Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Entwicklung einer operationellen Beobachtungsstrategie von Staubauwerken mittels multi-temporaler Radarinterferometrie

GeoMonitoring 2023 / 9. März 2023 / Radar-basiertes Monitoring II

Jannik Jänichen[1], Dr. Clémence Dubois[1], Jonas Ziemer[1], Katja Last[2], Daniel Klöpper[2], Sebastian Weltmann[2], Prof. Dr. Christiane Schmullius[1]

[1] Friedrich-Schiller-Universität Jena
[2] Ruhrverband, Abteilung Wasserwirtschaft

FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA

Ruhrverband WISSEN, WERTE, WASSER

BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe GEOZENTRUM HANNOVER

Straßen.NRW

1 Beobachtbarkeit von Stauobjekten

Abb. 1: Beobachtung der Möhnestaumauer mittels PSI und Validierung mit Messdaten (Jänichen et al. 2022)

1 Beobachtbarkeit von Stauobjekten

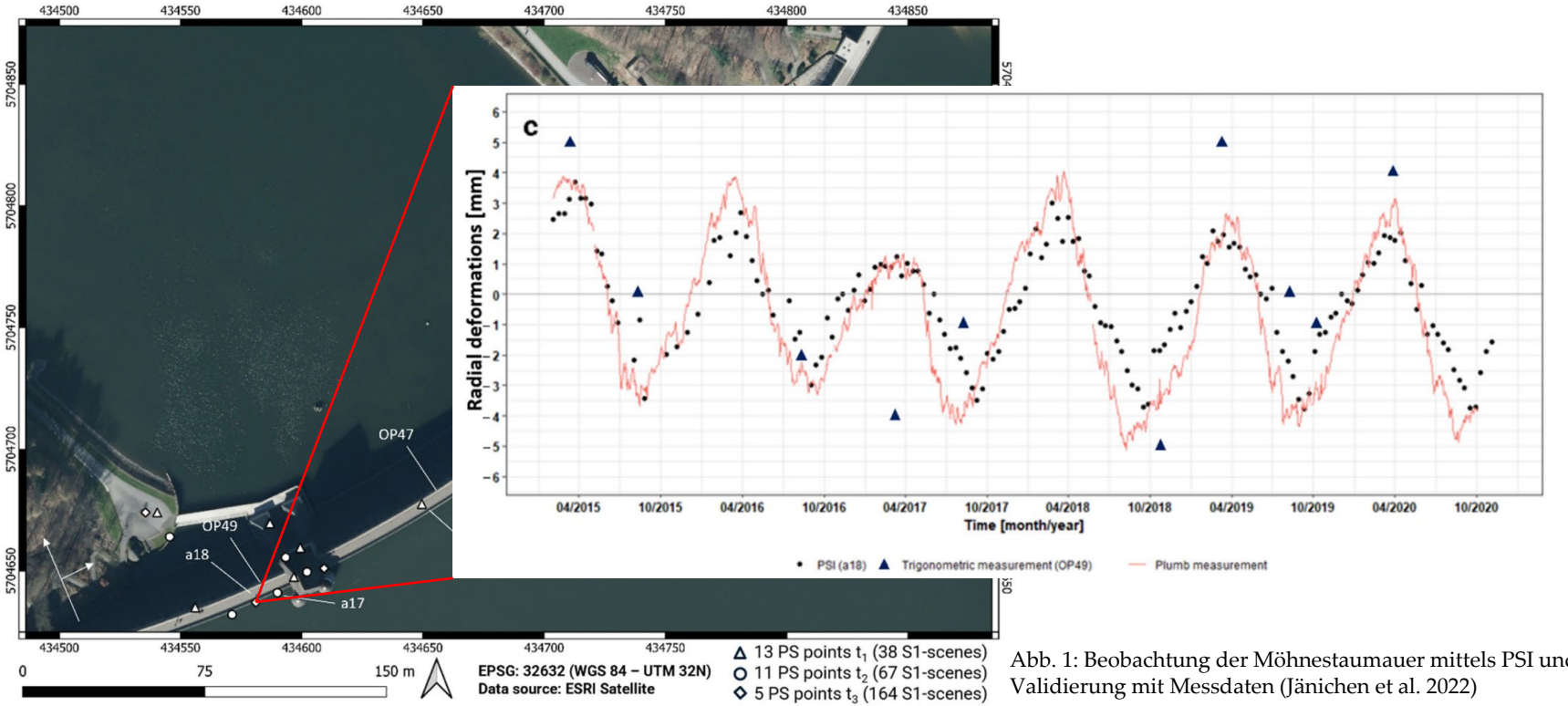


Abb. 1: Beobachtung der Möhnestaumauer mittels PSI und Validierung mit Messdaten (Jänichen et al. 2022)

1 Beobachtbarkeit von Stauobjekten

- Sind Staumauern und Staudämme mittels der PSI-Technik beobachtbar?
- Welche Faktoren sind dabei die einflussgebenden?
    - Orientierung im geographischen Raum
    - Störobjekte (Laternen, Zäune…) und Vegetation (Staudämme)
    - Material des Objektes
    - Radarschatten
- Es sind nicht alle Objekte gleich gut beobachtbar
- Lässt sie die Beobachtbarkeit von Stauobjekten verbessern, um eine operationelle Beobachtungsstrategie zu entwickeln?

1 Beobachtbarkeit von Stauobjekten

Abb. 2: Gewählte Stauobjekte für ECR-Installation in NRW (Ruhrverband 2022)

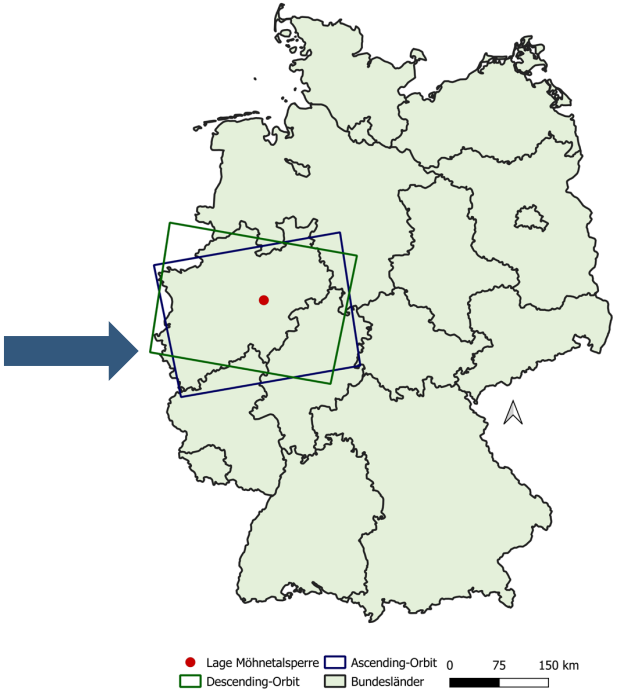


Abb. 3: Sentinel-1 Datenlage in NRW

2 Beobachtungsstrategie für Staubauwerke

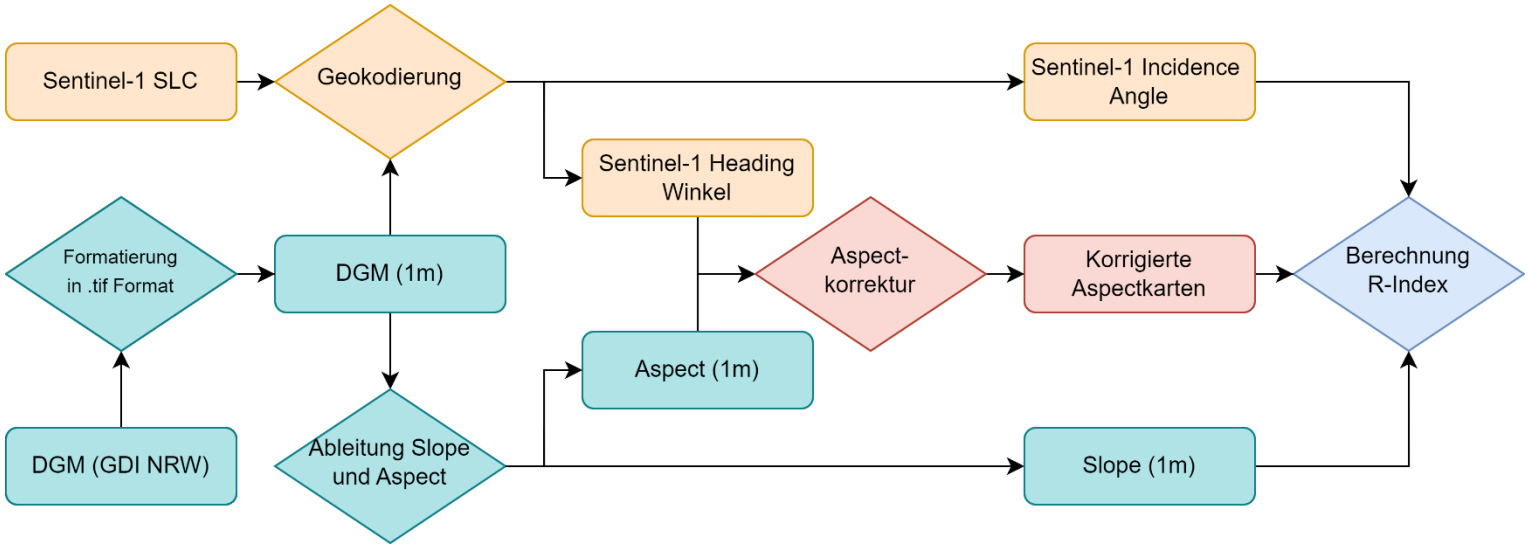


Abb. 4: Vereinfachter Workflow mit Inputdaten zur Erstellung der Ampelkarte Schritt 1: Sentinel-1 Prozessierung (verändert nach Notti et al. 2014)

2 Beobachtungsstrategie für Staubauwerke

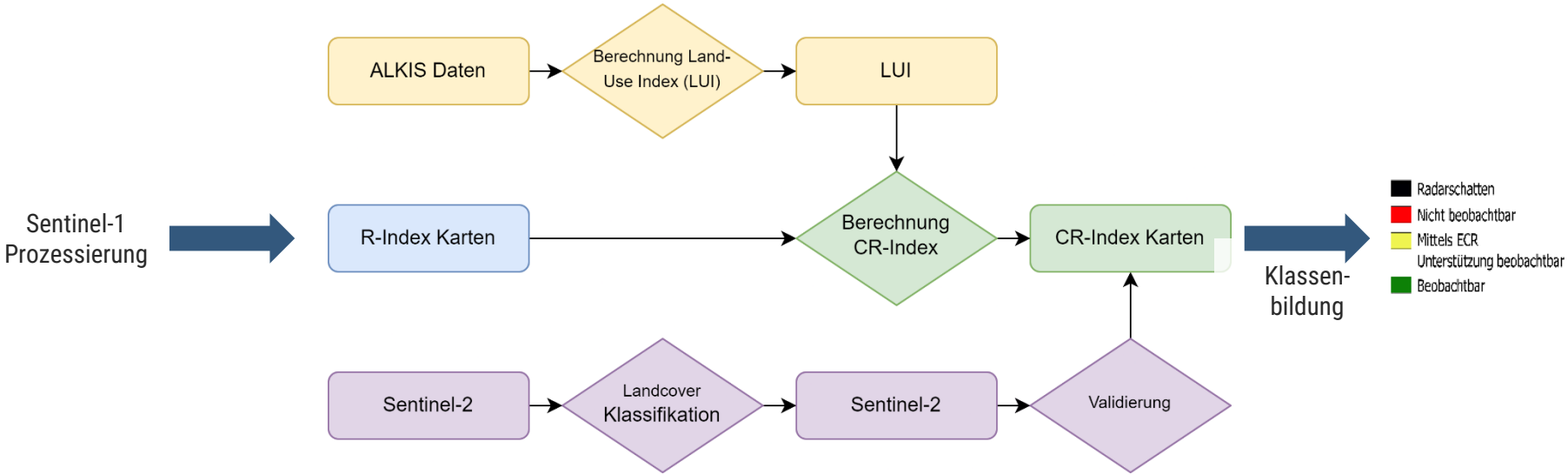


Abb. 5: Vereinfachter Workflow mit Inputdaten zur Erstellung der Ampelkarte

2 Beobachtungsstrategie für Staubauwerke

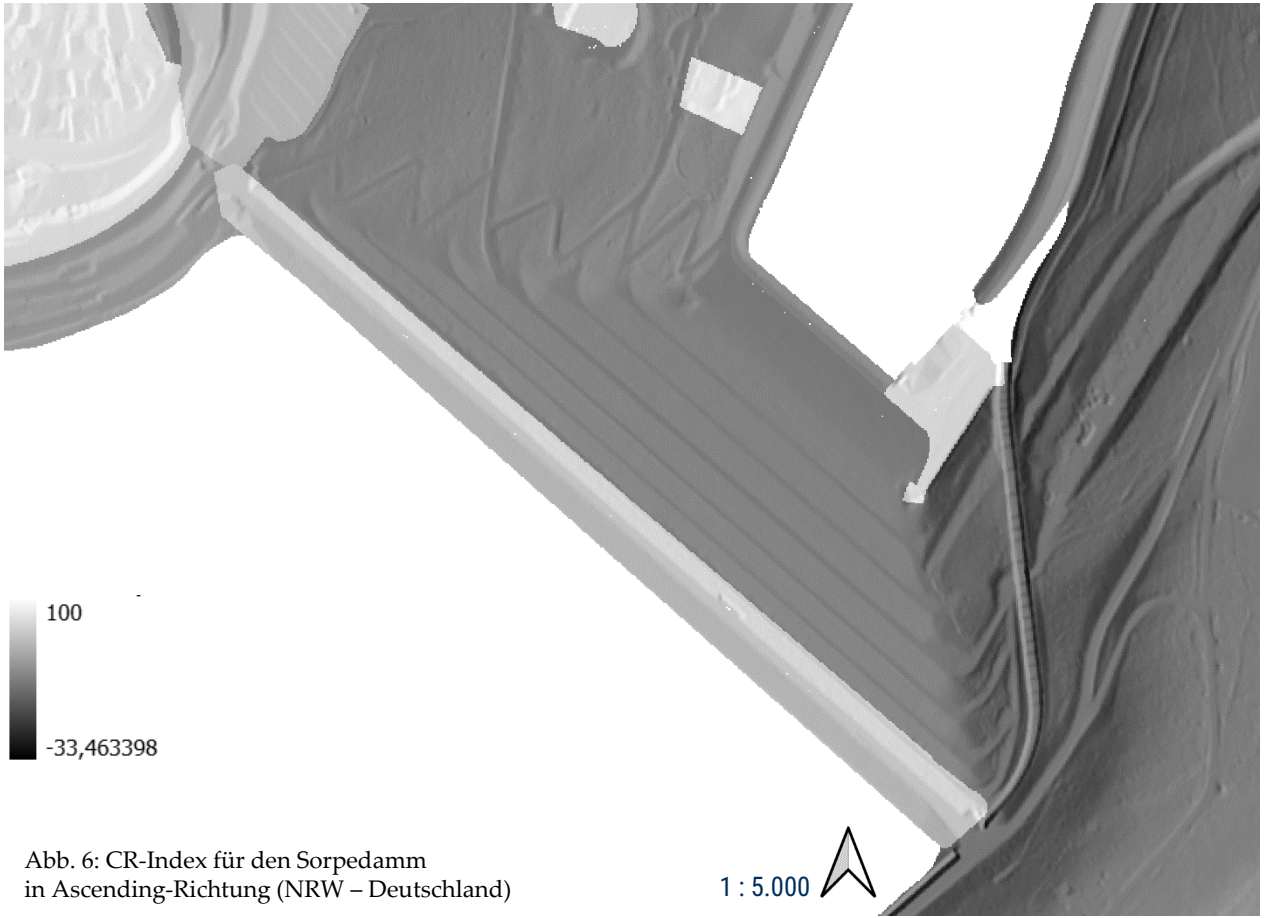
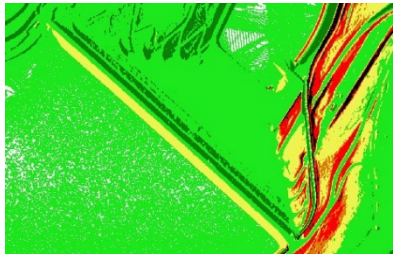
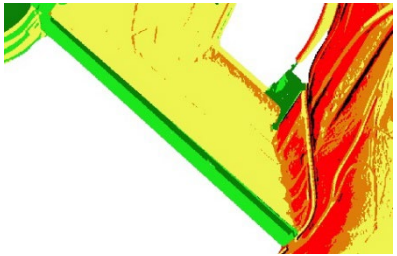
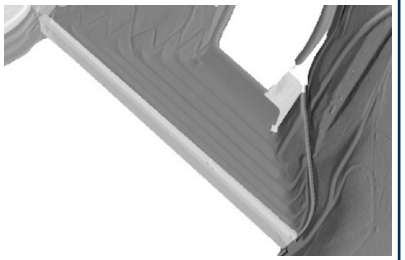
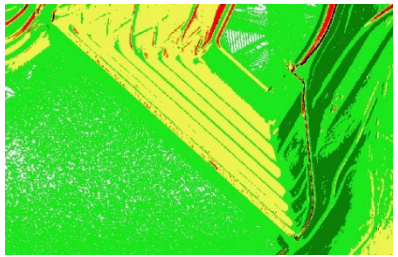
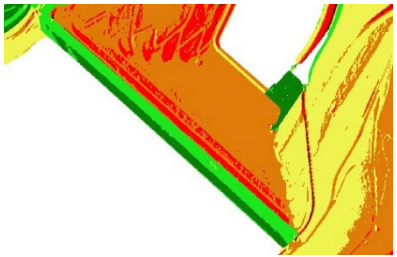
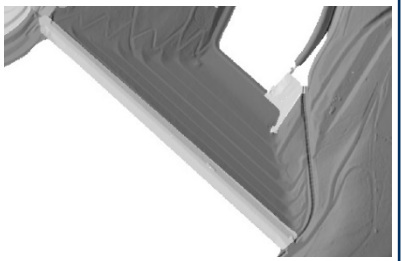


Abb. 6: CR-Index für den Sorpedamm
in Ascending-Richtung (NRW – Deutschland)

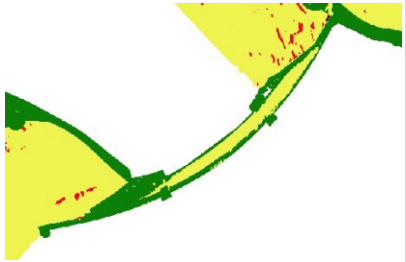
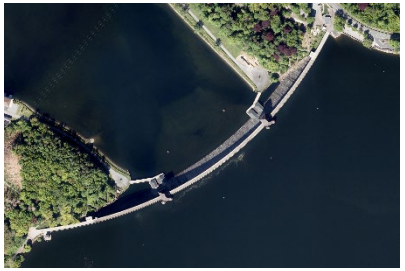
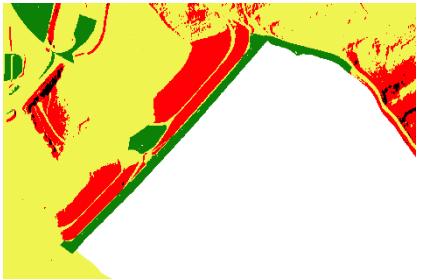
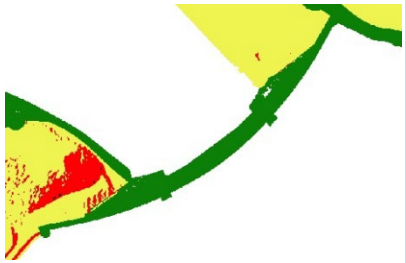
2 Beobachtungsstrategie für Staubauwerke

Tab. 1: Ampelkarte Sorpe

Orbit	R-Index	CR-Index	BBD	Unklassifiziert CR-Index
Asc. Radarschatten Nicht beobachtbar Mittels ECR Unterstützung beobachtbar Beobachtbar				
Desc. Radarschatten Nicht beobachtbar Mittels ECR Unterstützung beobachtbar Beobachtbar				

2 Beobachtungsstrategie für Staubauwerke

Tab. 2: Ampelkarte Möhne (l) und Bigge (r)

Orbit	CR-Index	Satellitenbild	CR-Index	Satellitenbild
Asc. Radarschatten Nicht beobachtbar Mittels ECR Unterstützung beobachtbar Beobachtbar				
Desc. Radarschatten Nicht beobachtbar Mittels ECR Unterstützung beobachtbar Beobachtbar				

3 Elektronische Corner Reflektoren (ECR C-Band)

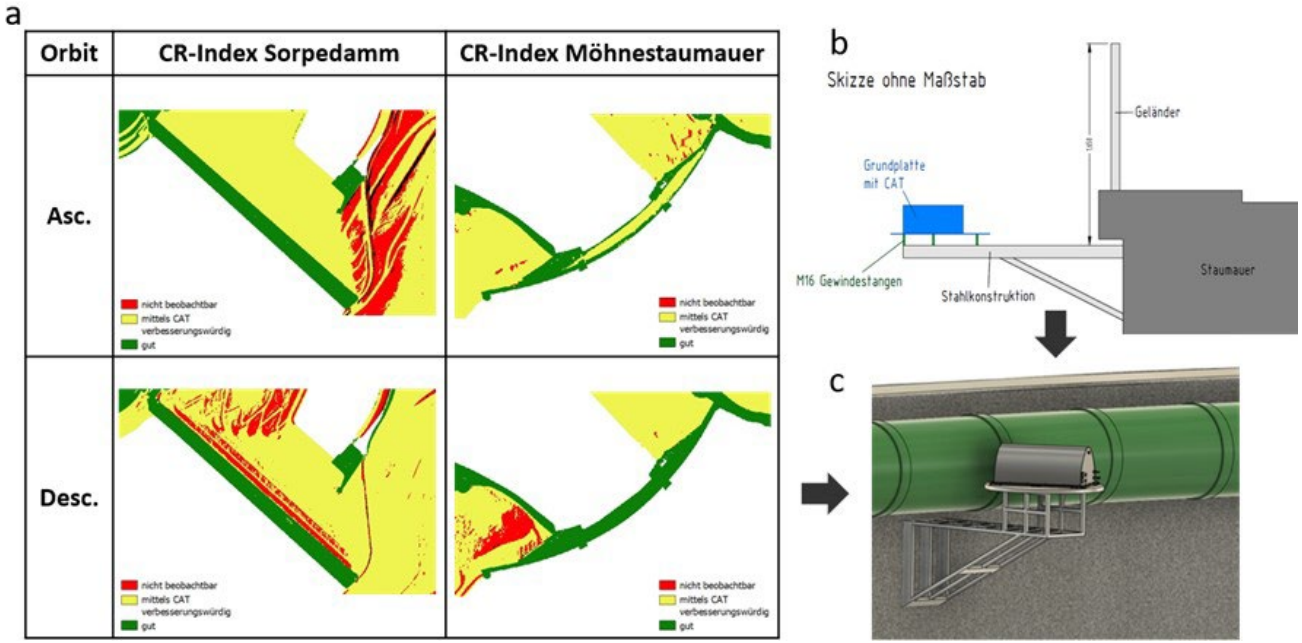


Abb. 7: Identifizierung von geeigneten Standorten zur ECR-Installation an Staubauwerken des Ruhrverbands

3 Elektronische Corner Reflektoren (ECR C-Band)

Abb. 8: ECR-Position an der Sorpetalsperre (Ruhrverband 2022)

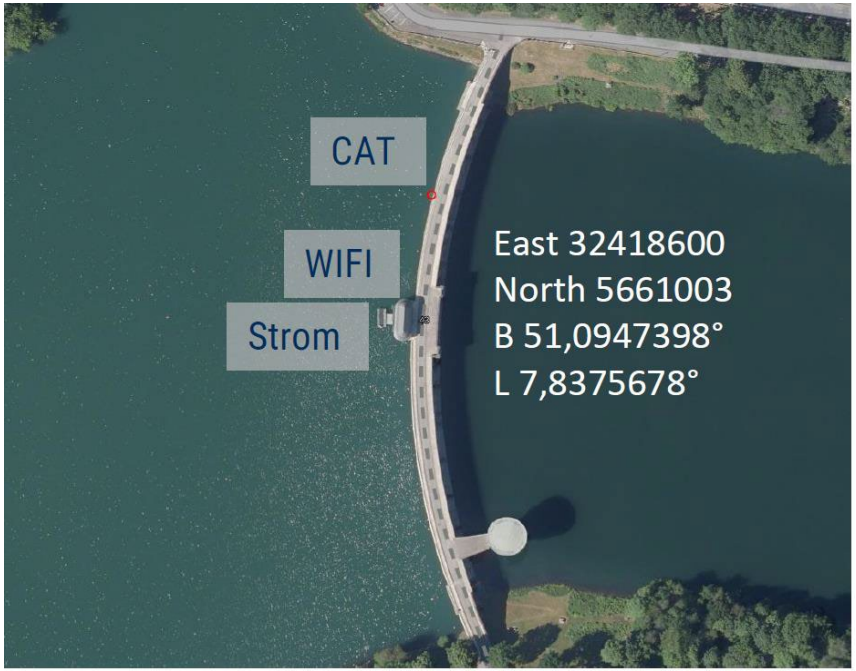
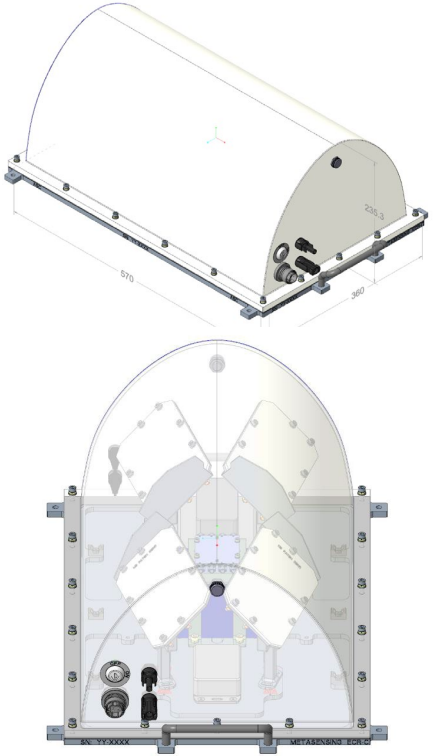
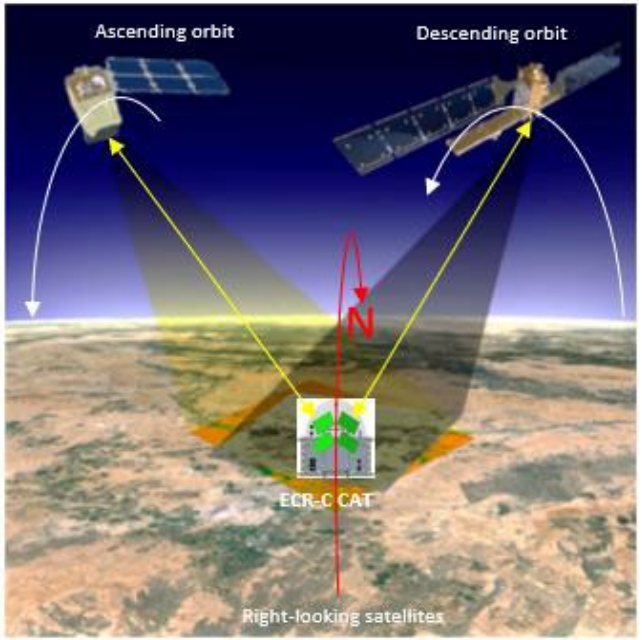


Abb. 9: ECR-Position an der Listertalsperre (Ruhrverband 2022)

3 Elektronische Corner Reflektoren (ECR C-Band)





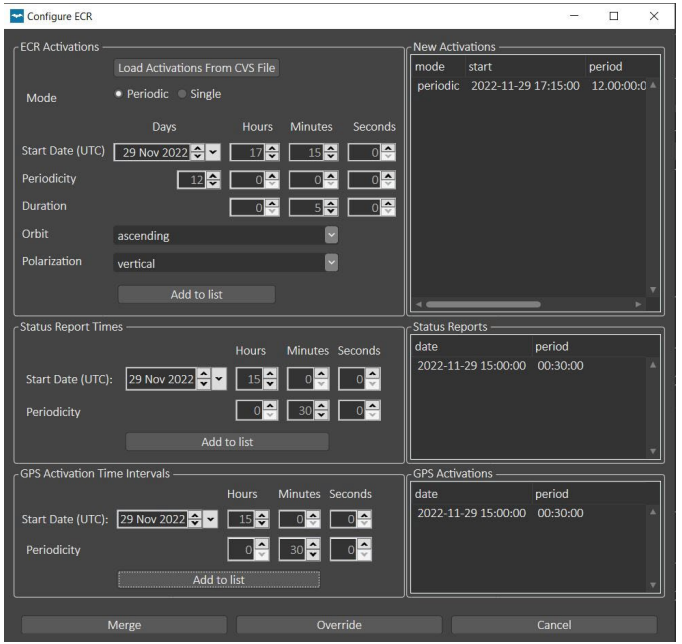


Abb. 10: Elektronische Corner Reflektoren und ihre Funktionsweise (MetaSensing 2022)

3 Elektronische Corner Reflektoren - Inbetriebnahme

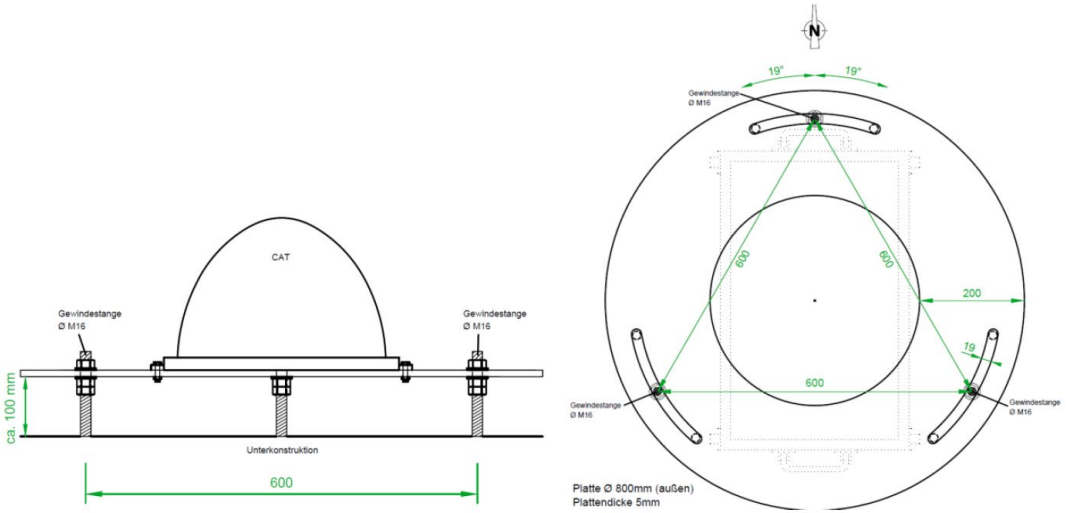


Abb. 11: Dreheinrichtung mit Unterkonstruktion für die ECR-Installation (Ruhrverband 2022)

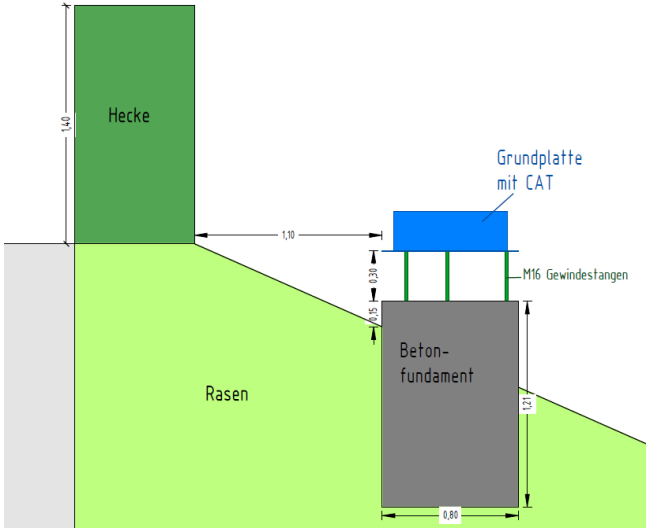


Abb. 12: Betonfundament für die ECR-Installation (Ruhrverband 2022)

3 Elektronische Corner Reflektoren - Inbetriebnahme

Abb. 13: Gegossene Betonfundamente mit ECR an der Biggetalsperre (l) und Versetalsperre (r)

3 Elektronische Corner Reflektoren - Inbetriebnahme

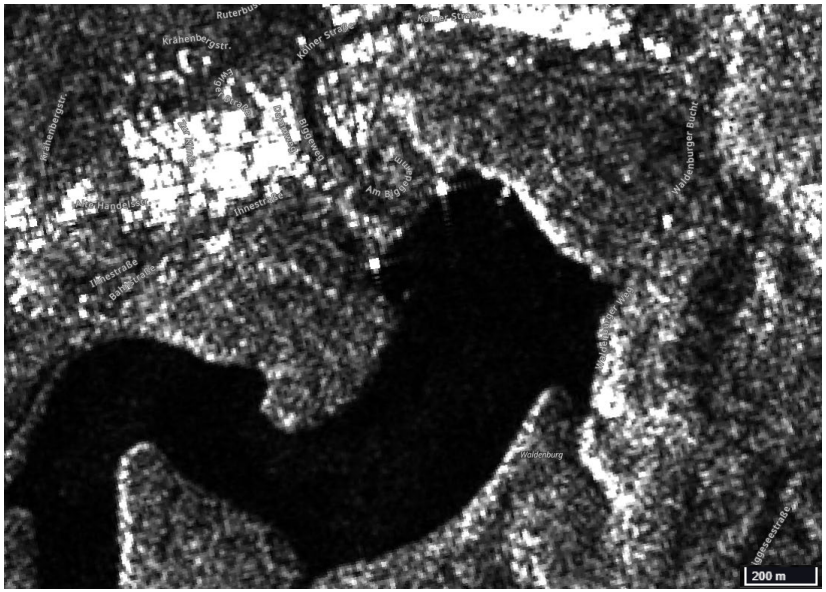


Abb. 14: Sichtbarkeit der beiden ECR an der Biggetalsperre (Ascending VV – linear gamma0)

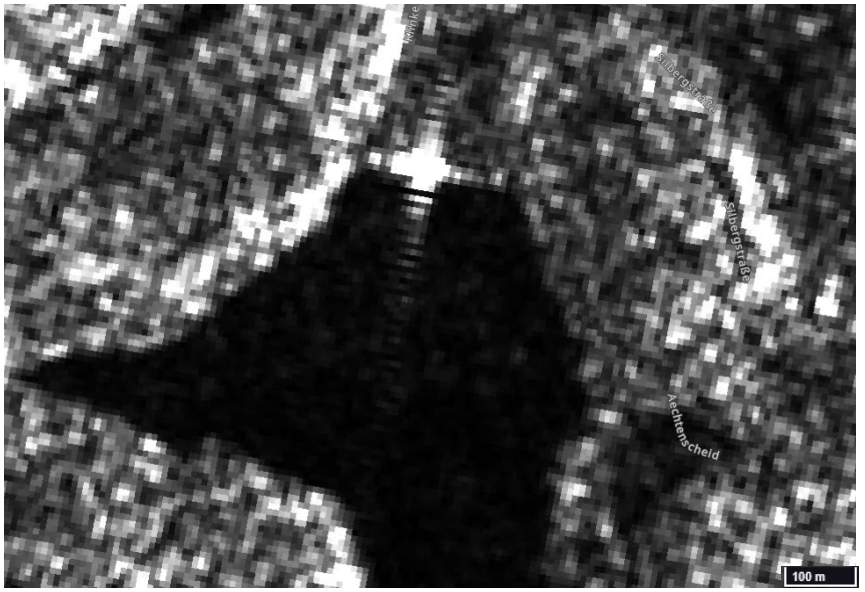


Abb. 15: Sichtbarkeit des ECR an der Versetalsperre (Descending VV – linear gamma0)

3 Elektronische Corner Reflektoren - Inbetriebnahme

- Zu Berücksichtigende Faktoren für die Anbringung an Staumauern: Lage, Höhe, Orientierung, Wetter, Luft-/Wasserseite, Störobjekte
- Lösung: Kragarme

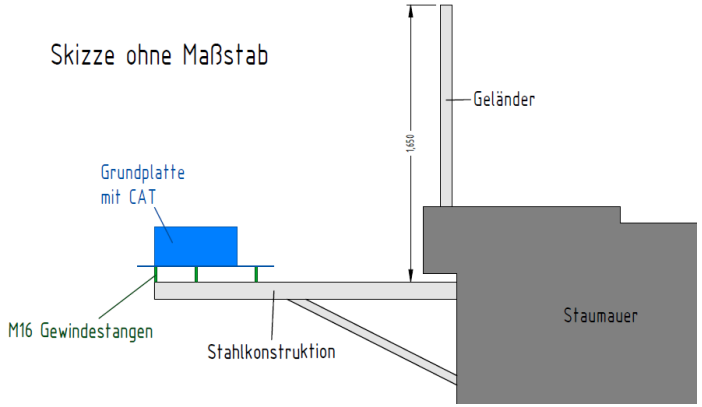


Abb. 16: Skizze der ECR-Anbringung an der Möhnestaumauer

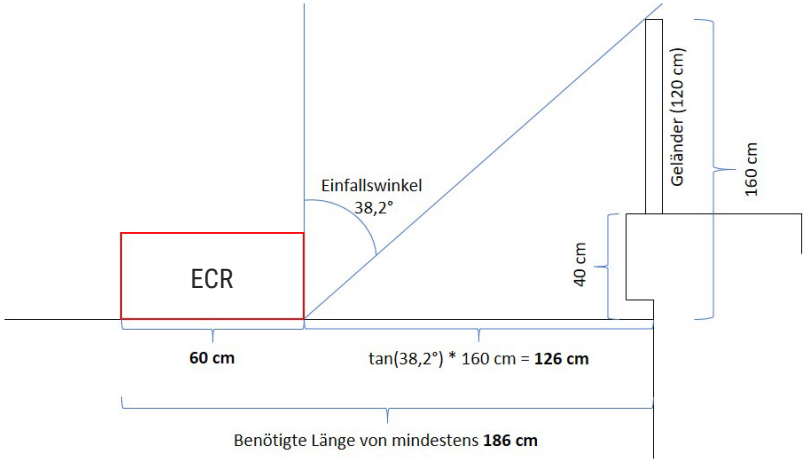


Abb. 17: Berechnungen der Kragarmlänge auf Basis des Einfallswinkels und anderer Störobjekte

3 Elektronische Corner Reflektoren - Inbetriebnahme

Abb. 18: Installierter ECR an der Möhnetalsperre

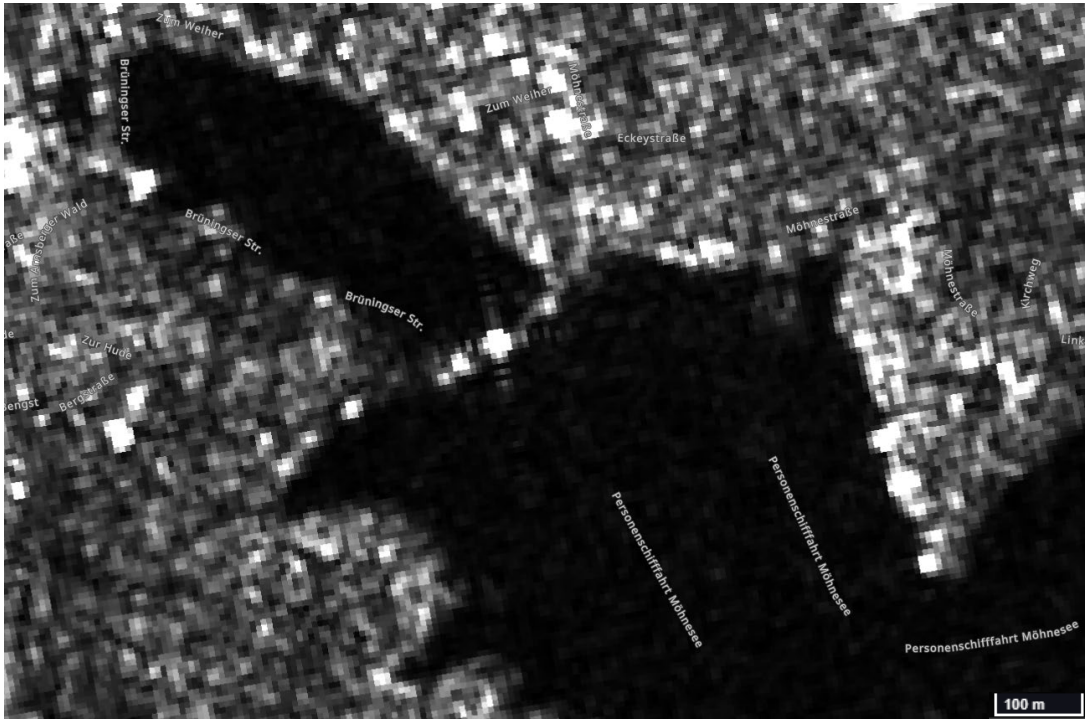


Abb. 19: Sichtbarkeit des ECR im Radarbild an der Möhnetalsperre (Ascending – VV linear gamma0)

3 Elektronische Corner Reflektoren - Inbetriebnahme

- Verbindung zu ECR zur Konfiguration und Wartung der ECR
  - ECR kommunizieren mit LTE-Routern
  - Zu den Routern muss ein Remote Zugriff über VPNs ermöglicht werden

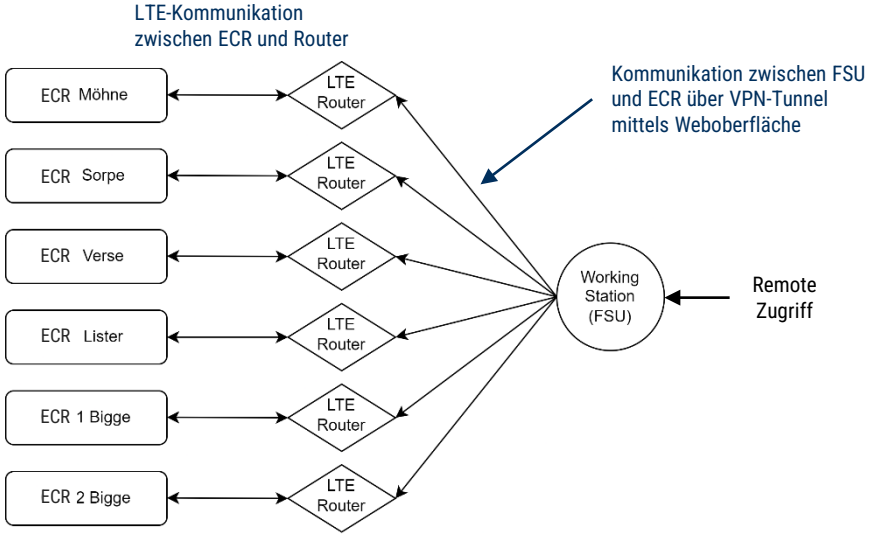


Abb. 20: Modell der Kommunikation mit den ECR am Beispiel von Stauobjekten

4 Aktueller Stand

- Die finale Einrichtung der WLAN-Verbindung an 3 verbleibenden Anlagen wird vom Ruhrverband durchgeführt
- Validierung des CR-Index mittels Daten des Bodenbewegungsdienst Deutschland (BBD)
- Anstehende Analysen bezüglich der Funktionalität der ECR:
  - Analysen der Amplitude
  - Analysen der Phasenstabilität, sobald genügend Aufnahmen verfügbar sind
  - Unterschiede zwischen Ascending und Descending
  - Ggf. Unterschiede zwischen Vertikal und Horizontal

5 Ausblick

- Erneute PSI-Analysen, welche die ECR miteinbeziehen
  - Unterschiede zwischen Ascending und Descending
  - Gewinn neuer PS-Punkte?
  - Ggf. Wegfallen alter PS-Punkte?
  - Wie ist die Qualität der neuen PS-Punkte?
- Erweiterung der Methodik auf Brücken in Zusammenarbeit mit Straßen.NRW

Referenzen

- Cigna, F., Jordan, C., Bateson, L., Dashwood, C. (2012): Feasibility of InSAR technologies for nationwide monitoring of geohazards in Great Britain. Proceedings of the Remote Sensing and Photogrammetry Society conference 2012. Conference Paper.

- Cigna, F.; Bateson, L., Jordan, C., Dashwood, C. (2014): Simulating SAR geometric distortions and predicting Persistent Scatterer densities for ERS-1/2 and ENVISAT C-band SAR and InSAR applications: Nationwide feasibility assessment to monitor the landmass of Great Britain with SAR imagery. In: Remote Sensing fo Environment 152, 441-466.

- Jänichen, J., Schmullius, C., Baade, J., Last, K., Bettzieche, V., Dubois, C. (2022): Monitoring of Radial Deformations of a Gravity Dam Using Sentinel-1 Persistent Scatterer Interferometry. Remote Sensing 2022 14(5), 1112.

- Notti, D., Meisina, C., Zucca, F., Colombo, A. (2012): Models to predict Persistent Scatterers data distribution and their capacity to register movement along the slope. Proceedings of Fringe 2011 Workshop, Frascati, Italy.