



Bild: Daniela Hansjakob

Mit Satellitenaufnahmen aus dem All kann der Baufortschritt von Neubauten verfolgt werden

Neubauten mit Satellitendaten erfassen

Die Nachfrage im Wohnungsbau ist weiterhin ungebrochen. Mit dem Ziel der Bundesregierung, jährlich 400 000 neue Wohnungen zu bauen, wird dieser Boom auch weiterhin anhalten. Um den Überblick bei Neubauten zu bewahren, das Liegenschaftskataster aktuell zu halten und die Vermessungsämter zu entlasten, sind neue Methoden zur automatisierten Erfassung des Baufortschritts hilfreich. Eine Forschungsgruppe an der Hochschule München zeigt, wie sich auf Basis von frei verfügbaren Satellitendaten Neubauten flächendeckend wochenaktuell visualisieren lassen. Ein Gespräch mit Lea Schollerer und Prof. Dr. Andreas Schmitt.

Autor: Gerold Olbrich

Wie kam es zur Idee, mittels automatisierter Baufallerkundungsmethoden den Neubau eines Gebäudes auf der Basis von Fernerkundungsdaten zu erkennen?

Lea Schollerer: In Bayern ist die Erfassung von Änderungen im Gebäudebestand gesetzlich geregelt und wird von dem zuständigen Amt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (ADBV) durchgeführt. Ich selbst war während meines Bachelorstudiums am ADBV Landau an der Isar als duale Studentin häufig an Gebäudeeinemessungen beteiligt, weshalb ich selbst beobachten konnte, wie sich der Boom in der Baubranche auch auf die Arbeitsauslastung der Gebäudemesstrupps auswirkt. Hinzu kommt, dass die aktuell verwendeten, meist händischen Methoden zur Erkundung von Neubauten sehr zeitaufwendig sind. Im Austausch mit Prof. Dr. A. Schmitt bezüglich meiner Bachelorarbeit entstand dann die innovative Idee, Bauaktivitäten mit Fernerkundungsdaten aus dem All zu detektieren und dadurch eine Studie mit Mehrwert für meinen Arbeitgeber, die Bayerische Vermessungsverwaltung, zu erstellen.

Warum wurden speziell Sentinel-Daten des Copernicus-Programms als Grundlage verwendet?

Prof. Dr. Andreas Schmitt: Die Sentinel-1- und Sentinel-2-Satelliten decken mit ihren Aufnahmen mindestens einmal wöchentlich komplett Mitteleuropa ab. Zudem bieten sie mit 10-m-Bodenpixeln eine auch für urbane Anwendungen durchaus brauchbare räumliche Auflösung. Diese Kombination aus großflächiger Abdeckung, hoher räumlicher und hoher zeitlicher Auflösung in einem Satellitensystem ist neu. Gerade in den wöchentlichen Aufnahmen steckt ein Potenzial, das noch lange nicht ausgeschöpft ist. Ganz davon abgesehen sind sämtliche Daten des Copernicus-Programms für jedermann frei und kostenlos zugänglich. Lediglich deren Verarbeitung muss man organisieren.

Welche weiteren Daten kamen bei der Entwicklung der neuen Methodik zum Einsatz?

Prof. Dr. Andreas Schmitt: Der Algorithmus selbst benötigt von den Satellitenbildzeitreihen abgesehen keine weiteren Daten.

Prof. Dr.-Ing. Andreas Schmitt

ist Professor an der Fakultät für Geoinformation der Hochschule München und forscht am Institut für Anwendungen des maschinellen Lernens und intelligenter Systeme (IAMLIS).



Bild: privat

B. Eng. Lea Schollerer

absolviert aktuell den Masterstudiengang Geomatik an der Hochschule München und forscht am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Oberpfaffenhofen.



Bild: privat

Lea Schollerer: Für die Validierung der Ergebnisse, zum Beispiel um festzustellen, welche Gebäude im Betrachtungszeitraum zwischen Oktober 2019 und November 2020 tatsächlich neu entstanden sind, haben wir Daten des Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystems (ALKIS) wie Flurstücksgrenzen, Gebäudeumrisse und die tatsächliche Nutzung sowie das digitale Orthophoto verwendet. Die tatsächliche Nutzung dient in der Methodik außerdem zur Eingrenzung der Aufnahmen auf Flächen mit relevanter Nutzung, auf denen Gebäude potenziell entstehen können. Zusätzlich zu den amtlichen Daten haben wir direkt im Testgebiet eine Umfrage bei den jeweiligen Eigentümern der Neubauten durchgeführt.

Warum fiel die Wahl des Testgebiets auf einen Teil der niederbayerischen Stadt Dingolfing?

Lea Schollerer: In der Region um die Stadt Dingolfing findet ein hoher Zuzug statt, wodurch der Bedarf an Wohngebäuden und Industriebauten zunimmt. Grund hierfür ist die Lage am Rande der Metro-

polregion München. Zusätzlich betreiben die Bayerische Motorenwerke AG (BMW) hier das nach eigenen Angaben größte Fahrzeugwerk Europas. Außerdem befindet sich Dingolfing im Amtsbezirk des ADBV Landau an der Isar, wodurch ich im Rahmen meiner praktischen Tätigkeit einen guten Überblick über das aktuelle Baugeschehen hatte. Wir haben für die Anwendung der Methodik gezielt ein Testgebiet mit möglichst vielen Neubauten ausgewählt. Wichtig waren zum Ausschluss von Fehldetektionen auch die angrenzende Altbausiedlung, in der im Untersuchungszeitraum keine Veränderungen stattfanden, sowie die umliegenden landwirtschaftlichen Flächen, die üblicherweise aufgrund der intensiven Bewirtschaftung auch deutliche Ausschläge zeigen.

Wie sehen die einzelnen Schritte der Methodik aus?

Prof. Dr. Andreas Schmitt: Zunächst werden die Radarmessungen von Sentinel-1 zu einer Gesamtintensität zusammengefasst. Darin erscheinen dem Sensor zu-

gewandte Gebäudeumrisse deutlich heller als die Umgebung. Bei Sentinel-2 ist das nicht ganz so einfach. Deswegen mussten wir zuerst den „*LEAIndex*“ entwickeln, der durch eine spezielle Kombination der Farbkanäle auch wieder Gebäude oder generell versiegelte Flächen hell hervorhebt. Dann kommt es nur noch auf den Zeitpunkt an: Man fasse eine gewisse Anzahl an Aufnahmen vorher und nachher zusammen, um das Bild ausreichend zu stabilisieren, und vergleiche diese dann anschließend. Wenn die so geschaffene Wavelet-Funktion in beiden Zeitreihen extrem ausschlägt, wurde an dieser Stelle und zu diesem Zeitpunkt mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Haus neu errichtet.

Gibt es Punkte, bei denen die Methodik an ihre Grenzen stößt?

Prof. Dr. Andreas Schmitt: Bei Sentinel-2 ist es ganz klar das Wetter. Es kann schon mal vorkommen, dass über Wochen hinweg auf den Bildern nur Wolken zu sehen sind, die den Blick auf die Erdoberfläche versperren. Dann lässt sich in diesem Zeitraum nur die Sentinel-1-Zeitreihe auswerten. Sentinel-1 schaut dank Radar durch Wolken hindurch. Eine weitere Grenze ist die räumliche Auflösung. Einfamilienhäuser decken meist nicht einmal ein ganzes Pixel ab. Trotzdem können wir sie mithilfe unserer speziellen Datenaufbereitung recht zuverlässig entdecken. Spätere bauliche Veränderungen jedoch können wir bei 10-m-Pixeln mit diesen Daten nicht mehr erfassen. Eine Herausforderung ist auch die Abgrenzung von zeitweisen Änderungen, wie sie beispielsweise in der Landwirtschaft zu beobachten sind. Das schaffen wir derzeit nur durch die Verwendung großer Wavelet-Fenster und zusätzlicher Geodaten wie der Tatsächlichen Nutzung.

Wie genau sind die Ergebnisse?

Lea Schollerer: Aufgrund der kontinuierlich verwendbaren Aufnahmen von Sentinel-1 reichen für die Zeitreihe insgesamt schon zehn Bilder – also fünf vor und fünf nach einem betrachteten Zeitpunkt – aus, um bereits eine Genauigkeit von 90 % zu erreichen. Anders sieht dies für die Sentinel-2-Zeitreihe aus, die aufgrund der starken Wetterabhän-

gigkeit immer wieder Lücken durch wolkenverhangene und somit für unsere Anwendung nicht brauchbare Aufnahmen aufweist. Dennoch erreichen wir für Sentinel-2 mit der Ausweitung auf insgesamt 20 Aufnahmen eine Genauigkeit von immerhin 87 %. Die Ergebnisse der separaten Auswertung beider Zeitreihen werden anschließend in einer sogenannten Post Classification Data Fusion kombiniert. Dadurch stützen sich die Ergebnisse gegenseitig und der zeitliche Versatz in den Ausschlägen wird ausgeglichen.

Wie gestaltete sich der Abgleich mit der Realität?

Prof. Dr. Andreas Schmitt: Wir konnten aus der Theorie schon in etwa ableiten, wie die zeitliche Signatur aussehen wird. Deshalb haben wir in einer Umfrage bei den Hauseigentümern gezielt danach gefragt, wann der Aushub der Baugrube stattgefunden hat bzw. wann die Bodenplatte gegossen und die erste Mauer errichtet worden ist. Das entspricht laut Theorie den Zeitpunkten, die uns die Analyse des *LEAIndex* von Sentinel-2 bzw. der Gesamtintensität von Sentinel-1 liefert.

Lea Schollerer: Die beiden Diagramme zeigen die Ausschläge für ein ausgewähltes Gebäude. Man sieht ganz deutlich, wie sich Mitte Mai der LEAI von Sentinel-2 ändert und daher die Wavelet-Funktion nach unten ausschlägt. Zwei Wochen später zeigt auch die Gesamtintensität von Sentinel-1 einen deutlichen Ausschlag nach unten. Das ist genau der angesprochene zeitliche Versatz zwischen Aushub oder Bodenplatte und

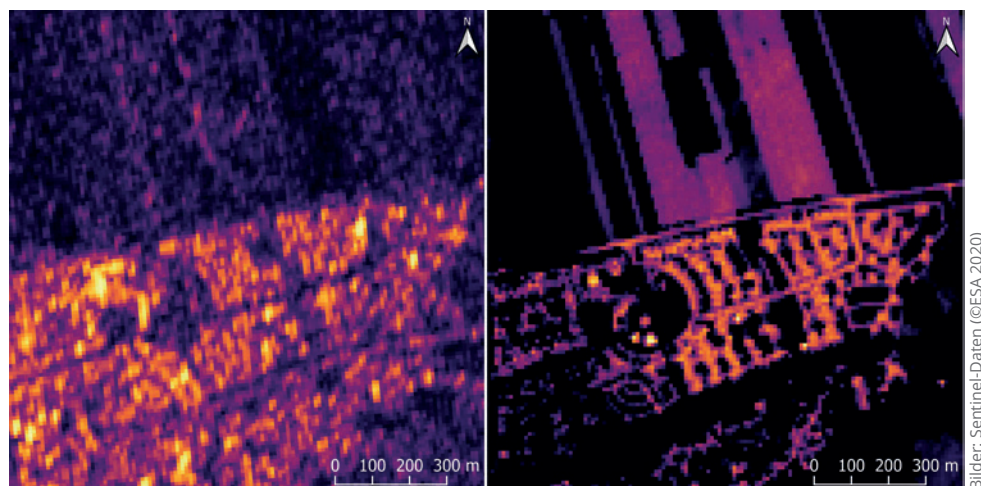
Rohbau. Unsere Umfrage hat das nicht nur in diesem Fall bestätigt.

Welche Unterstützung bietet die Methodik für das Liegenschaftskataster und die Vermessungsämter?

Lea Schollerer: Aktuell findet die Baufall-erkundung vor allem durch den visuellen Abgleich des digitalen Orthophotos, welches alle zwei Jahre aktualisiert wird, mit den bereits vorhandenen Gebäudepolygonen statt. Zusätzlich werden die Gebiete regelmäßig durch Gebäudemesstrupps abgefahren, um vor Kurzem abgeschlossene Baustellen zu entdecken. Dies ist insgesamt sehr aufwendig und besonders im Hinblick auf die aktuelle Lage mit steigenden Spritpreisen und fortschreitendem Klimawandel wenig effizient und nachhaltig. Unsere Methode stellt hingegen wöchentlich neue Kartierungen mit möglichen Neubauten zur Verfügung, die dadurch gezielt überprüft werden können. Durch diese dichte zeitliche Abdeckung ist auch eine kontinuierliche Arbeitseinteilung der Gebäudemesstrupps möglich, sprich nicht nur alle zwei Jahre alles auf einmal, sondern ein wöchentliches Update. Außerdem werden für die Methodik sowieso vorhandene und vor allem kostenlos verfügbare Satellitenaufnahmen in Wert umgesetzt.

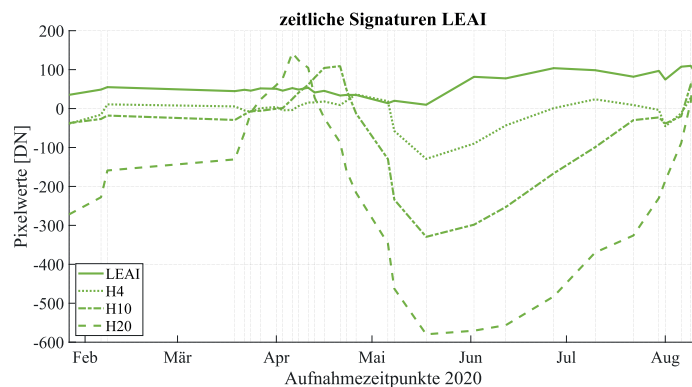
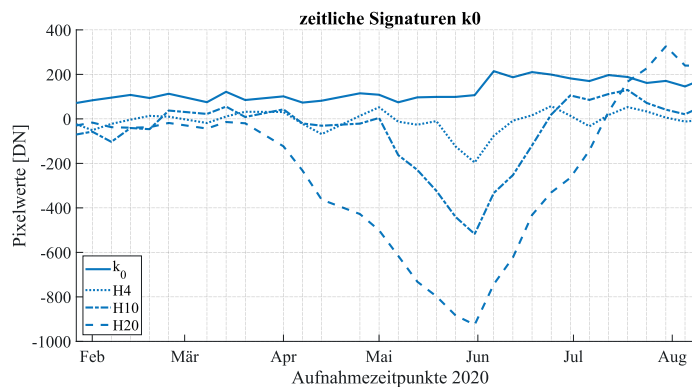
Was sind die nächsten Schritte?

Prof. Dr. Andreas Schmitt: Unserer Datenaufbereitung liegt eine orthogonale Abbildung auf sogenannte hyperkomplexe Basen zugrunde. Diese wollen wir zukünftig auch in zeitlicher Dimension statt der



Satellitenfotos von Sentinel-1 (links) und Sentinel-2 (rechts) des erforschten Testgebiets – bereits nach der neuartigen Methode aufbereitet: Gebäude stechen hell heraus

Bilder: Sentinel-Daten (©ESA 2020)



Bilder: Schollerer, Schmitt, Wendleder, Rogglinger (2022)

Zeitliche Signaturen der Sentinel-1- (links) und Sentinel-2- (rechts) Zeitreihen am Beispiel eines neu entstandenen Gebäudes – die beiden Minima sind auf den Aushub der Baugrube (rechts) und den Beginn des Rohbaus (links) zurückzuführen

Wavelets einsetzen, um die Detektion von Neubauten noch zuverlässiger zu gestalten. Mit dieser neuen Technik lassen sich auch in relativ kurzen Zeitreihen zeitweilige Veränderungen wesentlich klarer von langfristigen Veränderungen wie den gesuchten Neubauten trennen.

Lea Schollerer: Und dann brauchen wir schließlich noch einen Interessenten für die ständige und flächendeckende Anwendung unserer Technologie. Der Schritt zum Prozessor, also vom überschaubaren Neubaugebiet zum gesamten Bundesland sowie vom einjährigen Untersuchungszeitraum zum wöchentlichen Update, ist sicher eine große Herausforderung, der wir uns aber gerne stellen werden.

Frau Schollerer, Herr Prof. Dr. Schmitt,
herzlichen Dank für das Gespräch!

Das Interview führte Gerold Olbrich

Weiterführende Literatur:

Schmitt, A.; Wendleder, A.; Hinz, S.: The Kennaugh element framework for multi-scale, multi-polarized, multi-temporal and multi-frequency SAR image preparation. In: ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 102 (2014), S. 122 – 139. doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.01.007

Schmitt, A.; Wendleder, A.; Kleynmans, R.; Hell, M.; Roth, A.; Hinz, S.: Multi-Source and Multi-Temporal Image Fusion on Hypercomplex Bases. In: Remote Sensing 6 (2020), S. 943. doi.org/10.3390/rs12060943

Schollerer, L.; Schmitt, A.; Wendleder, A.; Rogglinger, S.: Schritthaltende Baufallerkundung aus dem All mit frei verfügbaren Satellitenaufnahmen. In: Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv) 3 (2022), S. 168 – 180. doi.org/10.12902/zfv-0391-2022



BILDFLUG VERMESSUNG GEODATEN

geoplana Ingenieurgesellschaft mbH
Tel. 07144 8 33 33-0 · Fax 07144 8 33 33-99
geoplana@geoplana.de · www.geoplana.de



3D-VISUALISIERUNG