



DRONES4VET



Co-funded by  
the European Union

# Handbuch für ausbilder

Drohnen für das baugewerbe,  
Ein leitfaden für effektives lehren mit  
Drones4VET modulen



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



DRONES4VET PROJECT



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. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.2 Zweck des Handbuchs.....	2
1.3 Allgemeine Informationen und benötigte Fähigkeiten (Trainer).....	3
<b>2. Überblick über Module und Lehrplanung</b> .....	<b>5</b>
2.1 Module und Lernziele.....	5
2.2 Strukturierung Lehrgang /-plan.....	11
2.3 Integration von Fallstudien Anwendungen.....	13
<b>3. Schaffung einer positiven Lernumgebung</b> .....	<b>14</b>
3.1 Einrichtung und Organisation des Hörsaals.....	14
3.2 Indoor und Outdoor Einsatz.....	23
<b>4. Lehrmethoden</b> .....	<b>29</b>
4.1 Traditionelle vs. progressive Lehrmethoden.....	29
4.2 Anpassung an unterschiedliche Lernstile.....	32
4.3 Technik im Schulungsraum.....	34
4.4 Technologie für E-Learning-Sitzungen.....	36
<b>5. Zusammenarbeit und Kommunikation</b> .....	<b>38</b>
5.1 Zusammenarbeit.....	38
5.2 Kommunikation:.....	40
5.3 Durchführung.....	41
<b>6. Hard- and Software technology for Drones4VET</b> .....	<b>42</b>
<b>7. Bewertung und Feedback für einen effektiven Unterricht</b> .....	<b>49</b>
7.1 Verschiedene Arten von Beurteilungen zur Bewertung des Lernens .....	50
7.2 Feedback und Verbesserung.....	53
<b>Verzeichnisse</b> .....	<b>54</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>55</b>

## **Teilnehmer und Verfasser des Erasmus+ Projekts DRONES4VET.**

### **Das HEREC Okzitanien Frankreich EQM-Team :**

Régis Lequeux - Lehrer für Bauingenieurwesen, Lycée Dhuoda, Nîmes - Koordinator der 10 Module.

Nicolas Privat - Lehrer für Bauingenieurwesen, Lycée Dhuoda, Nîmes

Eric Remola - Lehrer, Lycée Dhuoda, Nîmes

Nicolas Vassart - Lehrer, Doktorand, Lycée Dhuoda, Nîmes.

Valerie Poplin - CMQE HEREC Operative Leiterin.

### **Das Team von MTU Ireland: die beiden Koordinatoren der Auffrischungs- und Nachbereitungssitzungen für die Lehrer.**

Sean Carroll, Chartered Structural Engineer, Dozent

Michal Otreba PhD, Dozent und Forscher.

### **FH Kufstein:**

Emanuel Stocker, Professor (FH), Koordinator des Handbuchs.

### **Das Team des CRN Paracuellos - Träger des Projekts**

José Manuel García del Cid Summers, Direktor CRN

Daniel Sanz, Direktor von Dron-Arena

Jorge Gómez Sal, Leiter der technischen Abteilung

Fernando Gutierrez Justo, Autonome Gemeinschaft Madrid.

### **BZB Düsseldorf:**

Schilaski Marcus, Projektleiter

### **Verwaltung DEX-Erasmus**

Ainhoa Perez

Ignacio Gomez Arguelle

Diego Diaz Mori

Ivan Corbat

# 1. Einleitung

Drones4VET adressiert eine identifizierte Lücke in der Ausbildung im Bauwesen. Bis heute konzentrierte sich das Ausbildungsangebot hauptsächlich auf die Beherrschung traditioneller Techniken, die hauptsächlich auf manueller und vor Ort durchgeführter Überwachung und Bewertung von Bauwerken und Baustellen basieren. Dieser Ansatz hat sich in den letzten Jahrzehnten im Wesentlichen nicht geändert. Das Aufkommen neuer Technologien, sowohl aus der Sicht der Software/Anwendungen als auch der Hardware/Geräte, hat die Dynamik des Sektors grundlegend verändert.

Das Projekt umfasst die Entwicklung von 10 Schulungsmodulen für den Einsatz von Drohnen im Bauwesen. Es wird durch das Erasmus+ Programm der Europäischen Union unter der Referenznummer 2021-1-ES01-KA220-VET-000033094 finanziert.

Projektpartner:

## COMMUNITY OF MADRID-D.G. TRAINING-CFTIC



Comunidad  
de Madrid

Dirección General de Formación  
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA,  
HACIENDA Y EMPLEO

## CMQ Excellence Occitanie



CAMPUS  
DES MÉTIERS  
ET DES  
QUALIFICATIONS  
D'EXCELLENCE

Habitat, énergies renouvelables  
et éco-construction  
Occitanie

## BILDUNGSZENTREN DES BAUGEWERBES E.V. (BZB)



**BZB**

Bildungszentren des  
Baugewerbes e.V.

## DESARROLLO DE ESTRATEGIAS EXTERIORES (DEX)



Desarrollo de Estrategias Exteriores

## MUNSTER TECHNOLOGICAL UNIVERSITY (MTU)



**MTU**

Ollscoil Teicneolaíochta na Mumhan  
Munster Technological University

## UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES FH KUFSTEIN TIROL (FHKU)



Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

## 1.2 Zweck des Handbuchs

Der Inhalt ermöglicht es dem Lehrer/Trainer, Kursmaterialien auf der Grundlage der 10 Drones4VET Module zu entwickeln, unter Berücksichtigung der Zielgruppe, der Lernziele und der durchführbaren Methodik, einschließlich didaktischer Reduktion. Verweise auf einzelne Module sowie kurze Inhaltsbeschreibungen sind in dieser Hinsicht hilfreich.

Insbesondere für verschiedene Zielgruppen (Bauausbilder/Handwerker) beschreibt oder erklärt das Handbuch die zu vermittelnde Technologie in allen Aspekten einfach (verständlich) und „so prägnant wie möglich“.

Das primäre Ziel dieses Handbuchs ist es, Lehrer und Trainer im Bereich auszurüsten, indem es ihnen die notwendigen Werkzeuge zur Verfügung stellt, um Kursmaterialien effektiv zu entwickeln, die auf unterschiedliche Zielgruppen zugeschnitten sind. Durch die Bereitstellung von Einblicken in die Feinheiten der Bildungsplanung dient der Inhalt als Leitfaden für Lehrer, um ihre Lehrstrategien strategisch auf die einzigartigen Bedürfnisse der Teilnehmer abzustimmen. Dies erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung der Lernziele der Zielgruppe und die Anwendung machbarer Methoden mit einem speziellen Fokus auf didaktische Reduktion zur Verbesserung der Gesamteffektivität des Bildungsprozesses.

Das Handbuch soll praktische Unterstützung bieten, indem es Verweise auf einzelne Drones4VET Module im Kurs enthält. Diese Verweise, begleitet von kurzen Inhaltsbeschreibungen, dienen als wertvolle Ressourcen für Lehrer, die ihre Lehrmaterialien anpassen möchten. Durch die Einbeziehung dieses Features zielt das Handbuch darauf ab, einen reibungslosen und effizienten Kursentwicklungsprozess zu ermöglichen, sodass Lehrer leicht durch den Inhalt navigieren und fundierte Entscheidungen bezüglich der Auswahl und Präsentation von Lernmaterialien treffen können.

Darüber hinaus erkennt das Handbuch die Vielfalt der Zielgruppen innerhalb der Bildungslandschaft an, mit besonderem Schwerpunkt auf Bauausbilder und Handwerker. Für diese spezifischen Zielgruppen geht der Inhalt über eine bloße Beschreibung der Technologie hinaus; er bietet eine umfassende Erklärung des Themas in einer einfachen und leicht verständlichen Weise. Das übergeordnete Ziel ist es, technische Konzepte so zu präsentieren, dass sie sowohl zugänglich als auch prägnant sind und den einzigartigen Lernstilen und Anforderungen der Personen in diesen Berufen gerecht werden. Dies stellt sicher, dass die vermittelte Technologie nicht nur verständlich, sondern auch hochrelevant und anwendbar für die praktischen Aspekte ihrer Arbeit ist, was letztlich das gesamte Bildungserlebnis sowohl für Lehrer als auch für Teilnehmer verbessert.

## 1.3 Allgemeine Informationen und benötigte Fähigkeiten (Trainer)



Abbildung 1: Trainer mit Drohnenbeispiel (KI generiert - Adobe Firefly)

Ein Trainer für Drohnenschulungen zu sein, erfordert eine Kombination aus technischem Wissen, Lehrfähigkeiten und Branchen-kenntnissen. Hier ist eine Liste wesentlicher Fähigkeiten:

- **Technische Kompetenz:** Ein tiefes Verständnis der Drohnentechnologie, einschließlich Komponenten, Betrieb, Wartung und Fehlersuche. Dazu gehört Wissen über verschiedene Arten von Drohnen (Festflügel, Multirotor, Hybrid), deren Fähigkeiten und Einschränkungen.
- **Regulatorisches Wissen:** Vertrautheit mit lokalen und internationalen Drohnenvorschriften und -gesetzen. Dies umfasst das Verständnis von Luftraumbeschränkungen, Lizenzanforderungen, Sicherheitsprotokollen und Versicherungen.
- **Flugerfahrung:** Praktische Erfahrung im Fliegen von Drohnen in verschiedenen Umgebungen und Bedingungen. Trainer sollten in der Lage sein, Drohnen sicher und effektiv zu steuern und Manöver und Techniken den Teilnehmern vorzuführen.
- **Risikomanagement:** Fähigkeit, Risiken im Zusammenhang mit Drohnenoperationen zu bewerten und zu mindern. Dies umfasst das Verständnis von Gefahren wie Wetterbedingungen, Hindernissen und potenziellen Interferenzen mit anderen Flugzeugen.
- **Kommunikationsfähigkeiten:** Klare und effektive Kommunikation ist unerlässlich, um technische Informationen und Anweisungen an die Teilnehmer zu vermitteln. Trainer sollten in der Lage sein, komplexe Konzepte prägnant und verständlich zu erklären.
- **Instruktionsdesign:** Fähigkeit, Schulungsprogramme und Materialien zu entwerfen, die auf unterschiedliche Fähigkeitsstufen und Lernstile zugeschnitten sind. Dies umfasst die Erstellung von Unterrichtsplänen, Präsentationen und praktischen Aktivitäten zur Verstärkung der Lernziele.

- **Sicherheitsbewusstsein:** Die Priorisierung der Sicherheit ist von größter Bedeutung bei Drohnenoperationen. Trainer sollten eine sicherheitsorientierte Denkweise bei den Teilnehmern fördern und die Bedeutung der Einhaltung von Protokollen und bewährten Praktiken zur Verhinderung von Unfällen und Verletzungen betonen.



# 2. Überblick über Module und Lehrplanung

## 2.1 Module und Lernziele

Tabelle 1: Überblick über die Module













Niveau	Nr	Icon	Modulname
Grundlagen	1		DROHNENREGULIERUNG
	2		FLUGPLANUNG UND BERICHTERSTATTUNG
	3		DROHNENDYNAMIK UND WARTUNG
	4		FLUGSIMULATOR
	5		FLUGPRAXIS
Fortgeschritten	6		GEOLOKALISIERUNG
	7		PHOTOGRAMMETRIE
	8		THERMOGRAPHIE
	9		LIDAR
	10		BILDER FÜR GUTACHTEN

Tabelle 2: Module und Lernziele

Nr	Modulname	Ziel	Lernziele	Vorschlag Umsetzung / Beurteilung
1	DROHNENREGULIERUNG 	<p>Dieses Modul behandelt die Informationen, die der Teilnehmer benötigt, um ein grundlegendes Verständnis der relevanten UAS-Regelungen für den sicheren Betrieb von Drohnen in Europa zu erlangen. Es wird die relevanten Drohnenkategorien (Offen, Spezifisch &amp; Zertifiziert) identifizieren und beschreiben, denen eine bestimmte Drohnenoperation gemäß den UAS-Regelungen zuzuordnen ist. Es wird Schlüsselterminologie im Zusammenhang mit den UAS-Regelungen in Bezug auf den sicheren Betrieb von Drohnen in Europa identifizieren. Schließlich wird es helfen, ein Verständnis der verschiedenen Risikoabschätzungsmethoden (SORA, PDRA usw.) und Minderungsmaßnahmen zu entwickeln, die eingesetzt werden können, um sicherzustellen, dass Drohnenoperationen sicher durchgeführt werden können.</p>	<p><b>1</b> Der Teilnehmer wird Kenntnisse über die europäische Aufsichtsbehörde erlangen.</p> <p><b>2</b> Kenntnisse über die Kategorien Offen, Spezifisch und Zertifiziert erlangen.</p> <p><b>3</b> Verschiedene Betriebsszenarien verstehen und unterscheiden.</p> <p><b>4</b> Verständnis für die Verantwortlichkeiten und die Haftung von UAV-Betreibern gewinnen.</p>	<p><b>Umsetzung:</b> Hörsaal oder Online</p> <p><b>Bewertung:</b> Klausur</p>
2	FLUGPLANUNG UND BERICHTERSTATTUNG 	<p>Das Modul behandelt die Informationen, die der Teilnehmer benötigt, um ein grundlegendes Verständnis der Flugplanung und Berichterstattung in Europa zu erlangen. Es wird helfen, Schlüsselterminologie im Zusammenhang mit der Flugplanung und Berichterstattung zu identifizieren und zu beschreiben. Es wird die verschiedenen Phasen der Flugplanung (Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung) abdecken und die Bedeutung der Einhaltung der relevanten Regelungen und bewährten Praktiken hervorheben. Schließlich wird es helfen, ein Verständnis der verschiedenen Methoden der Flugberichterstattung und der Bedeutung der genauen und rechtzeitigen Berichterstattung zu entwickeln.</p>	<p><b>1</b> Der Teilnehmer erwirbt Kenntnisse über relevante Drohnenflugvorschriften und Sicherheitsprotokolle</p> <p><b>2</b> Drohnenflüge planen, z.B. Routenplanung</p> <p><b>3</b> Der Teilnehmer ist in der Lage, umfassende Flugberichte zu verfassen und Flugdaten zu analysieren</p>	<p><b>Umsetzung:</b> Hörsaal</p> <p><b>Bewertung:</b> Klausur und Hausübung</p> <p>Flugplanung und Berichterstattung: Übungen / Bericht als Hausübung</p>

<p>3</p>	<p>DROHNENDYNAMIK UND WARTUNG</p> 	<p>Dieses Modul ist in zwei Hauptteile unterteilt: Kapitel 1, 2 und 3: Grundlegendes Wissen darüber, wie die Drohne aerodynamische Kräfte zum Fliegen nutzt, mit einfachen Informationen zur Flugmechanik. Danach folgt eine Beschreibung der Rolle und Funktion der verschiedenen Flugkomponenten einer Drohne. Schließlich die allgemeine Bedienung des Joysticks. Kapitel 5 und 6: Wie man die Drohne in gutem Zustand für den Flug hält und die Wartungsarbeiten nach einem professionellen Plan aufzeichnet. Das Modul konzentriert sich auf die Multirotor-Drohne und richtet sich an Piloten der Grundstufe. Physik wird nicht behandelt, nur praktische Fragen.</p>	<p><b>1</b> Wissen über die Flugweise von Drohnen zu erlangen</p> <p><b>2</b> die Komponenten eines Quadrocopter-Drohnen systems zu kennen</p> <p><b>3</b> ein Wartungsprogramm zu bedienen</p>	<p><b>Umsetzung:</b> Hörsaal</p> <p><b>Bewertung:</b> Klausur und Hausübung</p> <p>Bsp. Aktivitäten der Wartung</p>
<p>4</p>	<p>FLUGSIMULATOR</p> 	<p>Dieses Modul behandelt die Verwendung von Flugsimulatoren zur Verbesserung der Flugfähigkeiten und zur Vorbereitung auf reale Drohnenoperationen. Es wird helfen, die verschiedenen Arten von Flugsimulatoren und ihre Anwendungen zu identifizieren und zu beschreiben und ein Verständnis der Vorteile und Einschränkungen der Verwendung von Flugsimulatoren zu entwickeln. Es wird auch die verschiedenen Trainingsmethoden und Szenarien abdecken, die mit Flugsimulatoren verwendet werden können, um die Flugfähigkeiten der Teilnehmer zu verbessern.</p>	<p><b>1</b> Der Teilnehmer wird Kenntnisse über die verschiedenen Arten von Flugsimulatoren und ihre Anwendungen erlangen.</p> <p><b>2</b> Die verschiedenen Trainingsmethoden und Szenarien verstehen, die mit Flugsimulatoren verwendet werden können.</p> <p><b>3</b> In der Lage sein, Flugsimulatoren effektiv zu nutzen, um die Flugfähigkeiten zu verbessern.</p>	<p><b>Umsetzung:</b> Hörsaal (PC-Raum)</p> <p><b>Bewertung:</b> Verschiedene Flugmissionen absolvieren</p>

5	<p>FLUGPRAXIS</p> 	<p>Dieses Modul ermöglicht es Ihnen, die Kontrolle über die Drohne von einem Anfänger-Level zu einem ersten Schritt zu nehmen, der es Ihnen ermöglicht, in der offenen Kategorie Unterkategorie A2 zu fliegen, wo ein Selbstlernflugkurs absolviert werden muss. Es wird eine gesicherte Flugzone vorgeschlagen, in der alle Übungen stattfinden. Die Flüge sind rein utilitaristischer Natur, mit dem Ziel, manuelle Fotos zu machen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Photogrammetrie</li> <li>- Begutachtung von Bauwerken</li> <li>- Thermografie</li> <li>- Lidar</li> </ul> <p>Hinweis: Das Modul ist für einen Lehrer geschrieben, der es seinen Schülern erklärt, aber ein Schüler kann auch alleine üben, indem er das Modul befolgt.</p>	<p><b>1</b> Die Funktionen des Joysticks kennen</p> <p><b>2</b> Beherrschung der manuellen Drohnensteuerung</p> <p><b>3</b> Beherrschen der Drohnensteuerung für Photogrammetrie, Lidar, Thermographie und Gebäudeexpertise</p>	<p><b>Umsetzung:</b> Hörsaal (Missionsformular vorbereiten) Flug auf gesichertem Platz</p> <p><b>Bewertung:</b> Praktische Umsetzung anhand der Fähigkeiten (1-4, 1=Anfänger bis 4=Fortgeschritten)</p>
6	<p>GEOLOKALISIERUNG</p> 	<p>Dieses Modul ermöglicht es Ihnen, die Koordinatensysteme zu verstehen, die zur Lokalisierung von Punkten auf der Erde verwendet werden. Es erklärt, wie eine Karte in einem Projektionssystem erstellt wird. Es ermöglicht Ihnen die Geolokalisierung von terrestrischen Beobachtungen. Um Informationen auf der Erdoberfläche zu lokalisieren, ist es notwendig, ein Positionierungs- und Kartensystem System. Dazu sind Begriffe aus der Geodäsie notwendig, wie - die Definition eines geodätischen Bezugsrahmens (Ellipsoid, Nullmeridian)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Wahl eines Projektions- und Koordinatensystems (geographisch oder planar)</li> <li>- die Wahl eines Höhenbezugssystems (Geoid).</li> </ul> <p>Das Modul erklärt auch, wie ein globales Navigationssatellitensystem ("GPS") funktioniert und wie man eine zentimetrische Genauigkeit erhält, durch RTK.</p> <p>Am Ende des Moduls erfahren Sie, wie Sie Ziele auf dem Feld positionieren, um Ihre Drohnenbeobachtungen geografisch zu lokalisieren.</p>	<p><b>1</b> Erwerb von Kenntnissen über terrestrische Geolokalisierungssysteme</p> <p><b>2</b> Kenntnisse über nationale Geolokalisierungssysteme zu erwerben</p> <p><b>3</b> den Einsatz eines GNSS für die Geolokalisierung von Drohnenvermessungen kennen</p>	<p><b>Umsetzung:</b> Hörsaal (Missionsformular vorbereiten) Flug auf gesichertem Platz für Einsatz von GNSS / RTK</p> <p><b>Bewertung:</b> Klausur und praktische Hausübung</p>

7	<p>PHOTOGRAMMETRIE</p> 	<p>Dieses Modul ermöglicht es, zunächst zu verstehen, was Photogrammetrie ist, dann die Techniken für automatische oder manuelle Drohnenflüge für diese Tätigkeit kennen zu lernen und schließlich die Bilder zu verarbeiten, um 3D Modelle zu erhalten und diese zu nutzen. Grundlegendes Modul für den Einsatz von Drohnen im Bauwesen, da alle hier dargelegten Kenntnisse wesentlich sind..</p>	<p><b>1</b> Kenntnisse über den Einsatz von Drohnen für photogrammetrische Flüge zu erwerben</p> <p><b>2</b> Die Verarbeitung von Bildern zur Erstellung eines 3D-Modells zu beherrschen</p> <p><b>3</b> Beherrschung des Verfahrens zur Nutzung eines 3D-Modells</p>	<p><b>Umsetzung:</b> Hörsaal (PC Raum zur Bearbeitung) Flug auf gesichertem Platz für Aufnahmen</p> <p><b>Bewertung:</b> Klausur und Projekt (Ergebnis Modellierung)</p>
8	<p>THERMOGRAPHIE</p> 	<p>Dieses Modul ermöglicht es Ihnen, die thermografische Analyse mit Drohnen zu verstehen. Zu den Zielen der Thermografie mit Drohnen gehören die Identifizierung von Anomalien, die Bewertung von Bedingungen, die Verbesserung der Energieeffizienz und die Überwachung der Umwelt. Diese Anwendungen bieten ein nicht-intrusives, kostengünstiges und effizientes Mittel zur Erfassung von Thermodaten aus der Luftperspektive.</p> <p>Gewünschte Fähigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung der Teile des Gebäudes, die thermischen Einflüssen ausgesetzt sind <ul style="list-style-type: none"> <li>o Gebäudehülle: Fassaden und Dächer</li> <li>o Rohrleitungen der technischen Gebäudeausrüstung</li> <li>o Solaranlage/Photovoltaik</li> </ul> </li> <li>- Identifizierung von Schwachstellen, die das thermische / energetische Verhalten des Gebäudes beeinflussen, <ul style="list-style-type: none"> <li>o Gebäudehülle</li> <li>o Luftdichtheitsprüfung</li> <li>o Solaranlage/Photovoltaik</li> </ul> </li> <li>- Analyse von Thermografie-Aufnahmen</li> <li>- Ausrüstung / Hardware <ul style="list-style-type: none"> <li>o UAS</li> <li>o Kameras</li> </ul> </li> <li>- Kamera-Konfiguration</li> <li>o Software</li> <li>- Erstellung der Dokumentation / Berichte</li> </ul>	<p><b>1</b> Erwerb von Kenntnissen über den Einsatz von Drohnen für die Thermografie</p> <p><b>2</b> Der Teilnehmer ist in der Lage, thermografische Bilder zu analysieren und zu bewerten, um Anomalien in Gebäuden, Rohrleitungen und Solaranlagen zu erkennen.</p> <p><b>3</b> Der Teilnehmer ist in der Lage, eine umfassende Dokumentation und einen Bericht auf der Grundlage der Ergebnisse der thermografischen Analyse zu erstellen.</p>	<p><b>Umsetzung:</b> Hörsaal oder Online Flug auf gesichertem Platz für Aufnahmen</p> <p><b>Bewertung:</b> Theoretischer Teil: Klausur/Test über modulbezogene Inhalte/Wissen</p> <p>Praktischer Teil: Ein Bericht, der die Analyse, die Ergebnisse und die Empfehlungen zur Verbesserung der Energieeffizienz eines ausgewählten Gebäudes oder einer Struktur dokumentiert</p>

<p>9</p>	<p>LIDAR</p> 	<p>In diesem Modul werden den Teilnehmern in LiDAR eingeführt und erfahren, wie diese Fernerkundungstechnologie in Verbindung mit UAS zur Erfassung von Felddaten verwendet werden kann. Die Schlüsselterminologie in Bezug auf LiDAR-Scans wird ebenso identifiziert wie die wichtigsten Methoden zur Durchführung eines LiDAR-Scans. Anhand eines illustrierten Beispiels wird erläutert, welche Schritte zur erfolgreichen Durchführung eines LiDAR-Scans mit einem UAS erforderlich sind und wie die daraus resultierenden Daten verarbeitet werden können. Schließlich werden einige Beispiele für die zahlreichen Anwendungen in der Bauindustrie erörtert, für die diese Technologie in Verbindung mit UAS eingesetzt werden kann.</p>	<p><b>1</b> Die Teilnehmer verstehen die Definition von LiDAR.</p> <p><b>2</b> Kenntnisse über die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von LiDAR-Scans mit UAVs im Bauwesen.</p> <p><b>3</b> Entwicklung von Kenntnissen über verschiedene LiDAR-Typen und ihre Verwendung für spezifische UAV-Missionen.</p>	<p><b>Umsetzung:</b> Hörsaal oder Online</p> <p>LiDAR-Erfassung (falls zutreffend) - Prüfung in der Klasse/im Feld</p> <p>LiDAR-Datenverarbeitung (falls zutreffend) - in der Klasse/oder online</p> <p><b>Bewertung:</b> Geschlossene Prüfung über die im Modul enthaltene Theorie. Praktische Prüfung zur Erfassung und Verarbeitung von LiDAR-Daten (falls UAV-LiDAR oder DATA verfügbar)</p>
<p>10</p>	<p>BILDER FÜR GUTACHTEN</p> 	<p>In diesem Modul, das das fliegerische Praxismodul ergänzt, werden einige Tipps gegeben, wie man Fotos macht, die für die Inspektion von Bauwerken nützlich sind. Im Gegensatz zur Photogrammetrie, bei der wir im Allgemeinen vollautomatisch arbeiten, ist es bei dieser Tätigkeit notwendig, "echte" Fotos zu machen, die detailliert, scharf, hell, lokalisiert und informativ sind. Außerdem müssen Sie wissen, wie Sie empfindliche Bereiche von Bauwerken erkennen können. In diesem Modul werden die wichtigsten Grundsätze der Fotografie behandelt, gefolgt von Hinweisen zur Aufnahme und Präsentation von Fotos.</p>	<p><b>1</b> Wissen über Kameras erwerben</p> <p><b>2</b> Kenntnisse über Gegebenheiten und Einstellungen um brauchbare Aufnahmen zu machen</p> <p><b>3</b> professionelle Bilder zu erstellen</p>	<p><b>Umsetzung:</b> Vor Ort für Fotos, gesicherter Bereich In der Klasse für die Abgabe</p> <p><b>Bewertung:</b> Bewertung des Ergebnisses (Fotoqualität, Winkel, Zoom...)</p>

## 2.2 Strukturierung Lehrgang /-plan

Im vorherigen Kapitel wurden die möglichen Module und ihre Lernergebnisse definiert. Für die Zusammenstellung eines maßgeschneiderten Programms ist es jedoch wichtig, die Module entsprechend den Programmzielen anzuordnen. Die Struktur kann je nach Bildungseinrichtung, den verfügbaren Ressourcen (Kompetenzen der Ausbilder) und der Zielgruppe variieren.

Es wird jedoch empfohlen, zumindest die Basismodule (1 bis 3) zu absolvieren, bevor man zu den fortgeschrittenen Modulen (5-10) übergeht. Die Basismodule sollten also als Voraussetzung für die Module 5-10 dienen.

### Dauer

Auch hier kann keine bestimmte Dauer vorgeschrieben werden, da sie ebenfalls von der Zielgruppe abhängt. Auf der Grundlage von Erfahrungen und als allgemeine Richtlinie kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Basismodule in der Regel durchschnittlich 0,5 bis 1 Tag pro Modul benötigen, während die fortgeschrittenen Module mehr als 1 Tag benötigen. Die Planung der Dauer sollte sich am ECTS-System orientieren, da es den gesamten Workload umfasst.











Das **Arbeitspensum** umfasst alle Lernaktivitäten, die Teil eines Studiengangs sind und durch Leistungsbewertung bewertet werden. Dazu gehören:

- Anwesenheit in Vorlesungen oder Kursen
- Praktika
- Selbststudium (Bibliotheksarbeit oder Arbeit zu Hause)
- Prüfungsvorbereitung
- Prüfung

Ein **ECTS-Credit** entspricht **25 realen Stunden** zu je 60 Minuten tatsächlicher Arbeitsbelastung für den Studenten.

Die folgende Tabelle zeigt ein einfaches Beispiel für ein mögliches Ausbildungsprogramm. Die angegebenen Zeitschätzungen beziehen sich ausschließlich auf die Unterrichtszeit (ohne Vor- und Nachbereitung und praktische Komponenten).

Tabelle 3: Beispiel eines Lehrganges

Nr	Icon	Modulname	Umsetzung	Zeitraumen/ECTS
1		DROHNENREGULIERUNG	Hörsaal	4 h / 0,25
2		FLUGPLANUNG UND BERICHTERSTATTUNG	Hörsaal	4 h / 0,25
3		DROHNENDYNAMIK UND WARTUNG	Hörsaal / Labor	8 h / 0,50
4		FLUGSIMULATOR	Hörsaal	12 h / 0,75
5		FLUGPRAXIS	Hörsaal / Aussenbereich	12 h / 0,75
<b>Schriftlicher Test (1-3) / Test (4) / Dokumentation Flugpraxis (5)</b>				<b>40 h / 2,50</b>
6		GEOLOKALISIERUNG	Hörsaal / Aussenbereich	12 h / 0,75
7		PHOTOGRAMMETRIE	Hörsaal / Aussenbereich	12 h / 0,75
8		THERMOGRAPHIE	Hörsaal / Aussenbereich	12 h / 0,75
9		LIDAR	Hörsaal / Aussenbereich	12 h / 0,75
10		BILDER FÜR GUTACHTEN	Hörsaal / Aussenbereich	8 h / 0,50
<b>Projektarbeit / Report an Beispielen (6, 7, 8, 9 &amp; 10)</b>				<b>40 h / 3,50</b>
<b>Gesamt</b>				<b>96 h / 6,00</b>



## 2.3 Integration von Fallstudien Anwendungen

Die Fallstudien dienen vor allem den Fortgeschrittenen-Modulen. Es geht darum, verschiedene Szenarien an realen Objekten abzubilden. **Schadensszenarien können auch temporär als Fake simuliert werden.** (z.B. durch die Verwendung von beigefügten Bildern). So lassen sich Schadensbilder wie Risse, Verfärbungen und Strukturverschiebungen erkennen. Dieser Ansatz wäre für das Modul 10 von Vorteil.



Abbildung 2: Typische Schäden an Fassaden (<https://www.zukunft-bau.at/bauschadensberichte>)



Abbildung 3: Typische Schäden an Dächern ([www.bauder.at](http://www.bauder.at) / [www.hausjournal.at](http://www.hausjournal.at))

# 3. Schaffung einer positiven Lernumgebung

## 3.1 Einrichtung und Organisation des Hörsaals

Je nach Modul kann der Klassenraum unterschiedlich eingerichtet werden, aber es ist wichtig, dass folgendes vorhanden ist:

- Ein Computer für die Lehrkraft
  - Verbindung zum Internet
  - Leistungsstark genug, um 3D- und Bildsoftware auszuführen
  - mindestens 100 GB freiem Speicherplatz, um Dokumente und vor allem Fotos zum speichern
  - ein Videoprojektor und einem Bildschirm
  - die erforderliche Software je nach Modulen
  - ein Netzwerk oder einen Cloud-Speicher, um die Fotos, Scans, Tests zu versenden und die Arbeiten zur Bewertung abzurufen
  - schließlich eine Software, die den Computerbildschirm des Schülers anzeigt und sogar die Maus zur Hilfe nimmt.
- Ein Computer für jeden Schüler, gleiche Spezifikationen (außer Projektor).
- Ein Whiteboard.

Das Klassenzimmer kann U-förmig sein, wobei die Computerbildschirme von der Mitte aus sichtbar sind, so dass der Ausbilder sehen kann, ob alle dem Unterrichtsrhythmus folgen. Diese Positionierung kann aber auch durch eine "Student View"-Software ersetzt werden. Zu den Modulen gibt es zusätzlich zur obigen Liste einige Tipps zur Durchführung Ihres Kurses und zu den spezifischen Ressourcen, die Sie benötigen.



### Modul 1-DROHNENREGULIERUNG

- Bereiten Sie Ihren Zugang zur EASA-Website, Teil Drohne, vor.
- Bereiten Sie den Zugang zu Ihrer nationalen Website für Drohnentests vor (Pilotenbescheinigung).
- Bringen Sie Ihre Drohne zum Vorzeigen des Kennzeichens.
- Besorgen Sie Ihr MANEX.

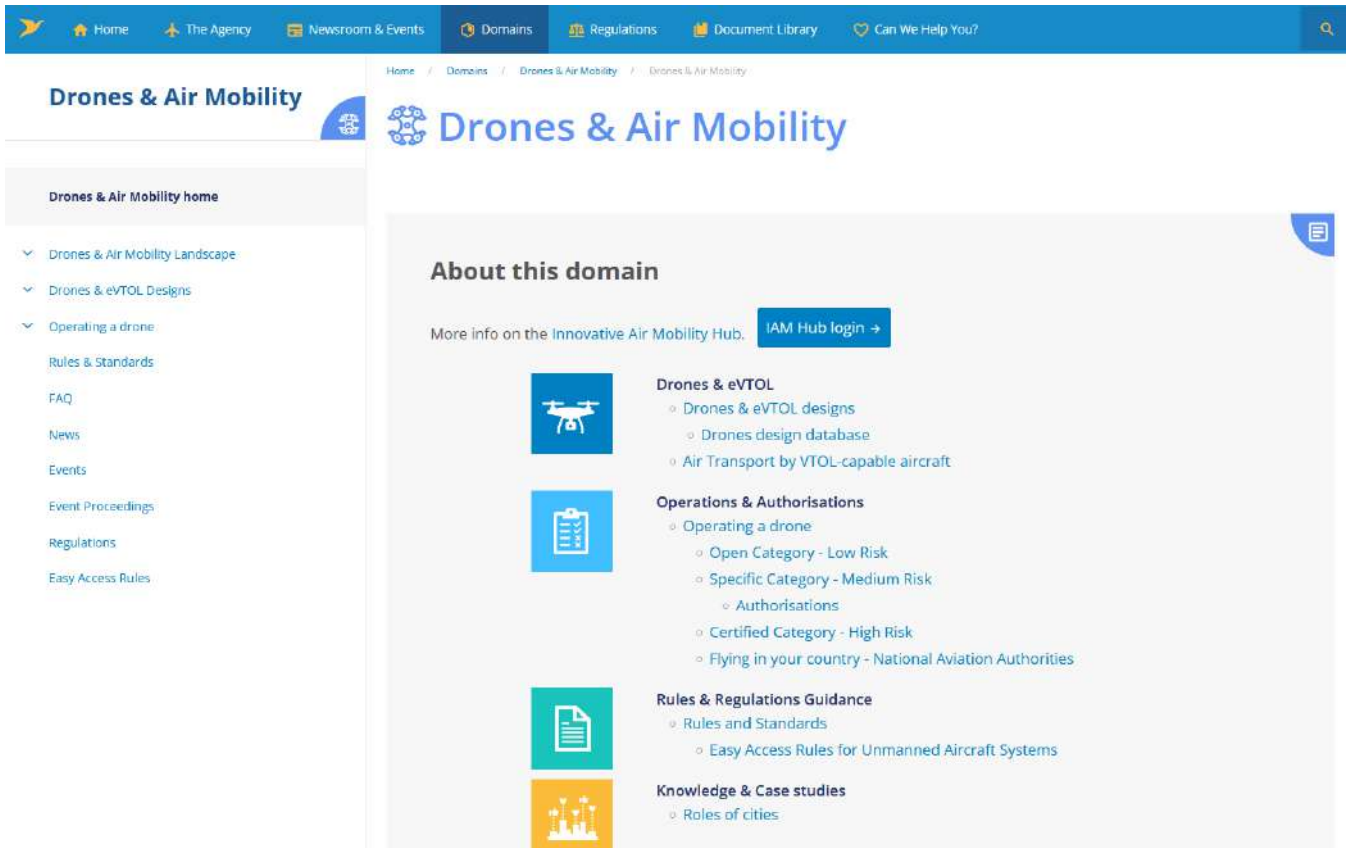


Abbildung 4: EASA website - die Seite "Drohnen und Luftmobilität" ist ein guter Einstieg, um dann zu den verschiedenen Themen zu gelangen (EASA)



## Modul 2-FLUGPLANUNG UND BERICHTERSTATTUNG:

- Bereiten Sie 1 Drohneneinsatzformular für jeden Teilnehmer vor, auf Papier oder elektronisch.
- Bereiten Sie eine Flugbuchvorlage für den Teilnehmer vor, um die Flüge zu dokumentieren.
- Halten Sie mindestens eine Drohne bereit, um den Drohnencheck zu üben (Checkliste vor dem Flug).
- Stellen Sie eine Verbindung zu einer nationalen METAR- und TAF-Website mit dem Code des nächstgelegenen Flughafens her, um sie den Teilnehmer zeigen zu können (z. B. <https://fr.allmetsat.com> oder die Android-App UAV forecast oder Aviaweather).
- Stellen Sie eine Verbindung zu einer nationalen grafischen Wetter-Website her, um die Windstärke und die Wolkenbedeckung in einfachen Bildern darzustellen.
- Stellen Sie eine Verbindung zur nationalen Website für die Meldung von Flugunfällen (in Bezug auf die EU-Verordnung 376/2014) oder zum nationalen Formular für die Meldung von Flugunfällen (CRESUS2022 in Frankreich zum Beispiel) her.
- Üben der "Befehlseinstellungen" über die Fernsteuerungen der Drohnen.
- Bereiten Sie einen Link zu Ihrer lokalen oder nationalen Webseite für das Genehmigungsverfahren vor (fortgeschrittene Flüge in einer bestimmten Kategorie).

**METAR-TAF**

OPTIMISÉ PAR Google Recherche

Aéroports: Toulouse  
France

**Aéroport de Toulouse-Bagnac**  
Toulouse, France  
latitude: 43-38N, longitude: 001-22E, altitude: 152 m

**Observation**

Le bulletin a été fait il y a 16 minutes, à 14:30 UTC

Vent 6 kt de nord/nord-ouest, variant entre ouest et est/nord-est

Température 18°C

Humidité 24%

Pression 1020 hPa

Visibilité 10 km ou plus

pas de nuages en-dessous de 1500 mètres et pas de cumulonimbus.

Changer d'unités

**METAR:** LFBO 191430Z AUTO 33006KT 280V060 CAVOK 18/M03 Q1020 NOSIG

Heure: 16:46 (14:46 UTC)

**Prévision**

Le bulletin a été fait il y a 3 heures et 46 minutes, à 11:00 UTC

Prévision valable du 19 à 12 UTC au 20 à 18 UTC

Vent 3 kt de direction variable

Visibilité 10 km ou plus

pas de nuages en-dessous de 1500 mètres et pas de cumulonimbus.

Evoluant progressivement du 20 à 10 UTC au 20 à 12 UTC

Vent 10 kt de nord-ouest

**TAF:** LFBO 191100Z 1912/2018 VRB03KT CAVOK BECMG 2010/2012 32010KT

Observations et prévisions météorologiques de plus de 4000 aéroports (messages METAR et TAF).  
Les stations disponibles sont représentées par des disques jaunes et rouges sur la carte.  
Passer la souris dessus pour voir le nom de la station.  
Cliquer dessus pour voir les observations et prévisions météorologiques.

Abbildung 5: <https://fr.allmetsat.com> diese Website zeigt die METAR- und TAF-Meldungen sowohl in klarer als auch in Originalversion an - für ganz Europa in verschiedenen Sprachen

**Mes stations**

○ Nuages et visibilité correctes 25'

**MRS Marseille Provence LFML VFR**  
310 22kt 1016 hPa 19°C

○ Nuages et visibilité correctes 25'

**TLN Hyeres Le Palyvestre LFTH VFR**  
260 19kt 1013 hPa 21°C

○ Nuages et visibilité correctes 25'

**MPL Montpellier Méditerranée LFMT VFR**  
200 8kt 1017 hPa 18°C

○ Nuages et visibilité correctes 25'

**BZR Beziers Vias LFMU VFR**  
310 10kt 1017 hPa 23°C

○ Nuages et visibilité correctes

**Marseille Provence**

DÉCODÉ BRUT NOTAM

**METAR** VFR

Issu à 16:30, depuis 25 minutes  
METAR valide

Vent 310° à 22 kt

Nuages Sans nuages

Visibilité Au moins 10 km

Température 19 °C, point de rosée -2 °C

Humidité 24 %

QNH / QFE 1016 hPa / 1015 hPa

Altitude -55 ft (75 ft au-dessous de l'aérodrome)

Altitude 495 ft (475 ft au-dessus de l'aérodrome)

Status Bleu +

Jour aéronautique Lever du soleil 6:48  
Coucher de soleil 20:28

Flags Automatic

Source DWD

**PISTES D'ATERRISSAGE**

§ Les calculs de vent de travers pour les pistes d'atterrissage sont une fonction premium dont la période

**Marseille Provence**

DÉCODÉ BRUT NOTAM

**METAR** Source: DWD

METAR LFML 191430Z AUTO 31022KT CAVOK 19/M02 Q1016 TEMPO 32025G35KT=

**TAF** Source: DWD

TAF LFML 191400Z 1915/2021 32020KT CAVOK TX17/1915Z TN11/2005Z TEMPO 1915/1917 32025G35KT BECMG 1917/1919 31012KT BECMG 2002/2006 33020G30KT BECMG 2006/2010 33030G40KT PROB40 TEMPO 2010/2015 33035G55KT=

**Historique**

METAR LFML 191400Z AUTO 32023KT CAVOK 19/M05 Q1016 TEMPO 33020G30KT= Source: DWD

LFML 191330Z AUTO 31024KT CAVOK 19/M05 Q1017 TEMPO 33020G30KT Source: NOAA

METAR LFML 191300Z AUTO 32022KT CAVOK 19/M04 Q1017 TEMPO

Abbildung 6: android app: "Avia Weather" selbe Funktion, und Sie können auch NOTAM erhalten (kostenpflichtige Option)



### Modul 3-DROHNENDYNAMIK UND WARTUNG

- Zwei Möglichkeiten:
  - Sie haben eine Drohne, die Sie zerlegen können, um die Komponenten zu zeigen,
  - Sie sammeln Bilder im Internet, um andere Beispiele zu zeigen.
- Sie haben eine Drohne, um die Bewegungen, die Batterien... zu zeigen.
- Es ist möglich, ein Smartphone mit einer App zu benutzen, die die Sensoren anzeigt: Magnetometer, Kompass, Beschleunigung, Gieren, Rollen, Nicken... (z.B. auf Android "GPS Status" und wähle <<Sensordiagnose>> und alle Sensoren mit ihren Werten erscheinen).
- Halten Sie ein Wartungsbuch bereit.

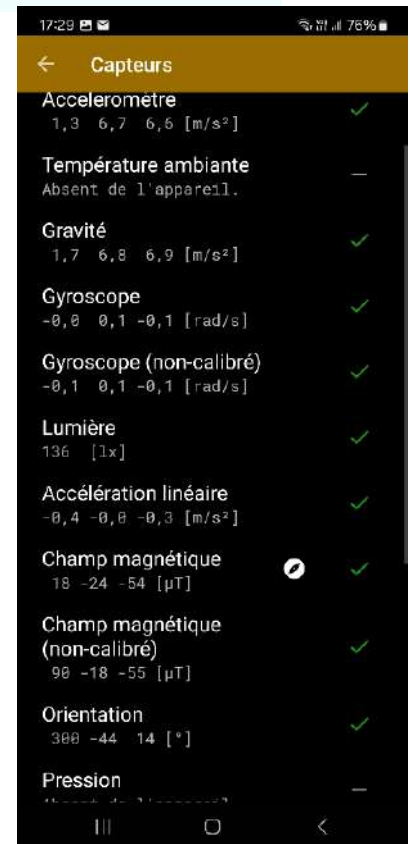


Abbildung 7: Android app: "GPS Status" Wählen Sie die Seite "Sensoren", auf der alle aktiven Sensoren mit ihren Werten angezeigt werden. Die Schülerinnen und Schüler können zum Beispiel verstehen, was ein Beschleunigungsmesser ist



### Modul 4-FLUGSIMULATOR

- Laden Sie die gewünschte Flugsimulation herunter, installieren Sie sie auf dem Computer des Ausbilders und überprüfen Sie alle Installationseinstellungen, damit Sie den Teilnehmern mit ihrem eigenen Computer helfen können, oder installieren Sie sie auf allen Computern im Klassenzimmer.
- Verwenden Sie eine echte Drohne, um die Einstellungen vorzuführen.
- Eine Fernsteuerung, die mit der Software für jeden Teilnehmer verbunden ist.



### Modul 5-FLUGPRAxis

- Wählen Sie Ihren Flugplatz aus und bereiten Sie ihn vor (siehe unten "Outdoor-Sessions").
- Bereiten Sie für jeden Teilnehmer ein Flugauftragsformular vor.
- Stellen Sie eine Verbindung zu einer METAR- und TAF-Website her (siehe oben Mod. 2).

- Erklären Sie die Richtlinien im Klassenzimmer und bereiten Sie den Flug mit dem Flugauftragsformular vor, jeder Teilnehmer sollte sein eigenes Formular ausfüllen.
- Programmieren Sie den Geo-cage (Grenzen) auf allen Fernsteuerungen oder auf den Smartphones der Teilnehmer, wenn diese die Drohne steuern. Die Teilnehmer müssen in der Lage sein, ihn selbst zu programmieren, aber der Ausbilder muss dies überprüfen. Die Abmessungen hängen von Ihrem Flugplatz, der Kategorie der Drohne und der Art des Fluges ab.
- Besorgen Sie alle notwendigen Kegel und Startmarkierungen (siehe unten "Outdoor Einsatz").

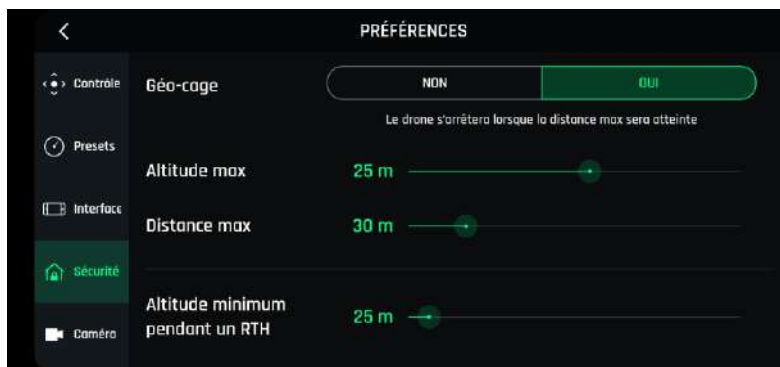


Abbildung 8: Programmierung des Geo-cages mit einer Fernbedienung. Zögern Sie nicht, am Anfang niedrige Werte einzustellen (Parrot)



## Modul 6-GEOLOKALISIERUNG

- Stellen Sie eine Verbindung zu Ihrer nationalen geografischen und geodätischen Website her, um die Benchmarks und Koordinaten zu zeigen.
- Verwenden Sie eine Art Globus, um die Erde, Meridiane, Parallelen usw. darzustellen.
- Installieren Sie die App "GPS-Status" auf Ihrem Smartphone, um die Koordinaten, die Genauigkeit und die Position der GNSS-Satelliten anzuzeigen.
- Ein großes Blatt Papier kann die Projektionen der Erdkugel zeigen.
- Eine orangefarbene Haut ist nützlich, um zu zeigen, wie schwierig es ist, eine Kugel abzuflachen (siehe unten).
- Halten Sie einige Bodenziele bereit.
- Bereiten Sie Ihren GNSS-Empfänger und seine RTK-Verbindung vor.
- Die Bilder unten zeigen ein Beispiel für ein Experiment für zylindrische Projektionen.



Abbildung 9: Android App "GPS Status" Screen

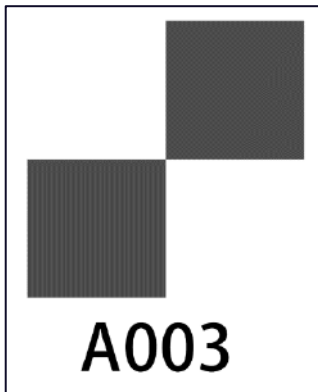


Abbildung 10: Grund mit Nummer (LePont.com)



Abbildung 11: Eine Orangenhaut zeigt, dass es schwierig ist, eine Kugel abzufachen.



Abbildung 12: UTM-Projektion der Erdkugel auf einen Zylinder

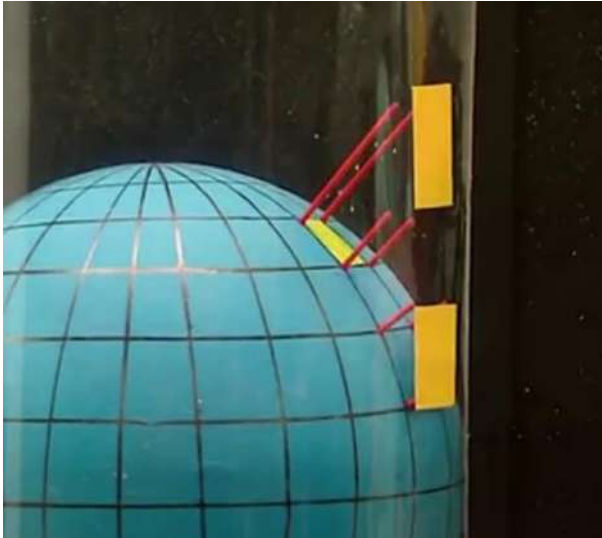


Abbildung 13: Entfernungsverzerrung aufgrund der zylindrischen UTM-Projektion (France 3 "C'est pas sorcier")



## Modul 7-Photogrammetrie

- Eine schnelle Modellierung mit einem Smartphone ist ein guter Anfang, um die Fähigkeiten der Photogrammetrie zu zeigen. Installieren Sie die App "Polycam" und machen Sie ein Modell, indem Sie ein Objekt auf einem Tisch drehen, die Schüler können es auch ausprobieren (das Ergebnis ist nicht immer sehr gut, aber es zeigt, was Photogrammetrie ist... kostenlos).
- Es ist möglich, ein Video eines programmierten Fluges aufzunehmen oder im Freien ein solches zu machen, z.B. für eine Fassade, um zu zeigen, wie die Bilder von der Drohne aufgenommen werden.
- Speichern Sie alle Fotos, die für den Prozess verwendet werden sollen, im Netzwerk der Schule oder bereiten Sie einen USB-Stick mit den Fotos vor, um sie mit den Teilnehmern zu teilen.
- Wenn Sie über ein kleines Projekt (z. B. 50 Fotos) und schnelle Computer verfügen, ist es möglich, den Prozess vollständig mit den Berechnungen durchzuführen. Denken Sie daran, nur lokale Laufwerke (am besten SSD) zum Speichern der Fotos und Modelle zu verwenden, keine Cloud, kein Netzlaufwerk oder ein USB-Laufwerk, da diese zu langsam und unzuverlässig sind.
- Wenn Ihr Projekt umfangreicher ist und/oder der Computer nur normal oder langsam sind, sollten Sie alle Schritte vorberechnen und sie mit Ihrer Software aufzeichnen: Geben Sie allen Schritten einen anderen Namen und zeichnen Sie sie nacheinander auf. Die Teilnehmer müssen nicht auf die langen Berechnungen warten, Sie starten die Berechnung, stoppen sie nach ein paar Minuten und die Teilnehmer laden die vorab aufgezeichneten Ergebnisse herunter.



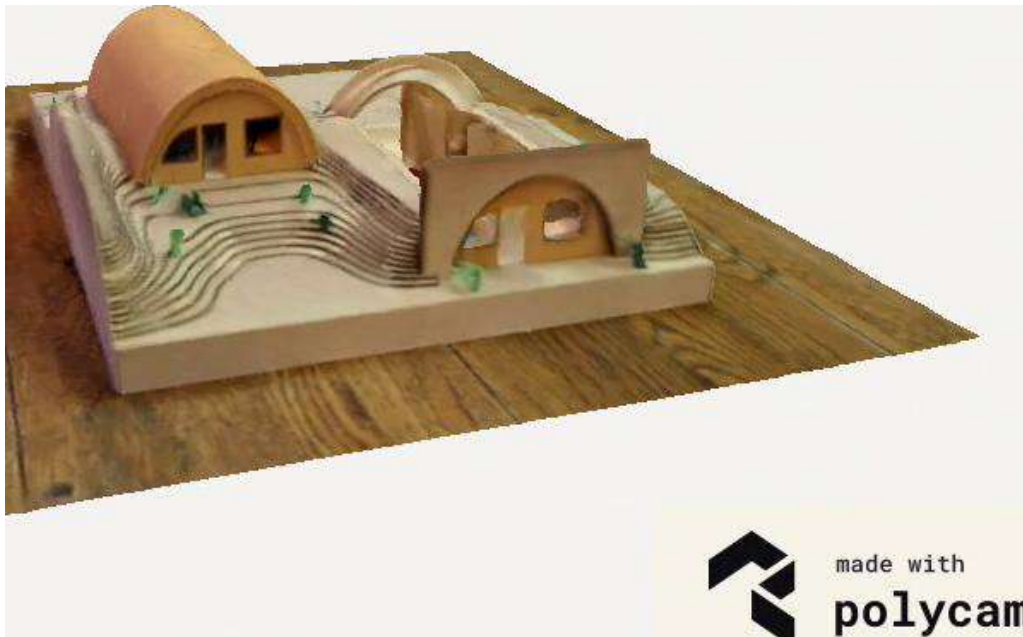


Abbildung 14: Polycam-Modell des realen Modells einer Architektin (Julie Lequeux-Audran) auf einem Tisch im Klassenzimmer (Ausschnitt aus dem Video, das generiert werden kann)



### Modul 8-Thermographie

- Prüfen Sie, ob die von Ihrem Videoprojektor angezeigten Farben lesbar sind.
- Im Klassenzimmer kann es interessant sein, eine Wärmebildkamera zu haben, um das Lernen zu erleichtern.
- Die Drohne, die im Freien verwendet wird, kann auch drinnen verwendet werden, in der Hand gehalten.
- Siehe "Outdoor Einsatz".
- Halten Sie Ihre Fotos fest und stellen Sie sie über das Netzwerk oder einen USB-Stick zur Verfügung.



### Modul 9-LIDAR

- Ein Apple iPhone Pro hat ein integriertes Lidar, das nützlich sein kann, um die Fähigkeiten eines solchen Geräts zu zeigen, wie bei der "Photogrammetrie" mit der Polycam-App
- Ein eigenständiger 3D-Scanner auf einem Stativ kann eingesetzt werden, um den Scanvorgang und die Grenzen der Methode zu erklären
- Die LIDAR-Drohne muss physisch im Klassenzimmer anwesend sein, um die Grenzen ihrer Verwendung (Größe, Form, Rauschen...) und die Scanwinkel des Systems zu verstehen.
- Es ist möglich, die Drohne im Klassenzimmer oder in einem Korridor in der Hand zu halten, um zu zeigen, wie die Punkte gescannt werden.
- Die gesamte Punktwolke muss zum Herunterladen durch die Teilnehmer bereitstehen.

- Zeichnen Sie alle Schritte Ihres Prozesses mit unterschiedlichen Namen auf, damit die Teilnehmer ihre Fehler korrigieren können oder um den Unterricht zu beschleunigen, indem lange Berechnungszeiten vermieden werden.



### Modul 10-Bilder für Gutachten

- Finden Sie eine Stelle in Ihrem Gebäude, an der einige Schadstellen gefunden werden können, um zu üben (achten Sie auf die Sicherheit unbeteiligter Personen).
- Es ist möglich, Fotoabdrücke von Rissen oder anderen strukturellen Problemen auf einer gesunden Struktur zu platzieren, um eine Untersuchung zu simulieren.
- Siehe "Outdoor Einsatz".
- Bereiten Sie mindestens 1 Foto vor, um es mit einem Bildbearbeitungsprogramm zu bearbeiten und aufzuwerten.
- Die Drohne kann in einem Klassenzimmer aus der Hand benutzt werden, um verschiedene Probleme (Gegenlicht, Über- oder Unterbelichtung, Bewegungsunschärfe...) oder die besten Aufnahmewinkel zu zeigen.

## 3.2 Indoor und Outdoor Einsatz

### Indoor

Wir empfehlen, **VOR** jedem Flug die Module 1 + 2 + 3 (Vorschriften, Planung, Dynamik) zu unterrichten und als Abschluss die A1/A3-Prüfung auf der offiziellen Website Ihres Landes abzulegen. Die Kursteilnehmer sind engagierter bei der Ausbildung, wenn sie bereits ein erstes Diplom in der Tasche haben, was ihnen ein Gefühl der Verantwortung vermittelt, und Sie sind im Falle eines Zwischenfalls auf dem Flugplatz besser versichert, so dass Sie nicht dafür verantwortlich gemacht werden können, uninformierte Leute zum Fliegen zu bringen. Beachten Sie, dass Sie mit diesen Kenntnissen auch die theoretische A2-Prüfung bestehen können, allerdings benötigen Sie die Flugsitzung, um das Diplom zu validieren. Für das STS-Diplom sind mehr Kenntnisse erforderlich (Luftfahrtskarten, Wetterberichte, Dynamik, Wartung...).

### Outdoor – Teilnehmer

Für die Outdoor ist es für die Schüler interessant, etwas dabei zu haben:

- Notizbuch, Papier oder elektronisch mit einem Stift. Mit diesem Hilfsmittel können die Lernenden ihre Ratschläge und ihre eigenen Beobachtungen und persönlichen Tipps zum Fliegen oder zu anderen Themen aufschreiben.
- Smartphone, um Fotos zu machen oder mit der Drohne zu kommunizieren oder um Notizen zu machen (eine App wie "Drawnote" und ein Stift können nützlich sein, um Zeichnungen zu machen).

### Outdoor – Bereich

Sie müssen über ein ausgewiesenes, gesichertes, freies und interessantes Fluggebiet verfügen

- **Deklariert:** Ihr Universitäts- oder Direktor muss Ihnen das Fliegen erlauben, als Eigentümer des Grundstücks ist es also obligatorisch. Sobald Sie Ihre Wahl getroffen haben (siehe andere Kriterien), schreiben Sie einen Brief, in dem Sie die Wahl des Gebiets und die Sicherheit, die Sie berücksichtigen, erklären. Sie können argumentieren, dass die Drohnenaktivität in der Nähe der Sportausübung liegt, und normalerweise ist das Sportgebiet ein guter Ort zum Fliegen. Das Gebiet muss auch in Ihrem MANEX angegeben werden. Je nach den örtlichen Vorschriften kann auch die Luftverkehrsbehörde befragt werden, um in der offenen Kategorie zu fliegen, und muss benachrichtigt werden, um in der speziellen Kategorie STS01 zu fliegen.
- **Gesichert** Denken Sie daran, dass keine unbeteiligten Personen von den Drohnen überflogen werden dürfen. Achten Sie bei der Markierung Ihres Flugbereichs auf den Abstand zu diesen Personen und zu den Gebäuden. Verwenden Sie Signalkegel, Absperrungen oder Sicherheitsstreifen:



Abbildung 15: abgesteckter Bereich auf einem Schulhof für C1-zertifizierte Drohnen. Das Fluggebiet der Drohne befindet sich um die Kegel mit der Stange. Die Schüler befinden sich rechts, im Schatten und schauen der Sonne entgegen.



Abbildung 16: Sicherheitsstreifen (virages.com)

Derzeit (April 2024) ist es immer noch möglich, Flugunterricht in der offenen Kategorie zu erteilen, d.h., je nach der von Ihnen verwendeten Drohne:

- Offene Kategorie A1, UAS Klasse C1 zertifiziert (<900g): Sie können "nah" (ein paar Meter) an den Grenzen Ihres markierten Flugbereichs fliegen. **BESTE WAHL ZUR VERMEIDUNG SCHWERER UNFÄLLE:** je leichter die Drohne, desto leichter der Unfall, und eine kleine Drohne hat die gleichen Befehle wie eine große Drohne.
- Offene Kategorie A2, UAS Klasse C2 zertifiziert (<4000g): Sie müssen sich in einem Abstand von 50m von den Grenzen Ihres Fluggebietes aufhalten und wenn Sie im "low speed mode" (3m/s auf der Fernsteuerung gesperrt) fliegen, in einem Abstand von nur 5 Metern.
- Offene Kategorie A3, UAS Klasse C3 oder C4 zertifiziert (<25kg): Sie müssen 150m von den Grenzen Ihres Fluggebietes und von den Gebäuden entfernt bleiben...

In Zukunft wird es obligatorisch sein, mit Flugschülern einer bestimmten Kategorie in einem STS-Szenario zu arbeiten (oder ein "Lern"-Szenario zu definieren):

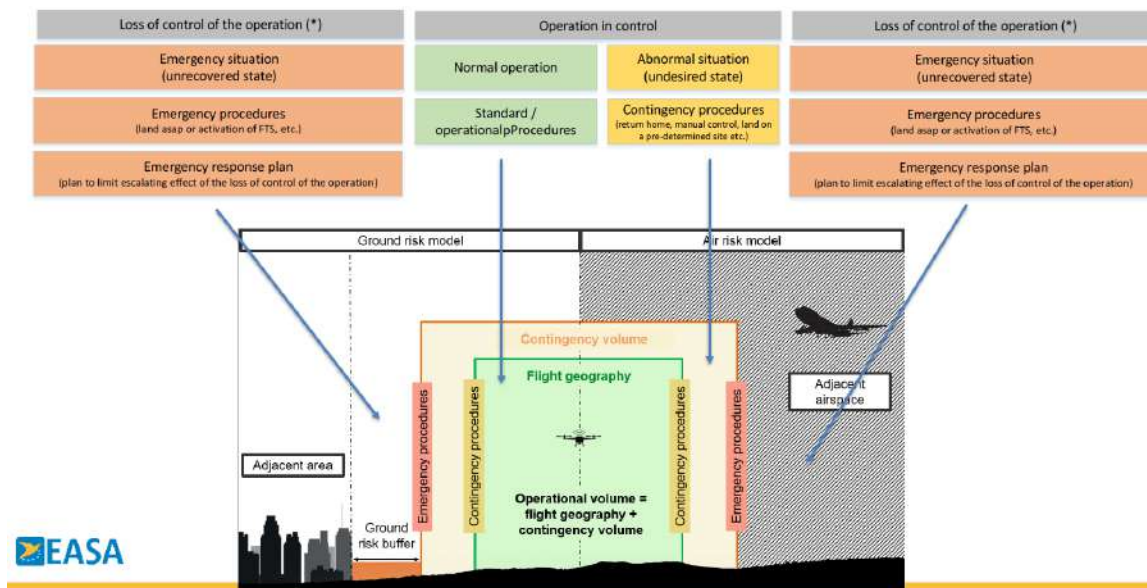


Abbildung 17: STS01 volumes (EASA)

- Spezifische Kategorie STS01, UAS Klasse C5 zertifiziert (<25kg, 5m/s Langsamflugmodus, FTS-Flugabbruchsystem, d.h. Triebwerksabschaltung und Fallschirm): Sie fliegen im STS01-Szenario und definieren ein "Notfallvolumen" und einen "Bodenrisikopuffer".

Ihre Teilnehmer müssen im Betriebsbereich bleiben, dort können sie fliegen, wie sie wollen (oder besser gesagt, wie DER AUSBILDER will!), aber sobald sie in den Notfallbereich eintreten, muss der Ausbilder die Kontrolle übernehmen oder dem Teilnehmer sagen, dass er zurückkommen soll, und wenn er in den Bodenrisikopuffer eintritt, sollten Sie das FTS (Flugabbruchsystem: Motorabschaltung und Fallschirm) aktivieren.

Auch wenn diese Konfiguration für das STS01-Szenario gezeichnet ist, können Sie sie für die offene Kategorie verwenden.

Fordern Sie Ihre Teilnehmer auf, eine Sicherheitsweste zu tragen.



Abbildung 18: Drohnenpilot in einem gesicherten Bereich mit Sicherheitsjacke (Instadrone & Lycée Dhuoda)



Abbildung 19: Landepad (geomesures.fr)

Markieren Sie den Startbereich mit einer speziellen Startplatte, einem Drohnenlandeplatz, damit niemand vorbeiläuft oder ein Hindernis in der Nähe platziert. Es ist auch nützlich, wenn das Gras hoch ist.

**Freiraum:** keine Bäume, keine Hindernisse auf dem Feld, sie könnten die Drohnen verdecken oder Kollisionsrisiken schaffen. Vermeiden Sie die Nähe von Gebäuden, insbesondere wenn Sie in der offenen Kategorie A3 fliegen (150 m von Gebäuden entfernt), hohe Gebäude erzeugen GNSS-Masken, die die Positionierungsgenauigkeit verringern können. Hüten Sie sich vor Stromleitungen, sie müssen sich außerhalb des Flugbereichs befinden, mit einem Sicherheitsabstand.

**Interessant:** Dies ist der schwierigste Platz für einen zweiten Flug, denn nachdem die Piloten den Flug auf einem flachen, "uninteressanten", klaren Platz entdeckt haben, müssen sie Übungen in der realen Welt machen. Das bedeutet, dass man einen Platz mit Relief, mit einer kleinen Konstruktion oder einer Fassade finden sollte, um Photogrammetrie, LIDAR, Thermographie oder Expertise zu üben. Dieser Ort muss auch gesichert sein, Unbeteiligte müssen am Passieren gehindert werden, der Eigentümer muss seine Zustimmung geben, es darf kein öffentlicher Ort sein. Bringen Sie alle Sicherheitsvorkehrungen wie für den Platz des Anfängers an, das ist obligatorisch, egal wo Sie arbeiten.

### **Wahl der Drohne**

Gegenwärtig (April 2024) erlauben die europäischen Vorschriften die Verwendung jeder Drohne zum Lernen, sollten aber zu C5 UAS wechseln, wenn die spezifische Kategorie obligatorisch wird. Daher empfehlen wir für den Beginn des Lernens die leichteste Drohne, die Klasse C1. Sie ist billig (500 bis 1000€), leicht (250 bis 500g) und fliegt "wie eine Große". Im Falle eines Kontrollverlustes ist die Gefahr gering und Ihr Fluggebiet braucht keinen großen Sicherheitspuffer.

Normalerweise reicht die Bildqualität dieser Drohnen bei weitem aus, um ein photogrammetrisches Verfahren zu erlernen. Das endgültige 3D-Modell wird nicht so genau sein wie mit einem besseren Objektiv, aber es ist nicht für den professionellen Einsatz gedacht, und alle Funktionen wie Geolokalisierung, Skalierung oder Klassifizierung sind möglich.

Um das Fotografieren zu erlernen, ist es auch richtig, sich bewusst zu sein, dass eine größere Drohne dank ihrer horizontalen Näherungssensoren stabiler und leichter zu handhaben ist.

Natürlich wird es vorerst unmöglich sein, LIDAR zu praktizieren, aber wir haben festgestellt, dass es Wärmebildkameras für kleine Drohnen wie die DJI mini 3 pro gibt.

Wenn es notwendig ist, weiter zu gehen, oder für LIDAR, oder um sich darauf vorzubereiten, eine größere Drohne zu managen, dann kann man in einem zweiten Anlauf mit einer größeren Drohne fliegen, Zielklasse C5 (oder C6 für FPV). Mit einer C5 haben Sie die Cut-Off-Kapazität und den Fallschirm für die Sicherheit, die sehr bequem für das Lernen ist und um zu verhindern, dass die Ausrüstung kaputt geht. Sie müssen Ihr STS01-Fluggebiet festlegen und es den Behörden melden.

### **Vorbereitung - Verwaltungsarbeit, die von der Ausbildungseinrichtung zu leisten ist**

Führen Sie zunächst ein offenes Gespräch mit dem Leiter der Ausbildungseinrichtung, erläutern Sie klar die Risiken und die Maßnahmen zu deren Eindämmung. Bereiten Sie ein Dossier vor, in dem Sie Ihren Wunsch nach einem Fluggebiet, einem Klassenzimmer, dem benötigten Drohnentyp und dem angestrebten Wissensstand Ihrer Schüler angeben. Bestehen Sie Ihre Prüfungen (siehe unten), dann können Sie erst danach endgültig über die Ausbildung und die Ausrüstung entscheiden, die Sie einsetzen wollen. Besorgen Sie sich Ihre Drohnen und das nötige Werkzeug (siehe oben) und melden Sie sie an, besorgen Sie sich Ihren Ausweis und bringen Sie ihn an der Drohne an. Nehmen Sie Kontakt mit einem Spezialisten auf, um ein MANEX zu erstellen (am besten bereiten Sie es selbst vor und stimmen es erst mit dem Spezialisten ab). Bereiten Sie ein Logbuch, ein Wartungslogbuch und ein Flugauftragsformular vor (Beispiel in den D4V-Modulen). Lassen Sie sich von Ihrem Vorgesetzten eine Genehmigung zur Nutzung des Fluggeländes für die Pilotenausbildung ausstellen.

### **Outdoor - Fluggenehmigungen für Fluglehrer erforderlich**

Lassen Sie sich zunächst auf die Pilotenstufe A1/A2/A3 ausbilden.

Wenn Sie sich für die spezielle Kategorie STS01 entscheiden, legen Sie die STS-Pilotenprüfung ab (z. B. CATS STS in Frankreich). Wie bereits erwähnt, ist diese Konfiguration im Moment nicht zwingend vorgeschrieben, dürfte aber in naher Zukunft zur neuen Regel werden, also machen Sie sich bereit!



Abbildung 20: Drohnenflug Beispiel (AI generiert - Adobe Firefly)



# 4. Lehrmethoden

## 4.1 Traditionelle vs. progressive Lehrmethoden

Die Wahl der **Lehrmethode** kann erheblichen Einfluss auf den **Lernerfolg** haben. Im Folgenden werden sowohl traditionelle als auch progressive Lehrmethoden erklärt, die in der Ausbildung für die Nutzung von unbemannten Flugsystemen (UAS) oder Drohnen eingesetzt werden können.

Die **traditionelle Form** des Unterrichts ist meist der **Frontalunterricht**: Der Lehrer hält einen Vortrag und die Teilnehmer fungieren als Zuhörer. Die Kommunikation ist überwiegend eindimensional, aber Fragen der Zuhörer (Schüler) sind erlaubt und (oft) erwünscht. In der Regel ist der Unterricht lehrerzentriert und weist objektivistische Merkmale auf, die in Mathematik oder in vielen wissenschaftlichen Bereichen nützlich sein können (Ergebnisse sind allgemein anerkannt, z.B. die formalen und rechtlichen Regeln für das Fliegen einer Drohne). Konstruktivistische Lernmethoden fokussieren sich stärker auf die freie Arbeit der Teilnehmer, mehrdimensionale Kommunikation und die Diskussion der (meist) offenen Ergebnisse.

Was traditionelle Lehrmethoden gemeinsam haben, ist, dass der Lernstoff meist thematisch und sprachlich vermittelt wird und das Lernen gemeinsam in einer Lehrgruppe (Klasse, Gruppe) stattfindet; Kommunikations- und Interaktionsprozesse werden vom Lehrer gesteuert und koordiniert.

Aus didaktischer Sicht ist der traditionelle Unterricht gut geeignet, Zusammenhänge und Probleme (aus Sicht des Lehrers) zu erklären, neue Wissensgebiete zu erschließen und zu vertiefen. Außerdem ist es dem Lehrer in der Regel leicht möglich, den Wissens- und Ausbildungsstand der Teilnehmer zu überprüfen und Ruhe, Ordnung und Disziplin durchzusetzen. Allerdings besteht die Gefahr, dass die Teilnehmer zur Passivität verleitet werden.

From a didactic point of view, **traditional teaching** is well suited to explaining contexts and problems (from the teacher's perspective), developing new areas of knowledge and consolidating and deepening<sup>1</sup>. Furthermore, it is usually easy for the teacher to check the level of knowledge and training of the learners and to enforce calm, order and discipline. However, there is a risk of tempting learners into passivity.

Bei **progressiven** Lernmethoden ändert sich die Rolle des Lehrers: Er muss eine geeignete Lernumgebung schaffen und die Teilnehmer zur eigenständigen Arbeit anregen. Um die Motivation zu fördern (falls die Teilnehmer nicht bereits intrinsisch motiviert sind), müssen die Themen authentisch präsentiert werden und einen Bezug zur Realität haben. Gruppenunterricht (Gruppen mit gleichen oder unterschiedlichen Themen) ist eine Möglichkeit, dies zu realisieren. Der Inhalt sollte weitgehend selbstständig erarbeitet und verinnerlicht werden (selbstständige

---

<sup>1</sup> Relevant for teaching the basics of modules 1 (drone regulation), 2 (flight planning), 6 (geolocation), 7 (photogrammetry) and 8 (thermography).

Problemlösung, persönliche Verantwortung für die Zusammenarbeit). Die Kommunikation ist zweidimensional: Lehrer- Teilnehmer und Teilnehmer - Teilnehmer. Der Lehrer übernimmt die Rolle eines Moderators.

Dabei darf die Kommunikation jedoch nicht so weit ausgedehnt werden, dass das erforderliche oder erwartete Ergebnis in den Hintergrund tritt. Folgende Aspekte müssen beachtet werden:

- Gestaltung und Anpassung der Lernumgebung
- Beobachtung der Aufmerksamkeit und gegebenenfalls zusätzliche Motivation
- Steuerung von Emotionen und Reaktion auf emotionale Ausbrüche
- Umgang mit Misserfolg

Lehrer stehen auch vor der Schwierigkeit, die individuelle Leistung eines Teilnehmers zu bewerten. Die Ergebnisse sollten am Ende des Lernprozesses zusammengefasst und reflektiert werden (Feedback). Teilnehmer sind oft von progressiven Lernmethoden überfordert; diese müssen zunächst (vorsichtig) erlernt werden. Eine wichtige und wesentliche Voraussetzung für offene Lehrmethoden ist ein fundiertes Basiswissen (Instruktion) zum jeweiligen Thema (z.B. die Regeln der Aerodynamik). Erst dann kann das Wissen angewendet und weiterentwickelt werden (Konstruktion). Idealerweise ergänzen sich Instruktion und Konstruktion und der Teilnehmer hat eine individuelle Lernstrategie und methodisches Verhalten entwickelt.

**E-Learning** (Lernen mit digitalen Medien) ist eine besondere Form des Lehrens und Lernens. Dabei geht es derzeit darum, Bildungsunterstützung für Einzelpersonen oder Lerngruppen mithilfe webbasierter Medien anzubieten. Dabei wird zwischen verschiedenen Arten unterschieden:

- Selbstgesteuertes Lernen mit vorgefertigten Lerninhalten
- Online betreutes Lernen mit asynchronen und synchronen Kommunikationsmitteln
- Kombination beider Formen, möglicherweise als sogenanntes Blended Learning, auch mit Präsenzphasen.

Alle oben genannten Lehr- und Lernmethoden sind prinzipiell auch mit E-Learning möglich, allerdings kann der Zeit- und Organisationsaufwand für die Vorbereitung und Nachbereitung sowie für die Vermittlung der Lerninhalte weitaus größer sein als beim reinen Präsenzunterricht. Erfolgskontrollen können ebenfalls zeitaufwendig sein.

Beim Vermitteln von Wissen und Fertigkeiten im Umgang mit Drohnen kann in vielen Fällen eine Mischung aus traditionellem Lernen (Vermittlung der Grundlagen) und offenem Lernen (Strategien für die praktische Umsetzung des Drohnenfliegens, Definition von Zielen und Ergebnissen, Dokumentation von Erfahrungen, Richtlinien, etc.) vorteilhaft sein.

Hier sind einige Beispiele für mögliche Unterrichtspläne:

**Modul 1 - Regulierung von Drohnen:**

Es beginnt mit einem Vortrag über aktuelle Vorschriften und Gesetze (traditionell). Anschließend werden Fallstudien in kleinen Gruppen diskutiert (progressiv).

**Modul 2 - Flugplanung und Berichterstattung:**

Zunächst wird gezeigt, wie die Flugplanung durchgeführt wird (traditionell). Dann werden die Teilnehmer aufgefordert, ihre eigenen Flugpläne zu erstellen und zu präsentieren (progressiv).

**Modul 3 - Drohndynamik und Wartung:**

Zunächst wird eine Demonstration von Wartungsverfahren durchgeführt (traditionell). Anschließend arbeiten die Schüler in Teams an echten Drohnen (progressiv).

**Modul 4 - Flugsimulator:**

Die Teilnehmer nutzen den Simulator einzeln, um bestimmte Fertigkeiten zu üben (traditionell). Dann wird eine Gruppenaktivität gestartet, bei der die Teilnehmer zusammenarbeiten müssen, um eine Mission im Simulator zu erfüllen (progressiv).

**Modul 5 - Flugpraxis:**

Es beginnt mit einer Demonstration eines Drohnenfluges (traditionell). Anschließend führen die Teilnehmer unter Aufsicht eigene Flüge durch (progressiv).

## 4.2 Anpassung an unterschiedliche Lernstile

Lernen ist ein Prozess, der von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Der individuelle Lernstil ist ein entscheidender Aspekt, der die Art und Weise, wie wir Informationen aufnehmen und speichern, maßgeblich beeinflusst. Diese individuellen Präferenzen bestimmen, wie wir neues Wissen am besten aufnehmen und verarbeiten.

Lernen findet in verschiedenen Phasen statt (Vermittlung von Basiswissen - Ergänzungswissen - Teamarbeit - praktische Anwendung) und verschiedene Wege führen zum **Lernziel**.

Lernen findet statt durch ...

- Beobachten
- Reflektieren
- Überwinden
- Zuhören
- Ausprobieren
- Scheitern
- Lesen
- Üben
- Selber machen

Diese Module kombinieren in der Regel zwei oder mehr Methoden. Die Lernergebnisse werden statistisch mit relativer Sicherheit bewertet:

- 20 % durch reines Zuhören
- 30 % durch reines Beobachten
- 50 % durch Zuhören und Beobachten
- 70 % durch Zuhören, Beobachten und zusätzliche Erklärungen (z. B. nach Fragen und Rückfragen)
- 90 % durch Zuhören, Beobachten, Erklären und selbst tun (anwenden)

Es ist schwierig, eine heterogene Gruppe mit unterschiedlichen Wahrnehmungskanälen zu unterrichten. Laut Vester wird unterschieden:

- Visuelle Lerntypen (lernen mit Skizzen, Grafiken, Mind Maps, Farbcodierung, Videos)
- Auditive Lerntypen (lernen durch Zuhören, Hörbücher, Podcasts)
- Kommunikative Lerntypen (lernen durch Austausch mit anderen, Diskussionen und Erklärungen)
- Motorische Lerntypen (lernen durch haptische Erfahrungen, Modelle, Spiele)

Kaum einer dieser Lerntypen tritt in reiner Form auf; die meisten Menschen sind Mischtypen. Je mehr sensorische Kanäle angesprochen werden, desto größer ist der Lernerfolg.

Die Weiterentwicklung dieses Modells beschreibt vier Lerntypen:

- **Warum-Lerner (35 % aller Menschen):** hinterfragt die Relevanz, benötigt plausible Erklärungen und lernt am besten durch Geschichtenerzählen
- **Was-Lerner (20 % aller Menschen):** hinterfragt Verfahren, Prozesse, Hintergründe, benötigt Statistiken oder Studien, um Aussagen zu belegen oder zu widerlegen

- **Wie-Lerner (20 % aller Menschen):** probiert Dinge aus und versucht, sie in die Praxis umzusetzen; benötigt einen hohen Praxisbezug, wenig Interesse am theoretischen Hintergrund
- **Was-wäre-wenn-Lerner (25 % aller Menschen):** nimmt zunächst Informationen auf, reflektiert und probiert es dann aus; oft emotional, benötigt eine konkrete Perspektive, wie das Gelernte angewendet werden kann

Optimale Rahmenbedingungen sind ein positives Lernumfeld, Respekt vor der Vielfalt der Lernstile und die Förderung der individuellen Stärken jedes Schülers.

Die folgenden Aspekte bilden dafür eine wichtige Grundlage:

**Individualität:** Jeder Teilnehmer ist einzigartig. Es ist entscheidend, die Vielfalt der Lernstile zu erkennen und anzuerkennen. Ein pauschaler Ansatz passt nicht für alle.

**Flexibilität:** Lehrkräfte und Ausbilder sollten flexibel sein und verschiedene Lehrmethoden anwenden. Eine Mischung aus visuellen, auditiven, kinästhetischen und schriftlichen Ansätzen ermöglicht es, auf die Bedürfnisse aller Schüler einzugehen.

**Sensibilisierung:** Pädagogen sollten sich darüber im Klaren sein, dass sich Lernstile im Laufe der Zeit ändern können. Ein Schüler, der visuell lernt, lernt vielleicht später besser durch praktische Erfahrungen.

**Eingliederung:** Lernstile sollten nicht als Hindernis betrachtet werden. Vielmehr sollten sie als Chance gesehen werden, den Unterricht integrativer zu gestalten. Individuelle Anpassungen können dazu beitragen, dass alle Schüler erfolgreich sind.

**Reflexion:** Die Lehrkräfte sollten ihre Lehrmethoden regelmäßig reflektieren und anpassen. Schülerbeobachtung und Feedback sind wertvolle Quellen für die Verbesserung des Unterrichts.

## 4.3 Technik im Schulungsraum

Die Technik im Schulungsraum spielt eine entscheidende Rolle bei der Ausbildung von Fachkräften und sollte in erster Linie allen oben beschriebenen Lerntypen gerecht werden. Neben einem hochauflösenden Beamer oder einem großen Wandmonitor sollte auch ein Whiteboard für zusätzliche Notizen und Skizzen zur Verfügung stehen. Letzteres sollte groß genug sein, um auch komplexere Skizzen anfertigen zu können, und auch Teilnehmer in den hinteren Sitzreihen sollten den Inhalt erfassen können.

Der PC der Lehrkraft muss entsprechend leistungsfähig sein und die Internetverbindung muss sicher und stabil sein. Für Notfälle (Stromausfall) sollte immer eine konventionelle Schreibmöglichkeit zur Verfügung stehen (z.B. Tafel oder Whiteboard).

Aus pädagogischer Sicht gibt es verschiedene Aspekte, die beachtet werden sollten:

### **Modelle sowie Experimentier-, Mess- und Prüfstationen:**

In der Art eines Stationskreises<sup>2</sup> können diese den Teilnehmern helfen, nicht nur einzelne Themen zu erlernen, sondern auch die Zusammenhänge durch aktive Beteiligung besser zu verstehen.

### **Simulationssoftware und -hardware:**

Im Schulungsraum können die angehenden Drohnenpiloten mit Hilfe von Simulationssoftware und -hardware realistische Flugbedingungen nachbilden. Diese Technologie ermöglicht es den Auszubildenden, verschiedene Flugszenarien zu üben, ohne echte Drohnen einsetzen zu müssen. Die Simulation hilft dabei, Flugmanöver zu erlernen, mit gefährlichen Situationen umzugehen und die Flugleistung zu verbessern.

### **Interaktive Lernplattformen:**

Digitale Lernplattformen bieten den Studierenden die Möglichkeit, sich mit dem theoretischen Wissen über Drohnen vertraut zu machen. Diese Plattformen können Videos, interaktive Module, Quizfragen und Fallstudien enthalten. Die Lehrkräfte können die Fortschritte der Schüler verfolgen und individuelle Unterstützung anbieten.

### **Live-Streaming und Fernzugriff:**

Moderne Klassenzimmer können mit Kameras und Live-Streaming-Technologie ausgestattet werden. So können die Schüler Flugvorführungen in Echtzeit verfolgen, auch wenn sie nicht vor Ort sind. Die Lehrkräfte können den Schülern Feedback geben und Fragen aus der Ferne beantworten.

### **Datenanalyse und -verarbeitung:**

Die Verarbeitung von Flugdaten ist ein wichtiger Teil des Drohnentrainings. Im Klassenzimmer können die Schüler lernen, wie man Flugdaten analysiert, Fehler erkennt und Verbesserungen vornimmt. Die Technologie der Datenverarbeitung und -analyse sollte daher in den Lehrplan aufgenommen werden.

---

<sup>2</sup> Relevant für Module 4, 5, 9 und 10.

### **Ethik und Sicherheit:**

Die Bildungsansätze sollten auch ethische und sicherheitstechnische Aspekte abdecken. Die Schüler müssen wissen, wie sie Drohnen verantwortungsvoll einsetzen und die Datenschutzrichtlinien einhalten können. Die Technologie kann dabei helfen, realistische Szenarien zu simulieren, in denen ethische Entscheidungen getroffen werden müssen.

## 4.4 Technologie für E-Learning-Sitzungen

Für alle geplanten E-Learning-Sitzungen ist es sinnvoll, den Teilnehmern PCs, Notebooks oder Tablets zur Verfügung zu stellen. So kann der Zugang und die (eigenständige) Erarbeitung von Lerninhalten gezielt vermittelt werden. Auch der Ablauf des Online-Unterrichts kann erprobt und geübt werden (klare Kommunikations- und Verhaltensregeln aufstellen und einfordern!).

E-Learning besteht aus mehreren Elementen, z.B. mediengestütztes Selbstlernen, webbasierte Zusammenarbeit von Teilnehmern oder gemeinsamer Unterricht in einem virtuellen Seminarraum.

**Vorgefertigte Lernmedien (z.B. Videos)** ermöglichen selbstgesteuertes, zeitunabhängiges Lernen. Allerdings muss mit einem hohen Zeitaufwand für die Erstellung und vor allem für die Pflege der Inhalte gerechnet werden (Regel: 20-50 Stunden Erstellung pro 1 Stunde fertiger Inhalt, bei sehr anspruchsvollen Inhalten auch mehr).

Für **kollaboratives Lernen** gibt es derzeit viele Möglichkeiten, wie WhatsApp- oder Telegram-Gruppen oder andere professionelle Dienste. Die Bildung von Lernnetzwerken kann von der Lehrkraft gefördert werden, aber die Teilnehmer nutzen diese Möglichkeit in der Regel bereits selbstständig.

Der **virtuelle Seminarraum** ist in der Regel kostenpflichtig, insbesondere wenn viele Kommunikationskanäle genutzt werden sollen. Neben **Teams** Video Conferencing von **Microsoft** oder **Connect** von **Adobe** sind hier auch **WebEx** und **Go2Meeting** zu nennen. Die Leistungsfähigkeit des jeweiligen Systems kann meist in kostenlosen Testversionen für eine begrenzte Zeit getestet werden. Dies kann viel Zeit in Anspruch nehmen, sollte aber unbedingt investiert werden, um gute Ergebnisse zu erzielen.

Neben den reinen Konferenzsystemen kann je nach Bedarf der Einsatz von **Zusatzprogrammen** sinnvoll sein. Beispiel: virtuelle Whiteboards, die handschriftliche Texte und Skizzen (mit einem Stifttablet) ermöglichen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass dies bei fast allen Teilnehmern beliebter ist als die Texteingabe über eine Tastatur. Die Texte und Skizzen können gespeichert und bei Bedarf an die Teilnehmer geschickt werden (aber Vorsicht: Das darf die Teilnehmer nicht davon abhalten, selbst zu schreiben oder zu skizzieren!).

Umfassende Kollaborationstools wie Microsoft Teams oder Google Workspace bieten eine Vielzahl von Möglichkeiten zur intensiven Zusammenarbeit oder zum dynamischen Austausch. Eine Online-Suche wird sicherlich viele passende Ergebnisse liefern und es kann eine individuelle Entscheidung getroffen werden.

Ein weiteres Werkzeug ist eine Q&A-Software wie **Mentimeter**. Sie ermöglicht die Erstellung von Zwischenfragen und Abfragen sowie von komplexen Quizfragen mit konkreter Auswertung. Auch dieses (moderat eingesetzte) Tool erfreut sich in der Praxis einer hohen Akzeptanz, da die Teilnehmer sofort aktiv werden und ein direktes Feedback erhalten. Außerdem lockern sie den Online-Unterricht auf. Die Umfrageergebnisse können anschließend exportiert und den Teilnehmern zur Verfügung gestellt werden (Möglichkeit des Mappings und der gezielten Wiederholung).



Es versteht sich von selbst, dass die Lehrkraft über umfangreiche Erfahrungen mit E-Learning-Sitzungen verfügen und nicht nur die Technik beherrschen, sondern auch in der Lage sein sollte, die Teilnehmer bei Bedarf zu unterstützen. Außerdem sollte er einen "Plan B" parat haben, damit die Lernprozesse auch bei Netzwerk- oder Systemausfällen fortgesetzt werden können.

Quelle:

Überarbeitete Schulungsunterlagen aus dem "TeleCoach"-Kurs (TCI, 2008, Verlag ets didakta media); dlr.de; lubb.berlin-brandenburg.de

# 5. Zusammenarbeit und Kommunikation

Die Zusammenarbeit und Kommunikation im Unterricht kann verschiedene Formen annehmen. Dieses Modul zeigt einige der Methoden der Zusammenarbeit und Kommunikation auf, die eingesetzt werden können, um ein aktives Lernumfeld für Lehrer und Schüler im Rahmen des Drones4VET-Programms zu fördern. Der folgende Abschnitt enthält einige der Arten von **(a)** Zusammenarbeit, **(b)** Kommunikation und **(c)** Vermittlungsmethoden, die den Lehrern/Dozenten zur Verfügung stehen, um dieses Erasmus+ Programm zu vermitteln, das sowohl theoretische als auch praktische Modulinhalte umfasst.

## 5.1 Zusammenarbeit

In Bezug auf synchrone und asynchrone Lehrmethoden gibt es eine Reihe von Kooperationsmethoden, die sowohl für Lehrende als auch für Teilnehmer zur Verfügung stehen, wie in Tabelle dargestellt.

Tabelle 4: Methoden der Zusammenarbeit

Methoden der Zusammenarbeit		
Synchroner Ansatz		Asynchroner Ansatz
Interaktion von Angesicht zu Angesicht (F2F):	Online-Zusammenarbeit (LIVE):	Aufnahme / Flipped-Classroom-Ansatz: (NichtLIVE)
<p><b>Vorlesungen:</b> Traditionelle Vorlesungen im Klassenzimmer, in denen der Lehrer den Schülern Wissen vermittelt.</p> <p><b>Diskussionen im Unterricht:</b> Interaktive Sitzungen, an denen die Schüler aktiv teilnehmen, Ideen austauschen und Fragen stellen können, sowohl bei Einzel- als auch bei Gruppenarbeiten.</p> <p><b>Interaktive Whiteboards im Unterricht</b> Interaktive Whiteboards wie SMART oder Promethean können zum gemeinsamen Schreiben, Zeichnen und Lösen von Problemen verwendet werden.</p>	<p><b>Lernmanagementsysteme (LMS):</b> Bereitstellung von Online-Material über ein LMS-System wie Canvas, Moodle usw.</p> <p><b>Online-Whiteboards / Virtueller Arbeitsraum</b> Online-Plattformen wie MIRO, auf denen SchülerInnen aktiv mit LehrerInnen oder in einer gruppenbasierten Umgebung mit Hilfe eines virtuellen Online-Whiteboards zusammenarbeiten können. Siehe Abbildung 1 für weitere Einzelheiten.</p> <p><b>Diskussionsforen:</b> Virtuelle Plattformen, auf denen SchülerInnen Themen diskutieren, Fragen stellen und Ressourcen austauschen können.</p> <p><b>Chat-Räume:</b> Textbasierte Kommunikation in Echtzeit für schnellen Austausch und Diskussionen.</p> <p><b>Videokonferenzen:</b> Plattformen wie Zoom oder Microsoft Teams ermöglichen Live-Videokonferenzen, die ein intensiveres Online-Erlebnis ermöglichen.</p>	<p><b>Voraufgezeichnete Vorlesungen:</b> Die Lehrkräfte stellen den Studierenden aufgezeichnete Vorlesungen zur Verfügung, die sie sich vor dem Unterricht ansehen können, so dass im Unterricht Zeit für Diskussionen und Aktivitäten bleibt. Üblicherweise wird ein LMS oder ein anderes Online-Repository für den Zugriff auf das Material verwendet.</p> <p>Die Studierenden können einige der Strategien zur Zusammenarbeit bei der Online-Bereitstellung auch für einen asynchronen Ansatz übernehmen.</p>

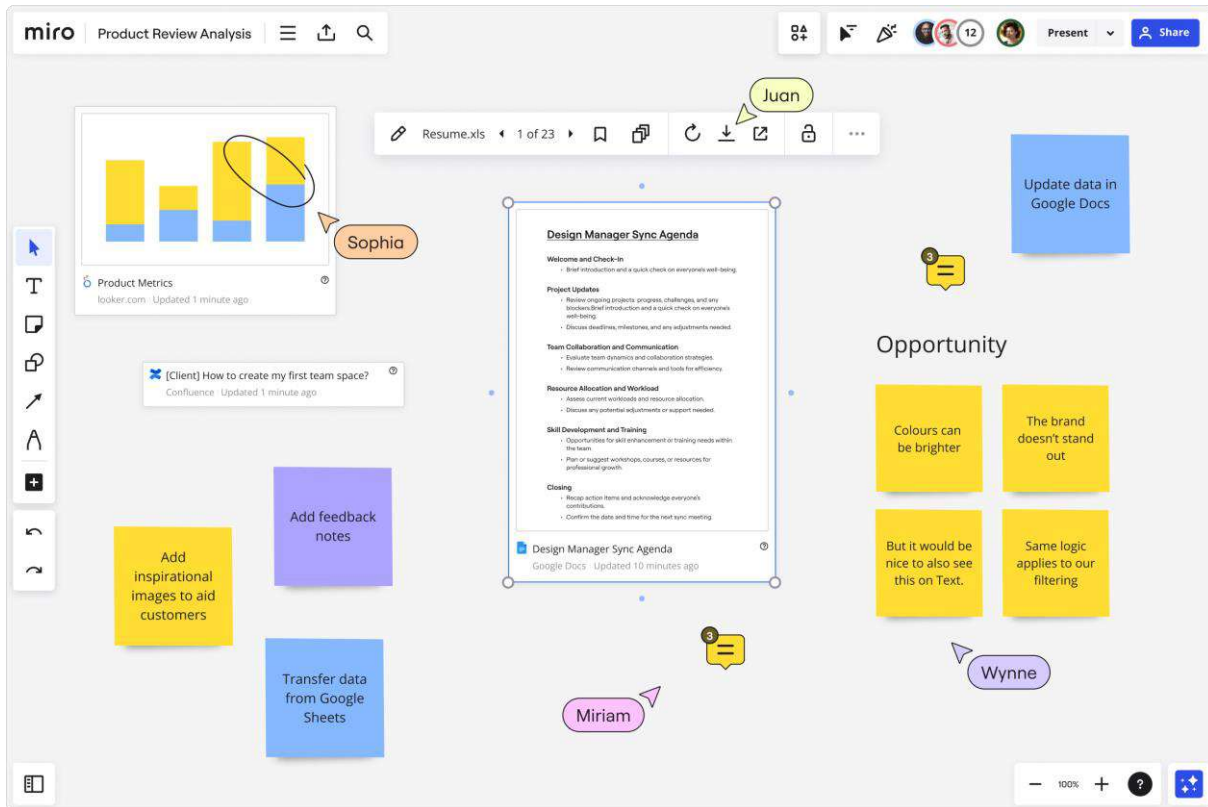


Abbildung 21: Beispiel für das Online-Kollaborationstool Miro, Für individuelle oder gruppenbasierte Aktivitäten/Aufgaben; Miro | The Visual Workspace for Innovation

## 5.2 Kommunikation:

Um eine effiziente und effektive Zusammenarbeit zwischen Studenten oder Studenten und Dozenten/Lehrern zu ermöglichen, müssen angemessene Kommunikationsmethoden eingerichtet werden. Dies soll einen effizienten Informationsaustausch zwischen den genannten Parteien ermöglichen. Die 3 wichtigsten Arten der Kommunikation in einer unterrichtsbezogenen Umgebung sind:

- Verbale Kommunikation
- Nicht-verbale Kommunikation
- Schriftliche Kommunikation

In Bezug auf synchrone (F2F & live) und asynchrone (nicht live) Programmdurchführung zeigt die folgende Tabelle typische Kommunikationsmethoden für jede Art der Durchführung:

Tabelle 5: Arten der Kommunikation in Bezug auf Art der Zusammenarbeit

Methode der Kommunikation	Details	Art der Durchführung		
		F2F	Online/Live	Aufnahme
<b>Email</b>	Traditionelle E-Mail-Kommunikation für Einzel- oder Gruppendiskussionen.	✓	✓	✓
<b>Diskussionsforen</b>	Plattformen, auf denen Studierende nach Belieben Kommentare oder Fragen posten können.	✓	✓	
<b>Lernmanagement-systeme (LMS)</b>	Eine Online-Plattform, die die Durchführung von Kursen/Modulen ermöglicht. Sie enthält eine Reihe von Funktionen, wie z. B. Online-Meetings, gemeinsame Nutzung von Dateien/Notizen, Ankündigungen, Einreichen von Aufgaben und andere (Beispiele: Canvas, Moodle usw.)	✓	✓	✓
<b>Ankündigungen</b>	Lehrkräfte können LMS-Plattformen nutzen, um Ankündigungen zu machen und wichtige Informationen weiterzugeben.	✓	✓	✓
<b>Dateiaustausch</b>	Hochladen und Freigeben von Kursmaterialien, Dokumenten und Ressourcen.	✓	✓	✓
<b>Interaktive Whiteboards</b>	Plattformen wie SMART oder Promethean können zum gemeinsamen Schreiben, Zeichnen und Lösen von Problemen verwendet werden.	✓	✓	
<b>Online-Umfragen</b>	Umfragen Tools wie Poll Everywhere oder Mentimeter können verwendet werden, um das Verständnis und die Meinung der Schüler zu ermitteln.	✓	✓	✓
<b>Feedback-Mechanismen</b>	Umfragen und Feedback-Formulare: Sammeln von Feedback von Schülern, um die Lehr- und Lernerfahrung zu verbessern.	✓	✓	✓

## 5.3 Durchführung



Blended Learning ist ein moderner Ansatz für das Lehren und Lernen, bei dem die Lehrkräfte die Vorteile der verschiedenen Lehrmethoden nutzen können, um die zu vermittelnden Inhalte optimal zu vermitteln. In der folgenden Tabelle werden einige der empfohlenen Vermittlungsstrategien für jedes Modul des Drones4VET-Programms vorgeschlagen.



Tabelle 6: Vorschlag zur Art der Durchführung für Drones4VET Module

Modul Nr	Modul	Art der Durchführung			
		F2F	online	Recorded	Praktische Umsetzung
M1	<b>DROHNENREGULIERUNG</b>	✓	✓	✓	X
M2	<b>FLUGPLANUNG UND BERICHTERSTATTUNG</b>	✓	✓	✓	X
M3	<b>DROHNENDYNAMIK UND WARTUNG</b>	✓	✓	✓	X
M4	<b>FLUGSIMULATOR</b>	✓	✓	✓	✓
M5	<b>FLUGPRAXIS</b>	X	X	X	✓
M6	<b>GEOLOKALISIERUNG</b>	✓	✓	✓	✓
M7	<b>PHOTOGRAMMETRIE</b>	✓	✓	✓	✓
M8	<b>THERMOGRAPHIE</b>	✓	✓	✓	✓
M9	<b>LIDAR</b>	✓	✓	✓	✓
M10	<b>BILDER FÜR GUTACHTEN</b>	✓	✓	✓	✓

## 6. Hard- and Software technology for Drones4VET

Tabelle 7: Hard- und Software



No	Module Name	HARDWARE	SOFTWARE/APP	OTHERS INFORMATION OF INTEREST
1	DROHNEN- REGULIERUNG 	<b>PC:</b> Intel® Core™ i3 Intel® HD 730 8 GB DDR5 512 GB SSD	<b>OPERATING SYSTEM:</b> Windows 11  Microsoft Office 2021  Adobe Acrobat	<b>WEBS:</b> <a href="https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/easy-access-rules-unmanned-aircraft-systems-regulations-eu">https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/easy-access-rules-unmanned-aircraft-systems-regulations-eu</a>  <a href="https://www.easa.europa.eu/es/light/topics/guide-drone-operators">https://www.easa.europa.eu/es/light/topics/guide-drone-operators</a>
2	FLUGPLANUNG UND BERICHTERSTATTUN G 	Computer, wie in Mod. 1 beschrieben  Internet Zugang  Fernsteuerung der Drohne oder über APP für Einstellungen	Software wie in Mod. 1 beschrieben.  Software oder APP zur Darstellung der Fernsteuerung  Software zum Anzeigen der Bildschirme oder Remote Control der Teilnehmer Rechner	<b>WEBS:</b> Operations UAS/Drones – Open Category (Subcategories A1, A2 and A3) <a href="https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/open-category-civil-drones">https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/open-category-civil-drones</a>  <b>APPS:</b> <a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-go-4">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-go-4</a> <a href="https://mapper.ugcs.com/">https://mapper.ugcs.com/</a> <a href="https://www.pix4d.com/es/producto/pix4d-capture/">https://www.pix4d.com/es/producto/pix4d-capture/</a>



3	<p>DROHNENDYNAMIK UND WARTUNG</p> 	<p>Computer, wie in Mod. 1 beschrieben</p> <p>Internet Zugang</p> <p>Eine Drohne zum Zeigen der Bestandteile und Komponenten.</p> <p>Wenn möglich auch ein traditionelles Flugobjekt, bzw. eine „Muster“ Drohne für die inneren Bauteile</p>	<p>Software wie in Mod. 1 beschrieben.</p> <p>Software oder APP (falls verfügbar) zur Planung und Dokumentation der Flüge.</p> <p>Software oder APP (falls verfügbar) zur Darstellung der Flüge</p> <p>Software zum Anzeigen der Bildschirme oder Remote Control der Teilnehmer Rechne</p>	
4	<p>FLUGSIMULATOR</p> 	<p>ZEPHYR:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- A computer that meets the minimum requirements to run Zephyr (see below)</li> <li>- A supported controller or transmitter with our USB adapter (if applicable)</li> <li>- An internet connection</li> </ul> <p><a href="https://zephyr-sim.com/features/1">https://zephyr-sim.com/features/1</a></p> <p>REALFLIGHT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operating System: Windows Vista®, 7, 8.x, or 10</li> <li>- Processor: Intel Pentium 1.0 GHz or equivalent</li> <li>- Graphics: 3D accelerated video card with 32 MB of dedicated video memory and full DirectX 9 support (Pixel Shader 2.0)</li> <li>- Hard Drive Space: 3 GB</li> <li>- System Memory: 512 MB RAM</li> <li>- Installation: Internal or External DVD Drive (A downloadable alternative to the installation disk is not available)</li> </ul>	<p>ZEPHYR:</p> <p><a href="https://zephyr-sim.com/">https://zephyr-sim.com/</a></p> <p>REALFLIGHT:</p> <p><a href="https://www.realflight.com/rf-bs-updates.html">https://www.realflight.com/rf-bs-updates.html</a></p>	<p>ZEPHYR DEMO VERSION: <a href="https://zephyr-sim.com/individuals">https://zephyr-sim.com/individuals</a></p> <p>REALFLIGHT: <a href="https://www.realflight.com/">https://www.realflight.com/</a></p>



		<p>Optimal System</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Processor: Dual Core 2.4 GHz CPU</li> <li>- Graphics: 3D accelerated video card with 512 MB of dedicated video memory (Pixel Shader 3.0)</li> <li>- System Memory: 2 GB RAM</li> </ul> <p>InterLink Elite Controller:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- USB Port</li> <li>- Compatible FM or FM-selectable transmitter (if using the interface mode)</li> <li>- The connectors on the InterLink Elite Controller interface cord and included adapter are compatible with the trainer ports on most Futaba and all JR, Spektrum, and Tower Hobbies systems</li> </ul> <p><a href="https://www.spektrumrc.com/support/">https://www.spektrumrc.com/support/</a></p> <p>PHOENIX R/C PRO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 256MB system memory (RAM)</li> <li>- 1.5 GB free, uncompressed hard-disk space</li> <li>- ATI Radeon 9800/NVidia Geforce Ti4200 with at least 128MB memory or better</li> <li>- Microsoft DirectX 9.0c or higher</li> </ul> <p>DJI FLIGHT SIMULATOR</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimum System requirements: Processor:</li> </ul>	<p>PHOENIX R/C PRO</p> <p><a href="https://phoenix-r-c-launcher.software.informer.com/5.0/">https://phoenix-r-c-launcher.software.informer.com/5.0/</a></p> <p>DJI FLIGHT SIMULATOR</p> <p>It only supports the Win10 64-bit operating system.</p>	<p>PHOENIX R/C PRO</p> <p><a href="https://www.rc-thoughts.com/phoenix-sim/">https://www.rc-thoughts.com/phoenix-sim/</a></p> <p>DJI FLIGHT SIMULATOR USER MANUAL:</p> <p><a href="https://dl.djicdn.com/downloads/simulator/20200612/DJI_Flight_Simulator_User_Manual_v1.4_EN.pdf">https://dl.djicdn.com/downloads/simulator/20200612/DJI_Flight_Simulator_User_Manual_v1.4_EN.pdf</a></p>
--	--	---	--	---



		<p>G4560; Graphics: GTX 1050 Ti; Memory: 16GB RAM; HDD: 80GB Free</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recommended System requirements: Processor: i5-6400; Graphics: GTX 1060 or GTX 1070; Memory: 16GB RAM; HDD: SSD+80GB Free</li> <li>- Optimal System requirements: Processor: i7-7700; Graphics: GTX 1080 Ti; Memory: 32GB RAM; HDD: SSD+80GB Free</li> </ul> <p>DJI remote controllers : Use a USB cable to connect the remote controller's Micro USB port to the PC's USB port</p>	<p><a href="http://www.dji.com/es/downloads/products/simulator?site=brandsite&amp;from=insite_search">www.dji.com/es/downloads/products/simulator?site=brandsite&amp;from=insite_search</a></p>	
--	--	--	---	--

5	<p>FLIGHT PRACTICE</p> 	<p>Computer, wie in Mod.1 beschrieben</p> <p>Internetverbindung</p> <p>Sicherer, angemeldeter, genehmigter und ungehinderter Flugplatz</p> <p>Zwischen 1 und 4 Drohnen, je nach verfügbarem Platz. Klasse C1 für Anfänger (beachten Sie, dass sich die Vorschriften in Richtung der Klasse C5 für Lehrzwecke entwickeln können).</p> <p>Sehr leicht &lt;500g:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DJI mini</li> <li>• AUTEL EVO NANO</li> <li>• PARROT ANAFI</li> </ul> <p>Leicht &lt;900g:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FIMI X8</li> <li>• AUTEL EVO LITE</li> <li>• DJI MAVIC</li> </ul> <p>Nicht erschöpfende Liste</p> <p>Baustellenkegel, Schilder und Warnband.</p> <p>Abflugbereiche</p>	<p>Textverarbeitung für Missionsblätter, falls erforderlich</p> <p>Wetteranwendungen (UAV-Vorhersage...) oder METAR-TAF-Website (allmetsat.com...)</p>	<p><b>APP:</b></p> <p><a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-go-4">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-go-4</a></p> <p><a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-fly">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-fly</a></p> <p><a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pilot">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pilot</a></p>
6	<p>GEOLOCATION</p> 	<p>Computer, wie in Mod.1 beschrieben</p> <p>Internetverbindung</p> <p>GNSS-Empfänger (GPS) + RTK-Modul mit aktivem Abonnement.</p> <p>Ziele (Schachbrettmuster) auf dem Boden</p>	<p>Nationale geodätische Website</p>	

7	<p>PHOTOGRAMMETRY</p> 	<p>PC für 3D-Berechnungen 16GB Speicher 1TB SSD mit 100GB frei Grafikkarte 8GB</p> <p>Drohne + Kamera (16MPix, programmierbare Aufnahmen)</p>	<p>Programmierte Fluganwendung für die Drohne DJI PILOT UGCS PIX4D CAPTURE PIX4D MAPPER</p> <p>Photogrammetrische Verarbeitungssoftware AGISOFT METASHAPE MESHROOM</p>	<p>APP: <a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pilot">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pilot</a> <a href="https://mapper.ugcs.com/">https://mapper.ugcs.com/</a> <a href="https://www.pix4d.com/es/producto/pix4d-capture/">https://www.pix4d.com/es/producto/pix4d-capture/</a> <a href="https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115002439403-Software-download-and-installation-PIX4Dmapper">https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115002439403-Software-download-and-installation-PIX4Dmapper</a> <a href="https://www.agisoft.com/">https://www.agisoft.com/</a> <a href="https://github.com/alicevision/Meshroom">https://github.com/alicevision/Meshroom</a></p>
8	<p>THERMOGRAPHY</p> 	<p>PC für 3D-Berechnungen 16GB Speicher 1TB SSD mit 100GB frei Grafikkarte 8GB</p> <p>Drohne + Infrarot Kamer</p>	<p>Software zur thermischen Analyse je nach Kamera</p> <p>DJI Thermal Analysis Tool 3</p> <p>Flir Tools</p>	<p>WEB: <a href="https://www.dji.com/es/downloads/software/dji-dtat3">https://www.dji.com/es/downloads/software/dji-dtat3</a> <a href="https://www.flir.es/products/flir-tools-app/?vertical=condition+monitoring&amp;segment=solutions">https://www.flir.es/products/flir-tools-app/?vertical=condition+monitoring&amp;segment=solutions</a></p>

9	<p>LIDAR</p> 	<p>PC für 3D-Berechnungen 16 GB Speicher 1TB SSD mit 100GB freiem Speicherplatz 8 GB Grafikkarte</p> <p>Drohne, die einen LiDAR-Sensor tragen kann Beispiel DJI M350 RTK (C3) + DJI ZENMUSE L2 LIDAR</p>	<p>Software zur Verarbeitung der LiDAR-Daten von Ihrem Sensor</p> <p>Programmierte Fluganwendung für die Drohne DJI PILOT UGCS PIX4D CAPTURE PIX4D MAPPER</p>	<p>APP: <a href="https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pil">https://www.dji.com/es/downloads/djiapp/dji-pil</a> <a href="https://mapper.ugcs.com/">https://mapper.ugcs.com/</a> <a href="https://www.pix4d.com/es/producto/pix4dcapture/">https://www.pix4d.com/es/producto/pix4dcapture/</a> <a href="https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115002439403-Software-download-and-installation-PIX4Dmapper">https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/115002439403-Software-download-and-installation-PIX4Dmapper</a> <a href="https://www.agisoft.com/">https://www.agisoft.com/</a></p> <p>WEB: <a href="#">Matrice_350_RTK_User_Manual_v1.0_ENI.pdf (dji.com)</a> <a href="#">Zenmuse_L2_User_Manual_v1.0_ES.pdf (dji.com)</a> <a href="https://www.flyability.com/elios-3">https://www.flyability.com/elios-3</a></p>
10	<p>PICTURES FOR EXPERTISE</p> 	<p>Leistungsstarker PC 16GB Speicher 1TB SSD mit 100GB freiem Speicherplatz 8GB dedizierte Grafikkarte (möglich ohne, langsamer)</p> <p>Drohne + sehr gute Kamera, eventuell mit hochwertigem Zoomobjektiv Drohnen-Fernsteuerungs-App</p>	<p>Software für Bilder: Xnview (einfach und kostenlos) Photoshop</p>	

# 7. Bewertung und Feedback für einen effektiven Unterricht

Bewertung und Feedback sind integrale Bestandteile jedes erfolgreichen Lehrgangs. Sie spielen eine entscheidende Rolle, wenn es darum geht, das Verständnis der Studierenden für den Stoff zu messen und eine kontinuierliche Verbesserung zu fördern. In diesem Modul werden einige in der Abbildung hervorgehobenen primären und optionalen Bewertungsinstrumente beschrieben, die für die Bewertung des Lehrens und Lernens im Rahmen des Drone4VET-Programms eingesetzt werden können. Die Bedeutung von konstruktivem Feedback für verbesserte Lernergebnisse wird ebenfalls diskutiert.

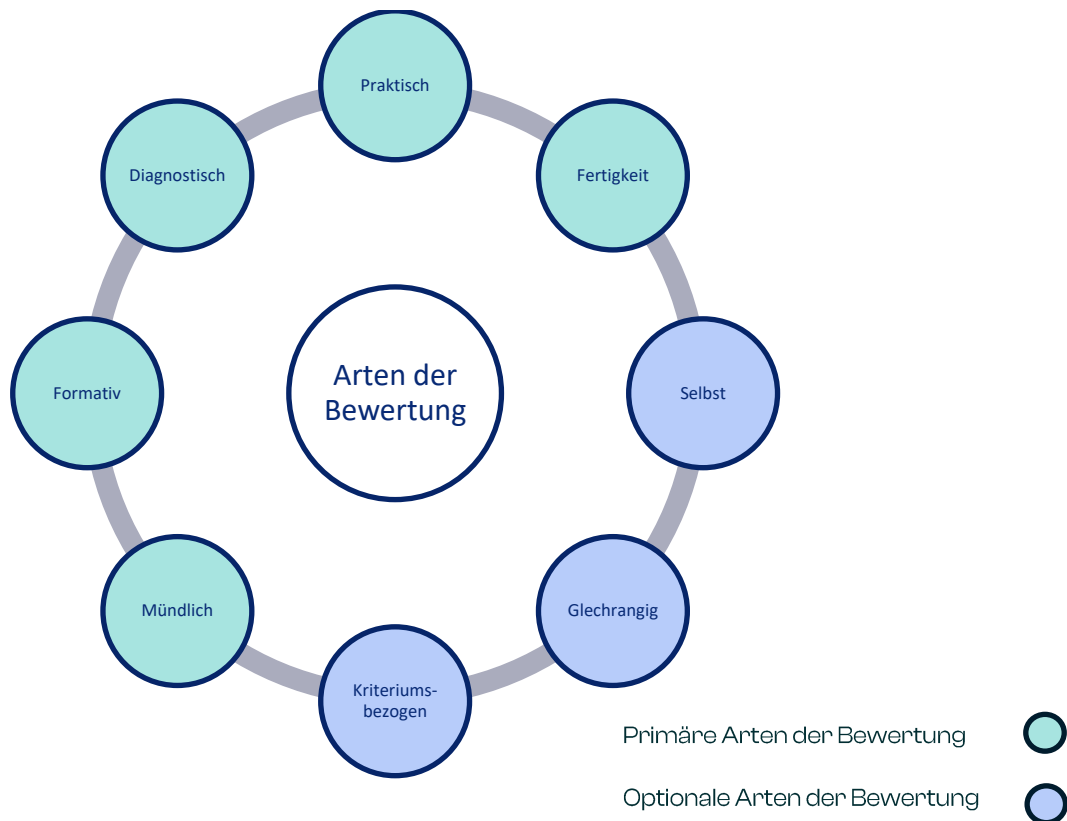


Abbildung 22: Arten der Bewertung

## 7.1 Verschiedene Arten von Beurteilungen zur Bewertung des Lernens

- Eine praktische Bewertung basiert auf praktischen Aktivitäten, die dazu dienen, die praktischen Fähigkeiten und das Verhalten der Studierenden zu bewerten und zu beobachten.
- Eine diagnostische Bewertung ist eine Art der Bewertung, um den aktuellen Wissensstand eines Schülers zu überprüfen. In der Regel handelt es sich dabei um eine Reihe von Fragen, die zu Beginn eines Unterrichts oder einer Schulung gestellt werden, um die Stärken und Schwächen eines Teilnehmers vor dem Lernen zu ermitteln. Beispiele sind Journale, Quiz/Test, Konferenz/Interview, Plakate, Leistungsaufgaben, Mind Maps, Lückenschluss, Schülerumfragen
- Formative Beurteilungen: Diese fortlaufenden Beurteilungen ermöglichen es den Lehrkräften, den Fortschritt und das Verständnis der Teilnehmer während des Kurses zu überwachen. Beispiele sind Quiz, Umfragen und kurze Aufgaben.
- Summative Beurteilungen: Diese Beurteilungen werden am Ende einer Lernphase durchgeführt, um das Gesamtverständnis zu bewerten. Beispiele hierfür sind Abschlussprüfungen, Projekte oder umfassende Tests.
- Kompetenzbewertung: Um die Fähigkeit der Teilnehmer zur Durchführung bestimmter Aufgaben zu messen, ist die Kompetenzbewertung die bevorzugte Form. Sie kann ein Teil einer praktischen Prüfung sein.
- Mündliche Bewertung: Bewertung der von den Studierenden erworbenen Kenntnisse in mündlicher Form.
- Kriteriumsbezogene Bewertung: Bewertung der Kenntnisse eines Schülers auf der Grundlage vorher festgelegter Kriterien und Standards.
- Normbezogene Beurteilung oder Peer-Assessments: Teilnehmer bewerten die Arbeit ihrer Kommilitonen, was die Zusammenarbeit fördert und wertvolle Einblicke aus verschiedenen Perspektiven ermöglicht.
- Selbstbeurteilung: Die Ermutigung der Teilnehmer, über ihr eigenes Lernen nachzudenken, fördert das Verantwortungsbewusstsein und hilft ihnen, verbesserungswürdige Bereiche zu erkennen.

Die folgende Tabelle zeigt empfohlene Bewertungsarten für die Drones4VET-Module:

Tabelle & Vorschlag der Modulbewertungen

Drones4VET Module & vorgeschlagene Bewertungen										
Art der Bewertung	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
Praktisch	X	✓	X	✓	✓	X	X	X	X	X
Diagnostisch	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Formativ	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Summativ	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Fertigkeit	X	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓
Mündlich	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Kriterien- basiert	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Standard- basiert	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Eigen- Bewertung	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓

\*M1 – Drone Regulations, M2 – Flight planning and reporting, M3 – Drone Dynamics and maintenance, M4 – Flight simulator, M5 – Flight Practice, M6 – Geolocation, M7 – Photogrammetry, M8 – Thermography, M9 – LIDAR, M10 – Pictures for expertise

LEGEND:

✓	Vorschlag
X	Nicht zielführend
✓	Optional

Im Hinblick auf die persönliche (F2F) und Online-Durchführung zeigt die folgende Tabelle, wie formative Bewertung (die am häufigsten angewendete Bewertungstechnik) sowohl für Einzel- als auch Gruppenaufgaben durchgeführt werden kann:

Tabelle 9: Arten von Aufgaben und Werkzeuge für persönliche und Online-Zusammenarbeit

Arten von Aufgaben und Werkzeuge für persönliche und Online-Zusammenarbeit		
Art der Bewertung	Ansatz	Werkzeuge für Zusammenarbeit und Kommunikation
<b>Formative &amp; Summative Bewertungen / Einzelaufgabe</b>	Diese Art der Bewertung wird von einem einzelnen Studenten durchgeführt, daher wird die Zusammenarbeit auf ein Minimum beschränkt, es sei denn, die Studenten entscheiden sich, parallel zu arbeiten, wobei eine Gruppe von Studenten zusammenarbeitet, aber die Einreichungen individuell erfolgen.	Wenn die Studenten parallel arbeiten, kann dies wie ein Gruppenprojekt unten durchgeführt werden.
<b>Formative Bewertungen / Gruppenprojekte</b>	<p><b>Kollaborative Aufgaben:</b> Aufgaben, die von den Studenten gemeinsam bearbeitet werden müssen, fördern Teamarbeit und gemeinsame Verantwortung.</p> <p><b>Peer Review:</b> Die Studenten überprüfen und geben Feedback zu den Arbeiten der anderen, was ein kollaboratives Lernumfeld fördert.</p>	<p><b>Soziale Medien Gruppen:</b> Erstellung dedizierter Gruppen auf Plattformen wie Facebook oder LinkedIn für Klassendiskussionen und den Austausch von Ressourcen.</p> <p><b>Blogs:</b> Die Studenten können Blogs erstellen und teilen, um ihre Gedanken, Erfahrungen und Erkenntnisse im Zusammenhang mit dem Kurs auszudrücken.</p>



## 7.2 Feedback und Verbesserung

Wirksames Feedback ist ein Eckpfeiler des Lernprozesses. Es informiert die Schüler nicht nur über ihre Leistungen, sondern gibt ihnen auch Hinweise zur Verbesserung. In diesem Abschnitt werden wir uns auf die folgenden Aspekte konzentrieren:

- **Rechtzeitiges Feedback:** Ein zeitnahes Feedback ermöglicht es den Teilnehmern, Missverständnisse anzusprechen und notwendige Korrekturen zeitnah vorzunehmen.
- **Konstruktive Kritik:** Das Feedback sollte konstruktiv sein und sowohl Stärken als auch verbesserungswürdige Bereiche hervorheben. Spezifisches und umsetzbares Feedback leitet die Schüler dazu an, ihre Fähigkeiten zu verbessern.
- **Feedback-Mechanismen:** Untersuchen Sie verschiedene Instrumente und Methoden für die Übermittlung von Feedback, wie z. B. schriftliche Kommentare, mündliches Feedback oder digitale Plattformen.
- **Feedback zur Motivation:** Positive Bestärkung und Anerkennung von Leistungen tragen zur Motivation und zum Engagement der Teilnehmer bei.

# Verzeichnisse

## Abbildungen

Abbildung 1: Trainer mit Drohnenbeispiel (KI generiert - Adobe Firefly).....	3
Abbildung 2: Typische Schäden an Fassaden ( <a href="https://www.zukunft-bau.at/bauschadensberichte">https://www.zukunft-bau.at/bauschadensberichte</a> ).....	13
Abbildung 3: Typische Schäden an Dächern ( <a href="http://www.bauder.at">www.bauder.at</a> / <a href="http://www.hausjournal.at">www.hausjournal.at</a> ).....	13
Abbildung 4: EASA website - die Seite "Drohnen und Luftmobilität" ist ein guter Einstieg, um dann zu den verschiedenen Themen zu gelangen (EASA).....	15
Abbildung 5: <a href="https://fr.allmetsat.com">https://fr.allmetsat.com</a> diese Website zeigt die METAR- und TAF-Meldungen sowohl in klarer als auch in Originalversion an - für ganz Europa in verschiedenen Sprachen.....	16
Abbildung 6: android app : "Avia Weather" selbe Funktion, und Sie können auch NOTAM erhalten (kostenpflichtige Option).....	16
Abbildung 7: Android app: "GPS Status" Wählen Sie die Seite "Sensoren", auf der alle aktiven Sensoren mit ihren Werten angezeigt werden. Die Schülerinnen und Schüler können zum Beispiel verstehen, was ein Beschleunigungsmesser ist.....	17
Abbildung 8: Programmierung des Geo-cages mit einer Fernbedienung. Zögern Sie nicht, am Anfang niedrige Werte einzustellen (Parrot).....	18
Abbildung 9: Android App "GPS Status" Screen.....	18
Abbildung 10: Grund mit Nummer (LePont.com).....	19
Abbildung 11: Eine Orangenhaut zeigt, dass es schwierig ist, eine Kugel abzufachen.....	19
Abbildung 12: UTM-Projektion der Erdkugel auf einen Zylinder.....	19
Abbildung 13: Entfernungsverzerrung aufgrund der zylindrischen UTM-Projektion (France 3 "C'est pas sorcier").....	20
Abbildung 14: Polycam-Modell des realen Modells einer Architektin (Julie Lequeux-Audran) auf einem Tisch im Klassenzimmer (Ausschnitt aus dem Video, das generiert werden kann).....	21
Abbildung 15: abgesteckter Bereich auf einem Schulhof für C1-zertifizierte Drohnen. Das Fluggebiet der Drohne befindet sich um die Kegel mit der Stange. Die Schüler befinden sich rechts, im Schatten und schauen der Sonne entgegen.....	24
Abbildung 16: Sicherheitsstreifen ( <a href="http://virages.com">virages.com</a> ).....	24
Abbildung 17: STSO1 volumes (EASA).....	25
Abbildung 18: Drohnenpilot in einem gesicherten Bereich mit Sicherheitsjacke (Instadrone & Lycée Dhuoda).....	26
Abbildung 19: Landepad ( <a href="http://geomasures.fr">geomasures.fr</a> ).....	26
Abbildung 20: Drohnenflug Beispiel (AI generiert - Adobe Firefly).....	28
Abbildung 21: Beispiel für das Online-Kollaborationstool Miro, Für individuelle oder gruppenbasierte Aktivitäten/Aufgaben; Miro   The Visual Workspace for Innovation.....	39
Abbildung 22: Arten der Bewertung.....	49

## Tabellen

Tabelle 1: Überblick über die Module.....	5
Tabelle 2: Module und Lernziele.....	6
Tabelle 3: Beispiel eines Lehrganges.....	12
Tabelle 4: Methoden der Zusammenarbeit.....	38
Tabelle 5: Arten der Kommunikation in Bezug auf Art der Zusammenarbeit.....	40
Tabelle 6: Vorschlag zur Art der Durchführung für Drones4VET Module.....	41
Tabelle 7: Hard- und Software.....	42
Tabelle 8: Vorschlag der Modullbewertungen.....	51
Tabelle 9: Arten von Aufgaben und Werkzeuge für persönliche und Online-Zusammenarbeit.....	52

# Anhang

Eigene Vorlagen (Formulare) und Tools