

Satellitensysteme und deren Eigenschaften und Möglichkeiten

A detailed illustration of a satellite in orbit above Earth. The satellite has a central body with various instruments and two long, rectangular solar panel arrays extending outwards. The Earth's surface below shows green landmasses and blue oceans, with a thin blue line representing the atmosphere. The background is the deep black of space.

Thomas Krauß

Kulturgüterschutz aus dem Weltraum: Potenziale der Nutzung von Satellitendaten

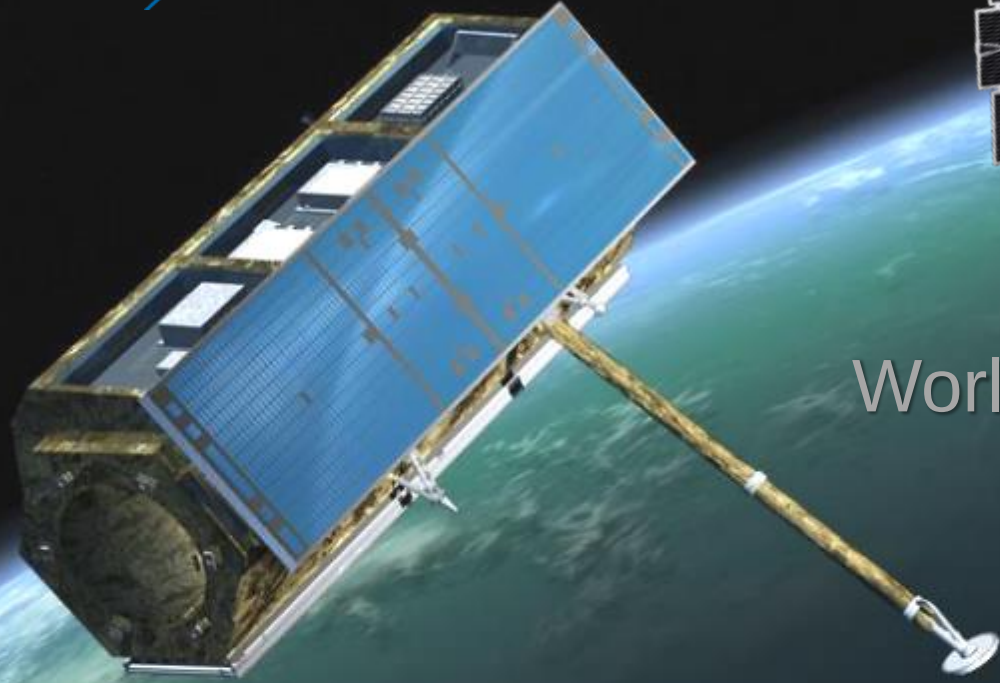
23.9.2025, Heidelberg

Erdbeobachtung

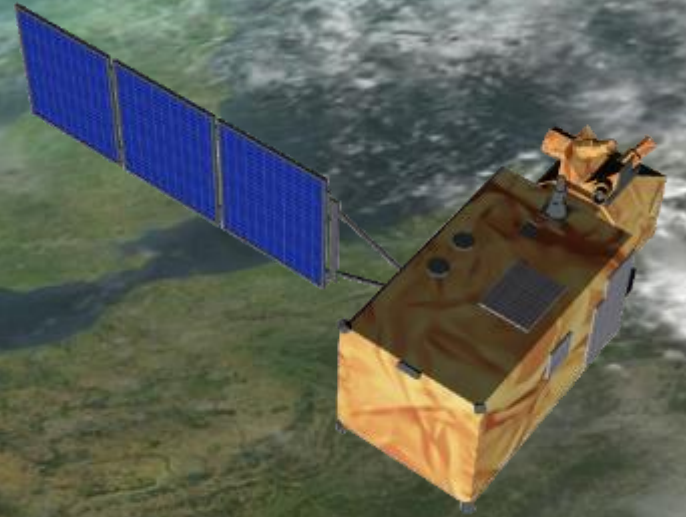




TERRA SAR X



WorldView-3



Sentinel-2

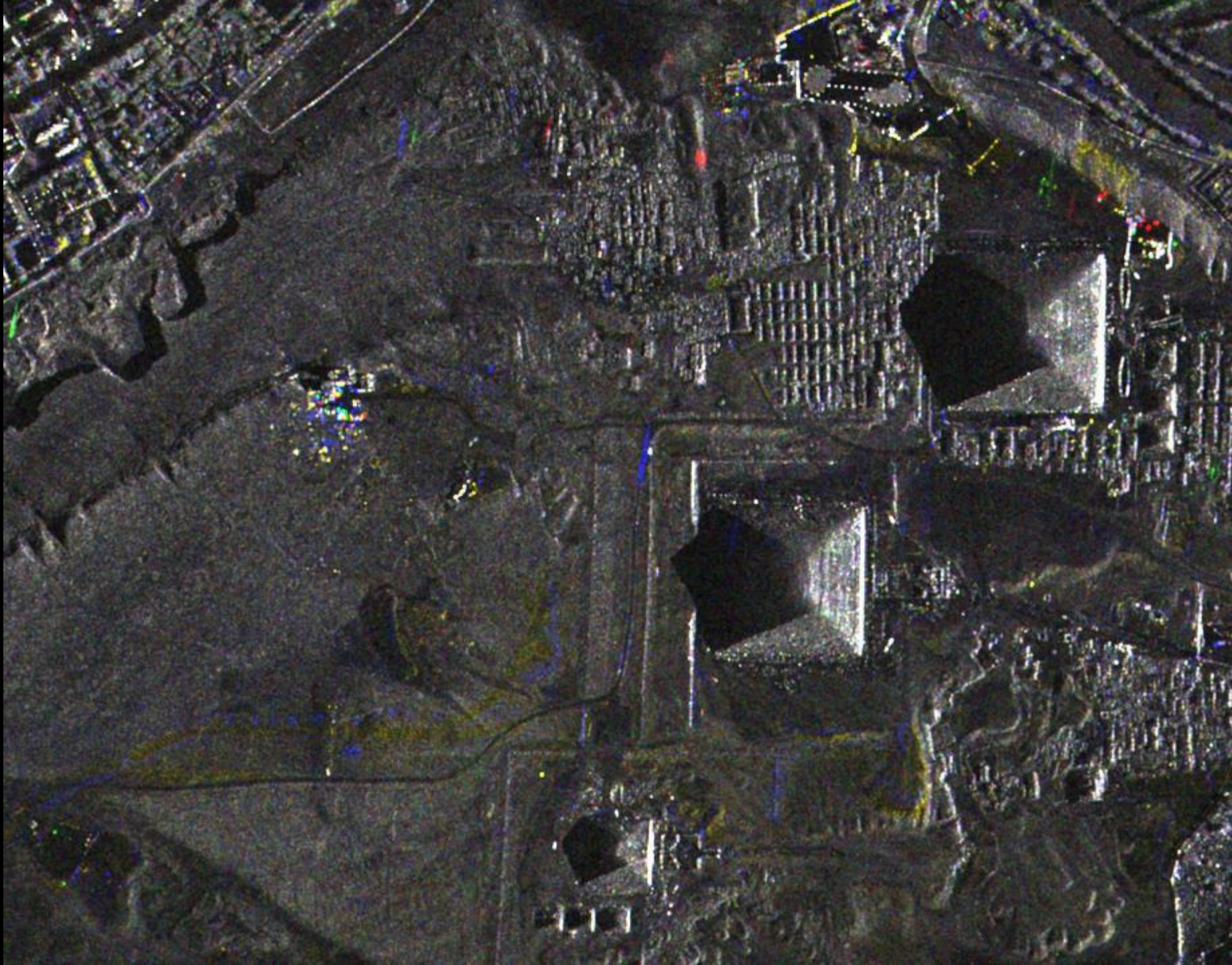


Planet Dove



0 days 02 hours 53 minutes
Sentinel-2 constellation:
summer solstice

Bodenaufklärung: 1 m/Pixel



TerraSAR-X

© DLR supplied by Airbus

Bodenauflösung: 50 cm/Pixel



WorldView-2

© DigitalGlobe supplied by European Space Imaging

Bodenaufklärung: 3 m/Pixel



Planet
Dove

© Planet

Bodenaufklärung: 10 m/Pixel



Sentinel-2

Satelliten im Kulturgüterschutz



Satellitendaten für das Kulturerbe



- Satellitendaten erlauben
 - Kontinuierliche Überwachung
 - Detaillierte Kartierung
 - 3D-Rekonstruktion und Modellierung
- Von anders nicht zugänglichen Kulturerbestätten
- Einschränkungen
 - Relativ grobe Bildauflösung (30 cm ... 10 m)
 - Relativ wenige Bilder, nur alle 2 ... 20 Tage



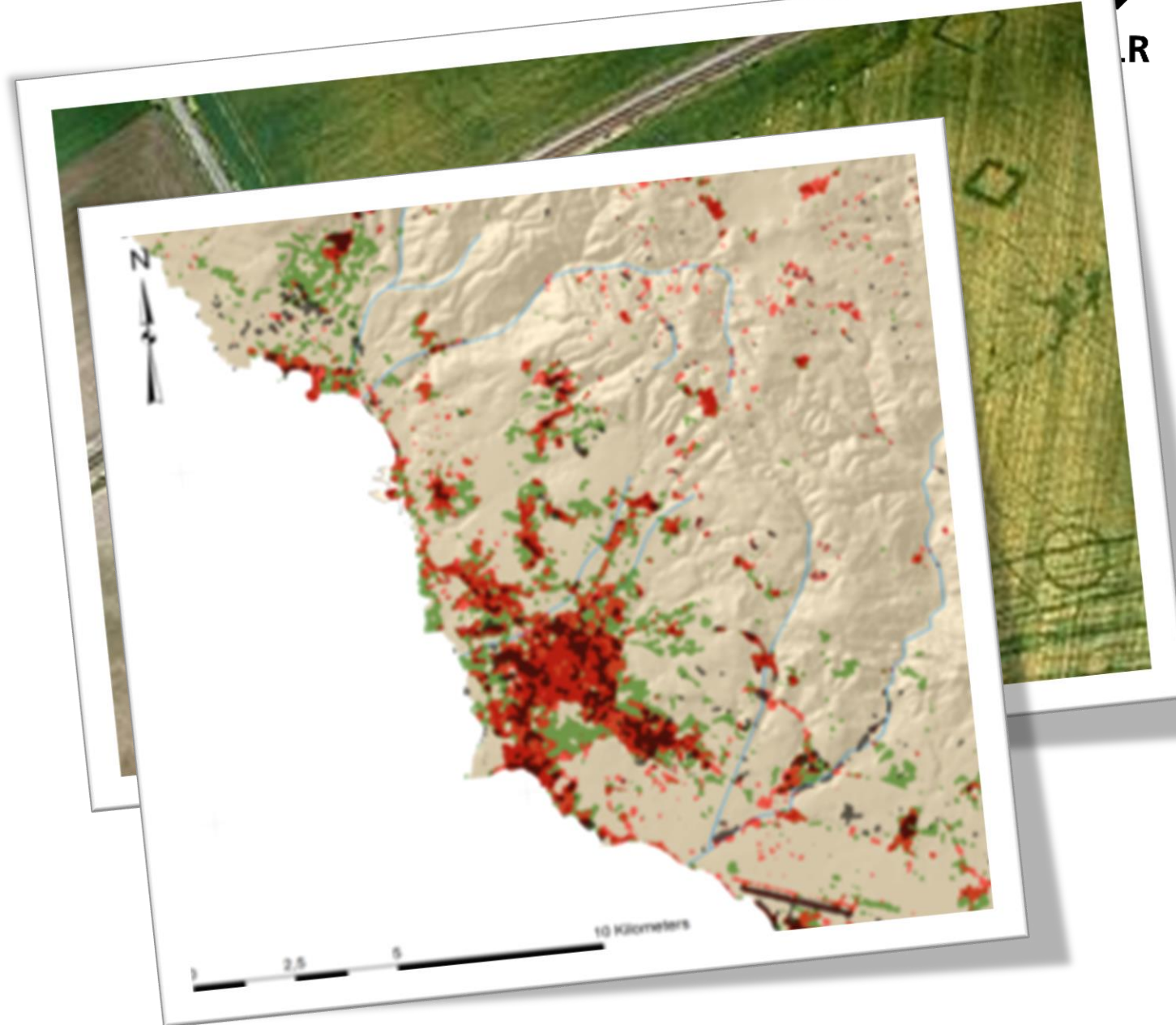
Warum Satellitendaten für das Kulturerbe?

- Detektion von Bewuchsmerkmalen



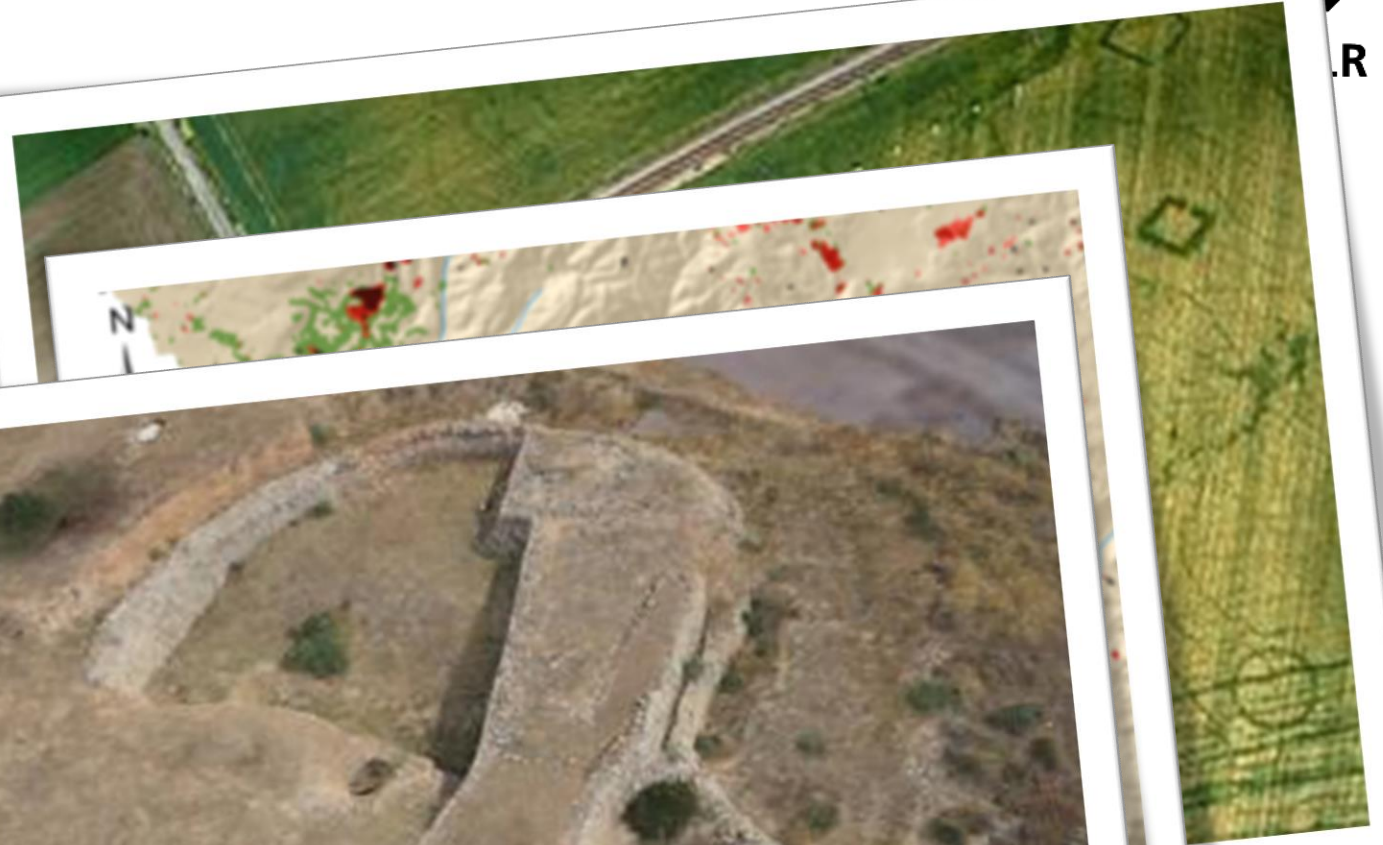
Warum Satellitendaten für das Kulturerbe?

- Detektion von Bewuchsmerkmalen
- Monitoring archäologischer Stätten



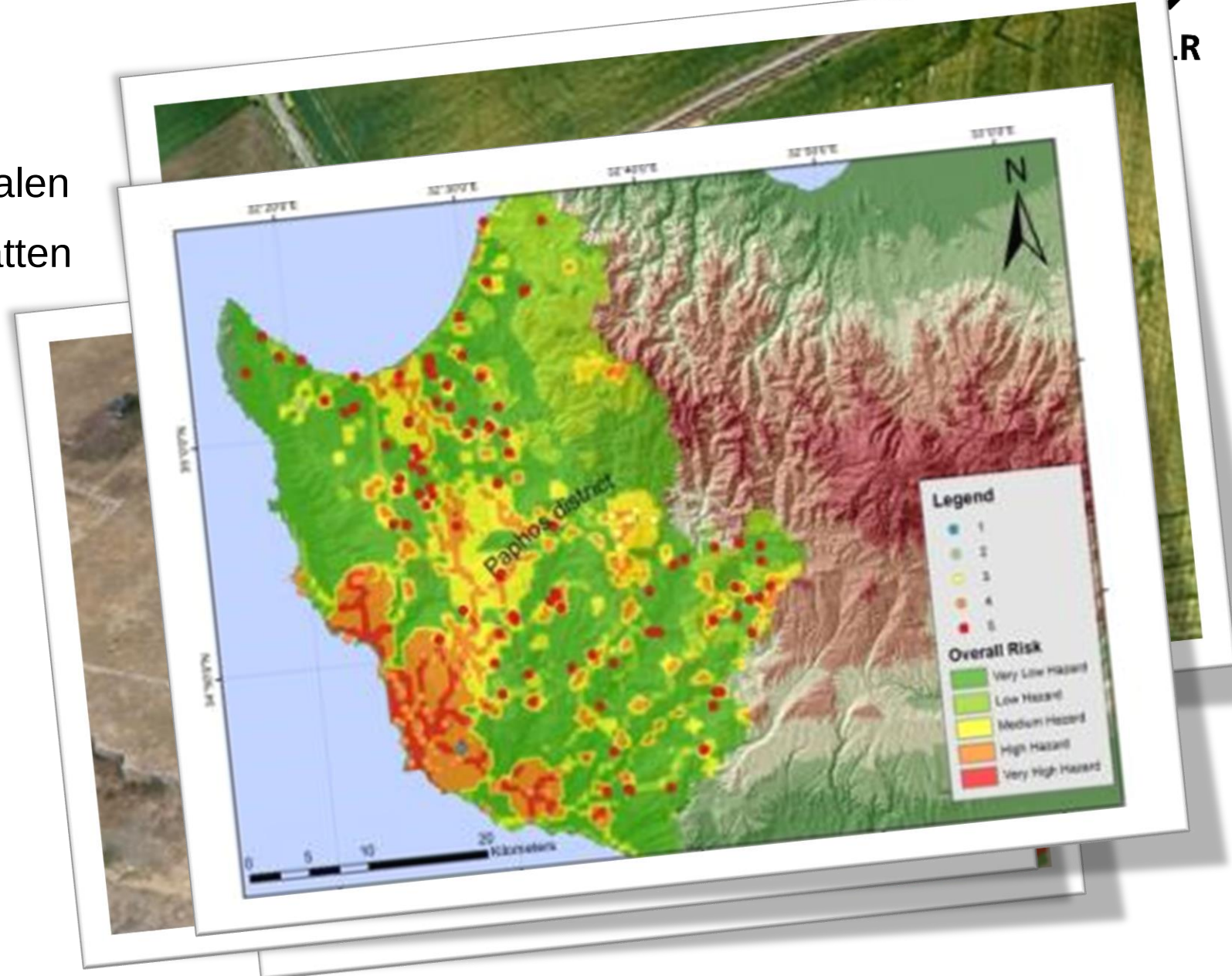
Warum Satellitendaten für das Kulturerbe?

- Detektion von Bewuchsmerkmalen
- Monitoring archäologischer Stätten
- Dokumentation



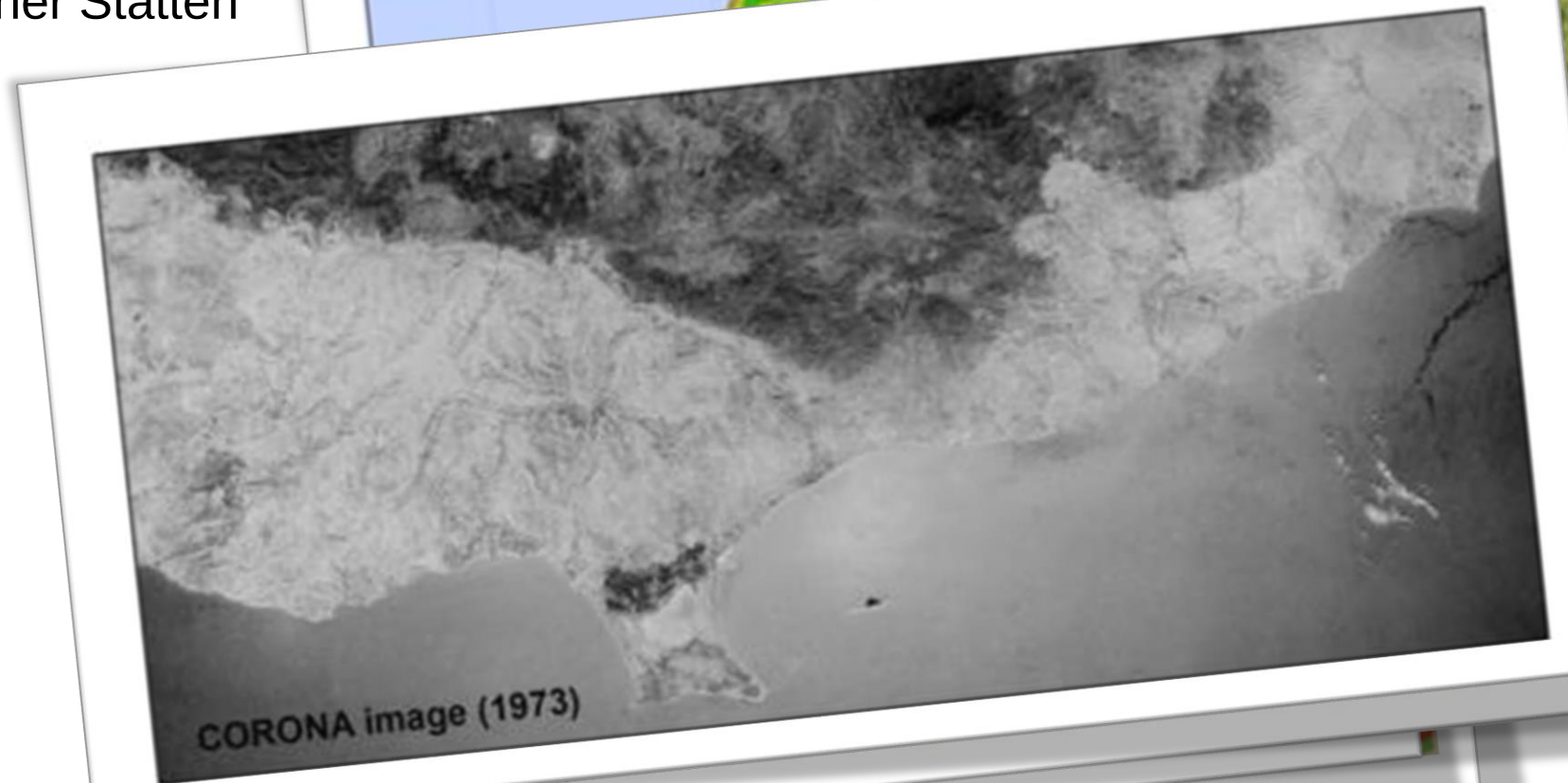
Warum Satellitendaten für das Kulturerbe?

- Detektion von Bewuchsmerkmalen
- Monitoring archäologischer Stätten
- Dokumentation
- Risikoabschätzung



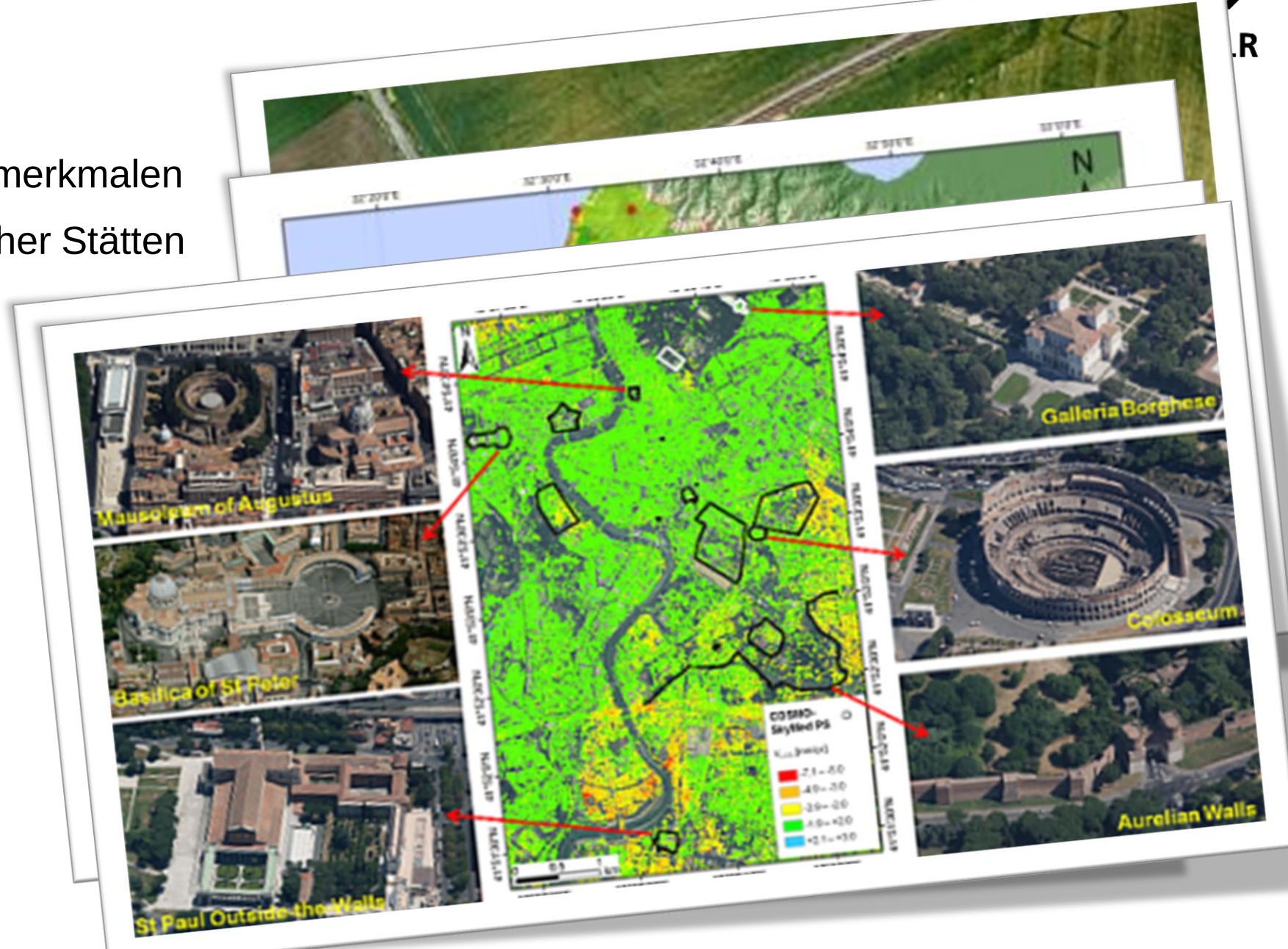
Warum Satellitendaten für das Kulturerbe?

- Detektion von Bewuchsmerkmalen
- Monitoring archäologischer Stätten
- Dokumentation
- Risikoabschätzung
- Archivinformation



Warum Satellitendaten für das Kulturerbe?

- Detektion von Bewuchsmerkmalen
- Monitoring archäologischer Stätten
- Dokumentation
- Risikoabschätzung
- Archivinformation
- Mikro-Bewegungen



Warum Satellitendaten für das Kulturerbe?

- Detektion von Bewuchsmerkmalen
- Monitoring archäologischer Stätten
- Dokumentation
- Risikoabschätzung
- Archivinformation
- Mikro-Bewegungen
- Raubgrabungen



Detektieren,
Dokumentieren
und Überwachen
von
Zerstörungen

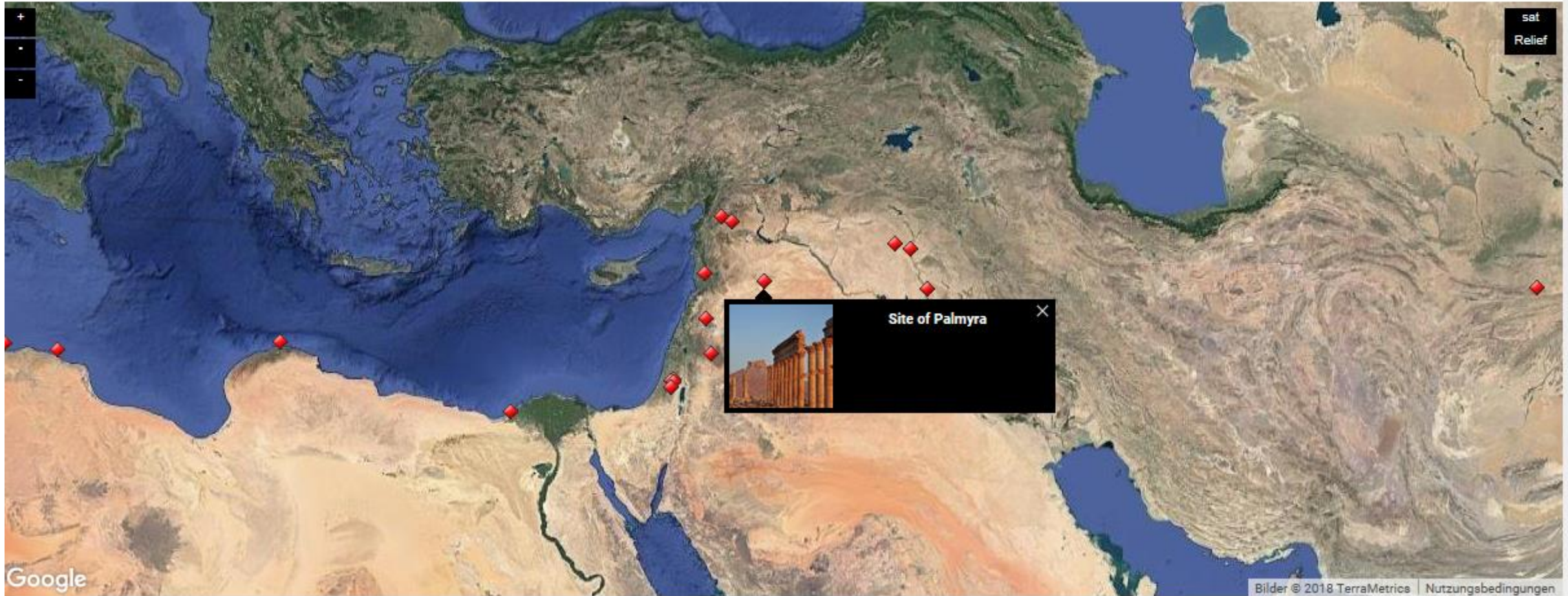




United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

List of World Heritage in Danger

The **54** properties which the World Heritage Committee has decided to include on the List of World Heritage in danger in accordance with [Article 11 \(4\)](#) of the *Convention*.



Palmyra – Tempel des Bel – zerstört vom IS am 30.08.2015



Beispiele von Satellitenbildern – Palmyra



Sentinel 2
10 m/Pixel Bodenaufklärung
frei
ca. alle 5 Tage eine Aufnahme



WorldView 2
50 cm/Pixel Bodenaufklärung
ca. 100 €/km², min 100 km²
Aufnahme nur auf Bestellung

Risiken
erkennen



Waldbrand in der Arakapas-Region auf Zypern – 3. Juli 2021



Profitis Elias



Agia Marina



Agios Georgios
Church of Panayia



Agie Anargiri



- 13 Kulturerbestätten
- Verbrannte Fläche
ca. 45 km²
- 10 Ortschaften
evakuiert
- 4 Todesfälle



Timiou Stavrou



Monasteri of Panayias Iamatikis



Panayia Iamatikis



Agios Georgios
Agia Marina



Agios Fotios & Anikitos

Panayia tou Kampou

Akapnou Bridge

Dierona water mill

Dieronas Ancient Bridge

Church of Archangelou Michael



Agios Georgios

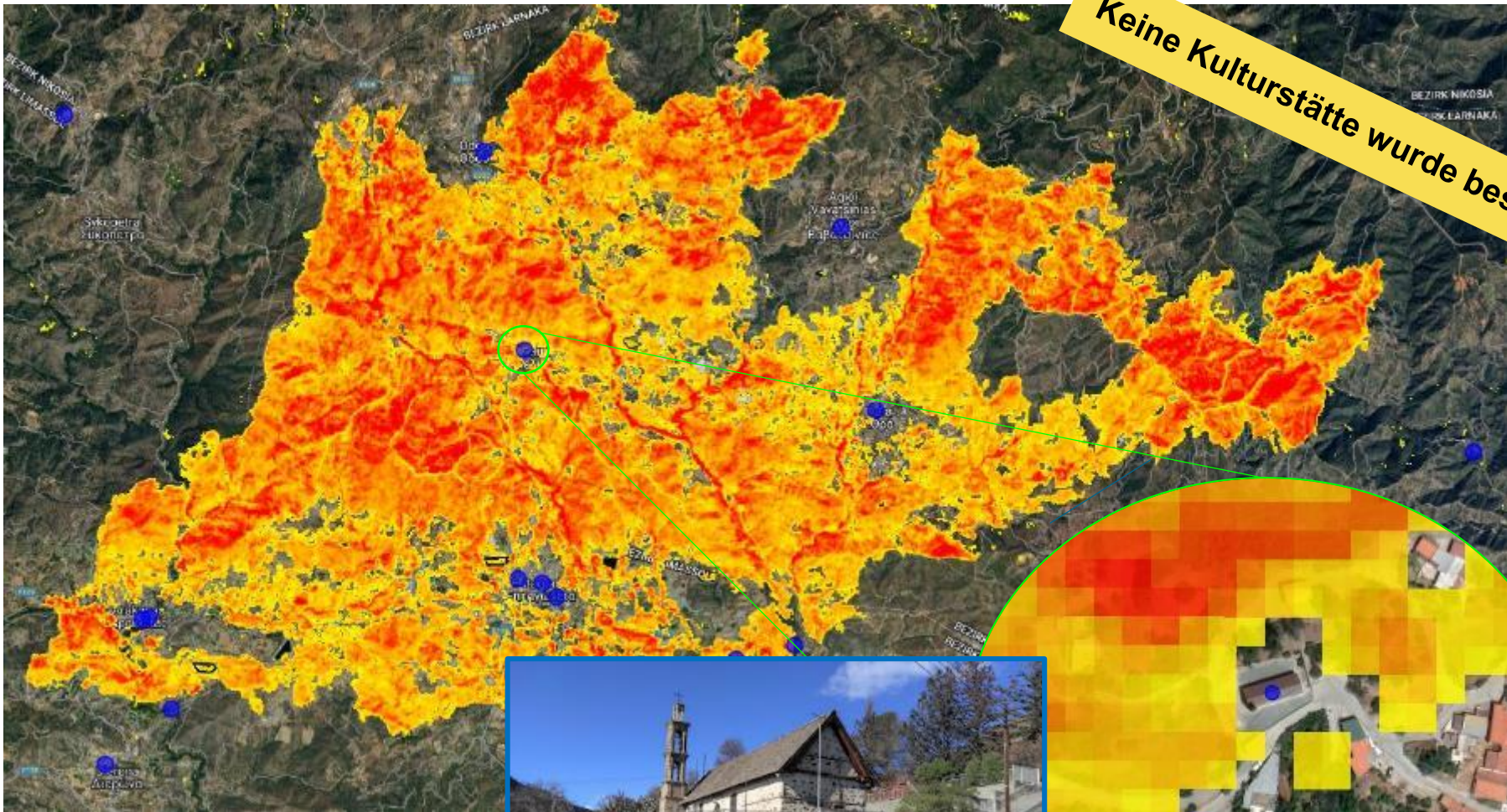
Agios Nicolaos



Panagia Parsata

Panayia Eleoussa

Detektion von verbrannten Flächen in der Nähe von Kulturerbestätten



Keine Kulturstätte wurde beschädigt

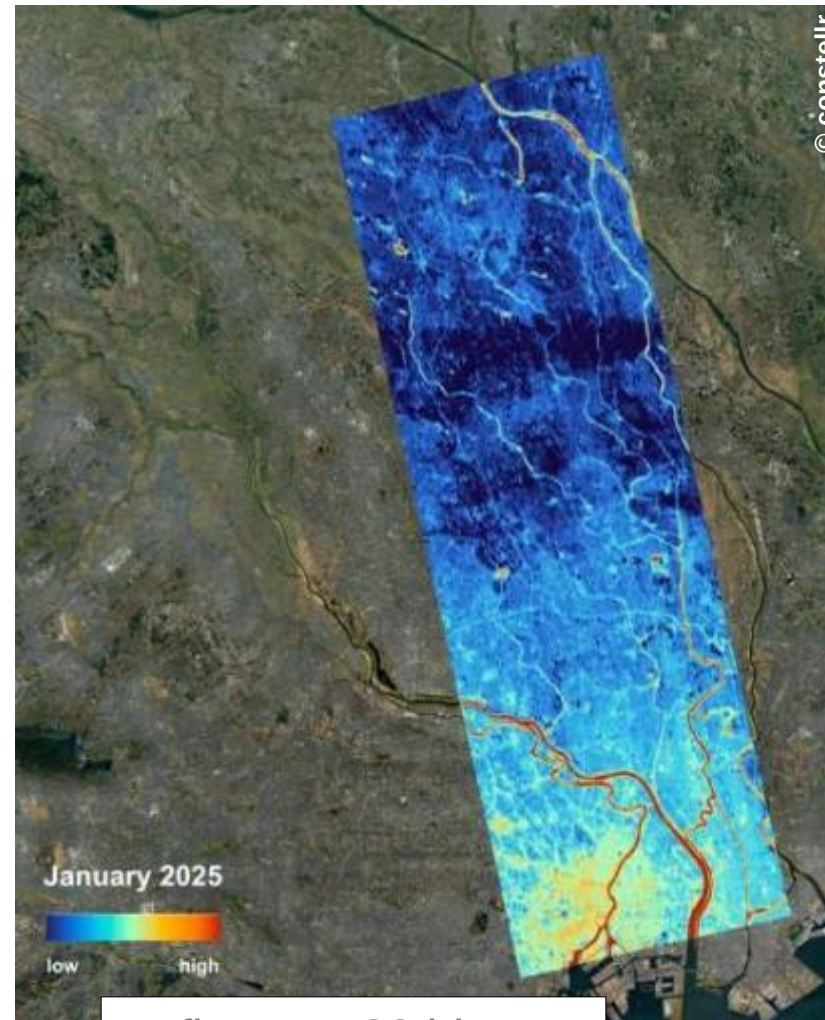


Παναγία Χρυσελεούσα, Μελίνη

Waldbrandüberwachung aus dem Weltraum

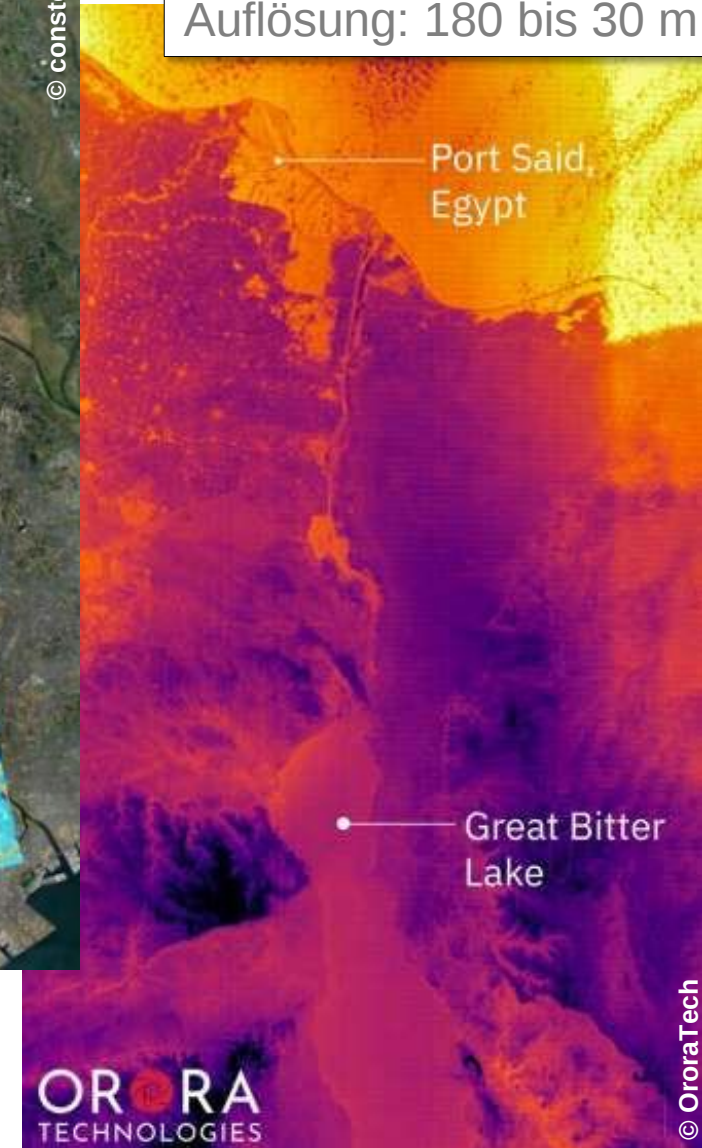


- Neue Thermal-Satellitenkonstellationen
 - OroraTech aus München
 - constellr aus Freiburg
- Erkennen schon kleine Waldbrände kurz nach deren Entstehung
- Weltweite Abdeckung mehrmals am Tag durch viele kleine Satelliten



Auflösung: 30 bis 5 m

Auflösung: 180 bis 30 m



© OroraTech

Gefährdungsanalysen – Beispiel Zypern



Gefährdung durch Hangrutschung



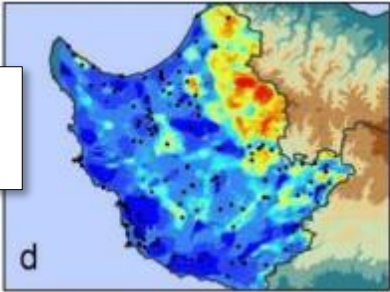
Gefährdung durch Erosion



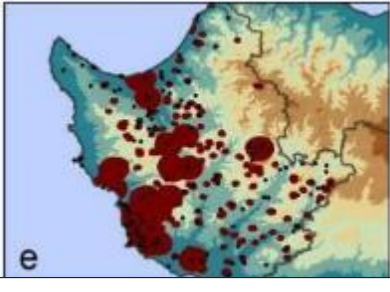
Gefährdung durch Salinität



Gefährdung durch Erdbeben



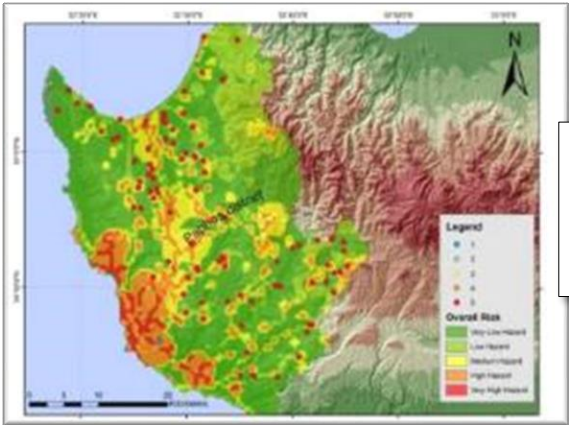
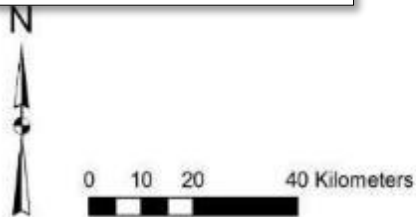
Gefährdung durch Siedlungswachstum



Gefährdung durch Nähe zu Straßen



Gefährdung durch Abfluss-Regimes



Gewichtete Summe aller Gefahren

Detektion von bisher unbekannten Kulturstätten



Bewuchsmerkmale großflächig erkennen



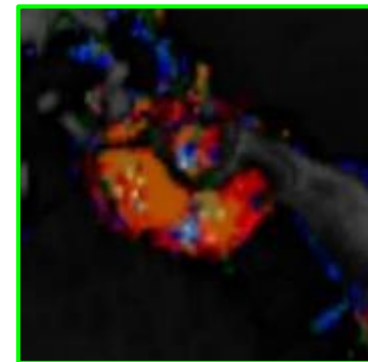
Grezac, France (Quelle: wikipedia)

Detektion von Anthrosolen

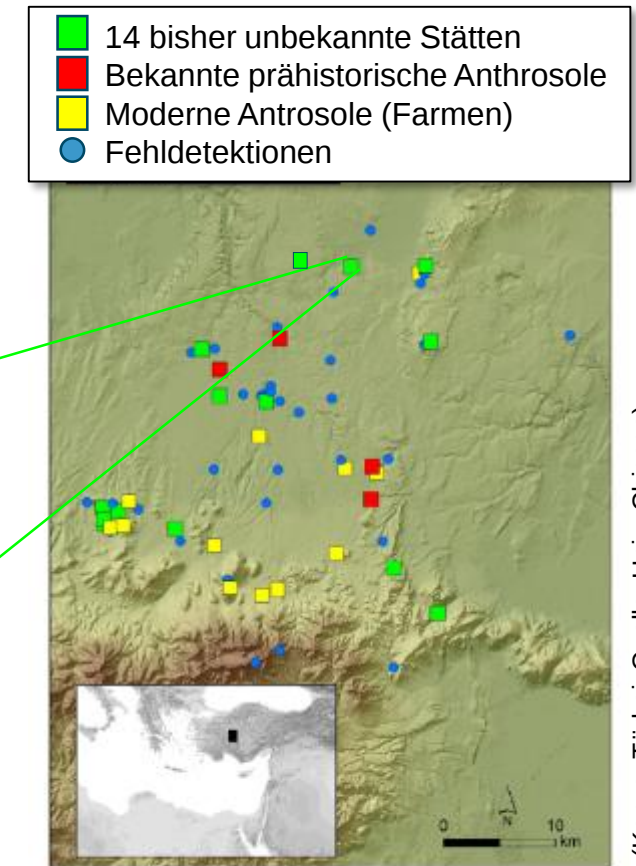
(Konya, Türkei)



- **Anthrosole** sind anthropogenische (durch den Menschen erzeugte) Böden, die durch einen hohen Anteil organischen Materials charakterisiert sind
- Meist das Ergebnis des Aufenthalts von Menschen über Jahrhunderte
- Viele dieser Stätten sind immer noch unbekannt



Wahrscheinlichkeit von Anthrosolen



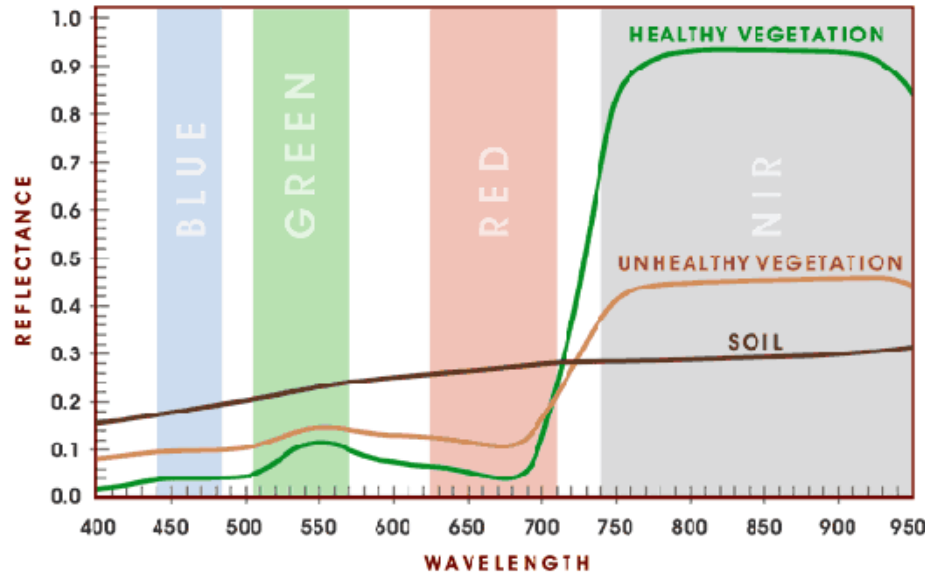
(Konya, Türkei, Quelle: Univ. Chicago)

Zusätzliche Überprüfung mit dem TanDEM-X-Höhenmodell

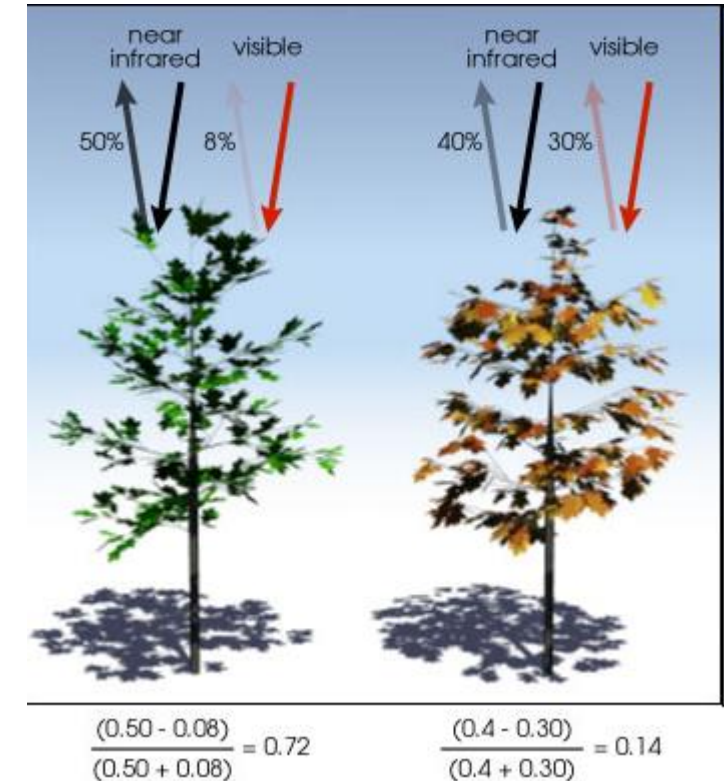
Überwachung der Umgebung und der Umwelt



Großflächige Detektion von gestressten Pflanzen



- Optische Satelliten erlauben das großflächige Überwachen von Vegetation
- Der NDVI – berechnet aus dem roten und dem nahen infraroten Kanal – ist ein Maß für die Gesundheit von grünen Pflanzen
- Frühzeitige Erkennung von Trockenstreß



Waldbedeckung Thüringen, Juni 2019

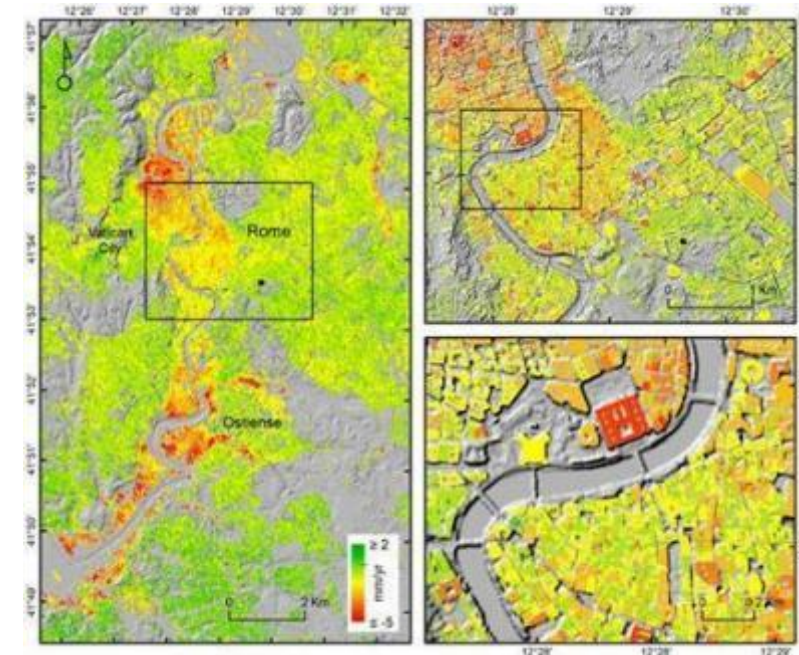
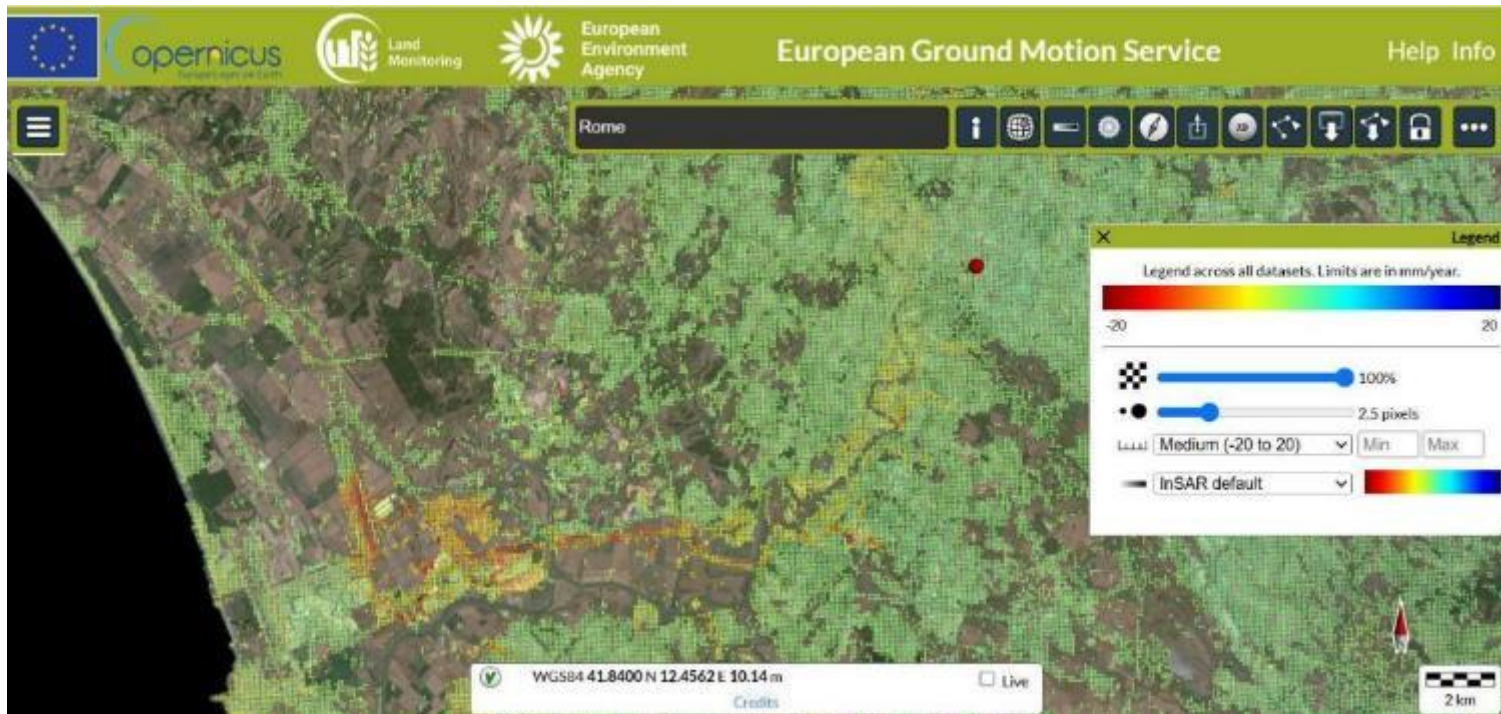


Waldbedeckung Thüringen, April 2021



Bodenbewegungen

- Mit Radarsatelliten kann man die Bewegungen von stabilen Reflexionspunkten auf Millimeter genau beobachten
- Der Europäische Bodenbewegungsservice stellt diese Daten jedem EU-Bürger kostenfrei zur Verfügung



Bodenbewegungskarte basierend auf Copernicus Sentinel-1 von Rom und Umgebung, © M. Delgado Blasco et al.

Gefährdung von Unterwasser-Kulturstätten

- Die Quagga-Muschel breitet sich u.a. im Neuenburger See (Lac Neuchâtel) in der Schweiz aus
- Gefährdung der Unterwasser-Überreste der Pfahlbausiedlungen bei Les Argilliez ist nicht ausgeschlossen



Les Argilliez



Quagga-Muschel
(Quelle: Wikipedia)



Unterwasseraufnahme 2017
und
Satellitenbild 2018



Unterwasseraufnahme 2022
und
Satellitenbild 2022
mit detektierten
Muschelvorkommen

Zusammenfassung



Zusammenfassung – oder „Warum sollten wir auch Satellitendaten verwenden?“

- Detektieren von bisher unbekannten Kulturerbestätten
- Überwachen bestehender Kulturerbestätten
 - Gefahren durch
 - Bautätigkeiten
 - Feuer (trockene Vegetation)
 - Wasser (Hochwasser)
 - Bodenbewegungen
 - Raubgrabungen
 - Zerstörungen
- Großflächig und regelmäßig
- Überall auf der Welt

