

Können Pinguine fliegen?

- *„Die Pinguine sind eine Gruppe **flugunfähiger Seevögel** der Südhalbkugel ...“*

Quelle: Wikipedia



Joachim Clemens, Tobias Hammer, Martin Zenzes

Pinguine fliegen doch...

- Inhalt
 - Einführung
 - Flugplattform
 - Software
 - Kommunikationstechnik
 - Zusammenfassung
 - Beweis!



1. Einführung

- Inhalt
 - Einführung
 - Flugplattform
 - Software
 - Kommunikationstechnik
 - Zusammenfassung
 - Beweis!



Flugplattform

- Basis
 - Mikrokopter (Holger Buss, Ingo Busker, Chaos Communication Camp 07)
 - <http://www.mikrokopter.de>
- Daten
 - Geschwindigkeit: ca. 50km/h
 - Gewicht: zwischen 600 und 1200g
 - Akku: 2500mAh bei 7.4V bzw 11.1V
 - Stromaufnahme: max. 4x8A + 1A

Unterschiede/Erweiterungen

	Mikrokopter	Floppy
Kommunikation	Analog (RC)	Digital (WLAN)
Bedienung	Modellbau- Fernbedienung	Notebook
Rückkanal	(Bluetooth)	WLAN
Peripherieinterface	mehrere Servoanschlüsse	32 GPIO, USB, 3 serielle Schnittstellen, I ² C
Rechenleistung	Atmega644	600Mhz ARM

Einsatz

- Luftbildfotografie
- Verkehrsüberwachung
- Katastrophenschutz (Auffinden von Personen oder Gefahrgütern)
- Inspektion von Windkraftanlagen, Schornsteinen u.ä.
- In der Lehre (motivierendes Versuchs-/Entwicklungsobjekt für Master)
- *Spielzeug* 😊

Stand der Technik

- x-ufo (Bausatz, ca. \$250)
- Microdrone (kommerziell, > 10.000€)
- AirRobot (kommerziell)
- UAVP (Open Source)
- Mikrokopter (Open Source, ca. 650€)
- Quadrokopter an Hochschulen (z.B hier!)

2. Flugplattform

- Inhalt
 - Einführung
 - Flugplattform
 - Software
 - Kommunikationstechnik
 - Zusammenfassung
 - Beweis!

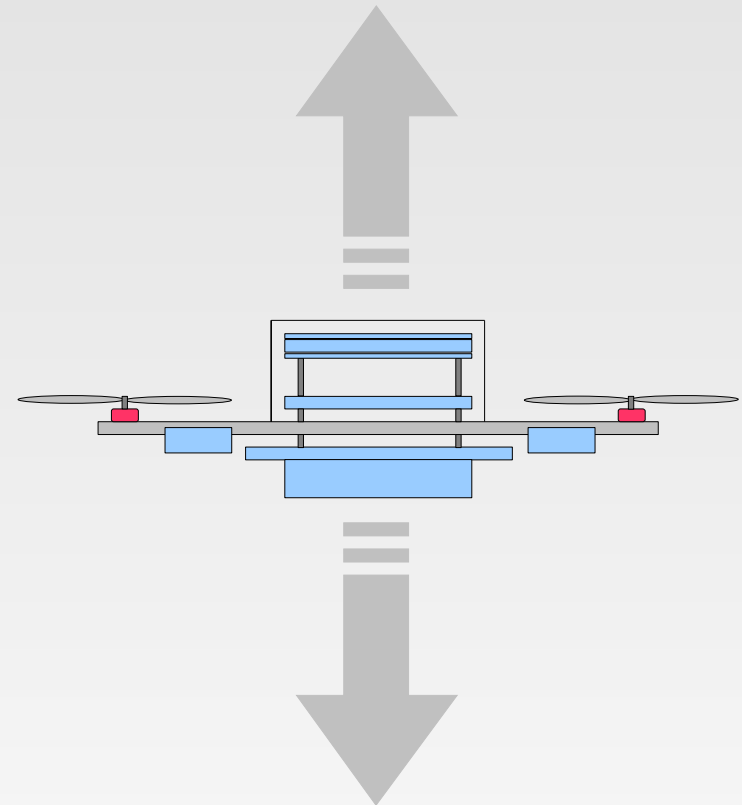
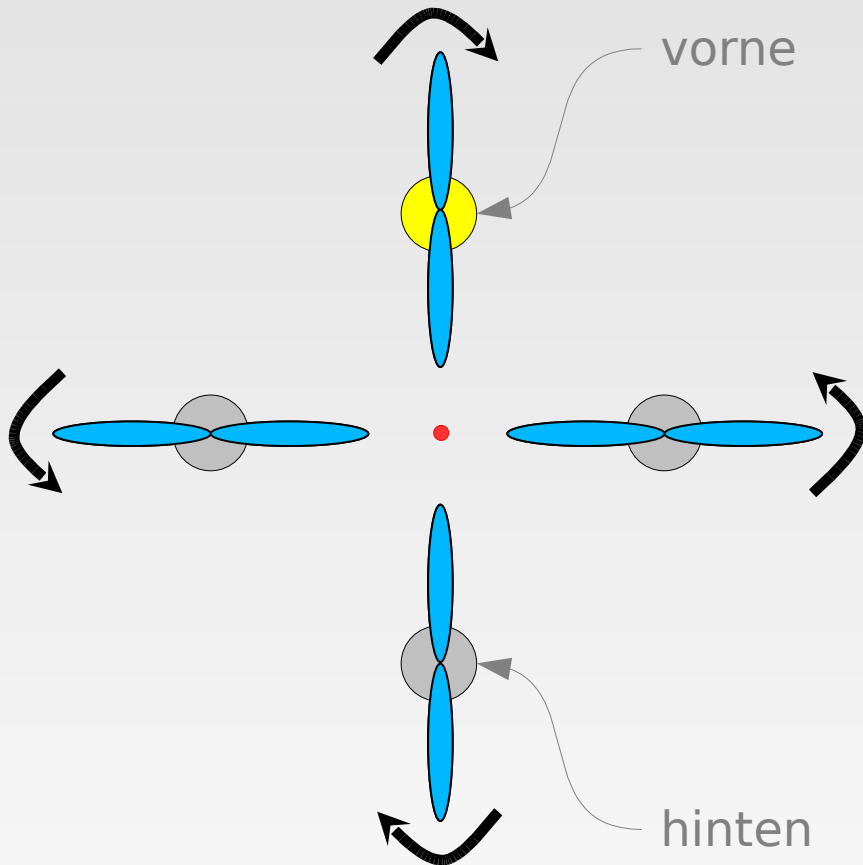


Flugprinzip

- Steuerung nur über Motordrehzahl
 - Steuerkommandos
 - Gas → Auf- / Abwärts
 - Nick → Vor- / Rückwärts
 - Roll → Rechts / Links
 - Gier → Drehen
- Keine weitere Mechanik nötig

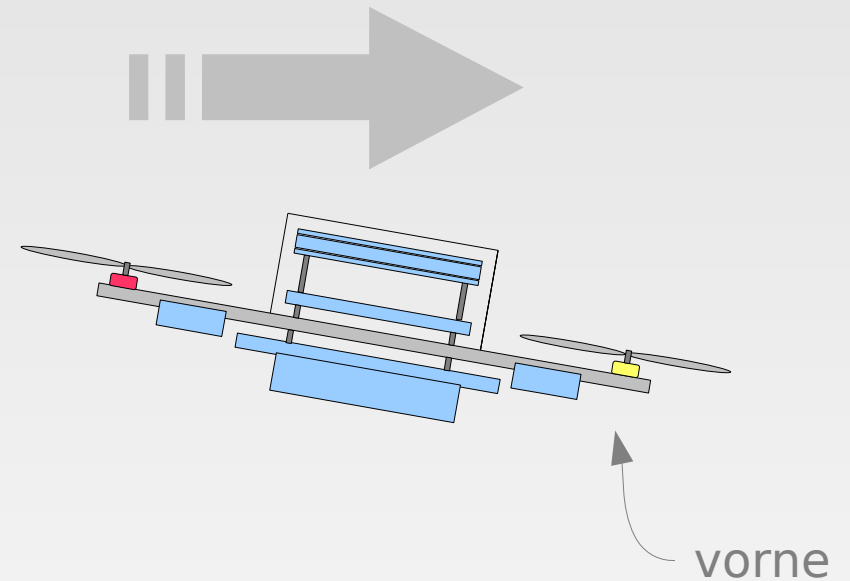
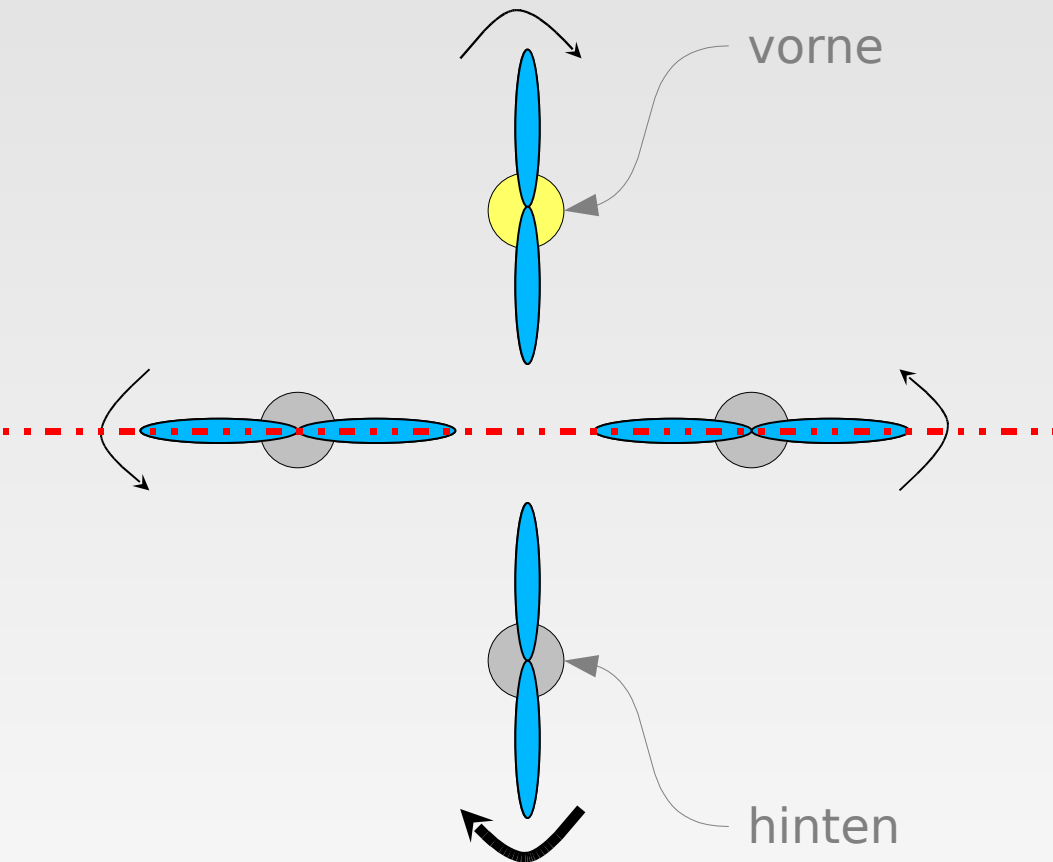
Flugprinzip - Gas

Translationsbewegung entlang der Hochachse (auf-/abwärts)



Flugprinzip - Nick

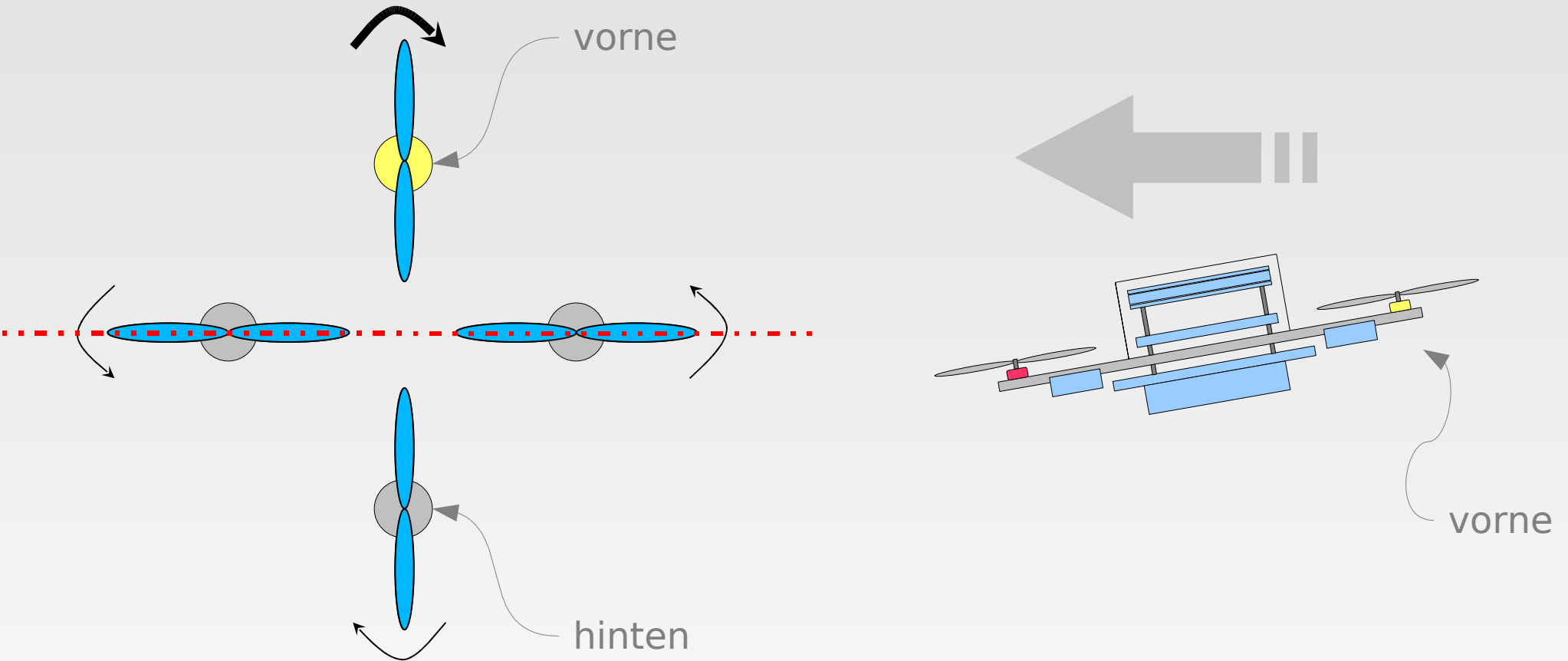
Rotationsbewegung um die Querachse



„Nick geben“ - Drehzahlerhöhung hinten

Flugprinzip - Nick

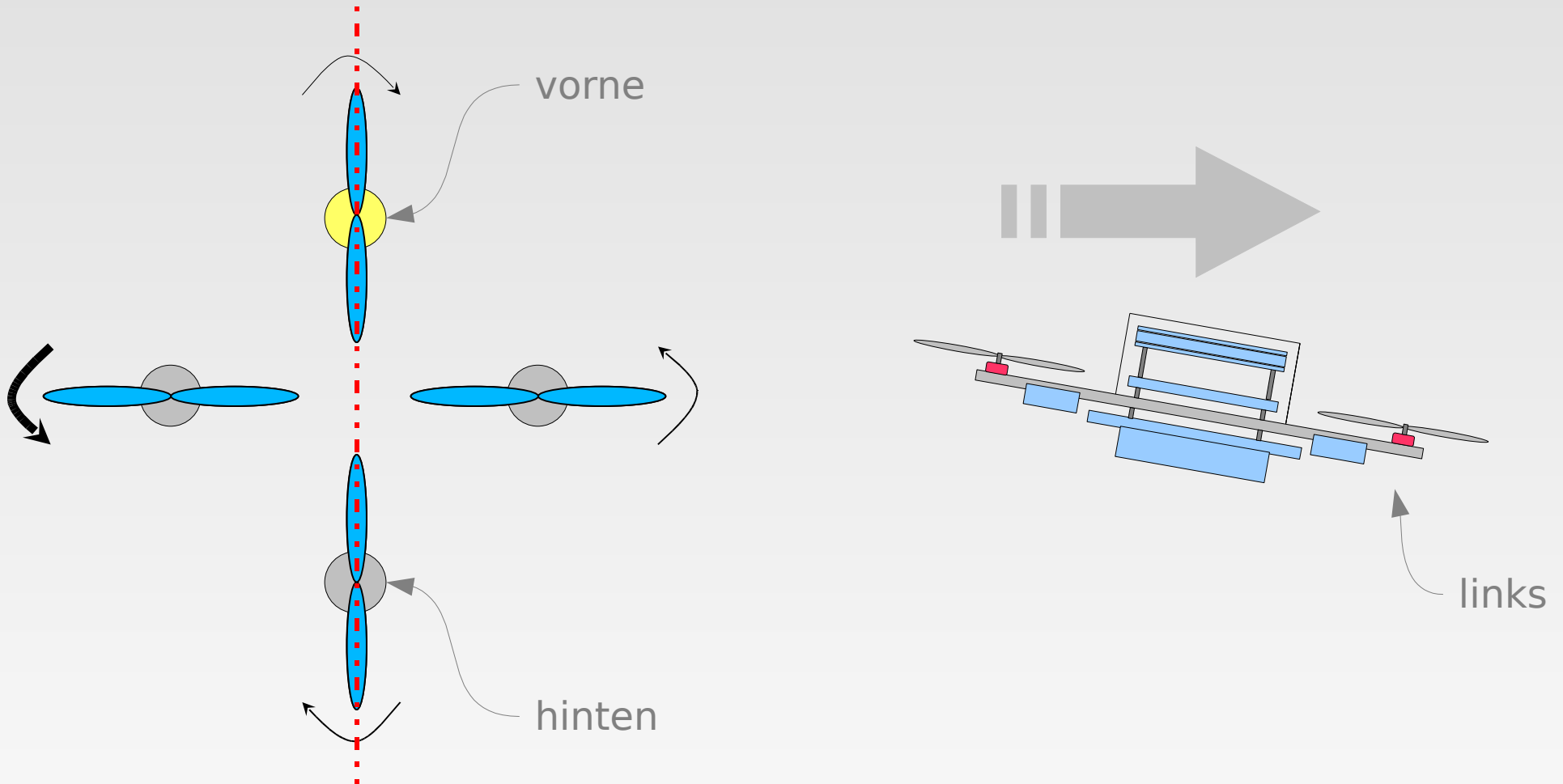
Rotationsbewegung um die Querachse



„Nick ziehen“ - Drehzahlerhöhung vorne

Flugprinzip - Roll

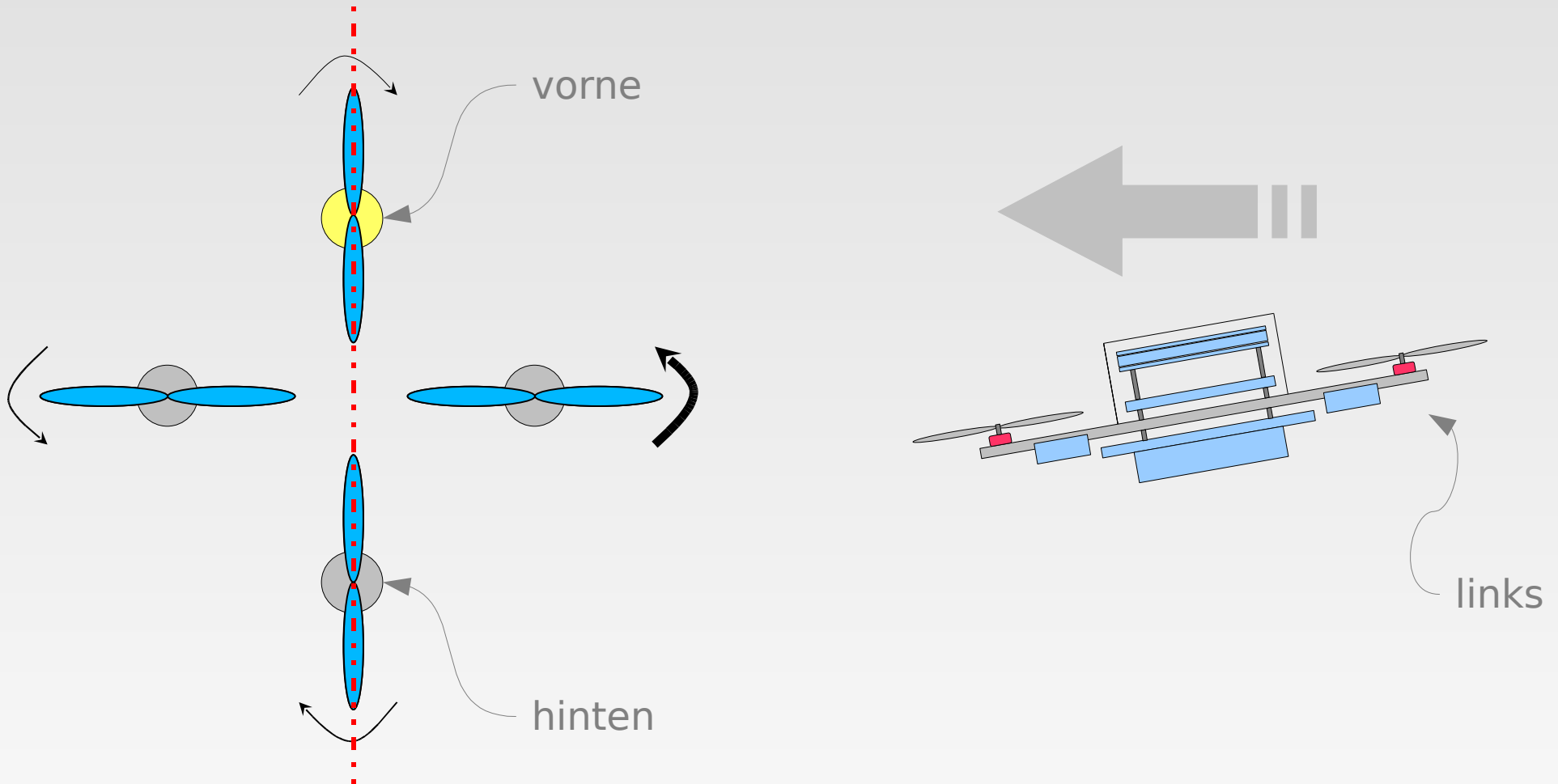
Rotationsbewegung um die Längsachse



„Roll rechts“ - Drehzahlerhöhung links

Flugprinzip - Roll

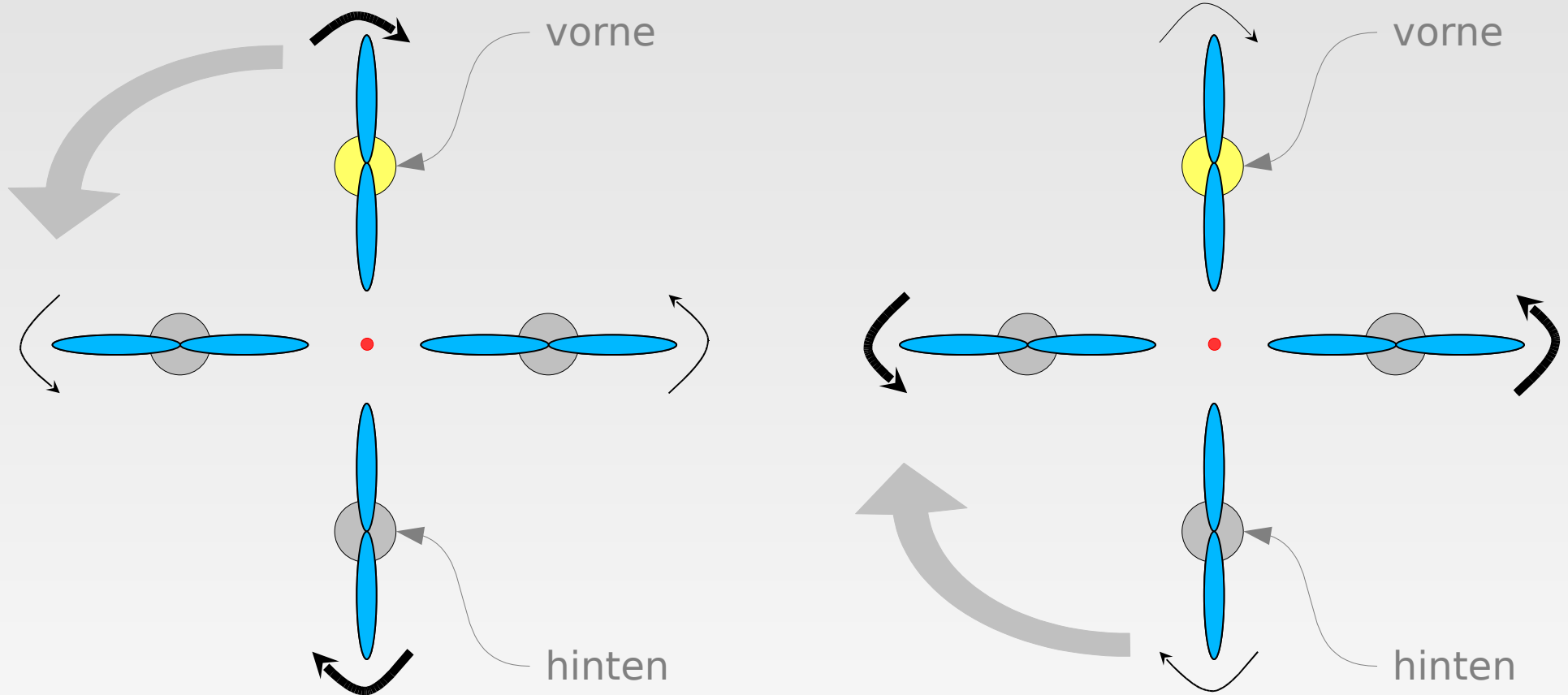
Rotationsbewegung um die Längsachse



„Roll links“ - Drehzahlerhöhung rechts

Flugprinzip - Gieren

Rotationsbewegung um die Hochachse



links - entgegen dem Uhrzeigersinn

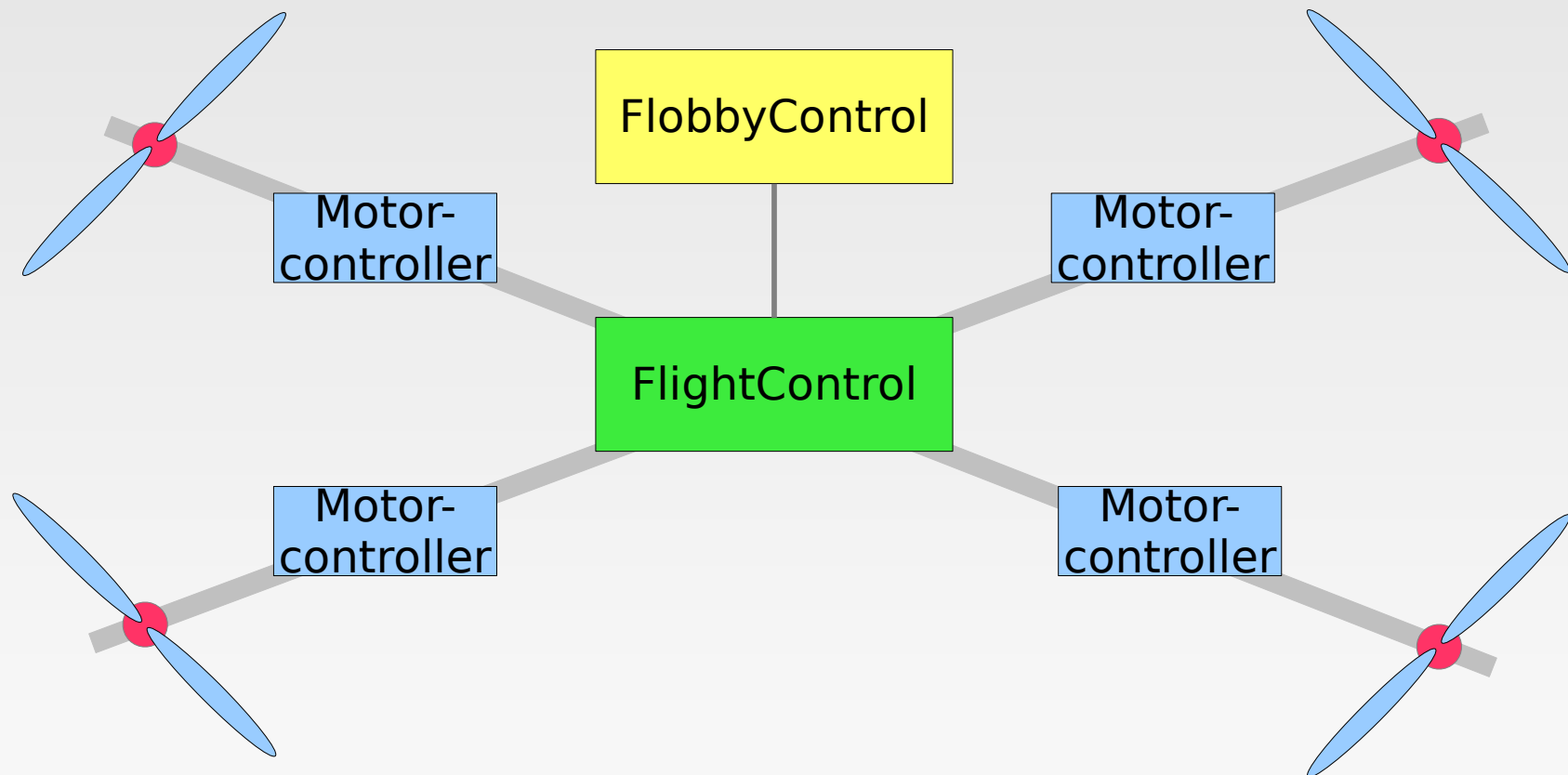
rechts - mit dem Uhrzeigersinn

Lagestabilisierung

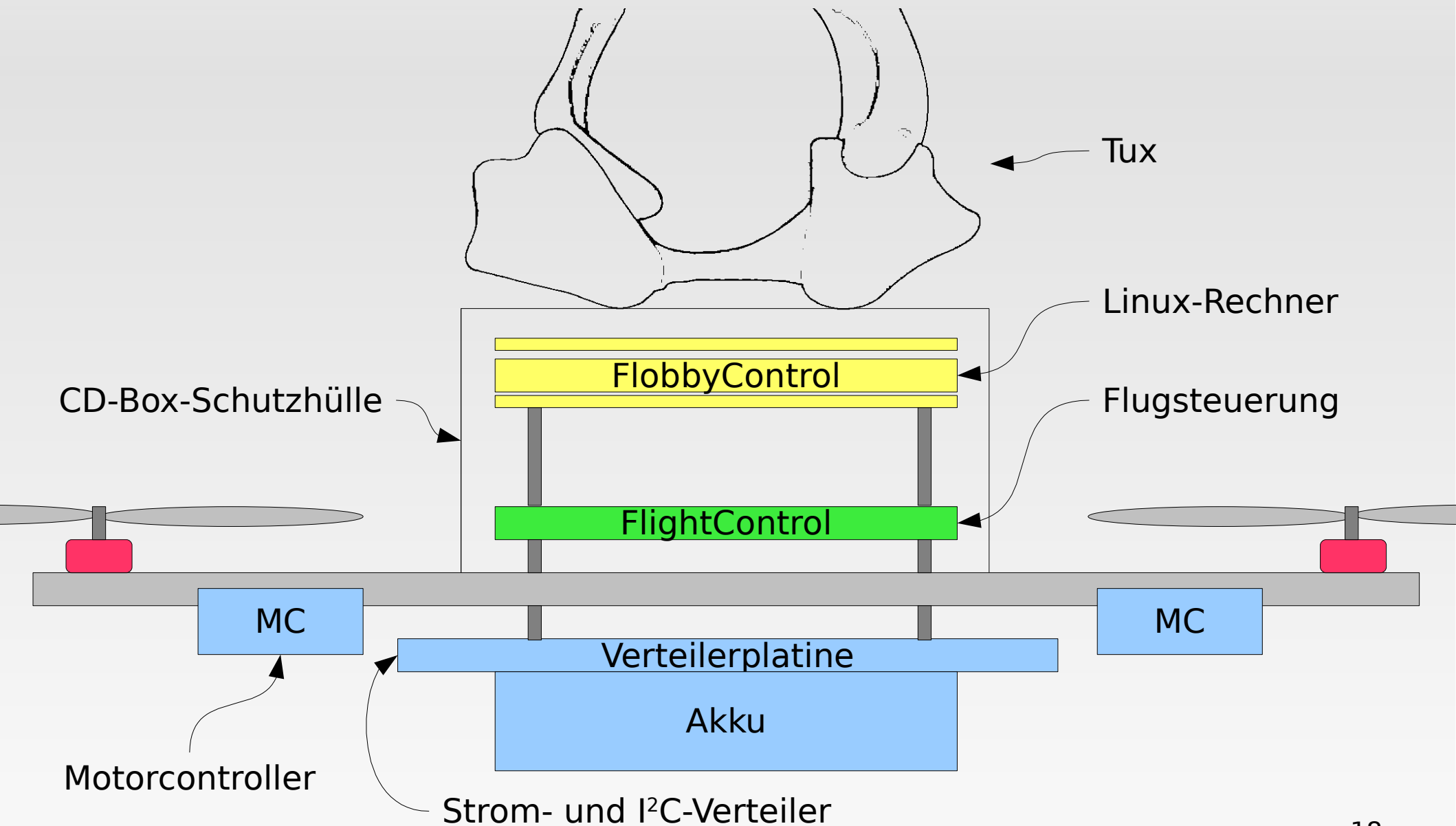
- Regelungstechnik
 - Sensorik
 - Beschleunigungssensoren
 - Winkelgeschwindigkeit
 - Luftdrucksensor
 - Regelung hält Quadrocopter immer in der Waage
 - Steuert bei Schräglage aktiv gegen

Allgemeiner HW-Aufbau

- Schematischer Aufbau



Allgemeiner HW-Aufbau

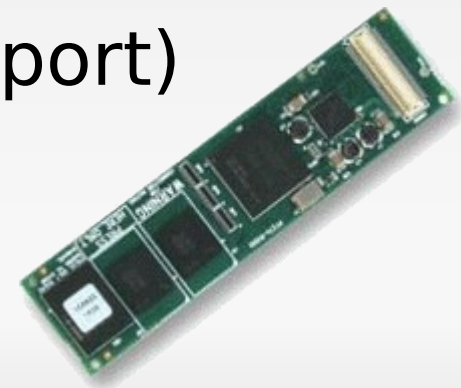
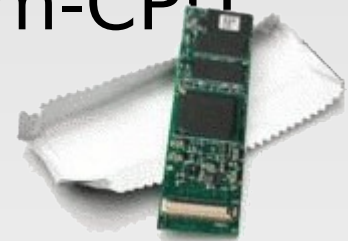


Flight-Control - Hardware

- Atmel Atmega 644, 20MHz
- 64 kByte Flash, 4 kByte RAM
- Beherbergt Sensoren zur Lagestabilisierung
- Kommunikation
 - Serielle Schnittstelle
 - I²C-Bus

Floppy-Control - Hardware

- Linux-Rechner im Kaugummiformat
 - Gumstix Verdex XL6P, 600 Mhz Arm-CPU
 - 128 Mbyte RAM
 - 32 Mbyte Flash
 - Ethernet, WLAN, USB, I²C, MicroSD-Card, 3 serielle Schnittstellen, Digital IO (Zusatzboards)
 - Preis: ca. 210 Euro (USA Import)



Remote-Control - Hardware

- Rechner mit tcp/ip über WLAN
 - Notebook mit Linux
 - Steuerung über Tastatur
 - Joysticksteuerung prinzipiell möglich
 - Nokia N800
 - Touchscreen per Stift oder Finger
 - Steuerkreuz
 - PDA
 - Handy
 - ...

3. Software

- Inhalt
 - Einführung
 - Flugplattform
 - **Software**
 - Kommunikationstechnik
 - Zusammenfassung
 - Beweis!



Flight-Control Software

- Software in C
- Aufgaben
 - Lagestabilisierung
 - Umsetzung der Steuerkommandos
 - Senden der Motorsolldrehzahlen an die Motorcontroller
 - Zusammenstellen der Sensordaten für Remote-Control


Flight-Control - Software

- Notlandeprogramm
 - Bei Verlust der Verbindung zur Remote-Control
 - Auf Anforderung der Remote-Control
 - Fester Gas-Wert für eine einstellbare Dauer
 - Ermöglicht kontrolliertes Landen
 - Erweiterungen
 - Kopplung mit Höhensensoren für Bremsen in Bodennähe und Abschalten der Motoren nach der Landung

Flobby-Control - Software

- Linux – Kernel 2.6.21
- Busybox
- OpenVPN
- Flobby-Applikation
 - Umsetzung der WLAN-Kommandos
 - Keep-Alive Check zur Remote-Control
 - Logging (Sensorwerte, Steuerkommandos,...)

Flobby-Control - Software

- Aufgaben
 - Momentan WLAN-Gateway
 - Angedacht sind höhere Steuerungsfunktionen
 - „abstraktes Kommunikationsniveau“
 - (Semi-)automatische Steuerung
 - Hinderniserkennung und Kollisionsvermeidung
 - Wegeplanung und -findung
 - Positionsbestimmung, Kartografierung
 - Streaming-Server für Kameras
 - Webserver für Fluginformationen
 - *Flying Mailserver* 

Absturz



Quelle: Elrob

Remote-Control - Software

- Funktionen
 - Steuerung
 - Sensorwerte darstellen
 - Anzeige von Debugausgaben
- Technische Realisierung
 - GTK+
 - Multithreading-Application

Remote-Control - Software

Flight Data

IntNick	-63
IntRoll	-154
MitNick	-49
MitRoll	-189
Gier	-11
Hoch	12
IntHoch	0
tGas	24
Kompass	0
S_Hoch	482
Nick	101
Roll	1
MV	15
MH	31
ML	15
MR	38
StickNick	-4
StickRoll	0
cNick	0
cRoll	0
UBat	107
AvgAccUp	0

Steering Values

Nick	-1
Roll	0
Gas	24
Gier	0

Command Log

- arrow keys up/down - Nick front/back
- w/s - More/less gas
- a/d - Gier left/right
- j/l - Trim roll
- i/k - Trim nick
- n - toggle Hoehensensor

Steering Parameters:

Gas	7
Nick	15
Roll	15
Gier	60

Fasten your seat belts and have a good flight!

Calibrating
Starting engines
Set gas to 17
Set gas to 24
Set gas to 17
Set gas to 24
Set NickTrim to -1
Set Gier to 60
Set Gier to 0
Set Gier to 60
Set Gier to 0
Set Roll to 15
Set Roll to 0

Debug
Flobby Hardware 1 (gross) Software 0.60mod

Remote-Control - Software

- Funktionen
 - Steuerung (GUI)
 - Nick, Roll, Gier, Gas
 - Optionen
 - Höhenregler
 - Flobby-Adresse
 - Motor start/stop
 - Emergency-Programm
 - Notlandung einleiten

Remote-Control: Nokia N800



4. Kommunikationstechnik

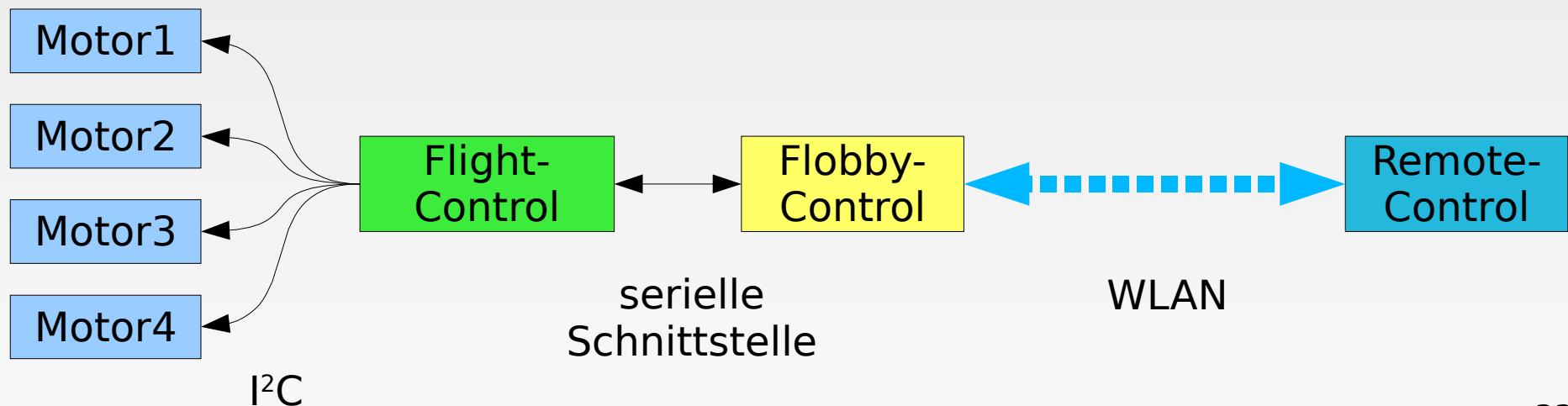
- Inhalt
 - Einführung
 - Flugplattform
 - Software
 - **Kommunikationstechnik**
 - Zusammenfassung
 - Beweis!



Kommunikation

- Eingesetzte Kommunikationstechniken
 - I²C
 - serielle Schnittstelle
 - WLAN

Motorcontroller



Kommunikationsprotokoll

- Kommandokette
 - Remote-Control ▶ Floppy-Control
 - Floppy-Control ▶ Flight-Control
- Integritätsprüfung
 - WLAN automatisch per TCP/IP
 - serielle Kommunikation per Checksumme
- Zuverlässige Kommunikation über Bestätigungen
 - Ermöglicht Remote-Control festzustellen, ob Kommando ausgeführt wurde

Kommunikationstechnik

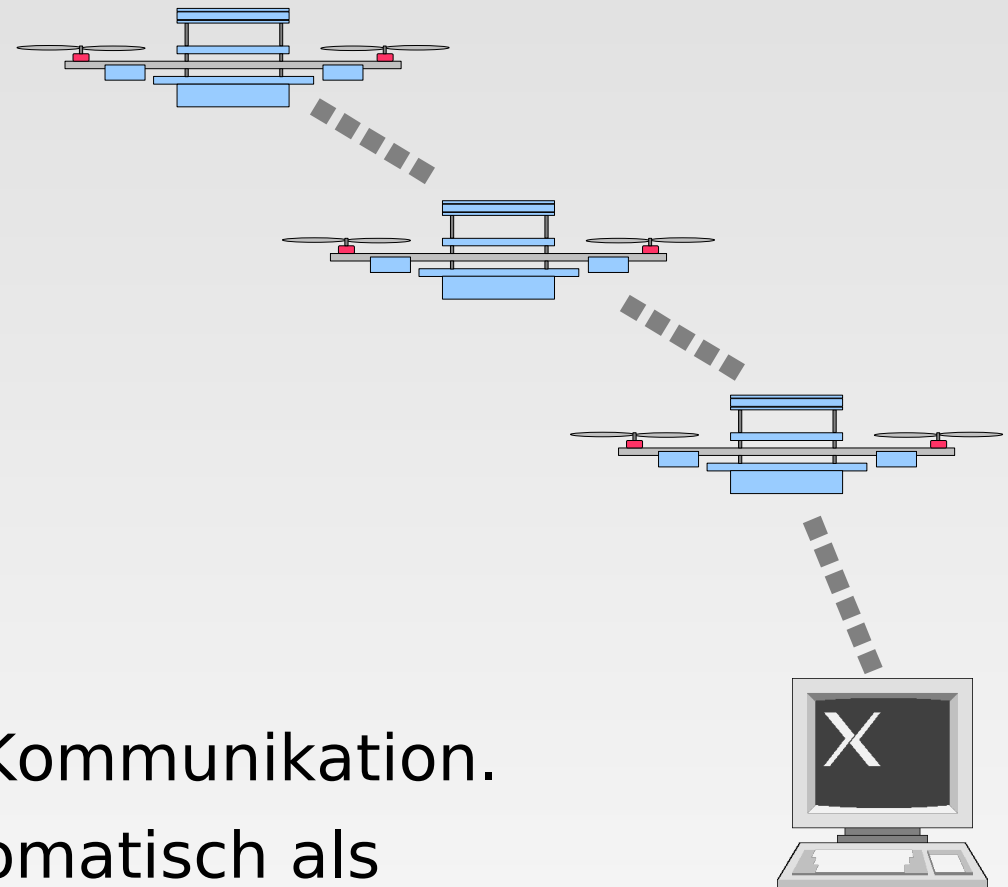
- Aktuell

- WLAN-Adhoc-Mode
- OpenVPN (im Aufbau)

- Zukünftig

- Mesh

- Selbstorganisierende Kommunikation.
- Flobby's fungieren automatisch als Relaisstationen.
- Ermöglicht Kommunikation der Flobby's untereinander.
- Ermöglicht die Kommunikation über größere

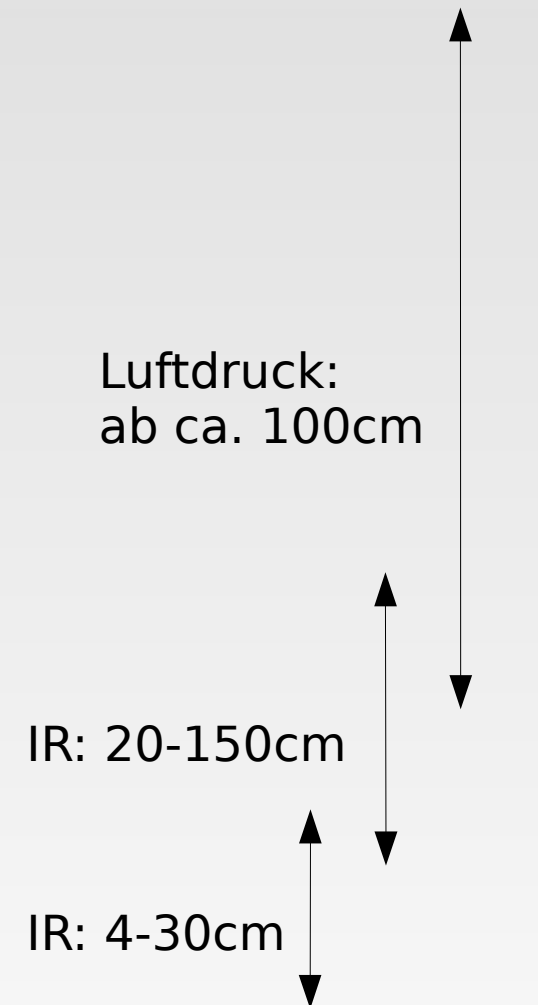


Was die Zukunft bringt...

- Sensorik
 - Infrarot zu Höhenbestimmung
 - Infrarot für Kollisionsvermeidung
 - GPS (Outdoor-Positionsbestimmung)
 - Video (Webcam)
- Aktorik
 - Einfache Greifautomatik

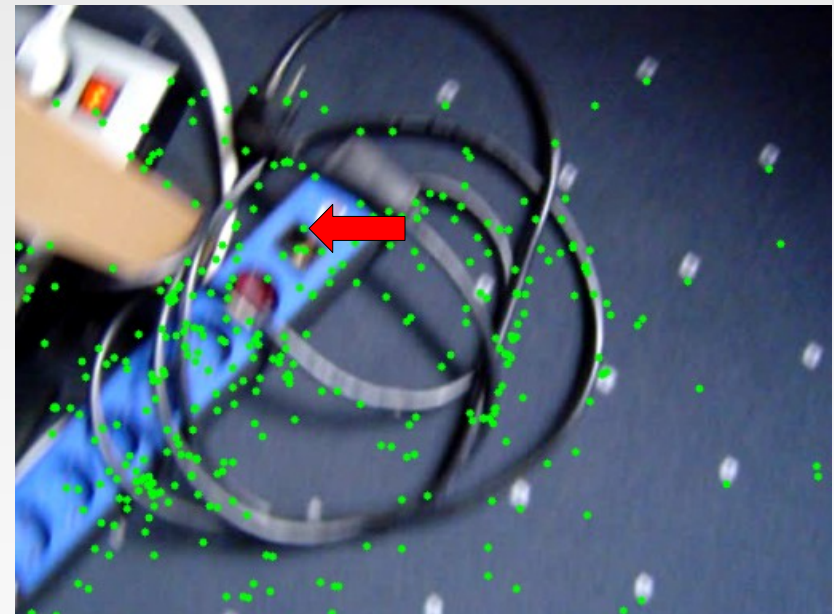
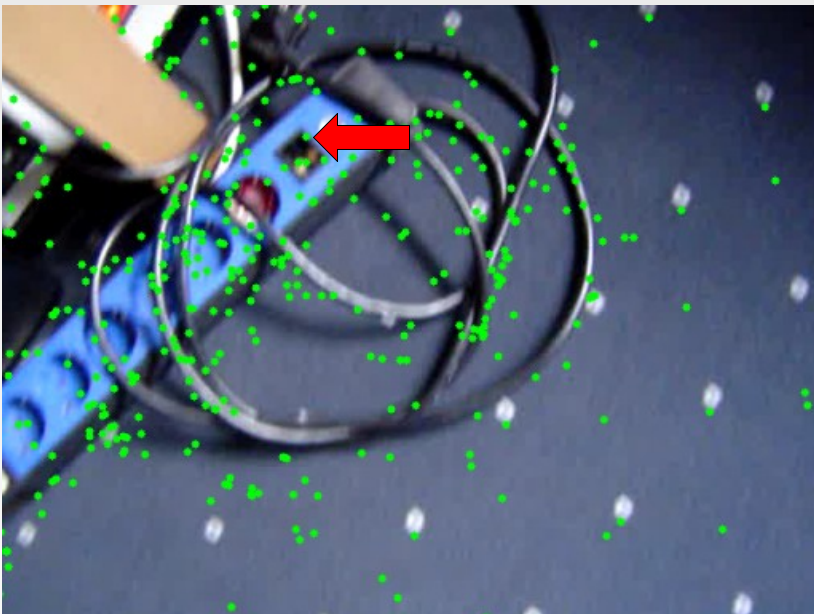
... Höhenmessung

- Exakte Höhenbestimmung
 - Kombination mehrerer Sensoren
 - Optimale Technik für jede Höhe
 - Luftdruck in Bodennähe aufgrund Turbulenzen ungeeignet



... Positionsbestimmung

- Indoor-Positionsbestimmung mit Kamera
 - Verfolgung der Bewegung anhand von markanten Punkten
 - Erste Versuche mit Intel OpenCV-Library



Zusammenfassung

- Inhalt
 - Einführung
 - Flugplattform
 - Software
 - Kommunikationstechnik
 - Zusammenfassung
 - Beweis!



Zusammenfassung

- Dank OpenSource konnte die Flugplattform zügig aufgebaut werden
- Linux hat sich im Flugeinsatz bewährt
 - Kleiner Footprint
 - Stabil
 - Unterstützung von Standardsoftware
 - Einfache Programmentwicklung
 - Kostenlos und frei!

6. Beweis!

Sicherheitshinweise

- Nicht in den Flobby fassen
- Mindestabstand zum Flobby einhalten
- Keine Hackingversuche

Credits:

- Joachim Clemens
- Tobias Hammer
- Stefan Siemes
- Martin Zenzes
- Jürgen Quade
- Dieter Reemers

