP: 192.168.100.1

Remote Port: 50000

Anton Dreher Bier

Dampfbier

Elefantentritt

Lambier

Mailbock

Ruhrgold

SNPA

Sommerbier

**Triticum Wurmata**

Walter-Gropius-Bier

Suddaten: Triticum Wurmata

Einmaischen bei: 57 °C

Rasten:

Rast 1 -> Temperatur -> 55 °C

Rast 1 -> Dauer -> 15 min.

Rast 2 -> Temperatur -> 62 °C

Rast 2 -> Dauer -> 50 min.

Rast 3 -> Temperatur -> 72 °C

Rast 3 -> Dauer -> 20 min.

Rast 4 -> Temperatur -> 78 °C

Rast 4 -> Dauer -> 0 min.

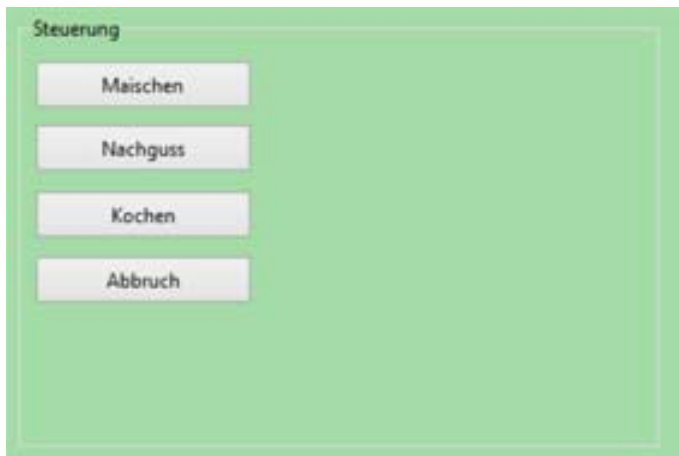
Kochdauer -> 90 min.

Hopfengaben:

Hopfengabe 1 für -> 90 min.

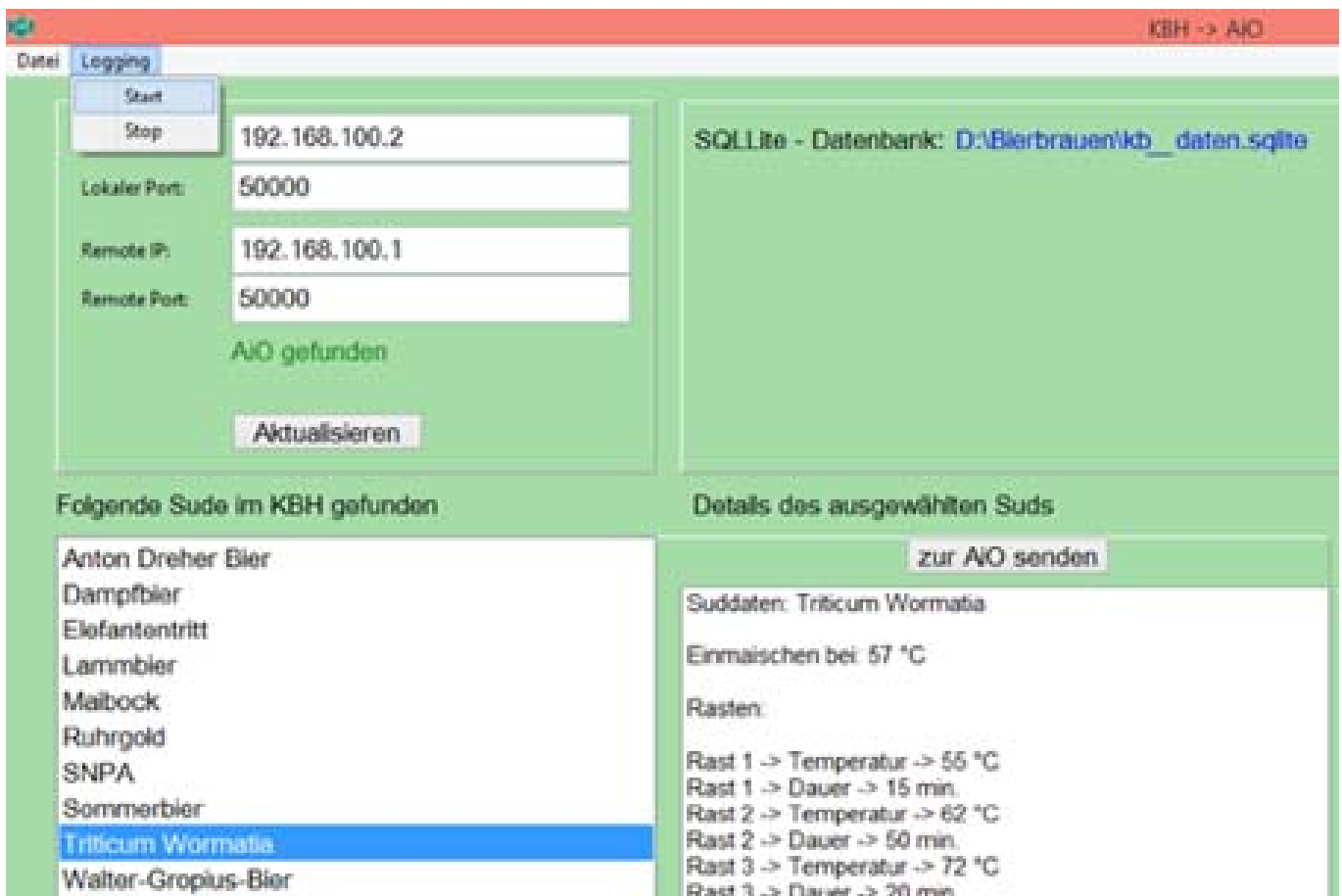
Hopfengabe 2 für -> 15 min.

Wenn dort ein Sud ausgewählt wird, dann erscheinen im Fenster rechts daneben die Suddetails zur Kontrolle. Wenn alles soweit OK ist, können die Daten zur AiO geschickt werden, indem der Button „zur AiO senden“ gedrückt wird.



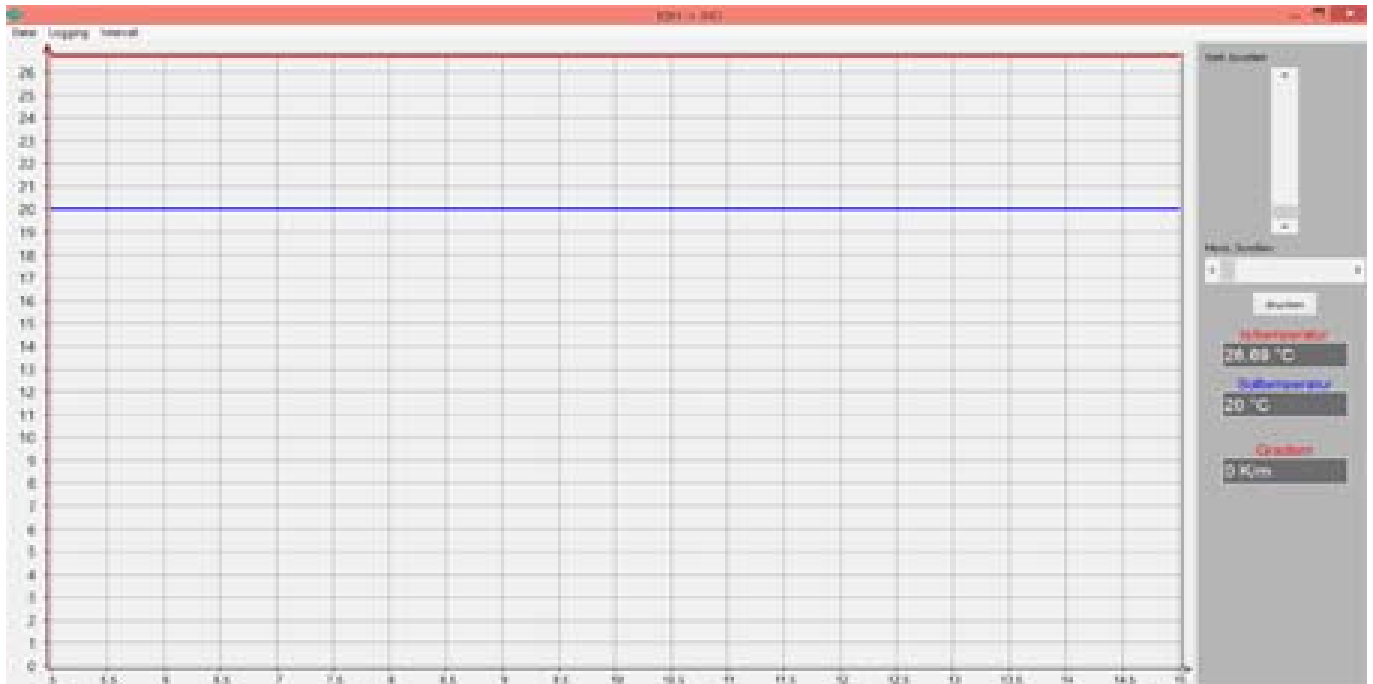
Anschließend kann durch die Betätigung des Buttons „Maischen“ das übertragene Maischeprogramm auf der AiO gestartet werden.

Wenn die Suddaten oder die Steuerbefehle von der AiO ordnungsgemäß empfangen wurden, ertönt der Braueruf für 0,5 s als Empfangsquittung.





Nun kann man über den Menüpunkt „Loggen“ den Temperaturverlauf von Soll- und Isttemperatur beobachten. Mit der Maus können Ausschnitte der Temperaturverlaufskurve gezoomt werden, mit den Schiebern auf der rechten Seite kann die Anzeige horizontal bzw. vertikal verschoben werden. Danach einmal mit der Maus in das Chart klicken, damit die Anzeige in Echtzeit weiterläuft. Die Abtastrate kann 0,5s, 1s und 5s betragen.

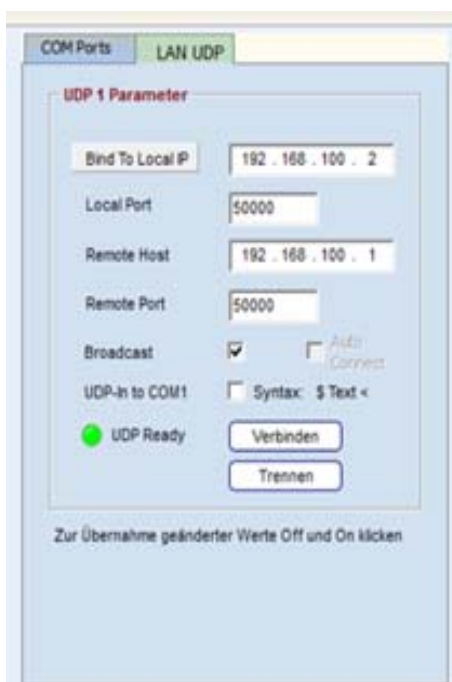


## b) SerialComInstruments

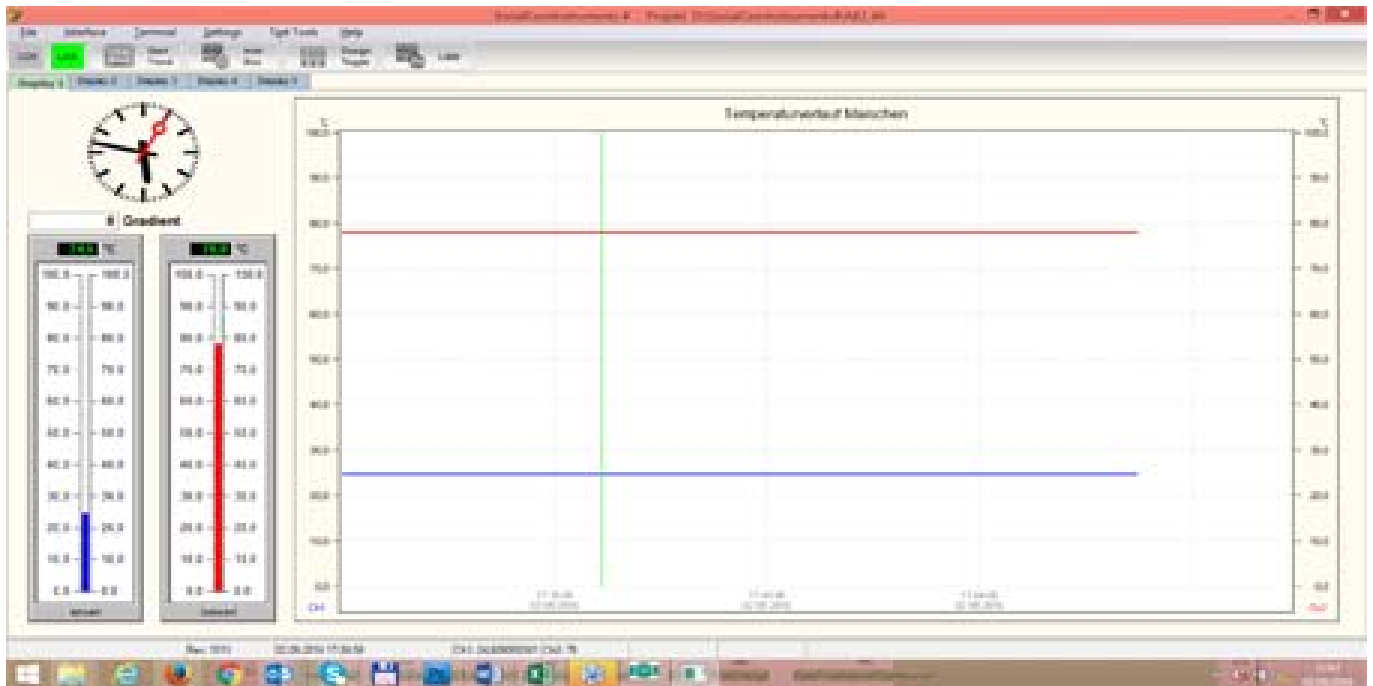
Das folgende Bild zeigt ein Beispiel für das Logging über SerialComInstruments 4:

Einstellung:

Über den Menüpunkt „Interface“ kann man die Verbindung herstellen.



Dann kann man das Template laden. Das unten dargestellte Template ist im Anhang enthalten. Man kann hier auch noch mehr Instrumente hinzufügen.



### c) Logview Studio

Die Beschreibung für Logview Studio findet ihr im Anhang.

Also, viel Spaß beim Nachbau!

Lothar (Bitter) und Sebastian (Borsti84)

Die folgende Teileliste führt auch die aktuellen Preise auf. Wenn nicht alles bestückt, liegt man bei unter 100 EUR.

Teileliste:

Anzahl	Fa.	Bestellnummer	Bezeichnung	Preis
1	Conrad	531914	PROJEKTGEHÄUSE ABS IP54 200X150X100 GR.	14,05 €
1	Conrad	741126	KALTGERÄTESTECKER EINBAU FLANSCH 16 A SW	2,87 €
1	Conrad	740530	KALTGERÄTESTECKDOSE 16 A SCHWARZ	4,84 €
1	Amazon		NEUTRIK XLR-Stecker NC-3MXX, 3-polig	2,93 €
1	Amazon		Goobay XLR 187-3 3 POL. Mikrofon-Einbaubuchse, 3-polig	2,55 €
2	Amazon		Aluminium Kühlkörper für Solid State Relais SSR	9,85 €
1	Amazon		Wärmeableitung	
1	Amazon		SainSmart Mega2560 AVR ATmega2560	16,99 €
1	Amazon		Demarkt ESP8266 Serial WIFI Wireless Transceiver Modul	3,99 €
2	Amazon		SCHUKO IP 54 Einbaudosen, 16 A, 230 V	6,04 €
1	Amazon		IIC/I2C/TWI/SPI Serial Interface Module Für Arduino LCD	3,16 €
1	Amazon		LCD-Display 4x20 Blau	5,59 €
1	Amazon		Buzzer	2,07 €
1	Amazon		RJ45-Anschluss-Verlängerung für die Frontmontage	2,45 €
6	Amazon		weibliche/männliche Kopfleisten	2,22 €
1	Amazon		Potentiometer-Drehknopf	0,50 €
1	Amazon		Temperatursensor DS18B20 - wasserdicht	3,50 €
1	Amazon		433 MHz Funk- und Sendemodul für Arduino/Raspberry	3,00 €
1	Amazon		Tast-/Drehencoder	1,00 €
2	Amazon		SSR Solid State Relais Halbleiterrelais 24-380V AC 25A	9,99 €
2	Reichelt	PS 25/5G BR	Platinensteckverbinder gerade, braun, 5-polig	1,92 €

1	Reichelt	PS 25/3G BR	Platinensteckverbinder gerade, braun, 3-polig	0,84 €
6	Reichelt	PS 25/2G BR	Platinensteckverbinder gerade, braun, 2-polig	1,74 €
1	Reichelt	BEL 160x100-2-5	Fotoplatine, zweiseitig, 160x100mm, 0,5mm, 35µ	2,20 €
1	Reichelt	Entwickler 10g	Entwickler Natriumhydroxid 10 gr.	0,99 €
1	Reichelt	ETCHANT 120g	Ätzmittel Natriumpersulfat 120g	4,80 €
2	Reichelt		Metallschichtwiderstand 1k	0,20 €
2	Reichelt		Metallschichtwiderstand 1,5k	0,20 €
1	Reichelt		Metallschichtwiderstand 4,7k	0,10 €
4	Reichelt		Elko 220µF 35V	0,72 €
1	Reichelt		LF 33 CV :: Festspannungsregler, +3,3V, TO-220	0,72 €
1	Reichelt		µA7805::Festspannungsregler 5V, TO-220	0,27 €
1	Reichelt		ULN2003 + Sockel	0,50 €

Gesamt ohne Versandkosten

**112,79 €**

Noch ein kleiner Tipp: die preisgünstigste Version ist die Funkversion. Außerdem ist sie von Nichtelektrikern am einfachsten und am gefahrlosesten zu installieren. Dieses Funksteckdosenset kostet bei Amazon nur 19,85 EUR (Arendo - Funksteckdosen-Set 3+1) und kann 3680 Watt schalten. Die sind also auch für HENDI-Induktionsplatten geeignet.