


Radarbild von feuerschädigtem (rot) und intaktem (grün) Tropenwald in drei Wellenlängen von 85 bis fünf Zentimetern und einer Auflösung von zwei mal zwei Metern (Mawas, Kalimantan, Indonesien, 2004).

Waldhöhenmessung im tropischen Regenwald oder Strukturen-  
suche im Eis: Wie das vom DLR entwickelte Radarsystem  
E-SAR an Bord einer DLR-Do 228 auf Umweltschutzmission geht.

Luftgestützte Forschung mit einem Mikrowellen-Fernerkundungssystem

# E-SAR AUF FORSCHUNGSREISE

Von Dr. Irena Hajsek, Ralf Horn, Rolf Scheiber und Prof. Alberto Moreira



Europa, Afrika, Asien: Das experimentelle Radar mit synthetischer Apertur, kurz E-SAR, ist schon viel herumgekommen. 75 Kampagnen hat das flexibel nutzbare Mikrowellen-Fernerkundungssystem seit 1998 absolviert: von einfachen Radaraufnahmen zur kartographischen Darstellung bis hin zur quantitativen Bestimmung bio- und geophysikalischer Umweltparameter.

Gebaut wurde das E-SAR vom DLR-Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme (HR). Eine DLR-eigene Do 228 trägt es schon seit 1989 zu Messkampagnen in alle Welt. Ohne deren präzises Navigations- und Positionierungssystem aber, mit dem sich die Maschine auf den Meter genau fliegen lässt, wären all die Missionen gar nicht möglich gewesen.

Ursprünglich wollte man mit E-SAR-Hilfe nur das SAR-Verfahren experi-

mentell erforschen. Doch dann entwickelte das Institut das Radar sukzessive weiter, sodass es heute einem breiten Anwenderkreis quasi-operationell hochwertige Daten liefert. Zum Einsatz kommt das E-SAR vor allem bei der Erforschung innovativer SAR-Betriebsarten und zur Demonstration neuer Verfahren in unterschiedlichsten Bereichen. Mit ihm lassen sich aber auch künftige Satelliten-SAR-Missionen vorbereiten.

1998 hat das HR ein neues SAR-Verfahren mittels E-SAR entwickelt, das als Polarimetrische SAR-Interferometrie (Pol-InSAR) weltweit bekannt wurde. Mit dieser Technik lassen sich für elektromagnetische Wellen semitransparente Volumina in Höhe und Dichte charakterisieren. Bei großflächigen Messungen von Waldhöhen konnten die Forscher so das Vegetationsvolumen ermitteln und damit auf die Menge an gebundenem CO<sub>2</sub>

schließen. Zur Erprobung von Pol-InSAR liefen mehrere E-SAR-Messkampagnen über unterschiedlichen Waldtypen in Europa – mit viel versprechenden Ergebnissen.

Nun stoßen flugzeuggetragene Systeme in puncto Reichweite und Spei-

Gigabyte Radarrohdaten auf. Parallel wurde die Waldhöhe am Boden gemessen und später mit den Radarergebnissen verglichen. Obwohl die Datenauswertung immer noch andauert, ließ sich bereits eine hohe Übereinstimmung feststellen. Das gab den Anstoß, Waldhöhenberech-

X-, L- und P-Band. Ergebnis: 300 Gigabyte Radarrohdaten. Ziel ist es, tomographische Bilder mit einer annehmbaren Tiefenaufklärung abzuleiten: Damit hoffen die Forscher, die Strukturen im Inlandeis zu finden und interpretieren zu können.



Radarbilder in Falschfarben-Darstellung von Meer-Eis (oben) und Land-Eis mit 23 Zentimeter Wellenlänge (Mitte) sowie 85 Zentimeter (unten). Die Bilder in der Mitte und unten zeigen dasselbe Gebiet. Unterschiedliche Signaturen sind speziell auf Grund der sehr guten Eindringung bei 85 Zentimeter Wellenlänge zu sehen. Das rechte Bild zeigt die zwei beteiligten DLR-Forschungsflugzeuge am Flughafen von Longyearbyen

cherkapazität aber schnell an ihre Grenzen. Satelliten dagegen können große Areale global und regelmäßig unter Beobachtung nehmen. Bevor jedoch geeignete Satelliten zur Implementierung des Pol-InSAR-Verfahrens im Weltraum zum Einsatz kommen, muss die Technologie auf ihre Messgenauigkeit auch für nicht-europäische Waldtypen überprüft werden.

Mit Unterstützung der Europäischen Weltraumagentur (ESA) lief darum im November 2004 eine bisher einmalige E-SAR-Kampagne auf der indonesischen Insel Kalimantan. Die Mission mit insgesamt 43 Flugstunden erfasste innerhalb von nur drei Wochen tropischen Regenwald unterschiedlichster Typen an vier verschiedenen Orten in vier Wellenlängenbereichen (von 85 Zentimeter bis drei Zentimeter). Dabei zeichneten die Wissenschaftler mehr als 200

nungen auch mit Aufnahmen des neuen japanischen Satelliten ALOS-PalSAR auszuprobieren. Nun warten die Wissenschaftler ungeduldig auf ihre ersten Daten, um das Pol-InSAR-Verfahren erstmals vom Weltraum aus zu demonstrieren.

Auch für die Klimaforschung im ewigen Eis ist Mikrowellen-Fernerkundung per Flugzeug gut geeignet: Langwelliges Radar (Wellenlängen größer als 20 Zentimeter) dringt je nach Frequenz bis in große Tiefen des Eises vor und kann dort Diskontinuitäten erkennen – durch den Schnee. So führte das HR-Institut im April 2005 eine erste E-SAR-Messkampagne auf Spitzbergen durch, um unter anderem mit dem Pol-InSAR-Verfahren erste Untersuchungen zur Bestimmung des Eisvolumens vorzunehmen. In 50 Flugstunden überflog die DLR-Do 228 vier Testgebiete am Austfonna-Gletscher mehrfach mit

Unterm Strich steckt die Inlandeis-Forschung mit Pol-InSAR aber noch in den Kinderschuhen. Die fortschreitende Klimaerwärmung erfordert allerdings schnelles Handeln. Eine zweite Kampagne mit ESA-Unterstützung soll deshalb schon im März 2007 starten.

#### Autoren:

Die Autoren sind wissenschaftliche Mitarbeiter am DLR-Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme (HR) in Oberpfaffenhofen.

Dr. Irena Hajsek leitet die Fachgruppe Pol-InSAR sowie die im Bericht erwähnten Projekte.

Ralf Horn ist E-SAR-Projektleiter sowie Leiter der Fachgruppe Flugzeug-SAR. Rolf Scheiber leitet die Fachgruppe SAR-Verarbeitung und verantwortet die Prozessierung der Flugzeug-Radardaten. Prof. Alberto Moreira ist Direktor des HR-Instituts.