

## Allgemein

Zunächst zu meiner Person: Ich war bis vor einiger Zeit Inhaber eines Ing.-Büros für Elektro- und Automatisierungstechnik. In dieser Funktion habe ich hauptsächlich große Prüfstände geplant. Ich kenne entsprechend die Welt der Speicher-Programmierbaren-Steuerungen (SPS) sowie Prozess-Leit-Systeme (PLS). Aber groß kann jeder. Ziel von Anfang an war es eine Steuerung mit einfachen, preiswerten Mittel aufzubauen.

Die hier vorgestellt Regenwasser-Anlage (RWA) ist das Produkt aus ca. 10 Jahre Entwicklung.

Alle Erkenntnisse und Erfahrungen möchte ich an dieser Stelle den Usern mitteilen.

Die Anlage diene zu Bewässerung eines Nutzgartens (ca. 500 m<sup>2</sup>) sowie der Versorgung der Toiletten und Waschmaschinen. Der jährliche Wasserumschlag beträgt ca. 35 m<sup>3</sup> Regenwasser. Aufgefangen wird das Regenwasser über eine Fläche von ca. 300 m<sup>2</sup>

Angefangen hat alles mit **einer** Zisterne und **einem** Hauswasserkraftwerk.

Schnell zeigte sich aber, dass ein normales Hauswasserwerk den Anforderungen nicht gerecht wurde. In kürzester Zeit war die innenliegende Gummimembran durch die hohen Druckschwankungen defekt. Heute wird es wohl leistungsfähigere Systeme geben aber vor 30 Jahren war das alles Baumarktschrott. Etwas Besseres musste her. Ich entschied mich für eine Drehstrom-Brunnenpumpe in Verbindung mit einem Frequenzumformer (FU) und einem Druckmesser mit Signalausgang. Der FU übernimmt von dem Druckmesser das Signal, steuert die Brunnenpumpe an und hält über einen vorgegebenen Wert der Druck in der Leitung konstant. Diese Einheit läuft heute noch ohne Probleme. Der erste Schaltschrank in konventionelle, verdrahtete Technik entstand.

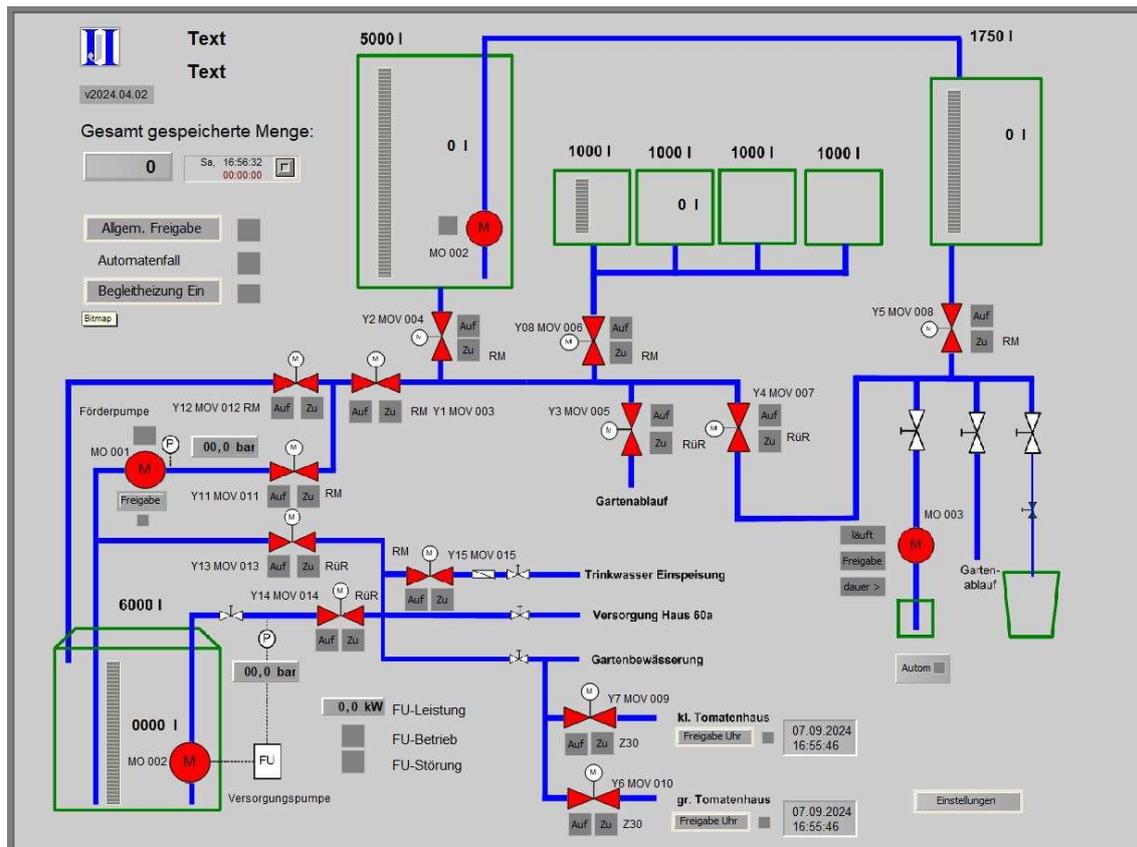
Ich überspringe hier nun die diversen Erweiterungen und komme nun zu dem Punkt wo erstmalig ProfiLab zum Einsatz komm.

Zu dieser Zeit hatte ich mich bereits mit dem Hardware-Modul AVR Net-IO Bausatz von Pollin beschäftigt. Zu meiner Freude entdeckte ich dieses Modul in der Hardwareaufstellung von ProfiLab. Jetzt konnte ich erstmalig meine Anlage über PC steuern. Mit der Zeit habe ich über mehrere Ausbaustufen weiter Polling Hardware-Module verbaut. Auch kamen hier zum ersten Mal die Hardware netPIO / GPIO18 von Abacom zum Einsatz. Jetzt kamen die ersten Probleme, die ich weiter unten beschreiben werden.

Ein großer Schritt zum heutigen Ausbau war der Ausbau der Steuerung verteilt auf zwei getrennt aufgestellten Steuerschränke. Eine Steuerschrank ist im Wasserkeller verbaut und eine weitere in einem Gebäude im Garten. Dies wurde notwendig da mehr und mehr Aktoren, Sensoren sich im Gartenbereich befanden. Da die Entfernung der beiden Steuerungen etwa 200 m auseinanderlagen wurden sie über Ethernet und einer Funkbridge verbunden. Über einen separaten PC wurden beide Steuerungen gesteuert.

Nach einigen Umbauten habe ich alle Hardware-Modul AVR Net-IO durch Hardware netPIO / GPIO18 von Abacom ersetzt. Zur Zeit tausche ich wieder alle Hardware netPIO / GPIO18 gegen USB-µPIO / GPIO18. Dies hat mit den Problemen zu tun dich ich weiter unten beschreibe.

## Übersicht der heutigen Steuerung



Im Einzelnen:

4 Wassertanks in unterschiedlicher Ausführung Fassungsvermögen gesamt 16,75 m<sup>3</sup>

2 Drehstrom Hochleistungspumpen

2 Wechselstrom Pumpen

13 Motorbetriebene Kugelventile.

2 Druckmessungen

4 Wasserstands Messungen

### Hardware

Brunnenpumpe (Vorsorgungspumpe) MO 001 Fabrikat: Grundfos, 400 V, 1,5 kW, 5m<sup>3</sup>/h, 70 m Förderhöhe

Frequenzumrichter FU Fabrikat: Vacon, 440 V, 4,0 kW

Standpumpe (Förderpumpe) MO 001 Fabrikat: Grundfos, 400 V, 2,2 kW, 4 m<sup>3</sup>/h, 79 m Förderhöhe

Tauchpumpe: 230 V, 950 W, 0,9 bar max, 18,2 m<sup>3</sup> max

Tauchpumpe: 230 V, 1,5 kW, 0,9 bar max, 24 m<sup>3</sup> max

### 13 St. Motorisch betriebene Kugelventile.

Als Ventile wurden hier ausschließlich Motor betriebene Kugelventile, einfachster Bauart, ausgewählt

Im Gegensatz zu Magnetventile öffnen Kugelventile den gesamten Leitungsquerschnitt und können Ströme in beiden Richtungen absperren. Es wurden zwei Arten von Kugelventilen verbaut. Zum einen



eine etwas bessere Ausführung

Typ EMV 110 Serie 800 2/2 Wege Motor-Kugelventil 3/4" 230 V

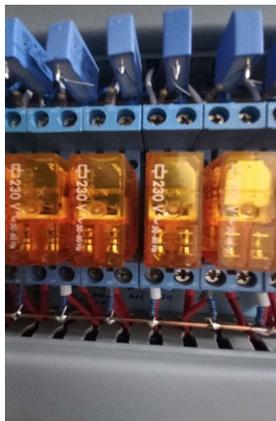
Dieses Ventil zeichnet sich durch eine echte Rückmeldung über Endschalter für den Zustand offen oder geschlossen aus. Allerdings ist nur der Offen-Status als Draht herausgeführt. Hier muss die Leitung gegen ein 7-adriges Kabel ausgetaucht werden. Die Rückmeldungen erfolgen über 230 V AC. Dieses Ventil wurde in kritischen Absperrungen eingesetzt.



2/2 Wege Motor-Kugelventil 3/4" 230v

Einfaches und Preiswertes Ventil, allerdings gibt es keine Rückmeldungen. Diese müssen nachträglich noch angeschlossen werden. Hier muss die Leitung gegen ein 7-adriges Kabel ausgetaucht werden. Die Rückmeldungen erfolgen über 230 V AC.

- Koppelrelais



Für die Ansteuerung der Kugelventile kamen Relais der Marke Finder zu Einsatz. Die Spulenspannung beträgt 24 V DC, für die Ansteuerung der Ventile (Richtungswechsel) und für die Rückmeldungen (offen/geschlossen) beträgt die Spulenspannung 230 V AC.

Parallel zu den Spulenklemmen der 230 V AC Relais wurde ein Kondensator in Reihe mit einem Widerstand angeschlossen. Die 24 V DC Relais erhielten eine Freilaufdiode

Die Rückmeldungen zu den netPIO / GPIO18 wurden direkt am Relais mit einem 8,2 K Widerstand gegen Minus belegt um einen definierten Zustand zu erhalten.

### 6 St. USB- $\mu$ PIO / GPIO18

Am Anfang habe ich Hardware-Module AVR Net-IO von Pollin verbaut. Danach ein Gemisch von AVR Net-IO und Hardware netPIO / GPIO18 von Abacom, dann nur noch Hardware netPIO / GPIO18 von Abacom und zur Zeit werden alle ausgetauscht gegen USB- $\mu$ PIO / GPIO18 von Abacom.

Der letzte Austausch werde ich in der Abteilung Software erklären.

**2 St. PC** Fujitsu Esprimo Q556 Core i5 7400T 8 GB 500 GB SSD refurbished

Jeweils ein PC in jeder Station, sie sind für unter 100 € zu bekommen und erfüllen ihren Zweck.

## 2 St. Funkbridge



Für die Distanz von 200 m, kabellos zu überbrücken, kommen Ubiquiti NanoStation Loco M5 zum Einsatz.

## Messtechnik

Für die **Druck- und Füllstandsanzeige** wurden ausschließlich Drucktransmitter verwendet dabei kamen zwei Arten zur Ausführung. Zum einen Drucksonden die im Wassertank lagen und zum anderen die von aus über Gewindeanschluss verbaut waren. Bei der Auslegung der Sonden hinsichtlich des Messbereiches war auf die Höhe der Wassertanks zu achten (Hinweis: 1 bar entspricht ca. 10 m Höhe also bei einem Wassertank von 1 m Höhe 100 mBar oder 10.000 PA). Allen gemeinsam ist das Ausgangssignal 4 – 20 mA in Zwei und Dreidrahttechnik. Dies ist in der Industrie üblich.

Bis auf drei Ausnahmen (hochwertige Vega Produkte) wurde billige China-Ware verbaut.

## Converter 4 – 20 mA -> 0 – 5 V



Für die Anpassung der Signale der Drucktransmitter an die netPIO / GPIO18 habe ich am Anfang diese Converter eingesetzt. Hier entschied der Preis den Einsatz, allerdings zeigte sich, dass die Einstellung sehr schwierig waren und diese Converter hinlänglich ungenau (Wer misst, misst, Mist). Die Beiden Poti's bestimmen zum einen den Nullpunkt, hier 4 mA > 0 V und zum anderen den Maxpunkt hier 20 mA -> 5 V. Da sich beide Poti's gegenseitig beeinflussen war die Einstellungen ein Geduldsspiel. Letztlich habe ich sie alle ausgetauscht gegen:



## Gleichstrom-Spannungs Messumformer 4-20 mA 0-10 V

„natürlich“ von Aliexpress, weil preiswert. Diese Messumformer funktionieren einwandfrei, leider war zum Zeitpunkt der Bestellung keine 0-5 V Ausführung lieferbar. Die Anpassung erfolgte dann über ein 10 K Spindel Poti als Spannungsteiler.

An dieser Stelle möchte ich auf eine Frage von mir im Forum zurückgreifen:

Wie schütze ich meine Eingänge der netPIO / GPIO18 vor Überspannung?

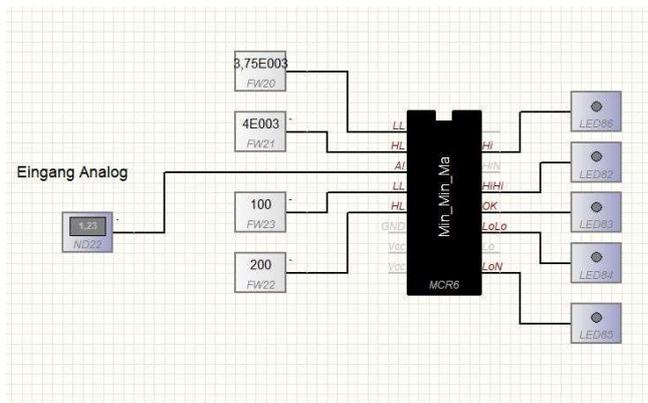
Antwort von Funkybaer: Schalte eine 5,1 V Zenerdiode vom Eingang gegen Masse.

Leider funktioniert das nicht. Eine allzu große Überspannung an den Eingängen ist nicht zulässig, Eine Zenerdiode mit 5,1 V fängt bereits bei (ausgemessenen) 4,7 V leitend zu werden und damit ist nie eine Spannungsmessung bis 5 V max möglich. Eine größere Zenerdiode z.B. 6 V würde zu Zerstörung der Eingänge führen (wie schon passiert). Im Moment laufen alle Eingänge ungeschützt.

## Software

Die erste Softwarelösung die ich finden musste war eine Hysterese-Steuerung mit MIN / Max Funktion für Wasserstände und Pumpen. Dies Fragestellung beantwortete Mike D im Forum mit einer kleinen Schaltung.

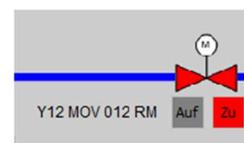
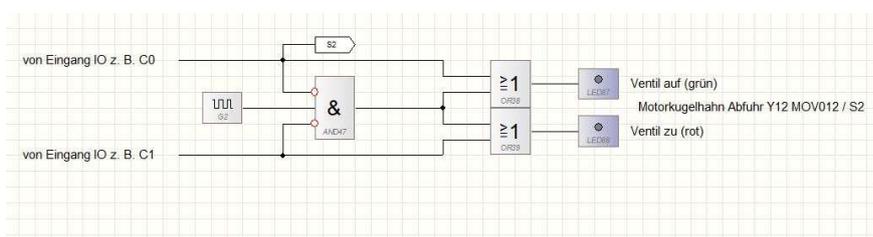
Diese habe ich dann als Grundlage genommen und sie weiter „aufgebohrt“. Herausgekommen ist ein Makro mit einstellbaren Zuständen für Min/ Min-Min / Max-Max /Max



Dieses Makro ist zentraler Baustein für verschieden Funktionen in der Steuerung. Es überwacht die Wassertanks vor Überfüllung, die Pumpe als Trockenlaufschutz und vor zu hohen Drücken. Außerdem überwacht es in der Steuerung automatisierte Füllvorgängen der Wassertanks.

In der Frontplatte findet man die Zustand-Anzeigen der einzelnen Grenzstände. Zusätzlich habe ich ein Schieberegler für eine Simulation aufgenommen. Hier wird das analoge Signal abgetrennt und an dieser Stelle der Schieberegler angeschlossen. Dies ist bei der Inbetriebnahme hilfreich. Des Weiteren habe ich hier noch für den jeweiligen Analogen Eingangswert eine Korrektur eingabe vorgesehen. Sie gibt mir die Möglichkeiten kleiner ungenauere Messabweichungen zu korrigieren. Parallel dazu zeige ich die anliegende Spannung an dem Eingang der USB-μPIO / GPIO18 an.

Die gesamte Steuerung und Verriegelungen hier vorzustellen, mach keinen Sinn, da sie zu individuell ist, jedoch eine Besonderheit bei der Ventilsteuerung möchte ich hier erklären.



Die Darstellung des Ventilsymbol in dem Beispiel zeigt die geschlossenen Stellung des Ventils (rot) sowie die Anzeige der Rückmeldung ebenfalls rot bzw. Zu. Klick man nun auf das Ventilsymbol so wechselt die Farbe auf grün und die beiden Anzeigen der Rückmeldung wechseln im Rhythmus zwischen Auf und ZU. Solange die Motorventile in Bewegung sind bleibt dieser Zustand bestehen. Nach Erreichen der Endlage der Ventile hört das Blinken auf und die Anzeige Auf (grün) geht an.

Kommen wir zu einem Problemfall der mich von Anfang an beschäftigte:

Im Forum habe ich das Problem erstmals gestellt:

### **netPIO / GPIO18 "stellt die Arbeit ein**

Bereits mit dem ersten Einsatz von Modul AVR Net-IO von Pollin und später auch die Module netPIO / GPIO18 von Abacom vielen mir diese in unregelmäßigen Abständen, aus, in Ruhestellung, stürzen ab, etc. jedenfalls stellen die ihren Dienst ein. Die Module funktionieren für die Dauer von wenigen Stunden bis Tage bis sie wiederabstürzt (en).

Nach Betätigung der auf der Platine befindlichen Reset- Taster oder über den RST Eingang nehmen die netPIO / GPIO18 ihre Arbeit wieder auf und alles läuft wieder wie es soll (bis zum nächsten Absturz).

Wie aus den Unterlagen der Module zu ersehen ist befinden sich zwei Controller auf der Platine. Einer für die Kommunikation und der andere für die Applikation. Aus meiner „jahrelangen“ Beobachtungen habe ich das Gefühl, dass hier der Kommunikation Controller ausfällt. Das Programm läuft derweilen immer weiter, ich kann nur keine Befehle absetzen und keine Rückmeldung mehr empfangen.

Ich weiß nicht ob es an meinem internen LAN liegt, hier sind ca. 30 Devices über mehrere Switches und Funkbridges in Betrieb.

Ich habe im Forum dieses Problem schon einmal zur Diskussion gestellt (Stichwort netPIO / GPIO18 "stellt die Arbeit ein")

Antwort von Norman256256: Bei mir hat es geholfen, ..., Gigabit-Switche zu verwenden.

Ich setze im meinem ganzen LAN nur Gigabit Switche ein.

An einer anderen Stelle hier im Forum wurde beschrieben das viele Sprungbefehle innerhalb des Programms zu Problemen führen kann. Ich habe so weit es geht alle Sprungbefehle überarbeitet (bis zur Unübersichtlichkeit des Programms). Subjektiv gesehen hat das aber nicht viel gebracht.

Antwort von Abacom: Beim Stichwort "nur Ventile" sagt meine Erfahrung: Höchstwahrscheinlich ein EMV-Problem.

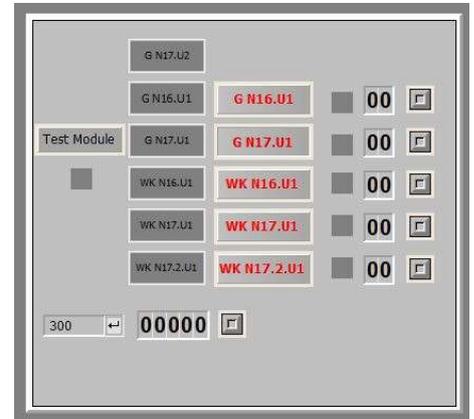
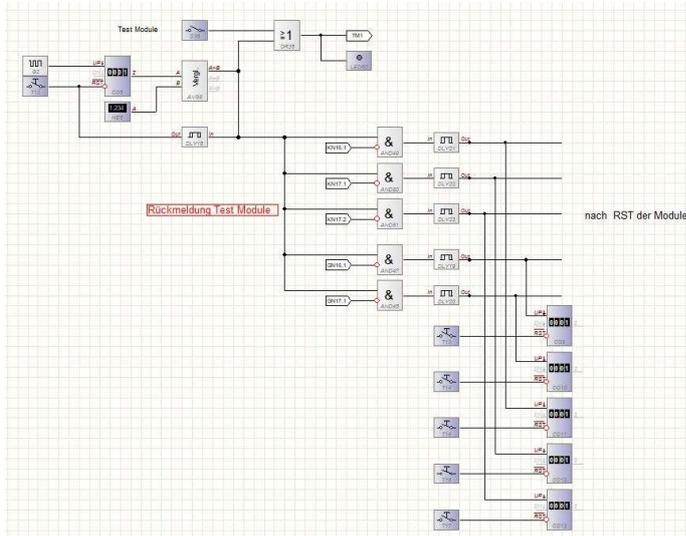
Am Anfang habe ich auch daran gedacht, dass EMV schuld an den Störungen ist. Zumal sich bei jedem Schaltvorgang der PC mit einem Piepser gemeldet hatte.

Ich habe dann alle Motorventile (es sind keine Magnetventile) mit eine RC-Kombination versehen. Darüber hinaus habe ich sämtliche 220 V AC Relais und Schütze auch mit einer RC-Kombination wie weiter oben beschrieben, versehen.

Das Ergebnis bleibt das gleiche. Es kann m. e. auch nicht an Schaltvorgänge liegen da die Steuerung Stunden bis Tage keine Schaltvorgänge vornimmt.

Ich habe noch etliches Versucht, wie z. B. Filter in der Spannungsversorgung oder Abklatsch-Kondensatoren an allen möglichen Stellen. Es hat alles nichts gebracht.

Wenn man ein Problem nicht lösen kann, so muss man es umgehen.



Ich habe mir eine Schaltung ausgedacht, einen sogenannten Wachdog, der die Module auf Ausfall überwacht. In regelmäßigen Abständen, hier 3600 Sek., gibt die Schaltung einen Ein-Impuls auf alle Module. Kommt von allen Modulen die Rückmeldung „alle da“, ist nichts ausgefallen. Kommt jedoch von einem oder mehreren Modulen keine Rückmeldung so wird für das jeweilige Modul ein RST-Impuls abgesetzt. Die angeschlossenen Zähler dienen nur der Dokumentation. Zusätzlich kann ich über Hand den Test oder die RST die einzelnen Module auslösen. Da die Anlage nicht zeitkritisch ist kam ich mit dieser Lösung zu Recht.

Nächste Problem

### TCP-Verbindung

Ich hatte schon vor einiger Zeit in dieser Steuerung mit dem USB- $\mu$ PIO / GPIO18 Modul experimentiert. Dieses Modul angesteuert über USB lief ohne Probleme und Aussetzer (Was für mich eine Bestätigung war, dass der Kommunikation Controller der netPIO / GPIO18 ausfällt). Ich habe daraufhin in der Gartensteuerung (hier ist auch der Steuer-PC) alle netPIO / GPIO18-Module gegen die USB- $\mu$ PIO / GPIO18 Module ausgetauscht. Von nun an viel in der Gartensteuerung nichts mehr aus. Blieb aber die Steuerung im Wasserkeller. Hier musste ich dann einen zweiten Steuer-PC verbauen um auch hier die Module auszutauschen und über USB anzusteuern. Aber wie konnte ich die beiden PC's und deren Steuerungen verbinden? Mehr durch Zufall bin ich dann auf das Softwaremodul TCP gestoßen.

Schnell die Beispiel Schaltung als Testschaltung erweitert und aufgebaut. Und, es funktionierte nur teilweise. Es kam keine Kopplung der beiden PC's zustande. Merkwürdig war das die Analoge TCP-Verbindung in beiden Richtungen funktionierten aber die Digitale TCP-Verbindung nur in eine Richtung.

Wiederum macht ich das zum Thema im Forum

An dieser Stelle muss ich mich bei Funkybaer für seinen Geduld und Ausdauer bedanken.

Um es kurz zu machen, die Beschreibung im ProfiLab ist etwas irreführend. Die Vorgehensweise ist wie folgt:

1. Server einrichten. Der Server wird auf dem PC eingerichtet auf der nur das Teilprogramm läuft. Der eingetragene Port kann bestehen (hier 30000) bleiben. In der Host IP-Adresse wird die IP-Adresse des Clients eingetragen. Hat man in der Einstellung Server gewählt so ist die Eintragung der IP-Adresse zunächst nicht möglich da sie gesperrt (grau hinterlegt) ist. Um die Eintragung dennoch zu ermöglichen muss man zunächst die Einstellung auf Client wählen, jetzt wird die IP-Adresse Einstellung freigegeben und die entsprechende IP-Adresse kann eingetragen werden. Danach die Einstellung wieder auf Server stellen.  
Jedes TCP-Modul bekommt eine eindeutige Kanal-Nr. auf beiden Seiten (Server und Client) beginnend mit 0. Dann nur noch Signal einstellen (Digital oder Analog)
2. Client einrichten. Der Client wird auf dem PC eingerichtet auf der das Hauptprogramm läuft. Der eingetragene Port kann bestehen bleiben (sollte aber identisch mit dem Port vom Server sein). In der Host IP Adresse wird die IP-Adresse des Servers eingetragen. Die Kanal-Nr. ist entsprechend dem Server einzutragen. Das Signal ist ebenfalls entsprechend der Server einzustellen.

Nach diesen Einstell-Maßnahmen lief die Steuerung Problemlos und ist seit ca. 5 Wochen ohne Ausfall weitergelaufen. Einen Wermutstropfen gibt es dennoch, wenn nicht diese ständigen Updates vom Windows wären. Sie bringen immer wieder die Steuerung zum runterfahren und damit zum Stillstand aber das treibe ich Windows auch noch aus, ich habe auch schon ein Weg gefunden wie es gehen könnte.

Zum Schluss möchte ich mich noch bei allen bedanken die mir bei meinen Problemlösungen geduldig geholfen haben. Auch möchte ich erwähnen welch leistungsstarke Programm ProfiLab von Abacom ist und das zu diesem Preis. In der SPS Welt gehen solche Programme schnell in den vierstelligen Bereich.

Ich hoffe ich konnte etwas dazu beitragen. Über ein Feedback würde ich mich freuen, sollte noch Fragen auftauchen bitte melden.