

Forstliche Fernerkundung auf neuen Wegen

EUS-FH: Forstwissenschaftler wollen Satellitendaten für Forstbetriebsplanung und forstliches Katastrophenmanagement nutzen

Adelheid Rappl und Armin Troycke

Der Blick aus dem All hinunter auf die Wälder wird immer genauer. Mit Hilfe immer besserer und aktuellerer Satellitendaten wollen Wissenschaftler forstbetriebliche Arbeiten effektiver machen. Ob in der Forstbetriebsplanung, im forstlichen Katastrophenmanagement nach Naturkatastrophen oder aber für die Erstellung nationaler und internationaler Berichte – auch in der Forstwirtschaft wird die Nutzung modernster Satellitentechnik immer mehr Einzug halten. Neuestes Projekt ist das Vorhaben EUS-FH, eine interdisziplinäre Kooperation unter anderem mit Beteiligung der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.



Bild: RapidEye AG, DLR 2011

Abbildung 1: Fünf RapidEye-Satelliten kreisen im Formationsflug um die Erde. Ihre optischen Kameras nehmen Bildstreifen in einer Breite von 77 Kilometern auf.

Das Projekt EUS-FH (Entscheidungs-Unterstützungs-System für die Forst-Holz-Kette) ist ein Kooperationsprojekt zwischen der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), dem Fachgebiet Waldinventur und nachhaltige Nutzung der Technischen Universität München (TUM) sowie dem Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).

Zielsetzung des Projektes

Das Ziel dieses Projektes ist es, ein »fernerkundungsgestütztes Inventur- und Monitoring-System für den Forst-Holz-Bereich« zu schaffen. EUS-FH untersucht das Nutzungspotential von *TerraSAR-X*- und *RapidEye*-Satellitendaten zur Erfassung forstlicher Kenngrößen für die Forstbetriebsplanung und für das forstliche Katastrophenmanagement. Dieses System soll auf der einen Seite die Planung und Durchführung

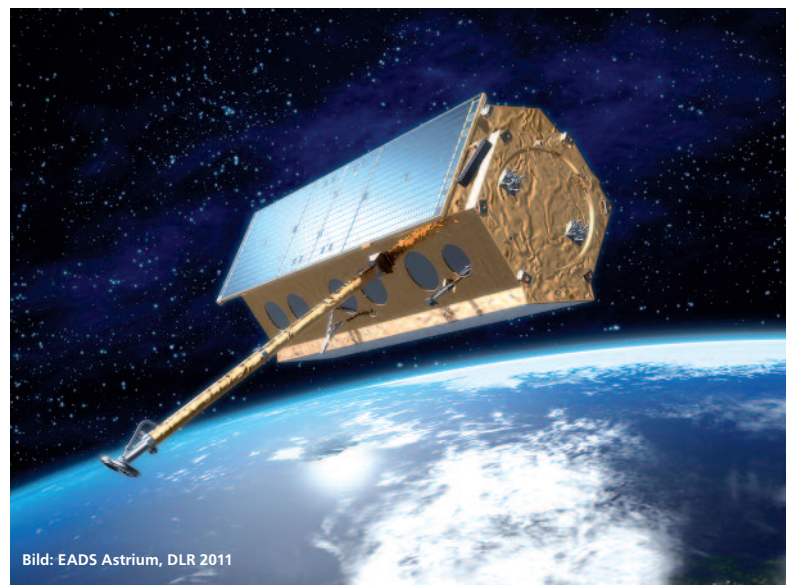


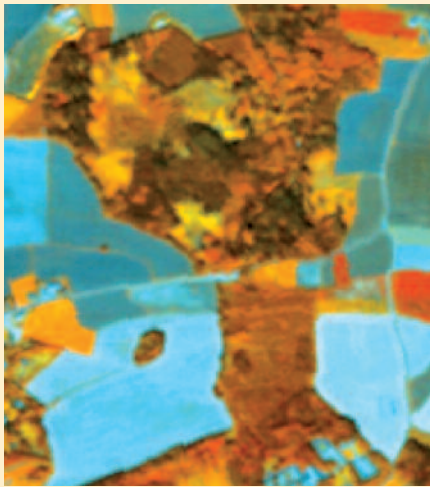
Bild: EADS Astrium, DLR 2011

Abbildung 2: Das TerraSAR-X-System tastet mit seinem Radar in 514 Kilometern Höhe die Erdoberfläche ab. Die Mikrowellen durchdringen auch Wolken und sind somit wetter- und tageslichtunabhängig.

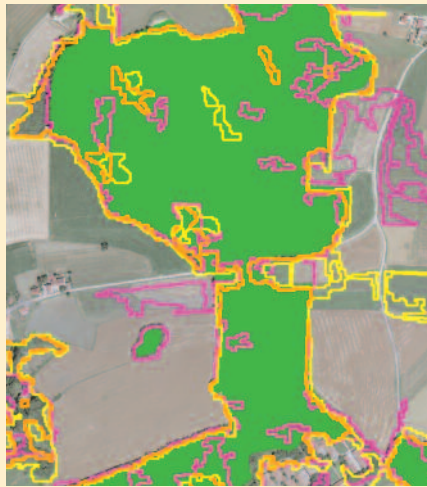
der Bestandsaufnahme (Inventur und/oder Fortschreibung) erleichtern, andererseits kann es Unterstützung in der Pflicht der Berichterstattung auf nationaler und internationaler Ebene liefern. Ebenso können aktuelle Daten eine zusätzliche Hilfestellung geben, um auf Schadereignisse im Wald möglichst schnell reagieren zu können.

Die ausgewählten Satellitensysteme RapidEye und TerraSAR-X zeichnen sich durch eine hohe Wiederholungsrate und eine schnelle Verfügbarkeit der Informationen aus, zusätzlich ist TerraSAR-X wetter- und beleuchtungsunabhängig. Das kommerziell genutzte System RapidEye mit seinen fünf Satelliten ist als optisches Satellitensystem seit 2009 im Einsatz. Die bis zu 77 Kilometer breiten Bildstreifen haben eine Pixelauflösung von circa fünf Metern. TerraSAR-X umkreist als erster deutscher Radarsatellit seit dem Jahr 2008 die Erde. Das Radar liefert Bildszenen der Erdoberfläche von bis zu 30 x 50 Kilometern Größe. Die Bodenauflösung beträgt je nach Aufnahmemodus zwischen einem und zehn Metern.

a) RapidEye-Aufnahme vom 27.07.2009; Pixelauflösung 5 m; Sensorkanäle: Rot (630–685 nm), RedEdge (690–730 nm) und Nahes Infrarot (760–850 nm)



b) monotemporal extrahierte RapidEye Waldränder vom 22.04.2010 (orange), 20.05.2009 (pink) und 27.07.2009 (gelb) überlagert mit dem ATKIS-Basis-DLM und Orthophoto



c) aus den zusammengeführten monotemporalen RapidEye-Aufnahmen extrahierter multitemporaler Waldrand (grün) überlagert mit dem ATKIS-Basis-DLM und Orthophoto.



Abbildung 3: Waldrandextraktion im Testgebiet Freising mit RapidEye-Daten

Testgebiete

Im Hinblick auf den Klimawandel wurden für das Projekt EUS-FH fünf Testgebiete ausgewählt, die in unterschiedlichen Wuchsgebieten liegen:

- Bergmischwald, Oberammergau
- Voralpenland im Moränengürtel, Traunstein
- Tertiäres Hügelland, Freising
- Fränkisches Stufenland, Iphofen
- Bayerisches Grundgebirge, Nationalpark Bayerischer Wald

Potentielle Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung

Zur Feststellung der potentiellen Einsatzmöglichkeiten von Fernerkundungssystemen in der forstlichen Praxis wurde im Vorfeld in der Bayerischen Forstverwaltung eine Bedarfsanalyse (Felbermeier et al. 2010) durchgeführt, die sich mit dem Einsatz der Fernerkundung in der Bayerischen Forstwirtschaft (Projekt-ST 237) beschäftigt hat. Dabei ist folgender Bedarf an Kenngrößen am häufigsten aufgetreten:

- Unterscheidung Wald/Nichtwald, Lücken
- Baumartenzusammensetzung
- Baum- und Bestandeshöhen
- Biotische und abiotische Kalamitäten

Für die Angabe der Aktualität der Informationen wurde eine jährliche Nachführung oder bei Bedarf gefordert. Die räumliche Auflösung der Information soll auf der Maßstabsebene von Beständen und Flurstücken liegen. Dieses entspricht den Möglichkeiten der beiden Systeme, die für den Maßstabsbereich bis 1:10.000 ausgelegt sind und somit keine Einzelbaumerkennung erlauben.

Mögliche ableitbare Parameter

Die im Folgenden aufgeführten Parameter sollen mit Hilfe der herausragenden neuen Eigenschaften der beiden Satellitensysteme geliefert werden. Dabei wird auf synergetische und/oder komplementäre Effekte bei der integrativen Nutzung der Systeme eingegangen. Durch zeitnahe Aufnahme der Testflächen mit beiden Systemen werden die Genauigkeiten der Parameterableitung verglichen, synergetische Aussagen zusammengeführt und damit die komplementären Einsatzmöglichkeiten vorbereitet. In Anlehnung an die Ergebnisse aus ST 237 sollen die nachfolgenden Parameter abgeleitet werden:

- Baumarten/Baumartengruppen
- Baumartenverteilung
- Waldränder/Lücken (Konturlinien, Position)
- Waldrandveränderungen
- Waldhöhen

Für den Falle des Katastrophenmanagements werden die beschriebenen Parameter abgeleitet:

- Vitalitätsänderungen
- Windwurfflächen
- Borkenkäfernester

Ergebnisse

Erste Ergebnisse sind die Extraktion von Waldrändern und Lücken aus beiden Systemen im Testgebiet Freising (Abbildungen 3 und 4).

Abbildung 3a ist ein RapidEye-Bild in der Kanalkombination Nahes Infrarot, Rot und RedEdge. Mit dieser Kombination können Waldflächen deutlicher von Offenland abgegrenzt werden. Zur visuellen Überprüfung der Ergebnisse wurde ein Orthophoto und das ATKIS-Basis-DLM vom Landesamt für

a) TerraSAR-X Bild überlagert mit extrahierten Grenzen (grüne Fläche) und ATKIS-Basis-DLM (grüne Linie)

b) Orthophoto überlagert mit ATKIS-Basis-DLM (grüne Linie)

c) Orthophoto überlagert mit extrahierten TerraSAR-X Waldrändern (grüne Fläche) und ATKIS-Basis-DLM (grüne Linie)

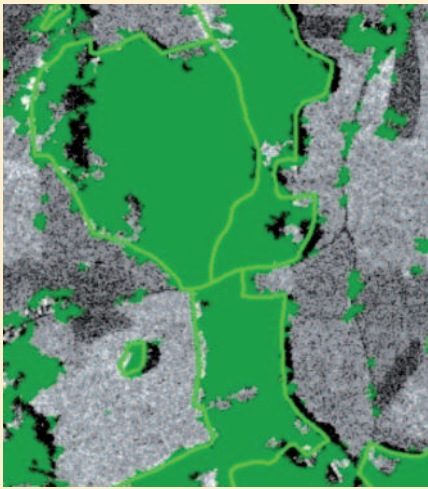


Abbildung 4: Waldrandextraktion im Testgebiet Freising mit TerraSAR-X-Daten

Vermessung und Geoinformation (LVG) ausgewählt. Das digitale Landschaftsmodell von ATKIS ist in den Abbildungen 3b und 3c als grüne Fläche über der Waldfläche zu erkennen. Die unterschiedlich eingefärbten Linien in Abbildung 3b demonstrieren die Waldabgrenzungen der RapidEye-Bilder vom 20. Mai 2009, 27. Juli 2009 und 22. April 2010. Eine Zusammenführung der einzelnen Aufnahmezeitpunkte stellt die Waldabgrenzung als multitemporale Waldmaske in einer grünen Linie (Abbildung 3c) dar.

In Abbildung 4 sind Ergebnisse der Waldabgrenzung mit Hilfe der TerraSAR-X-Daten dargestellt. Abbildung 4a ist das TerraSAR-X Bild, in dem bereits Straßen identifiziert werden können, die als schwarze gleichmäßige Linien zu erkennen sind. Die grüne Fläche in Abbildung 4a und c zeigt die Waldabgrenzung, abgeleitet aus den TerraSAR-X-Daten. Die grüne Linie stellt die Referenzdaten aus dem ATKIS-Basis-DLM dar. Die visuelle Verifikation der Klassifikation der Bilder verdeutlicht, dass die Extraktion von Waldflächen bereits sehr gut funktioniert, aber noch verbesserungswürdig ist.

Blick in die Zukunft

Das weitere Vorgehen im Projekt verfolgt als nächstes das Ziel, die ersten Ergebnisse zu verifizieren und zu verbessern. Die Ableitung weiterer Parameter wie beispielsweise Baumartengruppen und Baumarten sowie Vitalitätsänderungen und Windwurfflächen sind mit Hilfe des RapidEye-Systems vorgesehen. Die Extraktion von Baumhöhen, Windwurfflächen und Totholzbereichen erfolgt mittels TerraSAR-X-System. Abschließend werden die abgeleiteten Parameter aus beiden Systemen zusammengeführt. Synergetische Effekte werden vor allem bei Fragen zu Inventur und Monitoring erwartet. Im Falle von Kalamitäten, insbesondere plötzlich auftretender Art wie Sturm-

wurf, bauen wir auf die komplementären Fähigkeiten des Gesamtsystems. Dieses sollte in der Lage sein, trotz »unscharfer« Abbildung durch die Radardaten, wolken- und tageszeitunabhängig eine schnelle Abschätzung des Schadausmaßes zu erlauben. Danach soll getestet werden, ob die Ergebnisse in den Wachstumssimulator SILVA (entwickelt durch den Lehrstuhl für Waldwachstumskunde TUM) integriert werden können, um damit weiterführende Prognosen zu erzeugen, die für die betriebswirtschaftliche Ebene genutzt werden können. Zum Schluss wird eine Kosten-Nutzen-Kalkulation der Arbeitsabläufe durchgeführt sowie eine Strategie ausgearbeitet, wie diese Informationen als Entscheidungs- und Unterstützungssystem im Forstbetrieb verwendet werden können.

Literatur

Felbermeier, B.; Hahn, A.; Schneider, T. (2010): *Study on user requirements for remote sensing applications in forestry*. Proc. ISPRS Commission VII Symp., Wien, 1.–7. Juli 2010

Dipl. Geographin Adelheid Rappl ist Doktorandin in der Abteilung Informationstechnologie der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Adelheid.Rappl@lwf.bayern.de
Armin Troycke (Abt. Informationstechnologie) leitet das Projekt EUS-FH an der LWF; Armin.Troycke@lwf.bayern.de

Das Vorhaben wird gefördert von der Raumfahrt-Agentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages unter dem FöKz. 50EE0919. Wir bedanken uns bei allen beteiligten Institutionen und Einrichtungen, die es ermöglichen, dieses Projekt zu verwirklichen.