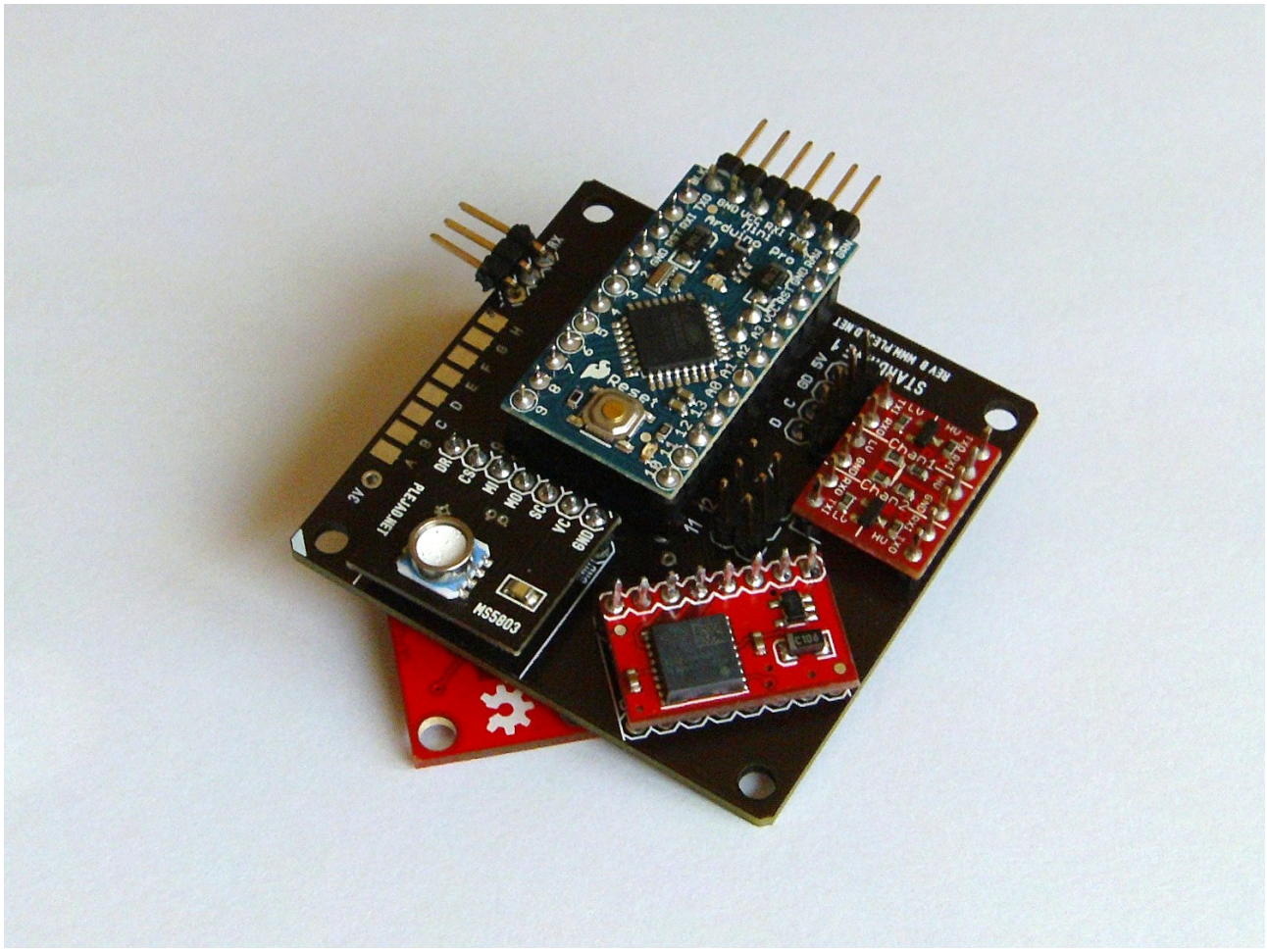
PCC Stardrive

Aufbau und Bedienungsanleitung



Stand: 11. Februar 2013

PCC
Plejad Copter Control

Inhaltsverzeichnis

1 Warnhinweise 3

2 Einführung 4
2.1 Beschleunigungssensor 4
2.2 Kompass 5
2.3 Luftdrucksensor (optional) 6
2.4 GPS-Modul (optional) 7

3 Aufbau der Platine 8
3.1 Benötigte Komponenten 8
3.2 Bestückung der Platine 9
3.3 Bestückung der Luftdrucksensors (optional) 19
3.4 Kontrolle der Bestückung 20
3.5 Elektrischer Test 20
3.6 Anschluss an den Copter 21
3.7 Wichtige Tipps zum Beschleunigungssensor 21
3.8 Einspielen der Software 22
3.9 Funktionstest 23
3.10 Anschluss des GPS-Moduls 24

4 Flugbetrieb 27
4.1 Einstellungen und Flugbetrieb mit dem Beschleunigungssensor 34
4.2 Einstellungen und Flugbetrieb mit dem Kompass 39
4.3 Einstellungen und Flugbetrieb mit dem Höhenregler 41
4.4 Einstellungen und Flugbetrieb mit GPS 45
4.5 Flugbetrieb mit der 'Heading Free' Funktion 53

5 Anhang 57
5.1 Garantieausschlusserklärung 57

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 PCC 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 Einführung

Der **Plejad PCC Stardrive** ist eine **Zusatzplatine zur PCC-Bordelektronik**, die folgende **Features** bietet:

- 3-Achs Beschleunigungssensor, um den Multicopter beim Loslassen der Steuerknüppel automatisch in die horizontale Neutrallage auszurichten
- 3-Achs Magnetometer, welches von der PCC als Kompass benutzt wird, um die Gier-Ausrichtung des Copters nach dem Erdmagnetfeld genau zu halten
- Optionaler Luftdrucksensor, um ein automatisches Halten der aktuellen Flughöhe zu ermöglichen
- Anschlussmöglichkeit für zukünftige Erweiterungen
- Automatische Navigationsfunktionen durch Anschluss des optionalen GPS-Moduls

In Zukunft wird die Platine auch für folgende Erweiterungen dienen:

- Anschluss von Ultraschall-Entfernungssensoren

Die Platine besitzt die selben Abmessungen und Bohrungen wie die PCC und kann mit Abstandshaltern direkt darüber oder darunter montiert werden. Sie wird über den Erweiterungsstecker an die PCC angeschlossen und mit 5V Spannung versorgt.

2.1 Beschleunigungssensor

Mit dem Beschleunigungssensor des Stardrives 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 dem von der PCC standardmäßig verwendeten „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 Copter ist auf ca. 80° beschränkt.

Die PCC mit Stardrive 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 Stardrive-Platine dauerhaft abgelegt.

2.2 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 Gyrodrift 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!

2.3 Luftdrucksensor (optional)

Der optional erhältliche Luftdrucksensor für das Stardrive 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, sonder 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!

2.4 GPS-Modul (optional)

Mit dem optionalen GPS-Modul wird das Stardrive 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 aufzuzeichenen, 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 das Stardrive 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!

3 Aufbau der Platine

Dieses Kapitel beschreibt die notwendigen Schritte zum Aufbau und die ersten Tests der PCC Stardrive Platine.

Abschnitt 3.1 beinhaltet eine Liste der im Kit enthaltenen Teile (incl. möglicher Bezugsquellen als Ersatz) und Abschnitt 3.2 beschreibt die Arbeitsschritte, die durchgeführt werden müssen.

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

3.1 Benötigte Komponenten

Bauteile für PCC-Platine				
Anz.	Referenz	Bauteil	Hinweis	Bestellnummer
1	Platine	Stardrive-Platine unbestückt	Die Stardrive Platine erhältlich unter http://www.plejad.net	
1	Stiftl.	Stiftleisten 1x40 polig RM 2,54	Stiftleisten für I²C-Bus und Sensoren	[C] 741146-62
1	Stiftl.	Stiftleiste 1x10 polig abgewinkelt RM 2,54	Stiftleiste für Arduino Programmier-anschluss und Motor/Servoanschlüsse	[C] 741346-62
1	Stiftl.	Break Away Headers - Machine Pin	Stiftleiste für Arduino-“Sockel“	[S] PRT-00117
1	DILS	DIL 24 Sockel	Sockel für Arduino	[C] 189650-62
1	ARDU	Arduino Pro Mini 328 - 3V/8MHz	Arduino Pro Mini Board	[S] DEV-09220
1	ACC	ACC Breakout Board - SCA 3000	MEMS-Beschleunigungssensor auf Breakoutboard (**Einbaurichtungen und Lage beachten**)	[S] SEN-08791
(optional)	BARO	Barometric Pressure Sensor - MS5803-01 Breakout	MEMS-Luftdrucksensor auf Breakoutboard (**Einbaurichtungen und Lage beachten**) erhältlich unter http://www.plejad.net	
1	CMPS	Triple Axis Magnetometer Breakout - HMC5883L	3-Achs Magnetometer auf Breakoutboard (**Einbaurichtungen und Lage beachten**)	[S] SEN-10530
1	LEVS	Logic Level Converter	Pegelwandler für I²C-Bus (**Einbaurichtungen und Lage beachten**)	[S] BOB-08745
1	C1	Keramikkondensator X7R 100 nF	Keramikkondensator (Polung egal)	[C] 500956-62

Legende für Bestellnummern:

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

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

3.2 Bestückung der Platine

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

Begonnen wird mit der **Vorbereitung des Arduino-Boards** für den späteren Einbau. Dazu werden die Präzisionsstiftleisten („Break Away Headers - Machine Pin“) auf 2 x 12 Pins und 1 x 2 Pins abgeschnitten und an das Arduino Pro Mini angelötet.

Dabei kann es hilfreich sein, die Stardrive-Platine oder die DIL-24 IC Fassung als Sockel zu verwenden, um die Pins exakt rechtwinkelig einzulöten.

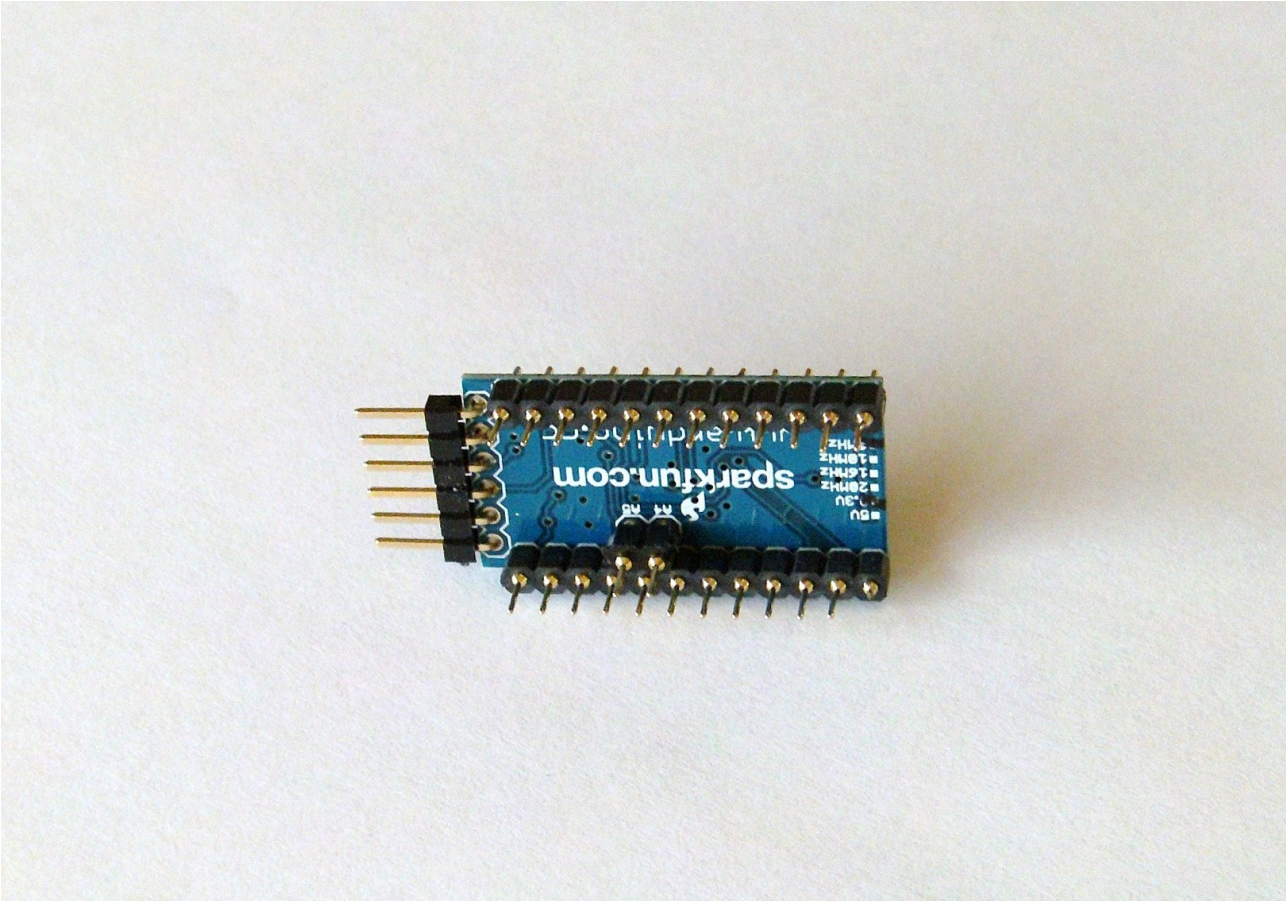


Abbildung 1: Stiftleisten am Arduino anlöten

Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass

- die Stiftleisten genau rechtwinkelig zum Arduino-Board stehen, damit es sich später leicht und präzise auf die Platine löten lässt. Man lötet zuerst je einen Pin an den Enden jeder Stiftleiste an, richtet das ganze noch einmal gerade aus und lötet dann die restlichen Pins).
- die beiden Pins neben A3 nicht vergessen werden
- die Seite der Stiftleiste mit den flachen Kupferkontakten zum Arduino hin zeigt (also nach oben). Diese Stiftleisten haben je eine flache und eine kegelförmige Kontaktfläche.
- alle Pins des Arduino Boards mit der Stiftleiste verlötet sind und guten Kontakt haben

Anschließend die **rechtwinkelige Stiftleiste** mit einem Cuttermesser oder einer scharfen Schere auf 6 Pins ablängen und **für den Programmieranschluss des Arduino** anlöten (Die Stiftleiste muss unterhalb des Arduino liegen)

Unbedingt darauf achten, dass es sich beim verwendeten Arduino Board um ein 3.3V Typ handelt!

Weiter geht es mit der **Vorbereitung der Stardrive-Platine...**

Zunächst muss der **DIL24-Sockel bearbeitet werden, um Platz für die beiden I²C-Pins zu schaffen** (siehe Abbildung unten). Dazu mit einer Schlüsselfeile oder Cuttermesser Material vom DIL24-Sockel entfernen, bis sich die 2-Polige Buchsenleiste leicht daneben einschieben lässt.

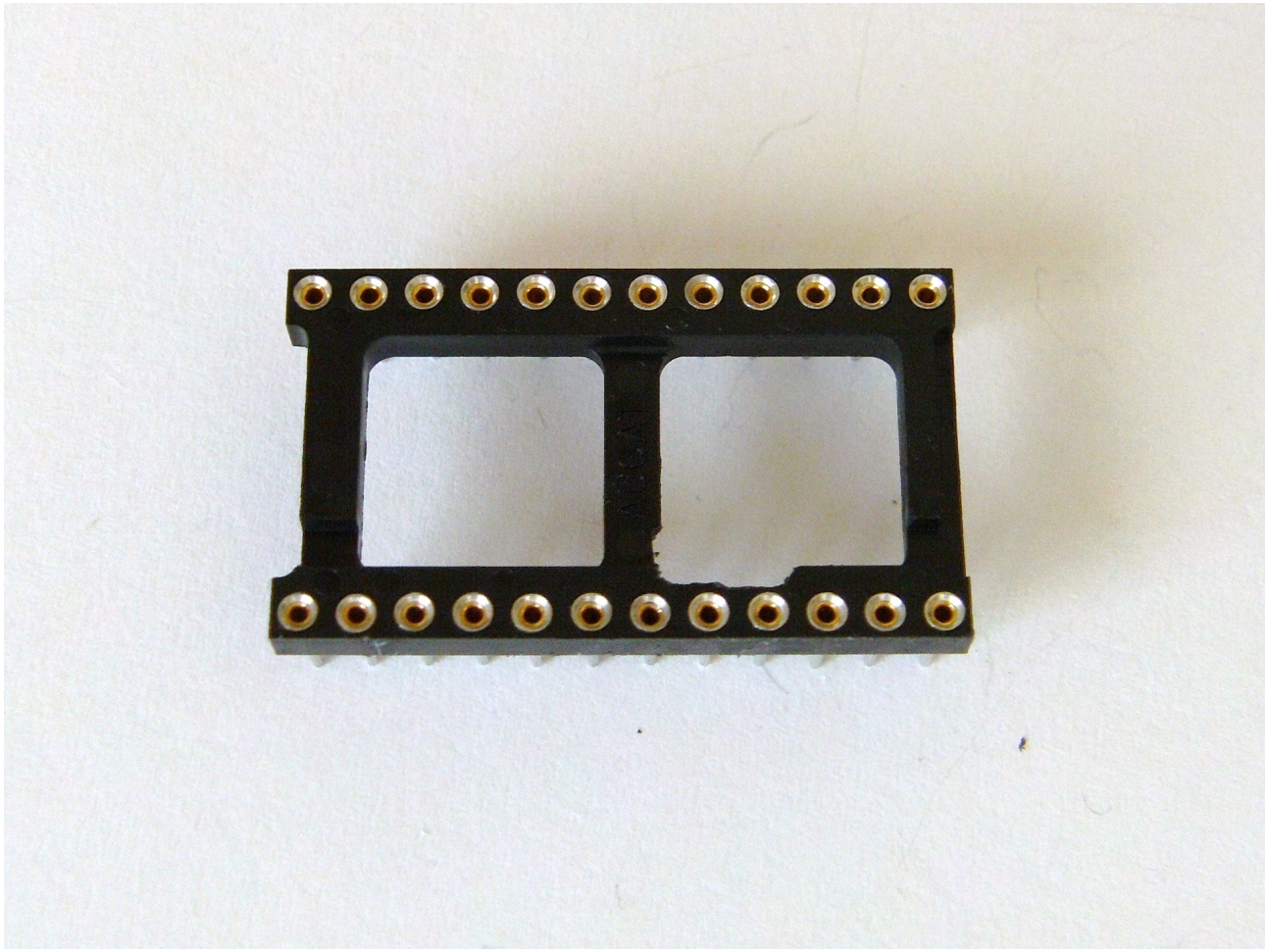


Abbildung 2: Vorbereitung des DIL-Sockels

Weiter geht es mit der **Bestückung des Keramikkondensators C1**. Die Einbaurichtung ist dabei egal.

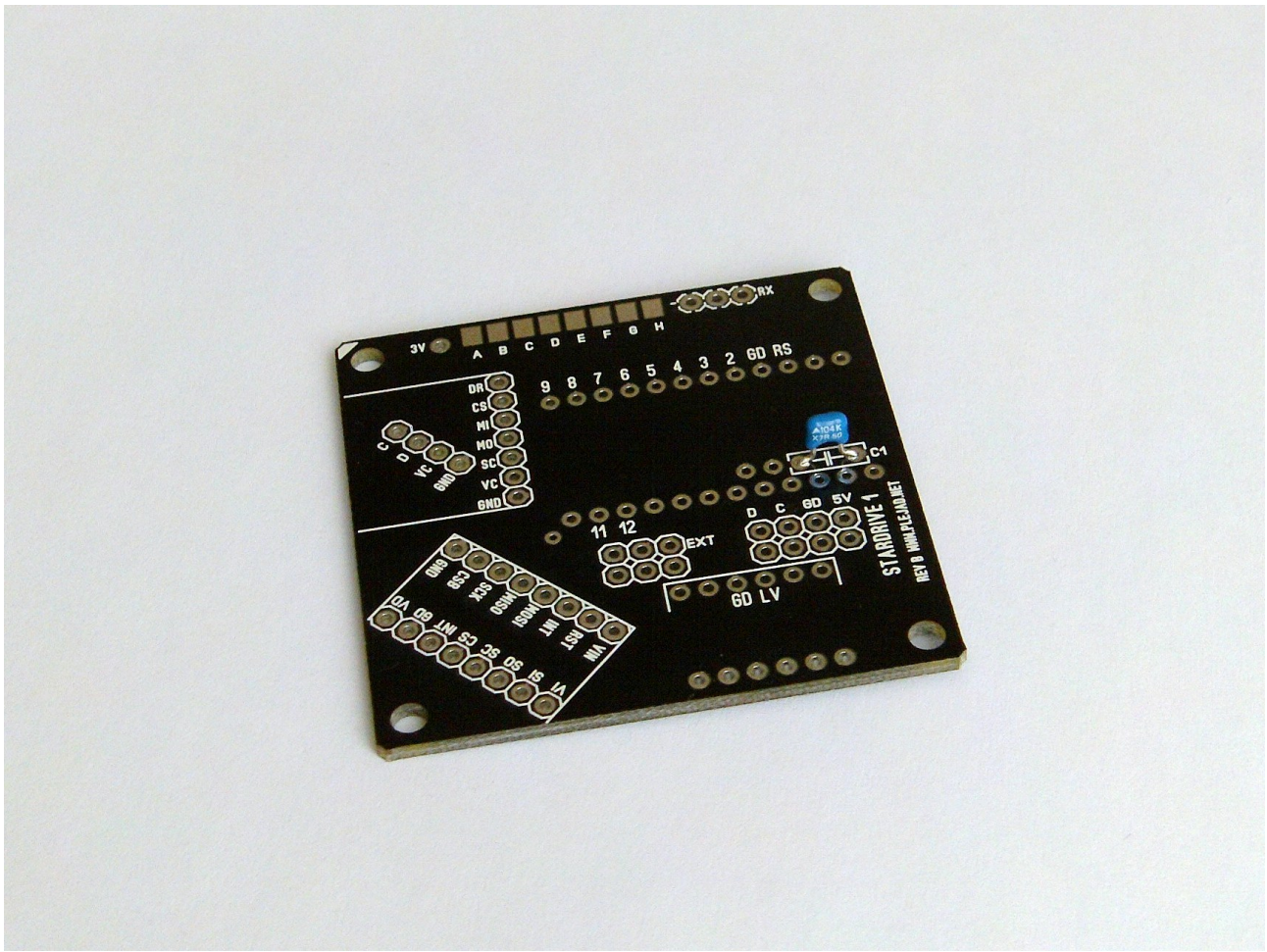


Abbildung 3: Kondensator C1

Als nächstes werden alle **Stiftleisten und Buchsen** auf der Platine angelötet:

Es sind dies:

- Serielle Schnittstelle (RX) – Dazu eine rechtwinkelige Stiftleiste auf 3 Pins ablängen und anlöten
- DIL 24 Sockel - einlöten
- 2-polige Buchsenleiste in der zuvor geschnittenen Aussparung im DIL24-Sockel einlöten
- I²C-Erweiterungstecker – Eine gerade Stiftleiste auf 2x4 Pins ablängen und einlöten
- Sensor-Erweiterungsstecker - Eine gerade Stiftleiste auf 2x3 Pins ablängen und einlöten

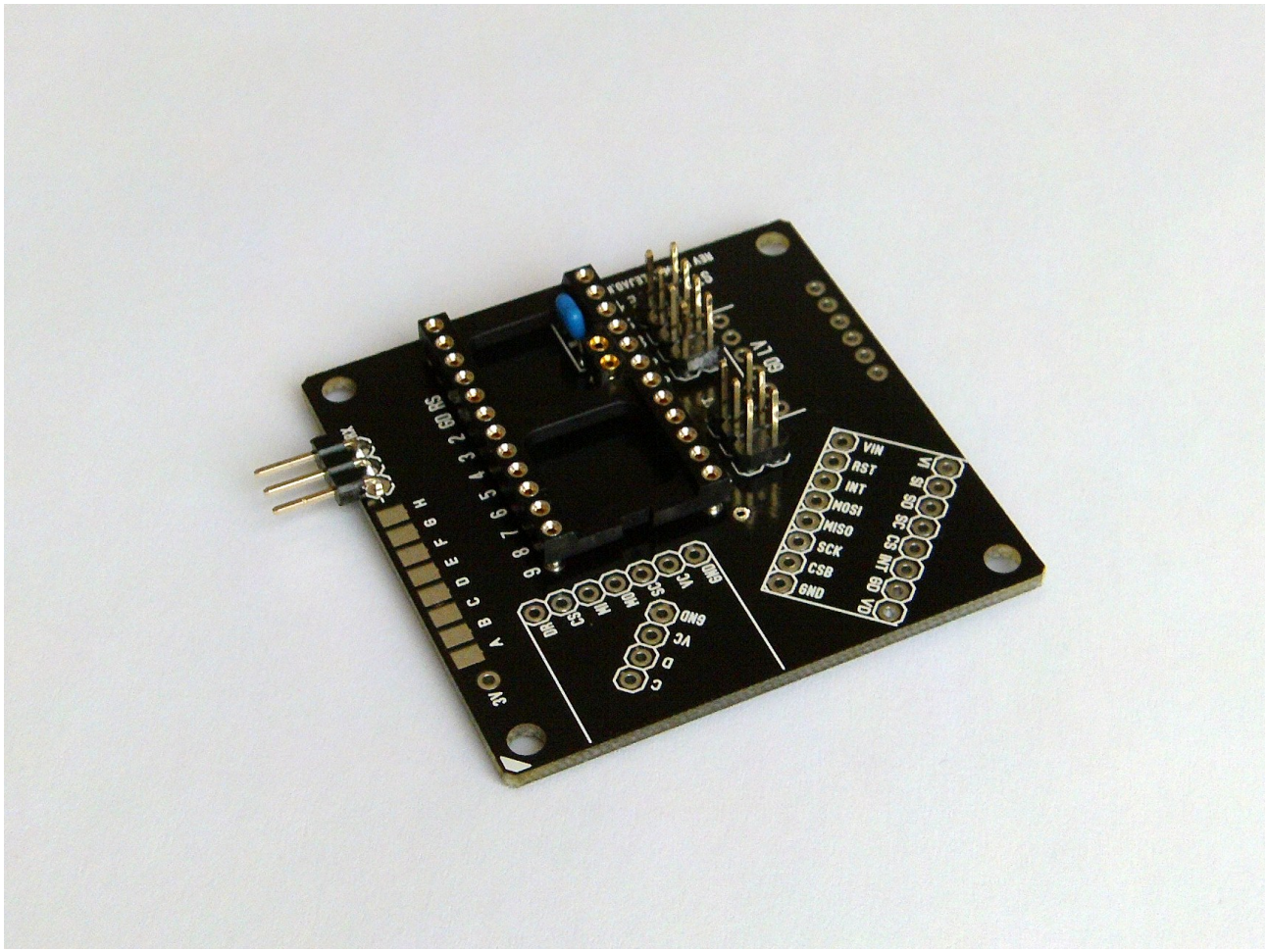


Abbildung 4: Platine vorbereiten

Je nachdem, wie die Stardrive-Platine am Copter montiert wird, können die Stiftleisten für den I²C-Stecker nach oben oder unten zeigend eingelötet werden. Montiert man die PCC und die Stardrive-Platine mit Abstandsbolzen direkt übereinander, so liegen die beiden I²C-Stecker exakt übereinander und können leicht miteinander verbunden werden.

Um Platz zu sparen, können auch direkt dünne Servokabel in die Lötaugen gelötet werden und dann ein Kabel mit Servosteckern zur PCC geführt werden. Dabei ist aber darauf zu achten, dass diese Kabel niemals straff gespannt sind, um keine Vibrationen zu übertragen.

Als nächstes wird das vorbereitete Arduino-Board in den DIL24-Sockel eingesteckt. Das Ergebnis sollte so aussehen, wie in der folgenden Abbildung:

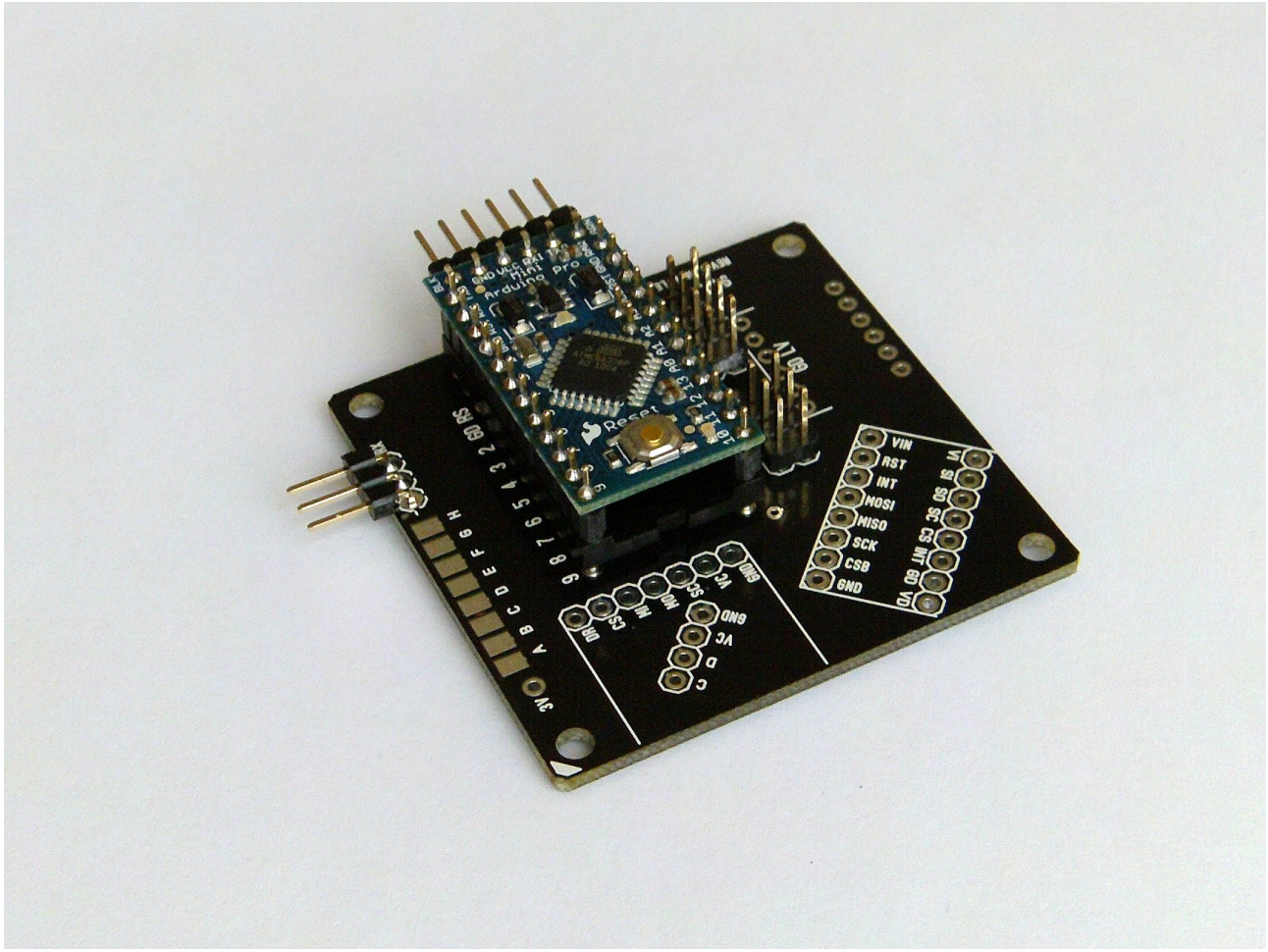


Abbildung 5: Montiertes Arduino-Board

Es empfiehlt sich, bereits jetzt einen ersten elektrischen Test (siehe Abschnitt 3.5) der Platine durchzuführen, bevor die teuren Sensoren eingelötet werden.

Nun werden die Sensoren für den Einbau vorbereitet:

Begonnen wird hier mit dem **Kompass-Breakoutboard**. Dafür wird **die gerade Stiftleiste passend abgelängt und unten auf das Breakoutboard gelötet, damit der Kompass so wie in der Abbildung unten eingebaut werden kann.**

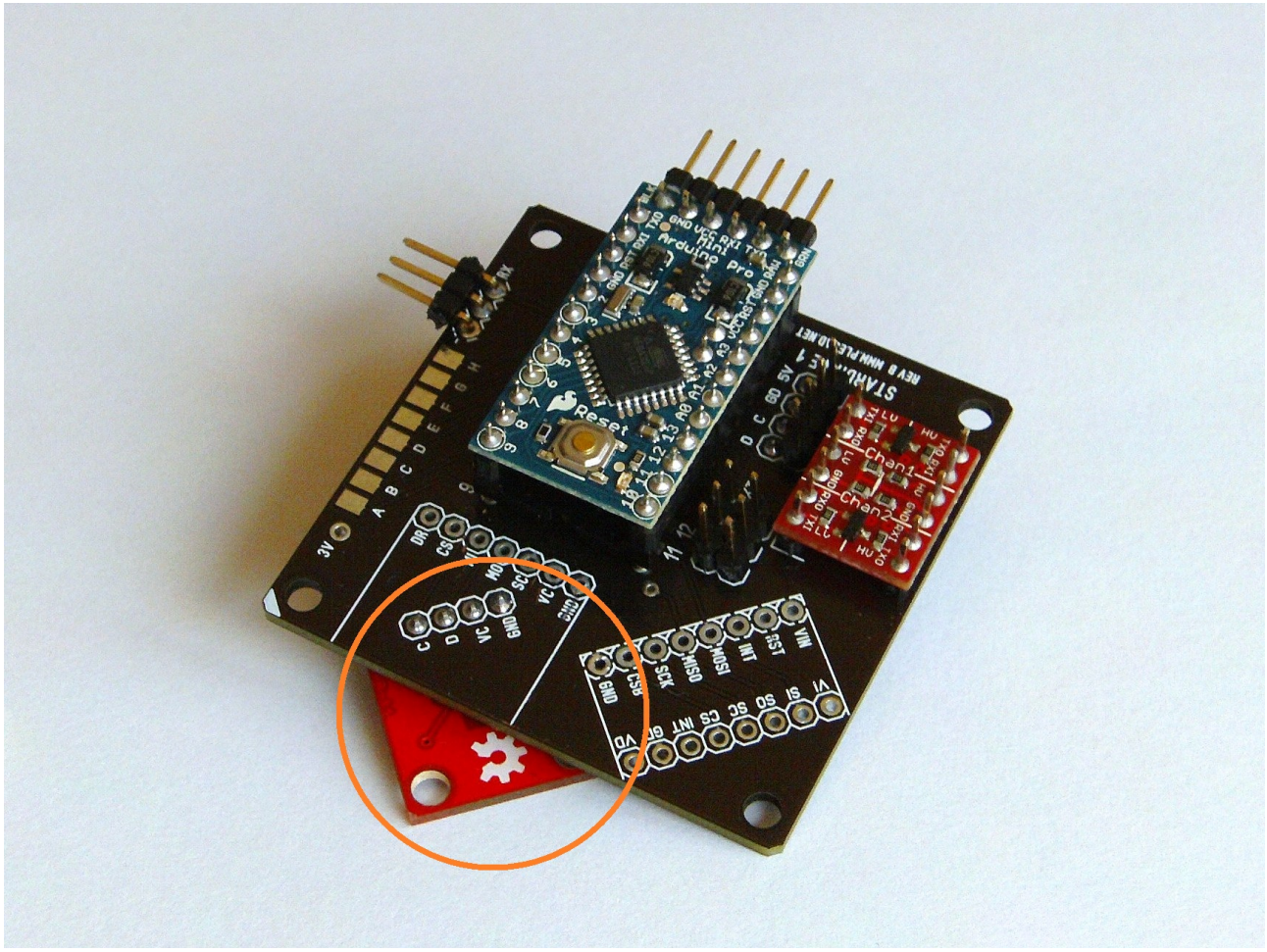


Abbildung 6: Kompassmodul

Als nächstes wird der **Beschleunigungssensor** vorbereitet. Auch hier wird die **gerade Stiftleiste passend auf 8 pins abgelängt** und auf das Breakoutboard gelötet:

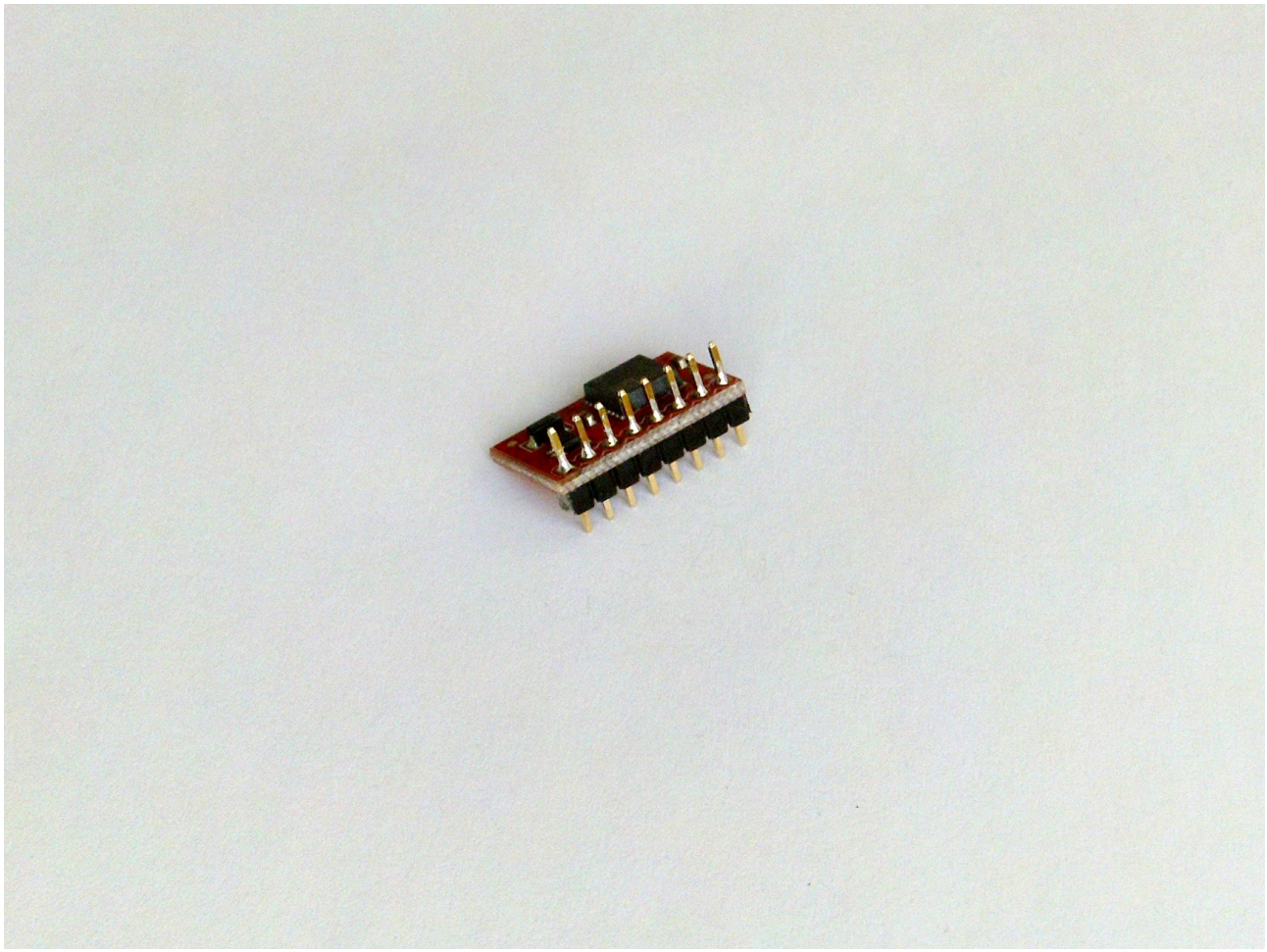


Abbildung 7: Beschleunigungssensor

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

Weiter geht es mit dem **Pegelwandler.** Auch hier wieder die gerade Stiftleiste passend ablängen und an beiden Seiten des Pegelwandlers anbringen. Das Ergebnis sollte so aussehen, wie auf der nachfolgenden Abbildung:

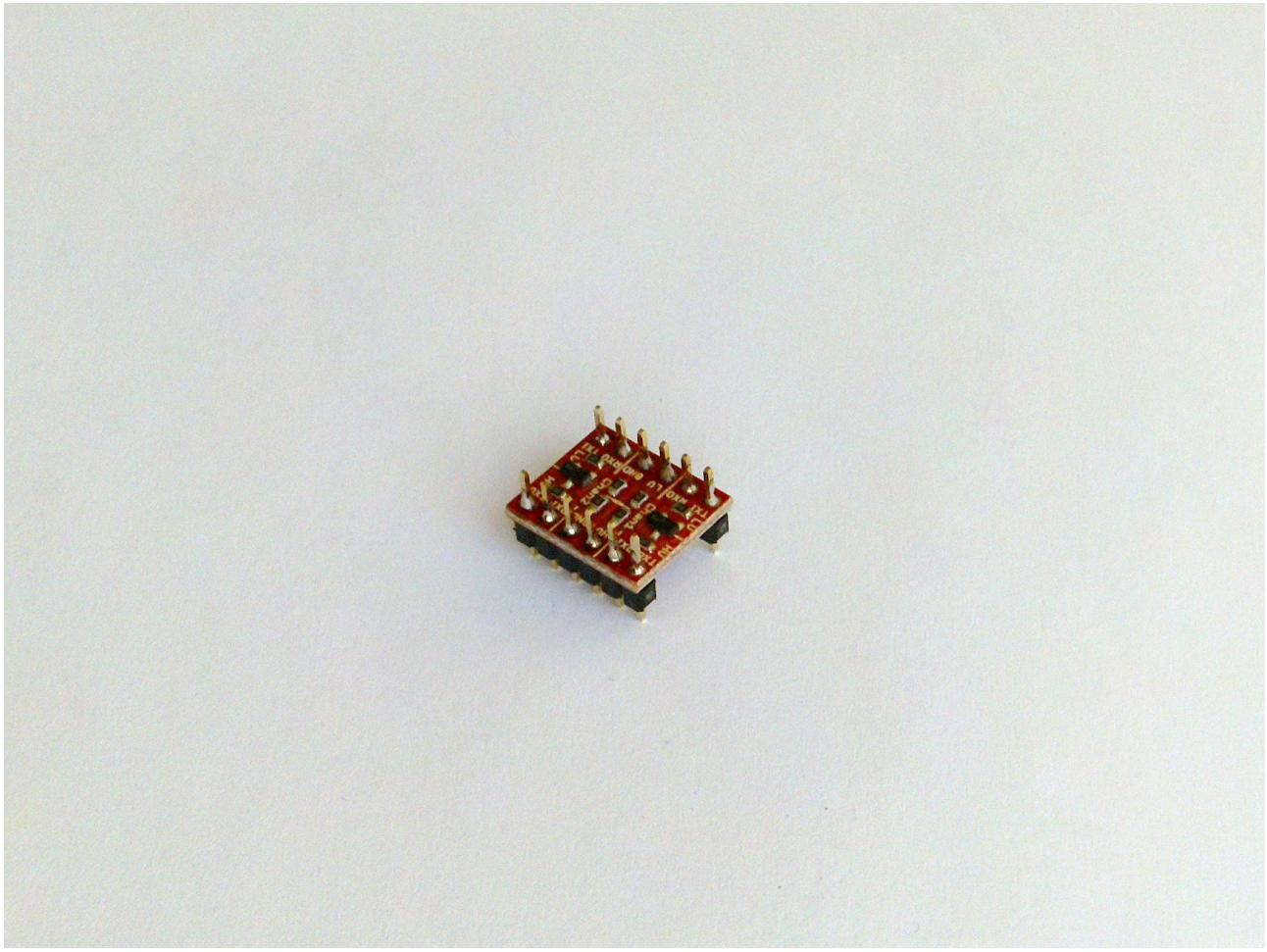


Abbildung 8: Pegelwandler

Im nächsten Schritt wird der Pegelwandler auf die Platine gelötet.

Dabei unbedingt auf die richtige Einbaulage achten! Die Lage der Pins (LV / GD) muss Deckungsgleich mit der Beschriftung auf der Stardrive-Platine sein.

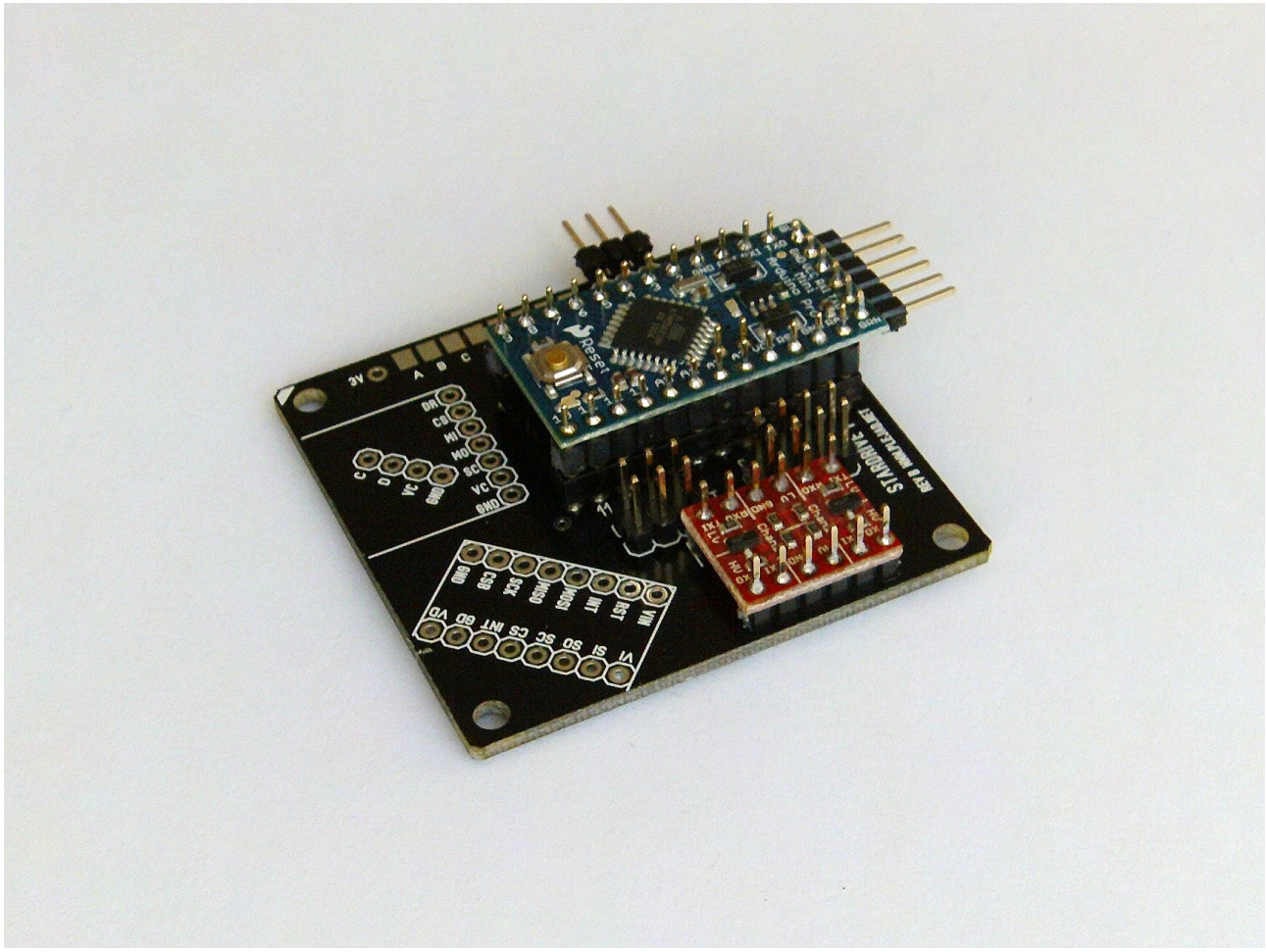


Abbildung 9: Einbau des Pegelwandlers

Nun können die mit Stiftleisten **vorbereiteten Breakoutboards für Kompass und Beschleunigungssensor** auf die Stardrive-Platine aufgelötet werden. Die folgende Abbildung zeigt die Einbaurichtungen:

Der Beschleunigungssensor sollte so exakt wie möglich **parallel zur Stardrive-Platine** ausgerichtet sein, um bestmögliches Flugverhalten zu erreichen!

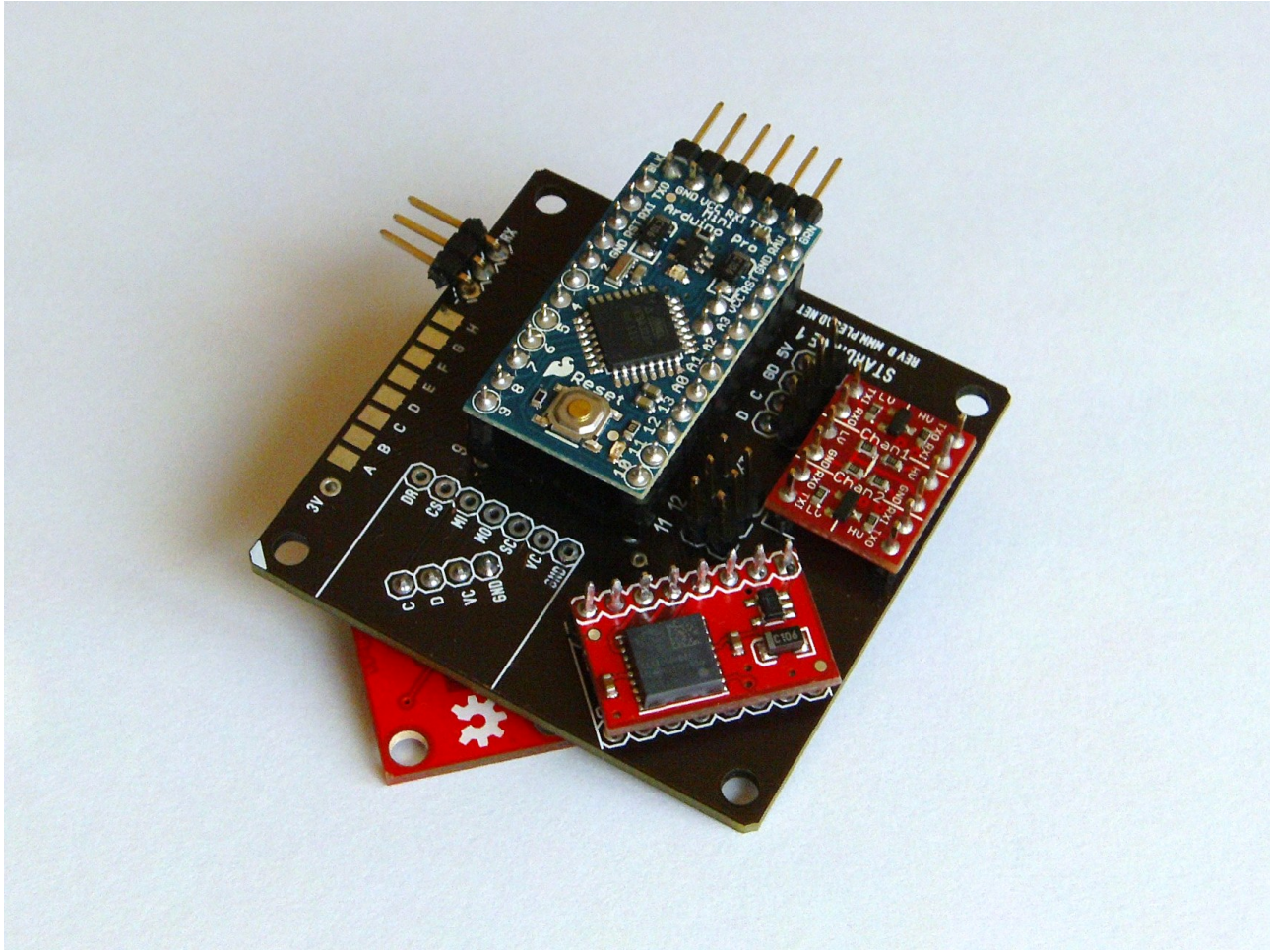


Abbildung 10: Beschleunigungssensor und Kompass

Der Kompass wird „hängend“ montiert (mit dem Chip nach unten)

Abbildung 10, oben zeigt den bestückten Beschleunigungssensor (rechts unten) und die Einbaurichtung des Kompasses.

Die Platine ist nun fertiggestellt!

3.3 Bestückung der Luftdrucksensors (optional)

Das Breakoutboard mit dem **Luftdrucksensor** wird ähnlich wie die anderen Breakoutboards vorbereitet: Die beiligenden Stiftleisten werden passend abgelängt (auf 7 Pins) und dann an das Luftdrucksensor-Breakoutboard (Unterseite) angelötet.

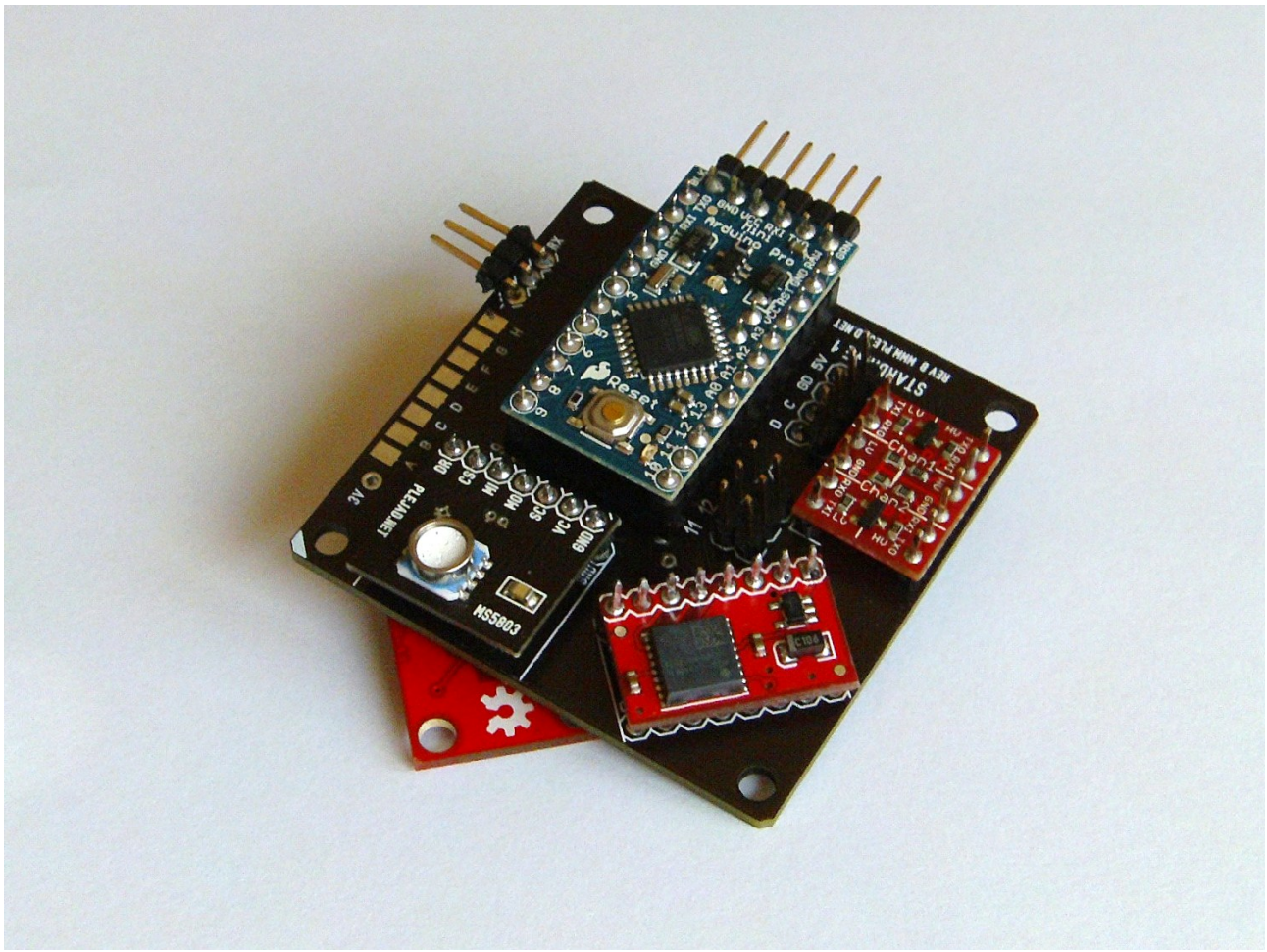


Abbildung 11: Bestückung des Luftdrucksensors

Das Breakoutboard wird nun wie in der obigen Abbildung gezeigt, auf der Platine in die vorgesehenen Lötaugen eingelötet.

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

3.4 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

3.5 Elektrischer Test

Bevor die Platine an den Copter oder 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. Es kann zur Not auch der BEC-Ausgang eines Brushless-Reglers verwendet werden.

Die Platine muss für diesen Test exakt mit einer Spannung von **5V** versorgt werden.

So wird getestet:

Die **5V** Eingangsspannung werden angelegt am I²C Stecker an den Anschlüssen **5V (+) und GND (-)**

Die rote LED des Arduino muß leuchten und die Grüne LED eine Zeit lang flackern (das Arduino-Standardprogramm)

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

3V-Versorgung (Die gemessene Spannung sollte zwischen 2.9 und 3.4V liegen):

- An den „VIN“ oder „VCC“ Lötaugen der Beschleunigungssensors
- An den „VC“ Anschlüssen von Luftdrucksensor und Kompass
- Am „LV“ Lötauge des Pegelwandlers
- Am Pin „VCC“ des Arduino Sockels

5V-Versorgung:

- Am „HV“ Pin des Pegelwandlers

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

3.6 Anschluss an den Copter

Die Verdrahtung der Stardrive-Platine erfolgt nach folgendem Schema:

Die I²C-Stecker der PCC und des Stardrive werden 1:1 miteinander verbunden, also 5V mit 5V, GND mit GND, D mit D und C mit C.

Für die Verbindung können normale (dünne, leichte) Servokabel benutzt werden.

3.7 Wichtige Tipps zum Beschleunigungssensor

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

- **Stardrive 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 zum Stardrive 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.

3.8 Einspielen der Software

Für das Update wird das zur PCC gehörige Basic Breakout Board von FTDI verwendet.

Das einspielen der Software auf das Arduino der Stardrive-Platine geschieht genau wie bei der PCC über den Programmierstecker und die Update-Software.

Das FTDI Breakout Board wird dazu an die Stiftleiste des Arduino-Board auf dem Stardrive angesteckt.

Auf das Arduino Board des Stardrives kommt eine eigene Firmware, die sich von der der PCC-Firmware unterscheidet. Man erkennt die Firmwares für das Stardrive daran, dass der Name mit dem Kürzel „STD“ beginnt. Auch diese Firmware-Dateien sind im Downloadbereich unter http://www.plejad.net herunterladbar.

Während des Updates muß die Stardrive-Platine entweder durch die PCC oder mittels eines Netzteils mit Strom (**5V !!**) versorgt werden. Stardrive also an den Copter anstecken, den Copter einschalten und dann die Software in die Stardrive-Platine einspielen

Nach dem Einspielen der Software in die Stardrive-Platine sollte diese nach dem Ein- und Ausschalten des Copters automatisch von der PCC erkannt werden (Firmware 0015 oder höher ist auf der PCC notwendig)

Auf der PCC muss die Firmware 0015 oder höher installiert sein, damit diese das Stardrive-Board erkennt.

3.9 Funktionstest

Der Funktionstest wird mit dem PCC-Manager durchgeführt. Dazu wird das FTDI Breakout Board wie gewohnt **mit der PCC verbunden (nicht mit dem Stardrive)**.

Das Vorhandensein des Stardrives wird von der PCC automatisch erkannt. Dazu ist allerdings eine Firmware-Version 0015 oder höher, sowie der PCC-Manager 1.40 (oder höher) nötig. Man kann mit dem PCC-Manager zur PCC-Platine verbinden und sieht in der Karteikarte „Dashboard“ die absoluten Lagewinkel des Copters in der Nick- und Rollachse.

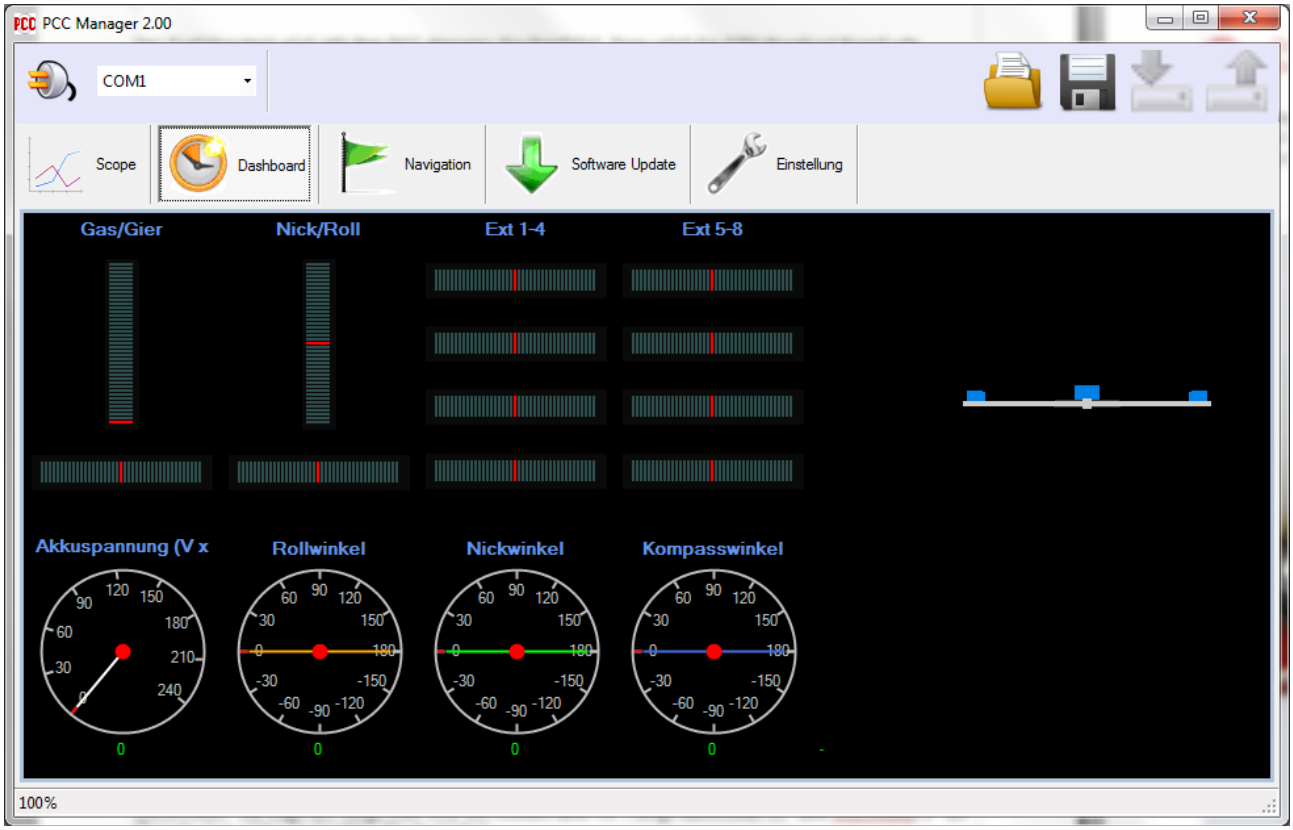


Abbildung 12: PCC Manager - Lagewinkel

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 dem Einlöten des Beschleunigungssensors wird - auch wenn die Platine perfekt waagerecht 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 die Stardrive-Platine zusammen mit der PCC fix im Copter montiert ist. Mehr dazu im Kapitel „Flugbetrieb“.

3.10 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 die serielle Schnittstelle des Arduino-Board am Stardrive angesteckt. Dabei unbedingt auf die richtige Polung der Stecker achten!

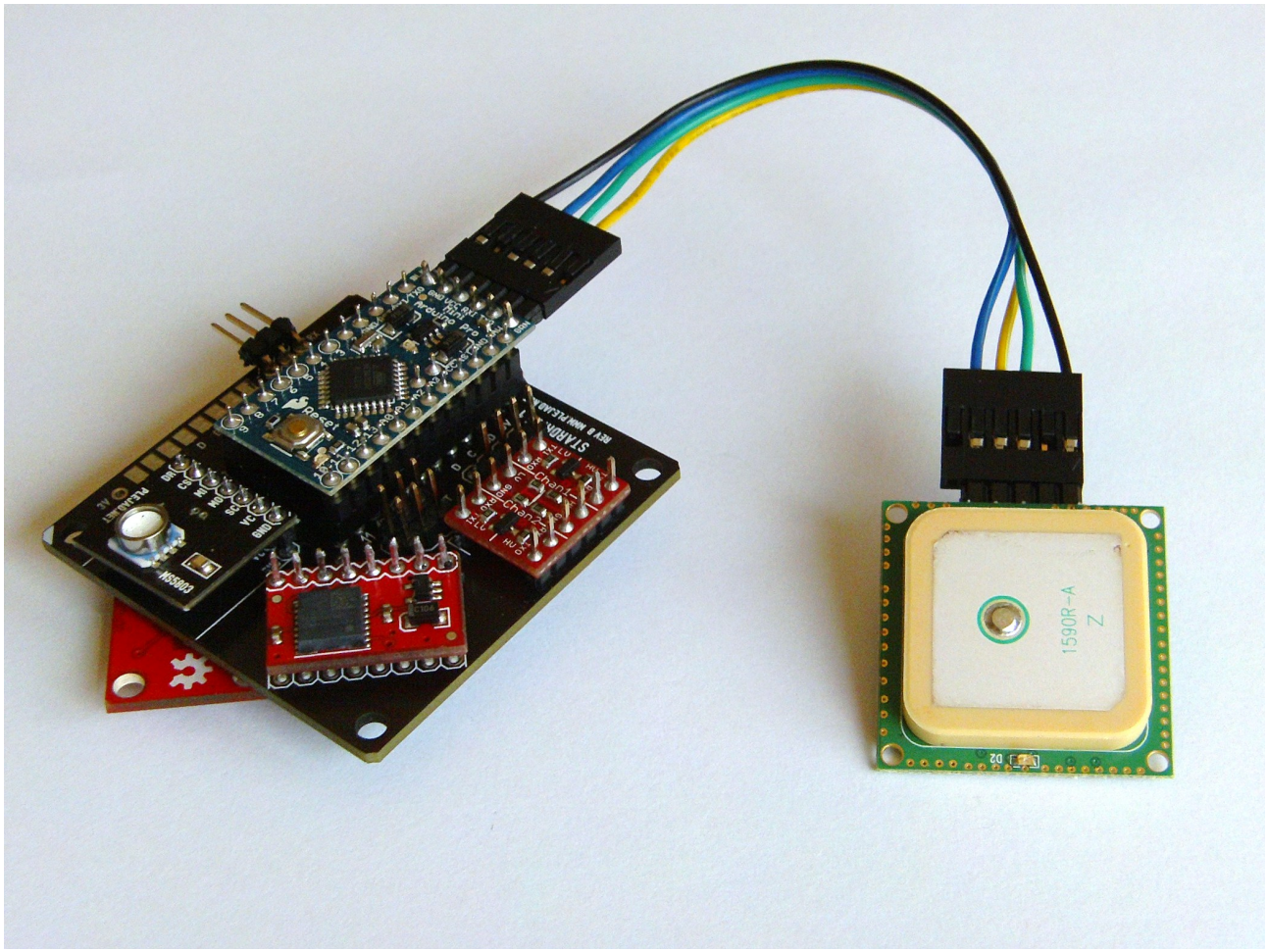


Abbildung 13: Anschluss des GPS-Moduls

Nach erfolgtem Anschluss und Installation der neuesten Firmware für PCC und Stardrive wird das GPS-Modul automatisch erkannt und konfiguriert.

Auf der PCC und dem Stardrive-Board müssen die Firmwares PCC_0017/STD_0007 oder höher installiert sein, damit diese das GPS-Modul erkennen.

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 waagerecht montiert werden.

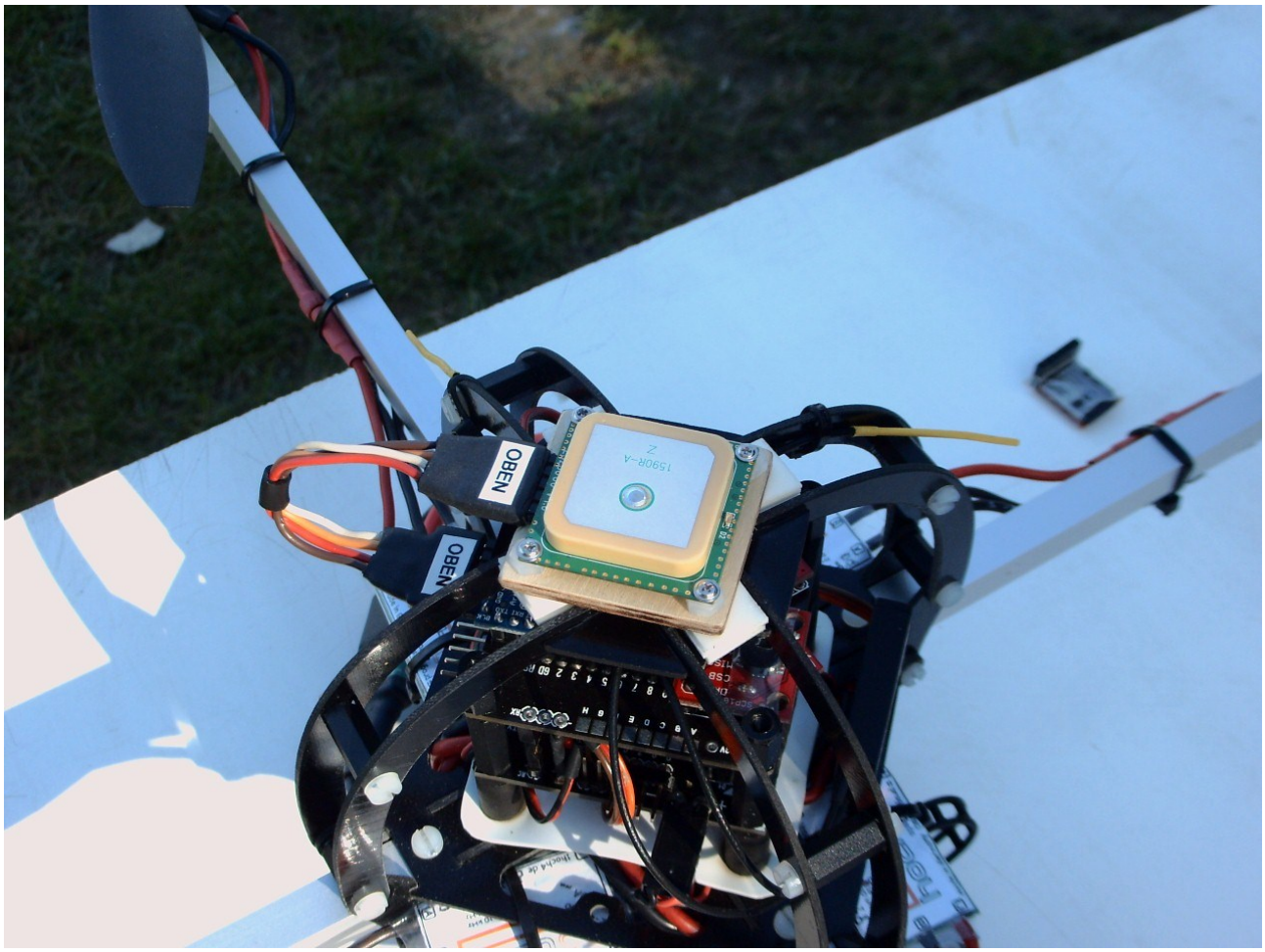


Abbildung 14: Richtige Positionierung des GPS-Moduls

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.

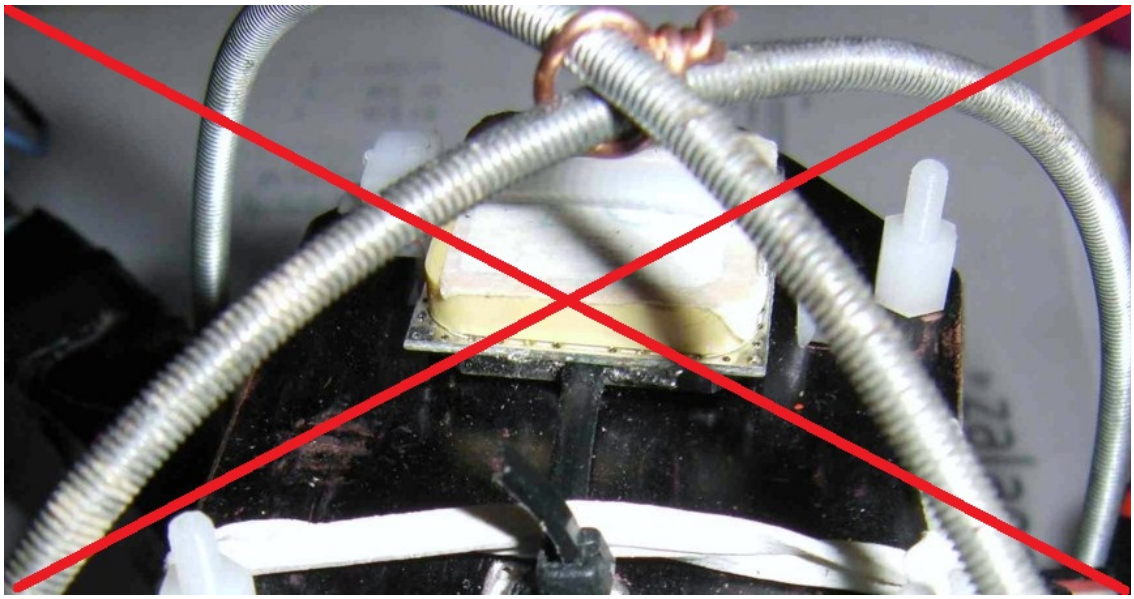


Abbildung 15: Falsche Positionierung - GPS-Antenne abgedeckt und von metallischen Objekten umgeben

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:

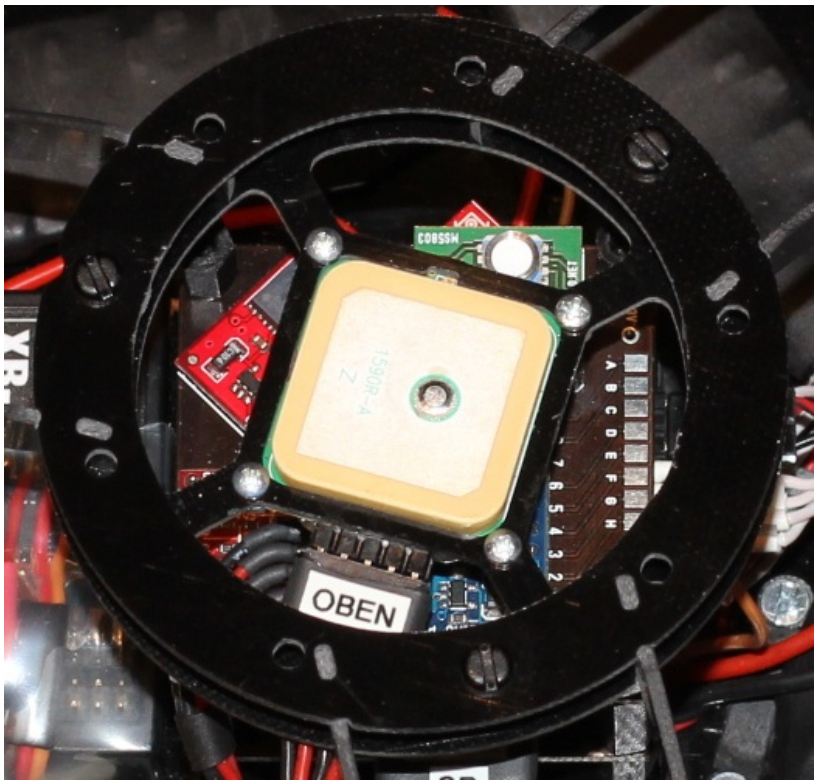


Abbildung 16: Richtig: Modul II - GPS-Montageplatte

4 Flugbetrieb

Auch wenn das Stardrive angeschlossen ist, fliegt der Copter standardmäßig im Heading-Hold Modus ohne Stardrive-Unterstützung. Beschleunigungssensor, Kompass und GPS müssen zuerst kalibriert und im Menü aktiviert werden

Mit angeschlossenem Stardrive gibt es eine Reihe von neuen Menüpunkten im LCD-Konfigurationsmenü der PCC Platine (unten in oranger Schrift herausgehoben). Diese werden im Folgenden beschrieben:

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

Stardrive

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:

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 „Stardrive“ 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 Gyrodrift 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, sonder 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 „Stardrive“ 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.

Stardrive:

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 4.1)

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 "Stardrive" 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 am Stardrive 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 "Stardrive" 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 am Stardrive 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, dan entspricht „Aus“ dem freien Fliegen und „Raste 1“ „Coming Home“.

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

Headfree Switch EXT:

Definiert einen Schalter für die Aktivierung der „Heading Free“ Funktion (siehe Kapitel 4.5).

Trim Roll/Nick:

Diese beiden Werte ermöglichen eine Feintrimmung der Neutrallage (in 1/16°) 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.

Kompass kalibrieren:

Kalibriert den Kompass. Eine Anleitung, wie dieser Befehl benützt wird, findet man weiter unten im Kapitel 4.2)

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 bremst er zuerst auf < 27cm/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)

4.1 Einstellungen und Flugbetrieb mit dem Beschleunigungssensor

Beim Flugbetrieb mit dem Stardrive 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 der Stardrive-Platine 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 waagerecht 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 „Stardrive" 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 „Stardrive"

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 Neutralllage.

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 „Stardrive“ 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 der PCC 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:

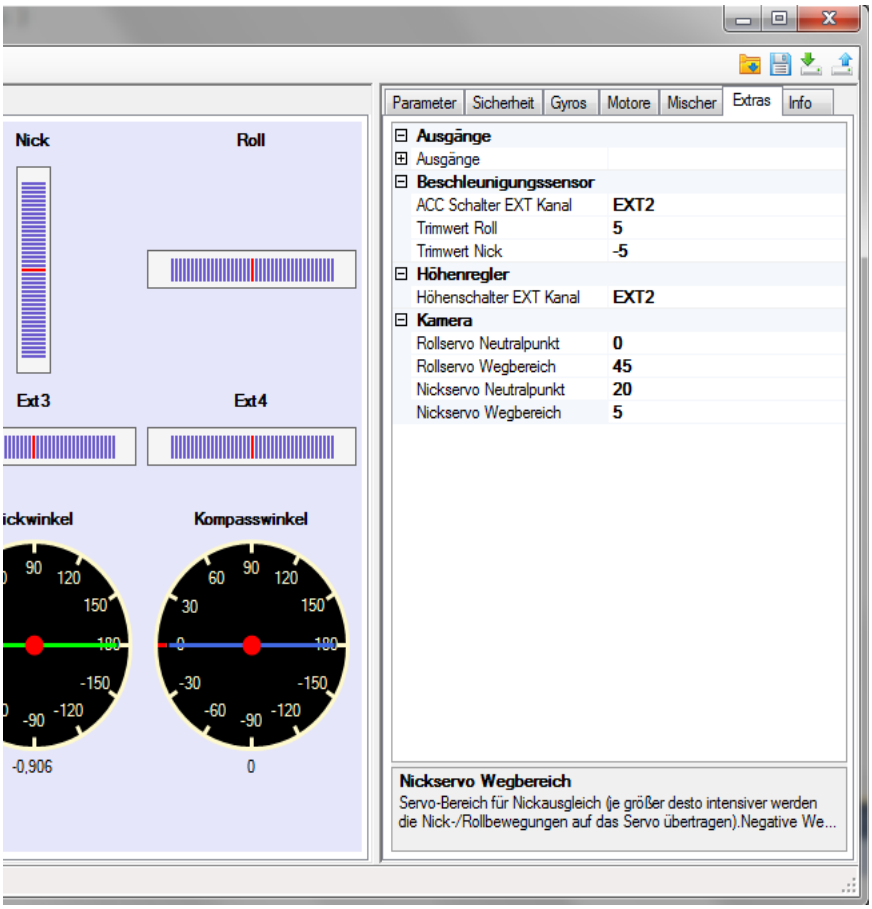


Abbildung 17: Konfiguration Nick-/Rollausgleich

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:

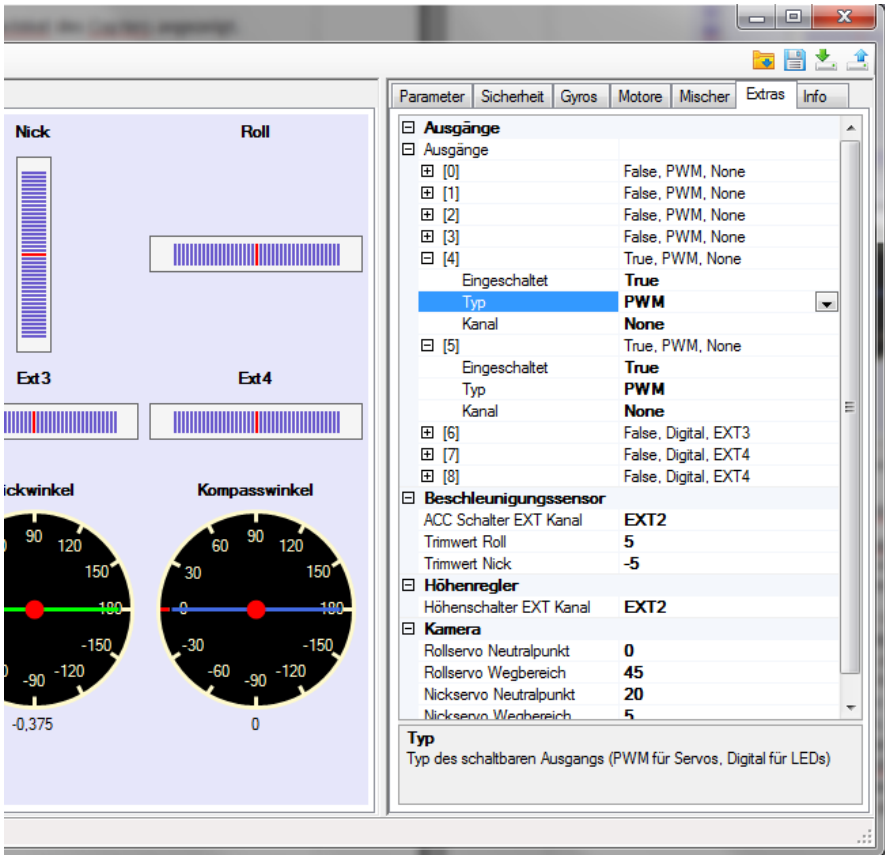


Abbildung 18: Konfiguration der Servoausgänge

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.

Hochauflösender Kameraausgleich

Bei der Verwendung von I²C Reglern bieten die PCC/Stardrive (ab Firmware 0015) einen hochauflösenden Nick-/Rollausgleich mit 2048 Schritten (anstatt standardmäßig 256) an den PWM-Motorausgängen 0 und 1.

So wird’s gemacht:

- Im PCC-Manager bei den Einstellungen unter "Extras" die Ausgänge "0" und "1" konfigurieren:
- Beide Ausgänge müssen auf "Eingeschaltet: True", "Typ: PWM", "Kanal: None" (oder gewünschter EXT-Kanal zum Übersteuern) stehen.
- Settings an den Copter übertragen

Die Signalleitungen des Nick- und Rollservos werden an die Motorausgänge M1 und M2 angeschlossen. Der Vorteil davon ist, dass diese vollständig von der Hardware bedient werden und daher fast keinen "Jitter" haben und auch die 10-fache Auflösung der Software PWM-Ausgänge 4 und 5, die standardmäßig für die Servos benutzt werden.

Die Einstellung des Nullpunkts und der Ausschläge werden wie auf der vorigen Seite beschrieben vorgenommen. Um die PCC zu entlasten kann man bei den Ausgängen 4 und 5 "Eingeschaltet: False" setzen.

4.2 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 Eisenbewährung, 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 Stardrive-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 gröberen 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.

4.3 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 „Stardrive“, „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, versuchen die PCC und das Stardrive 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 Schwebgas automatisch höher.

Dies passiert nach der Formel:

*Schwegbas = Schwebgas_Schätzung * (UBatt_Baro / UBatt_Aktuell)*

Wenn der Akku also beim Umschalten 12V gehabt hat und nun 10V hat, dann erhöht der Copter also das Schwebgas 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 geschätzen 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!

Insbesondere nach einem Update von einer älteren PCC-Firmware können diese abweichen!

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 waagerecht verlaufen sollte.

Die Funktion des Luftdrucksensors kann nun überprüft werden, in dem man den Copter ca. 1-2m auf und ab bewegt – die angezeigt 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.

4.4 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) Schieflage 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 angeflogen 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-Kalibierung, 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 verlischt 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-Sateliten 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 geziel die Sateliten 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 gröberen 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.

Das Stardrive führt Navigationsfunktionen nur aus, wenn das GPS-Modul mindestens 6 Satelliten erkannt hat. Fällt die Zahl der „sichtbaren“ Satelliten darunter, deaktiviert das Stardrive die Navigationsfunktion und piept in längeren Intervallen. Wenn danach wieder mindestens 6 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 empfangsstark 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.

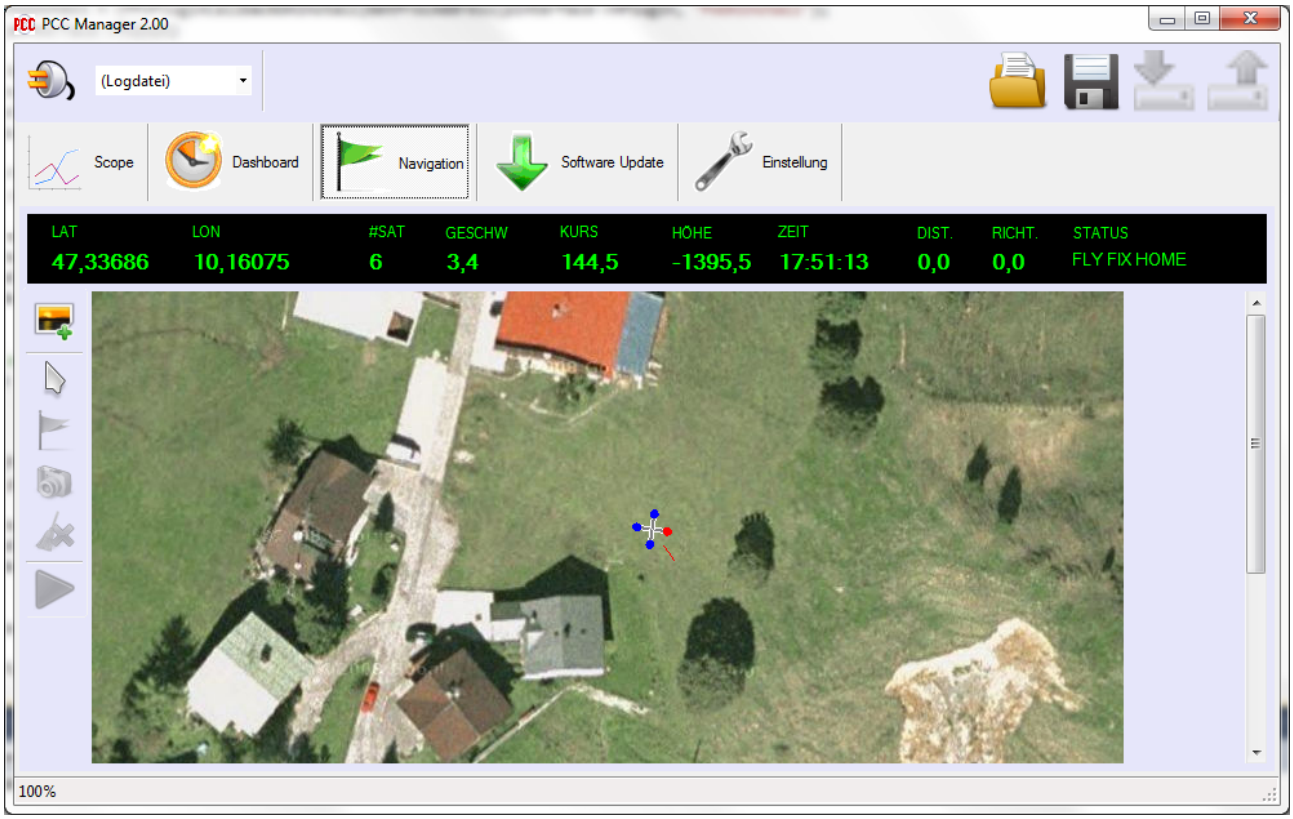


Abbildung 19: GPS-Anzeige im PCC-Manager

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, die PCC braucht den Wert aber in Zehntelgrad. Man stellt diesen Wert ein im LCD-Menü „Stardrive", „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)° = +2.9667°
Wir stellen in der PCC unter "Mag. Deklination" ein: +29 (Zehntelgrad!)

Frankfurt/M., Deutschland:

Die Karte zeigt an: 1° 31' Positive.
Das sind also 1+ (31/60)° = +1.5167°
Wir stellen also in der PCC unter "Mag. Deklination" ein: +15 (Zehntelgrad!)

Rio de Janeiro, Brasilien:

Die Karte zeigt an: 22° 13' Negative.
Das sind also -22- (13/60)° = -22.2167°
Wir stellen also in der PCC 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!

Insbesondere nach einem Update von einer älteren PCC-Firmware können diese abweichen!

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 aufzuzeichenen, 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 das Stardrive 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 "Stardrive" 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 "Stardrive", 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-Bieeep" (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!

4.5 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 akuelle 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.

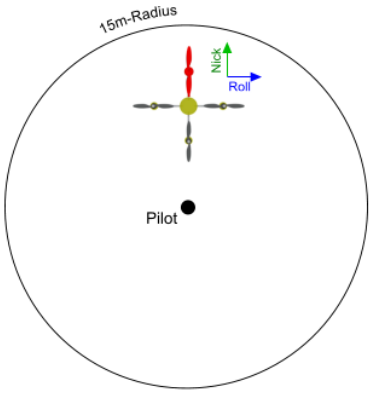
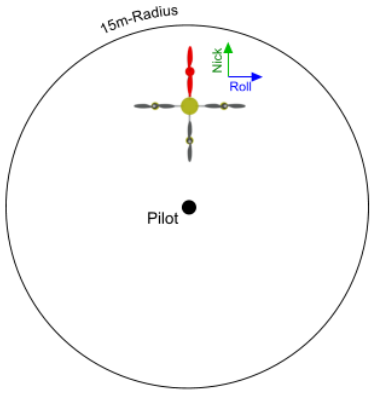
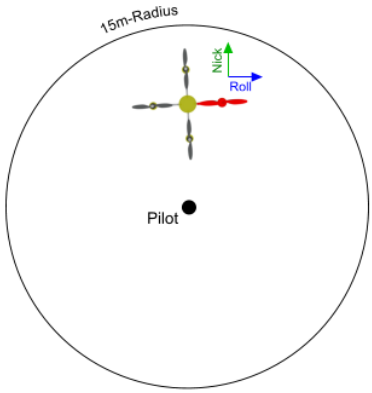
Ist der Copter nicht mit einem GPS-Modul ausgestattet (oder hat dieses keinen Positions-“FIX“), dann wird immer nur der Kompass verwendet und der Copter verhält sich immer nach Variante 1.

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 weggeflogen 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.

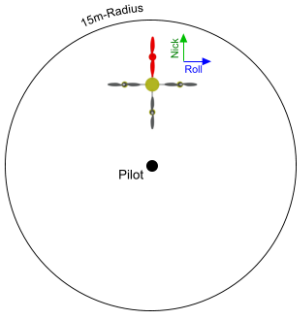
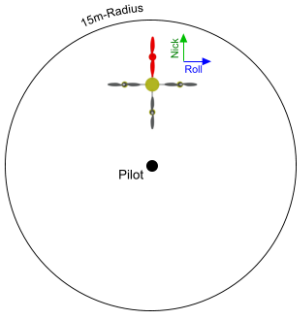
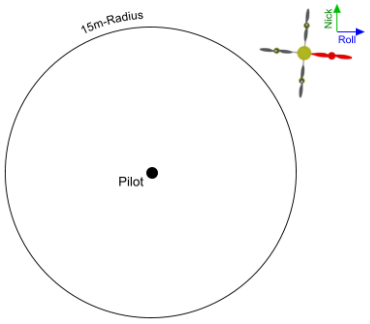
Man sollte sich zuerst vorsichtig und im Nahbereich daran gewöhnen, dass der Frontausleger nicht mehr unbedingt "vorne" ist. Aufpassen vor allem, wenn man sich dreht und sich die Peilung "Copter/Home" ändert, dann am besten den Schalter aus- und wieder einschalten!! Auch wenn man auf einmal "hinter sich"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

Anwendungsbeispiele:

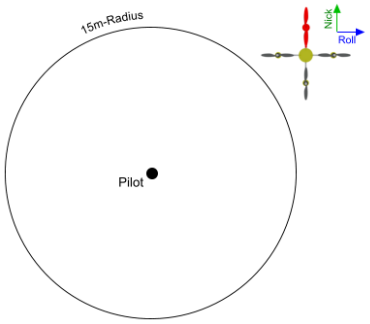
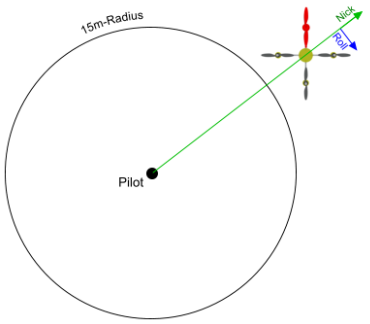
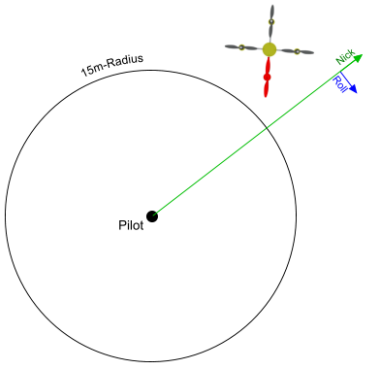
1. Aktivieren von Heading Free innerhalb des 15m-Radius um den Piloten

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

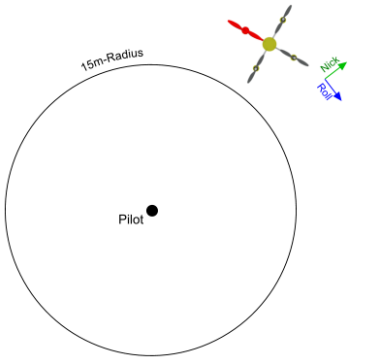
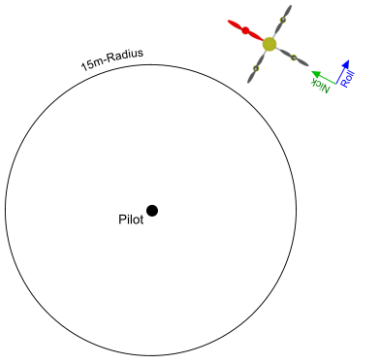
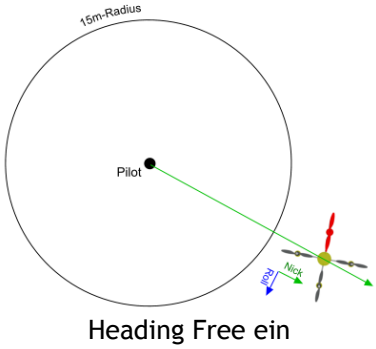
2. Aktivieren von Heading Free innerhalb des 15m-Radius und verlassen des 15m-Radius

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

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

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

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

 Heading Free ein	 Heading Free aus	 Heading Free ein
A) Der Copter ist außerhalb des 15m-Radius und Heading Free ist aktiv	B) Heading Free wird ausgeschaltet. Steuerrichtung für Nick/Roll wird wieder nach dem Frontausleger gesetzt.	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.

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.

5 Anhang

5.1 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 der Plejad Copter Control, der Extender-Platine, der Stardrive-Platine 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 Plejad Copter Control, der Stardrive oder Extender-Platine und / oder der Dokumentation entstehen. Dies gilt auch dann, wenn ich über die Möglichkeit solcher Schäden unterrichtet war oder bin.

Copyright:

Die PCC und Celaeno 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