

KI-Drohnen im Informatikstudium

Erfahrungen bei der Integration einer komplexen Technologie in die
Hochschullehre

Prof. Dr. Christian Baun

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



- 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. . .

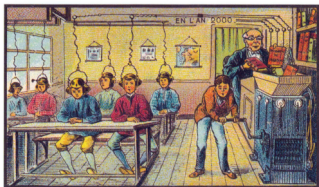
„KI-Drohnen sind ein hochaktuelles Thema – das muss ins Curriculum!“

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

- Erlebte Herausforderungen und Agenda (mehr oder weniger):
 - **Einbindung in das Curriculum** ⇒ Folie 4
 - **Einstieg in das Thema** ⇒ Folien 5 und 21
 - **Konzeption der Lehrveranstaltung** ⇒ Folie 6
 - **Durchführung und Erkenntnisse** ⇒ Folie 7
 - **Implementierung und Positionierung der KI** ⇒ Folie 9
 - **Empfehlungen für Komponenten** ⇒ Folie 12
 - **Orte, Räume und Laborausstattung** ⇒ Folie 13
 - **Finanzielle Aufwendungen** ⇒ Folie 14
 - **Rechtliche Rahmenbedingungen** ⇒ Folie 15

Einbindung in das Curriculum

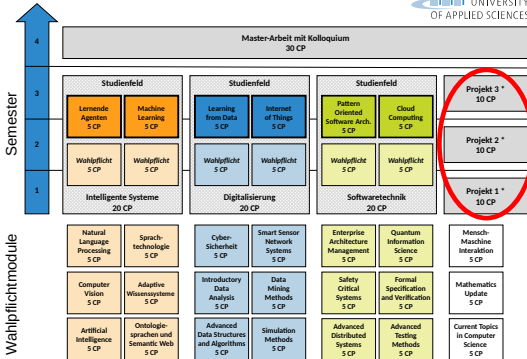
- KI-Drohnen eignen sich nicht für eine *klassische* Vorlesung



At School

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

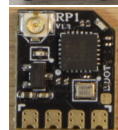
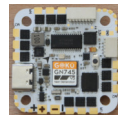
Allgemeine Informatik M.Sc.

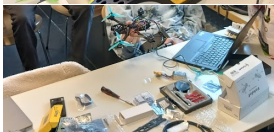
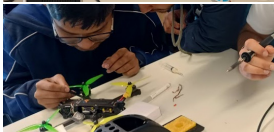


* Jeweils ein Projekt ist thematisch einem der drei Studienfelder zugeordnet

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 \implies siehe Folie 21





- 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 Tx Gruppe (4 Personen):

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

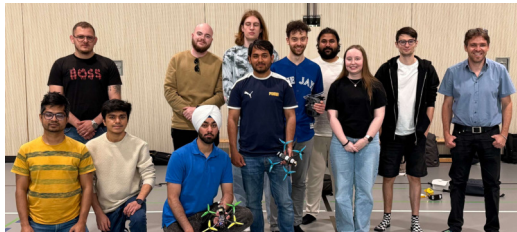
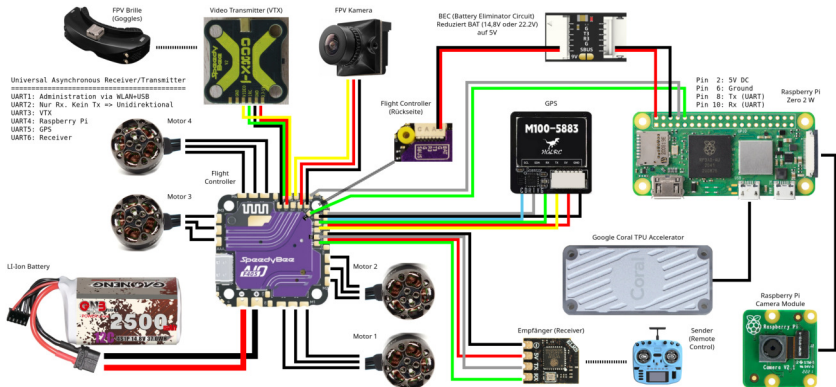


Abb.: Typische Komponenten einer Drohnen im SS2025



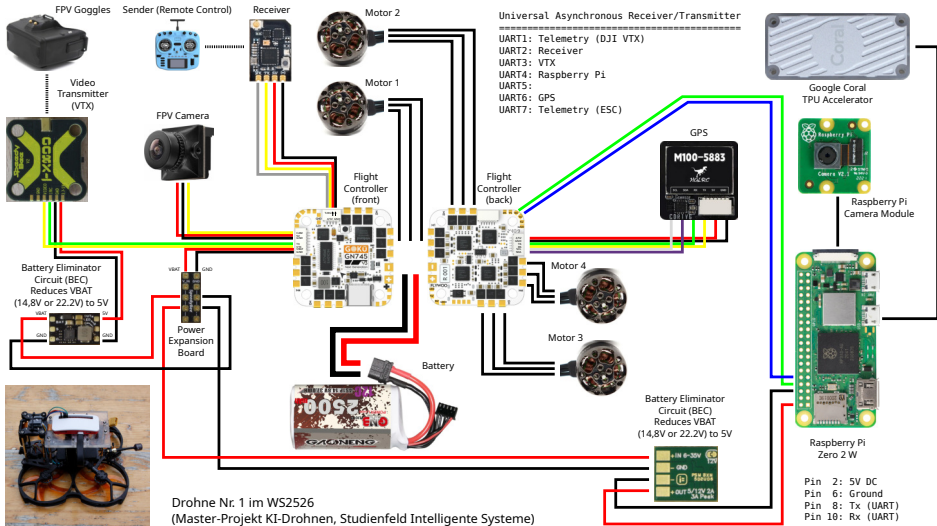
Sommersemester 2025 – Erkenntnisse (Auswahl)



- 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**

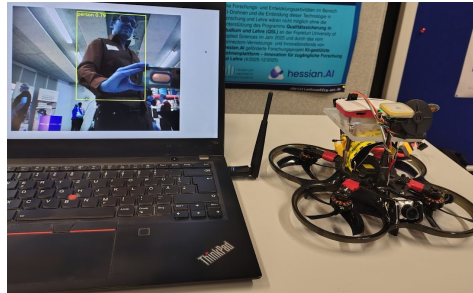


Wo kommt eigentlich die KI her und wo läuft sie? (2/2)

- **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



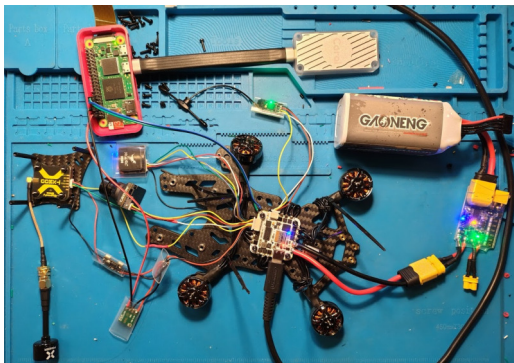
Übertragung des Bildstroms (Kameramodul am Raspberry Pi) via WLAN an einen Laptop zur Auswertung (Objekterkennung)

- 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 (~ 10 g), und braucht wenig Strom (~ 140 -600 mA)
- Der Google Coral KI-Beschleuniger verbraucht je nach Geschwindigkeitseinstellung ~ 500 -900 mA und wiegt ~ 20 g (Achtung! Diese Hardware ist veraltet \implies siehe Folie 16)

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

Aufgaben jeder Gruppe (4 Personen):

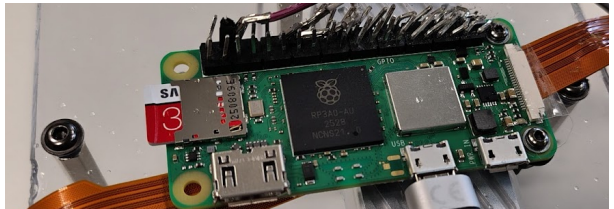
- 1 **FPV-Drohne entwickeln und bauen**
 - 2 KI-Anwendung integrieren
 - 3 Autopilot integrieren
 - 4 Drop-Mechanismus integrieren
 - 5 Dokumentation und Präsentation
- Jedes Team erhielt eine komplett aufgebaute, flugfähige FPV-Drohne 3,5" mit CineWhoop-Rahmen (inkl. Propellerschutz), Raspberry Pi, Google Coral KI-Beschleuniger...



Wintersemester 2025/2026 – Erkenntnisse (Auswahl)

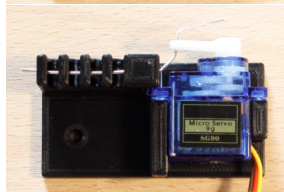
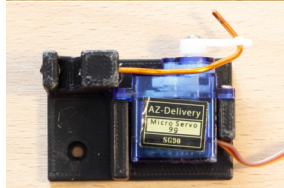
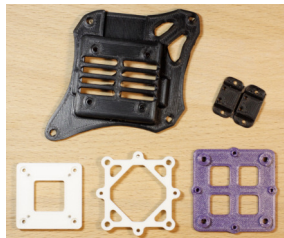
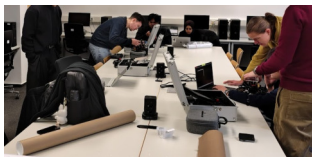
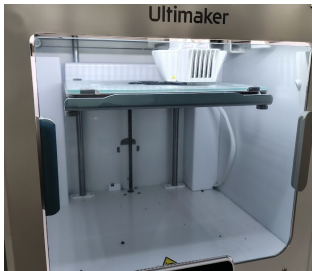


- Alle Gruppen überraschen mit coolen KI-Anwendungen!
- Drop-Mechanismus: Trivial mit Micro-Servo und 3D-Drucker (siehe Folie 13)
- Größte Herausforderung: Autopilot und Position-Hold
- Arming und Position-Hold ohne GPS-Empfang sind schwierig
- Ideale Rahmen: 3,5-Zoll-CineWhoop mit Propellerschutz ermöglichen 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
Flugcontrolller 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
Battery Eliminator Circuit 5V 3A Peak	2	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	504	1305

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



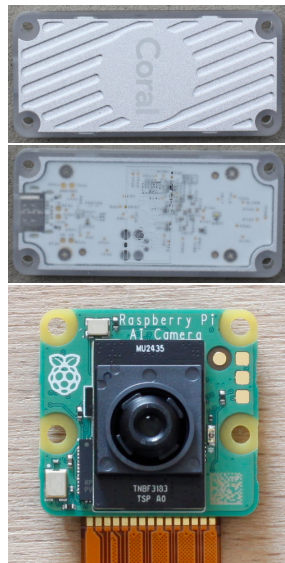
Rechtliche Rahmenbedingungen selbstgebauter Drohnen

Unterkategorie der „Offenen Kategorie“	Klasse	Zulässige Nutzung	Registrierung (e-ID)	Qualifikation
A1 – Überflug von Personen	Selbstgebaut (< 250 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 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 ⇒ exam.lba-openuav.de
- Versicherung und UAS-Betreiber-Nummer (e-ID) sind nötig
 - Fliegen im Freien ⇒ Versicherungsnachweis muss mitgeführt werden
 - Beschaffung aus Haushaltsmitteln ⇒ Versicherung über die OFD
 - Beschaffung aus Drittmitteln ⇒ Versicherung durch die Hochschule
- **Alle diese Regularien gelten beim Flug im Freien**

● 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

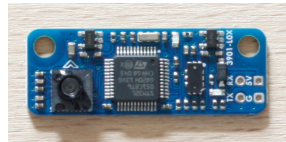
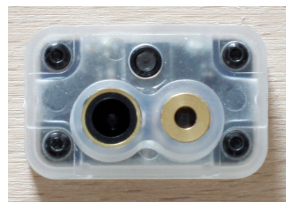


• Flug in Gebäuden verbessern

- LiDAR und Flusssensoren ermöglichen auch ohne zuverlässigen GPS-Empfang die Navigation und das Halten der Position in Gebäuden
 - Ausrichtung und Konfiguration sind abhängig von der verwendeten Firmware und nicht trivial
- Voraussetzungen: Freier UART am Flugcontroller (siehe Folien 7 und 9), unterstützte Firmware, ...
- Fokus auf die Firmware ArduPilot und QGroundControl als Bodenstation

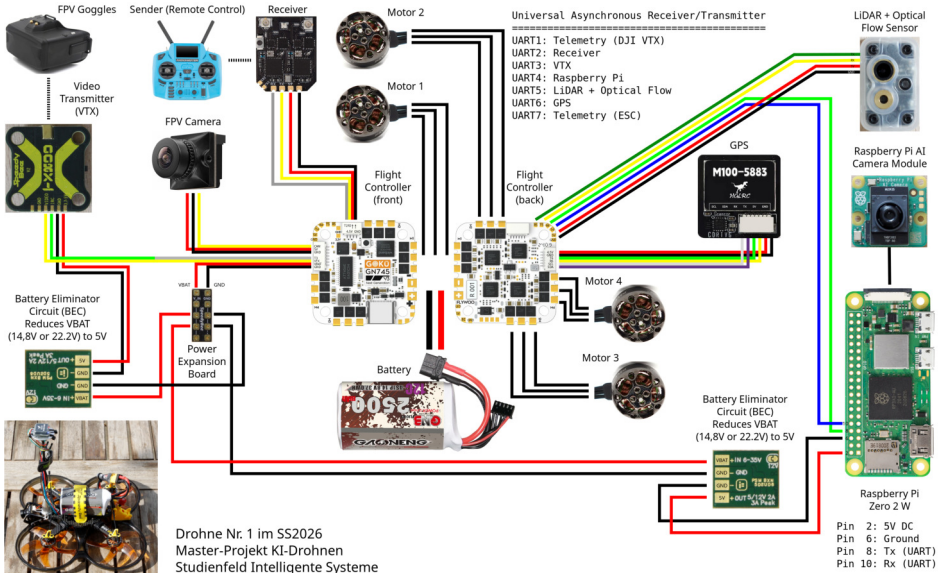
• Besserer Rahmen

- Konstruktion eines neuen Rahmens oder eines kompatiblen Rahmenteils zur sicheren Aufnahme von LiDAR, Flusssensor und Drop-Mechanismus



Drohnen im Sommersemester 2026 (1/2)

- Aufbau der Drohnen im SS2026 – Erweiterungen müssen über den Raspberry Pi erfolgen



Drohnen im Sommersemester 2026 (2/2)



● Größerer Rahmen

- 5", 6" oder 7"-Rahmen vereinfachen den Drohnbau und Erweiterungen
- Komplette Rahmen mit Propellerschutz > 3.5" sind unüblich, kaum marktverfügbar und teuer (Kostenpunkt 600-1200 €)
- Propellerschutzelemente für Freestyle-/Racing-Rahmen > 5" können gedruckt werden
 - <https://www.thingiverse.com/thing:4013765>
 - https://github.com/Mixyfpv/mixys_quick_ducts
 - <https://www.thingiverse.com/thing:5200598>
 - <https://www.thingiverse.com/thing:2604131>



Stan FPV
5" Universal Ducted Propeller Guards (Fits most 5" FPV frames!)

€32,95

zzgl. Versandkosten

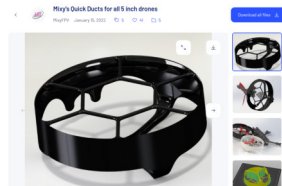
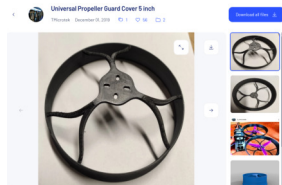
Quantity Option:

Stan FPV
7" Universal Ducted Propeller Guards (FULL SET + 1 FREE!)

€121,95

zzgl. Versandkosten

Menge



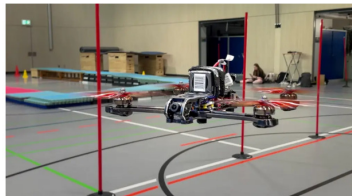
KI-gestützte Drohnenplattform - Innovation für zugängliche Forschung und Lehre

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/christianbaum/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

Frankfurter UAS veröffentlicht Handbuch zum Bau von KI-Drohnen

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



(Bild: Frankfurter 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

KI-gestütztes Drohnensystem zur autonomen Erkennung und Markierung illegaler Mülldeponien durch Echtzeitanalyseabteilung



Prof. Dr. Ingrid Isenhardt, Prof. Dr. Christian Bock, Prof. Dr. Christian Bock, Prof. Dr. Ingrid Isenhardt

Systemarchitektur

Das System ist ein autonomes Drohnensystem zur autonomen Erkennung und Markierung illegaler Mülldeponien durch Echtzeitanalyseabteilung. Es besteht aus einer Drohne, einer Kamera, einem KI-Algorithmus und einer Bodenstation.

Hardware

Hardware: Raspberry Pi 4, Intel RealSense D435, DJI Mavic 3 Pro, GoPro Hero 10, LiPo-Batterie, GPS-Modul, Wi-Fi-Modem, Antenne.

KI

KI: Deep Learning, Computer Vision, Object Detection, Image Classification, Real-time Processing, Edge Computing.

Autopilot

Autopilot: Mission Planner, ArduPilot, PX4 Autopilot, GPS-Tracking, Waypoint Navigation, Altitude Hold, Return-to-Home (RTH), Emergency Landing.



Designtechnik

Designtechnik: 3D-Modellierung, CAD, PCB-Layout, Prototyping, Simulation, Testing, Documentation, Version Control.

QR-Codes



Dokumentation



WS/26 PROJECT: INTELLIGENT SYSTEMS

AI/26 PERSON IDENTIFICATION BASED ON CLOTHING COLOR

Drone with Artificial Intelligence

Authors: Dominik Birk, Julia Rohrer, Heiko B. Hübner, Maximilian Coccozio Roberto, Supervisor: Prof. Dr. Christian Bock



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.

Project Idea

The project explores using autonomous drones equipped with computer vision to locate garbage based on their clothing color. The intelligent system combines real-time image processing, 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 use may instead extend to use the necessary parameters for the search, before getting a response and having the possibility to use or abandon the image for further decision-making, such as activating the sensor for hand-detecting.

System Architecture



The system consists of a web-based frontend where users input the target clothing color. The backend is used to drive the drone that acts as the optimal coordination point. The camera communicates with the drone (Google Coral TPU) 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 bounding box of the user through the web-frontend.

Drone Setup

The drone uses a Pixhawk 6C V2 IMU flight controller running Betaflight on a 3.3V OpenFlow frame. A Raspberry Pi 4 Zero 2W hardware is pre-installed, connected to a Pi Camera Module 3 for image capture and a Google Coral M.2 Accelerator for real-time inference. The system includes GPS for autonomous navigation, GPRS modem for internet, and a sensor-controller 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 spatial analysis. It utilizes a YOLOv8n model, a quantized convolutional neural network optimized for low-latency inference on edge hardware. Upon person detection, the model generates bounding boxes relative to the bounding box, which is then partitioned into the torso and lower limbs. These sections undergo a subsampled transformation into the RGB color space, enabling a granular classification that decouples chromaticity from luminance. This ensures color detection under varying dynamic lighting conditions.

Future Outlook

The current system performs color-based object tracking on a grid and hover delay following but has several limitations. It does not differentiate between clothing colors or identify specific garment types. Additionally, the low accuracy and low resolution are not ideal in the detection. The color palette is currently limited to black, white, grey, red, green, and blue, which restricts detection of individuals wearing other colors like yellow, purple, etc. Future updates could implement real-time object tracking, integration, garment classification, recognition color detection, and detection areas that include footwear and accessories. Additionally, improving resolution using varying lighting conditions and portrait orientation would enhance real-world applicability for search and rescue operations.

Methodology

- Participants Form: Road segments with varying road surface damage.
- Material: Intelligent FPV drone, Raspberry Pi Zero 2 W, Google Coral TPU, camera module, GPS, and 4G/LTE (GPRS) low-latency module.
- Procedure: Drone followed pre-defined 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 4,800 road surface images
- Real-time person detection with hardware acceleration (Google Coral TPU)
- Optimized for edge computing (HPS quantization + TensorFlow Lite)

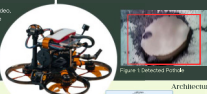


Figure 1: Detected Person

Drop Mechanism

- A 5g micro servo is interfaced via Raspberry Pi GPIO using hardware PWM (pulse train) with precise 30ms pulse width control for 0-90° rotation.
- The release mechanism integrates a 5g micro servo, a motor, and a 3D-printed PC control through the light controller's AUX3 channel.

Figure 2: Drop Mechanism 3D Model

Architecture



Figure 3: Architecture Diagram

UI Output

The log shows the Raspberry Pi initiating the camera pipeline and running the on-board AI model. Once started, the system detects people in real time and saves each detection as an image with timestamps for later analysis.



Figure 4: Logged Results

Conclusion

This project realized real-time road damage detection on an autonomous drone using on-board AI. Findings showed that the Raspberry Pi Zero 2 W was empowered for enhanced inference, forcing heavy model compression for use in minimal performance. While showing great results, Raspberry Pi Zero development still requires stronger edge hardware or further model optimization.

References

<https://www.researchgate.net/publication/369625268>