



# Allgemeine UAS-Kunde

Shortcut

Komponenten

Datenverbindung

Wartung

Flugmodi

Grundlagen des Fliegens



# Luftkräfte am Profil

## Unbeschleunigter Horizontalflug

- Kräftegleichgewicht
- Keine resultierende Kraft
- Zur Steuerung Störung des Gleichgewichts

Rotorblatt = Tragfläche

Auftrieb

Widerstand

Vortrieb

Gewicht

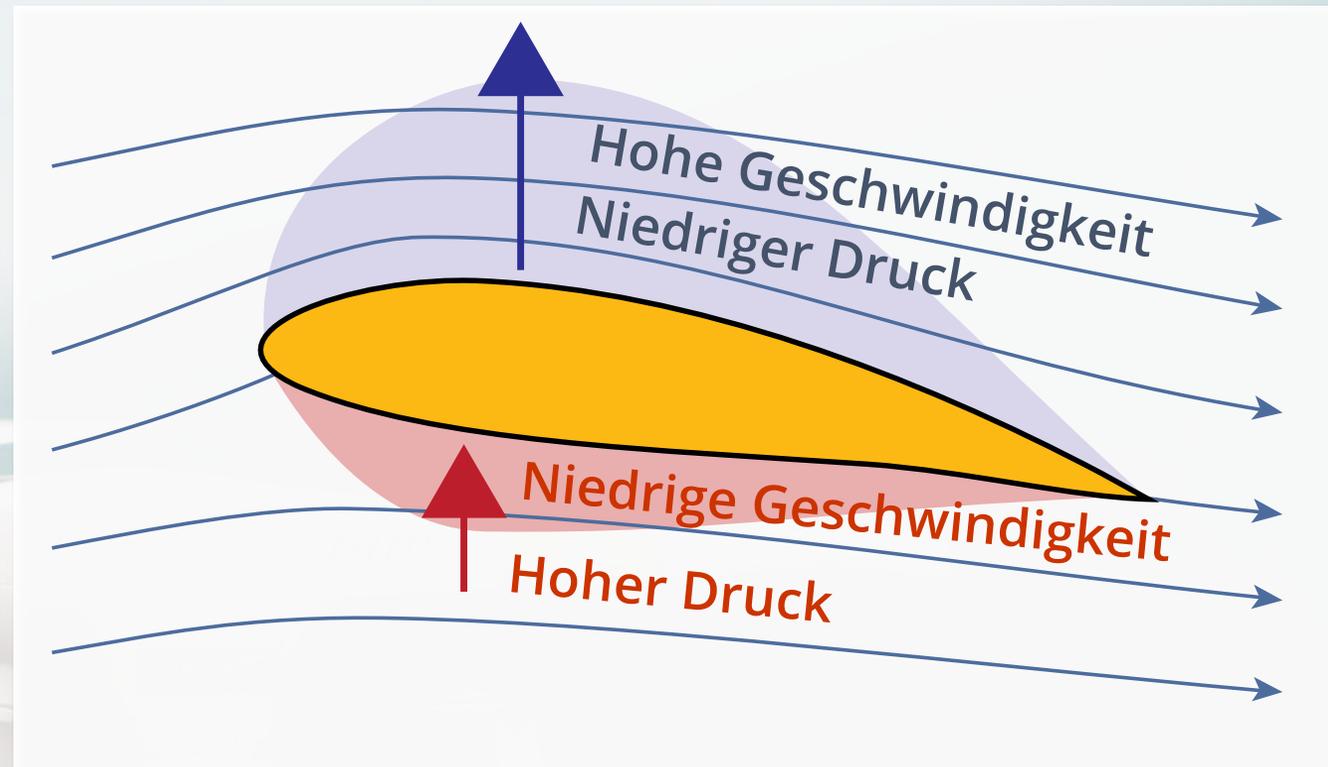
# Auftrieb

## Auftrieb an der Hand



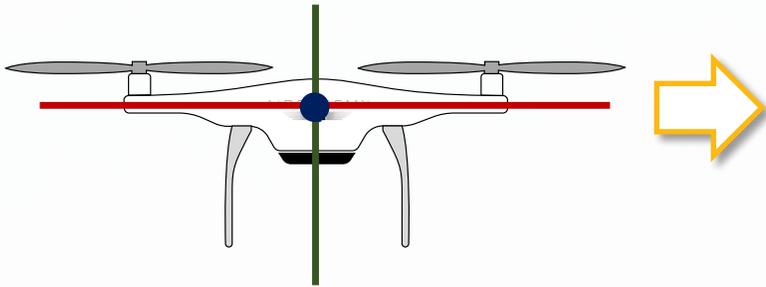
- Auftrieb durch **Druckdifferenz** zwischen Profilober- und -unterseite
- **Anstellwinkel**: Stärke des „Kippens“ zur Anströmung

## Auftrieb am Tragflügelprofil



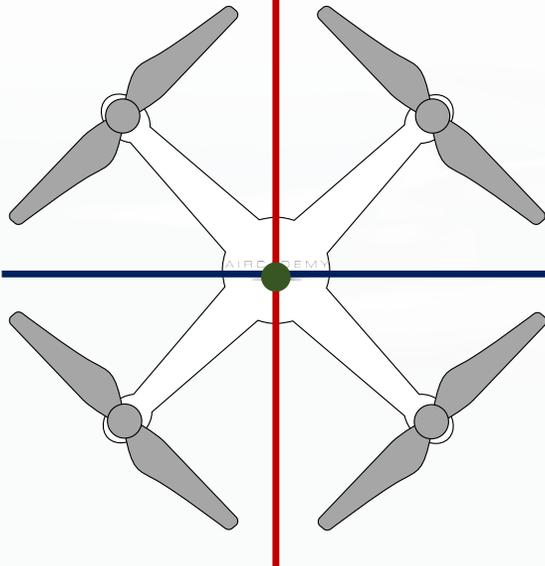
# Bewegungsrichtungen

Hochachse (Gieren - Yaw)



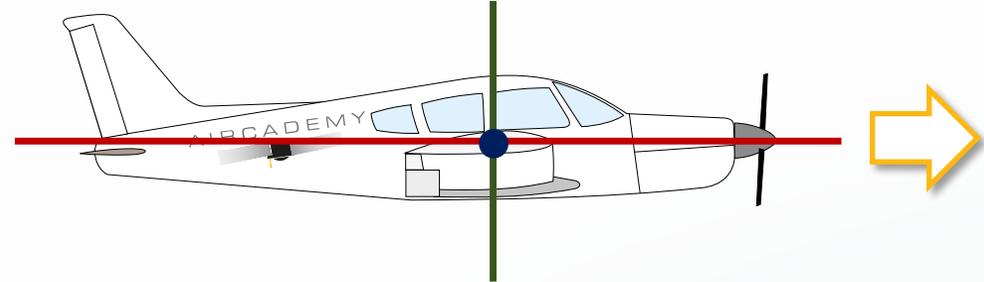
Flugrichtung ↑

Längsachse (Rollen - Roll)



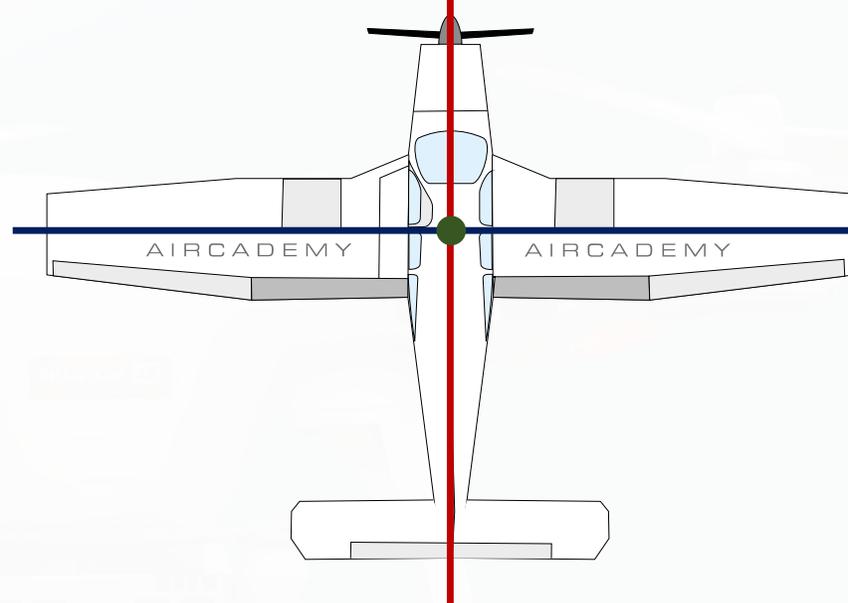
Querachse (Nicken - Pitch)

Hochachse (Gieren - Yaw)



Flugrichtung ↑

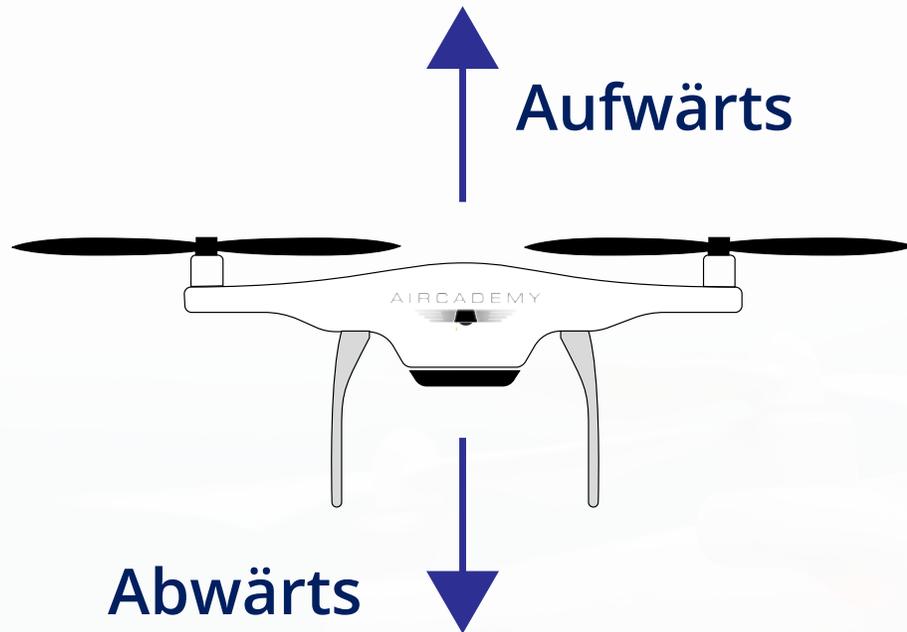
Längsachse (Rollen - Roll)



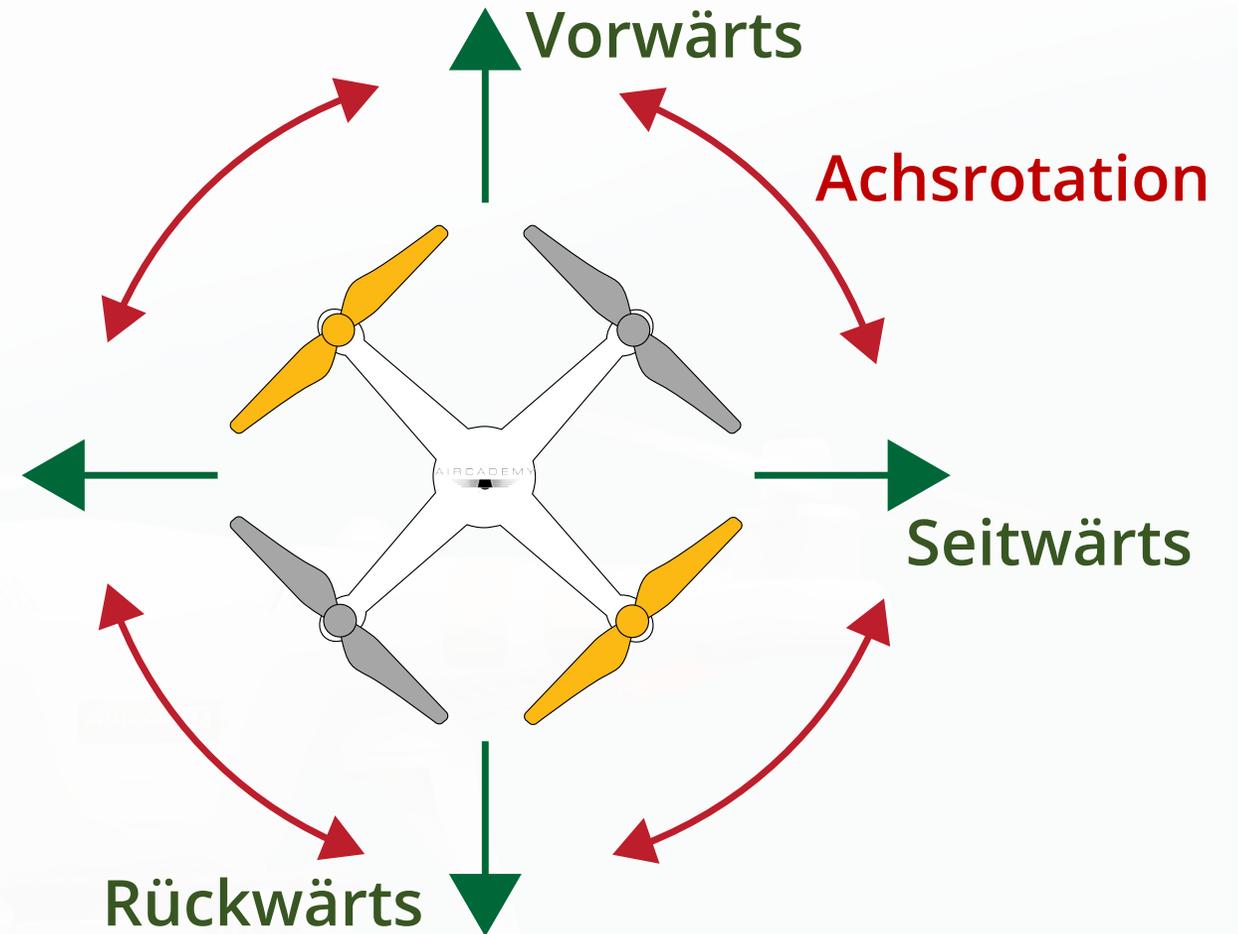
Querachse (Nicken - Pitch)

# Bewegungen

## Vertikale Bewegungen

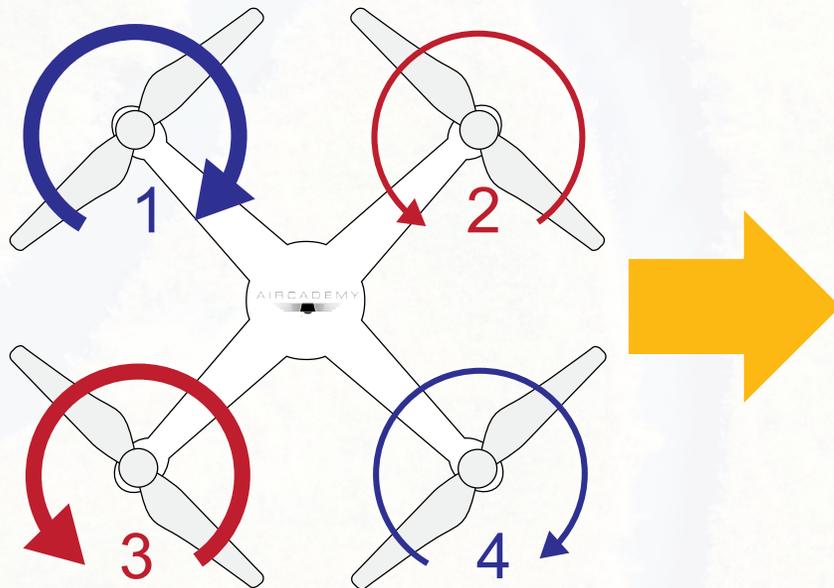


## Horizontale Bewegungen

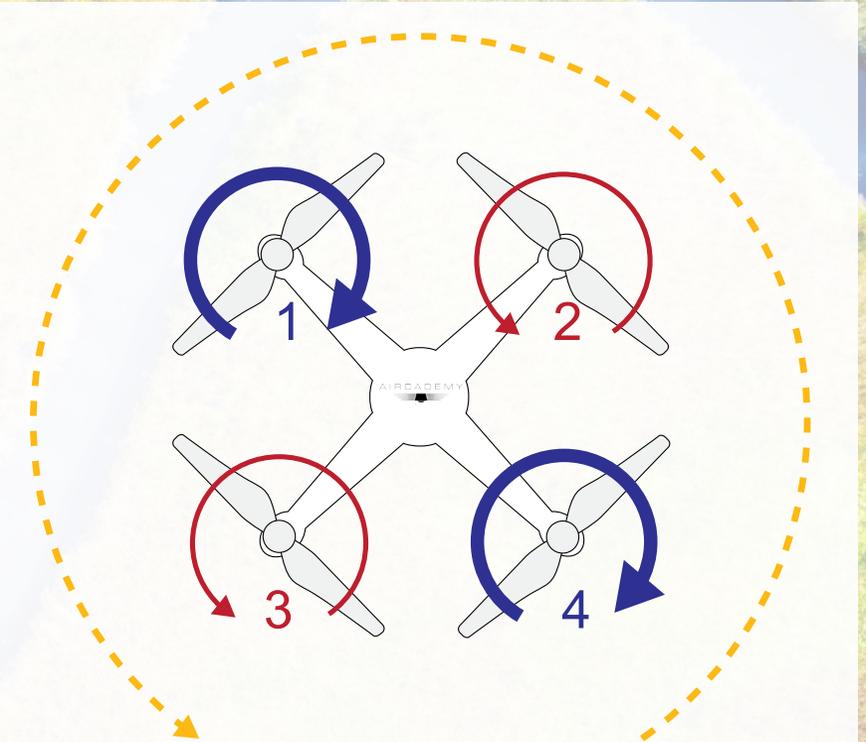


# Bewegung und Propellerdrehung

## Horizontale Bewegung



## Rotation



# Hauptkomponenten

## Antriebssystem

- Energiequelle (Batterien)
- Motoren
- Stromverteiler

## Drehzahlregler

- ESC (Electronic Speed Controller)
- Bestimmt Drehgeschwindigkeit der Propeller

## Propeller

- Flügel
- Wandelt Dreh- in Aufwärtsbewegung

## Bordcomputer

- Erfasst und Verarbeitet Informationen aller Sensoren
- Sendet Daten an Drehzahlregler

## Firmware

- Basiert auf vorinstallierten Software
- Muss regelmäßig aktualisiert werden

## Steuerung

- Steuerung vom Boden aus
- Daten werden per Funk an die Bordelektronik gesendet

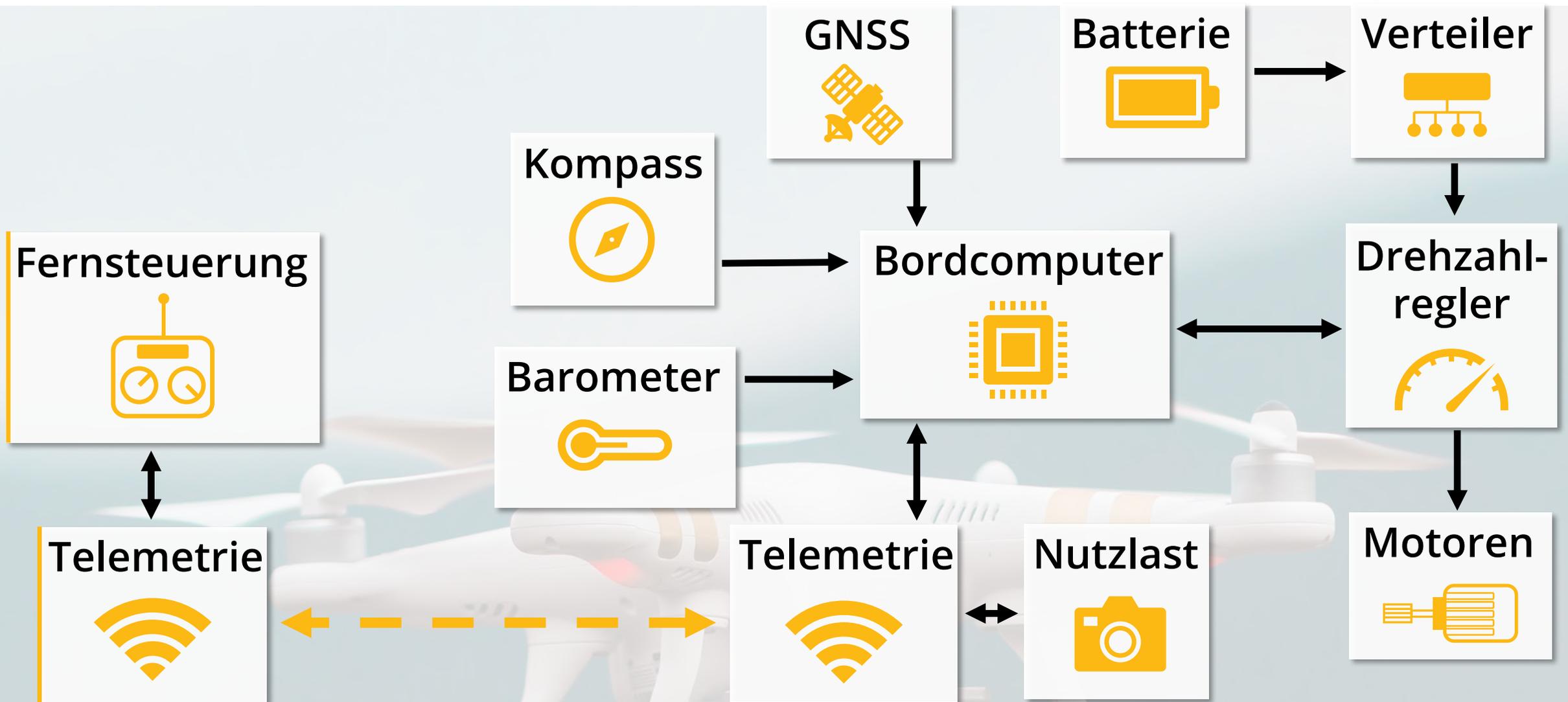
## Telemetrie

- Funkverbindung zwischen Steuerung und Flugelektronik
- Sender und Empfänger

## Sonstiges

- Lichter, Rahmen Fahrwerk
- Sensoren
- Nutzlast („Payload“)

# Schematische Ansicht



# Beschränkungen

## Flugzeit

- Max. Flugzeit: optimale Bedingungen
- Schneller Leistungsabfall der LiPo-Batterien
- 20% der max. Flugzeit abziehen

## Geschwindigkeit

- Max. 15 m/s
- Einsatz bei Windgeschwindigkeiten  $< 10$  m/s
- Vorsicht bei Windböen!

## VLOS

- Herstellerangaben nur teilweise relevant
- UAS muss im Sichtbereich bleiben
- Beeinflussung durch Hindernisse

## Wetter

- Flüge bei Regen, Hagel und Schnee vermeiden
- Propeller können vereisen
- Überhitzung der Motoren
- Kapazität der Batterien verringert sich bei Kälte

# Beschränkungen

## Schwere Stöße

- Vorsicht bei der Landung!
- Auswirkung auch auf andere Systeme
- Schäden nicht immer sichtbar

## Ermüdung

- Kann alle Elemente betreffen
- Ursache sind mehrere kleine Vorfälle
- Wichtig: Überprüfung vor jedem Flug!

## Propellerschäden

- Kollisionen oder Bodenberührungen
- Verursacht Vibrationen, die Motorschäden bewirken können
- Unbedingt austauschen!

## Motorlebensdauer

- Theoretisch bis zu 20.000 h
- Durch praktische Bedingungen lagern sich Sand Staub und Wasser ab
- Vorsichtige regelmäßige Prüfung!

# „Geo“-Systeme

## Geo-Awareness

- C1, C2, C3
- Warnen bei potenziellen Luftraumverstößen
- Daten werden von den Mitgliedsstaaten bereitgestellt

## Geo-Fence

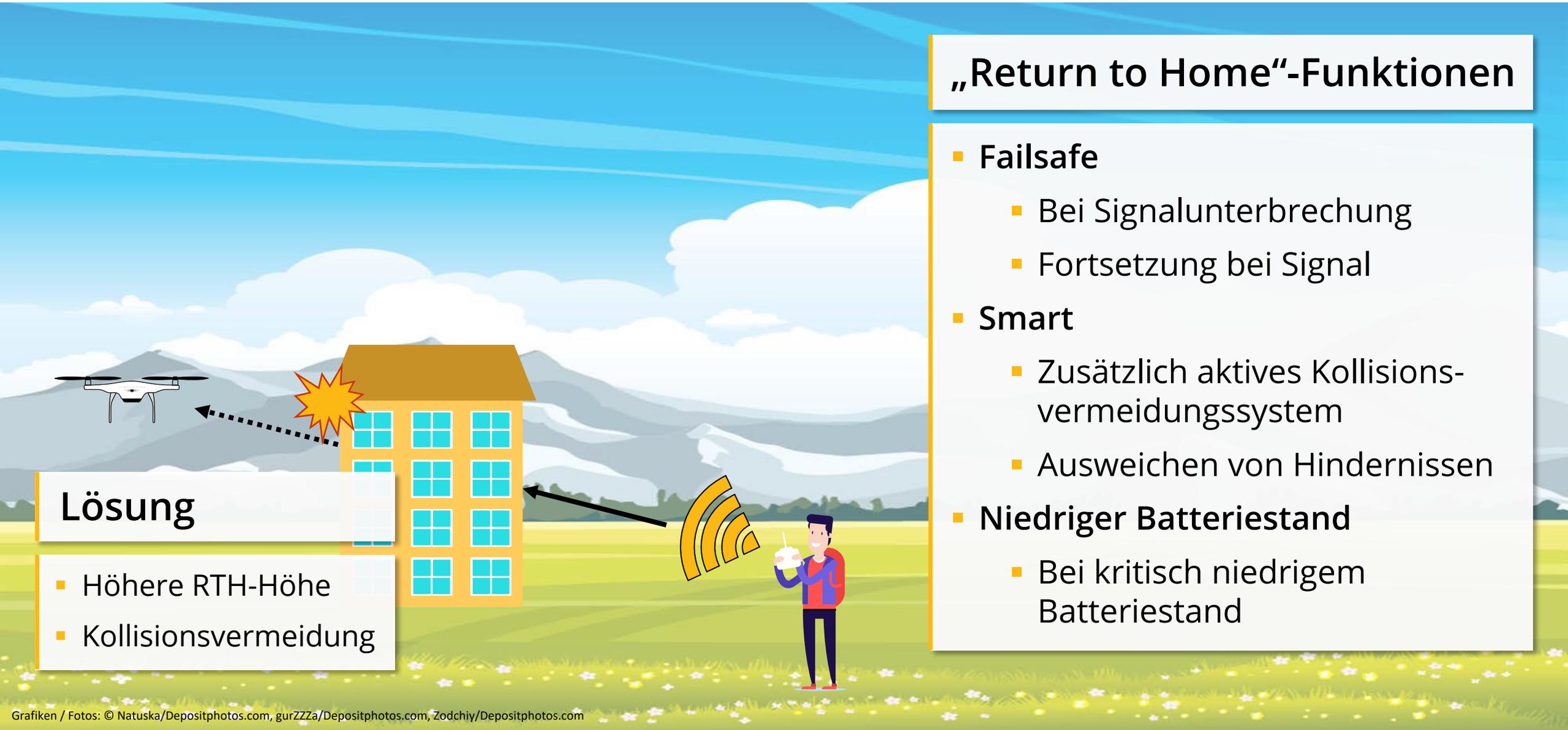
- Virtueller Zaun (Grenze)
- Bei Erreichen z.B. Stoppen des UAS
- Starten in Geo-Fence-Gebiet nicht möglich

## Geo-Cage

- UAS bleibt innerhalb eines virtuellen Zauns



# Ausfallsicherheit (fail safe)



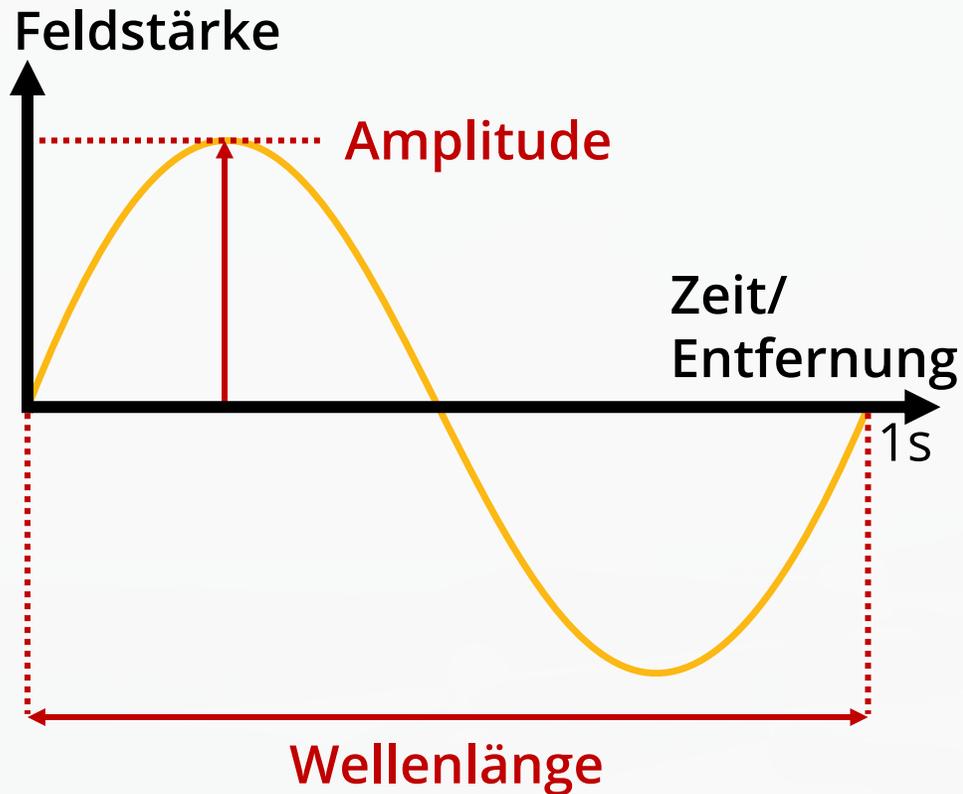
## Lösung

- Höhere RTH-Höhe
- Kollisionsvermeidung

## „Return to Home“-Funktionen

- **Failsafe**
  - Bei Signalunterbrechung
  - Fortsetzung bei Signal
- **Smart**
  - Zusätzlich aktives Kollisionsvermeidungssystem
  - Ausweichen von Hindernissen
- **Niedriger Batteriestand**
  - Bei kritisch niedrigem Batteriestand

# Funkwellenausbreitung

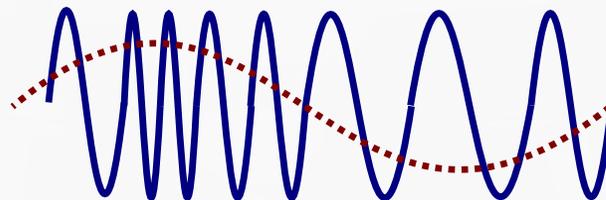


## Größen der Wellenausbreitung

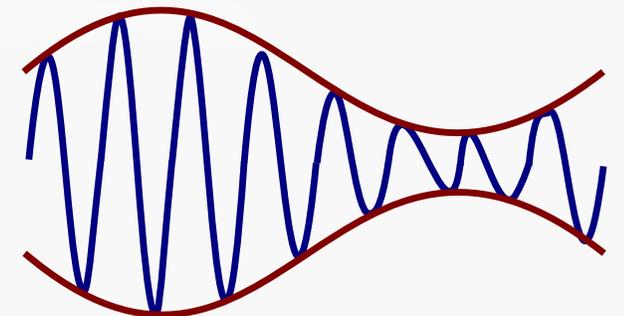
- Wellenlänge: Strecke einer vollständigen Schwingung
- Amplitude: Maximale Auslenkung vom Nullpunkt
- Frequenz: Anzahl der Schwingungen pro Sekunde

Je höher die Frequenz, desto kleiner die Wellenlänge

## Frequenzmodulation



## Amplitudenmodulation



# Funkwellenausbreitung

## Direkte Wellen

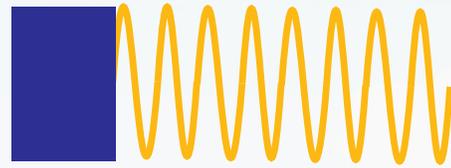
- Geradlinige Ausbreitung vom Sender
- Direkte Sichtverbindung notwendig



# Datenverbindung (Data Link)

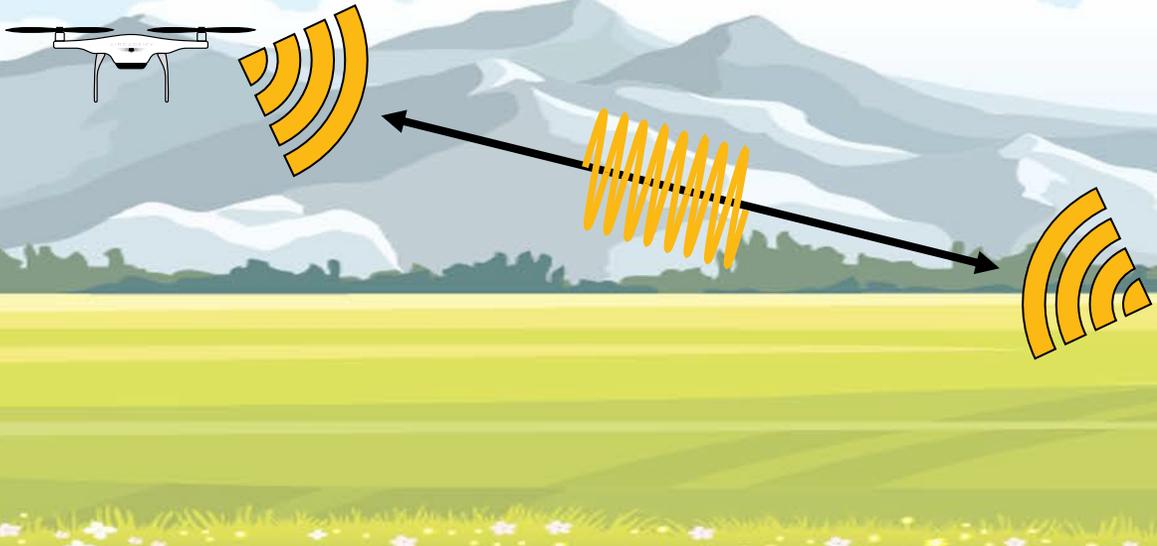
## RFID-Code

RFID Information



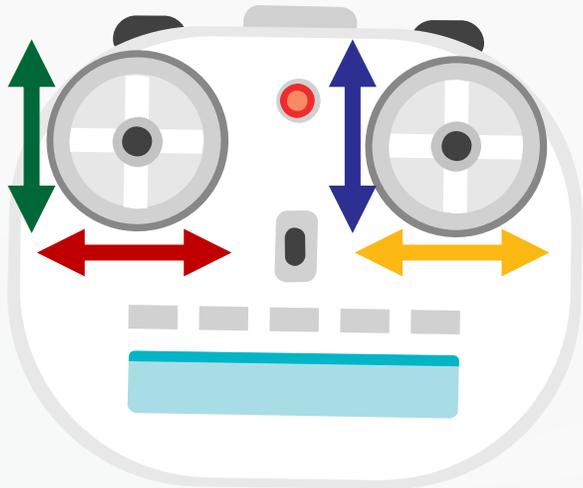
## Funkwellen

- 2,4 und 5,8 GHz (UHF)
  - Reichweite ca. 600 m
- 433 und 868 MHz
  - Höhere Reichweite
  - Weniger Informationen
  - Größere Antennen
- RFID-Code als Präfix
  - Radio Frequency Identification
  - Dadurch eindeutige Identifikation

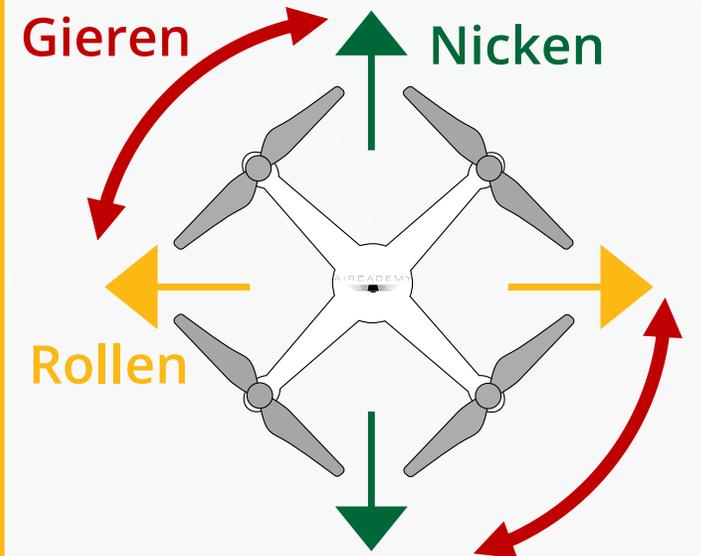
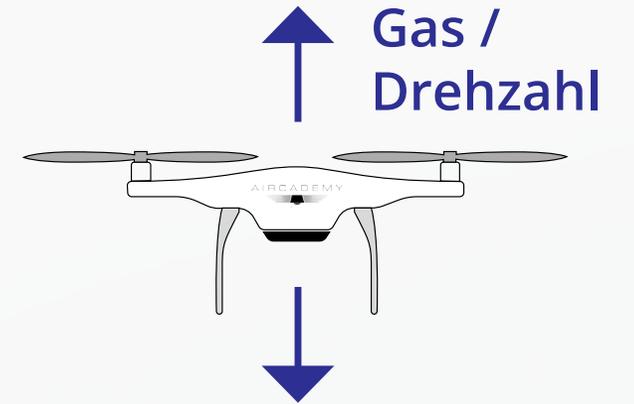
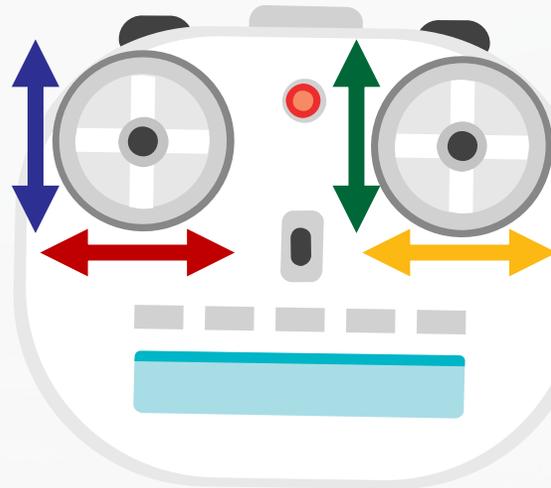


# Steuerungsmodi

Modus 1



Modus 2



# Flugmodi



## Vorprogrammiert

- Vorgegebene Wegpunkte oder Koordinaten werden abgeflogen
- Hohe Präzision

## Manuell

- Gerade und richtungsstabil
- Beeinflussung durch Wind und Schwerkraft

## Automatisch

- Automatisches Start- und Landemanöver
- Fernpilot\*in kann jederzeit eingreifen

## Stabilisiert

- Höhenmodus (*Altitude*) hält die Höhe
- GNSS (GPS)-Modus hält Position und Höhe

# Wartung des UAS

## Wartung

- Öffnung nur durch Fachpersonal
- Testflug nach Wartung
- Wartungsprotokoll

## Intervalle

- Eigenständige Wartung nach 25 Stunden
- Professionelle Wartung gemäß Handbuch (z.B. 50 Stunden)

## Eigenkontrolle (z.B. nach 25 Stunden)

### Struktur

- Reinigen
- Auf Risse untersuchen
- Schrauben nachziehen
- Motoren sollten ohne Widerstand drehen
  - Ggf. säubern
- Propeller auf Risse und Schäden prüfen
- Antennen prüfen (auch Bodenstation)

### Hard-/ Software

- Verfügbarkeit von Softwareupdates prüfen und ggf. einspielen

### Batterie

- Prüfen auf Beschädigungen und undichte Stellen