

Plejad Merope

3D Copter Manual



Stand 03. November 2013

Inhaltsverzeichnis

1	Warnhinweise.....	3
2	Einführung.....	4
2.1	Funktionsweise.....	4
3	Aufbau des Copters.....	5
3.1	Motor- und Propeller-Drehrichtungen.....	5
3.2	Reversible Brushlessregler.....	6
3.3	3D-Firmware.....	6
3.4	3D-Propeller.....	7
3.5	Mechanischer Aufbau.....	7
4	Inbetriebnahme.....	8
4.1	Einspielen der Firmware.....	8
4.2	Anlernen der Fernsteuerung.....	8
4.3	Standgas einstellen.....	9
4.4	Beschleunigungssensor und Kompass kalibrieren.....	9
5	Flugbetrieb.....	10
5.1	Starten/Stoppen der Motoren.....	10
5.2	Beschleunigungssensor.....	10
5.3	Kompass / GPS.....	10
5.4	Gaskurven am Sender.....	11
5.5	Garantiewaiverklärung.....	12

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 Einführung

Diese Anleitung beschreibt den Bau eines 3D Kunstflug-Copters mithilfe des Plejad Merope Boards.

3D Copter können im Flug die Drehrichtung der Motoren ändern und auf diese Weise Figuren (Tic-Tocs, Rückenflug, etc.) fliegen, die mit Standard-Quadrocoptern nicht möglich sind.

Diese Fähigkeit beruht auf der Verwendung von speziellen Komponenten (reversible Motorregler, 3D Propeller) und einer extra für den 3D-Betrieb geschriebenen Firmware für das Merope Board.

Der Aufbau und die Einstellungsmöglichkeiten sind anspruchsvoller als bei Standard-Multicoptern. Bitte lesen Sie deshalb die Merope Bauanleitung aufmerksam durch, bevor sie den 3D Copter bauen. Das darin vermittelte Multicopter-Grundwissen wird in dieser Anleitung (welche nur die Abweichungen im Aufbau und Betrieb beschreibt) vorausgesetzt.

2.1 Funktionsweise

Im Gegensatz zu einem Standard-Multicopter (dessen Motoren immer nur in eine Richtung drehen), können die Motoren des 3D-Copters im Flug blitzschnell ihre Drehrichtung wechseln. Damit wechselt auch die Richtung des Propellerschubs zwischen „unten“ und „oben“.

Damit das wie gewünscht funktioniert, benötigt man folgende Komponenten:

- **3D-Propeller**, mit symmetrischem Profil (entwickeln in beide Drehrichtungen die gleiche Schubkraft). Erhältlich im Plejad Online Shop. Normale Propeller funktionieren nicht entgegen ihrer vorgegebenen Laufrichtung!
- **Reversible Motorregler**, die speziell dafür designed sind, im Betrieb blitzschnell die Laufrichtung umzukehren. Erhältlich im Plejad Online Shop. Normale Brushlessregler können nur in eine Laufrichtung betrieben werden.
- Eine Merope Coptersteuerung mit **spezieller 3D-Firmware**, die die reversiblen Motorregler so ansteuert, damit die Laufrichtungsumkehr im Flug ausgelöst werden kann.

Die Steuerung der Motor-Laufrichtung durch den Piloten erfolgt mittels Gasknüppel:

Steht dieser in Neutralstellung (in der Mitte), dann laufen die Motoren mit Standgas. Wird der Knüppel nach oben bewegt, laufen alle Motoren in normaler Drehrichtung, wird der Knüppel nach unten bewegt, laufen alle Motoren entgegen der normalen Laufrichtung. Die Firmware übernimmt dabei die Aufgabe, den Copter unabhängig von der Motorlaufrichtung steuerbar und stabil in der Luft zu halten.

3 Aufbau des Copters

3.1 Motor- und Propeller-Drehrichtungen

Auch bei einem 3D-Copter müssen die Standard-Drehrichtungen der Motoren eingehalten werden, denn die Lagerregelung der Coptersteuerung ist von diesen abhängig. Auch wenn man es nicht unbedingt erwartet, werden die 3D Propeller ebenfalls in links- und rechtsdrehende Varianten unterschieden und es ist deshalb wichtig, wie und wo man sie montiert.

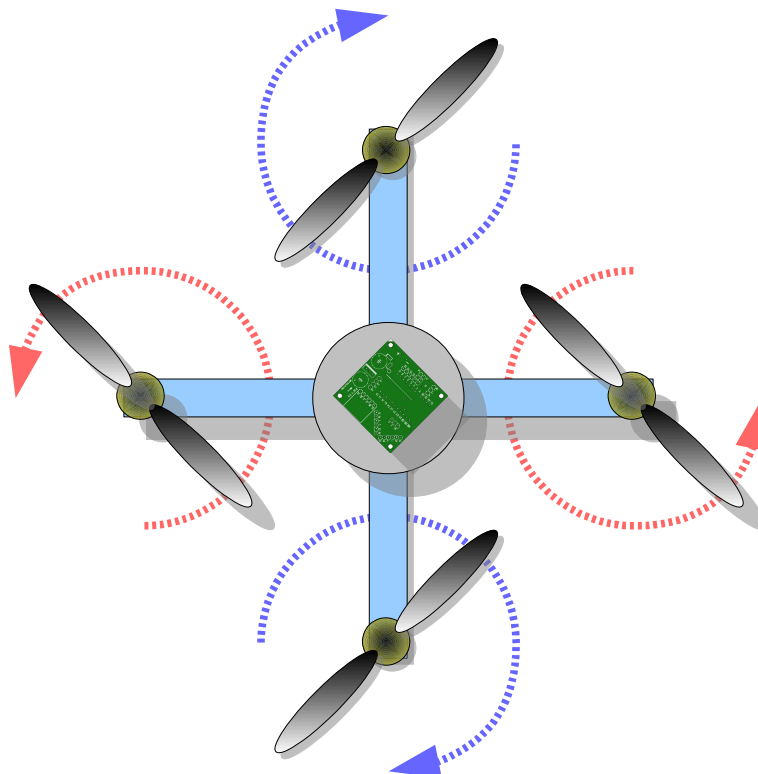


Abbildung 1: 3D Quadrocopter

Die Standardlaufrichtung der Motoren (wenn der Gasknüppel nach oben bewegt wird und die Schubkraft aus Sicht des Copters nach unten wirkt), ist der Einfachheit halber exakt gleich zu der eines normalen Copters. Man kann also alle existierenden Mischertabellen und Motoranordnungen weiter verwenden.

Die Abbildung oben zeigt die Drehrichtungen der Motoren, wie sie für einen 3D Quadrocopter eingestellt werden muss wenn der Gasknüppel nach oben bewegt wird.

3.2 Reversible Brushlessregler

Der 3D-Copter benötigt spezielle Brushlessregler, die im Flug sehr schnell die Laufrichtung des Motors umkehren können, um Schub in Beide Richtungen erzeugen zu können.

Diese Regler werden von der Firmware anders angesprochen als „normale“ Regler, deshalb müssen solche Regler auch immer mit einer speziellen „3D-Firmware“ verwendet werden. Dazu ein wenig Regler-Basiswissen:

Damit ein Regler weiß, wie schnell er den Motor drehen lassen soll, bekommt er elektrische Impulse in sehr kurzen Abständen von der Steuerung. Ein Puls ist immer die Dauer, wie lange Strom an der Steuerleitung anliegt und dazwischen gibt es eine Pause, wo kein Strom anliegt. Der Regler misst jetzt die Länge der Phasen, wo Strom an der Steuerleitung anliegt und berechnet daraus das, was er an den Motor rausgeben soll.

Bei einem normalen Regler heißt z.B. eine Pulslänge von 1000 Mikrosekunden (us) "Stop" und eine von 2000 Mikrosekunden "Vollgas". Sehr gute Regler können diese Pulslängen in Schritten von 0.5 us auflösen, haben also einen Wertbereich von 2000 Schritten.

Bei einem Regler mit 3D-Funktion wird dieser Wertbereich jeweils für den Vorwärts- und Rückwärtslauf aufgeteilt: Bei 1000us läuft er voll rückwärts, bei ca. 1500us steht er still und bei 2000us läuft er voll vorwärts. Bei einer Auflösung von 0.5us hat man damit je 1000 Schritte für den Vorwärts- und den Rückwärtslauf.

Der Grund, warum man eine spezielle 3D-Firmware braucht, ist also das „korrekte“ Ansprechen der Regler, denn würde man den 3D-Regler mit den normalen 1000 us ansprechen, würde er Vollgas rückwärts geben, und ebenso würde ein normaler Regler mit der 3D-Firmware ein Standgas von 1500 erhalten, was ihn bereits auf Halbgas starten ließe.



3D Firmware darf nicht mit "normalen" Reglern betrieben werden, und 3D-Regler nicht mit normaler Firmware es kommt sonst unter Umständen zu plötzlichen Vollgasschüben schon nach dem anstecken des Akkus oder beim Motorstart!

Beim Einstellen eines neuen 3D-Copters bzw. umstellen der Regler oder Merope unbedingt immer ohne Propeller arbeiten, es herrscht Verletzungsgefahr!

3.3 3D-Firmware

Die spezielle 3D-Firmware für Merope kann im Download-Bereich der Homepage (<http://www.plejad.net>) heruntergeladen werden. Diese Firmware entspricht der normalen Copter-Firmware mit folgenden Unterschieden:

- Die Regler werden mit einem anderen Wertbereich für Laufrichtungsumkehr angesprochen
- Starten der Motoren und Bedienung des Menüs ist unterschiedlich (f. zusätzliche Sicherheit)



Das Einlernen des Gasknüppels unterscheidet sich von der normalen Copter-Firmware und wird im Kapitel „Inbetriebnahme“ beschrieben.

3.4 3D-Propeller



Abbildung 2: 3D Propeller

Die speziellen 3D Propeller erzeugen identischer Schub in beiden Drehrichtungen. Durch dieses spezielle Profil ist jedoch der Schub in eine Richtung bei gleicher Motorisierung um ca. 20% entgegen Standard-Propellern reduziert. Man sollte diesen Umstand beim Fliegen berücksichtigen und eventuell mit 4S-Lipo-Akkus arbeiten.



Auch bei den 3D-Propellern gibt es Rechtsläufer und Linksläufer!
Bitte unbedingt bei der Montage beachten!

3.5 Mechanischer Aufbau

Der 3D-Copter-Rahmen sollte besonders verwindungssteif sein, da durch die Drehrichtungsänderungen im Flug relativ starke Torsionskräfte entstehen können.

4 Inbetriebnahme

4.1 Einspielen der Firmware

Zur Inbetriebnahme muss auf das Merope-Board die spezielle 3D-Firmware aufgespielt werden (es sei denn, es wurde Merope bereits in der 3D-Konfiguration bestellt, z.B. mit einem 3D-Copter Bausatz).

Dazu wird (wie in der Merope-Anleitung beschrieben), die **PCC-Manager** Software benutzt. Dann geht man folgendermaßen vor:

1. Herunterladen der Merope 3D-Firmware vom Downloadbereich der Homepage. Diese Dateien heißen „MER_I_****.pcu“, wobei „****“ für die jeweilige fortlaufende Versionsnummer steht.
2. Herunterladen der Merope-Reset Firmware (MEROPE_RESET.pcu)
3. Einspielen der Merope-Reset Firmware, um alle Einstellungen des Boards zurückzusetzen.
4. Einspielen der 3D-Firmware

4.2 Anlernen der Fernsteuerung

Nach dem Einspielen der Software muss der Sender für den 3D-Flug neu angelern werden:

Dies funktioniert ähnlich wie bei der normalen Firmware, aber der Gasknüppel muss vor dem Anlernen in Mittelstellung (nicht unten wie gewohnt) sein und beim Anlern-Vorgang nach oben bewegt werden.



Damit man den Nullpunkt beim Anlernen richtig trifft, empfiehlt es sich, am Sender eine Gaskurve einzustellen, die nur von 50% bis 100% reicht (die also nur den oberen Bereich des Knüppelweges „durchlässt“)

Der Notaus-Schalter ist beim 3D-Flug noch wichtiger als bei Standard-Coptern, denn er dient sowohl zum Stoppen als auch zum Starten der Motoren. Daher muss dieser unbedingt konfiguriert werden! Man sollte also beim Anlernen der Fernbedienung schon einen Schalter für diesen Zweck einplanen.



Unbedingt alle Einstellungen und erste Tests mit abmontierten Propellern durchführen! Gerade im 3D-Betrieb gibt es einige Dinge, die man leicht übersehen kann und es herrscht erhöhte Bruch- und Verletzungsgefahr!

4.3 Standgas einstellen



Bei der 3D-Firmware funktioniert das LCD-Menü nur, wenn der Notaus-Schalter aus 'Motoren AUS' steht, ansonsten reagiert das Menü nicht. Auch wenn der Gasknüppel nicht in der Mitte steht, reagiert das Menü nicht. **Den Notaus-Schalter vorher mittels PCC-Manager konfigurieren!**

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

Beim 3D-Multicopter dürfen die Motoren niemals stehenbleiben, wenn der Gasknüppel neutral 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.

Gerade beim 3D-Copter empfiehlt es sich, das Standgas so hoch als möglich zu wählen, da die Lageregelung beim Laufrichtungswechsel kurz das Standgas als Drehzahl einstellt, um dann wieder zu beschleunigen. Höhere Standgaswerte führen zu einer stabileren Lage des Copters beim Drehrichtungswechseln der Motoren.

Das Standgas wird im LCD-Menü „Motore“, Funktion „Standgas“ eingestellt. Dazu den Menüpunkt auswählen und den Anweisungen im LCD Terminal folgen. Im Gegensatz zur Standardfirmware muss von der Gasknüppel-Mittelstellung ausgegangen werden. Am besten erst mal ohne Propeller an die Bedienung gewöhnen, anschließend aber das Standgas immer mit montierten Propellern einstellen!



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

4.4 Beschleunigungssensor und Kompass kalibrieren

Auch die 3D-Firmware unterstützt den ACC-Modus, sowie Kompass und GPS. Beide Sensoren müssen - wie in der Merope Bauanleitung beschrieben - kalibriert werden, um sie nutzen zu können.

5 Flugbetrieb

5.1 Starten/Stoppen der Motoren

Die Motoren werden mit dem Notaus-Schalter gestartet und gestoppt. Gas/Gier funktioniert weder zum Starten noch zum Stoppen der Motoren. Ein eingestellter Notaus-Schalter ist also Pflicht!

Je nach voriger Schalterstellung kann es sein, dass man den Schalter 2x aus- und einschalten muss. Die Motoren schalten sich jedenfalls nur ein, wenn man vorher mal in der Aus-Position war (Sicherheitsfeature).

Zusätzlich muß der Gasknüppel auf Neutral (in der Mitte) stehen, sonst springen die Motoren nicht an.

Geflogen wird dann wie bei einem Collective-Pitch Helikopter: Nach oben geht's in den Himmel und wenn der Mittelpunkt des Gasknüppelwegs nach unten überschritten wird, drehen die Motoren ihre Laufrichtung um und es geht rasant nach unten.



Der Wiederaufbau des Propellerschubes nach dem Drehrichtungswechsel dauert länger als der Pitchwechsel bei einem 3D-Helikoptermodell! Daher genügend Höhenreserve für erste Tests einplanen und nicht zu zaghaft Gas geben.

5.2 Beschleunigungssensor

Auch der 3D-Copter kann im ACC-Modus geflogen werden. Wird von Headinghold auf den ACC-Modus umgeschaltet, richtet sich der Copter (wie mit der Standardfirmware) in die horizontale Neutralposition.

Fliegt der Copter also während des Umschaltens invertiert, vollführt er beim aktivieren des ACC-Modus eine 180° Rolle. Die Drehrichtung der Motoren bleibt dabei völlig unter der Kontrolle des Piloten, es muss also gleichzeitig mit dem aktivieren des ACC-Schalters 'positiv' Gas gegeben werden.

Ansonsten ist 'negatives' Gas im ACC-Modus jederzeit möglich.

5.3 Kompass / GPS

Kompass und GPS funktionieren bei aktivem ACC-Modus wie in der Standardfirmware. Es sollte dabei jedoch kein Negativgas gegeben werden.

5.4 Gaskurven am Sender

Es ist sehr empfehlenswert, für den Betrieb des 3D-Copters einen Sender zu verwenden, der Gaskurven auch für Flächenflug-Modelle unterstützt. Die meisten modernen Sender tun dies mittlerweile.

Der Hintergrund ist folgender:

- Das Landen des Copters mit vollem Gasbereich ist schwierig, da man eventuell versehentlich in den Negativbereich kommt und durch das Umschalten der Copter - vom Piloten nicht unbedingt gewollt - sich sehr schnell dem Boden nähert.
- Bei Rundflügen und erster Gewöhnung daran, dass der 'positive' Gasbereich nun nur mehr halb so groß ist, gerät man ebenfalls leicht in den negativen Gasbereich und es besteht Absturzgefahr.
- Bei einem Helikoptermodell mit verstellbaren Rotorblättern, wo Negativ- und Positivschub relativ schnell gewechselt werden können, ist das nicht weiter schlimm. Beim Copter - wo die Drehzahl und damit der Schub relativ langsam wieder aufgebaut werden - kann dies aber Fatal sein.

Abhilfe verschafft die Verwendung von mindestens 2 im Flug umschaltbaren Gaskurven:

1. Eine Gaskurve von 50%-100% (also nur der positive Gasbereich) zum starten, landen und zur Gewöhnung an den gegenüber der Standardfirmware veränderten Knüppelweg.
2. Eine Gaskurve über den vollen Bereich für 3D-Akrobatik.

5.5 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>