

# Fusion von Sensoren mit optischer Unterwasser-3D-Messtechnik zur Positionierung von Unterwasserfahrzeugen

---

Robin Rofallski & Thomas Luhmann  
170. DVW-Seminar und 32. Hydrographentag

Lindau, 14.06.2018

# „Entwicklung innovativer Technologien für autonome maritime Systeme“

## 5 Teilprojekte



## Ziele

- Innovation
- Flexibilität
- “Low-Cost”

## Erfassung submariner Strukturen



Bild der Wissenschaft (2014)



unterwasser.de (2017)



Atlantiksurf (2017)



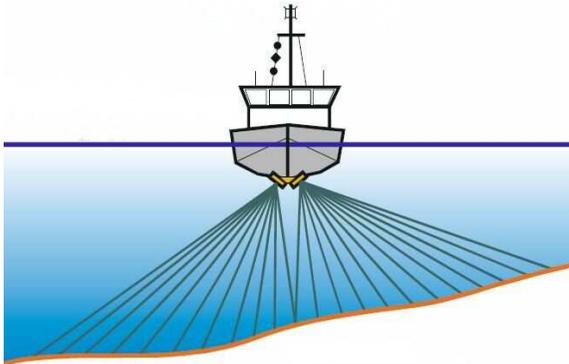
Berliner Zeitung (2014)



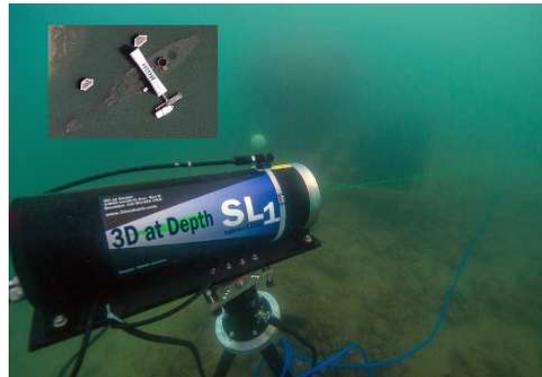
Wikipedia (2012)

## Vielfältige Erfassungsmöglichkeiten

Echolot



Unterwasser  
Laserscanning



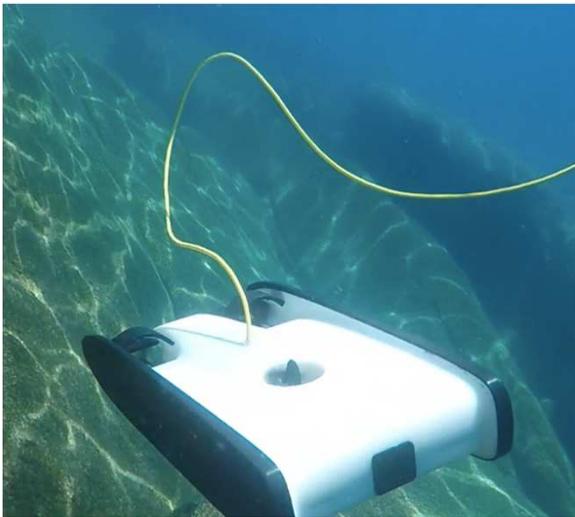
Photogrammetrie  
mit Taucher



Robotergestützte Photogrammetrie



## Günstige unbemannte Plattformen



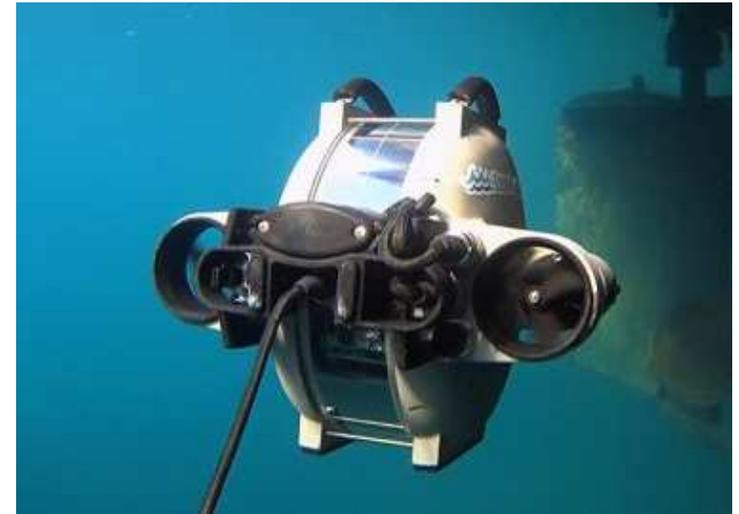
OpenROV Trident

**1500 €**



Blue Robotics BlueROV2

**3000 €**



Deep Trekker DTG2

**5000 €**

## Kostengünstige unbemannte Plattformen



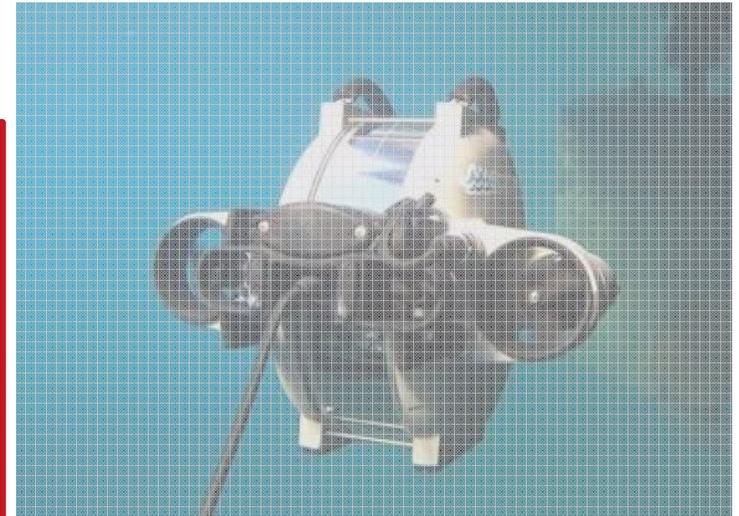
OpenROV Trident

**1500 €**



Blue Robotics BlueROV2

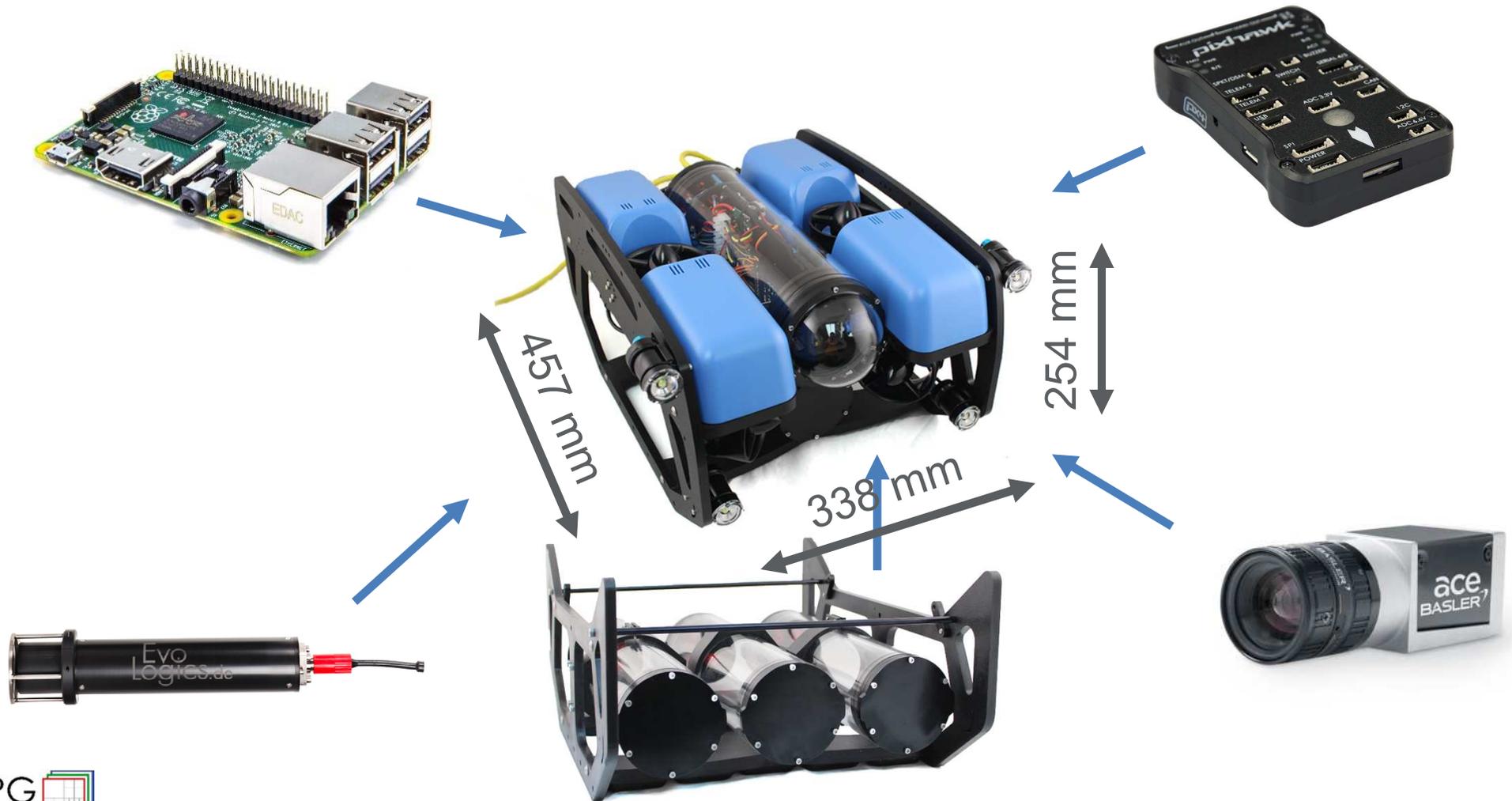
**3000 €**



Deep Trekker DTG2

**5000 €**

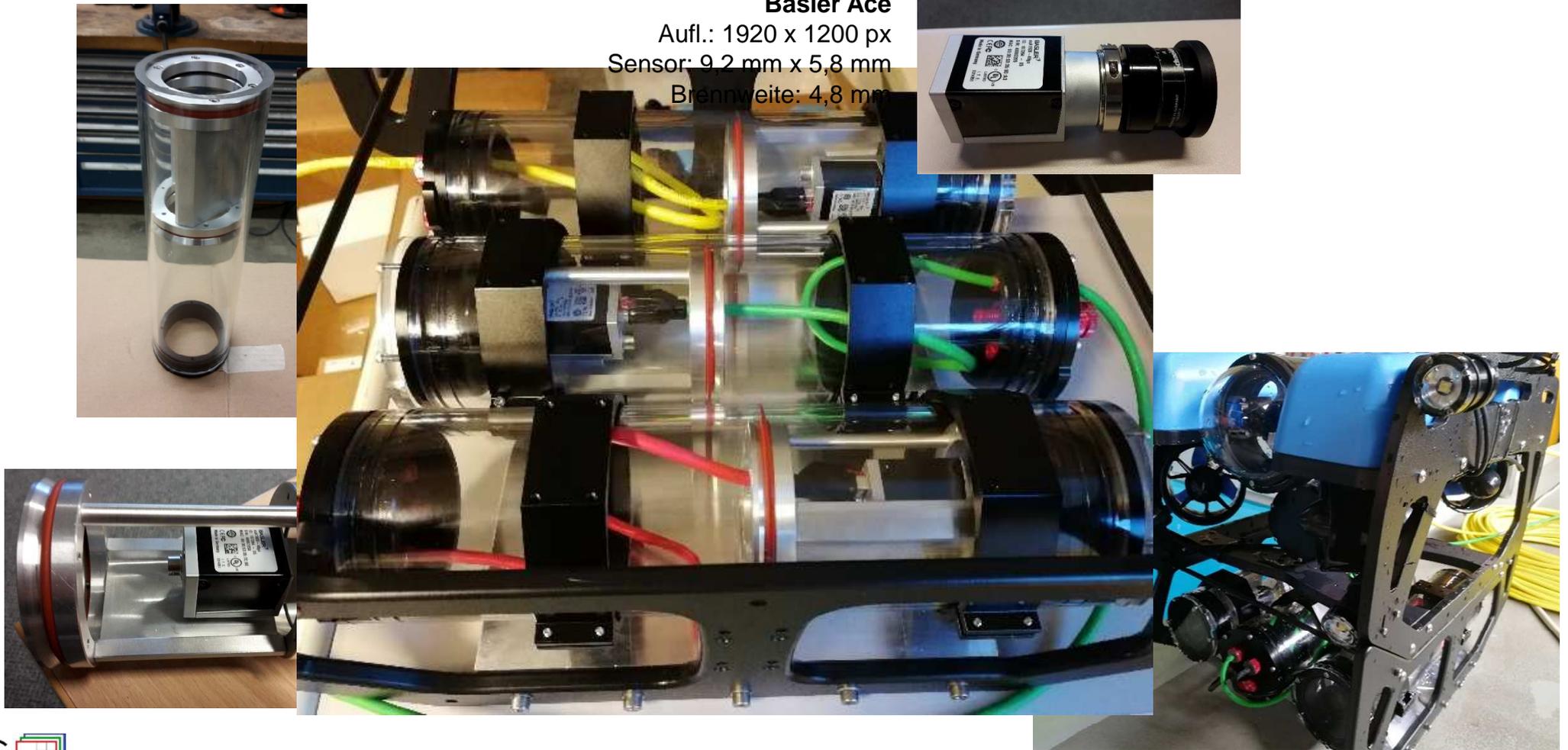
# BLUEROV2



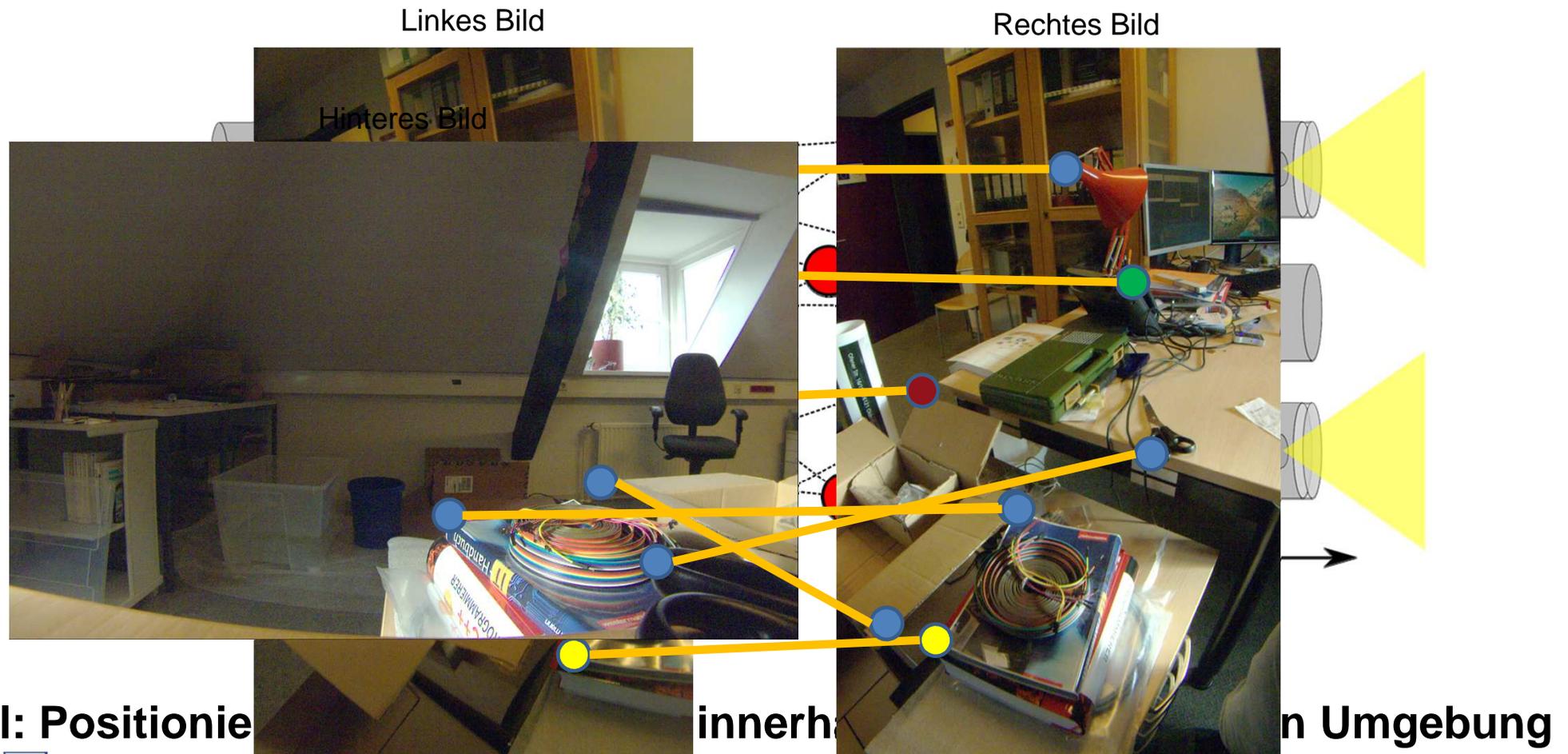
# DREIKAMERASYSTEM

## Basler Ace

Aufl.: 1920 x 1200 px  
Sensor: 9,2 mm x 5,8 mm  
Brennweite: 4,8 mm



# ROBUSTE TRAJEKTORIENBESTIMMUNG

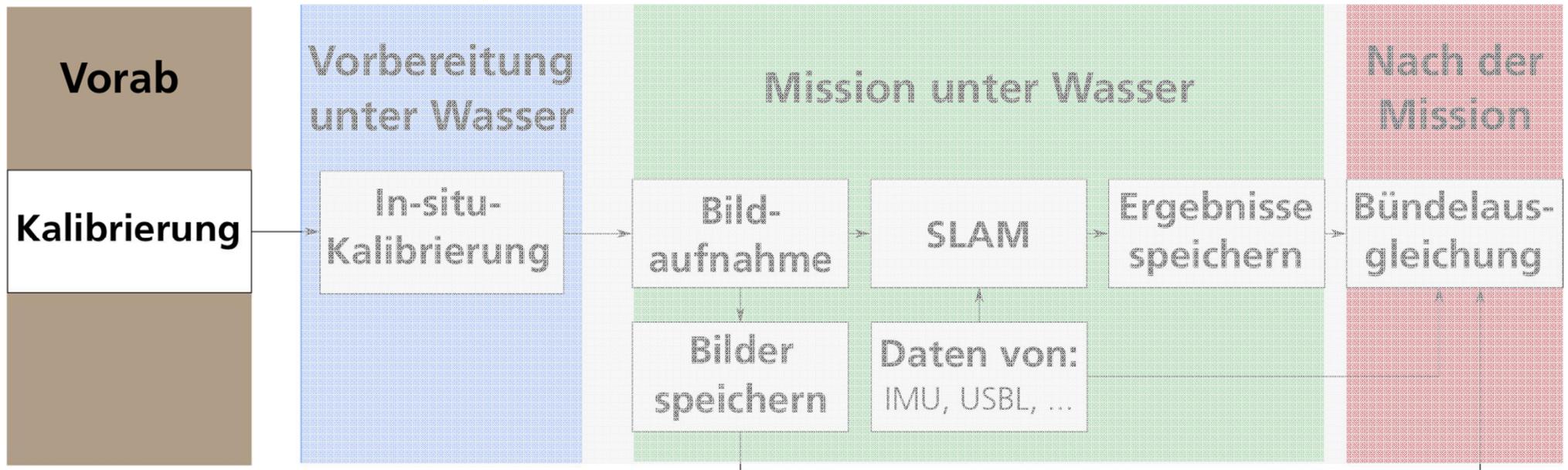


# PROBLEMSTELLUNGEN OPTISCHER MESSTECHNIK

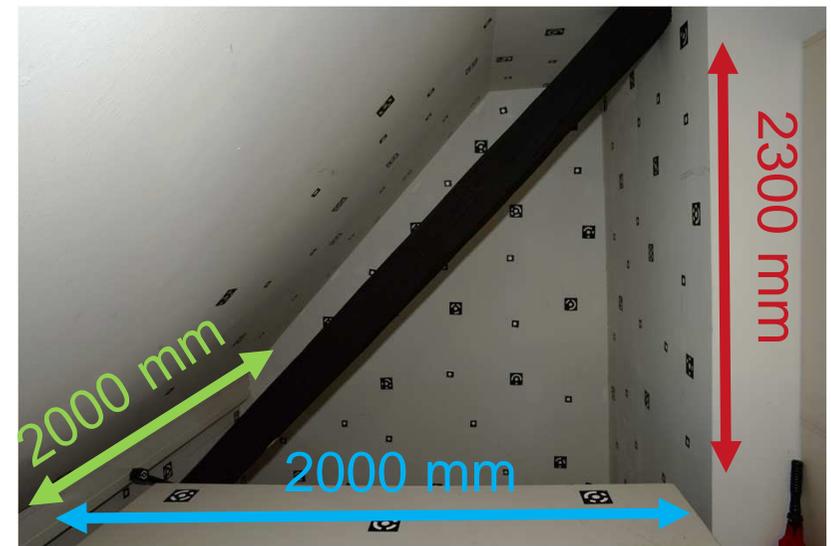
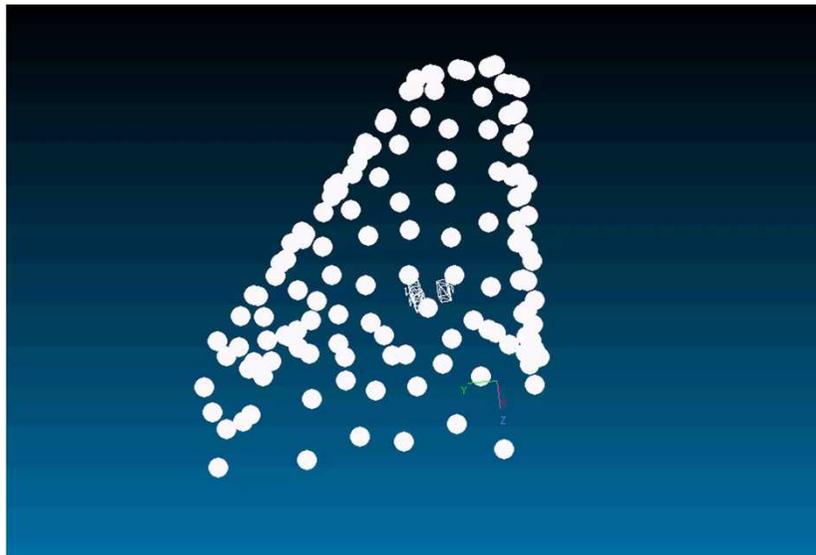
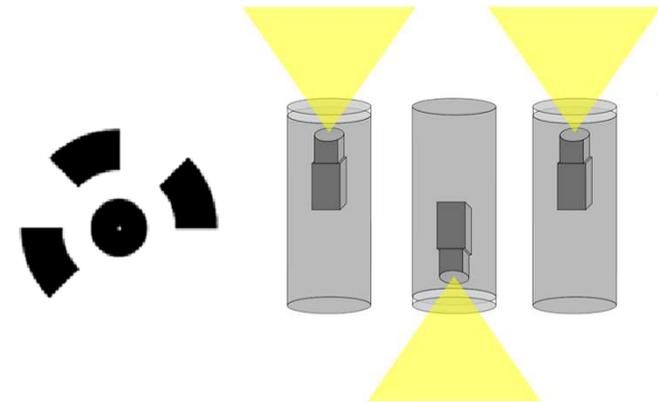
- Sichtweite
- Schwebteile
- Temperaturunterschiede
- Sonneneinstrahlung
- Bewegende Objekte
- Herstellung von Referenzpunkten
- ...



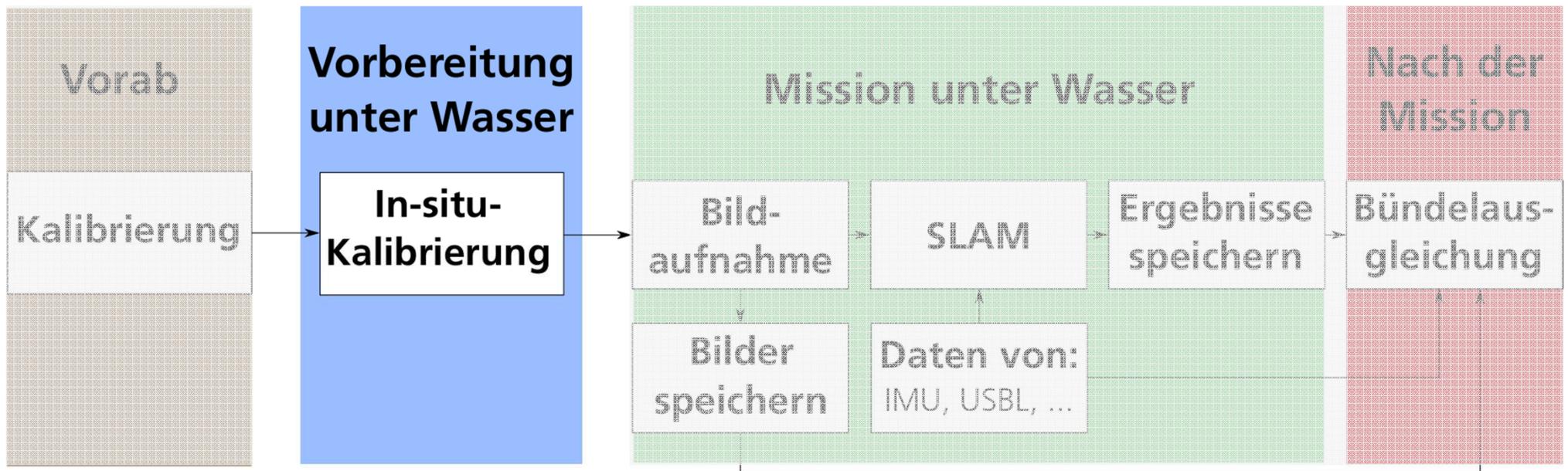
# MISSIONSABLAUF

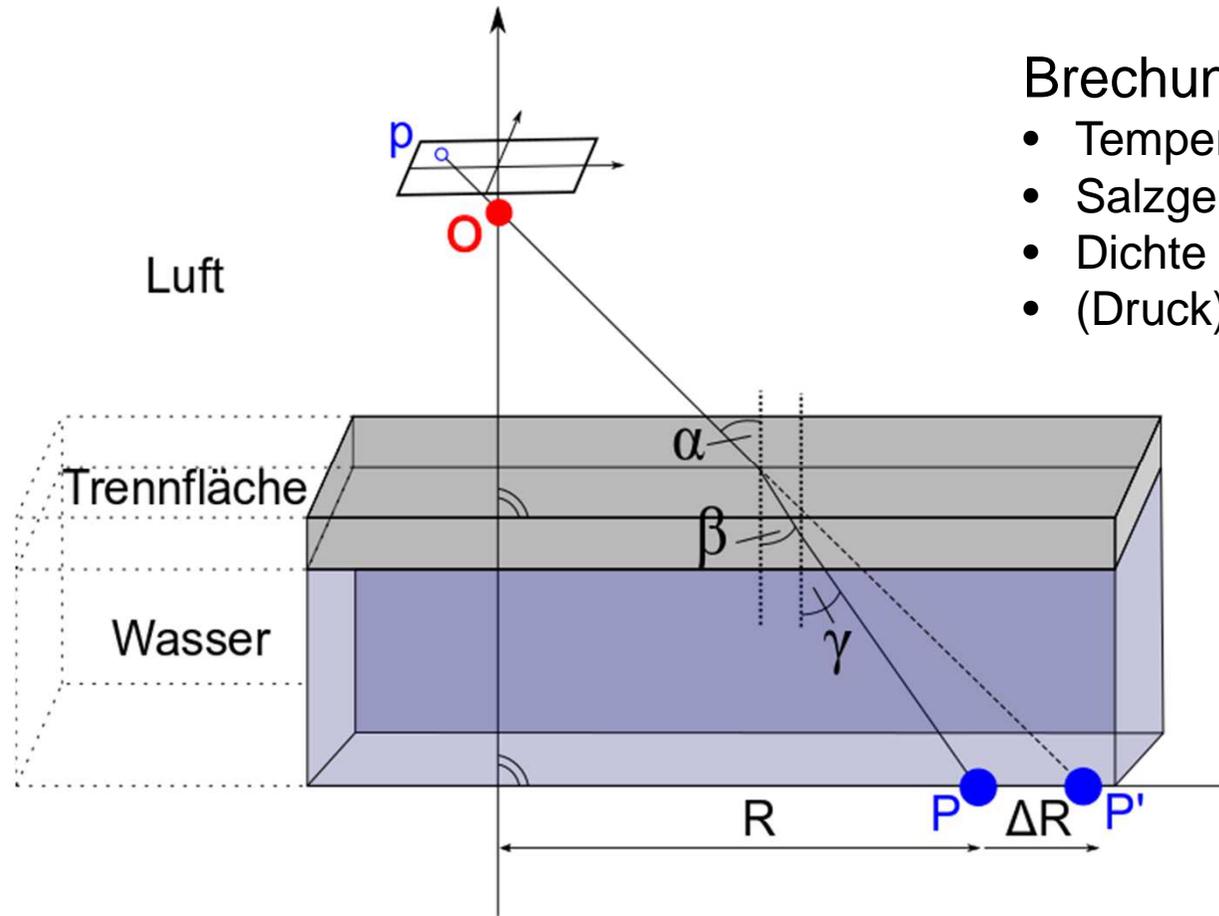


- Dreikamerasystem mit nicht überlappendem Sichtfeld
- Kalibrierparameter
  - Innere Orientierung
  - Relative Orientierung
  - Mehrmedien



# MISSIONSABLAUF

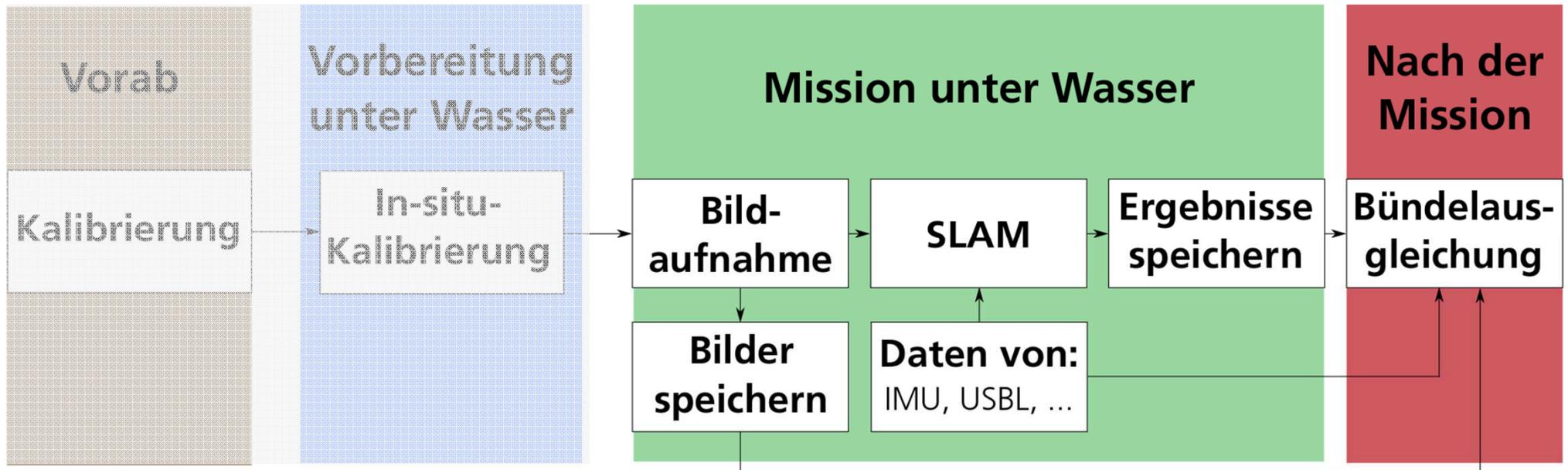




Brechung abhängig von:

- Temperatur
- Salzgehalt
- Dichte des Trennmediums
- (Druck)

# MISSIONSABLAUF



# AUSWERTEVERFAHREN

- Online

- Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)
- Visuelle Odometrie

- Offline

- Bündelausgleichung

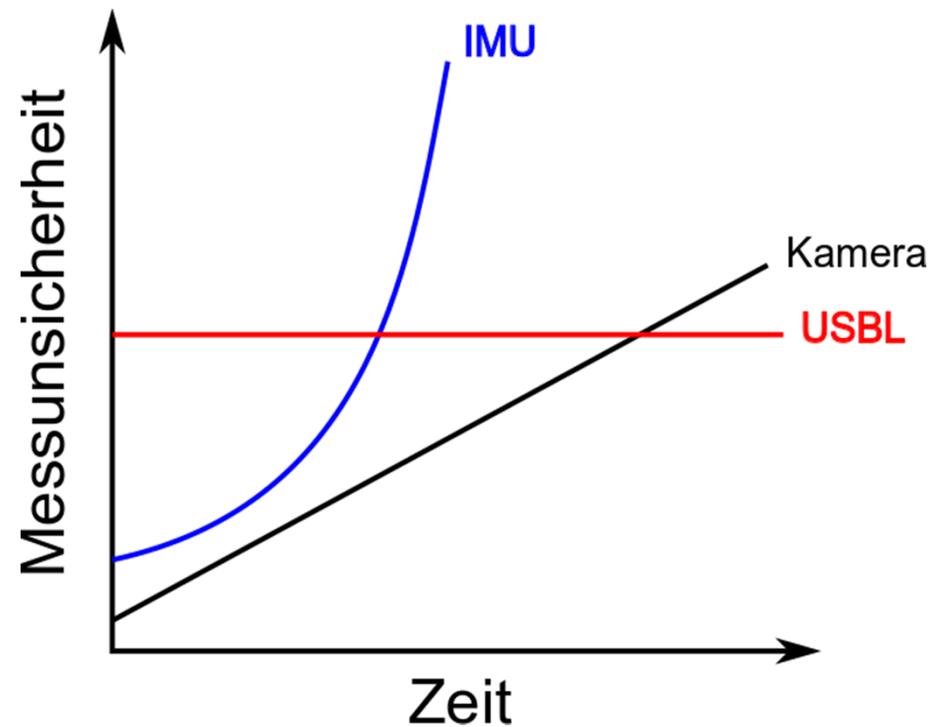
The diagram compares two 3D reconstruction methods. On the left, 'Online' processing is shown with a point cloud where a path is highlighted in green. A vertical column of icons (red minus, three green plus, red minus) indicates the sequence of operations. Below this is the label 'Dritteteile' (third party). On the right, 'Offline' processing is shown with a bundle adjustment visualization where camera poses are blue arrows and a dense 3D model is green. A large green plus sign is at the bottom right, with the citation 'Harwin et al. (2015)'.

## Testdaten



## Visuelle Odometrie

- Drifteffekte
- Wenig Redundanz
- Kein Absolutbezug
  - Filterbasierte Integration weiterer Sensorik



## Kameratechnik

- Dreikamerasystem fusioniert mit weiteren Sensoren
  - Vorteile
    - Hohe zeitliche und geometrische Auflösung
    - Kostengünstig
    - Flexibel einsetzbar
  - Nachteile
    - Hoher Rechenaufwand
    - Drifteffekte
    - Abhängig von Sichtbedingungen
- Einsatz in Offline- und Online-Anwendungen

## Ausblick



# Fusion von Sensoren mit optischer Unterwasser-3D-Messtechnik zur Positionierung von Unterwasserfahrzeugen

---

Robin Rofallski & Thomas Luhmann  
robin.rofallski@jade-hs.de

Lindau, 14.06.2018

# MOTIVATION

## Schadenskartierung



Berliner Zeitung (2014)

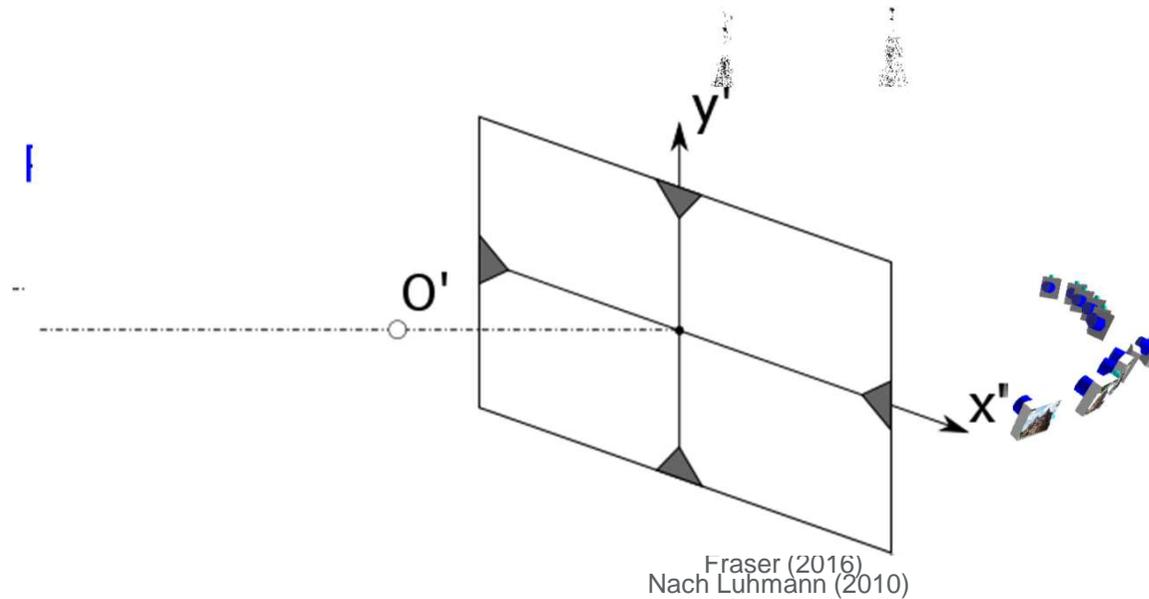


FAZ (2016)



Wikipedia (2012)

- Räumliche Informationen aus Bildern
- Messverfahren zur berührungslosen Aufnahme von Objekten
- Grundlegendes Prinzip: Lochkammermodell



→ Komplexes und hochsensibles Verfahren