

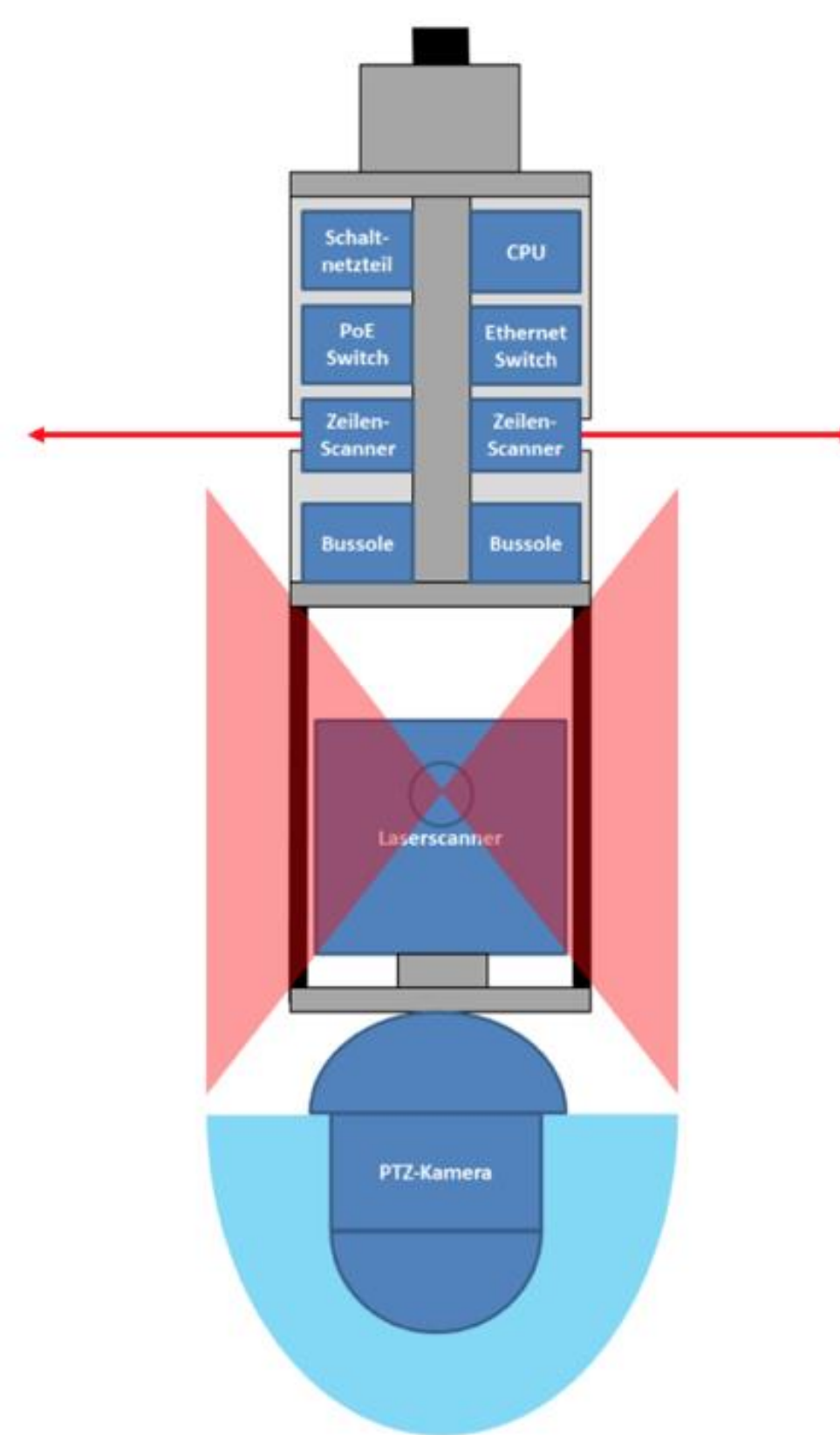
# Eignung konventioneller Überwachungskameras als Sensorkomponente einer Kavernenmesssonde

Bachelorarbeit Emily Koch, BAU 2016

## Einleitung

Aus wirtschaftlichen Gründen werden die zu einer Kaverne führenden Bohrlöcher stetig verkleinert. Daher wird nach alternativen Messsystemen zur geometrischen Erfassung von unterirdischen Hohlräumen gesucht, welche auch durch kleine Bohrlochdurchmesser geführt werden können. Das Institut für Geodäsie der Universität der Bundeswehr München entwickelt eine Kavernenmesssonde, mit der Vermessungen der Kaverne ohne Betreten des Hohlraumes ermöglicht sind. Ergänzend zum terrestrischen Laserscanning sollen durch den Einsatz konventioneller Überwachungskameras zusätzliche visuelle Informationen, wie beispielsweise die Gesteinsstruktur, gewonnen werden. Die Echtzeitbilder der Kamera können beispielsweise von Geologen bei der Orientierung in einer Kaverne genutzt werden, um Reliefzeichnungen anzufertigen.

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf einer statischen Bullet-Kamera sowie auf einer steuerbaren PTZ-Kamera. Hierzu wurden umfangreiche Versuchsreihen zur Feststellung der maximalen Sichtweite bei Tag und Nacht sowie der Bildqualität durchgeführt. Zur Feststellung der Eignung der jeweiligen Kameras wurden die meisten Versuche im Labor durchgeführt, ergänzend aber auch unter realen Bedingungen im Salzbergwerk Berchtesgaden.



links: schematischer Aufbau der KMS; rechts: bauliche Ausführung

## Kavernenmesssonde



Im oberen Teil der Kavernenmesssonde befindet sich eine zentrale Recheneinheit, ein Schaltnetzteil, ein PoE- und ein Ethernet-Switch, zwei Zeilen-Scanner sowie zwei Bussolen. Den mittleren Teil bildet ein Gerüst aus Metallstangen, in dem zentrisch der terrestrische Laserscanner montiert ist. Im unteren Teil ist eine konventionelle Überwachungskamera montiert. Dabei handelt es sich um eine PTZ-Kamera (Pan-Tilt-Zoom) der Firma Hikvision.

Zum Herablassen der Kavernenmesssonde wird eine Winde mit einer maximalen Seillänge von 240 m eingesetzt. Die Datenübertragung erfolgt via Lichtwellenleiter, die 220 V Stromversorgung über Kupferleitungen.

## Laborversuche

Für die Untersuchung der Eignung konventioneller Überwachungskameras werden eine statische Bullet-Kamera der Firma Hikvision und die PTZ-Kamera eingesetzt. Um beide Kameratypen bezogen auf ihre Aufnahmequalität hinsichtlich Beleuchtung, Auflösung und Distanz beurteilen zu können, wurden Versuche bei Tag und in Dunkelheit durchgeführt.

Für die Messungen bei Tageslicht wurden beide Kameras in einer Höhe von 1,10 m und einem Abstand von 3,50 m orthogonal zu einer Wand ausgerichtet. Ein an der Wand angebrachtes Schild einer Farbpalette dient als Ziel, um die Bildqualität bezogen auf Helligkeit und Farbintensität beurteilen zu können. Die Messungen wurden mit beiden Kameras durchgeführt, sofern möglich mit unterschiedlichen Zoomstufen.

Bei Dunkelheit sollten annähernde Verhältnisse ähnlich denen einer Kaverne erzeugt werden. Die Messungen finden in einem 180 m langen Kellerflur statt, in die Beleuchtung nahezu vollständig ausgeschaltet werden konnte (Beleuchtungsstärke von 0,02 Lux). Beide Kameras wurden in einer Höhe von 1,30 m in Richtung des Ganges ausgerichtet. Ein Schild mit der Zahl 6 dient als Ziel, um die Bildqualität bezogen auf die Auflösung in Abhängigkeit unterschiedlicher Distanzen beurteilen zu können. Die Messungen wurden mit beiden Kameras in verschiedenen Distanzen durchgeführt, sofern möglich mit unterschiedlichen Zoomstufen.



statische Bullet-Kamera

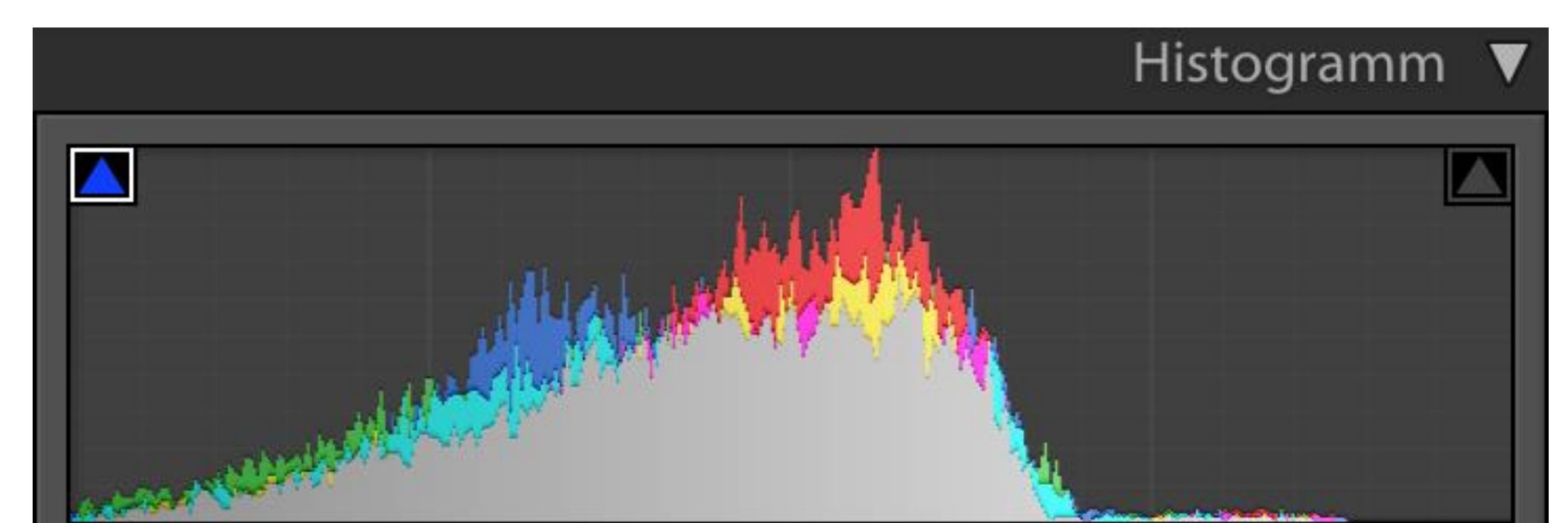


steuerbare PTZ-Kamera

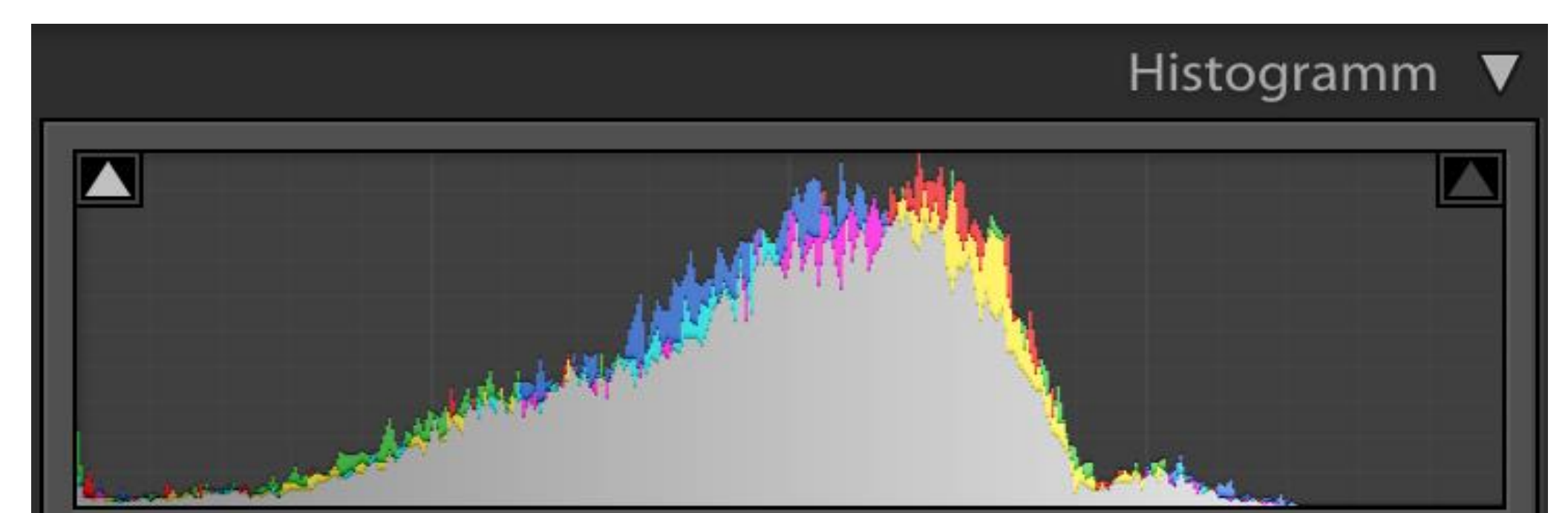
Die Auswertung der Aufnahmen bei Tageslicht wurden mithilfe des Bildbearbeitungs- und Verwaltungsprogramms *Lightroom CC* der Firma *Adobe Photoshop* anhand eines Histogramms ausgewertet.

## Laborergebnisse

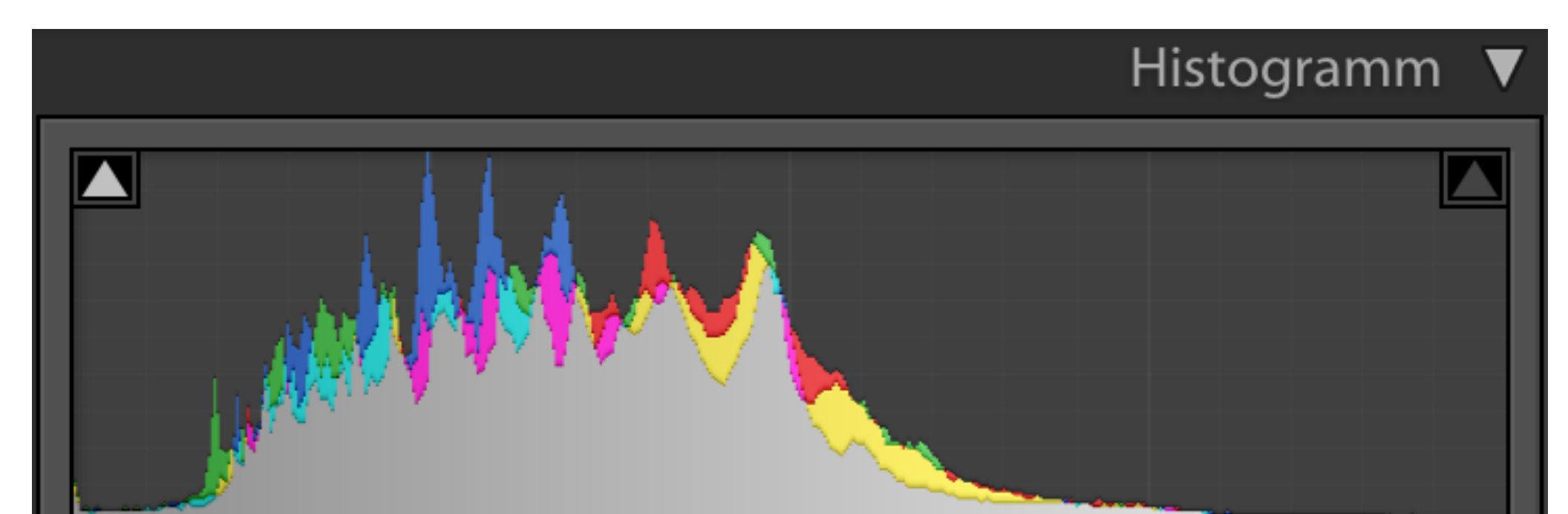
Ein Histogramm stellt die Verteilung der einzelnen Intensitätswerte eines Bildes dar, wobei die verschiedenen Farben die Verteilung der Intensitätswerte in den RGB-Kanälen darstellen.



Histogramm Bullet-Kamera



Histogramm PTZ-Kamera Zoomstufe 0



Histogramm PTZ-Kamera Zoomstufe 9

## Testmessung Berchtesgaden

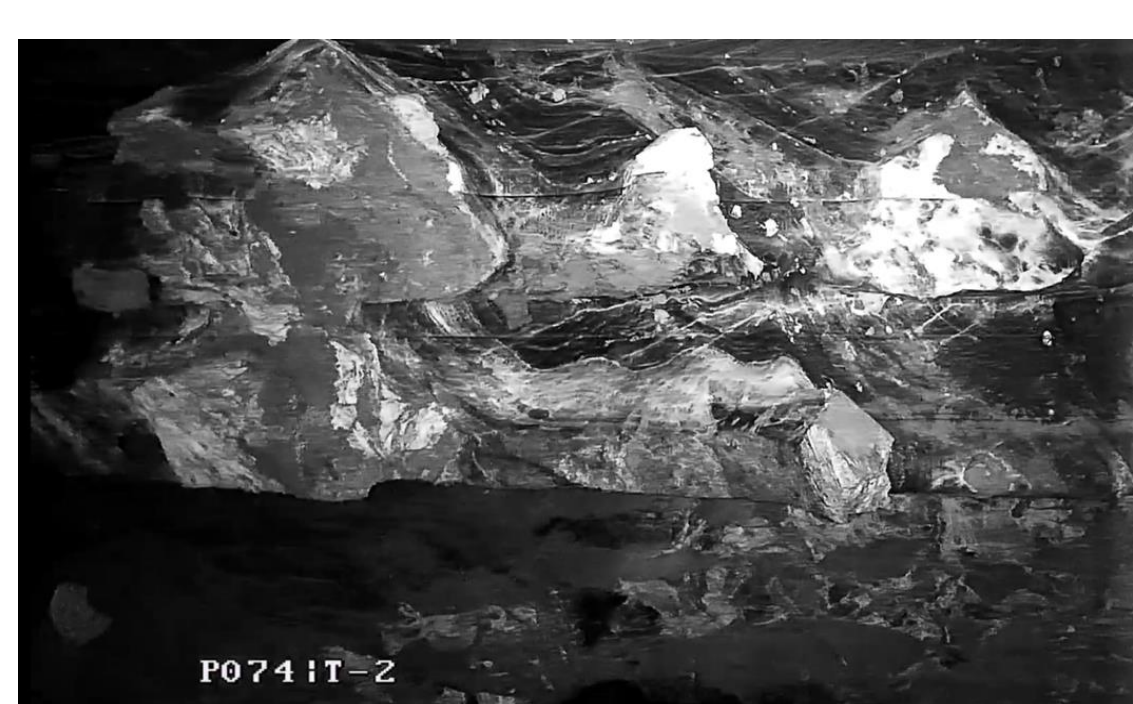
Ziel der Testmessung in Berchtesgaden war es, die Eignung der PTZ-Kamera als Sensorkomponente der Kavernenmesssonde zu bestätigen. Die Eignung der Kamera setzt sich aus mehreren Punkten, wie die Erkennung von Gesteinsstruktur und Wasseroberfläche, der Orientierungsmöglichkeit sowie der Beeinflussung der Seiltorsion zusammen.

Die Wasseroberfläche kann aufgrund reflektierender Staubpartikel klar identifiziert und somit die Kavernenmesssonde vor dem Eintauchen in die Sole bewahrt werden. Die Gesteinsstruktur ist durch einen hohen Bildkontrast klar erkennbar.

In Folge der Seiltorsion fehlt insbesondere bei höheren Zoomstufen die notwendige Zeit für den Autofokus der Kamera. Ferner üben die Motoren der PTZ-Kamera Drehmomente auf die Kavernenmesssonde aus und verstärken gegebenenfalls die vorhandene Seiltorsion.



Uferlinie



Gesteinsstruktur

## Zusammenfassung

Ein direkter Vergleich der beiden Kamerasysteme ist lediglich hinsichtlich der Bildqualität bei Tag und Nacht in gleicher Zoomstufe möglich. Dabei eignet sich die PTZ-Kamera vorrangig als Sensorkomponente einer Kavernenmesssonde, da sie steuerbar und zoombar ist. Die statische Bullet-Kamera kann rein für Navigationszwecke während des Herablassens der Sonde verwendet werden. Sie findet ihren Einsatz in einer Testsonde, welche vorab die Gängigkeit eines Bohrlochs ausspähen soll.

Bei der Ansteuerung der PTZ-Kamera stellte sich heraus, dass die polaren Positionsangaben der Kamera nur einen kurzen Moment auf der GUI der Anwendungssoftware zu sehen sind. Leider sind die entsprechenden Informationen im Nachgang nicht aus den Metadaten der Aufzeichnung extrahierbar, sie werden jedoch in via Videostream im Bildmaterial mit dokumentiert.

Mit der Anwendungssoftware können Einzelbilder erzeugt werden, aus denen sich im Nachgang mit einer Sticking-Software Panoramabilder erzeugen lassen.