

Bodenbewegungen im Blick

Bodenbewegungen können schwerwiegende Auswirkungen auf Infrastruktur, Umwelt und menschliche Sicherheit haben und für Bevölkerung und Bauwerke erhebliche Gefahren darstellen. Seit Langem werden sie daher punktuell an gefährdeten Stellen mit terrestrischen Vermessungsmethoden erfasst. Moderne satellitengestützte Fernerkundungsmethoden ermöglichen flächendeckende, kosteneffiziente Messungen mit hoher Präzision. Der BodenBewegungsdienst Deutschland der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) bietet ein neues Verfahren, natürliche und anthropogen verursachte Hebungen und Senkungen zu erkennen und zeitliche Veränderungen zu beobachten. Der in Zusammenarbeit mit der con terra entwickelte Big-Data-Web-GIS-Dienst ist eine hilfreiche Ergänzung konventioneller Monitoring-Techniken. Gleichzeitig ergeben sich aber in puncto Massendatenverarbeitung und Darstellung hieraus ganz neue Herausforderungen.

Bodenbewegungen sind natürliche oder durch den Menschen verursachte Veränderungen der Bodenstruktur und -eigenschaften. Diese Bewegungen können sich auf verschiedene Weise manifestieren, wie z. B. als Subsidenz (Absinken), Hebung, Rutschungen oder Setzungen, und sind oft mit der Geologie, Hydrologie und der menschlichen Aktivität in der betrachteten Region verbunden. Bodenbewegungen können dabei sowohl oberflächennah als auch tief im Boden stattfinden [1].

Werden Schäden verursacht, müssen zudem die Ursachen ergründet und Fragen der Verantwortung und Kostenübernahme geklärt werden. Durch eine frühzeitige Erkennung und Analyse der Bewegungen können jedoch Schäden und Gefahren minimiert werden und in einigen Fällen sogar gezielte Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Genau zu diesen Zwecken wurde der BodenBewegungsdienst Deutschland (BBD) ins Leben gerufen.

Ein Beispiel für die Anwendung des BBD ist die Überwachung von Bergbaugebieten. In vielen Regionen Deutschlands wird oder wurde jahrhundertlang Bergbau betrieben. So gehören zum Beispiel die durch Grundwasserentzug hervorgerufenen Bodenabsenkungen zu den folgenreichen Nachwirkungen des Bergbaus auf die deutsche Landschaft [2]. Die sich hieraus ergebenden Folgekosten

und Belastungen zählen zu den sogenannten „Ewigkeitsaufgaben“ oder „Ewigkeitslasten“ der deutschen Bergbauindustrie [3].

Der BBD ist ein Angebot der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Die Hauptaufgabe der BGR liegt in der Beratung der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft, Industrie und Gesellschaft in allen rohstoffwirtschaftlichen und geowissenschaftlichen Fragen. Diese Beratung dient insbesondere der langfristigen Sicherung der Energie- und Rohstoffversorgung des Industriestandorts Deutschland sowie der Geosicherheit und dem nachhaltigen Georesourcenmanagement. Dazu gehört auch

der Aufbau von nationalen und internationalen geowissenschaftlichen Informationsquellen sowie die Standardisierungen für die Bereitstellung von Geofachdaten und Geoinformationen [4].

Überwachung aus dem All

Beim BBD wird durch die Verarbeitung von Satellitendaten und anderen Messverfahren eine präzise Überwachung von Bodenbewegungen ermöglicht. Seit dem Start der Radarsatelliten Sentinel-1A und -1B des europäischen Copernicus-Programms stehen dazu flächendeckend umfangreiche Datenerfassungen zur Verfügung [5]. Im BBD werden die hier erfassten Veränderungen der Bodenoberfläche auf-



BodenBewegungsdienst Deutschland: Messpunkte im Westen von Hamm

Bild: <https://bodenbewegungsdienst.bgr.de>



Bild: https://bodenbewegungsdienst.bgr.de

BodenBewegungsdienst Deutschland: Tagebau Hambach. Zeitreihe des Messpunkts 2368037

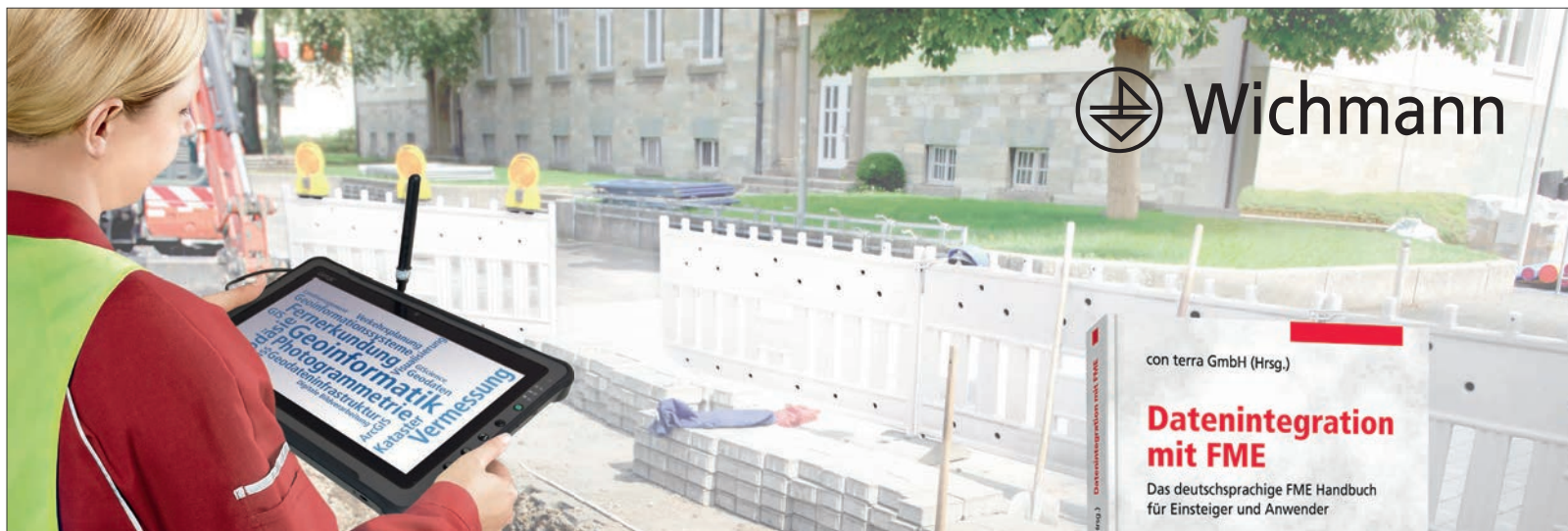
Bewegungen abrufbar. Die gesamte Fläche Deutschlands ist durch konsistente Bodenbewegungsdatenprodukte abgedeckt [7].

Der Kerndatensatz des BBD basiert auf bundesweiten Copernicus-Sentinel-1-Daten, die mittels des Persistent-Scatterer-Interferometrie-(PSI-)Verfahrens verarbeitet werden. Das Verfahren der Interferometrie basiert auf der Messung der Phasendifferenz von elektromagnetischen Signalen, die von Satelliten aufgenommen werden. Diese Phasendifferenz ergibt sich aus der Veränderung der Entfernung zwischen Satelliten

und Boden, die durch Bewegungen der Erdoberfläche verursacht wird. Durch die Kombination von zwei oder mehreren Aufnahmen lässt sich eine Interferenz-

bereitet, analysiert und in einem digitalen Geländemodell visualisiert [6]. Die BGR stellt diese visualisierten Informationen als Web-GIS-Anwendung zur Verfügung. Datensätze der aufsteigenden und absteigenden Orbits der Sentinel-1-Satellitenmission sind in Line of Sight (LOS) und als vertikale sowie Ost-West-

und Boden, die durch Bewegungen der Erdoberfläche verursacht wird. Durch die Kombination von zwei oder mehreren Aufnahmen lässt sich eine Interferenz-



Technikwissen punktgenau:

Systematischer Einstieg in die Integration raumbezogener Datenstrukturen mit FME

Die FME-Plattform ist eine Softwarelösung, die die Integration von raumbezogenen Daten mit oft komplexen Strukturen und aus verschiedenen Quellen ermöglicht. Dieses Handbuch zeigt die vielfältigen Möglichkeiten der Plattform bestehend aus FME Desktop, FME Server und FME Cloud auf. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf den Themen Automatisierung von Datenprozessen und der Anwendungsintegration. Das Buch bietet Einsteigern leicht verständliches Grundlagenwissen zur Software und dient erfahrenen Nutzern als übersichtliches Nachschlagewerk mit vielen praktischen Tipps und Tricks.



2022. 573 Seiten
76,- € (Buch/E-Book)
106,40 € (Kombi)

Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten. Sowohl das E-Book als auch das Kombiangebot (Buch + E-Book) sind ausschließlich auf www.vde-verlag.de erhältlich.

Bestellen Sie jetzt: (030) 34 80 01-222 oder www.vde-verlag.de/buecher/537711



Web-Nr. 2203053

analyse durchführen, die Veränderungen in der Bodenhöhe mit einer Genauigkeit von wenigen Millimetern erkennen kann [8].

Big Data

Im BBD sind derzeit ca. 134 Millionen dieser PSI-Punkte enthalten. Diese beinhalten im Schnitt jeweils über 350 Messungen, welche in Zeitreihen hinterlegt sind. Insgesamt sind im System so derzeit um die 50 Milliarden Messungen enthalten.

Für die Umsetzung und den Betrieb des Web-GIS wurde 2017 von der BGR ein Auftrag an die con terra GmbH vergeben. Die Anwendung basiert auf den drei Säulen Arcgis Enterprise, Arcgis Portal und Elasticsearch und wird über eine fokussierte map.apps-Anwendung im Internet bereitgestellt. Auf Basis der conterra-eigenen map.apps-Technologie wurde ein Front-End-Auskunftssystem zum nutzerfreundlichen Betrachten, Analysieren und Herunterladen der aufgezeichneten Bodenbewegungen erstellt.

Eine der Herausforderungen besteht in der Verarbeitung und Veröffentlichung der oben beschriebenen Massendaten. Da kontinuierlich weitere Sentinel-Daten erhoben und eingearbeitet werden, steigt die hinterlegte Datenmenge mit jedem Betriebsjahr des BBD immer weiter an. Über einen hochperformanten, speziell für Big Data ausgelegten Elasticsearch-Datenspeicher und große Serverkapazitäten im Hintergrund wird trotz der enormen Menge eine sehr schnelle Darstellung und Verarbeitung der Daten ermöglicht. Ebenso effizient ist der Download von Daten ausgelegt. Hier unterstützt unter anderem die Datenintegrationsplattform FME.

Weitere Merkmale der Lösung umfassen die Möglichkeiten der Einbindung in lokale GIS über Download und Web-Map-Services. Darüber hinaus können bundesweit verfügbare thematische Daten wie beispielsweise aus (Hydro-)Geologie, Bodenkunde und Bergbau überlagert werden. Das bundesweite Datenprodukt wird jährlich aktualisiert, während einige Gebiete bis zu alle sechs Tage in enger zeitlicher Auflösung aktualisiert werden [7].

Der weitere Ausbau des Dienstes in Richtung mobiler App befindet sich gegenwärtig in der Umsetzung.

BodenBewegungsdienst
Deutschland: Big Data,
134 Millionen PSI-Punkte
mit durchschnittlich 350
Messungen pro Punkt

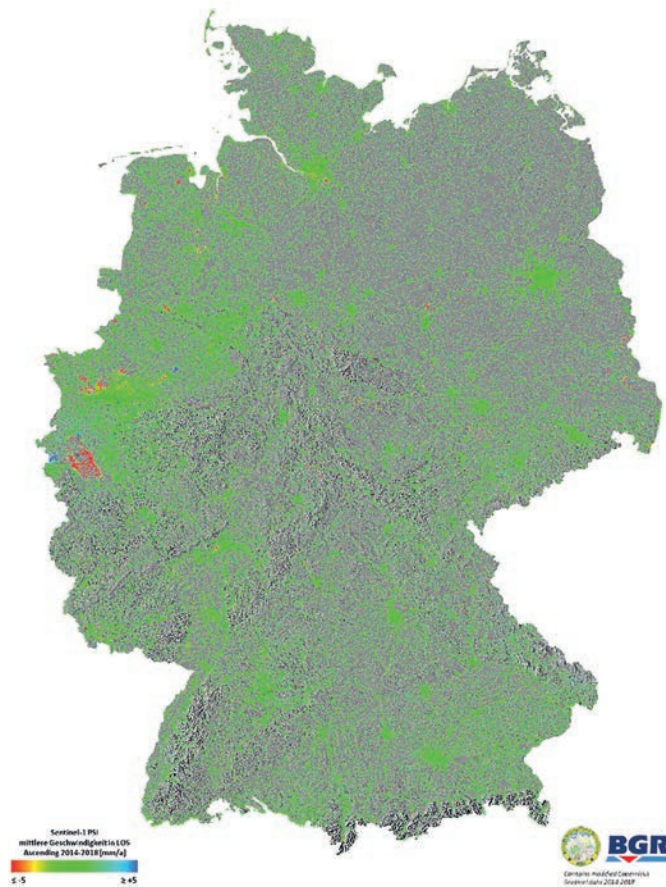


Bild: BGR

Fazit

Der BBD ermöglicht auf Basis von Satellitendaten die Visualisierung von Bodenbewegungen in Deutschland durch eine rechenintensive Big-Data-Anwendung. Durch die Web-Anwendung lassen sich mögliche Gefahren aus dem Untergrund auf einen Blick schnell erkennen – für Bevölkerung und Behörden ein hilfreicher Service.

Quellen:

- [1] Bahlburg, H.; Breitzkreuz, C.: Grundlagen der Geologie. 5. Auflage. Springer, Heidelberg, 2017
- [2] Görres B.; Sager B.; Campbell J.: Geodätische Bestimmung von Bodenbewegungen im Bereich des Erftsprungsystems. In: Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv) 131 (2006) H. 1, S. 16 – 24
- [3] www.lebensraumwasser.com/der-bergbau-geht-das-wasser-bleibt-die-folgen-fuer-die-ewigkeit-und-ihre-bewaltungigung
- [4] www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/UeberUns/Aufgaben/arbeitsrichtungen.html?nn=1561604#

- [5] <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-1>
- [6] www.bgr.bund.de/DE/Themen/GG_Fernerkundung/BodenBewegungsdienst_Deutschland/bodenbewegungsdienst_deutschland_node.html
- [7] Kalia, A. C.; Frei, M.; Lege, T.: BodenBewegungsdienst Deutschland (BBD): Konzept, Umsetzung und Service-Plattform. In: Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv) 146 (2021) H. 4, S. 273 – 279
- [8] Schenk, A.: PS-Interferometrie in Urbanen Räumen – Optimierte Schätzung von Oberflächenbewegungen mittels Multi-SBAS-Verfahren. Ph. D. Thesis, Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Karlsruhe, 2015

Autoren:

Dr. Volker Lämmchen
Dr. Thore Fechner
con terra GmbH
E: info@conterra.de