

Flächendeckendes Monitoring bergbaubedingter Höhenänderungen durch kombinierte Nutzung multisensoraler Radardaten und interferometrischer Auswerteverfahren

Michael Schäfer, Wilhelm Hannemann & Wolfgang Busch

Institut für Geotechnik und Markscheidewesen, Arbeitsgruppe Markscheidewesen und Geoinformation

AiF-Forschungsvorhaben MultiSAR

In vielen Bereichen der Rohstoffgewinnung kommt es zu bergbaubedingten Höhenänderungen der Tagesoberfläche. Beispielsweise muss zur Gewinnung von Braunkohle i.d.R. der Grundwasserspiegel abgesenkt werden. Nach Einstellung der Wasserhaltungsmaßnahmen, z. B. im Zuge der Renaturierung aufgelassener Tagebaue, kommt es zu einem Wiederanstieg des Grundwassers, wodurch sich die Tagesoberfläche wieder hebt. Die so hervorgerufenen Verformungen können zu einer Gefährdung von Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen führen. Dies erfordert eine quasi-kontinuierliche Kontrolle, um die Auswirkungen des Bergbaus auf die Tagesoberfläche zeitnah zu erfassen.

In dem von Dezember 2008 bis Mai 2011 laufenden Forschungsvorhaben MultiSAR werden die Daten der Radarsatelliten ENVISAT, ALOS und TerraSAR-X (verschiedene Auflösungen und Wellenlängen), sowie unterschiedliche Auswertemethoden (Differentielle Radarinterferometrie DInSAR und Persistent Scatterer Interferometry PSI) erstmalig kombiniert, um deren jeweilige Vorteile für eine möglichst flächendeckende Aussage von Bodenbewegungen zu nutzen. Dies erfolgt mittels eines in der Entwicklung befindlichen GIS-basierten Auswertetools, welches sowohl eine zeitliche Analyse der Geländeoberfläche, als auch eine Validierung mittels geodätisch ermittelter Höhenänderungen ermöglicht.

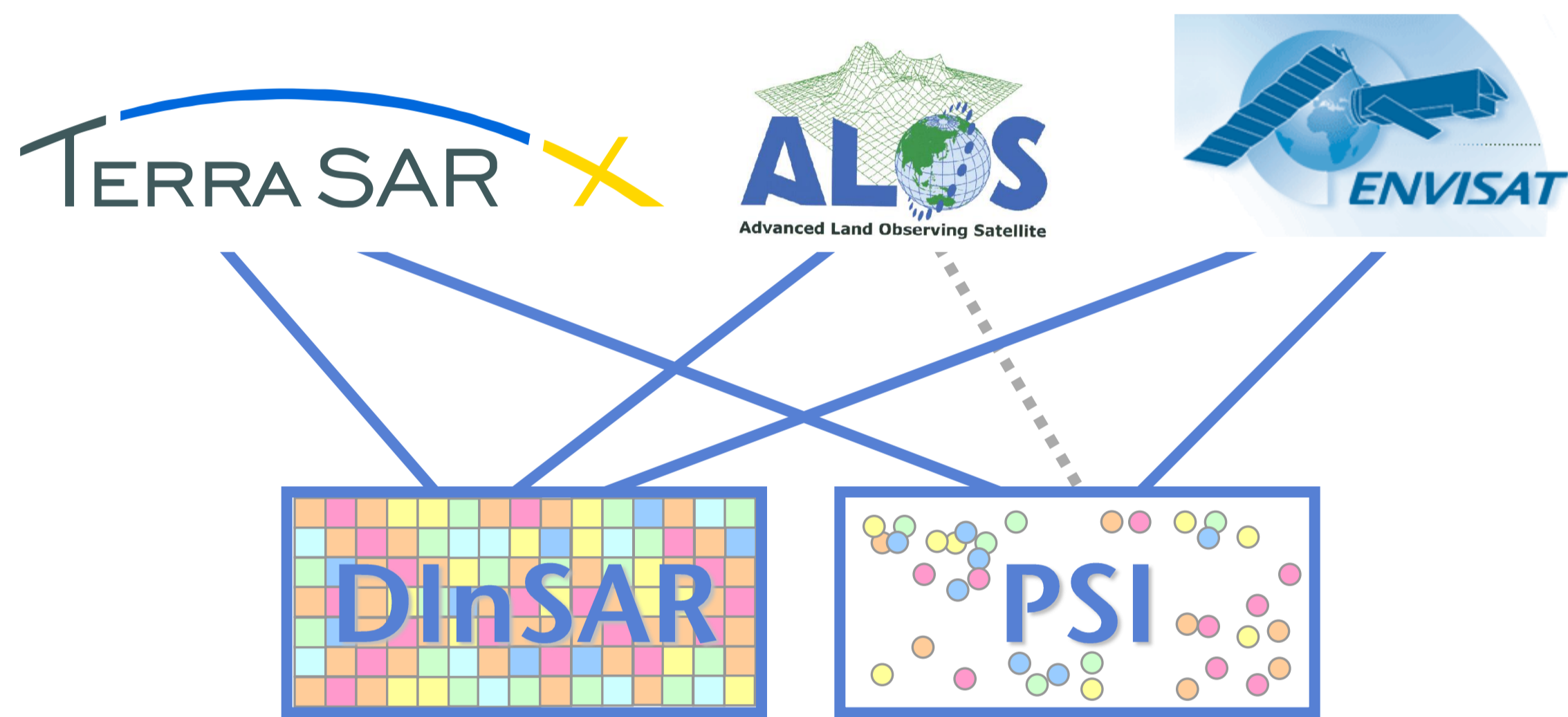


Abb. 1: Kombination zweier Auswerteverfahren (rasterbasiertes DInSAR und punktbasiertes PSI) unter Verwendung der Daten dreier Satellitensensoren

Übergeordnetes Ziel des Vorhabens ist eine Weiterentwicklung der Radarinterferometrie zu einem anwendungsreifen Messverfahren, welches die bewährten geodätischen Verfahren ergänzt und teilweise auch ersetzen können wird. Zudem wird die Wirtschaftlichkeit bei der Erfassung großräumiger Bodenbewegungen deutlich erhöht werden.

Untersuchungsgebiet im Südraum Leipzig

Die entwickelten Konzepte und Methoden werden im Braunkohlerevier südlich von Leipzig erprobt, wo in enger räumlicher Nachbarschaft sowohl Absenkungen der Tagesoberfläche durch Sümpfung im Umfeld aktiver Braunkohletagebaue, als auch Hebungen durch die Flutung von Tagebaurestseen auftreten.



Abb. 2: Radar-Intensitätsbild eines sich in Flutung befindlichen Tagebaus, aufgenommen von TerraSAR-X (verkleinert, originale Bodenauflösung ca. 2 m/Pixel)

Ein wichtiger Aspekt des Vorhabens ist die Validierung mit Referenzdaten. Durch die Zusammenarbeit mit Firmen im Leipziger Braunkohlerevier ist es möglich, auf umfangreiche Vermessungsdaten zurückgreifen zu können und zudem zusätzliche Messungen für das Vorhaben zu ermöglichen.

Analysemöglichkeiten

Die aus den fernerkundlichen Daten gewonnenen punkt- und flächenhaften Ergebnisse sowie die geodätisch ermittelten Höhenänderungen werden in einer gemeinsamen Geo-Datenbank abgelegt. Ein darauf zugreifendes Analyse-Tool im GIS bietet verschiedene Visualisierungsmöglichkeiten (siehe Abb. 3), die schrittweise erweitert werden. Ziel ist die Entwicklung und Anpassung von Datenfusionsalgorithmen für eine flächendeckende Analyse der Bodenbewegungen.

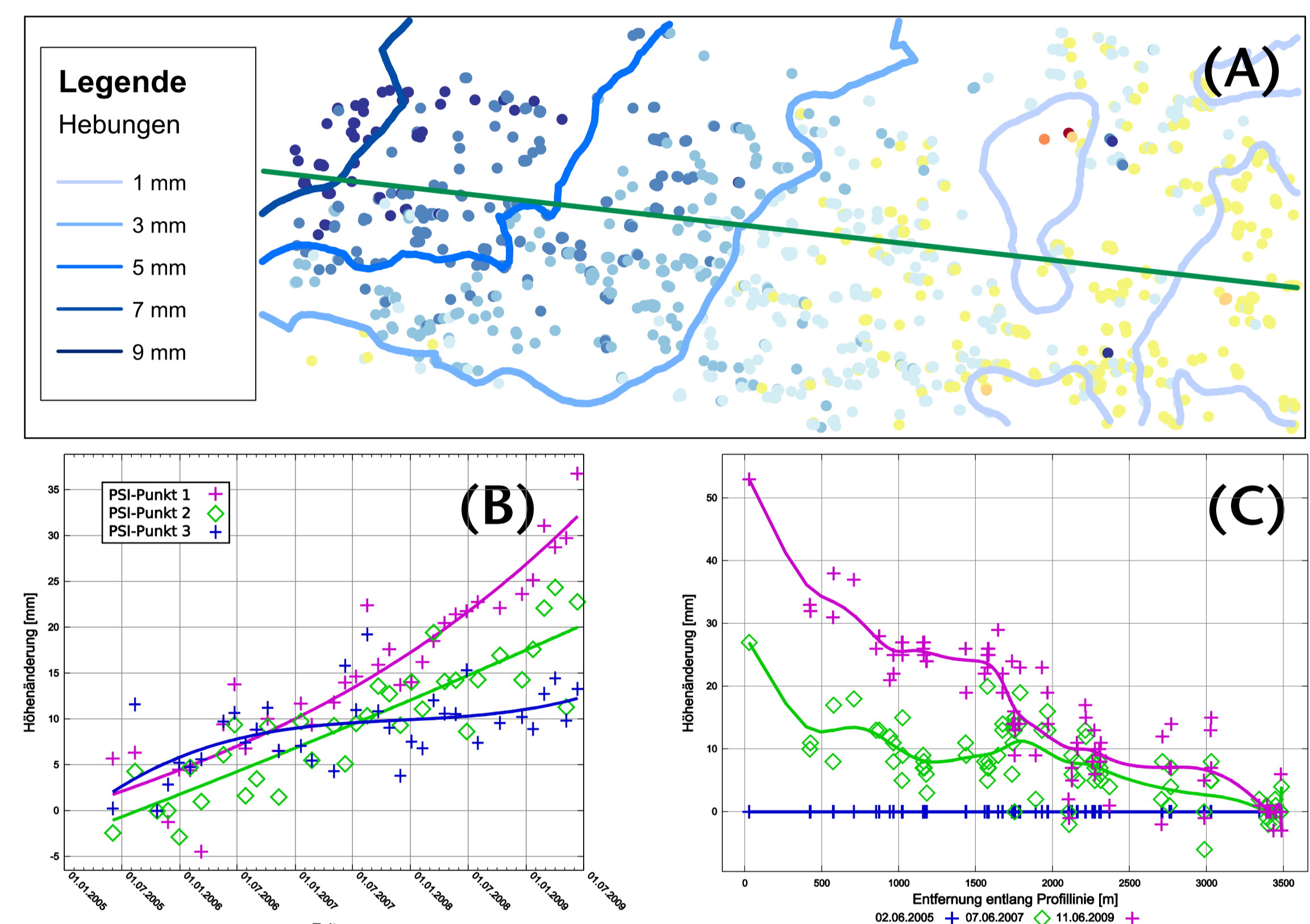


Abb. 3: Beispiele für die derzeitigen Darstellungsmöglichkeiten mit der GIS-basierten und Datenbank-gestützten Analysesoftware, basierend auf einer PSI-Auswertung von 36 ENVISAT Szenen: (A) PSI-Punkte mit Isolinen gleicher Hebung, (B) Zeit-Hebungs-Diagramme für drei ausgewählte PSI-Punkte mit ausgleichenden Polynomen, (C) Höhenänderungs-Profil für drei Zeitpunkte entlang der grünen Linie in (A)

Vergleich mit Referenzdaten

Die aus den bisherigen Auswertungen ermittelten Höhenänderungen werden anhand der verschiedenen geodätisch ermittelten Höhenänderungen auf Plausibilität getestet (siehe Abb. 4). Im Laufe des Projekts werden neben den bisher vorhandenen Daten des Reviernivellement und einiger Gebäudemessungen noch weitere terrestrisch ermittelte Höhenänderungen in die Datenbank aufgenommen um einen statistischen Vergleich zu ermöglichen.

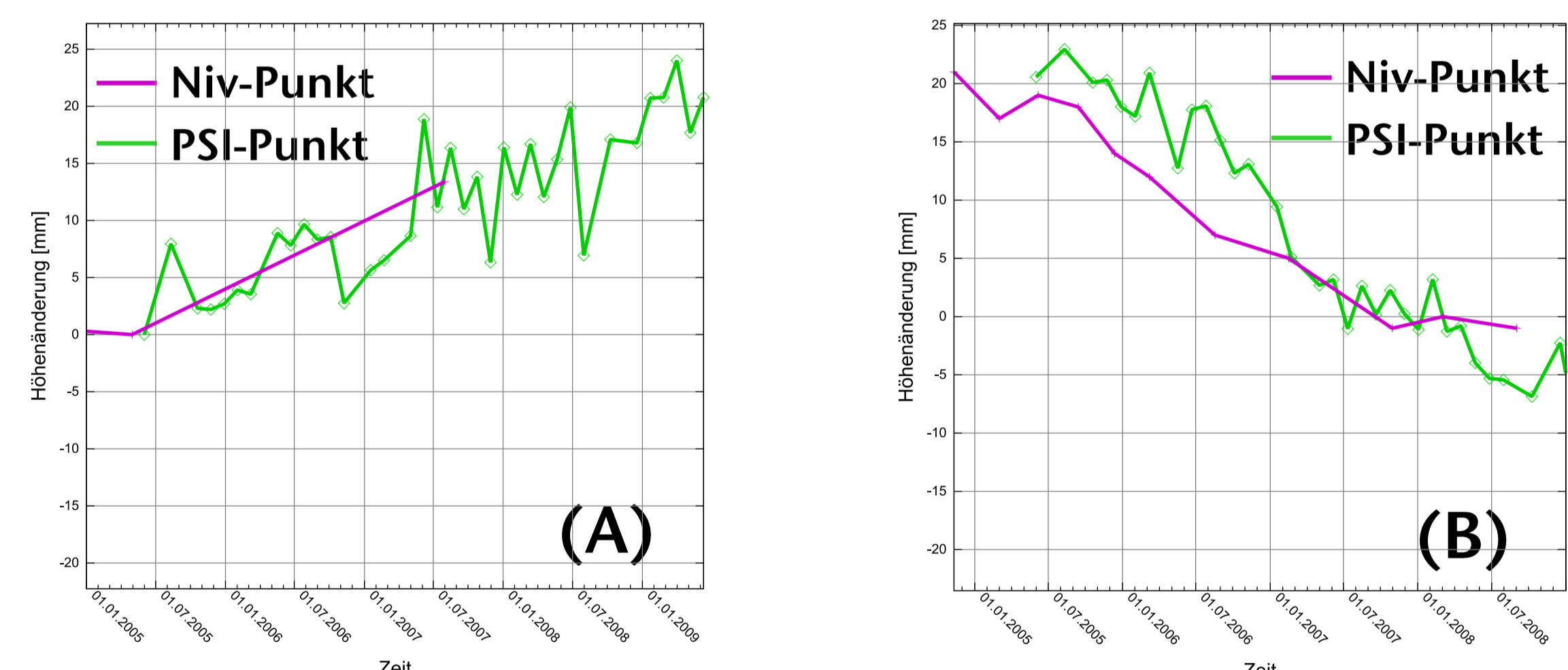


Abb. 4: Beispielhafter Vergleich zwischen PSI-Punkten und Nivellement-Punkten mit Zeit-Höhenänderungs-Diagrammen, (A) für einen Reviernivellementpunkt (Messintervall alle 2 Jahre) in der Nähe eines stillgelegten Tagebaus, (B) für einen Nivellementpunkt an einem Gebäude (Messintervall ca. alle 3 Monate) im Bereich eines aktiven Tagebaus

Förderhinweis

Das Forschungsvorhaben "MultiSAR" (FV-Nr. 15880 N) wird aus Haushaltsmitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF) gefördert.

Die TerraSAR-X Daten werden durch das DLR im Rahmen des TerraSAR-X Projektes MTH 0528 zur Verfügung gestellt.

Kontakt

IGMC, Erzstr. 18, 38678 Clausthal-Z.
WWW: <http://www.igmc.tu-clausthal.de>

