



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



# MODUL 04

AUSBILDUNGSPROGRAMM

# FLUGSIMULATOR





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>6</b>
<b>2. Warnung.....</b>	<b>7</b>
<b>3. Warum einen flugsimulator benutzen?.....</b>	<b>8</b>
3.1 Realistische Simulation.....	9
3.2 Einweisung in die Flugsteuerung und Sicherheit.....	10
3.3 Flugplanung und Missionsausbildung .....	11
3.4 Umweltbildung .....	12
3.5 Ausbildung für Notfallmaßnahmen.....	13
3.6 Kosten- und Zeiteffizienz .....	13
<b>4. Nicht erschöpfende liste von drohnenflug-simulatoren .....</b>	<b>14</b>
4.1 PC-Flugsimulatoren .....	15
ZEPHYR-DROHNENSIMULATOR.....	15
REALFLIGHT.....	17
DRONESIMPRO.....	18
PHOENIX R/C PRO FLUGSIMULATOR.....	19
4.2 Smartphone-/Tablet-Simulatoren für Android oder ios.....	20
QUADCOPTER FX SIMULATOR .....	20
REALFLIGHT MOBILE .....	21
<b>5. Hauptfunktionen flugsimulator.....</b>	<b>22</b>
5.1 Anschließen der Fernsteuerung.....	22
Anmeldebildschirm.....	22
Flug-Modelle.....	22
5.2 Module der Grundausbildung .....	24
TUTORIALS - DER HAUPTKURS.....	24
TESTS - ZUR SELBSTBEURTEILUNG UND ZUM FORTSCHRITT .....	24
MODUL FREIFLUG.....	25
5.3 Modul Anwendertraining .....	26
Stromleitungsinspektion .....	26
Suche und Rettung .....	26
Bildaufnahme und Videoaufzeichnung .....	26
Signalstörung .....	26
5.4 POVs wechseln .....	27

Drone Follow View:.....	27
Drohne FPV:.....	27
Pilot FPV:.....	27
Fernsteuerungs-Ansicht:.....	27
Personen-Ansicht:.....	27
5.5 Funktionen des Flugobjektes.....	28
Flugmodi.....	28
Kollisions-Feedback.....	28
Rückkehr nach Hause (RTH).....	28
5.6 Anzeige.....	30
Minimap.....	30
Flugroute.....	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 Anguelles  
Diego Diaz Mori  
Yvan Corbat  
Erasmus-Management

# 1. Ziele des moduls

Die Verwendung eines Flugsimulators zum Erlernen des Fliegens ist weit verbreitet, insbesondere bei Berufspiloten. In diesem Modul werden Ihnen die Vorteile der Verwendung eines Simulators und einige mögliche Lernsituationen vorgestellt. Es werden mehrere kostenpflichtige und kostenlose Simulatoren genannt, die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Moduls auf dem Markt verfügbar sind. Schließlich wird ein ausführliches Beispiel für die Möglichkeiten vorgestellt.

## 2. Warnung

Eine Simulation, so real sie auch sein mag, ist nie völlig real: Es gibt keine Gefahr, keine Witterungseinflüsse auf den Piloten, kein Verletzungsrisiko und keinen Verlust, so dass die Psyche der Teilnehmer nicht so gestört wird wie in der Realität.

Das Üben mit Simulatoren ermöglicht es uns, Kenntnisse, Fertigkeiten, Fähigkeiten und vor allem Bewusstsein zu erwerben, ohne Leben und Ausrüstung zu riskieren, mit ähnlichen Ergebnissen wie im wirklichen Leben.

Damit ein Simulator nützlich und erfolgreich ist, müssen wir die Bedingungen so realitätsnah wie möglich nachbilden, damit der Pilot an Bord experimentieren und die gleichen Entscheidungen treffen kann, die er auch in einer Extremsituation treffen würde.

Es ist ein sehr guter Anfang, ein sehr gutes Training für bestimmte Situationen, eine Möglichkeit, einige "Hausaufgaben" zu machen, aber es kann den echten Flug mit all seiner Umgebung nicht ersetzen.

## 3. Warum einen flugsimulator benutzen?

Ein Flugsimulator läuft auf jedem handelsüblichen Computer und ermöglicht es Einzelpersonen, das Fliegen von Flugzeugen in einer simulierten Umgebung zu erlernen und zu üben. Bei zivilen Drohnen können Flugsimulatoren bei der Ausbildung von Studenten helfen.

Im Falle von Drohnen ist es unter Berücksichtigung der Flugbedingungen nicht unbedingt erforderlich, dass ein Drohnenbetreiber oder -pilot an einem Simulator übt. Es wird jedoch aus mehreren Gründen empfohlen:

- Es ist nicht notwendig, eine Drohne zu haben, daher wird es Ihnen helfen, sich vorzubereiten, während Sie die Drohne bekommen, die Sie wollen.
- Sie können verschiedene Gerätetypen ausprobieren (DJI, Racer, Parrot, Fixed Wings, Multirotoren und andere Marken oder Typen), um zu prüfen, welche Drohne für Ihre Zwecke am besten geeignet ist.
- Es ist die wirtschaftlichste Art, reale Situationen zu simulieren, ohne dass jemand verletzt wird und ohne Geld auszugeben.
- Es gibt Anwendungen für jeden Geschmack, sogar Versionen für Smartphones, was ein großer Vorteil ist.

Hier sind einige Vorteile von Flugsimulatoren zum Erlernen des Fliegens von zivilen Drohnen:

## 3.1 Realistische Simulation

Flugsimulatoren bieten eine äußerst realistische virtuelle Darstellung der Flugeigenschaften und des Verhaltens verschiedener Arten von zivilen Drohnen. Sie enthalten genaue physikalische Modelle, Aerodynamik und Kontrollsysteme, um die Flugdynamik der Drohne zu simulieren. Dieser Realismus hilft den Nutzern, praktische Erfahrungen zu sammeln und ein solides Verständnis dafür zu entwickeln, wie Drohnen auf verschiedene Flugeingaben reagieren.



Abbildung 1 Lotsen in Sichtweite (agrilaneta.com)

Es ist auch möglich, die Drohne aus einem anderen Blickwinkel zu sehen, um das Verhalten der Drohne besser zu verstehen.



Abbildung 2 Blickwinkel aus der Nähe (uavcoach.com DRL-Simulation)

## 3.2 Einweisung in die Flugsteuerung und Sicherheit

Flugsimulatoren ermöglichen es den Benutzern, mit den simulierten Steuerungen der Drohne zu interagieren, einschließlich des Senders oder Controllers, der zum Steuern der Drohne verwendet wird. Dies hilft Anfängern, sich mit den Bedienelementen, Knöpfen, Schaltern und Joysticks vertraut zu machen, und ermöglicht es ihnen, die Bedienung zu üben, ohne das Risiko eines Absturzes oder einer Beschädigung einer echten Drohne einzugehen.

Die Bedienelemente sind die gleichen wie in der App, so dass der Lernende sich daran gewöhnen kann, wichtige Informationen an der richtigen Stelle zu sehen.



Abbildung 3 realistische Darstellung (Parrot Sphinx)

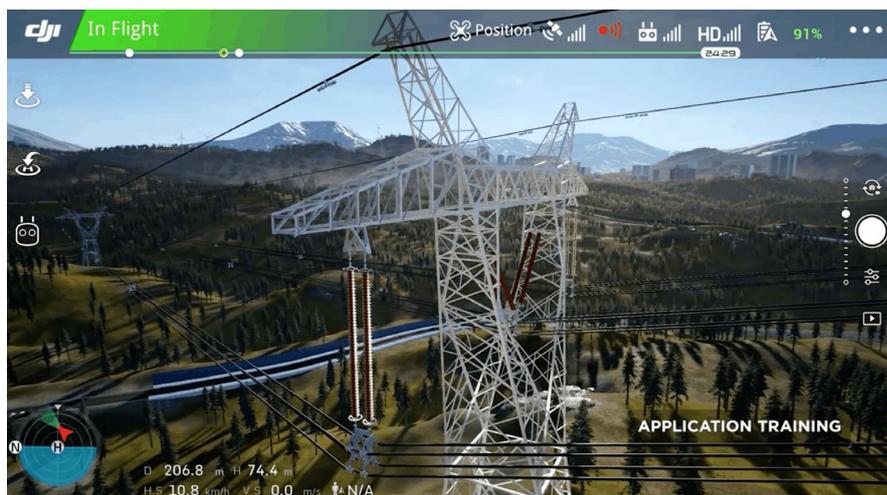


Abbildung 4 sich nähernde elektrische Leitungen (DJI)

## 3.3 Flugplanung und Missionsausbildung

Simulatoren bieten Werkzeuge zur Planung und Simulation komplexer Flugmissionen. Benutzer können virtuelle Szenarien mit Wegpunkten, Flugwegen und vordefinierten Aktionen wie Luftaufnahmen erstellen. So können Drohnenpiloten ihre Missionsplanungsfähigkeiten üben und verfeinern, um einen sicheren und effizienten Betrieb in realen Situationen zu gewährleisten und sich auf die Photogrammetrie oder Expertise vorzubereiten.



Abbildung 5 fotografischer Auftrag (simnet academy)

## 3.4 Umweltbildung

Die Simulatoren stellen verschiedene Umgebungsbedingungen nach, z. B. unterschiedliche Wetterbedingungen, Geländetypen und Lichtverhältnisse. So können Drohnenpiloten für verschiedene Szenarien trainieren, z. B. für schlechtes Wetter, Nachtflüge oder Flüge an schwierigen Orten. Durch das Erleben dieser simulierten Umgebungen können die Piloten lernen, ihre Flugtechniken anzupassen und fundierte Entscheidungen unter realen Bedingungen zu treffen.



Abbildung 6 Steuerung mit Hintergrundbeleuchtung (Parrot Sphinx)

## 3.5 Ausbildung für Notfallmaßnahmen

Flugsimulatoren ermöglichen es den Nutzern auch, die Reaktion auf Notsituationen zu üben, ohne die Risiken eines realen Fluges eingehen zu müssen. So können beispielsweise simulierte Triebwerksausfälle, Fehlfunktionen der Steuerung oder ungünstige Wetterbedingungen simuliert werden, so dass die Piloten ihre Notfalleinsatzverfahren und Entscheidungsfähigkeiten entwickeln und verfeinern können.



Abbildung 7 Fehlfunktion der Drohne bei der Landung mit Wind (Zephyr-Simulation)

## 3.6 Kosten- und Zeiteffizienz

Das Erlernen des Fliegens von Drohnen mit Hilfe von Flugsimulatoren kann eine kosteneffiziente Alternative zum reinen Flugtraining in der realen Welt sein. Simulatoren machen den Kauf oder die Anmietung teurer Drohnen überflüssig und verringern das Risiko von Abstürzen und Ausrüstungsschäden während der Ausbildung. Außerdem kann das Simulatortraining leicht unterbrochen, zurückgesetzt und wiederholt werden, so dass die Lernenden bestimmte Manöver oder Szenarien wiederholt üben können, um ihre Fähigkeiten zu verbessern.

## 4. Nicht erschöpfende liste von drohnenflug- simulatoren

Bei der Entscheidung, welcher Simulator unseren Bedürfnissen am besten entspricht, müssen wir uns folgende Fragen stellen:

- Werden Sie den Simulator auf PC oder Mac verwenden?
- Üben Sie für den FPV-Flug oder die Sichtverbindung oder beides?
- Versuchen Sie, Ihre Fähigkeiten als Drohnenkameramann zu verbessern?
- Müssen Sie Ihre Videoaufnahmefähigkeiten mit Ihrer Drohne üben?
- Willst du mit ferngesteuerten Hubschraubern und Starrflüglern üben?
- Sind Sie auf der Suche nach einem Drohnenflug-Simulator nur zur Unterhaltung?
- Ist es für die gewerbliche Nutzung oder für die Freizeitgestaltung?

Einige Flugsimulatoren, die auf FPV-Rennflüge spezialisiert sind, sind in dieser Liste nicht enthalten, da sie für die Arbeit im Bausektor nicht relevant sind.

Die Simulatoren wurden von den Autoren dieses D4V-Dokuments nicht getestet.

## 4.1 PC-Flugsimulatoren

### ZEPHYR-DROHNENSIMULATOR

#### Eigenschaften

- Ausbildungsprogramm für Drohnenpiloten mit integrierten Tools für das Klassenraummanagement.
- Präzise Physik zur Nachbildung des realen Fluges.
- Die FAA-Richtlinien werden in die Flüge integriert, und die entsprechenden Warnhinweise werden in die Ausbildung einbezogen.
- Kontinuierliche Programmentwicklung und -aktualisierung, um neue Schulungsmodule und Flugzeuge einzubeziehen.
- Anpassbare Wettereinstellungen zur Verbesserung der Trainingserfahrung.
- Große Auswahl an anpassbaren Drohnenmodellen.
- FPV und VLOS Flugmodi verfügbar.

#### Vorteile

Der Zephyr-Drohnensimulator wurde speziell für die Ausbildung entwickelt und unterscheidet sich von den anderen Simulatoren auf dieser Liste dadurch, dass er die Kontrolle und das Feedback des Ausbilders einbezieht. Schüler, die an einem Schulungskurs teilnehmen, können ihre Flugstatistiken an einen Ausbilder senden, der sie überprüft und Feedback gibt. Der Simulator ist jedoch nicht auf den Einsatz im Klassenzimmer beschränkt, sondern kann auch von Fachleuten individuell genutzt werden.

Der Schwerpunkt der Ausbildung wird sogar auf den Bereich des Sicherheitstrainings ausgedehnt, mit in das Programm eingebauten FAA-Sicherheitsrichtlinien, damit die Piloten lernen, innerhalb der Parameter der FAA-Vorschriften zu arbeiten.

Die Physik und die Anpassungsfähigkeit machen das Programm zu einem präzisen und realistischen Trainingswerkzeug, das sich leicht auf reale Flüge übertragen lässt. Eine riesige Auswahl an Trainingsmodulen und -situationen macht Zephyr für fast jeden kommerziellen oder sogar Hobby-Drohnennutzer anwendbar.

Zephyr ist auch recht preisgünstig, wenn man bedenkt, dass es sich um einen professionellen Drohnen-Trainingssimulator handelt. Natürlich können Sie auch die kostenlose Testversion ausprobieren, bevor Sie entscheiden, ob dies der richtige Simulator für Sie ist.

#### Nachteile

Für diejenigen, die einfach alles in einem Paket haben wollen, kann die Preisstruktur von Zephyr (für den individuellen professionellen Kauf) ein wenig verwirrend sein. Eine Reihe verschiedener optionaler Zusatzmodule kann separat erworben werden, aber es kann schwierig sein, zu wissen, wo man anfangen soll. Wenn Sie mit der kostenlosen Testversion beginnen, können Sie herausfinden, welches Paket Sie benötigen.

Zephyr ist in erster Linie ein kommerzieller Drohnen-Trainingssimulator, und wenn Sie nur eine unterhaltsame Einführung in das virtuelle Fliegen einer Drohne suchen, ist er etwas teuer. Und wenn Sie in FPV-Rennen einsteigen wollen, bietet Zephyr diese Art von Flugtraining nicht an.

### **Kompatible Steuergeräte**

- Xbox 360-, Xbox One- und Playstation-Controller
- Spektrum DXe, Dx9, Dx6i
- Hobby King 6-CH RC Flugsimulator Controller
- Interlink Elite von Futaba
- FlySky FS-i6s, FS-T6
- Taranis FrSky X9D Plus
- Futaba: T6EX, T14SG, T8FG
- Inis+ FlySky FS-TH9x

## REALFLIGHT

### Eigenschaften

- Großartige Physik für ein realistisches Flugerlebnis.
- Über 170 verschiedene RC- und Drohnenmodelle.
- Über 40 verschiedene Flugplätze.
- Möglichkeit zum Hinzufügen und Bearbeiten von Flugzeugen und Flugplätzen für zusätzliche Anpassungen.
- Spielähnliche Herausforderungen, Multiplayer-Optionen und Kompatibilität mit VR-Headsets sorgen für zusätzlichen Spaß.
- Unterricht zur Entwicklung der fotografischen Fähigkeiten.

### Vorteile

Die hervorragenden physikalischen Eigenschaften des RealFlight RF9.5 Simulators machen ihn zu einem guten Trainingswerkzeug, das ein realitätsnahes Flugerlebnis vermittelt. Und die große Auswahl an realistischen Flugszenarien erhöht den Trainingsnutzen des Programms noch zusätzlich.

Herausforderungen und Lektionen machen das Lernen und Üben intuitiv und unterhaltsam und sorgen dafür, dass Sie sich mit dem Lernen beschäftigen. Flugtraining ist nicht das Einzige, was Sie im RealFlight-Simulator lernen können. Andere Lektionen im Programm helfen Ihnen auch, Ihre Fotografie- und Videofähigkeiten zu trainieren.

Die Kompatibilität mit einem Fernsteuerungsgerät ist ein großes Plus, da Sie damit üben können, einen echten Flugregler zu verwenden und nicht nur einen Spiele-Controller. Sie können den Spektrum-Controller kaufen, der mit dem Programm geliefert wird, oder einen eigenen verwenden, da eine ganze Reihe von Funkgeräten unterstützt wird.

### Nachteile

Dieser Flugsimulator ist ziemlich teuer, und das liegt zum großen Teil daran, dass er nicht nur ein Drohnensimulator ist, sondern eine riesige Auswahl an RC-Modellen enthält. Wenn RC Ihr Spiel ist, ist das ein Vorteil, aber wenn Sie sich nur für Drohnen interessieren und den Drohnenflug üben wollen, zahlen Sie für eine ganze Menge Simulatorfunktionen, die Sie nie benutzen werden.

Ein weiterer großer Nachteil ist, dass der RealFlight RF9.5-Simulator nur mit einem PC kompatibel ist, wenn Sie also einen Mac benutzen, haben Sie Pech.

### Kompatible Steuergeräte

- USB 2.0-Anschluss
- Kompatibler FM- oder FM-wählbarer Sender

## DRONESIMPRO

### Eigenschaften

- Die speziell entwickelte Flugmaschine ermöglicht es dem Simulator, die realen physikalischen Bedingungen des Drohnenflugs nachzubilden.
- Anpassbare Umgebungen mit realistischer Beleuchtung und Geländemerkmale.
- Zwei anpassbare Drohrentypen, darunter Phantom 2 und Phantom 3.
- Unterstützt USB-Controller für die Flugsteuerung.
- Zu den Flugszenarien gehören Hindernisparcours, ein Hausbrand und ein Flug im offenen Gelände.

### Vorteile

Der droneSimPro Drohnen-Flugsimulator bietet dank der Flug-Engine im Softwareprogramm ein ziemlich realistisches Flugerlebnis. Das macht das Gefühl und die Reaktion der Steuerungen genauer. Als Trainingsflug-Simulator ist dies wichtig, um Piloten den Übergang zum realen Drohnenflug zu erleichtern.

Viele der höherwertigen Trainingssimulatoren kosten viel mehr als das, ohne dass sich das tatsächliche Flugerlebnis in der realen Welt wesentlich verbessert.

Auch die Flugszenarien sind realistisch und befriedigend, vor allem dank der Möglichkeit, die Umgebungen individuell zu gestalten. Sie können fast jede Art von Szenario nachstellen, das Sie im echten Leben fliegen müssen, und das Fliegen zuerst im Simulator üben, egal ob es sich um ein brennendes Gebäude oder eine Turminspektion handelt. Dies ist ideal für die Ausbildung von Drohnenpiloten.

### Nachteile

Derzeit werden nur zwei Drohrentypen im Simulator nachgebildet, die Phantom 2 und die Phantom 3. Das ist zwar großartig, wenn Sie eine dieser Drohnen fliegen möchten, vermittelt aber nicht das gleiche Gefühl wie das Fliegen Ihres eigenen Drohnenmodells in einem Simulator. Weitere Drohnenmodelle sind für die Zukunft angekündigt.

Ein weiterer Nachteil ist die kurze Liste der unterstützten Steuerungen. Gaming-Controller sind zwar großartig, bieten aber nicht das gleiche Erlebnis wie das Erlernen des Fliegens mit einem echten Flugcontroller. Eine längere Liste mit kompatiblen Controllern soll bald folgen.

### Kompatible Steuergeräte

- Xbox Eins
- Xbox 360
- Xbox 360 (Marke Gamestop)
- Playstation 3

## PHOENIX R/C PRO FLUGSIMULATOR

Der Phoenix R/C Pro Flight Simulator ist bereits seit einiger Zeit auf dem Markt und hat sich unter Drohnenpiloten einen Namen gemacht.

Wie nicht anders zu erwarten, bietet der Phoenix-Simulator Simulationen für Drohnen, aber auch für andere ferngesteuerte Luftfahrzeuge, einschließlich Flugzeuge und Hubschrauber, an.

Der Phoenix Drohnenflug-Simulator ist einer der teuersten auf dieser Liste, aber es ist wichtig zu wissen, dass im Preis ein Spektrum DX6i Flugcontroller enthalten ist.

### Übersicht

- Geräte: Windows-PC
- Anpassbare Umgebung: Ja
- Anpassbarer Drohrentyp: Ja (über 200 Drohnen, Flugzeuge und Hubschrauber)

### Technische Daten & Details

- Interaktive Flugherausforderungen
- Voll funktionsfähige Instrumente in allen Cockpits
- Zum Lieferumfang gehören 2 CDs, 1 Spektrum DX6-Controller und eine 20-seitige Anleitung
- Anpassbare Einstellungen für Wind, Aussicht, Wolkendecke und Wärme
- Völlig neue Flugzeugphysik, die von Grund auf neu entwickelt wurde, und branchenführende Heli-Physik für ultimativen Realismus und Genauigkeit
- Ein voll funktionsfähiger Spektrum™ DX6i 6-Kanal DSMX® programmierbarer Sender ist im Lieferumfang enthalten
- Über 200 detailgetreu modellierte Helis, Flugzeuge, Wasserflugzeuge, Autogyros und mehr
- Cockpit- und Verfolgungskamera-Ansichten
- Völlig neue Lernvideos, die von Weltklasse-Piloten unterrichtet werden
- Realistische Geräusche, aufgenommen von echten Modellmotoren
- Dutzende von atemberaubenden Club-, Hangsegel- und Wasserflugplätzen mit Panoramablick

### Unterstützte Controller

- Wird mit eigenem Controller geliefert.

## 4.2 Smartphone-/Tablet-Simulatoren für Android oder ios

### QUADCOPTER FX SIMULATOR

Der Quadcopter FX Drohnenflug-Simulator ist der günstigste in dieser Liste. Sie können auch eine eingeschränkte Version der App kostenlos ausprobieren, um zu sehen, ob sie Ihnen gefällt.

Obwohl der Quadcopter FX-Simulator nicht die gleiche Vielseitigkeit wie andere Simulatoren hat, wurde er von den Nutzern auf Google Play gut bewertet und könnte ein guter Einsteiger-Simulator für diejenigen sein, die gerade erst anfangen, das Fliegen einer Drohne zu lernen (oder das Fliegen zu simulieren).

#### Übersicht

- Geräte: Windows-PC oder Mac
- Anpassbare Umgebung: Nein
- Anpassbarer Drohnentyp: Nein

#### Technische Daten & Details

- Die Simulation basiert auf einer echten physikalischen Modellierung des Fluges eines Quadcopters
- Verschiedene Kameratypen - FPV, stabilisierter Gimbal, Verfolgung und Augenhöhe
- Verschiedene Einstellungen - Empfindlichkeitsregelung, automatische Stabilisierung, Gewicht, statisch/dynamisch
- Schubkraft, Luftwiderstand, PID, dynamischer Wind und mehr
- Acro/Acro 3D-Modus
- Pitch, Roll, Heading, Höhe und Geschwindigkeit in Echtzeit.
- Kompatibel mit Google Cardboard VR

#### Unterstützte Controller

- Funktioniert mit allen Standard-Drohnen-Controllern

## REALFLIGHT MOBILE

Die App kann kostenlos heruntergeladen werden und enthält zwei Flugzeuge, die nicht bezahlt werden müssen. Leider sind das beides RC-Flugzeuge. Alle Drohnenmodelle kosten Geld, um sie freizuschalten. Es ist empfehlenswert, das Freischaltpaket zu kaufen, da man für den Preis von vier einzelnen Drohnen-Freischaltungen alles freischalten kann.

Das Spiel ist standardmäßig auf Modus 2 eingestellt, aber Sie können in den Einstellungen zu anderen Modi wechseln.

Im Gegensatz zu einigen anderen mobilen RC-Simulationen, die ich ausprobiert habe, hat RealFlight eine vollständig gerenderte Flightbox. Nicht nur ein Flugzeug und dann ein großes Foto, das als Hintergrund aufgeblasen wird. Das bedeutet, dass alle Bäume, Felsen und andere Dinge, die Sie in der Landschaft sehen, echte 3D-Modelle sind, hinter denen Sie fliegen können und oft auch in sie hinein.

Natürlich fühlt sich die Touchscreen-Steuerung nicht so an, als würde man echte Sticks verwenden, aber zumindest haben die Entwickler es sich einfacher gemacht, indem sie nicht verlangen, dass die Finger auf den eigentlichen Sticks liegen. Stattdessen stellt jede Hälfte des Bildschirms einen Stick dar, und Sie können überall in jeder Hälfte Eingaben machen.

Sie können den Realismus und die Hilfestellungen je nach Ihren Fähigkeiten anpassen und nach einem Absturz sofort wiederherstellen. Alles in allem ist Realflight Mobile eine großartige kleine Simulation für nicht viel Geld. PhoenixRC hat nichts Vergleichbares im mobilen Bereich.

# 5. Hauptfunktionen flugsimulator

## 5.1 Anschließen der Fernsteuerung

Ein Flugsimulator ist mit vielen Fernsteuerungen (R/C) kompatibel. Er kann auch in der Software mit der Tastatur bedient werden. Schließen Sie die DJI-Fernsteuerung über ein USB-Kabel an den Computer an. Schalten Sie die Fernsteuerung ein und sie ist bereit für den Einsatz im Flugsimulator. Wenn Ihr Controller keinen USB-Anschluss hat, können Sie die Drohne mit der Tastatur steuern, aber es wird kein echtes Flugtraining sein.

Einige Simulatoren benötigen eine eigene Fernsteuerung.

### Anmeldebildschirm

Dies ist die Seite, zu der der Launcher führt. Auf dieser Seite können Sie sich mit einer Maus ein- und ausloggen, Einstellungen konfigurieren und FAQ und Anleitungen einsehen.



Abbildung 8 DJI Simulator Hauptbildschirm

### Flug-Modelle

Wählen Sie ein Flugmodell zur Verwendung in den Trainingsmodulen

Verwenden Sie die Fernbedienung oder die Tastatur, um zwischen verschiedenen Abschnitten und POVs zu wechseln.

- grundlegende Merkmale des Flugzeugs,
- Spezifikationen,
- verfügbare Befehle.

Verwenden Sie die Fernbedienung oder die Tastatur, um das Flugzeug zu bedienen oder Einstellungen in den Modulen zu ändern. Siehe detaillierte Anweisungen unten. Diese Anleitungen können auch im Anmeldebildschirm (Option > Anleitung) oder im Hauptbildschirm (Einstellungen > Fernsteuerung und Tastatur) angezeigt werden.

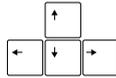
Aktion	Befehl Fernbedienung	Befehl Tastatur
Wechsel Flugobjekt	Linker Stick	A/D
Funktionen anzeigen	Linker Stick	W/S
POV einstellen	Rechter Stick	
Wechsel Zubehör	Videoaufzeichnungstaste	Leertaste

Abbildung 9 Befehle Bedienung und Tastatur

## 5.2 Module der Grundausbildung

In diesem Abschnitt werden alle Module und die entsprechenden Modi und Stufen vorgestellt. In einigen spezifischen Szenarien oder mit bestimmten Flugzeugen sind weitere Aktionen verfügbar.

Wählen Sie auf dem Hauptbildschirm Skills Training und dann ein Flugzeug, um ein Training auszuwählen. Skills Training umfasst Tutorials, Pilotenkurse und verschiedene Tests.

### TUTORIALS - DER HAUPTKURS

Lernen Sie die Grundlagen des Drohnenpiloten.

Es gibt verschiedene Schwierigkeitsgrade, um sich zu schulen. Versuchen Sie es zunächst mit der niedrigsten Stufe und steigern Sie diese nach und nach.

Es gibt mehrere Stufen:

- Grundlegende Flugfähigkeiten
- Schießfertigkeiten
- Freier Flugmodus

### TESTS - ZUR SELBSTBEURTEILUNG UND ZUM FORTSCHRITT

#### SCHWEBEN-TEST

Der Schwebetest bietet eine Reihe von virtuellen Testbedingungen, die Ihnen dabei helfen, Ihre Schwebeflugfähigkeiten zu testen und zu verbessern.

Es gibt mehrere Stufen:

- Einzelziel, mehrere Ziele
- Schweben in fester Ausrichtung, Schweben in vier Richtungen
- Einzelziel mit Wind, mehrere Ziele mit Wind
- Schwebeflug in vier Richtungen mit Wind

Der Schwierigkeitsgrad nimmt mit jeder Stufe zu, wobei auch die Wirkung des Windes berücksichtigt wird.

#### FLY TRACK TEST

Bei diesem Test werden Ihre Fähigkeiten zur Beherrschung des Flugzeugs überprüft. Sie müssen die vorgegebene Strecke abfliegen.

Es gibt verschiedene Strecken:

- Quadratische Strecke
- Rechteckige Strecke
- Ring-Strecke
- Doppelte Ringbahn
- zufällig...

Der Schwierigkeitsgrad steigt mit jedem Level an.

Das System zeigt die tatsächliche Flugroute des Flugzeugs an und vergleicht sie mit der voreingestellten Standardflugroute, um eine Punktzahl zu berechnen. Bei dieser Übung muss der Benutzer die Parallaxe überwinden, die auch im realen Flug existiert.

### **MODUL FREIFLUG**

Wählen Sie im Hauptbildschirm die Option Freiflug, und wählen Sie dann ein Flugzeug, um ein Szenario auszuwählen. Der Freiflug umfasst verschiedene Situationen: Stadt, Land, Hangar, Berg, Wald, Tunnel...

## 5.3 Modul Anwendertraining

Mit dem Modul Anwendungstraining können Sie ein professionelles Vorgehen üben. Wählen Sie ein Trainingsszenario und lernen Sie ohne Risiko die Grundlagen einer professionellen Arbeit mit Ihrer Drohne.

### Stromleitungsinspektion

Simulieren Sie eine Inspektion einer Stromleitung.

Es gibt 2 Stufen: Kennenlernen des Strommastes und praktische Inspektion.

### Suche und Rettung

Verstehen und üben Sie den Suchprozess und bereiten Sie sich auf einen echten SAR-Einsatz vor.

### Bildaufnahme und Videoaufzeichnung

In der FPV- oder Fernsteuerungsansicht der Drohne können Sie mit der Fernbedienung oder der Tastatur Fotos und Videos aufnehmen. Betrachten Sie die Fotos und Videos in der Galerie auf dem Hauptbildschirm oder in der Pausenansicht.

Aktion	Befehl Fernbedienung	Befehl Tastatur
Foto	Auslösetaste	H
Start/stop video	Videoaufzeichnungstaste	L

Abbildung 10 Befehle Kamera Bedienung und Tastatur

### Signalstörung

In einigen Szenarien kann es zu zufälligen Störungen kommen, die sich auf die Bildgebung oder die Steuerung auswirken können. Dies soll den Nutzern helfen, ihre Reaktionsfähigkeit im Notfall zu trainieren. Die Bildanzeige kann verschwommen sein oder ganz ausfallen. Außerdem kann es zu einer Verzögerung bei der Steuerung oder zu Signalunterbrechungen kommen.

## 5.4 POVs wechseln

### Drone Follow View:

Die Videokamera des Flugsimulators befindet sich hinter dem Fluggerät, um dessen Bewegungen zu verfolgen. Der Benutzer kann die Richtung der Videokamera nicht einstellen.

### Drohne FPV:

Drone FPV ist das, was die Flugzeugkamera sieht. Die Echtzeit-Aufnahmen der Flugzeugkamera werden zusammen mit dem Bildschirm der App angezeigt. Der App-Bildschirm ist eine Kopie der Ansicht in der Virtual-Reality-Brille. Der Benutzer kann die Statusanzeige auf dem Bildschirm sehen, die einzigen anpassbaren Einstellungen sind die Kameraeinstellungen. Beschreibungen der App-Anzeige finden Sie im entsprechenden Flugzeug-Benutzerhandbuch. Einige Simulatoren sind mit VR-Brillen kompatibel.

### Pilot FPV:

Pilot FPV ist die Perspektive des Piloten, der vom Boden aus auf das Flugzeug blickt. Sie ähnelt der Perspektive beim Betrieb des Flugzeugs in der realen Welt... ohne 3D: Es gibt nur einen Bildschirm, aber in der Realität haben Sie zwei Augen, um den Abstand zwischen Ihrer Drohne und Hindernissen zu erfassen.

### Fernsteuerungs-Ansicht:

Die Fernsteuerungsansicht ist die Sicht auf die Handfernsteuerung aus der Perspektive des Piloten.

In dieser POV ist das Display das Mobilgerät mit dem App-Bildschirm darauf. Der App-Bildschirm ist fast ein Duplikat der Fernbedienung. Die Benutzer können die Statusanzeige auf dem Bildschirm sehen, die einzigen anpassbaren Einstellungen sind die Kameraeinstellungen. Beschreibungen der App-Anzeige finden Sie im entsprechenden Benutzerhandbuch des Flugzeugs.

### Personen-Ansicht:

Die 3rd-Person-Ansicht betrachtet den Piloten aus der Perspektive der dritten Person.

In dieser POV wird der Pilot gesteuert. Der Benutzer kann seine Position steuern, um eine Änderung der Bewegung des Piloten im wirklichen Leben zu simulieren.

Aktion	Befehl Fernbedienung	Befehl Tastatur
Vorwärts	Linker Stick Aufwärts	W
Rückwärts	Linker Stick Abwärts	S
Links	Linker Stick Links	A
Rechts	Linker Stick Rechts	D
Springen	Videoaufzeichnungstaste	Leertaste

Abbildung 11 Befehle Navigieren Bedienung und Tastatur

## 5.5 Funktionen des Flugobjektes

### Flugmodi

In einigen Flugsimulatoren gibt es drei Flugmodi, die oft als Positionsmodus, Fluglagemodus und Sportmodus bezeichnet werden (die Namen können variieren).

**Positionsmodus (GPS):** Das Flugzeug verwendet GNSS oder Vision Positioning System zur Positionsbestimmung. Es ermöglicht dem Flugzeug, präzise zu schweben und automatisch zu bremsen.

**Fluglage-Modus (kein GPS):** Weder das GNSS noch das Vision Positioning System werden für die Positionierung verwendet. Das Flugzeug kann nur die Fluglage beibehalten. In diesem Modus ist es wesentlich schwieriger, das Fluggerät zu steuern.

**Sport-Modus (hohe Geschwindigkeit):** Das Fluggerät verwendet GNSS oder Vision Positioning System zur Positionsbestimmung. Es ermöglicht dem Flugzeug, präzise zu schweben und automatisch zu bremsen. Das Fluggerät fliegt mit einer hohen Geschwindigkeit. Gehen Sie mit Vorsicht vor.

### Kollisions-Feedback

Das Flugzeug stürzt in der Simulation ab, wenn es mit Objekten wie Gebäuden und Bäumen kollidiert. Es werden zwei Arten von Rückmeldungen gegeben: Die Position des Flugzeugs wird zurückgesetzt oder die Mission schlägt fehl. Die Benutzer können die Mission nach dem Zurücksetzen fortsetzen oder nach dem Scheitern neu starten.

### Rückkehr nach Hause (RTH)

Es gibt drei Arten von RTH: Smart RTH, Low Battery RTH und Verbindung RTH.

#### Smart RTH

**RTH eingeben:** Halten Sie die RTH-Taste auf der Fernbedienung gedrückt oder drücken Sie eine Taste auf der Tastatur und bestätigen Sie dann, um RTH einzugeben. Das Flugzeug kehrt automatisch zum Startpunkt zurück. Die Steuerung des Flugzeugs ist während RTH nicht möglich.

**RTH abbrechen:** Drücken Sie die RTH-Taste auf der Fernbedienung oder die Taste auf der Tastatur und bestätigen Sie dann, um RTH abzubrechen. Das Fluggerät schwebt an Ort und Stelle, und der Benutzer erhält die Kontrolle zurück.

#### RTH bei niedriger Batteriespannung

**RTH eingeben:** Low Battery RTH wird ausgelöst, wenn der Akku so weit entladen ist, dass die sichere Rückkehr des Flugzeugs beeinträchtigt werden kann. Das Fluggerät kehrt automatisch zum Startpunkt zurück. Die Steuerung des Fluggeräts ist während des RTH nicht möglich.

**RTH abbrechen:** Drücken Sie die RTH-Taste auf der Fernbedienung oder die Taste auf der Tastatur und bestätigen Sie dann, um RTH abzubrechen. Das Fluggerät schwebt an Ort und Stelle, und der Benutzer erhält die Kontrolle zurück.

Nach dem Abbrechen von RTH bei niedrigem Batteriestand landet das Fluggerät automatisch, wenn der Batteriestand auf 10 % sinkt.

### **Verbindung RTH**

RTH eingeben: Verbindung RTH wird automatisch aktiviert, wenn das Fernsteuersignal verloren geht. Das Fluggerät kehrt automatisch zum Startpunkt zurück.

RTH abbrechen: Wenn während des ausfallsicheren RTH das verlorene Fernsteuersignal gefunden wird, drücken Sie die RTH-Taste auf der Fernbedienung oder die Taste auf der Tastatur und bestätigen Sie dann, um RTH abzubrechen. Das Fluggerät schwebt an Ort und Stelle, und der Benutzer erhält die Kontrolle zurück.

## 5.6 Anzeige

### Minimap

In der Drone Follow View oder Pilot FPV wird die Miniaturansicht des Standorts der Drohne als Minimap in der unteren rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.

Es ist möglich, die Minimap-Anzeige zu öffnen oder zu schließen. Der Startpunkt und die Flugroute werden auf der Minimap angezeigt.

### Flugroute

Mit dieser Funktion können Sie sich die Flugroute in der Luft anzeigen lassen.

Drücken und halten Sie die entsprechende Taste auf der Fernbedienung oder die entsprechende Taste auf der Tastatur, um die Flugroute ein- oder auszublenden.

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Lotsen in Sichtweite (agrilaneta.com).....	9
Abbildung 2 Blickwinkel aus der Nähe (uavcoach.com DRL-Simulation) .....	9
Abbildung 3 realistische Darstellung (Parrot Sphinx) .....	10
Abbildung 4 sich nähernde elektrische Leitungen (DJI).....	10
Abbildung 5 fotografischer Auftrag (simnet academy).....	11
Abbildung 6 Steuerung mit Hintergrundbeleuchtung (Parrot Sphinx) .....	12
Abbildung 7 Fehlfunktion der Drohne bei der Landung mit Wind (Zephyr-Simulation).....	13
Abbildung 7 DJI Simulator Hauptbildschirm.....	22
Abbildung 7 Befehle Bedienung und Tastatur .....	23
Abbildung 7 Befehle Kamera Bedienung und Tastatur.....	26
Abbildung 11 Befehle Navigieren Bedienung und Tastatur.....	27

## Liste der tabellen

leer