

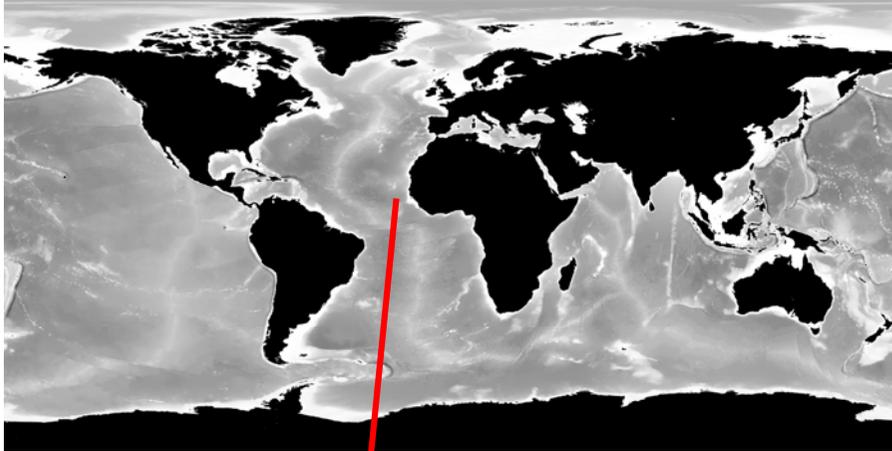
# Kameramodelle zur Unterwasser-Objektvermessung

Anne Jordt<sup>1,2</sup>  
Reinhard Koch<sup>1</sup>

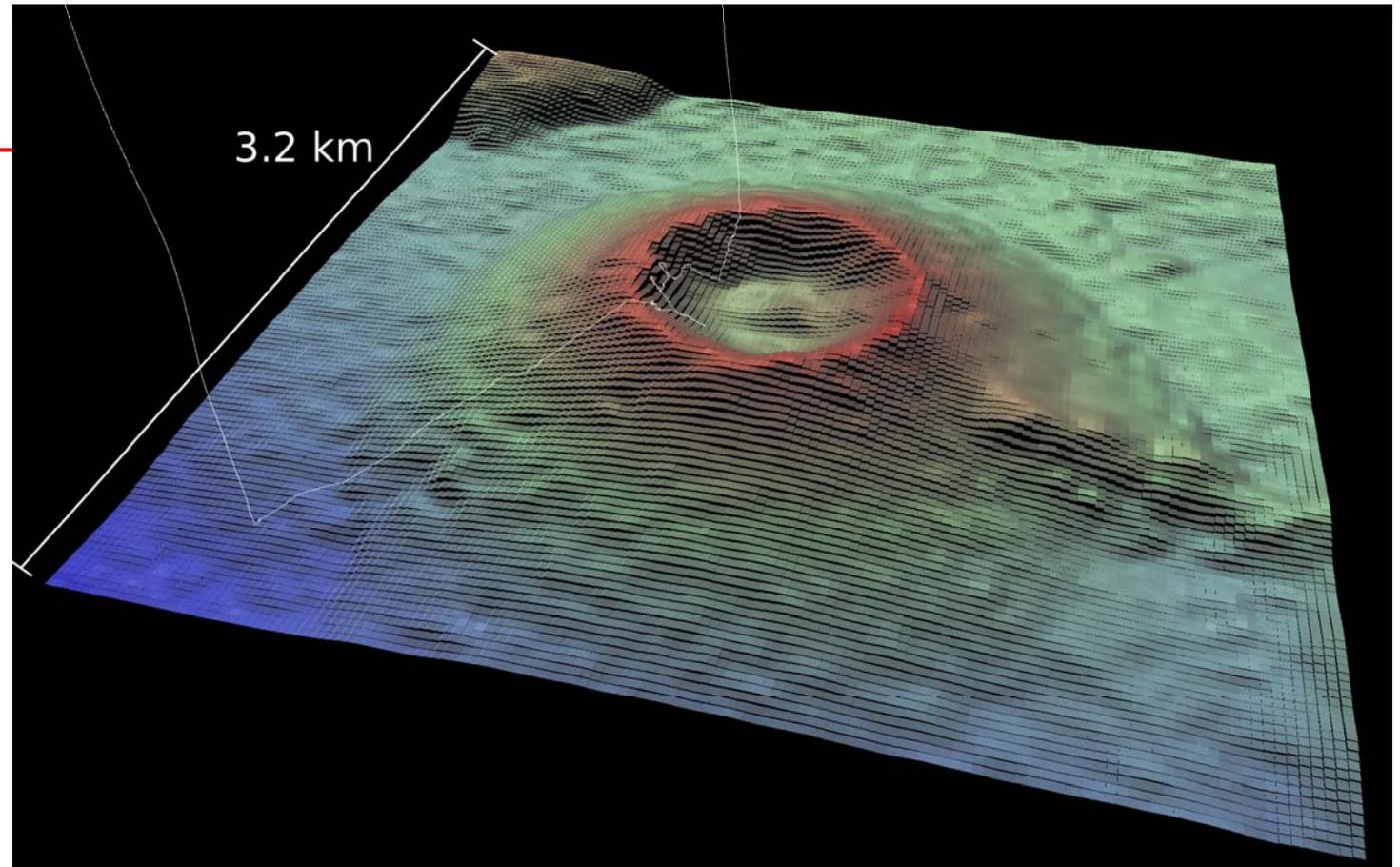
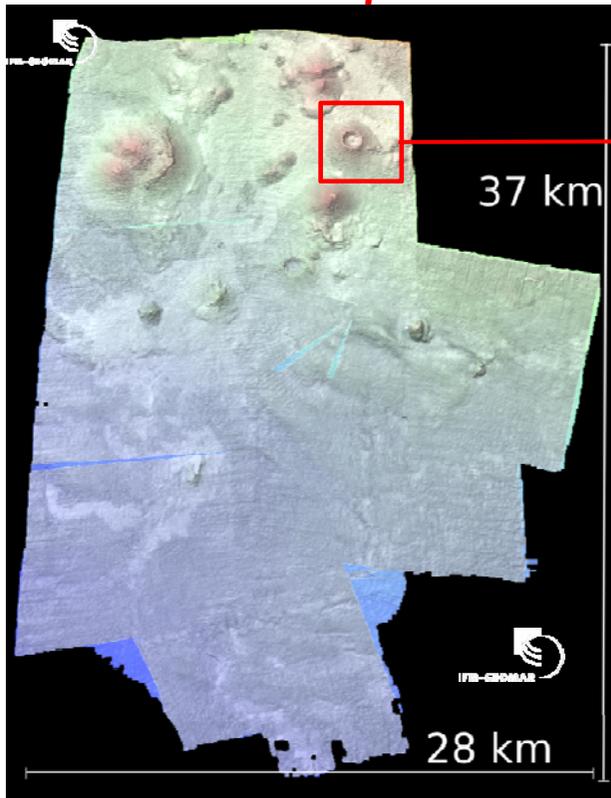
<sup>1</sup>: Institut für Informatik  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

<sup>2</sup>: Exzellenzcluster Future Ocean,  
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung

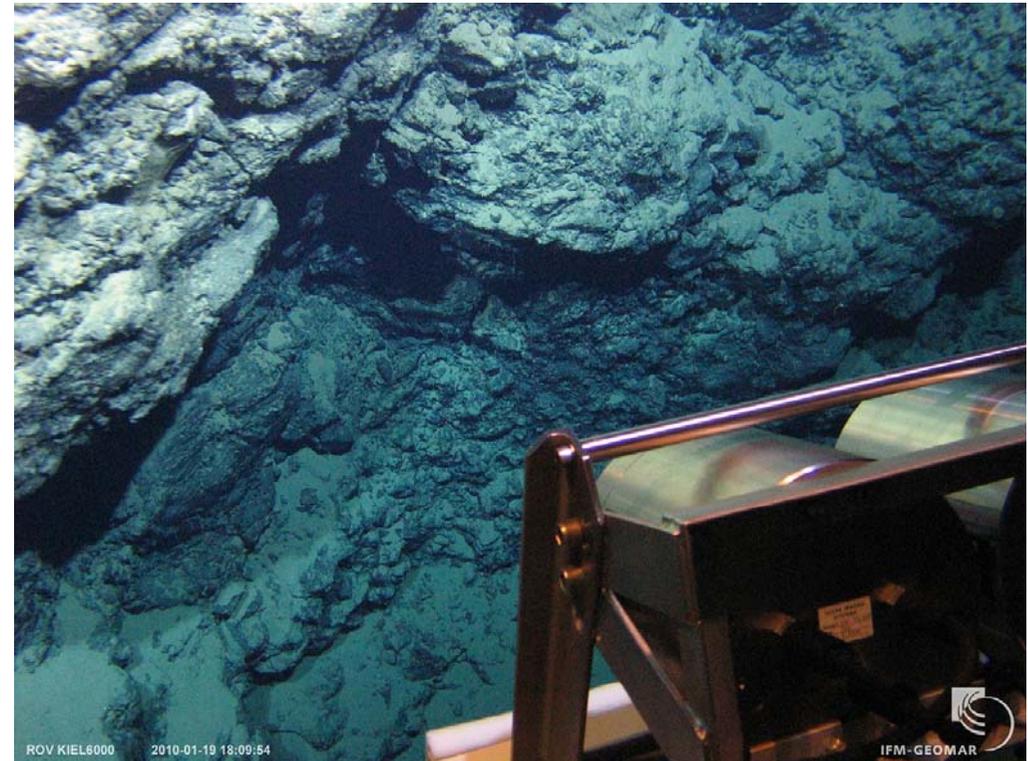


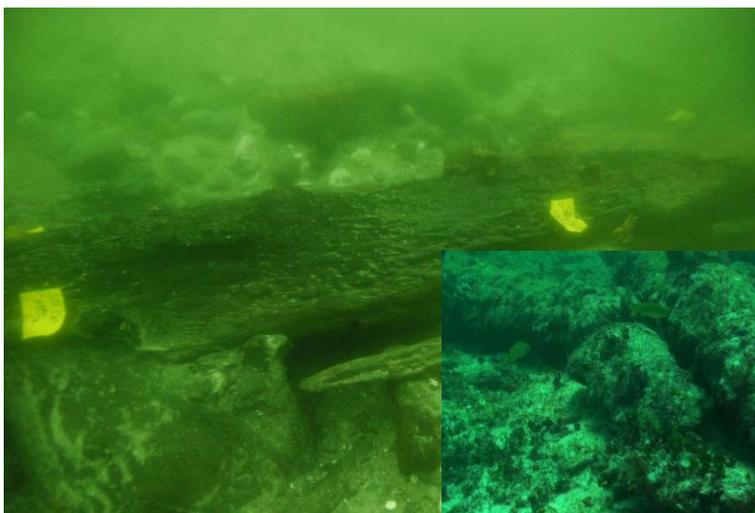
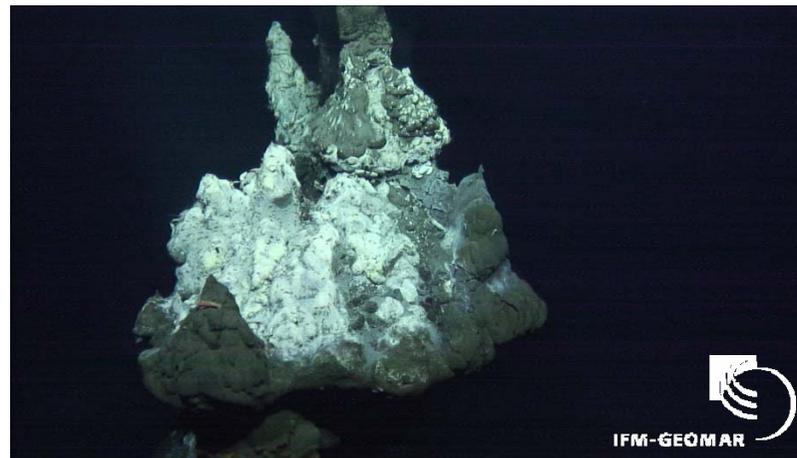


**Aufnahme des Meeresbodens**  
**Problem: alles unter Wasser!**  
**Sonar: grobe Auflösung**

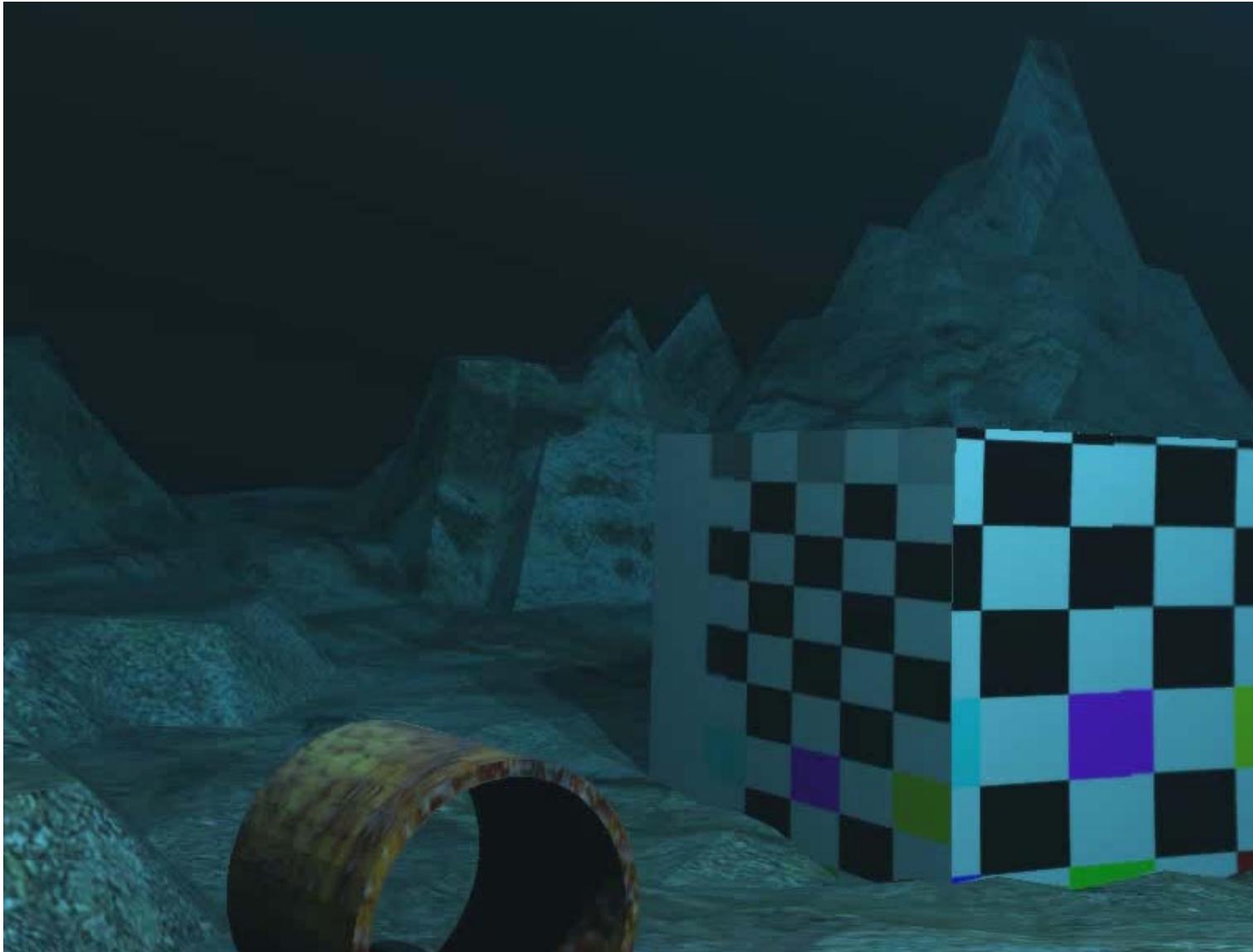


- **R**emotely **O**perated **V**ehicle (unbemanntes Tauchboot)
- Probensammlung
- Kameras zur Navigation und Dokumentation
- Hochauflösende Videos vom Ozeanboden

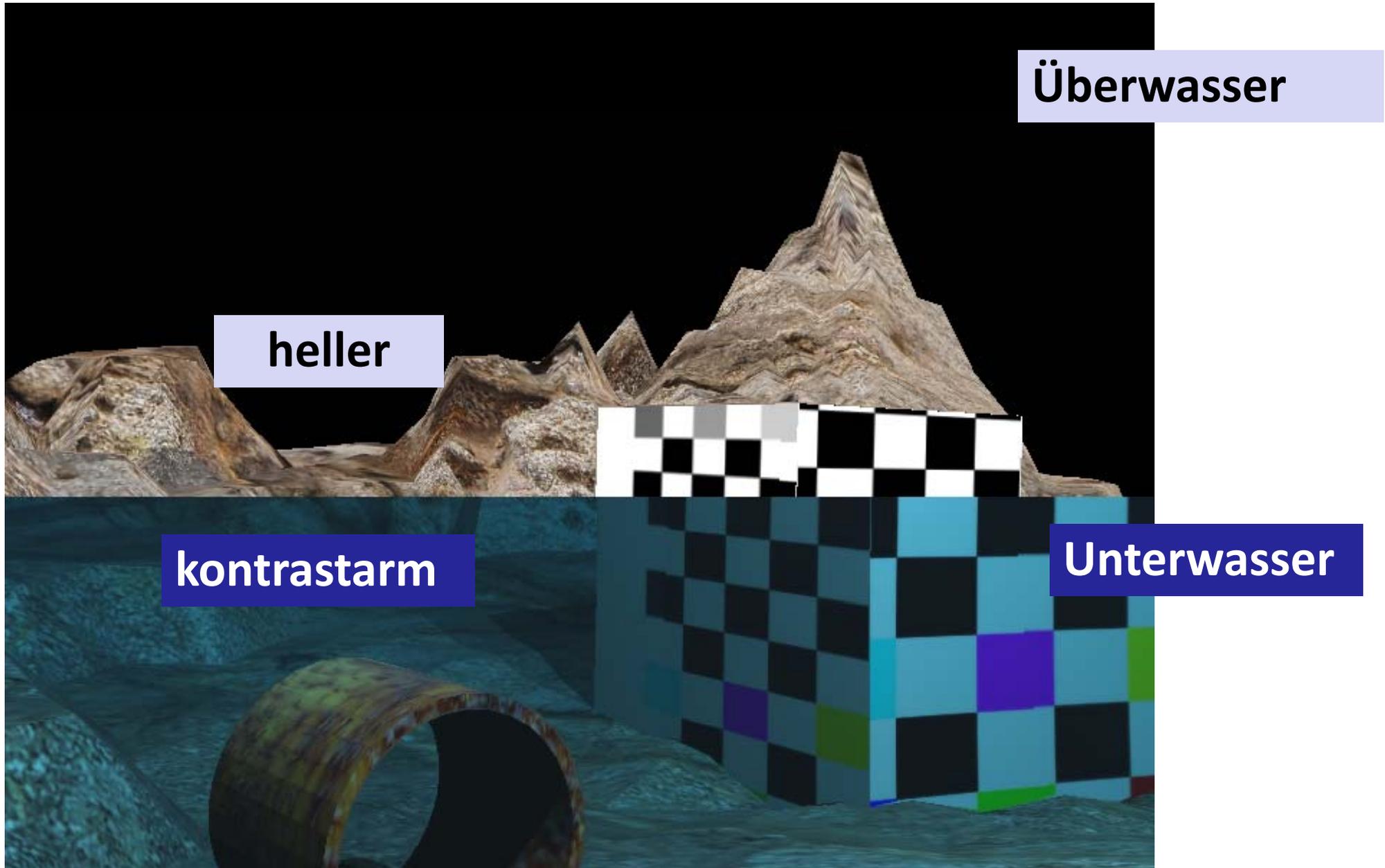




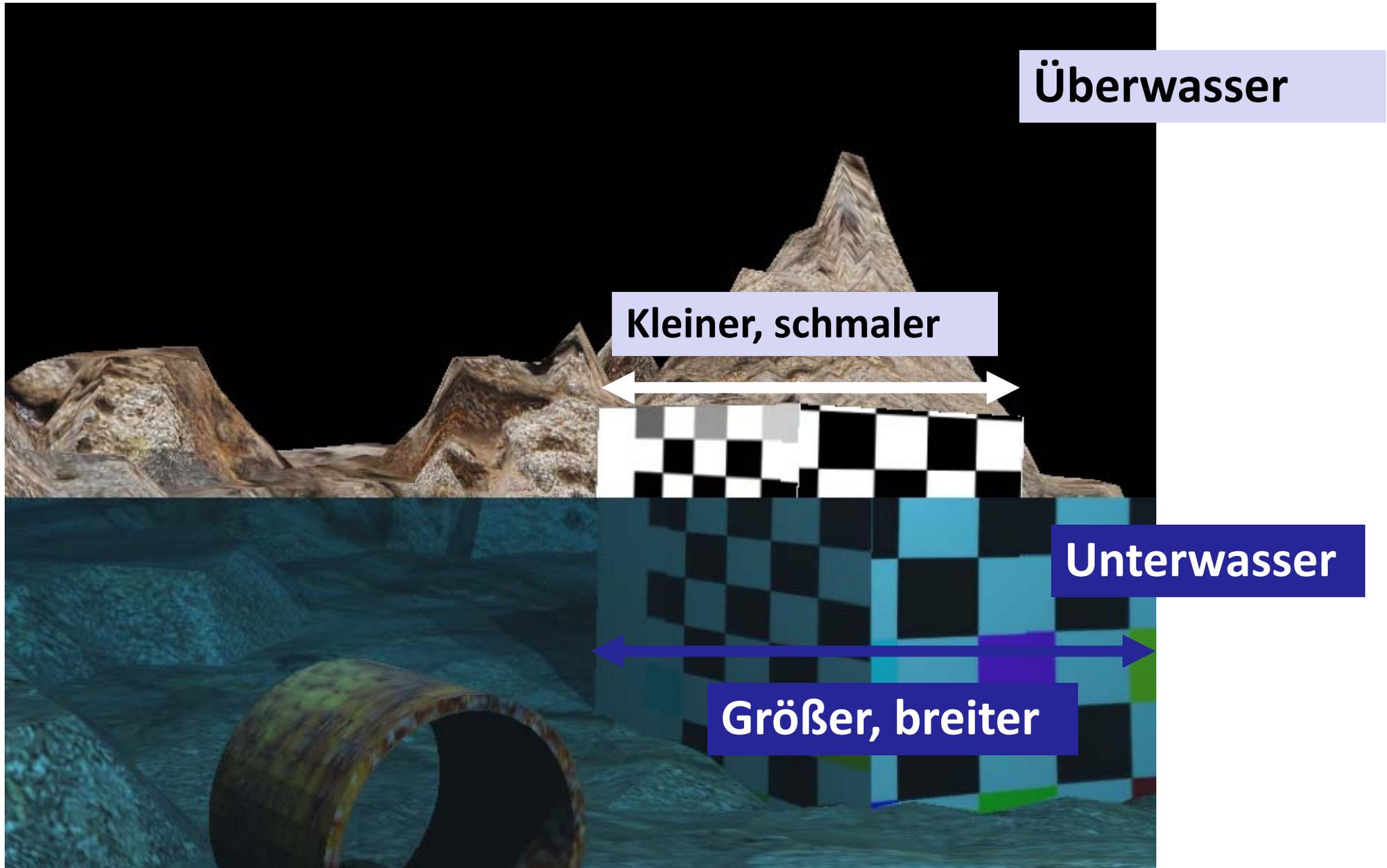
**Das alles liegt am Meeresgrund!**



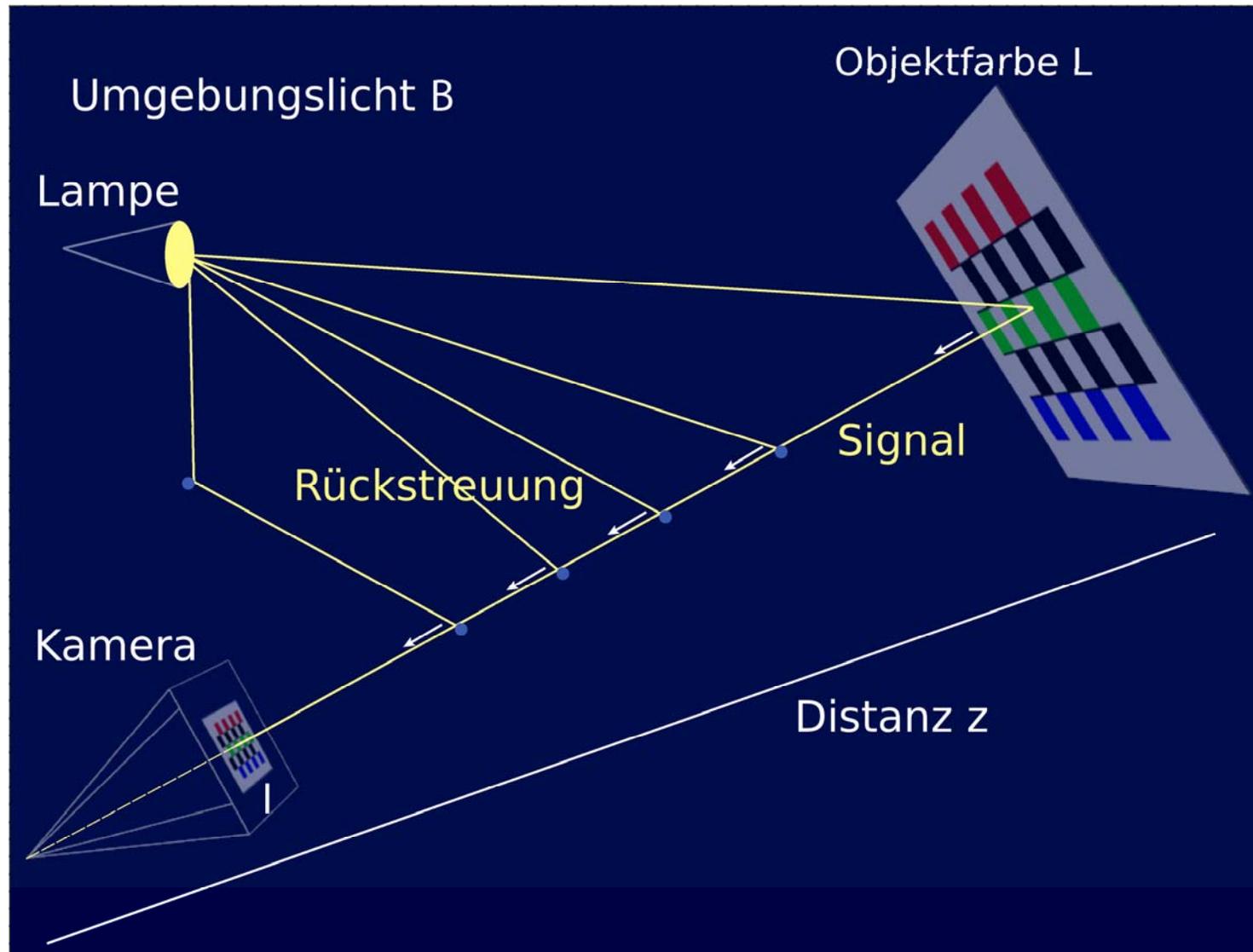
**Problem: Man sieht schlecht!**  
**Idee: dem Ozean das Wasser ablassen!**



**Unter Wasser erscheint alles blauer (grüner) und kontrastarm**

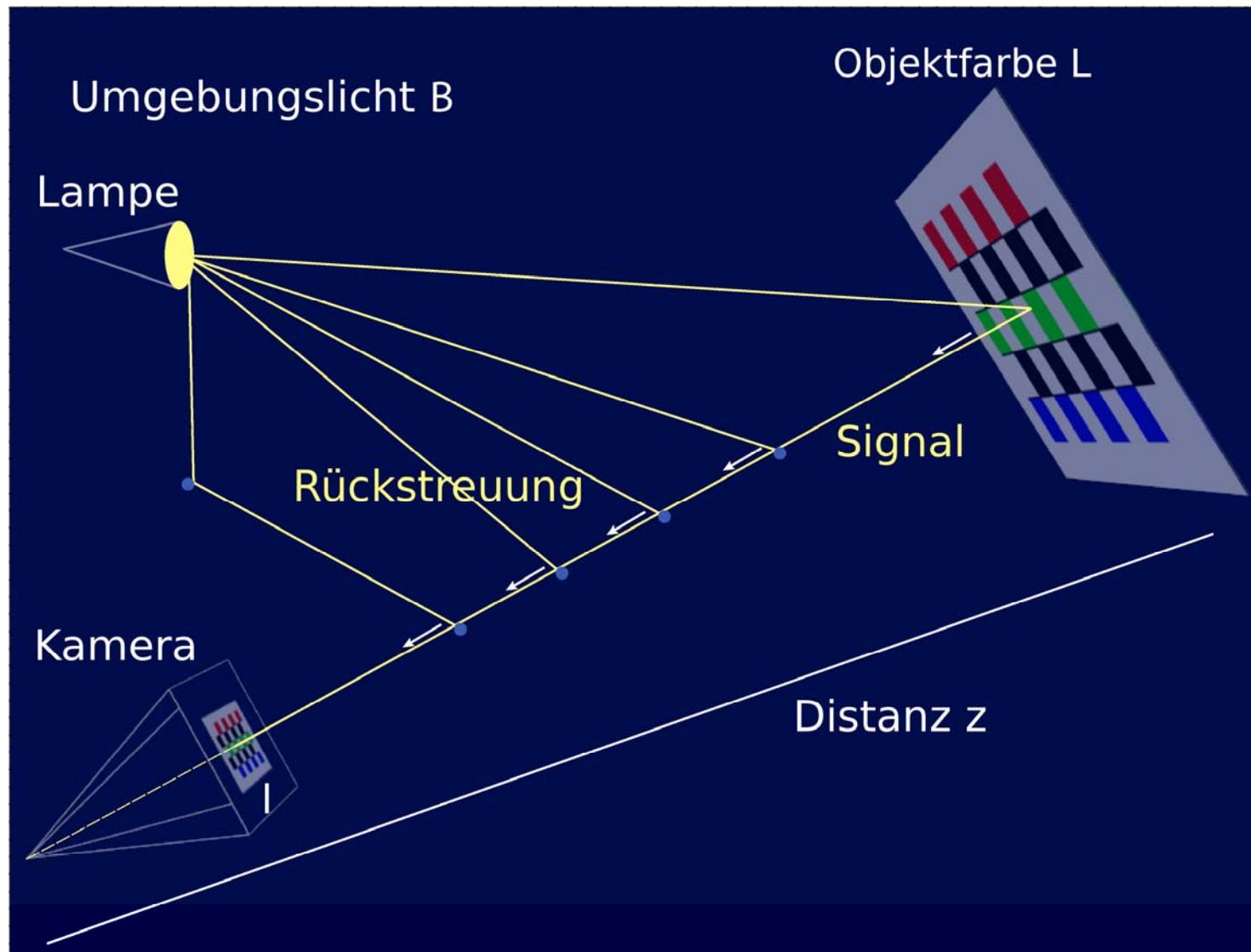


**Unter Wasser (mit Taucherbrille) erscheint alles größer**



$$I = \underbrace{L e^{-z\eta\lambda}}_{\text{Signal}} + \underbrace{B_\lambda (1 - e^{-z\eta\lambda})}_{\text{Rückstreuung}}$$

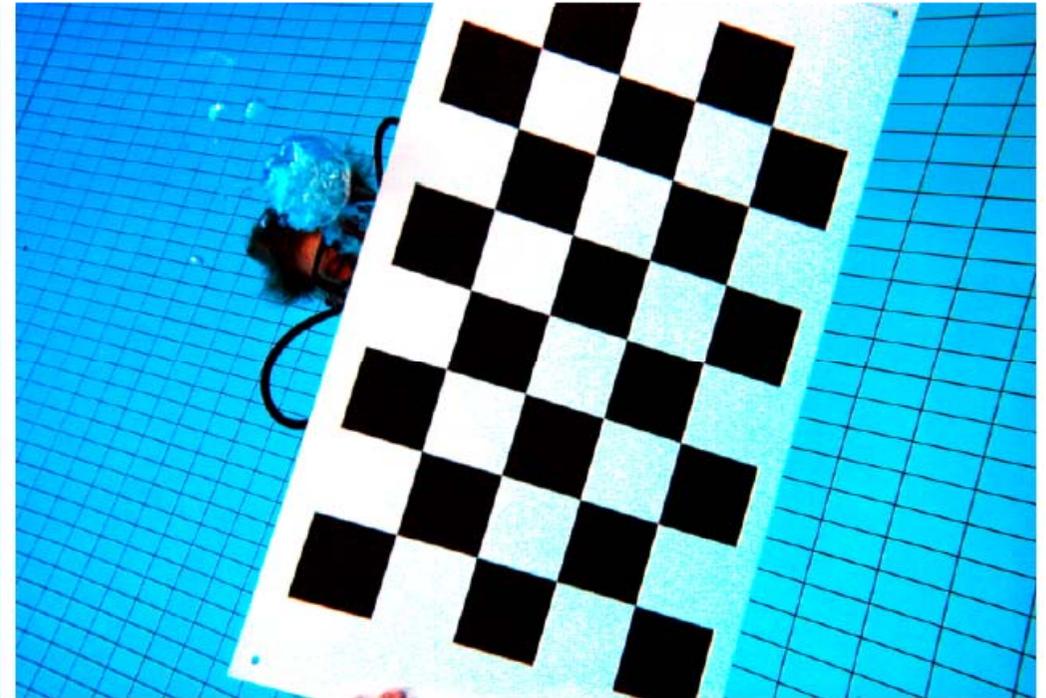
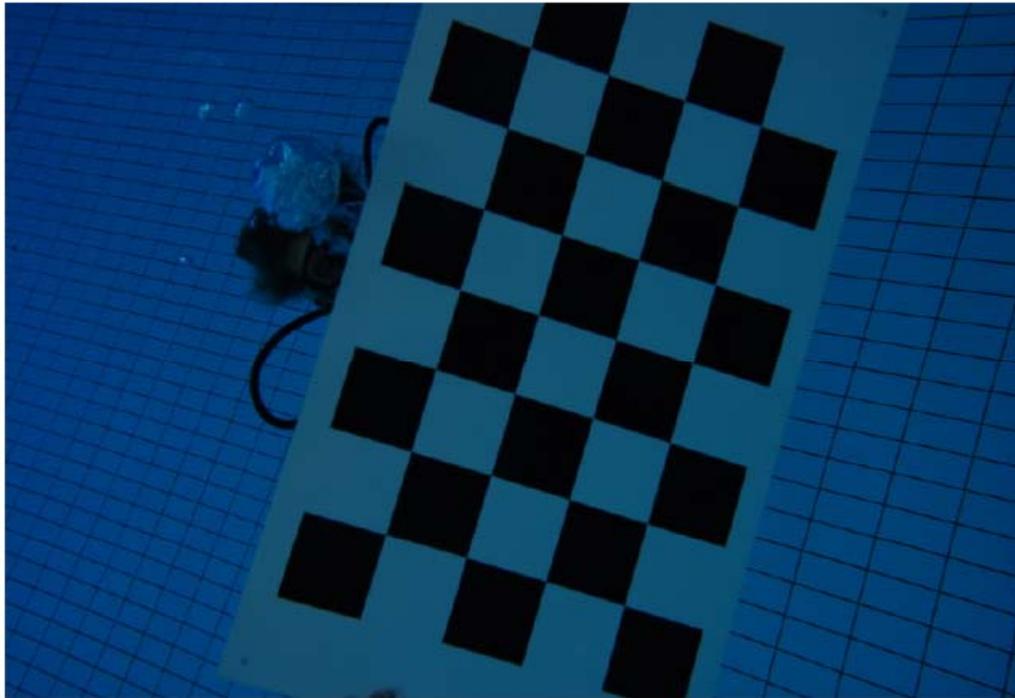
## Warum ist das Wasser im Schwimmbecken blau (oder grün) ?



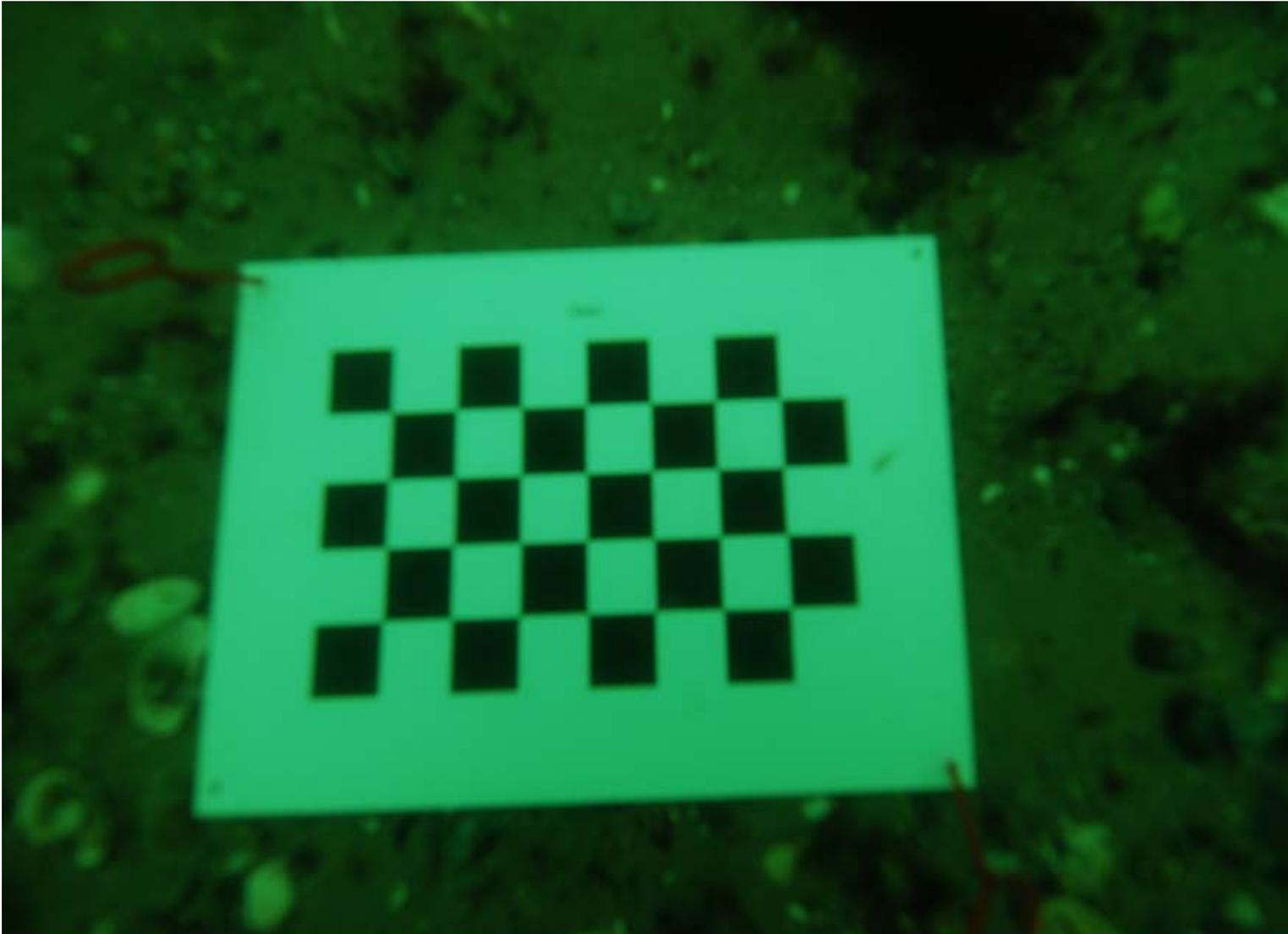
Weil andere Farben (z.B. rot ) gedämpft werden

```
eta_blue = 0.4   B_inf_blue = 0.3  
z in mm 232.146
```

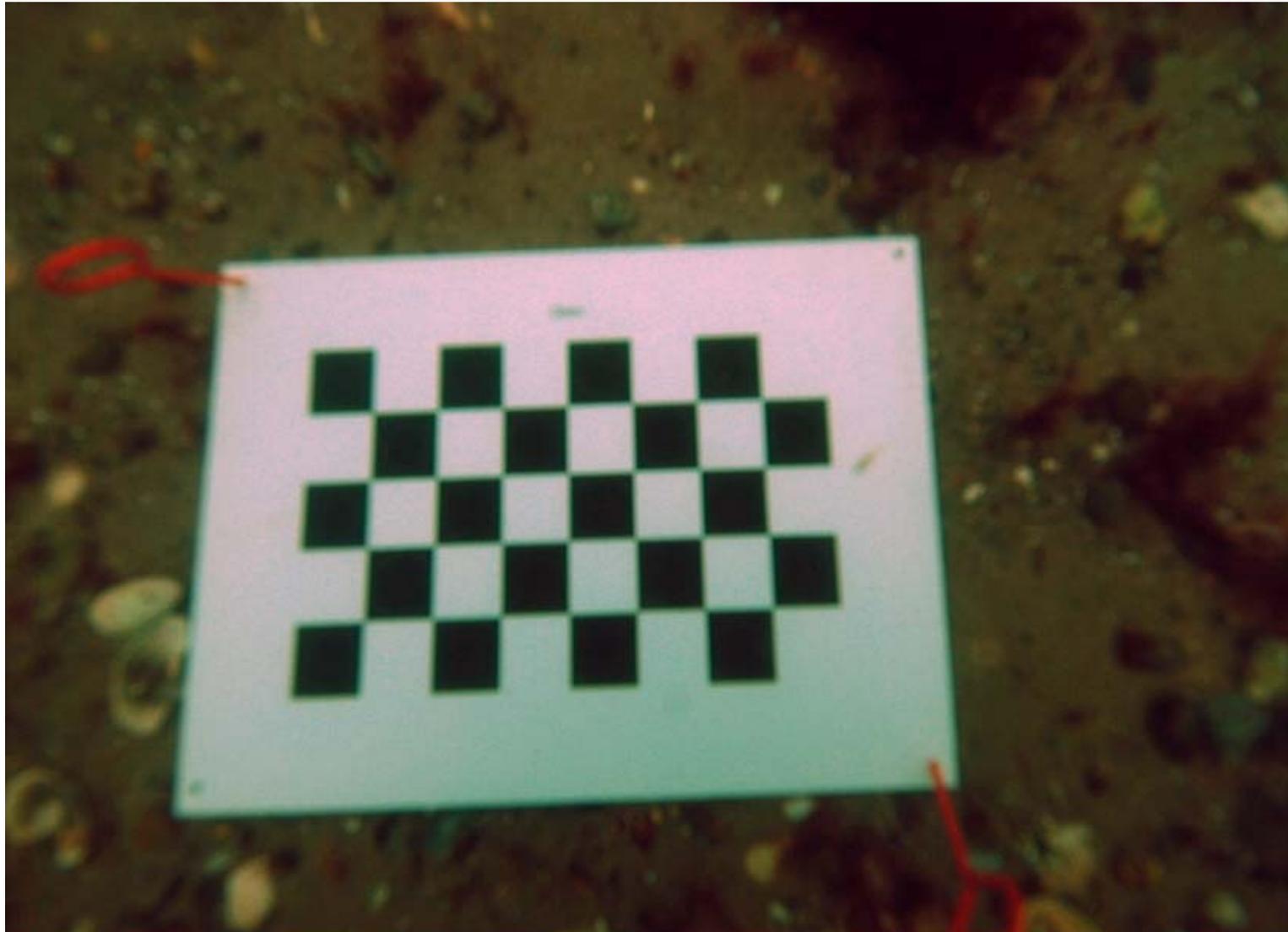




**Entfernungsabhängiger Weiss-Abgleich**



**Entfernungsabhängiger Weiss-Abgleich**



**Entfernungsabhängiger Weiss-Abgleich -> Entfernung messen!**



**Im Aquarium geht das so (Experiment):**

2D-Bilder aus unterschiedlichen,  
unbekannten Ansichten aufnehmen

Ziel: 3D-Modell

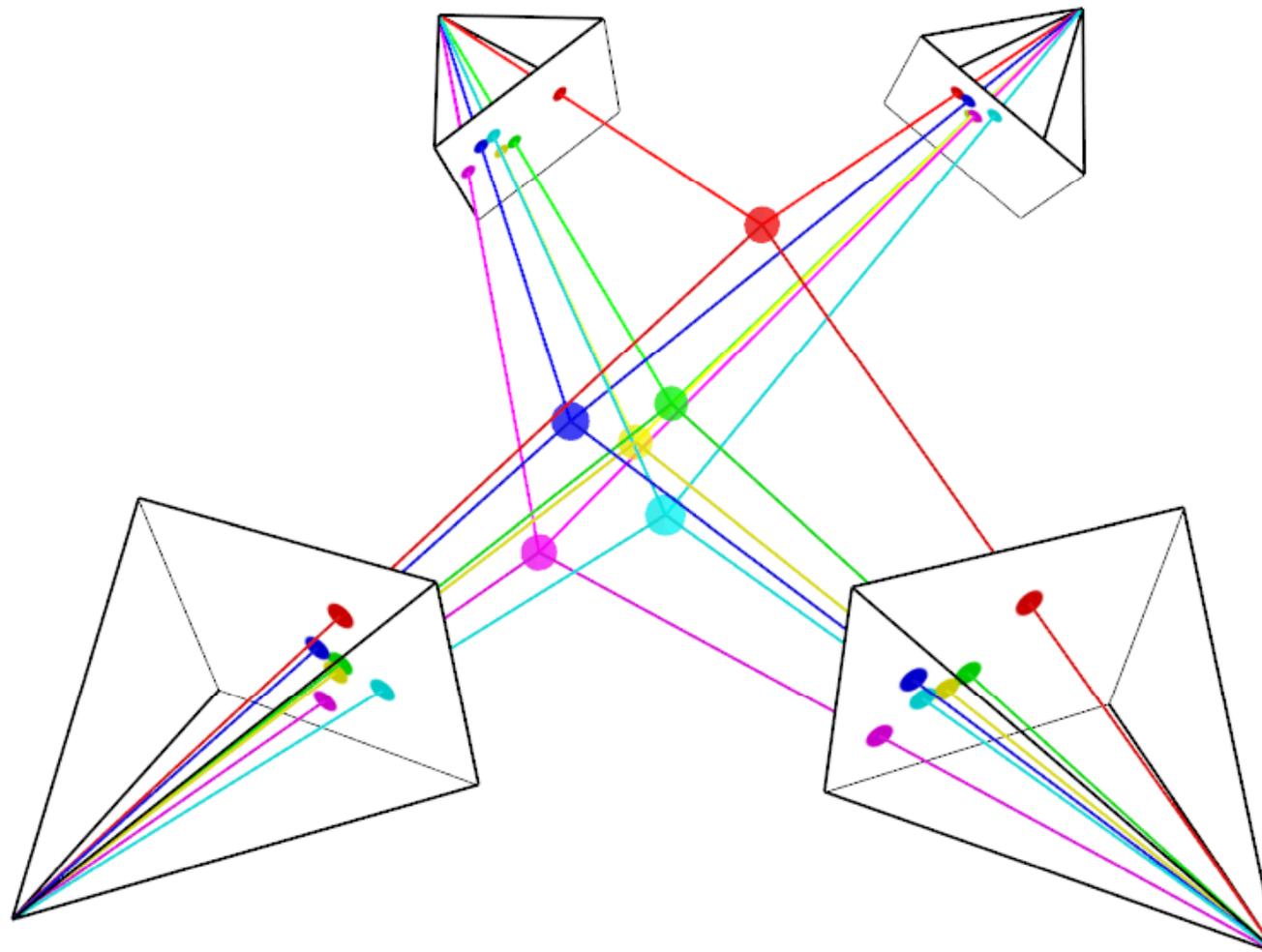


## Merkmale – markante Punkte in beiden Bildern

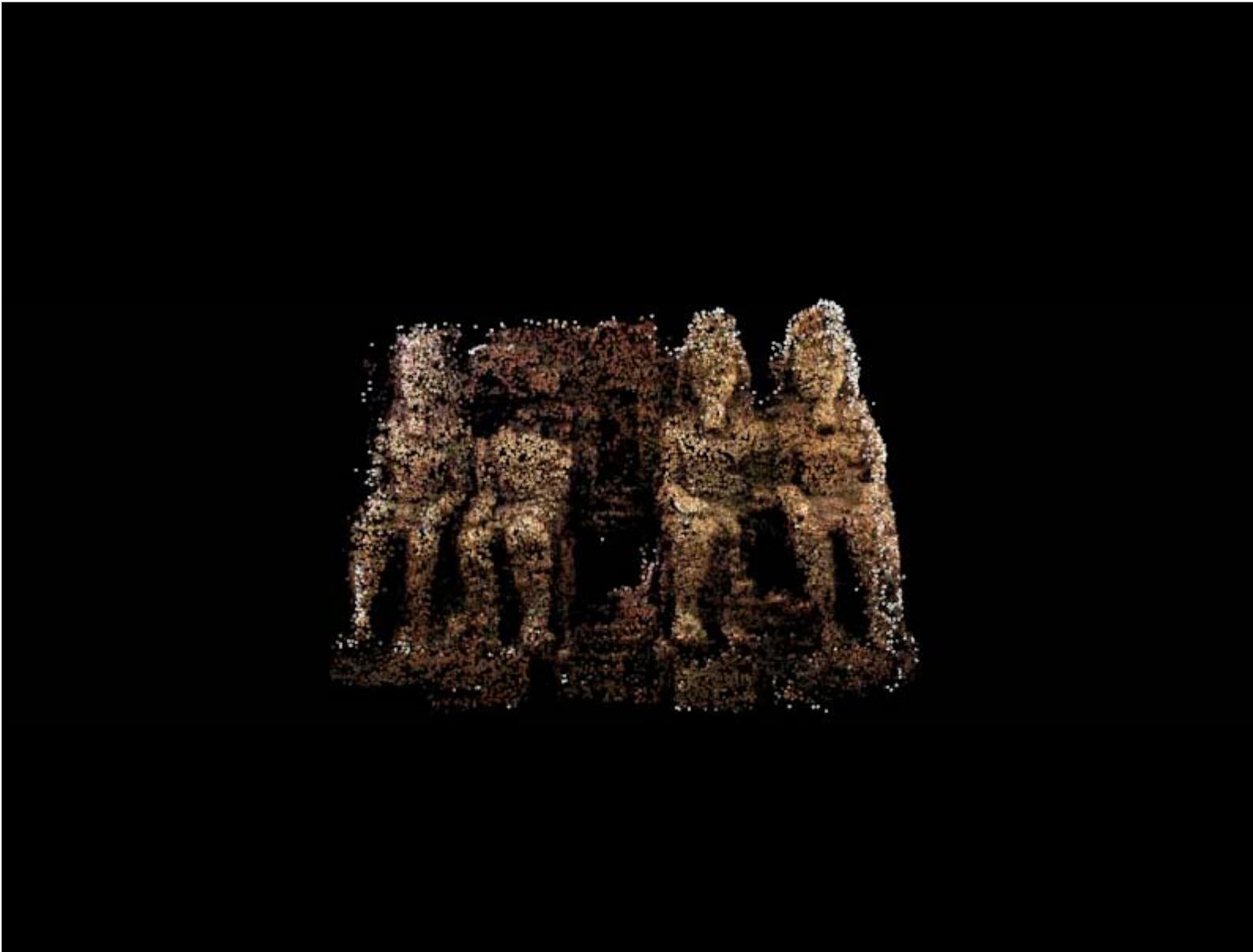


**Mehrere hundert Merkmalszuordnungen pro Bildpaar!**

## Bestimme Kamerabewegung aus Merkmalen



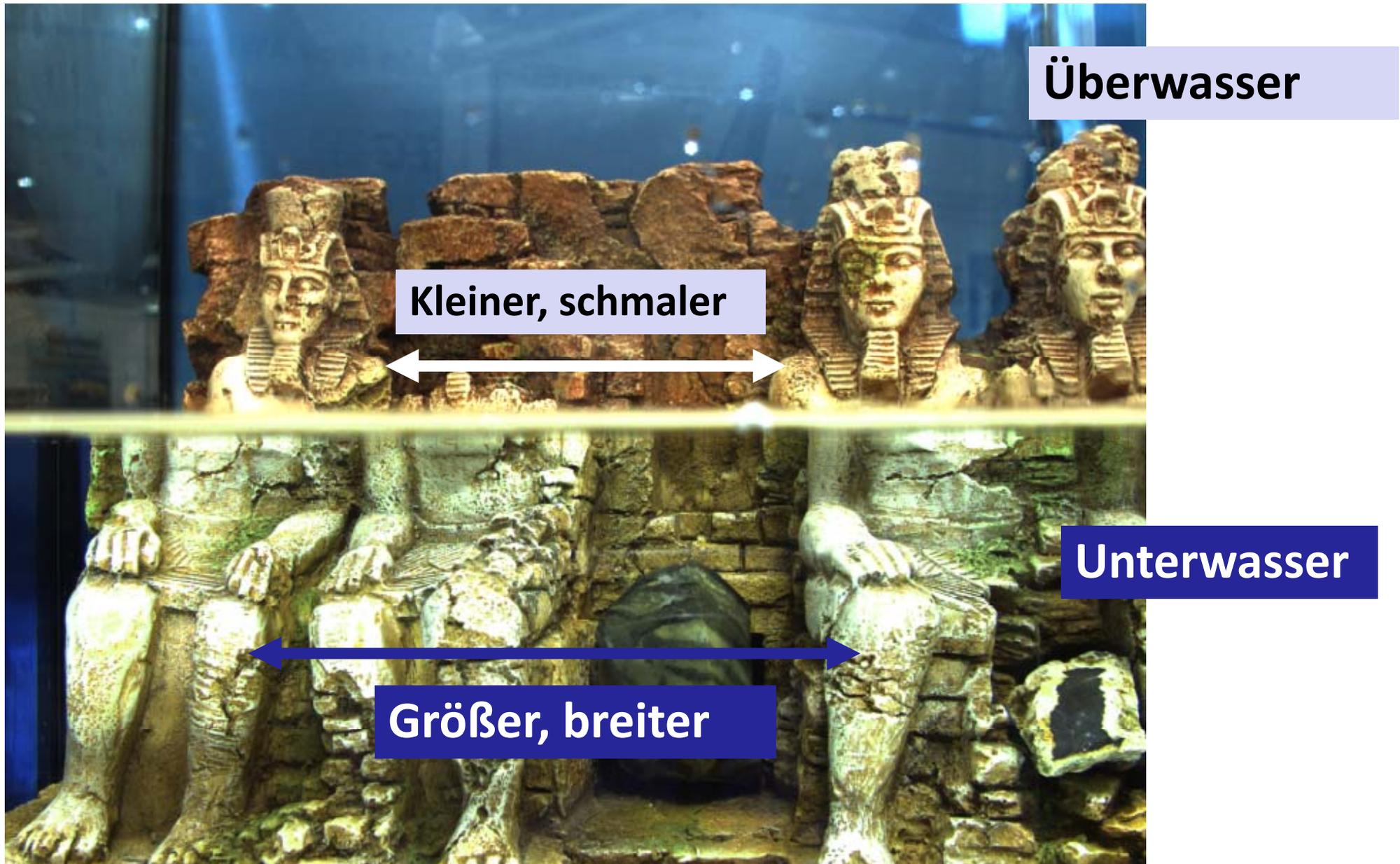
## 3D-Punktwolke der Merkmale



**Und fertig ist das 3D-Modell des versunkenen Tempels ...**



**3D Modell des Tempels von Abu Simbel, aus den Bildern erzeugt**

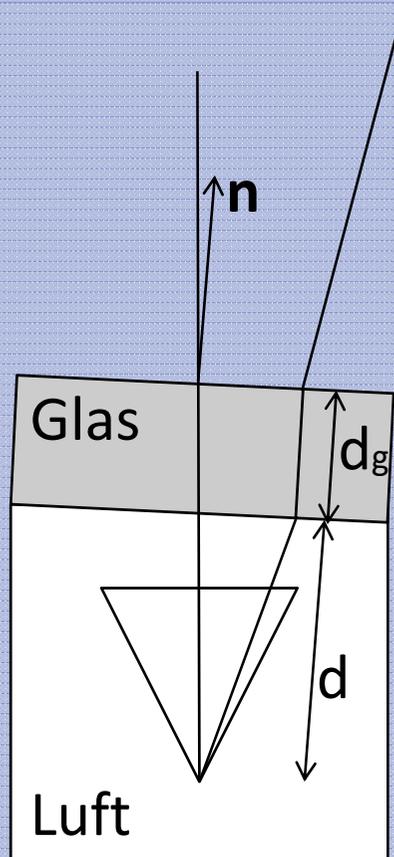


Unter Wasser (mit Taucherbrille) erscheint alles größer

# Kameragehäuse, dickes Glas



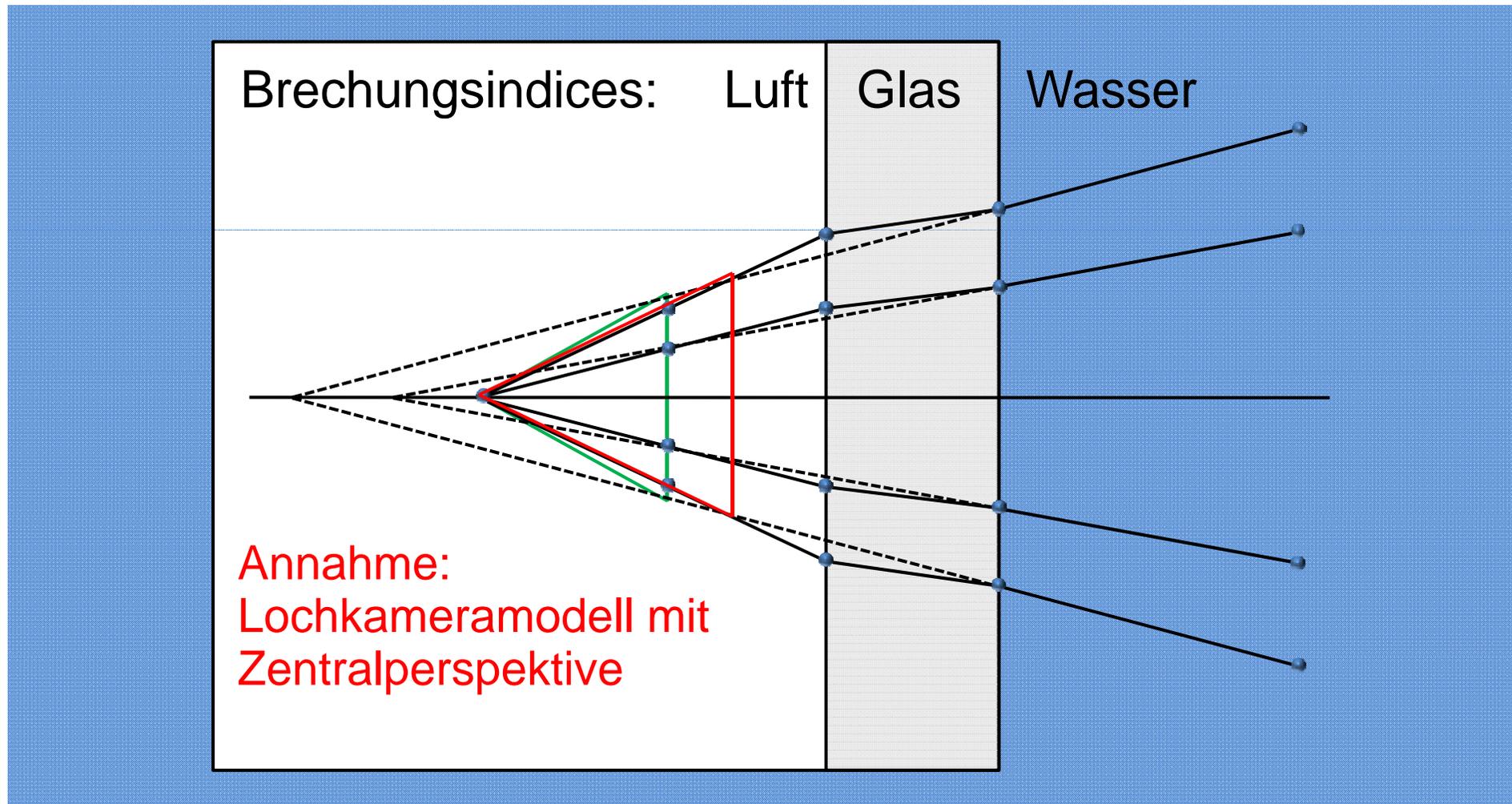
Wasser



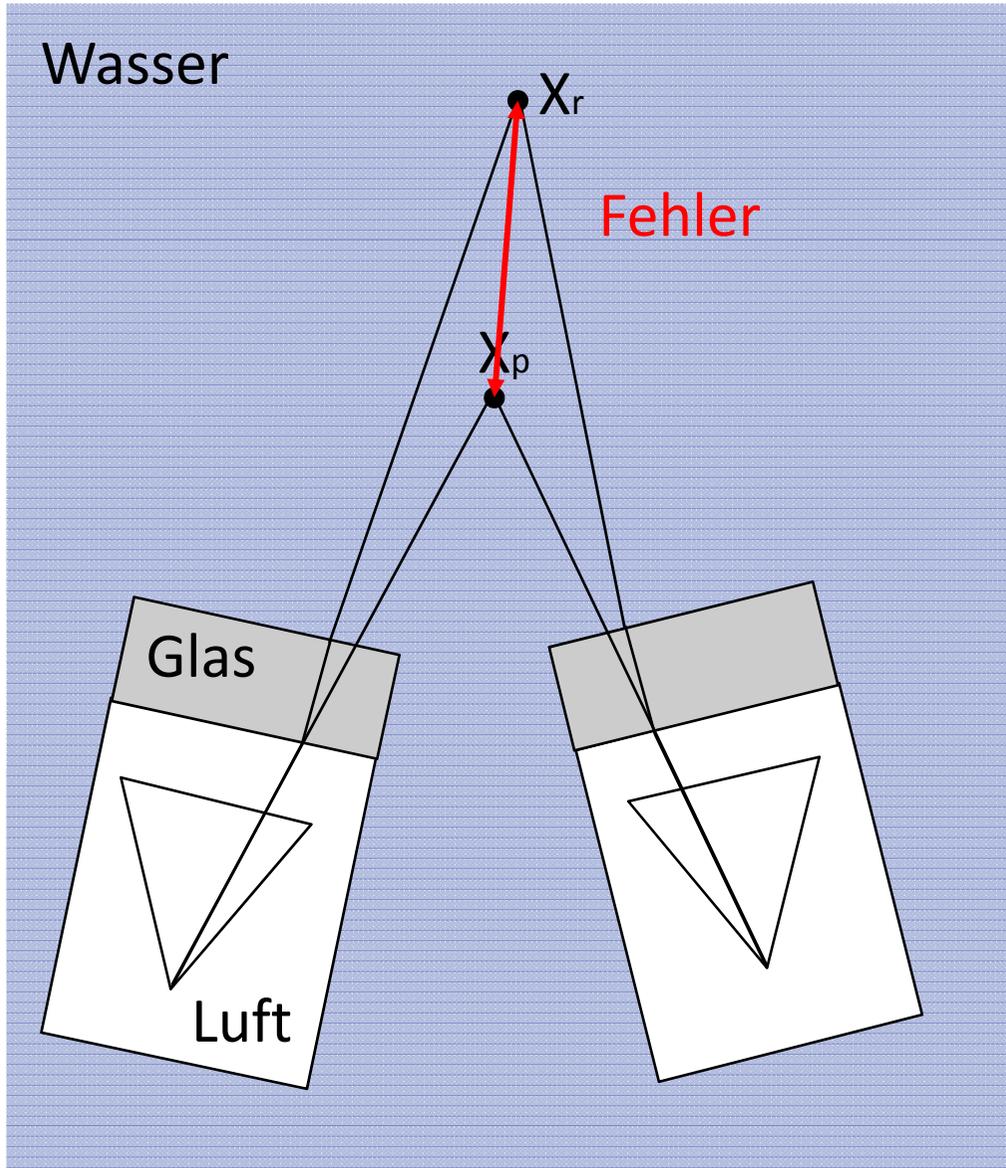
Gehäuseparameter:

d Distanz zum Glas

 $d_g$  Glasdicke $\mathbf{n}$  Normale zum Glas $n_a, n_g, n_w$  Brechungsindizes

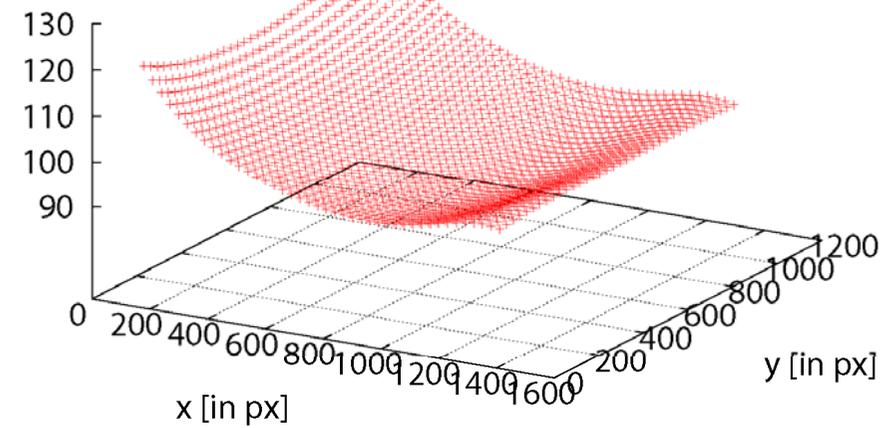


Unterwasser-Kamera: keine Zentralperspektive!



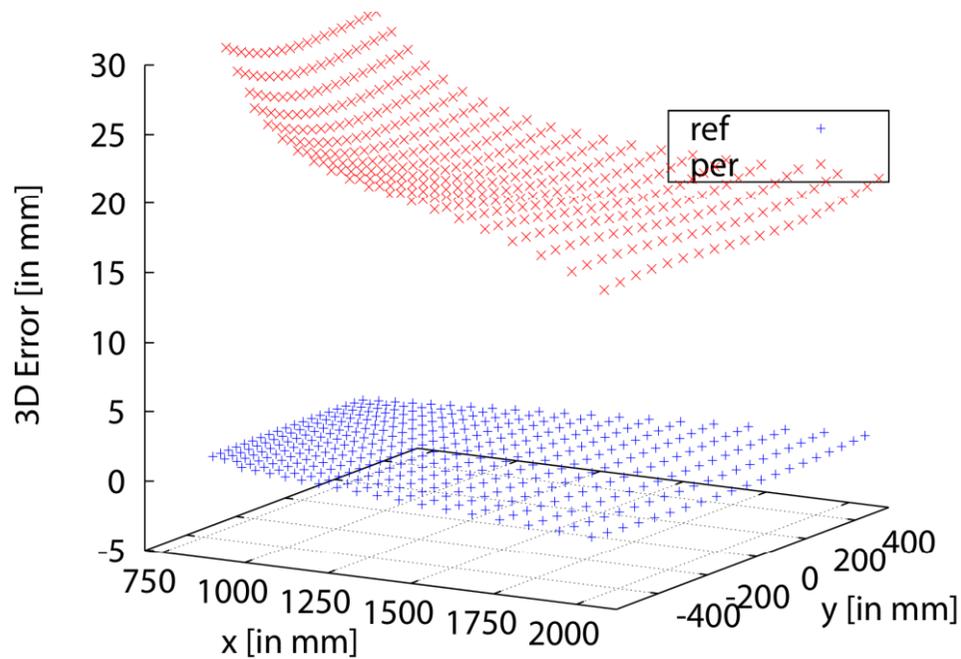
Modellfehler bei Triangulierung

Fehler [in mm]

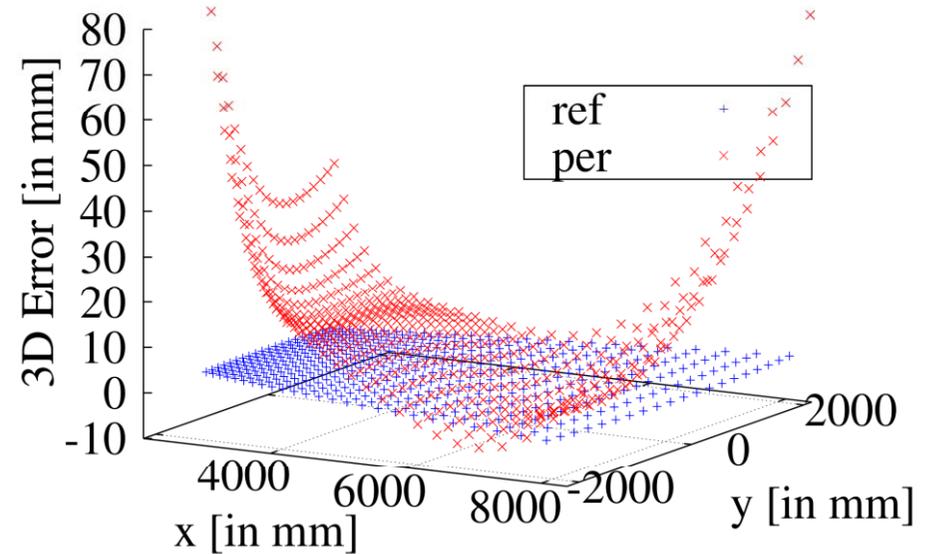


**Alle Objekte erscheinen zu nah!**

**Brechung beachten: Modelle korrekt**



distance: 1000 mm



distance: 4000 mm

Vermessung einer Ebene:

- **Perspektivisch (ohne Brechung), fehlerbehaftet**
- **Refraktiv (mit Brechung), korrekt**

Lichtbrechung  
**nicht** korrigiert



Lichtbrechung  
korrigiert





[www.mip.informatik.uni-kiel.de](http://www.mip.informatik.uni-kiel.de)

## Kamera als Unterwasser-Messgerät:

- Farbkorrekturen
- Geometrische Effekte
- Rekonstruktion und Vermessung von Objekten unter Wasser

## Ziele:

- Licht in den Ozean bringen, seine Geheimnisse entschlüsseln...

## Vielen Dank an:

- Die Arbeitsgruppe Informatik (MIP)
- Tom Kwasnitschka (IFM – GEOMAR)
- Florian Huber (Forschungstaucher, Ur- und Frühgeschichte)

*Finanzierung des Forschungsprojektes:*

- Excellence Cluster Future Ocean
- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)