**Training Fiche Vorlage**

|  |  |
| --- | --- |
| **Titel**  | **Einführung in die UAS-Technologie und ihre Zukunft** |
| **Schlüsselwörter**  | UAS, Drohnen |
| **Zur Verfügung gestellt von**  | Dronemasters GmbH |
| **Sprache**  | Deutsch |
| **Name des Berufsprofils** |  |
| **Profil der Qualifikation und Ausbildungsziele** |  |
| **Dauer und Umfang** | 2 Stunden |
| **Zulassungsbedingungen** |  |
| **Struktur und Module der Ausbildung** | Selbstlernen |
| **Zielsetzungen und Ziele** | Am Ende dieses Moduls werden die Studierenden in der Lage sein:sich mit unbemannten Luftfahrtsystemen (UAS) vertraut machenaktuelle und zukünftige Anwendungen für UAS zu verstehensich mit den Kernelementen der Fachhochschulen vertraut machenverschiedene Arten von Nutzlasten/Sensoren und ihre Anwendungen kennen lernensich mit den aktuellen UAS-Vorschriften vertraut machendie Bedeutung der menschlichen Faktoren für die Sicherheit von UAS zu verstehen |
| **Lernergebnisse** | **Die Studierenden lernen die Grundlagen der UAS-Technologie und die grundlegenden rechtlichen Anforderungen für den Betrieb in der EU kennen** |
| **Lernfeld** |  Luftfahrt |   |
|  FACHHOCHSCHULE |  |
|   |  |
| **Inhaltlicher Index** | **Kurs 1: Einführung in die UAS-Technologie und ihre Zukunft****Einheit 1 - Geschichte****Der Anfang****Notwendigkeit einer wirksamen Kontrolle****Radio & Autopilot****Einheit 2 - Einführung und Anwendungen von Fachhochschulen****UAS Definition****Grundlegende Technologie****Nutzlasten****UAS-Software****Kommerzielle Anwendung****Einheit 3 - Das "System" der Fachhochschulen****Grundlegende Elemente****Plattform-Typen****Befehl und Kontrolle****Start und Bergung****Einheit 4 - UAS-Sensorik****Einführung in die Sensorik****Sensor-Typen****Geografische Daten****Referat 5 - UAS-Vorschriften, -Standards und -Leitlinien****Regulierungssystem für die Luftfahrt** **Aktuelle UAS-Vorschriften** **Der Weg nach vorn****Einheit 6 - Menschliche Faktoren in UAS****Menschliche Wahrnehmung****Menschliches Versagen****Situationsbewusstheit (SA)****Zusammenfassung****Testen Sie Ihr Wissen** |
| **Entwicklung von Inhalten**  | **1. Geschichte****Der Anfang*** Das erste unbemannte Luftfahrzeug - Curtiss N9
* Erstes unbemanntes Flugzeug, das Sprengstoff an sein Ziel bringen kann
* Gebaut von Elmer Sperry und Peter Cooper Hewitt für die US-Marine im Ersten Weltkrieg
* Ein Teil der Technologie dieses ferngesteuerten Flugzeugs wurde von der "Tele-Automatisierung" inspiriert, einer Technologie, die 1893 zur Steuerung von Unterwassertorpedos eingesetzt wurde.
* Andere Flugzeuge, die in der Folge für das Militär als "Lufttorpedo" gebaut wurden, waren der Liberty Eagle, die TDN-1 "Angriffsdrohne

**Notwendigkeit einer wirksamen Kontrolle*** Die ersten Entwürfe der Gebrüder Wright waren schwer zu kontrollieren.
* Sie wurden für die Entwicklung der weit verbreiteten Drei-Achsen-Steuerung (Gieren/Neigen/Rollen) für schwerere Flugzeuge als Luft verantwortlich gemacht.
* Ein weiterer berühmter Wissenschaftler jener Zeit, Dr. Samuel P. Langley, bemühte sich um stabile bemannte Flüge. Trotz Zuschüssen der Regierung und des Militärs gelang ihm dies jedoch nicht.
* Einige Bereiche, in denen bedeutende Entwicklungen stattfanden, waren optimierte Strukturen, Aerodynamik, Steuerflächen, Tragflächenkonfiguration

**Radio & Autopilot*** Mehrere Erfindungen trugen zur Entwicklung von ferngesteuerten Flugzeugen, auch bekannt als unbemannte Flugzeuge/Drohnen, bei.
* Vor der Erfindung von Flugzeugen führte die Entdeckung von Radiowellen und deren Nutzung zur Übertragung von Funksignalen zur Erfindung dessen, was damals als "Teleautomation" bezeichnet wurde.
* Unterwassertorpedos wurden 1898 erfunden, um Sprengstoff mit Hilfe von Teleautomation auf feindliche Schiffe zu lenken.
* Eine weitere Technologie, die speziell für Torpedos entwickelt wurde, war der "Drei-Achsen-Kreisel" von Elemer Sperry.
* Diese Technologien ermöglichten es Sperry, seinen Entwurf des ersten zuverlässigen mechanischen Autopiloten zu perfektionieren.

**2. Einführung und Anwendungen von UAS****UAS Definition*** Nach Angaben der Federal Aviation Administration (FAA) ist ein unbemanntes Luftfahrzeug ein unbemanntes Luftfahrzeug und die für den sicheren und effizienten Betrieb dieses Luftfahrzeugs erforderliche Ausrüstung.
* Ein unbemanntes Luftfahrzeug ist ein Bestandteil eines UAS.
* Alle Luftfahrzeuge, die ohne die Möglichkeit eines direkten menschlichen Eingriffs im oder am Flugzeug betrieben werden, werden als unbemannte Luftfahrzeuge (UAV) eingestuft. (Öffentliches Gesetz 112-95, Abschnitt 331(8)).

**Grundlegende Technologie*** Um die grundlegenden Bausteine von UAS zu verstehen, muss man die grundlegenden Informationen über Fahrzeugsteuerung, Stabilisierung und Sensordesign verstehen
* Die in einem UAS angewandten Kontrollmethoden lassen sich grob in folgende Kategorien einteilen:
	+ Manuelle Steuerung - Dies ermöglicht es einem erfahrenen UAS-Piloten, die Flugbahn und das vorhersehbare Ergebnis eines UAVs präzise zu steuern
	+ Stabilisierte Steuerung - Dies ermöglicht es dem Bediener, die Position des Luftfahrzeugs über einen Autopiloten an Bord der Drohne präzise zu steuern. Der Grad der Autonomie der Drohne ist in diesem Fall höher.
	+ Automatisierte Steuerung - Dieses Steuerungsszenario erfordert das geringste Maß an Bedienerkontrolle. Durch den Einsatz von Software wird eine komplette Mission vor dem Einsatz geplant und die komplette Kontrolle wird von der Bodenkontrollsoftware und dem bordseitigen Autopiloten übernommen.

**Nutzlasten*** Die Nutzlast ist definiert als das Gesamtgewicht, das ein UAV tragen kann. Sie umfasst nicht das Gewicht der Plattform selbst.
* Die Art der Nutzlasten kann je nach den Zielen der Plattform variieren. In der Regel werden sie für die Sammlung von Daten wie Bilder, Videos, Temperatur, Koordinaten usw. verwendet.
* Typische Nutzlasten für UAVs sind:
	+ Elektro-optische Bildsensoren
	+ Sichtbare RGB-Sensoren
	+ IR (Infrarot) Sensoren
	+ LiDAR (Light Detection & Ranging) Sensoren
	+ SAR (Radar mit synthetischer Apertur)

**UAS-Software*** Software ist eine Schlüsselkomponente jedes UAS-Systems, unabhängig vom Grad der Autonomie des UAV.
* Der Autopilot an Bord, die Datenverarbeitung am Boden und viele andere Funktionen werden heute von Software übernommen.
* Typische Programme, die heute im Handel erhältlich sind, sind:
	+ UAS-Flottenmanagement-Software
	+ Autopilot-Software
	+ Sensor Daten Asset Management
	+ Analytische Photogrammetrie-Software
	+ Erkennung von Veränderungen und maschinelles Lernen
	+ Bildverarbeitungssoftware
	+ Software zur autonomen Flugwegplanung

**Kommerzielle Anwendung*** Drohnen/UAVs werden heute in einer Vielzahl von kommerziellen Anwendungen eingesetzt, von der Freizeitgestaltung über die Landwirtschaft bis hin zur Stadtplanung.
* Der rasante Aufschwung der weit verbreiteten Adaption ist auf die niedrigen Kosten und die Verfügbarkeit von UAS-Hardware und -Software als kommerziell verfügbare Standardkomponenten zurückzuführen.
* Darüber hinaus gaben Open-Source-Entwicklungsprojekte wie Dronecode, die zur Entwicklung von PX4, MAVLink usw. führten, den Menschen die Möglichkeit, maßgeschneiderte Systeme zu bauen.
* Typische kommerzielle Anwendungen, die heutzutage sehr verbreitet sind, sind:
	+ Gebäudeinspektion
	+ Luftfahrzeug-Inspektion
	+ Öl, Gas, Stromleitungen, Inspektion von Kraftwerken
	+ Inspektion öffentlicher Infrastrukturen (Brücken, Dämme, Straßen usw.)
	+ Luftbildkartierung/Vermessung
	+ Präzisionslandwirtschaft
	+ Filmemachen
	+ Marketing und Lichtshows
	+ Nachrichtenberichterstattung
	+ Meteorologie
	+ Zustellung der Fracht

**3. Das "System" in den Fachhochschulen****Grundlegende Elemente*** Ein UAS besteht aus einer Gruppe von interagierenden oder miteinander verbundenen Elementen, die koordiniert handeln, um die Ziele/Aufgaben eines Nutzers/Betreibers/Kunden zu erfüllen.
* Die meisten UAS bestehen aus einem:
	+ UAV/Ferngesteuerte Plattform
	+ Menschlicher Pilot
	+ Nutzlast
	+ Steuerelemente
	+ Datenlink-Kommunikationselement
	+ Start- und Bergeelement (in einigen spezialisierten Systemen)

**Plattform-Typen*** UAVs, auch bekannt als Remotely Piloted Vehicles (RPV), werden je nach Gewicht und Leistungsklasse in verschiedene Kategorien eingeteilt.
* Die Vorschriften zu Gewichtsklasse und Leistung können von Land zu Land variieren. Im Allgemeinen wird jedoch zwischen kleinen UAS (sUAS), die weniger als 55 Pfund wiegen, und größeren UAS, die 55 Pfund oder mehr wiegen, unterschieden.
* UAS-Plattformen werden auch anhand ihrer Flugeigenschaften klassifiziert. Zum Beispiel:
	+ Starrflügler (konventionelle Starts und Landungen CTOL)
	+ Vertikales Starten und Landen (VTOL)
	+ Hybride Plattformen (sowohl CTOL- als auch VTOL-fähig)

**Befehl und Kontrolle*** Das Konzept hinter UAS besteht darin, die Fähigkeit dieser Systeme zu nutzen, Missionen nach einer Reihe vorprogrammierter Anweisungen mit begrenztem/ohne menschliches Eingreifen durchzuführen.
* Autopiloten ermöglichen es Plattformen, diese Anweisungen auszuführen und dabei einen stabilen Flug aufrechtzuerhalten.
* Die Bodenkontrollstation (Ground Control Station, GCS) wiederum stellt die Mensch-Maschine-Schnittstelle zur Verfügung, um dem UAV Anweisungen zu geben.
* Die drahtlose Datenverbindung ermöglicht es dem GCS, Befehls- und Steuerungsanweisungen an den Autopiloten der Drohne weiterzuleiten. Sie umfasst auch die Bandbreiten, die für die Übertragung von Nutzdaten vorgesehen sind.
* Der Betrieb von UAS kann grob in folgende Kategorien eingeteilt werden:
	+ Sichtlinie (LOS)
	+ Beyond Line of Sight (BLOS)
	+ Jenseits der Sichtlinie (BVLOS)

**Start und Bergung*** Die Start- und Landephase (L&R) ist einer der arbeitsintensivsten Aspekte des UAS.
* Die meisten sUAS benötigen keine L&R-Ausrüstung.
* Bei größeren Systemen kann ein L&R-Element je nach Plattformtyp, Architektur, Betriebsumgebung und Anforderungen usw. stark variieren.
* Einige typische, weit verbreitete Startsysteme sind:
	+ Katapultstart
	+ Handstart
	+ Bergung mit dem Fallschirm
	+ Nettoverwertung
	+ Haken Rückgewinnung

**4. UAS-Sensorik****Einführung in die Sensorik*** Sensor-Nutzlasten an Bord von UAVs erfassen die Umgebung, in der sie operieren, durch aktive und passive Sensorik.
* Aktive Sensoren strahlen elektromagnetische Energie in Richtung externer Objekte ab, um die reflektierte Energie zu erfassen und zu analysieren. Beispiele für aktive Sensoren sind:
	+ LiDAR
	+ SAR
	+ RADAR
* Passive Sensoren, wie z. B. visuelle Kameras, erfassen nur Energie, die von externen Quellen abgegeben wird. Einige Beispiele für passive Sensoren sind:
	+ RGB-Kamera
	+ IR-Sensor

**Geografische Daten*** UAS werden häufig eingesetzt, um räumliche Informationen über Objekte oder die Umgebung zu untersuchen. UAS nutzen diese Informationen manchmal zur Navigation, Pfadplanung und Lokalisierung.
* Dieser Ansatz wird auch als simultane Lokalisierung und Kartierung (SLAM) bezeichnet. Dabei handelt es sich um ein Rechenproblem, bei dem es darum geht, eine Karte einer unbekannten Umgebung zu erstellen oder zu aktualisieren und gleichzeitig den Standort eines UAV darin zu verfolgen.
* Der SLAM-Ansatz nutzt Geodaten, die als solche verfügbar sind:
	+ Rasterdaten - Daten, die als Werte in einem zusammenhängenden Raster gespeichert sind
	+ Vektordaten - Daten, die als Punkte, Linien, Polygone usw. gespeichert werden.

**5. UAS-Vorschriften, Normen und Leitlinien****Regulierungssystem für die Luftfahrt*** Die FAA und die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) regeln die Nutzung des nationalen Luftraums in den USA und der Europäischen Union (EU).
* Sie sind für die Gewährleistung der Sicherheit und des Umweltschutzes im Luftverkehr in Europa und den USA zuständig.
* Erstausrüster (OEMs) und Betreiber sind in der Regel die treibenden Kräfte hinter den Vorschriften in einem technischen Umfeld wie der Luftfahrt.
* Am 16. September 2005 veröffentlichte die FAA das Memorandum AFS-400 UAS Policy 05-01 als Leitfaden für die Nutzung von UAS im nationalen Luftraumsystem der USA (NAS).
* Die EU-Verordnungen 2019/947 und 2019/945 legen den Rahmen für den sicheren Betrieb von zivilen Drohnen im europäischen Luftraum fest.

**Aktuelle UAS-Vorschriften*** In den USA müssen Drohnen nach den geltenden Vorschriften zugelassen sein:
	+ Weniger als 55lbs
	+ innerhalb der Sichtlinie (VLOS) des verantwortlichen Piloten/Sichtbeobachters zu operieren
	+ Nicht direkt über Menschen arbeiten
	+ Nur tagsüber in Betrieb
	+ Fliegen Sie mit einer Geschwindigkeit von nicht mehr als 100 mph (87Knts)
	+ Unter 500 Fuß (AGL) fliegen
	+ Nicht im Luftraum der Klasse A operieren
	+ Betrieb im Luftraum der Klasse E nur nach Genehmigung durch ATC
	+ Einsatz bei einer Wettersichtweite von mindestens 3 Meilen
	+ Darf nur von einem lizenzierten Piloten gemäß Teil 107 betrieben werden
* In der EU verlangen die aktuellen Drohnenvorschriften dies (nationale Vorschriften können für jedes Land abweichen):
	+ Sie müssen eine EU-Drohnenbescheinigung erhalten, bevor Sie eine Drohne mit einem Gewicht von 250 Gramm oder mehr fliegen können.
	+ Sie müssen sich als Drohnenpilot registrieren lassen und eine Betreibernummer an Ihrer Drohne anbringen.
	+ Die Drohne muss in einer maximalen Höhe von 120 Metern fliegen
	+ Die Drohne muss in direkter Sichtweite des Piloten geflogen werden
	+ Die Drohne darf in den Niederlanden nur tagsüber geflogen werden
	+ Sie dürfen nicht in einer (vorübergehenden) Flugverbotszone fliegen
	+ Sie dürfen nicht über unbeteiligte Personen fliegen

**Der Weg nach vorn*** Das Luftfahrtumfeld ist komplex, dynamisch und voller Fallstricke, da zahlreiche Interessengruppen (Konstrukteure, Betreiber, Nutzer usw.) in den Prozess des Zugangs zu den NAS eingebunden sind.
* Daher ist bei der Einführung neuer Vorschriften mehr Vorsicht geboten, damit die Regeln des Engagements vollständig verstanden werden.
* Die aktive Beteiligung von Industriepartnern und Betreibern ist sehr wichtig, um ein organisches Wachstum dieser Branche zu ermöglichen.
* Die größte Herausforderung für Regulierungsbehörden wie die FAA und die EASA besteht darin, kohärente, rationale und durchsetzbare Strategien, Verfahren, Regeln und Vorschriften für die UAS-Branche zu entwickeln.

**6. Menschliche Faktoren in UAS****Menschliche Wahrnehmung*** Die menschliche Komponente beim Betrieb von UAS ist für die Gesamtsicherheit und den Erfolg der UAS-Industrie sehr wichtig.
* Das übergeordnete Ziel der menschlichen Faktoren in UAS ist es, Nutzern, Kunden und Betreibern die notwendige Anleitung, das Wissen und die Fähigkeiten zu vermitteln, um einen sicheren Betrieb von UAVs zu gewährleisten.
* Obwohl sich der Mensch in hohem Maße an seine Umwelt anpassen kann (was ihn zur intelligentesten Spezies auf diesem Planeten macht), kommt es bei ihm zu geistiger und körperlicher Ermüdung, Desorientierung, Fehlkommunikation usw., was häufig zu gefährlichen und katastrophalen Situationen aufgrund menschlichen Versagens führt.
* Einige der vielen Gründe, die dafür verantwortlich gemacht werden können, lassen sich wie folgt klassifizieren:
	+ Wahrnehmungsfehler
	+ Selektive Aufmerksamkeit
	+ Mangel an konzentrierter Aufmerksamkeit
	+ Geteilte Aufmerksamkeit

**Menschliches Versagen*** Nach Senders & Moray (1991)\* ist ein Fehler definiert als "vom Akteur nicht beabsichtigt, von einer Reihe von Regeln oder einem externen Beobachter nicht erwünscht, oder der die Aufgabe oder das System außerhalb seiner akzeptablen Grenzen geführt hat.
* In sicherheitskritischen Branchen wie der Luftfahrtindustrie werden Strategien angewandt, um menschliche Fehler zu erkennen und zu verhindern, bevor sie auftreten.
* Im Bereich der menschlichen Faktoren wird häufig das "Swiss-Cheese"-Modell verwendet, um zu beschreiben, wie Fehler durch die Schutzmechanismen der verschiedenen Überwachungsebenen schlüpfen und in Kombination mit bestimmten Voraussetzungen schließlich zu Unfällen führen.
* Es gibt im Wesentlichen vier Ebenen von Einflüssen, die zu Unfällen führen:
	+ Organisatorischer Einfluss - Fehlen von Strategien, Leitlinien, Regeln usw.
	+ Einfluss der Aufsichtsbehörden - fehlende Aufsicht durch Einzelpersonen
	+ Vorbedingungen - Bedingungen, die die Entstehung eines Unfalls begünstigen
	+ Handlungen des Bedieners - Handlungen des Bedieners, die zu dem Ereignis geführt haben

\*Senders, J.W., & Moray, N.P. (1991). Human Error: Cause, Prediction, and Reduction (1. Aufl.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003070375**Situationsbewusstheit (SA)*** Ein maritimes Situationsbewusstsein ist der Schlüssel zu einer sicheren und effizienten UAS-Industrie.
* Es ist definiert als ein "verinnerlichtes mentales Modell des aktuellen Zustands der Flugumgebung".
* Es gibt vier Aspekte des Situationsbewusstseins, die als gemeinsame Schritte im Entscheidungsfindungsprozess angesehen werden:
	+ Vigilanz - die richtige Art von Aufmerksamkeit steuern
	+ Diagnose - Identifizierung der Grundursache der Situation
	+ Risikoanalyse - Verständnis der Auswirkungen der Situation
	+ Maßnahmen - Ergreifen der richtigen Maßnahmen zur Risikominderung
* Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der SA ist das Design.
* Eine effiziente Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (HMI) kann den Zugang zu kritischen Informationen erleichtern, die Arbeitsbelastung der Piloten verringern und die Akteure frühzeitig warnen.

**Resümee*** Neue Anwendungsfälle, die das Militär Anfang des 20.th Jahrhunderts identifizierte, und neue Technologien führten in den ersten Tagen zur Entwicklung von UAS.
* UAVs können je nach verwendeter Technologie und Steuerungsmethode unterschiedliche Autonomiestufen aufweisen.
* UAVs tragen eine breite Palette von Nutzlasten, die für alle Arten von Missionen/Zielen geeignet sind.
* Software ist eine entscheidende Komponente von UAS, die es den Piloten ermöglicht, zu navigieren, zu steuern und Daten zu verarbeiten.
* Auf der Grundlage des Gewichts und der Leistung von UAVs klassifizieren die Regulierungsbehörden UAVs, um die Betriebsvorschriften zu regeln und die Sicherheit von Mensch und Umwelt zu gewährleisten.
* Damit die UAS-Branche wachsen und gedeihen kann, muss die Sicherheit das oberste Ziel der Konstrukteure, Betreiber, Instandhalter und Piloten sein.
* Menschliche Faktoren spielen dabei eine entscheidende Rolle. Daher sollten wir uns bemühen, menschliches Versagen zu minimieren und jede mögliche Unfallursache zu vermeiden.
 |
|  **Glossar** | **UAV Unbemannte Luftfahrtsysteme:** Ein unbemanntes Luftfahrzeugsystem ist ein unbemanntes Luftfahrzeug und die für den sicheren und effizienten Betrieb dieses Luftfahrzeugs erforderliche Ausrüstung. Ein unbemanntes Luftfahrzeug ist ein Bestandteil eines UAS. Es wird per Gesetz als ein Luftfahrzeug definiert, das ohne die Möglichkeit eines direkten menschlichen Eingriffs im oder am Luftfahrzeug betrieben wird (Public Law 112-95, Section 331(8)).**Quelle: Federal Aviation Administration** [**https://www.faa.gov/faq/what-unmanned-aircraft-system-uas**](https://www.faa.gov/faq/what-unmanned-aircraft-system-uas)**CTOL: Konventionelle Start- und Landeflugzeuge (CTOL) sind Starrflügler, die zum Starten und Landen eine Landebahn benötigen.****Quelle: Canadian Advanced Air Mobility https://canadianaam.com/2022/03/16/drone-ctol-stol-vtol-aircraft-whats-the-difference/#:~:text=Conventional%20take%2Doff%20and%20landing,to%20take%20off%20and%20land.****Schweizer-Käse-Modell:** Das Modell ist nach dem Schweizer Käse benannt, weil es komplexe menschliche Systeme mit mehreren übereinander gestapelten Scheiben Schweizer Käse vergleicht und die Schwere jeder Bedrohung durch die verschiedenen Schichten und individuellen Abwehrmechanismen, die übereinander geschichtet sind, reduziert.**Quelle: Aviatiofile** [**https://www.aviationfile.com/swiss-cheese-model/#:~:text=Das%20Modell%20wird%20nach%20benannt,sind%20auf%20einem%20anderen%20geschichtet**](https://www.aviationfile.com/swiss-cheese-model/#:~:text=The%20model%20is%20named%20after,are%20layered%20one%20after%20another)**.****FAA Federal Aviation Administration: Die Federal Aviation Administration ist die Regulierungsbehörde für die gesamte Zivilluftfahrt des Landes, einschließlich der Verwaltung des Luftverkehrs im amerikanischen Luftraum.****Quelle:** [**https://www.transportation.gov/briefing-room/safetyfirst/federal-aviation-administration**](https://www.transportation.gov/briefing-room/safetyfirst/federal-aviation-administration)**LiDAR:** Lidar (Light Detection and Ranging) ist eine Fernerkundungsmethode, die Licht in Form eines gepulsten Lasers verwendet, um Entfernungen (variable Abstände) zur Erde zu messen. Diese Lichtimpulse - kombiniert mit anderen Daten, die von dem luftgestützten System aufgezeichnet werden - erzeugen präzise, dreidimensionale Informationen über die Form der Erde und ihre Oberflächeneigenschaften.**Quelle: National Ocean Service** [**https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html**](https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html) |
| **Selbsteinschätzung (Multiple-Choice-Fragen und Antworten)** | * **Beschreiben Sie den Steuerungsmechanismus eines Starrflügler-UAVs (CTOL).**
* **Drei-Achsen-Steuerung (Gieren/Neigen/Rollen)**
* Zwei-Achsen-Steuerung (Gieren/Rollen)
* VTOL-Steuerung (vertikale Steuerflügel) ist erforderlich
* **Welche Kerntechnologien ermöglichten den ersten erfolgreichen Flug von UAVs?**
* **Teleautomation & Mechanische Kreisel**
* Teleautomation
* Mechanische Gyroskope

* **Was versteht man unter Autonomiestufe? Nennen Sie die Arten von Steuerungsmethoden, die in UAVs verwendet werden.**
* **Wir beschreiben die Stufen von 0 (keine Autonomie) bis 5 (volle Autonomie). Es gibt drei Arten von Steuerungen, die in UAVs verwendet werden - manuelle, stabilisierte und automatische Steuerung**
* Wir beschreiben die Stufen von 0 (keine Autonomie) bis 4 (volle Autonomie). Es gibt drei Arten der Steuerung von UAVs - manuelle, stabilisierte und automatisierte Steuerung
* Wir beschreiben die Stufen von 0 (keine Autonomie) bis 5 (volle Autonomie). Es gibt zwei Arten von Steuerungen, die in UAVs verwendet werden - manuelle und automatische Steuerung
* **Es gibt verschiedene Arten von Nutzlasten, die in UAVs verwendet werden. Was versteht man unter aktiver und passiver Sensorik?**
* **Aktive Sensoren strahlen elektromagnetische Energie in Richtung externer Objekte ab, um die reflektierte Energie zu erfassen und zu analysieren. Passive Sensoren, wie z. B. visuelle Kameras, erfassen nur die von externen Quellen abgestrahlte Energie.**
* Aktive Sensoren strahlen elektromagnetische Energie in Richtung interner Objekte ab, um die reflektierte Energie zu erfassen und zu analysieren. Passive Sensoren, wie z. B. visuelle Kameras, erfassen nur die von externen Quellen ausgestrahlte Energie.
* Aktive Sensoren strahlen elektromagnetische Energie in Richtung externer Objekte ab, um die reflektierte Energie zu erfassen und zu analysieren. Passive Sensoren, wie z. B. visuelle Kameras, erfassen nur die von internen Quellen ausgestrahlte Energie.
* **Was sind fünf kommerzielle Anwendungen von UAS und ihre Vorteile gegenüber bestehenden Lösungen?**
* **Gebäudeinspektion, Flugzeuginspektion, Inspektion von Öl-/Gasleitungen/Stromleitungen/Kraftwerken, Inspektion öffentlicher Infrastrukturen (Brücken, Dämme, Straßen usw.) und Luftbildaufnahmen/Vermessung**
* Gebäudeinspektion, Flugzeuginspektion, Inspektion von Öl-/Gasleitungen/Stromleitungen/Kraftwerken, Inspektion öffentlicher Infrastrukturen (Brücken, Dämme, Straßen usw.) und Erdvermessung/Vermessung
* Flugzeuginspektion, Inspektion von Öl-/Gasleitungen/Kraftwerken, Inspektion öffentlicher Infrastrukturen (Brücken, Dämme, Straßen usw.) und Luftbildaufnahmen/Vermessung
* **Was versteht man unter dem Swiss-Cheese-Modell für menschliches Versagen?**
* **Im Bereich der menschlichen Faktoren wird häufig das "Swiss-Cheese"-Modell verwendet, um zu beschreiben, wie Fehler durch die Schutzmechanismen der verschiedenen Überwachungsebenen schlüpfen und sich mit bestimmten Voraussetzungen verbinden, die schließlich zu Unfällen führen.**
* Im Bereich der menschlichen Faktoren ist das Swiss-Cheese-Modell nur eine Frage der Voraussetzungen, die letztendlich zu Unfällen führen.
* Das Swiss-Cheese-Modell gibt es nicht
* **Wie können Schauspieler/Piloten/Crews die SA verbessern?**
* **Die Gefahrenabwehr kann durch die Einbeziehung der folgenden Aspekte in den Betrieb von Fachhochschulen verbessert werden: Wachsamkeit - Lenkung der richtigen Art von Aufmerksamkeit; Diagnose - Identifizierung der Grundursache der Situation; Risikoanalyse - Verständnis der Auswirkungen der Situation; Aktion - Ergreifen der richtigen Maßnahmen zur Risikominderung**
* Die Gefahrenabwehr kann verbessert werden, indem die folgenden Punkte in den Betrieb von UAS integriert werden: Wachsamkeit und Maßnahmen
* Die Gefahrenabwehr kann durch die Einbeziehung der folgenden Aspekte in den Betrieb von UAS verbessert werden: Diagnose - Identifizierung der Grundursache der Situation; Risikoanalyse - Verständnis der Auswirkungen der Situation; Maßnahmen - Ergreifen der richtigen Maßnahmen zur Risikominderung
* Die Gefahrenabwehr kann verbessert werden, indem die folgenden Punkte in den Betrieb von UAS integriert werden: Wachsamkeit - Lenkung der richtigen Art von Aufmerksamkeit; Diagnose - Identifizierung der Grundursache der Situation; Risikoanalyse - Verständnis der Auswirkungen der Situation; Aktion - Ergreifen der richtigen Maßnahmen zur Risikominderung
 |
| **Referenzmaterial** | [Unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) verstehen | Anwendung von UAVs | Klassifizierung von UAVs - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=BitFG9mnTwY)[Vorlesung 12 : Unbemanntes Luftfahrzeug / Drohne - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=P9adBgSz--g) |
| **Ressourcen (Videos, Verweislinks)**  | Barnhart, R. K., Marshall, D. M., & Shappee, E. (Eds.). (2021). *Einführung in unbemannte Luftfahrtsysteme*. Taylor & Francis Group. |