KI-Drohnen in der Hochschullehre

Erfahrungen, Herausforderungen und Chancen

Prof. Dr. Christian Baun

Frankfurt University of Applied Sciences
christianbaun@fra-uas.de

Prof. Dr. Christian Baun

- Seit 09/2013 Professor an der Frankfurt University of Applied Sciences
- Seit 03/2017 gewähltes Mitglied im Senat der FRA-UAS
- Seit 02/2025 Mitglied im Promotionszentrum Angewandte Informatik

- Lehr- und Forschungsinteressen:
  - Drohnen mit Künstlicher Intelligenz
  - Cloud-Computing (*aaS)
  - Einplatinencomputer
  - Parallele & Verteilte Systeme
  - Betriebssysteme & Rechnernetze
- christianbaun@fra-uas.de
- www.christianbaun.de

Ausgewählte Forschungsprojekte

04/2025-12/2025: KI-gestützte Drohnenplattform – kostengünstige, KI-fähige Drohnen
01/2025-12/2026: SkyControl – Optimierung von Kosten und Cloud-Ressourcennutzung
11/2022-10/2024: DESIGN – neuartiger Desktop-as-a-Service
08/2021-10/2024: SKILL/VL – Virtualisierung verteilter Umgebungen für die Lehre
05/2020-04/2022: FraFaSoz – Entwicklung eines Forschungsdatenarchivs
02/2015-06/2017: Cluster und Clouds auf Basis von Einplatinencomputern

Motivation und Herausforderungen

- Allgemein akzeptierte Erkenntnisse:
  1. Drohnen sind in zahlreichen gesellschaftlichen, kommerziellen und militärischen Szenarien weltweit etabliert
  2. KI ermöglicht zusätzliche Anwendungsfelder für autonome Drohnen und in vielen Fachdisziplinen neue Einsatzgebiete
- Daraus ergibt sich eine interessante Idee...

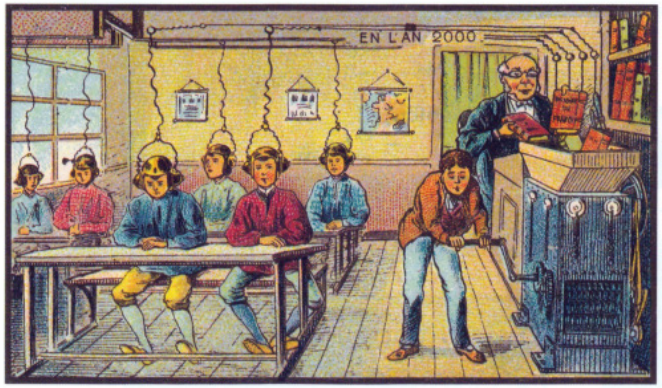
„KI-Drohnen sind ein hochaktuelles Thema – das muss ins Curriculum!“

...und dann fangen die Herausforderungen erst richtig an!

- Erlebte Herausforderungen und Agenda (mehr oder weniger):
  - **Einbindung in das Curriculum** $\Longrightarrow$ Folie 4
  - **Einstieg in das Thema** $\Longrightarrow$ Folien 5 und 18
  - **Konzeption der Lehrveranstaltung** $\Longrightarrow$ Folie 6
  - **Durchführung und Erkenntnisse** $\Longrightarrow$ Folie 7
  - **Implementierung und Positionierung der KI** $\Longrightarrow$ Folie 9
  - **Empfehlungen für Komponenten** $\Longrightarrow$ Folie 12
  - **Orte, Räume und Laborausstattung** $\Longrightarrow$ Folie 13
  - **Finanzielle Aufwendungen** $\Longrightarrow$ Folie 14
  - **Rechtliche Rahmenbedingungen** $\Longrightarrow$ Folie 15

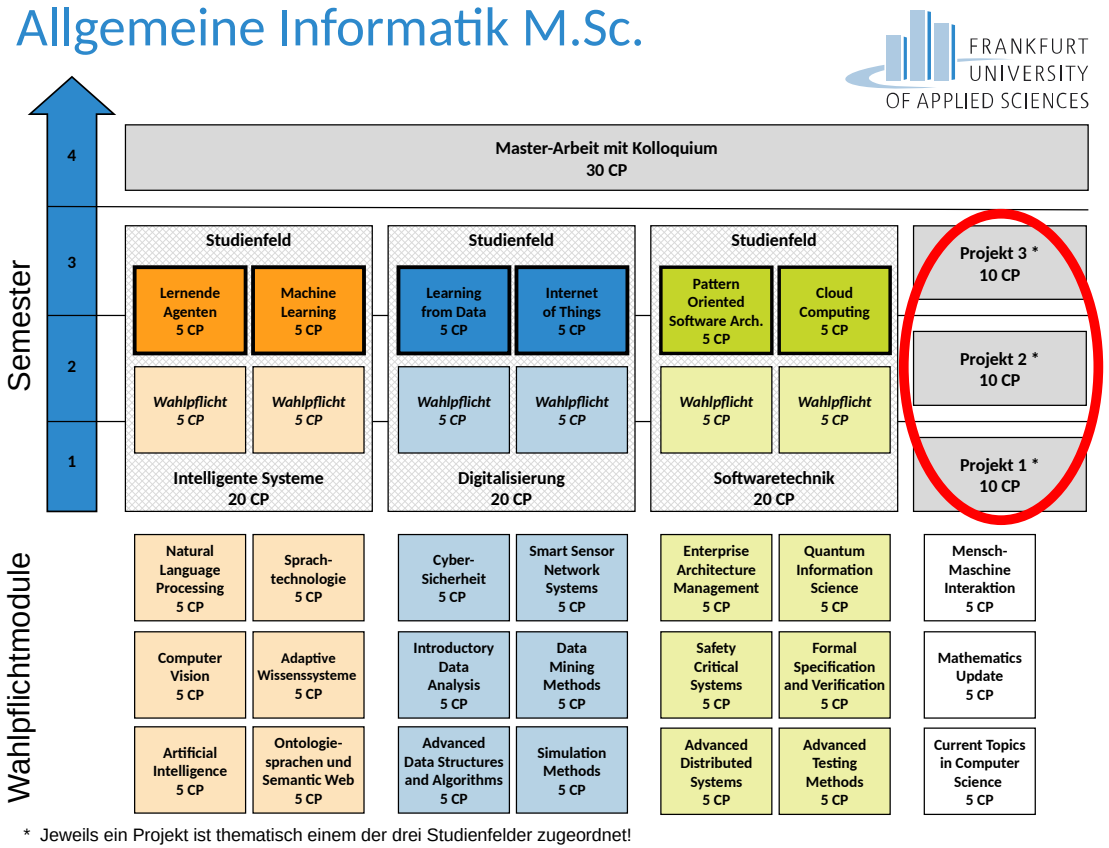
Einbindung in das Curriculum

- KI-Drohnen eignen sich nicht für eine *klassische* Vorlesung



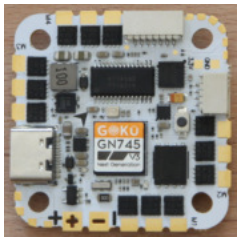
At School

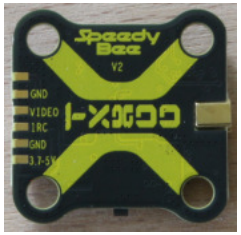
- Die Technologie ist komplex und muss in einem Modul *erlebbar* sein
- Ideales Thema für ein Projektmodul

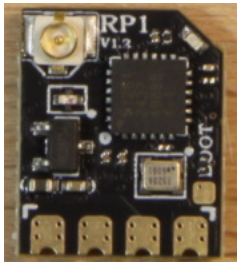


Einstieg in das Thema – schwierig

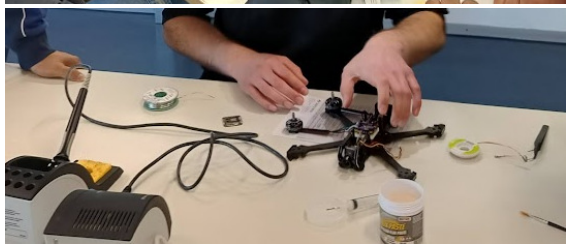
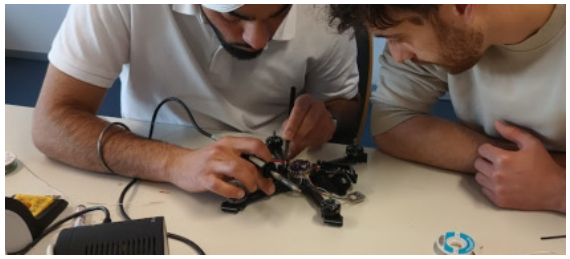
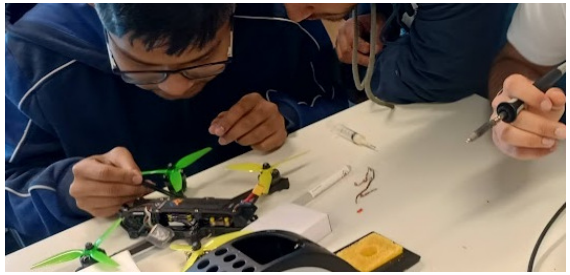
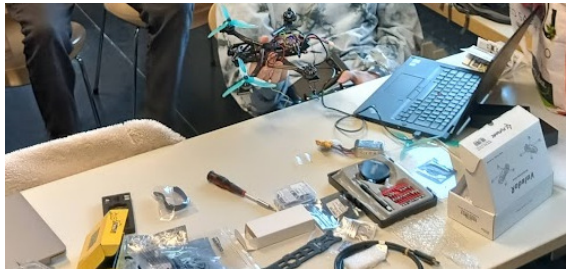
- Bücher zu Drohnen veralten schnell
- Komponenten sind i.d.R. nur wenige Monate marktverfügbar
- Neue gesetzliche Regelungen seit 2021 und 2024
- Komponentenauswahl erfordert Erfahrung
  - **Rahmen** (Größe, Form)
  - **Flugcontroller** (AIO/Stack, CPU, UARTs, Firmware)
  - **Motoren** (Spannung, Drehzahl, Befestigung)
  - **Propeller** (Größe, #Blätter, Steigung)
  - **Akkus** (LiPo/Li-Ion, C-Wert, Spannung, Kapazität, Gewicht)
  - **GPS** (mit oder ohne Kompass, Größe)
  - **Optischer Fluss**, **LiDAR-Entfernungsmesser** (Arbeitsbereich)
  - **Fernsteuerung und Empfänger** (Protokoll, Hersteller)
  - **Videosender**, **Kamera**, **Brille** (Analog/Digital, Hersteller)
  - **Firmware** (Betaflight, INAV, ArduPilot, PX4)
  - Und dann kommt ja noch der Teil mit der KI...
    - Welche KI-Funktionen sollen erbracht werden?
    - Welche Sensordaten gehen wo hin und warum?
    - Welche Hard- und Software ist nötig?
    - Wo befinden sich diese Hard- und Software?
- Der Weg: Einlesen, Recherche, Ausprobieren, Lernen...
  - Der Preis: **Zeit** und **Geld** (💰💸)
- Vielleicht hilfreich in so einer Situation $\Longrightarrow$ siehe Folie 18







Ein schönes Lehrkonzept. . .

- Auswahl der Komponenten durch die Gruppen (im laufenden Semester)
  - Voraussetzungen: Ausgesuchte Komponenten sind rasch verfügbar und passen zueinander
- Bau der Drohnen durch die Gruppen (im laufenden Semester)
  - Voraussetzungen: Verständnis von Elektronik, Erfahrung beim Löten und im Umgang mit empfindlichen elektronischen Komponenten
- Beim Zusammenbau der Drohnen und bei Flugversuchen geht nichts kaputt
  - Voraussetzungen: Komponenten/Drohnen werden wie rohe Eier behandelt, kein Teilnehmer hat zwei linke Hände und es gibt keinen Pechvogel im Jahrgang

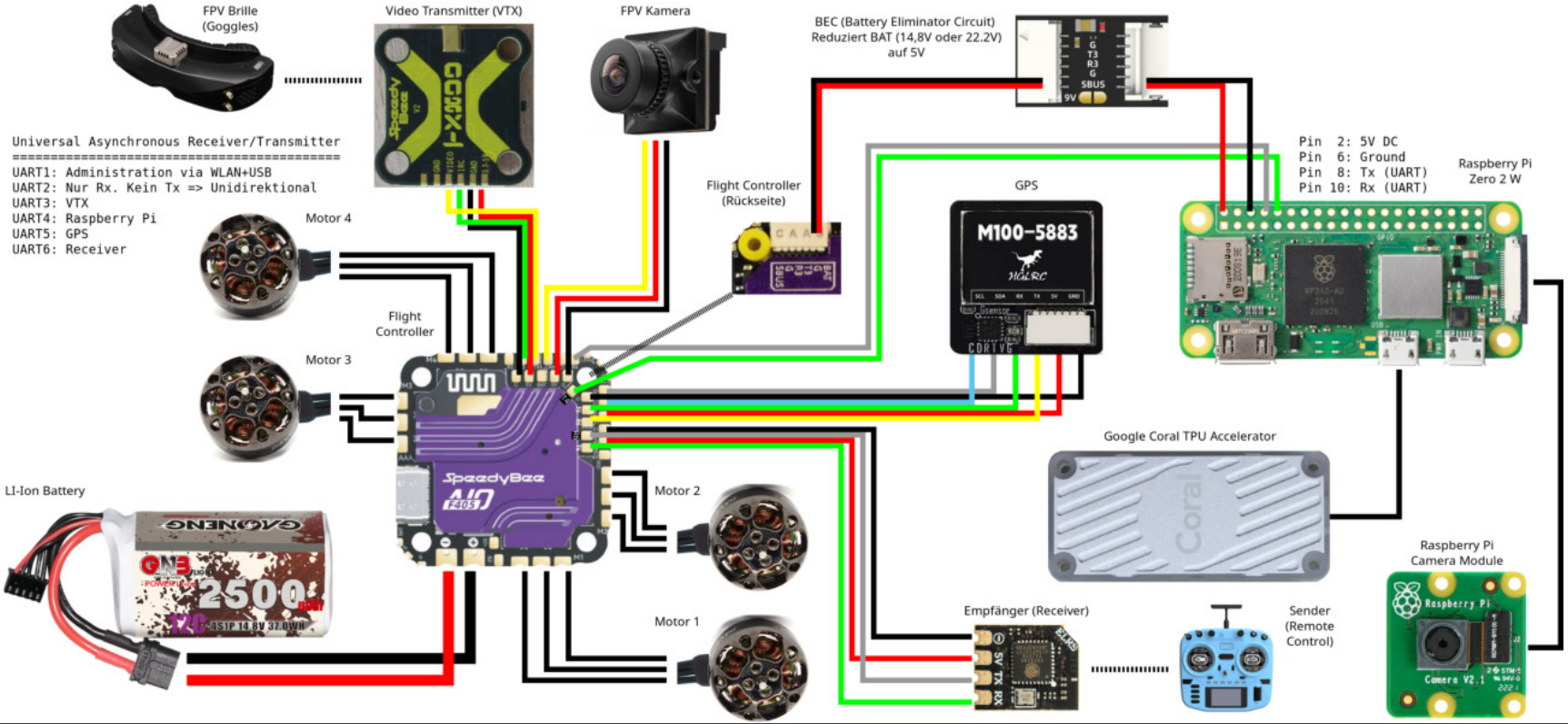
Warum eigentlich nicht? Kann man ja mal so versuchen

Sommersemester 2025 – „*Sprung ins kalte Wasser*“

Aufgaben jeder Gruppe (4 Personen):

1. FPV-Drohne entwickeln und bauen
2. KI-Anwendung integrieren
3. Autopilot integrieren
4. Drop-Mechanismus integrieren
5. Dokumentation und Präsentation

Abb.: Typische Komponenten einer Drohnen im SS2025

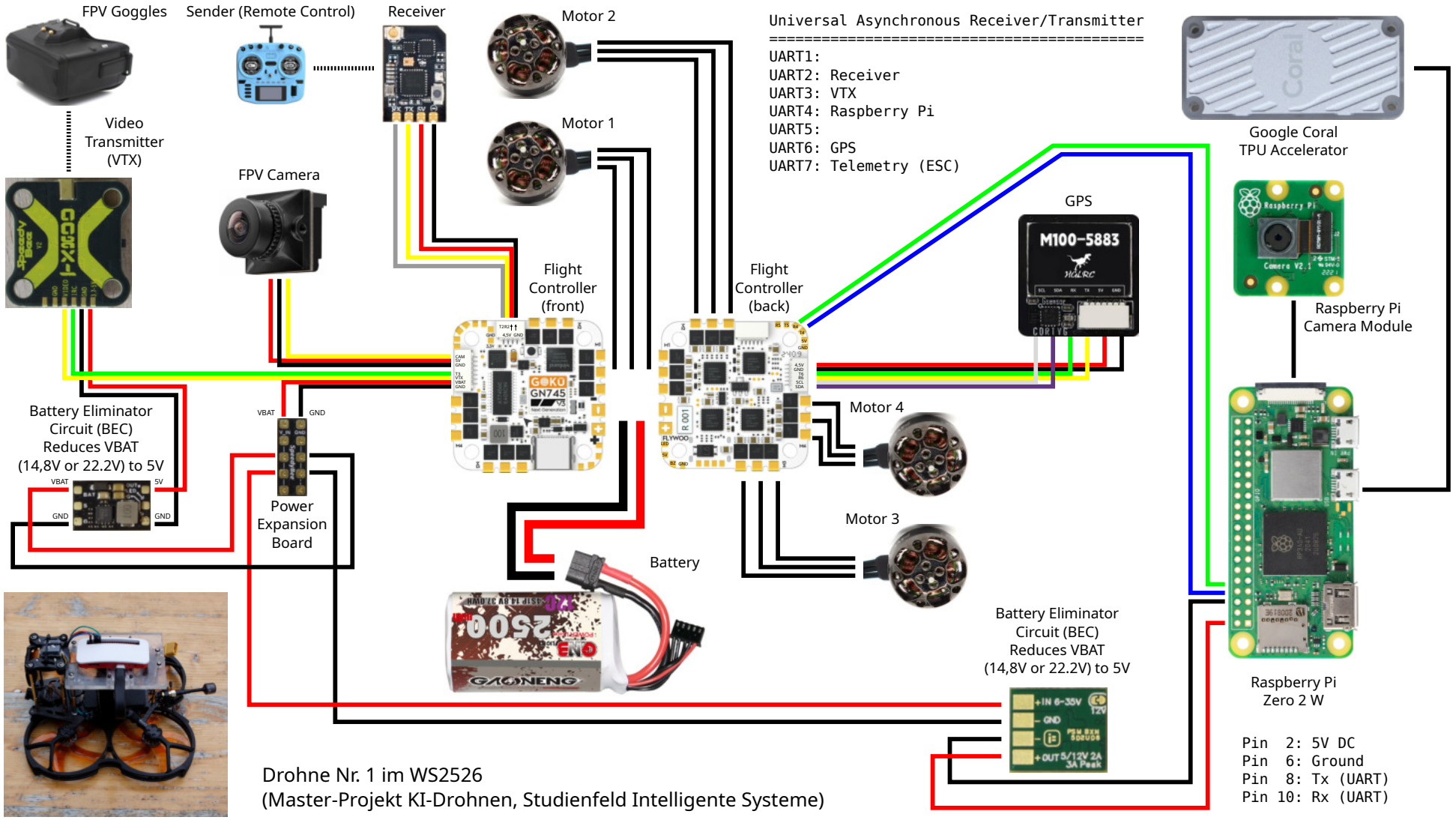


Sommersemester 2025 – Erkenntnisse (Auswahl)

- Zeitnahe Beschaffung (auf Rechnung) der Komponenten war „herausfordernd“
  - Beschaffungsregeln im öffentlichen Dienst
  - Auf „heute bestellt“ folgt nicht zwingend „nächste Woche da“
- Studenten scheuen den Flug im Freien
  - Großstadt, Sorge vor Ärger und Schäden
- 5"-Drohnen sind zu groß für Flüge in Räumen
  - Eine große Halle ist sehr hilfreich
- Autopilot (INAV, ArduPilot, PX4) braucht leistungsstarke Flugcontroller (F745, H743. . .)
- LiPo-Akkus sind zu empfindlich und gefährlich
  - Viel besser: Lithium-Ionen-Akkus (Li-Ion)
- Lose Kabel und Bauteile berühren irgendwann die Rotoren
- Nicht jeder kann löten
  - Löten üben am Flugcontroller = schlechte Idee
- Niemand ist der geborene Drohnenpilot
  - Wichtig: Training am Simulator

Wo kommt eigentlich die KI her und wo läuft sie? (1/2)

- Die Realisierung KI-gestützter Funktionen erfordert Rechenressourcen, die über die Möglichkeiten klassischer Flugcontroller weit hinausgehen
- **Option 1: Einplatinencomputer und KI-Beschleuniger mitfliegen lassen**

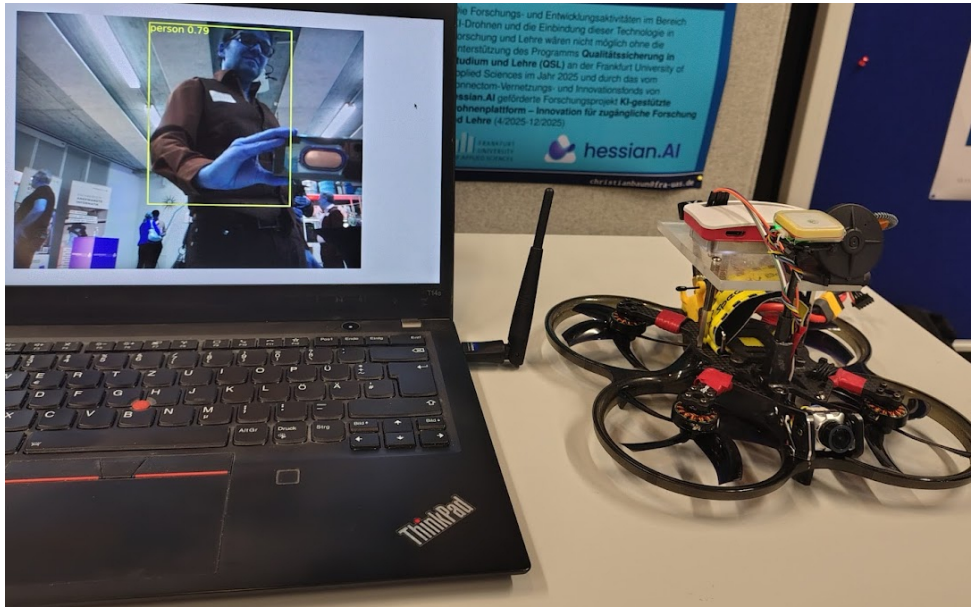


Drohne Nr. 1 im WS2526
(Master-Projekt KI-Drohnen, Studienfeld Intelligente Systeme)

Wo kommt eigentlich die KI her und wo läuft sie? (2/2)

- **Option 2: Sensordaten von der Videobrille abgreifen oder zur Bodenstation** (z.B. Laptop oder Raspberry Pi 5 mit AI HAT+) **übertragen** (z.B. WLAN) **und „am Boden“ die KI-Funktionen implementieren**

Videobrille mit angeschlossenem Videograbber, um das Livebild an einem Computer zu verarbeiten



Übertragung des Bildstroms (Kameramodul am Raspberry Pi) via WLAN an einen Laptop zur Auswertung (Objekterkennung)

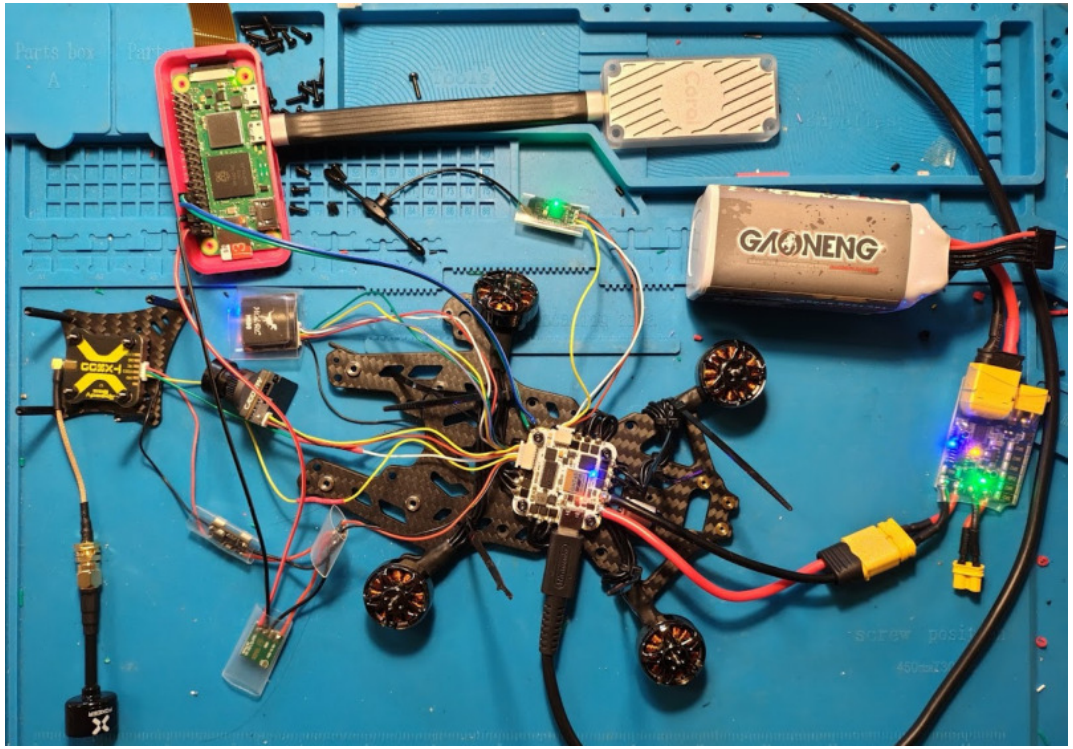
- Einplatinencomputer können nicht auf das Livebild der Drohne zugreifen, sondern brauchen ein eigenes Kameramodul
- Videograbber sind günstig (15-25 €)
- Ein Raspberry Pi Zero ist leicht ($\sim$10 g), und braucht wenig Strom ($\sim$140-600 mA)
- Der Google Coral KI-Beschleuniger verbraucht je nach Geschwindigkeitseinstellung $\sim$500-900 mA und wiegt $\sim$20 g (Achtung! Diese Hardware ist veraltet $\Longrightarrow$ siehe Folie 16)

Wintersemester 2025/2026 – „*Weniger basteln, mehr KI*“

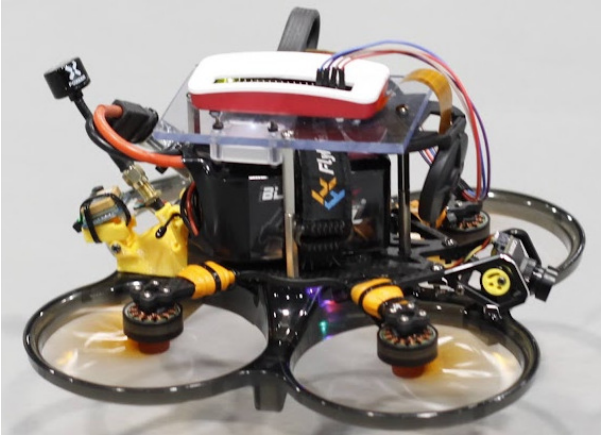
Aufgaben jeder Gruppe (4 Personen):

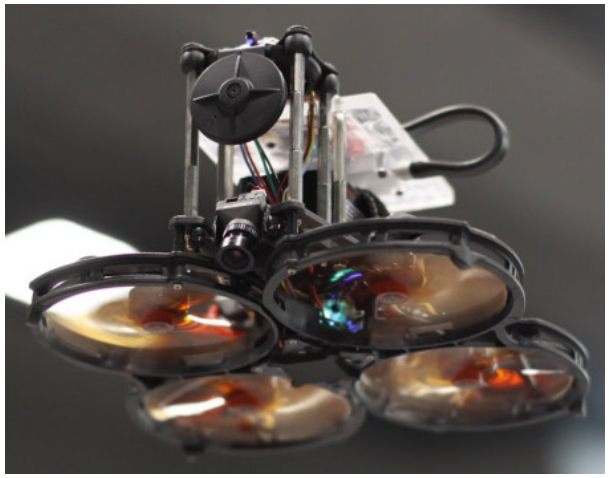
1. ~~FPV-Drohne entwickeln und bauen~~
2. KI-Anwendung integrieren
3. Autopilot integrieren
4. Drop-Mechanismus integrieren
5. Dokumentation und Präsentation

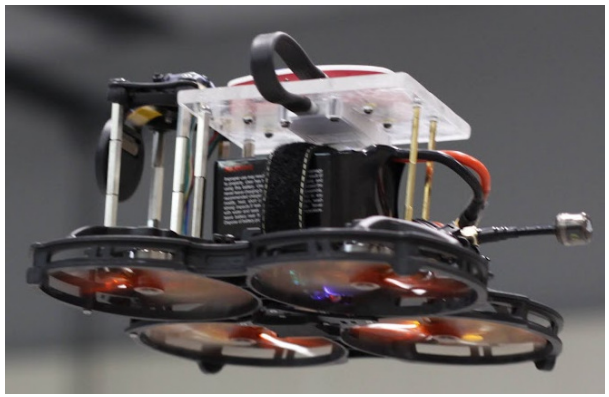
- Jedes Team erhielt eine komplett aufgebaute, flugfähige FPV-Drohne 3,5” mit CineWhoop-Rahmen (inkl. Propellerschutz), Raspberry Pi, Google Coral KI-Beschleuniger...



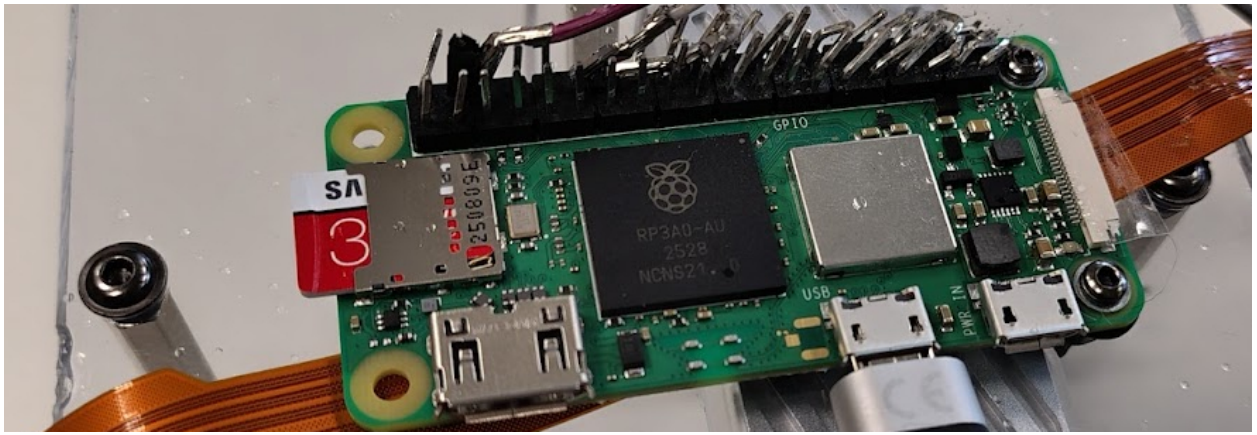
Wintersemester 2025/2026 – Erkenntnisse (Auswahl)





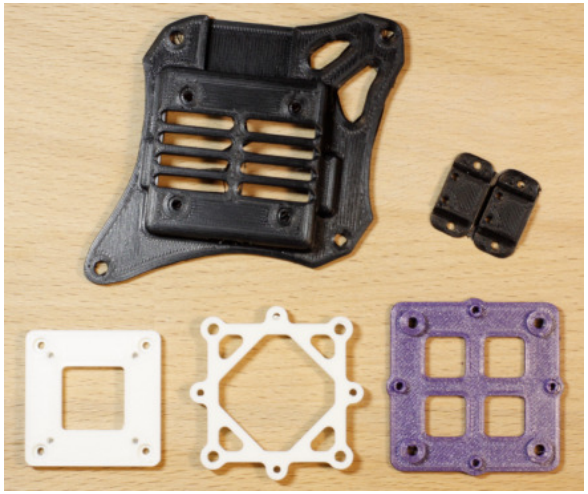


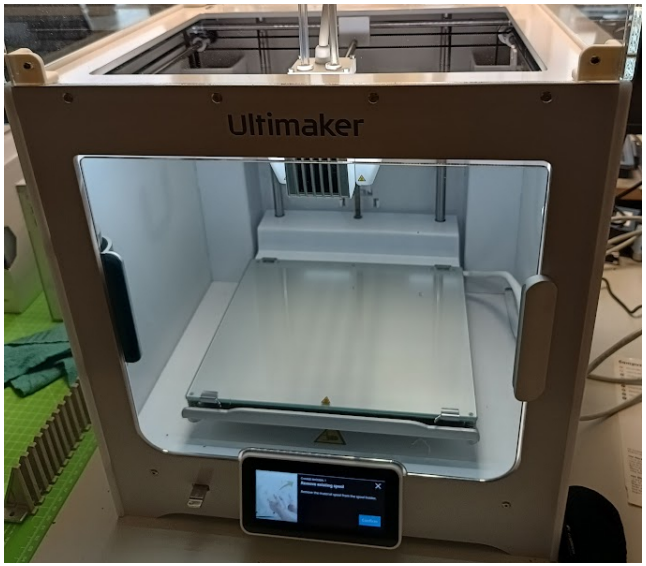
- Alle Gruppen überraschen mit coolen KI-Anwendungen!
- Drop-Mechanismus: Trivial mit Micro-Servo und 3D-Drucker (siehe Folie 13)
- Größte Herausforderung: Autopilot und Position-Hold
- Arming und Position-Hold ohne GPS-Empfang sind schwierig
- Ideale Rahmen: 3,5-Zoll-CineWhoop mit Propellerschutz ermöglichen sicheren Flug in Gebäuden und bieten ausreichend Platz
- Flugcontroller mit STM32F745 sind perfekt für Autopilot
- Propeller mit ≥ 5 Blättern fliegen besser als mit ≥ 3
- Propeller und Akkus sind Verbrauchsmaterial
- VTX-Antennen und Antennenbuchsen leider auch
- Manche Hardware ist nach einem Semester verschlissen (†)

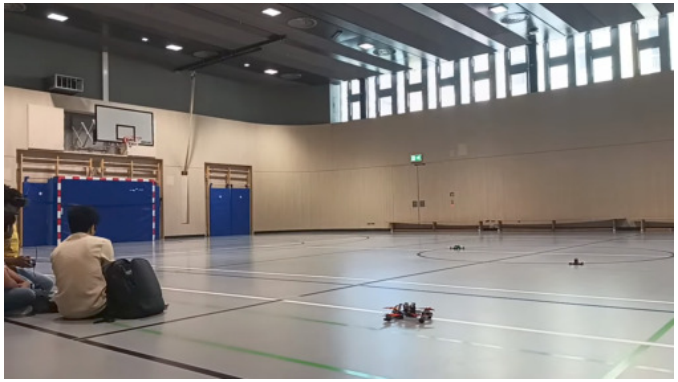


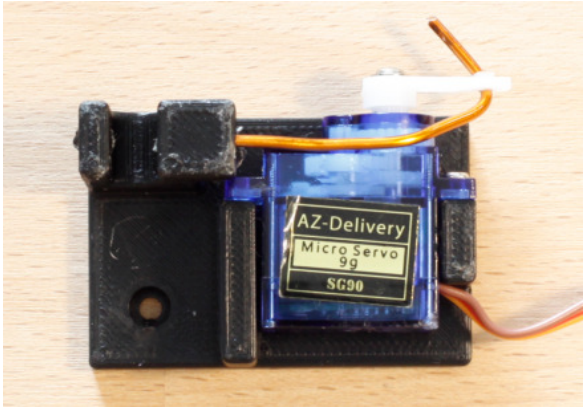
Orte, Räume und Laborausstattung

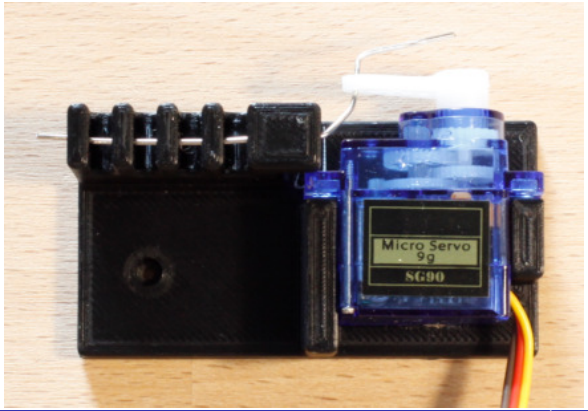
- Wichtig: Labor mit Lötausstattung und Werkzeug
- Platz für Gruppen zum Ausbreiten der Komponenten gemeinsamem Arbeiten
- Hilfreich (sehr!): Mehrzweckhalle/Turnhalle für Flugtests
- 3D-Drucker











Ohne Mos nix los (💰💰💰 ⟹ 💸💸💸)

Produkt	Gewicht [g]	Preis [€]
Rahmen SpeedyBee Bee35 PRO 3.5	130	55
Flugcontroller Flywoo GOKU GN745 AIO	14	70
Empfänger Radiomaster RP1 2,4GHz	3	25
Motoren Flywoo NIN 1404 3750KV	40	60
Propeller (min. 12) HQprop DT90mmx5	4	15
Videosender SpeedyBee TX800 VTX	10	40
Videoantenne FlyfishRC Osprey RHCP	5	10
GPS mit Kompass HGLRC M100-5883	8	20
Micro Servo (min. 2) 9g	10	5
Kamera Caddx Ratel Pro 1500TVL	10	55
Akku (min. 2) Li-Ion 2500mAh 14,8V 12C	200	50
Raspberry Pi Zero 2 WH	10	20
Raspberry Pi Zero Gehäuse	15	10
32GB microSD Speicherkarte	1	10
Raspberry Pi Kameramodul 8MP v2	4	20
Adafruit Camera Modul-Gehäuse	8	5
Google Coral KI-Beschleuniger	20	85
USB-C Kabel für Coral TPU	10	5
Ladegerät SkyRC B6neo 200W		50
Fernsteuerung Radiomaster Boxer ELRS		200
Videobrille Skyzone Cobra X V4		325
USB-C Netzteil 27W		15
USB microSD Kartenlesegerät		5
18650-Akkus für Fernsteuerung und Brille (3x)		20
USB 2.0 Audio-Videograbber		20
Speedybee Adapter V3 (Konfigurationstool)		40
Alukoffer (ca. 45x30x15 cm)		25
Vifly ShortSafer Smokestopper XT30/XT60		15
Werkzeug, Schrauben, etc.		25
Summe	502	1300

- Ausstattung pro Gruppe (WS2526) ohne Ersatzteile und Laborausstattung
- Graue Zeilen = wiederverwendbares Zubehör

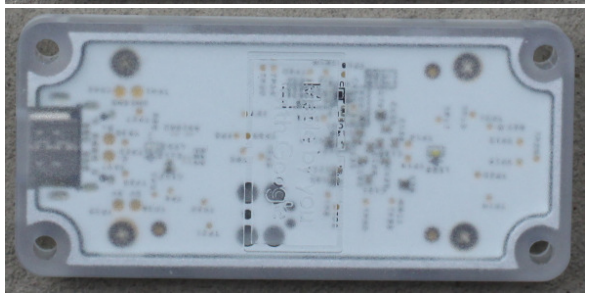
Rechtliche Rahmenbedingungen selbstgebauter Drohnen

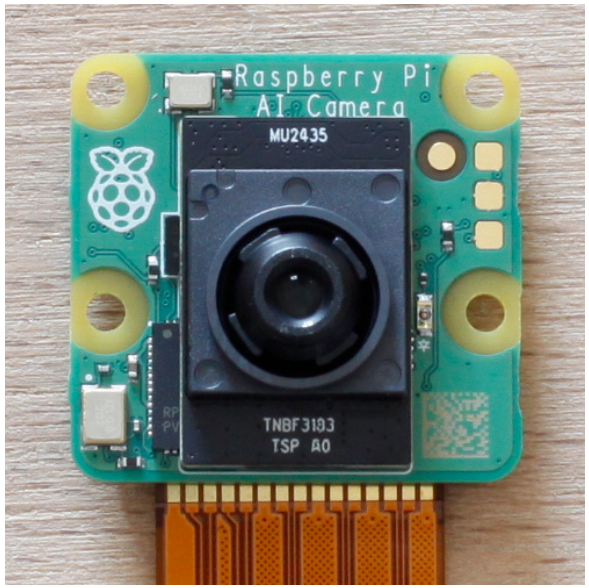
Unterkategorie der „Offenen Kategorie“	Klasse	Zulässige Nutzung	Registrierung (e-ID)	Qualifikation
A1 – Überflug von Personen	Selbstgebaut ($< 250\,\mathrm{g}$)	✔ Überflug einzelner unbeteiligter Personen, Wohnsiedlungen, Gewerbegebieten, Industrieanlagen und Freizeitanlagen. ✘ Überflug von Menschenansammlungen	Ja, wenn Sensoren zur Erfassung personenbezogener Daten vorhanden sind (z. B. Kamera oder Mikrofon)	Kein Kompetenznachweis nötig
A3 – Flug weit weg von Personen	Selbstgebaut ($< 25\,\mathrm{kg}$)	✘ Überflug einzelner unbeteiligter Personen ✘ Überflug von Wohnsiedlungen, Gewerbegebieten, Industrieanlagen und Freizeitanlagen. Horizontaler Mindestabstand von 150 m ✘ Überflug von Menschenansammlungen	Ja	Kompetenznachweis nötig (Online-Training und -Prüfung)

- Flüge müssen in Sichtweite stattfinden, maximale Flughöhe: 120 m
- Fernpiloten-ID (Kompetenznachweis) kostet pro Pilot 25 €
  - Lernmaterial & Online-Prüfung $\Longrightarrow$ exam.lba-openuav.de
- Versicherung und UAS-Betreiber-Nummer (e-ID) sind nötig
  - Fliegen im Freien $\Longrightarrow$ Versicherungsnachweis muss mitgeführt werden
  - Beschaffung aus Haushaltsmitteln $\Longrightarrow$ Versicherung über die OFD
  - Beschaffung aus Drittmitteln $\Longrightarrow$ Versicherung durch die Hochschule
- **Alle diese Regularien gelten beim Flug im Freien**

Ausblick ins Sommersemester 2026 (1/2)

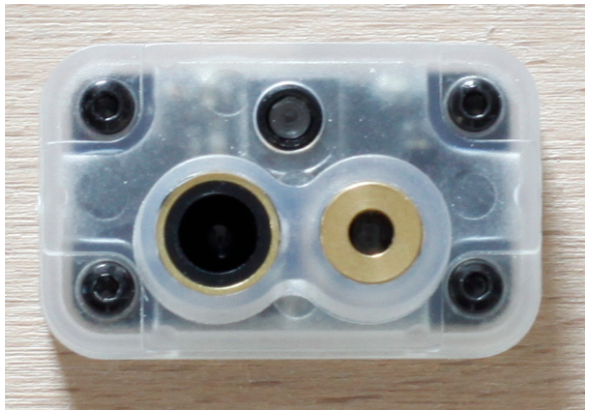
- **Modernisierung der mitfliegenden KI-Hardware**
  - Der Google Coral KI-Beschleuniger ist EOL/Legacy
    - `github.com/google-coral/pycoral`
    - `github.com/google-coral/libedgetpu`
    - Preis ca. 80 €
    - Support nur bis Python 3.9
    - Problemloser Betrieb nur mit Debian 10 und 11
    - Keine Weiterentwicklung seit 2021
  - Mit dem Raspberry Pi AI Camera Module gibt es nun eine Kamera mit integriertem KI-Beschleuniger
    - `www.raspberrypi.com/documentation/accessories/ai-camera.html`
    - Preis ca. 80 €
    - Die Raspberry Pi AI Camera verbraucht je nach Betriebsart ∼300-600 mA und wiegt ∼6 g
    - Exzellente Dokumentation und Unterstützung für neueste Betriebssysteme, Programmiersprachen und Frameworks

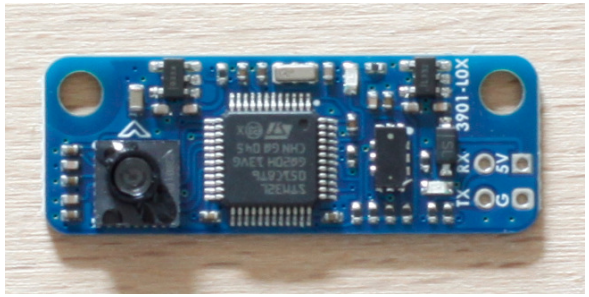


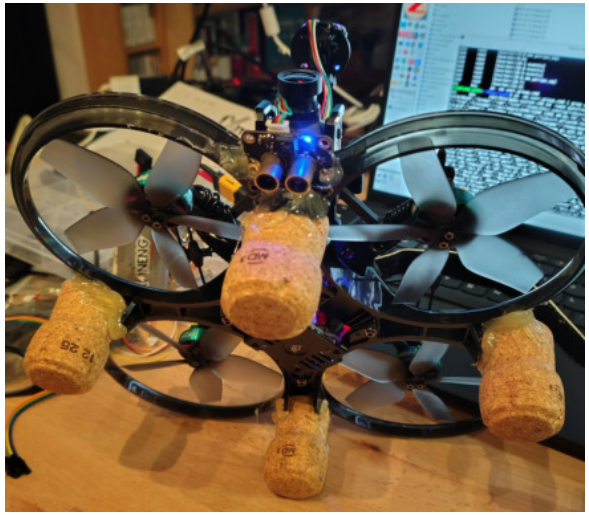


Ausblick ins Sommersemester 2026 (2/2)

- **Flug in Gebäuden verbessern**
  - LiDAR und Flusssensoren ermöglichen auch ohne zuverlässigen GPS-Empfang die Navigation und das Halten der Position in Gebäuden
  - Voraussetzungen: Freier UART am Flugcontroller (siehe Folien 7 und 9), unterstützte Firmware,. . .
  - Fokus auf die Firmware ArduPilot und QGroundControl als Bodenstation
- **Besserer Rahmen**
  - Konstruktion eines neuen Rahmens oder eines kompatiblen Rahmenteils zur sicheren Aufnahme von LiDAR, Flusssensor und Drop-Mechanismus







Handbuch zu Entwurf, Bau und Einsatz von KI-Drohnen

KI-gestützte Drohnenplattform - Innovation für zugängliche Forschung und Lehre

Vom **Connectom** Vernetzungs- und Innovationsfonds des **hessian.AI** gefördertes Forschungsprojekt (4/2025-12/2025) zur Entwicklung nachvollziehbarer Anleitungen für flexible, selbst programmierbare und kostengünstige KI-fähige Drohnen aus Komponenten, die am Markt zuverlässig verfügbar sind

- `github.com/christianbaun/aidrones`
- Ein zweisprachiges Handbuch zu Entwurf, Bau und Einsatz von KI-fähigen Drohnen
- Basierend auf den bisherigen LVs zu KI-Drohnen, verschiedenen Forschungsprojekten und Abschlussarbeiten
- Das Handbuch wird kontinuierlich weiterentwickelt
- Rückmeldungen, Kritik und neue Inhalte sind sehr willkommen!
- Das komplette Werk ist unter der Creative-Commons-Lizenz CC-BY-SA-4.0 lizenziert

heise online

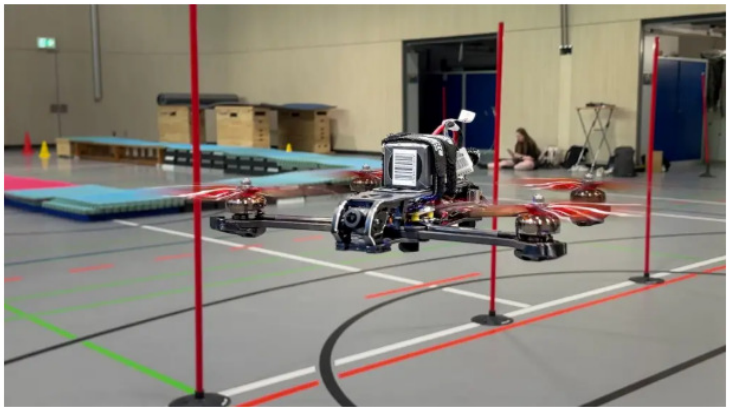
heise+ Newsticker MWC 2026 Security IT & Tech Developer KI Entertainment

heise online > Technik > Drohnen > **Frankfurter UAS veröffentlich Handbuch zum Bau von KI-Drohnen**

Frankfurter UAS veröffentlich Handbuch zum Bau von KI-Drohnen

KI-Drohnen selbst zu bauen, bedarf einiger Erfahrung. Ein Handbuch der Frankfurt UAS erleichtert solche Vorhaben.

3



(Bild: Frankfurt UAS)

19.02.2026, 11:37 Uhr Lesezeit: 2 Min.

Von Oliver Bünte

Wissenschaftler der Frankfurt University of Applied Sciences (Frankfurt UAS) haben im Rahmen ihrer Forschung und Lehrveranstaltungen im Bereich Drohnen mit Künstlicher Intelligenz (KI) ein Handbuch in deutscher und englischer Sprache herausgebracht. In dem Handbuch beschreiben die Forscher technische Grundlagen und stellen Bauanleitungen für KI-Drohnen bereit. Das Handbuch ist Open Source und steht zum Download auf GitHub zur Verfügung.

Das Handbuch ist für den Einstieg in die Welt der KI-Drohnen gedacht, hat also nicht den Anspruch, vollständig zu sein. Gleichwohl soll das Handbuch ständig weiterentwickelt werden, um stets aktuell zu bleiben, so das Ziel des Projekts.

Praxisbezug und Fazit

- KI-Drohnen sind für viele Bereiche interessant
- **Produktivität**: Inventuren, vorausschauende Wartung, Schwachstellenerkennung
- **Sicherheit**: Erkennung von Einbruch, Diebstahl, Elementarschäden, Vandalismus. . .
- **Logistik**: Rasche Auslieferung von Waren unter Umgehung der üblichen Verkehrswege
- **Hochschulen für angewandte Wissenschaften sollten diese Entwicklung aktiv aufgreifen!**

WasteWing

Autonome Erkennung von illegalem Sperrmüll

FRANKFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

KI-gestütztes Drohnensystem zur automatischen Erkennung und Markierung illegaler Mülldeponien durch Echtzeitbildverarbeitung

Projekt: Drohnen mit Künstlicher Intelligenz
Studienfeld: Intelligente Systeme
Prof. Dr. Christian Baun

Dominik Bartsch, Nhat Khanh Hoang, Gajus Petrauskas

Systemarchitektur

Das System ist unabhängig voneinander aufgebaut, sodass die rechenintensive KI-Verarbeitung lokal auf einem Computer läuft.

Lokaler Computer
Führt die Inferenz aus und sendet Steuerbefehle per UDP. Ein Pythonskript verbindet KI-Erkennung und Tastatursteuerung mit dem Raspberry Pi.

Raspberry Pi
Empfängt Pakete, hält einen MAVLink-Heartbeat zum Flight Controller, leitet Kommandos weiter und steuert den Servo über GPIO.

Flight Controller
Ist zuständig für die Flugmodi, das Arming und die Bedienung des Dropmechanismus.

Autopilot

Unser Ziel war das autonome Abfliegen einer vorab festgelegten Route, um eine Fläche systematisch nach Sperrmüll abzusuchen.

Flightcontroller-Firmware
ArduPilot

Status
Der Autopilot konnte im Projektzeitraum leider nicht stabil in Betrieb genommen werden.

Fehlerbild
Trotz mehrfacher Kalibrierungs- und Konfigurationsversuche kam es direkt nach dem Abheben wiederholt zu unkontrolliertem Verhalten und Abstürzen.

Auswirkungen
Durch die Abstürze wurden mehrere Propeller beschädigt und es fiel ein Funkempfänger aus.

Vermutete Ursache
Ein mögliches Problem ist ein defekter oder fehlerhaft arbeitender Kompass. Die Ausrichtung driftete kontinuierlich in zufällige Richtungen, unabhängig von den gewählten Orientationseinstellungen.

Hardware

Rahmen
GEPRC Cinelog 35 GEP-CL35 3.5 Zoll CineWhoop Frame Kit

Flugcontroller
Flywoo GOKU GN745 45A AIO 2-6S AM32

Kamera
Caddx Ratel Pro 1500TVL Analog

Videosender
SpeedyBee TX800 VTX

FPV-Brille
Skyzone Cobra X V4

VTX-Antenne
Flywoo 60mm Osprey 5.8GHz RHCP SMA

Empfänger
Radiomaster XR1 ELRS Dual Band RX

Motoren
Emax Eco II 2004 3-6S 3000KV

Propeller
Genfan 90mm D90-5 3.5" Ducted 5-Blatt Propeller

GPS
HGLRC M100 mit Kompass

Servomotor
9g Micro Servomotor

Dropmechanismus

Der Dropmechanismus ist 3D-gedruckt und dient dazu, kleine Objekte abzuwerfen. Ein 9g-Servomotor zieht dafür einen Pin heraus und löst so beispielsweise das Fallenlassen von AirTags zu einer späteren genauen Ortung aus. Die Auslösung kann entweder manuell erfolgen oder automatisch durch die im Projekt eingesetzte KI. Die Ansteuerung des Servomotors und die Kommunikation mit den Dropmechanismus laufen über einen Raspberry Pi.

KI

Wir nutzen ein YOLO-v8 KI-Modell, welches für die Erkennung illegaler Mülldeponien aus der Luftperspektive trainiert wurde.

Datensatz
Trainiert auf den Dumpsite Detection Dataset, bestehend aus annotierten Luftaufnahmen mit verschiedenen Lichtverhältnissen und Terrains.

Training
Transfer Learning mit 100 Epochen zur Anpassung des yolov8n-Basisgewichts an die Müll-Signaturen.

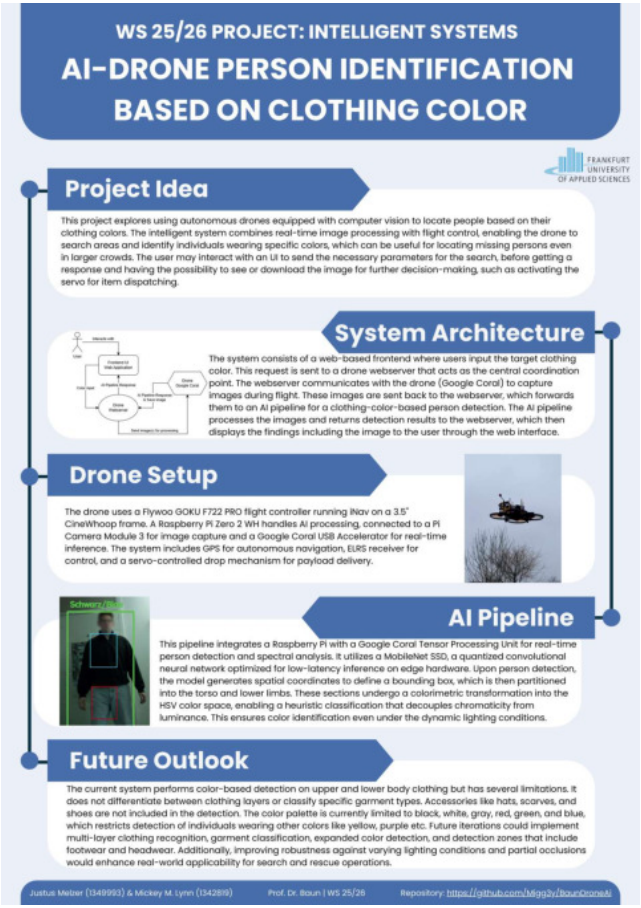
Signalfluss
Die VR-Brille wird mittels Video-Grabber mit dem Computer verbunden und das Videosignal an das KI-Modell weitergeleitet.

Output
Das System generiert in Echtzeit Bounding Boxes und Konfidenzwerte, die direkt auf den Laptop-Monitor angezeigt werden.

Links

Quellcode

Dokumentation



WS 25/26 PROJECT: INTELLIGENT SYSTEMS

AI-DRONE PERSON IDENTIFICATION BASED ON CLOTHING COLOR

FRANKFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Project Idea

This project explores using autonomous drones equipped with computer vision to locate people based on their clothing colors. The intelligent system combines real-time image processing with flight control, enabling the drone to search areas and identify individuals wearing specific colors, which can be useful for locating missing persons even in larger crowds. The user may interact with an UI to send the necessary parameters for the search, before getting a response and having the possibility to see or download the image for further decision-making, such as activating the servo for item dispatching.

System Architecture

The system consists of a web-based frontend where users input the target clothing color. This request is sent to a drone webserver that acts as the central coordination point. The webserver communicates with the drone (Google Coral) to capture images during flight. These images are sent back to the webserver, which forwards them to an AI pipeline for a clothing-color-based person detection. The AI pipeline processes the images and returns detection results to the webserver, which then displays the findings including the image to the user through the web interface.

Drone Setup

The drone uses a Flywoo GOKU F722 PRO flight controller running INav on a 3.5" CineWhoop frame. A Raspberry Pi Zero 2 WH handles AI processing, connected to a Pi Camera Module 3 for image capture and a Google Coral USB Accelerator for real-time inference. The system includes GPS for autonomous navigation, ELRS receiver for control, and a servo-controlled drop mechanism for payload delivery.

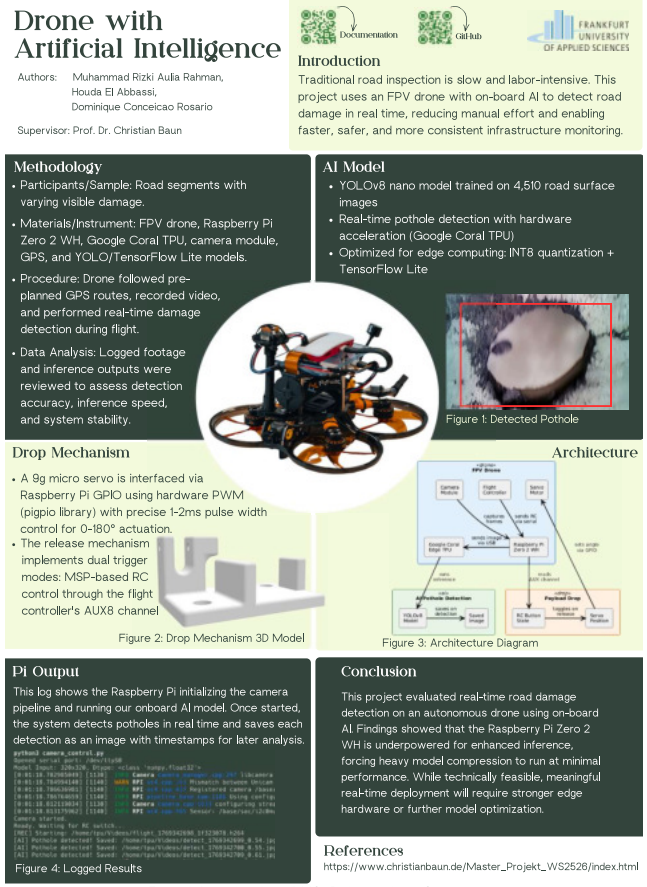
AI Pipeline

This pipeline integrates a Raspberry Pi with a Google Coral Tensor Processing Unit for real-time person detection and spectral analysis. It utilizes a MobileNet SSD, a quantized convolutional neural network optimized for low-latency inference on edge hardware. Upon person detection, the model generates spatial coordinates to define a bounding box, which is then partitioned into the torso and lower limbs. These sections undergo a colorimetric transformation into the HSV color space, enabling a heuristic classification that decouples chromaticity from luminance. This ensures color identification even under the dynamic lighting conditions.

Future Outlook

The current system performs color-based detection on upper and lower body clothing but has several limitations. It does not differentiate between clothing layers or classify specific garment types. Accessories like hats, scarves, and shoes are not included in the detection. The color palette is currently limited to black, white, gray, red, green, and blue, which restricts detection of individuals wearing other colors like yellow, purple etc. Future iterations could implement multi-layer clothing recognition, garment classification, expanded color detection, and detection zones that include footwear and headwear. Additionally, improving robustness against varying lighting conditions and partial occlusions would enhance real-world applicability for search and rescue operations.

Justus Meiser (1349993) & Mickey M. Lynn (1342819) Prof. Dr. Baun | WS 25/26 Repository: https://github.com/Migg3y/BaunDronesAI



Drone with Artificial Intelligence

Documentation GitHub FRANKFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Authors: Muhammad Rizki Aulia Rahman, Houda El Abbassi, Dominique Conceicao Rosario

Supervisor: Prof. Dr. Christian Baun

Introduction

Traditional road inspection is slow and labor-intensive. This project uses an FPV drone with on-board AI to detect road damage in real time, reducing manual effort and enabling faster, safer, and more consistent infrastructure monitoring.

Methodology

- Participants/Sample: Road segments with varying visible damage.
- Materials/Instrument: FPV drone, Raspberry Pi Zero 2 WH, Google Coral TPU, camera module, GPS, and YOLO/TensorFlow Lite models.
- Procedure: Drone followed pre-planned GPS routes, recorded video, and performed real-time damage detection during flight.
- Data Analysis: Logged footage and inference outputs were reviewed to assess detection accuracy, inference speed, and system stability.

AI Model

- YOLOv8 nano model trained on 4,510 road surface images
- Real-time pothole detection with hardware acceleration (Google Coral TPU)
- Optimized for edge computing: INT8 quantization + TensorFlow Lite

Figure 1: Detected Pothole

Drop Mechanism

- A 9g micro servo is interfaced via Raspberry Pi GPIO using hardware PWM (pigpio library) with precise 1-2ms pulse width control for 0-180° actuation.
- The release mechanism implements dual trigger modes: MSP-based RC control through the flight controller's AUX8 channel

Figure 2: Drop Mechanism 3D Model

Architecture

Figure 3: Architecture Diagram

Pi Output

This log shows the Raspberry Pi initializing the camera pipeline and running our onboard AI model. Once started, the system detects potholes in real time and saves each detection as an image with timestamps for later analysis.

Figure 4: Logged Results

Conclusion

This project evaluated real-time road damage detection on an autonomous drone using on-board AI. Findings showed that the Raspberry Pi Zero 2 WH is underpowered for enhanced inference, forcing heavy model compression to run at minimal performance. While technically feasible, meaningful real-time deployment will require stronger edge hardware or further model optimization.

References

https://www.christianbaun.de/Master_Projekt_WS2526/index.html

Faculty 2: Allgemeine Informatik M.Sc. Project Intelligence Systems