

DIVIDE et IMPERA! V2 - How to guide!

English text in red colour!

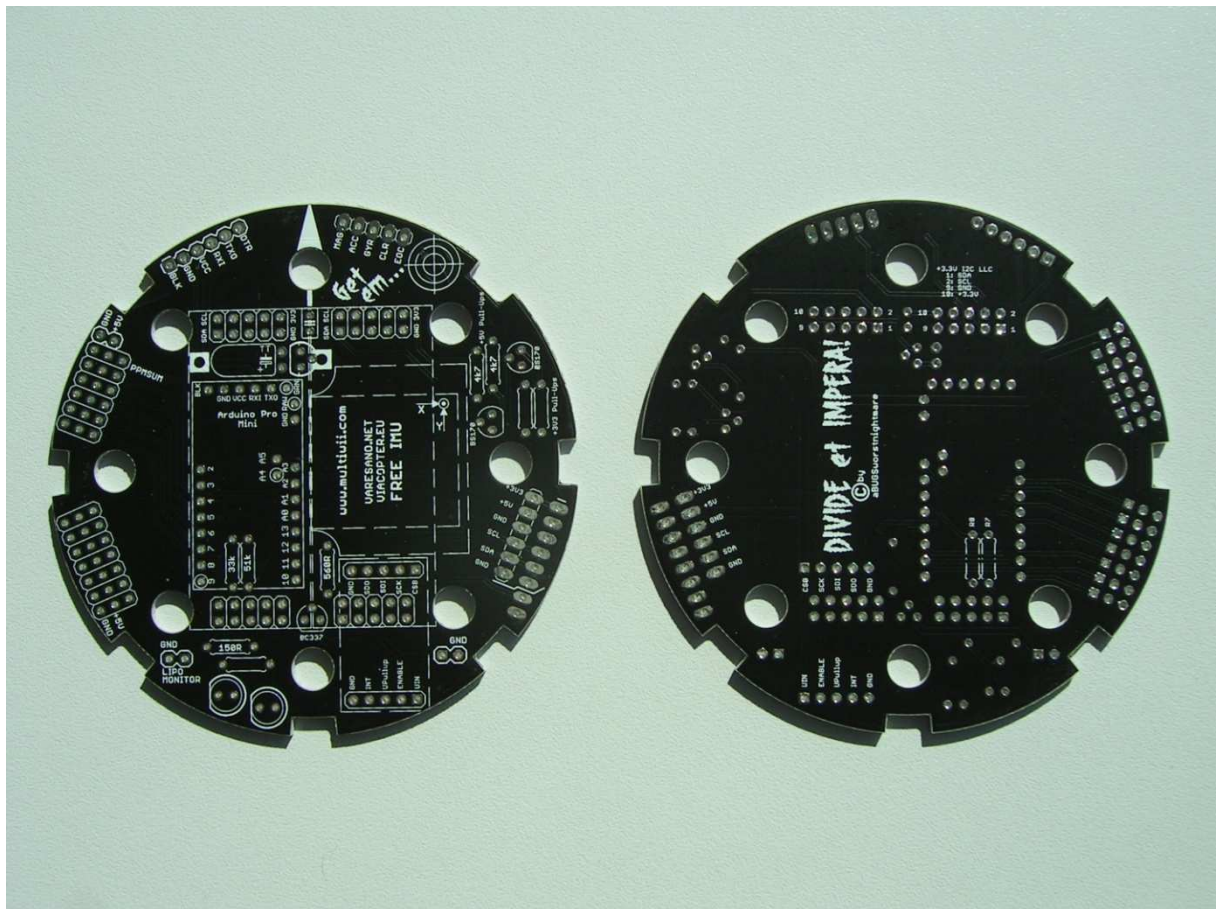
Hi,

heute will ich euch einen neuen Flightcontroller – das DIVIDE et IMPERA! V2 – vorstellen. Die Leiterplatte ist im Shop von Paul (www.flyduino.com) zu haben!

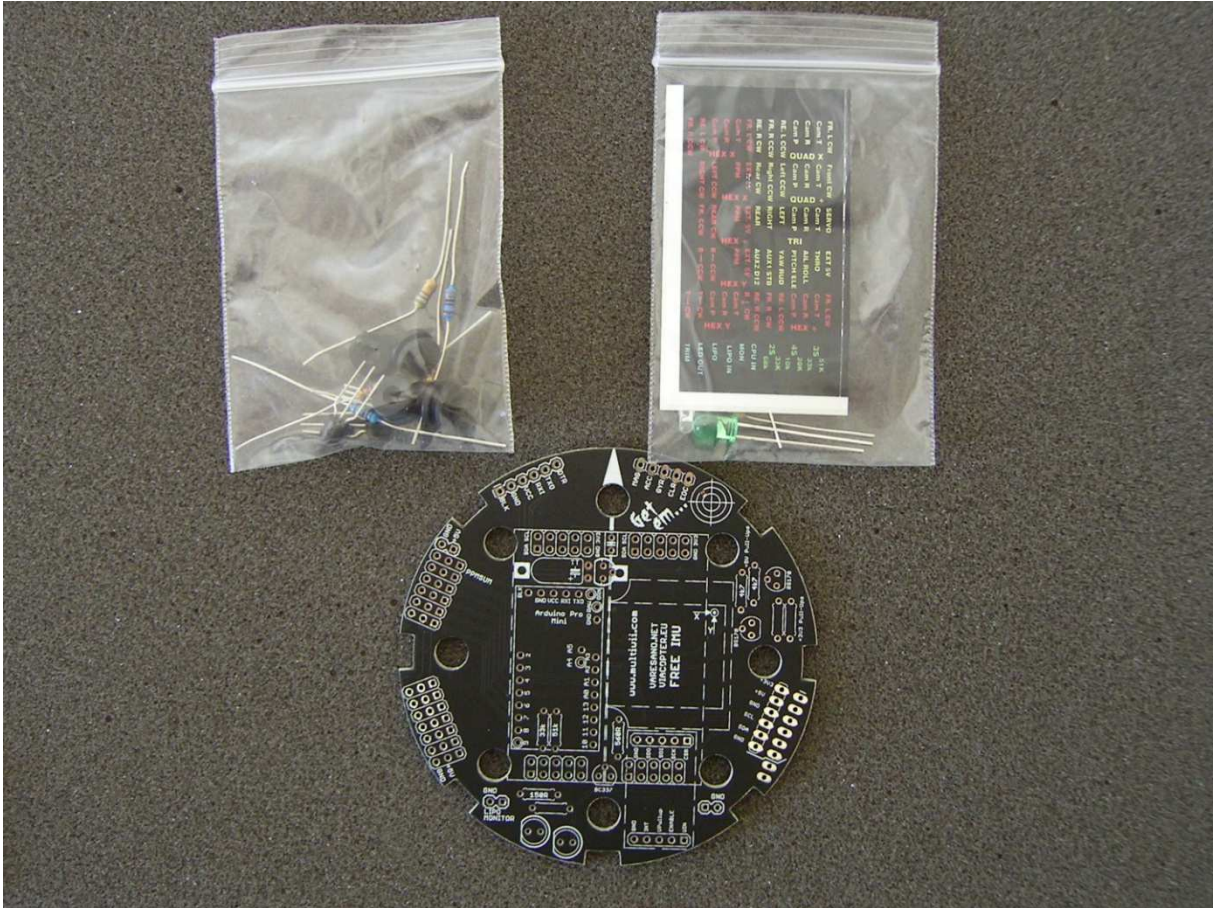
Das Board wurde ursprünglich für die Atmel Xplain Sensoren (ATSVRSBIN1 und ATAVRSBPR1) entwickelt. In der neuen Version können jedoch alle erdenklichen Sensoren montiert werden. Da der Flightcontroller auf den ersten Blick etwas kompliziert aussehen mag hier ein kurzes 'How-To' zur Bestückung und Inbetriebnahme.

I'd like to introduce an new flight controller – the DIVIDE et IMPERA! V2 – to you today. The board is available at Paul's shop (www.flyduino.com)!

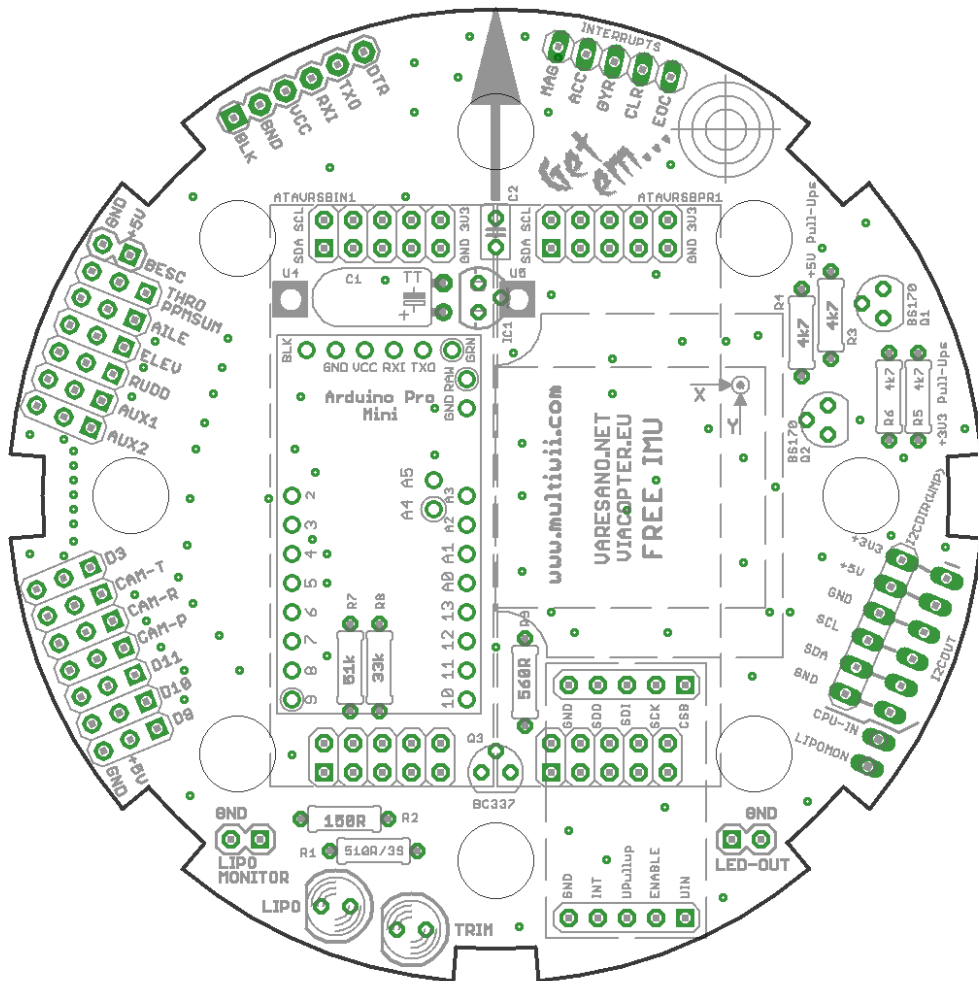
The PCB was developed with the Atmel Xplain sensors (ATAVRSBIN1 and ATAVRSBPR1) in mind. With the V2 version you can choose whatever sensor or IMU you prefer. Because the flight controller might look a little complicated on first view, here's a little 'How-To' on the assembly.



Bild/Pic 1: Das unbestückte Board (Ober- und Unterseite) – two unpopulated boards (upper and lower side)



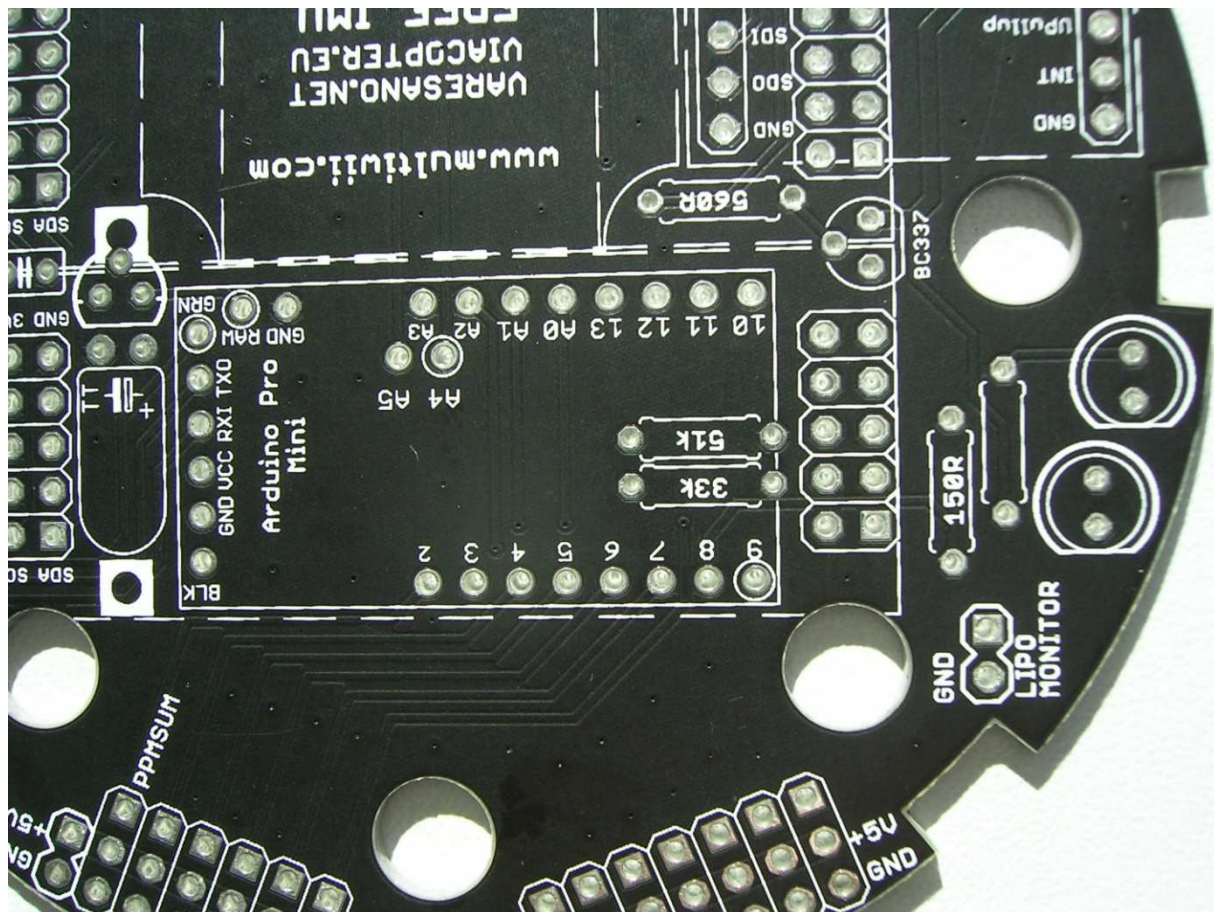
Bild/Pic 2: Der Lieferumfang – what's included



Bild/pic 3: Bestückungsdruck des DIVIDE et IMPERA! V2 – Silkscreen printing of the DIVIDE et IMPERA! V2

Anfangen sollte man mit dem Spannungsteiler für die LiPo-Überwachung (R7/R8). Die beiden Widerstände liegen später unter dem Arduino Pro Mini und sind dann nicht mehr zugänglich. Alternativ können Sie deshalb auch auf der Unterseite des Boards bestückt werden. Zum Lieferumfang gehört auch ein Satz Aufkleber für die I/Os des Boards. Er beinhaltet die gebräuchlichsten Konfiguration, wodurch der Aufbau bzw. die Wartung erleichtert wird.

I highly recommend to start the assembly with the LiPo voltage divider (R7/R8). The two resistors forming the voltage divider will be below the Arduino Pro Mini and because of that now longer accessible once the Pro Mini is mounted. As an alternative they can be mounted on the lower side of the PCB. A set of stickers for the board's I/O were included. There is a sticker for the most common configurations, easing the build-up and maintenance.

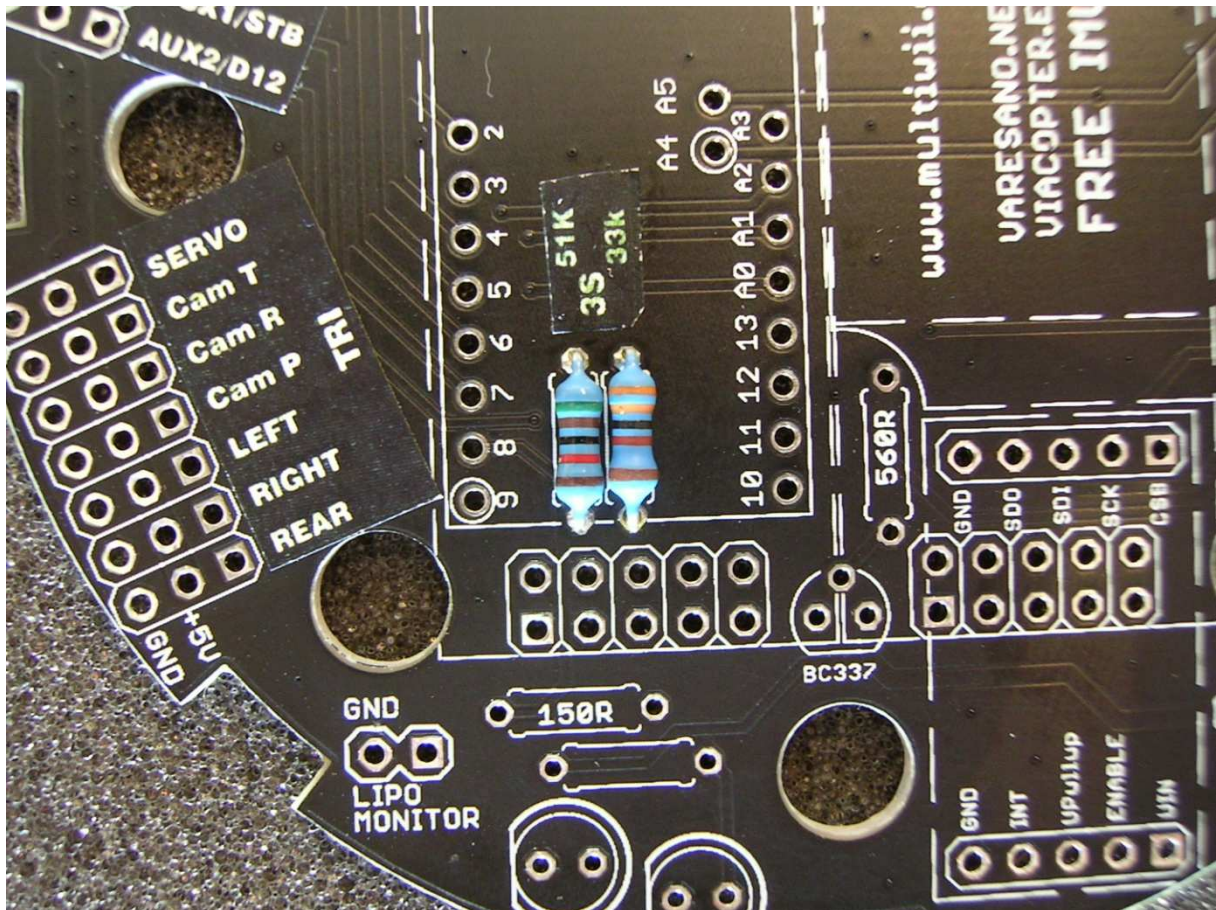


Bild/pic 4: LiPo-Spannungsteiler (R7 und R8) – LiPo voltage divider (R7 and R8)

Achtung: Hier ist leider ein Fehler im Bestückungsdruck! R7 muss 51kOhm und R8 33k Ohm sein!
 → wo 33kOhm steht kommt der 51kOhm Widerstand (R7 = GRUEN-BRAUN-SCHWARZ-ROT), und an die andere Position der 33kOhm (R8 = ORANGE-ORANGE-SCHWARZ-ROT).
 Übrigens, bei den Widerständen für den LiPo-Spannungsteiler handelt es sich um Metalloxidwiderstände (blaue Farbe), alle anderen sind Kohleschichtwiderstände (falls ihr euch über die unterschiedlichen Farben wundern sollten).

Attention: There is an error in the silkscreen printing! R7 needs to be populated with a 51kOhm resistor and R8 is a 33kOhm → mount the 51kOhm resistor (R7 = GREEN-BROWN-BLACK-RED) on the location printed with 33kOhm and the 33kOhm (R8 = ORANGE-ORANGE-BLACK-RED) to the other.

By the way, the resistors for the LiPo-Monitor are metal-oxide resistors (blue colour), all others are carbon (just in case if you ask yourself why they differ in package colour).



Bild/pic 5: LiPo Spannungsteiler mit R7 = 51kOhm (links) und R8 = 33kOhm (rechts) – LiPo voltage divider formed by R7 = 51kOhm (left resistor) and R8 = 33kOhm (right resistor)

Als nächstes kommt die LED für die LiPo-Signalisierung mit ihrem Vorwiderstand. Paul liefert hier eine gelbe LED und einen 220OHM Widerstand mit (R2 = ROT-ROT-BRAUN).

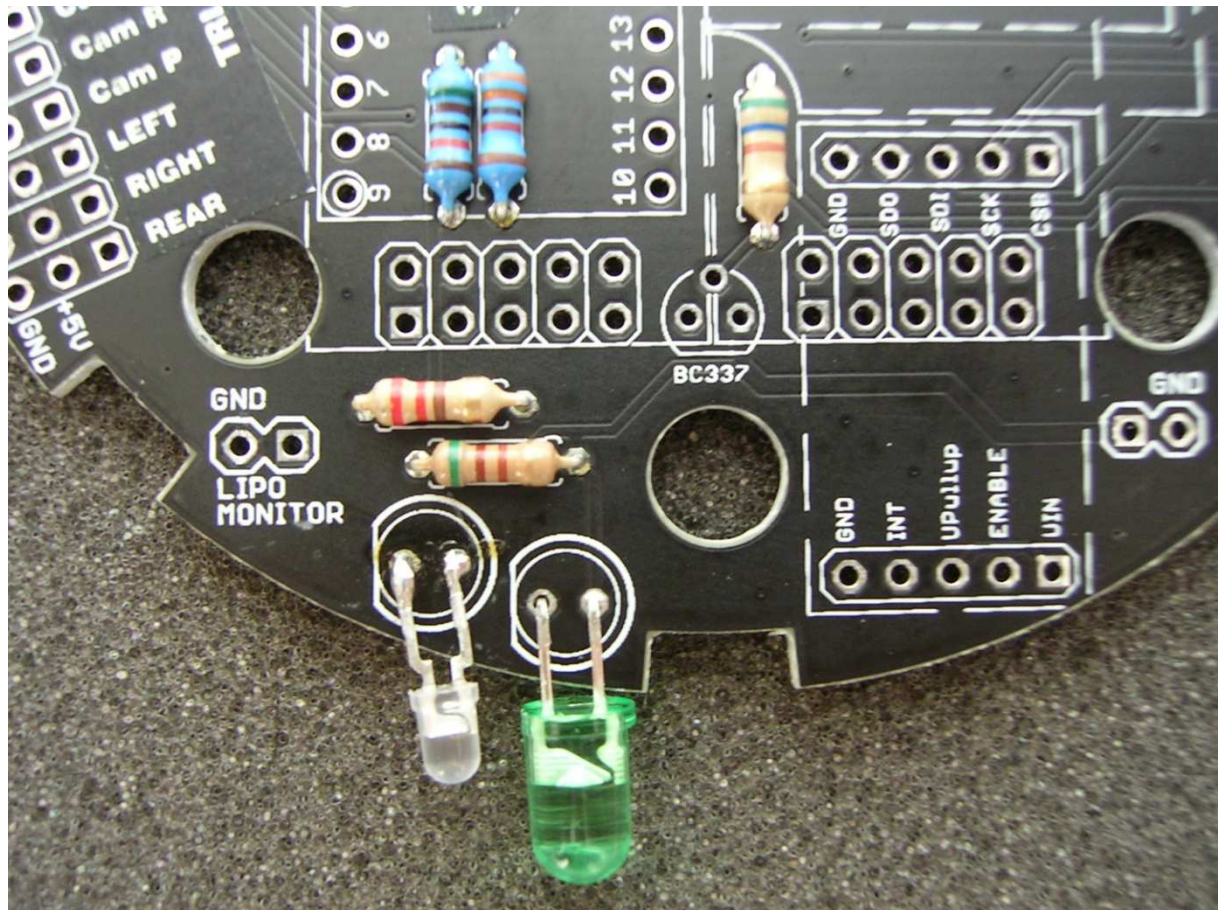
I've mounted the LIPO LED next. Paul delivers a yellow one and a 220Ohm (R2 = RED-RED-BROWN) series resistor.

Weiter geht's mit der TRIM-LED und ihrem Vorwiderstand. Paul liefert eine grüne 5mm LED. Sie wird vom D13 des Pro-Mini angesteuert. D13 steuert über einen Transistor BC337 sowohl die Trim-LED als auch den Ausgang für die LED-Stripes. Aus diesem Grund muss der Vorwiderstand für die LED berechnet werden, weshalb auf dem Board kein Wert aufgedruckt ist.

Da ich mit 3S LiPos fliege und die LED mit maximaler Helligkeit ansteuern will ergibt sich ein Wert von 510Ohm (R1 = GRUEN-BRAUN-BRAUN). Der 560 Ohm Widerstand wird als Vorwiderstand (R9 = GRUEN-BLAU-BRAUN) für den BC337 benötigt weshalb wir beide in einem Zug zusammen mit der LED bestücken können.

The TRIM-LED and it's series resistor comes next. Paul delivers a green 5mm LED which is controlled by D13. D13 is connected to a BC337 transistor for controlling LED-Stripes too. You need to calculate the white LED's series resistor; that's the reason why no value is printed on the board.

Im using 3S LiPos on my Flyduspider and for maximum intensity a 510Ohm resistor (R1 = GREEN-BROWN-BROWN) is needed. The BC337 needs a series resistor (R9 = GREEN-BLUE-BROWN) too, so we mount both together with the LED.



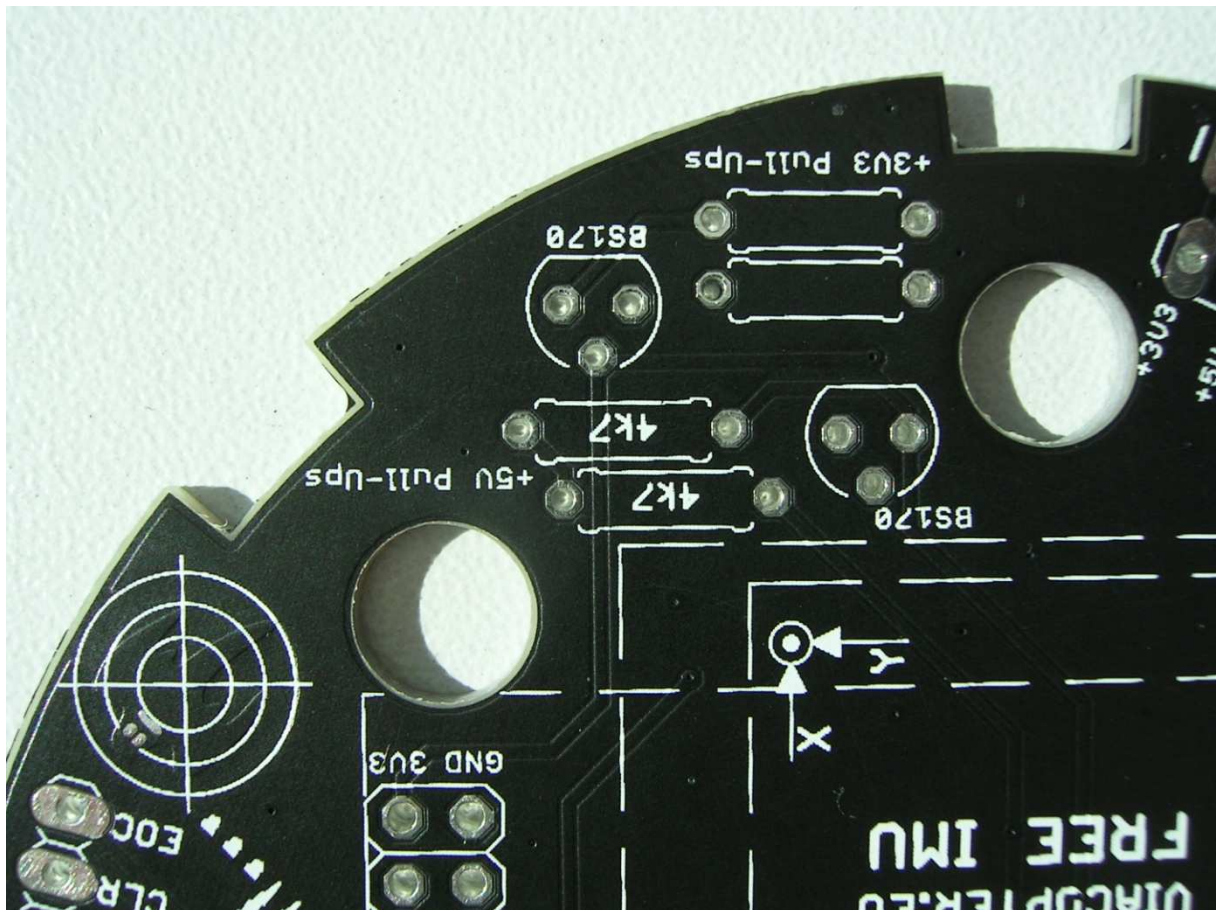
Bild/pic 6: TRIM-LED mit Vorwiderstand (R1), sowie R9 (Vorwiderstand für BC337) – TRIM-LED (lower one) with R1 and R9 (series resistor for BC337)

Natürlich können auch andere LEDs verwendet werden; die Vorwiderstände sind dann gegebenenfalls anzupassen. Der Strombedarf der LiPo-LED sollte 40mA jedoch nicht übersteigen!

One can use other LED's for shure; you need to adjust the values of the LED series resistors if you do so. Don't draw more than 40mA on the LiPo-LED!

Da ich die Atmel Sensoren fliegen will – und diese mit 3.3V versorgt werden – muss ich den Logic-Level-Converter – kurz LLC – bestücken. Dieser besteht aus zwei BS170 MosFets (Q1/Q2) und je zwei Pull-Up Widerständen für die 5V (R3/R4) bzw. die 3.3V Seite (R5/R6).

I'm using the Atmel sensors - which needs to be supplied by 3.3V – so the logic-level-converter (LLC) needs to be mounted. It is comprised of two BS170 MosFets (Q1/Q2) and two pull-ups for 5V (R3/R4) and 3.3V (R5/R6) each.



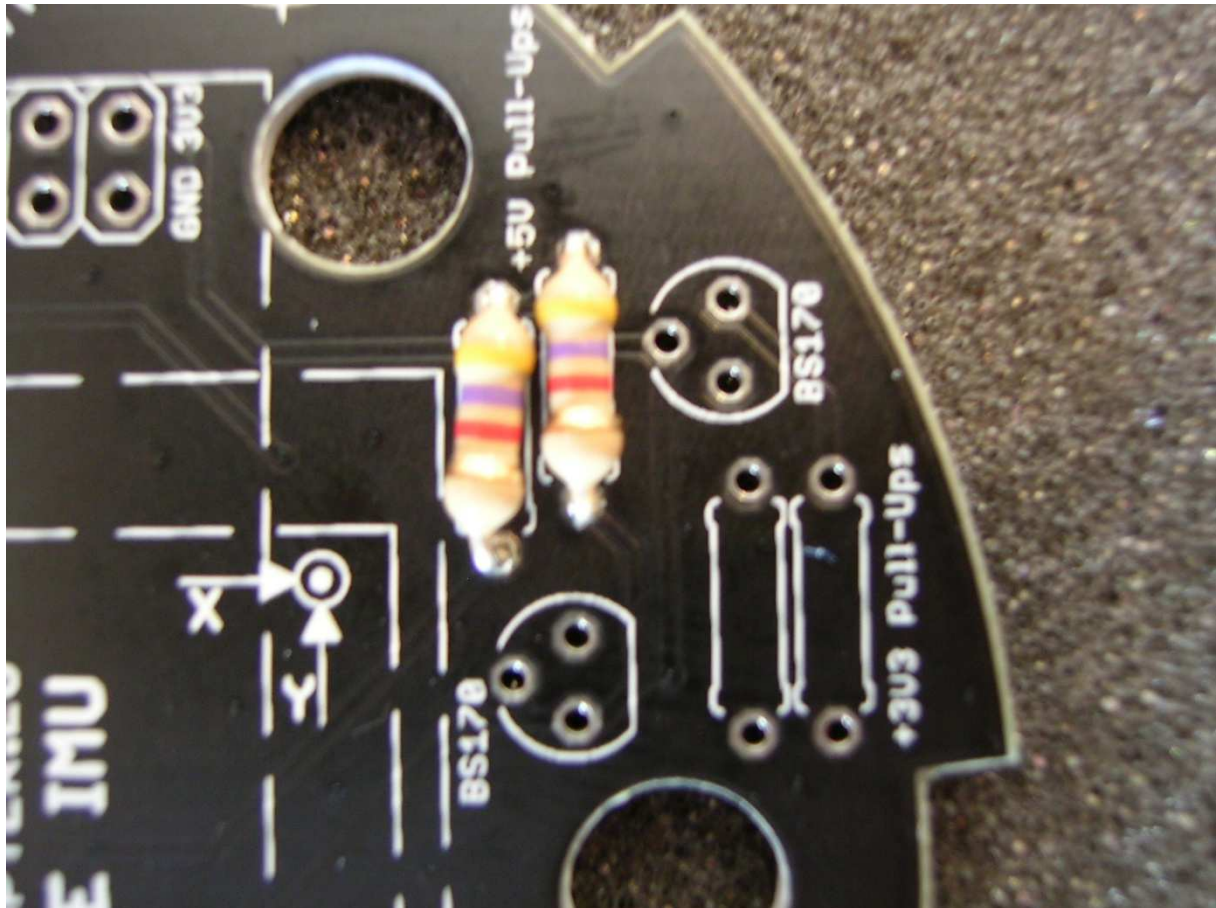
Bild/pic 7: Unbestückter LLC – unpopulated LLC

Die beiden 4.7kOhm Widerstände ($R3 = R4 = \text{GELB-VIOLETT-ROT}$) für die 5V Seite werden bestückt. Da die Atmel-Sensoren über Pull-Ups auf den PCBs verfügen müssen die 3.3V Pull-Ups ($R5/R6$) nicht bestückt werden. Wenn andere Sensoren (ohne Pull-Ups) zum Einsatz kommen müssen die 3.3V Pull-Ups zwingend bestückt werden. Hier können ebenfalls 4.7kOhm Widerstände ($R5 = R6 = \text{GELB-VIOLETT-ROT}$) eingebaut werden.

Da ich aktive Bauteile immer erst zum Schluss bestücke kommen die beiden MosFets erst später an ihren Platz.

The two 4.7kOhm resistors ($R3 = R4 = \text{YELLOW-VIOLET-RED}$) for the 5V side of the LLC were mounted. There are pull-ups on the Atmel sensors, so the 3.3V pull-ups ($R5/R6$) were not needed in this case. When using other sensors (without integrated pull-ups) the 3.3V pull-ups must be mounted to ensure the operation of the LLC. You can mount 4.7kOhm resistors ($R5 = R6 = \text{YELLOW-VIOLET-RED}$) here too.

I'm always mounting active componets last, so the Mosfets need to wait a while.



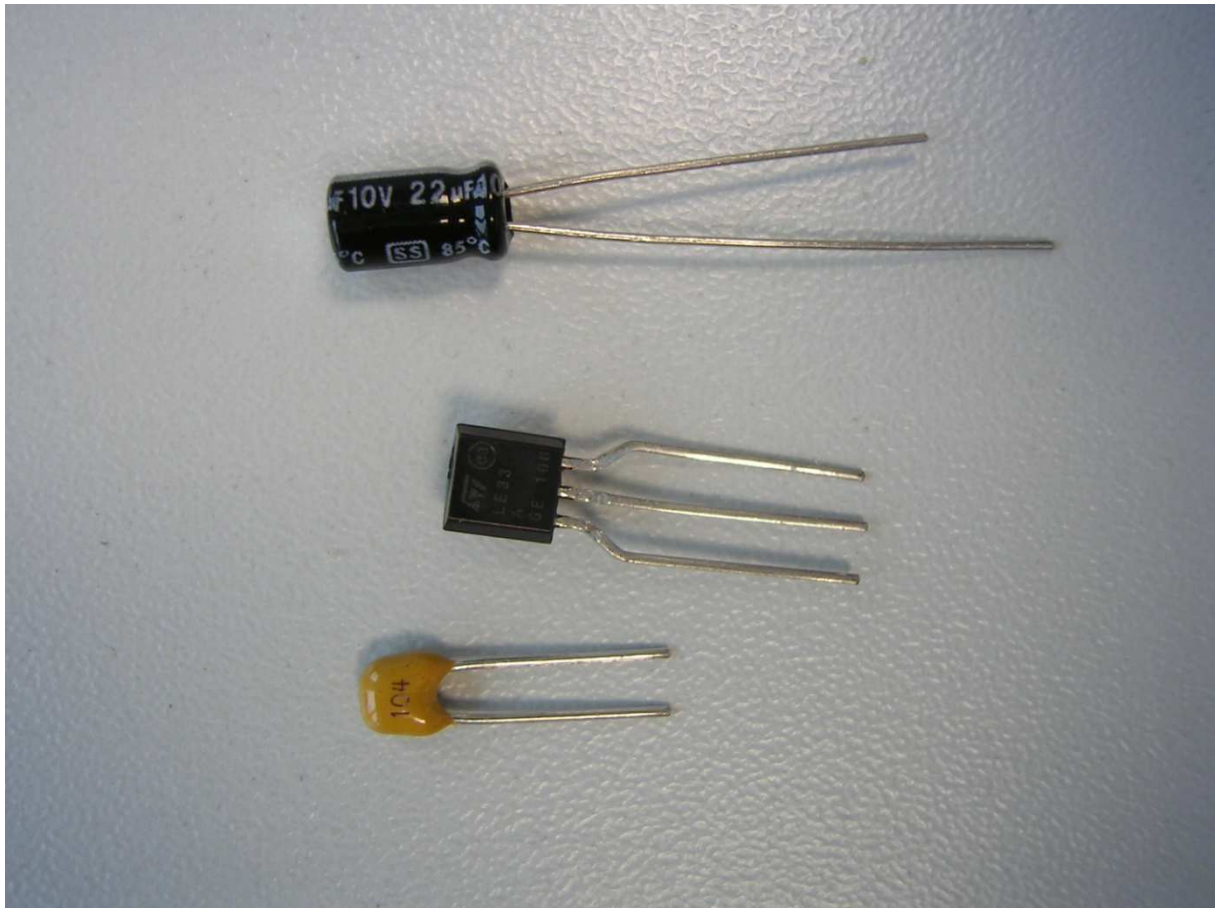
Bild/pic 8: 5V Pull-Ups des LLC – 5V pull-ups for the LLC

Als nächstes kommen die Bauteile für den 3.3V Regler (IC1), ein Elko (C1) und ein 100nF Keramikkondensator (C2). Diese Teile gehören nicht zum Lieferumfang des DIVIDE et IMPERA! und müssen getrennt geordert werden.

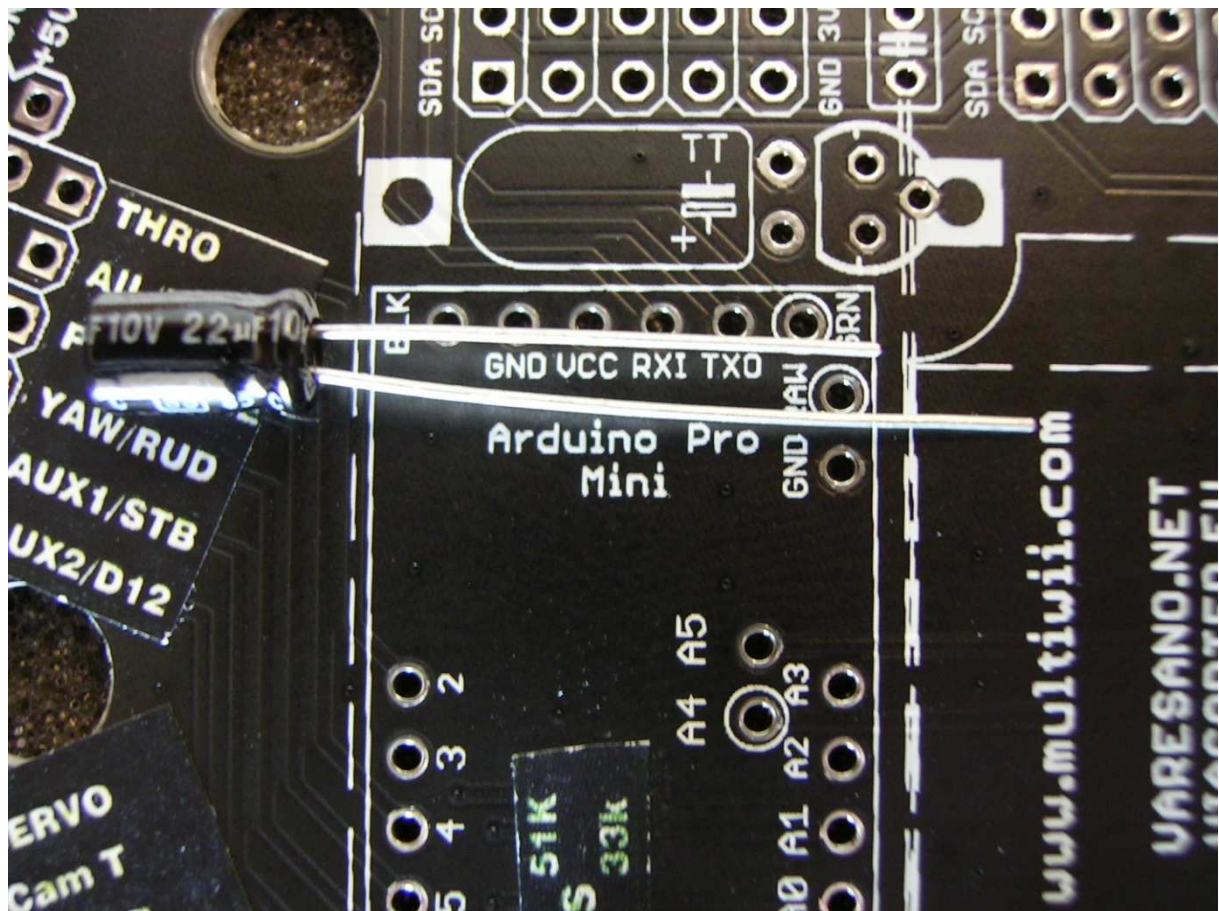
Der Elko muss liegend eingebaut werden. Unbedingt die Polung beachten (der längere Anschluss ist +; - ist am Gehäuse gekennzeichnet)

Next comes the components for the 3.3V voltage regulator (IC1), an electrolytic (C1) and a ceramic capacitor (C2). Those components were not included with the DIVIDE et IMPERA! and needs to be ordered separately.

The electrolytic capacitor needs to mounted horizontally. Pay attention to the polarity when mounting it (the longer leg is the positive one, negative is printed on the case).



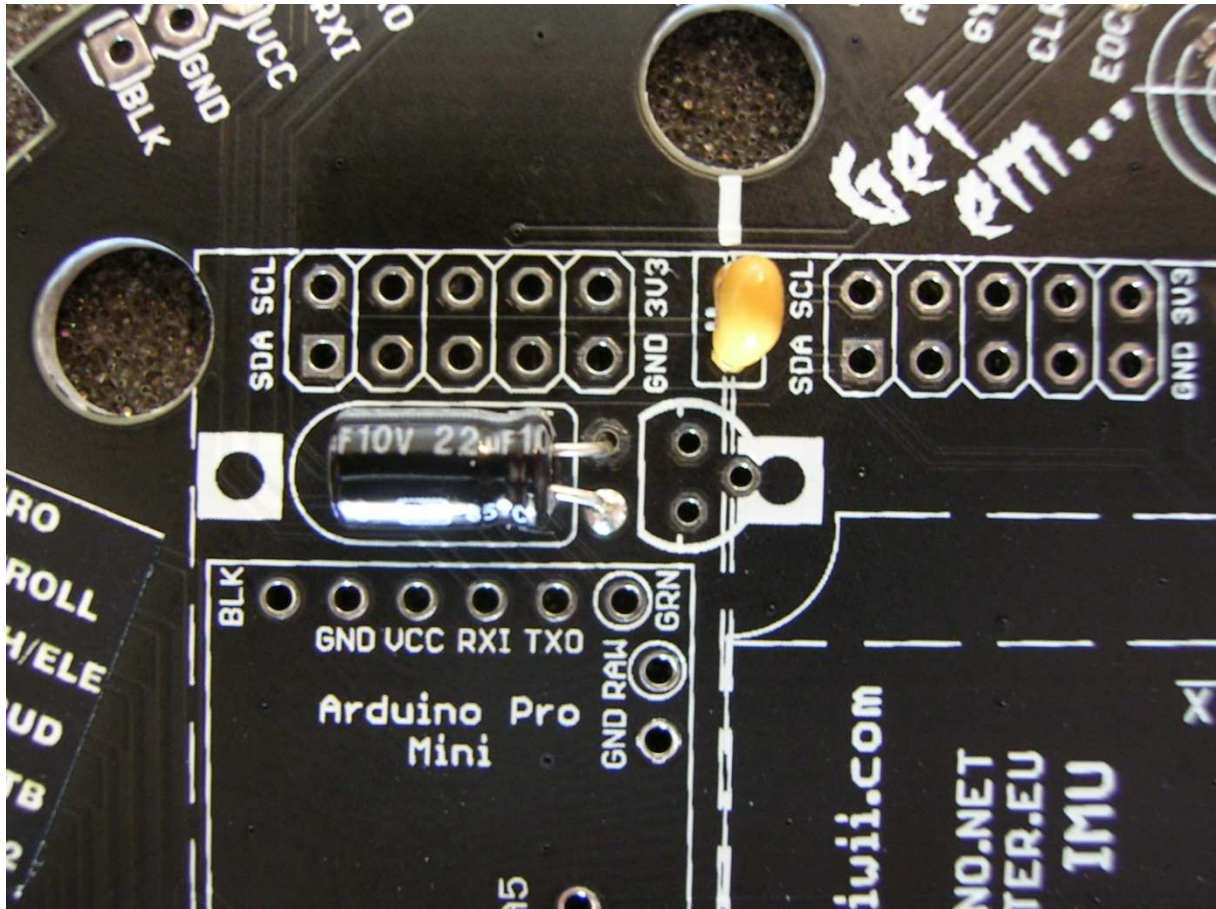
Bild/pic 9: Die Bauteile für die 3.3V Versorgung – the components for the 3.3V power supply



Bild/pic 10: C1 – achtet auf die Polung! C1 – pay attention to the polarity!

Das Teil wird nun liegend eingebaut.

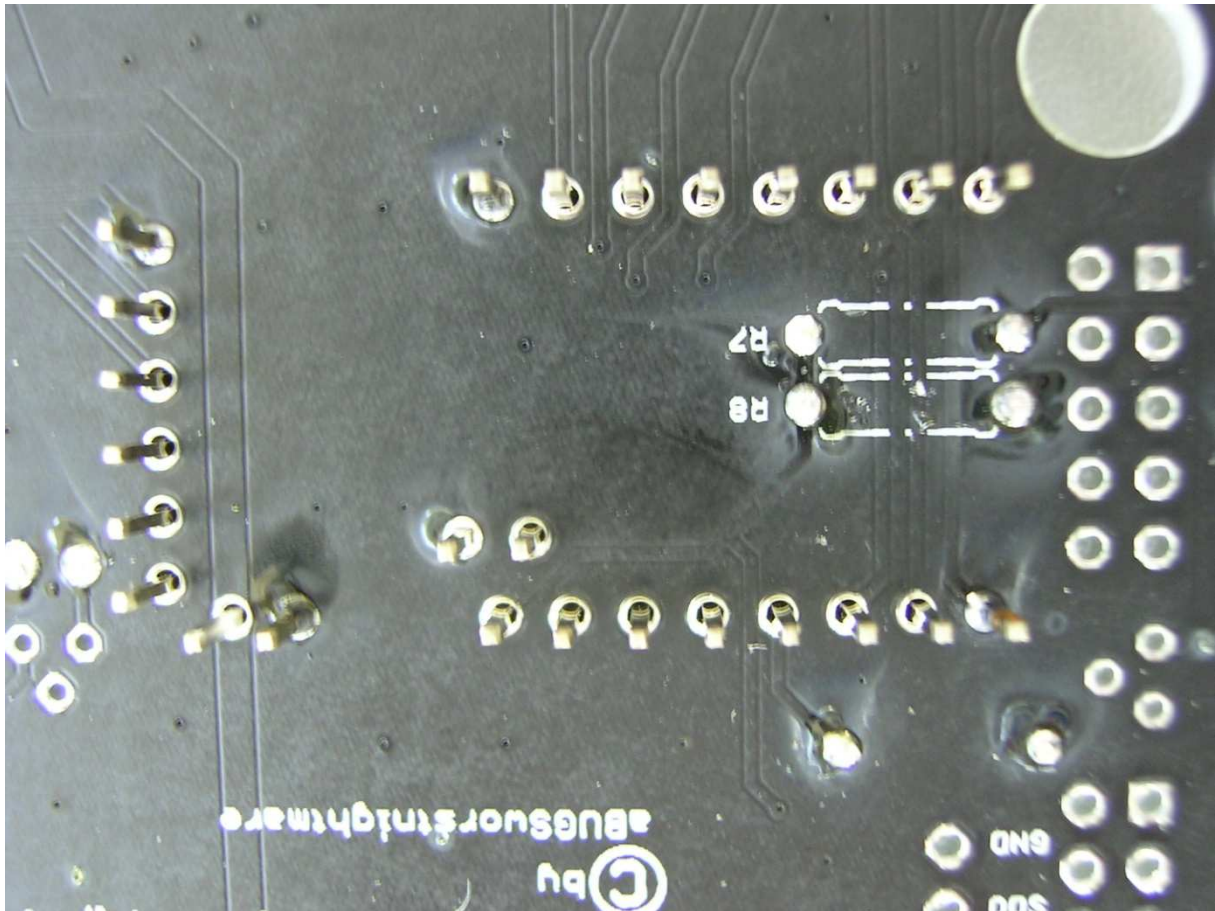
The part needs to be mounted horizontally.



Bild/pic 11: C1 - liegend einlöten (Polung beachten! das kann nicht oft genug sagen!), C2 stehend
C1/C2 – mounted (pay attention to the polarity of C1!)

Jetzt geht es mit den Anschlüssen weiter.

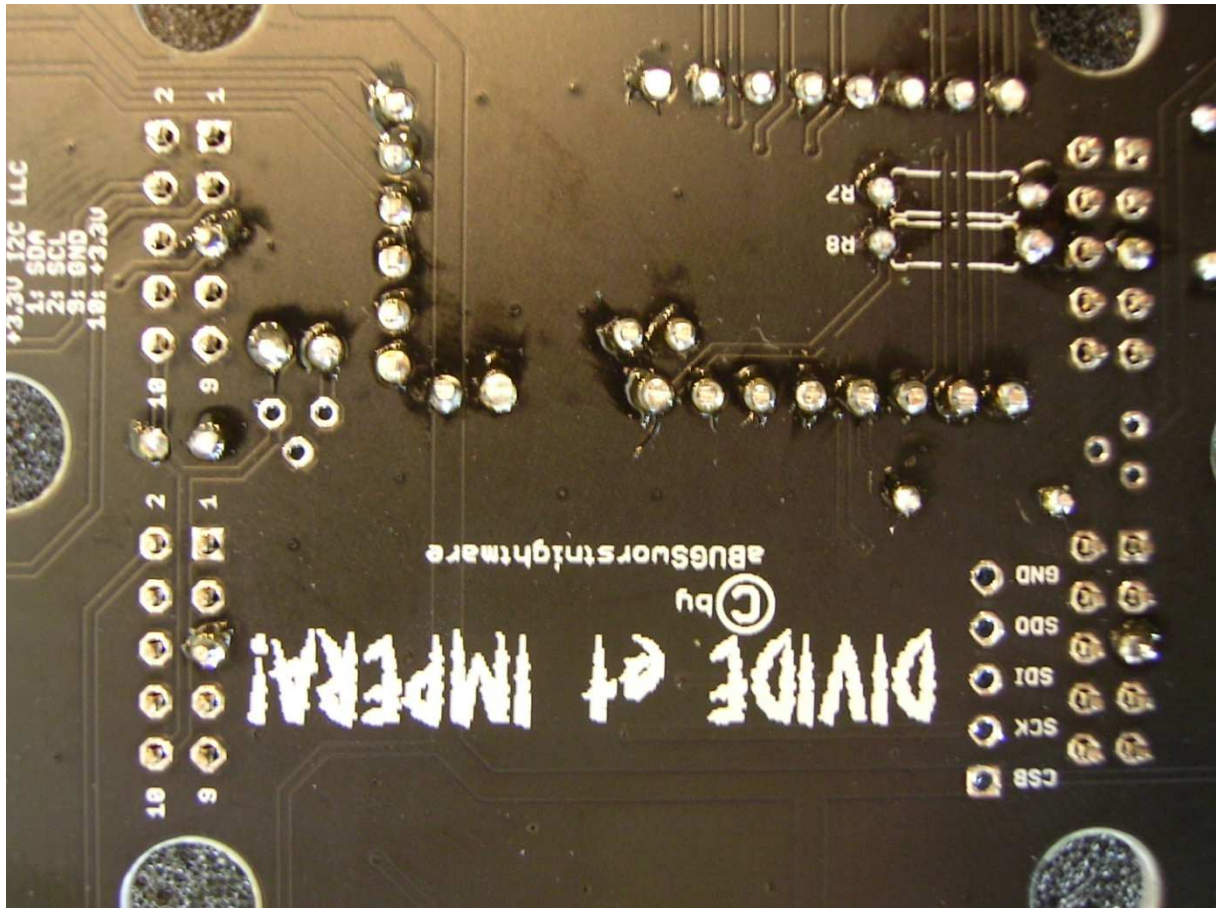
Mounting the input and output connectors is next.



Bild/pic 12: Anschlusspins für den Pro-Mini – pinheaders for the Pro Mini

Die Anschlusspins für den Pro-Mini werden – anders als sonst üblich – mit der langen Seite durch die Platine gesteckt. Sie werden auf der Unterseite mit je einem Lötspunkt fixiert, dann die Ausrichtung überprüfen und fertig löten.

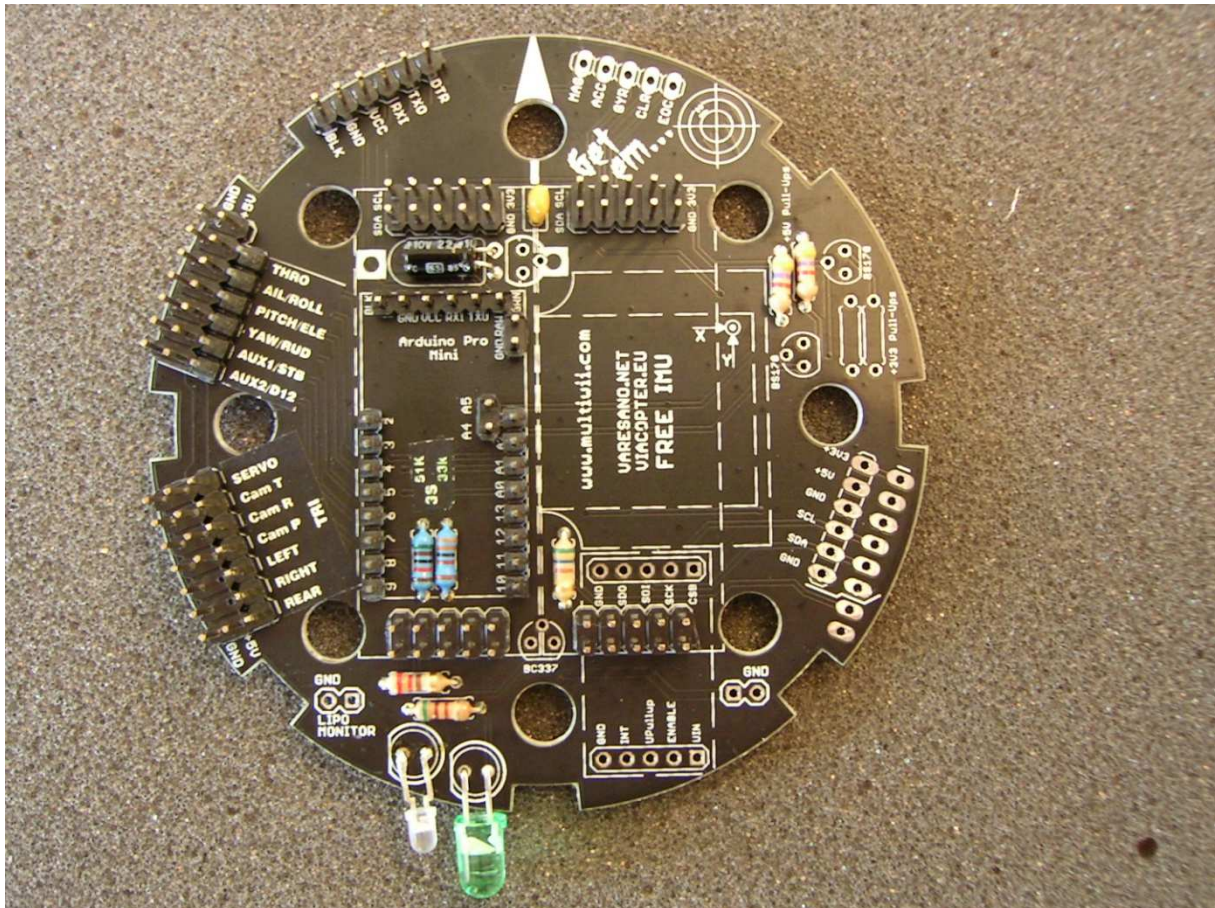
The pinheaders for the Pro-Mini were mounted upside down – the longer part of the pin is soldered to the PCB. Fix only on pin, check the pinheads orientation/fit and then solder the other pins.



Bild/pic 13: Fertig verlötete Pro-Mini Anschlüsse, sowie angelötete Stiftheisten für die Sensoren – Pro-Mini pinheaders were completely soldered, sensor pinheads fixed to check their fit

Wie gesagt, ich will die Atmel Sensoren nutzen, weshalb es mit den Stiftheisten für die Sensoren, den FTDI sowie die Ein-und Ausgänge weiter geht.

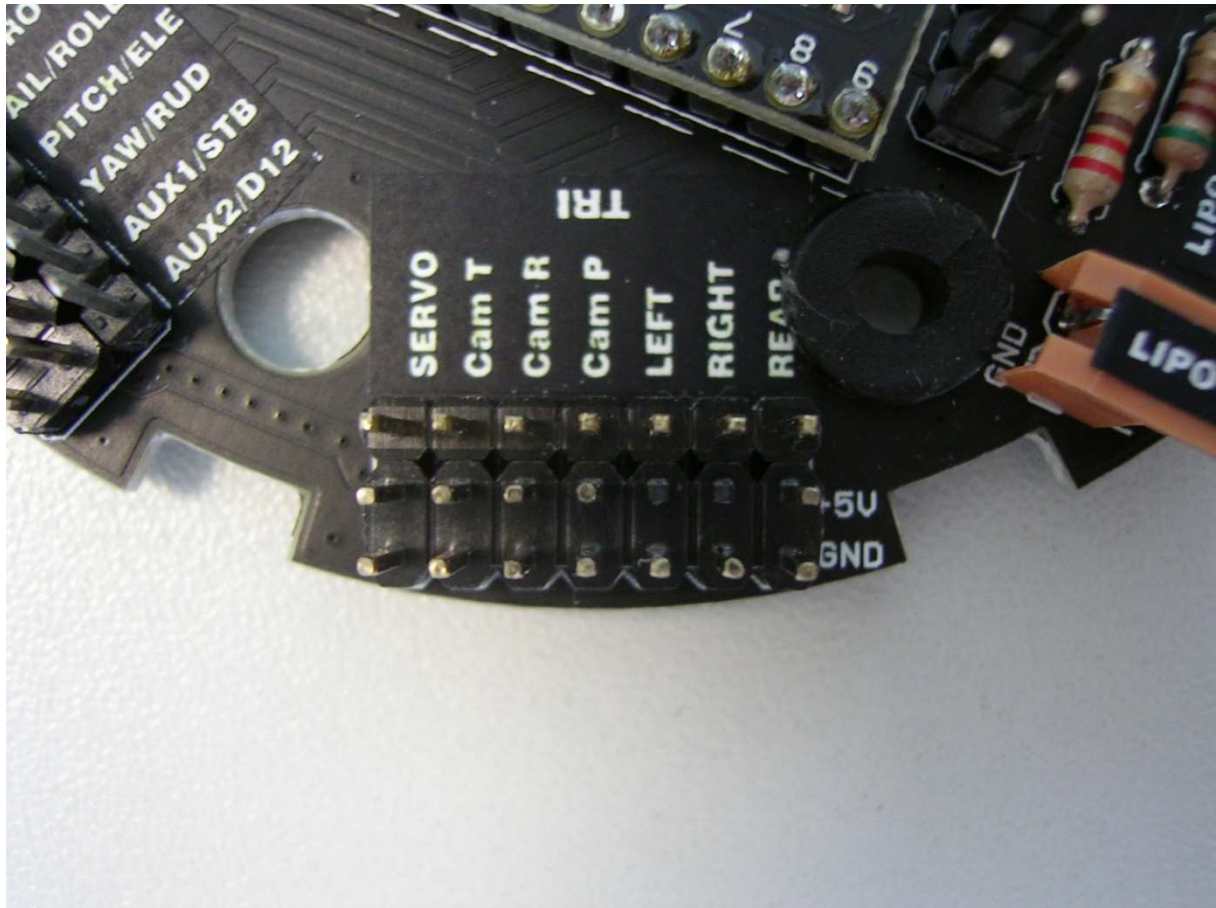
I want to use the Atmel sensors, so the related pinheads were mounted, the FTDI and the input/output pins.



Bild/pic 14: Montierte Stiftleisten - all pinheaders found their place

Die Elektronik darf nur über einen BEC der Motorregler bzw. über einen externen UBEC versorgt werden. Um nun nicht an den anderen Reglern die 5V-Leitung isolieren zu müssen werden kurzerhand die Stifte aus der Leiste gezogen.

Only use one speed controllers BEC or an external UBEC for supplying the flight controller electronics! Since I don't want to cut the other ESCs 5V lines I simply removed the pins from the pinheaders.



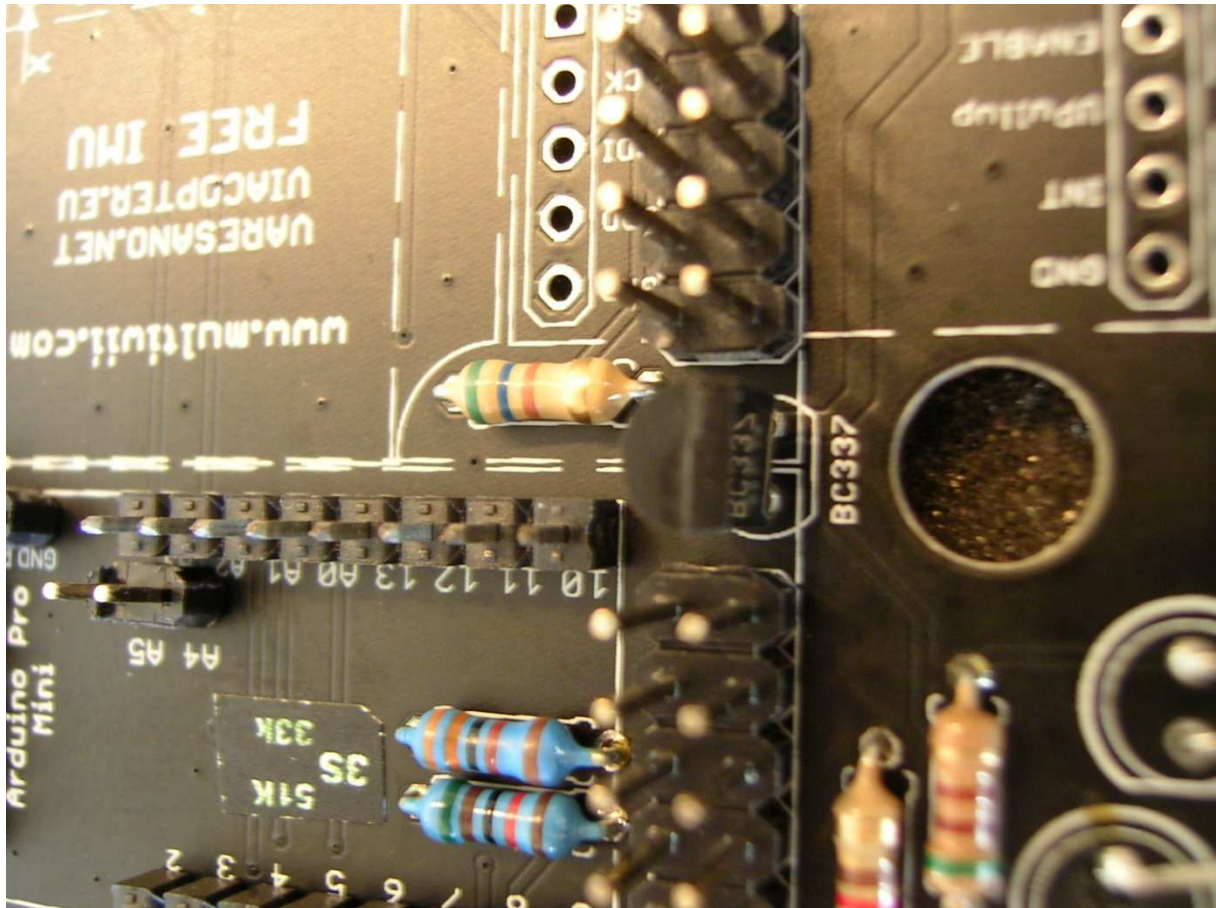
Bild/pic 15: Die Pfostenfeldleisten für die Ein- und Ausgänge; beachte die fehlenden Pins (Left/Right)–
pinheaders for the input and output signals; pay attention to the missing pins (LEFT/RIGHT)

Die Leisten werden jetzt eingelötet. Die Stifte behalte ich immer für den Fall dass die Elektronik mal in einer anderen Konfiguration fliegen sollte. Sie können dann einfach nachbestückt werden.

Solder the pinheads in place and keep the remaining pins for later use. If you want to use the flight controller in another configuration later you can solder them in place with ease.

Nun kann es mit den aktiven Bauteilen weitergehen. Zuerst wird der BC337 (Q3) eingebaut.

The active components were next. The BC337 (Q3) get mounted first.



Bild/pic 16: BC337 (Q3) – dieser schaltet über D13 die TRIM-LED sowie die LEDSTRIPES (rechter zweipoliger Anschluss) – BC337 (Q3) controls the TRIM-LED and the LEDSTRIPES (right-rear connector)

Dann kommen die beiden BS170 (Q1/Q2) für den LLC und das Board sieht jetzt so aus:

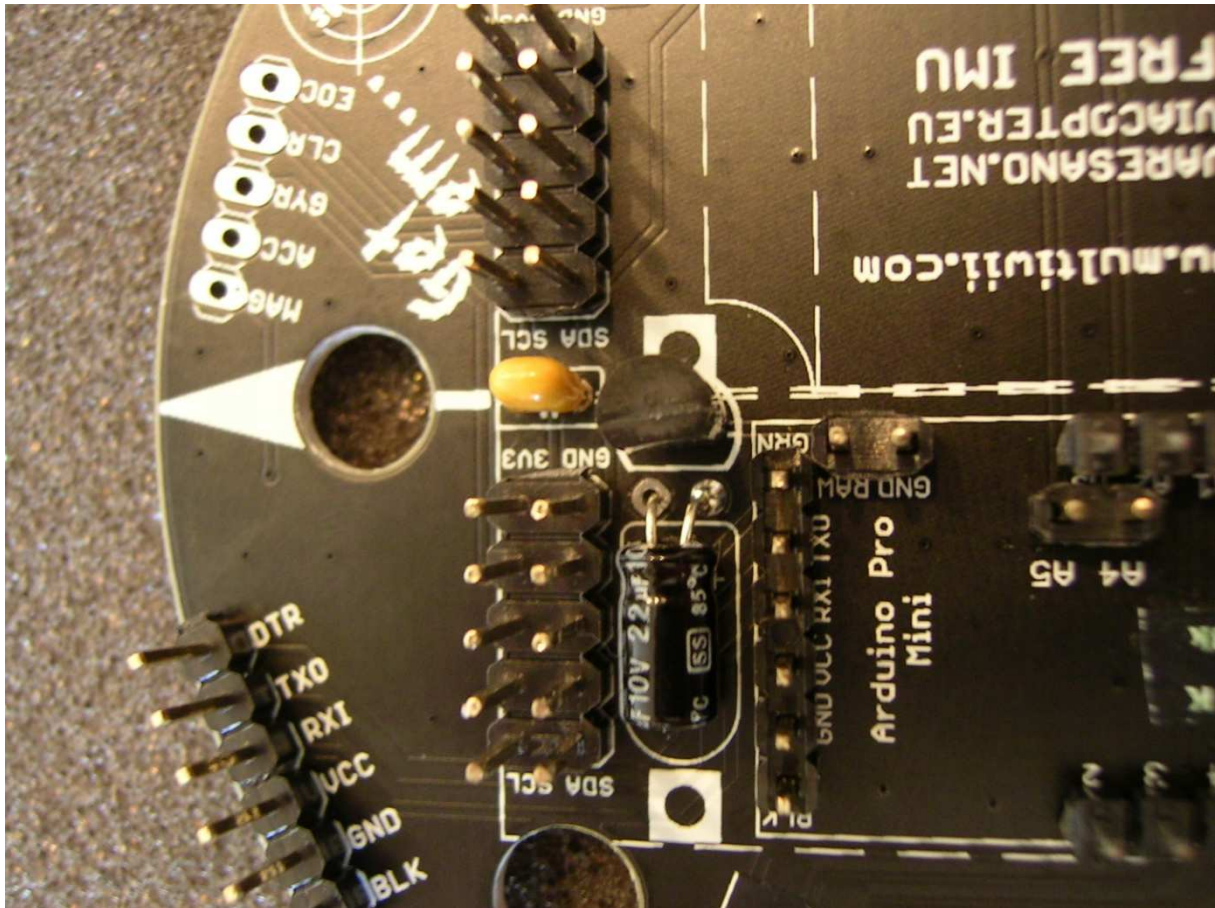
After mounting both BS170 (Q1/Q2) – used for the LLC – the board looks like:



Bild/pic 17: Der fertige Logic Level Converter – completed Logic Level Converter!

Anschließend wird der 3.3V Spannungsregler (IC1) eingelötet.

Now comes the 3.3V voltage regulator in a TO-92 package (IC1).



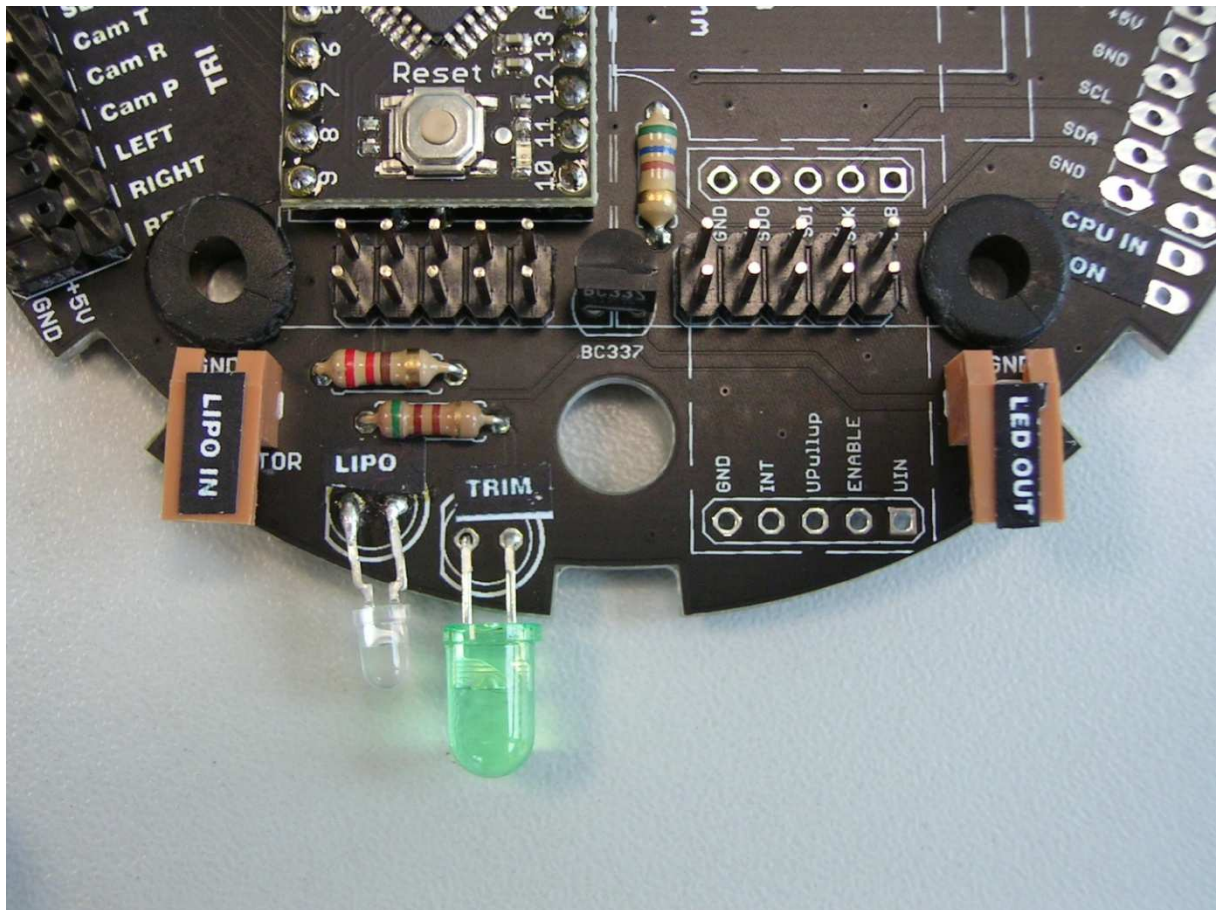
Bild/pic 18: Die Bauteile des 3.3V Spannungsreglers (IC1, C1 und C2)! – the components of the 3.3V voltage supply (IC1, C1 and C2)

Paul hat tolle Anschlussleitungen für den LiPo-Monitor und die LED-Stripes im Programm. Diese sollte man gleich mit bestellen. Sie verriegeln und können sich deshalb nicht von selbst lösen.

Paul has nice connectors for the LiPo-Monitor and the LED-Stripes available in his shop. Because they are self-locking they can't get loose during flight.



Bild/pic 19: Das Kabelset für LiPo-Monitor und den LED Ausgang - Connector set from Paul (www.flyduino.com) - used for LiPo-Monitor and LED-Stripes



Bild/pic 20: Eingelötete Buchsen mit Beschriftung – soldered connectors marked with stickers

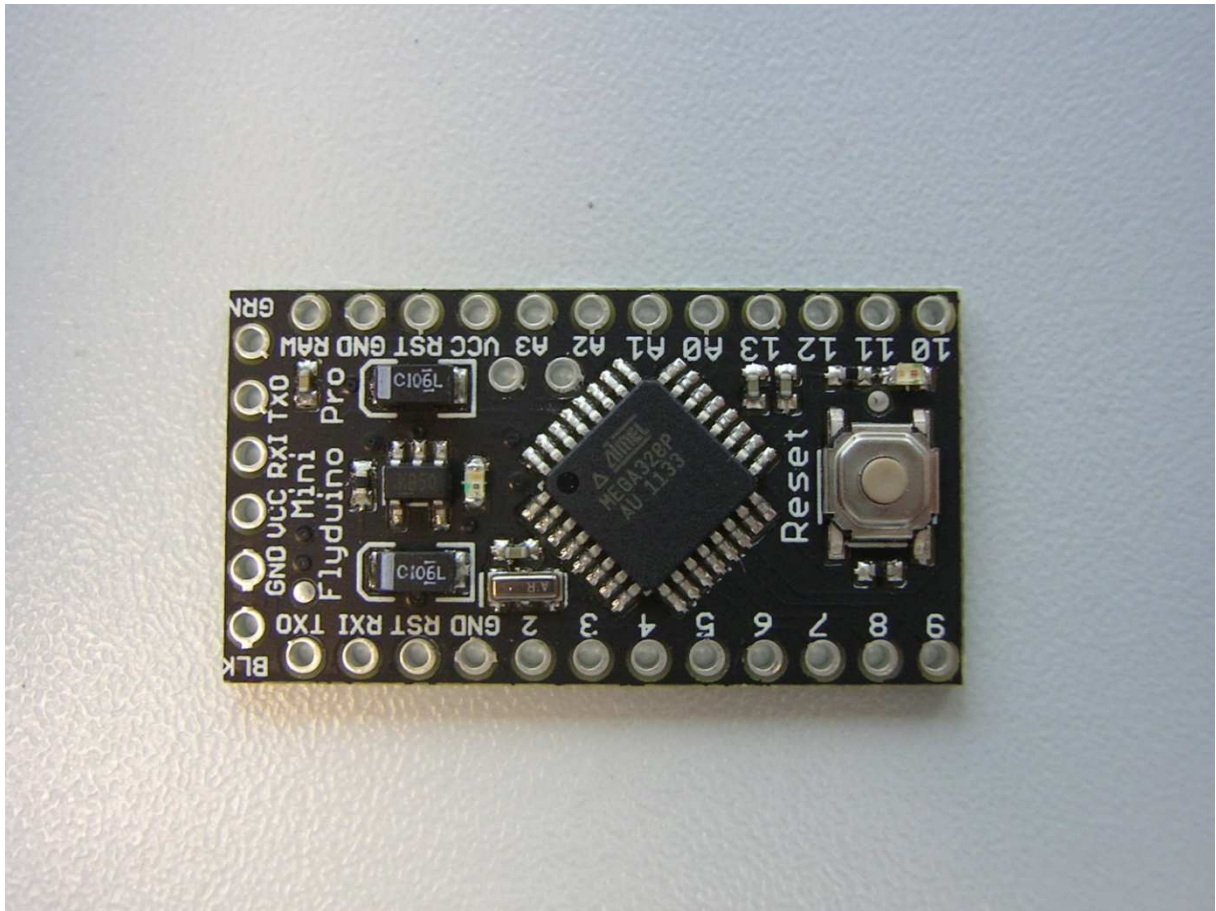
Bevor ich den Pro-Mini bestücke schließe ich immer einen BESC an den Flightcontroller an um die Spannungen zu überprüfen. Mit einem Multimeter wird nachgemessen ob die 3.3V und die 5V an allen relevanten Anschlüssen (man kann sich hier durchaus auf die Sensoren beschränken) anliegen. Wenn man den Lipo-Monitor nutzen will empfiehlt es sich jetzt einen LiPo anzuschließen und dann die Spannung an A3 des Pro-Mini zu messen. Achtung: Die Spannung muss kleiner als 5V sein! Wenn dies nicht der Fall sein sollte wurde der Spannungsteiler falsch bestückt → die Positionen der beiden Widerstände tauschen! Den Wert sollte man notieren damit später die Warnschwellen der Software genau anpassen kann (Formel steht im Sketch).

Now it's time do do some first tests! I've connected a BESC to the flightcontroller for checking all voltage levels. Grab a multimeter and measure the 3.3V and 5V voltages.

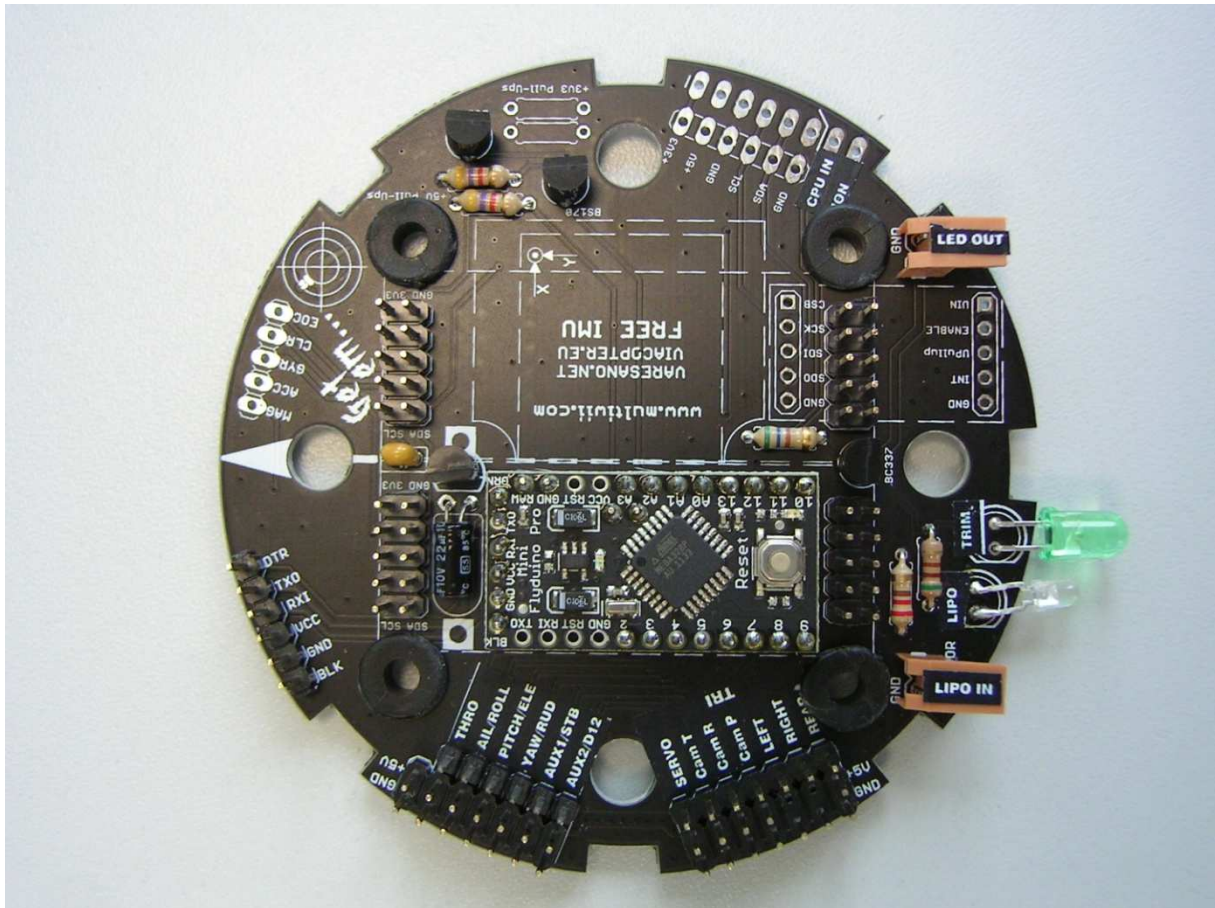
If you want to use the LiPo-Monitor, connect a LiPo to the inputs and measure the voltage on A3 input of the Pro-Mini with your DMM. Attention: the voltage should be lower than 5V! If this is not the case the voltage divider is mounted wrong → swap the positions of both resistors. Write down the value since you can use it later for tweaking the warning levels (formula is in the sketch).

Paul hat einen matt-schwarzen Pro-Mini im Shop, passt perfekt zum schwarzen DIVIDE et IMPERA! Nachdem dieser eingelötet ist werden noch die Vibrationsdämpfer in die zur Flugrichtung passenden Löcher gesteckt und das Board ist fertig.

Paul has a black Pro-Mini in his shop, the perfect match for the black DIVIDE et IMPERA! The vibration dampers were installed after the Pro-Mini is soldered to place.



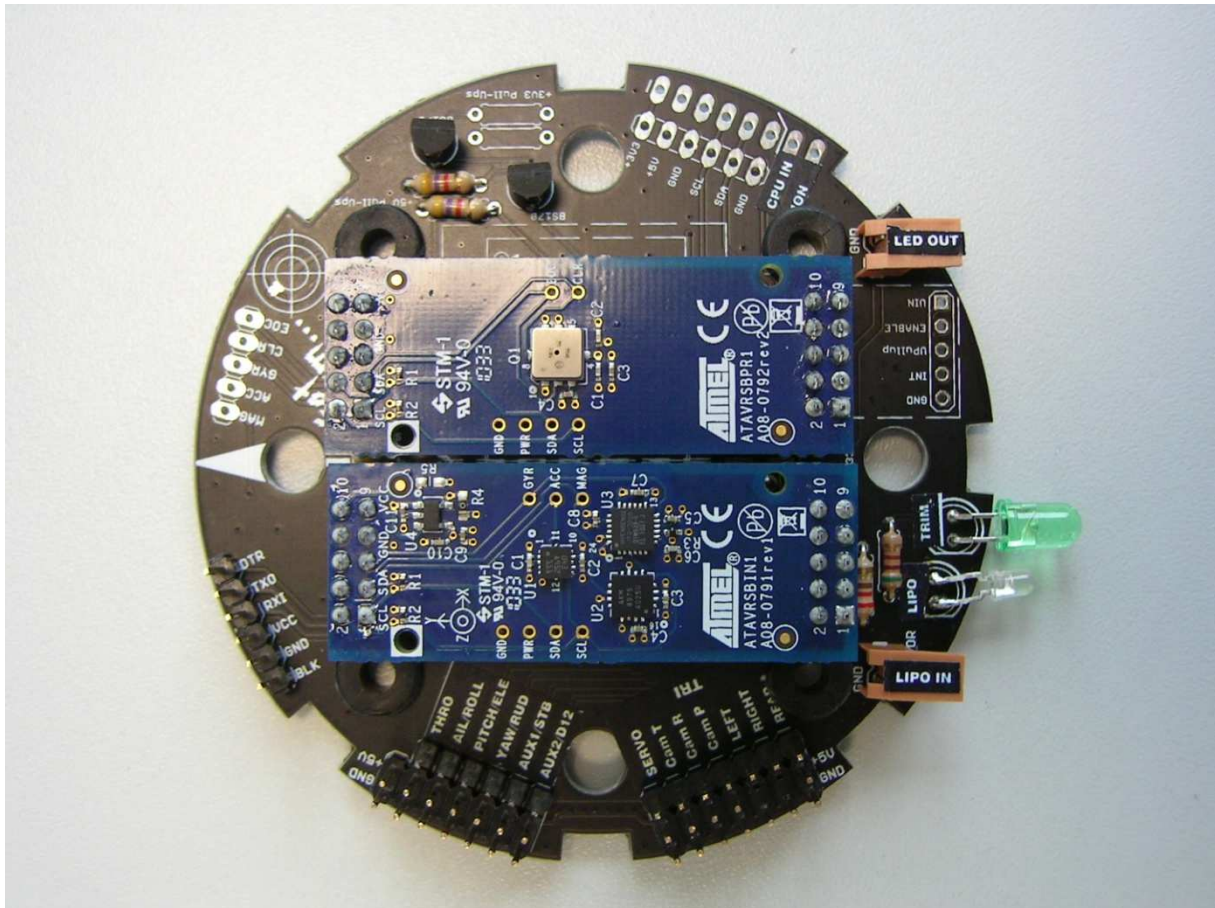
Bild/pic 21: Schwarzer Pro-Mini von www.flyduino.com – Black Pro-Mini from www.flyduino.com



Bild/pic 19: Fertig bestücktes DIVIDE et IMPERA! V2 – fully assembled DIVIDE et IMPERA! V2

Schnell die Atmel-Sensoren drauf gesteckt und die Tests mit der GUI können losgehen.

Fitting the Atmel sensors to the flightcontroller and I'm ready for the first test with the GUI.



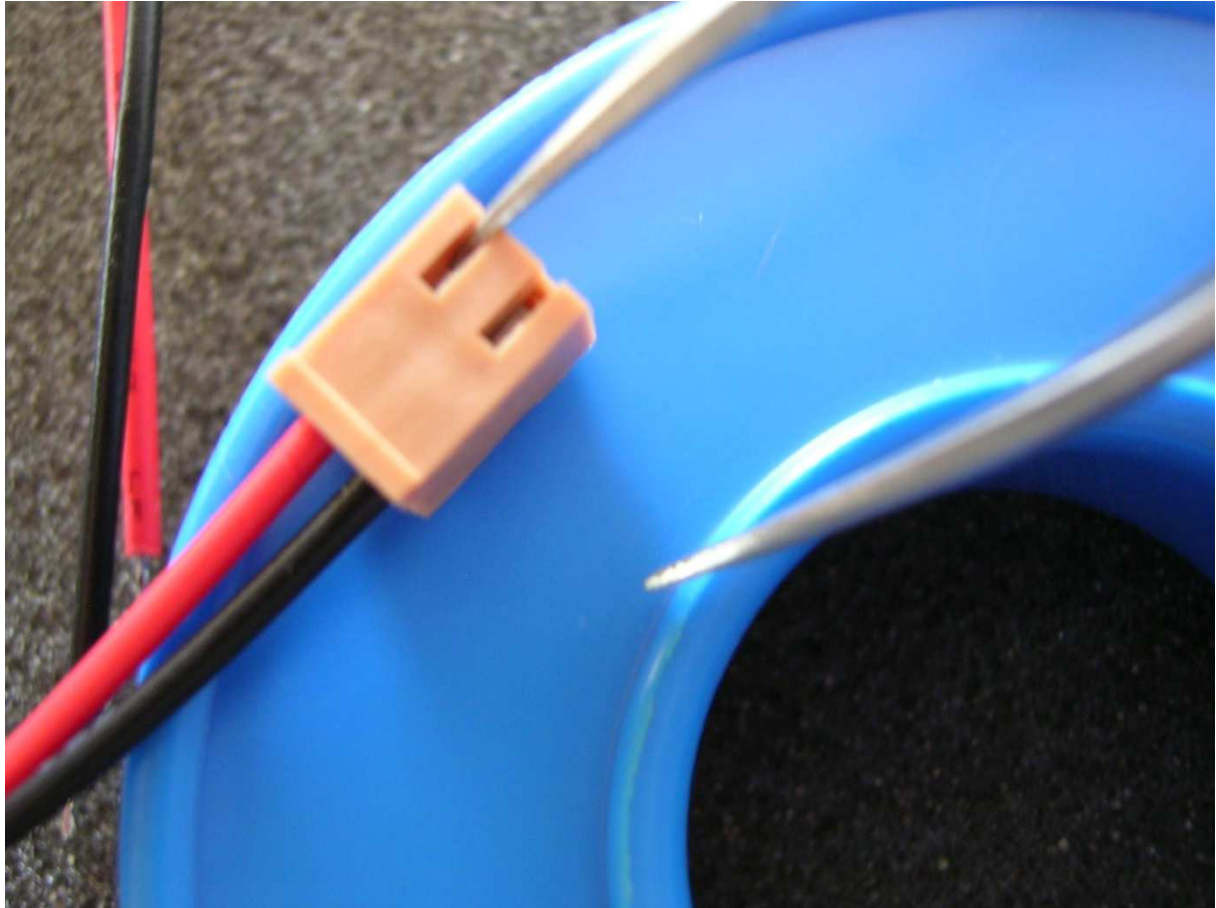
Bild/pic 23 und/and Bild 24: Flugfertiger Flightcontroller DIVIDE et IMPERA! V2 – DIVIDE et IMPERA! V2 flight controller ready for take-off

Bei den Anschlüssen LIPO-IN (für den LiPo-Monitor) und LED-OUT (für die LED Stripes) unbedingt auf die Polung achten!! GND ist der negative Anschluss; dieser zeigt bei beiden Anschlüssen zum Platinenrand.

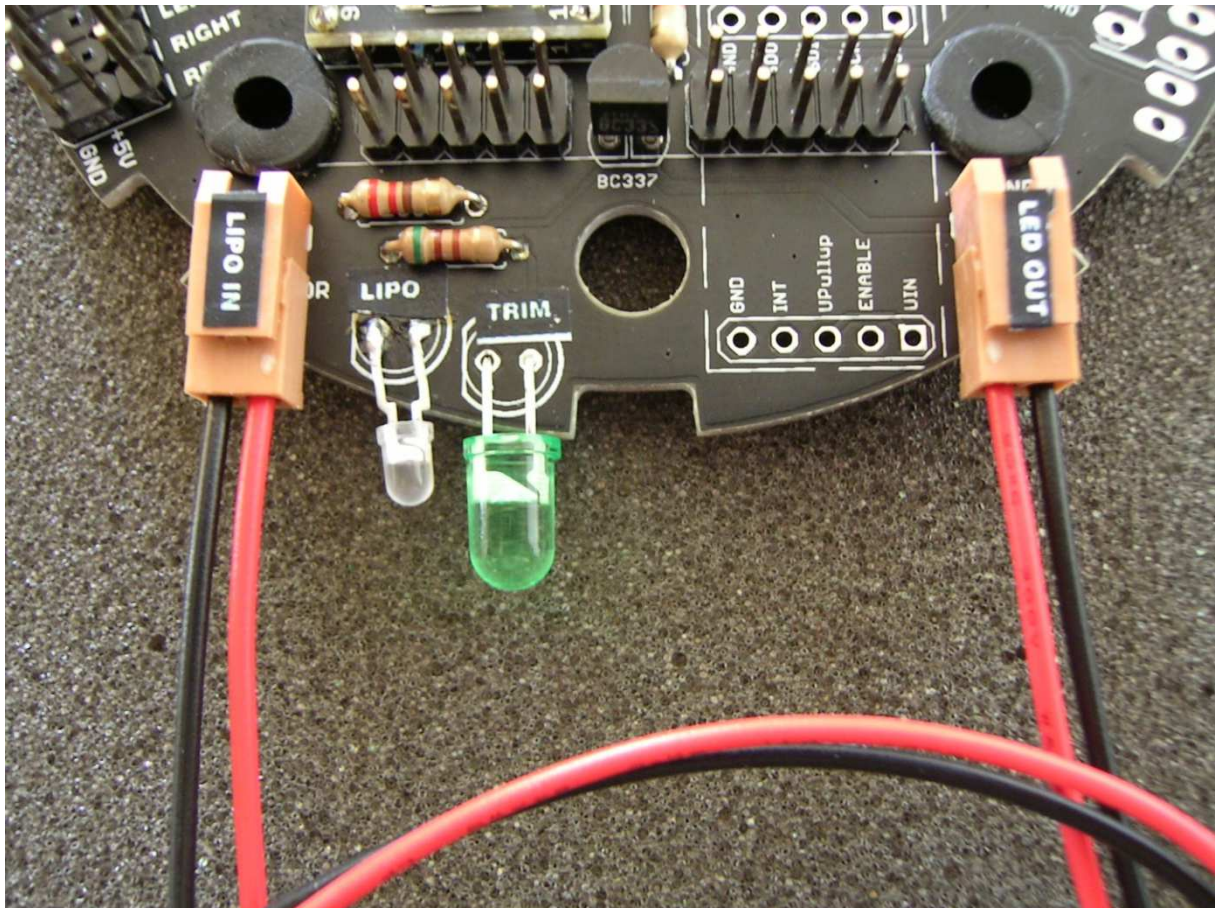
Damit auch die Farbzuordnung (schwarz GND, rot +) bei den Kabel passt werden diese beim Kabel für den LED-OUT getauscht. Das kann man mit einem Cutter-Messer oder (wie ich) mit einer spitzen Pinzette machen. Man drückt vorsichtig auf die Crimpkontakte und zieht die Leitungen aus dem Steckergehäuse. Nun wieder reinstecken – fertig!

Keep an eye on the polarity of the LIPO-IN (used for the LiPo-Monitor) and LED-OUT (for LED stripes) connector. The GND (negative) connection on both is facing to the PCB side.

To make the colours on the cables accordingly (black GND, red +), the LED-OUT cables needs to be modified. You can use i.e. a cutter for doing this. Carefully push on the crimp connector while pulling on the wire. Now switch the positions of both wires and you're done.



Bild/pic 25: Entfernen der Leitungen aus dem Steckergehäuse – removing the wires from the plug



Bild/pic 26: Anschlusskabel mit (farb-)richtiger Belegung (beachte LED-OUT; GND liegt bei beiden aussen, zum Platinenrand!) – connection wires with colours matching the signal level (pls notice the wire on LED-OUT; GND is facing to the PCB side on both connectors!)

Hier noch die Hinweise zum Sketch:

Das #define für den ATAVRSBIN1 in der Datei config.h kann für das DIVIDE-Board nicht benutzt werden. Dies liegt daran, dass die Ausrichtung der Sensoren beim DIVIDE um 90° im Uhrzeigersinn gedreht ist.

Also, einfach die Einzelsensoren auskommentieren!

The hint on the sketch:

The #define for the ATAVRSBIN1 in the file config.h can not be used for the DIVIDE-board. That's because the sensor orientation differs on the DIVIDE (sensors were rotated 90° clockwise).

So, simply uncomment the separate sensors.

```
//if you use independent sensors
//leave it commented if you already checked a specific board above
/* I2C gyroscope */
#define ITG3200
//#define L3G4200D

/* I2C accelerometer */
//#define ADXL345
#define BMA020
//#define BMA180
//#define NUNCHACK // if you want to use the nunckuk as a standalone I2C ACC without WMP
//#define LIS3LV02

/* I2C barometer */
#define BMP085 // only uncomment when using the ATAVRSBP1
//#define MS561101BA //non tested

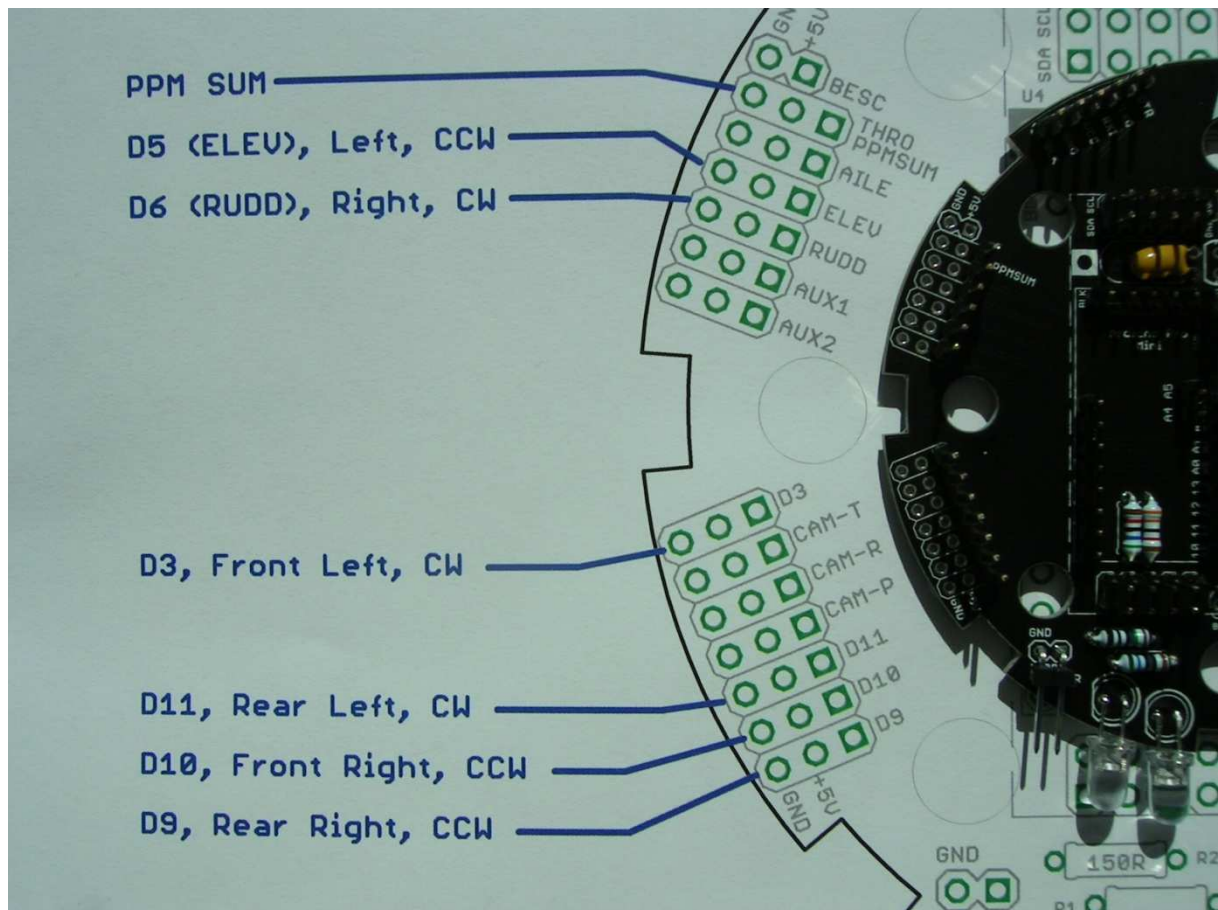
/* I2C magnetometer */
//#define HMC5843
//#define HMC5883
#define AK8975
...
//if you want to change to orientation of individual sensor
// sensor orientation for the ATAVRSBIN1 on the DIVIDE et IMPERA! V2
#define ACC_ORIENTATION(X, Y, Z) {accADC[ROLL] = -X; accADC[PITCH] = -Y; accADC[YAW] = Z;}
#define GYRO_ORIENTATION(X, Y, Z) {gyroADC[ROLL] = X; gyroADC[PITCH] = Y; gyroADC[YAW] = Z;}
#define MAG_ORIENTATION(X, Y, Z) {magADC[ROLL] = -Y; magADC[PITCH] = X; magADC[YAW] = -Z;}
```

Alle genannten Änderungen werden in der Datei config.h gemacht.

All changes needs to be made in config.h file.

Noch ein paar weitere Fotos/Hinweise. Das in den folgenden Bildern gezeigte Board fliegt auf einem Flyduspider.

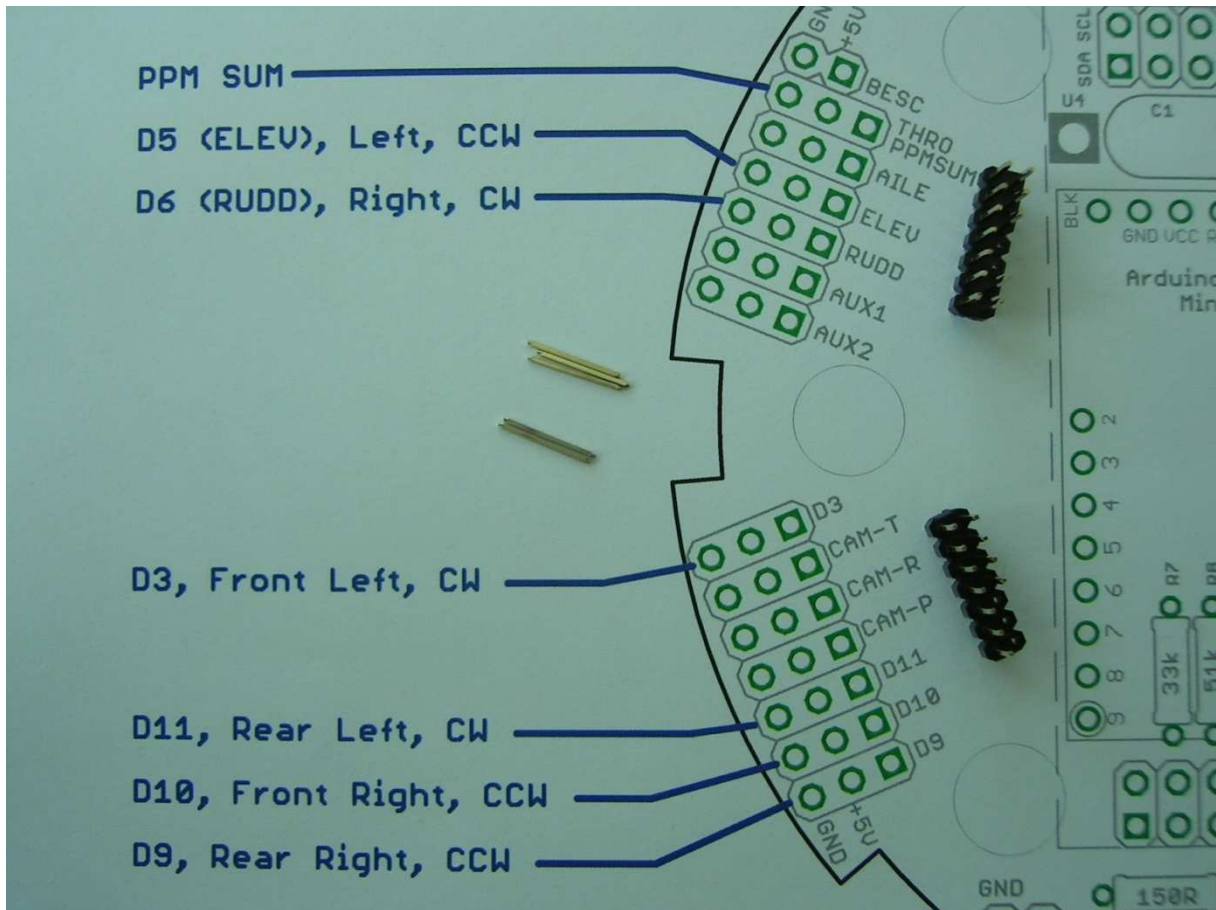
Some additional fotos/hints from a second board which I'm flying on my Flyduspider.



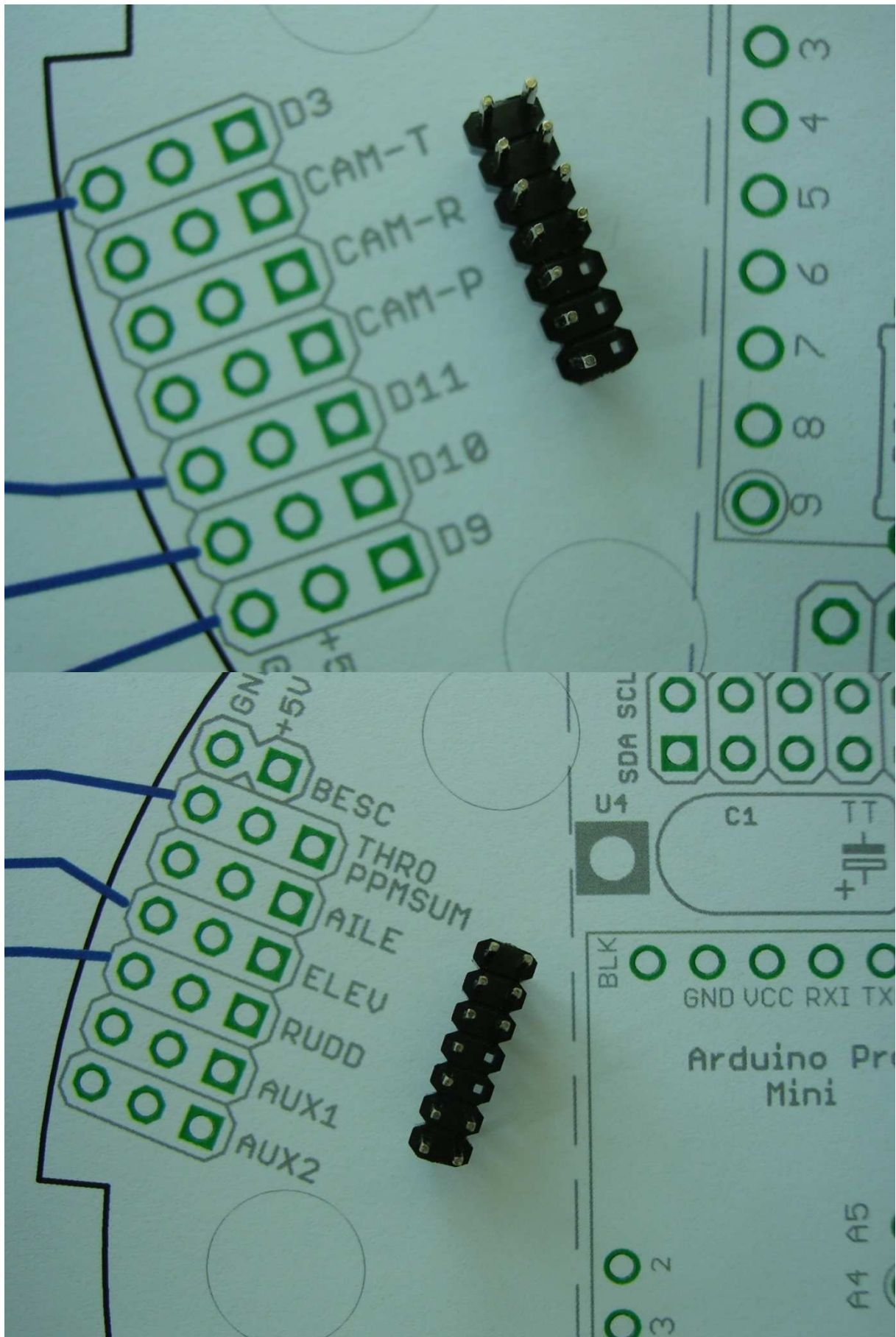
Bild/pic 27: Anschlussbelegung für den Flydispider - connection diagram for the Flydispider

Ich versorge die Elektronik über den BESC des an D3 angeschlossenen Motorreglers. Um nun nicht an den anderen 5 Reglern die 5V-Leitung isolieren zu müssen werden kurzerhand die Stifte aus der Leiste gezogen.

I'm supplying the flight controller with the BESC from the electronic speed controller (ESC) connected to D3. Since I don't want to cut the other ESCs 5V lines I simply removed the pins from the pinheaders.



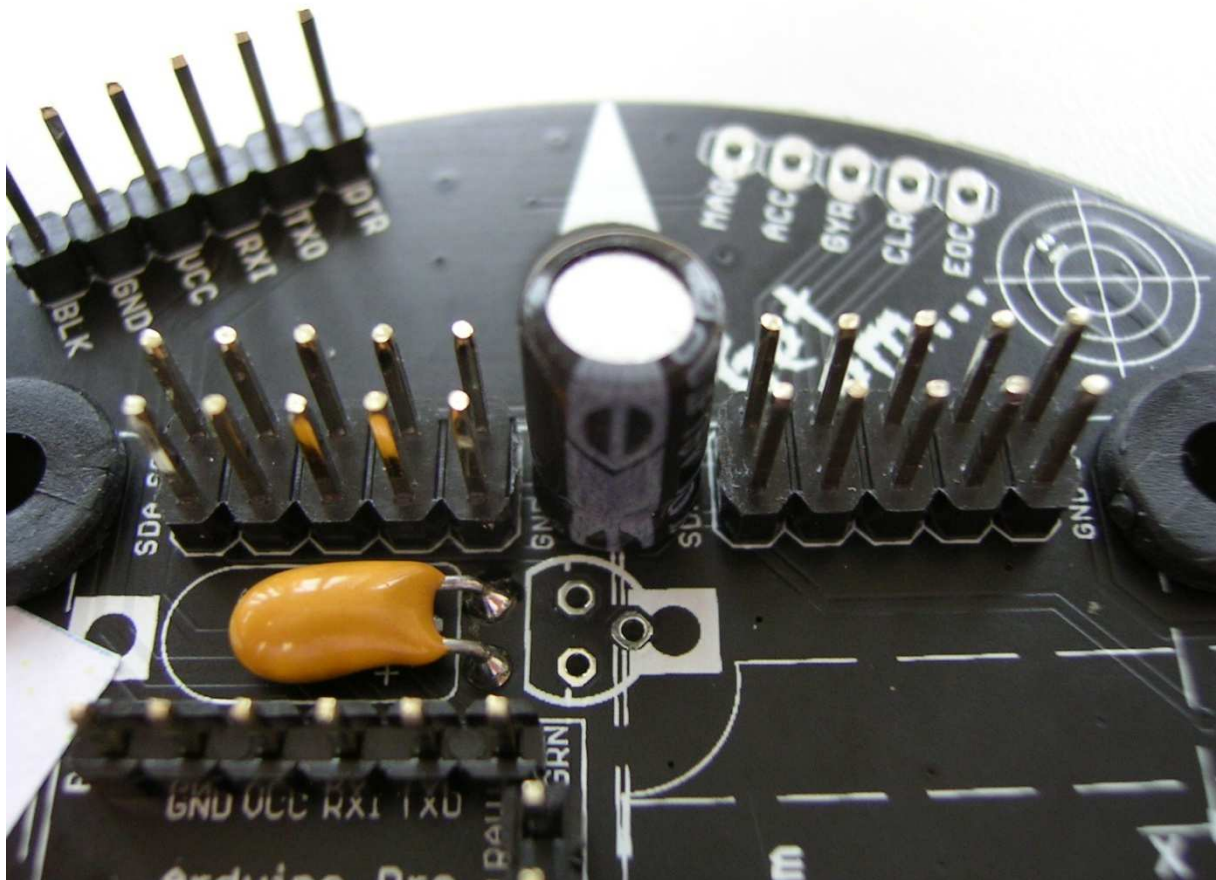
Bild/pic 28: Die Pfostenfeldleisten für die Ein- und Ausgänge – pinheaders for the input and output signals



Bild/pic 29 und/and 30: Detailaufnahme der Stiftheisten für die Ein- und Ausgänge – detail shot of the output and input pinhead with removed pins

Als ich das zweite DIVIDE hatte ich keinen 3.3V Regler im TO92 Gehäuse (z.B. L78L33AxZ) zur Hand und etwas improvisieren!
Ich hatte noch LT1117-33 LDOs im SOT223 Gehäuse. Diese benötigen jedoch eine größere Ausgangskapazität als 100nF (C2 - der Kondensator zwischen den beiden Anschlüssen für die Atmels). Kurzerhand habe ich also anstelle von C2 einen Elko eingelötet.

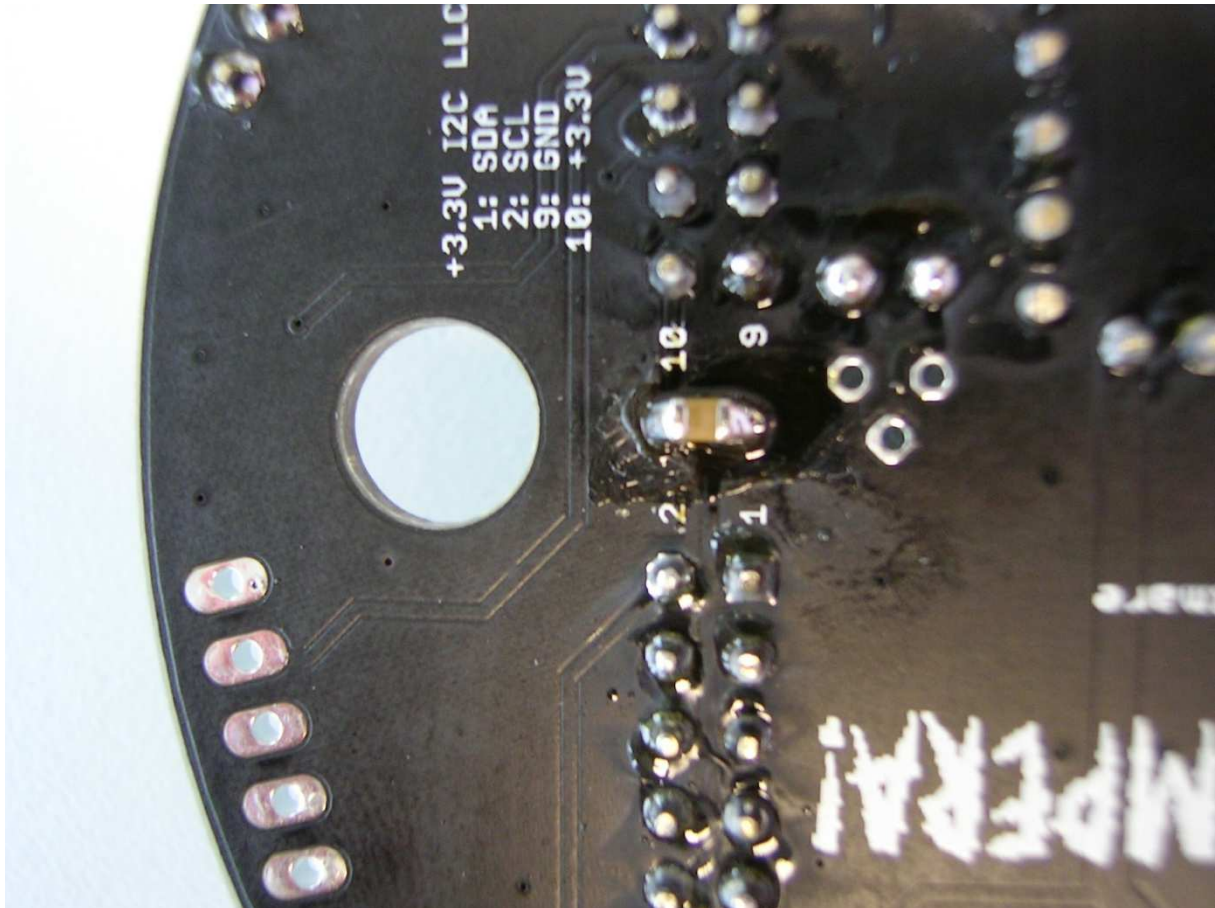
Since I had no 3.3V voltage regulator in a TO-92 package (i.e. L78L33AxZ) at hands (IC1, above the tantal capacitor) some improvisation was needed.
I had stock of LT1117-33 LDO in SOT223 package. The device needs a high load capacity than 100nF (C2, the ceramic capacitor in between of the Atmel sensors), so a 100µF electrolyt capacitor was mounted to this position.



Bild/pic 30: Elko anstelle von C2 – man beachte die Polung! - 100µF electrolytic capacitor instead of C2

Auf die Unterseite kam kurzerhand noch ein 4,7µF Keramikkondensator; das SMD-Bauteil im 0805-Gehäuse passt perfekt zwischen die Anschlüsse des Elkos.

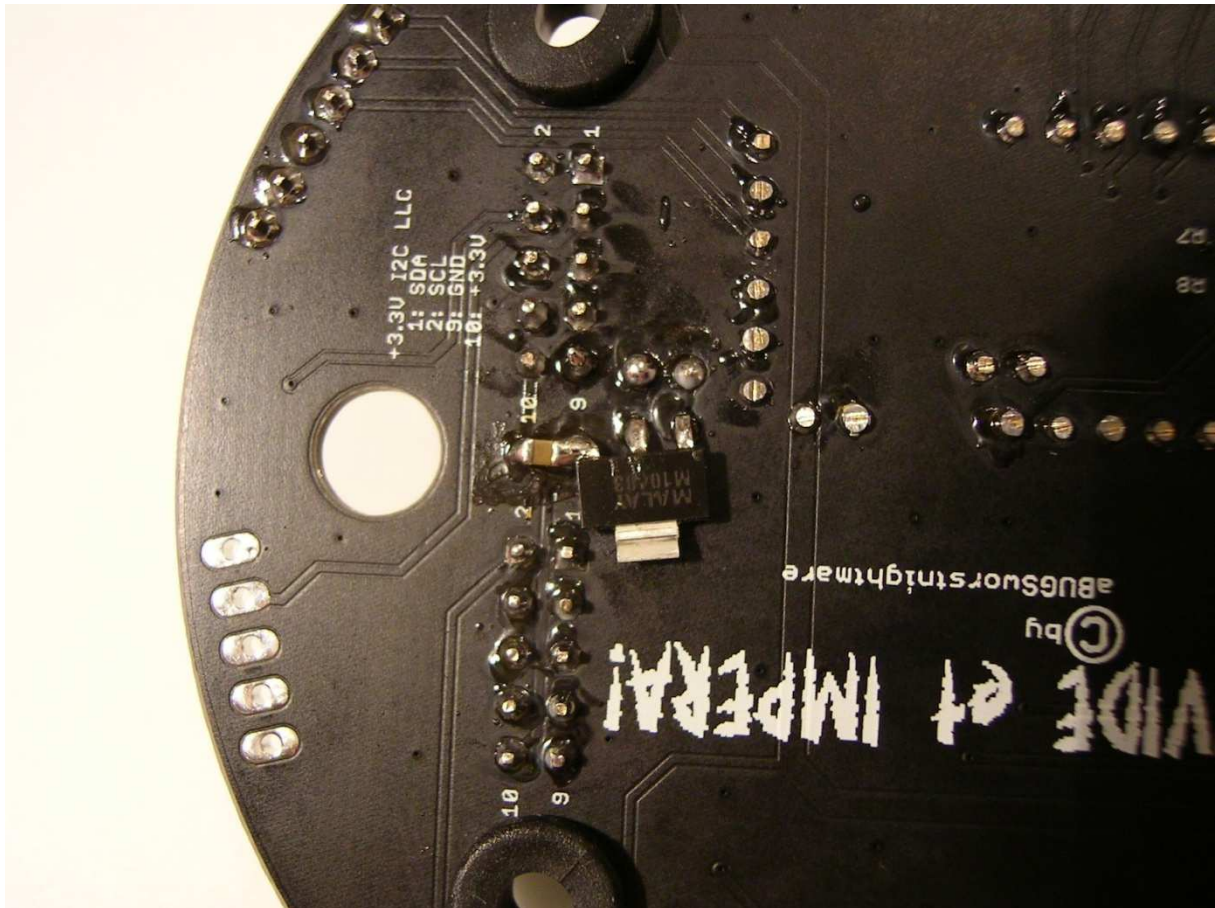
In addition, a 4.7µF ceramic capacitor is mounted too. The SMD 0805 package fits perfect between the contact pins.



Bild/pic 31: Improvisierter Anschluss eines 4.7µF Keramikkondensators – 4.7µF ceramic capacitor

Nun kommt der LT1117 LDO an die Reihe! Da die Anschlussbelegung natürlich nicht stimmt wird er kurzerhand auf den Kopf gestellt; die Anschlüsse werden Origami-Style umgefaltet und schon kann er an die Anschlüsse für IC1 gelötet werden.

The LT1117 LDO is now populated. Since the contact pins don't fit to the PCB (I' mounting a SMD component to a THD footprint) the LDO needs to be mounted upside down. A little Origami with the contact pins and the component was soldered to the IC1 position.



Bild/pic 32: LT1117-33 an Stelle von IC1; MERKE: NICHT DIE BAUTEILE FÜR DEN 3.3V SPANNUNGSREGLER VERGESSEN!!! - **LT1117-33 mounted instead of IC1; DON'T MISS TO ORDER THE 3.3V VOLTAGE REGULATOR PARTS FROM PAUL!**

Have fun!
aBUGSworstnightmare