

# Lastenheft Rodetekto Auftrag

Felix Marold (CAU)

June 2026

## 1 Zielbeschreibung

Dieser Auftrag ist Teil eines durch WIR!, UAM-InnoRegion-SH und das Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt zur Steigerung der Verlässlichkeit von Detektion-Systemen zur Erkennung und Klassifizierung von zivilen unbemannten Flugzeugen (im englischen UAV –Unmanned Aerial Vehicle) im Folgenden als Drohnen bezeichnet.

Die hohe Popularität und Verfügbarkeit von Consumer-Drohnen führt in einigen Bereichen des alltäglichen Lebens zu Einschränkungen durch die unsachgemäße Verwendung dieser. Nebst Voyeurismus, Industriespionage und Schmuggel zählen hierzu auch die Verletzung von Lufträumen (z.B. in Naturschutzgebieten) sowie die Möglichkeit von Anschlägen auf kritische Infrastruktur oder touristische Einrichtungen bzw. Veranstaltungen.

So führen zivile oder kommerzielle Drohnenflüge beispielsweise regelmäßig zu kostspieligen Unterbrechungen des weltweiten Flugverkehrs. Die Kontrolle des unbefugten Drohnenbetriebs bzw. die Abwehr von Drohnenangriffen durch Sicherheitsbehörden sind somit von essenzieller Bedeutung, auch um die gesellschaftliche Akzeptanz von Drohnentechnologie zu sichern.

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Im zivilen Bereich geht es überwiegend um die Beobachtung des Luftraums, die Klassifizierung von Flugobjekten bzw. Drohnen, sowie gegebenenfalls die Forensik bzw. die Sammlung von Beweismaterial.

Im Vergleich zu militärischen Anwendungen spielen Größe und Gewicht der Geräte, niedrige Kosten sowie ein niedriger Personalaufwand eine zentrale Rolle, da große Gebiete kontinuierlich und/oder dynamisch überwacht werden müssen (wie z.B. Naturschutzgebiete, Offshore-Kraftwerke, Flughäfen oder Veranstaltungen).

Um dieser Problemstellung zu begegnen soll, mit dem Vorhaben Rodeteko eine Lösung erarbeitet werden die Behörden und Interessengemeinschaften befähigt weite Lufträume mit einem kostengünstigen System zu überwachen. Dieser Auftrag soll das Vorhaben bei der Erstellung eines auf KI basierenden Detektionssystems unterstützen.

Die ausgeschriebene Leistung umfasst das Bereitstellen und den Betrieb von Drohnen, um in einer gesicherten Umgebung verschiedene Angriffssimulationen durchzuführen.

Für diese Simulation ist es wichtig polymorphe Drohnen zu verwenden, damit anschließend ein robustes System entwickelt werden kann. Drohnen-Typen die an dieser Stelle zu nennen sind, sind unter anderem sog. Racing-Drohnen, Hecto, bzw. Octo-Copter oder Starrflügler.

Diese Drohnen sollen bei diversen Flugmanövern von Boden-Kameras aufgenommen werden, wichtig ist dabei möglichst vielfältige Wetter- und Lichtbedingungen aufzuzeichnen, um eine breite Abdeckung von möglichen Szenarien, in den Daten zu gewährleisten. Folgend sind diese Daten durch den Auftragnehmer zu Labeln, um damit eine solide Basis für das Training eines KI-Modells zu erstellen.

Anschließend wird vom Auftragnehmer eben dieses Training durchgeführt. Es gilt ein Modell anzulernen, dass Drohnen unter vielfältigen Wetterbedingungen detektieren und robust von Vögeln und anderen Flugobjekten differenzieren kann.

## 2 Leistungsumfang

### 2.1 Der Auftragnehmer übernimmt:

- Begleitung des Projektes über 7 Monate
- Bereitstellung von Drohnen und Kameras für die Datenaufzeichnung, während der Vertragslaufzeit
- Planung und Durchführung von Drohnenflügen zusammen mit dem Auftraggeber in der Region Kiel (auch in Abstimmung mit den Behörden)
- Erstellung eines Bewegungsbilds aus den Rohdaten als 4. Kanaldatei
- Sicherung und Strukturierung der Rohdaten
- Bereitstellung einer Toolchain für die Verwaltung und das Labeln von Bilddaten über den Leistungszeitraum
- Möglichkeit für den Import eigener Daten
- Möglichkeit für den Export gelabelter Daten
- Wiederholtes Trainieren eines KI-Modells zur Detektion von Flugobjekten sowie die Unterscheidung dieser in die Klassen:
  - Multikopter
  - Fixed Wing Drohne
  - Vogel
  - Flugzeug
  - Helikopter
  - Heißluftballon
  - Sonstige Flugobjekte

### 2.2 Der Auftragnehmer übernimmt nicht:

- Erstellung von synthetischen Trainingsdaten für die Robustifizierung des KI-Modells
- Import weiterer Daten in den Datensatz
- Modifikationen des KI-Modells

## **3 Anforderungen**

### **3.1 an die stationäre Boden-Kamera:**

- Stativ, schwenkbar
- Witterungsbeständig
- Hoher optischer Zoom (mind. 25-30-fach) zur Aufnahme von Drohnen in bis zu 2 km Entfernung
- Auflösung von mind. Full HD

### **3.2 an die Drohnen:**

- Mindestens 5 Stk.
- Verschiedene Modelle und Größen von klein (ca. 5 Zoll) bis groß (ca. 40 Zoll)
- Davon mindestens ein Starr-Flügler

### **3.3 an die Drohnen-Flüge**

- Planung und Durchführung von mind. drei Flugterminen an verschiedenen Orten in der Region Kiel, inklusive etwaiger Beantragung bei den Behörden bzw. dem Flughafen.
- Realisierung verschiedener Flugmanöver (Angriff aus verschiedenen Höhen, geeignete Flugbahnen z.B. Zickzack Pfade, verschiedene Geschwindigkeiten, etc.)
- Flug bei verschiedenen Wetterbedingungen bzw. Lichtverhältnissen

### **3.4 an die Aufnahmen der Bilddaten**

- mind. 200 Szenarien mit jeweils ca. 50 Bilder pro Sequenz
- Beachtung der Kriterien aus 3.3

### **3.5 an die Datenbank und die Toolchain für das Datenlabeln**

- Datenbank und die Toolchain für das Datenlabeln werden für die Dauer der Projektlaufzeit gehostet und bereitgestellt.
- Backup
- Bereitstellung einer geeigneten Schnittstelle zum Export, z.B. für ein 'Labeling-Tool' oder zum KI-Training
- Bereitstellung einer geeigneten Schnittstelle zum Import von Videos
- Vollständige Pipeline vom Video bis zum fertigen Datensatz:
  - Erstellen von einer 'Labeling-Guideline'
  - Videos zuschneiden, bzw. interessante Segmente auswählen
  - manuelle Annotation
  - optional automatische Annotation mit bestehenden Modellen
  - Organisation der Daten durch Gruppierung von Videos
  - Export der Daten in verschiedene Formate
- Bewegungsbild vollständig in der Toolchain integriert:
  - wird automatisch für neue Videos berechnet
  - immer neben dem RGB-Bild sichtbar
  - Annotation gleichzeitig in RGB- und Bewegungsbild
  - in Benchmarks und Exports inkludiert
  - Integrierte Benchmarks und Statistiktools

### **3.6 an die Annotation bzw. das „Labeling“**

- Kennzeichnung der Boundingboxen
- Annotation der verschiedenen Flugobjekt-Klassen in den aufgenommenen Bildsequenzen nach 2.1

### **3.7 An das KI-Drohnen-Detektionssystem**

- Das System soll in den aufgenommenen Bilddaten die einzelnen Label, bzw. Klassen erkennen
- Das System soll die betrachteten Klassen an Flugobjekten differenzieren können
- Das System soll kontinuierlich mit eigenen und öffentlich verfügbaren Datensätzen weiter trainiert werden

## 4 Nichtfunktionale Anforderungen

- Scharfe und verwertbare Aufnahmen
- Vollständige Datensätze
- Geeignete Evaluation des erstellten KI-Modells
- Sicherheit
- Datensicherung der Rohdaten, der annotierten Daten sowie der Modelle
- Einhaltung geltender Luftfahrtvorschriften
- Laufzeit 7 Monate
- Startdatum voraussichtlich 01.07.2026

## 5 Abnahmekriterien

Die Leistung gilt als erbracht, wenn:

- Die Videosequenzen in vereinbarter Qualität und Quantität aufgenommen wurden
- Diese Videosequenzen die relevanten Manöver realitätsnah abbilden, und repräsentativer Menge vorliegen.
- Die Annotation vollständig ist
- Das KI-Modell die Klassen der Drohnen hinreichend erkennt und klassifiziert
- Die Toolchain bereitgestellt wurde
- Das Modell bereitgestellt wurde
- Der vollständige Datensatz übergeben wurde

## 6 Risiken

- Wetterbedingte Verzögerungen / Einschränkungen