



Können unbemannte Flugzeuge (UAVs) zur  
Erkennung mariner Säugetiere eingesetzt werden?  
– Ergebnisse eine Machbarkeitsstudie

*Dr.-Ing. Görres Grenzdörffer<sup>1</sup> und Michael Dähne<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Universität Rostock

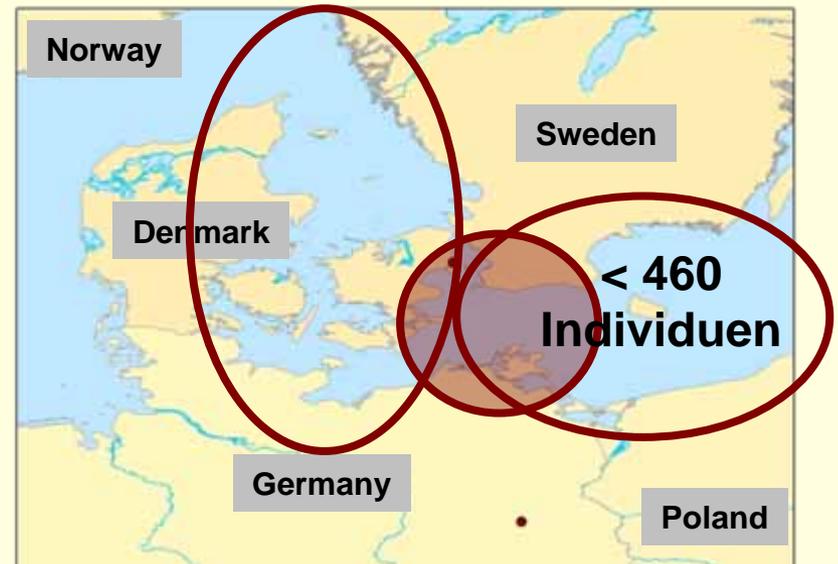
Professur für Geodäsie und Geoinformatik

<sup>2</sup> Deutsches Meeresmuseum Stralund

# Meeresbiologischer Hintergrund

- Meeressäuger in der Ostsee: Seehunde (*Phoca vitulina*), Kegelrobben (*Halichoerus grypus*), Schweinswale (*Phocoena phocoena*)
- Schweinswale sind die einzigen einheimischen Meeressäuger
- Hohe räumliche Dynamik
- Geringe Populationsgröße
- Zählung der Schweinswale:
  - Totfunde
  - Observerflüge
  - T-PODs

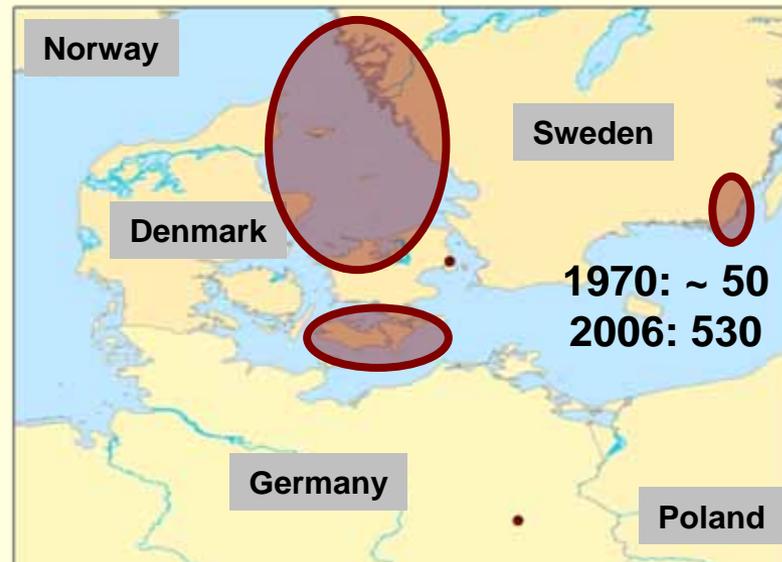
## Schweinswale:



# Meeresbiologischer Hintergrund II

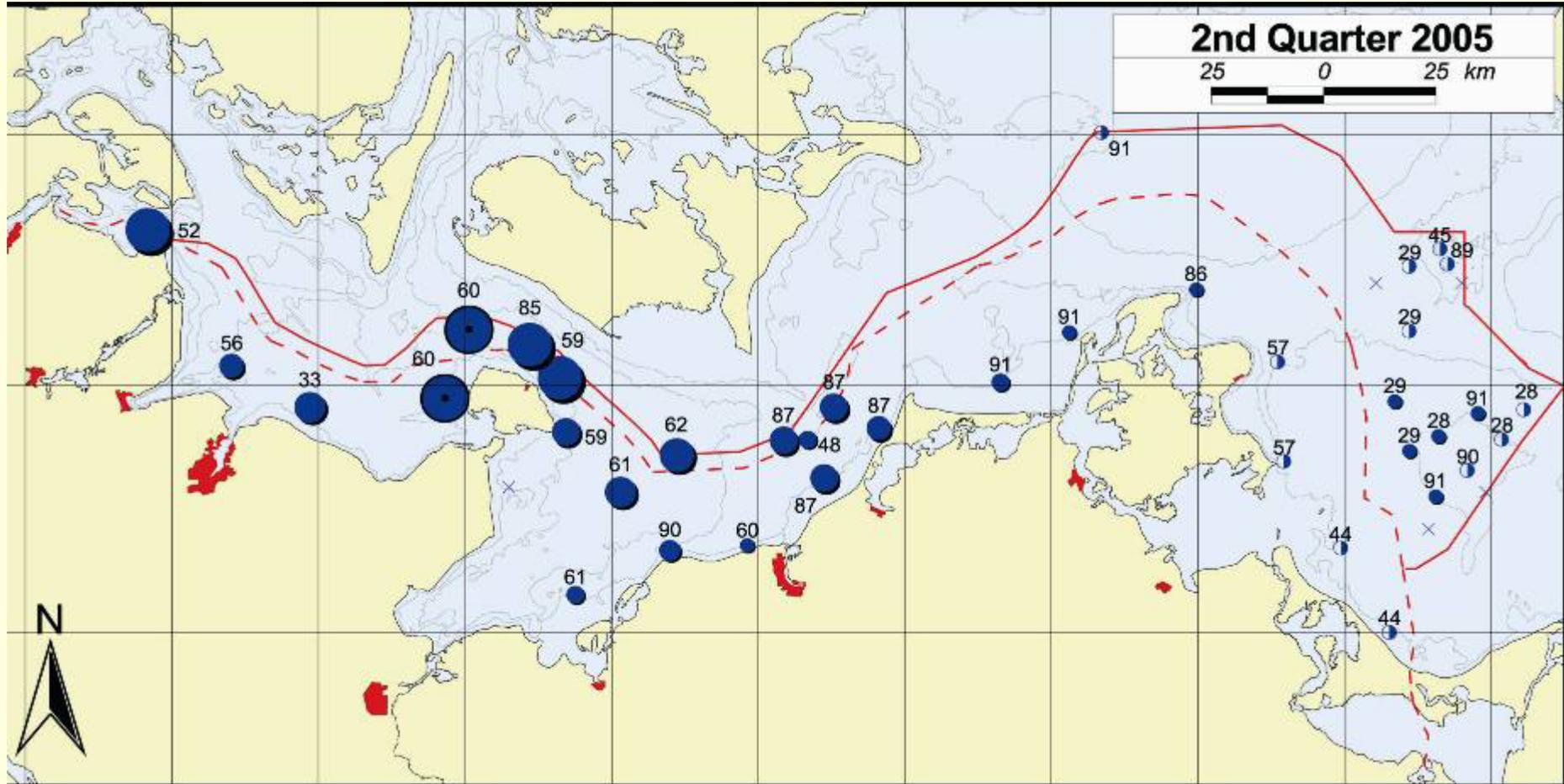
- Zunahme der Population in den letzten Jahren
- Relative Ortstreue, Aktionsradius (30 – 40 km)

## Seehund:

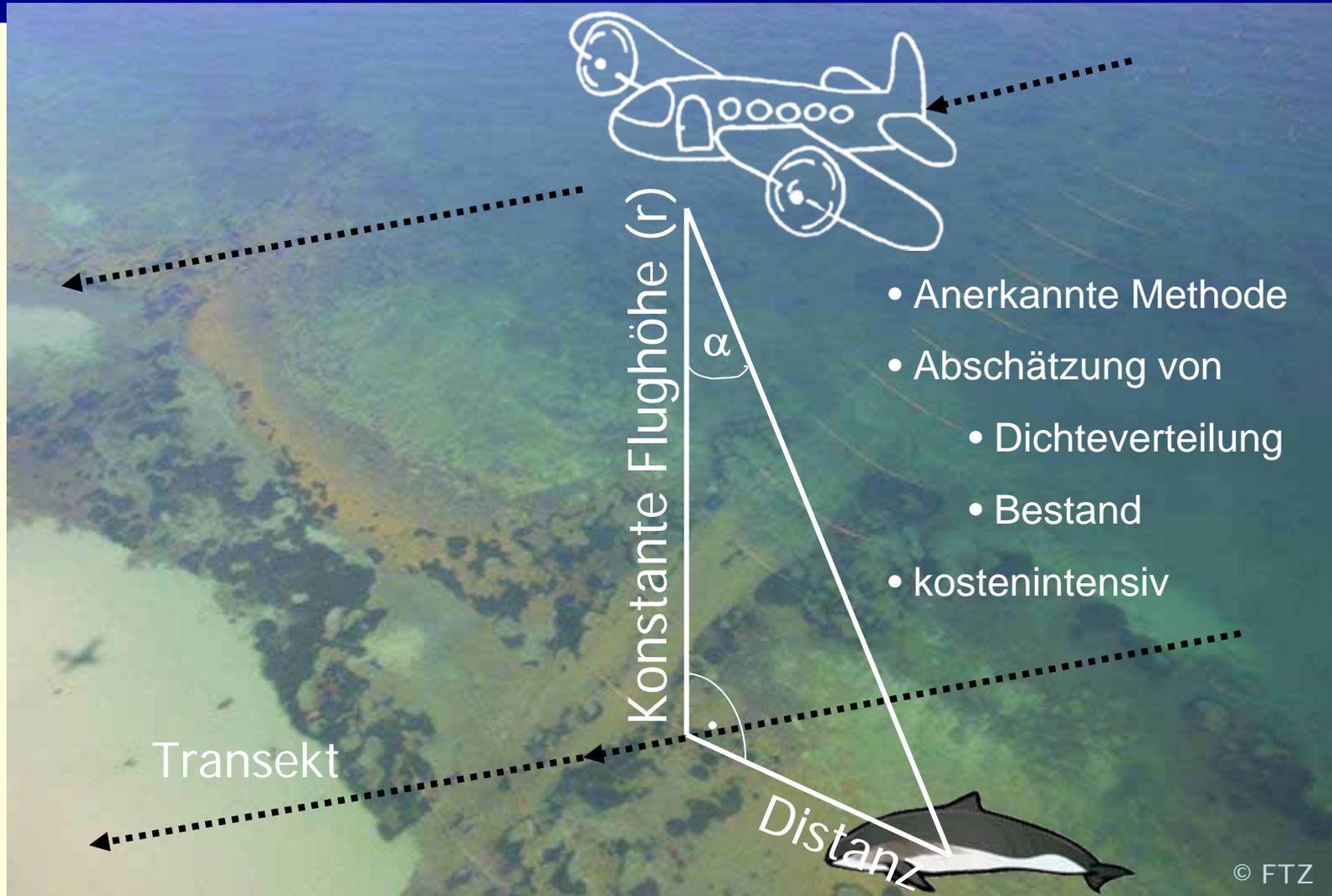


# Problemstellungen

- Gebiete geringer Dichten



# Transektlinien-Methode



# Vorteile eines UAV-Einsatzes zur Schweinswalddetektion



- Objektives, nachprüfbares Verfahren
- Near-Online Möglichkeiten: Erste Qualitätskontrolle direkt nach Flug
- Unabhängiges System, keine Koordination mit Flugzeugcharterer u. Observern nötig
- Effizient (kostengünstig) für kleine Gebiete, lange Streifen
- Leise (bei Elektromotor), z.B. für Vogelbeobachtungen
- Geringere Wetterabhängigkeit als Flugzeug, kann unterhalb von Wolken fliegen (Wind kann kritisch werden)





- Anpassung des UAV an Flüge über dem Meer
- hohe Anforderungen an
  - Qualität der Kamera/Aufnahmen
  - Material des Flugzeuges
- Weiterentwicklung der Kamerasteuerung
- Kalibrierung der Kamera(s) und des Systems
- Entwicklung eines vollautomatischen digitalen Workflows von der Aufnahme bis zur Bildauswertung
- neuartige Ansätze für photogrammetrische Auswertung



# Anforderungen an eine Digitalkamera für photogrammetrische Anwendungen für ein UAV



- Kompakt
- Geringes Gewicht
- Manuelle Steuerung (Brennweite, Belichtungszeit, Blende...)
- Blitzschuh zum Abgreifen des Auslöseimpulses
- Kein automatisches "Einschlafen" der Kamera
- Möglichkeiten zur externen Stromversorgung
- ...



# Canon Powershot G9



- Technische Details

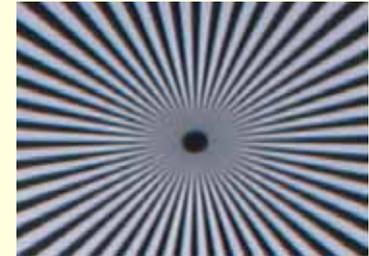
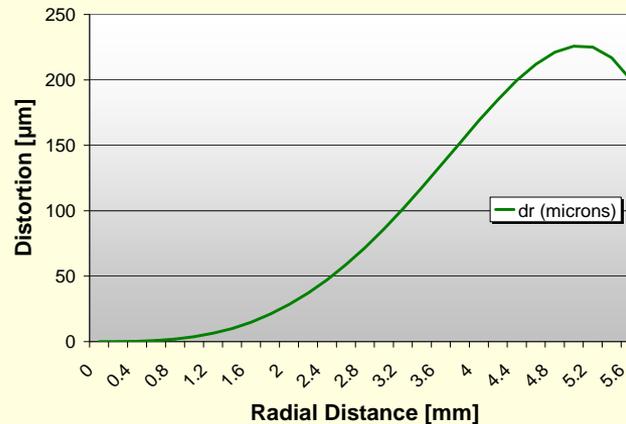
- 4.000 x 3.000 Pixel (= 12,1 Megapixel), 1/1,7-Inch-Sensor (7.6 x 5.7 mm)
- Pixelgröße: ~1.9  $\mu\text{m}$
- Belichtungszeit: 1/60 - 1/2.500 Sec.
- Brennweite: 7,4 - 44,4 mm
- Manuelle Einstellungsmöglichkeiten
- Min. Bildfolgezeit (ca. 1.25 s/Bild)
- Gewicht: ca. 320 g (mit Batterie und Mechanik ca. 450 g)
- Datenspeicherung: SD-Karte mit 16 GB (~ 3000 Bilder)
- Preis: ca. 350 €



# Geometrische und radiometrische Eigenschaften der Canon Powershot G9

## Tests und Kalibrierung

- Innere Orientierung
- Auslöseverzögerung
- Vignettierung
- SNR, MTF, PSF ...



Bildecke



Bildmittelpunkt

- Vorteile
  - Keine Vignettierung
  - Relativ konstante Geometrie (Innere Orientierung)
  - Kurze Reaktionszeit

- Nachteile
  - SNR bei schlechten Lichtverhältnissen
  - Chromatische Aberration
  - Große Radialverzeichnung



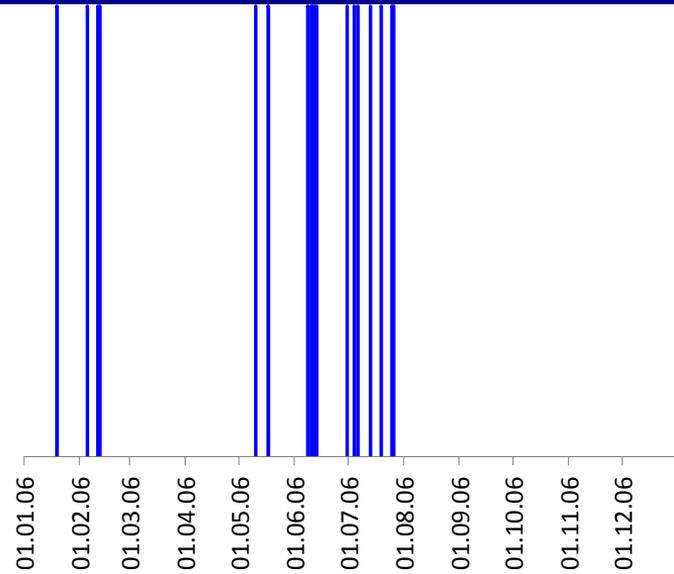


## Günstige Konditionen für Bildflüge:

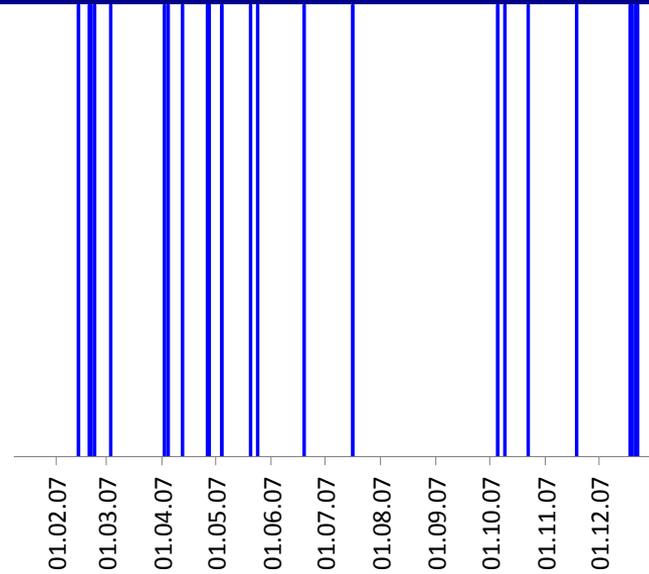
1. *Wind  $\leq 2$  Bft.*
  2. *Wolken (entweder keine, bzw. wenige, oder vollständige Wolkendecke)*
  3. *Kein Regen*
- Frage: An wie vielen Tagen können in der Ost- und Nordsee eigentlich Bildflüge durchgeführt werden
  - Antwort: Empirische Analyse von Wetterdaten der Nord- und Ostsee



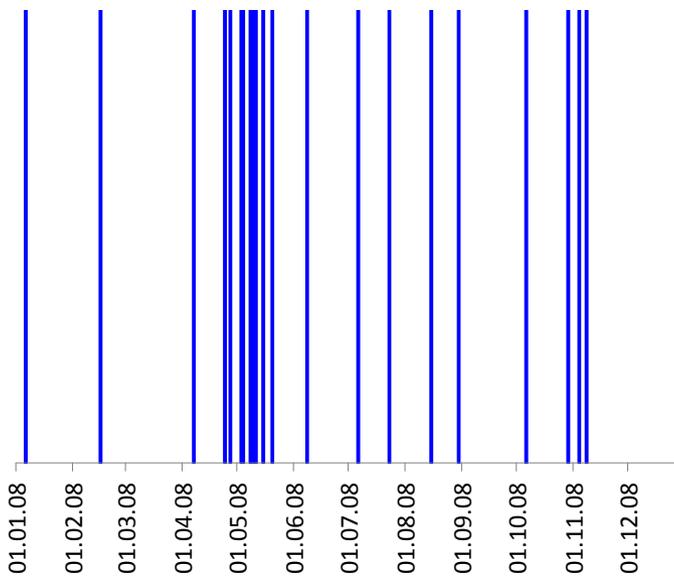
# Bildflugwetter in der Ostsee (Kühlungsborn)



■ 2006



■ 2007



■ 2008

- Ostsee: verschiedene Gelegenheiten für Bildflüge
- 2008 war ein gutes Bildflugjahr

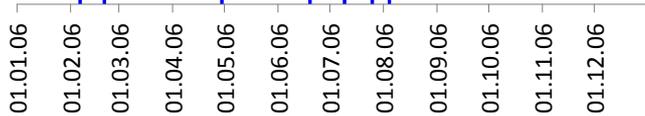
*Anmerkung: Zugrunde liegende Wetterdaten sind vom Global Forecast System (GFS) der NOAA\* und basieren nicht auf tatsächlichen Messungen*

<http://www.nco.ncep.noaa.gov/pmb/products/gfs/>

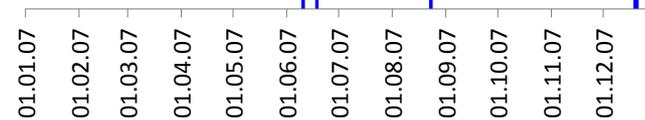


# Bildflugwetter in der Nordsee (Sylt)

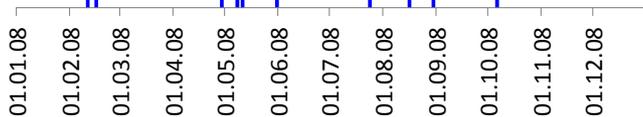
■ 2006



■ 2007



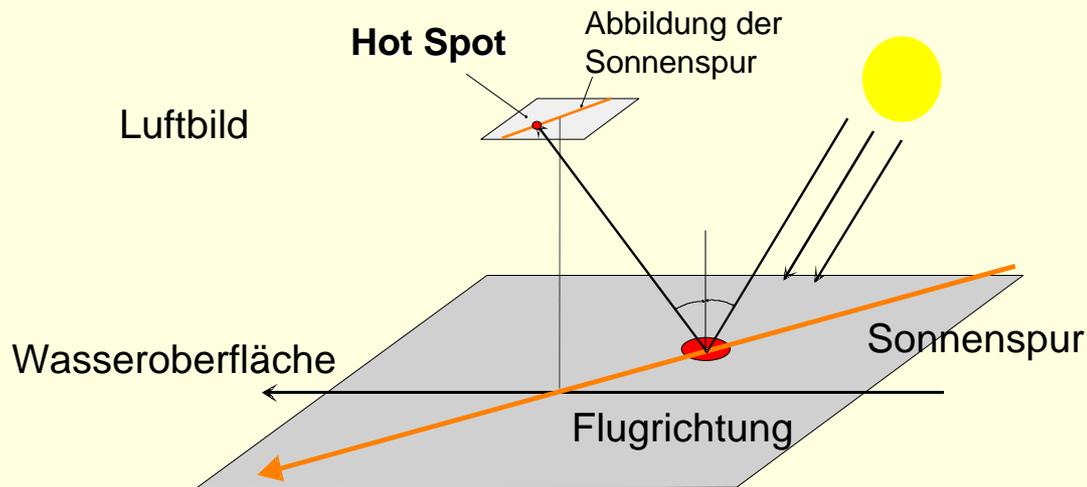
■ 2008



- Nordsee: Nur sehr wenige Gelegenheiten für Bildflüge
- Wind ist der limitierende Faktor
- 2008 war ein gutes Bildflugjahr



# "Hot Spot" Reflexion von Wasseroberflächen



1. Flugzeiten vorzugsweise in den frühen Morgenstunden (gleichzeitig weniger Wind – normaler weise))
1. Bewölkter Himmel sehr gut geeignet – Lichtmenge eventuell problematisch (SNR)
2. Bei Dualkamerakonfiguration – Schrägaufnahmen sind eher für Hot Spot anfällig



Sjælland

Brandstø  
Bågø  
Arø

Barsø

Llyø

Drej

Ærø

Langeland

Agersø  
Omø

Fejø  
Femø  
Askø

11.09.2008

Hiddensee

Fehmarn

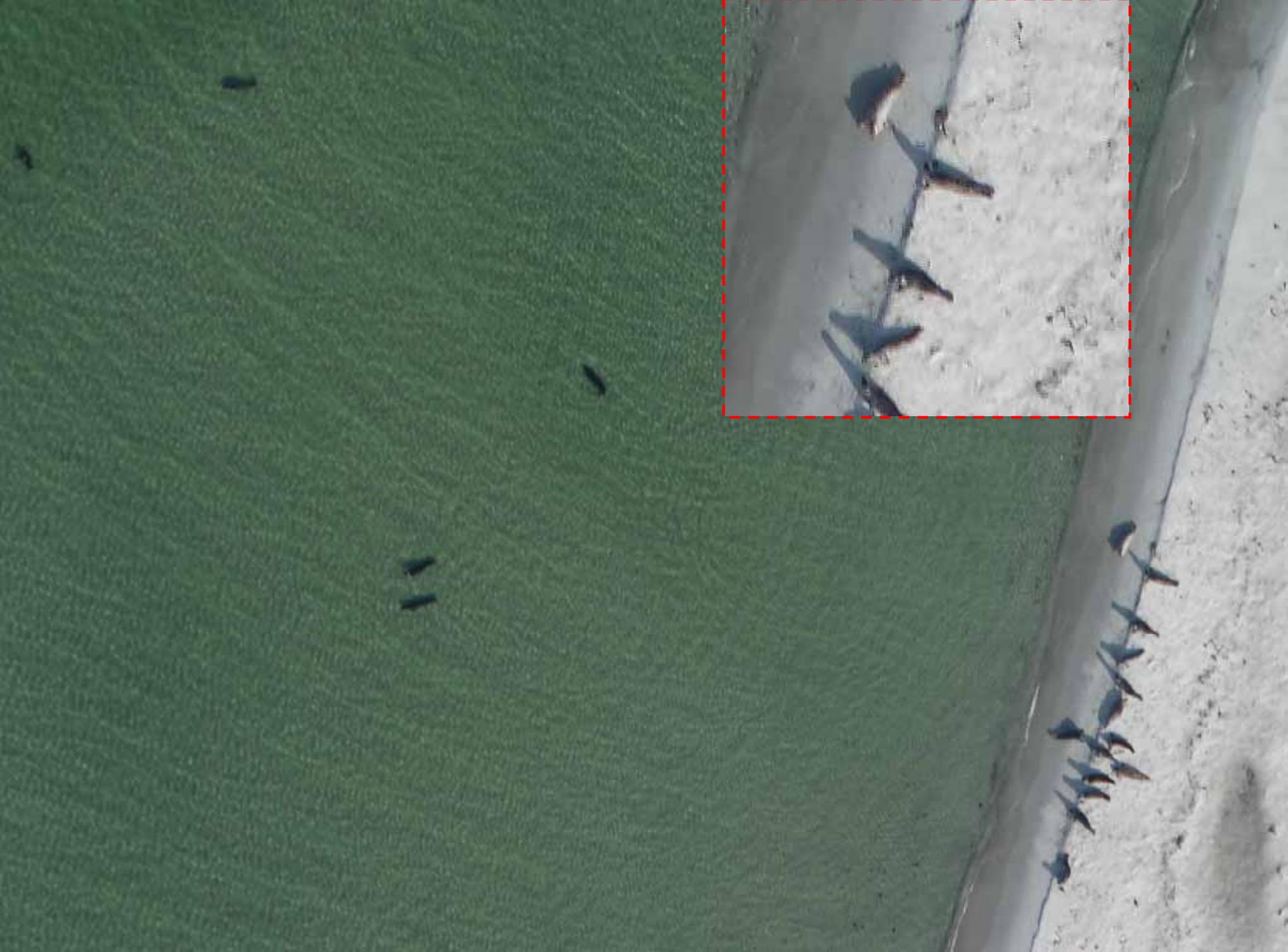
21.05.2008

Schleswig-Holstein

Poel



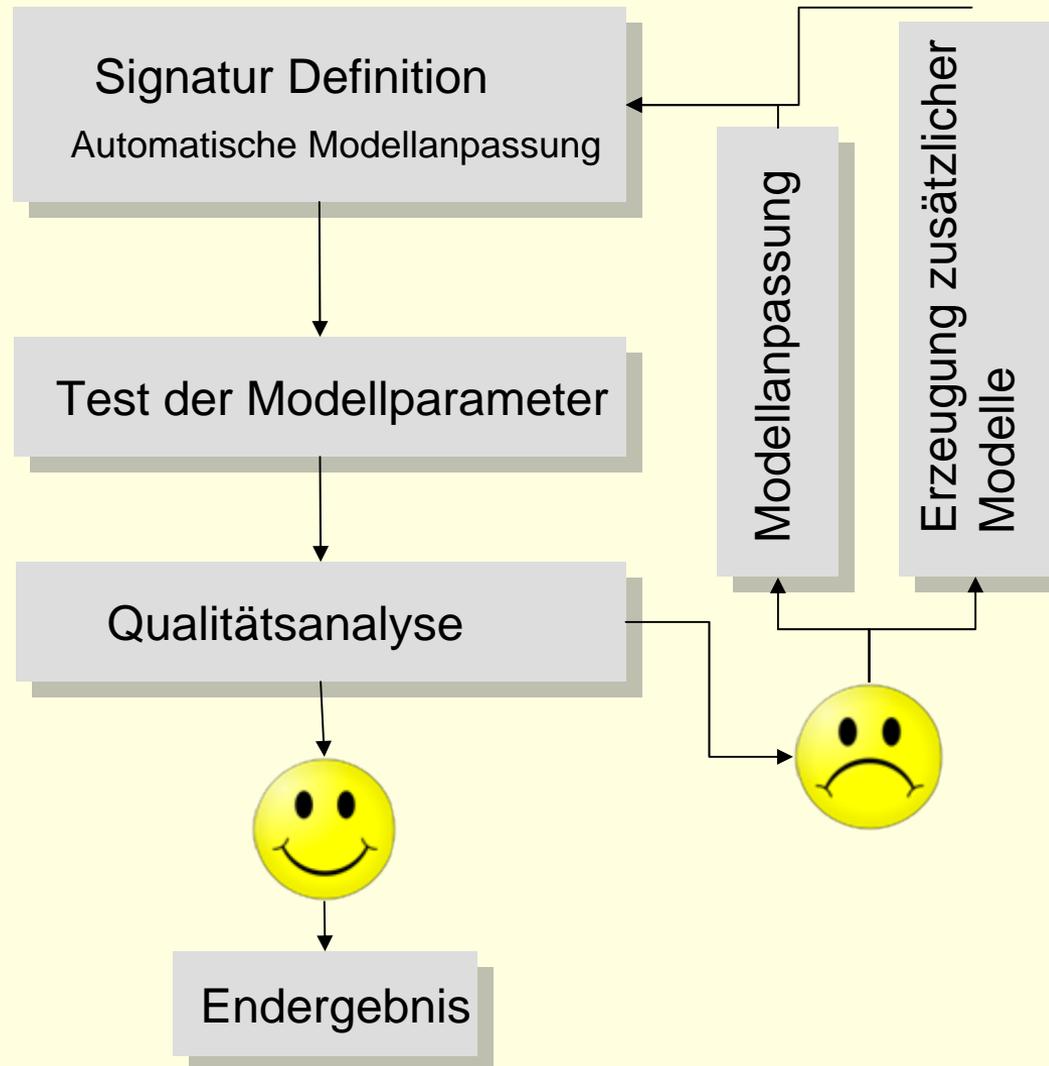
Robben an der dänischen  
Küste, 11.09.2008  
Flughöhe: ca. 200 m  
GSD: ca. 2.5 cm



Probleme bei der Schweinswalerkennung: Sun Glitter,  
Wellenreflektion und Unterschiede des Unterwasserbodens



# Mustererkennung für marine Säugetiere (Robben) und Vögel (Möwen)



# Mustererkennung von Möwen

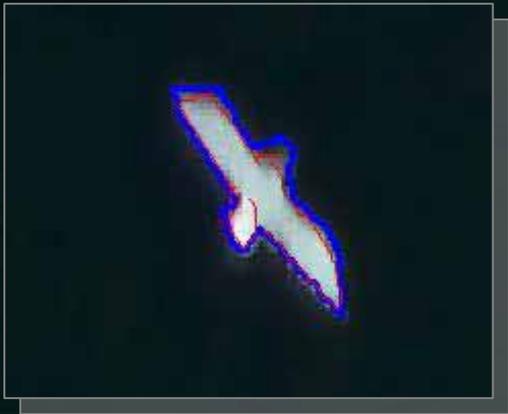


Möwen Modell  
(Rotations- und Größen-  
invariant)



Identifizierte Möwen





93 Vögel erkannt,  
3 Verpasst (m),  
3 Fehlklassifikation (x)

Aufnahmedatum: 11.09.2008

# Mustererkennung von Kegelrobben



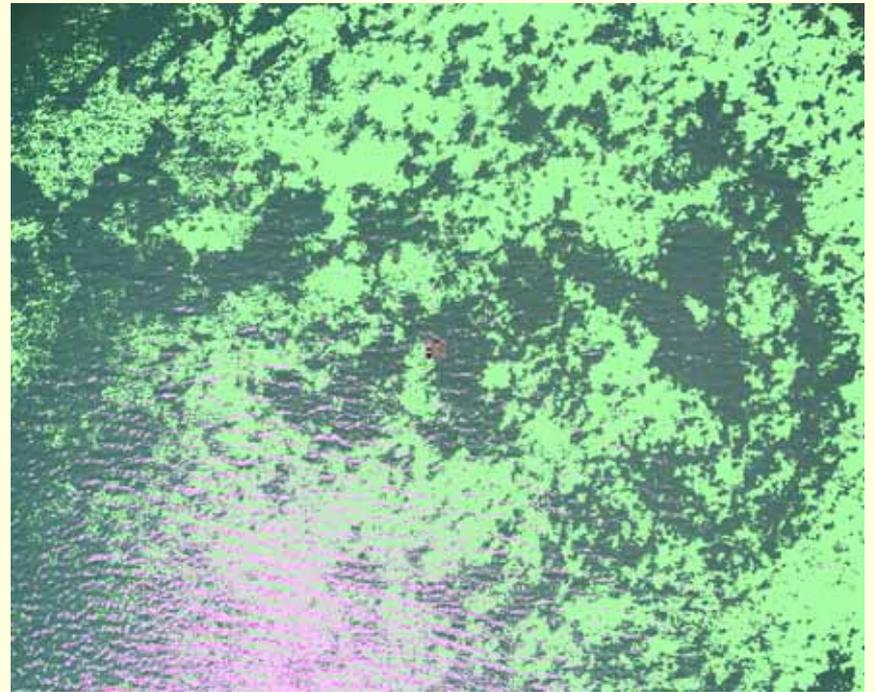
Robben Modell  
(Rotations- und Größen-  
invariant)



Identifizierte Robben

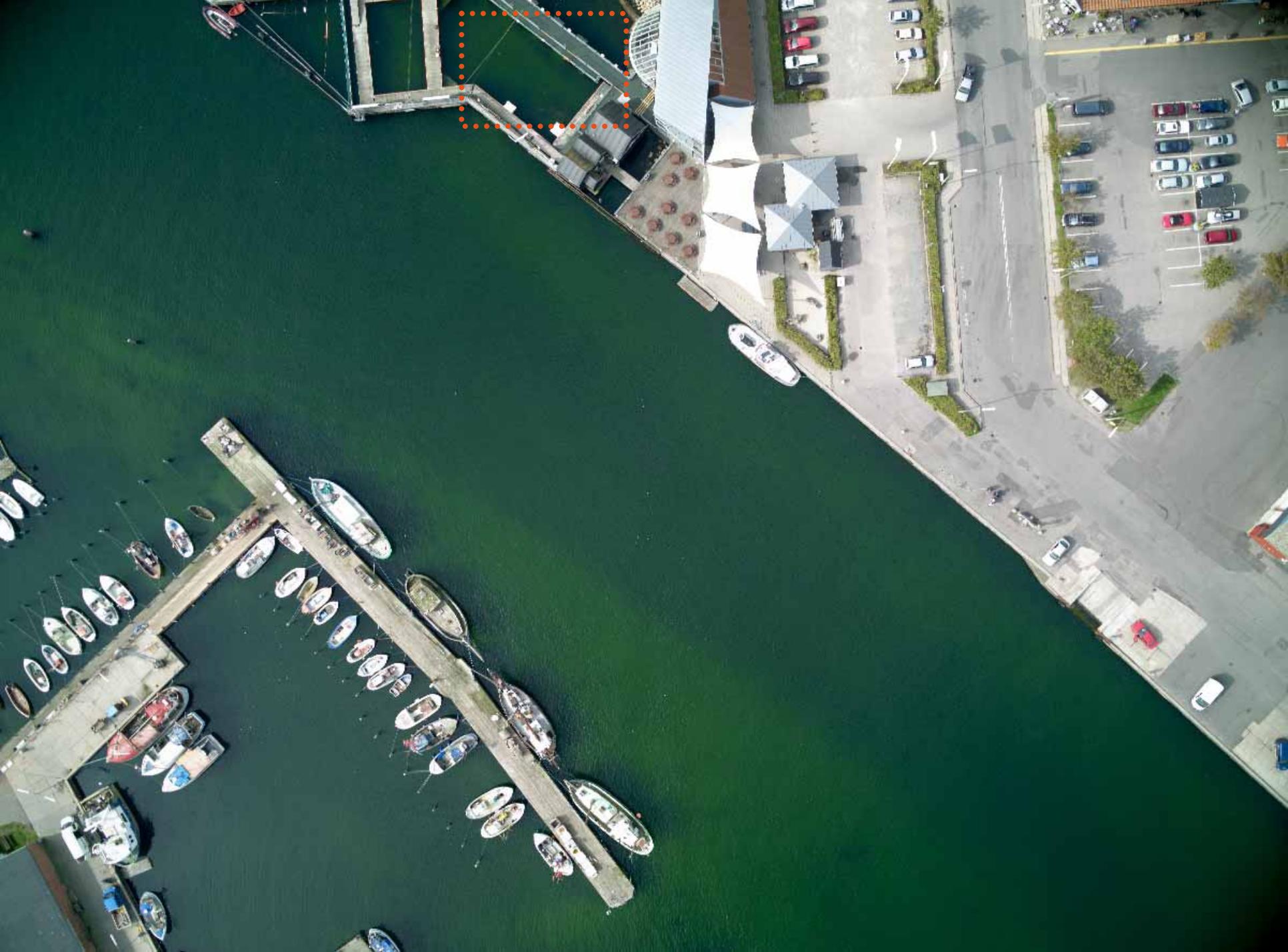


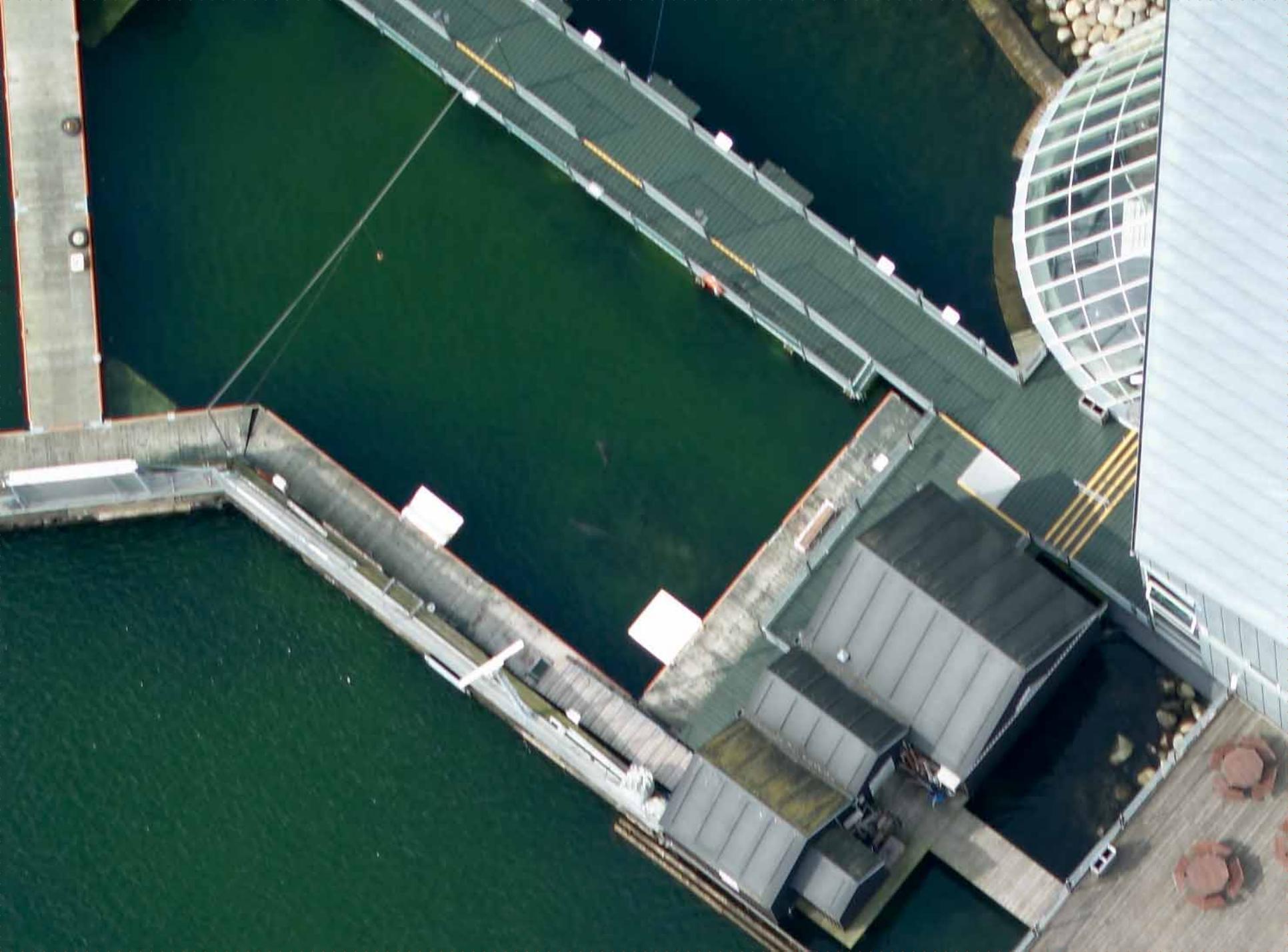
# Klassifikation des Seebodens (in flachen Gewässern)



- Sand
- Sonnenreflexion
- Seegras







# Zusammenfassung und offene Fragen



- Die gewählte Kamera (Canon Powershot G9) hat ausreichende geometrische Qualität für UAV-Anwendungen
- Bildqualität bei Wasseraufnahmen unzureichend (SNR, PSF)
- Eine hohe GSD von 2 – 4 cm ist für eine Erkennung mariner Säugetiere und Vögel notwendig
- Vögel und Robben können erfolgreich identifiziert werden.
- Aufgrund des Hot Spot-Effekts ist eine leicht schräge Aufnahmerichtung ideal (abh. vom Sonnenstand Azimut und Richtung)
- Schweinswale sind schwierig zu detektieren
  
- **Zur Erkennung von Schweinswalen müssen mehr erfolgreiche Monitoringflüge durchgeführt werden**
- **Zur Verringerung von Fehlinterpretationen Schweinswal – Wellen ist eine größere Längsüberlappung notwendig (Bildsequenzen)**



# Ausblick und Phase 2 des Projekts REMPLANE



- Aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen ist der UAV-Einsatz mit UAV's > 5 kg und außerhalb der Sichtweite des Piloten auf absehbare Zeit nicht möglich
- Küstenanwendungen, z.B. Vogelzählung, Unterwasservegetation, Küstenschutz mit UAV (Quadrocopter)
- Weiterentwicklung des Schweinswalmonitorings



A photograph of a whale breaching the surface of the ocean. The whale's dark, sleek body is visible as it moves through the water, creating a splash and ripples. The water is a deep blue-green color. The text "Vielen Dank" is overlaid in a large, white, sans-serif font across the middle of the image.

Vielen Dank

