Redundant_old

5

LotharF
MikroKopter.de

Inhaltsverzeichnis

1 Video - altes System 1/15

2 Redundanz - Nachrüstung 2/15
2.1 Redundanter Aufbau: (Nachrüstung älterer V3-Verteiler) 2/15

3 Schaltplan 3/15
3.1 Benötigt wird: 3/15

4 Einbau mit FlightCtrl V2.5 oder V2.1/2.2 ..... 4/15
4.1 Benötigt wird 4/15
4.2 Der Aufbau 4/15

5 Schaltplan 6/15

6 Firmware 7/15

7 Einstellungen 8/15

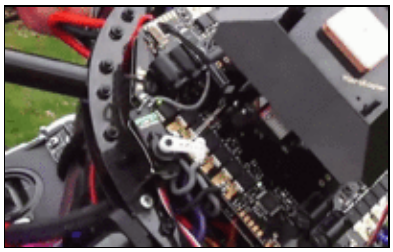
8 Funktionstest 9/15
8.1 Test der Redundanten FlightCtrl 9/15
8.2 Test der Haupt FlightCtrl 9/15
8.3 Redundanz-Anzeige im Logfile 9/15

9 Fehlersimulation 11/15
9.1 I2C error 11/15
9.2 Motorausfall 11/15

10 Anlage F Austro Control 12/15

1 Video - altes System

Hier ist das Redundante System in einem Video beschrieben:



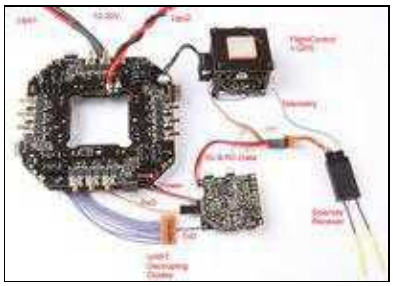
2 Redundanz - Nachrüstung

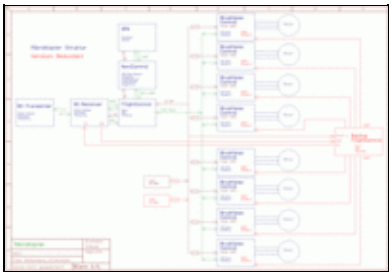
Hinweis: Dies beschreibt die Nachrüstung älterer BL V3-Verteiler.

In den aktuellsten Versionen sie die Schaltung bereits integriert.

2.1 Redundanter Aufbau: (Nachrüstung älterer V3-Verteiler)

Das System wird jetzt um eine redundante FlightControl erweitert.

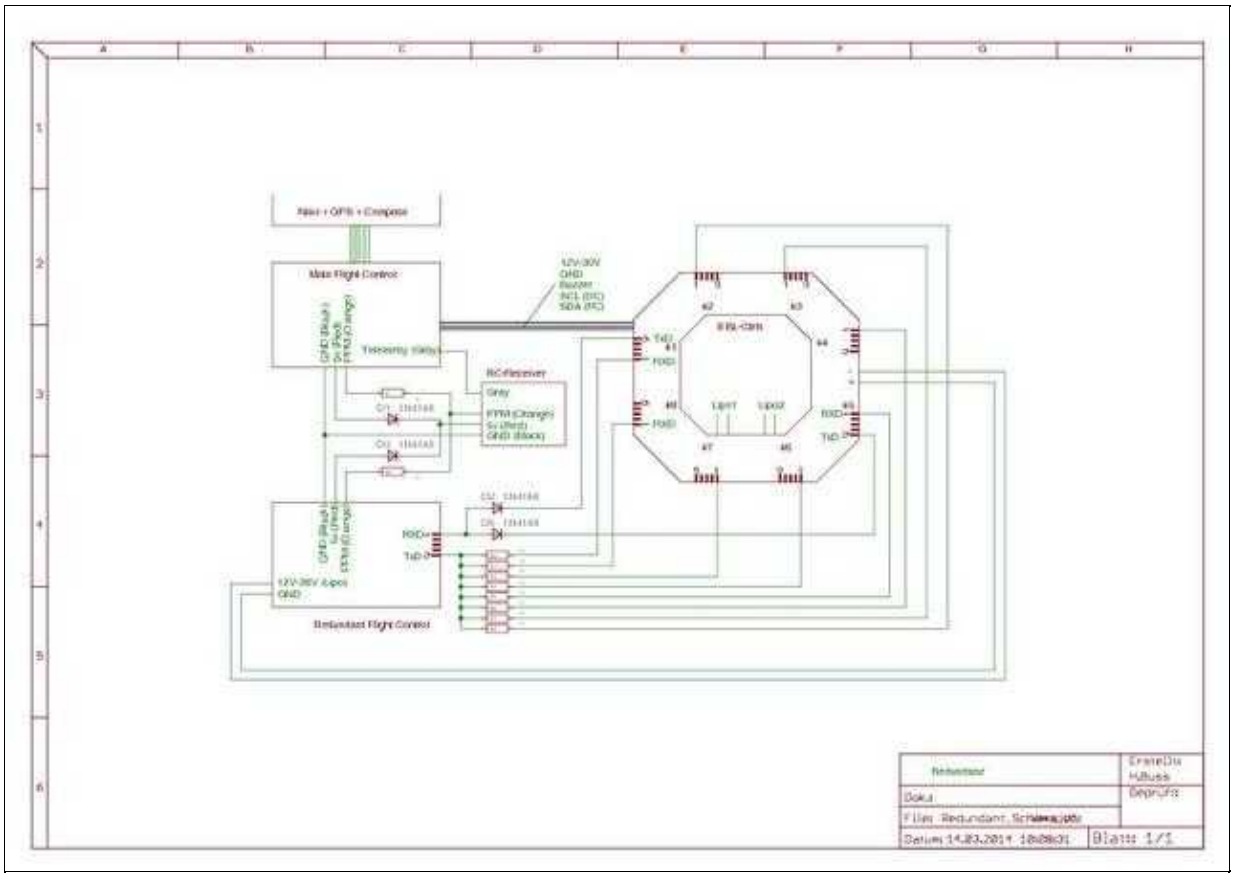




Funktionsprinzip:

- Eine zweite FC wird 'von hinten' an die serielle Schnittstelle der BL V3-Regler angeschlossen.
- Der neue Bus ist an jedem Regler per Widerstand oder Diode entkoppelt, sodass ein einzelner Regler diesen Bus nicht lahm legen kann.
- Im Flug schickt die Backup-FC laufend Daten an die BL-Regler
- Die BL-Regler melden an die Haupt-FC, dass sie zusätzliche Daten bekommen. Im HoTT-Display wird das dann angezeigt.
- Wenn die BL-Regler eine Störung auf dem I2C-Bus haben, oder keine Daten von der Haupt-FC bekommen, schalten sie sofort auf die Daten der zweiten FC um
- Das Umschalten funktioniert so reibungslos, dass der MK dabei nicht ins Schwanken kommt
- Das funktioniert auch, wenn die Haupt-FC im Flug einen Reset macht oder die Versorgung der FC kurz unterbrochen wurde
- Im Grunde kann man die zweite FC auch mit NC und GPS ausrüsten

3 Schaltplan



3.1 Benötigt wird:

- BL-Regler ab V3 (z.B. Okto V3 oder Double-Quadro V3)
- eine zweite FlightControl (Ab FC 2.1)
- 4 Dioden (1N4148)
- 10 Widerstände (1k)
- Verbindungslitze

4 Einbau mit FlightCtrl V2.5 oder V2.1/2.2

Mit der FlightCtrl V2.5 (oder V2.1/2.2) kann die Steuerungselektronik redundant ausgelegt werden. Hierbei können auch die FC Versionen (V2.5/V2.1/V2.2) untereinander gemischt sein.
Da das GPS System nur einfach ausgelegt und mit der "Master" FlightCtrl verbunden ist, hat man bei Ausfall der "Master" FlightCtrl **keine** GPS Unterstützung. Der Kopter muss dann manuell (ohne GPS Unterstützung) geflogen werden.

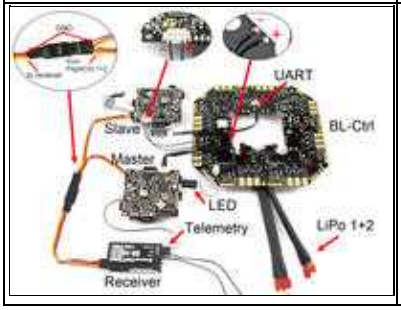
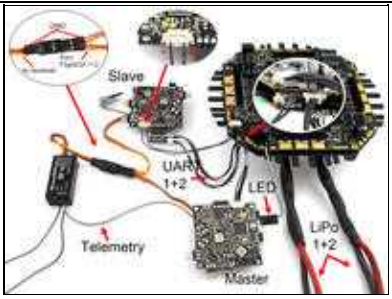
4.1 Benötigt wird

- 1x Redundante BL-Regler ab V3.5
  - Okto XL V3 - Combi - Redundanz

  oder
  - Doppel Quadro V3 - Cool Redundanz
- 2x FlightControl (Ab FC 2.1)
- 1x Set: Navigation
- 1x Redundantes Stecker-Set
  - (im Set "Doppel Quadro V3 - Cool Redundanz" oder "Okto XL V3 - Combi - Redundanz" bereits enthalten)

4.2 Der Aufbau

Das System wird um eine redundante FlightCtrl erweitert. Dazu verbindet man die zweite FlightCtrl (Slave) über den 10-poligen Anschluss mit dem UART Anschluss des BL-Verteilers. Die Spannungsversorgung der Slave-FlightCtrl kann dabei entweder direkt per angelötetetem Kabel (+/- zwischen FC und Verteiler) oder mit einem Molexkabel erfolgen. Wird das Molexkabel verwendet, müssen die drei mittleren Leitungen entfernt werden (siehe Bilder)!

Lösung mit Okto-BL-V3.5	**Lösung mit DoubleQuadro-Cool V3.5**
	

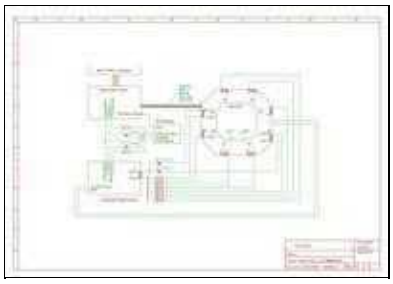
Tip Funktionsprinzip:

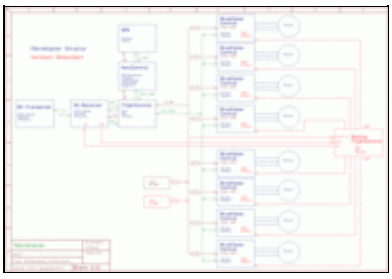
- Eine zweite FC wird 'von hinten' an die serielle Schnittstelle (UART) der BL V3-Regler angeschlossen.
- Der neue Datenbus (UART) ist an jedem Regler per Widerstand oder Diode entkoppelt, sodass ein einzelner Regler diesen Bus nicht lahm legen kann.
  - INFO: Seit der Verteiler Version 3.5 ist der redundante Datenbus bereits integriert.
- Im Flug schickt die Slave-FlightCtrl laufend Daten an die BL-Regler.
- Die BL-Regler melden an die Master-FlightCtrl, dass sie zusätzliche Daten bekommen. Im HoTT-Display wird das dann angezeigt.
- Wenn die BL-Regler eine Störung auf dem I2C-Bus haben, oder keine Daten von der Master-FlightCtrl bekommen, schalten sie sofort auf die Daten der zweiten Slave-FlightCtrl um.
- Das Umschalten funktioniert so reibungslos, dass der MikroKopter dabei nicht ins Schwanken kommt.

- Das funktioniert auch, wenn die Master-FlightCtrl im Flug einen Reset macht oder die Versorgung der FC kurz unterbrochen wurde.
- Die zweite Slave-.FlightCtrl kann auch mit dem Set Navigation ausgerüstet werden.

Hinweis:
Eine Beschreibung, wie man ältere V3-Verteiler selber mit der Redundanz und den dazu benötigten Widerständen / Dioden umrüstet,
ist hier beschrieben: Redundanz

5 Schaltplan





Hinweis: die Schaltung des redundaten UART-Datenbusses ist bei V3.5-Verteilern bereits in der Leiterkarte integriert

6 Firmware

Wird das redundante System verwendet, benötigt die Master- sowie die Slave-FlightCtrl eine spezielle Software.

Hier kann die aktuelle Firmware herunter geladen werden:	

7 Einstellungen

Wichtig ist, dass beide FlightCtrl in allen 5 Parametersätzen (Settings) gleich eingestellt werden.

Dazu gehört:

- Die Mixer-Belegung der Master- und Slave-FlightCtrl müssen übereinstimmen.
- Die Kanalbelegung beider FCs muss gleich sein.
    - ♦ Die redundante FC hört auf die gleichen Stickstellungen und geht genau wie die Haupt-FC in die Zustände "Kalibrieren", "Starten", "Stoppen"

Einstellungen

- MK-USB an die Master-FlightCtrl anschließen
- Master-FlightCtrl komplett einstellen (Kanäle, Mixer etc.)
- Diese Einstellungen in alle 5 Parametersätze (Settings) kopieren/speichern
- Parametersatz (Setting) auf PC / Laptop speichern
- -
- MK-USB an die Slave-FlightCtrl anschließen
- Gespeicherten Parametersatz öffnen und in alle 5 Parametersätze (Settings) der Slave-FC speichern
- MK-USB entfernen (oder wieder mit Master-FlightCtrl verbinden)
- Sicherstellen, dass alle Anschlüsse so angeschlossen sind, wie in den oberen Beispielbilder gezeigt !!!
- Über die Fernsteuerung wird nun die ACC-Kalibrierung durchgeführt (Gas rauf + Gier rechts)
    - ♦ Dabei muss der Kopter absolut gerade stehen. Die Kalibrierung gilt dann für beide FlightCtrl.
- Kompass nach Anleitung kalibrieren (Link).

Fertig.

Nun sollte **nach dem Starten der Motoren** (Giros kalibrieren nicht vergessen) in der **Telemetrienzeige ein "R"** erscheinen.

8 Funktionstest

8.1 Test der Redundanten FlightCtrl

- Wenn beide FCs angeschlossen sind, Blinkt die grüne LED auf der redundanten FC schnell. Sie bekommt dann Daten von BL-Regler 1 und 5.
- Wenn die Haupt-FC abgeklemmt wird (Molex-Stecker abziehen), blinkt die Grüne LED weiter und zusätzlich leuchtet die rote.
- Wenn die Haupt-FC abgeklemmt wird, leuchten die roten Fehler-LEDs auf allen BL-Reglern NICHT!

8.2 Test der Haupt FlightCtrl

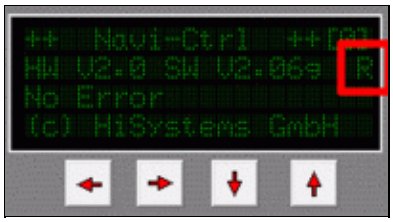
- **Wenn die Motoren per Sender gestartet werden, erscheint** nach kurzer Zeit im Display des HoTT-Senders als erster Buchstabe in der untersten Zeile **ein "R"** -> das bedeutet, dass die Redundanz aktiv ist.



- Im Jeti-Display steht ein "R" hinter der Flugzeit:

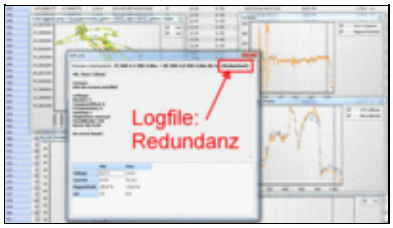


Ausserdem wird ein "R" im virtuellen Display der NC angezeigt.



Somit kann man den Zustand z.B. auch mit dem KopterTool / portablen KopterTool prüfen.

8.3 Redundanz-Anzeige im Logfile



Siehe auch: SimpleGpxViewer

9 Fehlersimulation

Zwei Fehler können simuliert werden:

- I2C Fehler => Busausfall der Master-FlightCtrl
- Motorausfall

9.1 I2C error

Benötigt wird dazu ein freier Kanal am Sender der auf einen Schalter gelegt wird.
Dieser Kanal wird in den Einstellungen auf den *Benutzer-Parameter 7* gelegt: Link.

- Wenn dort der Wert > 150 wird (Schalter betätigt), schaltet die Master-FlightCtrl den I2C-Bus ab und simuliert damit den Busausfall.
- Bedingung: Die FC schaltet nur dann den Bus ab, wenn Redundanz voliegt ('R' im Display).

⚠ Zum Test sollte man zunächst den MikroKopter bei laufenden Motoren am Boden stehen lassen und dann den I2C-Bus abschalten. Die Haupt-FC Piept dann wie bei I2C-Fehlern und die Motoren gehen nicht aus. Ein Abheben und Fliegen mit der redundanten FC ist dann möglich. Ist dies OK kann auch im Flug der Test durchgeführt werden.

Bitte beachten
Wird für die Master-FlightCtrl eine NaviCtrl und GPS verwendet und auf der Slave-FlightCtrl nicht, sind die Funktionen *PositionHold*, *ComingHome* oder *CareFree* im Fehlerfall nicht verfügbar und der Kopter muss manuell geflogen werden! Nur wenn die Slave-FlightCtrl ebenfalls über eine NaviCtrl und GPS verfügt, stehen diese FUnktionen im Fehlerfall ebenfalls zur Verfügung.

9.2 Motorausfall

Benötigt wird dazu ein freier Kanal am Sender der auf einen Schalter gelegt wird.
Dieser Kanal wird in den Einstellungen auf den *Benutzer-Parameter 6* gelegt: Link.

- Wenn dort der Wert > 150 wird (Schalter betätigt), wird ein Motorausfall an Motor 1 simuliert.
- Bedingung: Die FC schaltet nur dann den Bus ab, wenn Redundanz voliegt ('R' im Display).

⚠ Achtung:

- Im Normalen Betrieb muss beim *Benutzer-Parameter 6* eine Null eintragen sein, damit das nicht versehentlich eintreten kann.
- Nur bei Oktos testen. QuadroKopter und HexaKopter werden bei einem Motorausfall instabil und stürzen ab!

10 Anlage F Austro Control

Die Austro Control benötigt in der Anlage F einige Daten zum Kopter und den Funktionen:

Punkt 1: Ausfall Sender

- Ausfall Sender
- z.B. Stromversorgung Sender,Antenne unterbrochen, Elektronik Fehler.
- Verbindung Sender zum Kopter ist unterbrochen.
- Pilot hat keine Möglichkeit mehr in die Steuerung einzugreifen

MikroKopter-Lösung

- Fällt die Verbindung zum Sender aus, wird das erkannt und es wird automatisch die Funktion "FailSafe" aktiviert.
- Hierbei steigt (oder sinkt) unser Kopter dann automatisch auf eine vorher eingestellte Höhe, fliegt zurück zum Startpunkt und landet dann automatisch.
- Hier gibt es ein Video dazu: https://vimeo.com/32788915

Punkt 2: Ausfall Empfänger
Das selbe wie in Punkt 1.

Punkt 3: Gestörte Datenverbindung
Das selbe wie in Punkt 1.

Punkt 4: Triebwerksausfall

- z.B. Ausfall eines Motors,Propellerverlust, Rotorverlust, Ausfall der Antriebsbatterie

MikroKopter-Lösung

- Verliert der OktoKopter einen Propeller oder es fällt ein kompletter Motor aus, kann der Kopter trotzdem weiter fliegen. (siehe Video).
- Der Ausfall eines Motors oder Antriebsstranges wird sofort erkannt und ausgeregelt.
- Bei Überlastung des Motors bzw. BL-Reglers (Überstrom oder Übertemperatur) wird der entsprechende Motor abgeregelt, geht aber nicht aus.
- In allen Fällen wird der Pilot per Telemetrie informiert. Z.B. per Sprachausgabe "Fehler Motor"
- Im Logfile lässt sich später sehen, welcher BL-Regler einen Fehler gemeldet hat -> falls sich ein Motordefekt langsam über die Laufzeit ankündigt.

Punkt 5: Kurzschluss

- z.B. in eingebauter Kamera oder Messsensoren, Betrieb bei Regen/Feuchtigkeit

MikroKopter-Lösung

- Vermeidung eines Kurzschlusses: Unsere Elektronik ist gekapselt unter einer Haube gegen Regen und äußere Einflüsse geschützt montiert.
- Kurzschluss an einem Motor: Die Motorregler erkennen das und schalten den Motor ab
- Kurzschluss in einem Motorregler: Die Motorregler sind über eine definierte Leiterbahn (Shunt) abgesichert, sodass dieser dann vom Stromkreis getrennt wird.

- Kurzschluss in der Steuerungselektronik: Die Steuerungselektronik ist redundant ausgeführt (siehe Punkt 7)
- Mitgeführte Kameras nutzen eine Eigenversorgung oder strombegrenzte Spannungsregler und haben keinen Einfluss auf die Elektronik.

Punkt 6: Ausfall der Bord - Stromversorgung

- z.B. Kabelfehler in der Stromversorgung, Batteriefehler

MikroKopter-Lösung

- Es werden am Kopter zwei gleichwertige LiPos mitgeführt die jeweils an der Stromversorgung angeschlossen sind.
- Sollte einer der LiPos ausfallen, übernimmt der zweite die Versorgung. Ein * Absinken der Spannung wird automatisch erkannt und per Telemetrie signalisiert.

Es gibt verschiedene Stufen der Unterspannung:

Erste Stufe (z.B. 30% Restkapazität):

- Der Pilot wird per Telemetrie informiert: Sprachansage "Unterspannung"
- Ein akustisches Signal wird per Summer am MikroKopter ausgegeben
- Die LED-Beleuchtung blinkt
- In der Regel hat der Pilot dann noch 1-2 Minuten Zeit, den MikroKopter zu landen

Zweite Stufe (z.B. 20% Restkapazität):

- Der MikroKopter fliegt automatisch zurück zum Startpunkt, wenn der Pilot nicht manuell steuert

Dritte Stufe (z.B. 10% Restkapazität):

- Der MikroKopter geht in definierten Sinkflug, selbst wenn der Startpunkt noch nicht erreicht wurde. Das soll den totalen Absturz verhindern.

Punkt 7: Störung/Ausfall der Fluglageregler

- z.B. Elektronischer Fluglagenregler durch Störung ausgefallen

MikroKopter-Lösung

Sollten unsere Fluglageregler ausfallen, greift automatisch die zweite FlightControl ein (siehe Video).

Funktionsprinzip der redundanten Fluglageregelung:

- Eine zweite FC (Fluglageregelung) wird 'von hinten' an die serielle Schnittstelle der einzelnen Motor-Regler angeschlossen.
- Der redundante Bus ist an jedem Regler per Widerstand entkoppelt, sodass ein einzelner defekter Regler diesen Bus nicht lahm legen kann.
- Die BL-Regler melden an die Haupt-FC, dass sie zusätzliche Daten bekommen. Im Sender-Display wird das dann als "Redundanz bereit" angezeigt.
- Wenn die BL-Regler eine Störung auf dem I2C-Bus haben, oder keine Daten von der Haupt-FC bekommen, schalten sie sofort auf die Daten der zweiten FC um.
- Das Umschalten funktioniert so reibungslos, dass der MK dabei nicht ins Schwanken kommt
- Dies funktioniert auch, wenn die Haupt-FC im Flug z.B. einen Reset macht oder die Versorgung der FC kurz unterbrochen wurde .

Punkt 8: Störung/Ausfall im Globalen Navigationssystems

- z.B. Satelliten Empfänger ausgefallen (GNSS-Global Navigation Satellite System)

MikroKopter-Lösung

- Die Anzahl der Satelliten des GPS-Empfängers wird überwacht und per Telemetrie angezeigt.
- Die Stärke und Inklination des Erdmagnetfeldes wird gemessen und dient so der Überwachung des Kompass-Signals.
- Eine eigenständige Einheit (NaviControl) ist für die GPS-Navigation zuständig.
- Ein Total-Ausfall dieser Einheit wird von der FlightControl erkannt, die dann auf manuelle Steuerung umschaltet und den Piloten per Telemetrie informiert.

Vor dem Start:

Der Pilot wird bei gestörtem Erdmagnetfeld oder fehlendem GPS-Signals informiert und kann den MikroKopter nicht starten.

Im Flug:

Fällt das Navigationssystem aus oder GPS oder Kompass sind gestört (Sonnenstürme, GPS-Abschattung usw.), schaltet der MikroKopter in den manuellen Modus und der Pilot wird über die Telemetrie informiert. Z.B. per Sprachansage: "Fehler GPS" Zudem kann der Pilot jederzeit den GPS-Modus über den Sender ausschalten und dann manuell steuern.

Punkt 9: Störung/Ausfall in der Telemetrie

- z.B. Sensorfehler, Übertragungsfehler

MikroKopter-Lösung

- Die Telemetrieübertragung ist nicht für den Flug des Kopters relevant. So wird z.B. Unterspannung noch akustisch und optisch angezeigt.
- Sollte diese Übertragung ausfallen, hat dies keinen Einfluss auf das Flugverhalten des Kopters.

Punkt 10: Thermische Überlastung der Batterie

- z.B. interner LiPo Akkufehler oder Überlastung durch zu hohen Strom/Unbalance

MikroKopter-Lösung

- Am Kopter werden zwei LiPos mitgeführt die jeweils an der Stromversorgung angeschlossen sind.
- Sollte einer der LiPos plötzlich ausfallen, übernimmt der zweite die Versorgung.
- Überlastung der Batterie kündigt sich erfahrungsgemäß durch Unterspannung an. Dann greifen die unter Punkt 6 beschriebenen Mechanismen.

Punkt 11: Flugschreiber

- Aufklärung von Störungen oder Abstürzen

MikroKopter-Lösung



- Im MikroKopter werden alle Flugrelevanten Daten mit bis zu 5Hz auf SD-Karte geloggt
- Im Falle eines Absturzes kann die Micro-SD-Karte aus der Navigationsplatine entfernt werden. Die Daten können dann am PC ausgewertet werden.
- selbst nach Bergungen unter Wasser konnten in der Vergangenheit noch die Daten ausgelesen werden.
- Aufgezeichnet werden z.B.:
    - ♦ Flughöhe
    - ♦ GPS-Position
    - ♦ Spannungen
    - ♦ Temperaturen
    - ♦ Steuerbewegungen und Schalterstellungen
    - ♦ Fehlermeldungen z.B. Motorfehler (Stehen gebliebener Motor)
    - ♦ Motorströme (Einzelströme)
    - ♦ Magnetwerte des Kpompassensors
    - ♦ Anzahl GPS-Satelliten

Punkt 12: Fluggrenzen

- Eingrenzung des Flugbereichs
- Fehlbedienung des Piloten, z.B. Flug ausserhalb der Sichtweite
- Abdriften bei Sturm

MikroKopter-Lösung

Beim MikroKopter können Fluggrenzen eingestellt werden:

- maximale Höhe (z.B. 100m)
- maximale Entfernung (z.B. 250m)
- maximaler Radius für Wegpunkteflug (z.B. 250m)
- Sicherheitsradius für automatisches Landen (z.B. 300m) Der Pilot kann dann weder die maximale Höhe, noch die Entfernung überschreiten.

Wenn der MikroKopter trotzdem den Sicherheitsradius verlassen würde, geht der Kopter automatisch in den Sinkflug über (Sinkgeschwindigkeit 3m/sek) und schaltet automatisch in den ComingHome-Modus um. Dann wird der Sinkflug nur abgebrochen, wenn der MK wieder innerhalb des Sicherheitsradius kommt. Mit dieser Funktion wird verhindert, dass ein Kopter z.B. bei Sturm zu weit weg fliegt.

Die maximale Grenze für den Wegpunkteflug verhindert, dass zu weit entfernte Punkte angeflogenwerden. Z.B. wenn versehentlich eine falsche Wegpunktliste geladen wurde, die 100km entfernt wäre.