

# Das Ground Truth Center Oberbayern – ein Zentrum zur Anwendung von Fernerkundung in der Agrarwirtschaft

HEIKE BACH, MÜNCHEN  
WOLFRAM MAUSER, MÜNCHEN  
DIETER RIEGER, MÜNCHEN

## Abstract

*The Ground Truth Center Oberbayern (GTCO) is a center for the application of remote sensing data in agriculture funded by the Bavarian State. The center is coordinated by the Institute for Geography of the University of Munich. Partners are the Institute for Meteorology and the company VISTA. The goal of the GTCO is to support agricultural applications by using spaceborne or airborne remote sensing data. To achieve this operational methods for information extraction from remote sensing are developed using ground truth measurements as reference. User oriented products are derived from images depending on the customers needs. Besides the land use, also information on the biophysical stage of vegetation development can be gathered and from this information on actual growth can be derived. This is demonstrated by the spatial determination of agricultural yield based on satellite data which are used as input to an agro-meteorological growth model. Results are presented from a multi-annual analysis, which proves the validity and applicability of the method.*

## 1 Einführung

Das Ground Truth Center Oberbayern (GTCO) wird vom Freistaat Bayern im Rahmen seiner High-Tech-Initiative im Zeitraum 2000 - 2004 gefördert. Die Projektleitung hat das Institut für Geographie der Universität München. Partner sind das Meteorologische Institut der Universität München und die Firma VISTA Geowissenschaftliche Fernerkundung GmbH. Zielsetzung des GTCO ist es, durch den Einsatz der Fernerkundung (Satelliten und Flugzeugsensoren) die Landwirtschaft zu unterstützen und marktreife und nutzerorientierte Produkte für die Landwirtschaft zu entwickeln. Dazu trägt die Fernerkundung durch die Erfassung der Landnutzung, die teilflächenspezifische Erstellung von Ertragsreihen, sowie durch die Beobachtung von Düngeszuständen bei. Auch Schädigungen der Bestände, die zu Ertragseinbußen führen, können mittels Fernerkundung beobachtet werden. Im Folgenden wird ein Überblick über das GTCO gegeben und ein Beispiel der satellitengestützten Erstellung von teilflächenspezifischen Ertragsreihen wird vorgestellt.

## 2 Ground Truth Center Oberbayern

Das GTCO baut auf der langjährigen Forschungserfahrung der beteiligten Universitätsinstitute im Bereich Fernerkundung auf. Durch die Kooperation mit der Firma VISTA werden anwendungsorientierte Forschungsarbeiten in marktreife Produkte und Dienstleistungen überführt. Die Stärke dieser Zusammenarbeit ergibt sich daraus, dass sich die wissenschaftlichen Untersuchungen ausschließlich an den Bedürfnissen für den Einsatz in der Praxis orientieren.

Die Entwicklungen, die am GTCO gemacht werden, basieren auf intensiven Pilotstudien, um eine maximale Zuverlässigkeit und Funktionalität der Produkte gewährleisten zu können. Die Untersuchungen finden unter anderem in einem Gebiet südlich von München statt, das sich zwischen Isar und Lech bis in den Alpenraum erstreckt. Für dieses Gebiet steht am Institut für Geographie ein wertvoller Datenpool aus fast zehnjähriger Forschungsarbeit zur Verfügung.

Neben den statischen Parametern wie Böden und Relief, die digital zur Verfügung stehen, wurden und werden regelmäßig in Einzelkampagnen folgende Parameter erhoben:

- *meteorologische Parameter:* Niederschlag, Aerosolverteilung, Strahlung (Energiebilanz)
- *hydrologische Parameter:* Abfluss, Bodenfeuchte, Schneedecke
- *Pflanzenparameter:* Landnutzung, LAI, Biomasse, Wuchshöhe, Chlorophyllgehalt

Dieses Messprogramm wird in den Pilotstudien den spezifischen Fragestellungen angepasst und gegebenenfalls modifiziert. Die Ground Truth Daten dienen vornehmlich als Referenzmessungen für existierende und geplante Satelliten (z.B. LANDSAT, SPOT, IKONOS, ENVISAT, PROBA) und sind als Vorstufe zur Bereitstellung hochwertiger Produkte für den Endverbraucher anzusehen. Die genaue Definition der Produkte erfolgt entsprechend den Anforderungen und in enger Absprache mit den Nutzern der Daten. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Arbeiten am GTCO lassen sich dabei wie folgt zusammenfassen:

#### 1. *Ableitung von Landoberflächenparametern aus Fernerkundungsdaten*

Der Endverbraucher (z.B. Landwirt, Wasserversorger) benötigt für viele Fragestellungen räumlich und zeitlich hochaufgelöste Informationen über einen bestimmten Parameter (z.B. Landnutzung, Chlorophyllgehalt oder Stickstoffgehalt von Pflanzen) für ein bestimmtes Gebiet. Das GTCO leitet diese Informationen aus Satellitendaten ab und stellt sie dem Kunden zur Verfügung. Die Ergebnisse werden durch Feldmessungen überprüft und an diesen geeicht.

#### 2. *Softwareentwicklung*

Softwarealgorithmen werden entwickelt, die Satellitendaten mit Hilfe geeigneter Modelle in nutzbare Information umwandeln. Diese können z.B. bei der Ernteschätzung eine räumliche Genauigkeit liefern, die mit herkömmlichen Verfahren einen sehr hohen Arbeitsaufwand erfordern.

#### 3. *Geräteentwicklung*

Das GTCO verfügt über ein eigenes, flugzeuggetragenes Sensorsystem (AVIS, Airborne Visible Infrared Spectrometer - siehe Beitrag Mauser & Oppelt: AVIS – Ein neuer Sensor für Umweltmonitoring und Precision Farming), das für den Einsatz im Bereich *precision farming* optimiert wurde. Darüber hinaus werden in Zukunft weitere Messgeräte zur optimierten Bestimmung von Boden-, Vegetations- und Atmosphärenparametern entwickelt.

#### 4. *Beratung und Schulung*

Das GTCO bietet für seine Kunden individuelle Beratungen für den effektiven Einsatz von Fernerkundungsdaten und -verfahren in der Landwirtschaft und im Umweltmanagement an. Auf Wunsch werden Schulungen zum praktischen Einsatz von Hard- und Software (z.B. Spektrometer, GIS, GPS) durchgeführt.

### 3 **Satellitengestützte Erfassung des Ernteertrags**

Satellitensysteme messen auch in Wellenlängenbereichen, die für das menschliche Auge unsichtbar sind (Nahes Infrarot), die aber einen hohen Informationsgehalt bezüglich der Vitalität und der Blattentwicklung der Vegetation besitzen. Dadurch ist es möglich, über die Vegetationsperiode hinweg durch die mehrmalige Beobachtung mit Satelliten das Wachstum der Bestände zu verfolgen und für jeden Bildpunkt individuelle Wachstumsverläufe zu ermitteln. Durch Kopplung dieser Information mit einem agrar-meteorologischen Ertragsmodell (siehe Abbildung 1), das die potentiellen Erträge in Abhängigkeit des Witterungsverlaufs berechnet, wird der aktuelle Ertrag des Bestandes teilflächenspezifisch ermittelt. Nähere Informationen zu dem dazu entwickelten Verfahren finden sich in BACH (1998).

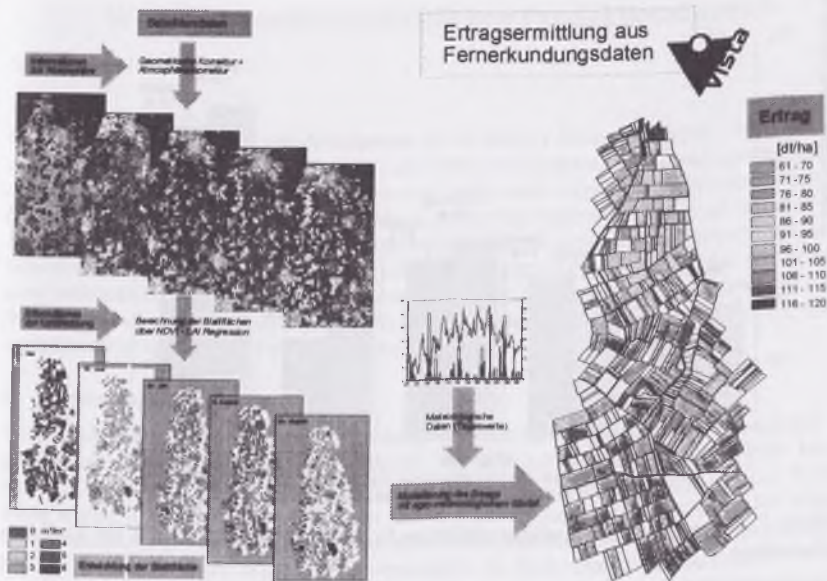


Abbildung 1: Schema der Erfassung des Ernteertrags durch Einsatz von Fernerkundungsdaten in einem agrar-meteorologischen Wachstumsmodell

Die in Abbildung 1 dargestellte Methode wurde in einem Gebiet in der Oberrheinebene im Zeitraum 1995 bis 1999 innerhalb eines Projektes des Ministeriums für Landwirtschaft Baden-Württemberg eingesetzt und getestet. Es wurden Körnermais, Winterweizen und Sommergerste untersucht. Dabei wurde das Verfahren in der stets gleichen Weise angewandt. Es erfolgten keine jährlichen Anpassungen bzw. Kalibrierungen an Beobachtungen. Somit kann die Übertragbarkeit als gesichert erachtet werden.

Ein Schwerpunkt wurde auf die Verifizierung der Methodik gelegt, indem die Satellitenergebnisse mit Messungen verglichen wurden. Auf regionaler Ebene zeigt Abbildung 2 das Ergebnis für Körnermais. Die Unterschiede liegen stets unter 3 dt/ha. Auch schlagbezogen wurde der gemessene Ertrag mit dem Satellitenergebnis verglichen. Hierbei resultierte im Durchschnitt ein mittlerer Fehler von 13,7 dt/ha, weniger als 15% (RMS-Abweichung berechnet aus der Auswertung von 35 Schlägen von Körnermais während 4 Vegetationsperioden).

Ein Vorteil des Einsatzes der Fernerkundung liegt in der homogenen Datenerfassung auch großer Räume. Länder- und Verwaltungsgrenzen spielen keine Rolle. Die Auswertungen erfolgen digital und sind dadurch reproduzierbar. Bei einem Einsatz in größeren Räumen sind die Auswertungen kosteneffizient. Die Satellitenaufnahmen, die seit 1984 regelmäßig durchgeführt werden, erlauben zudem den Blick in die Vergangenheit. Somit können mehrjährige Ertragsreihen erstellt werden.



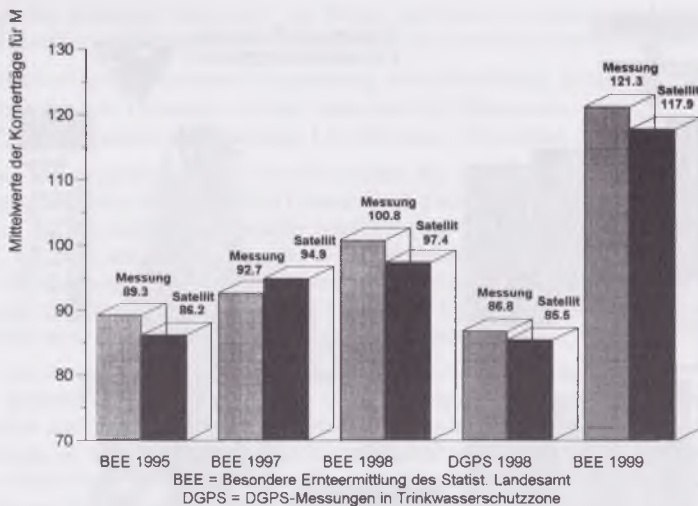


Abbildung 2: Genauigkeit der satellitengestützten Ertragsmessung für Mais in der südlichen Oberrheinebene

#### 4 Ausblick

Im Bereich der Ertrags erfassung mit Satellitendaten werden derzeit im GTCO komplexere Modelle entwickelt und getestet, mit denen auch äußere Faktoren wie Wasser- und Stickstoffstress modelliert werden können. Durch den Einsatz von neuartigen Sensoren, sogenannten Abbildenden Spektrometern, werden zudem in Zukunft noch detaillierter Informationen zu den Pflanzenbeständen abgeleitet werden können, wie etwa der Chlorophyll- und Wassergehalt.

#### 5 Danksagung

Die gezeigten Beispiele der satellitengestützten Erfassung des Ernteertrags wurden innerhalb des Projekts „Ermittlung des Ernteertrags mit Fernerkundungsdaten“ des Ministeriums Ländlicher Raum Baden-Württemberg (AZ 22-8215.25) durchgeführt. Herrn Stauss des MLR sei für das Projektmanagement gedankt. Ein weiterer Dank gilt den Kooperationspartnern des Projekts, insbesondere dem IFUL in Müllheim und dem Regierungspräsidium in Freiburg, die durch ihre Unterstützung diese Ergebnisse ermöglichten.

#### 6 Literatur

BACH, H. (1998): Yield estimation of corn based on multitemporal LANDSAT-TM data as input for an agrometeorological model, Pure and Applied Optics, pp.809-825.  
 GTCO-HOMEPAGE: [www.gtc.de](http://www.gtc.de)