

Plejad Merope

Aufbau und Bedienungsanleitung



Stand: 21. März 2012



Inhaltsverzeichnis

1	Warnhinweise.....	4
2	Was ist neu ?.....	5
2.1	Firmware 0014.....	5
2.2	Firmware 0015.....	5
3	Einführung.....	6
3.1	Funktionsweise.....	6
3.2	Features.....	7
3.3	Multicopter-Wissen.....	8
3.4	Beschleunigungssensor.....	9
3.5	Kompass.....	10
3.6	Luftdrucksensor (optional).....	11
3.7	GPS-Modul (optional).....	12
4	Aufbau des Bausatzes.....	13
4.1	Benötigte Komponenten.....	13
4.2	Komplettierung der Platine.....	15
4.3	Bestückung der Luftdrucksensors (optional).....	23
4.4	Kontrolle der Bestückung.....	24
4.5	Elektrischer Test.....	24
4.6	Vorbereiten des FTDI Breakout Boards.....	25
4.7	Aufbau des LCD Terminals.....	27
4.8	Wichtige Tipps zum Beschleunigungssensor.....	31
4.9	Installation der PC-Software.....	32
4.10	Einspielen der Firmware.....	33
4.11	Erste Inbetriebnahme.....	35
4.12	Funktionstest.....	38
4.13	Anschluss des GPS-Moduls.....	40
5	Anschlüsse.....	43
5.1	Übersicht der Anschlüsse.....	43
5.2	Spannungsversorgung.....	43
5.3	Signalgeber.....	44
5.4	RC PPM-Summensignaleingang.....	44
5.5	Motor 1-4 für Standardregler.....	44
5.6	Servoausgänge.....	44
5.7	JP1 (I ² C und seriell).....	45
5.8	JP2 (Erweiterungsport).....	45
5.9	JP3 (GPS-Anschluss).....	45
5.10	Serielle Schnittstelle.....	45
6	Zusammenbau des Multicopters.....	46
6.1	Benötigte Komponenten.....	46
6.2	Wichtige Tips für den Zusammenbau.....	46
6.3	Montage der Merope Platine.....	47
6.4	Verkabelung (PWM Standardregler).....	48
6.5	Verkabelung (I ² C).....	49
6.6	Ausrichtung der Merope Platine und Motordrehrichtungen.....	50
7	Bedienungsanleitung.....	52
7.1	Einführung.....	52
7.2	Anlernen der Fernbedienung.....	52
7.3	Copter einschalten.....	53



7.4	Fernsteuerungs-Befehle.....	54
7.5	Standgas einstellen.....	55
8	Flugbetrieb.....	56
8.1	Einstellen über das LCD Terminal.....	57
8.2	Einstellungen und Flugbetrieb mit dem Beschleunigungssensor.....	72
8.3	Einstellungen und Flugbetrieb mit dem Kompass.....	76
8.4	Einstellungen und Flugbetrieb mit dem Höhenregler.....	78
8.5	Einstellungen und Flugbetrieb mit GPS.....	82
8.6	Flugbetrieb mit der 'Heading Free' Funktion.....	90
8.7	Einstellungen und Flugbetrieb mit 'HH-Trainer'.....	94
8.8	Feintuning des Flugreglers.....	95
9	Anhang.....	98
9.1	Belegung von JP1, JP2, JP3.....	98
9.2	GPS-Anschlussbelegung.....	98
9.3	Garantiausschlussklärung.....	99

1 Warnhinweise

Jedes motorisierte Fluggerät mit rotierenden Propellern - so auch ein Multicopter - ist potenziell gefährlich und kann bei unsachgemäßer Benutzung oder im Fehlerfall Schäden an Leib und Leben sowie an Sachgegenständen verursachen!

Ein Multicopter gehört deshalb nicht in Kinderhände! Eine Modellflughaftpflichtversicherung ist vor dem ersten Start abzuschließen, da die meisten Privathaftpflichtversicherungen keine Schäden durch Flugmodelle absichern! Nicht über Personen oder Tiere fliegen!

Bei ersten Tests und/oder nach Veränderungen am Fluggerät unbedingt die Propeller abmontieren!

Immer den Sender eingeschaltet lassen, wenn der Copter eingeschaltet ist.

Da wir den sach- und ordnungsgemäßen Ein- und Zusammenbau des Copters und der Plejad Copter-Steuerplatinen nicht kontrollieren können, kann für etwaige Schäden oder Verletzungen keine Haftung übernommen werden.

Wir gehen in jedem Fall davon aus, dass Sie Erfahrung im Umgang mit motorisierten Flugmodellen und Computerfernsteuerungen haben. Als Anfänger sollten Sie sich unbedingt von einem erfahrenen Kollegen helfen lassen. Wenn Sie Niemanden kennen, wenden Sie sich an einen Modellflug-Verein, wo Sie das Fliegen und den richtigen Umgang mit Multicoptern lernen.

Für die Plejad Bordelektronik existiert auch ein Internet-Diskussionsforum (<http://www.modellflug-online.at/web/plejad-copter-control.html>), wo Ihnen Entwickler, Tester und erfahrene Benutzer mit Rat und Tat zur Seite stehen.

Beachten Sie bitte auch die Garantieausschlusserklärung am Ende dieses Dokuments.

2 Was ist neu ?

Die folgende Liste beschreibt kurz die Neuerungen der einzelnen Firmware-Versionen:

2.1 Firmware 0014

- Erste Version der Merope Firmware

2.2 Firmware 0015

- **Heading Free - Modus:** Die Steuerrichtung von Nick und Roll nicht mehr an der "Vorne"-Definition fest gemacht, sondern an der Himmelsrichtung.
- **HH- Trainer** - zum Erlernen von Kunstflug
- Spezielle Funktionen im Zusammenhang mit Brushlessreglern mit SimonK Firmware
- Verbesserte Erkennung von Empfangsausfall incl. automatischem Wechsel in den ACC-Modus
- Erweiterte Telemetrieinformation für die Zusammenarbeit mit dem Plejad OSD

3 Einführung

Merope ist eine Bordelektronik für Multicopter mit 4 oder mehr Rotoren. Ein solcher Multicopter besteht aus einer geraden¹ Anzahl von Rotoren, die sich paarweise gegenläufig drehen. Auf diese Weise ist keine komplizierte herkömmliche Hubschrauber-Mechanik (wie z.B. Taumelscheibe, Paddelstange oder Anlenkungen) notwendig, da nur Elektromotoren mit direkt montierten Propellern zum Einsatz kommen. Die Bewegungen des Copters werden ausschließlich über Drehzahländerungen der Motoren gesteuert. Die Merope Bordelektronik übernimmt die Steuerung dieser Drehzahländerungen mittels eines hochwertigen 3-Achsen Drehratensensor („Gyroskop“), um den Multicopter in einer stabilen Fluglage zu halten.

3.1 Funktionsweise

Flugrichtung, Geschwindigkeit und Höhe eines Multicopters werden nur durch die Drehzahldifferenzen der einzelnen Rotoren kontrolliert. Abbildung 1, weiter unten zeigt einen Multicopter mit vier Rotoren - genannt „Quadrocopter“. Bei diesem Fluggerät drehen sich der vordere und hintere Rotor im Uhrzeigersinn und der linke und rechte Rotor entgegen dem Uhrzeigersinn. So sind, wie bei allen Multicoptern die Drehmomente aller Motoren ausgeglichen.

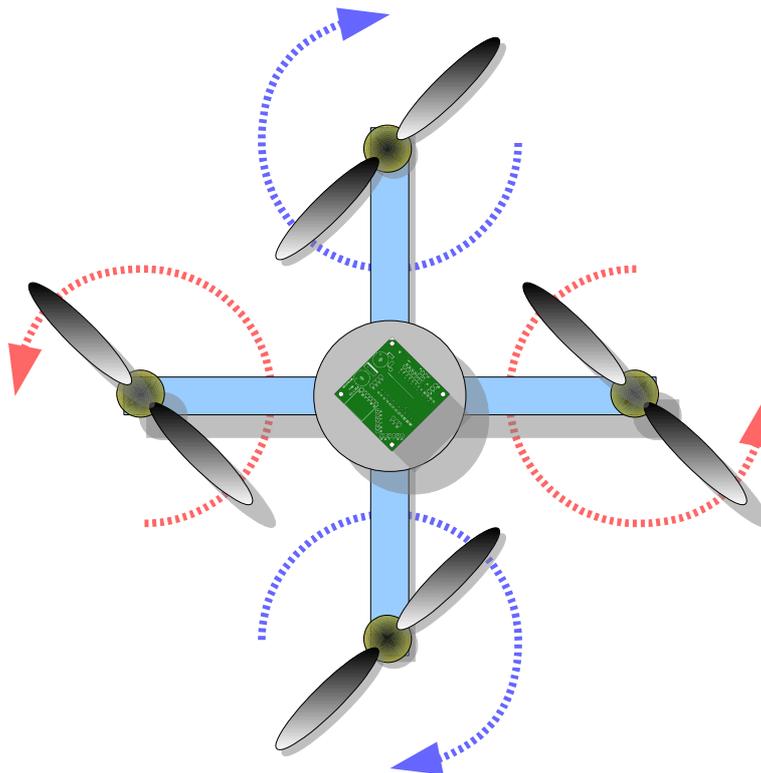


Abbildung 1: Quadrocopter

Um z.B. nach vorne zu steuern, muss der hintere Rotor schneller als der vordere drehen. Dreht der linke Rotor schneller als der rechte, so verursacht dies eine Bewegung nach rechts. Um eine Drehung um die Hochachse z.B. nach links auszuführen, werden die links drehenden Rotoren verlangsamt, und die rechts drehenden Rotoren beschleunigt, sodass die Drehmoment-Differenz sich auf den gesamten Copter

¹ Ausnahme: Tricopter (siehe dazu weiter hinten)

überträgt. Höhe und Geschwindigkeit werden gesteuert, indem alle Motoren schneller oder langsamer drehen.

Damit so ein Flugmodell überhaupt steuerbar ist, müssen die Geschwindigkeiten aller Rotoren ständig und in sehr kurzen Zeitabständen (ca. 1-2 Millisekunden) nachgeregelt werden. Die Merope Steuerelektronik misst mittels Drehratensensoren („Gyroskopen“) und Beschleunigungssensoren die Bewegungen des Modells in allen 3 Raumachsen und wirkt einem Abkippen aktiv entgegen.

Alternativ können auch andere Multicopter-Konfigurationen (z.B. mit 6, 8 oder 12 Rotoren) gesteuert werden. Siehe dazu auch Kapitel 3.3.

3.2 Features

Merope steuert sämtliche Grundfunktionen eines Multicopters und bietet auch noch einige Extras zur Ansteuerung von Erweiterungen:

- 3-Achs Lagestabilisierung mittels hochwertiger MEMS Gyrosensoren
- Automatische Lage- und Richtungsstabilisierung mittels Onboard-Beschleunigungssensor und Kompass (im Flug schaltbar)
- Anschluss für optionales GPS-Modul für teilautonomen Flug
- Integrierte Motion Processing Unit (MPU) und ein leistungsfähiger Prozessor mit 80 MHz Taktfrequenz und integriertem DSP
- Aktiver Nick-/Roll- Neigungsausgleich für Kameras
- Unterstützung für Tricopter (Gierservo-Ausgang)
- Sockel für Luftdrucksensor
- Ansteuerung von beliebig vielen Brushless-Motoren durch Unterstützung von 4 PWM Ausgängen und I²C Bus (derzeit durch die Software limitiert auf max. 8 Motoren)
- 3 Servoausgänge
- Anschluss für LCD Terminal oder OLED Display zur Parametrierung/Analyse auf dem Flugfeld
- Dekodierung des PPM Summensignals von bis zu 16 RC Kanälen
- Summer für Akkuspannungswarnung und Settingswahl

Die Platine ist bereits weitgehend in SMD-Bauweise vorbestückt und daher leicht aufzubauen.

Besonderheiten:

- Automatisches Einlernen der Fernsteuerkanäle und Ausschläge (incl. Kanal-Reverse)
- Parametrierung und Feintuning rein per Fernsteuerung möglich (keine PC-Software nötig)
- Optionales LCD-Terminal zur einfacheren Parametrierung
- Updatefähig via USB
- Serielle Telemetriefunktionen (optional via Bluetooth)
- Erweiterungen oder selbstdesignte Erweiterungsboards anschließbar via I2C Bus oder serielle Schnittstelle

3.3 Multicopter-Wissen

In diesem Kapitel werden einige wissenswerte Grundinformationen über Multicopter gegeben. Diese sollen zum besseren Verständnis beim Aufbau des Flugmodells dienen.

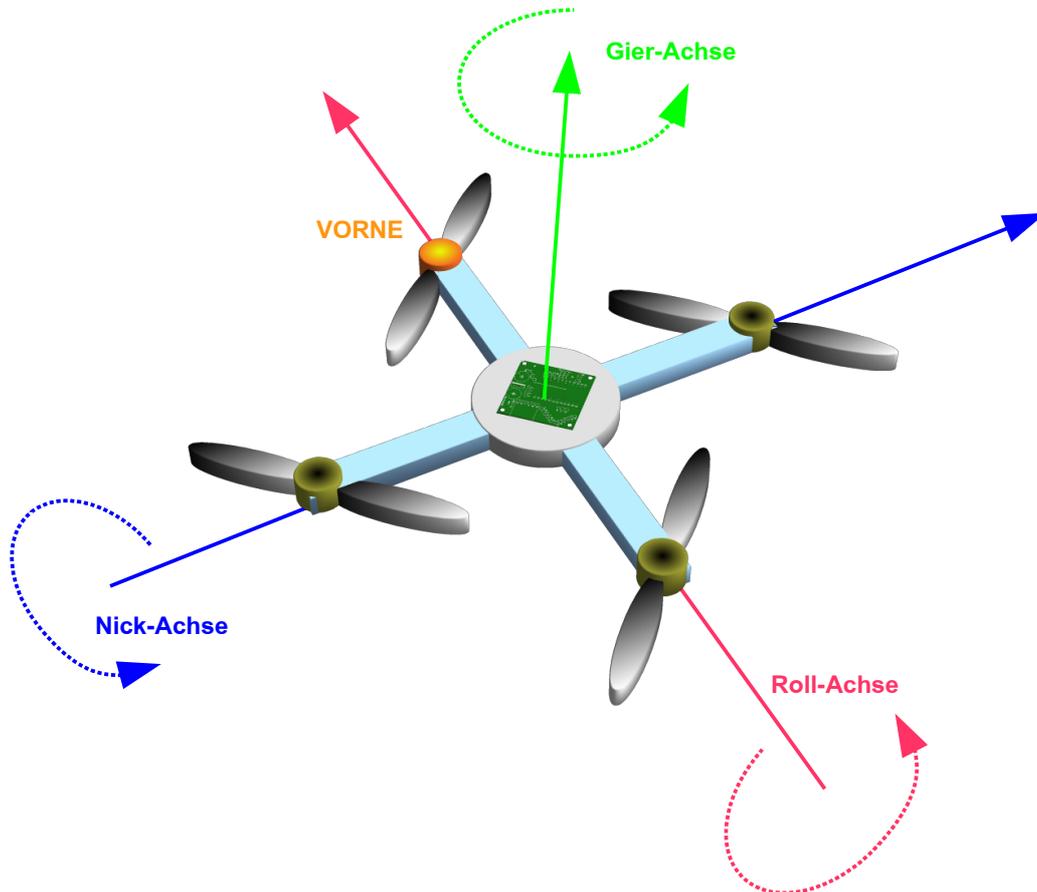


Abbildung 2: Multicopter-Achsen

Wie in Abbildung 2 dargestellt, wird ein Multicopter (so wie auch ein Hubschrauber) über Bewegungen in 3 Achsen gesteuert. Da diese Copter meist keine eindeutig erkennbare Vorderseite haben, behilft man sich mit einer optischen Markierung (z.B. rot gefärbter Front-Ausleger, LED Beleuchtung, etc.) und definiert davon ausgehend die Flugrichtung und Achsen:

- Längsachse in Flugrichtung: **Roll**
- Querachse zur Flugrichtung: **Nick**
- Hochachse: **Gier**

Zusätzlich zu Steuerbefehlen für die 3 Achsen, erhält der Multicopter noch „Gas“-Kommandos, welche die Drehzahl aller Motoren beeinflussen und somit das Fluggerät steigen oder sinken lassen.

Die Steuerung der Achsen und des Gaswertes werden vor dem ersten Flug den Knüppeln der Fernsteuerung

zugeordnet. Welcher Knüppel welche Achse kontrolliert, kann bei Merope völlig frei nach den Vorlieben und Gewohnheiten des Piloten gewählt werden. Mittels der „Nick“-Funktion kann der Copter also nach vorne und hinten geneigt werden, wodurch er auch in diese Richtung Fahrt aufnimmt. Die „Roll“-Funktion lässt den Copter nach links- oder rechts neigen und beschleunigen, während die „Gier“-Funktion ihn einfach auf der Stelle rotieren lässt.

Beim Fliegen erhält also jeder Motor erhält eine **Drehzahlvorgabe**, die sich aus dem „Gas“-Wert zuzüglich oder abzüglich des momentanen Richtungs-Kommandos für die jeweilige Achse ergibt. Würde man z.B. mit 40% Gas fliegen und dabei leicht nach links steuern, dann erhielte der linke Motor eine Drehzahlvorgabe etwas unter 40% und der rechte Motor etwas über 40%.

Dieses Beispiel ist leider ziemlich stark vereinfacht. Welche Drehzahlvorgabe jeder Motor bei einer bestimmten Gasknüppel-Stellung tatsächlich erhält, hängt in Wirklichkeit von der sogenannten **Fluglageregelung** ab, die in Merope abläuft. In die oben genannte Rechnung fließen auch noch die aktuellen Werte der **Drehratensensoren** ein, die dafür sorgen, dass der Copter in einer kontrollierbaren Fluglage bleibt und nicht einfach weg kippt.

Dabei gibt der Pilot mit den Steuerknüppeln für die 3 Achsen die **Geschwindigkeit** vor, mit der sich der Copter um eine bestimmte Achse drehen soll. Sind alle Knüppel in Neutralstellung, dann sollte sich der Copter um keine der 3 Achsen bewegen. Je stärker ein Knüppel bewegt wird, desto schneller versucht Merope das Modell zu drehen. Diese Betriebsart - die sich wie ein Modellhubschrauber verhält - nennt man „**Heading Hold**“.

Ein weiterer wichtiger Begriff, der eigentlich oben schon beschrieben wurde ist der sogenannte **Mischer**:

Er sorgt dafür, dass die gewünschten Drehungen um eine Achse auch an die richtigen Motoren gehen (also z.B. die linken und rechten Motoren für die Roll-Achse). Bei einem Multicopter mit 4 Motoren, die symmetrisch zu einem Kreuz angeordnet sind, ist das ganz einfach und funktioniert wie oben beschrieben.

Hat jedoch der Copter eine asymmetrische Form oder sehr viele Motoren, so wird der Mischer doch etwas aufwändiger. Wer mit einem Quadrocopter beginnt, den braucht das ganze nicht zu kümmern, da Merope bereits alles automatisch kann. Wer jedoch einen Copter in „Y“ oder „H“-Form bauen möchte, der kann sich mithilfe von Merope eigene Mischertabellen erstellen, die die Kraft so verteilen, dass auch bei diesen Konfigurationen alle Drehmomente ausgeglichen sind und Drehungen um die Achse wie gewünscht funktionieren.

Fertige Mischertabellen für andere Copter-Bauformen gibt es auch auf der plejad.net Homepage zum Download.

3.4 Beschleunigungssensor

Mit dem Beschleunigungssensor von Merope wird das Fliegen des Multicopters entscheidend vereinfacht.

Der Copter erkennt mit diesem Sensor seine Lage in der Luft und kann daher, wenn der Pilot den Nick- oder Roll-Knüppel in die Mittelstellung bringt, automatisch in eine horizontale Neutrallage zurückkehren. Dies ist z.B. hilfreich, wenn man in größerer Distanz die Lage des Copters nicht mehr genau einschätzen kann.

Im Gegensatz zu der im vorigen Abschnitt beschriebenen „Heading Hold“ Steuerung, bei der man mit den Knüppeln die Rotationsgeschwindigkeit um die jeweilige Achse vorgibt, wird im sogenannten „ACC Modus“ (Flug mit aktivem Beschleunigungssensor) direkt der Winkel vorgegeben, um den sich der Copter neigen

soll. Da die Knüppel irgendwann an den Anschlag gehen, sind in diesem Modus keine Loopings mehr möglich, sondern der maximale Neigungswinkel des Copters ist auf ca. 80° beschränkt.

Merope bietet daher die Möglichkeit, während des Fluges zwischen „Heading Hold“ und dem „ACC“ Modus mittels eines frei wählbaren Schalters auf der Fernsteuerung umzuschalten. So kann zwischen Kunstflug und automatischer Stabilisierung gewechselt werden. Wird mittels Schalter in den ACC-Modus gewechselt, dann dreht sich der Copter aus jeder Ausgangslage sofort in die horizontale Neutrallage. Diese Funktion kann also auch als „Rettungsanker“ während des Kunstflugs verwendet werden.

Damit der Beschleunigungssensor später die genaue Abweichung des Copters von der Neutrallage messen kann, muss diese nach dem Einbau kalibriert werden. Diese Kalibrierung muss nur ein mal gemacht werden und wird dann im EEPROM-Speicher der Merope-Platine dauerhaft abgelegt.

3.5 Kompass

Der Kompass dient dazu, den Copter am wegdrehen um die Hochachse (Gier-Achse) zu hindern und er unterstützt die GPS-Navigation. Dazu bedient er sich des Erdmagnetfelds, um seine momentane Ausrichtung festzustellen.

Wenn auf der Fernsteuerung kein Gierbefehl gegeben wird, dann hält der Kompass die "Nase" des Copters in der Richtung, in die sie nach dem letzten Gierbefehl stand (genannt „Kompass variabel“) bzw. dreht sie in die Richtung, in der der Copter beim Starten stand (genannt „Kompass fix“).

Der Kompass funktioniert nur, wenn der Copter im „ACC“-Modus fliegt.

Es gibt 2 Betriebsmodi:

- **Kompass „variabel“:** Wird kein Gierbefehl gegeben, versucht der Kompass, den Copter immer in der aktuellen Gier-Richtung zu halten. Ungesteuerte Drehungen durch Gyrodraft oder Windböen werden ausgeglichen. Das heißt, man kann ganz normal fliegen und sobald man für ca. 1 Sekunde den Gierhebel neutral stellt, behält der Copter diese Gierrichtung bei (sollte nicht langfristig wegdrehen)

Immer wenn der Kompass einen neuen Sollwert annimmt (ein paar Zehntelskunden nach einem Gierbefehl), ertönt ein Kontroll-Beep. Daran erkennt man auch schon am Boden, ob der Kompass funktioniert.

- **Kompass „fix“:** Wird kein Gierbefehl gegeben, versucht der Kompass, den Copter in die Richtung zu drehen, die dieser beim Starten der Motoren gehabt hat. Das heißt, man kann normal fliegen und sobald man für ca. 1 Sekunde den Gierhebel neutral stellt, dreht sich der Copter in die Richtung zurück, die er am Boden beim Start gehabt hat. Ideal also, um z.B. sehr weit weg zu fliegen.



Bevor mit aktivem Kompass geflogen wird, muss dieser unbedingt kalibriert werden!

3.6 Luftdrucksensor (optional)

Der optional erhältliche Luftdrucksensor für Merope dient zum automatischen Halten der aktuellen Flughöhe. Die aktuelle Flughöhe wird durch Messung des Luftdrucks (der mit zunehmender Höhe sinkt) sowie mit dem Beschleunigungssensor bestimmt.

Mittels eines frei wählbaren Schalters auf der Fernsteuerung kann die Höhenregelung im Flug ein- und ausgeschaltet werden. Ist sie eingeschaltet, kontrolliert der Pilot nicht mehr direkt mit dem Gasknüppel das Steigen oder Sinken des Copters, sondern die Steuerelektronik versucht, das Gas so zu justieren, dass die aktuelle Flughöhe gehalten wird.

Die automatische Höhenregelung funktioniert nur, wenn der Copter im „ACC“-Modus fliegt.

Es gibt 2 Betriebsmodi:

- **Höhenbegrenzung:** Die Höhenregelung funktioniert als Höhenbegrenzer. Wird der Schalter für die Höhenregelung auf „ein“ gestellt, merkt sich der Copter die momentane Flughöhe als Sollhöhe und hindert den Piloten daran, diese weiter zu überschreiten. Wenn der Copter dabei ist, über diese Höhe zu steigen, dann nimmt die Höhenregelung automatisch Gas weg.

In diesem Modus funktioniert die Höhenregelung als Gasbegrenzung. Das heißt, sie kann maximal so viel Gas geben, wie der Gasknüppel vorgibt. Man kann daher jederzeit durch einfaches zurücknehmen des Gasknüppels den Copter sinken lassen.

Drückt man den Gasknüppel nach oben, so beginnt der Copter (etwas gebremst) bis zur Sollhöhe zu steigen und nimmt dann automatisch das Gas weg, um sich dort einzupendeln.

- **Vario:** Wird der Schalter für die Höhenregelung auf „ein“ gestellt, dann kontrolliert der Gasknüppel nicht mehr direkt die Motorleistung, sondern das Sinken oder Steigen des Copters.

Ist der Gasknüppel in Mittelstellung, so versucht der Copter die aktuelle Höhe zu halten.

Drückt man den Gasknüppel nach oben, dann steigt der Copter, zieht man den Knüppel nach unten, dann sinkt der Copter. Je nach Knüppelausschlag geschieht dies schneller oder langsamer.



Niemals mit aktivem Vario-Höhenregler vom Boden abheben, sondern nur im Flug einschalten!

3.7 GPS-Modul (optional)

Mit dem optionalen GPS-Modul wird Merope um Navigationsfunktionen erweitert. Allgemein geht es darum, den Copter beim Loslassen der Steuerknüppel automatisch auf seiner aktuellen Position zu halten, bzw. ihn per Knopfdruck selbsttätig an eine bestimmte Position fliegen zu lassen.

Mittels eines frei wählbaren Schalters auf der Fernsteuerung kann die Navigationsfunktion im Flug ein- und ausgeschaltet werden. Ist sie eingeschaltet, kontrolliert die Steuerelektronik automatisch die Nick- und Rollachse, um den Copter am gewählten Punkt zu halten oder einen bestimmten Punkt anzusteuern.

Es gibt 3 Betriebsmodi, die per Schalter kontrolliert werden können:

- **GPS-Standby:** Das GPS-Modul misst ständig die Position des Copters (um diese z.B. mit einem Datenlogger aufzuzeichnen, per Bluetooth-Telemetrie zur Bodenstation zu senden, oder für On-Screen-Displays), greift aber niemals in die Steuerung ein.
- **GPS-Position Hold:** Wird der Steuerknüppel für Nick und Roll in Neutralposition gebracht, dann bremst der Copter zuerst ab und versucht die aktuelle Position automatisch zu halten. Dabei steuert Merope automatisch Nick und Roll so, dass der Copter seine aktuelle Position hält. Betätigt der Pilot den Nick oder Rollknüppel, so wird das Positionshalten beendet und der Copter kann manuell zu einem anderen Punkt gesteuert werden. Wird dort eine Zeit lang der Nick-/Roll-Knüppel nicht betätigt, hält der Copter die neue Position.
- **GPS-Coming Home:** Der Copter versucht zur "Home" Position zurückzukehren (dort wo er vom Boden abgehoben hat). Dies macht er, wenn man den Nick-/Roll-Knüppel für ca. 0.5 Sekunden in Neutralstellung hatte. Während der Coming Home-Funktion kann man jederzeit mit dem Nick-/Roll-Knüppel eingreifen und der Copter beendet das "Coming Home". Erst wenn man den Knüppel wieder in die Neutralstellung bringt, versucht er es erneut.



Vor dem ersten GPS-Flug mit dem PCC-Manager am Boden testen ob die korrekte GPS-Position erkannt wird, und die Ausrichtung des Copters (Kompass!) mit der Realität übereinstimmt!

4 Aufbau des Bausatzes

Dieses Kapitel beschreibt die notwendigen Schritte zum Aufbau und die ersten Tests des Merope-Bausatzes.

Abschnitt 4.1 beinhaltet eine Liste der im Kit enthaltenen Teile (incl. möglicher Bezugsquellen als Ersatz) und Abschnitt 4.2 beschreibt die Arbeitsschritte, die durchgeführt werden müssen.

Kits mit allen benötigten Bauteilen können unter <http://shop.plejad.net> bestellt werden.

4.1 Benötigte Komponenten

Bauteile für Merope-Board				
Anz.	Referenz	Bauteil	Hinweis	Bestellnummer
1	Board	Merope SMD vorbestückt	Das vorbestückte Board erhältlich unter http://www.plejad.net	
1	Stiftl.	Stiftleisten 1x40 polig RM 2,54	Stiftleisten für Servoanschlüsse	[C] 741146-62
1	Stiftl.	Stiftleiste 1x10 polig abgewinkelt RM 2,54	Stiftleiste für Stromversorgung, Programmieranschluss und Motor/Servoanschlüsse	[C] 741346-62
(opt)	BARO	Barometric Pressure Sensor - MS5803-01 Breakout	MEMS-Luftdrucksensor auf Breakoutboard (Einbaurichtungen und Lage beachten) erhältlich unter http://www.plejad.net	
1	IC1	DC/DC-WANDLER INNOLINE R-785.0-1.0 SIP3	Recom Schaltspannungswandler 5V 1A	[C] 154496-62
1	C4	ELKO RAD. 105°C 330µF 16V 6X11 RM2,5	ELKO Radial 1000µF 16V, Durchmesser 10mm, Rastermaß 5mm (Polung beachten)	[C] 445386-62
1	C7	ELKO RAD. 105°C 100µF 25V 6X11RM2,5	ELKO Radial 100µF 25V, Durchmesser 6mm, Rastermaß 2,5mm (Polung beachten)	[C] 445453-62
1	Summer	SIGNALGEBER AL-60SP05/HT	Signalgeber 4-7V	[C] 541347-62

Bauteile für Programmieradapter				
Anz.	Referenz	Bauteil	Hinweis	Bestellnummer
1	FTDI Basic	FTDI Basic Breakout - 5V	USB zu TTL Wandler: FTDI Basic Breakout	[S] DEV-09115
1	Buchsenl.	Arduino Stackable Header - 6 Pin	Buchsenleiste 6 polig mit langen Pins	[S] PRT-09280
1	USB Kabel	USB miniB Cable - 6 Foot	USB Anschlusskabel mini - B	[S] CAB-00598

Bauteile für LCD Terminal

Anz.	Referenz	Bauteil	Hinweis	Bestellnummer
1	LCD Modul	Serial Enabled 16x2 LCD - White on Black 5V	Seriell Ansteuerbares LCD mit 16x2 Zeichen	[S] LCD-09395
1	Buchsenl.	Arduino Stackable Header - 6 Pin	Buchsenleiste 6 polig mit langen Pins	[S] PRT-09280
1	Servo Kabel	Servo Cable - Female to Female	Servoanschlusskabel 2x Buchse	[S] ROB-09187

Legende für Bestellnummern:

[C] = Conrad Bestellnummer (www.conrad.at, www.conrad.de)

[S] = Sparkfun Bestellnummer (www.sparkfun.com)

4.2 Komplettierung der Platine

 Für diesen Abschnitt gilt: Zuerst lesen und dann löten!!!

Begonnen wird mit den **rechtwinklige** Stiftleisten für die Stromversorgung, die Motoranschlüsse und den Programmierstecker. Die Stiftleisten mit einem Cuttermesser oder einer scharfen Schere auf je einmal 2 Pins, 4 Pins und 6 Pins ablängen und wie in Abbildung 3 unten gezeigt einlöten.

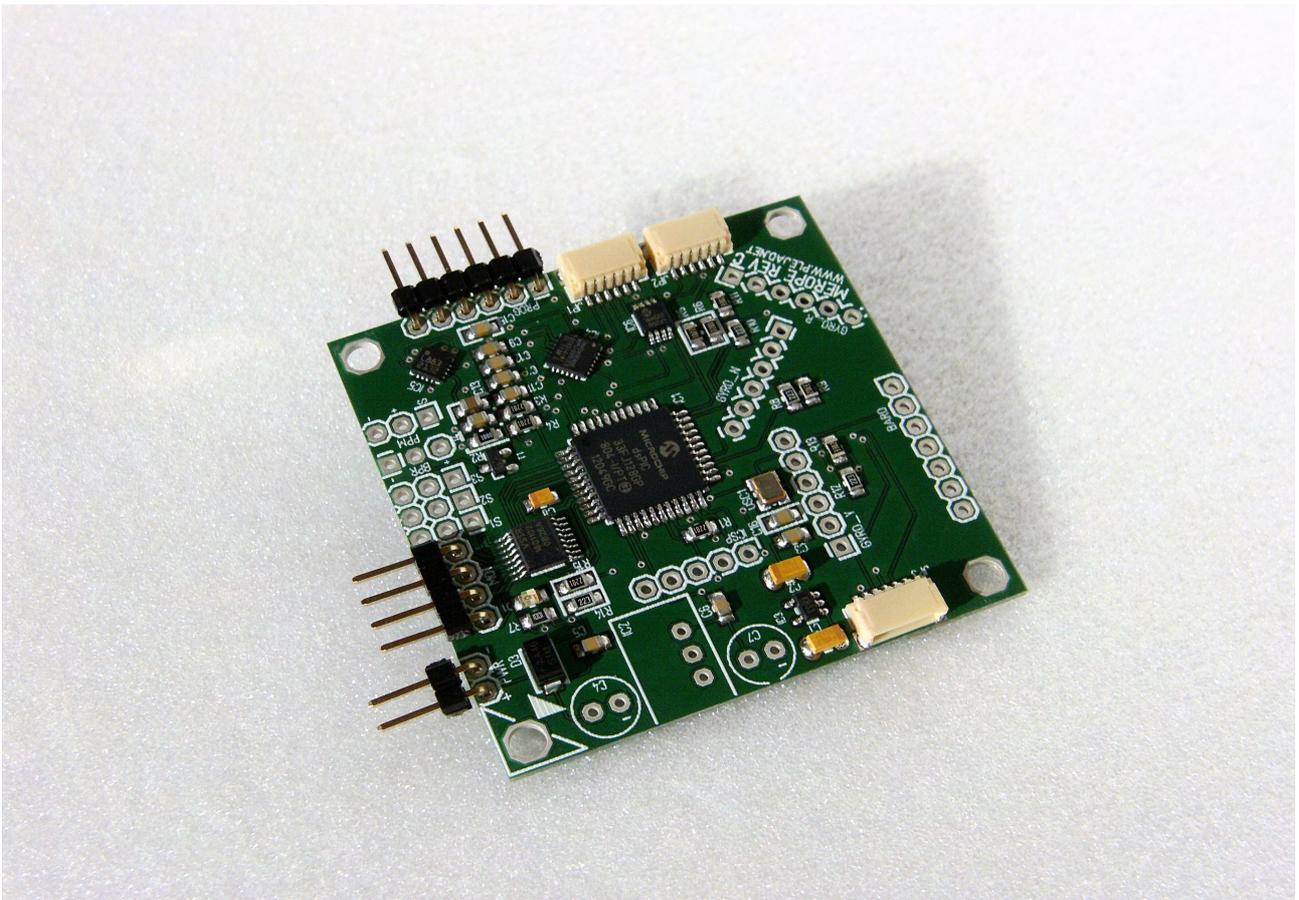


Abbildung 3: Rechtwinklige Stiftleisten anlöten

 Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass

- alle Pins der Stiftleiste verlötet sind und guten Kontakt haben

Weiter geht es mit den **geraden Stiftleisten** für die Servo-, Empfänger- und Signalgeber-Anschlüsse. Dazu werden 5 Abschnitte mit jeweils 3 Pins mit abgelängt und (wie in Abbildung 4 unten gezeigt) eingelötet.

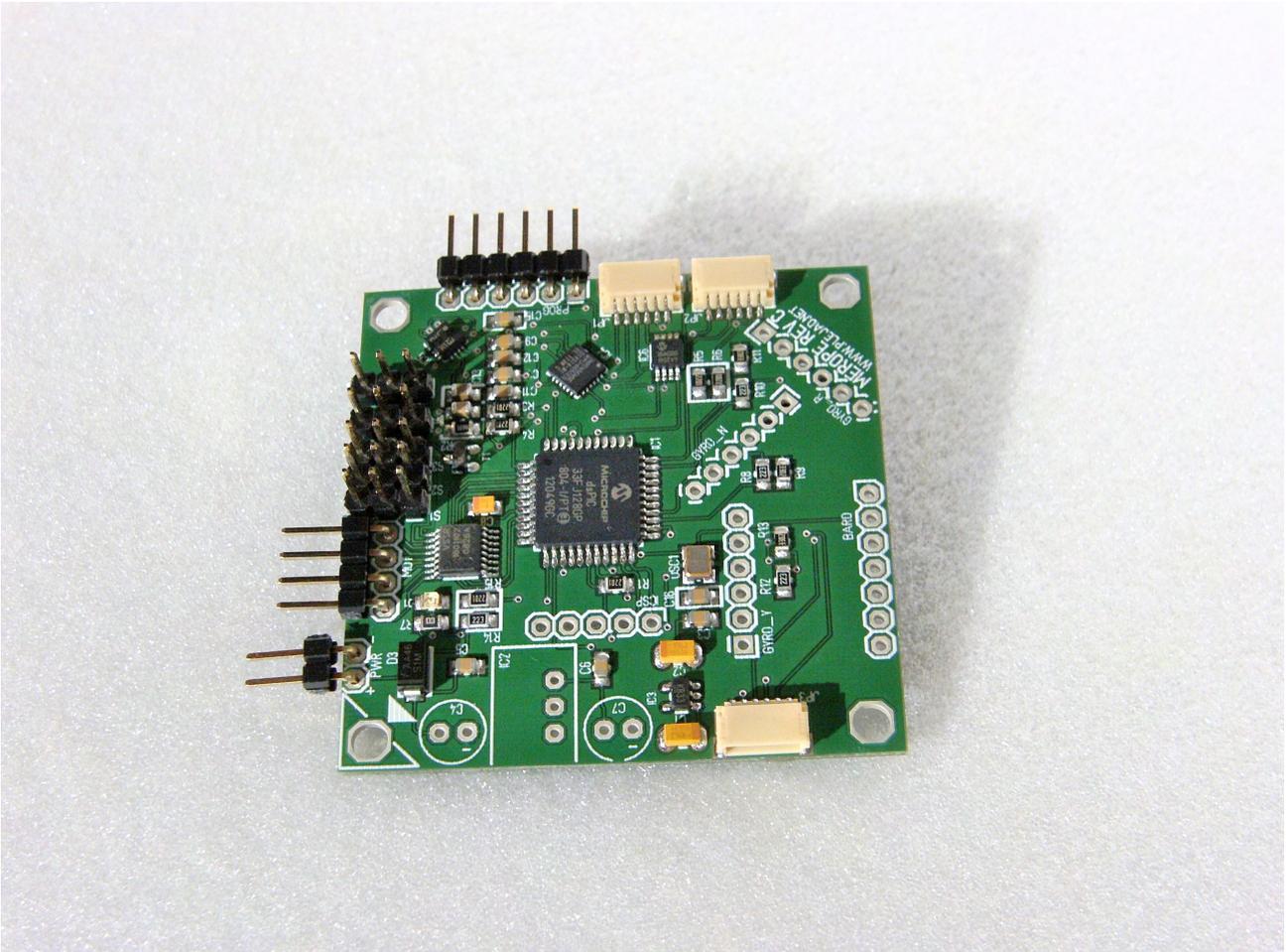


Abbildung 4: Gerade Stiftleisten anlöten



Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass

- die Stiftleisten gerade eingelötet werden, um keine Kurzschlüsse zu verursachen
- alle Pins der Stiftleiste verlötet sind und guten Kontakt haben

Weiter geht es mit der **Bestückung des Elektrolytkondensators C4 (330 uf)**.



Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass

- Elektrolytkondensatoren in der **richtigen Polarität eingebaut werden** (die Markierungen +/- auf den Kondensatoren müssen mit den Markierungen auf der Platine übereinstimmen)
- die Kondensatoren möglichst direkt auf der Platine aufsitzen, damit später nicht durch Vibrationen die Beinchen unter dem Bauteilgewicht abbrechen

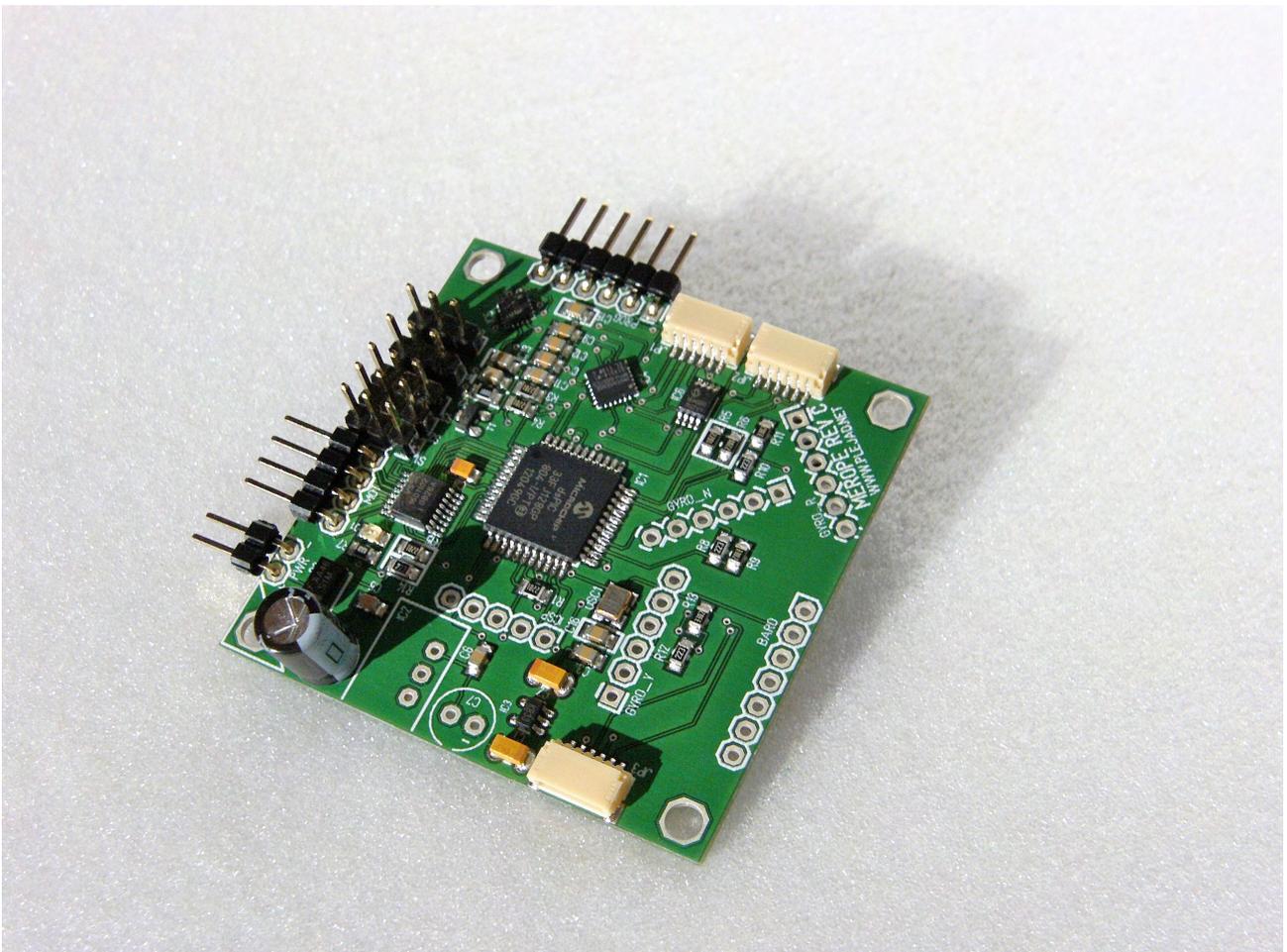


Abbildung 5: Kondensator C4

Weiter geht es mit der **Bestückung des Elektrolytkondensators C7 (100 uf)**.



Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass

- Elektrolytkondensatoren in der **richtigen Polarität eingebaut werden** (die Markierungen +/- auf den Kondensatoren müssen mit den Markierungen auf der Platine übereinstimmen)
- die Kondensatoren möglichst direkt auf der Platine aufsitzen, damit später nicht durch Vibrationen die Beinchen unter dem Bauteilgewicht abbrechen

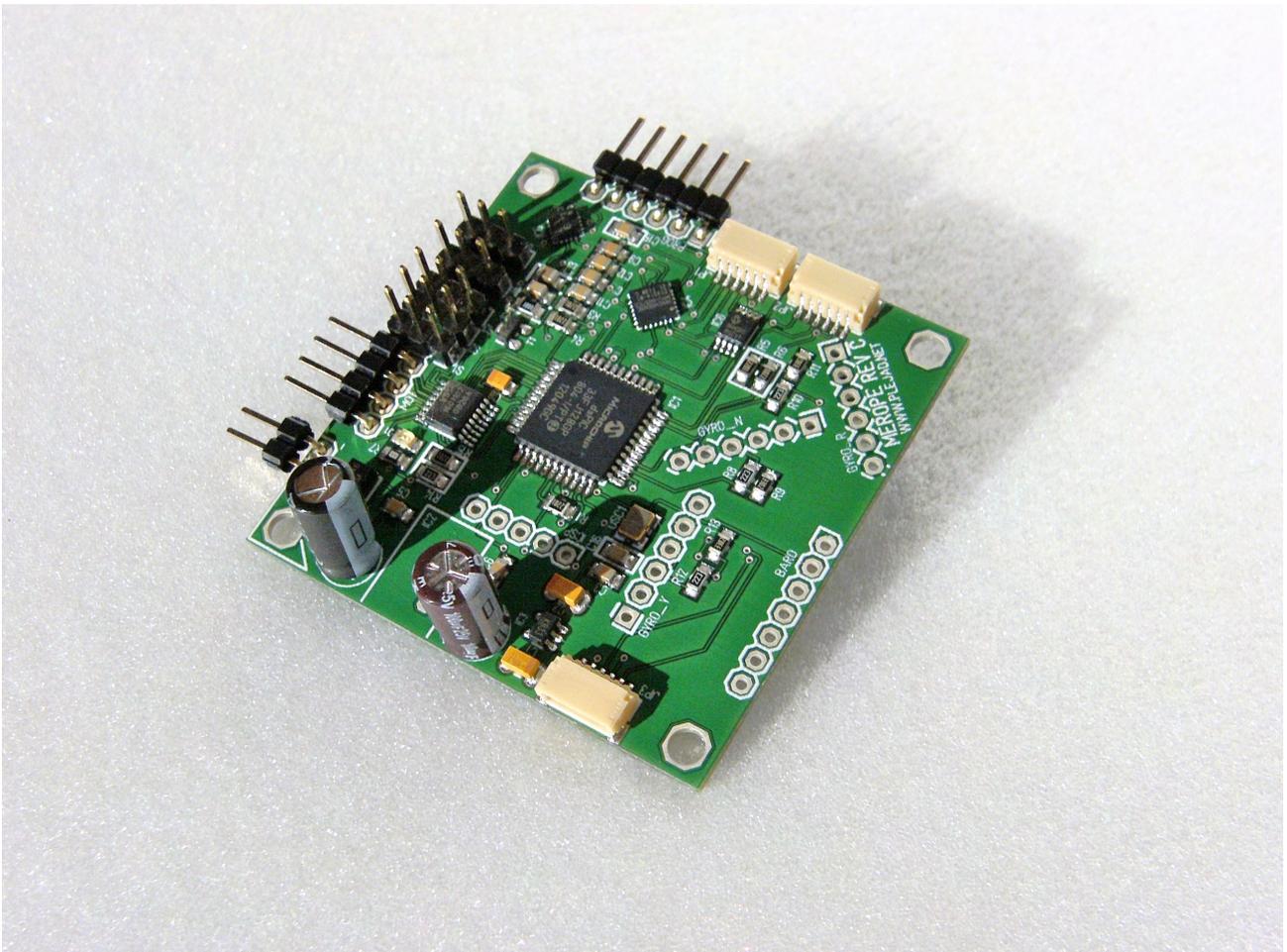


Abbildung 6: Kondensator C7

Nun wird der **Recom-Spannungswandler** verlötet (siehe Abbildung 7)



Der Spannungswandler muss entweder

- vor dem Lötten mit Uhu-Por (sparsam, keinen Kleber auf die Beinchen bringen) oder
- nach dem Lötten mit etwas Heisskleber

auf der Platine gesichert werden. Durch das Gewicht des Wandlers und Vibrationen der Motoren brechen ansonsten im Langzeitbetrieb die Beinchen des Spannungsreglers ab.



Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass

- die Beschriftung am Wandler zum Elektrolytkondensator C7 hin zeigt (siehe Abbildung 7)

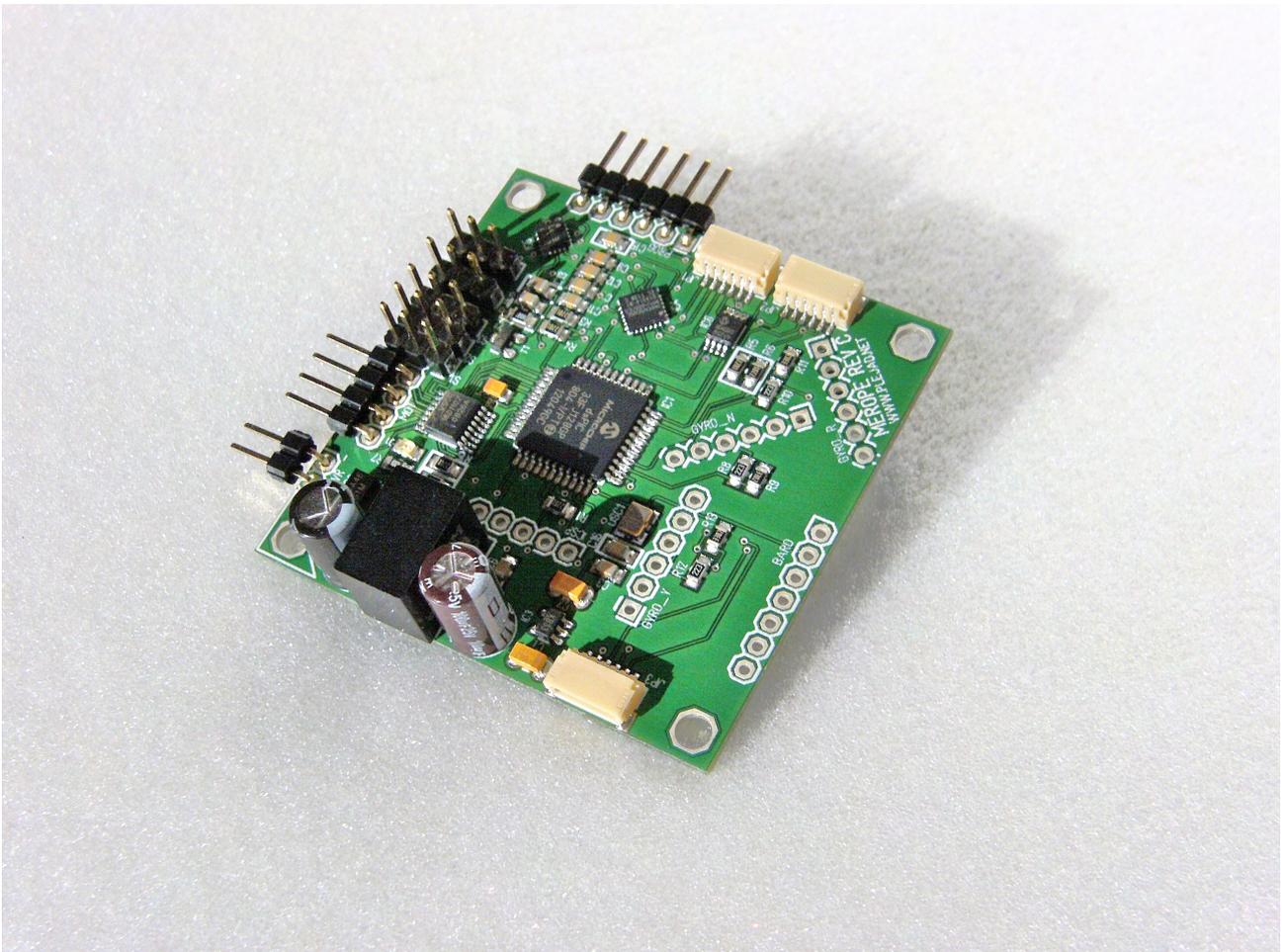


Abbildung 7: Montierter Spannungswandler

Als nächstes kann der **Signalgeber** vorbereitet werden.

Der Summer wird mit dem dünnen Servokabel am Anschluss (BP) befestigt. Er sollte später mindestens 10cm von der Platine entfernt sein, um keine magnetischen oder elektrischen Störungen zu verursachen. Am besten wird der Summer später an einem Ausleger befestigt.



Das **längere Beinchen** des Signalgebers ist die **Plus-Leitung** (an das rote Kabel anlöten) und das **kürzere Beinchen** der Masseanschluss (an das schwarze Kabel anlöten)

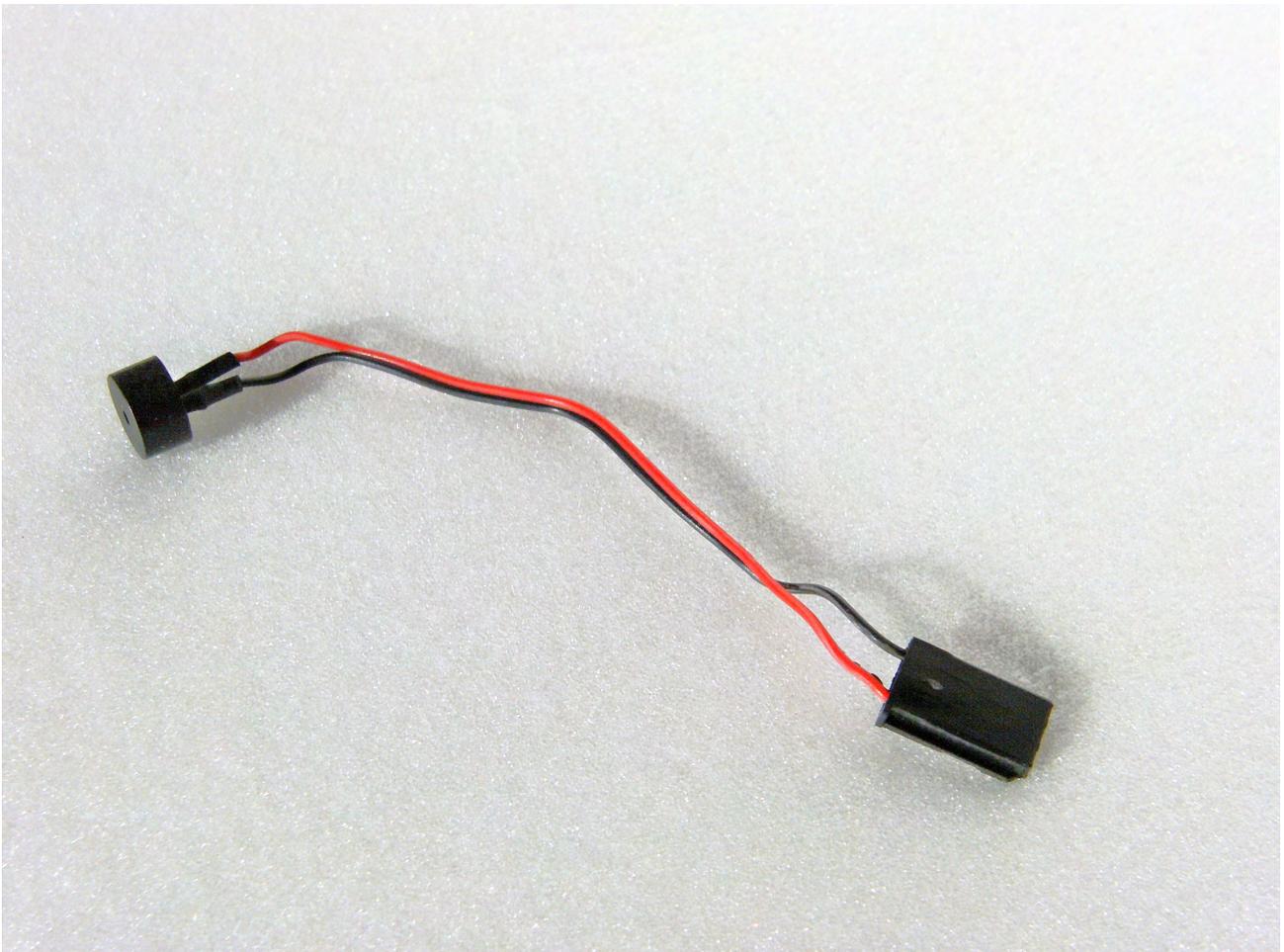


Abbildung 8: Signalgeber



Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass

- der Summer mit der richtigen Polarität angeschlossen wird. „+“ des Summers muss an das innere Pad angeschlossen werden und „-“ an das Pad am Platinenrand. Der mittlere Pin des Signalgeber-Anschlusses ist nicht belegt und bleibt frei.

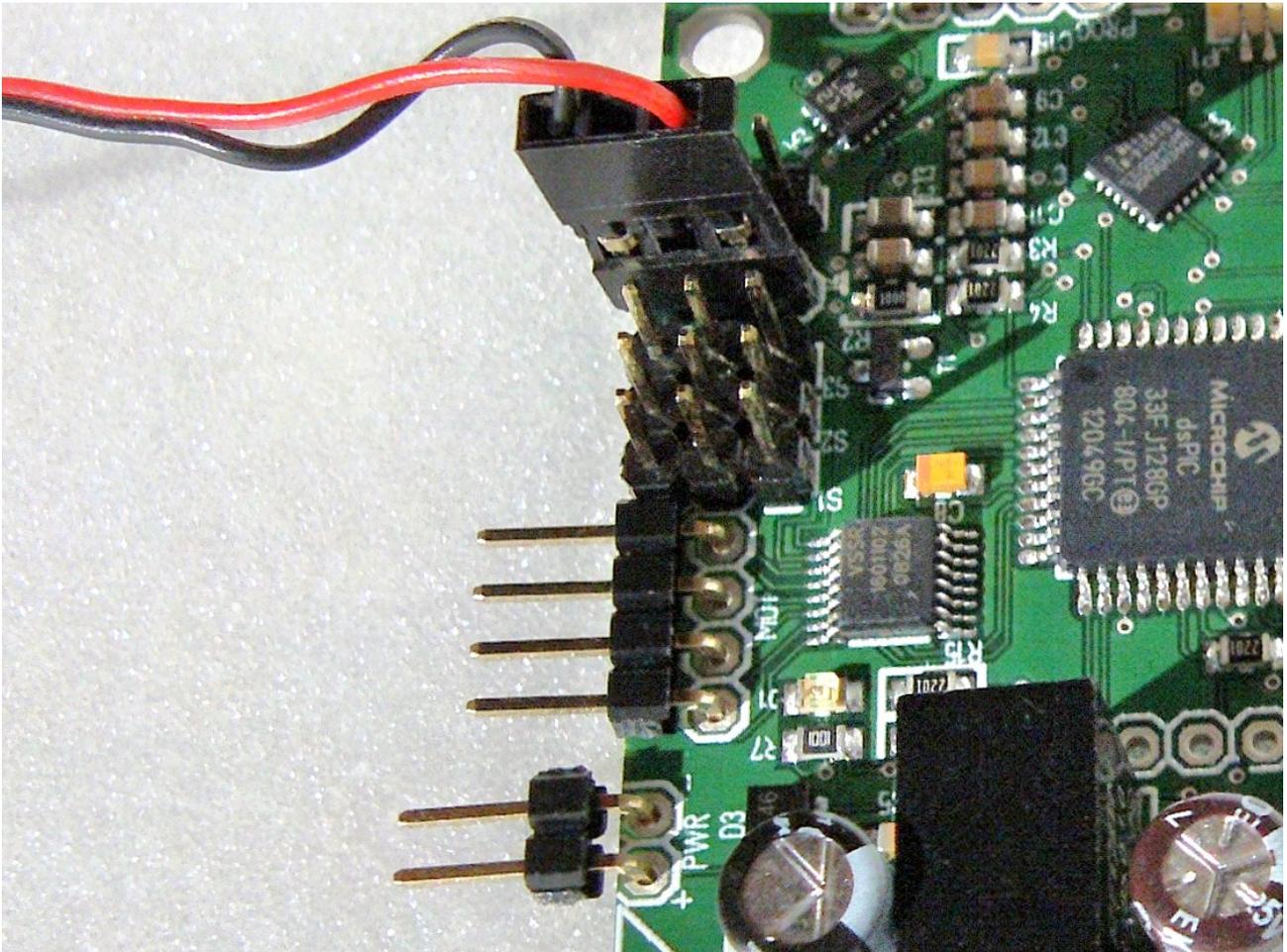


Abbildung 9: Anschluss des Signalgebers

Das Ergebnis sollte so aussehen, wie auf dem obigen Bild.

Die **Spannungsversorgungsleitung** (max. wird mit einem Servostecker am Anschluss „PWR“ „+ -“ in der Ecke mit dem weißen Pfeil angesteckt.

Die verwendeten Kabel sollten für eine **Stromstärke von 1A ausgelegt sein** (in der Regel genügen dünne Servokabel).

Es empfiehlt sich, die Spannungsversorgung steckbar zu machen, um die Platine leicht auch in anderen Coptern verwenden zu können.

Damit ist die Platine fertig gestellt!

4.3 Bestückung der Luftdrucksensors (optional)

Das Breakoutboard mit dem Luftdrucksensor wird mit einer geraden Stiftleiste vorbereitet:

Die beiliegenden Stiftleisten werden passend abgelängt (auf 7 Pins) und dann an das Luftdrucksensor-Breakoutboard (Unterseite) angelötet.

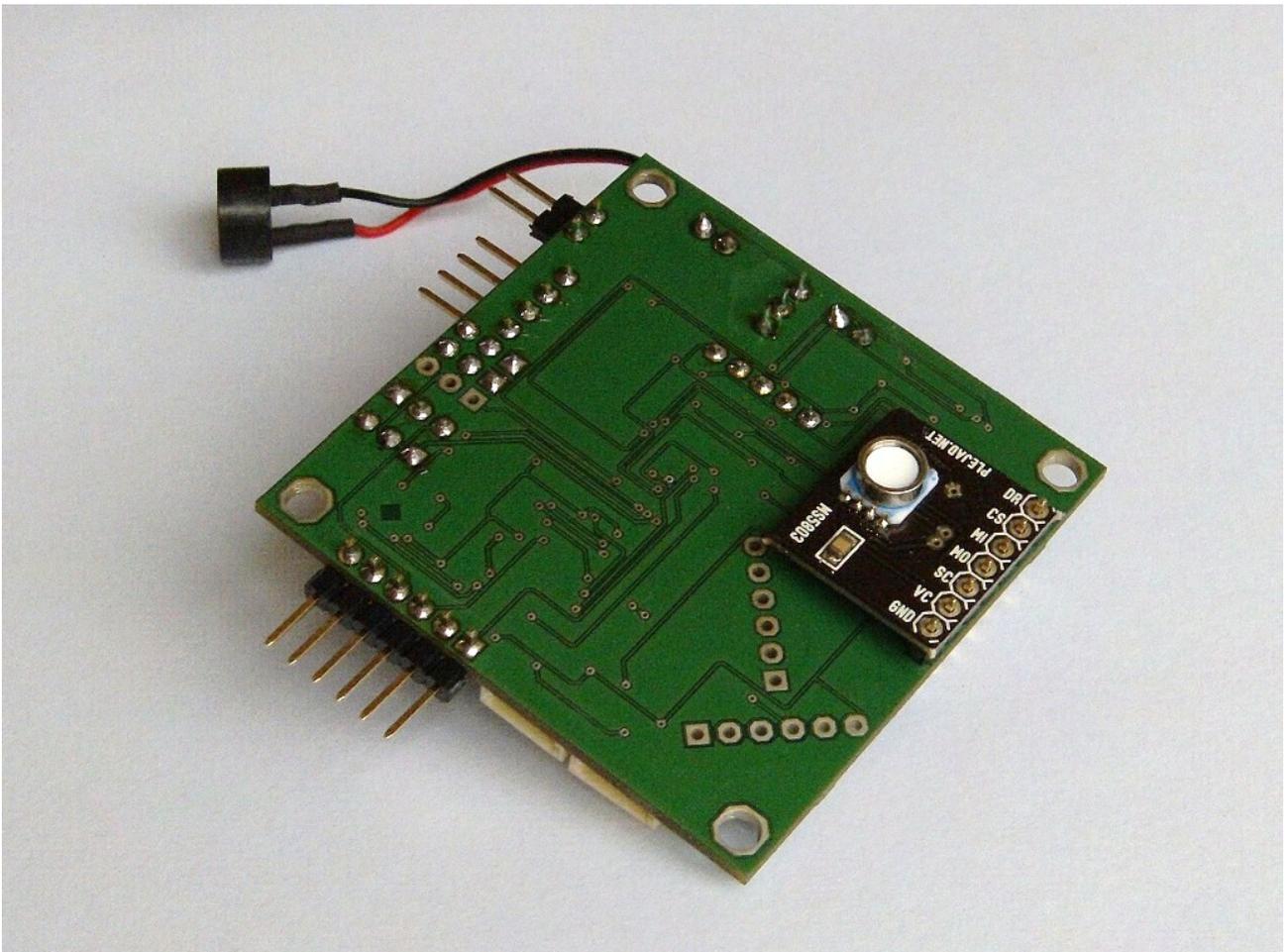


Abbildung 10: Bestückung des Luftdrucksensors

Das Breakoutboard wird nun wie in der obigen Abbildung gezeigt, auf der Platine in die vorgesehenen Lötäugen (Anschluss: „BARO“) eingelötet.

Ist alles korrekt verlötet, dann wird der Luftdrucksensor von der Merope-Firmware automatisch erkannt.

4.4 Kontrolle der Bestückung

Nach der Bestückung der Platine sollte diese optisch genau auf etwaige Fehler untersucht werden.

Hierzu gehören unter anderem:

- Kurzschlüsse durch Lötzinn-Kleckse oder sich ungewollt berührende Bauteile
- Kalte oder unzureichende Lötstellen an Stift- oder Buchsenleisten

4.5 Elektrischer Test

Bevor die Platine an einen LiPo (oder ähnlichen) Akku angeschlossen wird, muss aus Sicherheitsgründen unbedingt ein erster elektrischer Test an einem Netzgerät erfolgen.



Aus Sicherheitsgründen muss dies an einem (optimalerweise geregelten und kurzschlussfesten) Labornetzteil erfolgen. Auch ein Steckernetzteil mit einer Spannung von 12V ist verwendbar, sollte aber keine zu hohen Ausgangsströme ($<$ rund 150 mA) erlauben.



Die Platine muss für diesen Test mit einer Spannung von ca. 12V (max. 16V) versorgt werden.

Es sollten nun folgende Spannungen mit einem Multimeter gegen Masse gemessen werden:

5V-Versorgung:

Dies gemessene Spannung sollte zwischen 4.9 und 5.2V liegen!

- An den „+“ Anschlüssen des Empfängersteckers und der Servostecker



Liegen andere Spannungen an den Messpunkten an, darf die Platine auf keinen Fall in Betrieb genommen werden, und muss noch einmal überprüft werden!!

4.6 Vorbereiten des FTDI Breakout Boards

Das FTDI Breakout Board stellt die Verbindung zwischen einem PC und dem Merope Board her. Dies wird benötigt, um neue Firmware einzuspielen bzw. um Merope vom Computer aus zu konfigurieren.

In diesem Kapitel geht es um die notwendige Vorbereitung des Breakout Boards zum Einsatz mit Merope.

Der FTDI-Adapter darf ohne die unten stehenden Schritte nicht direkt an Merope angesteckt werden! Die Platine und der Computer können sonst beschädigt werden!

Zum Anschluss an Merope muss ein Zwischenstecker angefertigt werden, bei dem der 5V Pin entfernt wurde (siehe Abbildung 11). Dazu wird so wie in der Abbildung bei einer der 6-Poligen Buchsenleisten der 3. Pin restlos entfernt und die Buchsenleiste in das Breakout Board eingesteckt.

Der Grund für diese Modifikation ist, dass dieser Pin des Breakout Boards dazu gedacht ist, Boards direkt über den USB Anschluss mit Strom zu versorgen. Da Merope bereits vom Copter mit Strom versorgt wird, würde dies mit der Stromversorgung des Copters kollidieren und eventuell beide Geräte beschädigen.

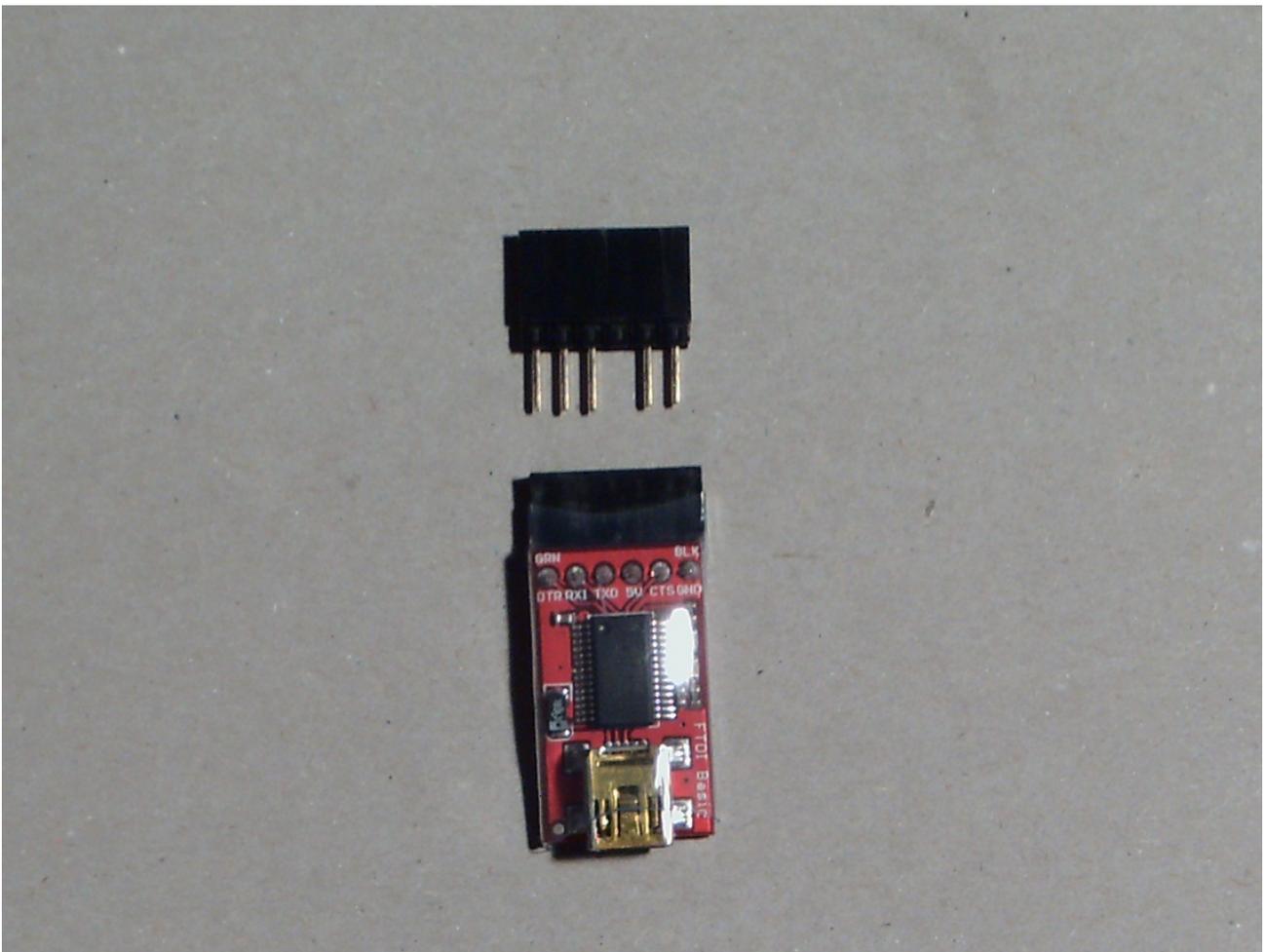


Abbildung 11: Zwischenstecker anfertigen

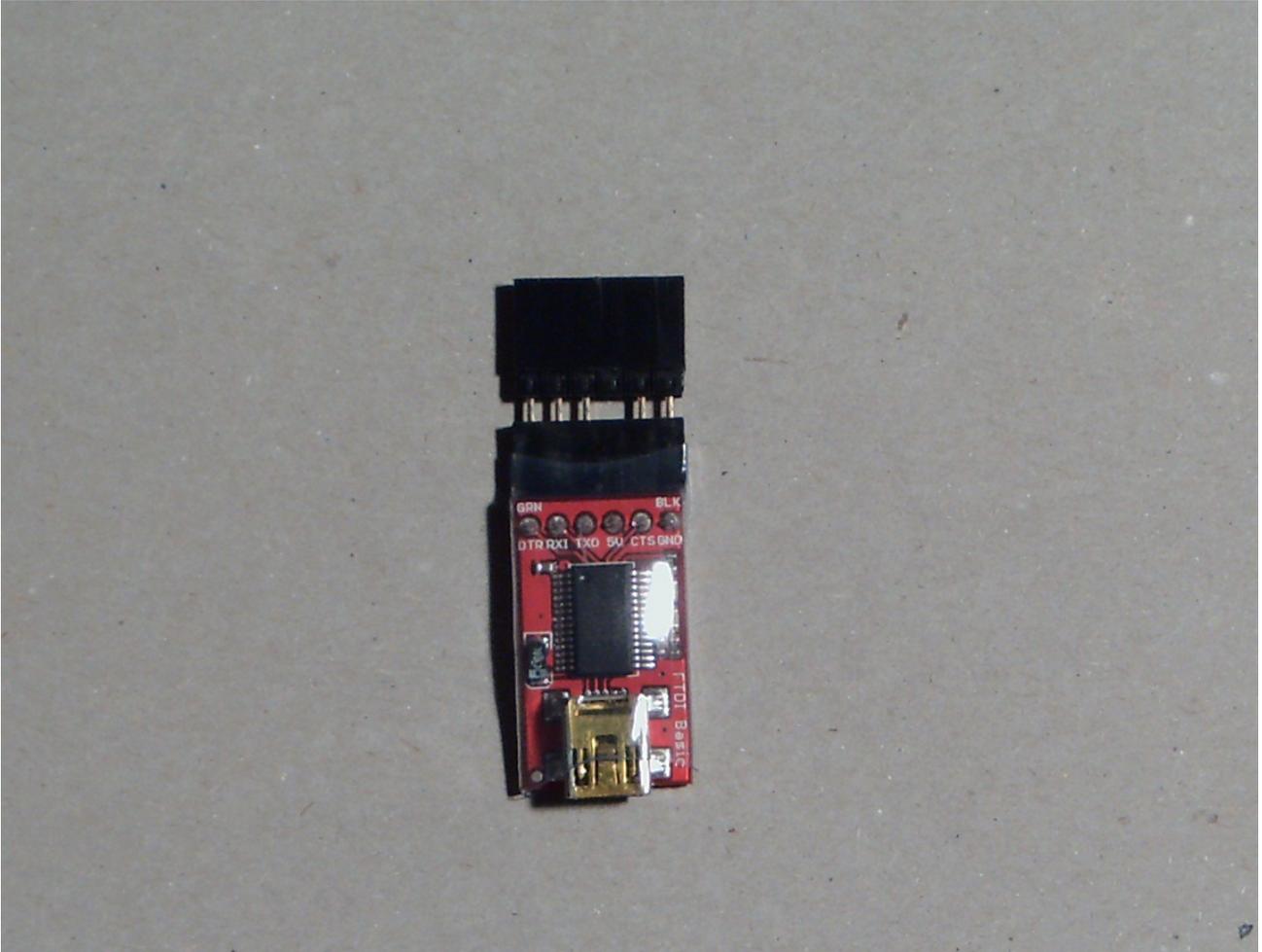


Abbildung 12: Zwischenstecker einsetzen

Zum Schluss kann der Zwischenstecker noch mittels Schrumpfschlauch fixiert werden, um einen sicheren Halt zu haben und auch optisch ansprechender zu wirken.

Ein Beispiel dafür, wie dies aussehen könnte zeigt Abbildung 13 weiter unten.

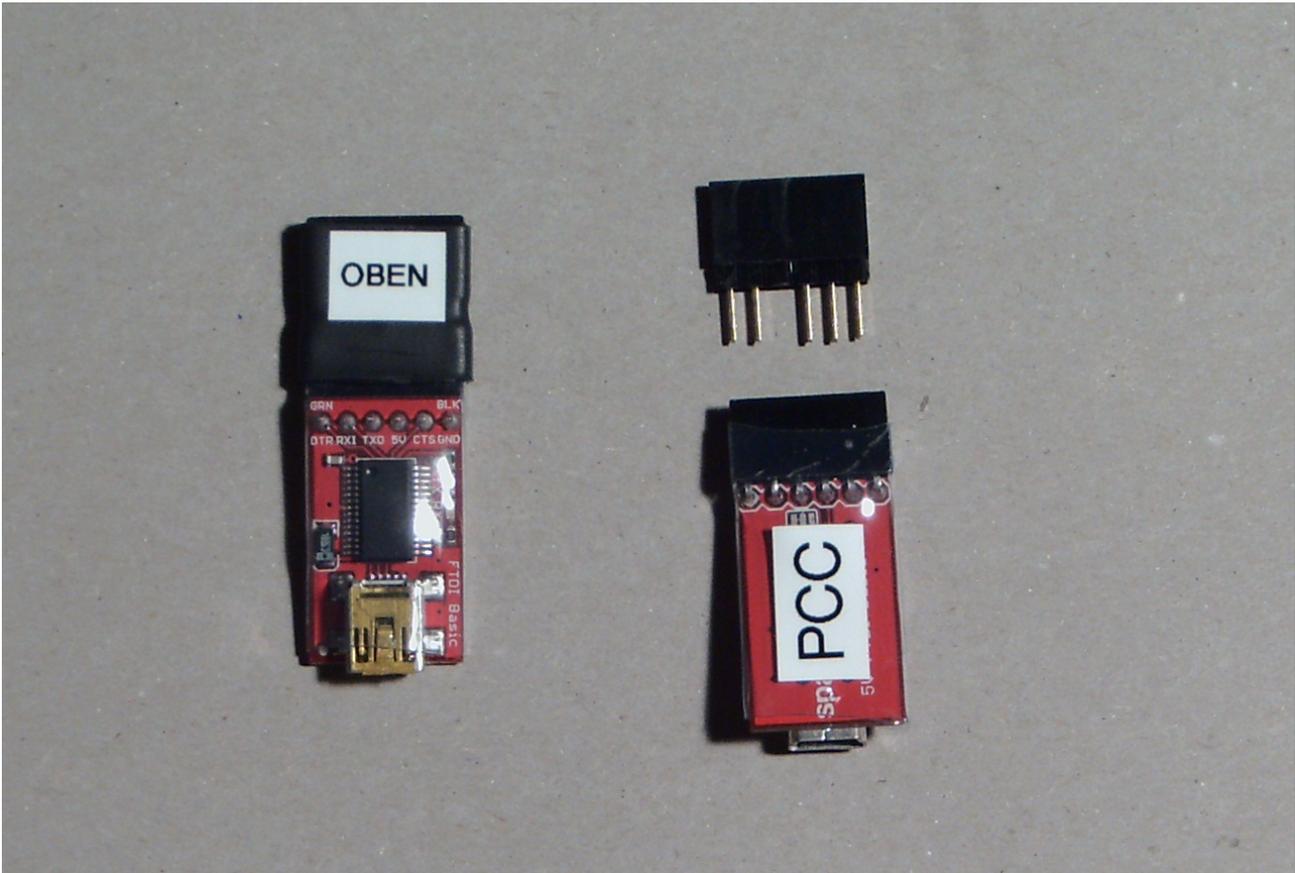


Abbildung 13: Einschumpfen

4.7 Aufbau des LCD Terminals

Dieser Abschnitt beschreibt den Aufbau des LCD Terminals. Das LCD Terminal hat folgende Funktionen:

- Einstellen der Flugparameter und anderer Einstellungen ohne dass dafür ein PC nötig ist
- Diagnose des Copters bei Fehlfunktionen
- Anzeige der aktuellen Sensordaten

Das verwendete LCD Terminal von Sparkfun ist ein fertiges Gerät mit serieller (TTL-Level) Schnittstelle. Es stellt Zeichen und Texte dar, die vom Copter an der seriellen Schnittstelle ausgegeben werden.

Diese serielle Schnittstelle steht am Anschluss „PROG“ des Merope Boards zur Verfügung. Abbildung 14 unten zeigt, wie der Anschluss-Stecker zwischen Arduino und dem LCD Terminal hergestellt wird. Dazu benötigt man ein dreidriges Servoanschlusskabel und eine 6-polige einreihige Buchsenleiste.

Die Anschlussbelegung des Kabels ist wie folgt:

- Gelb/Weiß: Datenleitung
- Braun/Schwarz: Masse
- Rot: 5V Versorgung

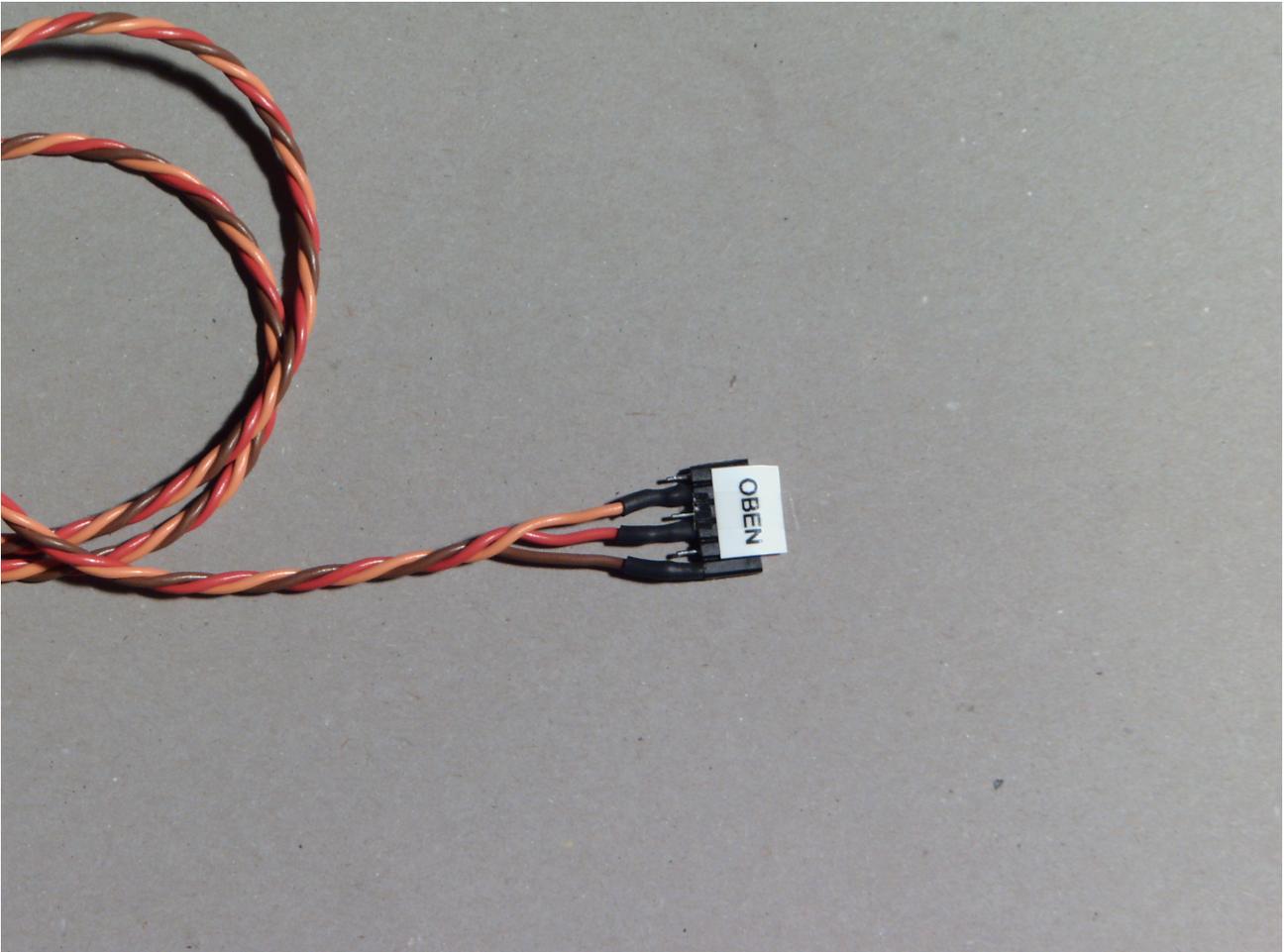


Abbildung 14: LCD Terminal Anschlusskabel

Die drei Adern des Kabels werden (wie in der Abbildung gezeigt) an der Buchsenleiste angelötet:

- Gelb/Weiß (Signal): 2. Pin von links
- Rot (5V): 4. Pin von links
- Braun/Schwarz (Masse): Pin ganz rechts

Die in der Abbildung gezeigte Ausrichtung des Steckers (Beschriftung „Oben“) ist auch die Einsteckrichtung an das Merope Board. Es empfiehlt sich, die Oberseite des Steckers zu beschriften, damit in der Hektik des Flugfeldes das LCD Terminal nicht falsch herum angesteckt wird.

Die an den Pins angelöteten Kabel müssen mit Schrumpfschlauch gegen Kurzschlüsse gesichert werden.

Nun wird das Anschlusskabel an das LCD-Terminal angelötet.

Abbildung 15 (unten) zeigt die Lötäugen/Pads am Terminal, wo die Kabel angelötet werden müssen.



Alternativ können diese an den Lötäugen RX (Gelb/Weiss), GND (Braun/Schwarz) und VDD (Rot) an der Schmalseite des Displays angelötet werden. Diese Lötäugen sind jedoch wesentlich kleiner und daher unpraktisch, wenn etwas dickere Servokabel verwendet werden.

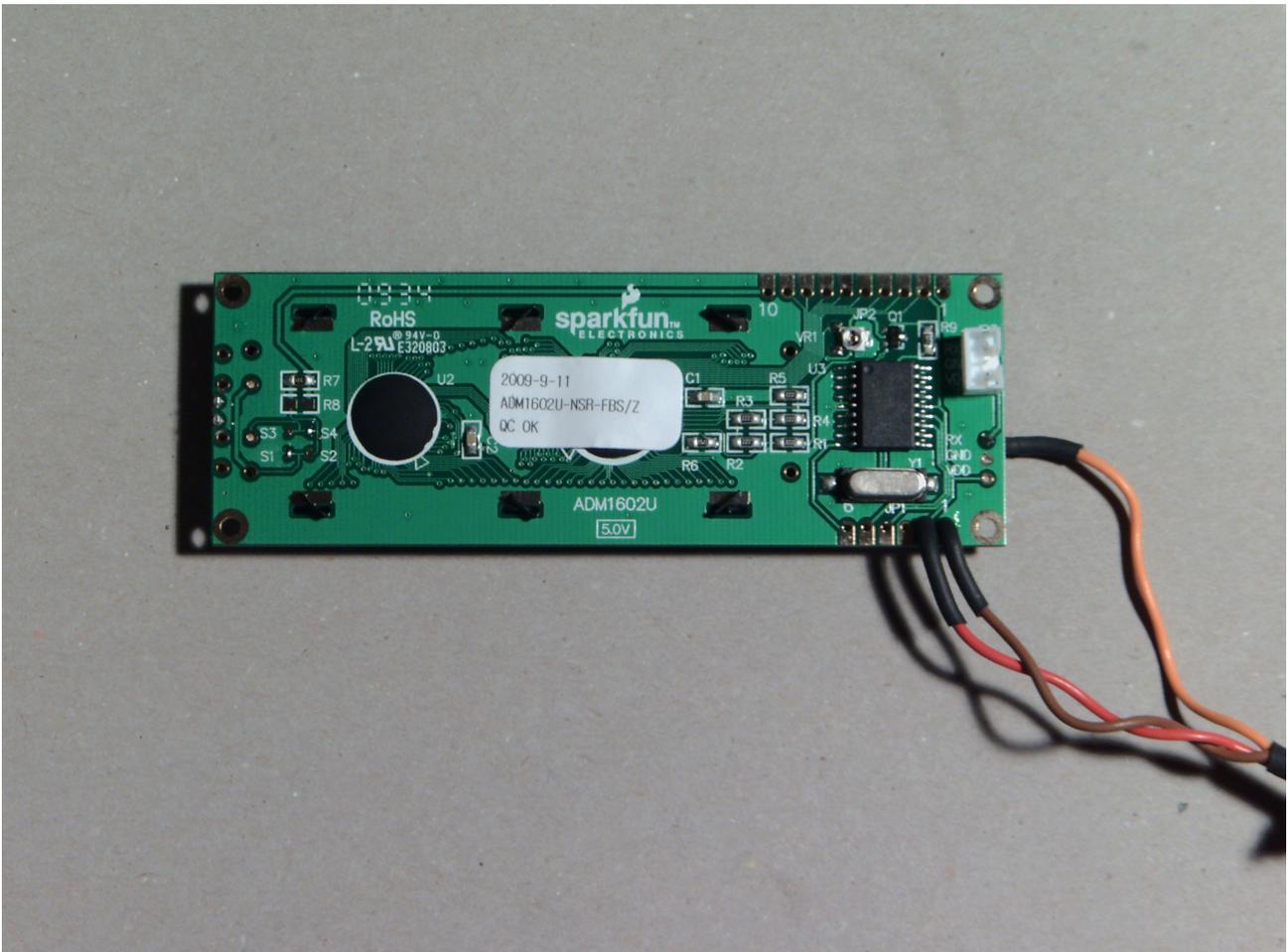


Abbildung 15: Anschluss des LCD Terminals

Zum Schluss wird der Anschluss-Stecker des LCD Terminals komplett eingeschrumpft, damit beim Ein- und Ausstecken die Adern des Servokabels ordentlich zugentlastet sind.

Abbildung 16 zeigt einen Vorschlag, wie dies sauber gemacht werden kann.

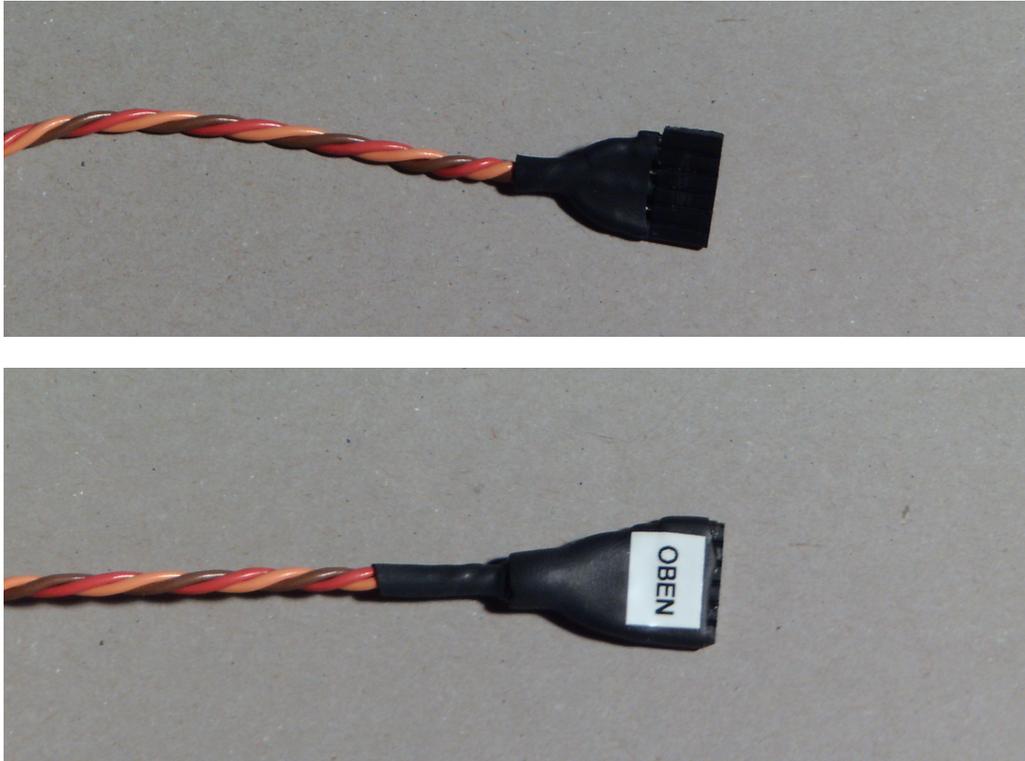


Abbildung 16: Einschrumpfen des Steckers

Es empfiehlt sich für den „harten Outdoor-Einsatz“ das LCD in ein Gehäuse einzubauen. Ein Beispiel, wie dies aussehen könnte zeigt Abbildung 12.



Abbildung 17: LCD Terminal Gehäuse

4.8 Wichtige Tipps zum Beschleunigungssensor

Beschleunigungssensoren sind noch empfindlicher gegen Vibrationen als Gyro-Sensoren. Beim Zusammenbau des Copters gelten daher umso mehr die folgenden Grundsätze:

- **Merope muss unbedingt mit Gummi-Schwingungsdämpfern auf dem Copter montiert werden. Dies ist der wichtigste Punkt überhaupt. Wird das Board starr mit dem Rahmen verbunden, führt dies zu äußerst schlechtem Flugverhalten!**
- Laufruhige Brushlessmotoren verwenden
- Propeller wuchten
- Kabel von und zu Merope dürfen nicht straff gespannt oder sehr dick/starr sein, damit durch sie keine Motorvibrationen auf die Platine übertragen werden.
- Das Breakout-Board mit dem Beschleunigungssensor darf nicht Teile des Rahmens berühren.

4.9 Installation der PC-Software

Um die Erstinbetriebnahme von Merope zu erleichtern, und um zu prüfen ob alles korrekt funktioniert, wird die PC-Software „PCC-Manager“ verwendet. Später können damit auch alle Einstellungen des Boards komfortabel verändert werden, sowie Telemetrie und GPS-Informationen dargestellt werden.

Der nächste Schritt ist also, den „PCC Manager“ auf dem Computer zu installieren. Dazu lädt man sich vom Downloadbereich der Plejad Copter Homepage das Paket „PCCManagerXXX.zip“ herunter und entpackt es in einem Ordner auf der Festplatte.

Nun werden folgende Schritte durchgeführt:

1. Installieren Sie die Treiber für das FTDI Breakout Board indem Sie die Datei CDM20600.exe in dem zuvor entpackten Ordner (Unterordner 3rdparty) doppelklicken (**Das Breakout- Board dabei noch nicht an den PC anschließen!**).
2. Nachdem das Treiber- Installationsprogramm beendet ist, wird das Breakout Board an einen freien USB- Anschluss angeschlossen. Windows sollte das neue Gerät erfolgreich erkennen, und einen neuen "USB Serial Port" im Gerätemanager anzeigen.
3. Im Gerätemanager suchen Sie nach der vergebenen „COM (X)“ Belegung, und notieren Sie diese.
4. Starten Sie die Installation des PCC-Managers, indem Sie die Datei setup.msi in dem zuvor entpackten Ordner doppelklicken. Sollte das Installationsprogramm anzeigen, dass das .NET Framework 3.5 SP1 nicht installiert ist, den .NET Framework Installer (dotnetfx35setup) im Unterordner 3rdparty starten und anschließend nochmals setup.msi doppelklicken.
5. Das Programm findet sich im Startmenü jetzt unter "PCC Manager"

Die PCC-Manager Software ist nun auf dem Computer installiert.

4.10 Einspielen der Firmware

Die Firmware ist das Programm, welches auf dem Mikroprozessor von Merope abläuft, um die Steuerung des Copters zu übernehmen. Von Zeit zu Zeit gibt es neue Versionen („Updates“) der Firmware, die neue Funktionen oder Fehlerbehebungen beinhalten. Solche Updates können von der Plejad Copter Homepage heruntergeladen werden und mit nachfolgender Prozedur auf den Mikroprozessor von Merope eingespielt werden.



Merope wird bereits mit der jeweils aktuellsten Firmware ausgeliefert. Bei der Erstinbetriebnahme muss daher keine Firmware ausgespielt werden und Sie können dieses Kapitel überspringen!
Dies ist nur notwendig, wenn die Firmware von Merope auf den neuesten Stand gebracht werden soll.

Für das Update wird das FTDI Basic Breakout Board verwendet.

Der PCC-Manager wird verwendet, um die Firmware auf Merope zu übertragen. Dazu führen Sie bitte die nachfolgenden Schritte durch:

1. Laden Sie aus dem Downloadbereich der Plejad Copter-Homepage die neueste Merope-Firmware herunter. Diese Dateien heißen „MER_****.pcu“, wobei „****“ für die jeweilige fortlaufende Versionsnummer steht.
2. Starten Sie den PCC-Manager auf ihrem Computer

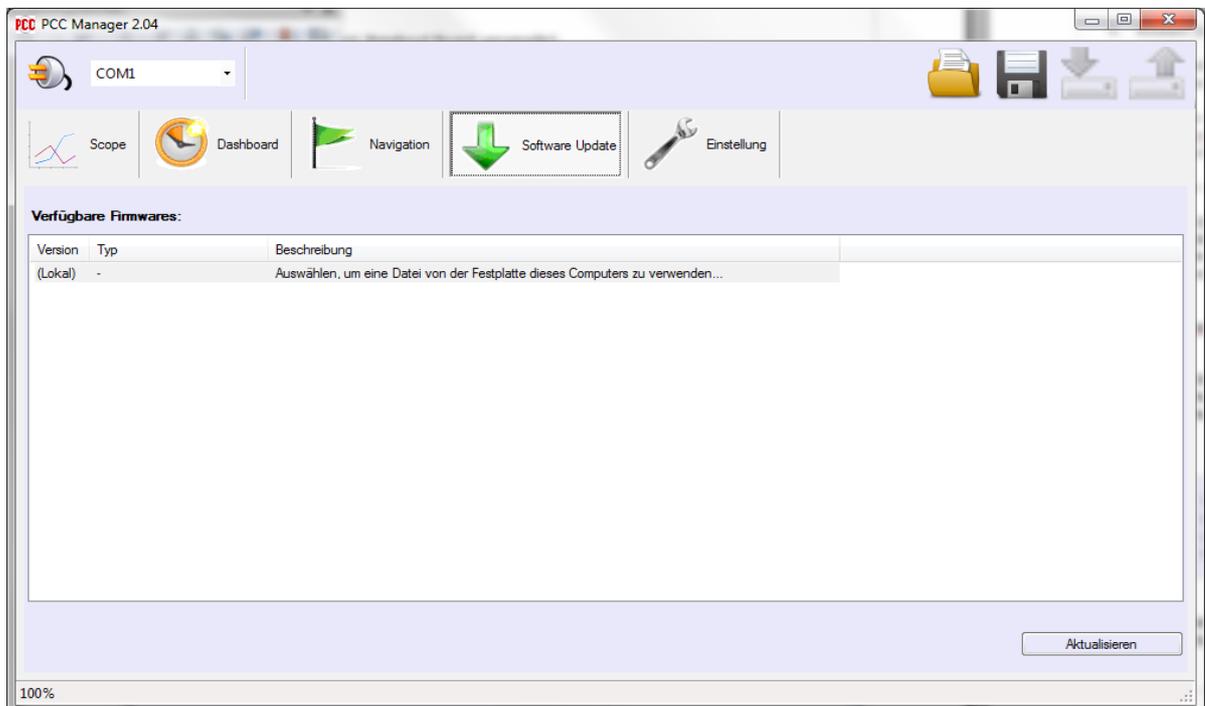


Abbildung 18: PCC Manager

3. In dem nun erscheinenden Programmfenster, stellen Sie links oben den COM-Port des FTDI Breakout Boards ein (COMx), der zuvor notiert wurde.
4. Falls Merope noch nicht in einen Copter eingebaut ist (wie z.B. bei der Erst-Inbetriebnahme), versorgen Sie diese jetzt mit Strom. **Das FTDI Breakout Board noch nicht an die Platine anstecken!** Lesen Sie jetzt bei Schritt 7 weiter.

Falls die Platine in einem Copter eingebaut ist, **entfernen Sie nun die Propeller vom Copter**, und **schalten Sie Ihre Fernsteuerung ein**, damit der Copter keine fehlerhaften Steuerbefehle erhalten kann. **Das FTDI Breakout Board noch nicht an die Platine anstecken!**
5. Nun klemmen Sie den Akku am Copter an (Achtung!!! Die Motoren können dabei kurz anlaufen - bitte denken Sie auch am Schreibtisch daran!!!) oder versorgen die Platine extern mit 12-16V. Falls Die Motoren angelaufen sind, warten Sie, bis diese zum Stillstand gekommen sind.
6. Stecken Sie nun das bereits am PC angeschlossene FTDI Breakout- Board, mit dem angefertigten Zwischenstück an den Copter an.
7. Klicken Sie auf die Karteikarte „Software Update“
8. Wählen Sie in der Liste den Eintrag „Auswählen, um eine Datei von der Festplatte dieses Computers zu verwenden“
9. Klicken Sie auf „Aktualisieren“
10. Es erscheint ein Dateiauswahl-Dialog, in dem Sie die zuvor heruntergeladene MER_****.pcu Datei auswählen müssen.
11. Nachdem Sie auf „Öffnen“ geklickt haben, erscheint eine Fortschrittsanzeige für den Updatevorgang. Am Ende des Updates erscheint eine Meldung, ob das Update funktioniert hat (grün), oder ob es fehlgeschlagen ist (rot).
12. Entfernen Sie das FTDI Breakout Board vom Copter und klemmen Sie den Akku ab.
13. War das Einspielen der Software erfolgreich, dann können Sie nun wie weiter unten beschrieben, die Erstinbetriebnahme der Platine durchführen.



Während des Updates muss Merope mit Strom versorgt werden. Den Copter einschalten (oder die Platine separat mit Strom versorgen) und dann erst die Software auf Merope einspielen

4.11 Erste Inbetriebnahme

Nun kann zum ersten Mal so richtig überprüft werden, ob alles funktioniert. Am besten macht man diesen Test noch bevor Merope in den Copter eingebaut ist und die Motorregler angeschlossen sind.

Zur Inbetriebnahme benötigt man einen an Merope angeschlossenen RC-Empfänger und die Fernsteuerung.

Bevor die Platine betriebsbereit ist, läuft ein „Assistent“, der einem dabei hilft, die Knüppel und Schalter der Fernsteuerung den einzelnen Steuerfunktionen zuzuordnen.

Merope führt dabei auf dem angeschlossenen LCD-Terminal durch die ersten Schritte und die Einstellungen werden mit den Knüppeln der Fernsteuerung gewählt.



Man benötigt einen Empfänger, der ein **PPM-Summensignal** liefert, oder einen „normalen“ RC-Empfänger, der mittels Summensignal-Erzeuger mit Merope verbunden wird. Welche Empfänger oder Summensignal-Erzeuger funktionieren, findet man auf der Plejad Copter-Homepage in der Rubrik „Kompatibles Zubehör“.

Zusammenfassend benötigt man also folgende Dinge für die Inbetriebnahme:

- 1.) Fernsteuerung und Summensignal-Empfänger
- 2.) Das in Kapitel 4.7 aufgebaute LCD-Terminal
- 3.) Die fertig aufgebaute Merope Platine
- 4.) Eine Spannungsquelle, um Merope mit 12-16V versorgen zu können

Es ist also nicht nötig, Invertierungen von Kanälen vorzunehmen. Am besten ein neu erstelltes Flächenflug-Programm verwenden!



Folgen Sie zum Einlernen der Fernbedienung nun einfach den Anweisungen von Merope auf dem LCD-Display.

Zuerst werden die Steuerkanäle für den Copter eingelernt, also der Reihe nach Gas, Roll, Nick und Gier. Wenn sie eine Fernsteuerung mit mehr als 4 Kanälen haben (also z.B. mit Schaltern oder Drehreglern), dann können Sie diese für die steuerbaren Ausgänge anlernen oder diese Schalter für Spezialfunktionen wie Modus-Umschaltungen oder Not-Aus verwenden.

Dabei fragt das Fernsteuerungs-Einlernprogramm danach, die Schalter für die Kanäle EXT1 - EXT8 zu betätigen. An dieser Stelle ist das noch nicht so wichtig, deshalb kann man hier jeweils denselben Schalter betätigen oder auch einfach irgendeinen Steuerknüppel bewegen.

Dasselbe gilt natürlich auch, wenn die Fernsteuerung keine 12 Kanäle besitzt. In diesem Fall betätigt man für alle fehlenden Kanäle einfach irgend einen Schalter oder Steuerknüppel.

Nach dem Einlernen der Fernsteuerung erfolgt eine entsprechende Meldung auf dem Display, das Display wechselt in den Menü-Modus (zeigt „Parameter“ an) und die LED blinkt im 0,5 Sekunden-Takt.

Nachdem die Fernsteuerung erfolgreich eingelernt wurde, kann man nun die korrekte Funktion des Merope Boards testen.

4.12 Funktionstest

Ein erster Funktionstest kann nun mit der zuvor installierten PCC-Manager Software durchgeführt werden. Dazu führen Sie bitte die nachfolgenden Schritte durch:

1. Stellen Sie sicher, dass Meropie mit Strom versorgt ist, „Flugbereit“ anzeigt (grüne LED blinkt) und das FTDI Basic Breakout am Computer angeschlossen ist
2. Verbinden Sie das FTDI Basic Breakout mit dem „PROG“-Anschluss auf Meropie (das LCD Terminal muss dazu abgesteckt werden)
3. Starten Sie den PCC-Manager auf ihrem Computer (Startmenü / PCC-Manager)
4. In dem nun erscheinenden Programmfenster, stellen Sie links oben den COM-Port des FTDI Breakout Boards ein (COMx), der zuvor notiert wurde

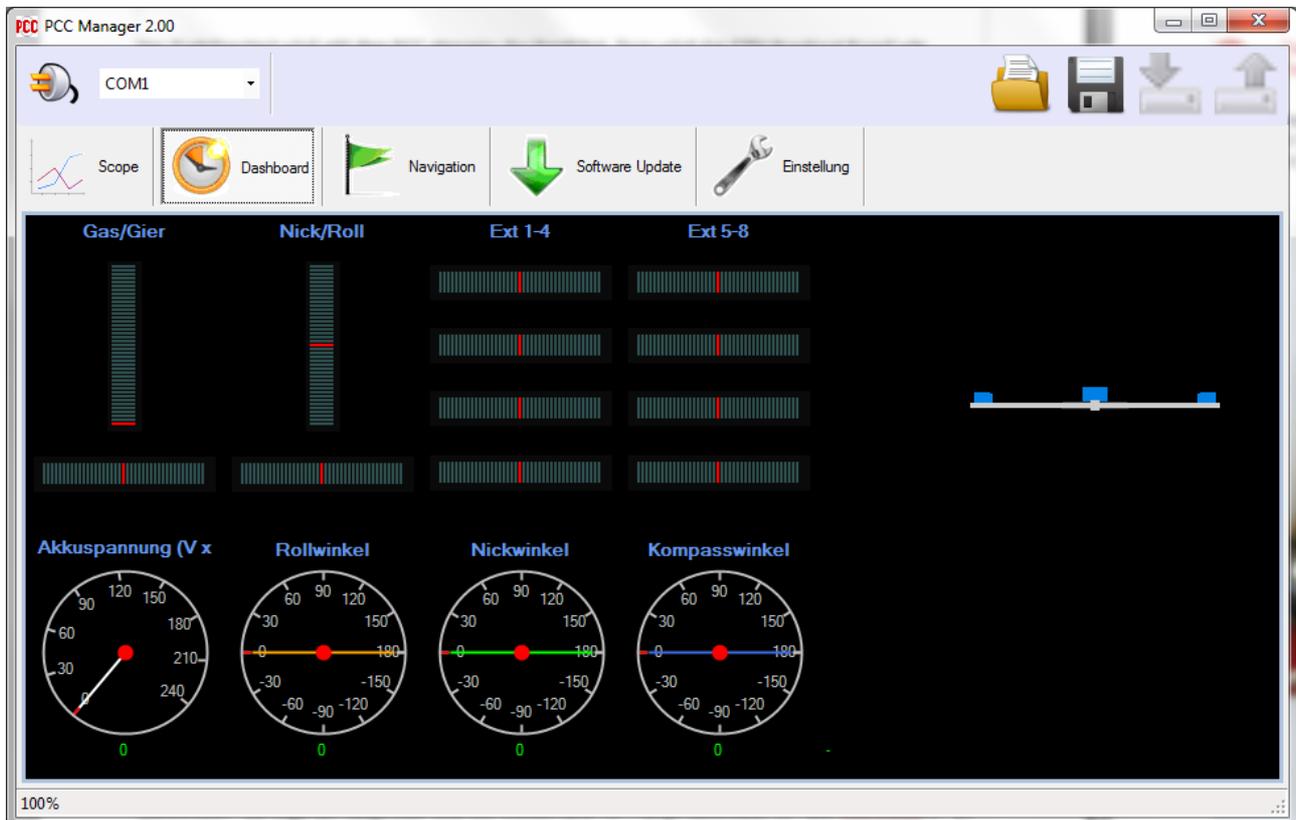


Abbildung 20: PCC Manager - Lagewinkel

5. Klicken Sie auf den Button „Verbinden“ (Steckersymbol ganz links oben)
6. Wählen Sie, die Karteikarte „Dashboard“ (Oranges Uhrensymbol)
7. Neigt man die Platine um ihre Nick- oder Rollachse, zeigen die Instrumente und die Coptergrafik für „Nickwinkel“ oder „Rollwinkel“ die Lage an. Neigt man eine der Achsen über 90°, zeigt Rollwinkel 95° und Nickwinkel 0° an (Details dazu siehe im Kapitel „Flugbetrieb“).



Direkt nach der Erstinbetriebnahme wird - auch wenn die Platine perfekt waagrecht liegt - der Nick-/Rollwinkel nicht 0 sein (Der Beschleunigungssensor muss erst die Neutrallage lernen)



Vor den ersten Flügen mit Beschleunigungssensor muss dieser kalibriert werden. Dabei „lehrt“ man ihn die horizontale Neutrallage des Copters.

Die Kalibrierung soll aber erst durchgeführt werden, wenn Merope fix im Copter montiert ist. Mehr dazu im Kapitel „Flugbetrieb“.

8. In der Karteikarte „Dashboard“ können sie ebenfalls feststellen, ob Merope die Fernsteuerungskanäle richtig erkennt und die Akkuspannung korrekt angezeigt wird.

4.13 Anschluss des GPS-Moduls

 **Das GPS-Modul erst in Betrieb nehmen, wenn der Copter erfolgreich mit Kompass und Beschleunigungssensor eingeflogen und getestet wurde!**

Das GPS-Modul wird mit einem vor-konfektionierten Anschlusskabel geliefert. Mit diesem Kabel wird das GPS-Modul wie in der Abbildung gezeigt, an den GPS-Anschluss angesteckt. Dabei unbedingt auf die richtige Polung der Stecker achten!

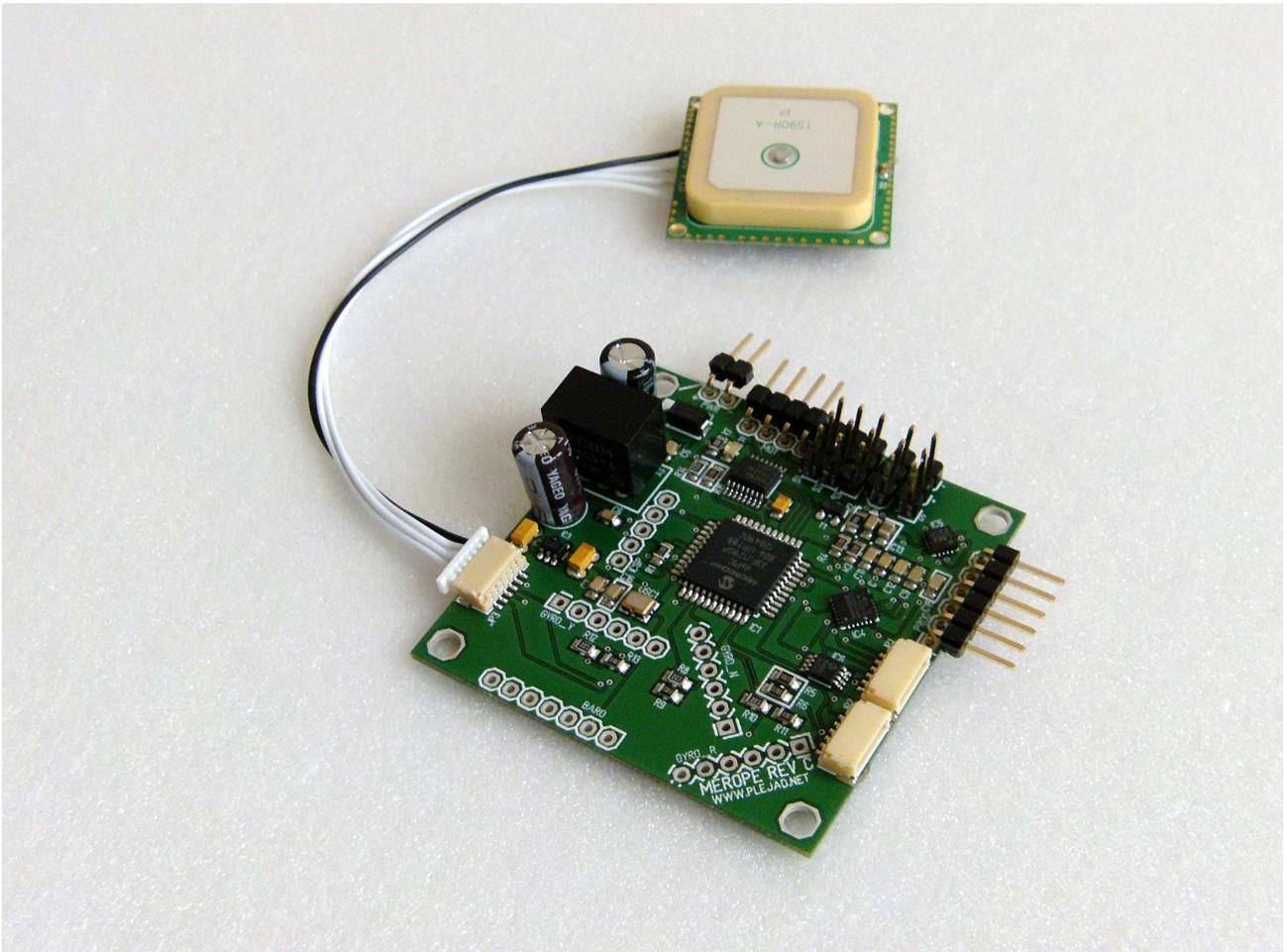


Abbildung 21: Anschluss des GPS-Moduls

Nach erfolgreichem Anschluss wird das GPS-Modul automatisch erkannt und konfiguriert.

Montage des GPS-Moduls am Copter:



Bei der Montage und im Flugbetrieb die GPS-Antenne nicht anfassen, denn sie ist empfindlich gegenüber elektrostatischer Aufladung!

Das GPS-Modul sollte unbedingt in oder auf der Kuppel des Copter-Rahmens montiert werden, um freie Rundumsicht zu haben. Die Ausrichtung des GPS-Modus ist dabei egal, jedoch die Antenne sollte nach oben zeigen und das Modul in etwa waagrecht montiert werden.

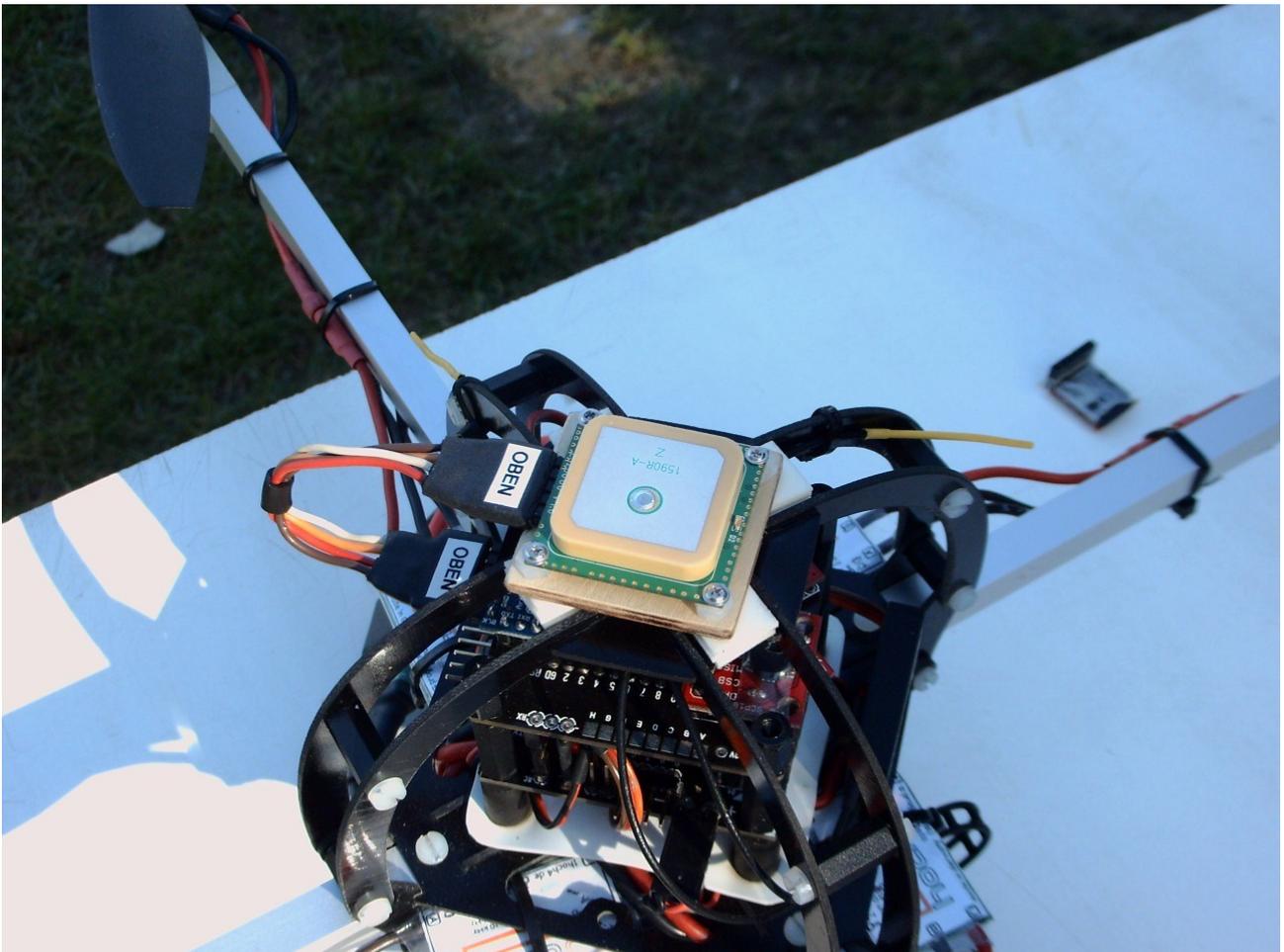


Abbildung 22: Richtige Positionierung des GPS-Moduls



Die Antenne des GPS-Moduls muss freie Sicht nach oben und zur Seite haben (in allen Richtungen), um möglichst viele Satelliten nutzen zu können. Die freie Sicht zur Seite ist dabei am wichtigsten.

Die Antenne sollte nicht von Kuppelstreben verdeckt sein und auch nicht von metallischen Objekten eingekreist werden.

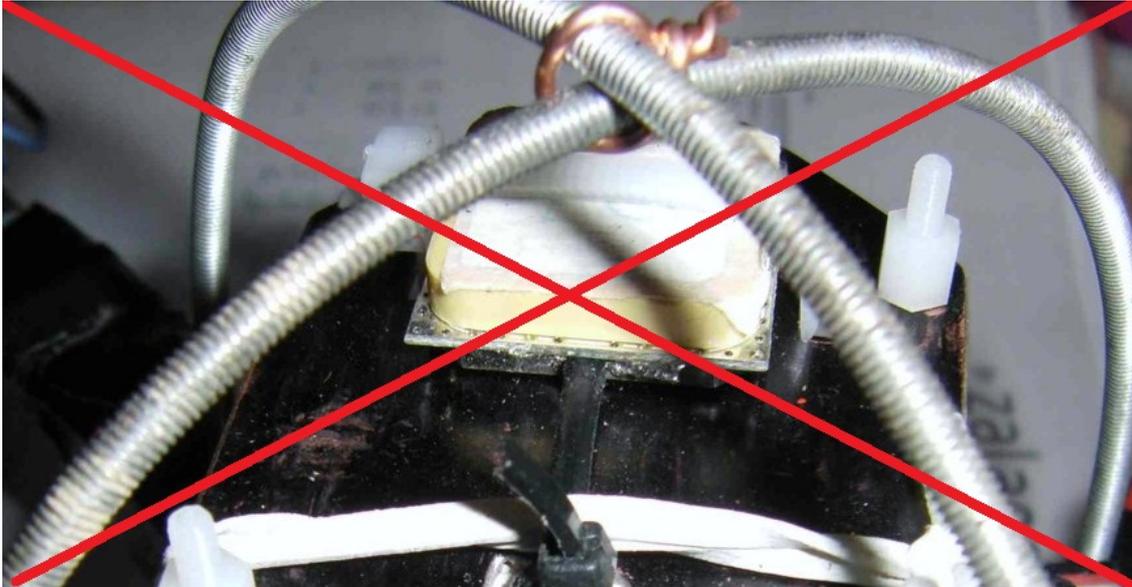


Abbildung 23: Falsche Positionierung - GPS-Antenne abgedeckt und von metallischen Objekten umgeben

Das GPS sollte auch nicht auf einem Ausleger montiert werden, da dort wahrscheinlich auch die „Rundumsicht“ nach allen Seiten stark eingeschränkt ist.

Die neueren Rahmen aus der „Modul II“-Serie bieten eigene Montageplatten in der Kuppel aus nichtleitendem Glasfasermaterial:

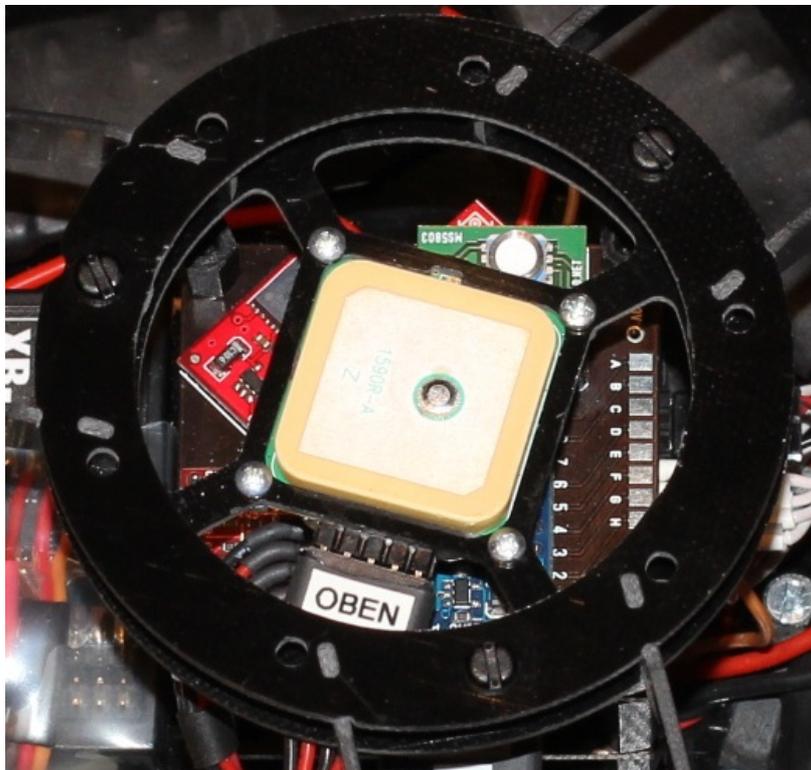


Abbildung 24: Richtig: Modul II - GPS-Montageplatte

5 Anschlüsse

Dieses Kapitel beinhaltet eine kurze Übersicht über die Anschlüsse der Merope Platine.

Ein Diagramm, wie die Platine mit den restlichen Komponenten des Copters verkabelt wird, findet man in Kapitel 6.

5.1 Übersicht der Anschlüsse

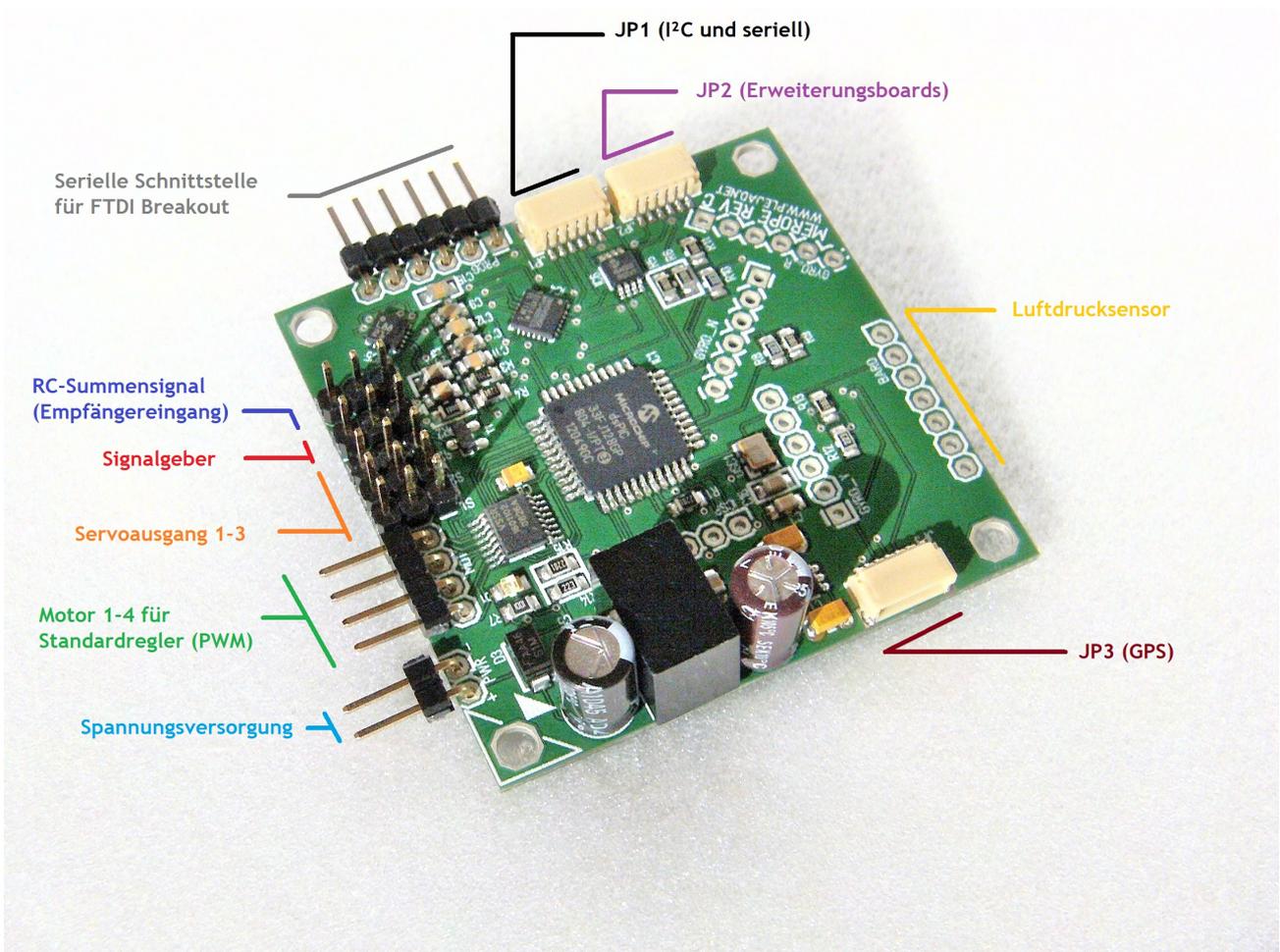


Abbildung 25: Anschlüsse auf der Platine

5.2 Spannungsversorgung

Über diesen Anschluss wird die Platine mit Strom versorgt. Hier wird der LiXX-Flugakku angeschlossen. Es können LiPo Akkus mit drei oder Vier Zellen verwendet werden. Beim Anschluss unbedingt auf die richtige Polung achten (+/- sind auf der Platine beschriftet)!

5.3 Signalgeber

An diesen Anschluss wird der Signalgeber angeschlossen. Dieser sollte mittels eines Servokabels mindestens 5cm von der Platine entfernt (z.B. an einem Ausleger) montiert werden, um keine Störeinflüsse auszuüben. Beim Anschluss unbedingt auf die richtige Polung achten (+/- sind auf der Platine beschriftet).

5.4 RC PPM-Summensignaleingang

Über diesen Anschluss erhält Merope die Fernsteuerungs-Signale. Man benötigt einen Empfänger, der ein **PPM-Summensignal** liefert, oder einen „normalen“ RC-Empfänger, der mittels Summensignal-Erzeuger mit Merope verbunden wird. Welche Empfänger oder Summensignal-Erzeuger funktionieren, findet man auf der plejad.net-Homepage in der Rubrik „Kompatible Hardware“.

Beim Anschluß unbedingt auf die richtige Polung achten (schwarzes Kabel an „-“, rotes Kabel an „+“ und gelbes/weißes Kabel an „S“)

5.5 Motor 1-4 für Standardregler

Wird Merope mit (nicht I²C) Standardreglern verwendet, dann werden hier die Signaleingänge der Brushlessregler angeschlossen. Auf diese Weise kann man Copter mit bis zu 4 Motoren bauen.

Möchte man Copter mit Standardreglern und mehr als 4 Motoren bauen, benötigt man die PCC Extenderplatine, mit der Fluggeräte mit bis zu 8 Standardreglern gebaut werden können.

Wie die Brushlessregler verkabelt werden, findet man in Kapitel 6.

5.6 Servoausgänge

An diese Ausgänge können Servos angeschlossen werden, die über die EXT-Kanäle gesteuert werden, bzw. die einen aktiven Neigungswinkel-Ausgleich für Kamerahalterungen ausführen.

 **Nur Microservos direkt an die Servoausgänge anschliessen!! Der Recom Spannungsregler liefert maximal 1A und schon Microservos können bis zu 0.5A ziehen. Wird der Spannungswandler zu stark belastet resettet sich unter Umständen Merope im Flug was zum Absturz führt.**

Bei größeren Servos nur den Signalausgang des Servos an die Servoports anschließen und +5V und GND an die BEC-Ausgänge der Brushless-Regler - oder ein eigenes BEC verwenden

Beim Anschluss unbedingt auf die richtige Polung achten (schwarzes Kabel an „-“, rotes Kabel an „+“ und gelbes/weißes Kabel an „S“)



Die beiden Servoausgänge bieten einen aktiven Neigungsausgleich für Kamerahalterungen. Details dazu findet man im Kapitel 8)

Für Tricopter stellt der Servoausgang 1 das Gierservo-Signal zur Verfügung. Mehr dazu auf der plejad.net Homepage unter „Tricopter bauen“

5.7 JP1 (I²C und seriell)

An diesen Anschluss werden I²C-fähige Motorregler oder andere Erweiterungsplatinen (wie z.B. der PCC Extender) an Merope angeschlossen. Man kann sich den I²C-Bus wie ein Computernetzwerk vorstellen, an dem beliebig viele Geräte hängen können.

Per I²C unterstützt Merope Copter mit bis zu 8 Motoren. Wie I²C-Brushlessregler verkabelt werden, findet man in Kapitel 6.

5.8 JP2 (Erweiterungsport)

Dieser Anschluss ist für zukünftige Erweiterungsmodule vorgesehen.

5.9 JP3 (GPS-Anschluss)

An diesen Anschluss wird das optionale GPS-Modul angeschlossen.

5.10 Serielle Schnittstelle

Die Serielle Schnittstelle („PROG“) dient zum Anschluss an den PC, sowie an das LCD-Terminal.

6 Zusammenbau des Multicopters

In diesem Kapitel wird exemplarisch die Verkabelung eines Multicopters mit 4 Motoren (Quadrocopter) beschrieben. Abschnitt 6.4 beschreibt die Verkabelung eines Copters mit PWM Standardreglern und Abschnitt 6.5 beschreibt dies mit I²C Reglern.



Für Einsteiger (und vielleicht auch Fortgeschrittene) empfiehlt es sich, die Rubrik „Referenzsysteme“ auf der plejad.net-Homepage zu besuchen, wo Copter (und deren Komponenten) beschrieben werden, die sicher funktionieren und optimal mit Merope zusammenarbeiten. Auf diese Weise kann man sich auf einfache Weise und ohne großen Ärger ein funktionierendes Fluggerät zusammenstellen.

6.1 Benötigte Komponenten

Für einen Multicopter mit 4 Motoren benötigt man folgende Bauteile:

- 4 Brushlessmotore, die möglichst laufruhig sind
- 4 Brushless-Motorregler (günstige Standardregler oder I²C-Regler, die eine präzisere Steuerung erlauben)
- RC-Empfänger mit Summensignalausgang bzw. Standard RC-Empfänger und Summensignalerzeuger
- Links- und Rechtsdrehende Propeller
- LiPo oder LiFe Akku
- Verwindungssteifes Multicopter-Rahmensystem, welches möglichst wenig Vibrationen überträgt

Welche Empfänger, Summensignal-Erzeuger und Brushless-Motorregler funktionieren, findet man auf der plejad.net-Homepage in der Rubrik „Kompatibles Zubehör“. Dies sollte man unbedingt beachten, um teure Fehlkäufe zu vermeiden.

6.2 Wichtige Tips für den Zusammenbau

Die MEMS-Gyrosensoren von Merope sind hochempfindlich und werden durch Vibrationen negativ beeinflusst. Dies sollte beim Zusammenbau des Copters beachtet werden:

- **Merope muß unbedingt mit Gummi-Schwingungsdämpfern auf dem Copter montiert werden. Dies ist der wichtigste Punkt überhaupt. Wird das Board starr mit dem Rahmen verbunden, führt dies zu äußerst schlechtem Flugverhalten!**
- Laufruhige Brushlessmotore verwenden
- Kabel von und zu Merope dürfen nicht straff gespannt sein, damit durch sie keine Motorvibrationen auf die Platine übertragen werden.

- Kabel von und zu Merope dürfen die elektronischen Bauteile auf der Platine nicht berühren. Ebenso darf die Platine nicht direkt Teile des Rahmens berühren.

6.3 Montage der Merope Platine

Beim Einbau Meropes in einen Copter ist es wichtig, dass diese mit Gummi-Schwingungsdämpfern vom Rahmen/Chassis entkoppelt wird.

Der Grund dafür ist, dass die verwendeten MEMS-Drehratensensoren und Beschleunigungssensoren durch hochfrequente Vibrationen von den Motoren/Propellern in Ihrer Funktion gestört werden und das Flugverhalten daher merklich schlechter ist.

Es müssen also spezielle Schwingungsdämpfer verwendet werden. Die einzigen, mit denen es garantiert funktioniert, sind folgende Dämpfer:

Erhältlich z.B. unter:

<http://www.conrad.at/ce/de/product/546418/GEWINDEPUFFER-II-110090>



Spritschlauch-Stückchen oder andere Silikonteile erfüllen diesen Zweck nicht!

6.4 Verkabelung (PWM Standardregler)

PWM Standardregler werden wie folgt verkabelt:

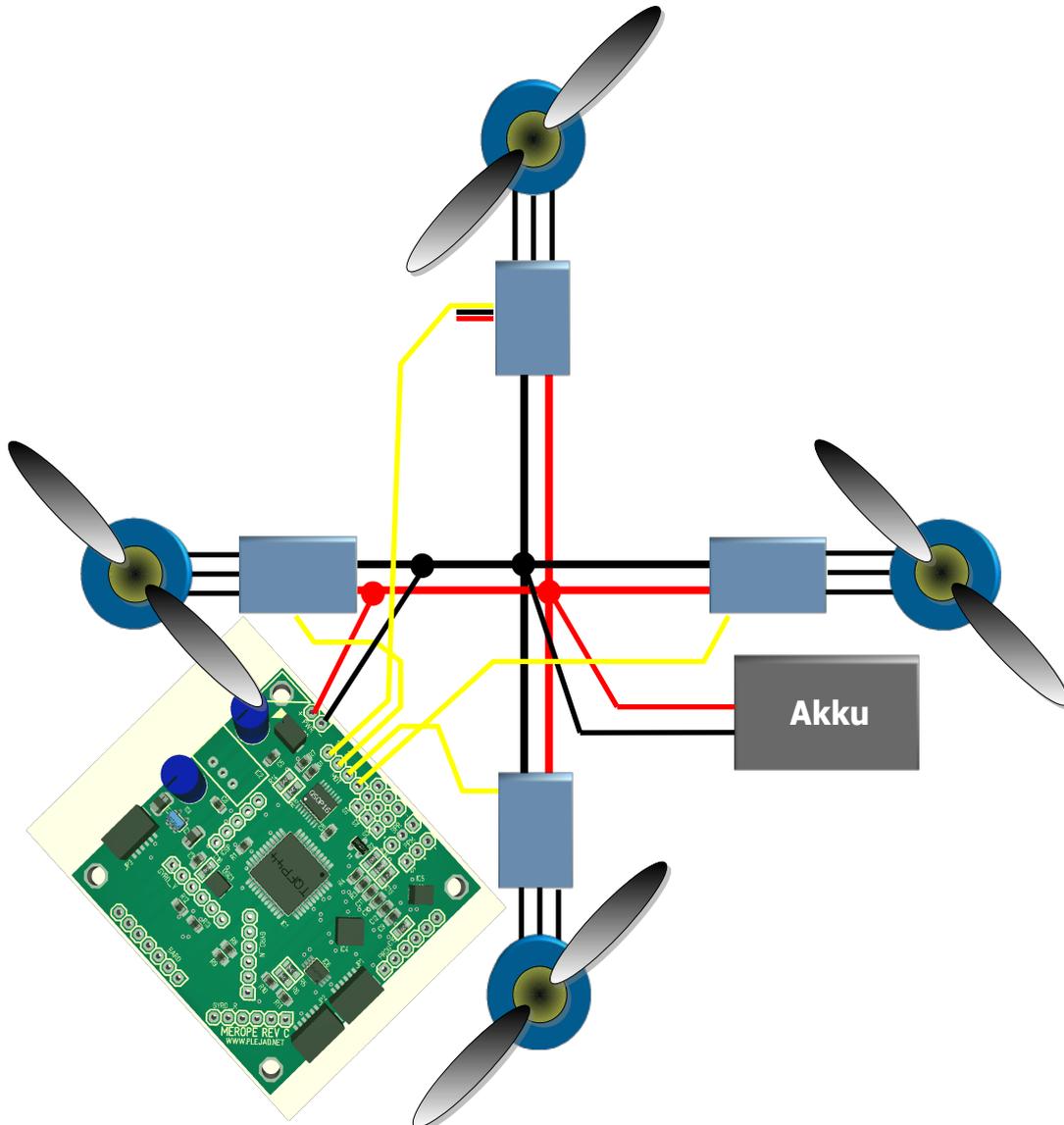


Abbildung : Verkabelung - PWM Standardregler

Von den Servokabeln an den Reglern wird nur die gelbe (weiße) Signal-Ader an Merope angeschlossen. Die Signalleitungen der Regler werden wie folgt angeschlossen:

- M1 = Vorderer Motor
- M2 = Linker Motor
- M3 = Hinterer Motor
- M4 = Rechter Motor

Die rote (5V) und schwarzen (Masse) Leitungen der Regler-Anschlusskabel werden nicht benötigt.

Die Stromzuleitungen der Regler und von Merope werden alle parallel an den Flugakku angeschlossen.

6.5 Verkabelung (I²C)

I²C Regler werden wie folgt verkabelt:

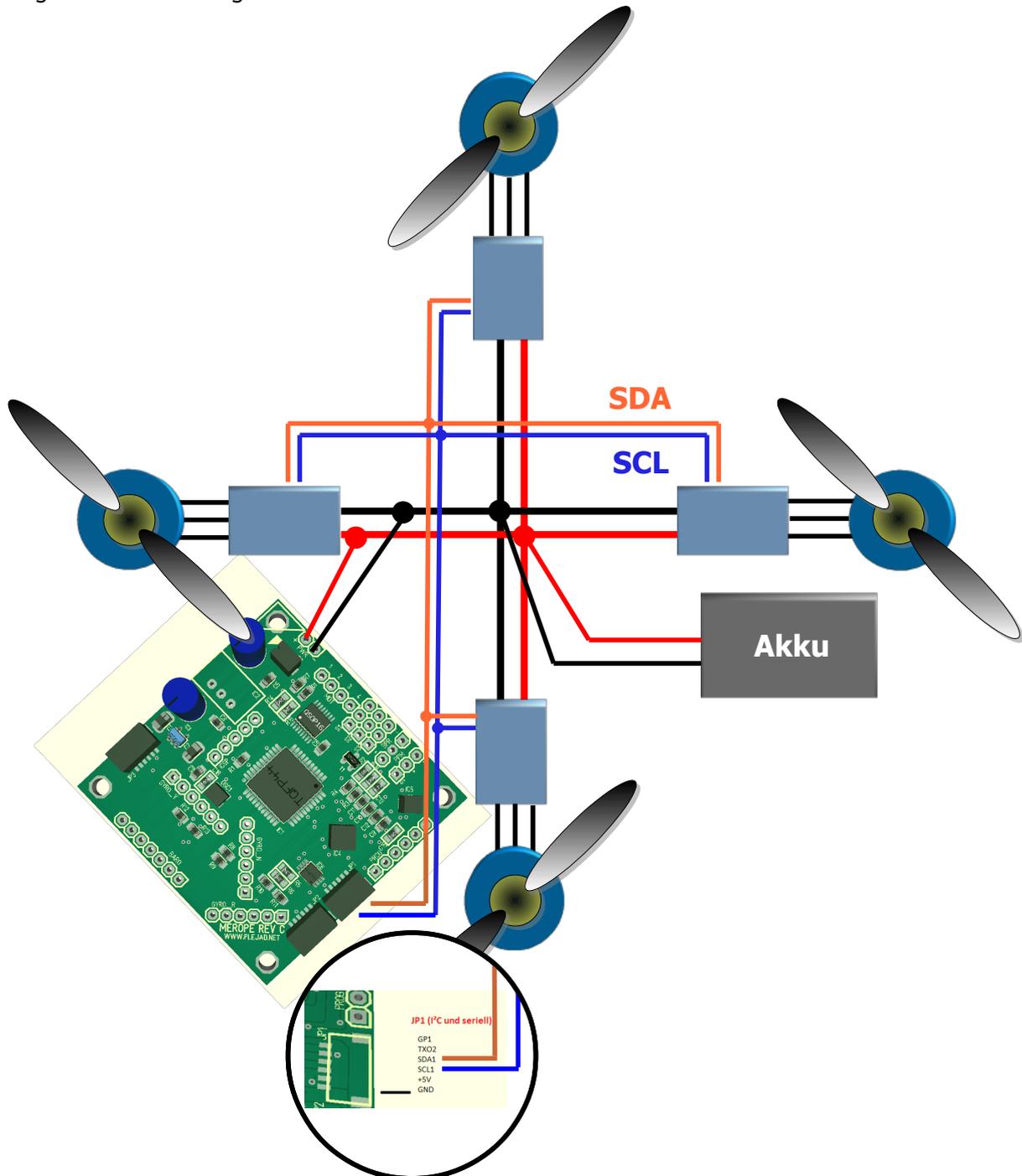


Abbildung 26: I²C Regler - Verkabelung

Takt- (SCL, Blau) und Datenleitungen (SDA, Orange) werden parallel an die Anschlüsse SCL und SDA an JP1 angeschlossen. Die Regleradressen müssen wie folgt eingestellt werden:

- 1 = Vorderer Motor
- 2 = Linker Motor
- 3 = Hinterer Motor
- 4 = Rechter Motor

Weitere Regler-Anschlusskabel (außer der Stromversorgung) werden nicht benötigt.

Die Stromzuleitungen der Regler und von Merope werden alle parallel an den Flugakku angeschlossen.

6.6 Ausrichtung der Merope Platine und Motordrehrichtungen

Damit die Lageregelung des Copters funktioniert, müssen die Drehrichtungen der einzelnen Motoren exakt eingehalten werden und die Merope-Platine in der korrekten Ausrichtung auf dem Copter montiert werden:

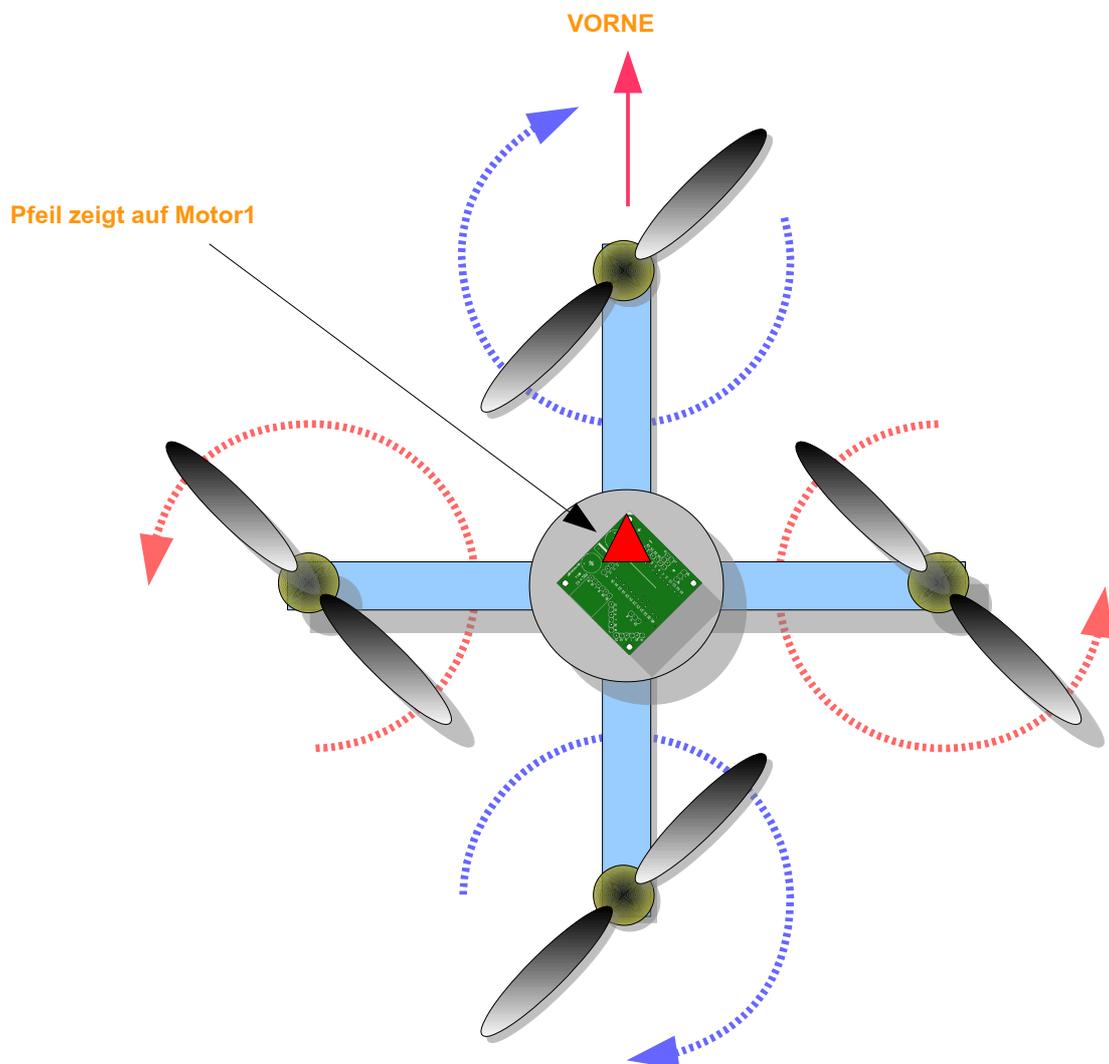


Abbildung 27: Motordrehrichtungen und Platinenausrichtung

Von oben gesehen müssen die Motoren folgende Drehrichtungen haben:

- Vorderer und hinterer Motor: Im Uhrzeigersinn
- Linker und rechter Motor: Gegen den Uhrzeigersinn

Die Merope-Platine muß wie auf der Abbildung auf dem Copter montiert werden, wobei der **weiße Pfeil auf der Platine zum vorderen Motor (Nummer 1) zeigen muss.**



Die gezeigten Montagearten entsprechen den Standardeinstellungen Meropes. Sowohl die Lage der Motoren, als auch die Ausrichtung der Vorderseite kann mit einem selbstdefinierten Mischer geändert werden. Mehr dazu, weiter unten.

7 Bedienungsanleitung

Dieses Kapitel erklärt die notwendigen Schritte, um den Copter in die Luft zu bekommen und danach das Flugverhalten an die verbauten Komponenten und dem eigenen Geschmack anzupassen.

7.1 Einführung

In frisch zusammengebautem und programmierten Zustand verwendet der Fluglageregler Merope Standard Einstellungen, mit der 90% aller Copter relativ sauber in die Luft kommen sollten. Außerdem geht Merope davon aus, daß sie in einem Quadrocopter in „+“-Konfiguration (d.h. Motor 1 ist vorne, so wie im vorigen Kapitel gezeigt) eingebaut ist.

So sollte einem schnellen ersten Testflug nichts im Wege stehen. Um den Copter dann an den eigenen Geschmack anzupassen, bzw. aus der Fluglageregelung das Optimum herauszuholen, kann man eine Vielzahl von Einstellungen verändern.

Prinzipiell gibt es 3 Wege, mit Merope auf dem Copter zu interagieren:

- Schnelle Veränderungen am Flugfeld ohne LCD Terminal oder PC:
Über bestimmte Kombinationen von Knüppelstellungen auf der Fernsteuerung
- Veränderungen von etwas fortgeschritteneren Einstellungen am Flugfeld:
Über das LCD-Display, wobei die Fernsteuerungsknüppel als „Cursortasten“ verwendet werden, um durch das Menü zu blättern
- Anpassung des Copters an spezielle Bauformen, Definition von Schalt- oder Servokanälen:
Über den Anschluß an den PC via USB und die PCC Manager Software

7.2 Anlernen der Fernbedienung

Das Anlernen der Fernsteuerung wird in Kapitel 4.11 beschrieben und sollte an dieser Stelle schon abgeschlossen sein.

Sollte die Fernbedienung nicht korrekt eingelernt worden sein, bzw. die Kanalzuordnung nicht den eigenen Wünschen entsprechen, so kann dies wiederholt werden. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten:

- 1.) Falls die Fernsteuerung korrekt reagiert, aber man das Anlernen nochmals wiederholen möchte, verwendet man das LCD Terminal und aktiviert den Menüpunkt „Fernsteuerung anlernen“ (Siehe Abschnitt 4.11 für Details)
- 2.) Falls die Fernsteuerung nicht korrekt reagiert, sodaß man das LCD Terminal nicht steuern kann, gibt es folgende „Notprozedur“:
- 3.) Stellen Sie sicher, dass der Copter stromlos ist.
- 4.) Montieren Sie die Propeller von den Motoren ab.
- 5.) Ziehen Sie vom Empfänger das Servokabel ab, das ihn mit Merope verbindet.
- 6.) Bringen Sie den Roll- / Nick- / und Gier- Knüppel, sowie alle Trimmhebel Ihres Senders in die Mittelstellung.

- 7.) Den Gashebel bringen Sie in die „Nullgas“ Stellung.
- 8.) Verbinden Sie Ihr LCD Terminal mit Merope.
- 9.) Schalten Sie Ihren Sender ein.
- 10.) Klemmen Sie nun Ihren Flugakku an.
- 11.) Merope sollte nun seine Startroutine durchlaufen, und dabei einen schrillen durchgehenden Piepton von sich geben.
- 12.) Stecken Sie das Servokabel polrichtig wieder an den Empfänger an.
- 13.) Nun sollte der Piepton verstummen, und am LCD Terminal die „Sender-Einlern-Prozedur“ zu sehen sein.
- 14.) Folgen Sie nun einfach den Anweisungen Ihres LCD Terminals.
- 15.) Wenn das Einlernen beendet ist, springt das LCD Terminal automatisch ins Hauptmenü zurück.

7.3 Copter einschalten

Beim Einschalten den Copter auf eine feste Unterlage stellen, auf der er sich nicht bewegen kann (siehe Punkt 3 unten). Der Copter muss dabei nicht waagrecht stehen.

Folgendes läuft nacheinander ab:	
<Beep>	1) Summer piept kurz
Motortest	2) a) Alle Motoren laufen zuerst gleichzeitig an und ruckeln - dabei werden die Regler kalibriert (nur bei PWM Standardreglern) b) Alle Motoren laufen reihum kurz an
Gyro-Kalibrierung	3) Der Copter lernt die Gyrowerte, wenn er nicht in Bewegung ist. Den Copter also jetzt nicht bewegen!
LED Code / Beep Code	4) Das Ergebnis der Initialisierung wird angezeigt (siehe unten)

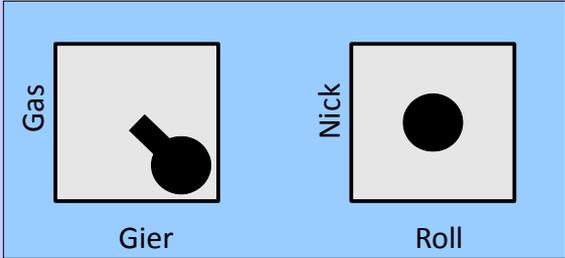
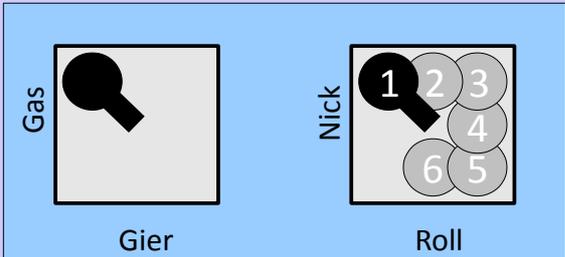
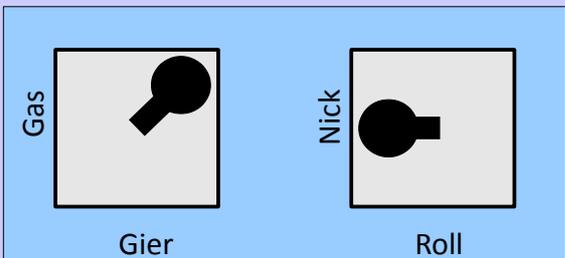
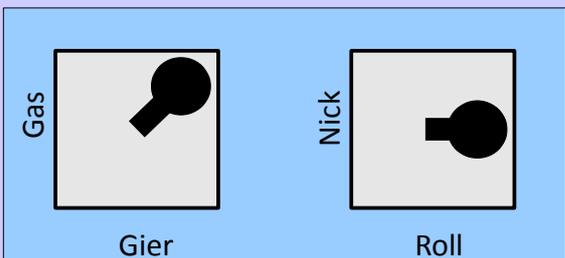
Nach der Startroutine zeigen die grüne LED und die Beep-Codes mittels Summer den Zustand des Copters an:

LED Codes nach dem einschalten des Copters (grüne LED):	
1-6 kurze Beeps, LED blinkt im 0.5s Takt	Flugbereit: Anzahl der Beeps ist die Nummer des gewählten Parametersets
1 langer Beep (1s), LED bleibt aus	Fernsteuerung muss angelernt werden (siehe unten)
Wiederholte kurze Beeps, LED leuchtet dauernd	Die Initialisierung ist fehlgeschlagen LCD Terminal oder PC anschließen und Copter durch Resetknopf oder Akku-An-/Abstecken neu starten

Zeigt der Copter „Flugbereit“, dann kann er nun mittels bestimmter Kombinationen von Knüppelstellungen bedient werden. Diese werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

7.4 Fernsteuerungs-Befehle

Die folgenden Knüppelkombinationen sind ein Weg, um (bei ausgeschalteten Motoren) bestimmte Einstellungen ohne PC oder LCD-Terminal am Flugplatz vor nehmen zu können.

 <p>Gas</p> <p>Gier</p> <p>Nick</p> <p>Roll</p>	<h3>Motoren Starten / Stoppen</h3> <p>Werden die Knüppel ca. 0.4 Sek. in dieser Stellung gehalten, laufen die Motoren im Standgas an bzw. schalten sich ab.</p>
 <p>Gas</p> <p>Gier</p> <p>Nick</p> <p>Roll</p>	<h3>Flug- Setting 1-6 aktivieren</h3> <p>Aktiviert eines der 6 in Merope gespeicherten Settings für unterschiedliche Flugverhalten.</p> <p>Standardmäßig sind dies:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.) Sehr langsam 2.) Langsam 3.) Normal 4.) Kunstflug 5.) Super-Acro 6.) Adrenalin
 <p>Gas</p> <p>Gier</p> <p>Nick</p> <p>Roll</p>	<h3>Standard- Settings laden</h3> <p>Setzt alle Flug- Settings auf die Werkseinstellungen zurück.</p>
 <p>Gas</p> <p>Gier</p> <p>Nick</p> <p>Roll</p>	<h3>Standgas einstellen</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1.) LED blinkt, Copter piept wiederholt 2.) Gashebel ganz nach unten bringen 3.) Piepen hört auf, LED leuchtet dauernd 4.) Mit Gashebel gewünschtes Standgas einstellen (Vorsicht! Motoren laufen an) 5.) Nickknüppel nach vorne um das Standgas zu speichern 6.) LED aus, langer Beep, Motoren gehen aus 7.) Neues Standgas ist gespeichert



Die oben gezeigten Abbildungen von Knüppel-Kombinationen repräsentieren Fernsteuerungen im Mode 2. Für andere Modi existieren Kurzreferenzen zum Download auf der plejad.net-Homepage.

7.5 Standgas einstellen

Bevor geflogen wird, muss das „Standgas“ des Copters korrekt eingestellt werden. Darunter versteht man die Leerlaufdrehzahl der Motoren, wenn der Gasknüppel ganz unten steht.



Vor dem ersten Flug muss die Standgaseinstellung kontrolliert bzw. richtig eingestellt werden, sonst laufen eventuell die Motoren nicht an, bzw. können sich im Flug durch den Luftwiderstand der Propeller ausschalten.

Bei einem Multicopter dürfen die Motoren niemals stehenbleiben, wenn der Gasknüppel ganz unten steht. Sie müssen immer so schnell laufen, dass die Motoren nicht durch den Luftwiderstand bei schnellen Sinkflügen gestoppt werden können. In diesem Fall würde die Lageregelung des Copters versagen und es besteht akute Absturzgefahr.

Das Standgas wird im LCD-Menü „Motore“, Funktion „Standgas“ eingestellt. Dazu den Menüpunkt auswählen und den Anweisungen im LCD Terminal folgen.

Generell gilt: Das Standgas sollte nicht zu niedrig gewählt werden, sonst wird der Copter bei schnellen Sinkflügen und Abfangmanövern extrem instabil.

Gute Werte sind um 100 für Standardregler und 70-80 für I²C-Regler.

Das Standgas sollte immer mit montierten Propellern eingestellt werden!



Vorsicht! Beim Einstellen des Standgases immer den Copter auf eine feste Unterlage stellen. Die Lageregelung ist dabei nicht aktiv und der Copter könnte umkippen!

8 Flugbetrieb

Bevor der Copter das erste mal geflogen wird, sollte man testen, ob auch tatsächlich alles funktioniert:

- **Unbedingt mit abmontierten Propellern testen, ob der Copter auf Steuerbefehle per Fernsteuerung sanft reagiert und die Motoren nicht unmotiviert hochdrehen**
- **Feststellen, ob die Motoren sich per Fernsteuerung zuverlässig an- und abstellen lassen**
- **Danach mit montierten Propellern vorsichtig in der Hand testen, ob der Copter richtig auf Fernsteuerungsbefehle reagiert und ob der Fluglageregler auf Merope nicht gesteuerten Bewegungen entgegenwirkt (d.h.: der Copter wehrt sich gegen Drehungen mit der Hand um alle 3 Achsen)**

Sollte der Copter in der Hand zu zucken oder sich aufzuschwingen beginnen, sofort die Motoren abschalten und das Problem (eventuell mithilfe des Forums) suchen.

Sind alle diese Tests erfolgreich abgeschlossen, so kann der Copter das erste mal geflogen werden. Dazu am besten eine freie Fläche mit genügend Platz suchen.



Merope besitzt 6 vorprogrammierte Parametersets, welche unterschiedliche Reaktionen auf die Befehle via Fernsteuerung zur Folge haben. Standardmäßig ist „1“ das langsamste Set und „6“ das schnellste. Nach der Erstprogrammierung ist das Set „2“ eingestellt, d.h. der Copter reagiert relativ langsam auf Steuerbefehle. Zwischen den Sets kann mittels oben angegebener Knüppel-Kombinationen gewechselt werden und es können die einzelnen Sets nach eigenem Bedarf angepasst werden.



Mit Merope fliegt der Copter standardmäßig im Heading-Hold Modus ohne Zusatzfunktionen. Beschleunigungssensor, Kompass und GPS müssen zuerst kalibriert und im Menü aktiviert werden

So wird geflogen:

1. Copter mit abgestecktem Akku auf den Boden (oder eine feste Unterlage) stellen
2. Die Fernsteuerung einschalten
3. Den Akku anstecken (bzw. den Copter einschalten, falls ein Schalter eingebaut wurde)
4. Den Copter jetzt nicht bewegen, da die Gyro-Sensoren kalibriert werden
5. Warten, bis die Startprozedur Meropes und der Motortest beendet sind
6. Jetzt kann der Copter wieder bewegt werden (z.B. für Handstarts) - ein Ruhighalten ist jetzt nicht mehr nötig.
7. Die Motoren starten und im Standgas laufen lassen - diese dürfen jetzt nicht hochdrehen
8. Vorsichtig Gas geben bis der Copter abhebt
9. Fliegen....

8.1 Einstellen über das LCD Terminal

Das LCD Terminal hat 2 Funktionen:

- Diagnose der Copter-Daten am Flugfeld (wenn kein PC vorhanden)
- Veränderungen von Einstellungen am Copter

Nach dem Starten der Motoren (bevor ein gewisser Gaswert überschritten wurde) zeigt das LCD Display in wechselnder Folge einige Diagnosedaten an. Dazu gehören unter anderem die Gyrowerte, die Stellung der einzelnen Fernsteuerungs-Kanäle, sowie die Gaswerte, die an die einzelnen Motoren gesendet werden.

Bei ausgeschalteten Motoren zeigt das LCD Display ein Konfigurationsmenü an, durch welches mit den Knüppeln der Fernsteuerung navigiert werden kann:

Symbol	Knüppelbewegung	Beschreibung
	Nick Knüppel nach vorne	Wechselt zum vorherigen Menüpunkt
	Nick Knüppel nach hinten	Wechselt zum nächsten Menüpunkt
	Roll Knüppel nach rechts	Einstieg in das Untermenü, und vergrößert die Werte im Untermenü
	Roll Knüppel nach links	Verkleinert die Werte im Untermenü
	Roll Knüppel nach rechts	Bringt Sie im Untermenüpunkt "<-- Zurück" wieder ins Hauptmenü

Das Menü hat 4 Hauptpunkte, welche weitere Unterpunkte beinhalten. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Übersicht über alle Menüpunkte:

Parameter	
Akt. Setting	Nummer des aktiven Parametersets (1-6)
P Nick/Roll	P-Anteil des Flugreglers für Nick/Roll im aktiven Set
I Nick/Roll	I-Anteil des Flugreglers für Nick/Roll im aktiven Set
D Nick/Roll	D-Anteil des Flugreglers für Nick/Roll im aktiven Set
P Gier	P-Anteil des Flugreglers für Gier im aktiven Set
I Gier	I-Anteil des Flugreglers für Gier im aktiven Set
D Gier	D-Anteil des Flugreglers für Gier im aktiven Set
P Stick	Prop.-Faktor für Nick/Roll-Befehle im aktiven Set
D Stick	Direkt-Faktor für Nick/Roll-Befehle im aktiven Set
E Stick	Expo-Faktor für Nick/Roll-Befehle im aktiven Set
P Stick Gier	Prop.-Faktor für Gier Befehle im aktiven Set
D Stick Gier	Direkt-Faktor für Nick/Roll-Befehle im aktiven Set
P ACC	Prop.-Faktor für den ACC-Absolutwinkel Regler
ACC Stick	Multiplikator für Nick/Roll wenn im ACC-Modus geflogen wird (im aktiven Set)
ACC Modus	Aktiviert oder deaktiviert den ACC Sensor im aktiven Set
P Hoehe	Prop.-Faktor für Höhenregler im aktiven Set
I Hoehe	Integral-Faktor für Höhenregler im aktiven Set
D Hoehe	Differential-Faktor für Höhenregler im aktiven Set
Kompass	Aktiviert oder deaktiviert den Kompass im aktiven Set
Kompass fix	Wählt den Modus „Kompass fix“ (Der Wert „Kompass“ muss dazu auch auf 1 stehen)
Hoehe Vario	Wählt die Betriebsart „Vario“ für die Höhenregelung
GPS	Aktiviert oder deaktiviert die GPS-Navigation im aktiven Set
<-- Zurück	Zurück ins Hauptmenü

Sicherheit

Akkuwarnung (mV)	Spannung ab der die akustische Akkuwarnung anschlägt
Notgas	Gaswert, der bei Empfangsausfall eingestellt wird
Dauer Notgas (s)	Dauer (Sekunden) für die das Notgas max. gehalten wird
Not-Aus mit EXTx	EXT-Kanal, der als Not-Ausschalter dient
<-- Zurück	Zurück ins Hauptmenü

Motore

Standgas	Gaswert wenn Gasknüppel in Nullstellung
Ansprechfaktor	Ansprechverhalten der Motoren
Auto kalib.	Auto-Kalibrierung beim anschließen des Akkus
<-- Zurück	Zurück ins Hauptmenü

Gyro

Filterfrequenz	Filterfrequenz für die Gyrosignale
<-- Zurück	Zurück ins Hauptmenü

Mischer

Akt. Mischer	Nummer des aktuell aktiven Mixers
<-- Zurück	Zurück ins Hauptmenü

Fernsteuerung Setup

Wiederholt das Anlernen der Fernsteuerung

Merope

ACC Kalibrieren	Kalibriert die horizontale Neutrallage des ACC
ACC Switch EXT	EXT-Kanal zum Einschalten des ACC-Modus
Baro Switch EXT	EXT-Kanal zum Einschalten der Höhenregelung
GPS Switch EXT	EXT-Kanal zum Einschalten des GPS
Headfree Sw. EXT	EXT-Kanal zum Einschalten von „Heading Free“
Trim Roll	Feintrimmung des ACC für die Rollachse
Trim Nick	Feintrimmung des ACC für die Nickachse
Kompass kalibrieren	Startet die Kompass-Kalibrierung



GPS P	P-Anteil des GPS-Reglers
GPS I	I-Anteil des GPS-Reglers
GPS D	D-Anteil des GPS-Reglers
GPS Gain	Stärke des GPS-Reglers
GPS max. km/h	Maximale Coming-Home Geschwindigkeit
GPS Stick T	Zeit für Übernahme einer neuen Position (1/20 sec.)
<-- Zurück	Zurück ins Hauptmenü

Parameter:

Die in diesem Menü enthaltenen Einstellungen definieren die Parametersets 1-6. Das heißt, man kann 6 verschiedene Sets definieren, in denen diese Einstellungen verschieden sind, und damit den Copter sehr variabel einstellen.

Akt. Setting:

Das aktuell eingestellte Parameterset. Dies kann man auch über Knüppelkombinationen (wie in Abschnitt 7.4 beschrieben) auswählen.

P,I,D Nick/Roll:

Diese Einstellungen kontrollieren das Verhalten des Flug-Lagereglers um den Copter stabil in der Luft zu halten.

P (Proportionalanteil) ... Lässt bei Erhöhung den Copter möglichst schnell auf äußere Störeinflüsse (Wind, Flugdynamik, etc..) gegenzusteuern, zu hohe Werte führen aber zum Zittern und Überschwingen bis zum Flip

I (Integralanteil) ... Sorgt dafür, dass der Copter versucht den momentanen Absolut-Lagewinkel stetig beizubehalten, zu hohe Werte führen ebenfalls zum Überschwingen bis zum Flip

D (Differentialanteil) ... Wirkt dämpfend auf Überschwingen und Zittern, zu hohe Werte führen aber zu Vibrationen und unangenehmen Schaukeln des Copters

P,I,D Gier:

Diese Einstellungen kontrollieren das Verhalten des Flug-Lagereglers um die Gier-Achse des Copters stabil zu halten.

P Stick:

P Stick verändert intern einen Wert, mit dem der Knüppelausschlag für Nick/Roll multipliziert wird. Bei 1 ist das intern z.B. (1/16) bei 2 ist das (2/16) usw... bei 50 wäre das dann (50/16). Also je höher, desto höhere Drehgeschwindigkeiten um die jeweilige Achse werden vom Copter verlangt.

D Stick:

D-Stick steht für "Stick-Direct". Die Einstellung dient dazu, die Agilität um die Neutrallage zu beeinflussen. Mit P-Stick alleine hat der Copter immer eine kleine Verzögerung bis er reagiert, weil alles erst durch den PID-Regler geschleust wird und der darauf programmiert ist, relativ weich zu reagieren (um nicht zu zittern). Die Steuerung wäre also träge und gummig.

D-Stick arbeitet deshalb am PID-Regler vorbei und sendet den Knüppelausschlag direkt an die Motoren. Würdest man z.B. den Roll-Knüppel nach links drücken, dann bekäme der rechte Motor durch den D-Stick sofort etwas mehr Strom und der linke weniger. Das geht sofort und an der normalen Regelung vorbei, deshalb wird darauf auch sofort reagiert. Der Copter wird also in die "richtige" Richtung "vorbeschleunigt", bis der Hauptregler endlich greift. Man sollte das also nicht zu hoch stellen, weil der PID-Regler das als Störung betrachtet (so wie eine Windböe)

E Stick:

Mit "E Stick" kann man die Ausschläge für Nick/Roll exponentiell machen. Damit reagiert der Copter um die Neutralstellung gemütlich und dreht in den Endausschlägen der Knüppel sehr schnell.

Diese spezielle Expo-Funktion wirkt nicht wie bei den Sendern nur "abschwächend", sondern ist tatsächlich eine Exponentialfunktion; das heißt, der in den Endausschlägen erreichte Wert wird erhöht.

Erklärung: Auf der horizontalen Achse im Diagramm unten sieht man die Eingaben von der Fernsteuerung (0-127) und auf der vertikalen Achse die daraus resultierenden Dreh-Befehle, die der Copter dadurch erhält.

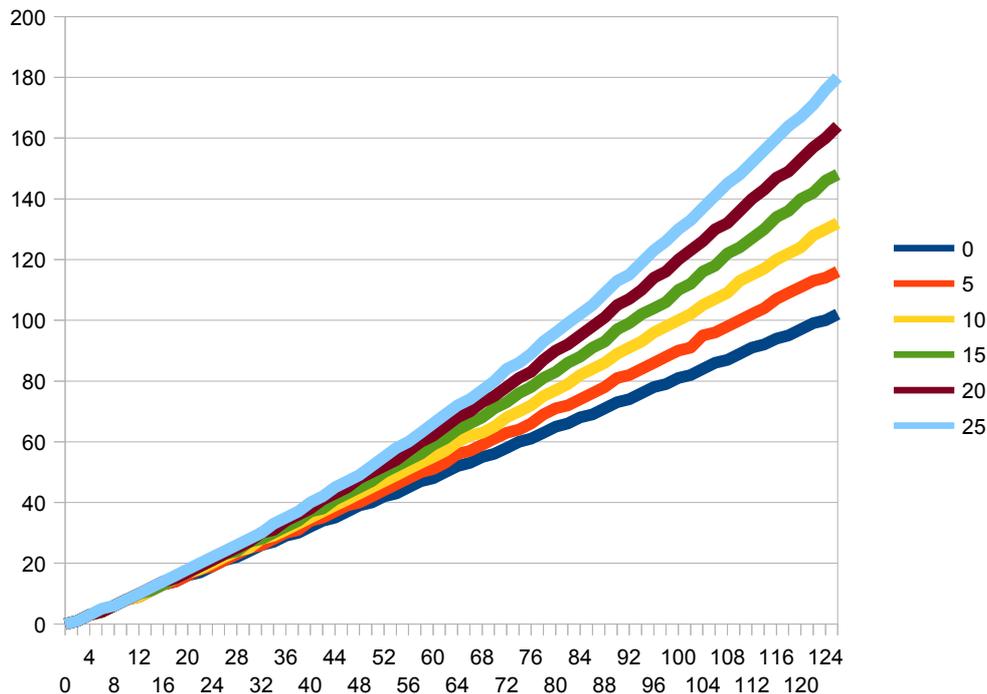


Abbildung 28: E Stick - Exponentialfunktion

Die untere, dunkelblaue Linie ist das, was man mit E-Stick 0 hat (eine gerade Linie) und mittels P-Stick in der Steigung verstellen kann. Man kann so also z.B. bei "P-Stick" = 15 maximal Ausschläge von 100 erreichen, was genau dem Stickwert entspricht, den die Fernsteuerung aussendet. (Das Diagramm zeigt alle Kurven mit einem Wert von "P-Stick = 15")

Durch die Expo-Funktion von Merope aber, werden am Ende der Kurve tatsächlich höhere Werte erreicht (im Gegensatz zum Sender-Expo!). Man sieht in dem Diagramm, dass man so bei E-Stick 25 und vollem Knüppel-Ausschlag (127) Werte um 180 oder noch mehr erreichen kann.

P Stick Gier, D Stick Gier:

Regulieren die Reaktion auf die Knüppel um die Hochachse. Diese Einstellungen entsprechen vom Prinzip her P Stick und D Stick.

P ACC:

Dieser Wert konfiguriert die Härte der Absolutwinkelregelung im ACC-Modus (mit der der Copter versucht in die Neutrallage zurückzukehren). Wenn der Copter im ACC Modus beim Zurückkehren in die Neutrallage aufschaukelt, dann mit diesem Wert zurückgehen. Wenn kein Beschleunigungssensor installiert ist, hat dieser Wert keine Wirkung.

ACC Stick:

Stellt die Nick-/Roll-Knüppelwirkung im ACC-Modus ein. ACC Stick stellt das Verhältnis der Wirkung zum HH-Modus (also zu P Stick, D Stick, E Stick) ein. Je höher, desto aggressiver wirken die Knüppel. Dieser Wert dient dazu, das Verhältnis der Knüppelausschläge zwischen Headinghold-Modus und ACC-Modus möglichst harmonisch einzustellen. Wenn kein Beschleunigungssensor installiert ist, hat dieser Wert keine Wirkung.

ACC Modus:

Gibt an, ob der Beschleunigungssensor für das aktuelle Parameterset aktiv ist (1) oder nicht (0). Wenn kein Beschleunigungssensor installiert ist, hat dieser Wert keine Wirkung.

Ist dieser Wert auf 1 und kein Schalter im Menü „Meropé“ für den ACC Modus definiert (siehe weiter unten), dann fliegt der Copter mit diesem Parameterset immer im ACC Modus. Ist der Wert auf 1 und es ist ein Schalter für den ACC Modus definiert, dann ist mit diesem Parameterset je nach Schalterstellung entweder der Headinghold-Modus oder der ACC-Modus aktiv. Ist der Wert 0, dann ist immer der Headinghold-Modus aktiv.

P,I,D Höhe:

Diese Einstellungen kontrollieren das Verhalten des Höhenreglers (nur aktiv bei installiertem Luftdrucksensor und Beschleunigungssensor) um den Copter auf der Sollhöhe zu halten.

P (Proportionalanteil) ... Lässt bei Erhöhung den Copter möglichst schnell auf äußere Störeinflüsse gegenzusteuern, zu hohe Werte führen aber zu unruhigen auf- und ab Bewegungen

I (Integralanteil) ... Sorgt dafür, dass der Copter versucht, die Sollhöhe möglichst stabil zu halten

D (Differentialanteil) ... Wirkt dämpfend auf kurzfristige Höhenänderungen, zu hohe Werte führen aber zu „Hüpfbewegungen“

Kompass:

Schaltet den Kompass für das aktuelle Parameterset ein oder aus.

Ist der Kompass eingeschaltet und wird kein Gierbefehl gegeben, versucht der Kompass, den Copter immer in der aktuellen Gier-Richtung zu halten. Drehungen durch Gyrodrit oder Windböen werden ausgeglichen. Das heißt, man kann ganz normal fliegen und sobald man für ca. 1 Sekunde den Gierhebel neutral stellt, behält der Copter diese Gierrichtung bei (sollte nicht langfristig wegdrehen)

Immer wenn der Kompass einen neuen Sollwert annimmt (ein paar Zehntelskunden nach einem Gierbefehl), ertönt ein Kontroll-Beep. Daran erkennt man auch schon am Boden, ob der Kompass funktioniert.



Der Kompass ist nur im ACC-Modus aktiv. Wird vom Headinghold-Modus im Flug in den ACC-Modus geschaltet, verwendet der Kompass die aktuelle Flugrichtung als Sollwert oder wenn „Kompass fix“ eingestellt ist, dreht sich der Copter in die

Richtung, in die er beim Motorstart ausgerichtet war.

Kompass fix:

Wird kein Gierbefehl gegeben, versucht der Kompass, den Copter in die Richtung zu drehen, die dieser beim Starten der Motoren gehabt hat. Das heißt, man kann normal fliegen und sobald man für ca. 1 Sekunde den Gierhebel neutral stellt, dreht sich der Copter in die Richtung zurück, die er am Boden beim Start gehabt hat. Ideal also, um z.B. sehr weit weg zu fliegen.

Der Wert „Kompass“ (siehe oben) muss dazu ebenfalls auf 1 stehen.

Hoehe Vario:

Gibt an, ob der Höhenregler im „Vario“ Modus (1) oder im Höhenbegrenzer-Modus (0) arbeiten soll.

Im Vario-Modus kontrolliert der Gasknüppel nicht mehr direkt die Motorleistung, sondern das Sinken oder Steigen des Copters. Ist der Gasknüppel in Mittelstellung, so versucht der Copter die aktuelle Höhe zu halten. Drückt man den Gasknüppel nach oben, dann steigt der Copter, zieht man den Knüppel nach unten, dann sinkt der Copter. Je nach Knüppelausschlag geschieht dies schneller oder langsamer.



Niemals mit aktivem Vario-Höhenregler vom Boden abheben! Nur im Flug einschalten!

GPS:

Gibt an, ob das GPS-Modul für das aktuelle Parameterset aktiv ist (1) oder nicht (0). Wenn kein GPS-Modul installiert ist, hat dieser Wert keine Wirkung.

Ist dieser Wert auf 1 und kein Schalter im Menü „Merope“ für GPS definiert (siehe weiter unten), dann fliegt der Copter mit diesem Parameterset immer im „Position Hold“ Modus, wenn der ACC-Modus und der Kompass aktiv sind.

Ist der Wert auf 1 und es ist ein Schalter für GPS definiert, dann ist mit diesem Parameterset je nach Schalterstellung entweder GPS deaktiviert (Stufe 0), „Position Hold“ (Stufe 1) oder „Coming Home“ (Stufe 2) aktiv.

Ist der Wert 0, dann ist GPS immer deaktiviert.

Sicherheit:

Akkuwarnung (mV):

Definiert die minimale Akkuspannung, bei der akustischer Alarm ausgelöst wird. Wenn die Akkuspannung im Flug dauerhaft (für > 10 Sekunden) unter diesen Wert sinkt, dann ertönt ein Alarmton über den Summer, der bis zum Abstecken des Akkus aktiv bleibt.

Dieser Wert muß für die eigenen Akkus angepasst werden, insbesondere für LiFe oder 4-Zellige Akkus. Der eingestellte Standardwert von 10.0V ist für 3-Zellige LiPo Akkus geeignet und relativ konservativ gewählt.

Notgas, Dauer Notgas (s):

Diese Einstellungen kontrollieren das Failsafe-Verhalten des Copters (also das Verhalten, wenn keine Fernsteuerungs-Signale mehr empfangen werden).

Diese Einstellungen machen nur Sinn, wenn man einen Empfänger verwendet, der selbst kein eingebautes Failsafe-Handling besitzt. Viele moderne 2.4 Ghz-Empfänger und auch Summsignal-Erzeuger besitzen ein eigenes Handling im Falle des Empfangsausfalls.

Verwendet man jedoch einen einfachen Empfänger, der bei Empfangsverlust ungültige Signale an Merope weiter gibt, sollte man diese Einstellungen verändern.

Erkennt Merope einen Empfangsausfall, dann werden Nick/Roll und Gier auf neutral gestellt und die Motoren erhalten einen Gaswert, der unter „Notgas“ eingestellt wird. Die Maximaldauer dieses Zustandes wird unter „Dauer Notgas“ (in Sekunden) eingestellt: Dauert der Empfangsausfall länger als die eingestellte Zeit, schaltet Merope die Motoren ab.

Not-Aus mit EXTx:

"Motor aus" kann zusätzlich auf einen frei wählbaren Schalter oder Drehregler gelegt werden. Hat man z.B. beim Anlernen der Fernsteuerung einen Schalter als EXT1 definiert, dann stellt man im Menü "Sicherheit" für den Not-Aus "EXT1" ein. Wird der Schalter auf die "Ein" Position gesetzt, dann wird die Not-Aus Funktion aktiv. Will man das umgekehrt, dann lernt man beim FS-Setup den Schalter anders herum ein. Folgendes ist zu beachten:

- Motore an/aus über Gas-Null/Gier-Rechts funktioniert immer, egal ob der Motor-Ausschalter im Menü definiert ist oder nicht
- Standardmäßig ist kein Schalter als Not-Aus definiert
- Wird der Schalter bei laufenden Motoren aktiviert, schaltet Merope sofort (!) die Motoren ab
- Versucht man bei aktiviertem Not-Aus Schalter die Motoren zu starten, funktioniert das nicht und Merope piept nur



Motore:

Standgas:

Hiermit kann das Standgas eingestellt werden. Dazu den Menüpunkt auswählen und den Anweisungen im LCD Terminal folgen.

Generell gilt: Das Standgas sollte nicht zu niedrig gewählt werden, sonst wird der Copter bei schnellen Sinkflügen und Abfangmanövern extrem instabil.

Gute Werte sind um 100 für Standardregler und 70-80 für I²C-Regler

Auto kalib.:

Dieser Parameter gibt an, ob die Motor-Regler beim anschließen des Akkus automatisch auf den maximalen Gaswert kalibriert werden. Dieser Parameter spielt nur eine Rolle bei Standardreglern, denn I²C-Regler haben einen fixen Maximalwert. Der Parameter ist standardmäßig auf 0 (aus), womit die Gasendpunkte der Regler manuell (laut Anleitung der Brushlessregler) kalibriert werden müssen.



Bei Verwendung von Standardreglern mit SimonK-Firmware muss dieser Parameter auf 0 stehen, sonst können während der Autokalibrierung Vollgasstöße entstehen! Bitte unbedingt mit abmontierten Propellern testen!

Ansprechfaktor:

Mit diesem Parameter kann man das Ansprechverhalten der Motoren steuern. Je höher der Wert, desto abrupter reagieren die Motore aber umso höher ist die Zitterneigung des Copters.

Der eingestellte Standardwert sollte für alle Motore passen. Bei ausgesprochen ruppigen Motoren kann der Wert in 5er-Schritten gesenkt werden, um ein ruhigeres Flugverhalten zu erreichen. Bei trägen Motoren kann der Wert erhöht werden. Außerdem kann der Wert an seine Limits gebracht werden, um bei gut fliegenden Coptern das letzte herauszukitzeln.

Der Wert gibt an, um wieviele Schritte pro Millisekunde sich die Motorendrehzahl maximal ändern darf.



Gyro:

Filterfrequenz:

Steuert die Filterung von Motorvibrationen aus den Gyrosignalen. Vibriert der Copter stark, dann geben die Gyros störende Impulse ab. Je niedriger der Wert "Filterfrequenz", desto mehr wird gefiltert aber desto mehr werden auch die Gyrosignale verwaschen (reagieren langsamer). Bei vibrationsarmen Motoren/Propellern kann der Wert erhöht werden um die Lageregelung "knackiger" zu machen.

Mischer:

Akt. Mischer:

Hier wird der verwendete Motormischer ausgewählt. Ein Mischer ist eine im Copter gespeicherte Tabelle, die beschreibt, wie die Befehle des Lagereglers für Nick/Roll und Gier sowie die Stellung des Gasknüppels auf die einzelnen Motoren aufgeteilt werden muß, damit der Copter fliegt.

Außerdem definiert der Mischer, in welchem Winkel zur Vorderseite des Copters das Merope Board gedreht montiert wurde.

Standardmäßig hat Merope Mischertabellen für einen Quadrocopter in „+“ Formation und in „x“ Formation gespeichert. Der „+“ Mischer wurde in dieser Anleitung bereits weiter oben beschrieben und der „x“-Mischer funktioniert ähnlich, jedoch ist „Vorne“ (also die Vorderseite des Copters) um 45° nach rechts gedreht.

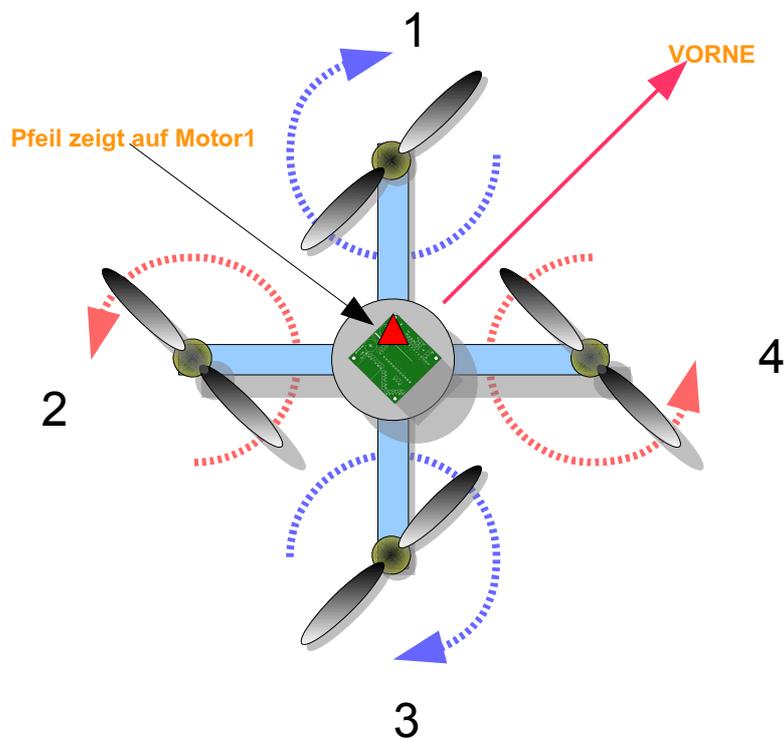


Abbildung 29: Mischer - X Formation

Die Mischertabellen sind per PCC Manager Software austauschbar, um zum Beispiel Sonderformen wie Y6, Hexa- oder Octocopter zu unterstützen. Diese Mischertabellen können als Dateien von der plejad.net Homepage heruntergeladen werden und so werden verschiedenste Motoranordnungen unterstützt, ohne die Merope Firmware verändern oder neu aufspielen zu müssen.

Merope:

ACC Kalibrieren:

Kalibriert die horizontale Neutrallage für den Beschleunigungssensor in die der Copter versucht beim loslassen der Knüppel zurückzudrehen. Ist kein Beschleunigungssensor vorhanden, bewirkt dieser Menübefehl nichts. Eine Anleitung, wie dieser Befehl benützt wird, findet man weiter unten im Kapitel 8.2)

ACC Switch EXT:

Definiert einen Schalter für die Umschaltung zwischen Headinghold- und ACC-Modus. Steht dieser Wert auf 0, dann ist kein Schalter mit der Umschaltfunktion belegt. Steht der Wert auf „EXT..“, dann wechselt der eingestellte Schalter den Modus, wenn in dem momentan aktiven Parameterset der Wert „ACC Modus“ auf „1“ gesetzt ist.

Hat man z.B. beim Anlernen der Fernsteuerung einen Schalter als EXT2 definiert, dann stellt man im Menü "Merope" für den ACC Switch "EXT2" ein und im aktuellen Parameterset (1-6) den Wert „ACC Modus“ auf „1“. Wird der Schalter auf die "Ein" Position gesetzt, dann wechselt der Copter in den ACC Modus. Wird der Schalter auf „Aus“ gesetzt, ist wieder der Headinghold-Modus aktiv.

Wenn der gewählte Schalter ein 3-Stufen-Schalter ist, dann kann für „Baro Switch EXT“ (siehe unten) der selbe Schalter gewählt werden. Dann entspricht Schalterstellung „Aus“ dem Headinghold-Modus, „Raste 1“ dem ACC-Modus und „Raste 2“ dem ACC-Modus mit aktiver Höhenregelung.

Baro Switch EXT:

Definiert einen Schalter für die Aktivierung der Höhenregelung. Der Schalter hat nur eine Wirkung, wenn ein Luftdrucksensor installiert wurde.

Wird der Schalter umgelegt, setzt er die aktuelle Flughöhe als „Sollhöhe“ gesetzt, die der Copter halten soll.

Hat man z.B. beim Anlernen der Fernsteuerung einen Schalter als EXT3 definiert, dann stellt man im Menü "Merope" für den Baro Switch "EXT3" ein. Wird der Schalter auf die "Ein" Position gesetzt, dann ist die Höhenregelung aktiv.

Wenn der gewählte Schalter ein 3-Stufen-Schalter ist, dann kann für „ACC Switch EXT“ (siehe oben) der selbe Schalter gewählt werden. Dann entspricht Schalterstellung „Aus“ dem Headinghold-Modus, „Raste 1“ dem ACC-Modus und „Raste 2“ dem ACC-Modus mit aktiver Höhenregelung.

GPS Switch EXT:

Definiert einen Schalter für die Aktivierung des GPS. Der Schalter hat nur eine Wirkung, wenn ein GPS-Modul installiert wurde.

Wenn der gewählte Schalter ein 3-Stufen-Schalter ist, dann entspricht die Schalterstellung „Aus“ dem freien Fliegen, „Raste 1“ Position Hold und „Raste 2“ „Coming Home“.

Ist der Schalter ein 2-Stufen Schalter, dann entspricht „Aus“ dem freien Fliegen und „Raste 1“ „Coming Home“.

Es kann jederzeit mit dem Schalter zwischen den einzelnen GPS-Funktionen umgeschaltet werden.

Trim Roll/Nick:

Diese beiden Werte ermöglichen eine Feintrimmung der Neutrallage (in $1/16^\circ$) der Nick-/Rollachsen. Benötigt wird das, nachdem der ACC Sensor kalibriert wurde, der Copter aber immer noch leicht in eine Richtung zieht.

Positive Werte trimmen nach vorne/rechts, negative nach hinten/links.

Headfree Switch EXT:

Definiert einen Schalter für die Aktivierung der „Heading Free“ Funktion (siehe Kapitel 8.6).

Kompass kalibrieren:

Kalibriert den Kompass. Eine Anleitung, wie dieser Befehl benutzt wird, findet man weiter unten im Kapitel 8.3)

GPS P,I,D und Gain:

Diese Einstellungen kontrollieren das Verhalten des GPS-Reglers um den Copter auf Position zu halten bzw. zu bringen.

Der GPS-Regler arbeitet geschwindigkeitsbasiert:

Der Copter misst ständig, wie weit er von seiner momentanen Sollposition (der Hold-Punkt oder der "Home"-Punkt) entfernt ist, und berechnet daraus, wie schnell er dorthin fliegen muss.

Steht er z.B. ziemlich genau auf dem gewünschten Punkt, dann berechnet er daraus, dass er eine Geschwindigkeit von 0 haben muss. Ist er aber 10m weg, dann berechnet er, dass er mit einer Geschwindigkeit von 10km/h zur Sollposition muss, bei 5m dann 5 km/h, bei 1m 1km/h usw... Die maximale Geschwindigkeit wird durch die Einstellung „GPS max. km/h“ (siehe unten) beschränkt.

Die PID-Regler vergleichen nun die aus der Entfernung berechnete Sollgeschwindigkeit mit der momentanen Ist-Geschwindigkeit des Copters und berechnen daraus, wie weit der Copter nicken oder rollen soll (das darf er momentan bis zu 20°)

Der PID-Regler funktioniert ähnlich wie der Lageregler:

P lässt den Copter sofort auf Geschwindigkeitsabweichungen reagieren. Je größer die Abweichung der Soll- von der Ist-Geschwindigkeit ist, desto stärker steuert er sofort gegen. Das macht die Sache knackiger, aber bringt auch Unruhe ins Spiel.

I ist eine Art Gedächtnis der Abweichung. Wenn der Copter z.B. gegen den Wind ankämpfen muss, dann funktioniert das nicht mit dem P-Anteil alleine, da der ja immer einfach eine gewisse Geschwindigkeitsabweichung in einen bestimmten Nick-/Rollwinkel umsetzt, egal ob Gegenwind



herrscht, oder nicht. Der I-Anteil verstärkt sich aber, wenn das nicht ausreicht. Wenn die Coptergeschwindigkeit längere Zeit unter der Sollgeschwindigkeit liegt, dann gibt der I-Anteil schön langsam noch zusätzlichen Winkel dazu, bis die Geschwindigkeit passt. Das hat aber auch einen Nachteil: So langsam wie er sich aufbaut, baut er sich beim Erreichen des Ziels auch wieder ab - damit schießt der Copter bei zu hohem I-Anteil über das Ziel hinaus und kommt wieder zurück usw.... (Es kommt zum „Pendeln“ um die Zielposition)

D ist deswegen eingeführt worden. Es ist eine Art "virtuelle Reibung", die immer gegen die momentane Geschwindigkeit des Copters ankämpft. Je schneller der Copter beschleunigt, desto höher wird diese virtuelle Reibung. Und je höher der D-Parameter gesetzt wird, desto stärker wirkt sie. Das ganze wird benutzt, um den Copter bei Annäherung ans Ziel relativ stark abzubremsen und ihn auch mit hoher "Reibung" am Ziel festzuhalten.

Gain ist einfach ein Multiplikator für die GPS-Regelung. 50 entspricht dabei dem Standardwert. Je höher der Gain ist, desto stärker wirken sich die Berechnungen des PID-Reglers auf Nick und Roll aus, aber es wird auch alles unruhiger.

Die ganze Einstellung ist also immer ein Balanceakt zwischen unruhigem aber knackigem bzw. ruhigem aber schwammigen Positionshalten.

GPS max. km/h:

Gibt die maximale Geschwindigkeit vor, die der Copter beim Coming Home erreichen darf. Bei Position Hold korrigiert er immer mit maximal 10 km/h.

GPS Stick T:

Gibt die Zeit (in 1/20 Sekunden) vor, die der Nick-/Roll-Knüppel Neutral stehen muss, damit der Copter eine neue Position zum Halten übernimmt.

Nach Ablauf dieser Zeit bremsst er zuerst auf $< 27\text{cm/sec}$ und dann hält er die Position, wo er das erste mal unter diese Geschwindigkeit gekommen ist (bzw. nach Ablauf 0.4 Sekunden, wenn er z.B. wegen Wind nicht richtig bremsen kann)

8.2 Einstellungen und Flugbetrieb mit dem Beschleunigungssensor

Beim Flugbetrieb mit dem Beschleunigungssensor gibt es einige zusätzliche wissenswerte Dinge, die beachtet werden sollten:

ACC kalibrieren:

Damit der Beschleunigungssensor später die genaue Abweichung des Copters von der Neutrallage messen kann, muss diese nach dem Einbau kalibriert werden. Diese Kalibrierung muss nur ein mal gemacht werden und wird dann im EEPROM-Speicher dauerhaft abgelegt.

So wird's gemacht:

1. Man sucht sich eine möglichst ebene Stelle auf dem Fußboden (Wasserwaage benutzen!)
2. Nun wird der Copter an den Auslegern mit 4 gleich großen Gläsern an den Auslegern „aufgebockt“, so dass er genau waagrecht steht.
3. Das LCD-Display anstecken (oder Soft LCD verwenden), die Fernsteuerung einschalten und den Copter an den Akku anstecken
4. Den Copter nicht bewegen (es sollten während des Kalibrierens keine Erschütterungen oder Vibrationen auftreten)
5. Im LCD Display im Menü „Meropé“ den Menüpunkt „ACC Kalibrieren“ wählen und warten, bis der Bestätigungspiep erfolgt ist.
6. Die Neutrallage wird im EEPROM automatisch gespeichert. Die Motoren brauchen nicht gestartet werden.
7. Den Copter mit dem PCC Manager verbinden und im Dashboard prüfen, ob die Lagewinkel richtig angezeigt werden.

ACC aktivieren:

Nach dem Einbau des Beschleunigungssensors ist dieser standardmäßig noch nicht aktiviert, d.h. der Copter stabilisiert sich nicht automatisch in der horizontalen Neutrallage.

Jedes der 6 Parametersets kann für den ACC Modus eingerichtet werden. Dabei beeinflussen 2 Dinge, ob der Beschleunigungssensor aktiv ist oder nicht:

1. Der Wert „**ACC Modus**“ (Menü „Parameter“) für das aktuelle Parameterset
2. Ein eventuell eingestellter Schalter „**ACC Switch EXT**“ im Menü „Meropé“

Dabei gibt es folgende Kombinationen:

1. ACC Modus ist 0 => Copter fliegt immer im Heading-Hold Modus (Standardeinstellung)
2. ACC Modus ist 1, ACC Switch EXT ist 0 => Copter fliegt immer im ACC Modus
3. ACC Modus ist 1, ACC Switch EXT ist ungleich 0 => Modus abhängig von der Schalterstellung

Ist ein Schalter unter „ACC Switch EXT“ definiert, kann damit jederzeit (auch im Flug) der Modus gewechselt werden. Hat der Copter z.B. im Headinghold Modus eine Schräglage oder befindet sich in einer unkontrollierten Fluglage (z.B. aufgrund eines Pilotenfehlers), so stellt er sich beim Betätigen des „ACC Switch“ automatisch wieder in die horizontale Neutrallage.

Anzeige der Lagewinkel im PCC Manager:

Im PCC Manager werden im „Dashboard“ die absoluten Lagewinkel des Copters angezeigt.

Dies funktioniert bis zu einem Lagewinkel von ca. 90° auf Nick und Roll wie erwartet. Bei größeren Lagewinkeln springt jedoch die Anzeige für „Roll“ auf 95 und „Nick“ auf 0. Dies ist eine spezielle Behandlung für Fluglagen bei denen der Copter „kopfüber“ steht:

Das führt dazu, dass der Copter sich immer zuerst um die Rollachse wieder unter 90° zurückdreht und dann erst die Nickachse ausgleicht. Für den Piloten heisst das einfach, dass die Nase in Flugrichtung bleibt. Man stelle sich als Beispiel die Umschaltung im Flug von Headinghold in den ACC Modus vor, wenn der Copter am Kopf steht Würde der Copter über beide Achsen in die Neutrallage zurückdrehen, wäre das für den Piloten sehr schwer nachvollziehbar und könnte zu einem ungewollten "Nasenschweben" führen, insbesondere wenn man sich schon in einer Notsituation befindet und den Umschalter deswegen betätigt. Mit diesem einfachen Kniff dreht der Copter über Roll auf unter 90° und lässt (weil der Nickwinkel künstlich auf 0 gehalten wird) seine Nase dort wo sie gerade ist. Erst wenn der Rollwinkel unter 90° ist, dann wird auch Nick wieder "normal" gesteuert. Das ganze spielt sich in weniger als einer Sekunde ab.

Fliegen im ACC Modus:

Im ACC Modus kehrt der Copter beim Loslassen der Nick-/Roll-Knüppel auf der Fernsteuerung automatisch in die horizontale Neutrallage zurück.

Wie exakt dies funktioniert, hängt davon ab, wie gut der Beschleunigungssensor kalibriert wurde und auch, ob der Rahmen gerade/verzugsfrei ist. Auch Vibrationen spielen eine große Rolle und sollten so weit es geht minimiert werden. Beeinflussen Vibrationen den Beschleunigungssensor, dann misst dieser fehlerhafte Winkel und der Copter hängt beim loslassen der Steuerknüppel „schief“ in der Luft.

Auch Wind spielt eine Rolle. Der ACC Modus sorgt nicht dafür, dass der Copter seine Position halten kann - er wird durch Wind, sowie rechnerische und mechanische Ungenauigkeiten immer leicht in irgendeine Richtung treiben.

Trimmung mit Beschleunigungssensor:



Niemals mit den Trimmgebern auf der Fernsteuerung arbeiten!

Zieht der Copter beim Start im ACC konstant in eine Richtung, dann sollte dies am besten durch eine neue (bessere) Kalibrierung des Beschleunigungssensors behoben werden. Nur wenn dies nichts hilft, sollte man die Einstellungen „Trim Nick/Roll“ im Menü „Merope“ im LCD Terminal verwenden.

Die Trimmgeber auf der Fernsteuerung sollten nicht benützt werden, da dies bei der Umschaltung vom ACC Modus zum Headinghold-Modus zu ungewollten Drehungen oder sogar Überschlägen des Copters führen könnte.

Aktiver Nick-/Roll- Neigungsausgleich für Kameras:

Bei installiertem Beschleunigungssensor liegen an den beiden Servoausgängen standardmäßig die Signale für automatischen Nick-/Roll-Ausgleich an. Damit kann z.B. eine Kamerahalterung mit 2 Servos beim Kippen des Copters um die Nick-/Rollachse automatisch gegensteuern, sodass die Kamera immer gleich ausgerichtet ist.

Die Standardeinstellungen für die Größe und Richtung der Servoausschläge müssen an die jeweilige Kamerahalterung angepasst werden. Dies wird im PCC-Manager in der Karteikarte „Extras“ durchgeführt:

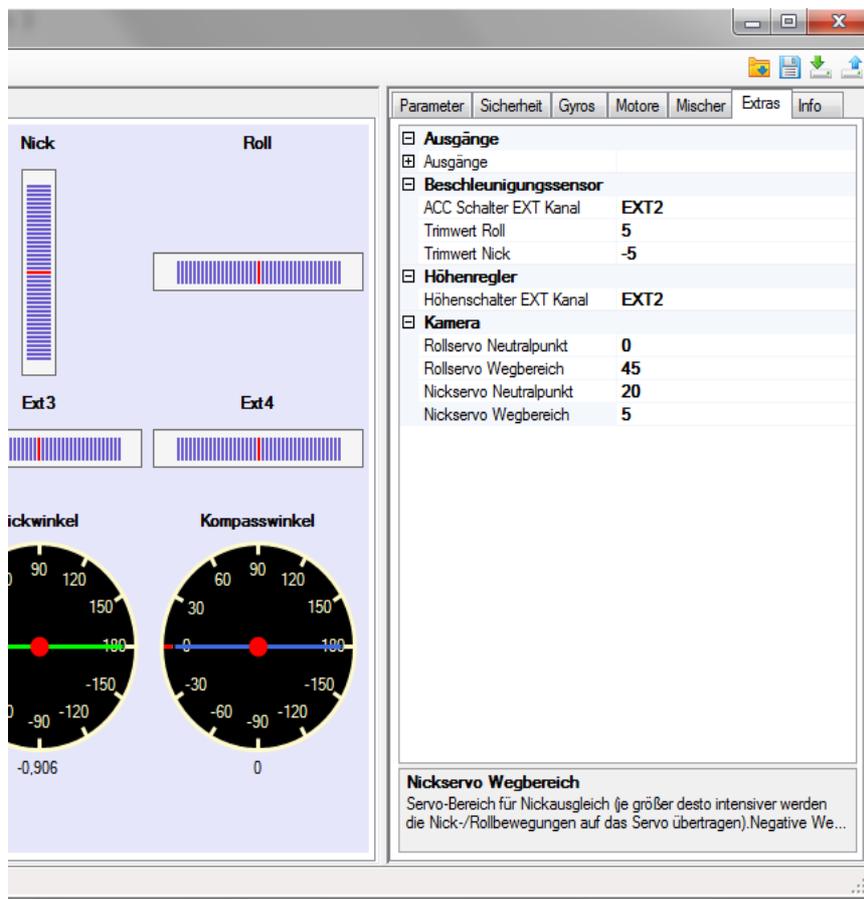


Abbildung 30: Konfiguration Nick-/Rollausgleich

In der Kategorie „Kamera“ kann man für das Nick- und Rollservo folgende Einstellungen vornehmen:

- **Wegbereich:** -127 bis 127. Je größer der Wert ist, desto weiter schlägt das Servo aus. Läuft das Servo in die falsche Richtung, dann muss das Vorzeichen des Wertes umgekehrt werden (also z.B. -45 statt 45).
- **Neutralposition:** -127 bis 127: Verschiebt die Neutralposition des Servos

Zusätzlich zur Einstellung des Wegbereiches und der Neutralposition können auch noch **Steuerbefehle von der Fernsteuerung zugemischt werden**, um z.B. die **Kamera schwenken zu können**. Standardmäßig werden diese Fernsteuerkanäle zum aktiven Nick-/Roll-Ausgleich dazugemischt. Möchte man nur die Fernsteuerbefehle zur Steuerung der Servos verwenden, dann setzt man den „Wegbereich“ (siehe oben) für die Nick-/Roll-Kompensation auf 0.

Die Zuordnung von Fernsteuerungskanälen erfolgt ebenfalls in der Karteikarte „Extras“ des PCC-Managers:

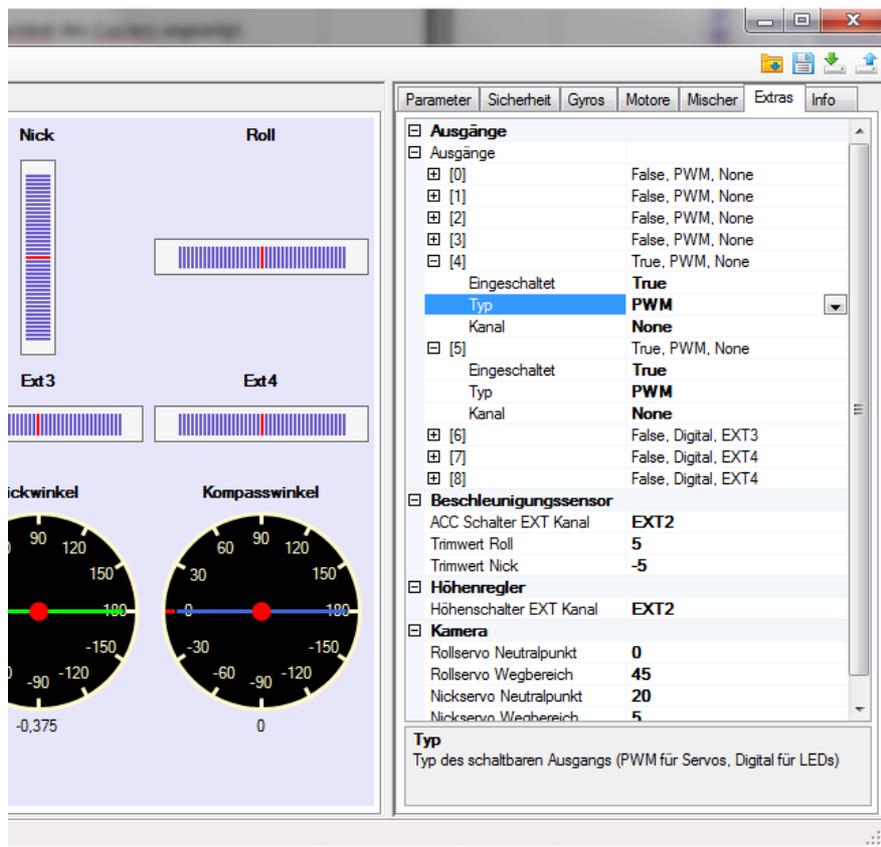


Abbildung 31: Konfiguration der Servoausgänge

Die Ausgänge 4 und 5 sind die beiden Servoausgänge. Hier gibt es folgende Einstellmöglichkeiten:

Eingeschaltet: True = Der Ausgang ist aktiv, False = Der Ausgang liefert kein Servosignal

Typ: PWM = Servosignal, Digital = Schaltsignal, PWM_YAW = Tricopter Giersignal

Kanal: Zugeordneter EXT-Kanal

Hat man z.B. einen Drehregler der Fernsteuerung auf EXT4 eingelernt, dann kann man hier für den gewünschten Servoausgang den EXT-Kanal einstellen. Dieses Signal wird dann dem generierten Servosignal zugemischt.

8.3 Einstellungen und Flugbetrieb mit dem Kompass

Der Kompass muss manuell kalibriert werden, bevor er im Flugbetrieb verwendet wird, ansonsten hält der Copter seine Ausrichtung nicht genau und die GPS-Funktionen funktionieren nicht so wie sie sollen.

Genaugenommen gibt es 2 Kalibriervorgänge:

1. Die Sensorkalibrierung beim Einschalten des Copters, wo der Kompass seine 3 Hallsensoren für die Achsen alle auf gleich bringt - das geschieht automatisch.
2. Die Offsetkalibrierung die der Pilot (so wie beim ACC-Sensor) einmalig machen muss und der Kompass Verzerrungen in den Magnetfeldern (z.B. durch Geomagnetismus, Erze in der Erde, Metall am Copter, usw..) ausbügelt.

Punkt 1 erfolgt bei jedem Einschalten des Copters automatisch. Deshalb muss man aber darauf achten, den Copter nicht auf einer metallischen Oberfläche (z.B. Autodach, Betonplatten mit unten liegender Eisenbewehrung, usw... einzuschalten) in Gebäuden (Stromleitungen, Stahlbeton) einzuschalten. Am besten ist es, den Copter in der Wiese einzuschalten.



Kann sich der Kompass beim einschalten nicht kalibrieren, ertönen 5 kurze Pieptöne. Es wird dann versucht, die Kalibrierung nochmals vor dem nächsten Motorstart nachzuholen.

Wenn die Kalibrierung nicht erfolgreich war, dann wird versucht, diese beim nächsten Motorstart nachzuholen. Schlägt sie wieder fehl, ertönen 5 Pieptöne und der Kompass ist im Flug nicht aktiv.

Punkt 2 muss einmalig manuell ausgeführt werden (so wie beim ACC-Sensor). Dabei wird der Copter per Hand um alle seine Achsen gedreht, um das Erdmagnetfeld aus allen Richtungen zu erfassen. Die daraus ermittelten Daten werden im EEPROM abgespeichert und (wie die anderen Einstellungen) bei jedem Start wieder verwendet.

Ausgelöst wird es durch den Menüpunkt "Kompass kalibrieren" im Merope-Menü. Wie es gemacht wird zeigt folgendes Video:

<http://vimeo.com/41133772>



Wird die manuelle Kompasskalibrierung nicht durchgeführt, verwendet der Kompass Standardwerte, die dazu führen können, dass der Copter seine Richtung und Position nicht genau genug hält. Die Kalibrierung ist sehr wichtig für jede Navigationsfunktion!

Man sollte die Kalibrierung nicht im Haus machen, sondern auf der Wiese, wo möglichst wenig Metall oder Stromleitungen vorhanden sind. Macht man einen größeren Ortswechsel, empfiehlt es sich auch, die Kalibrierung zu wiederholen.



Die Kalibrierung des Kompasses wird (derzeit) nur beim Motorstart im EEPROM abgespeichert!



Nicht mit aktivem Kompass in Gebäuden fliegen! Stromleitungen, Stahlbetonwände o.Ä. können zu Störungen und ungewollten Drehungen des Copters führen.



Vorsicht beim Vorbeiflug an Stromleitungen oder anderen Metallischen Gegenständen! Diese können den Kompass erheblich stören.

8.4 Einstellungen und Flugbetrieb mit dem Höhenregler



Die automatische Höhenregelung funktioniert nur bei installiertem Luftdrucksensor! Niemals die Höhenregelung ohne Luftdrucksensor aktivieren!

Funktionsweise des Höhenreglers:

Der Höhenregler greift in die Gassteuerung des Copters ein, um ihn auf einer konstanten Soll-Höhe zu halten. Diese Sollhöhe wird eingestellt, wenn man den Schalter für die Höhenregelung (Menü „Merope“, „Baro Switch Ext“) aktiviert.

Damit die Regelung ordentlich funktioniert, muss der Copter sein Schwebegas kennen (jener Gaswert, bei dem der Copter wenig oder gar nicht sinkt oder steigt). Dieses Schwebegas ist für jeden Copter verschieden, da hier Gewicht, Antrieb und Batteriespannung eine grosse Rolle spielen.

Schwebegasschätzung

In den ersten Flugsekunden-/Minuten nach dem Abheben, versucht Merope aus der Vertikalgeschwindigkeit das Schwebegas für den jeweiligen Copter zu schätzen. Dabei werden der ACC-Sensor und der Luftdrucksensor kombiniert und die vertikale Bewegung gemessen. Daraus und aus der Stellung des Gasknüppels wird der Wert geschätzt, bei dem der Copter schwebt (also nicht steigt oder sinkt). Dieser Wert wird dann als Ausgangswert für die Höhenregelung genommen.

Es empfiehlt sich also, in den ersten 20 Sekunden nicht wild herumzufliegen, sondern mal ein bisschen im Schwebeflug zu verharren, wenn man Wert auf eine besonders gute Höhenregelung legt. Es funktioniert zwar auch anders, aber so sind die Ergebnisse deutlich besser. Einfach mal probieren!

Die Schwebegasschätzung wird bei jedem Motorstart gelöscht und neu berechnet.

Berücksichtigung der Batteriespannung bei der Höhenregelung

Beim Einschalten der Höhenregelung merkt sich der Copter die aktuelle Batteriespannung (UBatt_Baro) und regelt beim Absinken der Spannung im Laufe des Flugs das Schwebegas automatisch höher.

Dies passiert nach der Formel:

$$\text{Schwebgas} = \text{Schwebgas_Schätzung} * (\text{UBatt_Baro} / \text{UBatt_Aktuell})$$

Wenn der Akku also beim Umschalten 12V gehabt hat und nun 10V hat, dann erhöht der Copter also das Schwebegas um den Faktor $(12/10) = 1.2$

Dies wird dann während des Fluges ständig angepasst.

Berücksichtigung der Neigungen in Nick/Roll bei der Höhenregelung

Liegt der Copter nun in einer Schräglage, dann wird der Schwebegaswert bis auf das maximal Doppelte erhöht, weil ja der Schubvektor nicht mehr direkt nach unten zeigt.

PID-Regelung der Höhe

Die PID-Regelung der Höhe basiert auf der Vertikalgeschwindigkeit und nicht direkt auf der Höhenabweichung. Aus der Differenz zur Sollhöhe wird eine Sollgeschwindigkeit nach oben oder unten berechnet und der Gaswert (ausgehend vom geschätzten Schwebegas) mittels PID-Regler so angepasst, dass die aktuelle Vertikalgeschwindigkeit des Copters sich an die Sollgeschwindigkeit angleicht.

So reagiert die Regelung sanfter und kann sich auch viel besser an schwere oder leichte Copter anpassen.

Funktionstest am Basteltisch:



Sicherstellen, dass die PID-Werte des Höhenreglers den Standardeinstellungen (P Höhe = 20, I Höhe = 21, D Höhe = 15) entsprechen, sonst funktioniert die Regelung nicht richtig!

Der Luftdrucksensor sollte vor dem Flug getestet werden. Dazu verbindet man den eingeschalteten und flugbereiten Copter mit dem PCC-Manager und lässt sich im „Scope“ den Wert „Höhe“ (zu finden unter „Messwerte“) anzeigen.

Die Höhe wird nun als Linie angezeigt, die nur leicht zittern/schwanken darf, aber bei unbewegtem Copter relativ waagrecht verlaufen sollte.

Die Funktion des Luftdrucksensors kann nun überprüft werden, in dem man den Copter ca. 1-2m auf und ab bewegt - die angezeigte Linie sollte entsprechend folgen.

Ein weiterer guter Test ist es, die Tür des Raumes in dem der Copter steht ruckartig auf und wieder zu zu reißen (alle Fenster und anderen Türen dabei schließen!!), sodass kleine „Druckwellen“ im Raum entstehen. Man sieht diese Druckwellen dann deutlich auf der am Bildschirm angezeigten Kurve als Zacken nach oben oder unten.

Den zuvor definierten Schalter kann man ebenfalls testen: Wird die Höhenregelung per Schalter aktiviert, quittiert der Copter dies mit 1x piepen.

Hat der Luftdrucksensor diese Tests erfolgreich absolviert, dann kann es an den Erstflug gehen.



Der Höhenregler ist nur im ACC-Modus aktiv! Vor Aktivierung des Höhenreglers muss der ACC-Modus aktiv sein.

Fliegen mit dem Höhenregler:

Für einen ersten Testflug macht man am besten folgendes:

- Einstellung „Höhe Vario“ im Menü Parameter auf 0 setzen
- vor dem Start den ACC-Modus aktivieren
- abheben und mal ca. 20-30 Sekunden in konstanter Höhe auf der Stelle schweben
- dann den Copter auf 2-3m Flughöhe bringen
- Den Höheregler einschalten
- Das Gas sofort etwas erhöhen, damit der Höhenregler genug Reserve hat

Der Copter sollte nun (an windstillen Tagen) die Höhe, auf der der Schalter umgelegt wurde auf ca. 30-50cm genau halten.

Durch Gaswegnahme kann der Copter nun jederzeit zum Sinken veranlasst werden. Erhöht man das Gas wieder, dann soll der Copter bis zu der vorher eingestellten Sollhöhe steigen und dann automatisch Gas wegnehmen. Der Schalter „Baro Switch Ext“ bleibt dabei immer an.

Stellt man den Schalter für die Höhenregelung wieder auf „Aus“, dann hat man wieder manuelle Gaskontrolle. Vorsicht! Beim Zurückschalten auf die Stellung des Gasknüppels achten. Diese wird sofort übernommen und kann dazu führen, dass der Copter sofort zu steigen/fallen beginnt.

Hat dieser Test funktioniert, so wiederholt man das ganze mit verschiedenen Sollhöhen.



Wenn die Höhenregelung als Höhen-/Gasbegrenzung arbeitet, kann die Höhenregelung nie mehr Gas geben, als der Gasknüppel vorgibt. Deshalb bei aktivem Höhenregler immer den Knüppel so stellen, dass der Copter genug Gas geben kann, um zu steigen.



Den Vario-Modus der Höhenregelung erst aktivieren, wenn die Tests im Höhenbegrenzungs-Modus erfolgreich waren!

Wenn der Höhenregler im Höhenbegrenzungs-Modus zufriedenstellend arbeitet, dann kann man erste Tests mit der Vario-Höhenregelung vornehmen.

Dabei wird die Sollhöhe nicht als „virtueller Deckel“ gesetzt, sondern kann mit dem Gasknüppel dynamisch nach oben oder unten verschoben werden. Dabei dient der Gasknüppel zur Höhenkontrolle und regelt nicht mehr direkt den Schub der Motoren.

In der Neutralstellung des Gasknüppels steigt oder sinkt der Copter nicht. Um die Mittelstellung gibt es auch eine relativ große „Totzone“, in der ebenfalls die Höhe gehalten wird. Wird der Gasknüppel darüber hinaus bewegt, fängt der Copter je nach Knüppelausschlag schneller oder langsamer zu steigen/sinken an.

Der Copter sinkt oder steigt dann an den Endanschlägen mit ca. 1m / Sekunde.



Im Variomodus steuert die Höhenregelung automatisch das Gas (bis zu Vollgas oder Standgas), um die Sollhöhe zu erreichen oder halten. Es ist deshalb wichtig, den Höhenregler vorher im Höhenbegrenzungs-Modus zu testen!

Auch hier wieder vorsichtig sein! Beim Abschalten der Höhenregelung wird die Gasknüppelstellung sofort übernommen - es sollte also Platzreserve nach oben oder unten vorhanden sein.

Höhenregler-Tuning:

Für die meisten Copter-Konstruktionen sollten die Standardwerte (P Höhe = 20 / I Höhe = 21 / D Höhe = 15) der Höhenregelung funktionieren. Bei stark abweichenden Gewichten oder Antriebsleistungen kann es sein, dass die Höhenregelung unruhig arbeitet und der Copter zu „hüpfen“ oder auf- und ab zu pendeln beginnt, anstatt sauber die Höhe zu halten.

Hier kann man versuchen, Schrittweise abwechselnd den P-Wert des Höhenreglers zu verringern und den D-Wert zu erhöhen (in 1er-Schritten).

Hält der Copter die Höhe nicht, sondern steigt oder sinkt stetig, dann kann es sein, dass der Luftdrucksensor im Propellerwind liegt - hier kann man Abhilfe durch eine (lockere) Schaumstoff-Ummantelung herbeiführen. Eine andere mögliche Ursache wäre der Beschleunigungssensor, der durch Vibrationen gestört wird und so die Vertikalbeschleunigungen nicht korrekt messen kann. Hier schaffen die im Kapitel „Beschleunigungssensor“ genannten Maßnahmen zur Vibrationsreduktion Besserung.

8.5 Einstellungen und Flugbetrieb mit GPS



GPS funktioniert nur mit installiertem und kalibriertem Kompass, richtig eingestellter magnetischer Deklination und nur wenn der ACC-Modus aktiv ist.

Funktionsweise des GPS-Moduls:

Das GPS-Modul verwendet die GPS-Satelitennavigation, um die aktuelle Position des Copters festzustellen und ihn - falls gewünscht - an der aktuellen Position zu halten bzw. zurück zur Startposition zu steuern.

Ist GPS aktiv, greift es aktiv in die Nick- und Roll-Steuerung des Copters ein, jedoch niemals in die Gier-Steuerung.

Damit das GPS-Modul diese Aufgabe gut erledigen kann, muss zuvor der Copter so eingestellt sein, dass er bei Windstille im ACC-Modus möglichst wenig seitlich wegdriftet. Ein Copter, der im ACC-Modus beim Loslassen der Knüppel eine (dauerhafte) Schiefelage einnimmt, kann nur schlecht durch GPS auf Position gehalten werden!

Während der Copter eine Position hält oder ansteuert, kann jederzeit mit dem Nick-/Roll-Knüppel übersteuert werden, was dazu führt, dass der Copter die gewünschte GPS-Funktion für eine Zeit lang aussetzt und erst nach dem Loslassen des Nick-/Roll-Knüppels wieder aufnimmt.

Es kann auch während eine Position gehalten oder angefliegen wird, jederzeit manuell gegiert werden. Dies führt aber nicht zur Unterbrechung der aktuellen GPS-Funktion.

Die Genauigkeit der Positionsbestimmung und Navigation variiert zwischen 1m und 10m und ist von vielen Faktoren abhängig, z.B. von der Anzahl der momentan verfügbaren GPS-Sateliten, von der Güte der Kompass-Kalibrierung, von den Wetterverhältnissen und vielem mehr. Es empfiehlt sich also, bei der Aktivierung des GPS immer für genug freien Raum rund um den Copter zu sorgen.

Ein Sicherheitshinweis: Die GPS-Funktion kann jederzeit ausfallen wenn zu wenige Sateliten für die Antenne „sichtbar“ sind, z.B. durch ungünstige Orbitalpositionen der Sateliten, Sonnenstürme, Abdeckung durch Bauwerke, Flugzeuge etc... Man sollte daher auch einen Copter im Positionshalte-Modus ständig beobachten und im Falle des Falles manuell kontrollieren können.



Im Falle eines GPS-Ausfalls beendet der Copter jede Navigationsfunktion und wechselt in den Standard-ACC-Modus. Erst wenn GPS wieder verfügbar ist, wird die letzte GPS-Funktion automatisch wieder aktiviert.

Verhalten und LED-Anzeige des GPS-Moduls:

Mit der roten LED zeigt das GPS-Modul seinen Status an. Beim Einschalten leuchtet die rote LED kurz auf und verlöscht dann sofort wieder.

Sie bleibt dunkel, bis das GPS-Modul eine genaue Ortsbestimmung durchführen kann. Dies dauert zwischen 20 Sekunden und 10 Minuten. Wenn das Modul die Position des Copters bestimmt hat, dann blinkt die LED. Im GPS-Jargon heißt das, es hat einen „Positions-FIX“.

Der Grund, warum es etwas dauert bis das Modul sich „orientiert“ hat ist dass es zuerst sämtliche GPS-Satelliten durchgeht und schaut, ob es diese empfangen kann (da das Modul ja nicht genau weiss, wo auf der Erde es sich befindet). Das Modul speichert die letzte bekannte Position intern (dazu dient auch die kleine Pufferbatterie unten auf der Platine), um beim nächsten Start gezielt die Satelliten abzufragen, die der Position entsprechen und so schneller zu einem „FIX“ zu kommen.

Beim ersten Start (und wenn das GPS-Modul länger keinen Strom bekommen hat, dann ist die Pufferbatterie leer) dauert der „FIX“ normalerweise besonders lange. Wechselt man nur mal schnell den Akku, dann ist der Fix sofort wieder da.



Vor GPS-gestützten Flügen immer warten, bis das GPS die aktuelle Position kennt (rote LED am GPS blinkt). Andernfalls sind die GPS-Funktionen deaktiviert - der Copter signalisiert dies durch abgesetztes Piepen bei Aktivierung von Position Hold oder Coming Home.

Die Güte der GPS-Navigation hängt auch von der Anzahl der für das GPS-Modul sichtbaren Satelliten ab. Nach dem ersten Einschalten an einem Flugtag (oder nach einem größeren Ortswechsel) dauert es ein wenig, bis das GPS-Modul wirklich alle verfügbaren Satelliten findet (auch wenn schon die rote LED blinkt). In dieser Situation empfiehlt es sich daher, auch nach dem blinken der LED noch 1-2 Minuten mit dem Start zu warten.



Meropé führt Navigationsfunktionen nur aus, wenn das GPS-Modul mindestens 5 Satelliten erkannt hat. Fällt die Zahl der „sichtbaren“ Satelliten darunter, deaktiviert Meropé die Navigationsfunktion und piept in längeren Intervallen. Wenn danach wieder mindestens 5 Satelliten zur Verfügung stehen, wird die letzte Navigationsfunktion wieder aktiviert.

Vor dem ersten Flug:

Bevor das GPS-Modul im Flug aktiviert wird, sollte am Boden getestet werden, ob es korrekt funktioniert und Positionsdaten an den Copter übermittelt. Dies wird mit dem PCC-Manager getestet (Erfordert PCC Manager 2.00 oder höher)

Idealerweise führt man diesen Test im Freien mit einem portablen Computer durch, damit das GPS-Modul optimal funktioniert. Das GPS-Modul ist jedoch meist empfangsstarke genug, auch in Gebäuden (z.B. auf der Fensterbank/Balkon, etc...) Satellitensignale zu empfangen.

Für den Test verbindet man den eingeschalteten und flugbereiten Copter mit dem PCC-Manager und aktiviert die Karteikarte „Navigation“ (Motoren müssen nicht gestartet sein). Die vom GPS empfangenen Daten werden oben in der schwarzen Leiste mit den grünen Anzeigen dargestellt. Ändern sich diese, empfängt der Copter Positionsdaten vom GPS-Modul. Ist eine passende Karte im PCC-Manager geladen, dann wird auch die Position des Copters auf der Karte grafisch dargestellt.



Bei der ersten Inbetriebnahme des GPS-Modus kann es bis zu 10 Minuten dauern, bis die Position erkannt wird (rote LED am GPS-Modul blinkt). Bei ungünstigen Empfangsverhältnissen kann eventuell gar keine Position erkannt werden, dann den Test im Freien wiederholen.

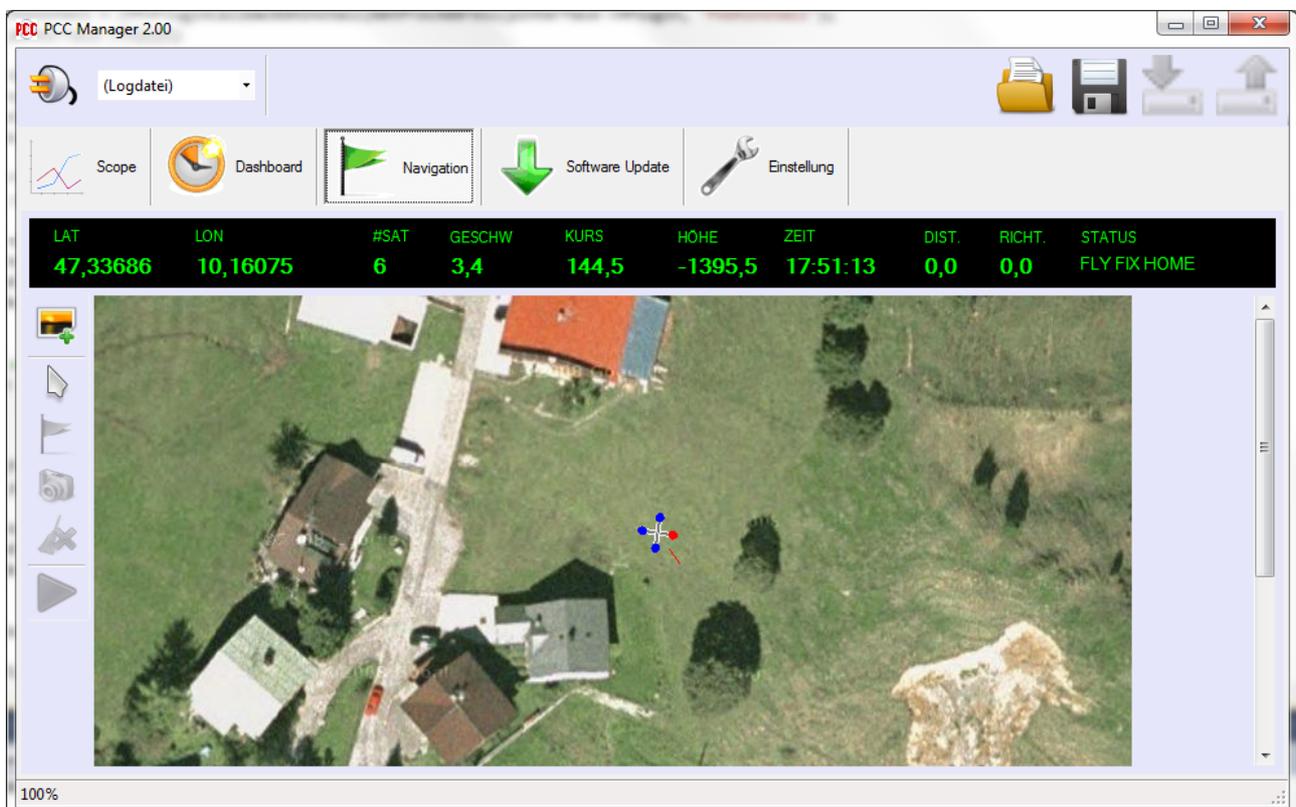


Abbildung 32: GPS-Anzeige im PCC-Manager

Bei diesem Funktionstest - und auch bei späteren Flügen empfiehlt es sich, eine passende Karte seines Flug- /Testgeländes für den PCC-Manager zu erstellen, um auch festzustellen, ob die Ausrichtung des Copters korrekt angezeigt wird.

So wird's gemacht:

Die Karten werden nicht vom Internet geladen, sondern müssen auf der Festplatte als "getaggte" JPG-Files vorhanden sein. Man muss sich also zuerst eine Karte von seinem Fluggebiet selbst erzeugen und kann diese dann in den PCC-Manager laden. Dazu dient das Online-Tool **GeoMapTool** (<http://www.geomaptool.de/>).

Man verwendet die Version 3.5 und speichert den ausgewählten Kartenausschnitt im Format "MK Kopter Tool". Diese JPG-Dateien sind nichts anderes als normale Bilddateien, wo in den EXIF-Tags die Geokoordinaten der linken oberen und rechten unteren Ecke gespeichert sind. Der PCC-Manager kann so die GPS-Koordinaten auf die Karte abbilden.

Auf dem Navigations-Tab im PCC-Manager gibt es den Button "Karte laden" (links oben), mit dem man diese Karten anzeigen und verwenden kann.

Magnetische Deklination:

Die Ausrichtung des Copters wird im Auslieferungszustand nicht genau passen, der Grund dafür ist unter anderem die **magnetische Deklination**.

Diese muss je nach geographischer Position eingestellt werden, um Verzerrungen des Erdmagnetfeldes auszugleichen. Damit kann der Copter korrekt von der magnetischen Nordrichtung auf die geographische Nordrichtung schließen, die in der Realität (fast) nie übereinstimmen.

Die aktuell gültigen Deklinationswerte für einen bestimmten Ort kann man mithilfe folgender Karte herausfinden:

<http://magnetic-declination.com>.

Dort wird auch genauer erklärt, was das eigentlich ist. Man klickt auf der Karte einfach auf den gewünschten Ort, und man bekommt den Deklinationswert angezeigt.

Die Seite zeigt den Wert jedoch in Grad und Minuten an, Meropé braucht den Wert aber in Zehntelgrad. Man stellt diesen Wert ein im LCD-Menü „Meropé“, „Mag. Deklination“ bzw. im PCC-Manager auf der Karteikarte „Einstellung“ unter „Extras“.

Hier drei Beispiele:

Linz, Oberösterreich:

Die Karte zeigt an: Declination 2° 58' Positive.

Das sind also $2 + (58/60)^\circ = +2.9667^\circ$

Wir stellen in Merope unter "Mag. Deklination" ein: +29 (Zehntelgrad!)

Frankfurt/M., Deutschland:

Die Karte zeigt an: 1° 31' Positive.

Das sind also $1 + (31/60)^\circ = +1.5167^\circ$

Wir stellen also in Merope unter "Mag. Deklination" ein: +15 (Zehntelgrad!)

Rio de Janeiro, Brasilien:

Die Karte zeigt an: 22° 13' Negative.

Das sind also $-22 - (13/60)^\circ = -22.2167^\circ$

Wir stellen also in Merope unter "Mag. Deklination" ein: -222 (Zehntelgrad!)

Wichtig: Die Einstellung wird nur beim Motorstart im EEPROM abgespeichert!

Nach korrekter Einstellung der Deklination kann man nun gut den Kompass überprüfen - und zwar ob die Ausrichtung des Copters auf der Karte der Realität entspricht und alle Drehungen um die Hochachse auf der Karte ebenfalls korrekt mitgemacht werden (der rote Punkt signalisiert „Vorne“)

Hat das GPS-Modul alle diese Tests erfolgreich absolviert, dann kann es (fast) an den Erstflug gehen.

Fliegen mit GPS:



GPS funktioniert nur mit installiertem und kalibriertem Kompass und nur wenn der ACC-Modus aktiv ist.



Sicherstellen, dass die PID-Werte des GPS-Reglers den Standardeinstellungen (P GPS = 35, I GPS = 10, D GPS = 10) entsprechen, sonst funktioniert die Regelung nicht richtig!

Es gibt 3 Betriebsmodi, die per Schalter kontrolliert werden können:

- **GPS-Standby/Free:** Das GPS-Modul misst ständig die Position des Copters (um diese z.B. mit einem Datenlogger aufzuzeichnen, per Bluetooth-Telemetrie zur Bodenstation zu senden, oder für On-Screen-Displays), greift aber niemals in die Steuerung ein.
- **GPS-Position Hold:** Wird der Steuerknüppel für Nick und Roll in Neutralposition gebracht, dann bremst der Copter zuerst ab und versucht die aktuelle Position automatisch zu halten. Dabei steuert Merope automatisch Nick und Roll so, dass der Copter seine aktuelle Position hält. Betätigt der Pilot den Nick oder Rollknüppel, so wird das Positionshalten beendet und der Copter kann manuell zu einem anderen Punkt gesteuert werden. Wird dort eine Zeit lang der Nick-/Roll-Knüppel nicht betätigt, hält der Copter die neue Position.
- **GPS-Coming Home:** Der Copter versucht zur "Home" Position zurückzukehren (dort wo er vom Boden abgehoben hat). Dies macht er, wenn man den Nick-/Roll-Knüppel für ca. 0.5 Sekunden in Neutralstellung hatte. Während der Coming Home-Funktion kann man jederzeit mit dem Nick-/Roll-Knüppel eingreifen und der Copter beendet das "Coming Home". Erst wenn man den Knüppel wieder in die Neutralstellung bringt, versucht er es erneut.

Bremsfunktion: Bevor Position Hold oder Coming Home aktiv wird, versucht der Copter für maximal 0.5 Sekunden die Geschwindigkeit unter 27cm/s (ca. 0.9 km/h) zu verringern (er neigt sich gegen seine aktuelle „Fahrtrichtung“). Danach erst führt er die gewünschte Aktion durch.

Hier nochmal eine Checkliste, was alles eingestellt sein muss, damit das GPS funktioniert:

- ✓ **ACC kalibriert** → Copter schwebt sauber in der Neutrallage
- ✓ **Kompass manuell kalibriert** → Ausrichtung im PCC-Manager stimmt mit der Realität bis auf 1-2° überein
- ✓ **Magnetische Deklination** für den Ort an dem geflogen wird eingestellt
- ✓ **EXT-Schalter** (3 Stufen) für GPS-Modul zugeordnet

Für einen ersten Testflug macht man am besten folgendes:

Bei ersten Versuchen fliegt man am besten im reinen ACC-Modus: Bei irgendeinem Setting (es empfiehlt sich z.B. Setting 3)...

- stellt man unter "Parameter" den Wert "ACC Modus" auf "1" und stellt dann unter "Merope" den Schalter für "ACC Switch EXT" auf 0. Der Copter ist damit immer im ACC-Modus.
- Nun wählt man bei diesem Setting unter "Parameter" für die Einstellung "GPS" den Wert "1". Damit ist das GPS aktiv.
- Ebenfalls wählt man bei diesem Setting unter "Parameter" für die Einstellung "Kompass" den Wert "1". Damit ist auch der Kompass aktiv.
- Der Baro-Sensor muss nicht aktiv sein, man kann das GPS auch gut ohne Höhenregler testen.
- Dann, ebenfalls im Menü "Merope", wählt man für "GPS Switch Ext" einen 3-Stufen Schalter
- Motoren starten (geht auch mit Not-Aus Schalter "ein") nicht vergessen, um alles abzuspeichern!
- Man kann nun den 3-Stufen-Schalter testen: Auf Stufe 0 gibt's keinen Beep, auf Stufe 1, muss es einen Doppelpiep geben "Biep-Bieep" (1x kurz , 1x lang). Auf Stufe 2 ebenfalls, wobei der 2. Beep länger ist.

Nun kann der Testflug durchgeführt werden:

- Copter raus auf die Wiese mit möglichst viel freier Sicht zum Himmel und sehr viel Platz rundherum. Sender einschalten und Akku am Copter anstecken.
- Warten, bis das GPS-Modul einen "FIX" hat (rote LED am GPS blinkt), danach zur Sicherheit noch eine Minute warten.
- 3-Stufen-Schalter vor dem Start auf Position "GPS free" (Stufe 0)
- Abheben, rumfliegen... (Der Copter muss im ACC-Modus mit aktivem Kompass sein!)
- 3-Stufen-Schalter auf Stufe 1 („Position Hold“): Dann Nick-/Roll loslassen. Es piept 1x kurz und der Copter bremst ab, überschießt (wahrscheinlich) die Position ein paar mal und pendelt sich dann ein. Er sollte nun in einem 2x2m Korridor (bei Windstille!) in der Position schweben. Am besten funktioniert es, wenn man den Copter vorher manuell abbremst.
- Mit Nick oder Roll kann man den Copter wieder aus dem Position Hold rauslösen. Einfach den Schalter auf Stufe 1 lassen und eine neue Position anfliegen. Lässt man Nick-/Roll wieder los, beginnt das Spiel an dieser Position von neuem
- Mag man nicht mehr fliegen, dann den Schalter in Stufe 2 („Coming Home“) und der Copter bremst zuerst ab (neigt sich entgegen seiner aktuellen Flugrichtung) und braust zurück zum Startpunkt. Zuerst fliegt der Copter eher schnell, bremst sich dann aber 3-4m vor dem Ziel stark ein, schwebt langsam über den Startpunkt und hält diese Position.

Wenn man sieht, es klappt nicht ganz, dann kann jederzeit mit Nick-/Roll wieder eingegriffen und der Autopilot übersteuert werden.

Wichtig: Coming Home versucht den Copter zuerst auf relativ gerader Strecke in einen Kreis mit ca. 3m Radius um den Zielpunkt (Home-Position) zu manövrieren. Diese Grenze wird auch als Bremspunkt verwendet.

Der Copter fliegt bis zu diesem Radius mit bis zu 20 km/h (einstellbar im Menü) und bremst sich auf den 3m-Radius hin. Dort darf er nur mehr mit max 3km/h fliegen.

Ist der Copter dann in diesem 3m-Radius, dann schaltet er um auf Position Hold (verwendet auch den anderen Regler) und manövriert dort sehr langsam. Er benötigt dann 5-10 Sekunden (je nach Wind) nach dem Bremsvorgang, bis er sich auf die „Home“ Position einpendelt.

Wichtige Warnhinweise für den GPS-Betrieb:



Beim Test von „Coming Home“ kann es sein, dass der Copter den Zielpunkt nach hinten überschießt! (besonders bei Rückenwind). Immer für genug Platzreserve hinter und rund um den Startpunkt sorgen und aufpassen, dass der Copter hoch genug ist, um nicht den Piloten zu treffen!



Bei „Coming Home“ versucht der Copter auf direkter Linie zum Startpunkt zurückzufliegen. Aufpassen auf Gebäude oder Bäume, die eventuell im Weg stehen könnten!



Bei starkem Wind kann es sein, dass der Copter bei Coming Home nicht auf einer geraden Linie bleiben kann, sondern durch den Wind einen Bogen fliegt. Aufpassen im Siedlungsgebiet und bei umstehenden Personen!



Bei „Coming Home“ mit aktiviertem Höhenregler kann es kurzzeitig zu Höhenverlusten kommen (durch die Neigung des Copters), und es dauert ein wenig bis diese automatisch ausgeglichen wird. Deshalb immer genug Sicherheitshöhe einplanen!



GPS funktioniert nicht zuverlässig in Gebäuden! Niemals in einer Halle eine GPS-Funktion aktivieren!

8.6 Flugbetrieb mit der 'Heading Free' Funktion



Heading Free funktioniert nur mit installiertem und kalibriertem Kompass, richtig eingestellter magnetischer Deklination und nur wenn der ACC-Modus aktiv ist.

Funktionsweise der 'Heading Free' Funktion:

Die Funktion erleichtert es, den Copter zu manövrieren, wenn dessen Vorderseite nicht vom Piloten weg zeigt. Ohne 'Heading Free' Funktion muss dann zum korrekten Steuern von Nick- und Roll umgedacht werden, was gerade für unerfahrene Piloten nicht immer einfach ist.

Ist die Funktion aktiv, dann beziehen sich Nick- und Roll-Steuerbefehle nicht mehr auf die Frontseite des Copters, sondern auf eine bestimmte Himmelsrichtung, die zuvor durch Umlegen eines Schalters im Flug „gelernt“ wurde. Damit kann man also den Copter beliebig gieren, ohne dass die Richtungen für Nick- und Roll mitdrehen.

Die Richtung für die Nick- und Rollsteuerung wird beim Umlegen des „Heading Free“-Schalters gesetzt, und beibehalten, bis der Schalter wieder auf 'Aus' gestellt wird.

Es gibt 2 unterschiedliche Verhaltensweisen beim Umlegen des Schalters:

1. Innerhalb eines Radius von 15m um den Startpunkt gilt die aktuelle Richtung des Frontauslegers des Copters als "vorne"
2. Außerhalb eines Radius von 15m gilt die Peilung von der "Home"-Position zum Kopter als "vorne"

Die Unterscheidung der beiden Fälle gibt es nur, wenn der Copter mit einem GPS-Modul ausgestattet ist. Es genügt dabei, dass das GPS-Modul vorhanden ist und einen „FIX“ hat (rote LED blinkt) - es muss nicht „Position Hold“ oder „Coming Home“ aktiv sein.

Ist der Copter nicht mit einem GPS-Modul ausgestattet (oder hat dieses keinen Positions-„FIX“), dann wird immer nur der Kompass verwendet und der Copter verhält sich immer nach Variante 1.

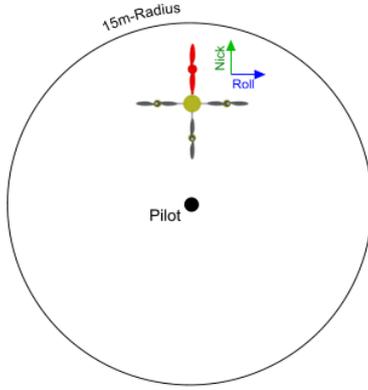
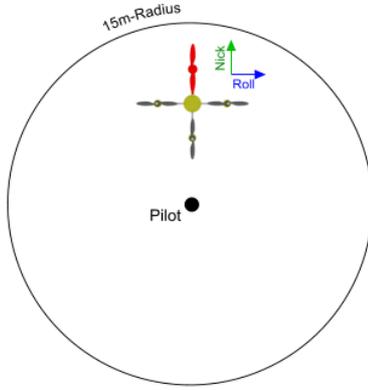
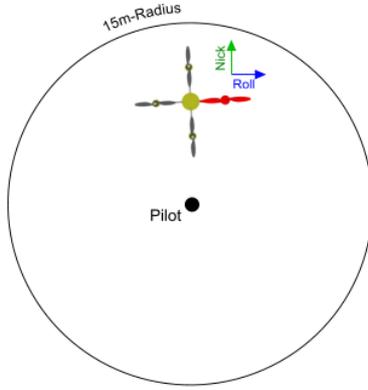
Ab dem Zeitpunkt, ab dem der Schalter umgelegt wird, ist es egal wohin der Frontausleger zeigt, die Nick-/Roll-Richtungen sind nun fixiert. Das ganze ist optimal bei Kameraflügen, bei denen man sich nun nicht mehr darum kümmern muss, ob z.B. der Frontausleger des Copters auf einen zu zeigt - oder auch wenn man sehr weit weggefliegen ist, nicht genau weiß wie der Copter ausgerichtet ist, und manuell zurückfliegen möchte, dann braucht man nur Nick nach hinten ziehen und der Copter kommt zum Home-Punkt zurück.



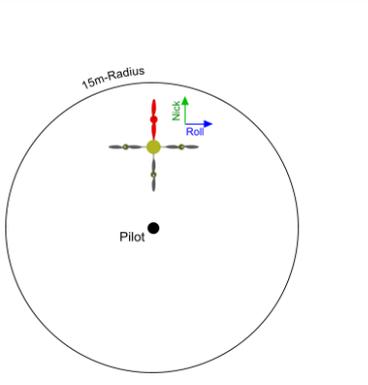
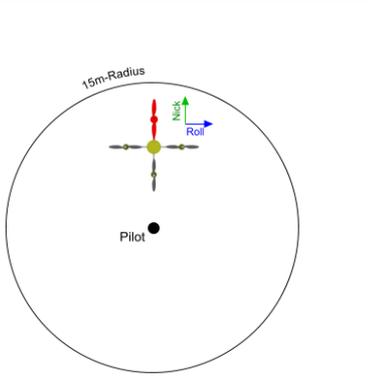
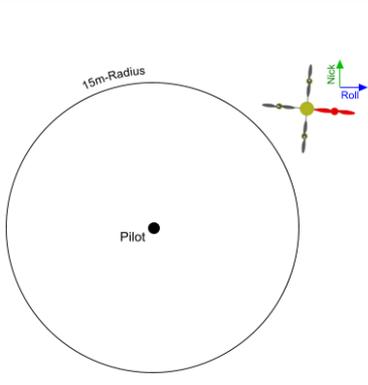
Man sollte sich zuerst vorsichtig und im Nahbereich daran gewöhnen, dass der Frontausleger nicht mehr unbedingt "vorne" ist. Aufpassen vor allem, wenn man sich dreht und sich die Peilung "Copter/Home" ändert, dann am besten den Schalter aus- und wieder einschalten!! Auch wenn man auf einmal "hinter sich" fliegt, kommt es naturgemäß zu merkwürdigen Effekten!

Anwendungsbeispiele:

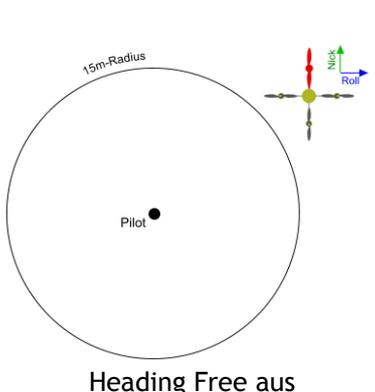
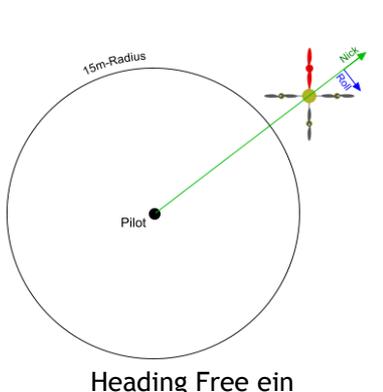
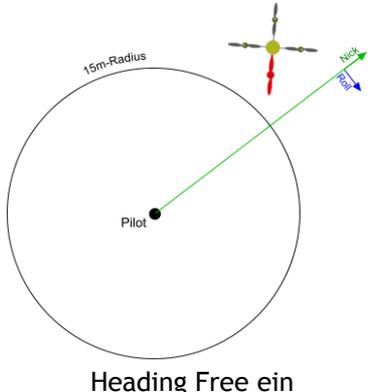
1. Aktivieren von Heading Free innerhalb des 15m-Radius um den Piloten

 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free aus</p>	 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free ein</p>	 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free ein</p>
<p>A) Der Copter ist innerhalb des 15m-Radius und Heading Free ist deaktiviert</p>	<p>B) Heading Free wird eingeschaltet</p>	<p>C) Copter wird nach rechts gegiert. Die Steuerrichtung für Nick-/Roll bleibt gleich.</p>

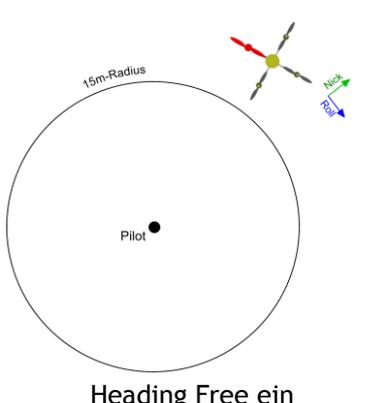
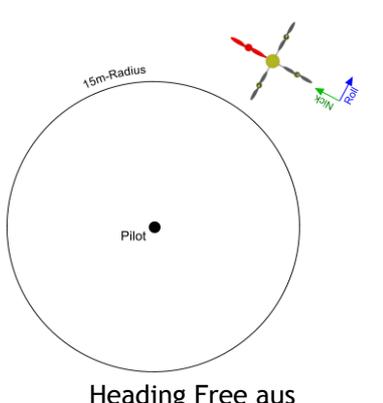
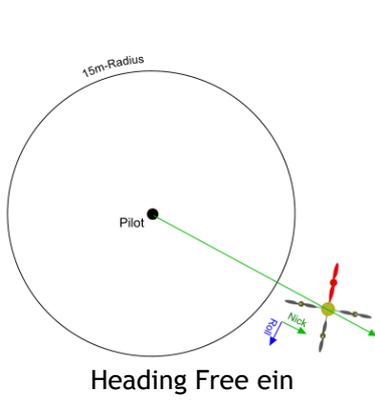
2. Aktivieren von Heading Free innerhalb des 15m-Radius und verlassen des 15m-Radius

 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free aus</p>	 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free ein</p>	 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free ein</p>
<p>A) Der Copter ist innerhalb des 15m-Radius und Heading Free ist deaktiviert</p>	<p>B) Heading Free wird eingeschaltet</p>	<p>C) Copter wird nach rechts gegiert. Die Steuerrichtung für Nick-/Roll bleibt auch beim Verlassen des 15m-Radius gleich</p>

3. Aktivieren von Heading Free außerhalb des 15m-Radius um den Piloten

 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free aus</p>	 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free ein</p>	 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free ein</p>
<p>A) Der Copter ist außerhalb des 15m-Radius und Heading Free ist deaktiviert</p>	<p>B) Heading Free wird eingeschaltet. Steuerrichtung für Nick/Roll wird nach der Peilung Pilot ↔ Copter gesetzt.</p>	<p>C) Auch wenn der Copter in eine andere Position und Richtung gedreht wird, bleiben die Steuerrichtungen gleich</p>

4. Reaktivieren von Heading Free außerhalb des 15m-Radius um den Piloten

 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free ein</p>	 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free aus</p>	 <p>15m-Radius</p> <p>Pilot</p> <p>Heading Free ein</p>
<p>A) Der Copter ist außerhalb des 15m-Radius und Heading Free ist aktiv</p>	<p>B) Heading Free wird ausgeschaltet. Steuerrichtung für Nick/Roll wird wieder nach dem Frontausleger gesetzt.</p>	<p>C) Heading Free wird reaktiviert. Steuerrichtung für Nick/Roll wird nach der Peilung Pilot ↔ Copter gesetzt und der Pilot kann den Copter lenken, ohne dessen Ausrichtung zu kennen.</p>



Wichtige Warnhinweise für den Heading Free-Betrieb:



Sich zuerst langsam an die Funktion gewöhnen mit viel Platz rundherum!
Langsam an die unterschiedliche Reaktion innerhalb und außerhalb des 15m-Radius herantasten!



Der Kompass sollte möglichst perfekt funktionieren, sonst sind die Steuerbefehle immer leicht verschoben.



Aufpassen, wenn man „hinter sich“ fliegt! Die Steuerbefehle für Nick-/Roll drehen sich nicht mit, solange man nicht Heading Free kurz aus und wieder ein schaltet.

8.7 Einstellungen und Flugbetrieb mit 'HH-Trainer'

Man kann nun als "Schalter" für den ACC-Modus die Nick-/Roll-Knüppel definieren. Der ACC-Modus wird eingeschaltet (=der Copter stellt sich waagrecht) wenn beide Knüppel für ca. 0.2 Sekunden in Neutralstellung gelassen werden. Bewegt man einen der Knüppel, befindet man sich sofort im HH-Modus und kann Flips, etc.. machen. Lässt man Nick-/Roll wieder Neutral, dann stellt der Copter sich wieder automatisch nach 0.2 Sekunden waagrecht.

Dieser Modus ist nicht unbedingt angenehm zu fliegen, aber er hilft beim üben neuer Flugfiguren (z.B. Anfängern beim Flip-/Loop-Üben). Kommt Panik auf, einfach den Knüppel loslassen und Gas geben ;-)

Vorsicht, der Copter dreht immer nur über Roll in die Waagrechte (so als ob man den Schalter betätigen würde). Lässt man also in einem Flip-/Loop über Nick den Knüppel aus, während man kopfüber ist, zeigt die Front des Copters auf einen zu!!

So wird es eingestellt:

Im Menü "Merope" gibt es wie bisher den Menüpunkt "ACC Switch EXT" - hier kann man die Schalter von 1-8 einstellen und als letzter Punkt (wenn man den Rollknüppel nach rechts drückt, um die Werte zu erhöhen), erscheint dann "Auto (Nick/Roll)".

Damit ist die Automatik für den ACC-Modus aktiv. Zusätzlich muss noch "ACC-Modus" im Menü "Parameter" auf "1" stehen.



**Bewegt man den Nick- oder Roll-Knüppel, wird sofort der Headinghold-Modus aktiv!
Vorsichtig an dieses Verhalten gewöhnen!**



Beim automatischen Zurückschalten (wenn man Nick-/Roll neutral lässt) ist es tatsächlich so, als ob ein ACC-Schalter umgelegt wird. Das heisst: Kompass (Fix), GPS PH, Baro usw... laufen sofort an, wenn sie im Parameterset aktiv sind.

8.8 Feintuning des Flugreglers

Viele Copter fliegen mit den Standardeinstellungen von Merope sehr brauchbar. Möchte man jedoch das letzte herausholen, oder hat eine exotische Rahmen-/Motor-/Regler-Kombination, so muß man sich an das Feintuning des Flugreglers machen.

Dazu kann man an 3 Dingen schrauben (in dieser Reihenfolge):

- 1.) Den P/I/D Werte des Flug-Lagereglers (ganz wichtig)
- 2.) Dem Motor-Ansprechfaktor (weniger wichtig)
- 3.) Der Gyro-Filterfrequenz (weniger wichtig)

Die PID - Werte stellt man ein über das LCD-Terminal im Menü "Parameter". Dort gibt es:

P/I/D Nick/Roll für die Nick- und Roll Achsen

P/I/D Gier für die Gier-Achse

Was bedeuten die Werte? (stark vereinfacht)

P (Proportionalanteil) ... Lässt bei Erhöhung den Copter möglichst schnell auf äußere Störeinflüsse (Wind, Flugdynamik, etc..) gegenzusteuern, zu hohe Werte führen aber zum Zittern und Überschwingen bis zum Flip

I (Integralanteil) ... Sorgt dafür, dass der Copter versucht den momentanen Absolut-Lagewinkel stetig beizubehalten, zu hohe Werte führen ebenfalls zum Überschwingen bis zum Flip

D (Differentialanteil) ... Wirkt dämpfend auf Überschwingen und Zittern, zu hohe Werte führen aber zu Vibrationen und unangenehmen Schaukeln des Copters

Gyro-Filterfrequenz: ... Steuert die Filterung von Motorvibrationen aus den Gyrosignalen. Vibriert der Copter stark, dann geben die Gyros störende Impulse ab. Je niedriger der Wert "Filterfrequenz", desto mehr wird gefiltert aber desto mehr werden auch die Gyrosignale verwaschen (reagieren langsamer). Bei vibrationsarmen Motoren/Propellern kann der Wert erhöht werden um die Lageregelung "knackiger" zu machen.

P/I/D einstellen:

Man geht von den Standardwerten der Firmware aus.

Wir beginnen dann, Nick/Roll zu tunen:

- 1.) Schaukelt der Copter langsam wie ein Schiff am Wasser, dann wird P erhöht und/oder D erniedrigt (solange simultan in 1er-Schritten, nicht mehr!!) bis der Copter entweder ruhig schwebt oder im Schwebeflug bei leichten Steuerbefehlen zu vibrieren anfängt.

Vibriert oder zittert der Copter schon vor dieser Einstellung, dann weiter zum nächsten Schritt....

- 2.) Man erhöht D (in Einerschritten !!) solange bis das Vibrieren/Zittern reduziert wird. Hier muss man ein wenig probieren, was das gewünschte Ergebnis bringt. Oft bringt die Erhöhung von D alleine etwas, manchmal muss man dann P/I wieder ein wenig reduzieren.

Normalerweise sollte der I-Wert nicht verstellt werden müssen.

Dann geht es weiter mit der Gierachse:

- 3.) Langsame Rundflüge machen und schauen, was der Copter macht. Ist die Gierachse nicht stabil genug (pendelt hin- und her), dann wird P/I solange simultan um 1 (!! nicht mehr) erhöht, bis die Gierachse ruhig steht oder bei schnellerem Rundflug der Copter zu vibrieren beginnt.

Vibriert der Copter schon, dann weiter zum nächsten Schritt....

- 3.) Man erhöht D (in Einerschritten !!) solange bis das Vibrieren/Zittern reduziert wird. Hier muss man ein wenig probieren, was das gewünschte Ergebnis bringt. Oft bringt die Erhöhung von D alleine etwas, manchmal muss man dann P/I wieder ein wenig reduzieren.

Filterfrequenz einstellen:

Passen die P/I/D Werte halbwegs, sollte man zwischendurch mal die Filterfrequenz auf ein verträgliches Maximum bringen. Die Filterfrequenz wird mit dem Display eingestellt und ermittelt. Einstellen kann man sie im Menü "Gyros" unter "Filterfrequenz".

Sinnvolle Werte liegen bei 100-200, wobei für ruhig laufende Copter 200 oder mehr eingestellt werden kann.

Nun kann man noch einmal die P/I/D Werte feintunen.

Faustregeln aus der Praxis:

- **Langsames Schaukeln** = Regelung ist zu weich (P zu niedrig, D eventuell zu hoch),
Gyrofilterfrequenz zu niedrig,
Motor-Ansprechfaktor zu niedrig

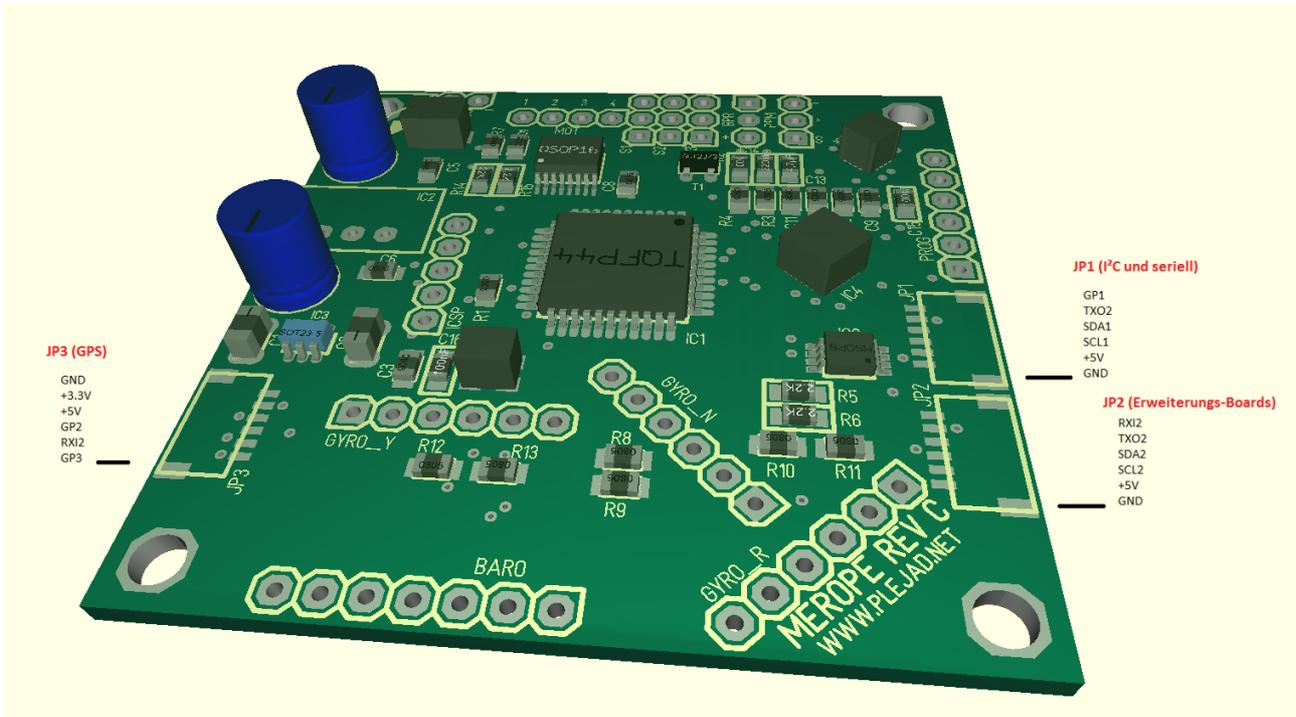
- **Schnelles Vibrieren/Zittern** = Regelung ist zu hart (P zu hoch, D eventuell zu niedrig),
Gyrofilterfrequenz zu hoch,
Motor-Ansprechfaktor zu hoch

- **MEMS Gyros sind vibrationsempfindlich! Also:**
 - Propeller wuchten,
 - Schwingungsdämpfer verwenden,
 - Möglichst ruhig und vibrationsarm laufende Motoren verwenden!

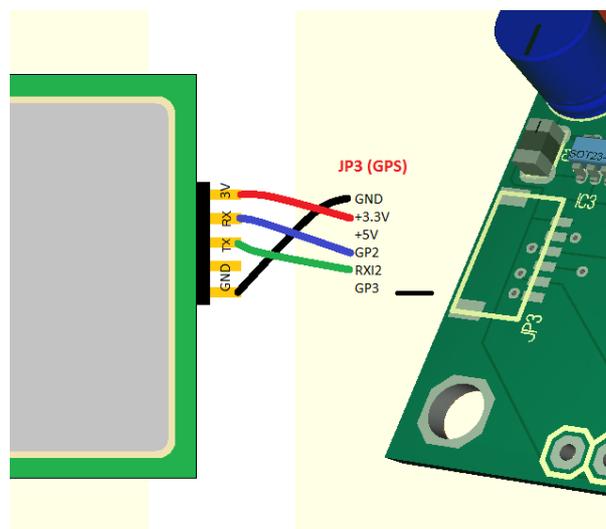
Man kann damit rechnen, dass der Einstellprozess 8-10 Akkuladungen lange dauert. Nicht vorher aufgeben!

9 Anhang

9.1 Belegung von JP1, JP2, JP3



9.2 GPS-Anschlussbelegung



9.3 **Garantieausschlusserklärung**

Da bei der Entwicklung und beim Aufbau von elektronischen Schaltungen Fehler leider nie ganz ausgeschlossen werden können, weise ich hiermit darauf hin, dass ich keinerlei Garantie für Schäden, die durch den Nachbau und den Gebrauch von Merope, der Extender-Platine, anderem Zubehör und / oder der Dokumentation entstehen, übernehme. Ich übernehme auch keinerlei Garantie für die Richtigkeit dieser Anleitung. Weiterhin übernehme ich keine Garantie für Folgeschäden, wie entgangene Gewinne, Vermögensverluste oder anderer mittelbarer und unmittelbarer Schäden, die durch den Gebrauch oder die Nichtverwendbarkeit der Merope, der Extender-Platine, anderem Zubehör und / oder der Dokumentation entstehen. Dies gilt auch dann, wenn ich über die Möglichkeit solcher Schäden unterrichtet war oder bin.

Copyright:

Die PCC, Celaeno und Merope Multicopter-Steuerungen und alle Zubehörteile sind ausschließlich für den nicht - kommerziellen Einsatz bestimmt. Der kommerzielle Nachbau und / oder die kommerzielle Verwertung der hier bereitgestellten Informationen sind untersagt.

(c) 2009 - 2013 Dipl.-Ing. Andreas Schlemmer

Alle Rechte vorbehalten.

Kontakt:

<http://www.plejad.net>