

MIDRAS – Mikro-Drohnen Abwehr System

Prof. Dr. Arno Fischer





Motivation

- „Drohnen stehen heute da, wo sich Autos 1898 befanden – *ganz am Anfang*. Die unbemannten Flugobjekte entwickeln sich mit einer bisher in der Technik noch nie da gewesenen Geschwindigkeit. ...
- Die Zahl der Drohnen alleine in Europa wird im Jahr 2025 mehr als 7 Millionen betragen: 7 Millionen im Freizeitsektor, 200.000 bei Behörden und in der Wirtschaft sowie 1000 beim Militär.

prognostiziert von Alain Siebert, der Chef-Ökonom von SESAR, einer von der Europäischen Union und Eurocontrol ins Leben gerufenen Initiative zur Vereinheitlichung und Harmonisierung des europäischen Flugverkehrsmanagements." (FAI 2017) gefährdeten.



Motivation

- Beispielsweise gründete Frank Wang 2006 die Firma DJI in China und wurde damit der jüngste Milliardär Chinas. Sein Hauptgeschäft bestand und besteht in der Entwicklung und Vermarktung von preiswerten Mikrodrohnen.
- ***Disruption verlagert sich dadurch in die Einsatzfelder von Drohnen.***



Motivation

Wie stark die Disruption bereits in das Einsatzfeld der Geodäsie einwirkt, zeigt die Firma 3D Robotics aus den USA.

2007 gegründet und zeitweise führendes Unternehmen für kleine intelligente Drohnen mußte sich das Unternehmen wandeln...

Neues Geschäftsmodell => AEC-Unternehmen

(AEC = Architectural/Engineering/Construction)

Drohne wird zum einfach zu bedienenden Arbeitsgerät =>
Hocheffiziente geodätische Vermessungen mittels Drohne



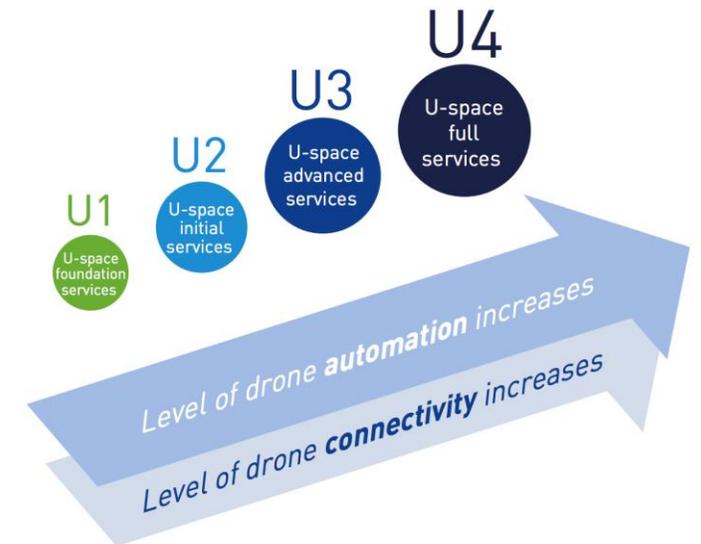
Motivation

- Einzug der Drohne in viele Branchen und ins öffentliche Leben ist zu erwarten...
- Wachsende Gefahren, verursacht durch immer mehr Drohnen
- Luftverkehrsmanagement für Drohnen wird notwendig



Motivation

- Um „kooperative“ Drohnen durch den Luftverkehr zu lenken wird ein Management eingeführt (UTM = Unmanned Aerial Traffic Management)
- Roadmap des Verkehrsmanagements für Drohnen wird unter den Begriff U-Space zusammengefasst
- Deutsche Flugsicherung, Deutsche Telekom und DLRG erarbeiten bereits erste technische Lösungsansätze.





Motivation

Was passiert bei „nicht-kooperativen“ Drohnen?
Vorfälle wie der am Flughafen Gatwick könnten sich häufen. Mehr als 100.000 Flugreisende strandeten für mehr als 30 Stunden wegen Drohnenalarms. „Nicht-kooperative“ Drohnen haben die Sicherheit des Flughafenbetriebes gefährdet.



Bildquelle: <https://fstoppers.com/aerial/was-there-drone-gatwick-airport-british-police-express-doubt-investigation-321385>



Ziel: „nicht-kooperative“ Drohnen erkennen und mit geeigneten Mitteln sicher aus dem Luftraum zu entfernen

- Koordinator ESG (ESG Elektroniksystem- und Logistik-GmbH 2018) (besitzt bereits ein Drohnenabwehrsystem, *(Einsatz G7-Gipfels 2015 in Elmau, US-Präsident Barack Obama Hannover Messe 2016 und Trump G20-Gipfels in Hamburg Juli 2017)*
(liefert das Führungssystem Taranis)
- Fraunhofer HHI entwickelt massiv-MIMO-Antennen
(räumliche Detektion von Mikro-Drohnen, gezielte Störung)
- OptoPrecision (liefert elektrooptisches System. Flugobjekte werden detektiert, identifiziert und klassifiziert)

GEFÖRDERT VOM



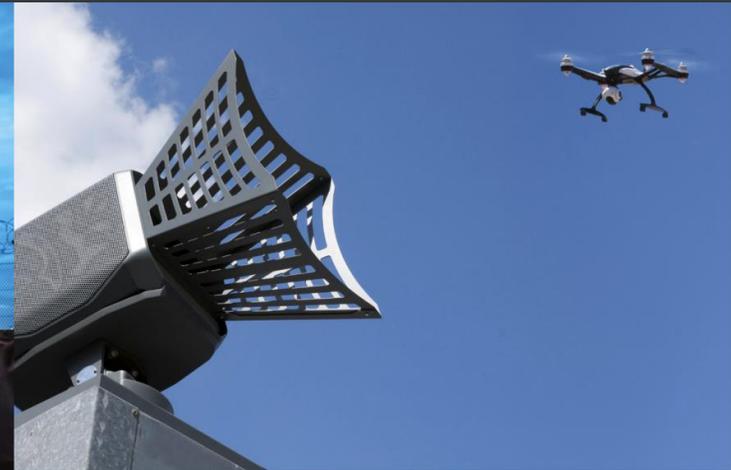
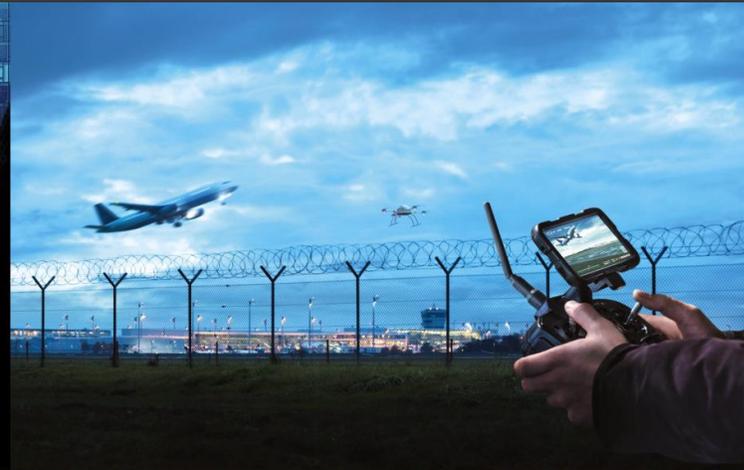
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Guardion existierendes Drohndetektions- und -abwehrsystem

Führungs- leitsystem Taranis

A cooperation of ESG, Diehl Defence and Rohde & Schwarz ■ www.guardion.eu



The solution addresses the complexity of drone threats with a hierarchical approach, offering a modular solution that is scalable and customizable using equipment relevant to the given scenario.

In the context of protection against drones, ESG's state-of-the-art TARANIS® command and control system can be connected to various numbers of sensors that detect drones and/or their remote control as well as to effectors that counter the immanent drone threat.

Due to the flexible, mobile data connections, sensors and effectors can be placed anywhere and the situational picture can be distributed to stationary or mobile operators.

R&S®ARDRONIS focuses on the remote control radio link of commercial drones. The subsystem can detect and identify the drone and take bearings on the remote controller even before the drones take off. Its ability to distinguish the remote control signals from other emissions within the same frequency band makes it highly reliable. R&S®ARDRONIS alerts security personnel early on so they can respond to the potential threat in a timely manner.

R&S®ARDRONIS can also disrupt the drones' remote control radio links. It exactly matches the transmissions on the remote control signal and does not interfere with other radio links. No longer controllable by their pilots, the drones are forced into failsafe mode.

The Diehl HP-EMcounterUAS source directly impacts the semiconductors of the control electronics inside commercial drones by means of electromagnetic pulses. Whether flying autonomously or radio-controlled, the drone becomes inoperable upon impact of HP-EM pulses.

If navigation methods like inertial navigation, infrared homing, optical flow, home on jam, simultaneous localization and mapping are used, in some cases, the HP-EM can affect the control method, and immediately





Projektrahmen und -konsortium

- Universität Würzburg
(liefert zwei autonome Drohnen mit einem Drohnenfangnetz)
- Das European Aviation Security Center e. V.
(entwickelt und liefert die Testszenarien und untersucht juristische Aspekte im Rahmen seiner Begleitforschung)



Projektrahmen und -konsortium

assoziierten Partner:

- Ministerium für Justiz und Gleichstellung des Landes Sachsen-Anhalt, Magdeburg,
- Bundeskriminalamt, Wiesbaden
- Vereinigung Cockpit e. V, Frankfurt



Projektrahmen und -konsortium

TH Brandenburg liefert:

- akustische Kamera - aktives und passives SONAR -
- IT-Integration der verfügbaren Sensorik durch Sensorfusion
- Trajektorie-Vorhersage der „nicht-kooperativen“ Drohne
- Nutzerschulung

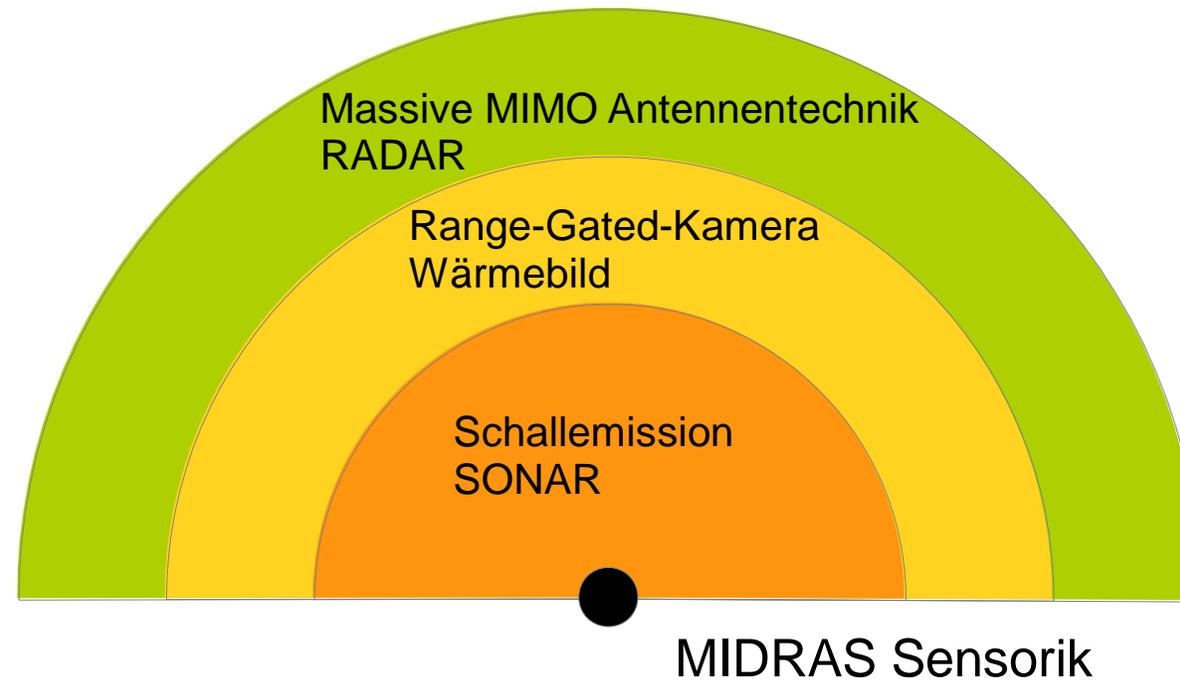
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Stufen der Detektion



Schallwellen:

- Anwendbar bis 50 Meter Distanz
- Erkennung von Richtung, Entfernung und Art des Eindringlings
- Geringe Störung durch ungünstige Umwelteinflüsse (z.B. Nebel)



Diagramm des optischen Überwachungssystems (Optoprecision)

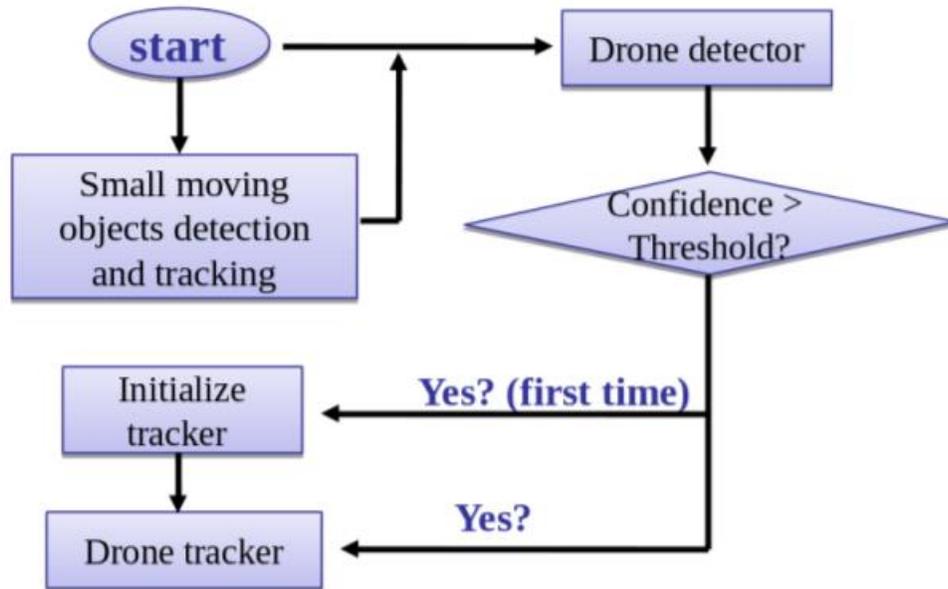
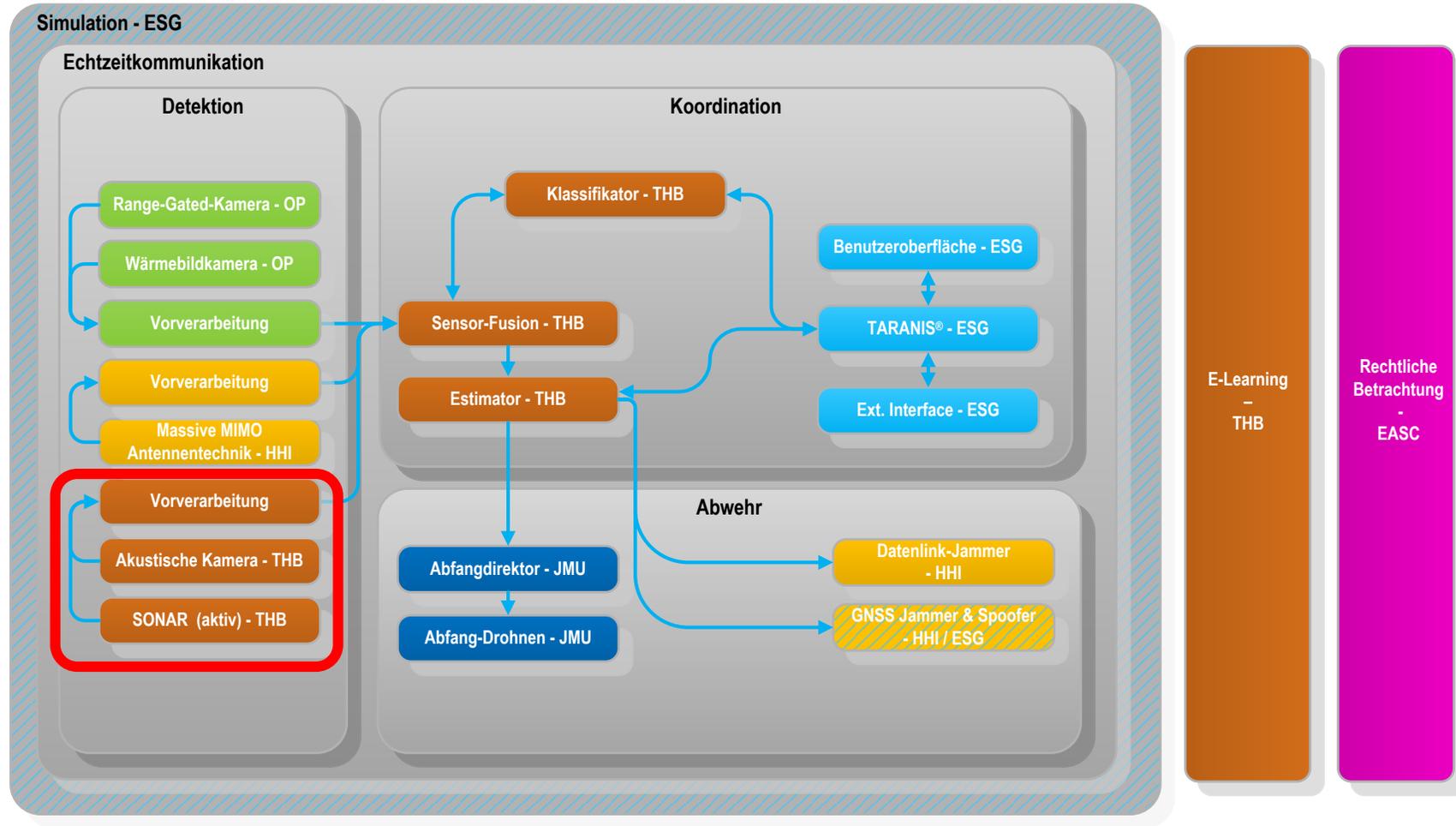


Fig. 5: A flow chart of the drone monitoring system.

Quelle: Chen, Yueru et al. "A Deep Learning Approach to Drone Monitoring", December 2017, arXiv:1712.00863



Akustische Sensorik





Schallemission und passives / aktives SON(AR)

Abbildung: einige Aspekte des aktiven und passiven SONARs

Schallemission und passives SON(AR):

- Spektrale Erfassung der Schallwellenfront
- Schallsignatur der observierten Objekte
- Bestimmung der Objektpeilung
- Bestimmung der Entfernung bei verteilten Sensorknoten

Aktives SONAR

- Beamforming der Schallkeule
- Hohe Energiedichte im US-Band
- Bestimmung von Richtung und Entfernung des Eindringlings

Transducerarrays:

- Phasenverschobene Ansteuerung (Phased-Array)
- Dynamische Fokussierung für Sende- und Empfangssignale



Schallwandler

Referenzsystem: Akustische Kamera

- Breitbandwandler (10Hz-80kHz) für kapazitives Sensorarray
- Vermessen ausgewählter Drohnentypen
- Ableiten der Anforderungen



Akustisches Detektionsmodul:

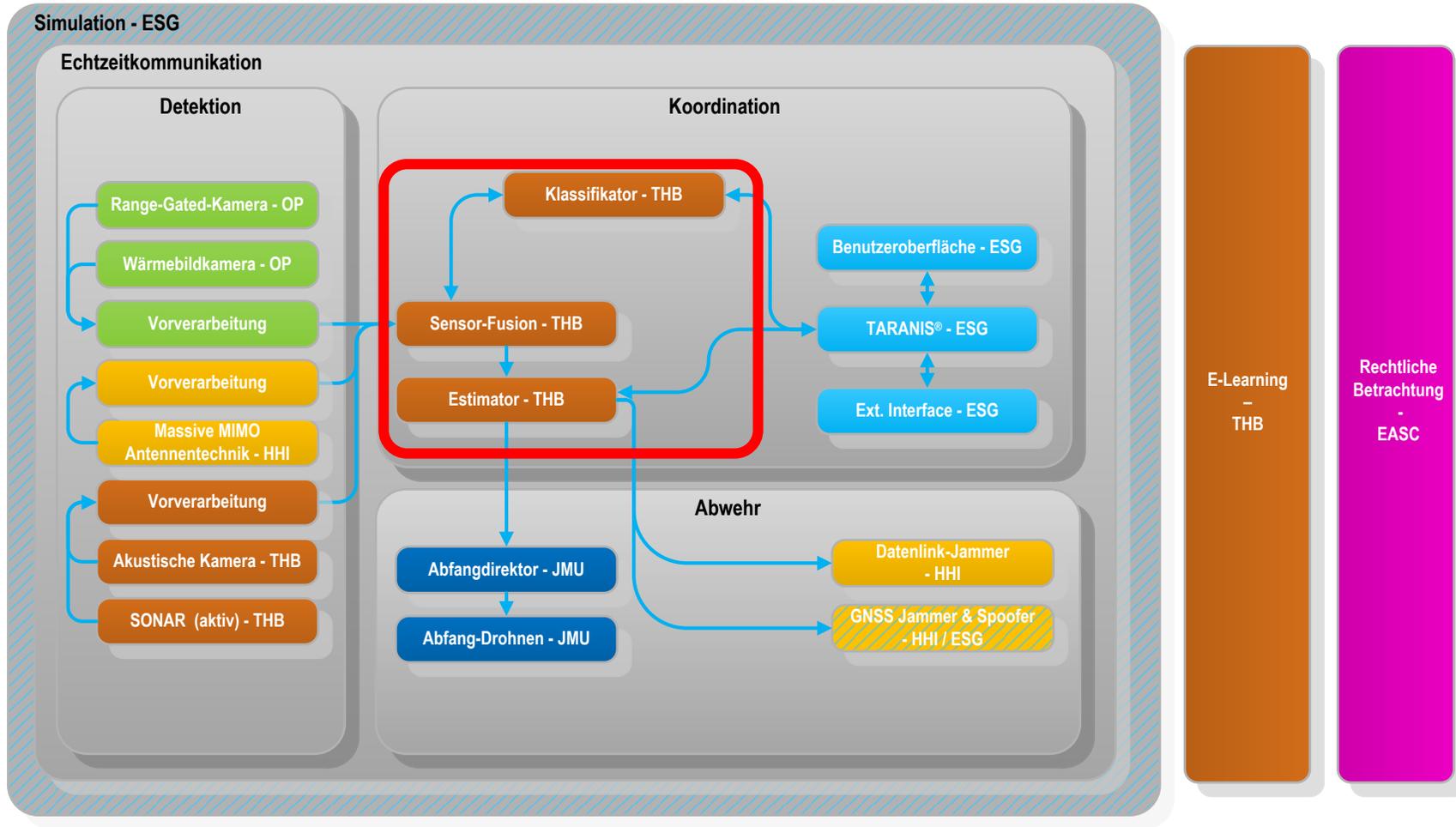
- Schallwandler auf Basis von zellulärem Polypropylen (zPP-Ferroelektrets)
- Passives SON(AR): Breitbandwandler (hörbar bis US)
- Aktives SONAR: Nutzung als Elektivwandler im Resonanzbereich (US)

Signalerzeugung und -auswertung

- Hardwareprogrammierte Logik implementiert Phasing-Algorithmen
- Synchronisierte DAU- und ADU-Kanäle
- Merkmalsextraktion und Weiterleitung zur Sensorfusion



Datenfusion

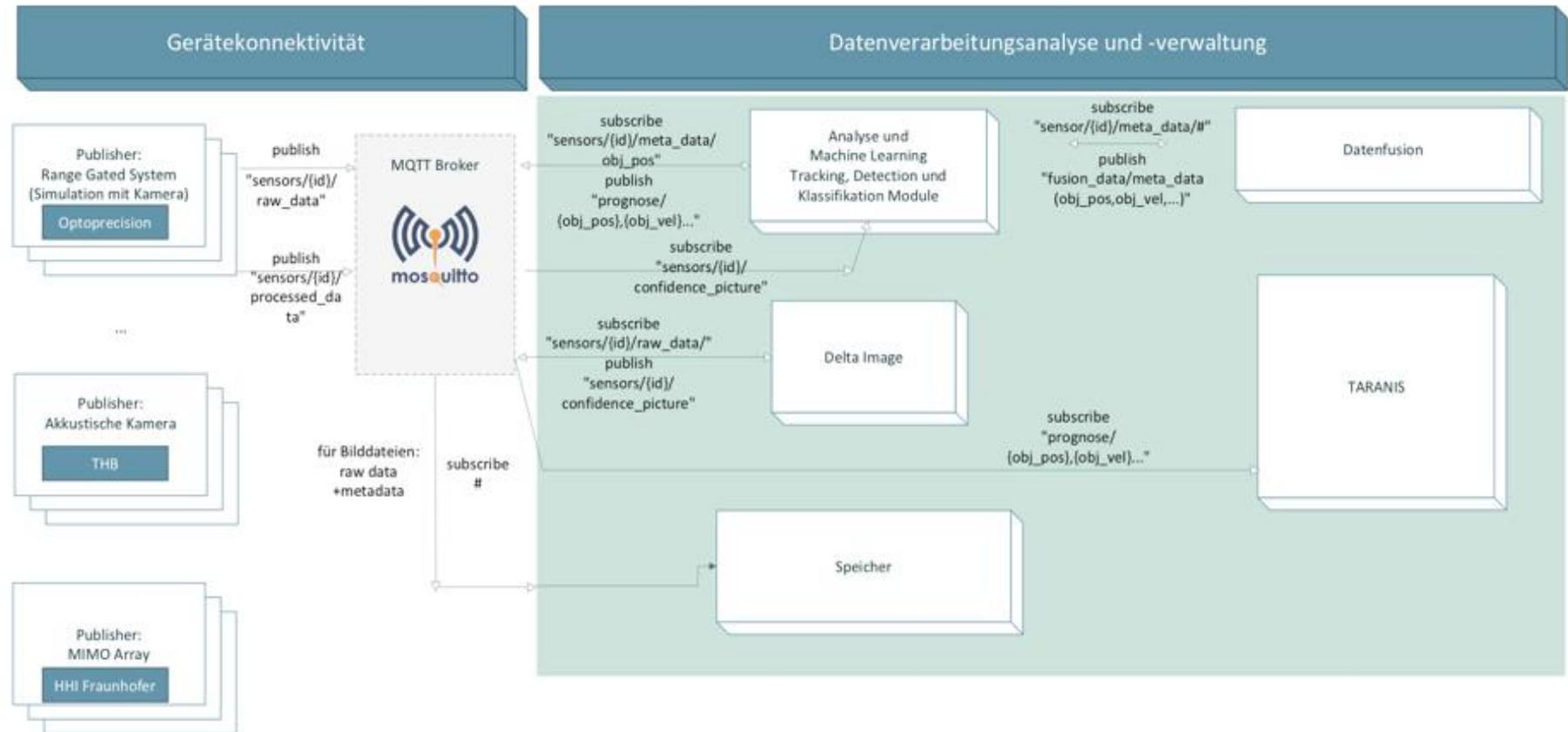




Sensorfusion

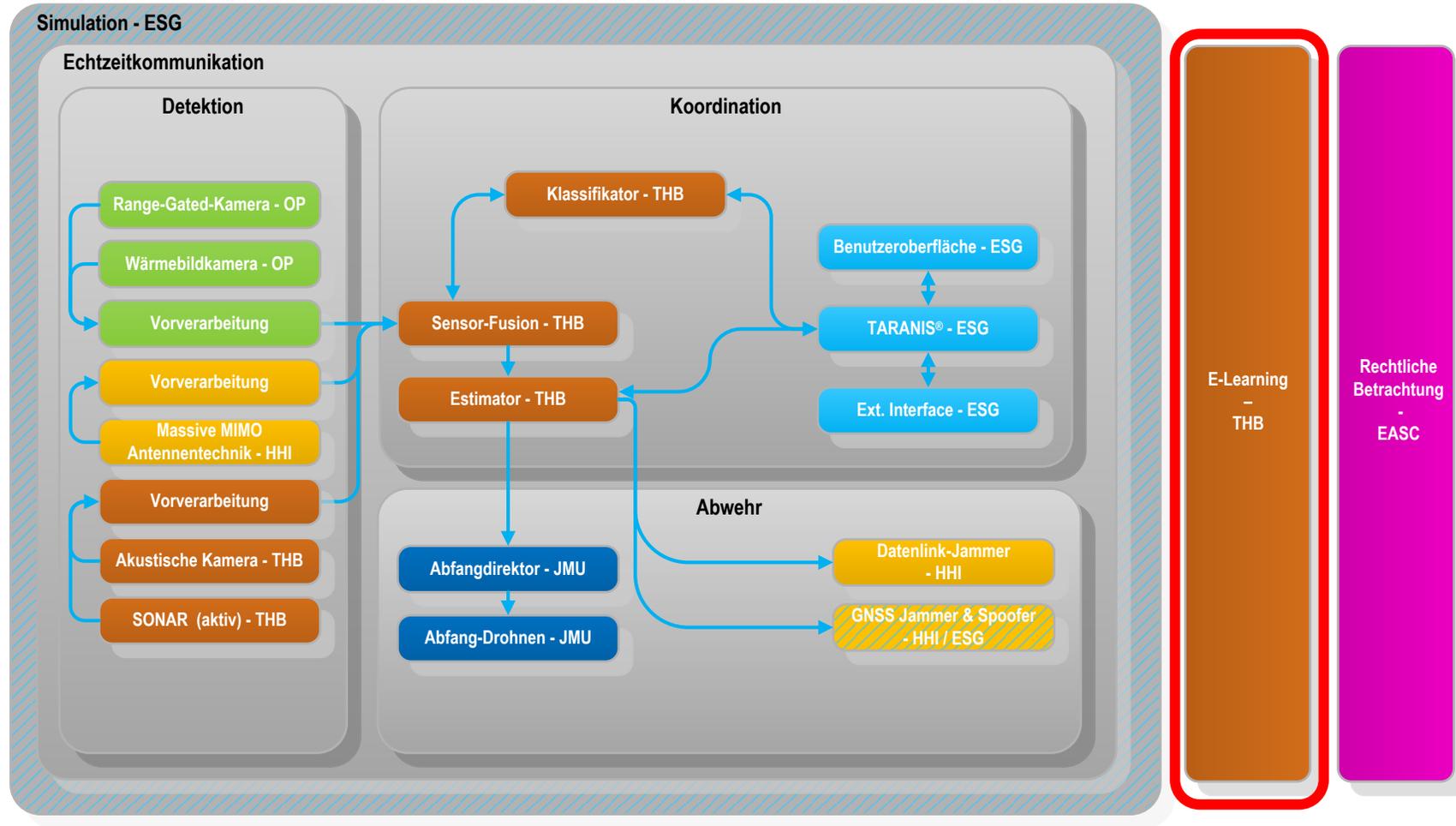


MIDRAS-Fusions-Architektur





Qualifikation Nutzer





Nutzerqualifikation

Lernsystem für Fachkräftetraining (Screenshot Lernplattform)

The screenshot shows the ILIAS user interface for the course 'Trainingskurs Fachkräfte Drohnerdetektion und -abwehr'. The header includes the ILIAS logo, the course title 'TH Brandenburg - MIDRAS-Nutzerqualifikation', and the user 'Prof. Dr. Arno Fischer' with a 'Abmelden' (Logout) button. Below the header are navigation tabs: 'Persönlicher Schreibtisch', 'Magazin', and 'Administration'. The main content area shows the course title and a description: 'Trainingskurs für Fachkräfte die kritische Infrastrukturen schützen. Grundlagenvermittlung zum Betrieb und Navigation von Drohnen, Meteorologie und spezifisches Luftrecht'. There are several tabs for course management: 'Inhalt', 'Info', 'Einstellungen', 'Mitglieder', 'Metadaten', 'Export', 'Rechte', and 'Voransicht als Mitglied aktivieren'. Below these are 'Zeigen' and 'Verwalten' buttons. A green button 'Neues Objekt hinzufügen' is visible. The 'Inhalt' section lists three learning objects: 'MIDRAS Lerninhalte - Flugbetrieb und Navigation', 'MIDRAS Lerninhalte - Luftrecht', and 'MIDRAS Lerninhalte - Meteorologie', each with an 'Aktionen' dropdown menu.

- Nutzerqualifikation durch Nutzung des Sonderlandeplatz Brandenburg/Mühlenfeld für Testflüge zur
- Abwehr von „nicht-kooperativen“ Drohnen E-Learning Lern- und Trainingsmodul



Qualifikation Fachkräfte

- Es gab bereits mehrfache Treffen mit Justizministerium Sachsen-Anhalt und Besuch der JVA Raßnitz in der Kontrollzone des Flughafens Leipzig
- Workshop mit dem Management der JVA: Vorstellung des Projektes und Vorüberlegungen zur Nutzerqualifikation in der JVA und Nutzung als Testgelände
- Installation des Führungslitsystems TARANIS an der TH Brandenburg zur Lernstrukturanalyse
- Erste Lehrinhalte für Nutzerzielgruppen wurden erstellt (Lernplattform ILIAS: Grundlagen Drohnenwissen)



Erster Testflug über JVA Raßnitz

- Antragstellung/Prüfung/Information über die Aufstiegsgenehmigung für Drohnenflüge JVA Raßnitz
- Drei Überflüge mit Mikrodrohne (5.9.2017) und erste Photogrammetrierauswertungen zur Erstellung eines 3D-Modells

Ziel 1: 3D-Modell zur Projektierung der Sensorkonfiguration für den Demonstrator und

Ziel 2: Nutzung des 3D-Modells als Lernmittel zur Qualifikation der Fachkräfte



Flugplanung und Durchführung Testflug (Screenshot Flugplanung)

Plan Name
midras

29:31	17	2.1	2
Minutes	Hectares	cm / px	Batteries

✈ Altitude
50 m

🔄 Flight Direction
-5 °

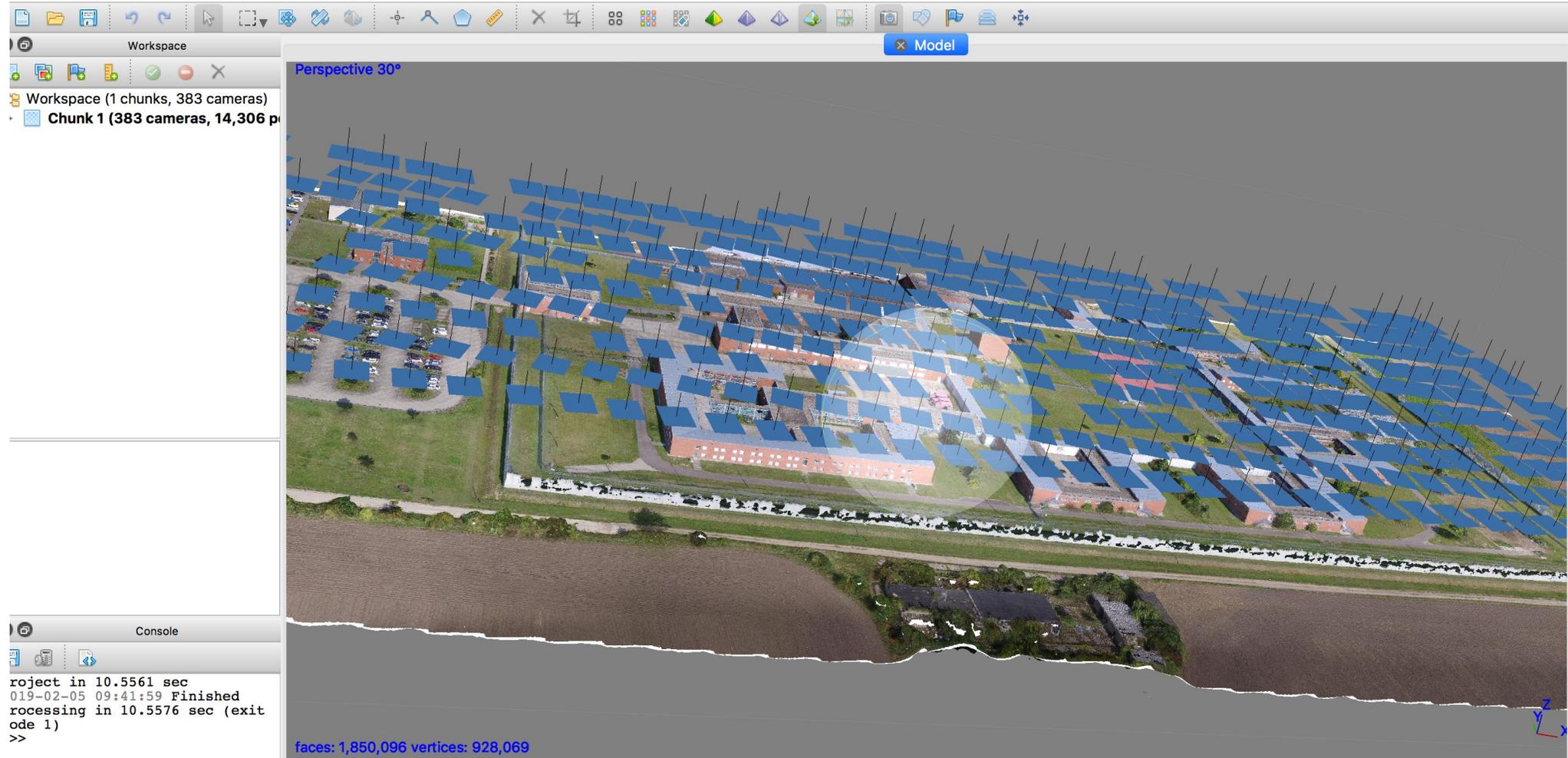
⚙ Advanced

Processing Estimates	587 Photos	5.0 GB	8.6 Hours
----------------------	------------	--------	-----------



Flugplanung und Durchführung Testflug (Agisoft Photoscan Pro)

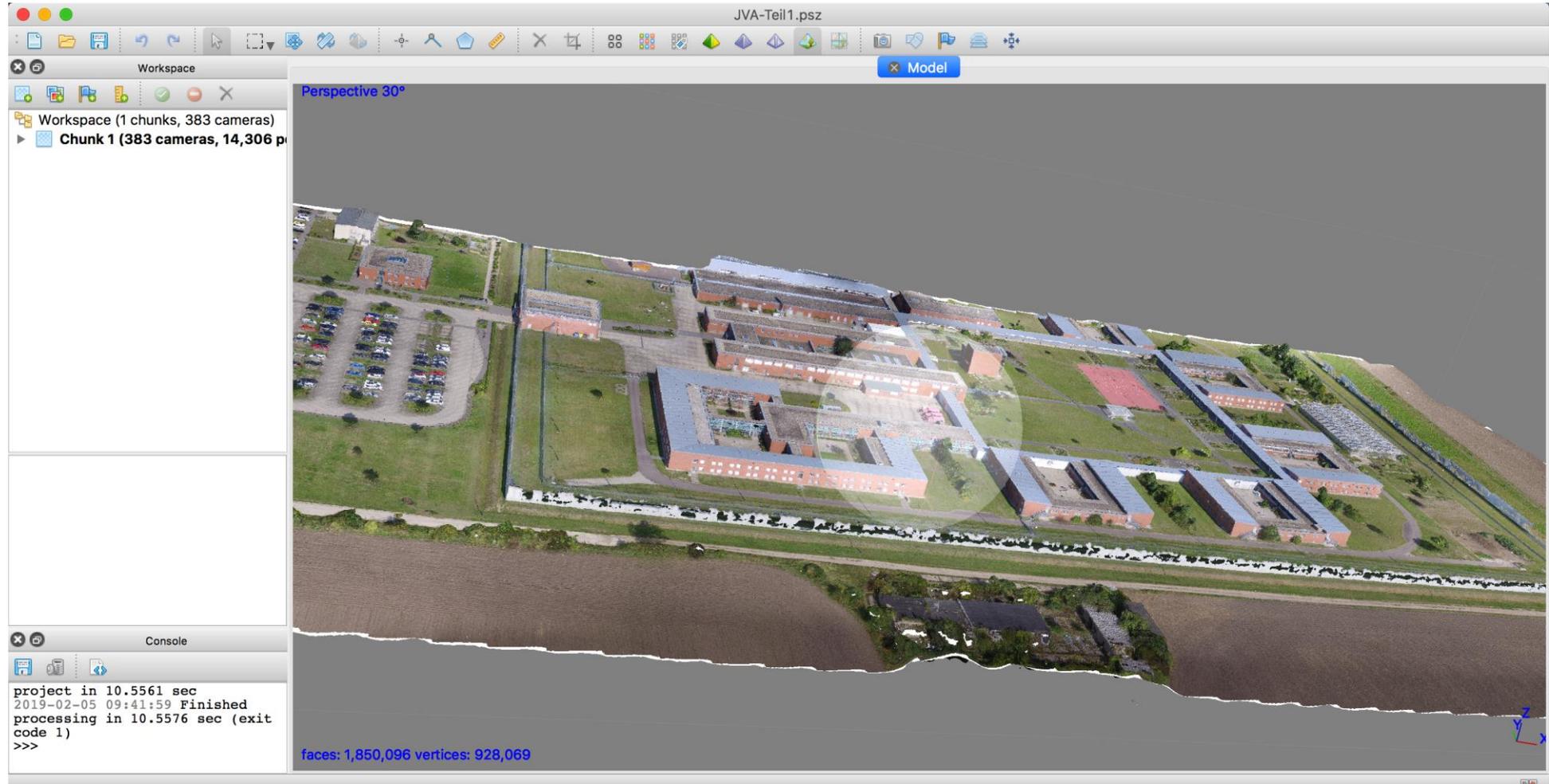
Teil-
auswertung
der
Befliegung





Flugplanung und Durchführung Testflug (Agisoft Photoscan Pro)

Teil-
auswertung
der
Befliegung





MIDRAS-Testteam in Bremen bei Optoprecision

Mit unterschiedlichen Drohnen wurden die massiv-MIMO-Antennen und die optischen Sensoren getestet.





MIDRAS-Vernetzung/Verbreitung sonstige Aktivitäten

- Mitarbeit in mehreren Fachgruppen des UAVDACH e.V.:

Sensibilisierung des Themas Drohnerdetektion und -abwehr in der Fachgruppe D&A und UTM. Vorbereitung von Gesprächen mit der DFS mit dem Ziel ab Herbst 2018 eine Kooperation zu beginnen (neuer Aspekt für MIDRAS ist die Berücksichtigung von UTM, also das Erkennen von kooperativen Drohnen mit UTM-Mitteln)

- Mitarbeit im DIN Arbeitsausschuss UAS (erste Norm wurde publiziert)
- Gemeinsame Tests mit der Deutschen Flugsicherung sind für 2019 geplant.



Fazit

Es wird zunehmend notwendig „nicht-kooperative“ Drohnen zu detektieren und abzuwehren, damit Personen und kritische Infrastrukturen vor Gefahren, die von diesen Drohnen ausgehen, wirksam geschützt werden können.

Kritische Infrastrukturen, wie Flughäfen oder Justizvollzugsanstalten, sollen geschützt werden, ohne dass allzu hohe Qualifikationsanforderungen an das Bedienpersonal gestellt werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Prof. Dr. Arno Fischer