



# Fraunhofer IPM

M.Sc. Lars Rathmann, Dr. Christoph Werner, Prof. Dr. Alexander Reiterer

LiDAR-basierte Erfassung von Vegetation und Gewässern: Neue Entwicklungen für die drohnengestützte Fernerkundung

# Fraunhofer IPM

Teil der Fraunhofer-Gesellschaft

## ■ Fraunhofer-Gesellschaft:

Eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung

- 32 000 Mitarbeitende in 76 Instituten deutschlandweit
- 3,4 Milliarden Euro Gesamtvolumen, etwa 88 % davon Vertragsforschung

## ■ Fraunhofer IPM

- Ungefähr 270 Mitarbeitende
- 25,4 Millionen Euro Umsatz im Jahr 2023, 40 % Industrieerlöse, 60 % im Wettbewerb eingeworbene Drittmittel + Grundfinanzierung



©Fraunhofer-Gesellschaft

# Fraunhofer IPM

3D-Datenaufzeichnung und -analyse: Schnell & Präzise

LiDAR



Präzise 3D-Messtechnik

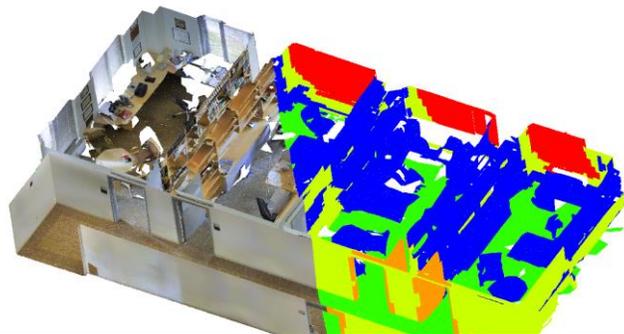
Optimiert für mobile Systeme und hohe Geschwindigkeiten



Schiene



Straße



Dateninterpretation mittels KI

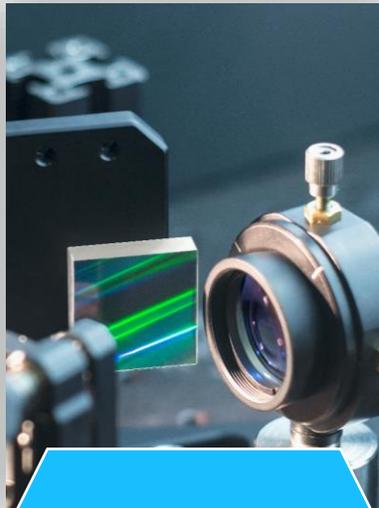


Drohngestützt

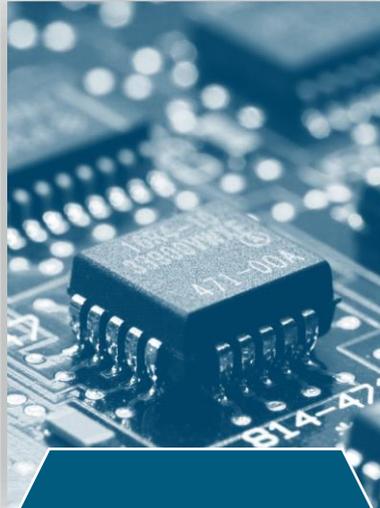


Unterwasser

**Wir messen schnell und präzise!**



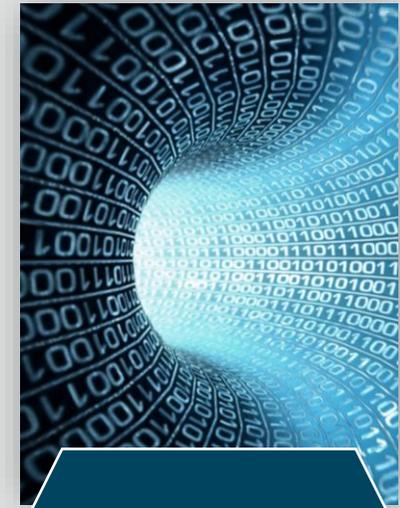
Photonik



Elektronik



Mechanik



Software

→ **Robuste und schlüsselfertige Systeme** 

© Fraunhofer IPM; Fotolia.com: cmnaumann, Mikhail Tolstoy

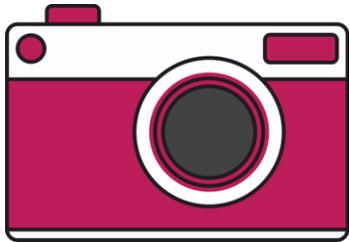
# Motivation

## Umweltmonitoring «grüne» und «blaue Infrastruktur»



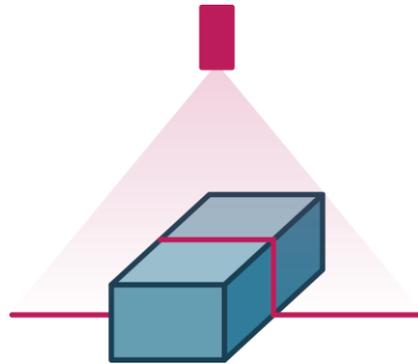
# Motivation

## Unterwassermesstechnik



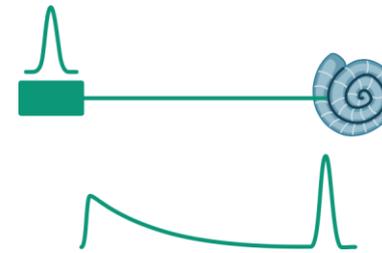
### Kameras

Günstige Lösung für klares Wasser. Komplexe Nachprozessierung notwendig für 3D-Daten.



### Laser-Triangulation

Hohe Auflösung bei kurzen Distanzen.



### LiDAR

Hohe Auflösung bei mittlerer Messreichweite.



### Sonar

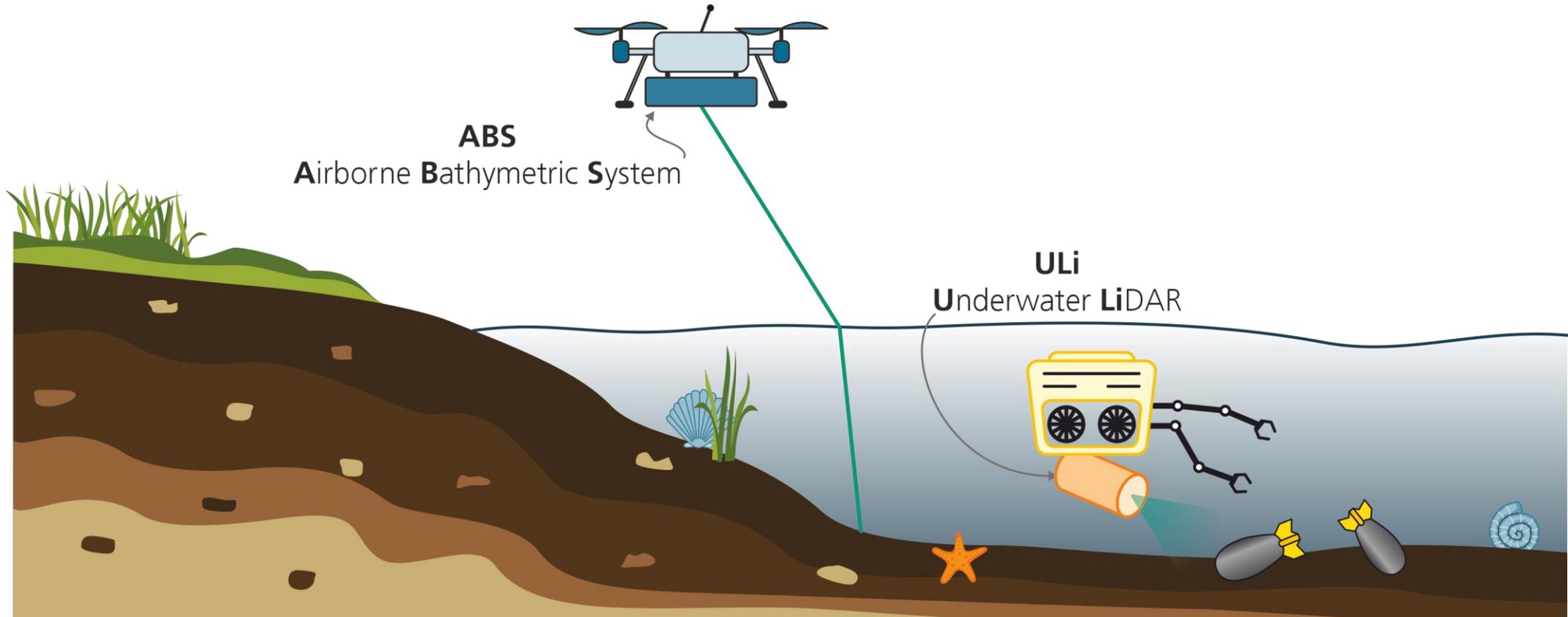
Große Messdistanz bei geringer Auflösung.

Messdistanz



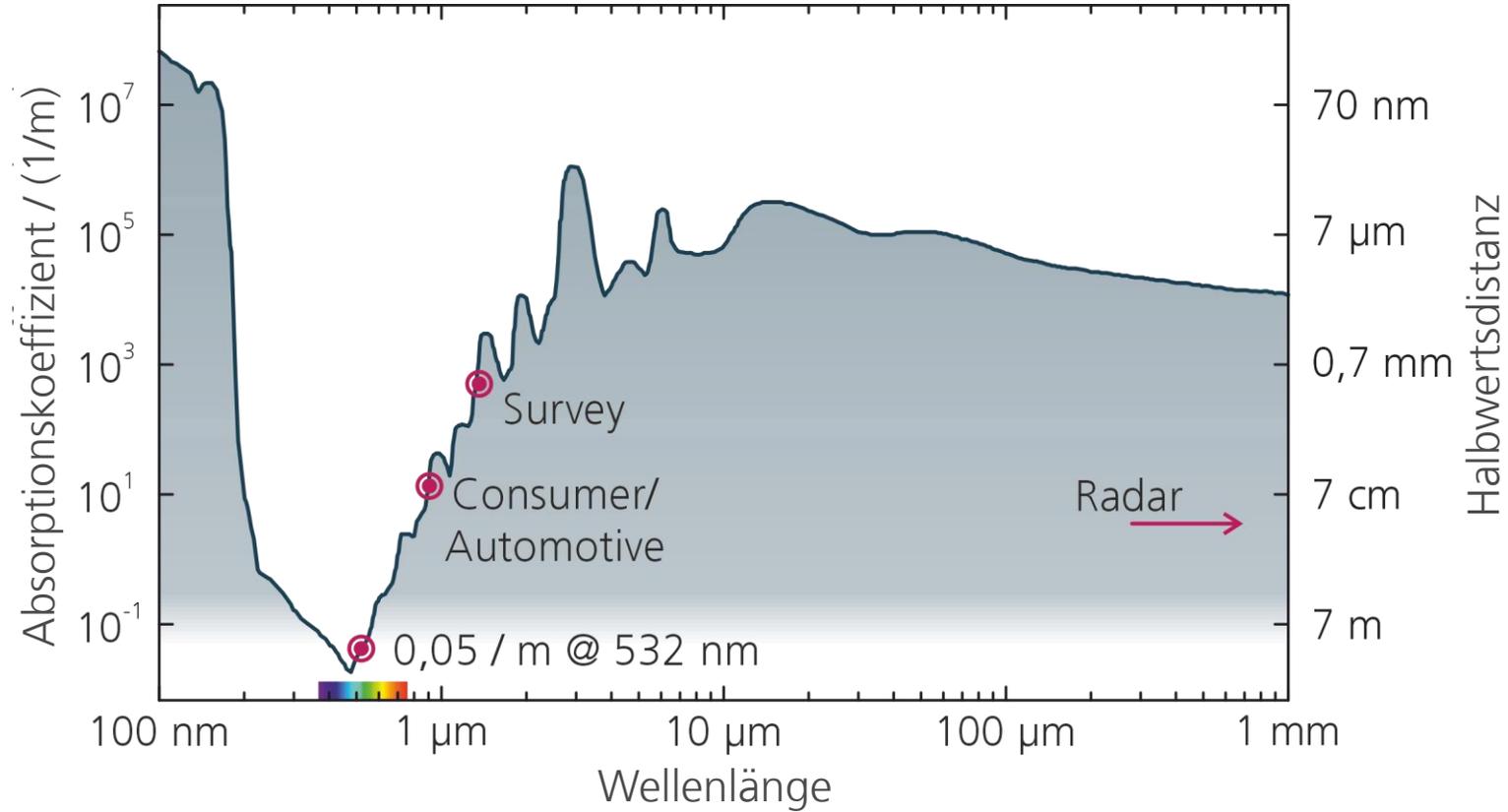
# Motivation

## Vision



# Motivation

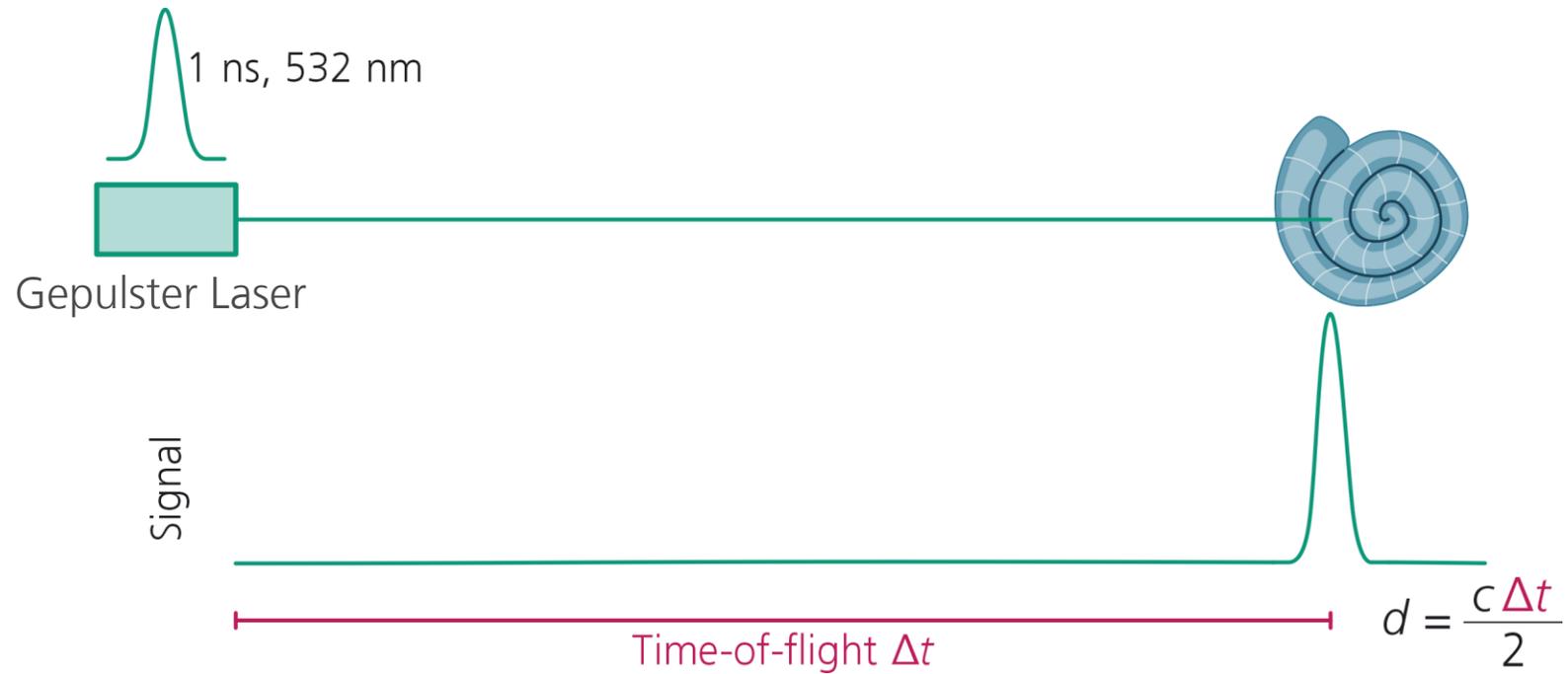
## Herausforderungen



Quelle: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorption\\_spectrum\\_of\\_liquid\\_water.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Absorption_spectrum_of_liquid_water.png)

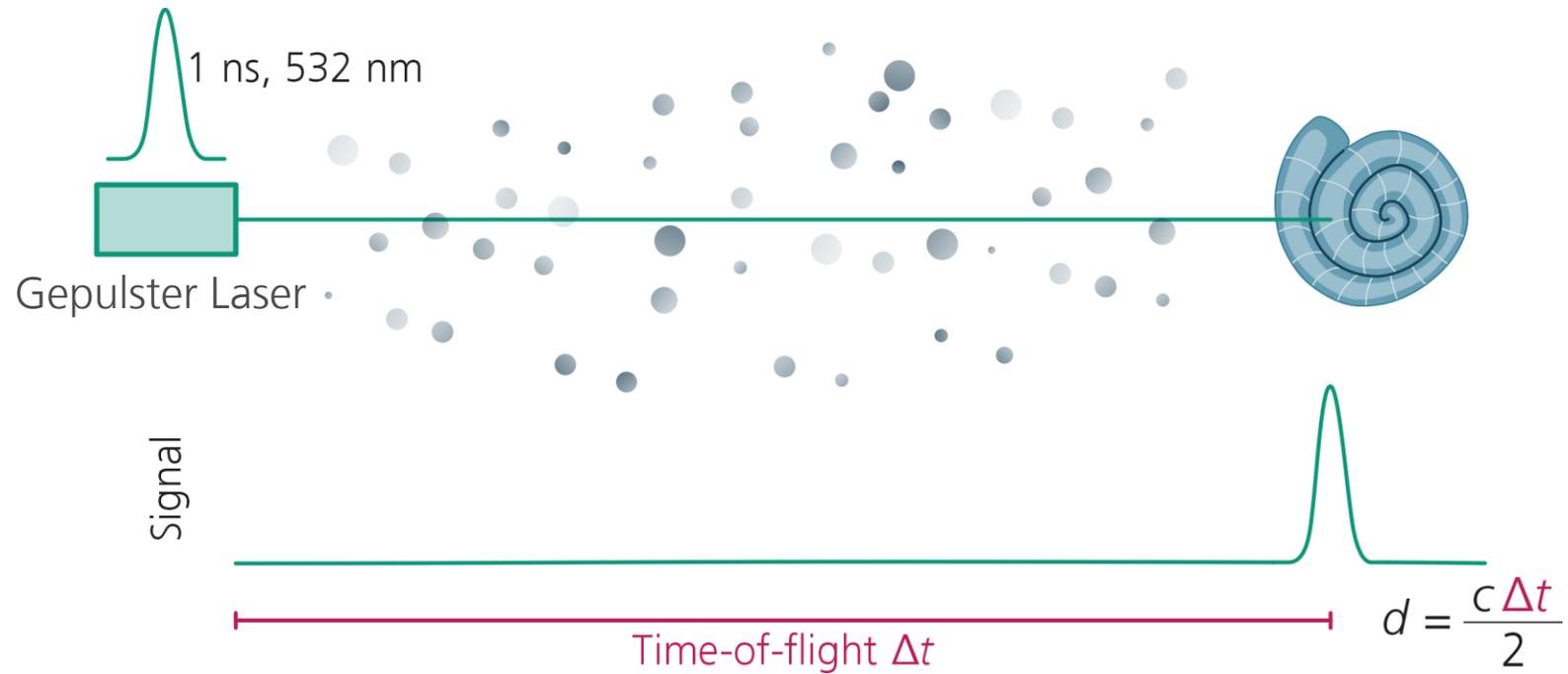
# Systemüberblick

## Gepulste «Time-of-Flight» Messungen



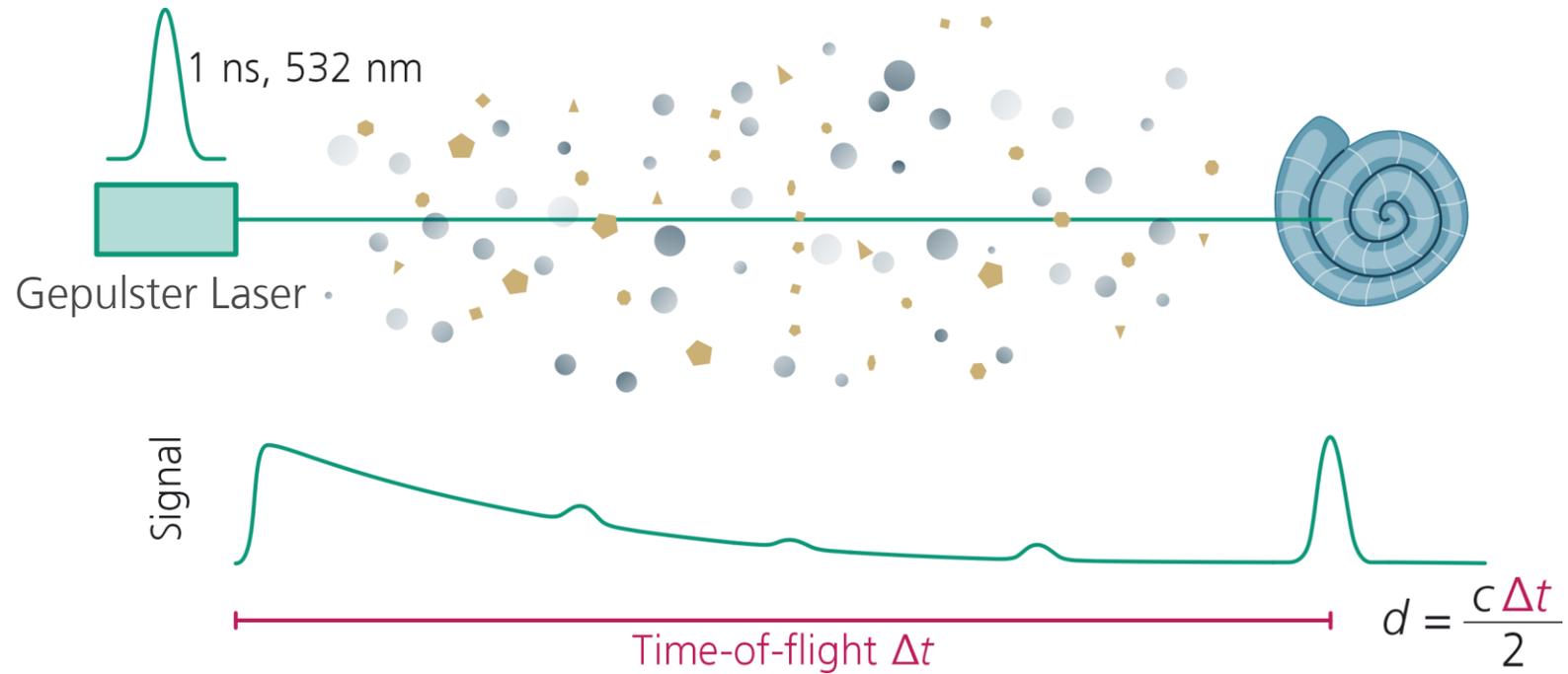
# Systemüberblick

## Gepulste «Time-of-Flight» Messungen



# Systemüberblick

## Gepulste «Time-of-Flight» Messungen

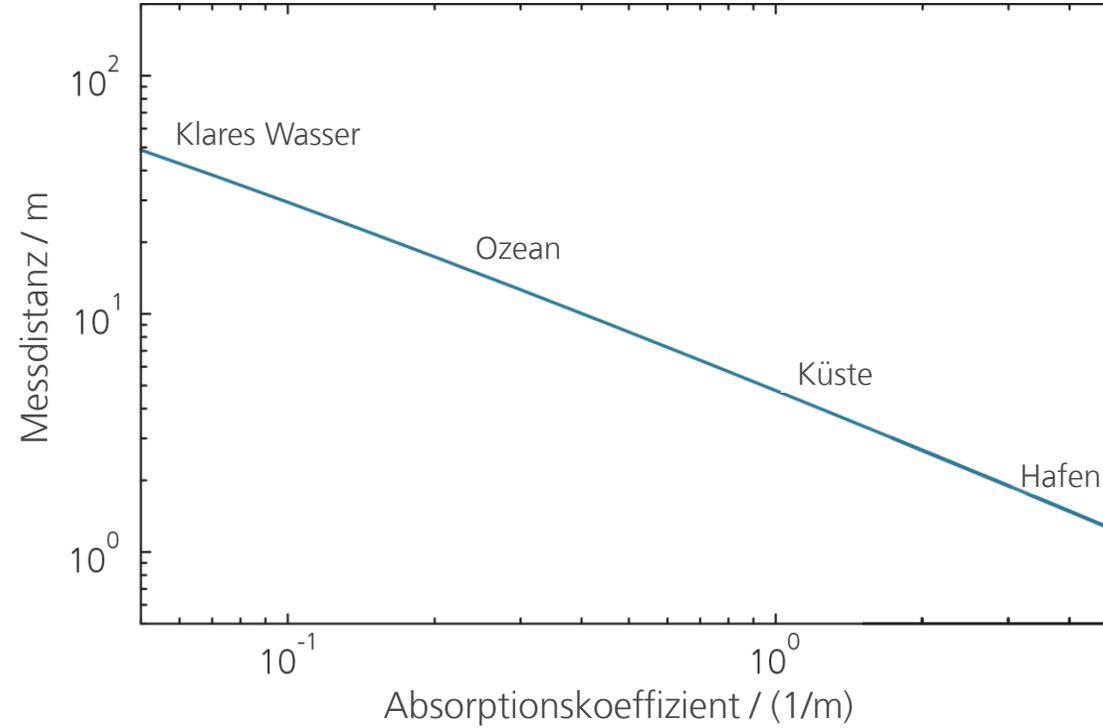


# Systemüberblick

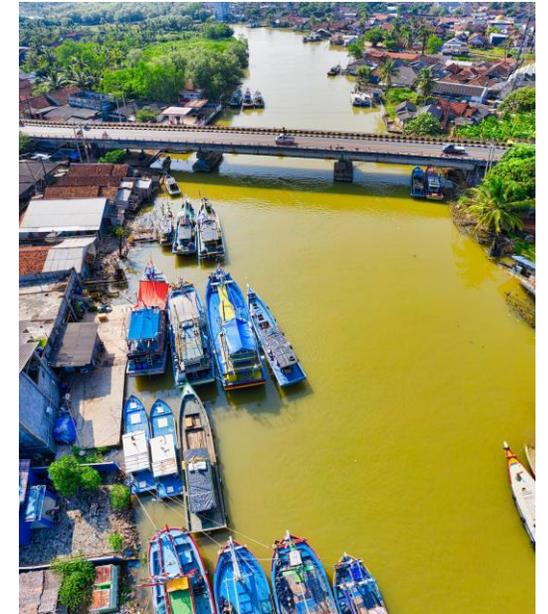
## Simulierte Messreichweite



© Asad Photo Maldives, Pexels



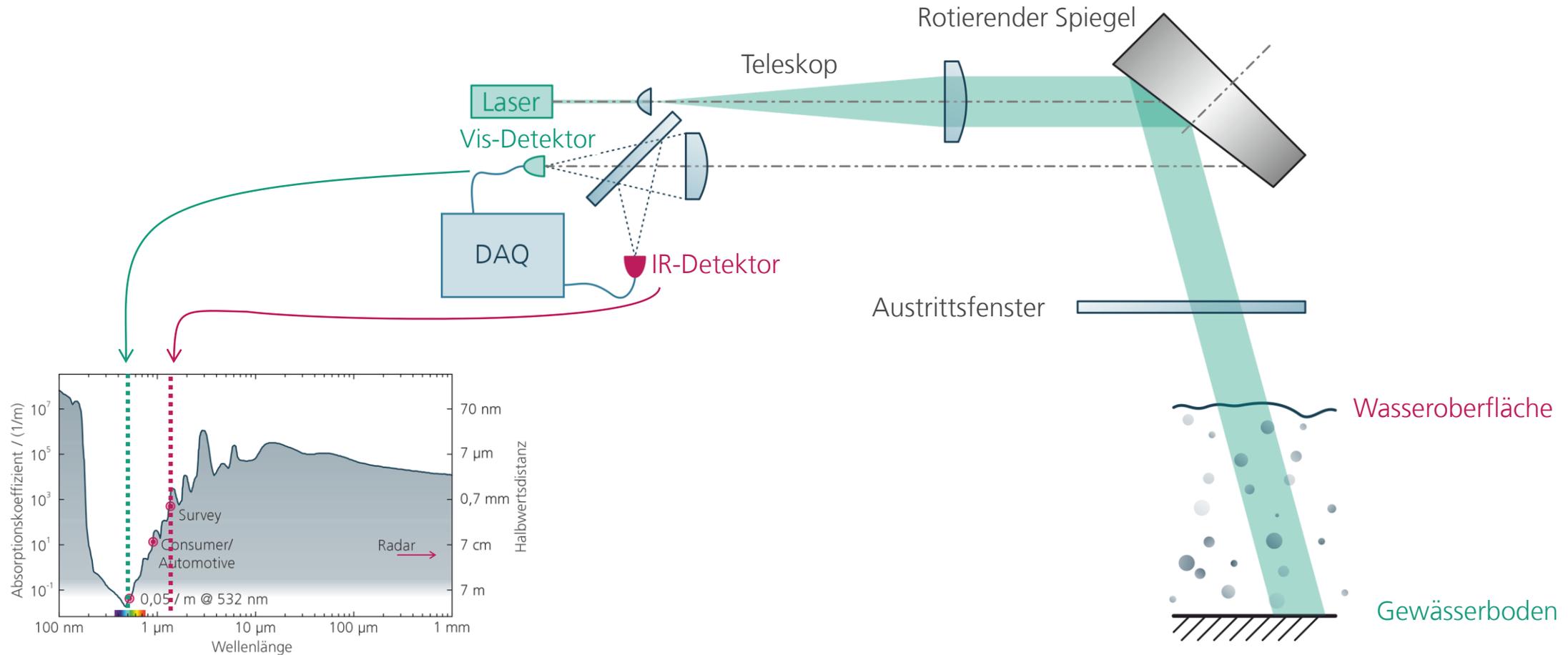
$$\frac{P_{\text{received}}}{P_{\text{emitted}}} = \rho \frac{D^2}{4d^2} \exp(-\mu 2d)$$



© Tom Fisk, Pexels

# Systemüberblick

## ABS – Airborne Bathymetric System



# Technische Spezifikationen

## ABS – Airborne Bathymetric System



1064 nm & 532 nm (IR + grünes Licht)



35 000 Punkte pro Sekunde



5 GPS Full-Waveform Datenaufzeichnung



30° Öffnungswinkel



3.5 kg

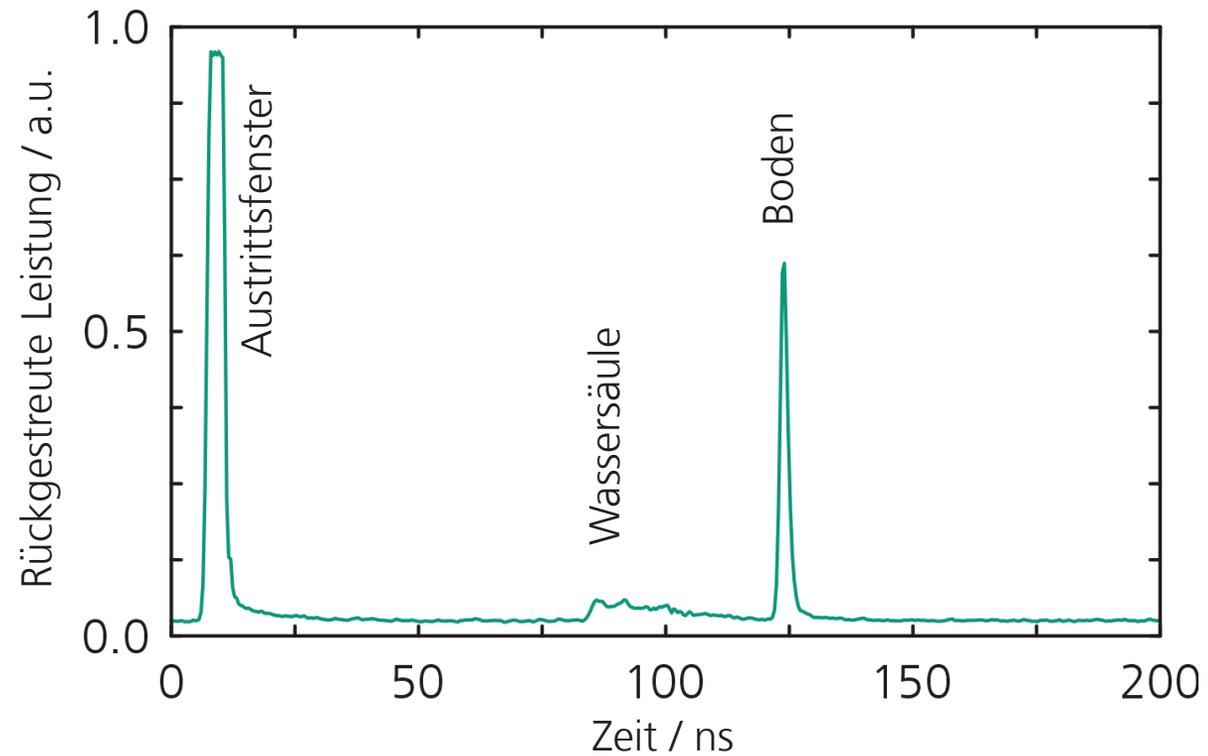


Klasse 2M



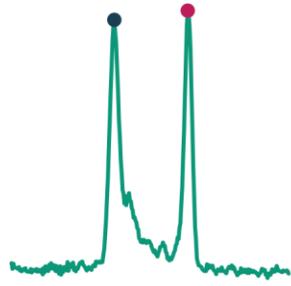
# Ergebnisse

## Typische bathymetrische Signalform

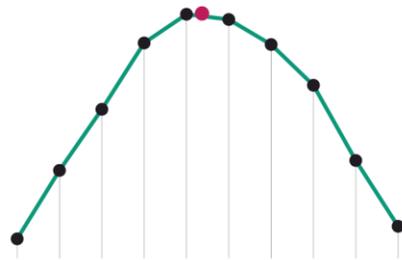


# Ergebnisse

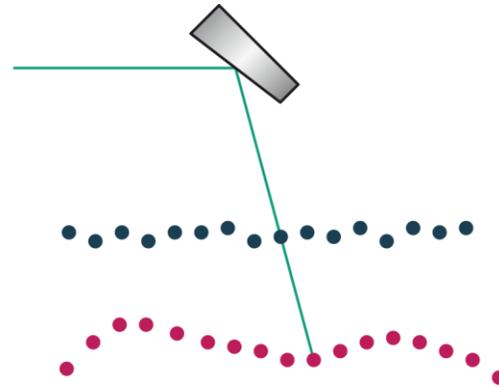
## Signalprozessierung



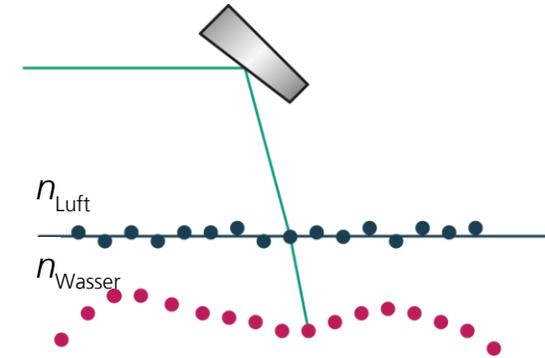
Peakdetektion



Interpolation



Raytracing



Brechungskorrektur

# Ergebnisse ABS

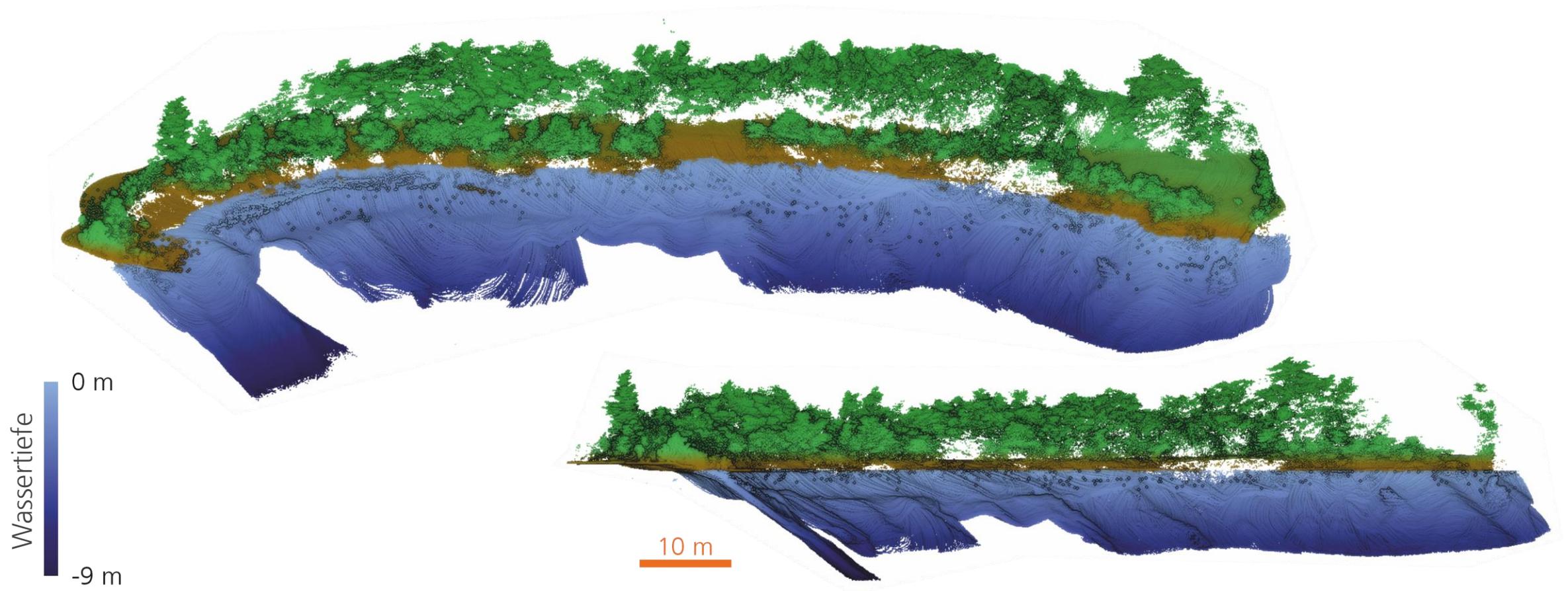
## „Kiesgrube Wyhl“

---



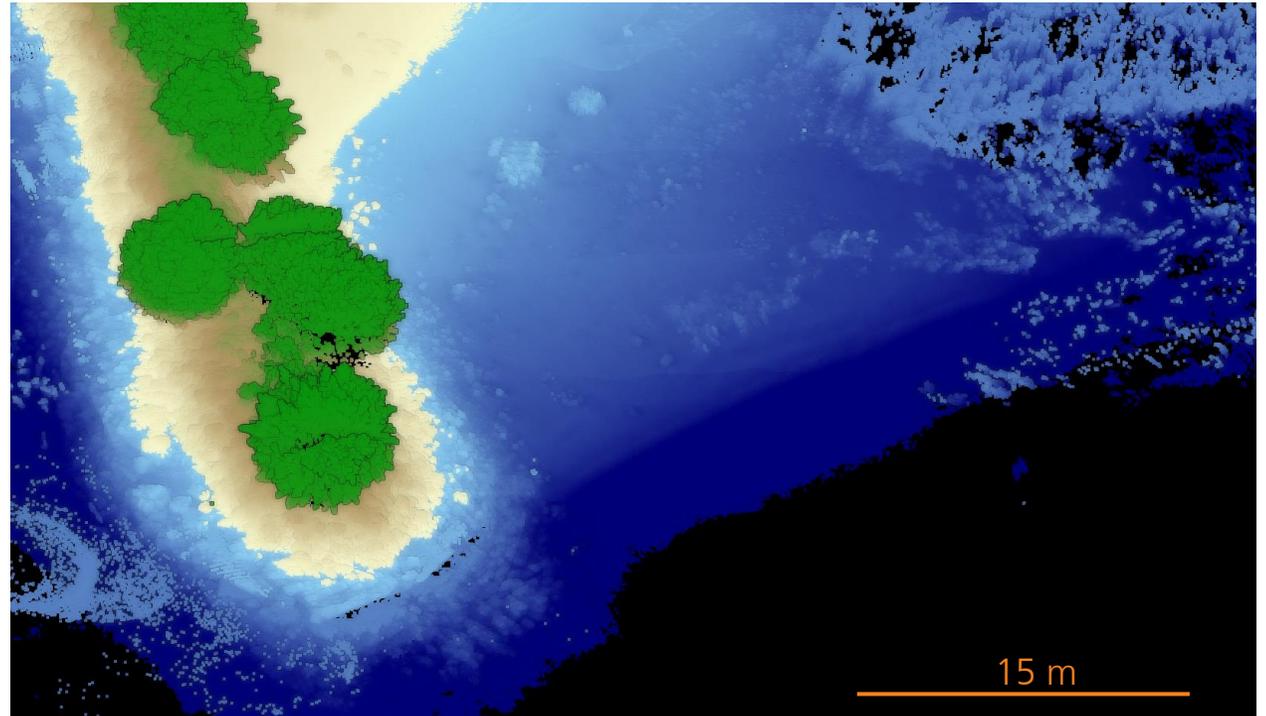
# Ergebnisse ABS

„Kiesgrube Wyhl“



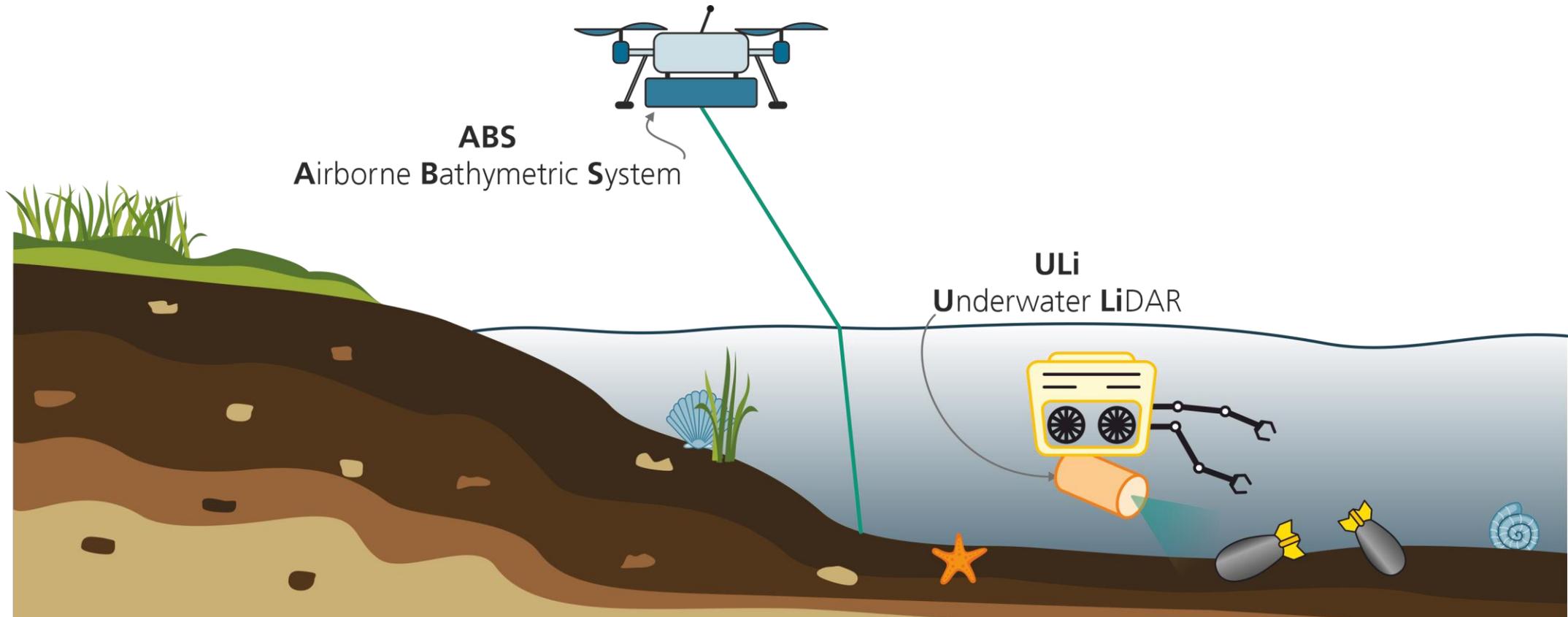
# Ergebnisse ABS

## Oppenheim Bühnenfelder



# Motivation

## Vision



# Technische Spezifikationen

## ULi – Unterwasser LiDAR



532 nm Wellenlänge (grünes Licht)



100 000 Punkte pro Sekunde



5 GPS Full-Waveform Datenaufzeichnung



44° radiales Blickfeld



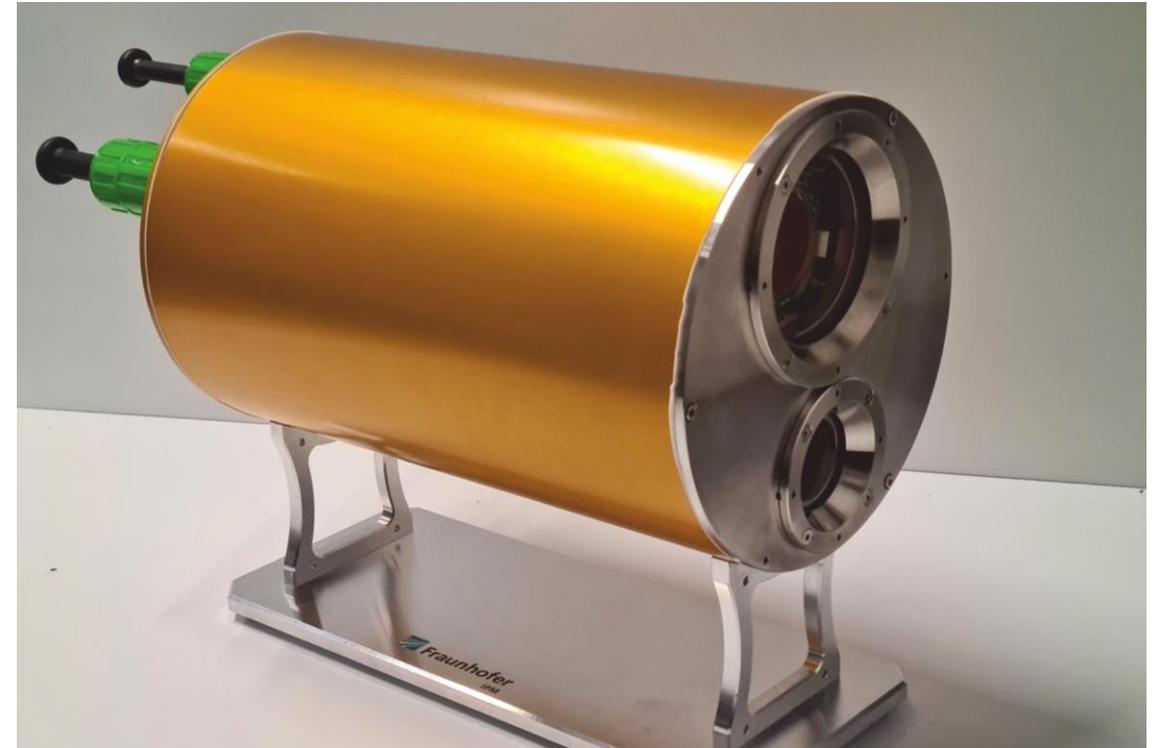
18.5 kg in Luft, 4.5 kg untergetaucht



222 mm Durchmesser,  
375 mm Länge

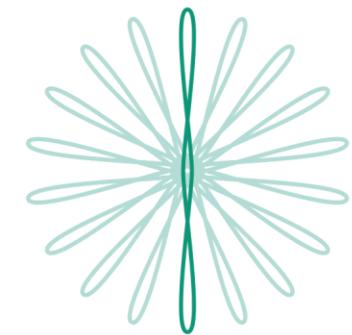
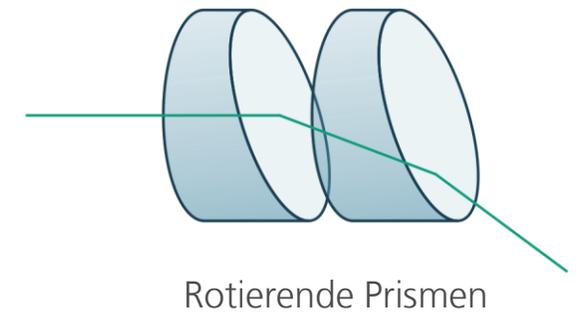
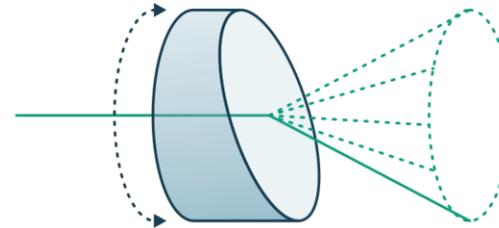
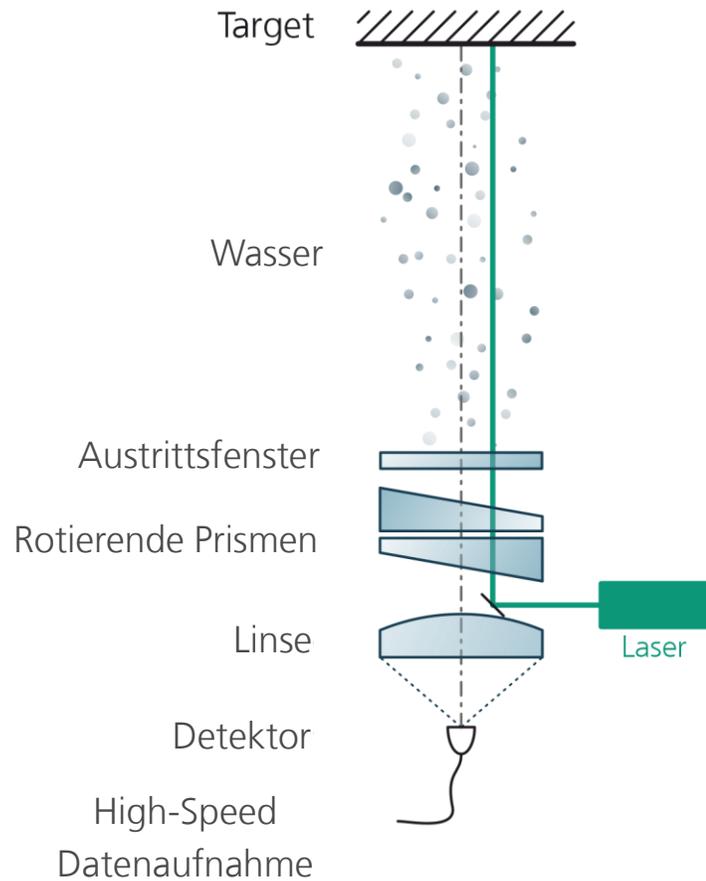


300 m druckresistent



# Systemüberblick

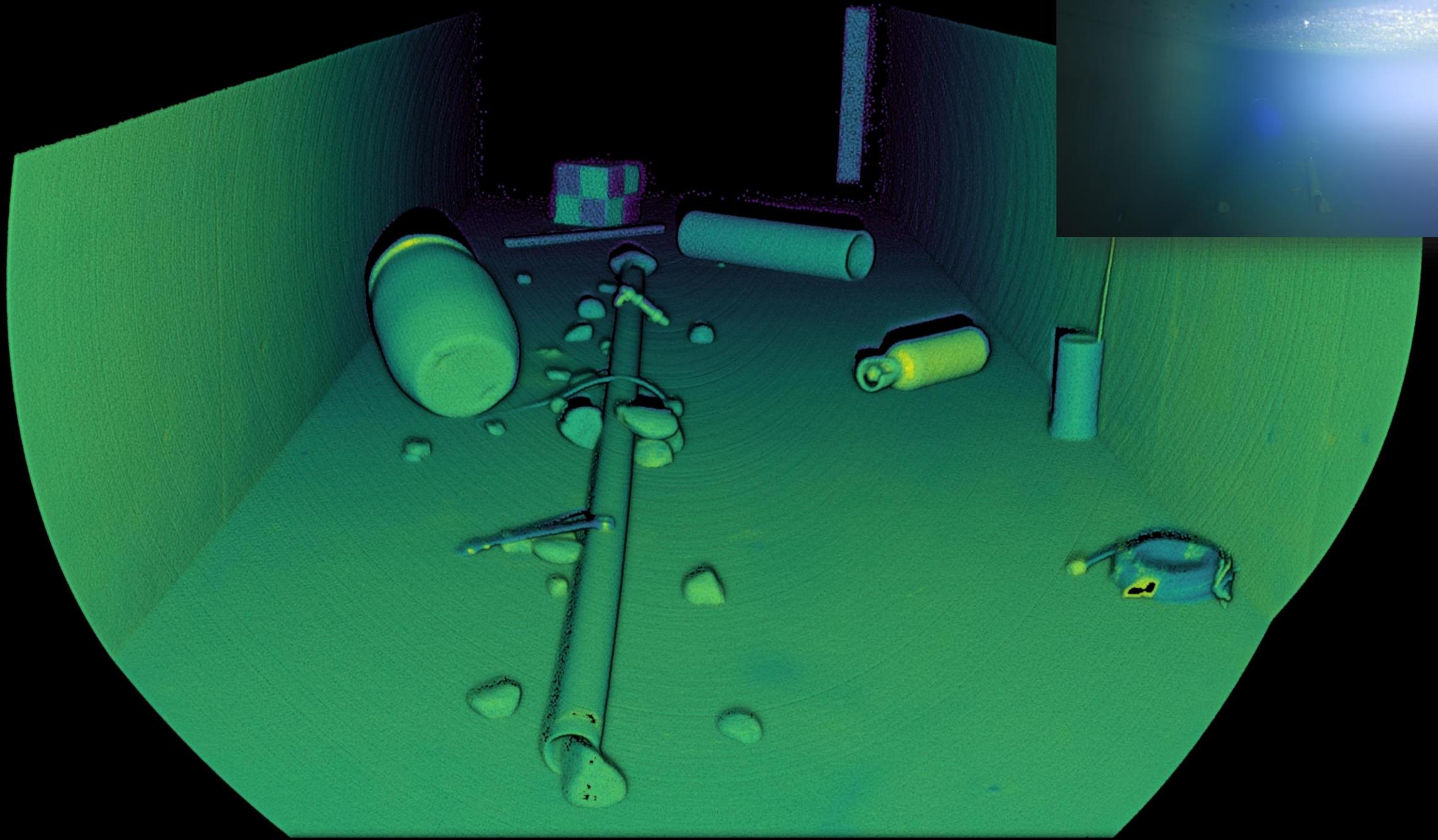
## ULi – Unterwasser-LiDAR



# Ergebnisse ULi

Unterwassermessstrecke @ Fraunhofer IPM





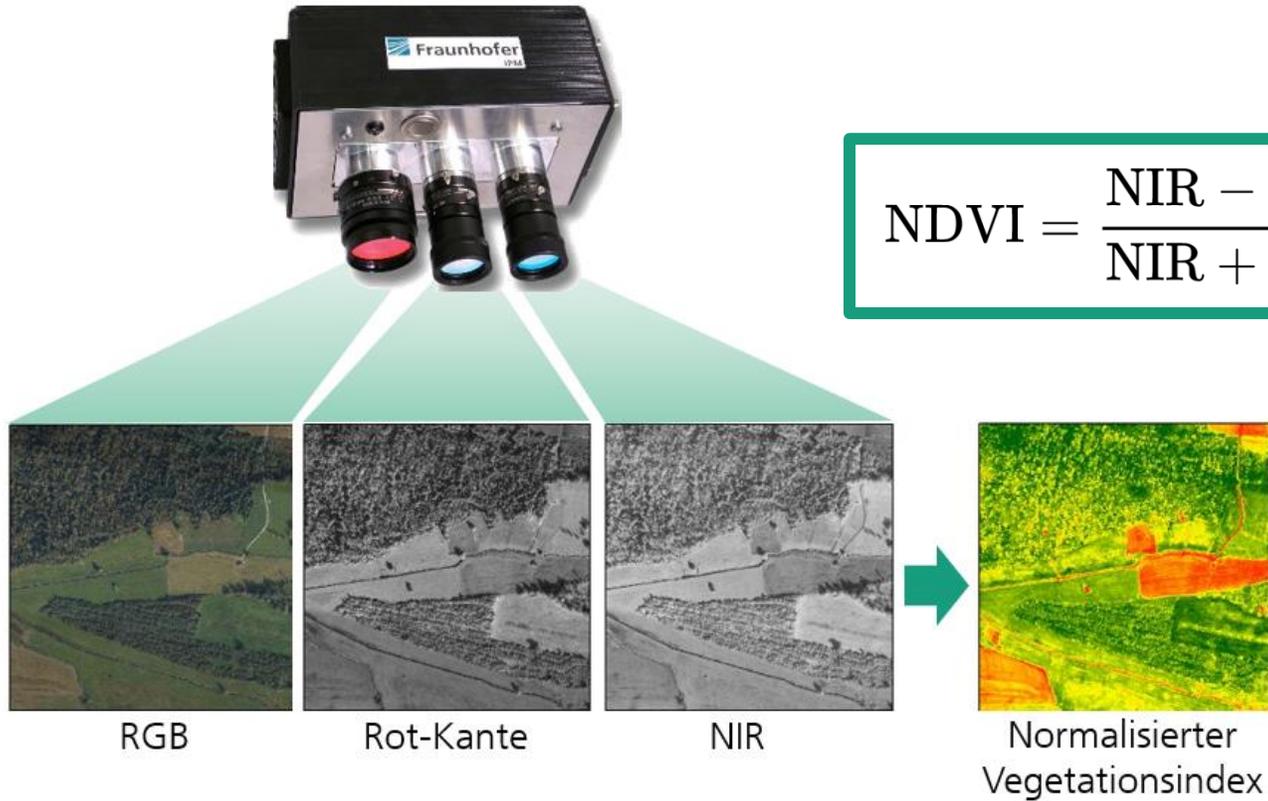
# Motivation

Umweltmonitoring «grüne» und «blaue Infrastruktur»

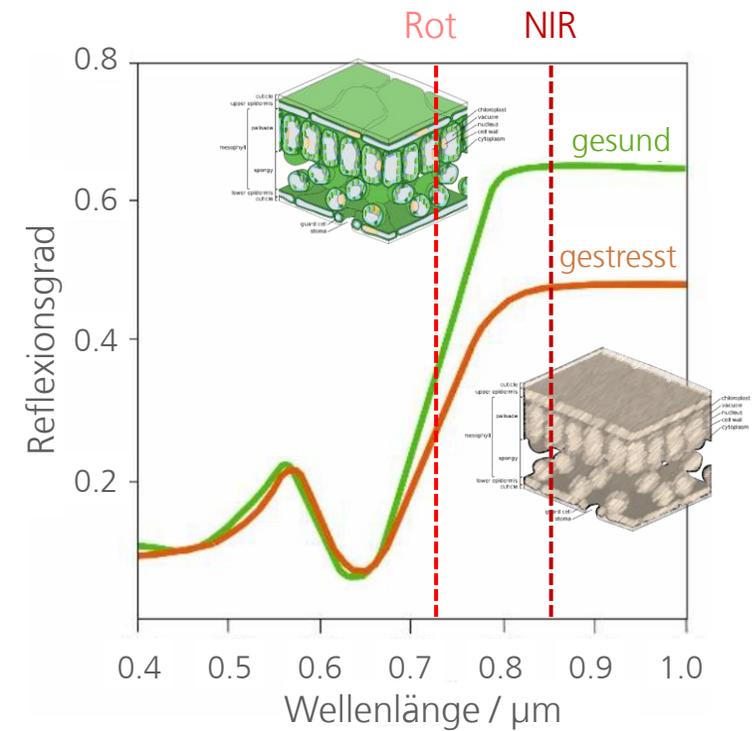


# Waldzustandserfassung

Der **N**ormalisierte **D**ifferenzierte **V**egetationsindex (NDVI)

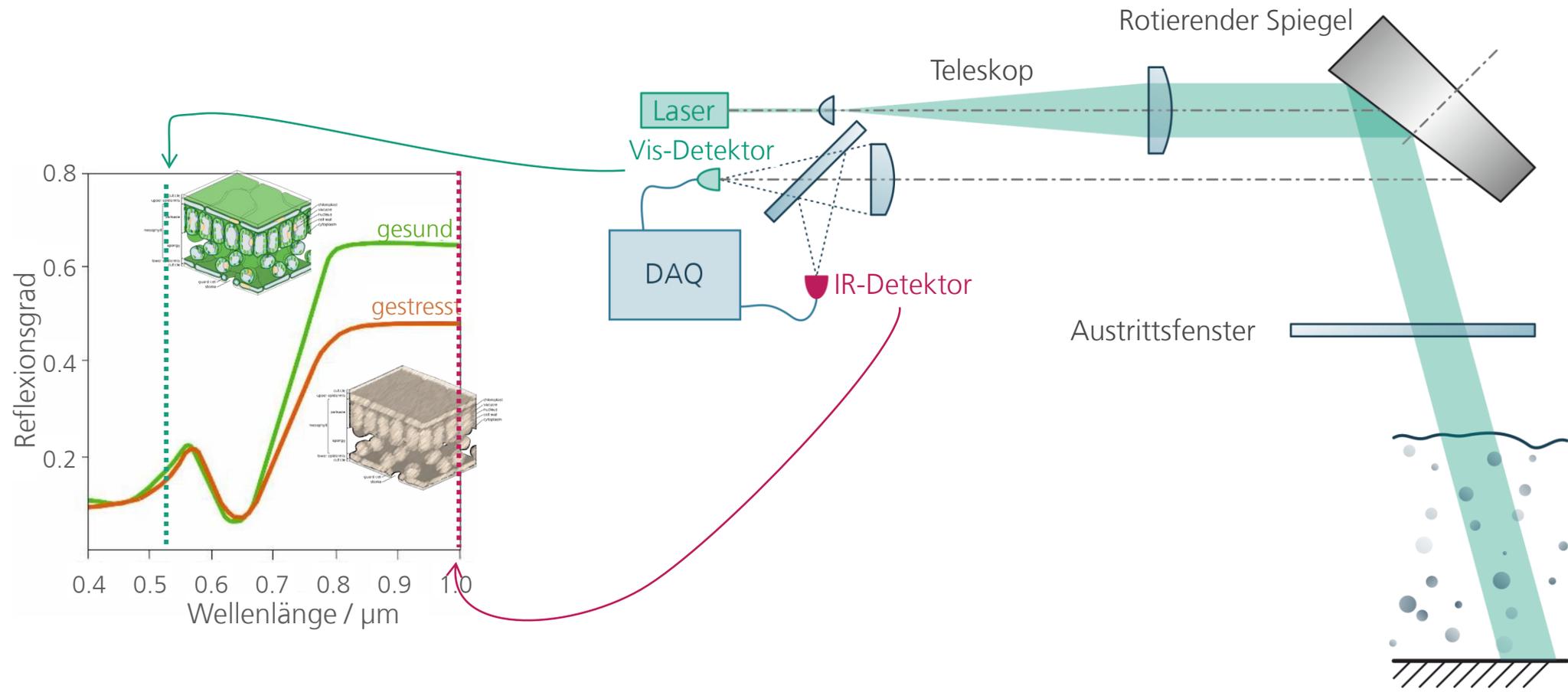


$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{Rot}}{\text{NIR} + \text{Rot}}$$



# Systemüberblick

## ABS – Airborne Bathymetric System



# Waldzustandserfassung

## Sensorfusion-Setup



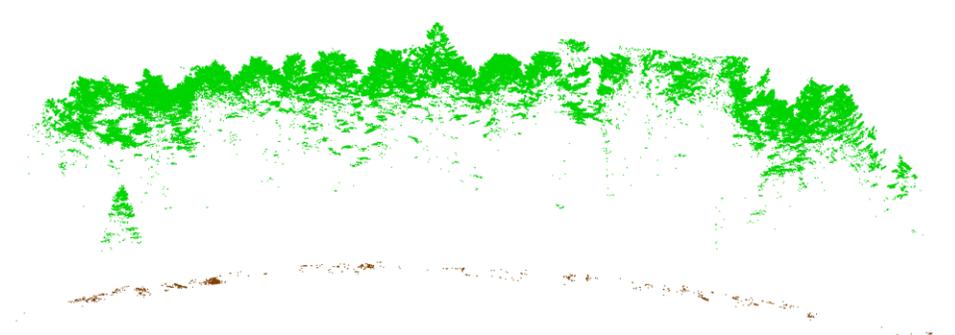
# Waldzustandserfassung

Punktwolke «Conventwald» (Freiburg im Breisgau)

532 nm Punktwolke

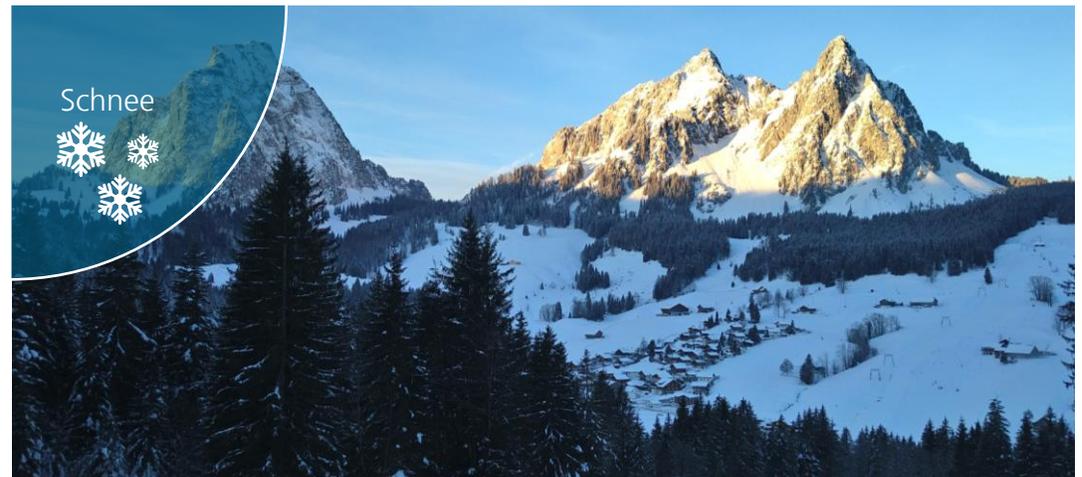


1064 nm Punktwolke



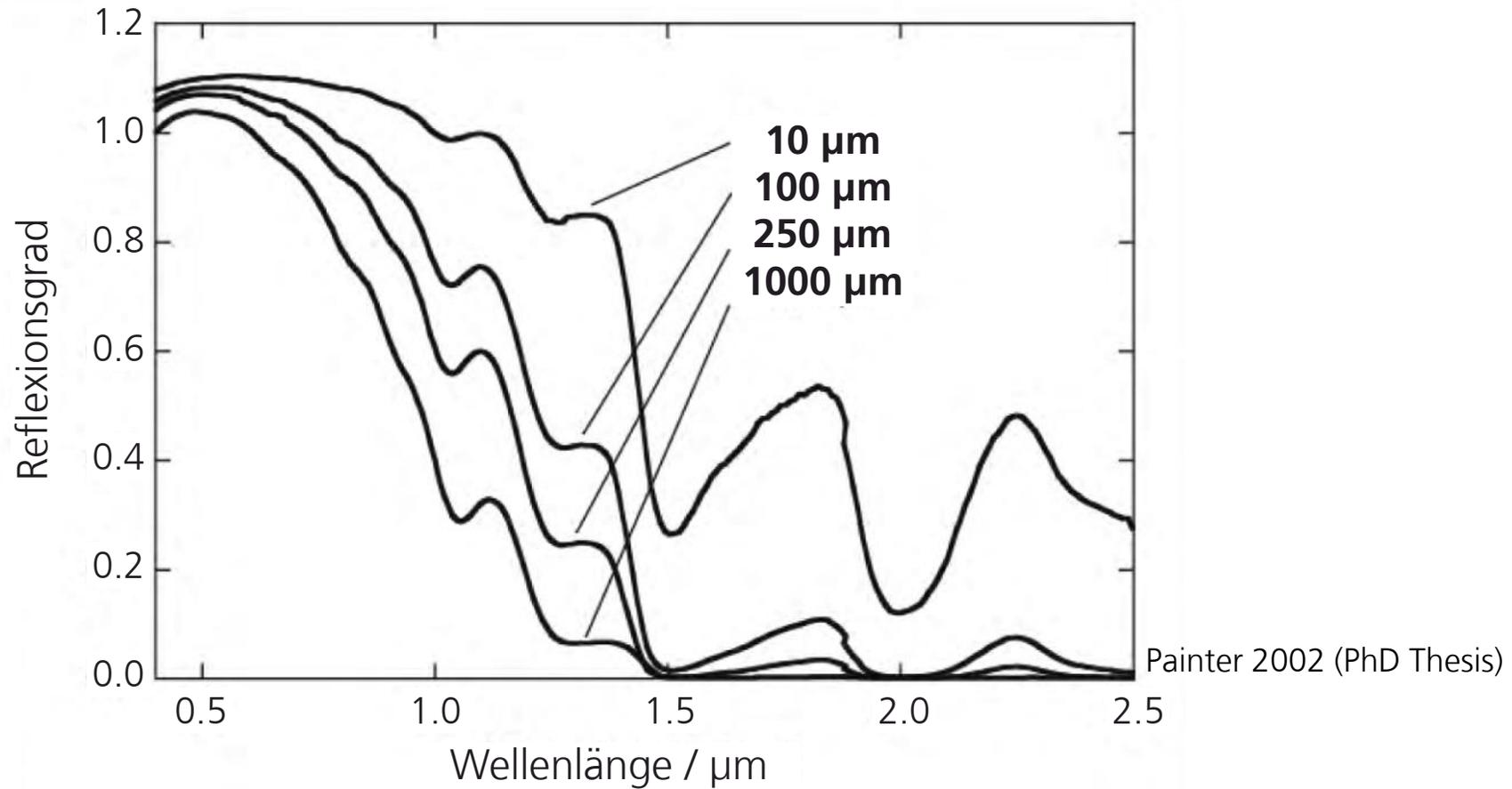
# Motivation

Umweltmonitoring «grüne» und «blaue Infrastruktur »



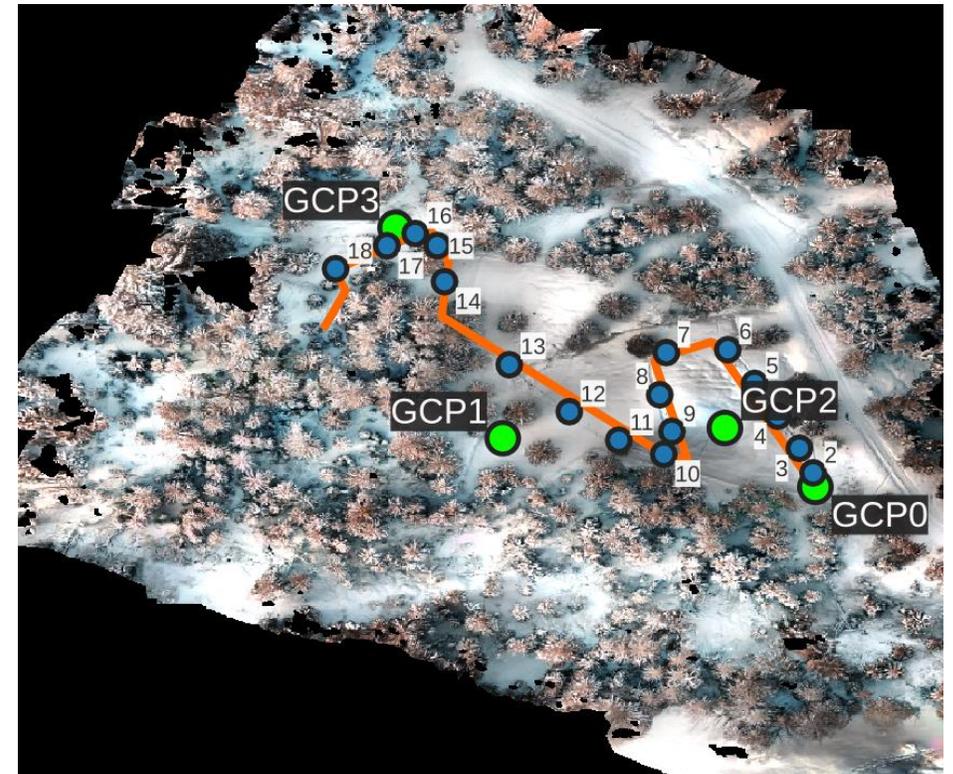
# Schneemonitoring

Abhängigkeit des Reflexionsgrads von der Kristallgröße



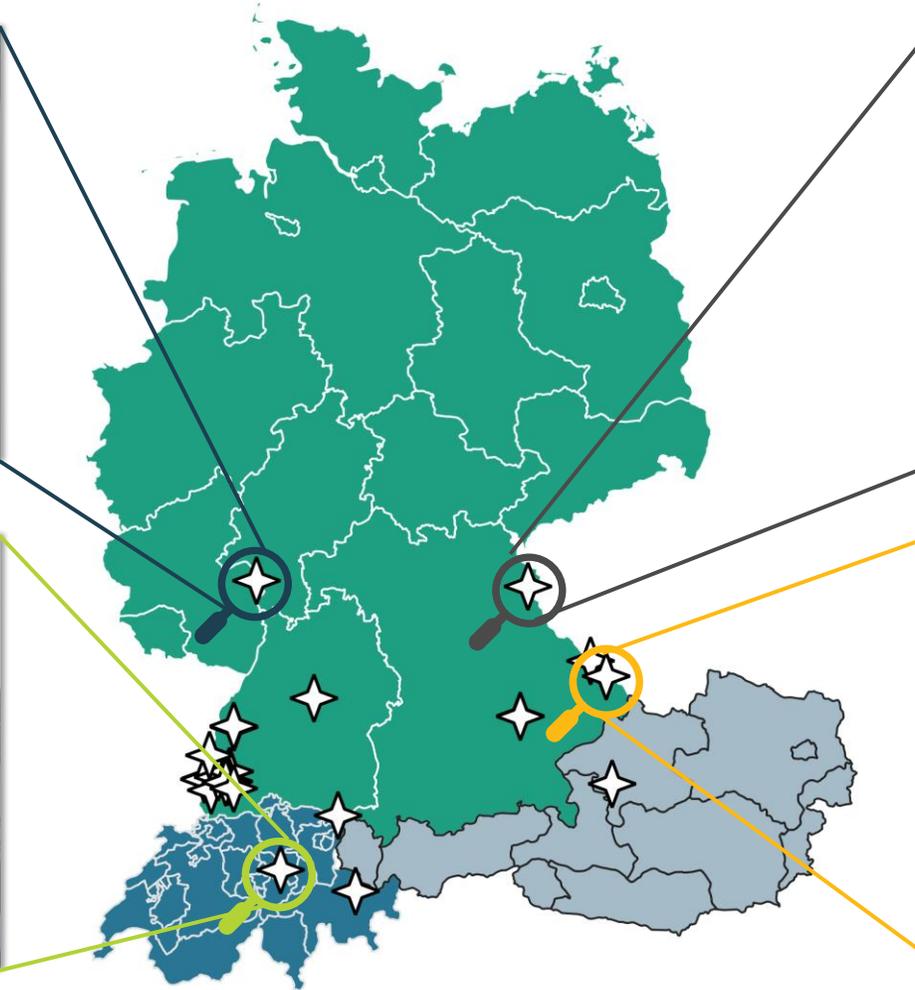
# Schneemonitoring

## Outdoormessungen



# Ergebnisse

## Systemerprobung in D/A/CH





## 3D-Datenerfassung made by Fraunhofer IPM

**Mobil, schnell, präzise – Mobile Messtechnik auf Schienen, Straßen, Unterwasser und in der Luft**

# Contact

---

Fraunhofer IPM  
Georges-Köhler-Allee 301  
79110 Freiburg  
[www.ipm.fraunhofer.de](http://www.ipm.fraunhofer.de) | [LinkedIn](#) | [Twitter](#) | [YouTube](#)

**Prof. Dr. Alexander Reiterer**  
**Head of Department Object and Shape Detection**  
**Tel. +49 761 8857-183**  
**[alexander.reiterer@ipm.fraunhofer.de](mailto:alexander.reiterer@ipm.fraunhofer.de)**

**M.Sc. Lars Rathmann**  
**Wissenschaftlicher Mitarbeiter (Doktorand)**  
**Tel. +49 761 203-54207**  
**[lars.rathmann@ipm.fraunhofer.de](mailto:lars.rathmann@ipm.fraunhofer.de)**