

Integration der elektrischen Komponenten

Dieses Dokument beschreibt die Integration der elektrischen Komponenten des Fahrpults.

Damit auch nicht so versierte Nachbauer eine Chance haben, wird hier die Integration der Komponenten an einem **Testaufbau** beschrieben.

Wer sich auskennt, kann gleich das Fahrpult bauen und die Komponenten einsetzen und schrittweise in Betrieb nehmen.

In jedem Fall sollte die Vorbereitung erfolgt sein, welche im Dokument **FP_ErsteSchrittexx.pdf** erläutert ist. Es steht demnach ein lauffähiges Arduino Mega Board mit aufgesetztem Mega Sensor Shield zur Verfügung.

Ob auch das bereits beschriebene Perma-Proto Board bestückt und lauffähig bereit liegt ist keine Voraussetzung. Das Perma-Proto Board kann auch im Laufe der Integration fertig gestellt werden.

Das Arduino Mega Board mit Mega Sensor Shield sollte von allen Seiten zugänglich sein und die anzusteckenden Komponenten mit wenigstens einer Schraube befestigt werden. Dies gilt auch für die Schalter und für das Poti (Fahrsteller), welches bei der Integration zunächst verwendet werden sollte. Für den Fahrtrichtungsschalter ist zunächst ein Mini-Kippschalter mit drei rastenden Stellungen einsetzbar.

Erst wenn dieser Probeaufbau funktionsfähig (mit angeschlossener Anlage via X-Bus) ist, sollte der Einbau in das Fahrpult-Gehäuse erfolgen.

Wie bereits bei den ersten Schritten beschrieben ist die Software auf dem Board neben dem späteren Betrieb ebenso für die schrittweise Integration einsetzbar.

Zu jedem Komponentenanschluss gibt es einen Test, nur so kann ein funktionsfähiges Ganzes entstehen. (Testen bedeutet immer, dass gegen einen Erwartungswert geprüft wird).

Bis auf die letzten Schritte ist die 12V-Versorgung verzichtbar und die Versorgung kann über das USB-Kabel erfolgen. Kann, denn bei Irrtümern ist bei Fehlsteckungen auch der PC gefährdet. Besser ist es, bei den folgenden Integrationsschritten entweder

- a) ein 5V-Netzteil über den USB- Anschluss oder
- b) ein 7,5 V-Netzteil an der Arduino Buchse PWRIN oder
- c) das Perma-Proto Board mit der 12V-Versorgung oder
- d) ein Labornetzteil mit Strombegrenzung und Stromanzeige

zu verwenden.

Variante d) bevorzugt der Autor, diese wird verwendet, wenn vorhanden. Netzteile mit 500 mA genügen, die günstigen China-Netzteile geben meist den aufgedruckten Wert nicht her.

Die Variante c) ist später immer erforderlich.

Das Netzteil sollte noch einige praktische Eigenschaften haben:

- Steckernetzteil stabilisiert, 12VDC, 1A
- mit Stecker 5,5 mm/2,1 mm, Pluspol in der Mitte
- Praktisch ist eine LED im Steckergehäuse.
- Falls möglich, Netzteil mit möglichst langem Kabel (1,5 m) beschaffen.

Nicht verwendet werden sollten Netzteile mit „Universalsteckern“, diese sind unhandlich, nicht verpolungssicher und Kurzschluss gefährdet.

!

Bei allen Steckvorgängen am Mega Sensor Shield ist die Spannungsversorgung - egal ob über 5, 7,5 oder 12V – **abzutrennen**. Bei den Stiften im 2,54 mm Rastermaß liegen Signalleitungen und die 5V und GND Versorgungen eng zusammen.

Auf Dauer unpraktisch ist das Abziehen der USB-Kabel. Der am Arduino Mega sitzende USB Typ B Stecker sitzt zu fest und der Typ A Stecker sitzt irgendwo am PC oder Laptop. Man kann einen Schalter einbauen, besser ist es, das Netzteil aus einer gut erreichbaren Steckdose abzuziehen.

Es ist möglich, die zum Fahren nicht unbedingt notwendigen Komponenten erst bei der Integration der Elektrik in den mechanischen Teil des Fahrpultes elektrisch zu verbinden und zu prüfen. So erfolgt auch die hier beschriebene Integration der Fahrpult Komponenten.

Die konkreten Versionen der Dokumente stehen in der Liste **FP_DokuListexx.pdf**.

Start

Noch einmal Vorbereitung:

- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen.
- Mega Sensor Board kontrollieren, ob alle Stifte senkrecht stehen, ggf. mit kleiner Flachzange ausrichten.

Machen Sie sich mit dem Plan **FPwireShieldxx.pdf** vertraut. Die Anschlüsse des Arduino Mega sind hier auf die Pin Gruppen 4 x 3 gebracht. Vier Pins sind mit vier Pins des Arduino Mega verbunden, für jeden dieser vier Pins sind VCC und GND vorhanden.

Diese Gruppen (Pin-Gruppe, abgek. PG) werden mit dem Namen des ersten Pins links bezeichnet. Damit ist jeder Pin eindeutig zu benennen,

Beispiel 1	PG_AREF_Ard13	benennt	Pin Gruppe AREF, Arduino Pin 13
Beispiel 2	PG_18_VCC	benennt	Pin Gruppe 18, einer der vier VCC- Anschlüsse
Beispiel 3	PG_A0_ArdA2	benennt	Pin Gruppe A0, Arduino Pin A2
Beispiel 4	PG_3_GND	benennt	Pin Gruppe 3, einer der vier GND- Anschlüsse

Bitte Beachten: Die Pins ArdA2 und Ard2 z.B. sind unterschiedliche Pins.

Zur Orientierung ziehen Sie bitte auch den Stromlaufplan **FPwireBedienxx.pdf** heran.

Falls Sie noch nie die f/f Jumperkabel auf die Stifte im 2,54 mm Raster gesteckt und auch abgezogen haben, üben Sie ein wenig auf dem spannungslosen Mega Sensor Board. Die Stifte stehen später dicht an dicht und Verwechslungen können Ersatzbeschaffungen nach sich ziehen. Eine helle Leuchte auf dem Arbeitsplatz ist erforderlich. Das „Einfädeln“ der Buchse auf den Stift ist nicht immer einfach. Falls es zu schwer geht drehen Sie die Buchse um 90°.

Ziel

Ziel dieser Integrationsschritte ist, einen Zug zu fahren und anzuhalten. Nur die dazu benötigten Komponenten sind hierfür erforderlich. Dazu nicht benötigte Schalter und Anzeigen werden hier weggelassen. Bis auf das Poti (zunächst Ersatz für den Fahrsteller) sollten Teile verwendet werden, die auch für die spätere Integration in das Fahrpult benötigt werden.

Die meisten Teile sind in der BOM näher spezifiziert.
Für die Tests bis Schritt 10 werden benötigt:

2 Displays 4-stellig Ziffern
1 Display 8x8
1 Kippschalter 3 Positionen, Teil Fahrschalter verwenden, Ersatzdrehknopf
2 Taster (D und -B) Teile xx verwenden
1 LED (-B) LED Low Current verwenden, Vorwiderstand dazu
1 Poti 10kOhm, linear (Einfachausführung für Test) mit Drehknopf
das Perma-Proto-Board
Diverse Kabel f/f, teilweise zu teilen für den Anschluss von Tastern, LEDs, Poti. Hierzu ist ein LötKolben erforderlich.

Bei den Testschritten finden sich ggf. weitere Hinweise zu den beteiligten Komponenten.

Schritt 1

- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen
- Ein 4stelliges-Display mit dem Mega Sensor Board verbinden:

Conrad-Display 1267841: 4 Kabel f/f (mit zwei Buchsen - female/female) verwenden oder
Reichelt-Display GRV 4NUM DISPLAY: Ein Kabel 4pol. GRV CABLE4PINF verwenden

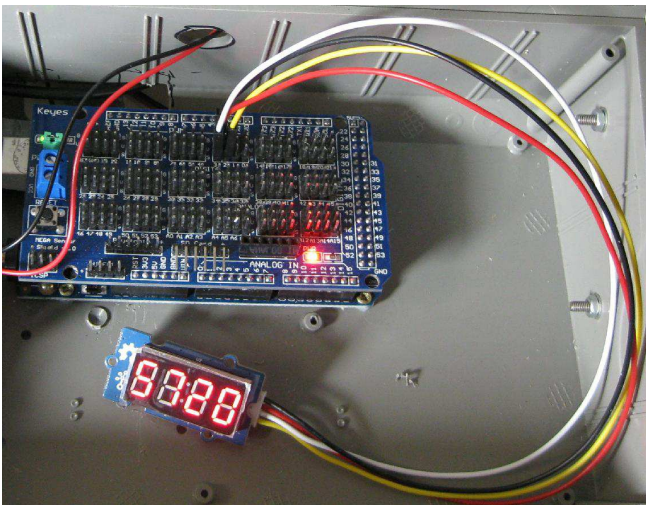
- Jetzt das Display mit dem Mega-Sensor Board verbinden:

Display links:

Pin Display	Pin Mega Sensor Shield	Farbe
Display VCC	PG_3_VCC	
Display GND	PG_3_GND	
Display DIO	PG_3_Ard3	
Display CLK	PG_3_Ard2	

- Pins am Sensor Shield am Display und mit den Farben kontrollieren. → Wichtig: Die VCC- und GND-Anschlüsse nicht vertauschen oder versehentlich falsch verbinden! Halbleiter sterben schnell und leise! Auf der Display-Rückseite sind die Pin-Namen aufgedruckt. Also mehrfach kontrollieren oder kontrollieren lassen. Evtl. VCC/GND bei einseitig gesteckten Kabeln nachmessen. Die Farben der beteiligten Kabel notieren.
- Wenn ok, das Board wieder an die USB- Stromversorgung anschließen.

Schritt 1 Test: Nach dem Durchlauf einiger Werte zeigt das Display eine Nummer, eine Lokadresse.



Die Loknummer wird abweichend sein. Wegen der fehlenden roten Filterscheibe wirken die Ziffern nicht kontrastreich.

Falls das Testergebnis nicht zu sehen ist, wiederholen Sie Schritt 1 und suchen sie den Grund für die Fehlfunktion. Bleibt es bei dem Fehler, wenden Sie sich an das Forum oder den Autor.

Schritt 2

- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen
- Ein 4stelliges-Display mit dem Mega Sensor Board verbinden:

Conrad-Display 1267841: 4 Kabel f/f (mit zwei Buchsen - female/female) verwenden

Reichelt-Display GRV 4NUM DISPLAY: Ein Kabel 4pol. GRV CABLE4PINF verwenden

- Jetzt das Display mit dem Mega-Sensor Board verbinden:

Display rechts:

Pin Display	Pin Mega Sensor Shield	Farbe
Display VCC	PG_26_VCC	
Display GND	PG_26_GND	
Display DIO	PG_26_Ard27	
Display CLK	PG_26_Ard26	

Schritte von Schritt 1 hier wiederholen

Schritt 2 Test: Nach dem Durchlauf einiger Werte zeigt das Display rechts eine Nummer, Null.

Schritt 3

- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen
- Eine Taste mit dem Mega Sensor Board verbinden.
- Die Tastenfunktion vor dem Anschließen mittels Multimeter prüfen
- Statt des Keyboards schließen wir eine einzelne Taste an die Pins PG_46_Ard46 und PG_22_Ard25 an, Taste D. Der Effekt ist, das sich mit einem Tastendruck die vorbereiteten Loknummern, sichtbar auf dem Display links, weiterschalten lassen.

Schritt 3 Test: Nach dem Startvorgang lassen sich die Loknummern mittels Tastendruck weiterschalten.

Schritt 4

- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen
- Ein 8x8 LED-Display mit dem Mega Sensor Board verbinden

Display F (8x8)

Pin Display	Pin Mega Sensor Shield	Farbe
Display VCC	PG_38_VCC	
Display GND	PG_38_GND	
Display DIN	PG_38_Ard41	
Display CS	PG_38_Ard40	
Display CLK	PG_38_Ard39	

Schritte von Schritt 1 hier wiederholen

Schritt 4 Test: Das Display zeigt einzelne LEDs an. Beim der Auswahl anderer Loknummern kann sich das Punktmuster ändern.

Schritt 5

- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen
- Den Fahrrichtungsschalter mit dem Mega Sensor Board verbinden. Der Fahrrichtungsschalter besitzt drei rastende Stellungen. Versuchsweise kann ein Miniatur-Kippschalter verwendet werden, er muss aber drei Stellungen aufweisen (Ein-Aus-Ein, Mitte: NC, not connected). z.B. Reichelt MS 500C.

Pin Schalter	Pin Mega Sensor Shield	Farbe
Vorwärts	PG_AREF_Ard12	
Rückwärts	PG_11_Ard11	
Mitte	PG_11_GND	

Schritt 5 Test: Beim Umstellen des Schalters V-0-R zeigt das 8x8 LED-Display in den unteren drei Zeilen unterschiedliche Pfeil- bzw. Punktmuster

Schritt 6

- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen
- Eine weitere Taste (Brems-Taste –B) mit dem Mega Sensor Board verbinden.
- Eine LED (Leuchte der Brems-taste) mit Vorwiderstand mit dem Mega Sensor Board verbinden
- Die Tastenfunktion vor dem Anschließen mittels Multimeter prüfen
- Die LED (mit Vorwiderstand) an Vcc und GND anschließen (leuchtet)

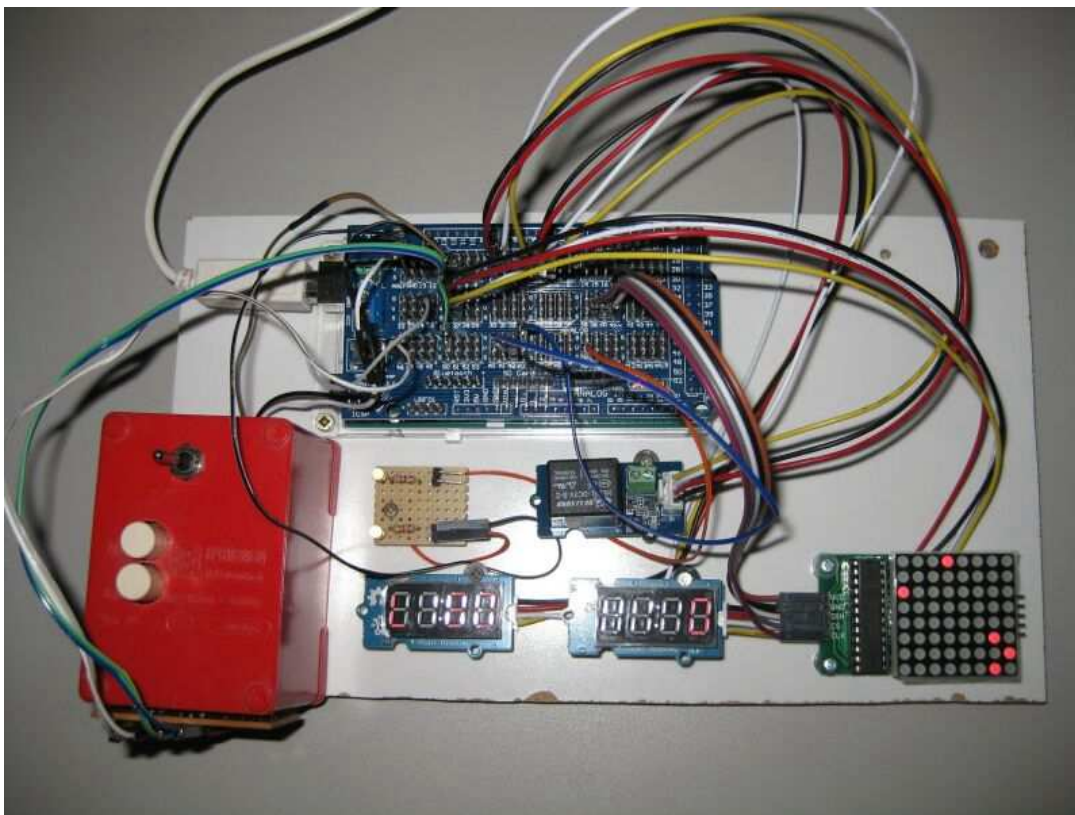
Taster –B und LED für Taster -B

Pin Taster und LED	Pin Mega Sensor Shield	Farbe
Taster Pin 2	PG_50_GND	
Taster Pin 1	PG_11_Ard10	
LED Anode (+)	PG_A8_ArdA8	
LED Kathode (mit Rv)	PG_A8_GND	

Ein Jumperkabel f/f zwischen PG_A0_GND und PG_A0_ArdA2 aufstecken (Fahrsteller=Null).

Hinweis: Die LED wird nur testweise angeschlossen. Der Arduino-Pin bleibt derselbe, die Schaltung im Fahrpult ist aber anders.

Schritt 6 Test: Schalter V-0-R (Fahrtrichtung) in Vorwärtsstellung bringen. Den Taster –B jetzt betätigen, die LED ändert mit jedem Tastendruck ihren Zustand.



So kann der Aufbau nach Schritt 6 aussehen

Zusätzlich vorhanden ist das Relais, welcher nur für akustische Zwecke dient. Links die Schalterbox mit den Tasten D und -B sowie dem Ersatzkippschalter (Fahrtrichtungsschalter) mit drei rastenden Stellungen. Das Relais von Reichelt (GRV RELAY1) wird mit seiner Beschaltung direkt mit dem Mega Sensor Board verbunden.

Schritt 7

- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen
- Ein Poti 10kOhm linear mit dem Mega Sensor Board verbinden.

Das Jumperkabel f/f zwischen PG_A0_GND und PG_A0_ArdA2 entfernen.

Pin Poti	Pin Mega Sensor Shield	Farbe
rechter Anschlag	PG_A0_Vcc	
linker Anschlag	PG_A0_GND	
Schleifer	PG_A0_ArdA2	

Hinweis: Einfach- Potenziometer sind nur für gelegentliche Betätigungen geeignet, nicht für den Fahrbetrieb.

Schritt 7 Test: Schalter V-0-R (Fahrtrichtung) in Vorwärtsstellung bringen. Das Poti auf den linken Anschlag stellen. Den Taster -B betätigen, wenn die LED leuchtet. Jetzt das Poti drehen. Das Display Rechts zeigt die auszugebende Fahrstufe an.

Testergänzung: Betätigen sie den Fahrtrichtungsschalter, die Bremstaste und schalten sie die Loknummern mit der Taste aus Schritt 3 weiter. Damit bekommen sie Gefühl für die Fahrpultbedienung.

Schritt 8

- Bauen und testen Sie das Perma-Proto Board wie im Dokument **FP_ersteSchrittexx.pdf** beschrieben
- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen
- Das Perma-Proto Board mit dem Mega Sensor Board verbinden
- Realisieren Sie die RJ12-Buchse mit den drei Kabeln A, B und GND (M) und verbinden Sie die Buchse mit dem Perma-Proto Board
- Mögliche Vertauschungen der Verbindung A, B extra kontrollieren, dazu den Stromlaufplan **FPwireProtoBoardxx.pdf** verwenden
- Arduino Mega mit der Spannungsversorgung verbinden

Schritt 8 Test: Mit einem X-Bus Kabel die RJ12-Buchse mit dem Anlagen X-Bus verbinden, Die Link-LED (auf dem Mega Sensor Board fest angeschlossen) leuchtet konstant. Weitertesten wie Schritt 7, alles muss unverändert funktionieren

Schritt 9

- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen
- Die Anlage vorbereiten: Eine Lok ohne Wagen auf dem Gleis, Lokadresse wie Auswahl wie mit Taste D
- Es ist noch keine Not-Aus-Stop-Taste vorhanden, deshalb Abschaltung leicht erreichbar machen

Schritt 9 Test: Fahrtrichtung einstellen, Fahrsteller auf Null, Bremse lösen, Lok mittels Fahrsteller vorsichtig in Bewegung setzten, Stoppen, andere Fahrtrichtung.

Schritt 10

- Arduino Mega von der Spannungsversorgung trennen
- Das Keyboard anschließen, Stromlaufplan siehe **FPwireKbdxx.pdf**

Schritt 10 Test: Zuerst testen, ob Taste D (►) die Lokauswahl bewirkt. Dann die verschiedenen Möglichkeiten mit dem Keyboard entsprechend Dokument **FP_Beschreibungxx.pdf** testen. Die Lokliste ist anpassbar.

Jetzt sind viele wesentliche Schritte mit einem Brettaufbau vollzogen werden. Das ist jedenfalls deutlich einfacher, als gleich die Integration in ein Gehäuse vorzunehmen. Bei weniger Erfahrungen mit den Steckaufbauten im 2,54mm-Raster empfiehlt sich der Brettaufbau auf jeden Fall. Wurde der Arduino oder ähnliche Mikrorechner noch gar nicht aufgebaut, ist wenigstens der Brettaufbau bis zum Schritt "Schnittstelle zum X-Bus herstellen" ratsam.

Damit sind die wichtigsten Voraussetzungen für ein erfolgreiches Fahrpult Projekt erfüllt. Ist ein ok an irgendeiner Stelle nicht erfüllt, muss zunächst der Fehler gefunden und beseitigt werden. Hier steht Ihnen die Gemeinschaft oder der Autor zur Seite.

Im folgenden sind die Integrationsschritte verkürzt dargestellt, bei allen Steckvorgängen ist immer die Spannungsversorgung 12V abzutrennen. Eine Kabelunterbrechung per Bananenstecker etc. ist einfacher als das 12 V Netzteil vom Netz zu trennen.

Die Versorgung über den PC mittels USB- Kabel darf angesteckt bleiben, auch wenn die Versorgung mit 12 V/7,8 V erfolgt. Der Arduino schaltet dann die USB- Versorgung ab.

Hinweise zu den Tastern R und -B

Das realisierte Fahrpult setzt für die beiden Taster R und -B Rafitaster mit 6V Glühlampen ein. Zur Verlängerung der Lebensdauer werden diese Glühlampen mit einem Vorwiderstand an 12V betrieben. Der Glühfaden brennt i.d.R. beim Einschalten durch, weil dann der Fadenwiderstand am geringsten ist und der Glühfaden sich mechanisch verlängert. Der Vorwiderstand mindert diese Effekte durch die Strombegrenzung, der Faden hält länger.

Andere Leuchttaster sind mit LEDs (ebenfalls mit Vorwiderstand) zu betreiben. Der Treiberbaustein sollte dennoch verwendet werden, weil dann der Rechner nicht den Betriebsstrom der LEDs tragen muss. Da der Treiberbaustein ein Open-Kollektor-Baustein ist, darf die LED ebenso an 5V liegen.

Diese Taster wurden nach dem Schaltgefühl ausgewählt, welches von allen verwendeten Tastern am Besten ist. Die anderen Rafitaster (mit LED) auf der Frontplatte erzeugen kein angenehmes Schaltgefühl. Nicht fühlbar ist auch, wann das Schalten erfolgt.

Hinweis zum Relais

Das Relais im Stromlaufplan erfüllt den Zweck einer Geräuschabgabe wenn der Bremszustand (Leuchtmelder -B) geändert wird. Es wurde ein 6V Relais verwendet, weil es zur Hand war. Das Relais wird über einen Vorwiderstand an 12 V betrieben.

Wie beim Abschnitt Schritt 6 bereits erwähnt, wurde bei dem hier beschriebenen Probeaufbau ein Relais mit Beschaltung (Schutzdiode, LED, Transistor, ...) verwendet. Das Relais mit Beschaltung ist direkt an den Pin PG_7_Ard4 anzuschließen. Die Beschaltung nach Stromlaufplan über den Treiberbaustein ist dann nicht erforderlich.

Das Anschlusskabel zum Relais ist hier nicht verwendbar, es muss (wie für die Displays von Reichelt) durch das passende Kabel (siehe BOM) ersetzt werden.

Integration in ein Pultgehäuse

Die Integrationsschritte wiederholen sich beim Einbau in ein Gehäuse, also nach jedem Anschluss die Funktion prüfen.

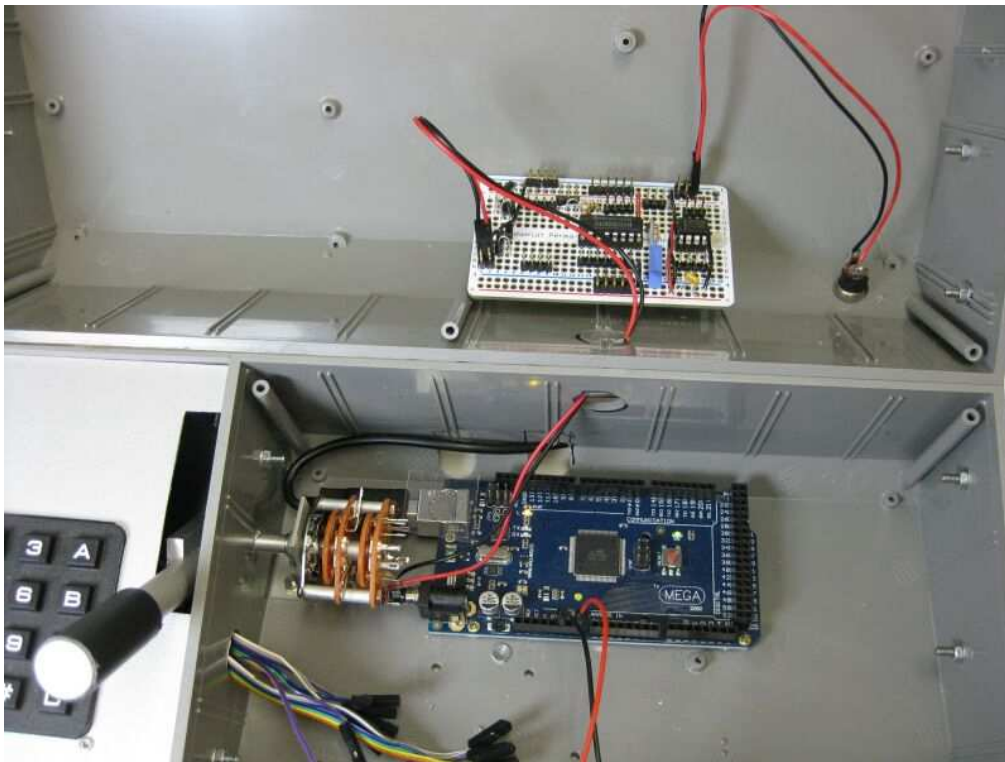
Während bei den vorherigen Integrationsschritten ein Arduino Mega mit dem aufgesetzten Mega Sensor Shield von allen Seiten frei zugänglich war, geht es im Pultgehäuse enger zu.

Es ist zu überlegen, ob der Rechner angeschraubt verdrahtet werden soll, oder ob dies nach der Verkabelung erfolgt. Auch hier müssen Irrtümer vermieden und insbesondere sind die korrekte Steckung der Vcc- und der GND- Verbindungen zu überprüfen.

Helles Licht ist erforderlich, die Kontakthülsen der Kabel sind schlecht sichtbar. Die Hülsen müssen ausgerichtet gesteckt werden, falls das schwierig wird, dann ist der Stecker um 90° zu drehen und erneut aufzusetzen. Die Führungen der Hülsen für das Aufsetzen der Stifte sind relativ klein, die Kontakte sitzen relativ fest, entsprechend groß ist der Widerstand beim Aufsetzen. Eine Pinzette und kleine Spitzzange (mit geriffelten Zangenflächen) ist hilfreich.

Besondere Bedeutung kommt jetzt der Spannungsversorgung zu, da im Pultbetrieb nicht mehr mit der USB-Versorgung gearbeitet wird.

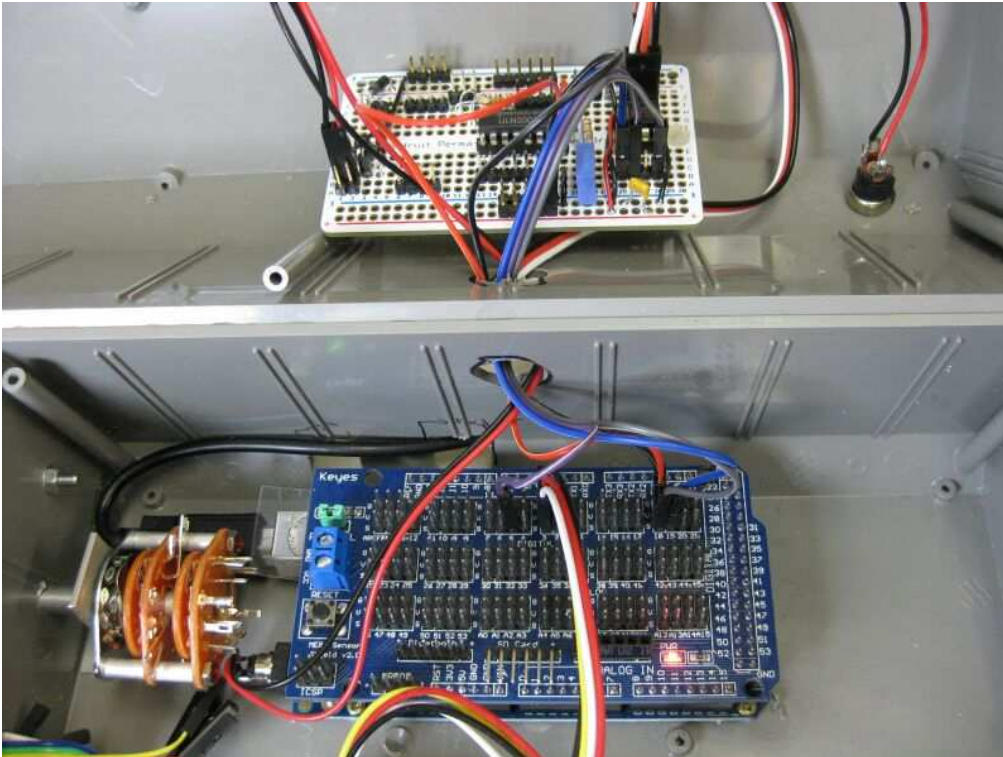
Die stabilisierten 5V stellt jetzt der Arduino bereit, der über den Hohlstecker eine entsprechend höhere Spannung erhält, nämlich ca. 7,8 V, welche aus der zugeführten 12 V Spannung erzeugt wird.



Spannungsversorgung Arduino

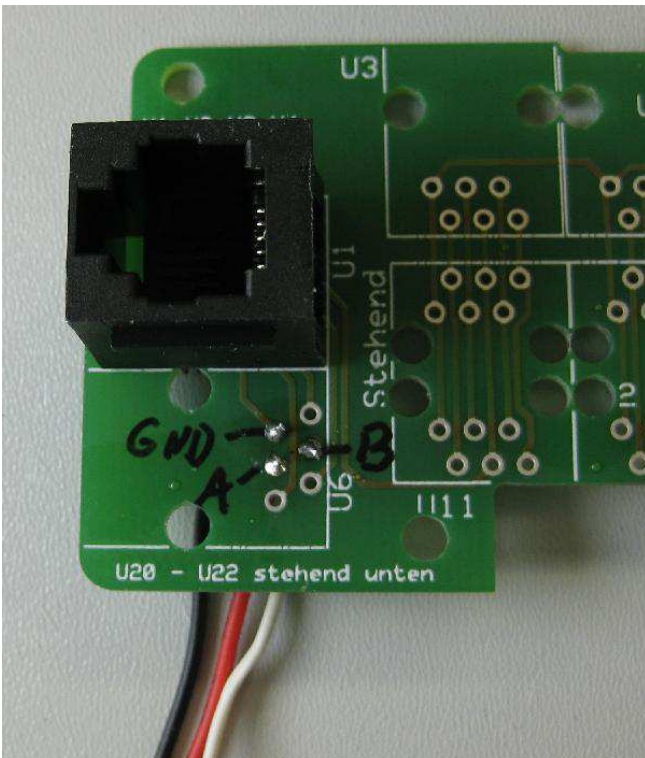
Ganz rechts wird die Versorgungsspannung 12 DC zugeführt. Das Perma-Proto Board übernimmt die Reduzierung der Spannung auf ca. 7,8 V. Der Arduino (hier ein kompatibler Rechner) erhält diese Spannung über die PWRIN- Buchse.

Das Digalox-Messgerät erhält die 12V- Spannung über die Stiftleiste auf dem Perma-Proto Board oben rechts.



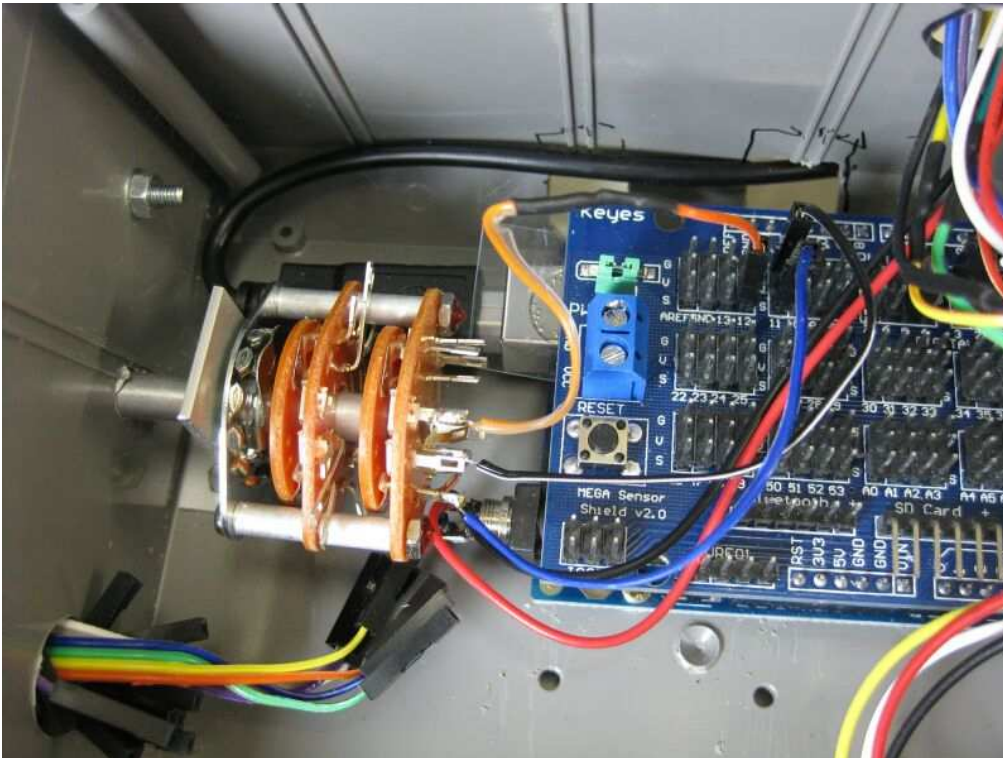
Anschluss Kommunikation

Das schwarz-rot-weiße Kabel am Perma-Proto Board läuft zur X-Bus Buchse. Das Perma-Proto Board wird mit 5V und GND vom der Mega Sensor Platine versorgt.

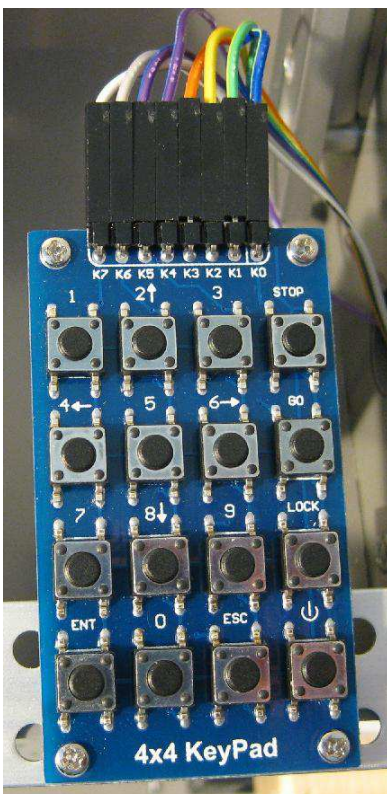


Die Platine von H0fine (LN-Box) mit den Leitungen GND (schwarz), A (rot) und B (weiß)

Die Platine absägen (etwa bei „stehend“) und am Gehäuse verschrauben. Das Kabel samt passender 3-pol. Buchse gibt es fertig (Servo-Kabel).



Anschluss Fahrtrichtungsschalter



Zum Testen eignet sich dieses Keyboard (Bezug Eckstein Komponente) für weniger als 4 €