



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



# MODUL 05

AUSBILDUNGSPROGRAMM

# FLUGTRAINING



Dirección General de Formación  
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA,  
HACIENDA Y EMPLEO



Desarrollo de Estrategias Exteriores



CAMPUS  
DES MÉTIERS  
ET DES  
QUALIFICATIONS  
D'EXCELLENCE  
Habitat, énergies renouvelables  
et éco-construction  
Occitane



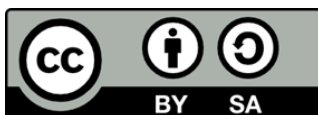
MTU  
Ollscoil Teicneolaíochta na Mumhan  
Munster Technological University



BZB  
Bildungszentren des  
Baugewerbes e.V.



fh  
KufsteinTirol  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Ziele des moduls .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Flugvorbereitung .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Allgemeine vorsichtsmassnahmen.....</b>	<b>7</b>
3.1 Lernende Zone.....	7
3.2 Flug-Einstellungen.....	8
3.3 Beispiel einer gesicherten Drohnenentwicklungszone .....	9
<b>4. Grundlegende übungen : Den Controller verstehen .....</b>	<b>11</b>
4.1 Display des Controllers.....	11
4.2 Unidirektionaler Flug.....	12
4.3 Kombiniertes Flug.....	15
Rechter Joystick .....	15
Linker Joystick .....	15
Zwei Joysticks kreisen .....	16
Zwei Joysticks Neigung.....	16
Zwei Joysticks drehen sich "wie ein Flugzeug".....	17
<b>5. Flight control : einen Stromkreis bilden .....</b>	<b>18</b>
5.1 Allgemeine Übungen .....	18
Nach den Seiten:.....	19
Seiten und Mitte: eine "8" bilden.....	20
5.2 Verwendung der Kamera Übungen.....	21
Alleiniges Manövrieren der Kamera.....	21
360°-Manöver um einen Punkt.....	21
Point-of-Interest-Manöver .....	22
<b>6. Technical flight : Bauwerke im Kontext.....</b>	<b>24</b>
6.1 Fassadenvermessung: Photogrammetrie, Lidar oder Thermographie .....	24
Automatische Fotoauslösung:.....	27
6.2 Feldphotogrammetrie oder Lidar: Raster über dem Feld .....	28
6.3 Gebäude- oder Volumenvermessung: Rundflug .....	29
6.4 Überwachung von Strukturen, Gutachten, Thermografie oder lokales Lidar .....	30

## **DRONES4VET Erasmus+ Projektteilnehmer und Autoren**

### **CMQE HEREC Occitanie France Team:**

Régis Lequeux – Dozent, Bauingenieur, Lycée Dhuoda, Nîmes – Koordinator der 10  
Module  
Nicolas Privat – Dozent, Bauingenieur, Lycée Dhuoda, Nîmes  
Eric Remola – Dozent, Lycée Dhuoda, Nîmes  
Nicolas Vassart – Dozent, Ph.D., Lycée Dhuoda, Nîmes  
Valerie Poplin – CMQE HEREC Geschäftsführer

### **MTU Irland Team:**

Sean Carroll CEng MEng BEng (Hons) MIEI Dozent und Forscher  
Michal Otreba Inz, MScEng, PhD, Dozent und Forscher, beide Koordinatoren des  
Einstufungs- und Nachbereitungssitzungen für Pädagogen

### **FH Kufstein Tirol. Österreich**

Emanuel Stocker, Hochschullehrer für Facility- und Immobilienmanagement  
Sarah Plank, F&E Controllerin

### **CRN Paracuellos-Team (Dirección General de Formación. Comunidad de Madrid). Spanien**

José Manuel García del Cid Summers, Direktor  
Daniel Sanz, Direktor der Dron-Arena  
Santos Vera, Techniker  
Jorge Gómez Sal, Leiter der Technischen Einheit  
Fernando Gutierrez Justo, Erasmus-Koordinator – Projektantragsteller

### **BZB Düsseldorf. Deutschland:**

Frank Bertelmann-Angenendt, Projektleiter  
Markus Schilaski, Projektleiter

### **DEX. Spanien**

Ainhoa Perez  
Ignacio Gomez Arguelles  
Diego Diaz Mori  
Yvan Corbat  
Erasmus-Management

# 1. Ziele des moduls

Dieses Modul ermöglicht es Ihnen, die Steuerung der Drohne von einem Anfängerniveau bis hin zur Qualifikation für die offene Kategorie Unterkategorie A2 zu erlernen. Diese Qualifikation erfordert den Abschluss eines Selbstlernflugkurses.

Es wird empfohlen, die Übungen in einer gesicherten Flugzone durchzuführen, um maximale Sicherheit zu gewährleisten.

Die Flüge haben einen rein praktischen Nutzen und dienen u.a. folgenden Zwecken:

- **Photogrammetrie:** Erstellen von Karten und 3D-Modellen durch Luftbildaufnahmen.
- **Fachwissen über Konstruktionen:** Dokumentation und Überprüfung von Bauwerken.
- **Thermografie:** Nutzung von Wärmebildkameras zur Inspektion und Analyse.
- **LiDAR:** Erfassung von Umgebungsdaten mittels Laserentfernungsmessung.

**Hinweise:** Dieses Modul ist so konzipiert, dass es Lehrern hilft, ihren Teilnehmern die Drohnensteuerung zu vermitteln. Es kann jedoch auch von den Teilnehmern im Selbststudium genutzt werden.

## 2. Flugvorbereitung

Beziehen Sie sich auf Modul 2: FLIGHT PLANNING AND REPORTING, um Ihren Flug vorzubereiten. Insbesondere ist es sehr wichtig, die Checkliste zu erstellen und das "Drohnen-Missionsblatt" mit den Schülern auszufüllen.

Füllen Sie ihre Flugbücher aus und zeigen Sie ihnen, wie sie einen eventuellen Zwischenfall melden können.

Siehe den Teil "Wartung" in Modul 3: DYNAMIK UND WARTUNG DER DROHNE für eine gründlichere technische Vorbereitung.

Wir halten es für unerlässlich, dass sich die Teilnehmer auf der nationalen Website registrieren und die Online-Prüfung für die offene Kategorie A1/A3" ablegen. Das ist sehr einfach und ermöglicht es den Teilnehmern, zu überprüfen, ob sie die Grundregeln gelernt haben und legal fliegen können.

**Es wäre ein Fehler, direkt zum Flugplatz zu gehen und mit den unten beschriebenen Übungen zu beginnen, ohne den Schülern gute fliegerische Gewohnheiten zu vermitteln.**

# 3. Allgemeine vorsichtsmassnahmen

## 3.1 Lernende Zone

Das Gelände muss für alle Außenstehenden verboten sein, wir platzieren uns so weit wie möglich in der Kategorie A3, in 150m Entfernung von Außenstehenden und Häusern. Ein privates Gelände ist unerlässlich, kein Lernflug über dem öffentlichen Bereich. Die Genehmigung des Eigentümers ist natürlich notwendig.

Wenn dies nicht möglich ist, können wir ein ausreichend freies und weitläufiges Gelände der Schule nutzen, das gegen Eindringlinge abgegrenzt ist, wir befinden uns in einer Ausbildungseinheit und sind daher für Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Unterricht versichert. Der Flug fällt dann in die Unterkategorie A1, die verwendeten Drohnen dürfen 900 g nicht überschreiten und müssen für C1 zertifiziert sein (ausgenommen alte, nicht zertifizierte Drohnen mit weniger als 500 g bis Januar 2024, wahrscheinlich wird diese Frist verlängert).

Es ist wünschenswert, dass das GPS in diesem Bereich gut vernetzt ist.

Insbesondere bei kleinen Drohnen ist es auch möglich, die ersten Flüge in einer Turnhalle zu machen, die für Außenstehende gesperrt ist. Dies ist die ideale Lösung für den ersten manuellen Flug von "großen" Drohnen, da keine Regeln gelten, Sie fliegen wie Sie wollen. ACHTUNG: das GPS funktioniert nicht oder nicht gut, es muss deaktiviert werden, um Probleme zu vermeiden, wenn möglich.

## 3.2 Flug-Einstellungen

Die Konfiguration der Drohne für den Flug wurde von der Lehrkraft im Voraus festgelegt und wird erst geändert, wenn die ersten Übungen erfolgreich abgeschlossen wurden.

Beispiel für Lerneinstellungen für einen Papagei ANAFI

- Modus 2 für Joysticks (rechts=oben/unten und Rotation; links=vorwärts/rückwärts und rechts/links Translation), standardmäßig klassisch.
- Gesamtreaktivität 50%.
- Schräges Drehen: JA
- Maximale Neigung der Drohne  $8^\circ$ , so dass die horizontale Geschwindigkeit nicht zu hoch ist.
- Vertikale Geschwindigkeit 1 m/s
- Rotationsgeschwindigkeit  $50^\circ/\text{s}$
- Rollender Start : NEIN
- Schwebhöhe 2m (im Freien), 1m (in Innenräumen wie Turnhallen oder Klassenzimmern)
- Manueller Flug
- Filmmodus (der langsamste Modus, "Schildkröte" auf dem Anafi-Bedienfeld gezeichnet)
- Geokäfig: Legen Sie eine maximale Höhe (20m ist richtig, um zu lernen und schlechte Sicht zu vermeiden) und eine maximale Entfernung von der Startposition fest (abhängig von Ihren Übungen, aber wir empfehlen 30m zur Sicherheit am Anfang)



## 3.3 Beispiel einer gesicherten Drohnenentwicklungszone

Wir haben diese Art der Positionierung mit einer Gruppe von 9 Schülern ausprobiert.

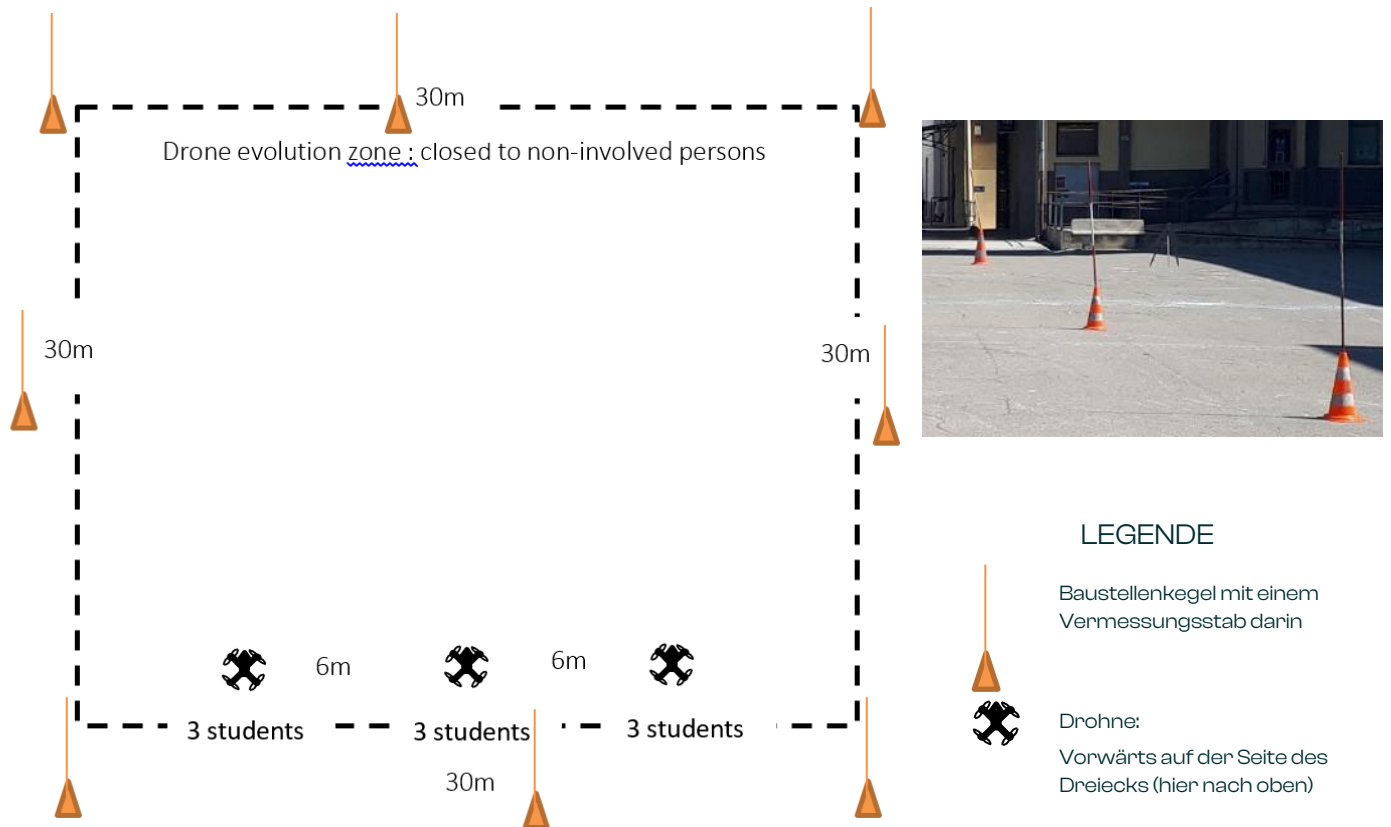


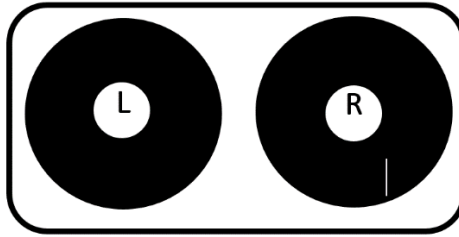
Abbildung 3-1 Beispiel einer Flugzone

Der Lehrer steht hinter seinen Piloten, die Drohnen befinden sich vor den Piloten, der Rücken der Drohne zum Piloten während des Starts und der Landung.

Dabei können maximal 3 kleine Drohnen gleichzeitig geflogen werden, zwischen den Drohnen ist ein Abstand von 5 bis 7m notwendig, und jeder Schüler-Pilot wird von einem Mitschüler beaufsichtigt, wobei der Lehrer in der Mitte steht. Jeder Startbereich ist am Boden markiert.

**NBHöhe:** Jedem Piloten ist eine bestimmte Höhe zugewiesen, z. B. 5, 10, 15 Meter oder mehr, falls erforderlich, wenn alle Drohnen gleichzeitig im Flug sind.

Hinweis **für den Lehrer:** Der Lehrer muss bereit sein, im Falle einer Gefahr **"STOP"** zu rufen, und muss seinen Schülern zunächst erklären, dass es bedeutet, **die Finger von den Steuerknüppeln zu nehmen:** Die Drohne bleibt sofort stehen, ohne sich zu bewegen.



*Abbildung 3-2 Bild der Drohnensteuerung*

# 4. Grundlegende Übungen: Den Controller verstehen

## 4.1 Display des Controllers

Starten Sie die Drohnen am Boden

Überprüfen Sie die Anzeigen auf dem Display der Fernbedienung:

- Kamera-Visualisierung
- Visualisierung der Karte
- Höhenlage
- Entfernung vom Startplatz
- Horizontale Geschwindigkeit
- Akkuladung der Drohne/Fernsteuerung
- GPS mit gutem Empfang
- WIFI mit gutem Empfang
- Neigung der Kamera
- Kameraeinstellungen / Aufnahmen

## 4.2 Unidirektionaler Flug

Diese Übungen ermöglichen ein individuelles Verständnis der einzelnen Pilotenbefehle.

Auf Anweisung führen alle Schüler die Manöver gleichzeitig aus:

***ERINNERUNG DES LEHRERS: Wenn der Lehrer "STOP"! ruft, bedeutet dies, die Finger der Joysticks zu heben: die Drohne bleibt im selben Moment stehen, ohne sich zu bewegen.***

Start durch Drücken der entsprechenden Taste, eine nach der anderen, und  
Schwebeflug

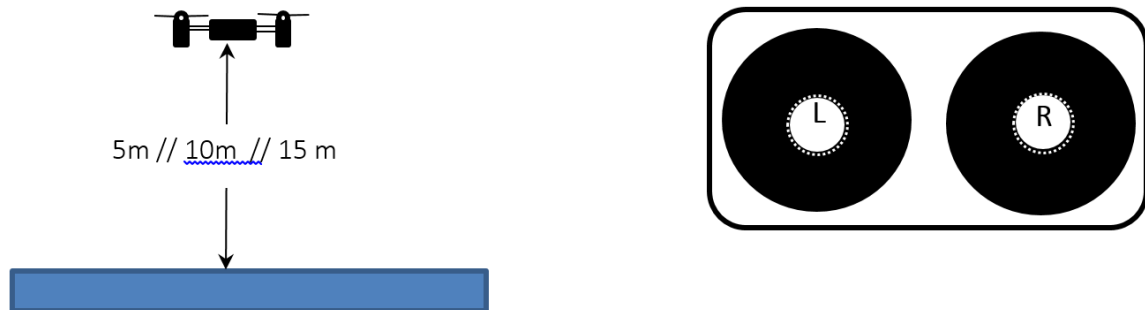


Abbildung 4-1 Start und Schwebeflug

**Rechter Steuerknüppel "horizontale Bewegung"** (kann auf die Schulsteuerung geschrieben werden)

- Nach links und nach rechts in der Übersetzung, Stopp bei 10m

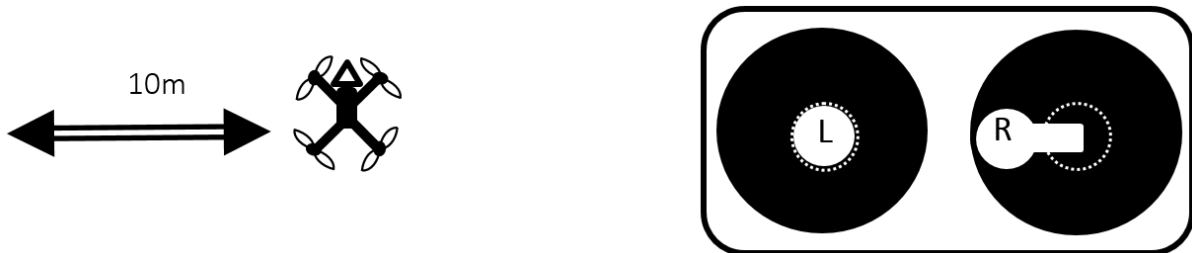


Abbildung 4-2 horizontale Bewegung: seitwärts

- Zurück zur Mitte, oberhalb des Startplatzes
- Vorwärts- und Rückwärtsstopp bei 15 m

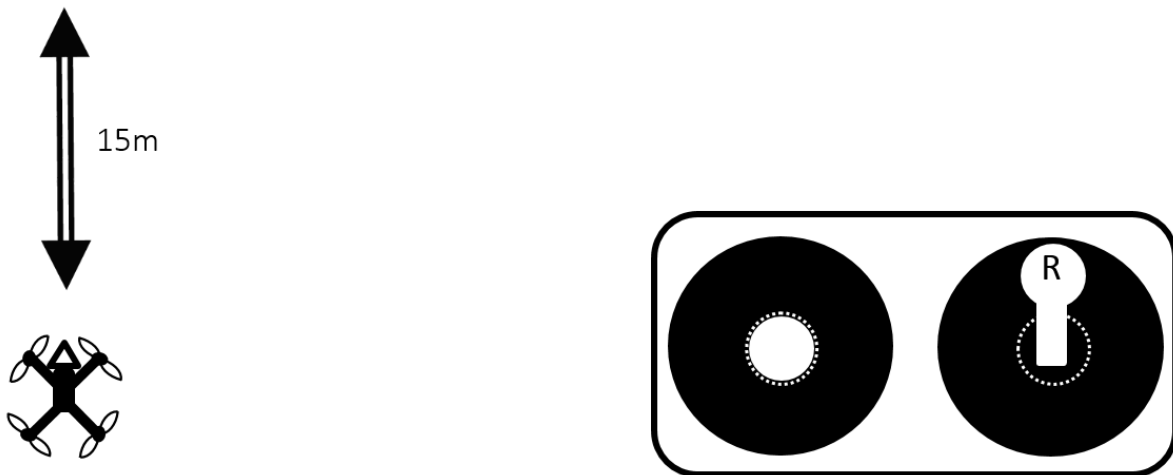


Abbildung 4-3 Horizontale Bewegung: vorwärts/rückwärts

- Rückkehr zur Mitte, oberhalb des Startplatzes

### Linker Joystick " Joystick der vertikalen Achse ".

- Aufwärts, Stopp bei maximaler programmierter Höhe und abwärts, Stopp bei 3m

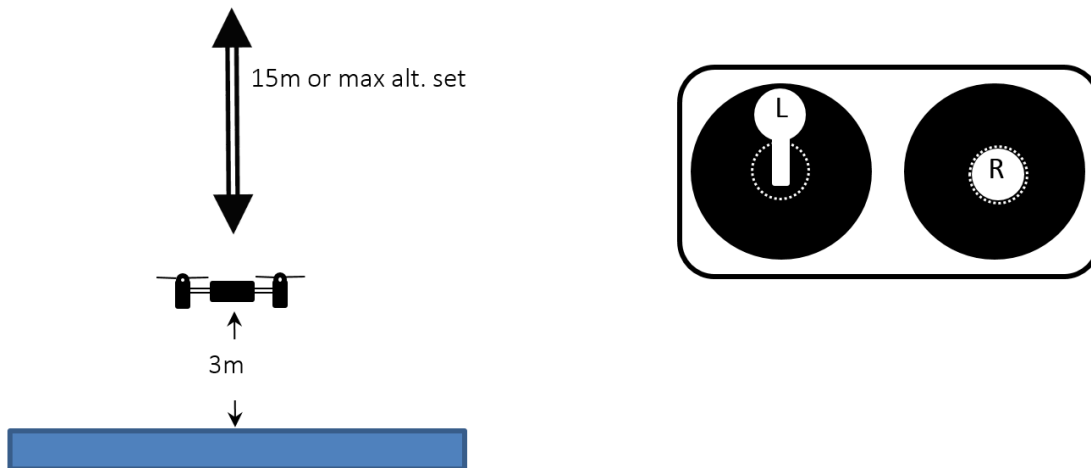


Abbildung 4-4 vertikale Bewegung

- Drehung auf der Stelle nach rechts und nach links



Abbildung 4-5 Drehung an Ort und Stelle

**Wiederholen Sie** alle Manöver **LANGSAM**: Kontrollieren Sie die Empfindlichkeit der Joysticks

## 4.3 Kombiniertes Flug

Mitte über dem Startplatz

### Rechter Joystick

- Links vorwärts: **diagonaler** Vorwärtsflug
- In der Übersetzung nach rechts und rückwärts: diagonaler Rückwärtsflug
- Andere Richtung

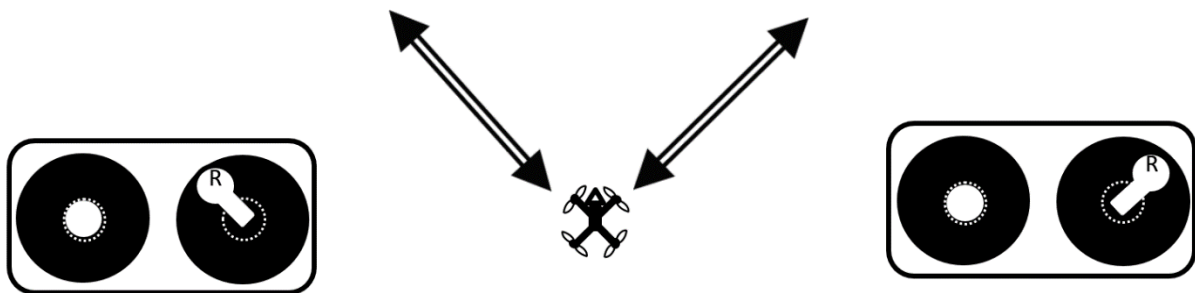


Abbildung 4-6 diagonale Übersetzung

Kreise: Bewegen Sie den Joystick herum, wobei die Drohne immer in die gleiche Richtung zeigt.

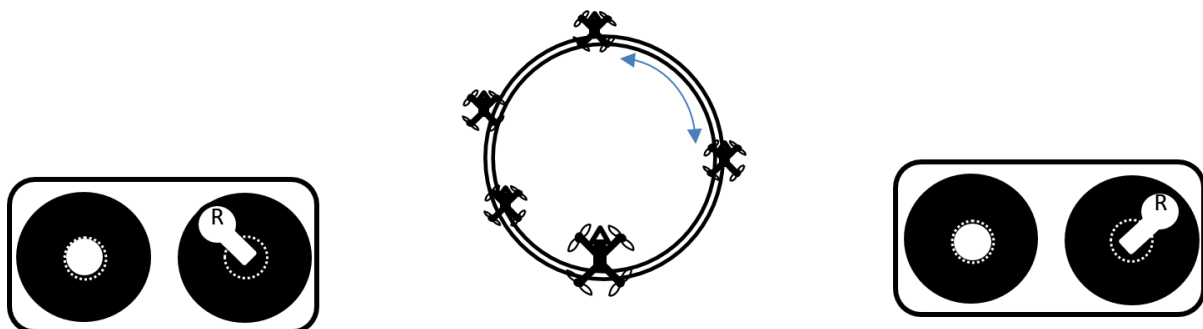


Abbildung 4-7 Horizontalkreis

### Linker Joystick

- Nach oben und nach rechts: **steigen und sich** selbst **drehen**
- Nach unten und nach rechts rotieren



Abbildung 4-8 Vertikal und Rotation

## Zwei Joysticks kreisen

Jeder Schüler führt das Manöver zunächst einzeln aus und achtet darauf, die Geschwindigkeit der Bewegung zu kontrollieren.

- Vorwärts- und Rechtsdrehung: **Bogen nach rechts, fliegen "wie ein Flugzeug"**  
ACHTUNG: der Schüler muss eine vollständige Drehung machen und den Radius kontrollieren, indem er nicht zu schnell fährt und zur Position über dem Startplatz zurückkehrt. **LANGSAM!!!**
- **Die Drohne ist nach vorne gerichtet**

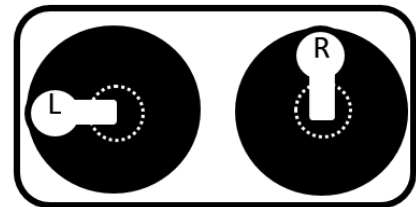
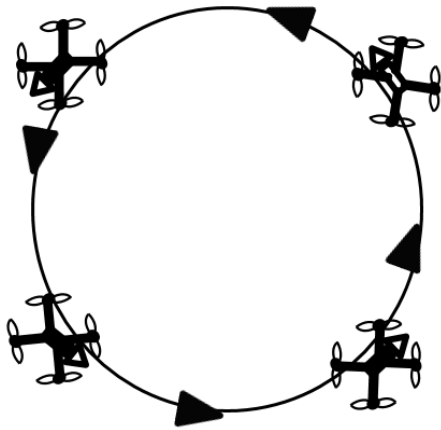


Abbildung 4-9 Kreis "wie ein Flugzeug"

Wiederholen Sie den Vorgang in der anderen Richtung.

## Zwei Joysticks Neigung

- Vorwärts und aufwärts, rückwärts und abwärts

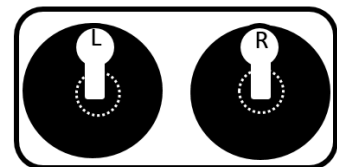
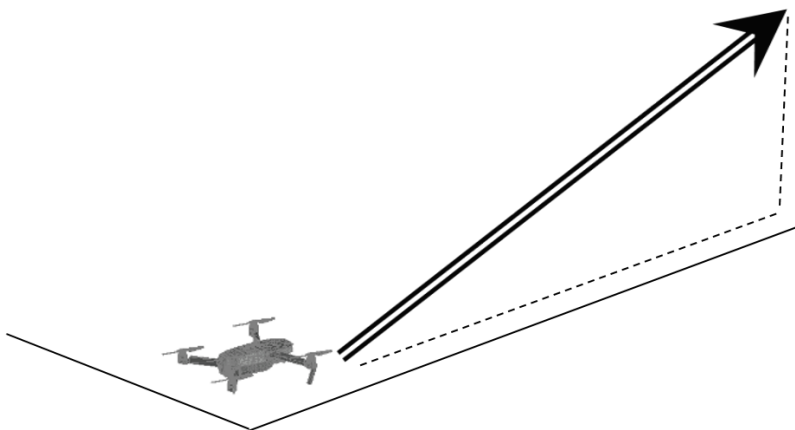


Abbildung 4-10 Neigung



## Zwei Joysticks drehen sich "wie ein Flugzeug".

- Vorwärts und aufwärts und Rotation: Aufwärtsspirale "wie ein Flugzeug"

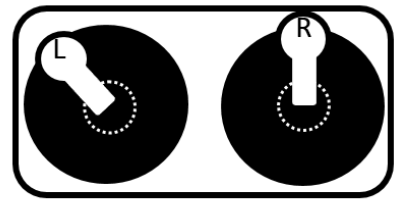
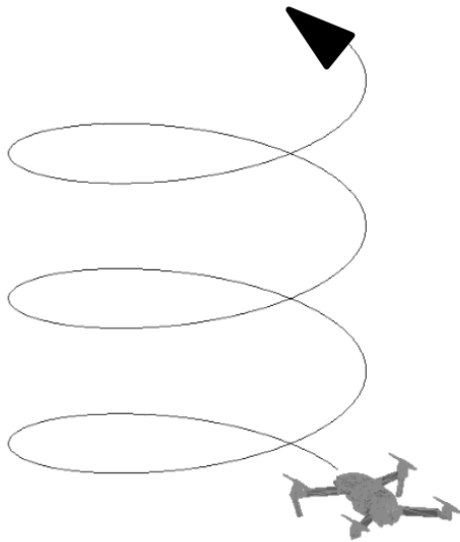


Abbildung 4-11 Spirale

- Vorwärts und Drehung und Abstieg: Abwärtsspirale "wie ein Flugzeug"
- Andere Richtung

WICHTIG: Sie müssen den Unterschied in der Reaktionsfähigkeit der Drohne zeigen, indem Sie die folgenden Parameter ändern:

- Neigung: je mehr Neigung Sie zulassen, desto schneller geht es in der Übersetzung (vorwärts/rückwärts und rechts/links) 15° scheint am Anfang ein Maximum zu sein, und auf jeden Fall für unsere berufliche Tätigkeit
- Drehung um sich selbst: 70 bis 90°/s ist eine ziemlich hohe Geschwindigkeit
- Vertikale Geschwindigkeit 3m/s ist ziemlich schnell
- Probieren Sie den Unterschied aus und finden Sie Ihre eigenen guten Einstellungen
- Es ist wichtig, auf die Kontrolle der Geschwindigkeit zu bestehen: am Anfang langsam

# 5. Flight control: einen Stromkreis bilden

## 5.1 Allgemeine Übungen

Diese Übungen sind nicht speziell auf die Arbeit im Hoch- oder Tiefbau ausgerichtet, sondern ermöglichen es, eine allgemeine Beherrschung der Flugsteuerung zu erwerben. Sie erfordern die Positionierung von Markierungen auf dem Boden: am besten sind Kegel mit einem Vermessungsstab (sichtbar und hoch)...

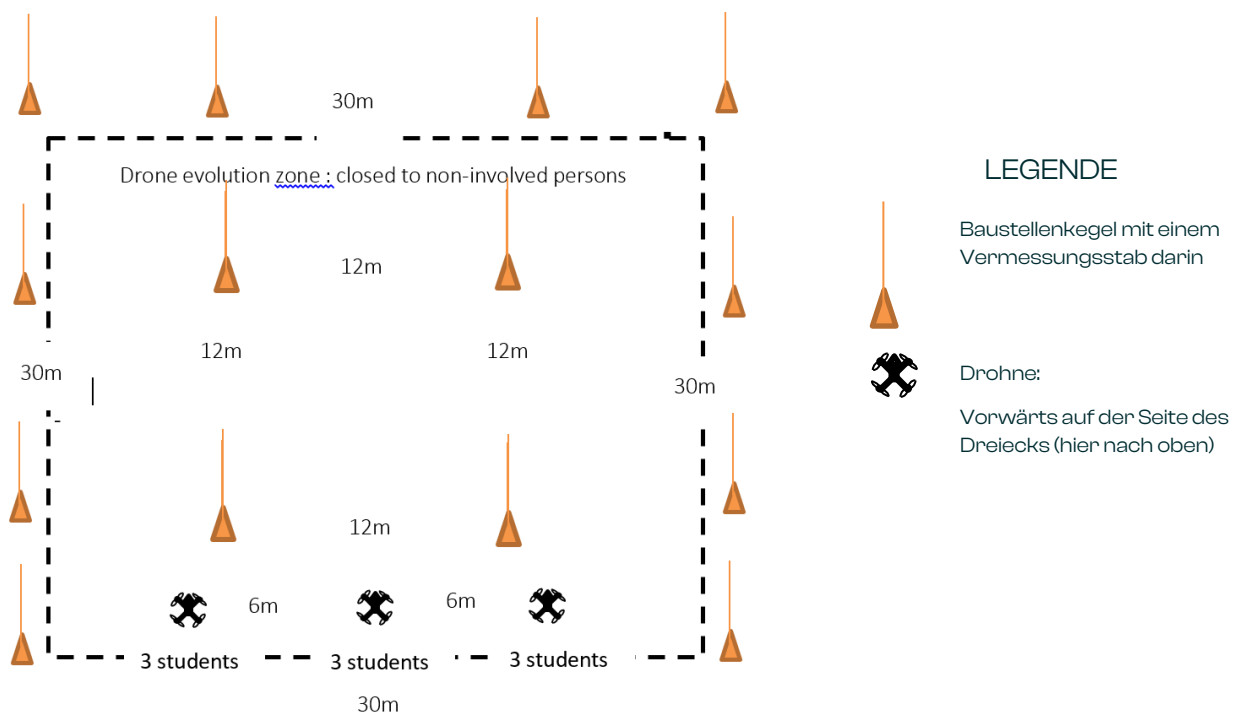


Abbildung 5-1 gesicherte Evolutionszone mit 4 Flugmarkern

**um Kollisionen zu vermeiden:**

Denken Sie daran, jeder Drohne eine **andere Flughöhe** zuzuweisen.  
(mindestens 3 m Abstand)!

**Alle Drohnen in die gleiche Richtung!**

**Wenn das unmöglich ist, wenn die Piloten die Regel nicht einhalten können, dann wird einer nach dem anderen**

**Am Ende einer Kurve immer wieder auf den Boden zurückkommen, dann Schüler wechseln, abheben und los!**

### Nach den Seiten:

1. Fliege mit der **horizontalen Flugsteuerung** um die Seiten herum.  
Drohne zeigt immer in die gleiche Richtung

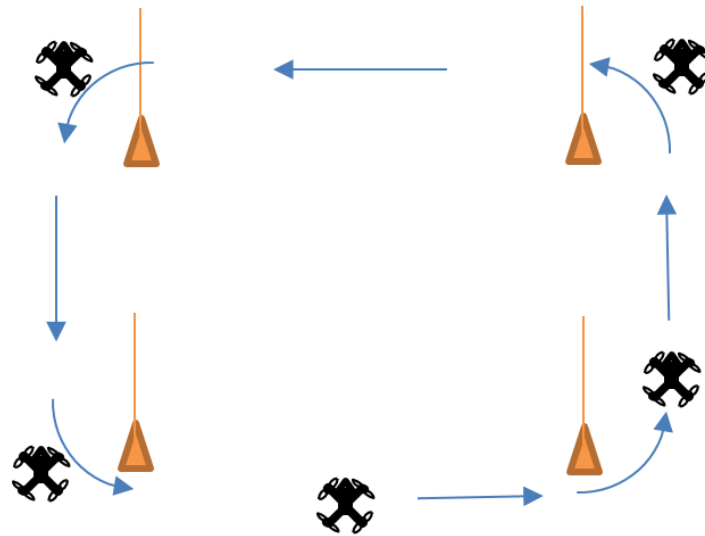


Abbildung 5-2 quadratische Bewegung

2. Fliege an den Seiten entlang "wie ein Flugzeug" (vorwärts und drehe die Drohne an jeder Ecke).  
Die Drohne zeigt immer nach vorne, in Fahrtrichtung "wie ein Flugzeug".

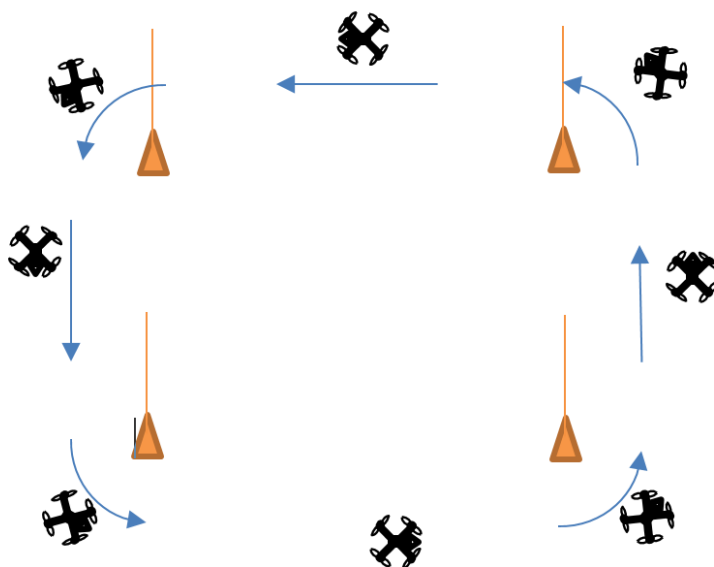


Abbildung 5-3 quadratischer Flug nach vorne gerichtet

## Seiten und Mitte: eine "8" bilden

1. Mit der horizontalen Flugsteuerung.  
Drohne zeigt immer in die gleiche Richtung

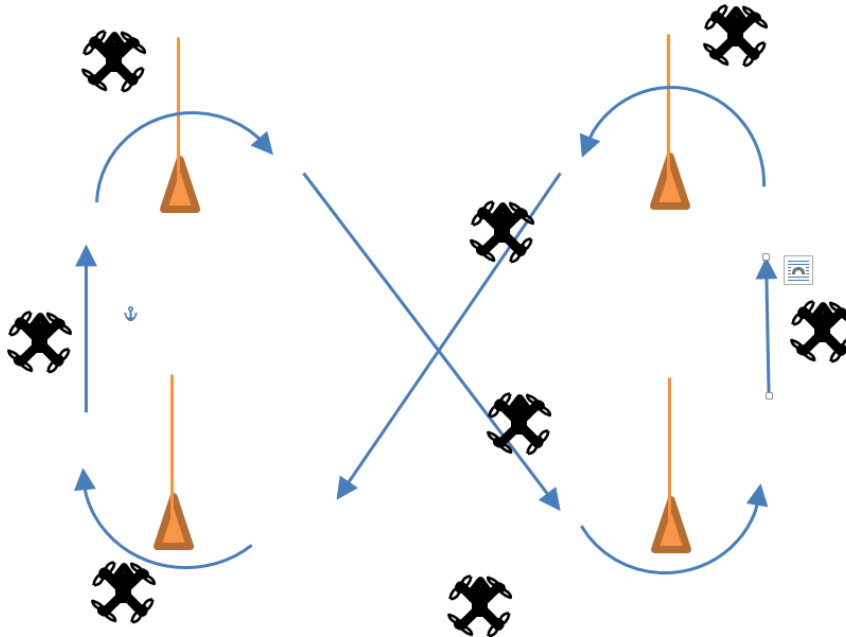


Abbildung 5-4 Herstellung einer "8" in der Übersetzung

2. Fliegen "wie ein Flugzeug".  
Drohne immer nach vorne gerichtet "wie ein Flugzeug".

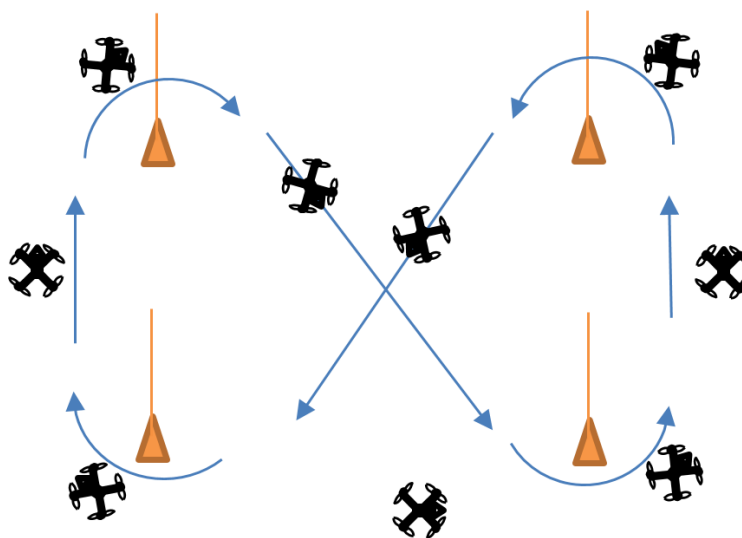


Abbildung 5-5 eine "8" in Fahrtrichtung machen

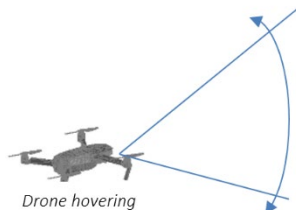
## 5.2 Verwendung der Kamera Übungen

**Hier schauen wir als Pilot sowohl auf die Drohne als auch auf den Bildschirm, um den Überblick zu behalten**

- Es ist interessant, das 3x3-Gitter auf dem Kontrolldisplay anzuzeigen.
- Kameraeinstellungen
- Videomodus MP4 automatische Scharfstellung und Belichtung
- Fotomodus maximal mögliche Auflösung, alles automatisch (zunächst)
- Horizont halten

### Alleiniges Manövrieren der Kamera

- Bewegen Sie die optische Achse mit der Joystick-Steuerung (die "Kameraneigung") vor einem vertikalen Element entlang des Objekts nach oben und unten und stoppen Sie auf einem bestimmten Element, das zentriert werden muss.
- Drücken Sie den Auslöser im Videomodus und filmen Sie die Sequenz
- Wechseln Sie in den Fotomodus und machen Sie mehrere Aufnahmen.



Kamera auf und ab  
Filmaufnahme  
Bilder

Abbildung 5-6 Kameraneigung

### 360°-Manöver um einen Punkt

Die Kamera ist auf die Mitte gerichtet: Sie müssen die beiden Hebel gegenläufig betätigen.

Der linke Stick bewirkt eine Drehung, die die Kamera zur Mitte hin ausrichtet.

Der rechte Knüppel bewirkt die seitliche Bewegung

Ein Hebel nach rechts, der andere nach links, gegenläufig (oder einer in die andere Richtung)

Durch die gleichzeitige Aktion der beiden entsteht ein Kreis, bei dem die Kamera immer in die Mitte gerichtet ist.

Sie müssen mit den Fingern die richtige Einstellung finden, damit die Kamera in der Mitte bleibt.

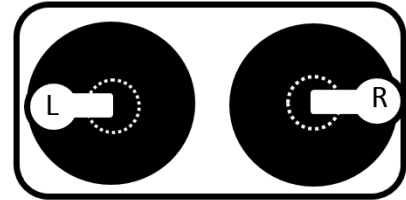
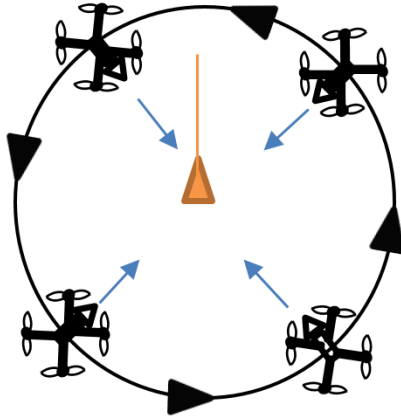


Abbildung 5-7 Umfliegen einer Stelle

### Point-of-Interest-Manöver

Bewegen Sie sich vor einem Objekt auf dem Boden nach vorne, während Sie die Kamera absenken, um sie zentriert zu halten.

Einmal filmen, einmal mehrere Bilder manuell aufnehmen

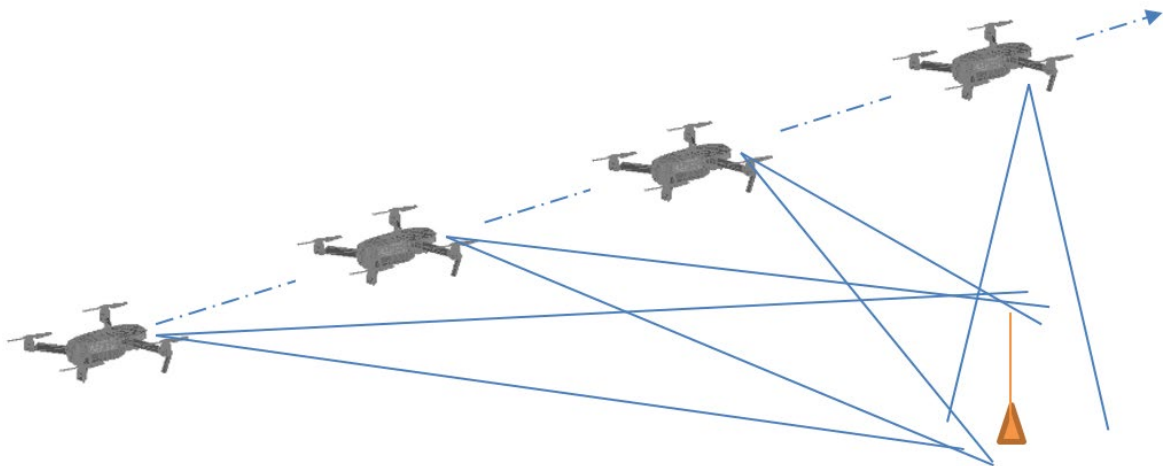
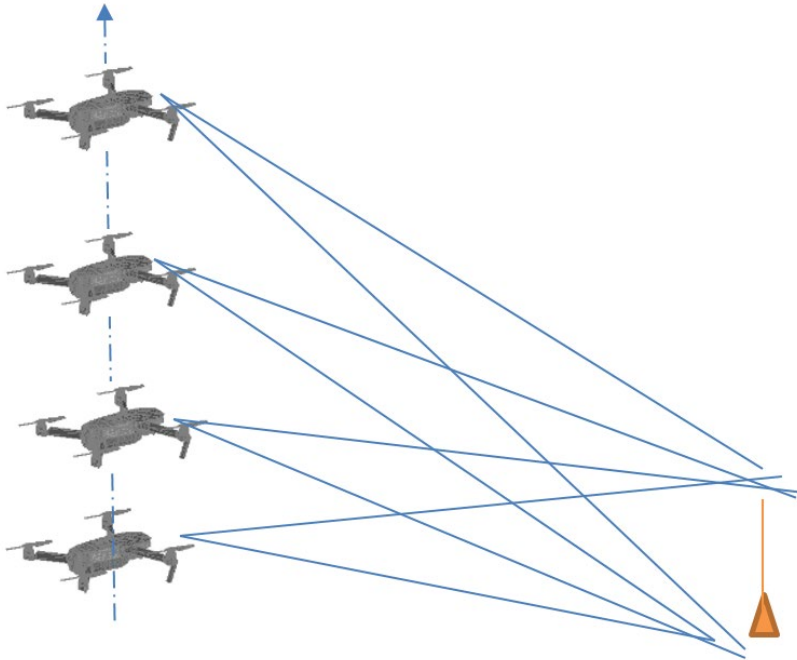


Abbildung 5-8 Neigung und Kameraneigung

Vor einem Objekt auf dem Boden aufsteigen und dabei die Kamera absenken, um sie zentriert zu halten



*Abbildung 5-9. Aufstieg und Kameraneigung*

## 6. Technical flight : Bauwerke im Kontext

Hier schauen wir als Pilot sowohl auf die Drohne als auch auf den Bildschirm, um den Überblick zu behalten

### 6.1 Fassadenvermessung: Photogrammetrie, Lidar oder Thermographie

Für all diese Aufgaben ist es notwendig, ein Gitter vor dem Gebäude anzulegen. Für die Photogrammetrie müssen sich die Fotos in Breite und Höhe zu 80 % überlappen.

Bei Lidar- oder Thermografieaufnahmen ist eine Überlappung von mindestens 20 % erforderlich, um eine gute Punktwolken- oder Fotostrukturierung zu gewährleisten.

Siehe auch MODUL 7 für eine vollständige Lektion über Photogrammetrie. Hier nur einige Lerntipps für den Flug.

Langsame Geschwindigkeit: Stellen Sie z. B. die Neigung der Drohne auf maximal 2 bis 5° ein, um die Geschwindigkeit zu begrenzen und Bewegungsunschärfen auf den Bildern zu vermeiden.

Für die Fassaden ist es notwendig, manuell zu steuern, kein direkter programmierter Flug (eine Technik durch überlagerte Wegpunkte existiert, siehe Modul 7, aber nicht bei allen Drohnen)

- Standplatz 10 bis 15 m vor einer Gebäudefassade, Höhe 3 m, Flugrichtung zur Fassade, horizontale Kameraachse rechtwinklig zur Fassade

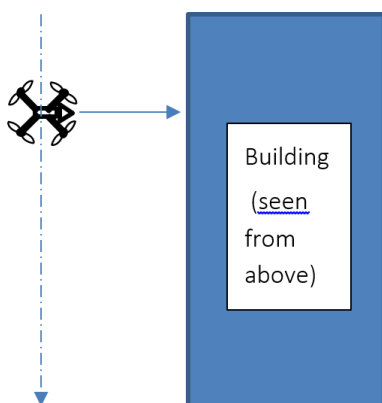
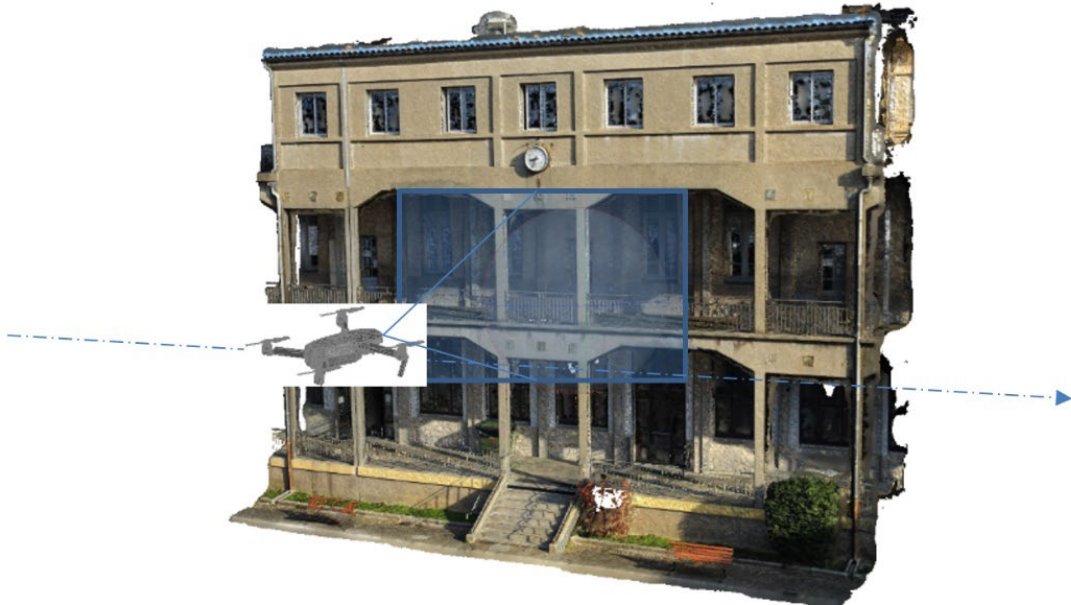


Abbildung 6-1 Bewegung zu einem Gebäude



- Flugbahn in horizontaler Verschiebung perfekt parallel zur Fassade. Fliegen Sie 20 bis 30 m.



*Abbildung 6-2 Bilder eines Gebäudes für die Fassadenuntersuchung*

- Am Ende der Fassade vertikal um 5 m nach oben gehen
- Wiederholen Sie eine Passage in der anderen Richtung, in 8 m Höhe
- Etc.



*Abbildung 6-3 Fassadenaufnahme*

### Bilder mit Überschneidungen:

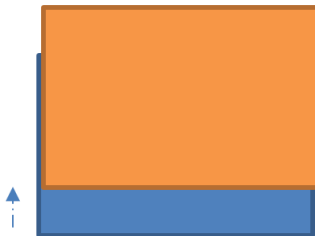
**Manuell (Beispiel für Photogrammetrie):** Schauen Sie auf das Display, verwenden Sie das Raster, um zu erkennen, wann Sie sich etwa 20% vom vorherigen Bild entfernt haben. Drücken Sie den Auslöser, bewegen Sie sich, drücken Sie... Sie müssen eine Überlappung von 80% sicherstellen.



Move 20% horizontally for next in-line picture

Abbildung 6-4 horizontale photogrammetrische Überschneidung

**ACHTUNG:** machen Sie dasselbe, wenn Sie nach oben gehen: nur 20% mehr:



Move 20% vertically to next picture row

Abbildung 6-5 vertikale photogrammetrische Überlappung

Für Lidar oder Thermografie stellen Sie die Überlappung auf 20 % ein. Entfernen Sie sich um 80 % vom ersten Bildausschnitt.

## Automatische Fotoauslösung:

Abhängig von der Kapazität der Drohne können in der Regel mindestens 2 Automatisierungen verwendet werden

- **Zeitraffer:** alle 2 oder mehr Sekunden wird ein Foto aufgenommen, man muss sich nur mit der richtigen Geschwindigkeit bewegen, um Überschneidungen zu erhalten.
  - TIPP: Verwenden Sie die Einstellung "Neigung" und machen Sie eine Testreihe z.B. bei 10° mit dem Joystick bis zum Ende (was einfach ist) und überprüfen Sie die Überlappung auf den Bildern, ändern Sie die Neigung, um die Geschwindigkeit anzupassen.
- **GPS-Lapse:** Alle "x" Meter, die die Drohne fliegt, wird ein Foto aufgenommen. Passen Sie den Abstand "x" an, um eine korrekte Überlappung zu erhalten. Normalerweise wird der Abstand in 3D berechnet, so dass es auch beim Aufsteigen funktioniert.
  - **Die Geschwindigkeit darf schneller sein als bei Zeitrafferaufnahmen**, aber nicht zu hoch, um Bewegungsunschärfe zu vermeiden.

NB: Eine große Überlappung (z. B. 95 %) ist kein Problem.

## 6.2 Feldphotogrammetrie oder Lidar: Raster über dem Feld

Der programmierte Flug ist der Standard, die folgende Übung erlaubt es, ihn manuell durchzuführen.

Dieselben Vorsichtsmaßnahmen wie bei Aufnahmen an der Fassade: 80% Überlappung in alle Richtungen.

- Wählen Sie vor dem Start ein Abtastmuster für das Gebiet: die "Zickzacklinien", die Sie über das Gelände ziehen werden
- Steigen Sie auf 25m AGL, neigen Sie die Kamera nach unten
- Ziehen Sie langsam eine Linie über den Rand des Feldes, aber nicht zu nah, um nicht zu riskieren, dass Sie auf das Haus des Nachbarn stoßen oder im Falle einer Panne auf sein Haus fallen
- Am Ende der Linie drehen Sie sich um 90°, bewegen sich einige Meter vorwärts, drehen sich erneut um 90° und bilden eine Parallele zur ersten Linie.
- Machen Sie manuelle Fotos, Zeitraffer- oder GPS-Aufnahmen mit einer guten Geschwindigkeit für Überlappungen.

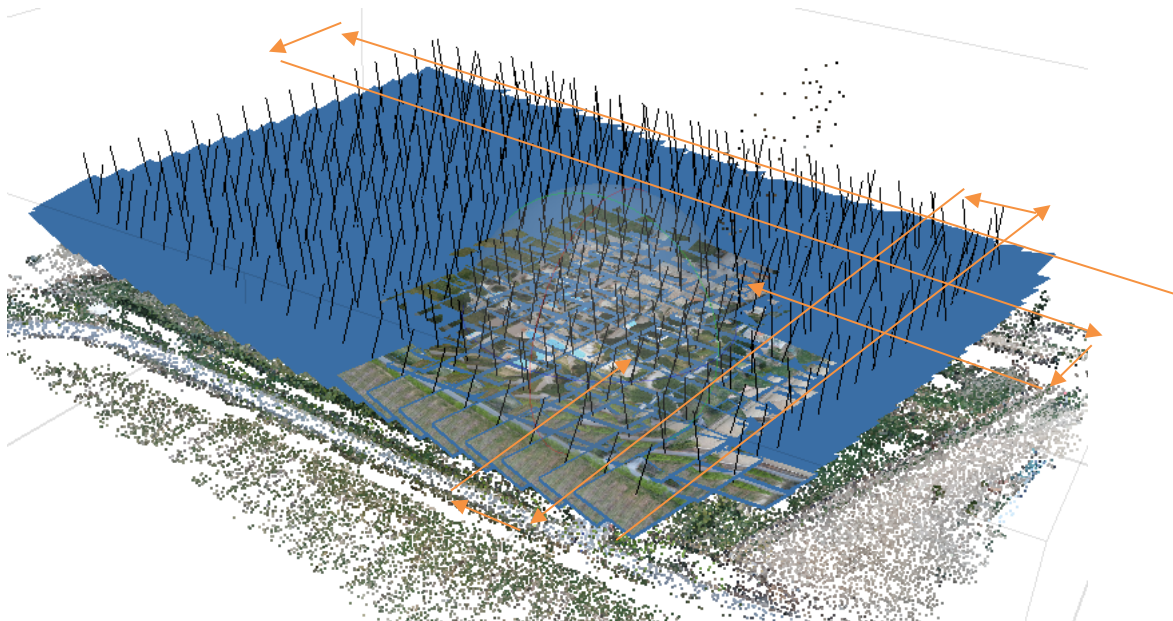


Abbildung 6-6 Geländephotogrammetrie von oben

## 6.3 Gebäude- oder Volumenvermessung: Rundflug

Die Kamera ist immer auf das Objekt gerichtet (Gebäude, Damm, Brücke, Denkmal...)

Es ist möglich, eine 360°-Automatik zu programmieren, bei dieser Übung wird sie manuell ausgeführt.

- Der linke Stick bewirkt eine Drehung, die die Kamera zur Mitte hin ausrichtet.
- Der rechte Knüppel bewirkt die seitliche Bewegung
- Ein Joystick nach rechts, der andere nach links, gegenläufig
- Durch die gleichzeitige Aktion der beiden entsteht ein Kreis, wobei die Kamera immer auf den Mittelpunkt gerichtet ist.
- Sie müssen mit den Fingern die richtige Einstellung finden, damit die Kamera in der Mitte bleibt.



Abbildung 6-7 Umfahren eines Gebäudes für die 3D-Fotogrammetrie

## 6.4 Überwachung von Strukturen, Gutachten, Thermografie oder lokales Lidar

Siehe Modul 10: Bilder für Gutachten

Geschicklichkeitsübungen:

- Nähern Sie sich jedem Element so nah wie möglich, bis zu 50 cm, mit Fingerspitzengefühl
- Ruhig bleiben, ganz langsam
- Beobachten Sie den Rahmen, um eine bestimmte Stelle anzuvisieren
- Horizontale Kamera, von vorne
- Nach unten geneigte Kamera, von oben: 90° und andere Blickwinkel
- Nach oben geneigte Kamera, von unten: 90° und andere Blickwinkel
- Bilder oder Filme zum Betrachten und Analysieren aufnehmen

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1 Beispiel einer Flugzone.....	9
Abbildung 3-2 Bild der Drohnensteuerung.....	10
Abbildung 4-1 Start und Schwebeflug.....	12
Abbildung 4-2 horizontale Bewegung: seitwärts.....	13
Abbildung 4-3 Horizontale Bewegung: vorwärts/rückwärts .....	13
Abbildung 4-4 vertikale Bewegung.....	14
Abbildung 4-5 Drehung an Ort und Stelle.....	14
Abbildung 4-6 diagonale Übersetzung.....	15
Abbildung 4-7 Horizontalkreis .....	15
Abbildung 4-8 Vertikal und Rotation .....	15
Abbildung 4-9 Kreis "wie ein Flugzeug" .....	16
Abbildung 4-10 Neigung.....	16
Abbildung 4-11 Spirale .....	17
Abbildung 5-1 gesicherte Evolutionszone mit 4 Flugmarkern.....	18
Abbildung 5-2 quadratische Bewegung.....	19
Abbildung 5-3 quadratischer Flug nach vorne gerichtet.....	19
Abbildung 5-4 Herstellung einer "8" in der Übersetzung.....	20
Abbildung 5-5 eine "8" in Fahrtrichtung machen.....	20
Abbildung 5-6 Kameraneigung.....	21
Abbildung 5-7 Umfliegen einer Stelle.....	22
Abbildung 5-8 Neigung und Kameraneigung.....	22
Abbildung 5-9 Aufstieg und Kameraneigung .....	23
Abbildung 5-10 Bewegung zu einem Gebäude.....	25
Abbildung 5-11 Bilder eines Gebäudes für die Fassadenuntersuchung.....	25
Abbildung 5-12 Fassadenaufnahme .....	25
Abbildung 5-13 horizontale photogrammetrische Überschneidung .....	26
Abbildung 5-14 vertikale photogrammetrische Überlappung .....	26
Abbildung 5-15 Geländephotogrammetrie von oben.....	28
Abbildung 5-16 Umfahren eines Gebäudes für die 3D-Fotogrammetrie.....	29