

“Sehschärfe” von Infrarotsatelliten erhöht

Der Clausthale Geologe Michael Schäfer hat zwei Methoden entwickelt, mit denen aus Satellitenbildern Informationen über die Größe von Flözbränden im nordchinesischen Steinkohlenrevier gewonnen werden können, sogar wenn diese kleiner als ein Bildpunkt des Satellitenbildes sind (Subpixelbereich). Die Arbeit wurde auf der Wissenschaftlich-technischen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF) e.V. vom 9. - 11. September in Bochum vorgestellt.

In den in Betrieb befindlichen sowie in stillgelegten Steinkohlenbergwerken im nordchinesischen Kohlengürtel verbrennen jedes Jahr aufgrund der Selbstentzündung der Flöze, verglichen mit Deutschland, etwa vier Fünftel der Menge der jährlichen Steinkohlenförderung (20 Mio. Tonnen zu 26 Mio. Tonnen). Zusätzlich wird die bis zu zehnfache Menge durch die Brände unbrauchbar. Die offizielle Zahl der größeren Brandherde in China wird auf etwa einhundert geschätzt. Hinzu kommen vielerorts kleinere Brandherde. Sie befinden sich in einem dünn besiedelten und schlecht erschlossenen Gebiet. Übertragen auf europäische Verhältnisse würde dieses sich vom Nordkap bis zur Spitze Siziliens in einer Breite von Deutschland erstrecken. Daher ist es ausgeschlossen, diese Brände durch Vor-Ort-Beobachtungen regelmäßig zu inspizieren. Eine Fernerkundung per Satellit im Infrarot-Wellenlängenbereich liegt nahe, funktioniert derzeit aber nicht zufriedenstellend, weil die Pixelauflösung der besten derzeit kommerziell im zivilen Bereich verfügbaren Satellitensensoren (LANDSAT-7 ETM+ und ASTER) im thermalen Infrarot mit 60, bzw. 90 mal 90 Metern oft um ein Vielfaches größer ist als die Größe der Brandherde. Letztere sind oftmals kleiner als zehn Meter. Erschwerend kommt hinzu, dass durch die Tiefe der Brandherde und, je nach Geländemorphologie, durch die unterschiedlich starke Sonneneinstrahlung die Oberflächentemperaturen stark variieren können. Wie können nun aus diesen unscharfen Wärmeinformationen, aufgezeichnet von Satellitensensoren im Infrarot, dennoch präzise die Ausbreitung und die Entwicklung der Brandherde bestimmt werden?

Die beiden Methoden, welche die “Sehschärfe” des Satelliten erhöhen und im folgenden dargestellt werden, müssen in Zukunft noch durch die Einbeziehung weiterer physikalischer Parameter für den praktischen Einsatz erweitert werden.

Die erste von Michael Schäfer entwickelte Methode strebt an, die Temperatur der durch die

Sonneneinstrahlung im Tagesverlauf erwärmten Erdoberfläche zu ermitteln und diese dann mit den vom Satelliten gemessenen Temperaturen zu vergleichen. Dafür hat Herr Schäfer eine Simulation entwickelt, die aus einem digitalen Höhenmodell und dem Gang der Sonne bis zum Zeitpunkt des überfliegenden Satelliten sowie den aktuellen Atmosphärenbedingungen und weiteren relevanten Größen ein Modell erstellt, das eine Vorhersage erlaubt, wie warm nun gerade der seit mehreren Stunden von der Sonne beschienene Berghang im Gegensatz zu einem vielleicht erst seit einer halben Stunde beschienenen ist. Bisherige Methoden betrachteten hierbei lediglich den momentanen Sonnenstand zum Zeitpunkt der Befliegung und nicht die gesamte Entwicklung der Erwärmung seit dem Sonnenaufgang. Die gewonnenen Temperaturwerte werden mit den tatsächlich vom Satellit gemessenen verglichen. Und dort, wo es ohne Bezug zur Topographie dennoch heißer ist, verbirgt sich unter Umständen ein Brandherd. Erste Ergebnisse mit dieser Methode bedürfen teilweise noch die Interpretation erfahrener Anwender. Vor allem im stark bergigen Gelände ist die Erfassung kleiner Feuerflächen problematisch. Diese Methode bietet sich vor allem an für Satellitensensoren, die nur in einem Wellenlängenbereich des thermalen Infrarots Daten aufzeichnen (z. B. Landsat-7 ETM+).

Die zweite Methode verfolgt einen gänzlich anderen physikalischen Ansatz. Sie nutzt parallel die Strahlungswerte aus mehreren Wellenlängenbereichen, welche von dem Sensor ASTER in verschiedenen Kanälen aufgezeichnet werden. Ein Feuer, das nur einen Bruchteil der Fläche eines Bildpixels einnimmt, weist dabei eine andere spektrale Charakteristik auf (höherer Anteil kurzwelliger Strahlung), als ein Pixel mit homogener Temperaturverteilung. Die bisher bestehenden Lösungsansätze für diese Methode haben lediglich zwei Thermalkanäle gleichzeitig genutzt, wodurch die Lösungsparameter nicht unabhängig voneinander ermittelt werden können. Die von Herrn Schäfer weiterentwickelte Methode ermöglicht die eindeutige Bestimmung aller drei Parameter Feuertemperatur, Feuergröße und Umgebungstemperatur durch die parallele Miteinbeziehung von mehr als zwei Kanälen. Die Berechnungen erfolgen für jedes Pixel des Satellitenbildes und ermöglichen die genaue Beschreibung einer Brandfläche, auch wenn diese kleiner als ein Pixel des Bildes ist. Die Methode ermittelt momentan noch unrealistisch viele sehr kleine und niedrig temperierte Feuerflächen, was in der Nichtbeachtung von Oberflächenparametern, vor allem des Emissionsvermö-

gens bei unterschiedlichen Wellenlängen, begründet ist. Durch die zukünftige Mitbeeinziehung dieser zusätzlichen Information könnten die gewonnenen Ergebnisse noch deutlich verbessert werden.

Neben der Fernerkundung von Kohlebränden besitzen die entwickelten Verfahren ein hohes Potential, um auch für andere ökologisch und ökonomisch relevante Fragestellungen genutzt zu werden. Dies gilt z. B. für die Erfassung von Busch- und Waldbränden oder auch für die Kartierung von Vulkanaktivitäten oder zur Erfassung von Wärmequellen wie Gebäuden oder Fabriken.

Die Diplomarbeit von Herrn Schäfer wurde von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Busch und Dr.-Ing. Christian Fischer am Institut für Markscheidewesen und Geotechnik betreut.

Weitere Informationen:

Dipl.-Geol. Michael Schäfer

Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der Technischen Universität Clausthal (IGMC) Erzstraße 18

D-38678 Clausthal-Zellerfeld

Email: michael.schaefer@tu-clausthal.de