

# Helfer aus dem All

Satellitendaten können nicht nur bei der Navigation auf dem Feld helfen. Sie liefern auch wertvolle Informationen zur Bestandesentwicklung oder zur Schädigung von Pflanzen. Dabei sind die Potentiale noch längst nicht ausgeschöpft, sagt Dietrich Heintz.

Die Nutzungsmöglichkeiten von Satellitendaten in der Landwirtschaft werden immer vielfältiger. Einen deutlichen Schub erfährt dieses Thema, seitdem die Europäische Union im Rahmen des Copernicus-Programms zwei Radar- und zwei optische Erdbeobachtungssatelliten ins All geschickt hat (Sentinel-1A und -1B sowie Sentinel-2A und -2B). Während bisher Satellitendaten vor allem für die Steuerung von Landmaschinen verwendet wurden, sollen sie künftig verstärkt dabei helfen, Pflanzenbestände zu kontrollieren, Erträge abzuschätzen, den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln zu optimieren und Wasser einzusparen. Die hohe zeitliche, räumliche und spektrale Auflösung ermöglicht völlig neuartige Datenprodukte, die auch für kleinstrukturierte Betriebe interessant sein könnten.

Insbesondere das Potential der wolken-durchdringenden Radartechnik ist bisher weitgehend ungenutzt.

**Die Radar-Sentinel-1-Satelliten liefern garantiert alle zwei bis drei Tage aktuelle Informationen über die Entwicklung der Vegetation.** Alle drei bis vier Tage werden die Flächen von den multispektralen Sentinel-2-Systemen überflogen. Radar ist unabhängig von atmosphärischen Störungen und ideal für Zeitreihenuntersuchungen bzw. für die Messung von Veränderungen z.B. nach einem Schadensereignis bei Ackerkulturen.

Mit den Rohdaten der Radaraufnahmen kann der Landwirt allerdings nicht viel anfangen. Denn es handelt sich nicht um Farbfotos, sondern um viele Punktinformationen. Aus den vorprozessierten Da-

ten kann man allerdings einen Vegetationsindex erstellen, den sogenannten ESVI (enhanced SAR vegetation index). Die Skalierung reicht von 0 bis 100 und ist qualitativ. Die physikalische Messung eines Radarsatelliten unterscheidet sich wesentlich von der Messung eines optischen Satelliten. Radar misst die Struktur und Feuchte und entspricht daher am ehesten dem Zustand von frischer Biomasse.

Mit dem Vegetationsindex NDVI (normalized differentiated vegetation index), der für die Beobachtung von Feldkulturen in der Regel verwendet wird, misst man den Chlorophyllgehalt. Dieser ergibt sich aus der gemessenen Absorption bzw. Reflexion im Spektrum des nahen Infrarots und roten Lichts. Das multispektrale opti-

---

*Die Stärke der Radar-Sentinel-1-Satelliten liegt darin, dass sie auch bei Regen, Nebel oder Dunkelheit zuverlässige Informationen liefern.*



sche Bild der Sentinel-2-Satelliten zeigt einen höheren Kontrast und eine bessere räumliche Auflösung von 10 m. Es zeigt aber auch Artefakte, die von der Bewölkung und Bewölkungsschatten herrühren.

**Farbliche Darstellungen helfen bei der Dateninterpretation.** Auch wenn wenig Wolken in einem optischen Bild zu finden sind, müssen diese identifiziert werden. Dabei liegt die Schwierigkeit weniger in den Wolken selbst, die als solches sichtbar sind, sondern in atmosphärischen Störungen, die in abgeschwächter Form vorliegen und dennoch die Messwerte verfälschen. Damit sind Hochnebel, Staub, Smog oder diffuse Lichtbedingungen gemeint. Man kann sich das so vorstellen, dass der Satellit möglicherweise freie Sicht auf das zu beobachtende Objekt hat, aber das einfallende Licht durch eine Wolkenbank gefiltert wird. Solche Situationen führen zu Fehlinterpretationen und lassen sich kaum vermeiden.

Bei Radar-Daten kann man sich sicher sein, dass diese Fehlerquelle nicht auftritt. Die Daten liefern eine verlässlich gleichbleibende Qualität und erfüllen damit die Voraussetzung für eine Zeitreihenanalyse.

**Warum ist die Zeitreihenanalyse so wichtig?** In der Fernerkundung gilt der Grundsatz: Eine Aufnahme ist keine Aufnahme. Hintergrund dabei ist, dass Fernerkundungsdaten keine absoluten Werte generieren. Ein Pixel hat eine gewisse Dimension, und innerhalb der Fläche, die durch ein Pixel repräsentiert wird, finden wir nicht selten unterschiedliche Bedingungen. Bei Sentinel-1 mit einer Genauigkeit von  $20 \times 20$  m entspricht ein Pixel beispielsweise  $400 \text{ m}^2$ . Daher wird zum einen eine qualitative Aussage abgeleitet anstatt einer quantitativen. Zum zweiten stellen wir vor allem Veränderungen dar. Dazu

muss man sich allerdings darauf verlassen können, dass die aufeinanderfolgenden Aufnahmen auch verfügbar sind, was bei optischen Daten sehr oft nicht der Fall ist.

Man kann die Zeitreihen auch statistisch auswerten und daraus abgeleitete Datensätze erstellen, die sich anschließend für Klassifizierungen eignen. Denn gewisse Kulturen bzw. deren Zustände weisen charakteristische, individuelle Signaturen auf.

**Für welche landwirtschaftlichen Anwendungen eignen sich Radardaten?** Wir sehen grundsätzlich drei Bereiche:

- **Erstens: Präzisionslandwirtschaft.** Landwirtschaftliche Betriebe unterliegen einem enormen Kostendruck, dem eher durch Effizienz- als durch Ertragssteigerung zu begegnen ist. Verschärfte rechtliche Vorgaben im



Foto: ESA

Bereich Düngung und Pflanzenschutz weisen den Weg hin zu einer bedarfsgerechten und damit umweltschonenden Bewirtschaftung. Landwirtschaftliche Maschinen sind heutzutage in der Regel mit einem Positionierungssystem ausgestattet und können daher die unterschiedlichen Teilflächen im Zusammenspiel mit den Satellitendaten bedarfsgerecht bewirtschaften.

• **Ernteversicherung.** In der Ernteversicherung fallen vor allem für die Schadensschätzung große Kosten an, die letztlich über die Prämie abgedeckt werden müssen. Unter dem Kostendruck ist eine inten-

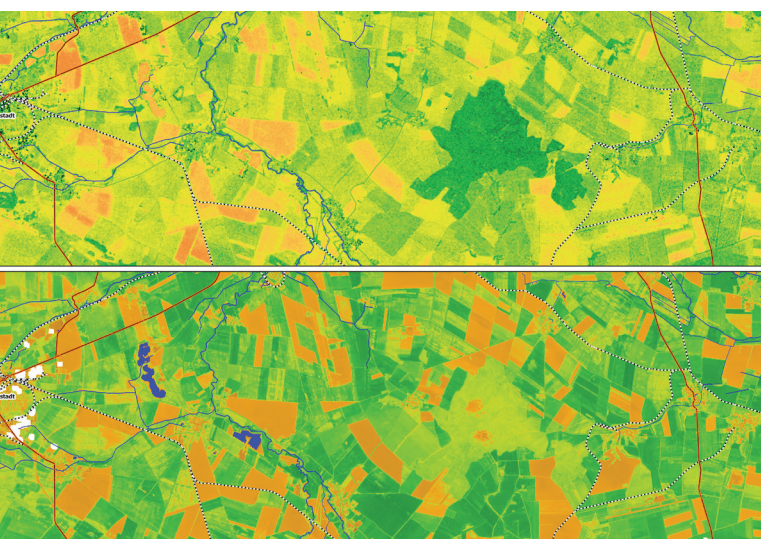
sive Begutachtung kaum möglich. Wenige Stichprobenpunkte verhindern jedoch wiederholbare Schadenswerte. Dies führt oftmals zu Kundenunzufriedenheit und endet in der Regel in einer Schlichtung. Es wäre daher hilfreich, wenn zur Unterstützung in der Schadensabwicklung Satellitendaten zum Einsatz kämen, die nach einem Schadensereignis Zonen mit mehr oder weniger starken Veränderungen ausweisen. Diese Zonen könnte man anschließend genauer betrachten und die Referenzwerte auf die angrenzenden Bereiche extrapolieren. Zudem lassen sich Vorschäden erkennen und die Entwick-

lungsdynamik der versicherten Kultur beobachten. Radardaten eignen sich besonders zum Erkennen von Frost, Dürre und Überschwemmung. Aber auch Hagel- und Sturmschäden lassen sich in der Regel zonieren und damit abbilden.

• **Großflächiges Monitoring.** Wenn es darum geht, großflächig Informationen aufzubereiten, die den Entwicklungsverlauf von Feldfrüchten widerspiegeln, dann geht das nur mit Fernerkundung. Derartige Informationen sind wichtig, um nationalen Katastrophen rechtzeitig mit geeigneten Maßnahmen zu begegnen und die Auswirkungen für die Betroffenen so gering wie möglich zu halten. Das gilt sowohl für die Dürre in diesem Jahr in Deutschland als auch für andere Regionen weltweit.

**Fazit.** Sowohl der Klimawandel mit all seinen Konsequenzen als auch der notwendige Ressourcen- und Umweltschutz erfordern eine hocheffiziente Landwirtschaft. Dazu kann die Fernerkundung einen großen Beitrag leisten. Die Europäische Union hat für Copernicus Steuermittel aufgewendet, um die entsprechenden Instrumente bereitzustellen. Es ist an uns, sie intelligent zu nutzen.

Dietrich Heintz,  
cropix, Thalwil (Schweiz)



Das multispektrale optische Bild von Sentinel-2 (unten) zeigt zwar einen höheren Kontrast und eine bessere räumliche Auflösung als das Radarbild (oben). Allerdings sind Bewölkung und Wolkenschatten nicht immer leicht zu entdecken und können zu Fehlinterpretationen führen.

## Copernicus – Europas Blick aus dem Weltraum

**Copernicus ist ein umfassendes Erdbeobachtungsprogramm der Europäischen Union, das im Jahr 1998 gemeinsam von der EU-Kommission und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) gegründet wurde.**

Eine eigene Satellitenflotte mit der Bezeichnung »Sentinel« liefert aktuelle Informationen für umwelt- und sicherheitsrelevante Fragestellungen. Die Satelliten werden seit 2014 gestartet. Bisher befinden sich sieben Sentinel-Satelliten im All. 13 weitere sollen in den kommenden Jahren folgen. Neben den Sentinel-Satelliten werden im Rahmen des Copernicus-Programms auch andere kommerzielle Satelliten sowie nicht aus dem Weltraum gewonnene Daten (z. B. topografische Karten oder Wetterdaten) genutzt. Sämtliche Rohdaten des europäischen Copernicus-Programms stehen offen und kostenfrei jedermann zur Verfügung.

Besonders interessant für die Landwirtschaft sind Daten, die die beiden Satelliten-Paare Sentinel-1 (A und B) sowie Sentinel-2 (A und B) generieren. Die beiden Sentinel-1-Satelliten sind Radarsatelliten. Die Sentinel-2-Satelliten sind passiv-optische multi-spektrale Satelli-

ten. Daneben gibt es z. B. noch Satelliten, die die Luftqualität und die Höhe des Meeresspiegels überwachen.

Das Programm ist langfristig angelegt. Der Betrieb ist bis mindestens 2030 gesichert. Bezüglich der Radardaten (SAR) ist dies die erste kostenfreie Lösung, die der Allgemeinheit zugänglich gemacht wurde. Die beiden Satelliten (A und B) haben eine polare Umlaufbahn und decken die gesamte Erdoberfläche ab. Die zeitliche Auflösung ist 6/12 Tage (Europa/Welt). Die räumliche Auflösung liegt bei 20 x 20 m.

Die Bundesregierung verfolgt mit ihrer Beteiligung am Copernicus-Programm fünf strategische Ziele:

- das Programm eng am öffentlichen Bedarf ausrichten (z. B. Abschätzung des Ausmaßes und der Intensität der Dürreschäden in diesem Jahr),
- mittels der Copernicus-Daten Wachstumsimpulse für die deutsche Wirtschaft geben,
- Copernicus in internationale Kooperationen einbringen,
- deutsche Industrie, Wissenschaft und Institutionen an Copernicus beteiligen,
- Copernicus langfristig weiterführen und entwickeln.