

**Abschlussbericht (Zusammenfassung) zum  
Vorhaben:  
NutzerORientierte SATellitenbildanalyse  
(NORSAT)**



**Universität Bremen**  
Prof. Dr. K. Künzi/Dr. R. Schmidt/H. Laue  
Institut für Umweltphysik  
Fachbereich Physik und Elektrotechnik der Universität Bremen  
Kufsteiner Straße  
28359 Bremen

## Zusammenfassung

Die Arbeiten im Rahmen des Vorhabens umfassen zwei verschiedene Themenschwerpunkte der Analyse von satellitengestützten Fernerkundungsdaten. Der erste Arbeitsbereich befasst sich mit der Bestimmung von Biomasse-Signaturen für den Obstanbau im Alten Land, der zweite mit der Kartierung von Prielverläufen im Cuxhavener Watt.

### Arbeitsbereich Biomasse-Signaturen

In diesem Arbeitsbereich ist es das Ziel, aus Satellitenbildern Informationen zu erhalten, die es ermöglichen, Aussagen über das Wachstum und den Zustand von Obstbäumen im Alten Land zu gewinnen. Das Interesse liegt hierbei besonders in der Abschätzung der Stärke der Blüte und der Einflüsse von Schädlingen, Krankheiten oder Stress (z.B. Frost oder Trockenheit). Benötigt werden diese Informationen, um möglichst frühzeitig verlässliche Schätzungen des zu erwartenden Ernteertrages zu erhalten. Dieser wiederum dient der im Rahmen des Vorhabens als Pilotnutzer fungierenden Elbe-Obst Erzeugerorganisation r.V. als Planungsgrundlage für die Lagerhaltung und zur Einschätzung der Marktentwicklung. Darüber hinaus können solche Daten helfen, den Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln zu optimieren, was in der Regel auch eine Reduktion der Mengen beinhaltet. Indirekt kann so auch ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet werden, der, da das Alte Land von vielen Gräben und Kanälen durchzogen ist, sich besonders auf den Gewässerschutz konzentriert.

In diesem Arbeitsgebiet war es vorgesehen, sogenannte multispektrale Bilder der US-amerikanischen Fernerkundungssatelliten LANDSAT 5 und 7 bzw. der indischen Satelliten IRS-1C und D auszuwerten. Diese Satelliten liefern Bilder der Erdoberfläche, die in mehreren Wellenlängenbereichen des sichtbaren Lichtes und des Infraroten aufgenommen werden. Pflanzen, Erdboden, Gewässer, Gebäude etc. können anhand der Art und Weise, wie sie verschiedene Wellenlängen des Lichtes reflektieren, voneinander unterschieden werden, ähnlich wie dies auch in einer herkömmlichen Farbfotografie möglich ist. Darüber hinaus lassen sich aus diesen Daten auch Rückschlüsse auf die Art des Pflanzenbewuchses an der Erdoberfläche (Bäume, Gras, Getreide, etc.) ziehen, oder bei einzelnen Pflanzentypen (z.B. Obstbäume) Informationen über das Wachstum und den Gesundheitszustand gewinnen.

Es hat sich im Verlauf des Vorhabens gezeigt, dass Satellitendaten allein nicht ausreichend sind, um Methoden zu entwickeln, die es ermöglichen die oben genannten Informationen aus diesen Daten zu extrahieren, da sowohl die räumliche als auch die spektrale Auflösung dieser Bilder zu gering ist. In Satellitenbildern entspricht ein Bildpunkt (Pixel) ca. 25m×25m und das Bild wird bei drei oder vier Wellenlängen aufgenommen. Zur Methodenentwicklung (nicht für die spätere reine Datenanalyse) sind jedoch ca. 10cm×10cm und mehrere hundert Wellenlängen wünschenswert. Aus diesem Grunde wurden Messungen mit einem in 20m Höhe über den Obstbäumen aufgehängten sogenannten Hyperspektralscanner in Zusammenarbeit mit der Fa. Airobotics durchgeführt, der die erforderliche Daten zu liefern in der Lage ist.

Aufgrund dieser Komplikationen, resultierend aus der notwendig gewordenen Ergänzung der Satellitendaten durch die Daten des Hyperspektralscanners, die eine aufwendige Messkampagne am Boden erforderlich machten, konnte die Datenanalyse und Methodenentwicklung im Rahmen der Laufzeit des Vorhabens nicht so weit wie

geplant durchgeführt werden. Erste Auswertungen und Analysen zeigen jedoch vielversprechende Ergebnisse bzgl. der Trennung von Pflanzentypen innerhalb eines Satellitenbildpixels und der Blühstärke von Apfelbäumen.

### **Arbeitsbereich Prielverläufe**

In diesem Arbeitsbereich ist es das Ziel, die Ufer der Priele (sogenannte Prielkanten) im Cuxhavener Watt mit Hilfe von Satellitenbildern zu Kartografieren. Aktuelle Karten der Priele sind in dem während der Urlaubssaison besonders intensiv als Erholungs- und Freizeitgebiet (z. B. Wattwanderungen) genutzten Wattgebiet von besonderer Bedeutung. Da sie die Grundlage nicht nur für Wattwanderkarten sind, sondern vor allem zur Führung von Rettungseinsätzen im Watt benötigt werden, dienen sie somit direkt der Sicherheit und indirekt der touristischen Attraktivität dieses Naturraumes. Karten der Priele müssen im Prinzip jedes Jahr neu erstellt werden, da sich die Wattgebiete aufgrund der Herbst- und Winterstürme sehr schnell verändern. Sie leisten damit auch einen Beitrag zum Naturschutz, da sie als Grundlage zur Überwachung dieser Veränderungen herangezogen werden können. Verantwortlich für die Erstellung von aktuellen Prielkarten des Cuxhavener Watts ist das Stadtplanungsamt Cuxhaven, das auch für die Leitung von Rettungseinsätzen bzw. die Führung von Rettungsfahrzeugen zuständig ist. Prielkarten wurden bisher in mühseliger Handarbeit aus Luftbildmosaiken erstellt (am Digitalisiertisch oder am PC mit der Maus). Ziel dieses Arbeitsbereiches ist es, ein automatisches Verfahren zur Prielkantendetektion zu entwickeln. Als Datengrundlage sollen Satellitenbilder dienen, deren Vorteile gegenüber Luftbildern in den meist geringeren Beschaffungskosten, vor allem aber in der guten Abdeckung des interessierenden Gebietes durch nur ein oder zwei Bilder liegen.

In diesem Arbeitsbereich war es ursprünglich vorgesehen, ausschließlich Radarbilder, sogenannte SAR-Bilder (*Synthetic Aperture Radar*), der europäischen Fernerkundungssatelliten ERS-1 und 2 auszuwerten. Es hat sich gezeigt, dass diese SAR-Bilder zur Kartografierung von Prielkanten im Cuxhavener Watt nicht geeignet sind. Der wesentliche Grund hierfür ist, dass das Watt die vom Satelliten ausgesendete Radarstrahlung so ungünstig reflektiert, dass nur etwa 30–50% der Prielkanten sicher in den Radarbildern detektiert werden können, was für eine Kartografierung nicht ausreichend ist. Ein Vergleich mit ähnlichen Untersuchungen hat ergeben, dass es sich hier um ein besonderes Problem des Cuxhavener Watts handelt und andere Wattgebiete an der deutschen Küste davon weniger stark betroffen sind. Ferner hat sich gezeigt, dass die gute Verfügbarkeit von SAR-Daten (da es sich um ein Radar handelt, ist Datenaufnahme unabhängig vom Tageslicht und der Wolkenbedeckung) durch ungünstige Windbedingungen eingeschränkt werden kann. Bei niedrigen Windgeschwindigkeiten (d.h. weniger als 5m/s) an der Wasseroberfläche ist der Helligkeitskontrast im Radarbild zwischen Watt- und Wasserflächen zu gering, um eine zufriedenstellende Prielkantendetektion zu ermöglichen.

Alternativ zu den ERS SAR-Daten wurden zusätzlich so genannte panchromatische Bilder des indischen Fernerkundungssatelliten IRS-1D ausgewertet. Diese Art von Satellitenbildern entspricht im wesentlichen der aus der herkömmlichen Fotografie bekannten Schwarzweissaufnahme. Der wichtigste Unterschied ist, dass zur Bildhelligkeit im Gegensatz zum Foto neben dem sichtbaren Licht auch das etwas längerwellige nahe Infrarot beiträgt. Es hat sich gezeigt, dass panchromatischen Daten wesentlich besser zur Prielkantendetektion geeignet sind. Das Reflexionsvermögen für sichtbares und infrarotes Licht ist für Watt- und Wasserflächen so unterschiedlich, dass

etwa 90% der Wattkanten automatisch detektiert werden können, was für die Kartografierung eine hinreichende Datengrundlage darstellt. Lücken in den Prielkanten treten vornehmlich in Bereichen schwacher Bildhelligkeitsgradienten auf, die auch für einen menschlichen Beobachter problematisch sind. Dies bedeutet, dass die automatische Prielkantendetektion in weiten Bereichen des Watts die Qualität der bisher üblichen manuellen Bearbeitung erreicht und somit diese zu einem erheblichen Teil ersetzen kann. Leider hat sich aber auch gezeigt, dass die Verfügbarkeit dieser Daten sehr stark eingeschränkt ist durch die Bedingungen, die an die Aufnahme von Bildern gestellt werden müssen. Zur Erstellung von Prielkarten sind nur Bilder geeignet, die zur Zeit eines Niedrigwassers, in den Monaten von März bis September aufgenommen worden sind. Da die Prielkarten nach Möglichkeit jedoch jeweils zu Beginn der Hochsaison vorliegen sollten, ist der eigentlich zur Verfügung stehende Zeitraum auf die Monate März bis Mai eingeschränkt. Weiter einschränkend sind die Anforderungen an die Sichtbedingungen, d.h. es muss genügend Tageslicht vorhanden sein und Wolkenfreiheit herrschen. Zusammen mit der Tatsache, dass ein Satellit ein bestimmtes Gebiet höchstens ein bis zweimal im Monat überfliegt, ergibt sich die Gefahr, dass zumindest bei der Verwendung weniger Datenquellen für hoch aufgelöste panchromatische Satellitenbilder (z.B. nur ein oder zwei Satelliten) nicht jedes Jahr Bilder zur Verfügung stehen. Zur Zeit befinden sich vier Satelliten (IKONOS, EROS-A1, IRS-1C und D) mit hochauflösenden Kameras (zwischen 0,8m und 5,8 m Auflösung) an Bord im Orbit, die alle für die Prielkantendetektion geeignete Aufnahmen liefern können. Falls sich dennoch für diese Satelliten keine günstigen Aufnahmebedingungen ergeben, kann noch auf den mit etwas schlechterer Auflösung arbeitenden LANDSAT 7 (15m) ausgewichen werden. In Zukunft wird sich die Situation jedoch durch den Start weiterer Satelliten verbessern (u.a. durch den japanischen ALOS, den US-amerikanischen QuickBird und die Erweiterung der EROS-Serie auf insgesamt sechs Satelliten).