

# Quadrocopter für Anfänger

## How to make them fly

Timo Boettcher

14. November 2010

- 1 Warum Quadrocopter?
- 2 rechtliches
- 3 technische Grundlagen
- 4 selber bauen
  - Fluggerät
  - Bodenequipment

# Warum Quadrocopter?



# Warum Quadrocopter?

- Flächenflieger: Auftrieb bei Bewegung, aerodynamische Steuerung durch Klappen
- Helikopter: mechanisch gesteuerter Rotorkopf, Heckrotor
- Quadrocopter: elektronische Regelung, 4 Propeller

# Warum Quadrocopter?

- Flächenflieger: Auftrieb bei Bewegung, aerodynamische Steuerung durch Klappen
- Helikopter: mechanisch gesteuerter Rotorkopf, Heckrotor
- Quadrocopter: elektronische Regelung, 4 Propeller

# Warum Quadrocopter?



Rotorkopf BO105 (Bild: WP)

# Warum Quadrocopter?

- Flächenflieger: Auftrieb bei Bewegung, aerodynamische Steuerung durch Klappen
- Helikopter: mechanisch gesteuerter Rotorkopf, Heckrotor
- Quadrocopter: elektronische Regelung, 4 Propeller

- 1 Warum Quadrocopter?
- 2 rechtliches
- 3 technische Grundlagen
- 4 selber bauen
  - Fluggerät
  - Bodenequipment

# Was haben wir denn da...?

§ 1 LuftVG

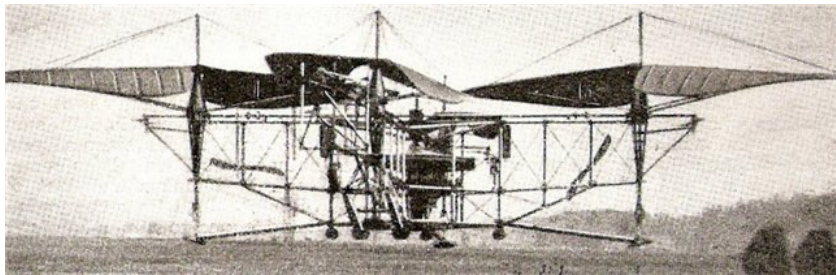
(2) Luftfahrzeuge sind

2. Drehflügler

9. Flugmodelle

11. sonstige für die Benutzung des Luftraums bestimmte Geräte, sofern sie in Höhen von mehr als dreißig Metern über Grund oder Wasser betrieben werden können.

# Was haben wir denn da...?



Oehmichen No.2 (1922) (Bild: WP)

# Was haben wir denn da...?



Curtiss-Wright Aerial Jeep VZ-7AP (1958) (Bild: WP)

# Was haben wir denn da...?

§ 1 LuftVG

(2) Luftfahrzeuge sind

2. Drehflügler

9. Flugmodelle

11. sonstige für die Benutzung des Luftraums bestimmte Geräte, sofern sie in Höhen von mehr als dreißig Metern über Grund oder Wasser betrieben werden können.

## § 1 LuftVO

Grundregeln für das Verhalten im Luftverkehr

(1) Jeder Teilnehmer am Luftverkehr hat sich so zu verhalten, dass Sicherheit und Ordnung im Luftverkehr gewährleistet sind und kein anderer gefährdet, geschädigt oder mehr als nach den Umständen unvermeidbar behindert oder belästigt wird.

## §33 LuftVG

(1) Wird beim Betrieb eines Luftfahrzeugs durch Unfall jemand getötet, sein Körper oder seine Gesundheit verletzt oder eine Sache beschädigt, so ist der Halter des Luftfahrzeugs verpflichtet, den Schaden zu ersetzen.

## § 43 LuftVG

(2) Der Halter eines Luftfahrzeugs ist verpflichtet, zur Deckung seiner Haftung auf Schadenersatz nach diesem Unterabschnitt eine Haftpflichtversicherung in einer durch Rechtsverordnung zu bestimmenden Höhe zu unterhalten.

- 1 Warum Quadrocopter?
- 2 rechtliches
- 3 technische Grundlagen
- 4 selber bauen
  - Fluggerät
  - Bodenequipment

# Wie geht das?

16:06:23 <XYZ> what are the main problems this kind of platform has

16:07:09 <amir> flying?

16:07:23 <XYZ> yes

16:07:33 <amir> yes, that's the problem ;)

16:07:46 <XYZ> what are the main reason for crashing it

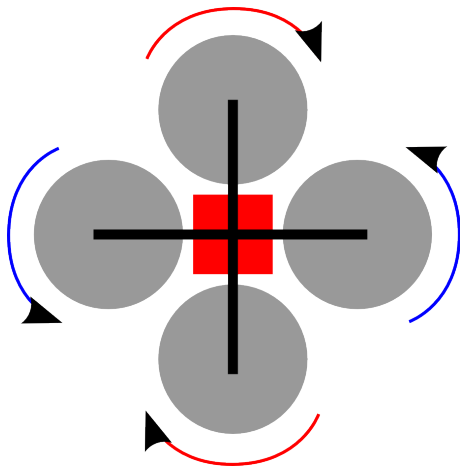
16:07:59 <amir> impact on the ground?

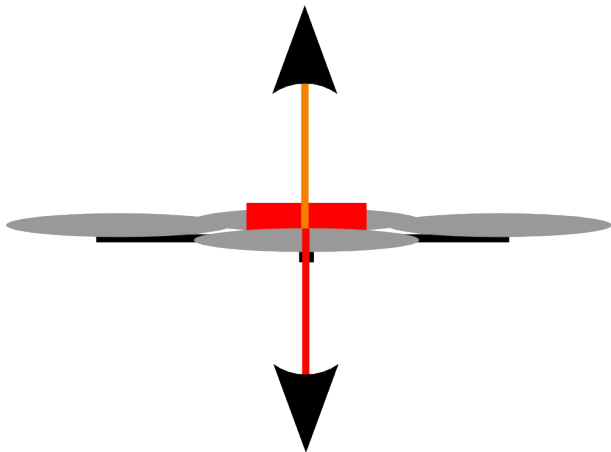
# Propeller

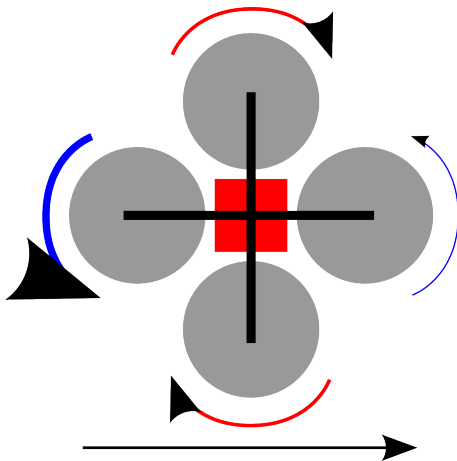
- 4 Propeller (auch andere Konfigurationen möglich, aber hier nicht Thema)
- rechtsdrehend und linksdrehend



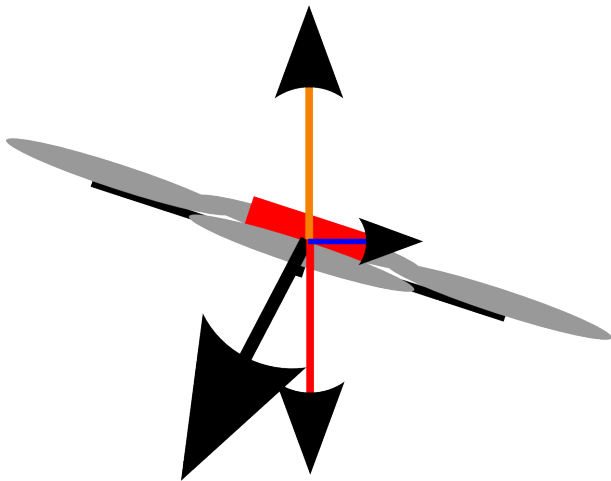
# Prinzip: 4 Propeller

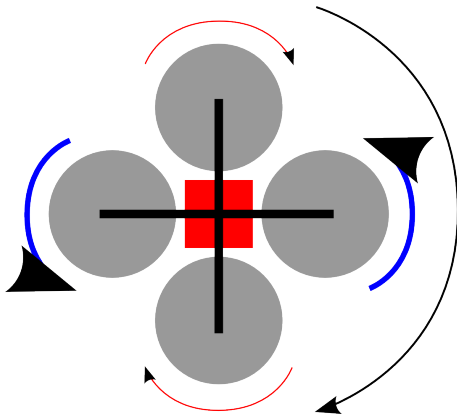






# Steuerung: Nick (Kräfte)





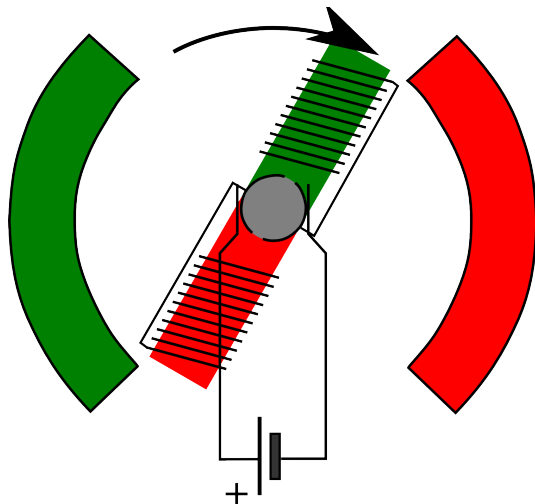
*Front* = *Throttle* + *Nick* + *Yaw*

*Back* = *Throttle* - *Nick* + *Yaw*

*Right* = *Throttle* + *Roll* - *Yaw*

*Left* = *Throttle* - *Roll* - *Yaw*

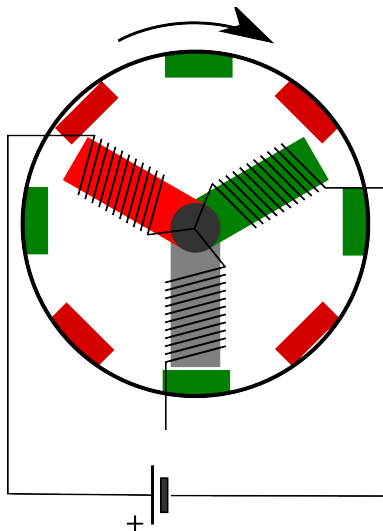
- Bürsten: mechanische Kommutierung
- Bürstenlos: Drehstrom, elektronische Kommutierung



„klassischer“ Bürstenmotor

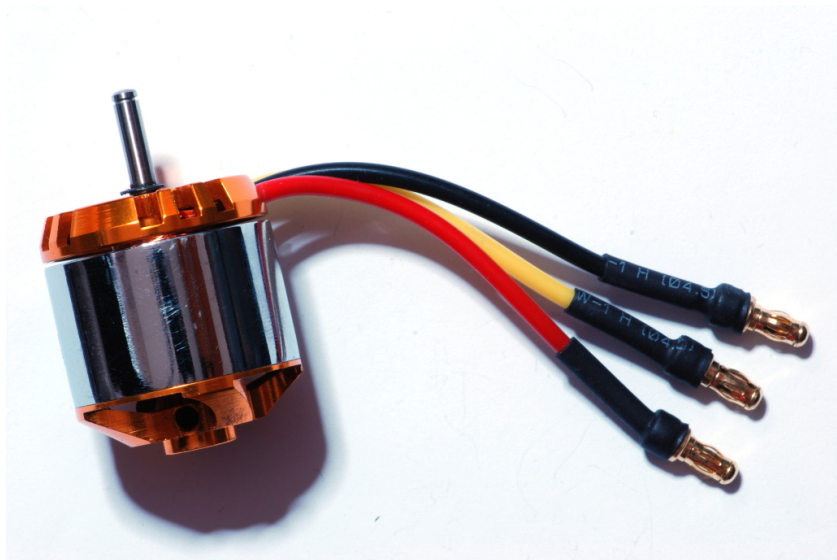
- Bürsten: mechanische Kommutierung
- Bürstenlos: Drehstrom, elektronische Kommutierung

# Brushless Motoren



bürstenloser Motor, Aussenläufer

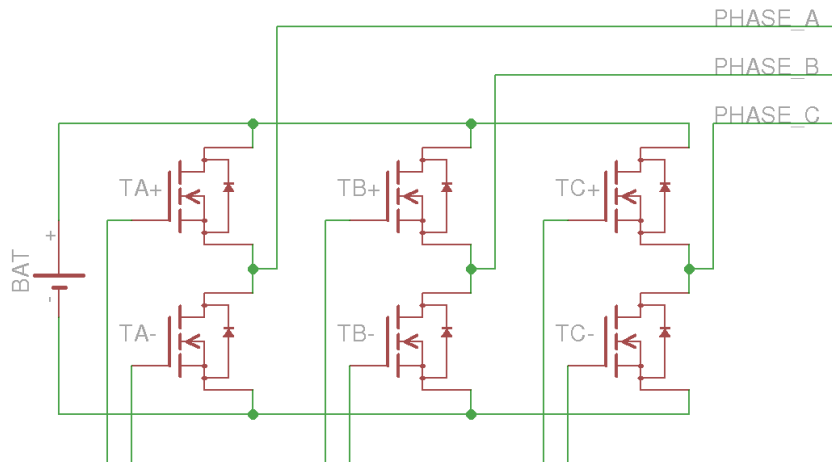
# Brushless Motoren



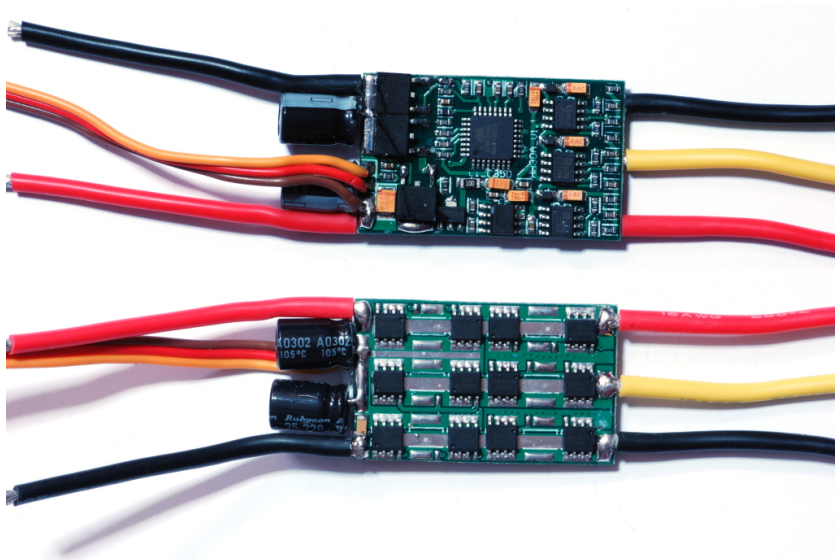
# Regler: Drehstrom aus einer Batterie

- elektronische Kommutierung: Drehstrom
- ein Haufen Schalter, ein bisschen Sensorik

# Regler: Drehstrom aus einer Batterie



# Regler: Drehstrom aus einer Batterie



- Akkus
  - Lithium-Polymer
  - Lithium-Eisen-Phosphat

- Akkus
- Lithium-Polymer
- Lithium-Eisen-Phosphat



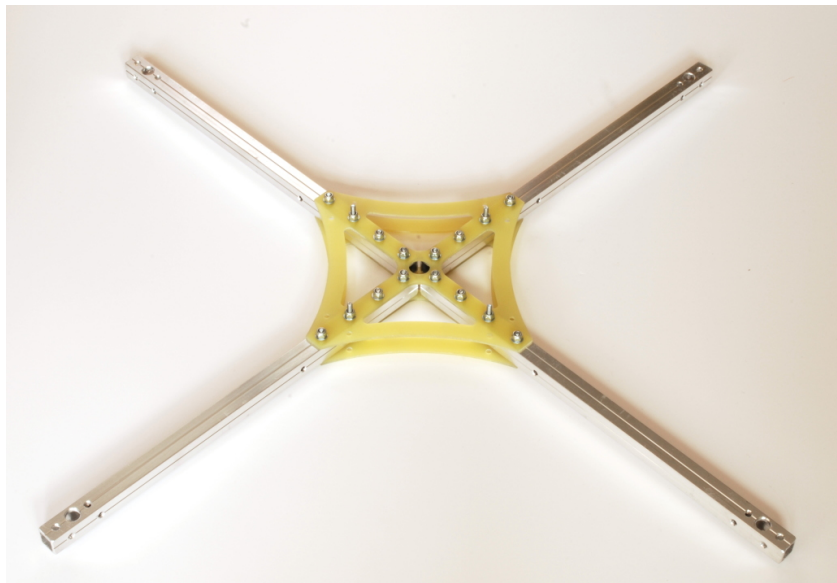
Lithium Polymer Akku

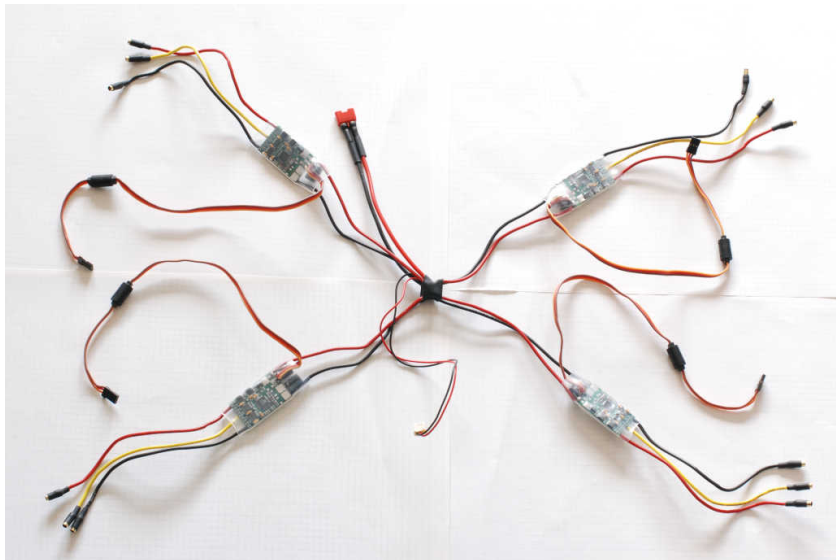
- Akkus
- Lithium-Polymer
- Lithium-Eisen-Phosphat



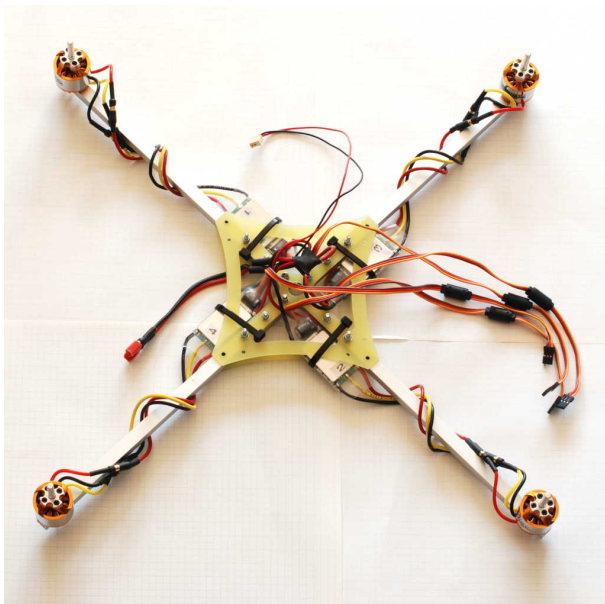
Lithium Eisen Phosphat Akku

- 1 Warum Quadrocopter?
- 2 rechtliches
- 3 technische Grundlagen
- 4 selber bauen
  - Fluggerät
  - Bodenequipment

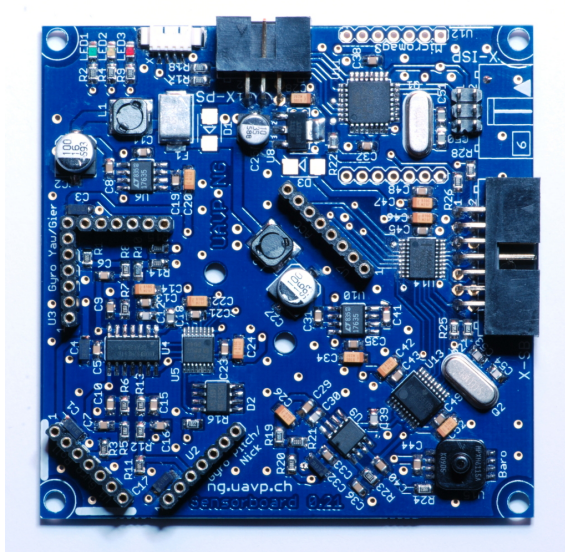




# Rahmen, Motoren und Motorregler

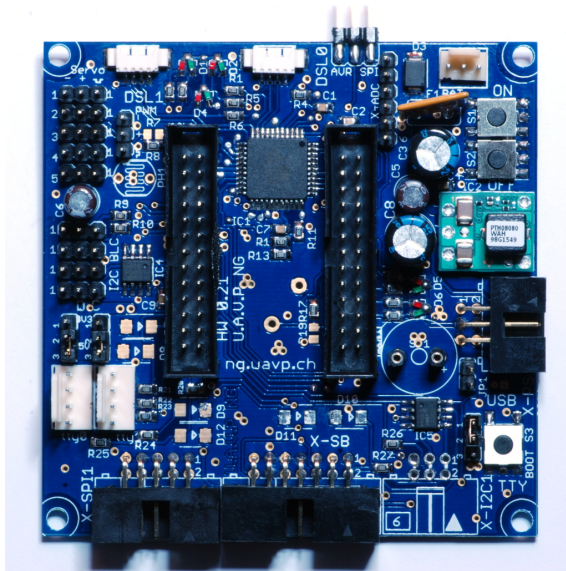


# Elektronik: UAVP-NG Sensorboard

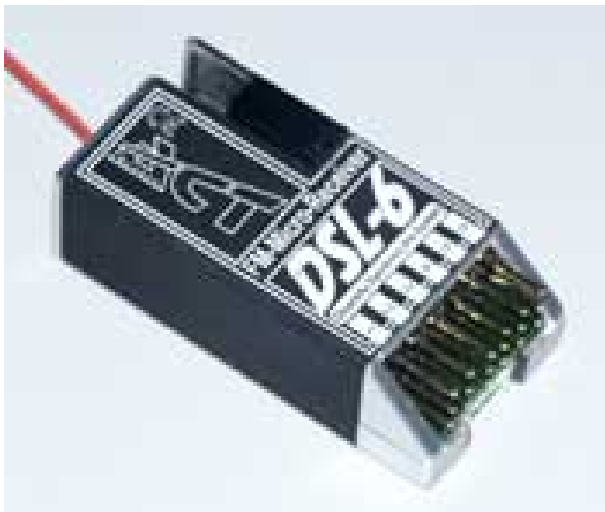




# Elektronik: UAVP-NG Flightcontrol







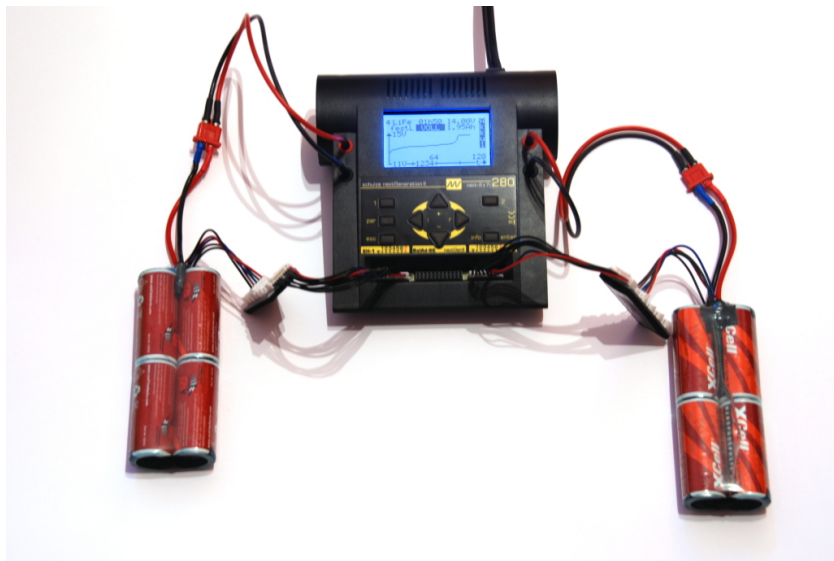
(Bild: ACT)

- Lötstation, Pinzette, Flussmittel
- Programmiergeräte
- Labornetzteil
- Minimaler Werkzeugsatz, Handbohrmaschine
- Fernsteuerung
- Ladegerät, Balancer



Graupner MX12

- Lötstation, Pinzette, Flussmittel
- Programmiergeräte
- Labornetzteil
- Minimaler Werkzeugsatz, Handbohrmaschine
- Fernsteuerung
- Ladegerät, Balancer



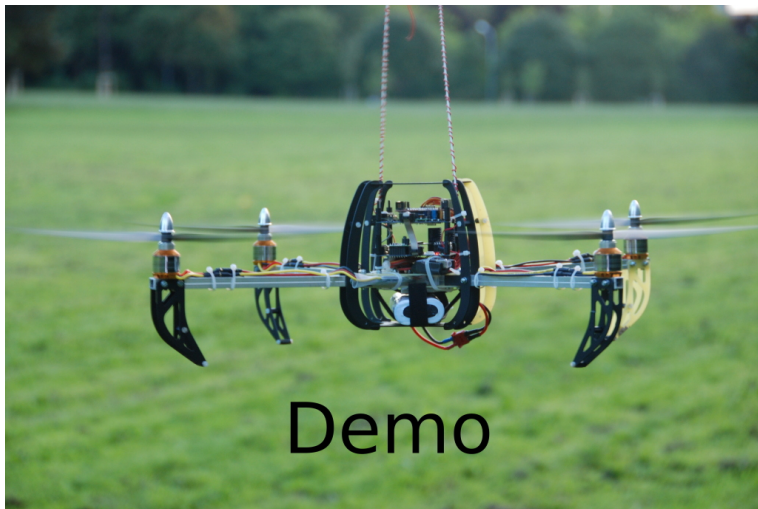
Schulze Next 2x70-280 Lader/Balancer

- Lötstation, Pinzette, Flussmittel
- Programmiergeräte
- Labornetzteil
- Minimaler Werkzeugsatz, Handbohrmaschine
- Fernsteuerung
- Ladegerät, Balancer

- Auge → Hand-Koordination
- Räumliches sehen / denken
- Reaktion
- Konzentration
- Flugplatz

# Komplett





Fragen?

<irc://irc.freenode.net/#uavp>

<mailto:uavp@spida.net>

- [http://multicopter.org/wiki/Multicopter\\_Table](http://multicopter.org/wiki/Multicopter_Table)
- <http://ng.uavp.ch>
- <http://ng.uavp.ch/moin/Documentation/Construction/>