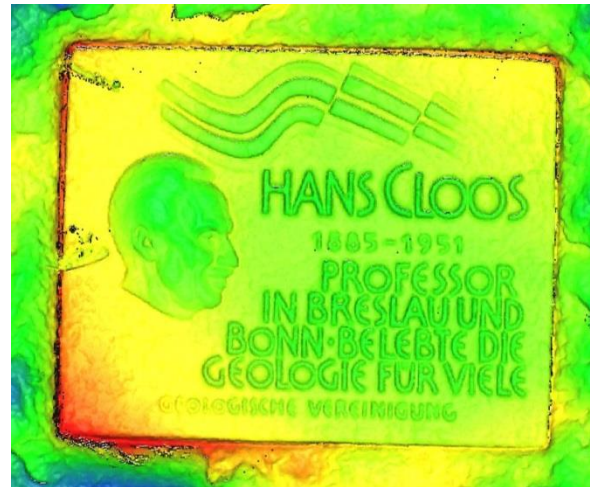
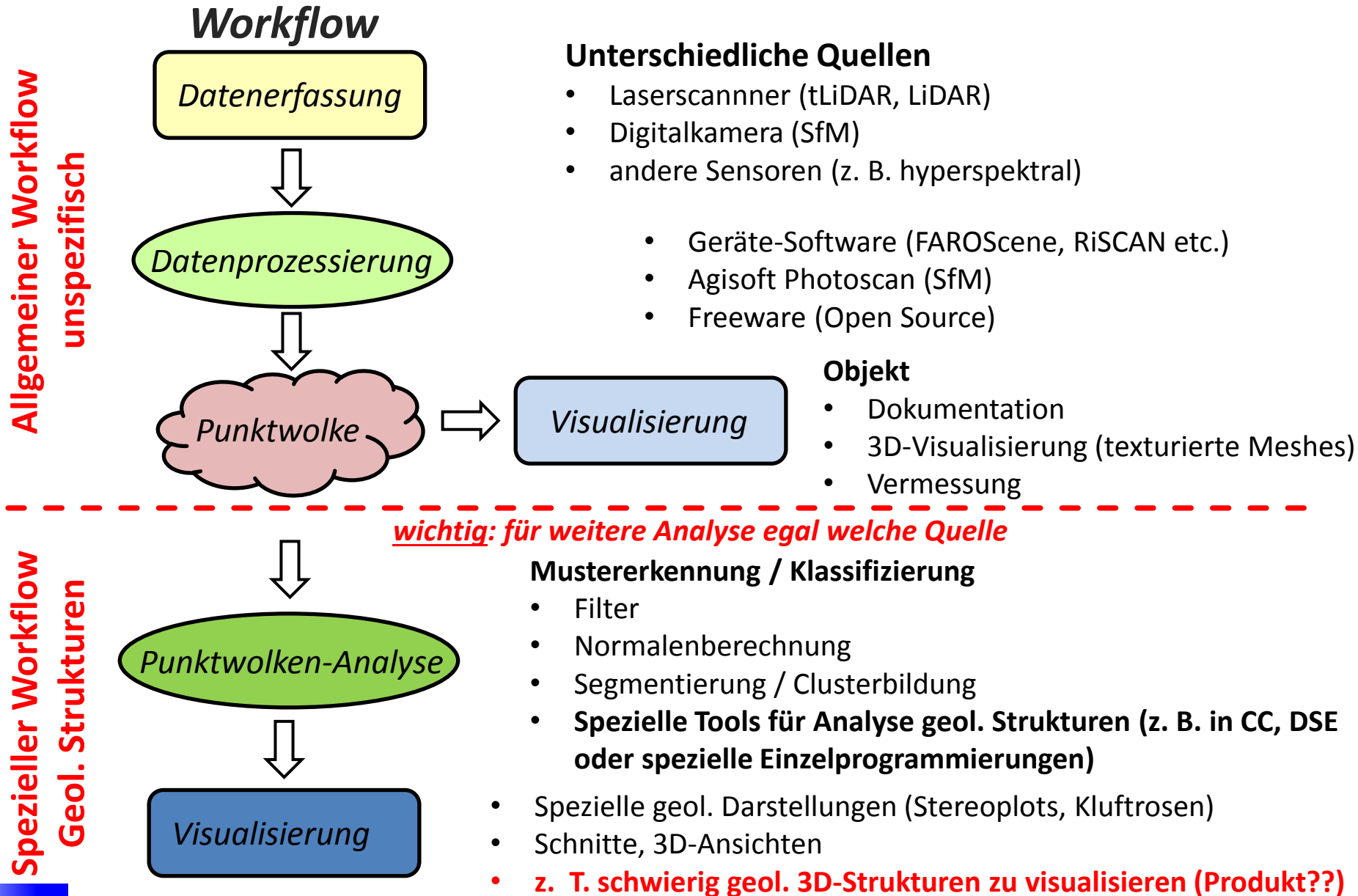


Geologische Strukturen in Punktwolken Anwendung beim Geologischen Dienst NRW

Mathias Knaak

Praktische Beispiele aus der Geologischen Landesaufnahme und
Ingenieurgeologie







Methode weit verbreitet

- Laserscanning, Photogrammetrie (SfM) etc. bzw. Analyse von Punktwolken in anderen Disziplinen schon lange weit verbreitet – **wir können von anderen Lernen**

In Geowissenschaften noch am Anfang

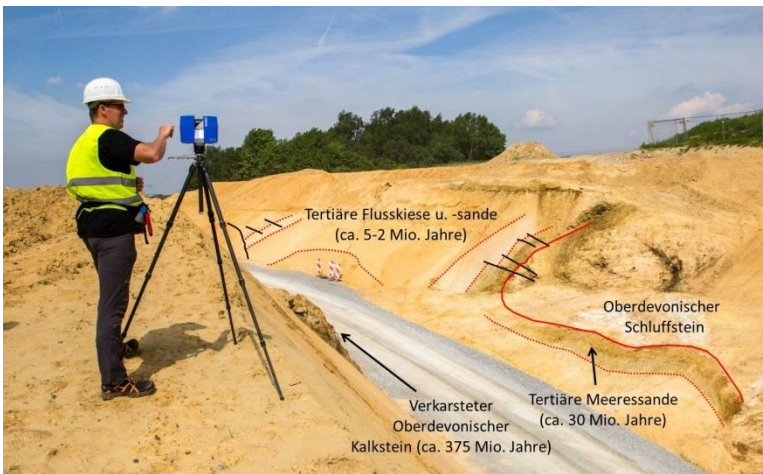
- Wir spüren, dass Punktwolken in den Geowissenschaften künftig sehr wichtig sein werden - aber es fällt schwer genau zu definieren wie und mit welchen workflows

Fragestellung – welche Strukturen

- Welche Informationen über Strukturen will Geologe dokumentieren und analysieren
 - **Geometrie Planare Trennflächen (Klüfte, Schichtung, Störungen etc.)**
 - Geometrie linearer Gefüge (Faltenachsen, Lineationen etc.)
 - Lithologische Mustererkennung (Intensitäten)
 - individuelle Anforderungen/Aufgaben (z. B. Kluftweite)
 - 3D-Dokumentation
 - Erstellung von Grundlagen (Orthofotos) für Kartierung

Visualisierung – Produkt?

- Visualisierung geol. Strukturen aus Punktwolken schwierig und derzeit unbefriedigend gelöst – **wer braucht komplettes geol. 3D-Modell**



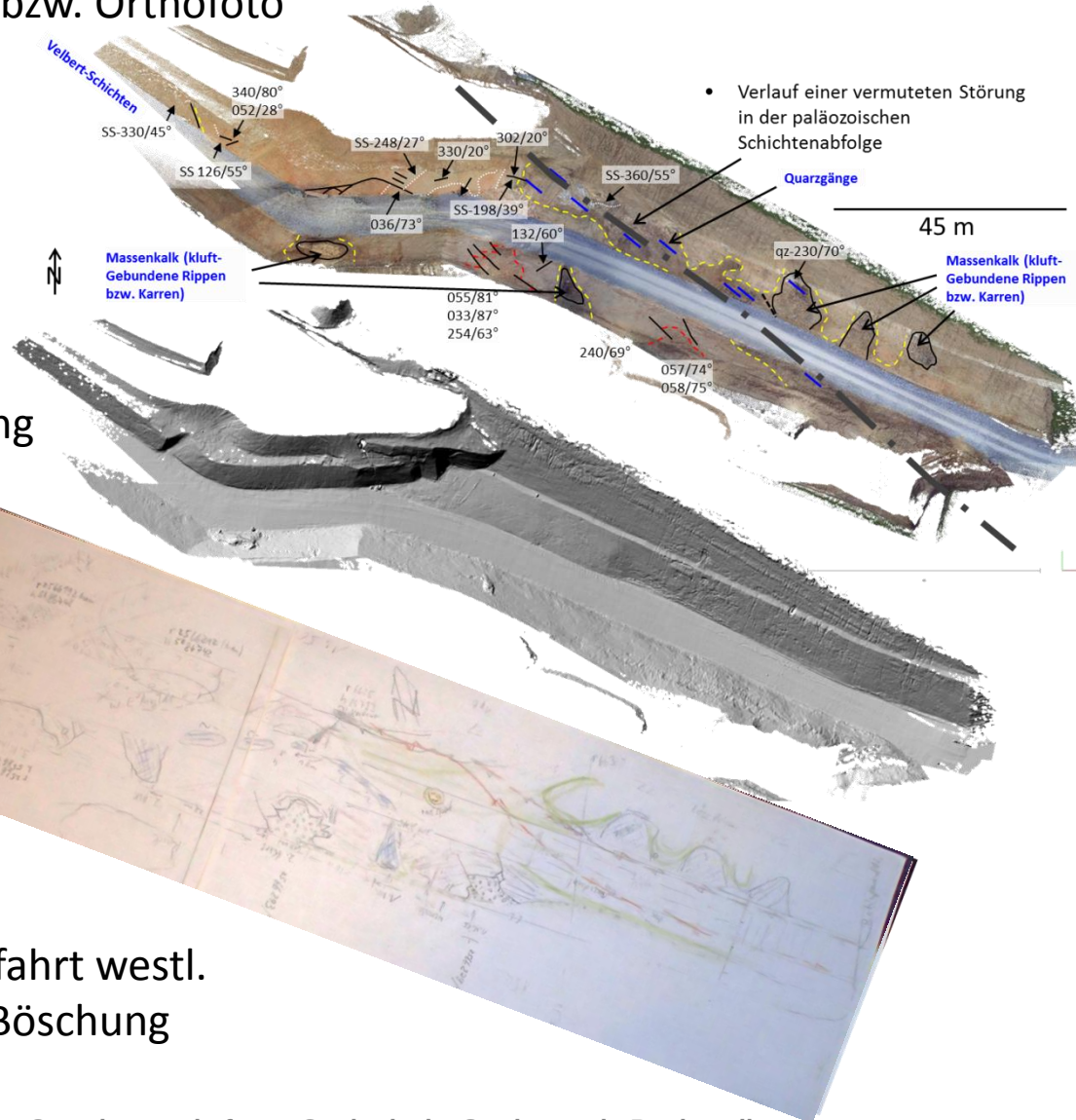
DGM - Schummerung

Geol. Geländeskizze

A44 – Baustellenauffahrt westl.
Ratingerstr. –nördl. Böschung

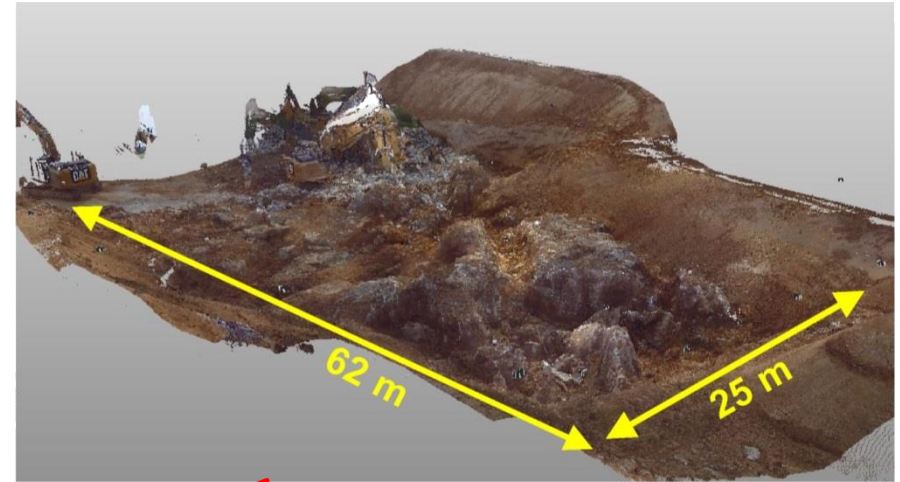
3D Punktwolke RGB
bzw. Orthofoto

Kartengrundlagen



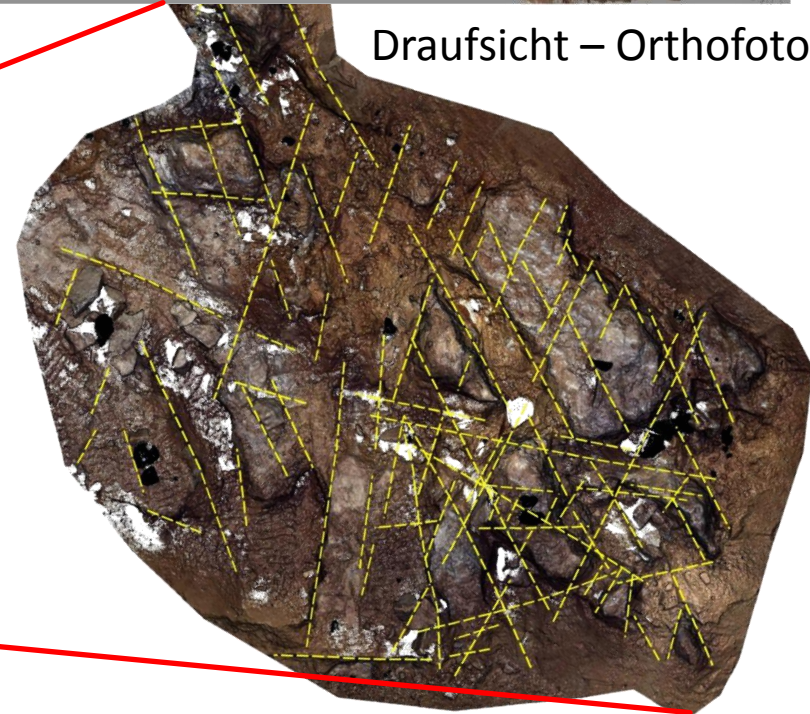
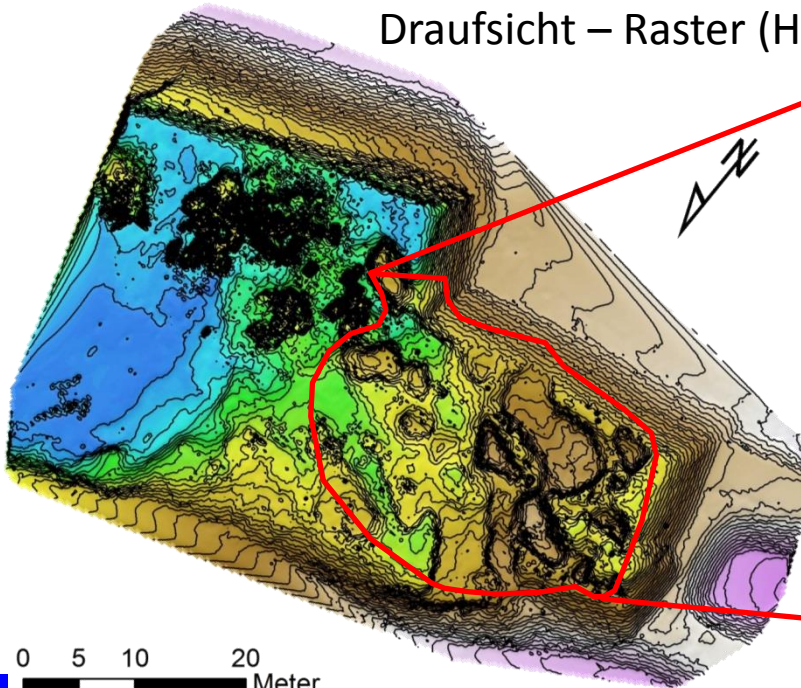
A44 – prä-variszische Verkarstung im Massenkalk

Geologischer Dienst
Nordrhein-Westfalen
- Landesbetrieb -

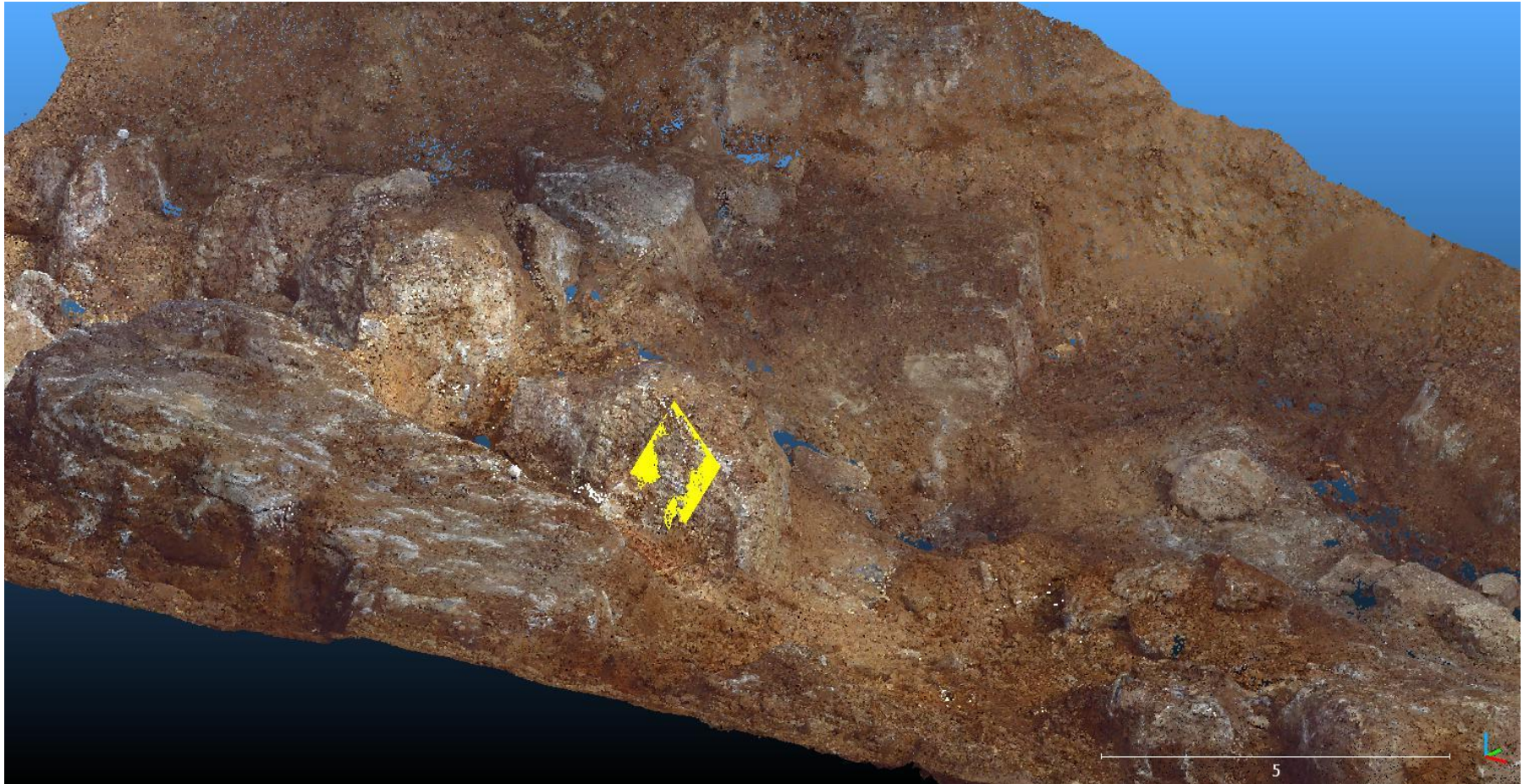
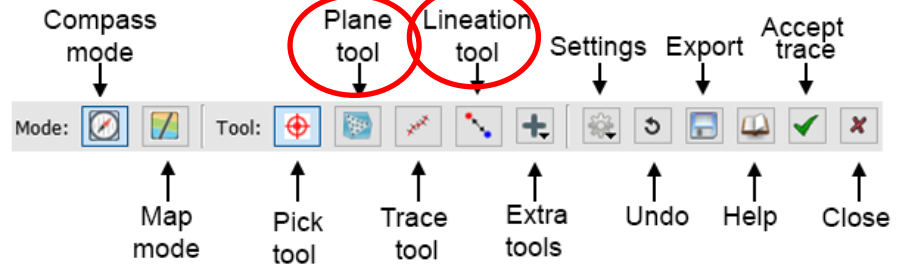
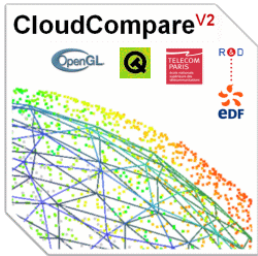


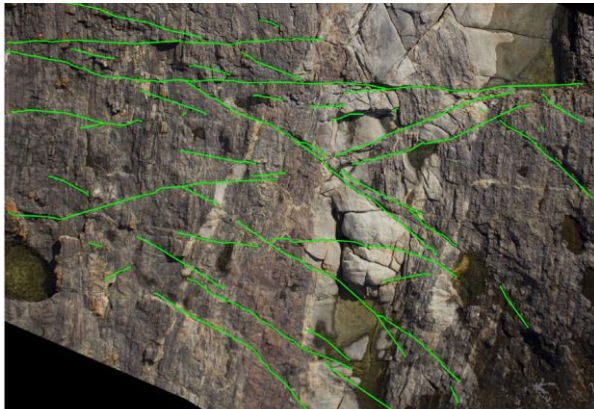
Draufsicht – Raster (Höhen)

Draufsicht – Orthofoto



Neues Tool in CloudCompare - Compass





Fracture Tracing

Y. Vasuki (2014)

a. straight fracture trace



b. curved fracture trace



c. contact

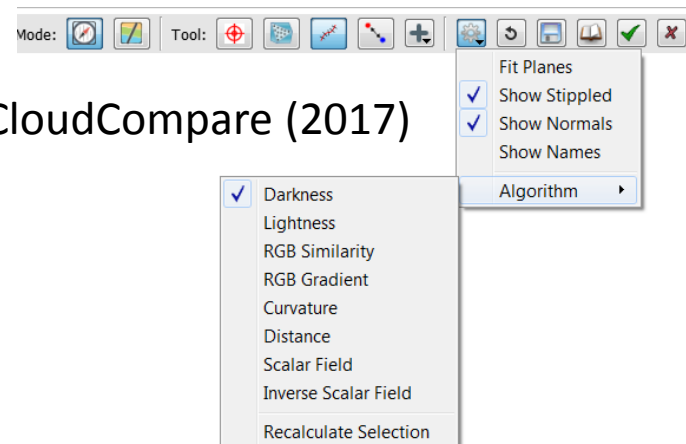
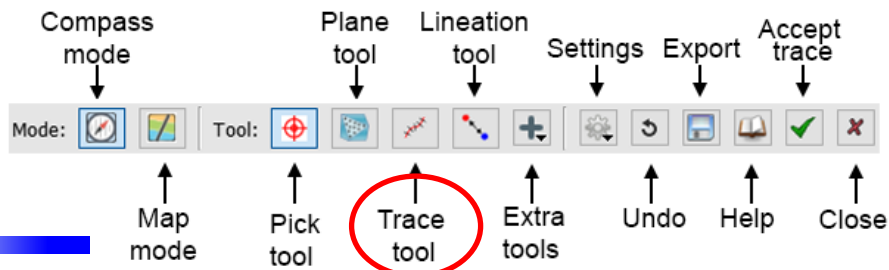


d. shadow and occlusion



S. Thiele (2017)

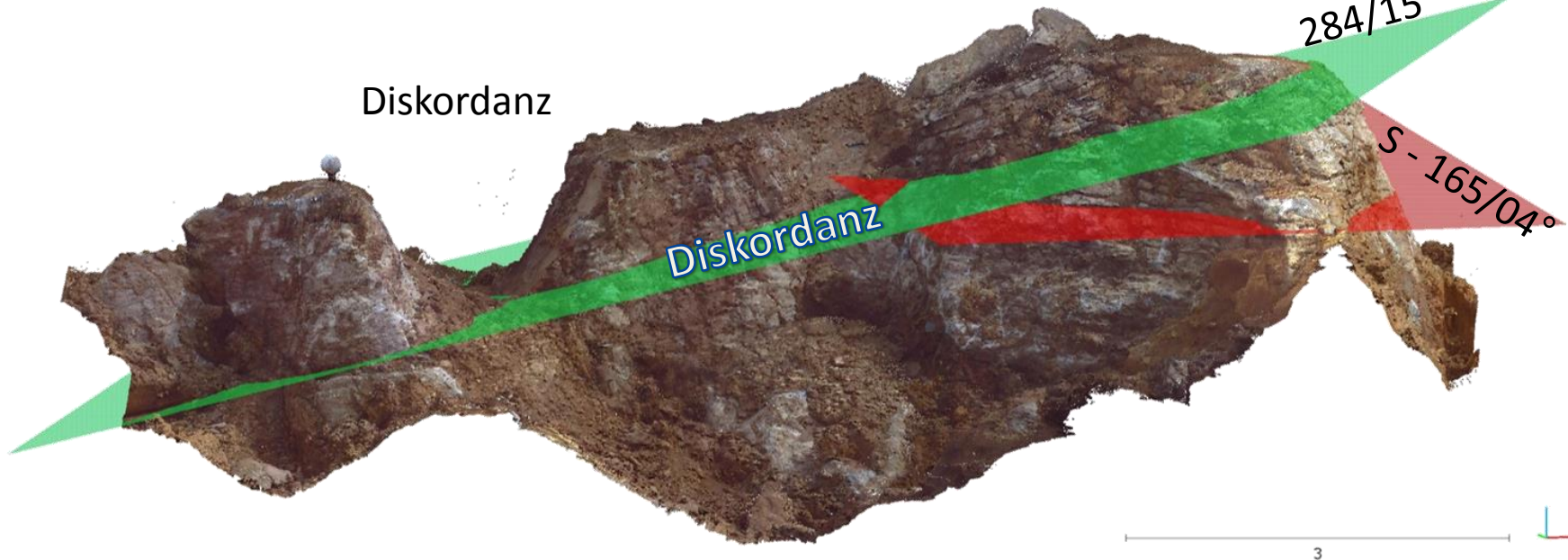
CloudCompare (2017)





„Create Plane“

Diskordanz



Open-Source-Software „*Discontinuity Set Extractor*“ von Riquelme et al. (2014 & 2015)

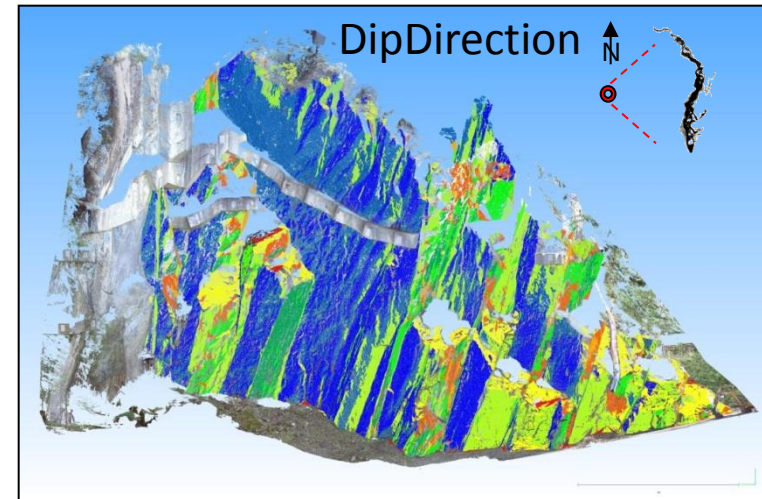
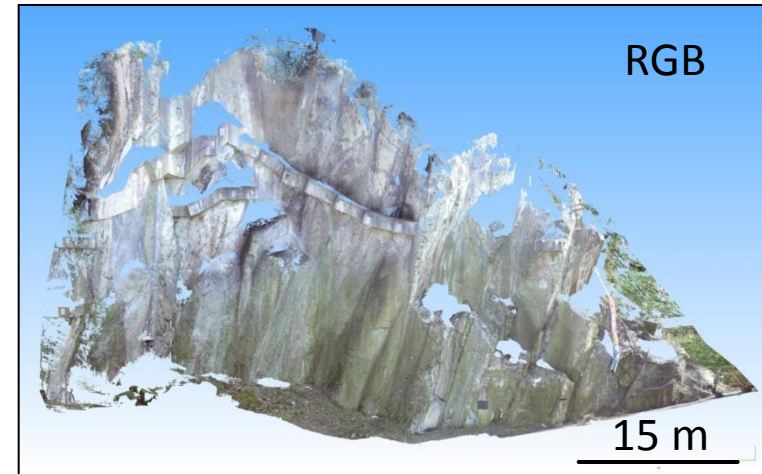
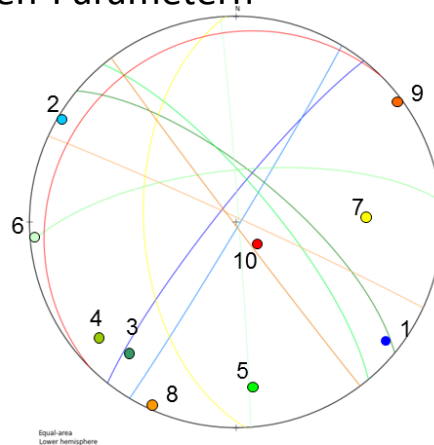
Riquelme, A.J., Abellán, A., Tomás, R., 2015. Discontinuity spacing analysis in rock masses using 3D point clouds. Eng Geol. 195: 185–195 <http://dx.doi.org/10.1016/j.enggeo.2015.06.009>, URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013795215002045>

Riquelme, A.J., Abellán, A., Tomás, R., Jaboyedoff, M., 2014. A new approach for semiautomatic rock mass joints recognition from 3D point clouds. Comput. Geosci. 68, 38–52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cageo.2014.03.014> (URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098300414000740>)

- TLS-Daten (1 cm Punktabstand – ca. 4 Mio Punkte)
- „*Discontinuity Set Extractor*“

- Klassifizierung diskreter Trennflächen-Sets (Kluftrichtungen)
- Zuordnung von Punkten zu einzelnen Clustern bzw. Trennflächen
- Berechnung von Trennflächen-Parametern

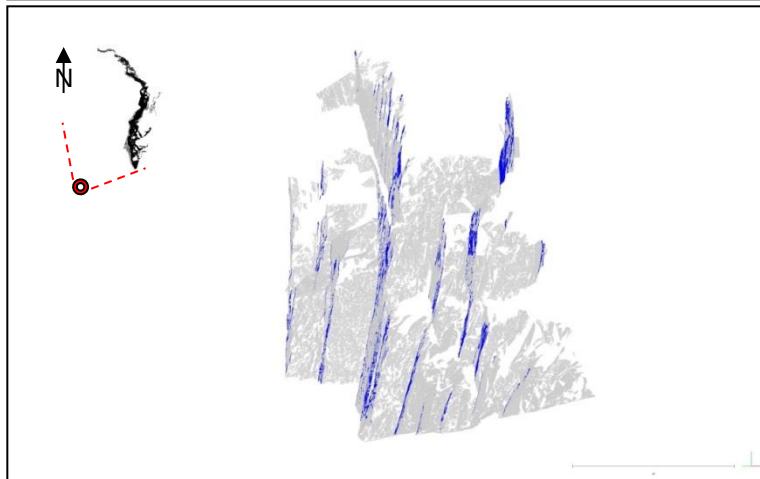
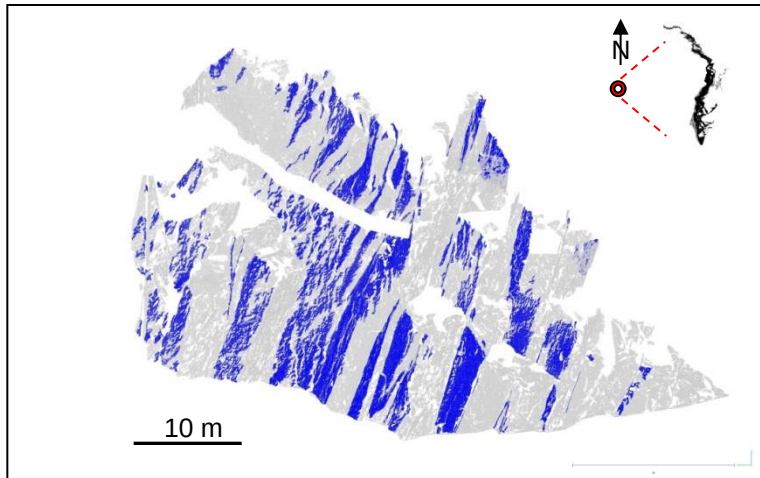
set	Dip dir	Dip	strike
1	308	83	NE-SW
2	121	88	NE-SW
3	040	71	SE-NW
4	050	76	SE-NW
5	354	70	E-W
6	086	89	N-S
7	267	53	N-S
8	025	88	SE-NW
9	233	89	SE-NW
10	315	12	NE-SW



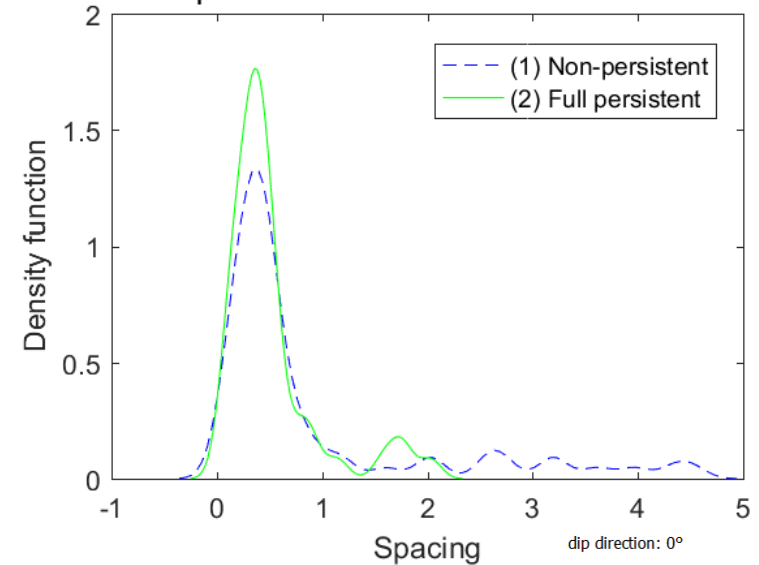
Stereoplot: Lagenkugel
(untere Halbkugel)

„Discontinuity Set Extractor“

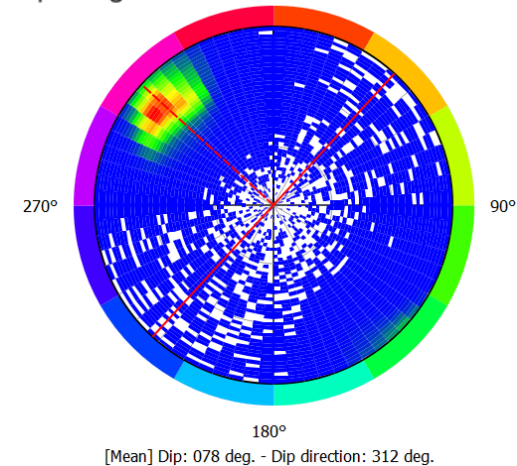
- Trennflächen-Richtungen getrennt auswertbar
- Geometrische und statistische Parameter



Spacings. J_1 . S: (1) = 0.93067; (2) = 0.51548; 172 clusters



Klufrichtung 1	
Einfallsrichtung/Einfallen	308/83°
Flächenanteil (Punktwolke)	ca. 28,8 %
Kluftabstand	
min.	0,06 m
max.	4,52 m
mittel	0,93 m
Standardabweichung	1,14 m
Klufterstreckung	533,5 m



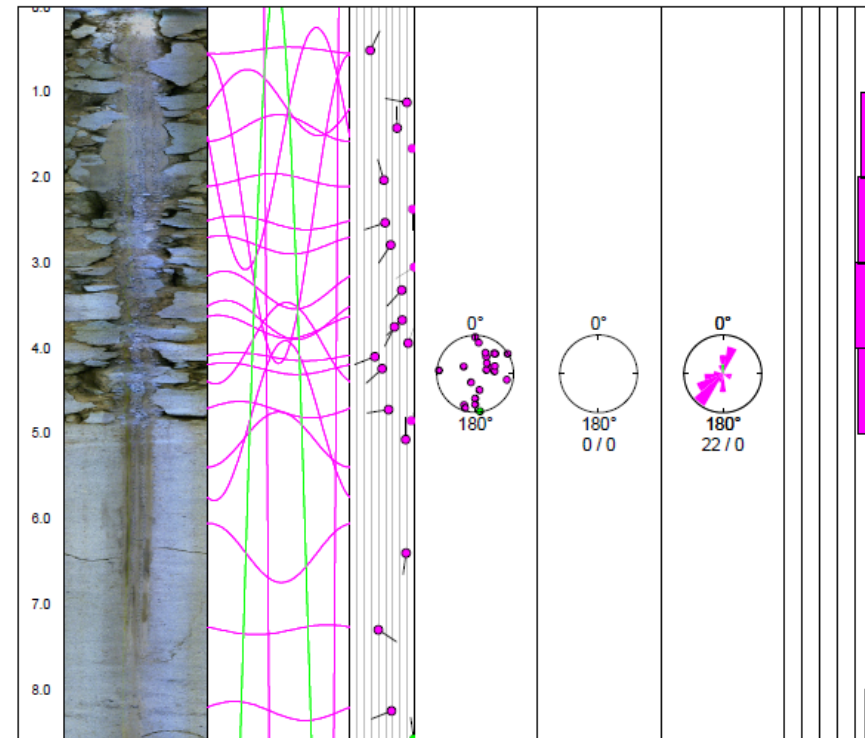
Stereoplot: Lagenkugel
(obere Halbkugel)

3D-Kluftmodell

- Neue und vorhandene Bohrungen werden mit einem optischen Bohrlochscanner aufgenommen
- Klüfte in Bohrkerne der neuen Bohrungen werden untersucht
- Lage und Orientierung von Klüften innerhalb des Gesteins im 3D-Raum bekannt
- Vergleich & Validierung der Geometrien im Gestein (Bohrdaten) und an der Oberfläche (Punktwolke)
- Räumliches 3D-Model der Klüfte möglich?!



Tiefenskala [m]	Bohrlochabwicklung	Bezugssystem : Untere Halbkugel					
		Trennflächen - abwicklung schwarz : Schichtung, Schieferung blau : Schräg- schichtung magenta : Klüfte Klüfte nur grün : z. T. erkennbar	Fall - richtung Fall - winkel 0 90	Polpunktendiagramm (Polarprojektion; winkeltreu)	Richtungsrosendiagramm der Fallrichtung auf den Bohrlochabschnitt bezogen Klassengröße : 20°		Trennflächen pro lfdm magenta : alle Klüfte grün : alle Trennfl.
					Klassengrenze (Kreisradius) :	Klassengrenze (Kreisradius) : 10°	
					Anzahl :	Anzahl :	
					schwarz / blau	magenta / grün	
unten						25	0



Volumenbestimmung

Steinbruch

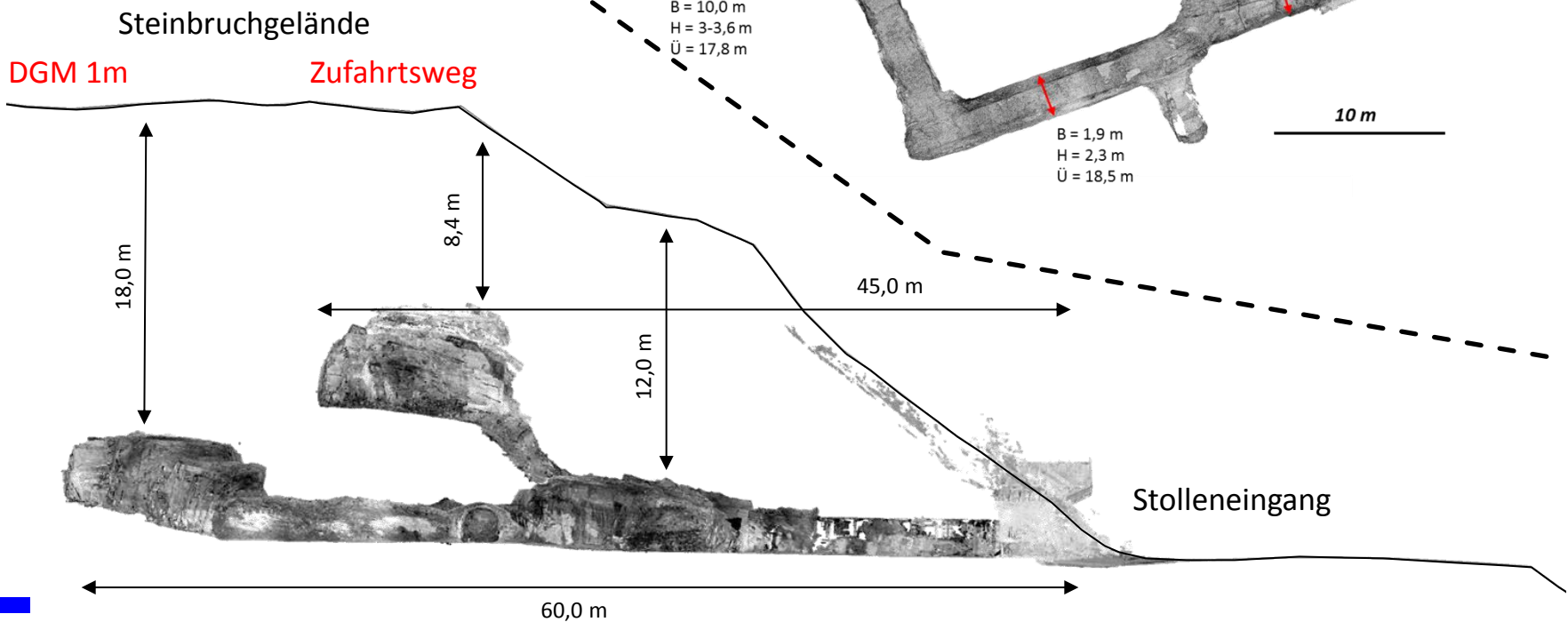
25 m

*Steinbruch Düstertal u. angrenzende
Höhle Malachitdom, Wünnenberg-
Bleiwäsche, Tagebau Garzweiler,
Mesh aus TLS- Punktwolke*

Höhle

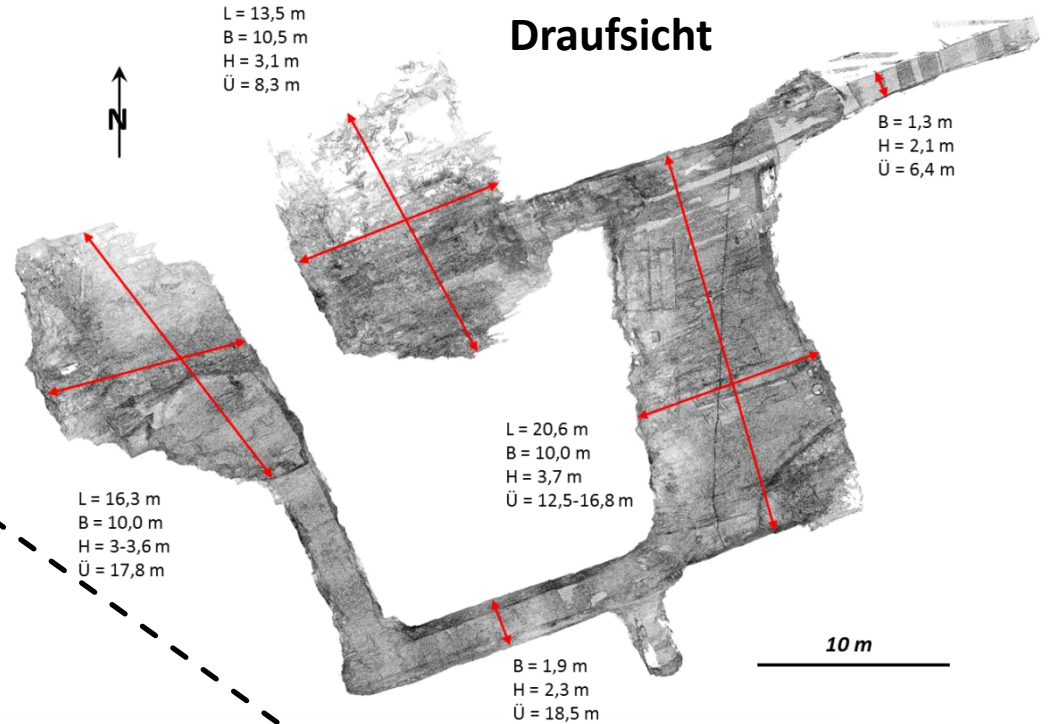


Schnitt



L = 13,5 m
B = 10,5 m
H = 3,1 m
Ü = 8,3 m

Draufsicht



L = 16,3 m
B = 10,0 m
H = 3-3,6 m
Ü = 17,8 m

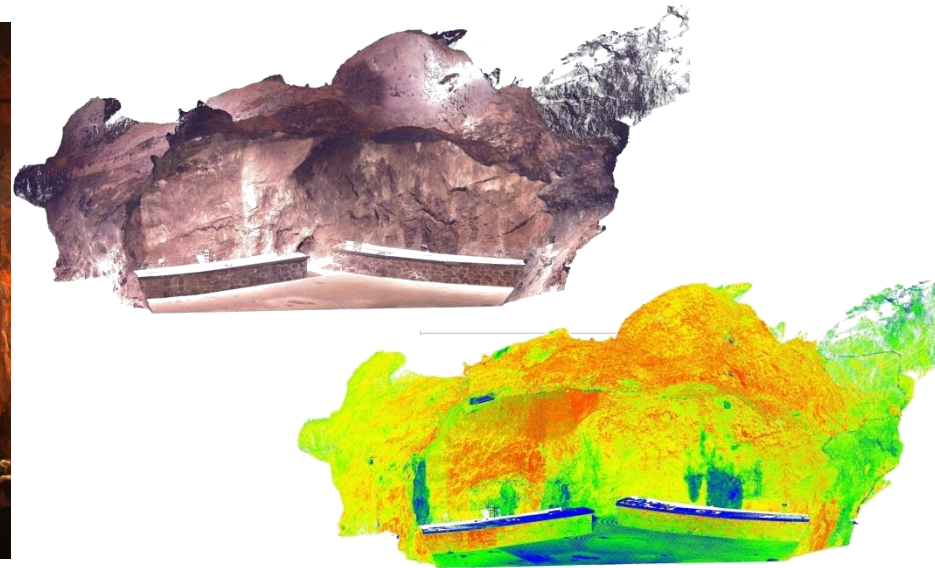
L = 20,6 m
B = 10,0 m
H = 3,7 m
Ü = 12,5-16,8 m

B = 1,3 m
H = 2,1 m
Ü = 6,4 m

B = 1,9 m
H = 2,3 m
Ü = 18,5 m

FANTA 4

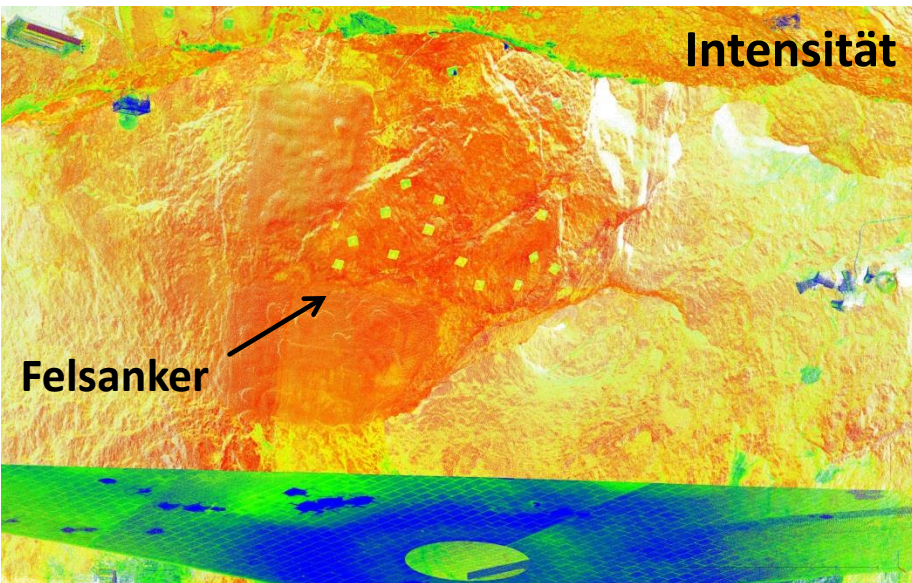
ksta.de



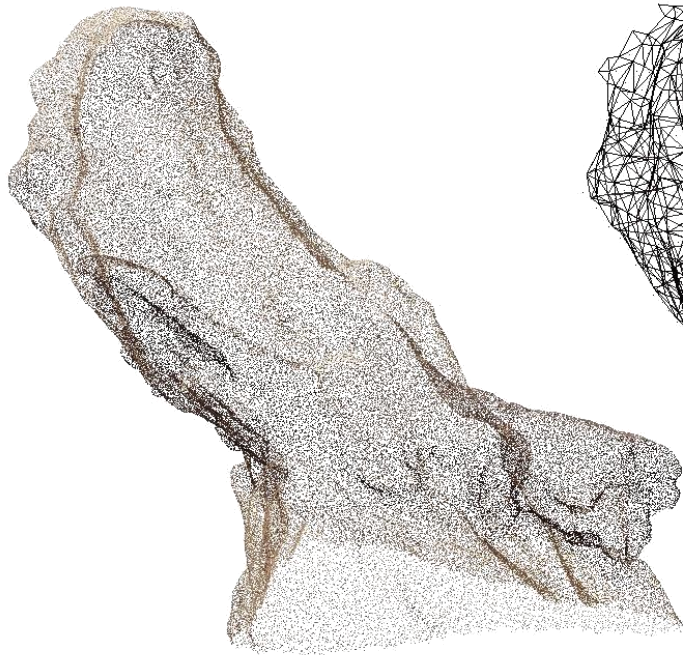
RGB



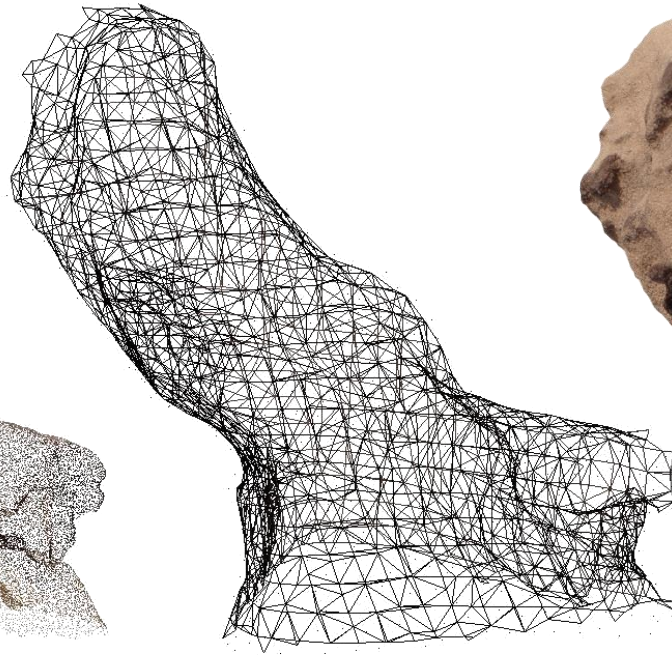
Intensität



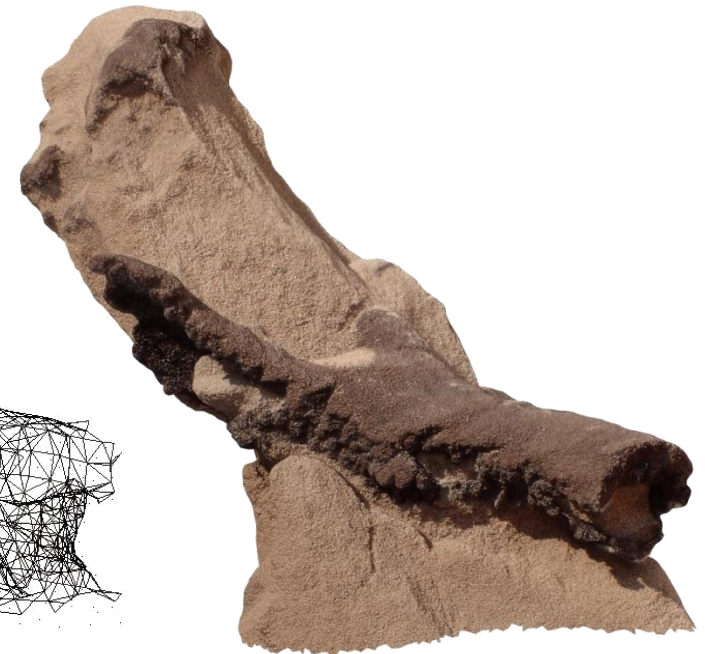
Punktwolke



Vermaschung (Triangulation)



Texturierung (RGB-Fotos)



10 cm

*Fossile Grabröhre (Ophiomorpha),
Tagebau Garzweiler*

2019 Geplante Erdgasfernleitung Zeelink - 215 km

Geologischer Dienst
Nordrhein-Westfalen
- Landesbetrieb -





GEOBONN 2018

2–6 September 2018 | Bonn | Germany



Submit your abstract now! Deadline: 15 May 2018 www.geobonn2018.de

Topic 14a) Computational geosciences This session aims to bring together researchers who are engaged with 3D spatial data...

Invited Speaker - T. Kurz (University Bergen)