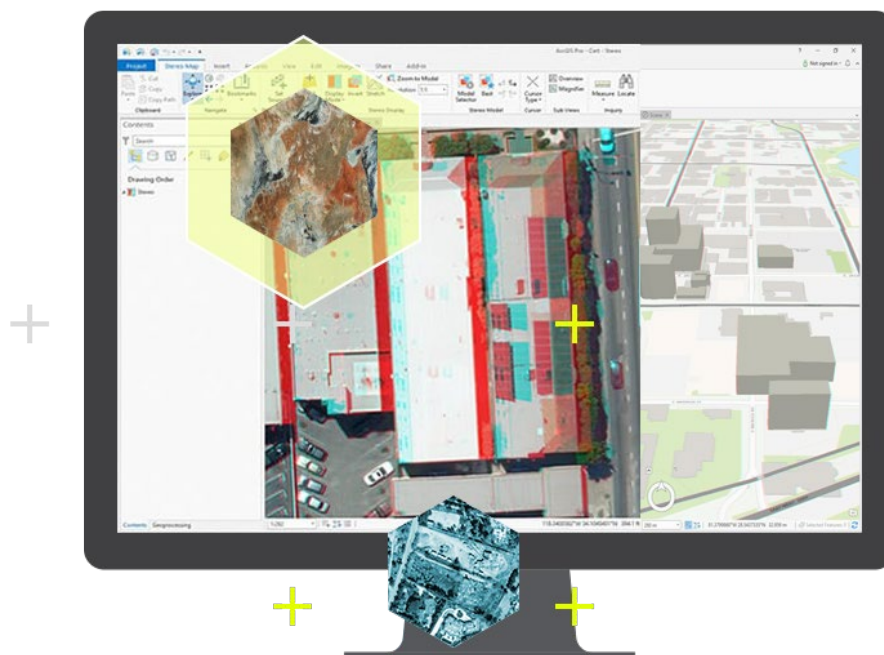


ESRI WHITEPAPER

April 2021

Bilddaten analysieren mit ArcGIS Image Analyst



 **esri** Deutschland
THE SCIENCE OF WHERE

 **esri** Suisse
THE SCIENCE OF WHERE

INHALT

1 Mit Bildern zu besseren GIS-Daten	3
2 Informationen aus Bildern lesen – nun auch per KI.....	4
3 Einblicke in 3D mit Stereobildern.....	5
4 Veränderungen feststellen – Change Detection	7
5 On-the-Fly-Bildverarbeitung mit Raster Funktionen	8
6 Fernerkundung mit Videodaten	9
7 Multidimensionale Daten auswerten.....	10
8 Pixel radieren – Bilddaten direkt bearbeiten.....	11
9 Der Image Analyst von Esri.....	12

1 Mit Bildern zu besseren GIS-Daten

Gründe für Fernerkundung

Mit der Erweiterung Image Analyst für ArcGIS Pro werden die Auswertungsmöglichkeiten für Fernerkundungsdaten deutlich ausgebaut. Lesen Sie im Whitepaper, welche Vorteile, der Image Analyst für Ihre tägliche Arbeit hat.



Abbildung 1: Die World Imagery Basemap von Esri liefert Basis-Bildmaterial in einer Auflösung von bis zu 30 cm

[Quelle](#)

Geodaten werden heutzutage sehr oft mit den Methoden der Fernerkundung gewonnen. Das hat mehrere Gründe:

- **Genauigkeit und Informationsgehalt**
Präzise Sensoren und moderne photogrammetrische Methoden aus dem Bereich der Computer Vision sorgen dafür, dass Bilddaten mit hoher Genauigkeit in einen räumlichen Kontext gebracht werden können. Dabei liefern viele Systeme Informationen, die über die Wahrnehmungsmöglichkeiten des menschlichen Auges hinausgehen: die Vitalität von Vegetationsbeständen lässt sich mit Aufnahmen im nahen infraroten Bereich gut beurteilen, thermale Aufnahmen verraten Unzulänglichkeiten bei der Wärmedämmung von Gebäuden, im kurzwelligen Infrarot können Brandherde schnell ausgemacht werden.
- **Aktualität**
Im Zeitalter von gut organisierten Befliegungsfirmen und unbemannten Fluggeräten lassen sich mit Methoden der Fernerkundung außerdem sehr schnell aktuelle Geodaten erstellen. Fernerkundungs-Satelliten liefern permanent neue Daten unserer Erdoberfläche. Das ist besonders in schwer zugänglichen oder sehr großflächigen Gebieten, z.B. wenig erschlossene Waldgebiete, von Bedeutung.

- **Kosten**

Solche Daten sind mit Methoden der Fernerkundung oft kostengünstiger zu erstellen oder zu beschaffen als durch Geländearbeit, die mit hohem Personalaufwand verbunden ist. In Deutschland und der Schweiz werden von der Öffentlichen Verwaltung aktuelle Bilddaten für viele Regionen kostenfrei zur Verfügung gestellt → [Link](#). Die Kosten für höchstauflösende Satellitenbilddaten liegen derzeit bei 10-30 \$/km².

Lesetipp

[Storymap "Die Erde im Blick"](#)

2 Informationen aus Bildern lesen – nun auch per KI

Auswertungsmöglichkeiten

Fernerkundungsdaten müssen ausgewertet werden, um die relevanten Informationen zu liefern. Das Bild selbst steht bei vielen Projekten gar nicht so sehr im Vordergrund, sondern vielmehr die Information, die in dem Bild steckt. Es braucht also Verfahren, um diese Informationen aus den Bildern herauszulösen.

Lange Zeit waren solche Verfahren auf pixelorientierte Methoden beschränkt. Dabei werden einzelne Pixel manuell erläuternden Klassen zugeordnet. Statistische Berechnungen entscheiden darauf aufbauend, welchen Klassen die anderen Pixel des Bildes zugeordnet werden sollen. Solche Verfahren werden auch heute noch bei vielen Fragestellungen angewendet, beispielsweise um eine Landnutzungskarte aus einem Landsat-Bild zu erstellen.

Bei höher aufgelösten Daten funktionieren pixelorientierte Verfahren weniger gut. Die hohe Auflösung führt zu einer hohen Variabilität an Mischpixeln in den einzelnen Klassen. Hier lassen sich bessere Ergebnisse mit objektorientierten Methoden erzielen. Objektorientiert meint, dass die einzelnen Pixel vor der Klassendefinition in homogene Segmente gruppiert werden. Diese Segmente enthalten dann im Idealfall auch die störenden Mischpixel und beheben damit das Problem der kleinräumigen Fehlklassifikation.



Abbildung 2: Vollautomatisch digitalisierte Hausumringe: ein Beispiel für die Objekterkennung mit Deep Learning-Algorithmen in ArcGIS
[Quelle](#)

Beide Methoden, egal ob pixel- oder objektorientiert, sind wenig geeignet, um konkrete Objekte in Bilddaten automatisch zu erkennen.

Hier setzen Verfahren der künstlichen Intelligenz mit dem Einsatz von Deep Learning-Modellen zur Objekterkennung an. Solche Modelle müssen zwar ebenfalls mit Daten trainiert werden, aber die Ergebnisse sind eindrucksvoll. Sie helfen aufwendige und zeitintensive Arbeitsschritte zu minimieren.

Lesetipp

[WhereNext Artikel: Mit GeoAI Objekte in Bildern intelligent erkennen](#)

3 Einblicke in 3D mit Stereobildern

Neben den Auswertungsverfahren mit Methoden der künstlichen Intelligenz, können mit dem ArcGIS Image Analyst auch Stereo-Bildanalysen durchgeführt werden.

Stereo- Bildauswertung

Stereo-Bildauswertung liefert wichtige Informationen über die Höhen von Gebäuden, Straßen, Infrastrukturelementen, Waldbeständen oder der Landschaftstopologie.



Abbildung 3: Stereo-Bildauswertung in ArcGIS: eine Straßenszene aus Hollywood

[Quelle](#)

Wenn Landschaftsbereiche aus zwei verschiedenen Perspektiven aufgenommen werden, ist es möglich den stereoskopischen Effekt zu nutzen, um im Überlappungsbereich der Bilder dreidimensionale Informationen abzutragen. Das Verfahren wurde zum ersten Mal im 19. Jahrhundert angewendet und ständig weiterentwickelt.

Praxisbeispiele

Diese Technik hat auch in der digitalen Welt Einzug gehalten. Aus Forstbefliegungen lassen sich Baumhöhen ableiten, um die Forstinventurdaten zu vervollständigen. Ausstattungen von Straßenräumen können in deren dreidimensionalen Ausprägung erkundet werden: Zum Beispiel können durch den 3D-Effekt Dachformen eindeutiger als in den regulären Orthofotos bestimmt werden eindeutiger zugeordnet werden. Auch aus Aufnahmen der freien Landschaft können Hecken- oder Wallhöhen mit der stereoskopischen Auswertung sehr genau eingemessen werden.

Durch den Image Analyst ist die Auswertung von Stereo-Bildpaaren direkt im ArcGIS-System integriert. Die abgeleiteten Daten können so direkt in den Datenbestand integriert werden.

Weiterführen- des Tutorial

[Image Analyst – Enriched Visualization](#)

4 Veränderungen feststellen – Change Detection

Ein häufiger Anwendungsfall in der Fernerkundung ist das Monitoring von Veränderungen: wir möchten wissen, wie sich die Erdoberfläche verändert hat. Wo wurde neu gebaut? Wie hat sich der Zustand von Waldbeständen im Laufe der Zeit verändert? Hat der Flächenverbrauch in der Landschaft zugenommen, und wenn ja wie sehr? Wurde Grünland in Acker umgebrochen?

Ausgefeilte Algorithmen

Eine wesentliche Herausforderung stellt dabei die Analyse von Zeitreihen dar - also nicht nur die Differenzen zwischen zwei Bilddatensätzen, sondern zwischen vielen Datensätzen. Aus den Zeitreihenanalysen kann man nachverfolgen, wann die Veränderungen begannen und ob sie nur in einem kurzen Zeitraum stattgefunden haben. Der Image Analyst beinhaltet für diese Fragestellungen ausgefeilte Algorithmen, die über eine einfache Differenzbildung hinausgehen.

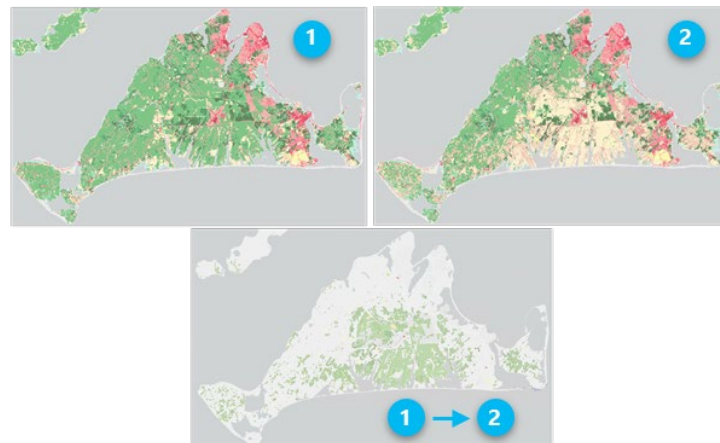


Abbildung 4: Ein Vergleich zweier thematischer Landbedeckungs-Raster (1 und 2) mit quantifizierbarem Ergebnislayer
[Quelle](#)

Lesetipp

Ein Blick zurück mit der Wayback Web App von Esri
[World Imagery Wayback](#)

5 On-the-Fly-Bildverarbeitung mit Raster Funktionen

Verarbeitungsoperationen der Raster Funktionen können direkt auf die Pixel der Bilddaten und Raster Datasets angewendet werden. Da es sich teilweise um sehr große Datensätze handelt, gibt es die Möglichkeit, nur die Pixel zu verarbeiten, die auf dem Bildschirm sichtbar sind. Bei diesen On-the-Fly-Prozessen werden keine Zwischendaten erzeugt oder gar Daten auf die Festplatte geschrieben. Dadurch kann die Verarbeitung sehr schnell ausgeführt werden.

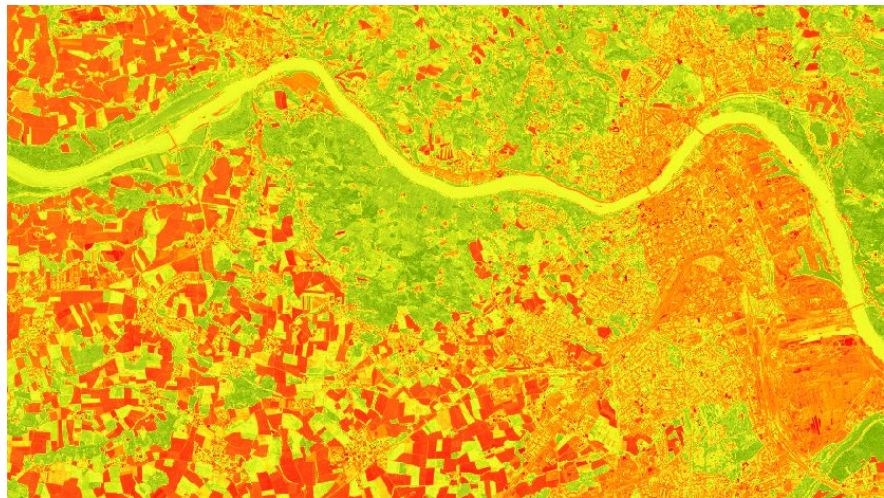


Abbildung 5: NDVI-Index: Biomasse wird hier in Grün dargestellt, offener Boden und bebautes Land in rot

Zahlreiche Raster-Funktionen

Der Image Analyst enthält zahlreiche Raster-Funktionen. Sie werden bei der Veränderungsanalyse, bei Trend-Vorhersagen, bei der Bildsegmentierung und -klassifikation verwendet und betreffen statistische und mathematische Operatoren. Mit mathematischen Operatoren lassen sich die Bänder beliebig verrechnen – damit können alle möglichen Indizes berechnet und ausgegeben werden. Indizes sind wichtige Kenngrößen für verschiedene Umweltparameter, beispielsweise die Vitalität der Vegetation, die Bodenfeuchte bzw. -trockenheit oder Gewässerbelastung. Bestimmte Bandkombinationen können auch Hinweise auf geologische Formationen geben und versteckte Brandherde in Wäldern sichtbar machen.

Probieren Sie es direkt aus!

On-the-Fly Bildanalyse im Internet-Browser
→ [Earth Observation Explorer](#)

6 Fernerkundung mit Videodaten

Bewegte Bilddaten

Der ArcGIS Analyst unterstützt auch die Auswertung und Einbettung von bewegten Bilddaten. Denn Fernerkundungssensoren können auch Videodaten (Motion Imagery) liefern. Solche Daten eignen sich, wenn man Bewegungen auf der Erde oder kurzfristige Veränderungen der Erdoberfläche beobachten möchte.

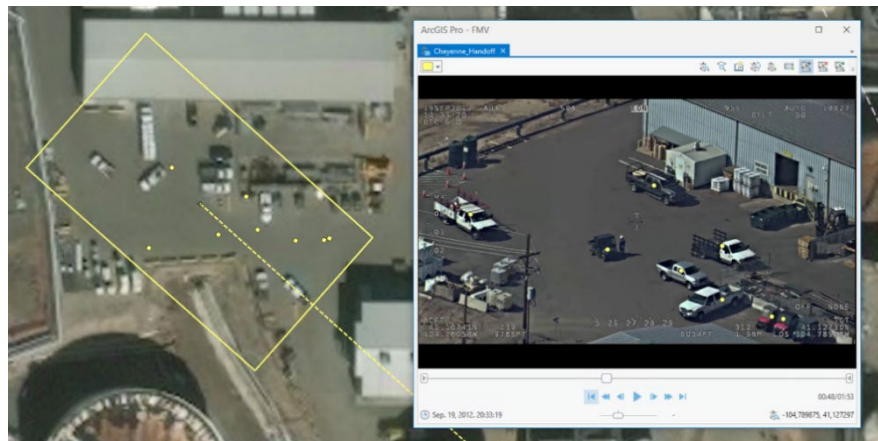


Abbildung 6: Videoaufnahmen in ArcGIS Pro: Video-Fenster und Verortung in der Karte. In beiden Bereichen können geographische Informationen überlagert werden.

Dabei können die Informationen als Videodateien oder als Video-Livestreams vorliegen. Die Sensorsysteme sammeln Kamerarichtungsinformationen, Daten zur Plattformposition und -stellung sowie weitere Daten, die im Video-Stream codiert werden, sodass jedes Videobild mit Geopositionsinformationen verknüpft ist. Diese räumlich aktivierten Videodaten können in Kartensichten dargestellt und ausgewertet werden.

Weitere Informationen

[Wie lauten die MISB-Metadatenanforderungen \(Motion Imagery Standards Board\)?](#)

7 Multidimensionale Daten auswerten

Geografische Informationen zu Temperatur, Niederschlag, Feuchte etc. werden häufig in sogenannten multidimensionalen Daten vorgehalten. Solche Datentypen enthalten neben Koordinatenangaben, eine oder auch mehrere Variablen, also zum Beispiel die Messwerte zum Niederschlag oder zur Temperatur. Diese Variablen wiederum können in einer Dimension, beispielsweise der Zeit, vorliegen. Es ist aber auch möglich, dass sie in mehreren Dimensionen, also neben der Zeit auch in der Höhe, in der die Daten gemessen wurden, enthalten sind. Ein sehr verbreitetes Datenformat der multidimensionalen Daten ist das NetCDF-Format.

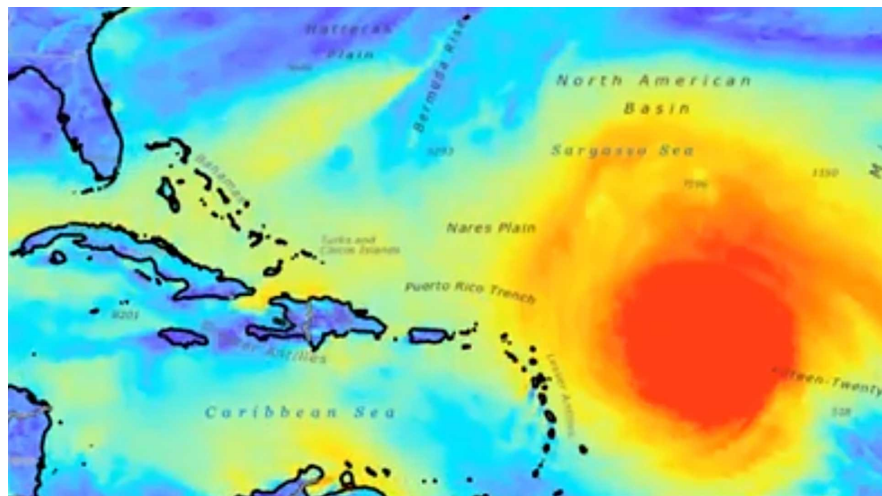


Abbildung 7: Hurrikan Irma auf dem Weg in die Karibik: ein typischer multidimensionaler Datensatz mit den Dimensionen Zeit und Höhe.

Vorhersagen und Trendberechnungen

Analysten, die von diesen Dimensionen Gebrauch machen, erforschen etwa die Ausprägung der Variablen in den jeweiligen Dimensionen. Neben statistischen Ergebnissen sind auch Vorhersagen und Trendberechnungen möglich. Die Analysen brauchen eine schnelle Zugriffstechnologie in diese Datensätze hinein, um performant verarbeitbar zu sein.

Weitere
Informationen

[Irma in Pro](#)

8 Pixel radieren – Bilddaten direkt bearbeiten

Bevor Rasterdaten verwendet, verarbeitet oder bereitgestellt werden, sind mitunter einige inhaltliche Anpassungen notwendig.

Gerade bei Satellitenbilddaten kommt es häufig vor, dass Oberflächen durch Bewölkung nicht eingesehen werden können. Solche bewölkten Bereiche könnten dann etwa durch andere Informationen, beispielsweise durch Pixel ähnlicher Aufnahmen aus wolkenfreier Zeit ersetzt werden. Es kann aber auch nötig sein, bestimmte Bildbereiche aus daten – bzw. personenschutzrechtlichen Gründen unkenntlich zu machen, also zu verpixeln oder komplett zu schwärzen.



Abbildung 8: Personengruppen verpixeln mit dem Image Analyst von Esri

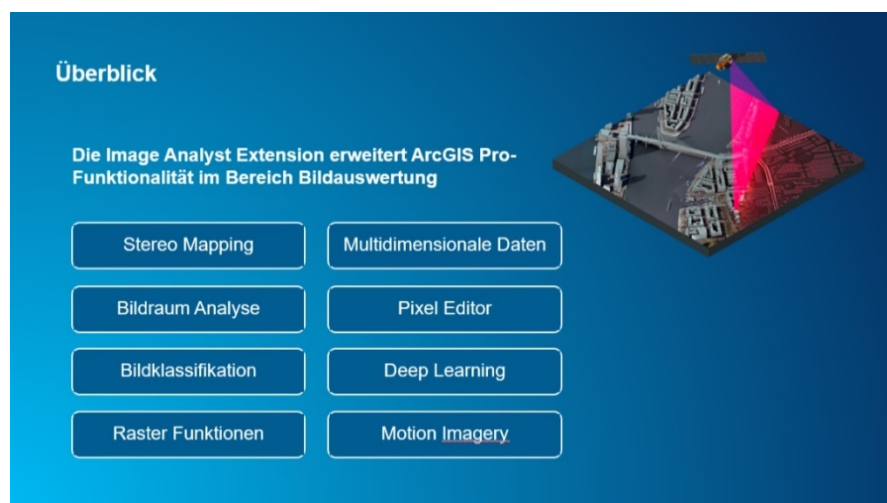
Höhenmodelle können lückenhaft sein oder Löcher enthalten, die kein Abbild der Wirklichkeit darstellen, sondern auf Prozessmängel zurückzuführen sind. Es werden also Werkzeuge benötigt, um solche Fehler zu beseitigen.

9 Der Image Analyst von Esri

Mit dem Desktop-Kernprodukt ArcGIS Pro von Esri sind bereits einige grundlegende Funktionen verfügbar, um mit Bilddaten arbeiten zu können. Dazu gehört beispielsweise das Ausschneiden von Daten, eine Formatkonvertierung oder eine geografische Umprojektion.

Die leistungsstarke ArcGIS Pro Erweiterung

Der Image Analyst bietet die volle Funktionalität im Bereich der Bildanalyse: Bilddaten stereoskopisch betrachten und auswerten, Pixel editieren, Videodaten geographisch auswerten, Objekterkennung und Bildklassifikation mit Deep Learning-Methoden durchführen, Veränderungen überwachen und multidimensionale Daten verarbeiten.



Weitere Informationen

1. [Weitere Produktinformationen auf der Esri Homepage](#)
2. [Dokumentation](#)

ÜBER DEN AUTOREN



Ralf Schüpferling

- Product Specialist
- r.schuepferling@esri.de

Ralf arbeitet als Experte für Bildverarbeitung in der Hauptniederlassung von Esri Deutschland in Kranzberg, und das schon seit bald 10 Jahren. Luft- und Satellitenbilder sind seine Leidenschaft.

ÜBER ESRI



Esri ist weltweit führender Anbieter für Geoinformationssysteme, Location Intelligence und kartenbasierte Digitallösungen.

Mit der Geoplattform ArcGIS unterstützt Esri Organisationen des privaten und öffentlichen Sektors dabei, Big Data sowie Echtzeit- und Geodaten in gewinnbringende Informationen zu verwandeln. Mehr als 350.000 Kunden weltweit vertrauen auf das flexible Lösungs- und Serviceportfolio des 1969 gegründeten GIS-Anbieters. Zu den Nutzern der Geoplattform ArcGIS zählen 75 Prozent der Fortune-500-Unternehmen, zahlreiche Regierungen, rund 20.000 Städte und über 7.000 Universitäten. Esri greift auf ein Netzwerk von über 80 internationalen Distributoren und rund 1.800 Partnern zurück.

Weitere Informationen unter www.esri.de



Kontaktinformationen

Esri Deutschland GmbH
Ringstr. 7
85402 Kranzberg

Tel.: +49 89 207 005 1200
E-Mail: info@esri.de