

# Anwendung der Radarinterferometrie in der Landesvermessung

## - Bodenbewegungskataster NRW -

### Bodenbewegungen in NRW

In Nordrhein-Westfalen bewirken insbesondere der Steinkohlenbergbau und der Braunkohletagebau großflächige, anthropogen verursachte Bodenbewegungen mit unmittelbaren Auswirkungen auf den geodätischen Raumbezug.

Als Teil des gesetzlichen Auftrags der Landesvermessung (§ 9 (1) VermKatG NRW i.V.m. § 4 (3) DVOzVermKatG NRW) werden seit den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts die sogenannten Leitnivelements zur Überwachung von Vertikalbewegungen und zur Aktualisierung von Höhen in den durch Bergbautätigkeit verursachten Bodenbewegungsgebieten durchgeführt.

Die Bodenbewegungsgebiete mit einer jährlichen Höhenänderung von mehr als +/-3 Millimeter bedecken weite Teile der nordrhein-westfälischen Landesfläche. Die Messungen in diesen Gebieten mittels Präzisionsnivellement verursachen, je nach Länge der Messstrecke und zeitlichem Turnus, hohe Kosten.

Die Messungen liefern zudem nur punktuelle Höhenänderungen entlang von Messlinien. Flächenhafte Information über das tatsächliche Bodenbewegungsverhalten lassen sich lediglich durch Interpolationsverfahren schätzen. Außerhalb der bekannten Bodenbewegungsgebiete lässt sich somit auch keine Aussage zu Vertikalbewegungen treffen.

Eine landesweite Aussagen über mögliche Bodenbewegungen ist aufgrund finanzieller und personeller Kapazitäten nicht umsetzbar.

Aus diesem Anlass untersucht Geobasis NRW seit 2014 die Verwendbarkeit der Sentinel-1 Satellitendaten zur radarinterferometrischen Ableitung von großräumigen Bodenbewegungen.

In Zusammenarbeit mit der TU Clausthal ist der Aufbau eines „Bodenbewegungskatasters NRW“ (Abb. Prozessgrafik) konzipiert und am Beispiel eines Untersuchungsgebiets getestet worden.

Das Konzept definiert die Prozesskette von der (1) Erhebung, über die (2) Qualifizierung und (3) Weiterverarbeitung, bis hin zur (4) Präsentation.

#### 1. Erhebung

Das Erdbeobachtungsprogramm Copernicus der Europäischen Raumfahrtbehörde (ESA) stellt mit den Satelliten Sentinel-1A und -1B wiederkehrend (12 bzw. 6 Tage) flächendeckende Radardaten der Erdoberfläche kostenlos zur Verfügung.

Die „free and open data policy“ ermöglicht es den Nutzer aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung durch Qualifizierungsprozesse einen Mehrwert aus den Rohdaten zu generieren und somit die eigenen Arbeitsprozesse zu optimieren.

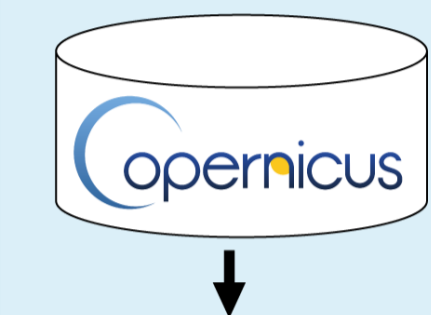
#### 2. Qualifizierung

Die Qualifizierung der Rohdaten erfolgt durch die radarinterferometrische Auswertung nach der Persistent Scatterer Interferometry (PSI) Methode.

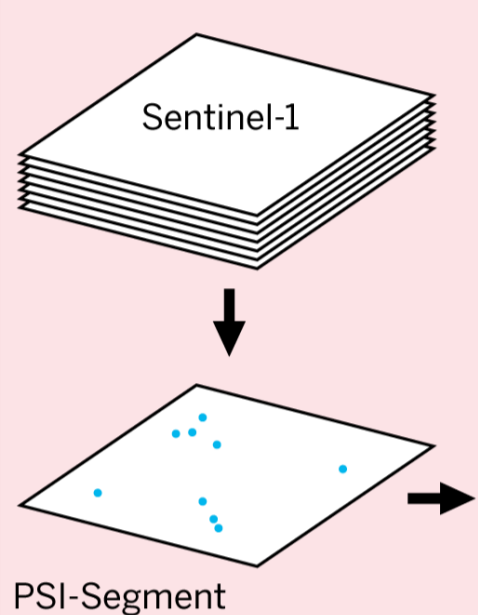
Durch den wiederholten Überflug des Radarsensors, können die Veränderungen der Erdoberfläche (Bodenbewegungen) anhand von langzeitstabil rückstreuenden Objekten (z. B. Häuser, Brücken) abgeleitet werden. Das Ergebnis umfasst eine unregelmäßig verteilte Punktwolke an PSI-Punkten, für die jeweils eine Zeitreihe der Höhenänderungen vorliegt.

Aufgrund methodischer Restriktionen ist eine landesweite PSI-Auswertung nicht möglich, daher sieht das Konzept eine Segmentierung NRWs vor. Die PSI-Segmente werden eigenständig ausgewertet und unterliegt somit individuellen Systematiken. In der Weiterverarbeitung werden diese dann detektiert und anschließend korrigiert bzw. eliminiert.

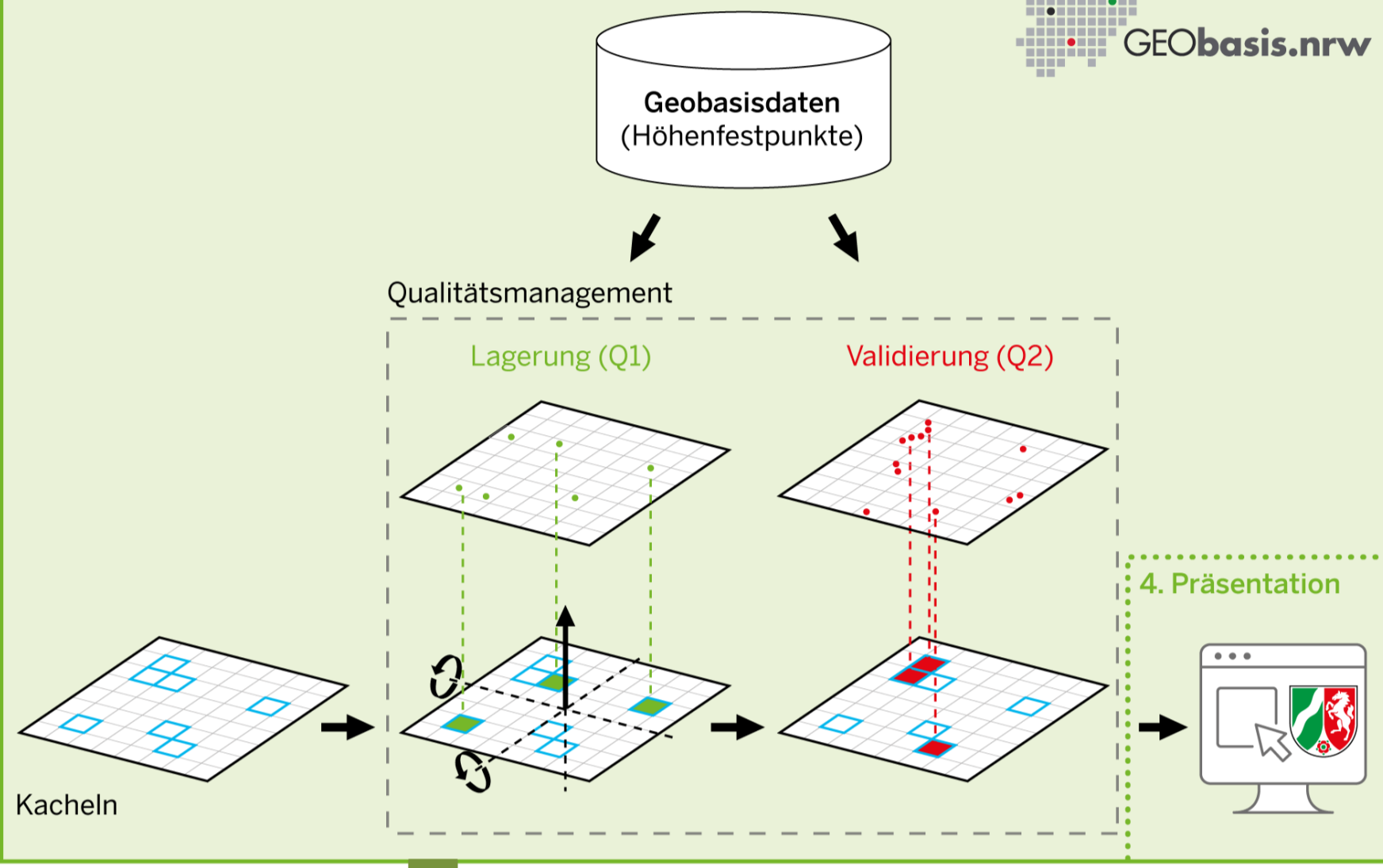
#### 1. Erhebung



#### 2. Qualifizierung



#### 3. Weiterverarbeitung



#### 3. Weiterverarbeitung

Für die segmentweisen PSI-Ergebnisse erfolgt zunächst eine Zeitreihenanalyse, um diese von groben- und systematischen Fehlern zu bereinigen.

Im zweiten Schritt findet eine räumliche und zeitliche Generalisierung des Datenmodells statt, um unter anderem den Datenschutz hinsichtlich der Grundstücksschärfe einzuhalten:

- Kachelung (250 m x 250 m)
- Zeitscheiben (Kalenderjahr)

Für die Überführung in dem amtlichen Raumbezug werden die bereinigten und generalisierten Ergebnisse (Kacheln) abschließend einem zweistufigen Qualitätsmanagement (QM) unterzogen.

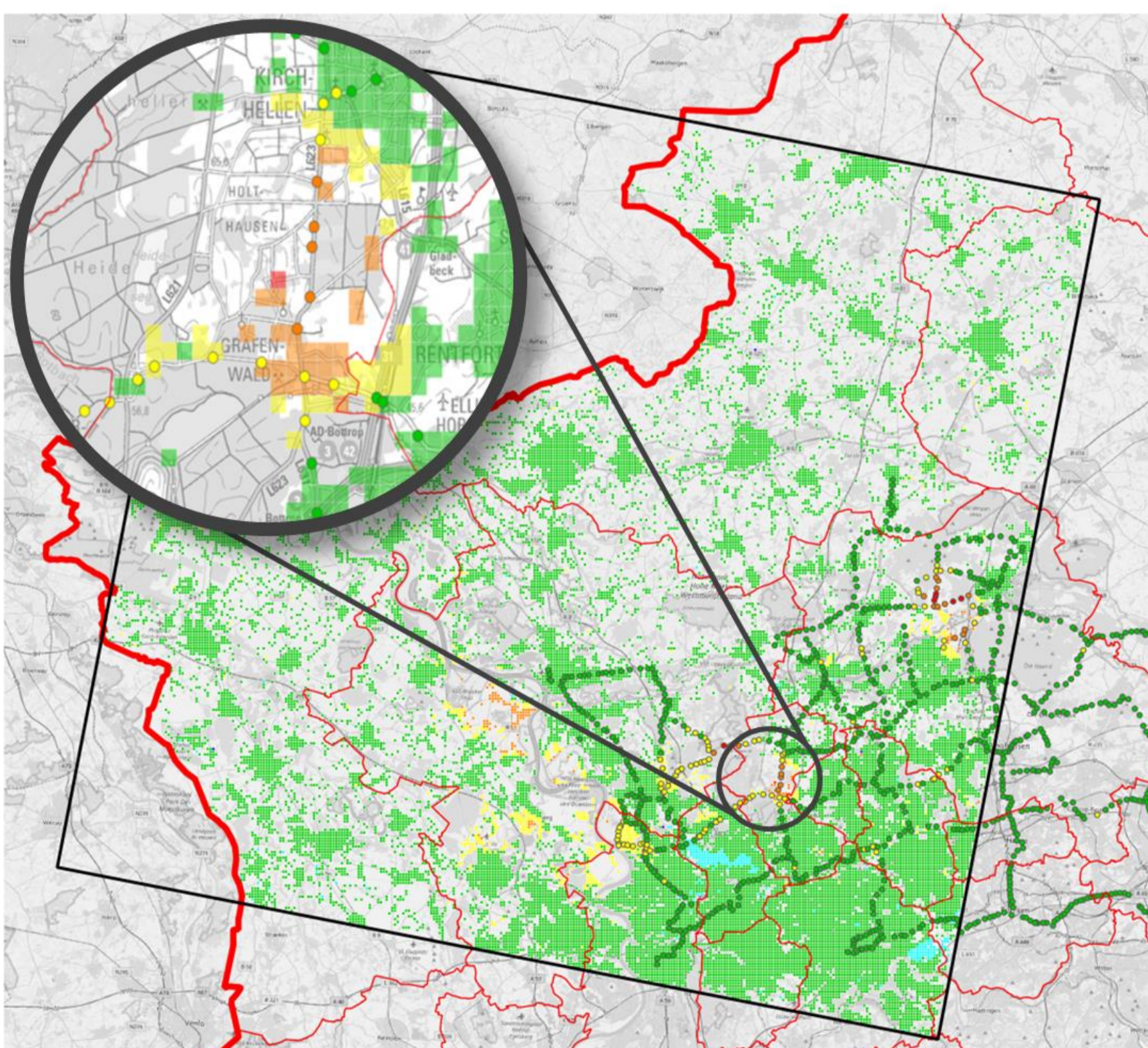
Hierzu werden die Höhenfestpunkte (HFP) aus dem Geobasisdatenbestand nach fest definierten Kriterien in zwei Kategorien („stabil“ und „nicht stabil“) aufgeteilt und für das QM herangezogen:

**Q1: Lagerung** der Kacheln im amtlichen Raumbezug, anhand „stabiler“ Höhenfestpunkte.

**Q2: Validierung** der gelagerten Kacheln, anhand von Höhenfestpunkten aus dem Leitnivelement.

#### 4. Präsentation

Die Ergebnisse des Bodenbewegungskatasters sollen künftig Online als WMS zur Verfügung stehen. Die Darstellung der Kacheln erfolgt je nach Bewegungsgeschwindigkeit [mm/Jahr] in farblich abgestuften Klassen (Abb. BBK NRW).



#### Legende

- Landesgrenze
- Kreisgrenzen
- Bodenbewegungskataster [mm/Jahr]
  - < -50
  - 50 bis -10
  - 10 bis -3
  - 3 bis +3
  - +3 bis +10
  - > +10
- Leitnivelement [mm/Jahr]
  - < -50
  - 50 bis -10
  - 10 bis -3
  - 3 bis +3
  - +3 bis +10
  - > +10

Bodenbewegungskataster NRW

#### Potenzial der Radarinterferometrie

Die Radarinterferometrie bietet der Landesvermessung eine enorme (räumliche und zeitliche) Verdichtung der Höhenänderungsinformationen. Gegenüber dem kostenintensiven Leitnivelement bietet die Methode somit ein großes wirtschaftliches Potenzial.

Aufbauend auf den Erkenntnisse aus der Radarinterferometrie wird das Leitnivelement von aktuell 2 bis 6 Jahren auf künftig 5 Jahre (ab 2020) ausgedünnt. Daraus ergebenden sich Kosteneinsparungen von rund 40.000 € pro Jahr (10% der gesamten Nivellements-kosten).

Eine hypothetische Verdichtung des Nivellements auf das Maß der Radarinterferometrie (Faktor 30) würde allein in den Bodenbewegungsgebieten rund 10 Mio. € kosten.

Die „Anwendung der Radarinterferometrie in der Landesvermessung“ hat sich somit bereits bewährt. Bei der Bereitstellung des geodätischen Raumbezugs in NRW wird die Radarinterferometrie künftig an Relevanz zunehmen.