

**LUBW**

Landesanstalt für Umwelt  
Baden-Württemberg

# Drohnenbasierte Fernerkundung im Gewässerschutz von Seen

**BIGFE – AP 3 – Teilthema Drohnen im Gewässerschutz**

**Thomas Wolf und Rebecca Kutzner**

**Institut für Seenforschung der LUBW**



Baden-Württemberg

# Einordnung des Teil-AP'S „Drohnen im Gewässerschutz“



- **BIGFE – SubAP Drohnen im Gewässerschutz**
- **Ressourcen:** 4 Mann-Monate
- **Ziele:**
- **Bedarfe** des Gewässerschutzes und der Wasserwirtschaft
- **Anwendungsbeispiele** und Workflows der drohnenbasierten Fernerkundung

**DIGNL-Netzwerk** – Drohnen im Gewässer- und Naturschutz und in der Landwirtschaft



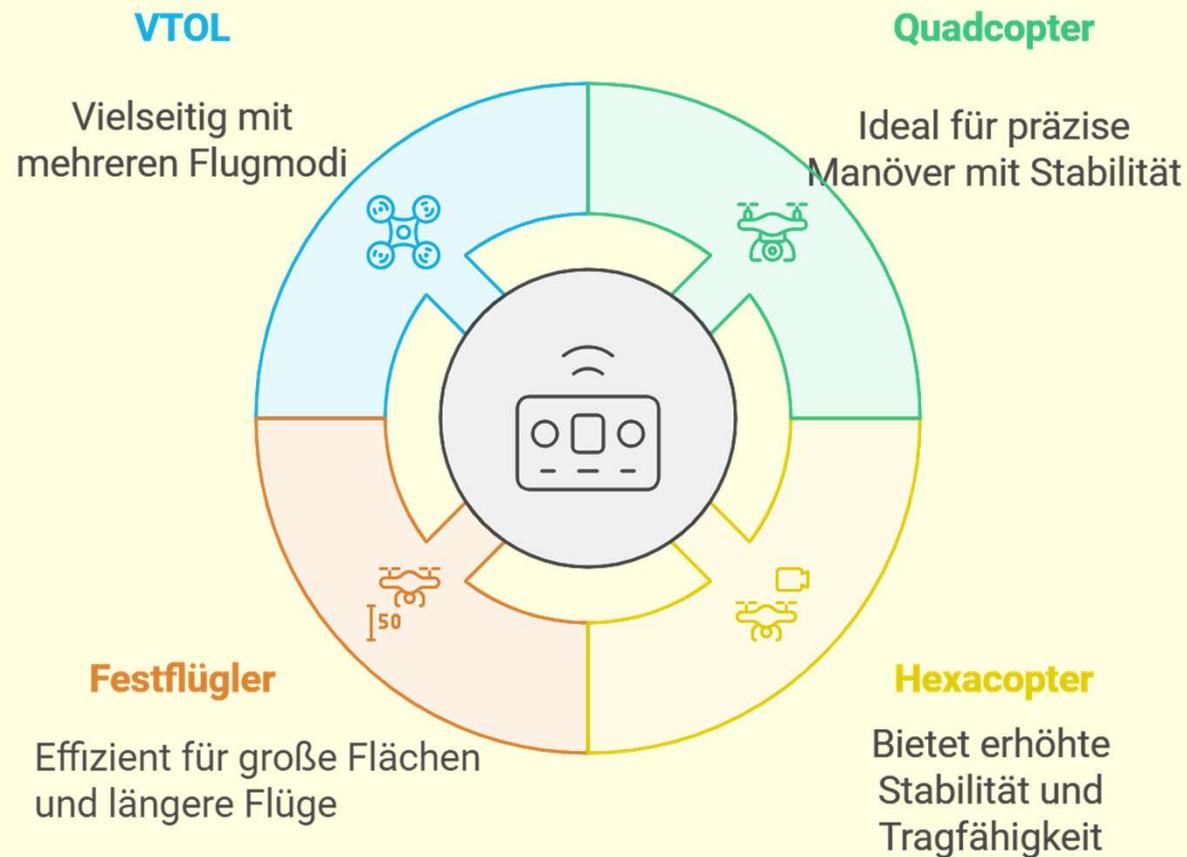
## Ergebnisse aus folgenden Arbeiten

1. Arbeiten zur drohnenbasierten Fernerkundung in **BIGFE AP3**
2. **Kooperation im Netzwerk DIGNL** der LUBW mit LGL und LTZ

# Drohrentypen



- Vielzahl von Drohrentypen
- **Wichtig:** Unterschiedliche Stärken und Schwächen  $\leftrightarrow$  **Abgleich Aufgaben vs Fähigkeiten vs Logistik**



# Quadcopter im Gewässerschutz – Fähigkeiten und Flexibilität



- Quadcopter sehr **gebräuchlich** – gut geeignet für **Anwendungen im Gewässerschutz**

## **Consumer**

einfach trotzdem  
leistungsstark

vereinfachte Bedienung

## **Prosumer - Profisegment**

hochentwickelte Sensoren  
Planungs- und Steuerungssoftware für  
professionelle Anwendungen

komplexe Bedienung

## **Profisegment - Sensorplattform**

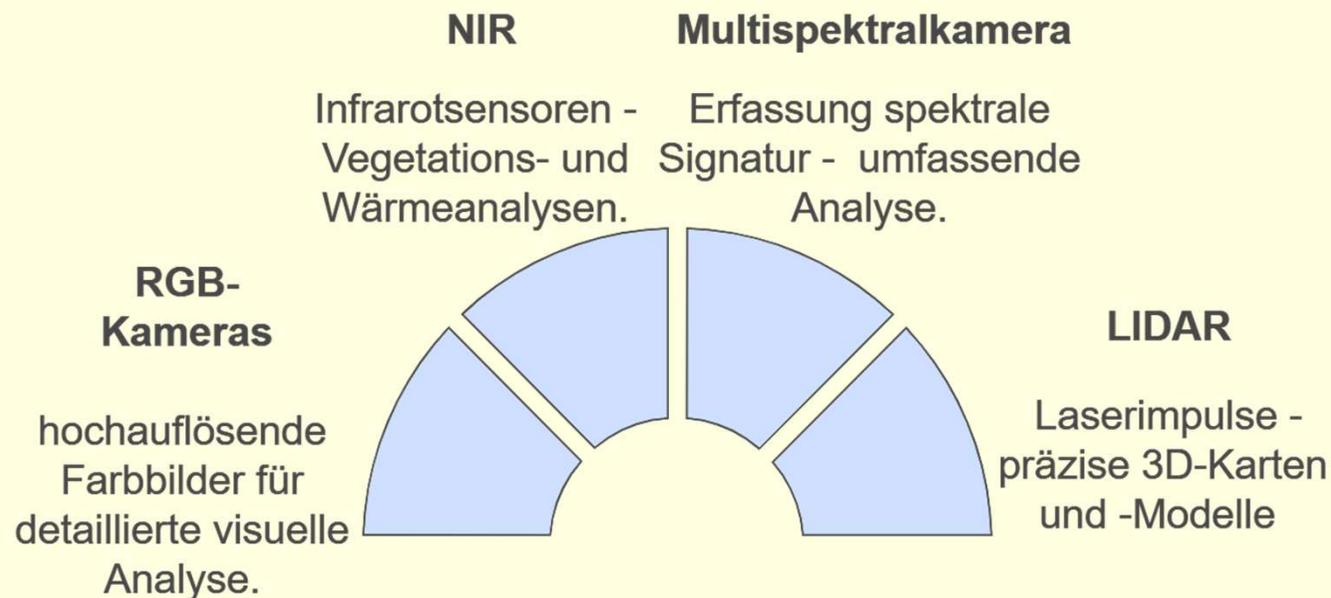
hochentwickelte austauschbare  
Sensoren  
Planungs- und Steuerungssoftware für  
professionelle Anwendungen

komplexe Bedienung und PL's

## Welche Sensoren stehen zur Verfügung ?



- **große Bandbreite an Sensoren** – analog Satelliten
- **spezialisierte Sensorik** → Sensorplattformen wie DJI Matrice 350 RTK



- **BIGFE - Fokus auf RGB-Kameras** → **Methodentests** für erweiterte Sensorik im DIGNL
  - → NIR, MULTISPEKTRAL, LIDAR im Rahmen vom **DIGNL-Netzwerk**

# Anwendungen mit RGB-Kameras



- Consumer und Prosumer-Drohnen können auf vielfältige Art und Weise eingesetzt werden

**Schrägbildaufnahme - Schussenmündung**



**Panoramaaufnahme - Schussenmündung**



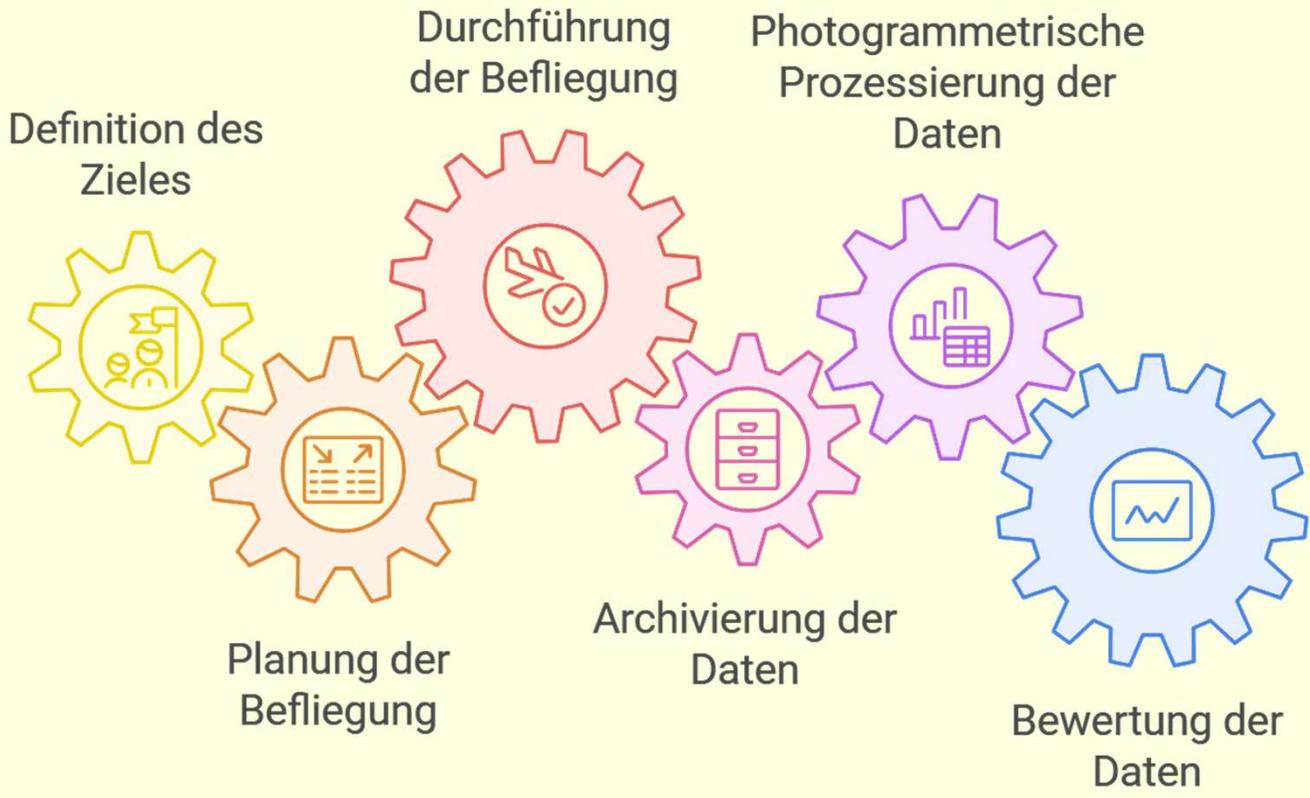
Mit **einfachen Einsatzvarianten und Drohnensystemen** können bereits **sehr wertvolle Informationen** gewonnen werden. .... Ist das schon alles ? .... **nicht wirklich und nicht annähernd** 😊

- **Einsatz für Monitoring ?**
- Georeferenzierung
- Reproduzierbarkeit
- Quantifizierbarkeit

# Drohnenbasierte Fernerkundung - Photogrammetrischer Workflow



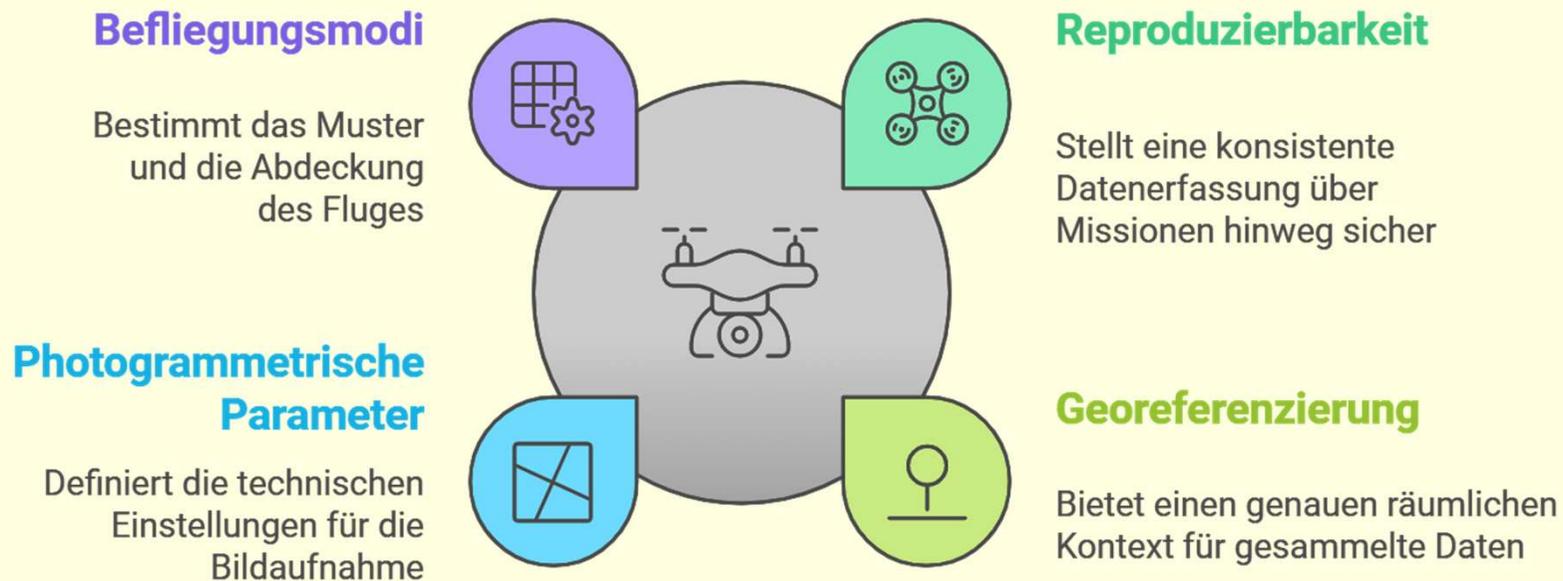
Der Einsatz von Drohnen im Rahmen von Vermessungsaufgaben und **photogrammetrischen Befliegungen** erfordert **umfangreiche Planungen** unter Berücksichtigung **komplexer rechtlicher und technischer Aspekte**. **Genehmigungsverfahren sind mitunter langwierig.**



# Waypoint Missions (WPM) – programmierte Flüge



- **Waypoint Missions** - vorprogrammierte und reproduzierbare Befliegungsmissionen.
- **definieren Befliegung und photogrammetrische Parameter** wie Areale, Überdeckungsgrade, Bildwinkel etc.pp. der Flugbahnen und weitere photogrammetrische Parameter.
- **→ Grundlage drohnenbasierte Monitoringkonzepte.**



WayPointMissions - Komponenten und Parameter

# Photogrammetrischer Workflow – Rechtlicher Rahmen



**Drohnenbefliegungen unterliegen einem komplexen rechtlichen Rahmen** – EU, D- und Landesrecht

- Luftfahrtrecht
- LFR UAV
- Naturschutzrecht
- DSGVO
- NOTAMs
- ...

# Anwendungsbeispiel „Wattflächen“ im Rohrsee

## Rohrsee:

Wassertiefe: 1,2 m (2 m)

Fläche: 55 Hektar

Einzugsgebiet: 695 Hektar

## Trockenfallen

→ Anwendungsfall WMA

→ ground truth Informationen



Besteht aus 1460 Einzelbildern mit ca. 2 cm/pixel Auflösung.

Orthobildauflösung ca. 7.5 cm/pixel. → möglich 2 cm Auflösung

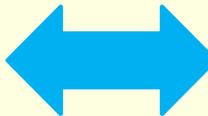


# Anwendungsbeispiel Rohrsee – WMA

## multiskalare Fernerkundung und Ground Truth Informationen



24. August 2022  
**Satellitenbild vom Sentinel 2**  
10m/pixel



25. August 2022  
**Drohnenbild von DJI Marvic 2 E.**  
7.5 cm/pixel (möglich rund 2 cm)



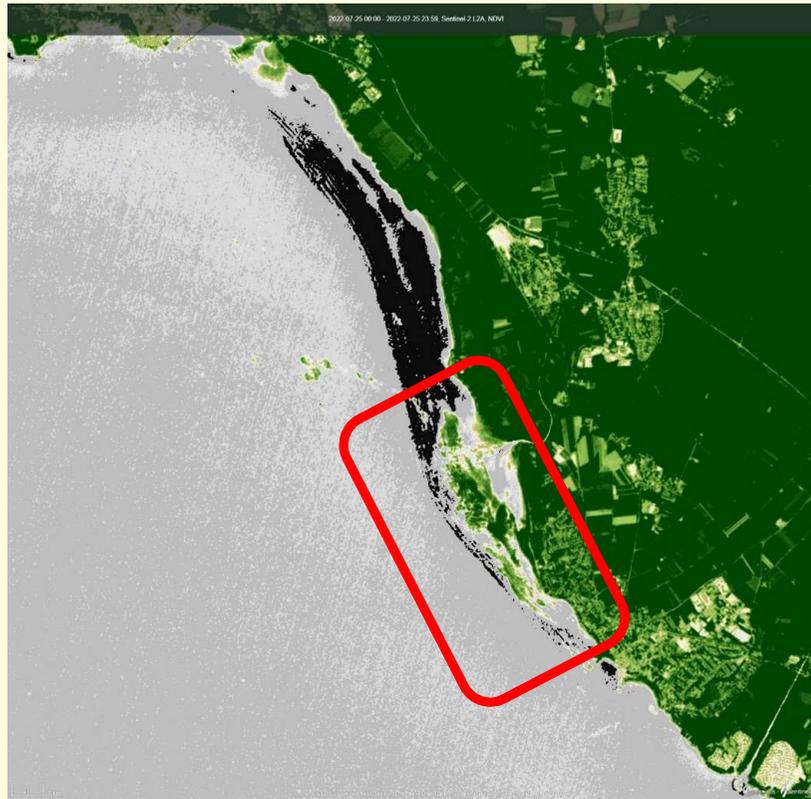
### Anwendung WMA – schwieriges Terrain

- nasser Sand oder Wasserfläche ???
  - Ground Truth Informationen von Drohnen
- **Informationen für Weiterentwicklung der Algorithmen und Parameter-fine-Tuning**

# Anwendungsbeispiel Algenmonitoring

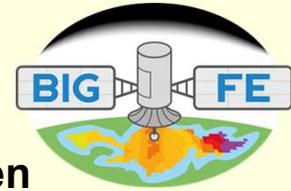


- sehr große, langanhaltende Algenteppiche im Sommer 2022
- am Ufer starke Geruchsbelästigung → **gewaltiges Medienecho**



**25.07.2022 - Satellitenaufnahmen Sentinel 2  
Schussenmündung - NDVI**

# Anwendungsbeispiel Algenmonitoring – Photogrammetrische Befliegungen Langenargen



**Monitoringkonzept:** Vor-Ort-Begehungen + Satellitenmonitoring + WPM-Drohnenbefliegungen

**WPM Drohnenbefliegungen** des Areal Schussenmündung an 7 Terminen in 2023

## WPM-Befliegung

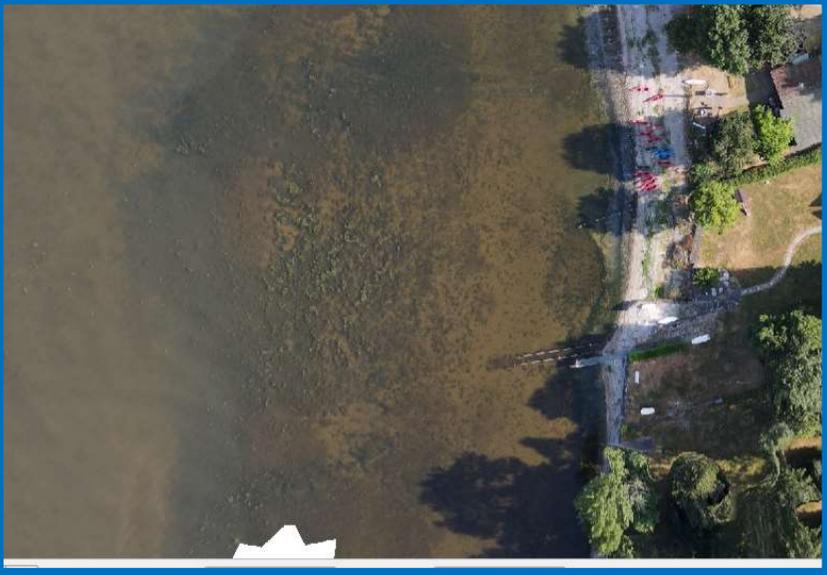
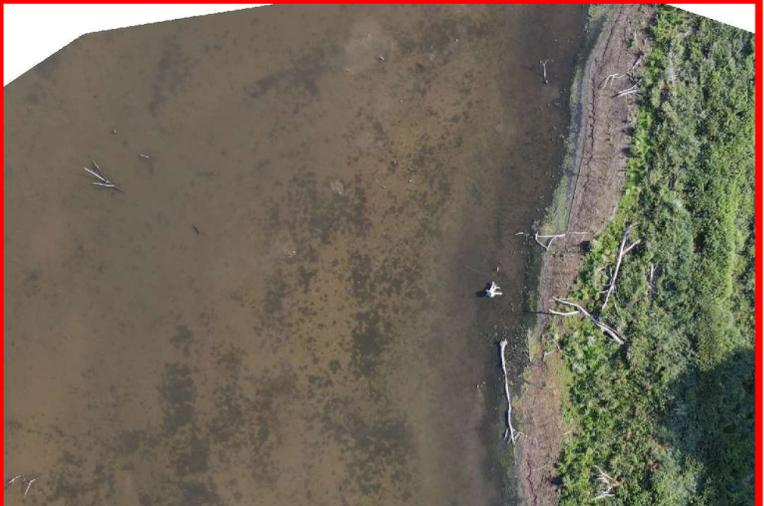
- etwa 25 Hektar großes Areal
- Dauer der Befliegung: 3 h
- Flughöhe 100 m
- Anzahl Bilder: 700
- Auflösung der Bilder: 3 cm/px
- Prozessierung mit MetaShape (WebODM)
- ideale Sichtbedingungen → **lückenloses Orthomosaik**

**POC – Etablierung Workflow - Nachweis der  
Anwendbarkeit der drohnenbasierten Fernerkundung  
für Monitoringaufgaben**

**WPM-Befliegung am 29.06.2023**



# Anwendungsbeispiel Algenmonitoring – Photogrammetrische Befliegungen Langenargen



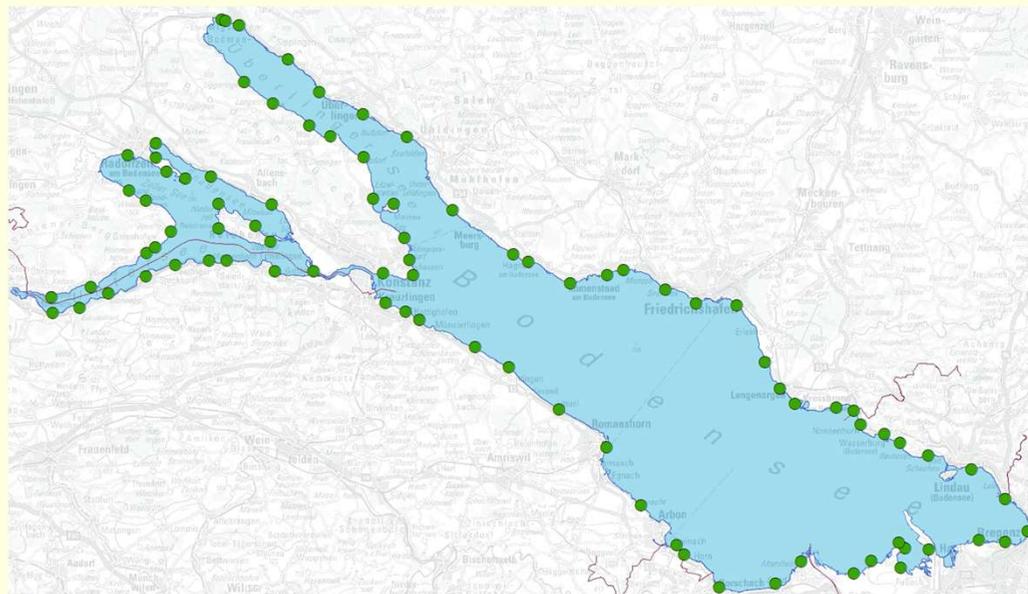
*WPM-Befliegung am 29.06.2023*



## Anwendungsbeispiel IGKB Makrophytenkartierung



- internationales Monitoringprogramm (DACH) für den Bodensee (IGKB)
- Makrophytenkartierung – SEHR aufwändige Methodik → Erfassung nur alle 10 bis 20 Jahre möglich
- **Pilotstudie Drohnenbefliegung begleiten Vor-Ort Wasserpflanzen-Monitoring**
  - Methodentest
  - potentiell – Erweiterung des bestehenden Monitoringkonzeptes für Wasserpflanzen



**Beprobungsstellen IGKB Wasserpflanzen-Monitoring 2024**

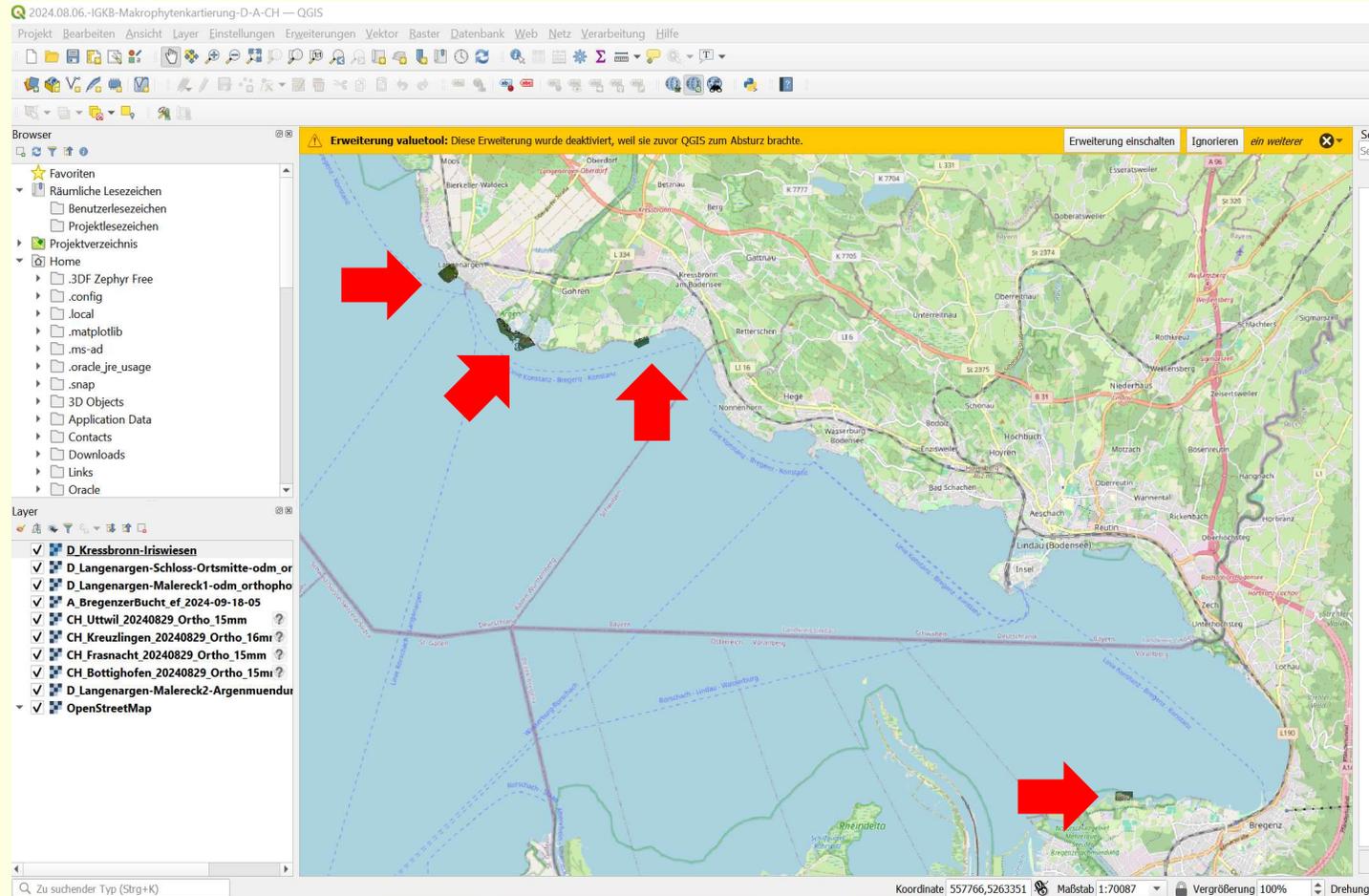
# Anwendungsbeispiel IGKB Makrophytenkartierung – D-A-CH Befliegungsareale



- im Spätsommer 2024 – Vor-Ort Wasserpflanzenmonitoring + 9 WayPointMissionen

## International abgestimmt D A CH

- 4 Gebiete in BaWü (D)
- 1 Gebiet in Vorarlberg(A)
- 4 Gebiete Thurgau (CH)

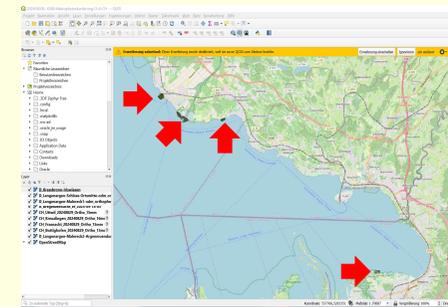


# Ergebnisse - Makrophytenkartierung

- funktionierende und effiziente Methode
- räumliche Auflösung der Luftbilder zwischen 3 cm/px und 1,5 cm/px
- +/- Genehmigungen
- +/- submerse Makrophyten

## Nächste Schritte

- weitere Auswertung Vor-Ort vs DFE
- Diskussion in IGKB Fachbereich See
- potenziell - Erweiterung und Ergänzung der Methodik Wasserpflanzen-Kartierung
- Zeitintervall → Makrophyten-Monitoring
- räumliche Repräsentativität



# Fazit – drohnenbasierte Fernerkundung im Gewässerschutz



- anwendungsbereite, effiziente und räumlich extrem hochauflösende Methodik
- sehr vielfältige Anwendungsmöglichkeiten im Gewässerschutz
- einfache Bildflüge → bereits wertvolle Informationen (Schrägbild, Panorama, Video)
- Monitoringaufgaben → Workflow **Photogrammetrische DFE** → **WayPointMissions**
- Rechtlich komplexe Rahmenbedingungen
- technisch anspruchsvolle Methodik
- Zusammenwirken mit Satelliten
  - ground truth
  - Multiskalen Fernerkundung (DFE, FFE, SFE)



***Drohnenbasierte Fernerkundung bietet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für den Gewässerschutz und kann auf effiziente Weise vollkommen neuartige Informationen liefern und bestehende Monitoringkonzepte sinnvoll ergänzen und erweitern.***



## Vielen Dank an

- Dietmar Geier (LGL)
- Christian Bauer (LTZ)
- Clarissa Edelmann und Bernd Schramm (LUBW)
- Rebecca Kutzner, Marcel Edel, David Pfaff und Kolleginnen und Kollegen des ISF
- **sowie das gesamte Team von BIGFE**

