



Nicht mehr unter dem Radar: SAR!

Die eine oder der andere von Ihnen mag im Straßenverkehr schon Erfahrungen mit der Radartechnologie gesammelt haben. Im Prinzip hat das Christian Andreas Doppler zu verantworten. Dieser erkannte die zeitliche Stauchung bzw. Dehnung eines Signals, sofern sich während der Signaldauer der Abstand zwischen Sender und Empfänger ändert.

Dieser Effekt dient nicht nur bei klassischen Radarfallen der Ermittlung von Geschwindigkeitsüberschreitungen, sondern ist ebenfalls Grundlage für das Funktionsprinzip von Synthetic Aperture Radar (SAR). Die Nutzung synthetischer Aperturen macht den satellitenbasierten Einsatz der Radartechnologie in der Fernerkundung in der heutigen Form möglich. Und die SAR-Fernerkundung gewinnt immer mehr an Bedeutung. Warum ist das so? Es gibt zunächst einmal gute Argumente für die eingesetzten Mikrowellensignale: Beleuchtungs- und Wetterunabhängigkeit, Ein- bzw. Durchdringvermögen bezogen auf die Erdoberfläche und Vegetation, Auswertungsmöglichkeiten der Polarisation und der Phase für Rückschlüsse auf physikalische Oberflächeneigenschaften bzw. zur Höhenableitung. Zudem steigen die Anzahl der verfügbaren Satellitensysteme mit SAR Sensoren und die geometrische Auflösung der SAR Sensoren. Insbesondere die kostenfreien Daten von Sentinel 1 aus dem Copernicus Programm pushen die Radarfernerkundung. Bei der EFTAS entwickeln wir seit Jahren unsere Radarexpertise kontinuierlich weiter. Daher sind wir für die zunehmenden Anwendungsbereiche sehr gut aufgestellt. Aktuell fokussieren wir Methoden der interferometrischen Radarfernerkundung (InSAR). Wir

bleiben dabei nicht bei der Ableitung digitaler Geländemodelle, sondern bestimmen mit der differentiellen Interferometrie (DInSAR) großflächig relative Oberflächenbewegungen im mm-Bereich.

In diesem ALBEDO stellen wir Ihnen zwei operative Anwendungen zur Erfassung der Bodenbewegung im Nachbergbau und zum Kavernenmonitoring vor. Wir wären aber natürlich nicht EFTAS, wenn wir nicht die nächsten Schritte angehen würden: Dazu zählen die Integration des Bodenbewegungsmonitorings in die Prozesse und Systeme unterschiedlicher Stakeholder, die Kombination der Methode mit komplementärer Information sowie die Weiterentwicklung der Anwendungsmöglichkeiten in Richtung künstlicher Intelligenz. Um Ihnen einen kurzen Einblick zu vermitteln, was wir darunter konkret verstehen, skizzieren wir Ihnen mit diesem ALBEDO die Entwicklungsprojekte KaMonSys und BIMSAR.

In diesem Sinne: Behalten Sie uns und SAR auf dem Radar!

Herzlichst
Georg Altrogge

Inhalt

Bodenbewegungsmonitoring per DInSAR.

Nachbergbau im Ruhrgebiet.
Speicherkaavernen im westlichen Münsterland.

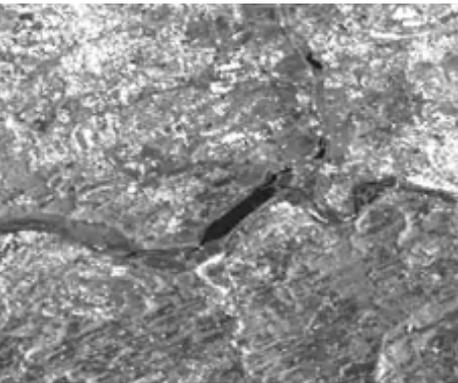
KaMonSys - Kavernenspeicher Monitoring System.

Satellitenbasierte Radarinterferometrie, Koptereinsatz und mehr.

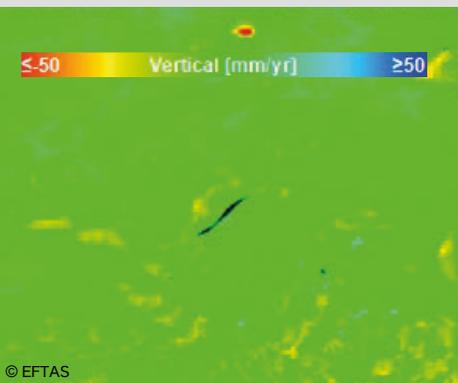
Bauwerke beobachten mit Radar, BIM und KI.

BIMSAR-Konsortium entwickelt cloudbasiertes Assistenzsystem.

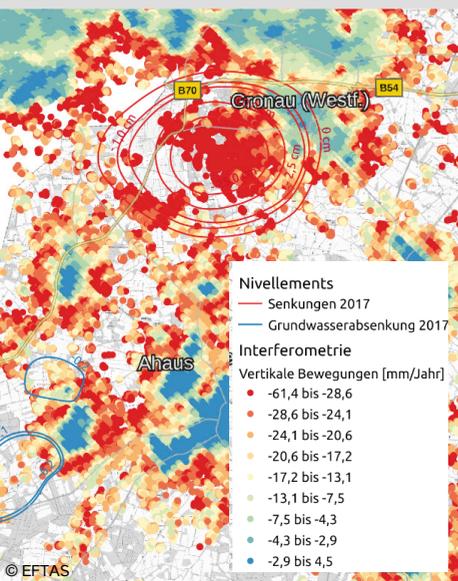




Ausschnitt einer Sentinel 1 Szene von der Region Witten im Ruhrgebiet.



Analyse der Bodenbewegung vom Ruhrgebiet in der Region rund um Witten.



Vertikale Bewegungen, die sich von Januar 2017 bis November 2020 kumuliert haben. Positive Werte bedeuten Hebung, negative Werte bedeuten Senkung.

Bodenbewegungsmonitoring per DInSAR.

Ob Hebung, Senkung oder Rutschung, überraschende und plötzliche Bewegungen der Oberfläche können eine große Gefahr für Menschen darstellen und extreme Schäden anrichten. Bei der Prävention hilft ein großflächiges Monitoring. EFTAS überwacht Bodenbewegungen kontinuierlich und effizient per Fernerkundung. Die Grundlage für das automatisierte Monitoring ist die satellitenbasierte differenzielle Radarinterferometrie (DInSAR).

Nachbergbau im Ruhrgebiet.

Mit Beendigung des aktiven Steinkohleabbaus in NRW steht das Ruhrrevier vor der Herausforderung, die möglichen Auswirkungen im Nachbergbau zu bewältigen. Zur Einsparung von Energiekosten ist die Anhebung des künstlich abgesenkten Tiefengrubenwasserpegels vorgesehen. Infolge dieser Pegelanhebung ist in den kommenden Jahren verstärkt mit Hebungen der Tagesoberfläche zu rechnen, die möglicherweise zu Schädigungen und Einschränkungen der öffentlichen und privaten Infrastruktur führen können. Ein Erkennen von Veränderungen der Tagesoberfläche hilft Folgeschäden zu vermeiden oder zumindest zu mindern, indem frühzeitig adäquate Maßnahmen eingeleitet werden können.

Mit Radarsatellitendaten ist es per DInSAR-Methoden möglich, ein großflächiges Monitoring bereits für geringste Bodenbewegungen durchzuführen. Im Projekt Proof of Concept haben wir dieses kontinuierliche Monitoring der Tagesoberfläche durch Analysen von Sentinel 1 Daten für große Teile des Ruhrgebiets durchgeführt. Der Städteverbund Dortmund, Essen, Bochum, Duisburg und Mülheim an der Ruhr möchte nämlich diese Technologie in ein Frühwarnsystem implementieren. Die Monitoringdaten und weitere relevante Geoinformation wie Bodensensorik und Expertenwissen werden dazu internetbasiert als Cloudservice-Plattform für die involvierten Stakeholder zusammengeführt.

Durch die Förderung von Öl, Gas oder Salz entstehen Hohlräume im Speichergestein. Bei entsprechender Eignung werden diese Hohlräume auch als Kavernenspeicher und Porenspeicher in der Öl- und Gasversorgung genutzt. Die Änderungen der Druckverhältnisse im Untergrund können zu Senkungen an der Oberfläche oder sogar über Spannungsentladungen zu kleinen Erdbeben führen. Neben den direkten physischen Auswirkungen von Bodenbewegungen sind in Regionen mit Kavernenspeichern auch Leckagen potenzielle Gefahren.

Speicherkavernen im westlichen Münsterland.

Bei der Exploration auf Gaslagerstätten wurden in den 1960er Jahren im nord-westlichen Münsterland Salzvorkommen gefunden. Durch die Förderung von Sole entstanden stabile Hohlräume im Untergrund, die seither als Kavernenspeicher für die nationale Reserve zur Gas- und Ölspeicherung genutzt werden. Das dortige Kavernenfeld Gronau/Epe, eines der größten zusammenhängenden Kavernenfelder Europas, ist

durch Soleförderung entstanden und wird heute zur Öl- und Gasvorhaltung genutzt. Für den Betreiber, die Salzgewinnungsgesellschaft Westfalen haben wir ein Kavernenmonitoring durchgeführt, das neben dem Bodenbewegungsmonitoring auch eine Vegetationskartierung und eine Bodenfeuchtekartierung enthielt, um aus deren Zeitreihen-Analyse weitere Indikatoren für Veränderungen der Oberfläche zu bestimmen.



Auf Grundlage von rund 450 Sentinel 1 Szenen wurden durch die radarinterferometrische Auswertung wertvolle Erkenntnisse zu Bodenbewegungen erzielt. So konnten im Bereich des nördlichen Absenkungstrichters sehr gut die Anomalien der Bodenbewegungen der vergangenen Jahre verifiziert werden, die von lokalen Experten terrestrisch mittels Höhenmessungen ermittelt wurden.

Auch für das Kavernenmonitoring wird es perspektivisch darum gehen, das bereits operative radarinterferometrische Bodenbewegungsmonitoring in die bestehenden Verfahren zu integrieren und über Systemlösungen mit weiteren Daten und Expertenwissen zu kombinieren. In diesem ALBEDO stellen wir mit KaMonSys ein Projekt vor, das genau solche Entwicklungen antreibt.

KaMonSys - Kavernenspeicher Monitoring System.

Satellitenbasierte Radarinterferometrie, Koptereinsatz und mehr.

Das Akronym KaMonSys steht für Kavernenspeicher Monitoring System. Unter dem Titel entwickeln wir eine integrative GeoIT Lösung für Betreiber von Kavernen- und Porenspeichern, die nicht nur die Bewegungen der Erdoberfläche feststellt, sondern auch die Überwachung der oberirdischen technischen Anlagen unterstützt. Dazu arbeiten wir eng zusammen mit dem Forschungszentrum Nachbergbau (FZN) der Technischen Hochschule Georg Agricola.

Das Monitoring System bedient die obersten Gebote der Kavernen- und Porenspeicherindustrie: die Zuverlässigkeit der ober- und unterirdischen technischen Anlagen sowie der Versorgungssicherheit durch die Bereitstellung der untertage verbrachten Rohstoffe. Die Sicherheit von unterirdischen Speicher- und Versorgungsanlagen für Erdgas und andere Ressourcen aber auch die dazugehörigen oberirdischen technischen Einrichtungen muss jederzeit gewährleistet sein. Es liegt in der Verantwortung der Betreiber, auch kleinste eventuelle Leckagen frühzeitig und zuverlässig zu erkennen. Nur so können gasförmige Emissionen und eventuell daraus resultierende Schäden an Mensch und Natur verhindert werden. Gegenwärtige Verfahren basieren hauptsächlich auf Sichtkontrollen vor Ort, Hubschrauberbefliegungen zur

Messung von Methankonzentrationen in der Atmosphäre sowie Begehungen oder Befahrungen mit Gasspürgeräten. In weitläufigen Anlagen sind diese Inspektionen in der Regel zeitaufwändig sowie personal- und kostenintensiv.

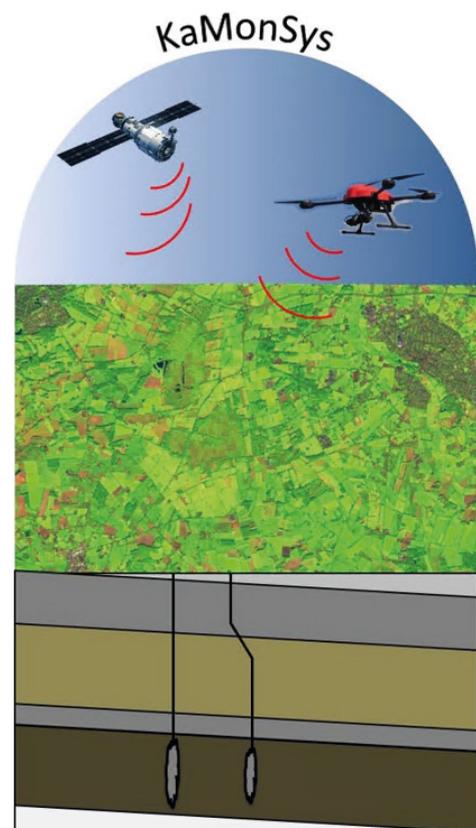
Mit KaMonSys entsteht ein automatisiertes Überwachungssystem, das Fernerkundungsmethoden wie die radarinterferometrische Satellitendatenauswertung mit offenen Geodaten, bergmännischen Risswerken sowie ortsspezifischen Sicherheitsinformationen und technischen Anlagenfunktionen kombiniert. Darüber hinaus ist geplant, eine Kopteranwendung zu integrieren. Treten im Rahmen der permanenten Analyse Unregelmäßigkeiten auf, kommt ein teilautonom fliegender Kopter zum Einsatz. Das Gerät ist unter anderem mit einer Wärmebildkamera ausgestattet, die unkontrolliert austretendes Gas mit hoher Präzision anhand von Thermalbildern detektieren soll. Die charakteristischen Temperaturunterschiede in der Umgebung aber auch auf den Oberflächen der technischen Infrastrukturen sollen hochgenau auf Pixelebene sichtbar gemacht werden und damit potentielle Undichtigkeiten oder Leckagen lokalisiert werden.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

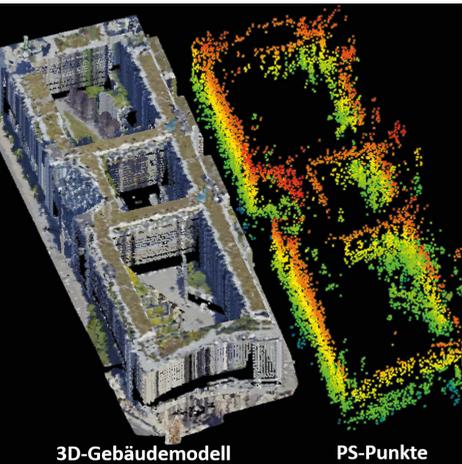
FKZ 13N15365
FKZ 13N15366



Die Grafik zum Projekt verdeutlicht, dass neben Satellitensystemen auch Kopterflüge für das Monitoring der Kavernenflächen und der technischen Anlagen vorgesehen sind.



Bei KaMonSys geht es um die Sicherheit der ober- und unterirdischen technischen Anlagen von Kavernenspeichern. Das passende Testgelände bieten die beiden weiteren Projektpartner: die Salzgewinnungsgesellschaft Westfalen in Ahaus und die Uniper Energy Storage GmbH. (Bild: Stefanie Krause)



3D-Gebäudemodell

PS-Punkte

In BIMSAR wird ein KI-gestütztes Assistenzsystem zur Erkennung von Bauwerksbewegungen entwickelt, das Persistent Scatterer (PS) aus SAR Daten in Kombination mit BIM Gebäudeinformation nutzt.

Abbildung verändert aus:
EXTRACTING AND EVALUATING
CLUSTERS IN DINSAR DEFORMATION
DATA ON SINGLE BUILDINGS.
P. J. Schneider, R. Khamis, U. Sörge
ISPRS Annals of the Photogrammetry,
Remote Sensing and Spatial Information
Sciences, Volume V-3-2020

Impressum

ALBEDO ist eine Publikation der

EFTAS Fernerkundung
Technologietransfer GmbH
Oststraße 2-18
48145 Münster

V.i.S.d.P: Georg Altrogge
Redaktion: Olaf Büscher
Text: Brigitte Bonder, Olaf Büscher

Beiträge für den Newsletter sind
ausdrücklich willkommen und direkt
an die Redaktion zu senden
(pr@eftas.com).

Für den Bezug des Newsletters
ist unter <http://www.eftas.de/eftas-content-pool.php#post-albedo-an-und-abmeldung> eine An- und Abmeldemöglichkeit eingerichtet.
Ein elektronisches Newsletterarchiv ist über www.eftas.com im EFTAS content-pool abrufbar.

Stand: 7.10.2021

Bauwerke beobachten mit Radar, BIM und KI.

BIMSAR-Konsortium entwickelt cloudbasiertes Assistenzsystem.

Der Projekttitel BIMSAR deutet schon darauf hin, dass auch bei diesem Vorhaben die Radarinterferometrie eine essenzielle Rolle spielt. Sie wird hier aber nicht eingesetzt zur Detektion von Bewegungen der Erdoberfläche, sondern zur Detektion von Bewegungen von Gebäuden und Verkehrsinfrastrukturen. Denn zu starke und ungünstige Bewegungen können die Statik der Bauwerke natürlich beeinträchtigen und stellen ein Risiko dar. Zur Analyse sind dezidierte Gebäudeinformationen notwendig. Diese können inzwischen aus digitalen Gebäudemodellen extrahiert werden. Daher ist dem Titelteil SAR (Synthetic Aperture Radar) das Akronym BIM (Building Information Modeling) vorangestellt. Da die Erfassung von Gebäudebewegungen ein durchaus komplexes Anliegen ist, kommen als dritte sehr wichtige Projektkomponente noch Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) zum Einsatz. Mit diesen drei Komponenten wird im Projekt BIMSAR ein cloudbasiertes Assistenzsystem zum Monitoring von Gebäuden und Verkehrsinfrastrukturen entwickelt. Wie soll das funktionieren?

Viele Bauwerke werden inzwischen digital nach BIM-Standards abgebildet, um Informationen zum Objekt zentral etwa für das Bau- und später Facilitymanagement zu führen. Damit liegen exakte Positionsdaten, Materialangaben, der strukturelle Aufbau und vieles mehr bereits vor. Diese Daten werden in BIMSAR nun sozusagen als in-situ Daten für die SAR-Datenanalyse genutzt. Grundlage des Ansatzes sind die sogenannten Persistent Scatterer (PS). PS bezeichnet als Rückstreuer Bildbereiche (häufig einzelne Pixel), deren Streueigenschaften wenig mit der Zeit in einem Stapel von koregistrierten Radar-Bildern variieren und gut im zeitlichen Verlauf wiedergefunden

und analysiert werden können. Mit Hilfe der Persistent Scatterer können daher Bewegungen an bestimmten Punkten detektiert werden. Über die BIM-Daten erfolgt eine Zuordnung der PS-Bewegungen zu den Gebäude- oder Infrastrukturdaten. Gerade für diesen Schritt bieten sich KI-Methoden an, um registrierte Bewegungen exakter den Bauwerkteilen zuzuweisen und die Art der Veränderung hinsichtlich der Relevanz besser beurteilen zu können. Die Bewegungen, die den verschiedenen Bauwerkteilen zugeordnet sind, werden dazu gruppiert und klassifiziert. Dies dient der Einschätzung, ob es sich um zyklisch wiederkehrende, natürliche Bewegungen handelt oder ob es sich um fortlaufende Veränderungen handelt, die ihre Ursache z.B. im Untergrund haben. Hierzu werden auf Basis von marktscheiderischer Expertise Abschätzungen getroffen, welches Bewegungspotenzial im betroffenen Untergrund vorhanden ist. Die Beurteilung, ob die erfasste Bewegung tatsächlich eine Gefahr für das beobachtete Objekt darstellt, können am Ende nur die Bauwerksexperten durchführen. Aus dem Grunde wird im Projekt ein cloudbasiertes Assistenzsystem anvisiert, das den Experten alle ermittelten Informationen zur Verfügung stellt, damit diese die Abschätzung einer möglichen Gefährdung durchführen und darauf basierend eventuelle weitere Schritte in die Wege leiten können.



DLR Projektträger

FKZ: 50EE20008A

Die Projektpartner sind:

- EFTAS GmbH
- Institut für Photogrammetrie der Universität Stuttgart
- Forschungszentrum Nachbergbau (FZN) der Technischen Hochschule Georg Agricola
- Vivawest Dienstleistungen GmbH
- Amt für Geoinformation, Vermessung und Kataster der Stadt Essen

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie