

Deichmonitoring per Fernerkundung

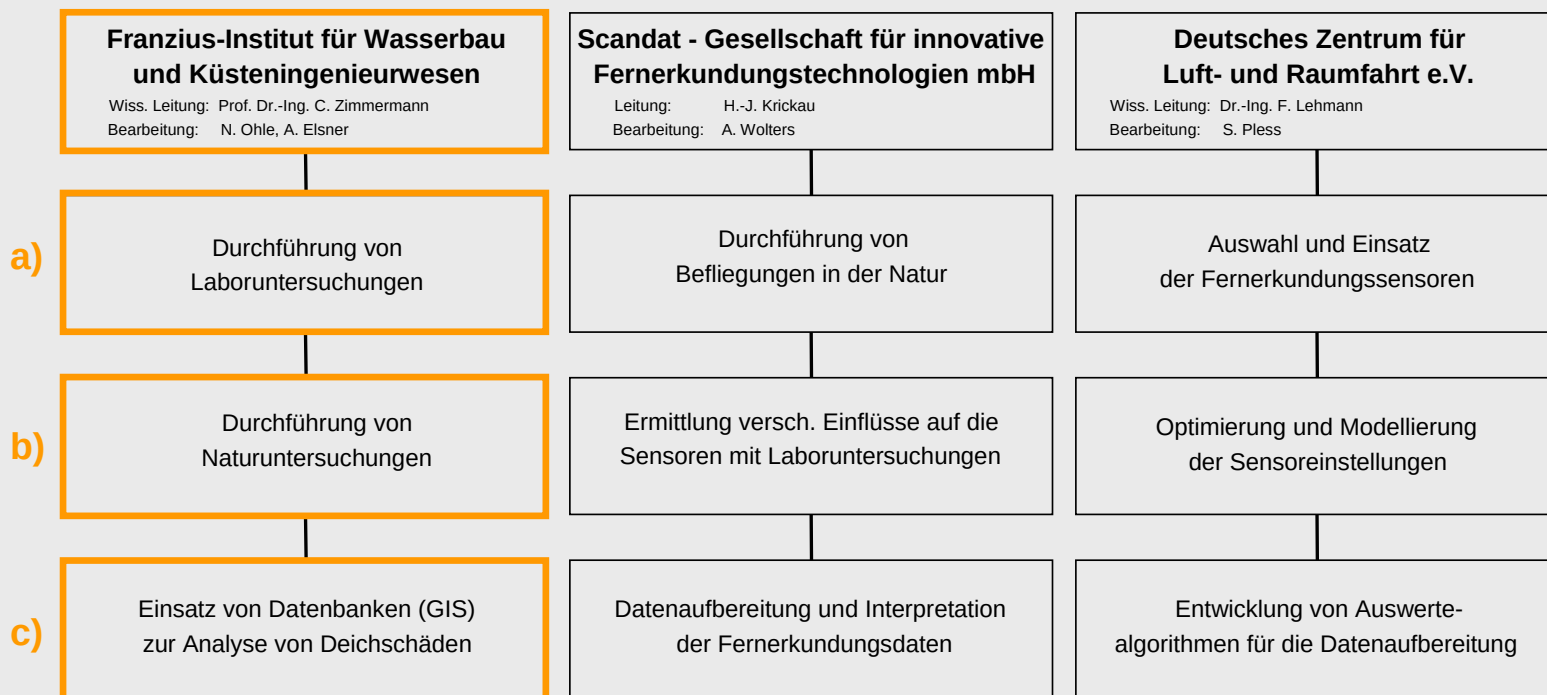
Vortrag
im Rahmen der
Vortragsveranstaltung des Franzius-Instituts
am Donnerstag, 23. März 2006

Dipl.-Ing. Nino Ohle
Dipl.-Geogr. Anne Elsner
Prof. Dr.-Ing Claus Zimmermann

EINFÜHRUNG



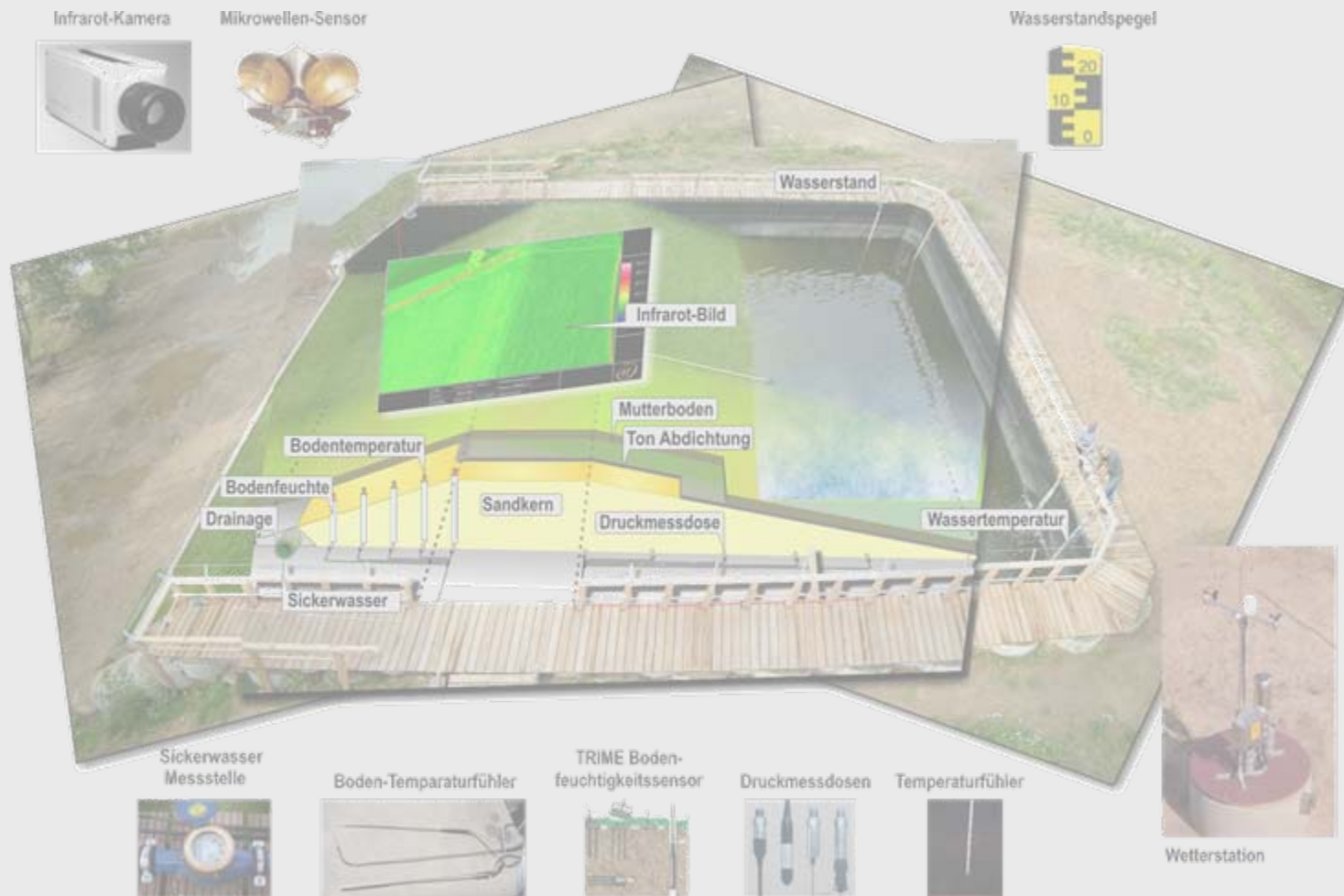
- Vorstellung von Ergebnissen aus dem BMBF-Verbundprojekt
“Deichmonitoring - Entwicklung und Verifizierung von Einsatz-
varianten zur Aufklärung von Schwachstellen an Deichen mit
luftgestützten multisensoralen Fernerkundungstechnologien“
(Kennzeichnen 02 WH 0410 - Projektträger FZ Karlsruhe GmbH - PtWt Außenstelle Dresden)
- Projektpartner



- Vorhabensziel:
 - Erweiterung des Kenntnistanandes zu den geotechnischen und bodenmechanischen Eigenschaften von Deichen mit luftgestützten Fernerkundungstechnologien
 - Feststellung potentieller Schwachstellen entlang der Deiche durch Auswertung von
 - Daten an einem Labordeich
 - vorhandener Daten und
 - Daten gezielt angesetzter Neubefliegungen

- Digitale Luftbildkamera der DLR, Berlin-Adlershof
- Infrarot-Sensoren der Scandat GmbH im MIR und TIR Bereich
 - Mittlerer (MIR: 3 - 5 μm) und thermischer (TIR: 8 - 12 μm) Infrarot-Bereich
- HRSC-A inkl. NIR und SWIR der DLR, Berlin-Adlershof
 - 3d-Stereo-Kamera: High Resolution Stereo Camera - Airborne
 - Ermittlung eines Digitalen Geländemodell DOM mit einer Auflösung je nach Flughöhe bis zu horizontal und vertikal 5 cm
 - inklusive Spektral-Kanäle Blau, Grün, virtuelles Rot, nahes Infrarot (NIR: 0,8 – 1 μm) und kurzes Infrarot (SWIR: 1 - 2,5 μm)
- Mikrowellen Radiometer MWR der DLR, Oberpfaffenhofen

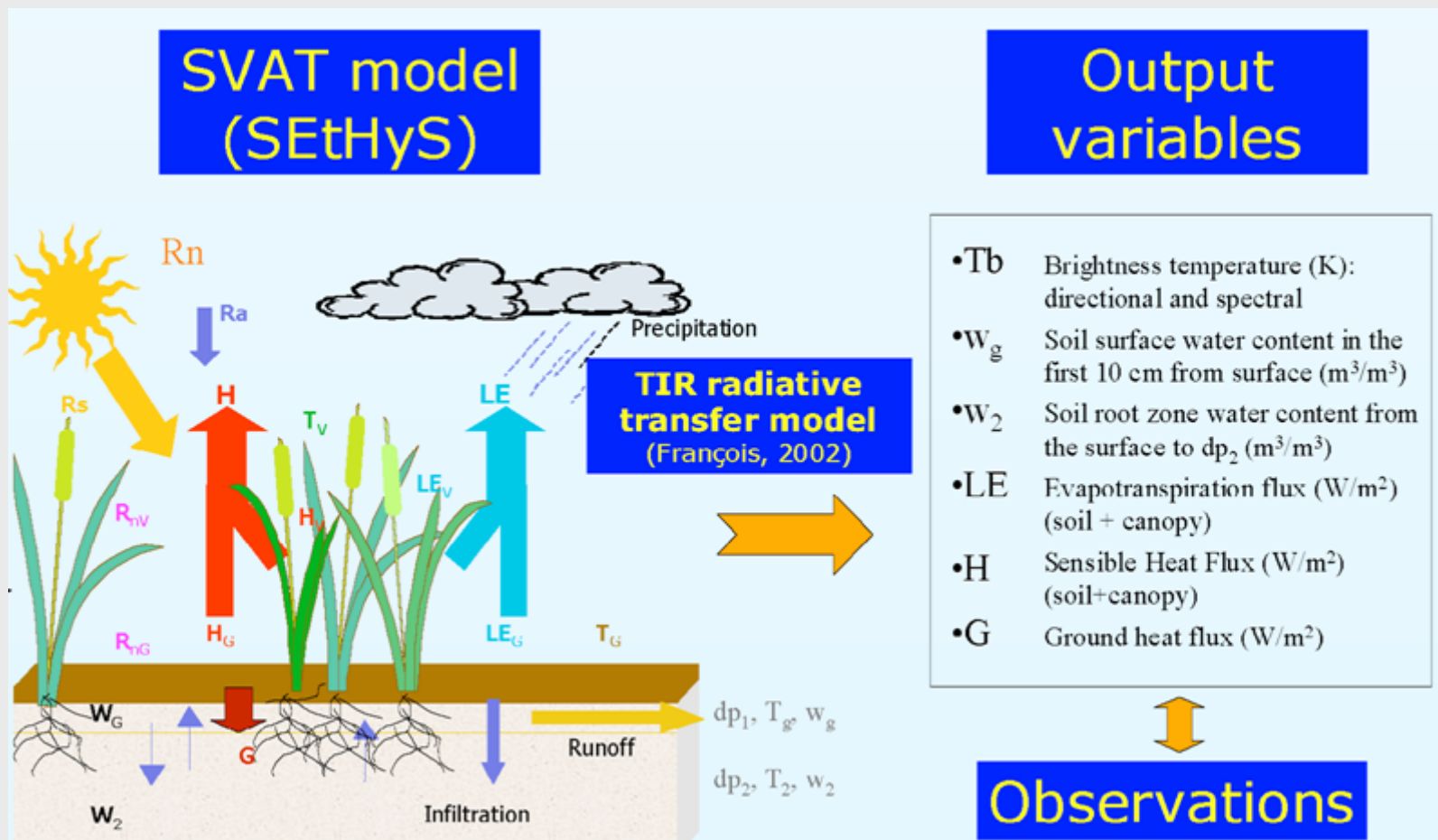
LABORUNTERSUCHUNGEN

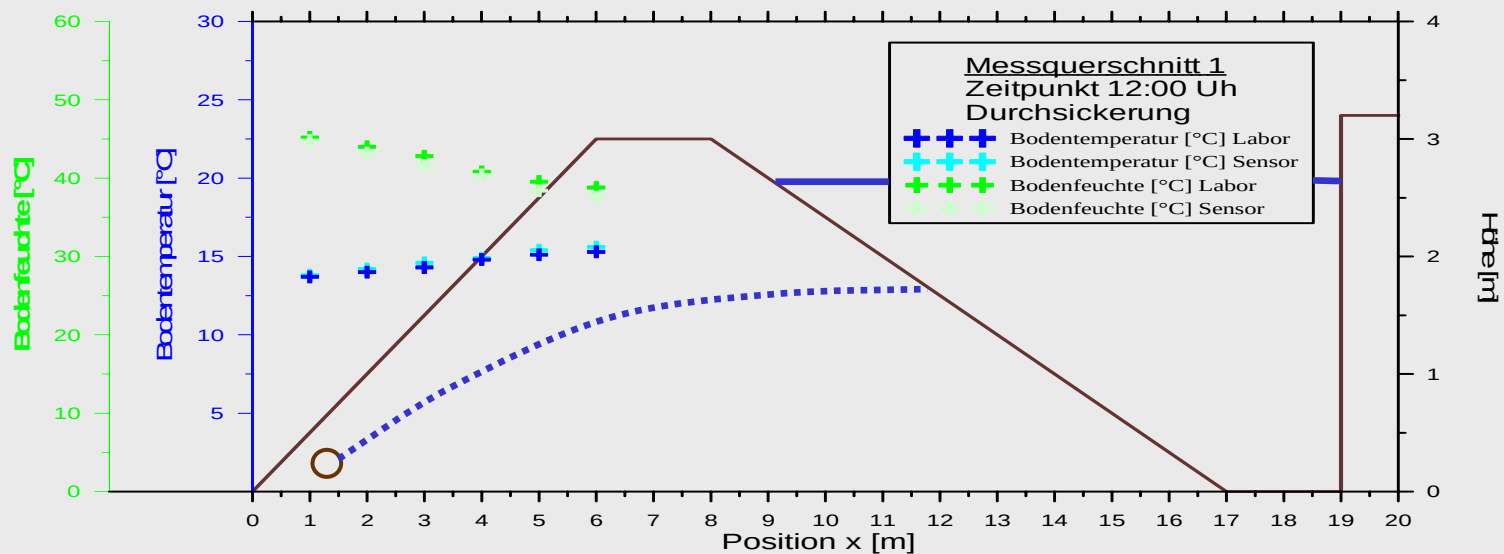
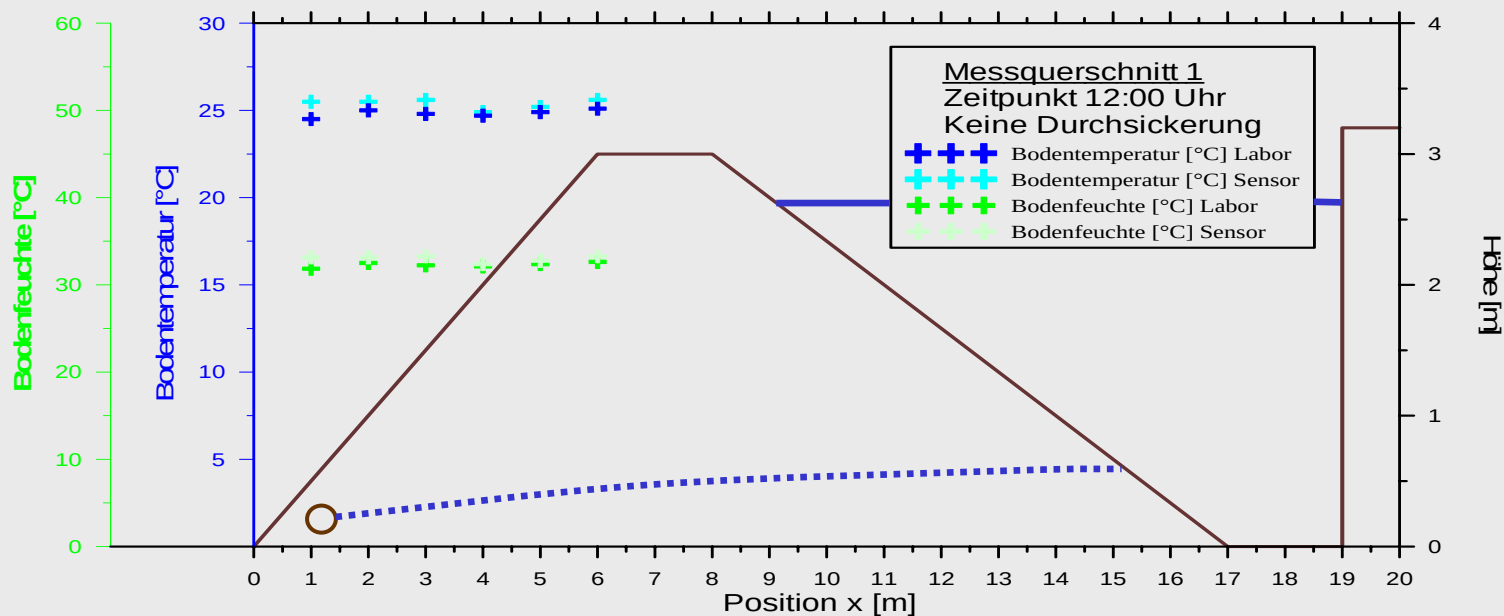


- Durchführung von Laboruntersuchungen unter den Gesichtspunkten:
 - Erfassung von Basisdaten für die Befliegungsplanung (Zeitpunkt, sowie Witterungs- und Umwelteinflüsse)
 - Aufnahme von Basisdaten zur Analyse von Auswerte- und Interpretationsschlüsseln.
 - Berücksichtigung und Analyse von natürlichen Randbedingungen und Einflüssen auf die Ergebnisse:
 - z.B. unterschiedlicher Vegetation und Witterung
 - Zeitdauer der Belastung
 - Visualisierbarkeit bestimmter deichtypischer Schadensmerkmale, wie z.B. Sickerwasseraustritte an der Binnenböschung
 - Ziel ist die Erfassung und Beschreibung von meteorologischen Randbedingungen und Grenzen der Fernerkundungssensoren



- Einsatz eines vereinfachten Soil-Vegetation-Atmosphäre-Transfer (SVAT) Models zur Berechnung der Bodenfeuchte
- gewählter Ansatz nach Thonfeld, 2000 und François, 2002





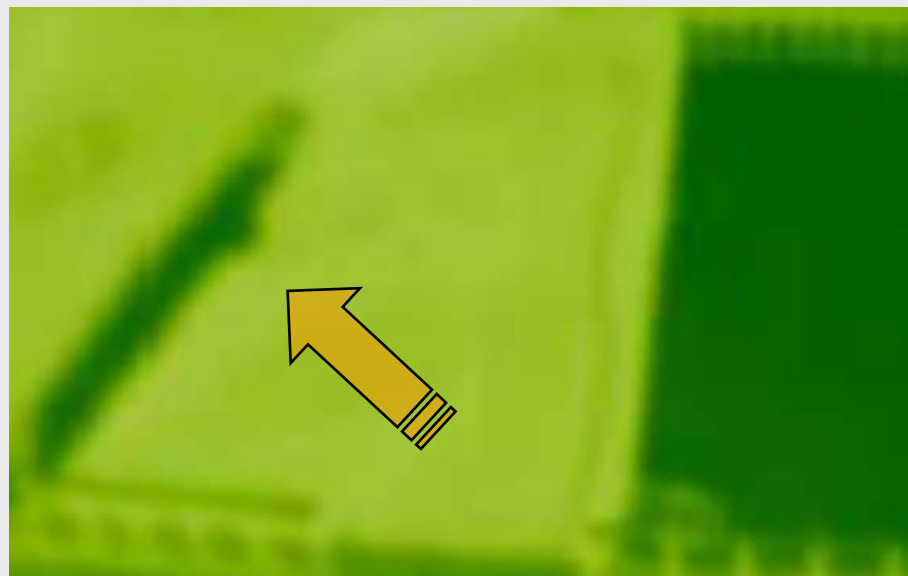
- Die erzielten Ergebnisse der Thermalinfrarotkameras im Bereich des MIR und TIR sind abhängig vom
 - Sonnenstand
 - Nebel- und Taubildung und
 - dem Belastungsereignis vorhergegangenen Niederschlagsereignissen
- Bei optimalen meteorologischen Bedingungen konnten hingegen sehr gute Ergebnisse zwischen den Labordaten und den Fernerkundungsdaten (Bodentemperatur, berechnete Bodenfeuchte, berechneter Sickerwasseranfall) erzielt werden.
- Um auch unter nicht optimalen Wetterbedingungen Messungen durchführen zu können, wurden neben den Messungen mit den Thermalinfrarotkameras, weitere Messungen mit einem modifizierten Mikrowellen Radiometer MWR der DLR durchgeführt.



Experimental Aufbau eines Mikrowellen Radiometer des DLR

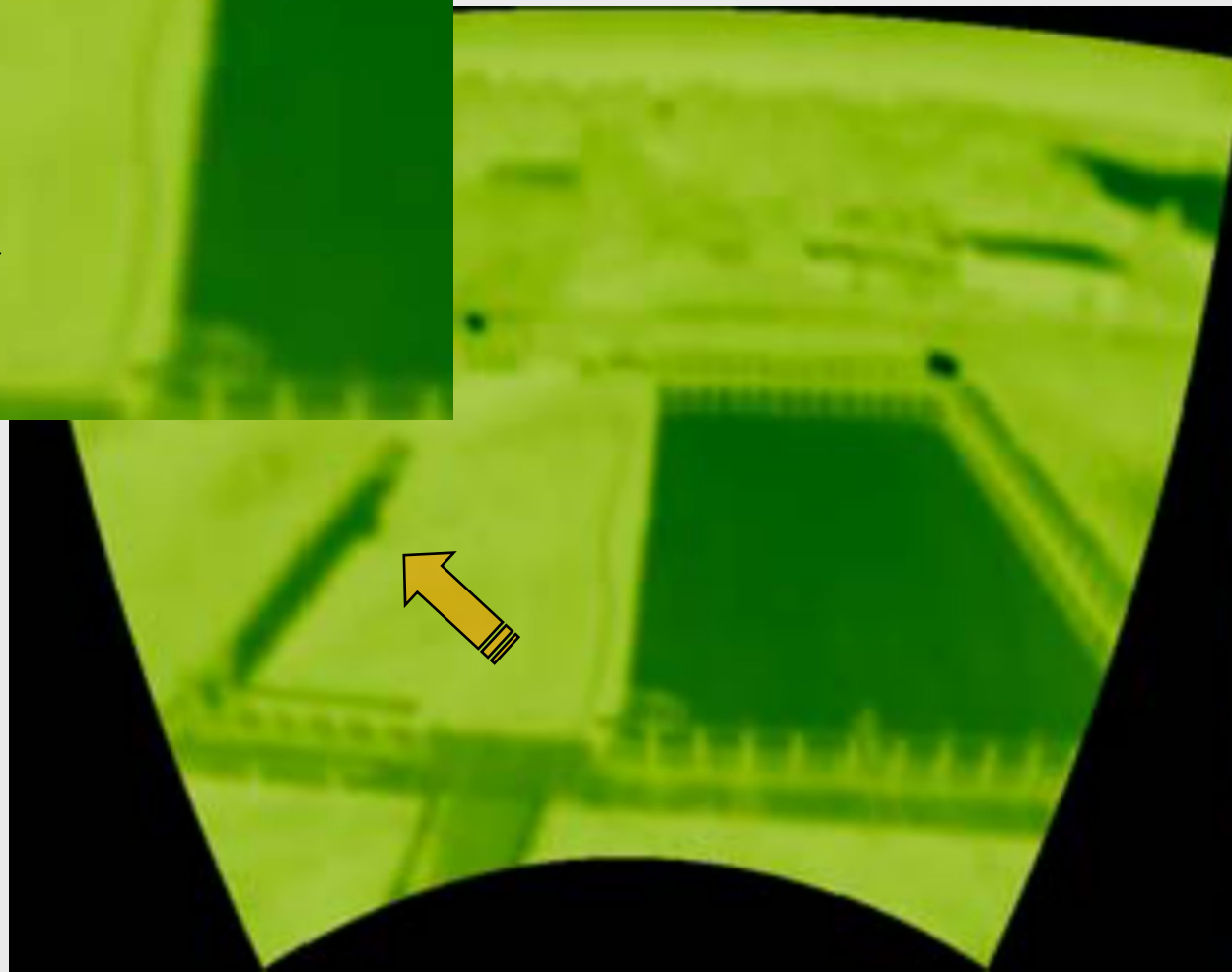
Messungen im
9, 35 und 90 GHz
atmosphärischen Fenster

Ergebnisse der Laboruntersuchungen

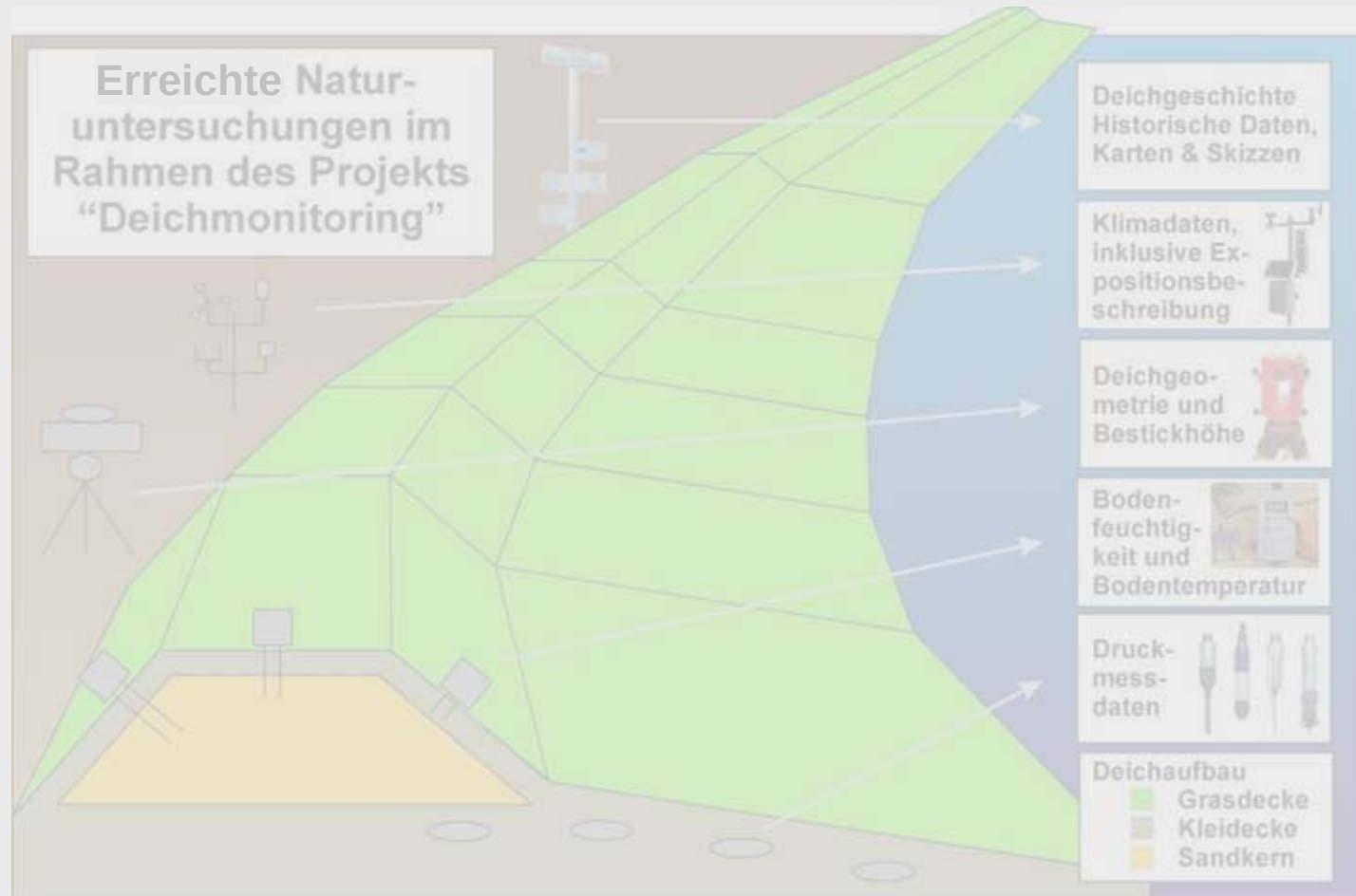


Aufnahme MWR des DLR

Durchsickerung
erkennbar, trotz
ungünstigen
meteorologischen
Randbedingungen



NATURUNTERSUCHUNGEN



- In einer zweiten Phase wurden, unter Berücksichtigung der in der ersten Phase ermittelten Randbedingungen, Befliegungen mit den im Labor getesteten Fernerkundungssensoren durchgeführt.
- Die Aufbereitung und Dokumentation der Daten der Naturuntersuchungen erfolgte in einer neu aufgebauten GIS-gestützten Datenbank namens DeSiMo (DeichSicherheitsMonitoring).
- Hierzu wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:
 - Aufnahme und Dokumentation von unterschiedlichen Deicheigenschaften
 - Ziel ist die Messung und Dokumentation von physikalischen Basisparametern, die eine Aufbereitung und Interpretation der Fernerkundungs-Bilddaten zulassen

ELBE BEI LUTHERSTADT WITTENBERG



MULDE BEI LÖBNITZ



- Kleinflächige Anomalien (wie Maulwurfshügel, Zaunpfähle) können nicht erfasst werden. Hierzu muss die räumliche Auflösung der Fernerkundungsdaten verbessert werden.



Greifvogelsitze auf dem Deich

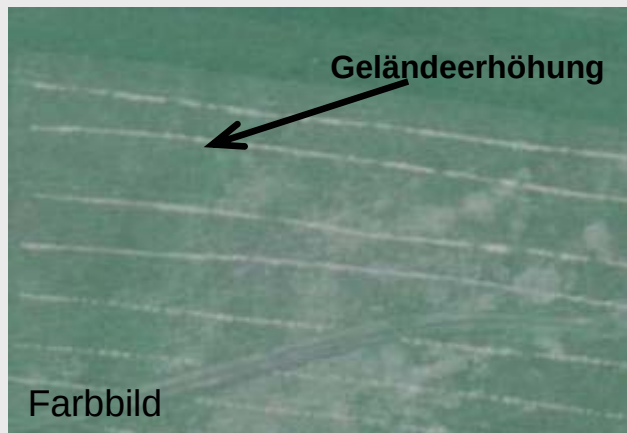


Betonzanpfahl auf dem Deich

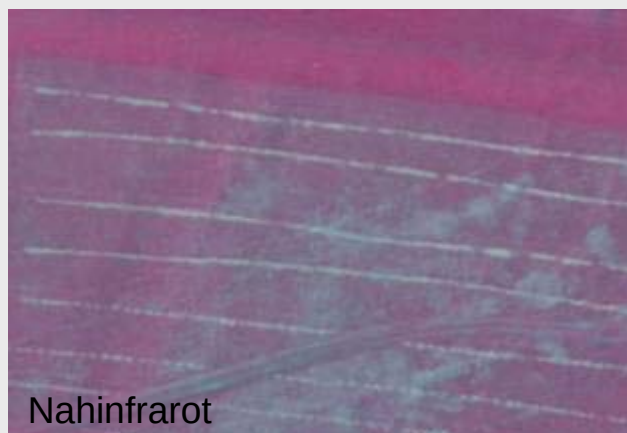
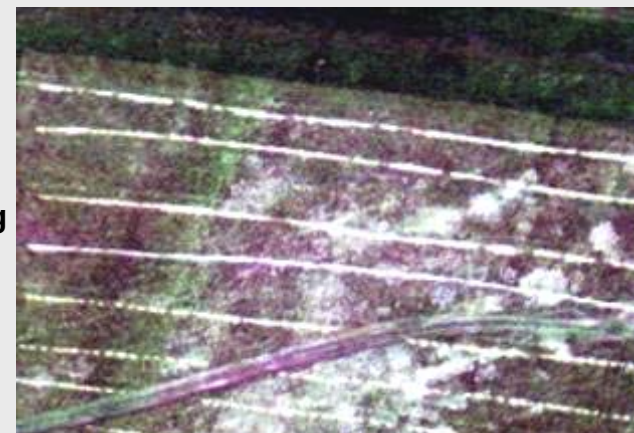


Maulwurfshügel auf der Deichböschung

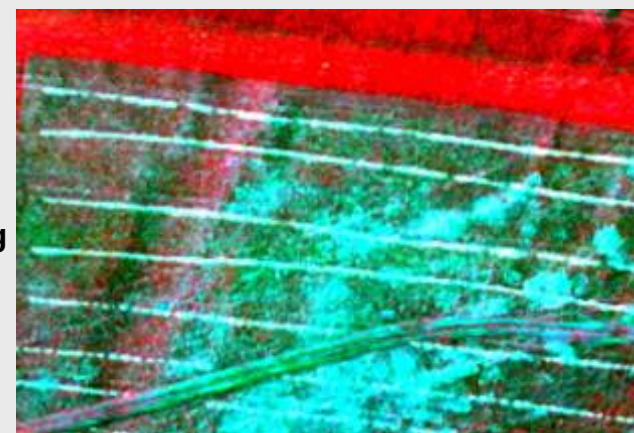
- In den Bilddaten konnten bestimmte Anomalien nur durch eine Nachbearbeitung und Erhöhung der Kontraste sichtbar gemacht werden.



Nachbearbeitung →



Nachbearbeitung →



Schwacher Kontrast in den Bilddaten

Schwierigkeiten bei der Erkennung von Anomalien



Terrassenförmige Abrutschungen an der
Deichböschung:

- Schädigung der Grasnarbe
- Örtlicher Standsicherheitsverlust

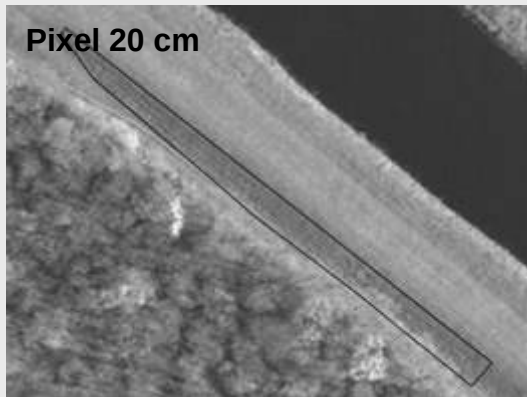
➤ Böschungsbruch

Erkennbarkeit:

- linienförmige Struktur
- geschädigte Vegetation

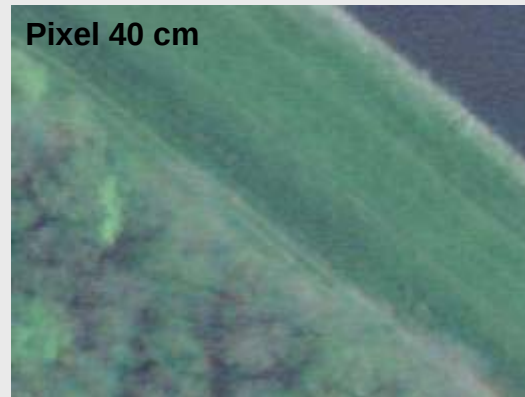
Erkennbarkeit abhängig von:

- Schädigungsgrad der Vegetationsdecke
- Ausprägung der Abrutschung

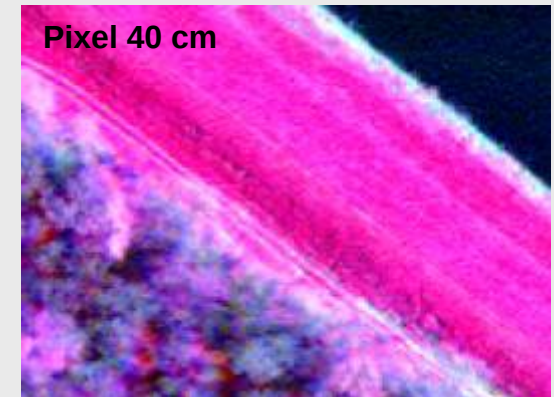


Panchromatisches Bild

HRSC-Daten



Farbild



Nahinfrarotbild

Erkennbare Anomalien – Abrutschungen an der Deichböschung



Unbefestigte Fahrspur auf einer Rasenfläche
am Deichfuss:

- Schädigung der Grasnarbe
- Ausbildung von Rinnen

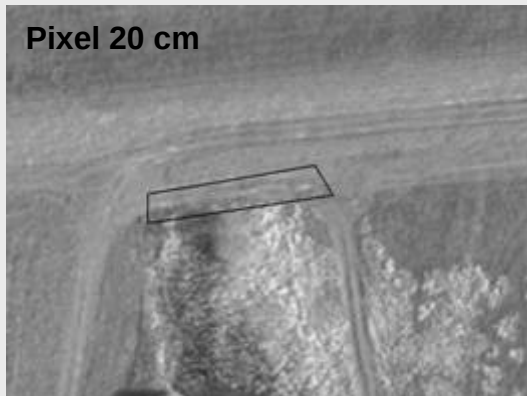
➤ **Erosionsangriffsflächen**

Erkennbarkeit:

- parallele, linienförmige Struktur

Erkennbarkeit abhängig von:

- Schädigungsgrad der Vegetationsdecke
- Ausprägung der Vertiefung



Pixel 20 cm

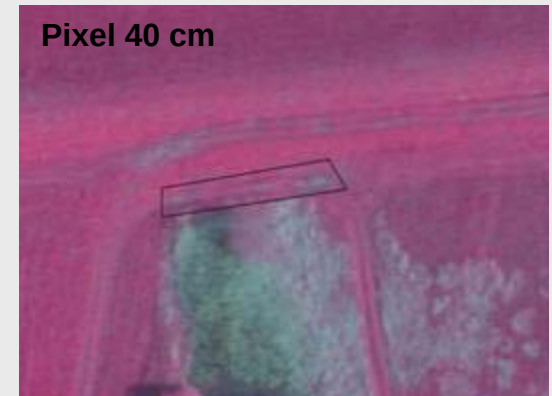
Panchromatisches Bild

HRSC-Daten



Pixel 40 cm

Farbild



Pixel 40 cm

Nahinfrarotbild

Erkennbare Anomalien - Fahrspuren

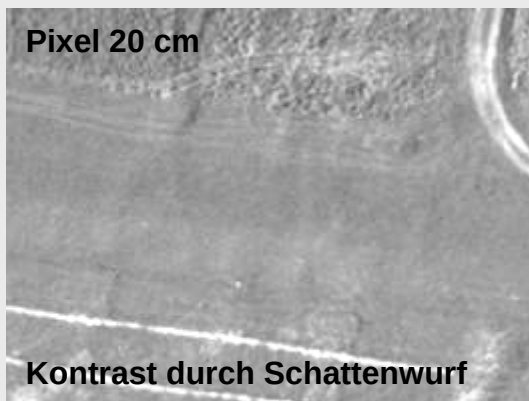


Sackungen auf dem Deich:
→ Verringerung der Deichhöhe

➤ Gefahren eines Deichüberlaufs

Erkennbarkeit:
→ bei steiler Kante Kontraste durch
Schattenwurf
→ Höhenänderung im DOM

Erkennbarkeit abhängig von:
→ Ausdehnung
→ Höhe (min. 30 dm)

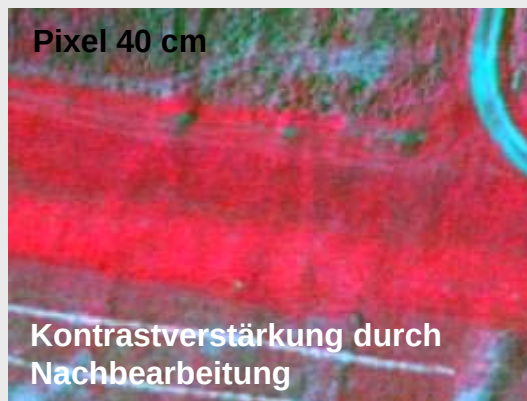


Pixel 20 cm

Kontrast durch Schattenwurf

Panchromatisches Bild

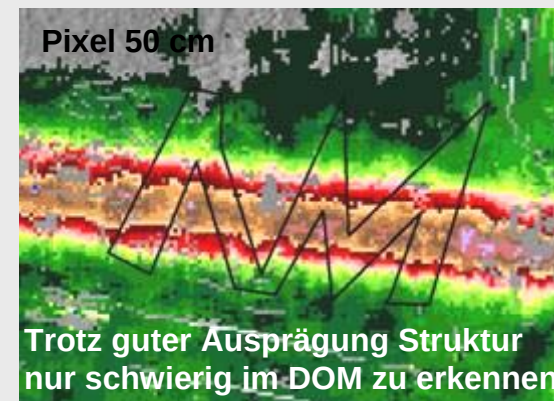
HRSC-Daten



Pixel 40 cm

Kontrastverstärkung durch
Nachbearbeitung

Nahinfrarotbild (bearbeitet)

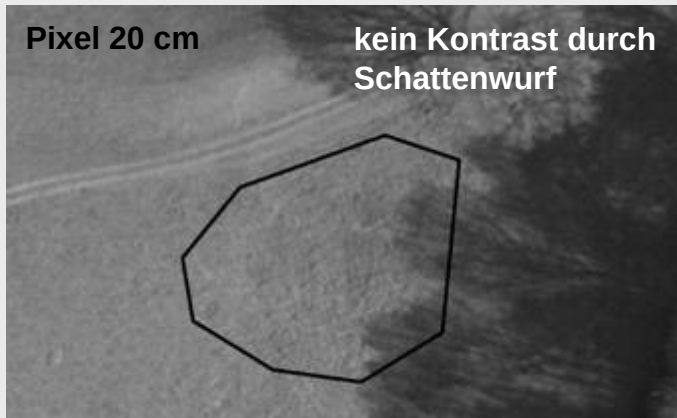


Pixel 50 cm

Trotz guter Ausprägung Struktur
nur schwierig im DOM zu erkennen

Digitales Oberflächenmodell

Erkennbare Anomalien – Setzungen, Vertiefungen mit steilen Kanten



Panchromatisches Bild
HRSC-Daten

Großflächige Senke am Deichfuss:

→ Standzeitverlängerung von Wasser

➤ **Durchsickerung, hydraulischer Grundbruch**

Erkennbarkeit:

→ fehlender Schattenwurf bei flachen Kanten
(kaum Kontrast)

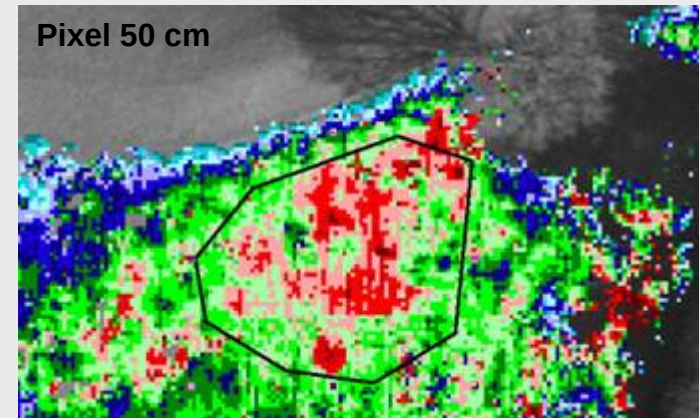
→ z.T. durch eine veränderte standortangepaßt
Vegetation

→ Höhenänderung im DOM

Erkennbarkeit abhängig von:

→ Ausdehnung

→ Höhe (min. 30 dm)

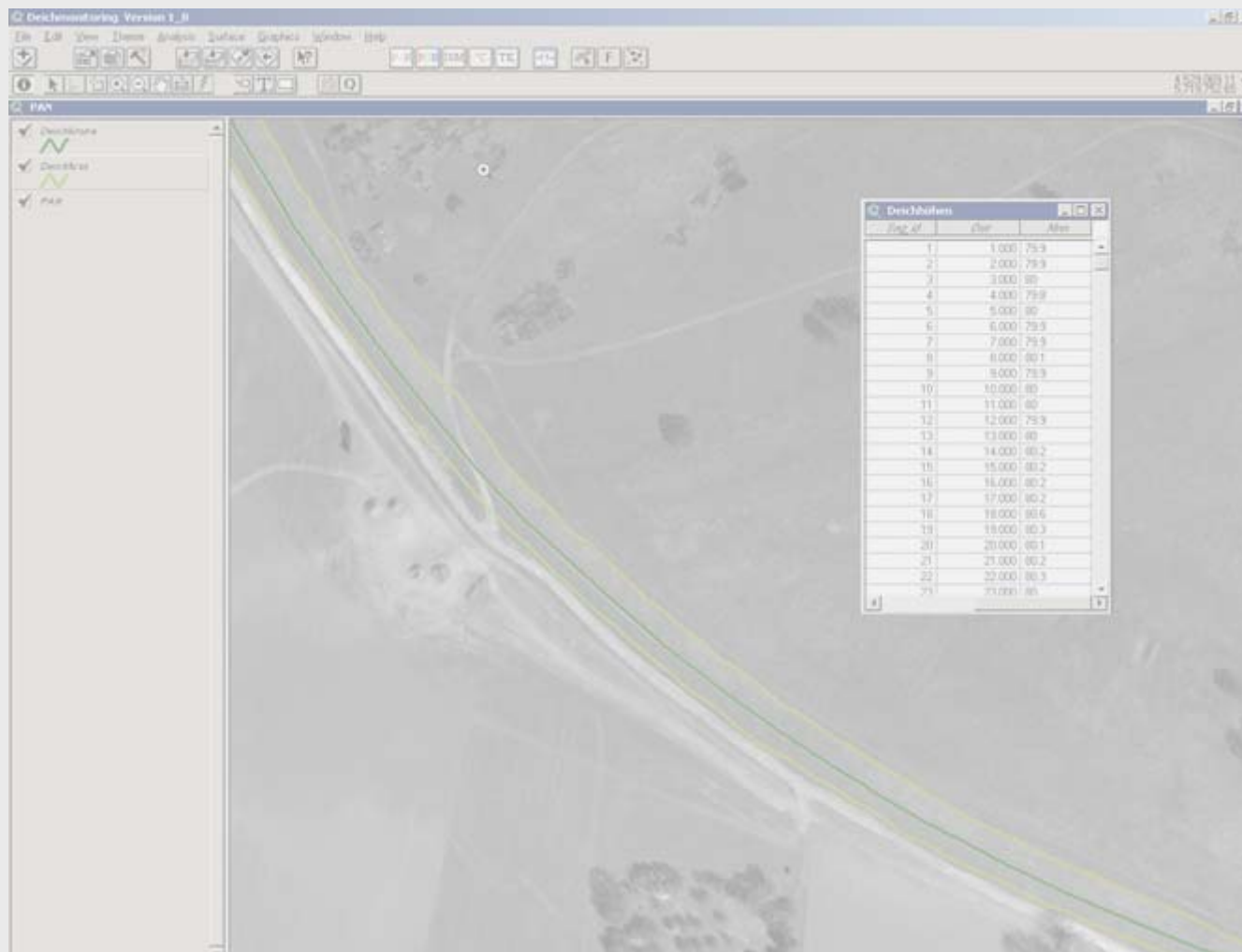


Digitales Oberflächenmodell

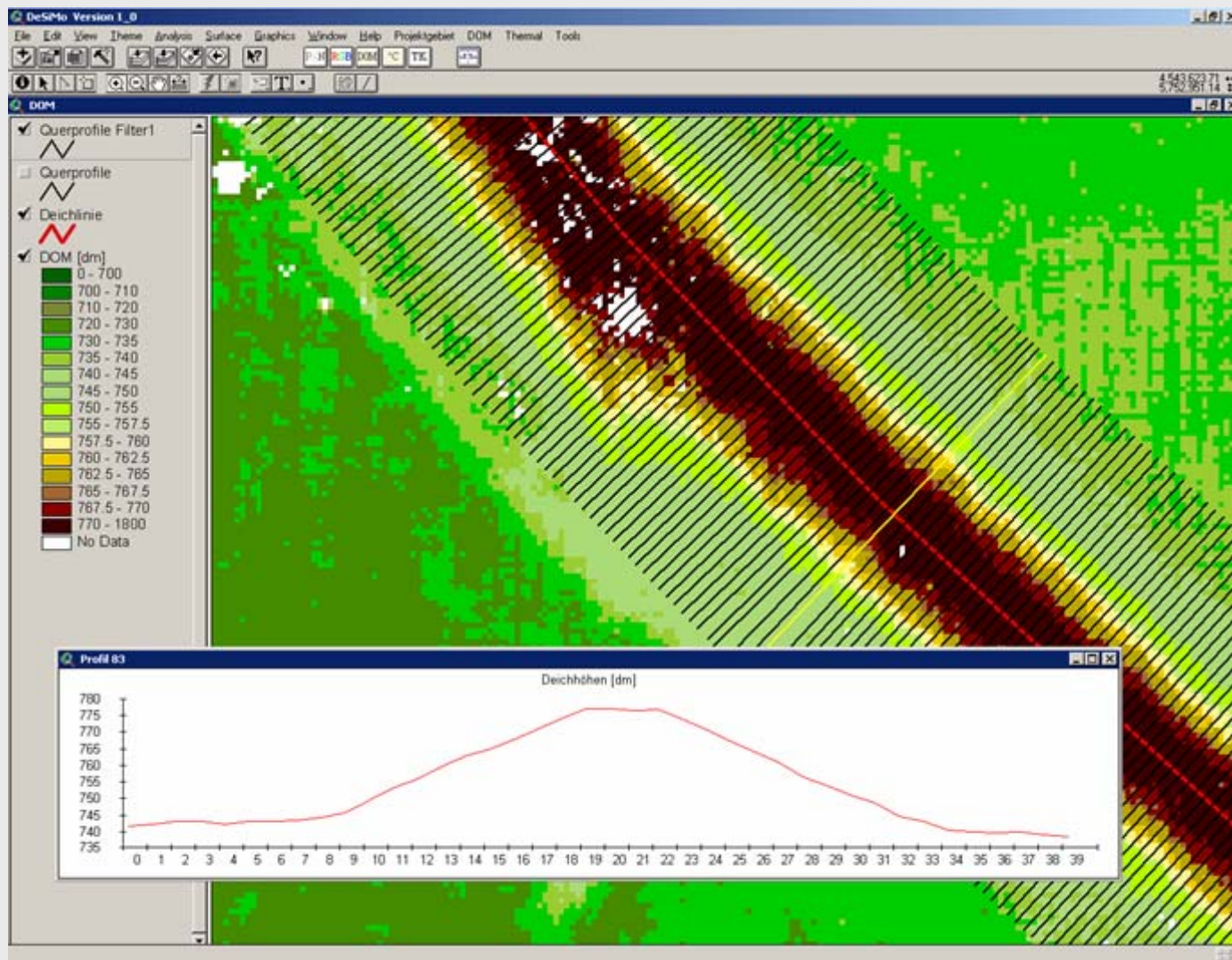
Erkennbare Anomalien – Setzungen, Vertiefungen mit flachen Kanten

- Größere Anomalien ($> 50\text{cm}$) können lagegenau erfasst und in einer Datenbank katalogisiert werden:
 - Auch im Gelände schwer zugängliche Bereiche können in den Daten gut erfasst werden
 - Befliegung und Auswertung der Daten sollte in einem engen Zeitrahmen erfolgen => Diese ist heute noch relativ lang
 - Zur Erfassung und Auswertung werden erfahrene Mitarbeiter benötigt
 - Für eine einheitliche und schnelle Erfassung und Auswertung der Fernerkundungsdaten ist ein für die Fragestellung angepasstes GIS erforderlich => Dieses wurde in diesem Projekt erstellt
 - Zur Erhöhung der Aussagefähigkeit sind Befliegungen vor einem Hochwasserereignis und Begehungen vor Ort notwendig
- Entwicklungsbedarf liegt noch in der schnellen breitbandigen Übertragung von Bildern aus dem Flugzeug, sowie einer vollständig automatisierten Anomalieerkennung

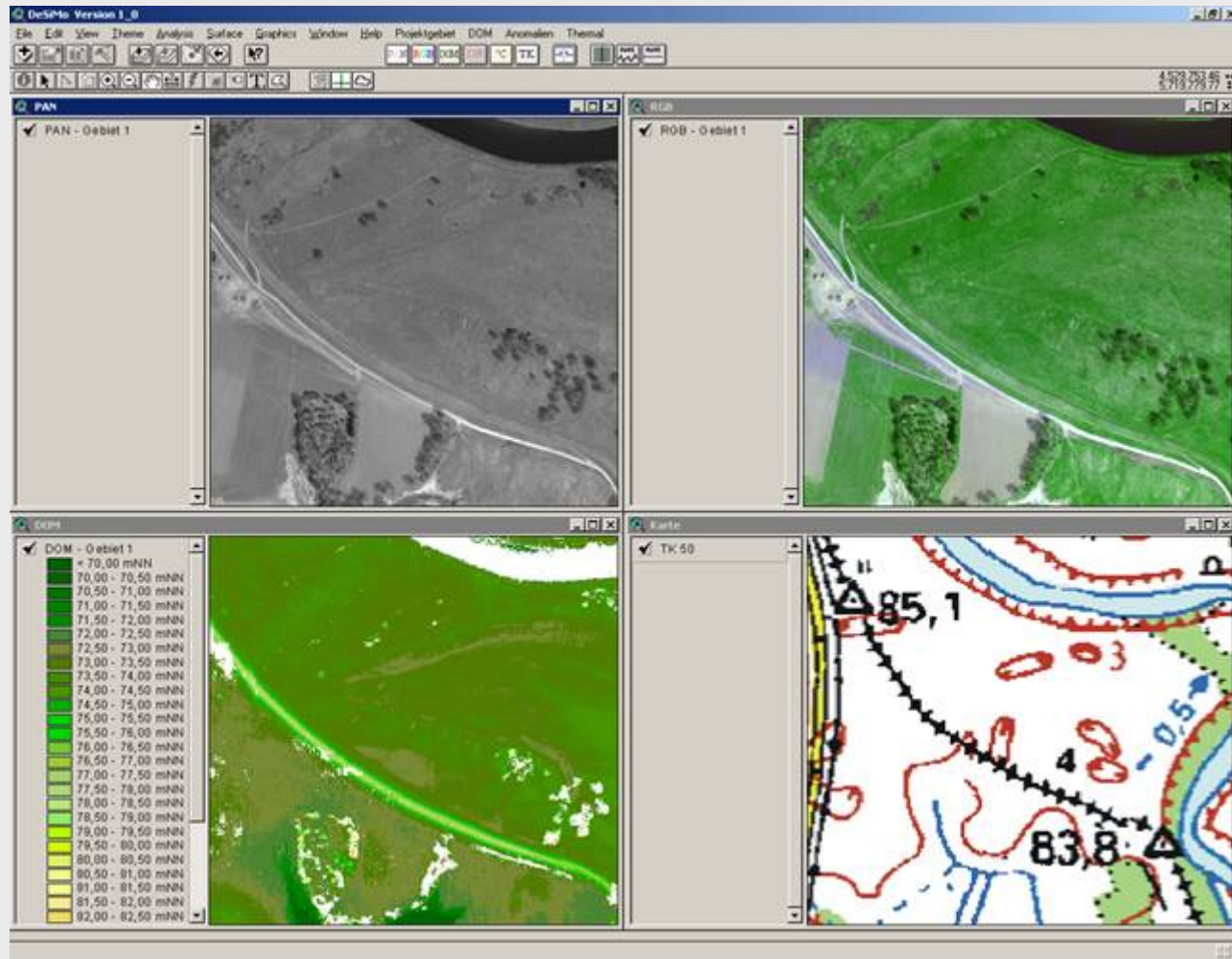
AUFBAU EINES GIS



- Tool zum automatisierten Auslesen von Deichprofilen aus dem DOM



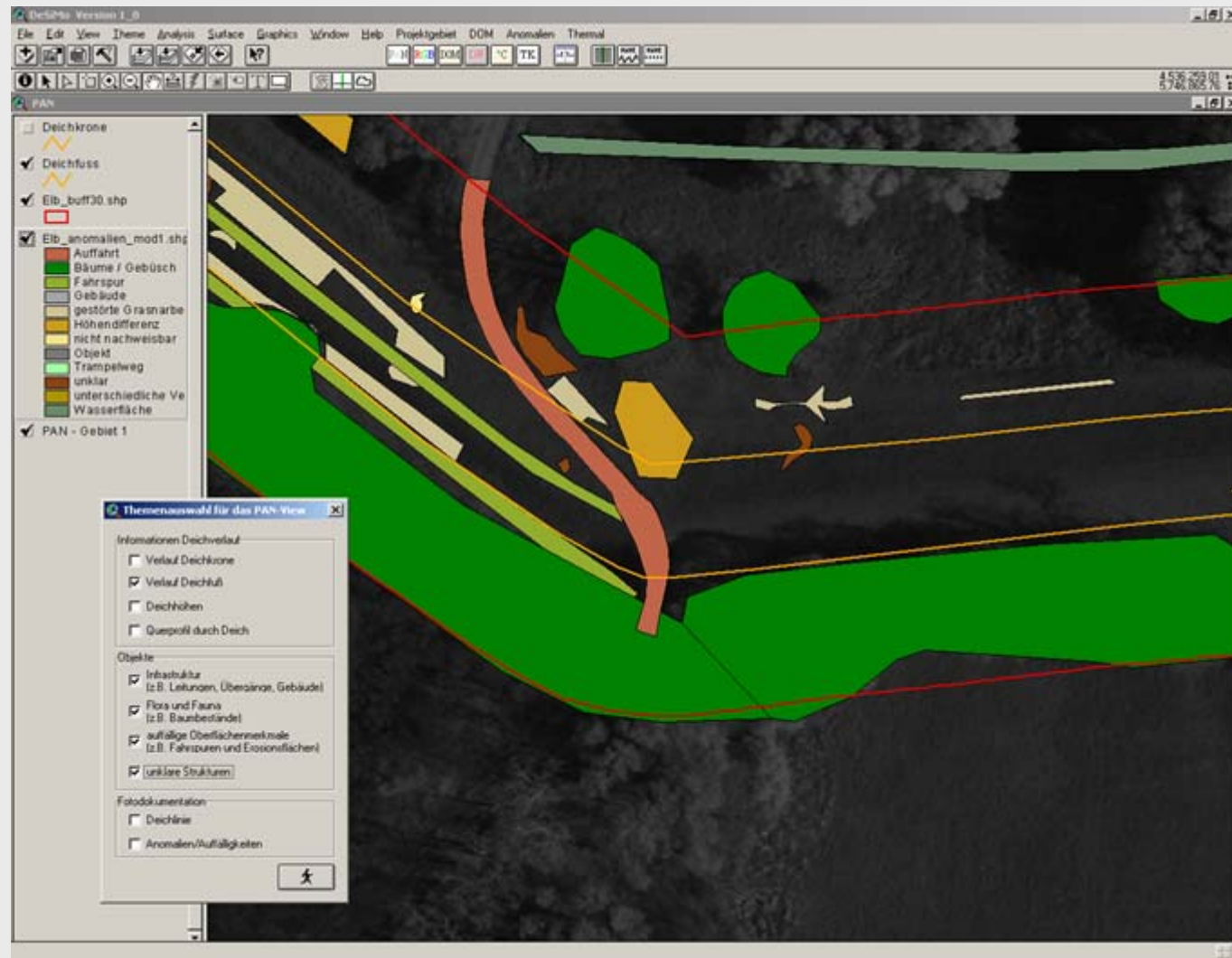
- Schnelles Überprüfen von Anomalien in den einzelnen Datensätzen durch Datenbereitstellung



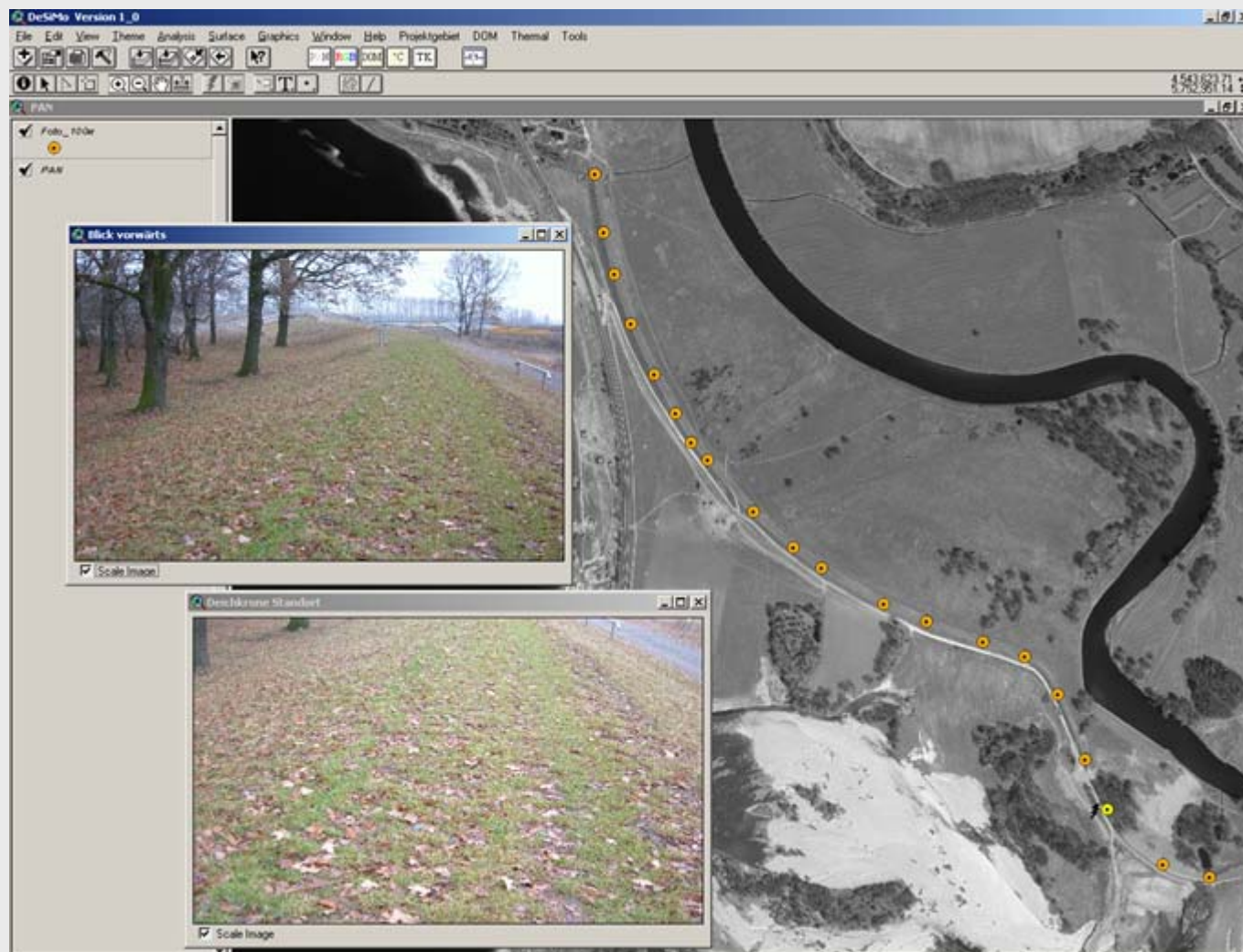
- Vereinheitlichte Erfassung der Anomalien über eine Eingabemaske



- Darstellen der einzelnen Themen über eine Auswahlmaske



- Einbau einer Fotodokumentation der Deichlinie und der Anomalien ins GIS



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

