



**Marketing
&
Consulting**

Eingehende Darstellung

IDAS-PRO

Innovatives Drohnenabwehrsystem

Teilvorhaben: Reaktiver Funkstörer mit geringer kollateraler Wirkung

FKZ: 13N16506

Ansprechpartner:

Thomas Kratzsch

H.P. Marketing & Consulting Wüst GmbH

Grootkoppel 9

23858 Reinfeld

Inhalt

Inhalt.....	2
Beteiligte Mitarbeiter	3
Änderungsnachweis	3
1. Einleitung	4
1.1. Hintergrund und Motivation	4
1.2. Ziele des Teilprojekts.....	5
1.2.1. Erweiterung des Funktionsumfangs	5
1.2.2. Weiterentwicklung des Störsenders.....	5
2. Weiterentwicklung	6
2.1. Erstellung eines Systemkonzepts	6
2.2. Umbau der Steuerungshardware.....	7
2.3. Modularisierung der Steuerungssoftware	8
Main Task:	9
PTU-Interface:	9
Lagesensor und Lagekorrektur:.....	9
Kamera- und KI-Interfaces:.....	9
DDS-Interface:	10
HP Service Interface:	10
IDAS-Interface:	10
Zusammenwirken der Komponenten:.....	10
2.4. KI-gestütztes Kamerasystem	10
Integration der Komponenten	10
Drohnendetektion und -klassifikation.....	11
2.5. Automatisches Nachführen (Tracking).....	11
2.6. Antennendesign und -optimierung.....	12
3. Feldversuche.....	13
3.1. „Feldversuch 1“	13
3.2. „Feldversuch 2“	14
3.3. „Feldversuch 3“	15
3.4. Feldversuch 4“	16

1. Einleitung

Dieser Forschungsbericht fasst die Arbeiten zusammen, die im Rahmen des Leuchtturmprojekts IDAS-PRO durch die H.P. Marketing & Consulting Wüst GmbH durchgeführt wurden. Das Projekt wurde im Rahmen der Förderrichtlinie „Innovationen umfassend nutzen – Praxisleuchttürme der zivilen Sicherheit“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) durchgeführt und baut auf den Erkenntnissen des erfolgreichen Vorläuferprojekts AMBOS (2017 - 2019) auf. Ziel des Projekts war die Weiterentwicklung eines Funkstörsystems zur Abwehr von Drohnen, das bereits im Vorläuferprojekt konzipiert und demonstriert wurde.

1.1. Hintergrund und Motivation

Die zunehmende Verfügbarkeit kommerzieller Drohnen stellt ein wachsendes Risiko für die zivile Sicherheit dar. Sicherheitsbehörden und Betreiber kritischer Infrastrukturen sehen sich mit neuen Herausforderungen konfrontiert, da bestehende Abwehrsysteme entweder nur eingeschränkt wirksam sind oder aufgrund ihres militärischen Ursprungs für den zivilen Einsatz ungeeignet sind. Das IDAS-PRO-Projekt setzt an dieser Stelle an: Es zielt darauf ab, die im Vorläuferprojekt entwickelten Konzepte in ein modulares und leistungsfähiges Gesamtsystem zu integrieren und dieses schrittweise an die Produktreife heranzuführen.

1.2. Ziele des Teilprojekts

Das Teilprojekt der H.P. Marketing & Consulting Wüst GmbH konzentrierte sich auf die Weiterentwicklung des im Projekt AMBOS entwickelten Funkstörsystems. Die zentralen Ziele waren:

1.2.1. Erweiterung des Funktionsumfangs

- Ergänzung des Systems um ein **KI-gestütztes Kamerasystem**, das zur optischen Zielverifikation dient.
- Unterstützung automatisierter Funktionen wie **Tracking, Klassifizierung und unabhängige Zielverfolgung**, um die Betriebssicherheit zu erhöhen.

1.2.2. Weiterentwicklung des Störsenders

- Integration neuer **DDS-basierter Signalquellen**, die nicht nur gesweeppte Trägersignale (FMCW), sondern auch beliebig modulierte Signale erzeugen können, um Drohnenempfänger effizienter zu stören.
- Entwicklung einer redundanten Sicherheitsschaltung auf Basis zertifizierter Protokolle (z. B. PROFIsafe), um Fehlauflösungen zu verhindern und den „man in the loop“-Ansatz zu unterstützen.
- Umbau der Steuerungshardware auf zertifizierte Industriekomponenten, um zukünftige Erweiterungen zu ermöglichen.
- Ersatz des Schwenkneigekopfs durch ein schnelleres und flexibleres Modell mit größerer Traglast, um eine „endlose“ horizontale Drehbewegung zu ermöglichen.
- Integration von Ego-Sensorik (z. B. Lagesensor und elektronischer Kompass) sowie einer akkugestützten Energieversorgung, um die Mobilität und Einsatzbereitschaft zu verbessern.
- Modularisierung der Steuerungssoftware, um zukünftige Anpassungen an neue Bedrohungsszenarien zu erleichtern.
- Optimierung der Antennenleistung auf bis zu 50 W pro Kanal, um größere Reichweiten zu ermöglichen.
-

2. Weiterentwicklung

2.1. Erstellung eines Systemkonzepts

Bevor die konkreten Entwicklungsarbeiten im Rahmen des IDAS-PRO-Projekts begannen, wurde zunächst eine umfassende Systemarchitektur erstellt. Diese bildete die Grundlage für die weiteren Arbeitspakete, darunter die Entwicklung einer redundanten Sicherheitsschaltung (z. B. auf Basis von PROFIsafe), der Umbau der Steuerungshardware auf zertifizierte Industriekomponenten sowie die Modularisierung der Steuerungssoftware. Das Systemkonzept ermöglichte eine strukturierte und zukunftsichere Umsetzung der technischen Anforderungen, um Flexibilität, Sicherheit und Erweiterbarkeit des Funkstörsystems zu gewährleisten.

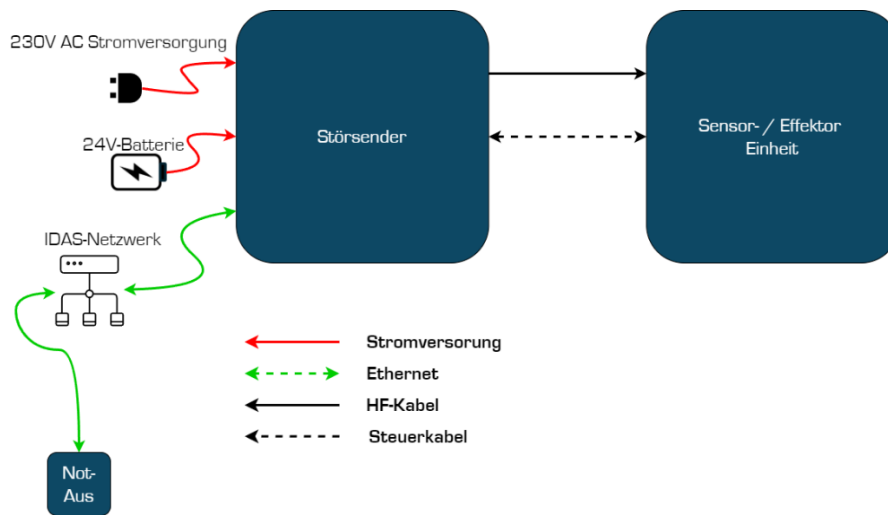


Abbildung 1: Systemarchitektur 1. Ebene

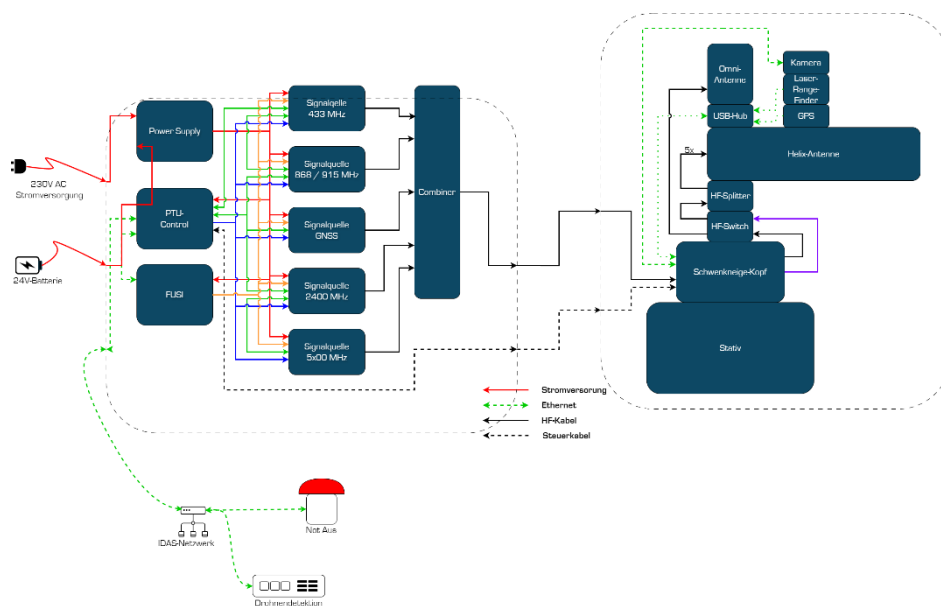


Abbildung 2: Systemarchitektur 2. Ebene

2.2. Umbau der Steuerungshardware

Die Neugestaltung der Steuerungshardware ist ein zentraler Bestandteil der Weiterentwicklung des Drohnenabwehrsystems durch die H.P. Marketing & Consulting Wüst GmbH. Durch die Umstellung auf zertifizierte Industriekomponenten und die Integration von funktionaler Sicherheit wird eine hohe Systemzuverlässigkeit gewährleistet und die Anpassungsfähigkeit an zukünftige Anforderungen verbessert.

Als Kernkomponente kommt eine Industriesteuerung der Firma Kunbus, Typ RevolutionPi, zum Einsatz, die die Norm EN 61131-2 erfüllt und über eine UL-Zertifizierung verfügt. Diese Steuerung bildet die Grundlage für das PTU-Control-Steuerungsmodul (siehe Architektur Steuerungsmodul), das eine flexible und zukunftssichere Systemsteuerung ermöglicht.

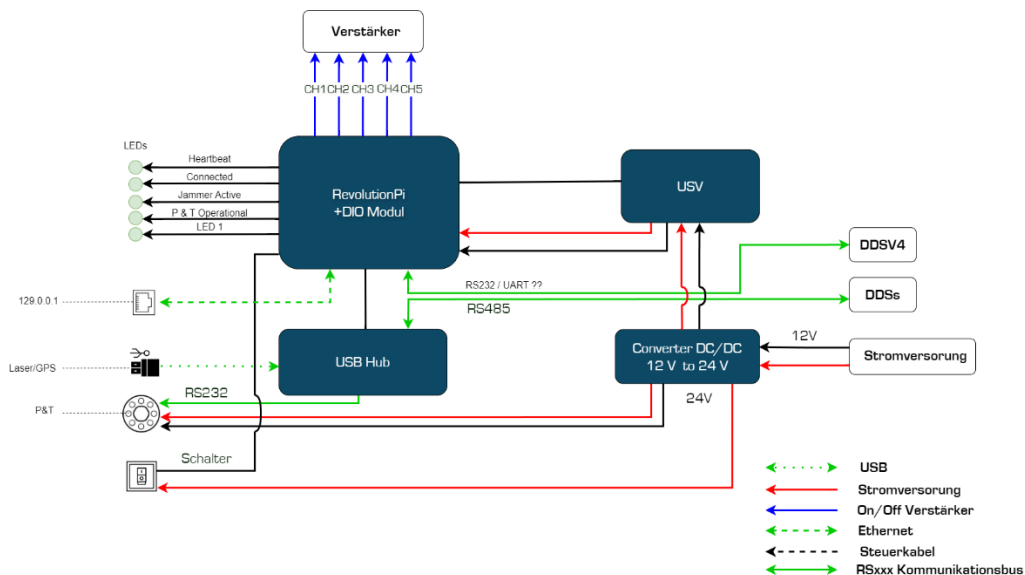


Abbildung 3: Architektur Steuerungsmodul

Für die funktionale Sicherheit wurde eine redundante Architektur mit zwei Safety Basis Monitore (BWU 2852) der Firma Bihl & Wiedemann implementiert. Diese kommunizieren ständig über ein Netzwerk und lösen bei Fehlern, Notauslösung oder unterbrochener Kommunikation sofort eine Notabschaltung aus. Dabei wird die Spannungsversorgung der Sende-Module über ein Relais unterbrochen, während Status-LEDs an der Notaus- und Jammerseite die korrekte Funktion anzeigen. Die Sicherheitsarchitektur (siehe Architekturbild) stellt sicher, dass der Schwenkkopf bei Fehlern sofort gestoppt wird, um Verletzungsgefahren zu vermeiden.

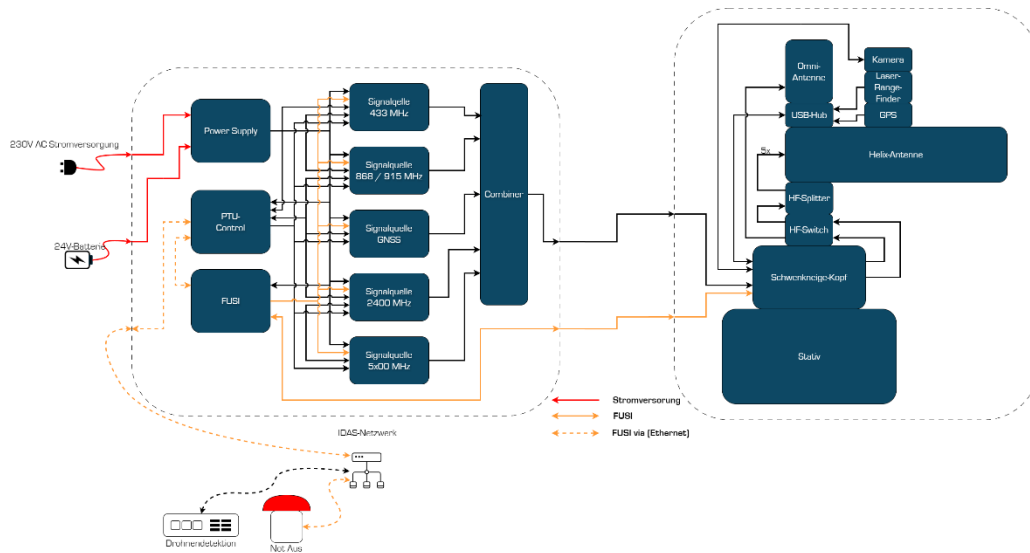


Abbildung 4: Architektur Funktionale Sicherheit

Durch den Einsatz zertifizierter Komponenten und einer robusten Sicherheitsarchitektur wird ein hochzuverlässiges und skalierbares Steuerungssystem geschaffen, das den Anforderungen der zivilen Sicherheit gerecht wird.

2.3. Modularisierung der Steuerungssoftware

Die Modularisierung der Steuerungssoftware im IDAS-Projekt stellt einen wesentlichen Fortschritt in der Gestaltung eines reaktiven Drohnenabwehrsystems dar. Sie schafft eine flexible Software-Architektur, die eine problemlose Integration und Koordination verschiedener Systemkomponenten ermöglicht. Insbesondere sollte die Architektur die einfache Anpassung an verschiedene Störsignalquellen, Positionsdaten des Lagesensors, Kamerasysteme und das KI-System unterstützen. Die Modularität ist von grundlegender Bedeutung, da sie die zukünftige Erweiterbarkeit des Systems ohne umfangreiche Überarbeitungen der Gesamtsoftware erlaubt. Bei den Hauptkomponenten dieses Systems handelt es sich um ein Netzwerk von Modulen, die nach dem publish-subscribe Ansatz miteinander interagieren und deren Funktionen genau aufeinander abgestimmt sind. Im Folgenden werden die Schlüsselemente und ihre spezifische Rolle innerhalb des Systems beschrieben:

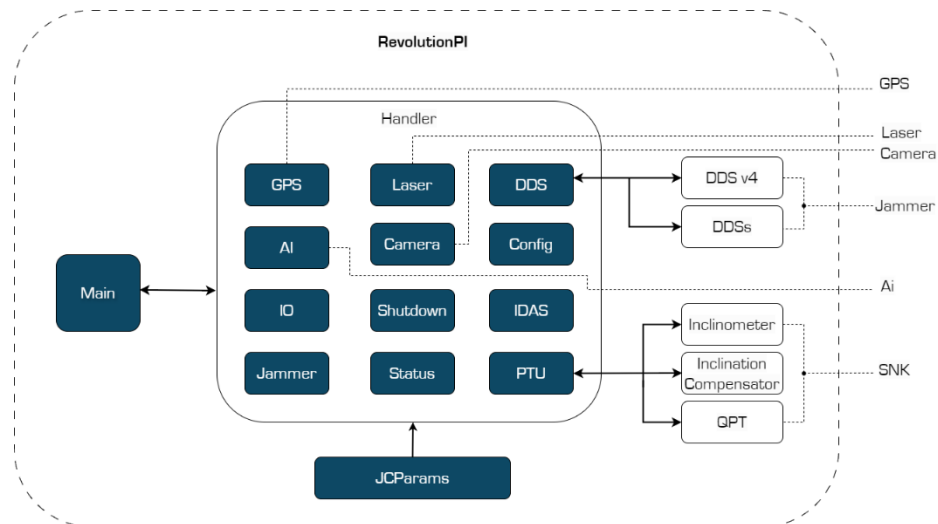


Abbildung 5: Softwarearchitektur

Main Task:

Der RevolutionPi dient als zentrales Steuerelement und führt zu jeder Zeit den „Main Task“ der Applikation aus. Die Aktionen und Datenflüsse zwischen allen angeschlossenen Modulen werden hier koordiniert. Diese Kernkomponente ist speziell darauf ausgelegt, Steuerbefehle effizient zu verarbeiten und weiterzuleiten, was die Reaktionszeit des Gesamtsystems verbessert und eine zuverlässige Ausführung sicherstellt. Die Module registrieren sich gemäß dem „publish-subscribe“-Prinzip bei dieser Komponente, um relevante Systemdaten zu verteilen oder zu beziehen. Externe Steuerbefehle, die vom IDAS Interface, dem internen HP Service Interface oder zukünftig möglicherweise anderen Schnittstellen stammen, werden ebenfalls von dieser Systemkomponente an die entsprechenden Module weitergeleitet. Diese Architektur erleichtert die Erweiterung des Systems um neue Funktionen und die Integration neuer Schnittstellen.

PTU-Interface:

Der PTU ist für die physische Ausrichtung des Störsenders und der Sensoren zuständig. Er ermöglicht präzise Bewegungen, um das Ziel kontinuierlich zu verfolgen. Das PTU-Interface dient als Bindeglied zwischen der Steuerungssoftware und dem PTU, wodurch Befehle für die Bewegungssteuerung übertragen werden.

Lagesensor und Lagekorrektur:

Die Lagekorrektur ist ein kritisches Merkmal für die Zielgenauigkeit des Systems. Der Lagesensor liefert Echtzeitdaten zur aktuellen Ausrichtung des Systems, welche für die Kompensation von Bewegungen oder unerwarteten Veränderungen in der Positionierung genutzt werden. Die Lagekorrektur verarbeitet diese Informationen und stellt sicher, dass die Zielverfolgung auch unter dynamischen Bedingungen präzise bleibt. Diese Komponente ist vor allem für die Integration in Fahrzeugen wichtig, um Ausrichtungsfehler, z.B. durch ein Parken an einem Abhang, zu kompensieren.

Kamera- und KI-Interfaces:

Die Kamera- und KI-Interfaces sind Schlüsselkomponenten für die visuelle Erfassung und Analyse potenzieller Bedrohungen. Das Kamera-Interface stellt die Verbindung zur optischen Hardware her, während das KI-Interface die Schnittstelle zum KI-System bildet, welches die Bildverarbeitung und -interpretation übernimmt. Diese Komponenten sind für die

Identifizierung und Klassifizierung von Zielen entscheidend und ermöglichen die automatisierte Entscheidungsfindung. Im Kontext von IDAS liefert die Kamera am Effektor eine zusätzliche Verifikation des Ziels für den Bediener und liefert zusätzlich noch Informationen über die Position des verfolgten Ziels für die Datenfusion.

DDS-Interface:

Die DDS-Signalquelle erzeugt die Störsignale, die zur Neutralisierung der Drohnen genutzt werden. Über das DDS-Interface wird die Ansteuerung der Signalquelle gesteuert, wodurch eine gezielte Aktivierung von Frequenzbändern ermöglicht wird. Dies ist ein Kernaspekt der reaktiven Fähigkeiten des Systems.

HP Service Interface:

Das HP Service Interface bietet eine Wartungs- und Diagnoseschnittstelle, um den Systemstatus zu überwachen und eventuelle technische Probleme zu identifizieren. Es ist für die Wartungsfreundlichkeit und die Sicherstellung eines störungsfreien Betriebs von entscheidender Bedeutung.

IDAS-Interface:

Das IDAS-Interface agiert als das zentrale Kommunikationsgateway innerhalb des Gesamtsystems und ist entscheidend für die Integration der verschiedenen Modulkomponenten. Es ermöglicht den Austausch von Steuerungs- und Statusinformationen zwischen den Modulen des HP PTU Cores und den anderen Elementen des IDAS-Systems über eine einheitliche und standardisierte Kommunikationsschnittstelle.

Zusammenwirken der Komponenten:

Die Interaktion dieser Komponenten schafft ein adaptives und reaktives System. Durch die modulare Konzeption ist es möglich, individuelle Komponenten zu aktualisieren oder zu ersetzen, ohne die Funktionalität des Gesamtsystems zu beeinträchtigen. Diese Architektur unterstützt nicht nur die operative Effizienz, sondern bietet auch die Flexibilität, die für die Skalierung des Systems und die Integration zukünftiger technologischer Entwicklungen benötigt wird.

2.4. KI-gestütztes Kamerasystem

Die Installation des KI-Kamerasystems, entwickelt in Zusammenarbeit mit der Sentinex Robotics GmbH, markiert einen bedeutenden Fortschritt in der Fähigkeit des Systems, Drohnen zu erkennen und zu klassifizieren. Das System kann nun effektiv zwischen Drohnen, Vögeln und anderen Flugobjekten unterscheiden, selbst wenn diese sich nur auf wenige Pixel erstrecken. Während die Detektion bereits zuverlässige Ergebnisse liefert, steht die Implementierung des automatischen Nachführens (Tracking) der identifizierten Ziele noch aus und ist ein wesentlicher nächster Schritt.

Integration der Komponenten

Um Ziele, die sich im Wirkungsbereich des Störsenders befinden, effektiv zu erfassen und zu verfolgen, wurde eine hochauflösende Axis Q1786-LE Kamera zusammen mit der Antenne auf dem PTU installiert. Diese Kamera ermöglicht es, dank ihrer hohen Bildqualität und Zoomfähigkeit, auch kleine Flugobjekte zuverlässig abzubilden. Der PTU ermöglicht eine dynamische und schnelle Ausrichtung der Kamera und des angebotenen Störsenders auf

das identifizierte Ziel, wodurch eine kontinuierliche Überwachung und somit schnelle Reaktion im Luftraum möglich wird.

Das handliche AI Compute Modul im Mini-ITX Format der Sentinex Robotics GmbH kann den Netzwerkstream einer beliebigen Netzwerkkamera abgreifen und in Echtzeit verarbeiten/auswerten. So kann es modular und skalierbar eingesetzt werden und muss nicht zwingend neben der Kamera stehen.

Drohndetektion und -klassifikation

Die KI-Modelle der Sentinex Robotics GmbH analysieren nicht nur visuelle Merkmale in den einzelnen Bildern des Kamerastreams, sondern auch charakteristische Bewegungsmuster und Flugbahnen. Ein Vogel hat andere Flugmuster und visuelle Eigenschaften als eine Drohne. Dadurch können selbst kleine Flugobjekte, die nur wenige Pixel im Bild einnehmen, bis zu einem gewissen Grad zuverlässig identifiziert werden. Aber auch Ziele, die sich vor komplexen Hintergründen bewegen, können so mit höherer Genauigkeit als bisher möglich erkannt werden. Das zeichnet das System der Sentinex Robotics GmbH aus.

Der Prozess der Detektion und Klassifikation erfolgt in Echtzeit. Detektionen werden mit Peilung, Klassifikation und grober Entfernung, basierend auf einer Schätzung der Drohnengröße, aufgenommen. Parallel dazu wird das Live-Kamerabild mit den eingezeichneten Detektionen im Netzwerk als RTSP/WebRTC Stream zur Verfügung gestellt.

2.5. Automatisches Nachführen (Tracking)

Im Rahmen der Nutzeranforderungen wurde ein automatisches Nachführen des Jammers gefordert, um eine präzise und effiziente Störung von Drohnen zu ermöglichen. Hierfür wurden zwei Lösungsansätze entwickelt:

Track basierte Ausrichtung: Der Jammer richtet sich anhand der aktuell ermittelten Track-Position der Drohne aus, die durch die Sensordatenfusion des bereitgestellt wird. Diese aggregiert Daten von verschiedenen Sensoren, fusioniert die verschiedenen Sensordaten zu Tracks und generiert somit Positionsdaten mit hoher Konfidenz. Die Tracks werden über einen MQTT-Server für andere Systemkomponenten bereitgestellt. Der Jammer holt sich die aktuellste Position desjeweiligen Tracks, berechnet die Ausrichtungswinkel in Elevation und Azimut und führt die Antenne entsprechend nach –Das aktuelle Ziel muss jedoch explizit durch einen Operator über die Lagesoftware spezifiziert werden.

Optisches Tracking: Alternativ kann der Jammer sich selbstständig mittels der KI-gestützten Kamera ausrichten. Durch einen Befehl des Operators geht das System in einen optischen Tracking Modus. Dabei wird die Kamera automatisch auf die im Bild erkannte Drohne ausgerichtet, sodass diese stets mittig im Kamerabild bleibt. Dadurch wird sichergestellt, dass der Störsender sich automatisch auf die zu verfolgende Drohne ausrichtet, ohne manuelle Eingriffe.

Beide Ansätze ermöglichen eine flexible und präzise Nachführung, wobei die Track-basierte Lösung auf externe Sensordaten angewiesen ist, während das optische Tracking über die KI-

Kamera nur auch „standalone“ betrieben werden kann.-Die Trackbasierte Lösung liefert die besseren Ergebnisse und ermöglicht es auch Ziele außerhalb vom Sichtbereich der Störsenderkomponente zu verfolgen. Das optische Tracking liefert Vorteile bei Szenarien die sich über größere Flächen erstrecken und mit eingeschränkter Sensorik Abdeckung auskommen müssen.

2.6. Antennendesign und -optimierung

Die Optimierung und Weiterentwicklung der Multiband-Helixantenne, insbesondere die Integration zusätzlicher Frequenzbänder und die Erhöhung der Eingangsleistung auf bis zu 50 W pro Band, sind essenziell für die Verbesserung der Störreichweite und Effektivität des Systems. Die durchgeführten Designanpassungen zur Verbesserung der thermischen Leistungsfähigkeit und zur Bewältigung fertigungstechnischer Herausforderungen tragen zur Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Minimierung potenzieller Risiken bei. Diese Arbeiten wurden in Kooperation von unserer Partnerfirma als Unterauftrag durchgeführt.

Ziele:

- Erweiterung der AMBOS-Antenne (4 Bänder) um ein weiteres Band
- Vergrößerung der Eingangsleistung auf bis zu 50 W / Band

Zunächst wurde die Struktur um eine weitere Spirale bei 900 MHz ergänzt.

Die größte technische Herausforderung betraf die Materialauswahl und das Design für die avisierte Vergrößerung der Betriebsleistung der Multiband-Helixantennen. Für den 3D-Druck der Antennen-Trägerstruktur kommen nur wenige Materialien und Prozesse in Frage, wobei sich als bester Kompromiss ein mit Glasperlen gefülltes Polyamid im SLS-Prozess herausgestellt hat. SLS (selektives Lasersintern) ist ein gut verfügbarer, vergleichsweise preisgünstiger Fertigungsprozess, in dem die notwendigen Strukturgrößen bei gleichzeitig ausreichend feiner Detail-Auflösung erreicht werden können.

In einer Messkampagnen wurden die Ergebnisse evaluiert. Dabei wurde der effektive „Erwärmungskoeffizient“ als Proportionalitätsfaktor zwischen maximaler Temperaturdifferenz und Betriebsleistung ermittelt. Beispielhafte Wärmebilder zeigt Abbildung 6: Wärmebilder bei der .

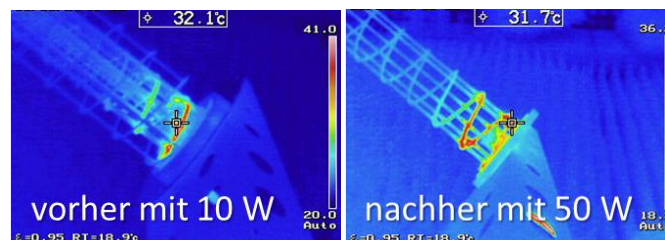


Abbildung 6: Wärmebilder bei der Evaluierung

Mit dem Funktionsmuster wurde das Erreichen alle wesentlichen Ziele demonstriert.

3. Feldversuche

3.1. „Feldversuch 1“

Feldtest 1 fand vom 14.-18.8.2023 auf dem Gelände „Training Center Retten und Helfen (TCRH) in Mosbach statt. H.P. Marketing & Consulting Wüst GmbH verwendete folgende Komponenten beim Feldtest:

Mitgebrachtes Equipment:

- HP 47
- Stativ mit Schwenkneigekopf und Kamera
- KI-Rechner für die Erkennung und Tracking von Drohnen im Kamerabild

Nach Aufbau und Fehlersuche konnte der IDAS-Jammer mit der Lagesoftware und der Sensordatenfusion kommunizieren. Erste Tests, den Jammer auf eine Drohne einzuweisen und diese zu verfolgen waren erfolgreich. Demonstrationen, dass der Störsender die Kommunikation von Drohnen mit ihrem Piloten in der Luft zu unterbrechen wurden nicht durchgeführt, wurden nicht durchgeführt, da die Zeit für Versuche zur Detektion und Ortung von fliegenden Drohnen im Vordergrund stand.



Abbildung 7: Aufbau beim Feldtest 1

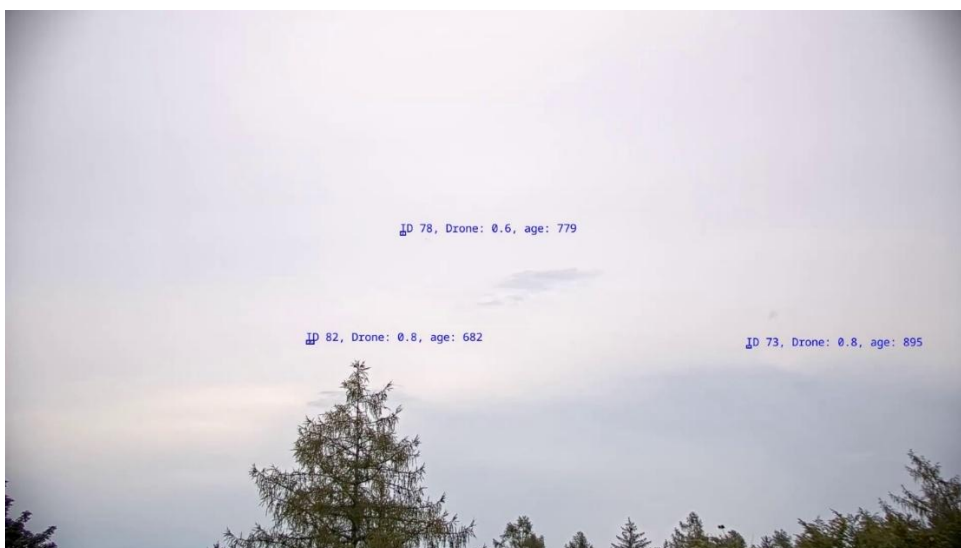


Abbildung 8: Darstellung der Funktion im Bild kleine Drohnen zu erkennen

3.2. „Feldversuch 2“

Feldtest 2 fand vom 22.-26.4.2024 auf dem Gelände der Otto-Lilienthal-Kaserne in Roth statt.

H.P. Marketing & Consulting Wüst GmbH verwendete folgende Komponenten beim Feldtest:

Mitgebrachtes Equipment:

- HP 47
- Stativ mit Schwenkneigekopf und Kamera
- KI-Rechner für die Erkennung und Tracking von Drohnen im Kamerabild
-

Zunächst wurde die Funktionsfähigkeit der Datenübertragung zwischen dem Jammer, der Lagesoftware und der Sensordatenfusion überprüft. Dabei konnte bestätigt werden, dass alle Komponenten reibungslos miteinander kommunizierten und Steuerbefehle korrekt verarbeitet wurden.

Ein zentraler Testpunkt war die automatische Ausrichtung des Jammers auf eine Drohne.

Hierfür erhielt der Jammer die Positionsdaten von der Sensordatenfusion und richtete sich entsprechend aus.

Der Schwerpunkt des Feldtests lag auf der Erkennung und Verfolgung von Drohnen, während Tests zur Störung der Drohnenkommunikation aufgrund von Zeitrestriktionen nicht durchgeführt wurden.



Abbildung 9: Aufbau beim "Feldtest 2"

3.3. „Feldversuch 3“

Feldtest 3 fand vom 16.-20.09.2024 auf dem Gelände der Otto-Lilienthal-Kaserne in Roth statt.

H.P. Marketing & Consulting Wüst GmbH verwendete folgende Komponenten beim Feldtest:

Mitgebrachtes Equipment:

- IDAS-Jammer
- Stativ mit Schwenkneigekopf, Kamera und Jammer-Antenne
- KI-Rechner für die Erkennung und Tracking von Drohnen im Kamerabild



Abbildung 10: Aufbau bei Feldtest 3

Folgende Beobachtungen wurden während des Feldtests gemacht:

1. Abstände zwischen Jammer und Funkpeiler müssen groß genug sein, um Zerstörung des Funkpeilers zu verhindern.
2. Jammer sollte mit GPS-Empfänger ausgestattet werden, um die manuelle Eingabe von Positionsdaten bei Aufbau und Inbetriebnahme zu vermeiden, da dies Fehleranfällig ist.
3. Störsender hatte einen Versatz von 10-30° bei der Ausrichtung auf die Drohne

3.4. Feldversuch 4“

Feldtest 3 fand vom 31.3. – 04.04.2025 auf dem Gelände des Training Center Retten und Helfen (TCRH) in Mosbach statt.

H.P. Marketing & Consulting Wüst GmbH verwendete folgende Komponenten beim Feldtest:

Mitgebrachtes Equipment:

- IDAS-Jammer
- Stativ mit Schwenkneigekopf, Kamera und Jammer-Antenne
- KI-Rechner für die Erkennung und Tracking von Drohnen im Kamerabild



Abbildung 11: Aufbau bei Feldtest 4

Folgende Beobachtungen wurden während des Feldtests gemacht:

1. Dank integriertem GPS-Empfänger aktualisiert der Jammer selbständig seine Standortkoordinaten. Somit wird der Jammer immer automatisch an der Richtigen Position in der Lagesoftware angezeigt.
2. Mithilfe der Nordkalibrierung im HP Service Interface wird die tatsächliche Ausrichtung der Antenne in der Lagesoftware dargestellt.
3. Die Wirksamkeit der Störsenders mit seinen neuen Signalquellen wurde beispielhaft mit Tests an DJI M300 und DJI Mavic 3 Drohnen demonstriert.