



Workshop 1: Audi Stiftung für Umwelt

Flug & Planung

Paul Joseph, Tobias Gehrig, Jana Metzger



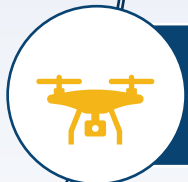
Begrüßung & Vorstellungsrunde



Einführung in die Fernerkundung



Satellitenbildinterpretation mit BLIF



Drohnen und Streuobst



Befliegung & Auswertung



Vorstellungsrunde





Geographie

UNESCO Lehrstuhl für Erdbeobachtung und Geokommunikation von Welterbestätten und Biosphärenreservaten

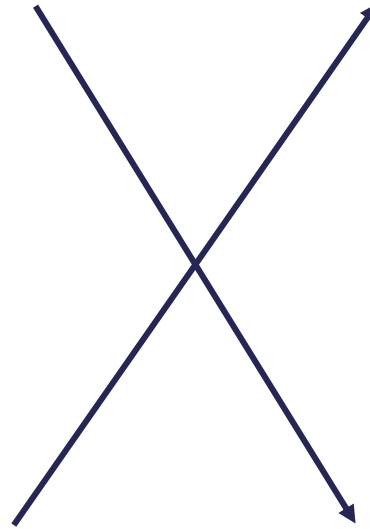
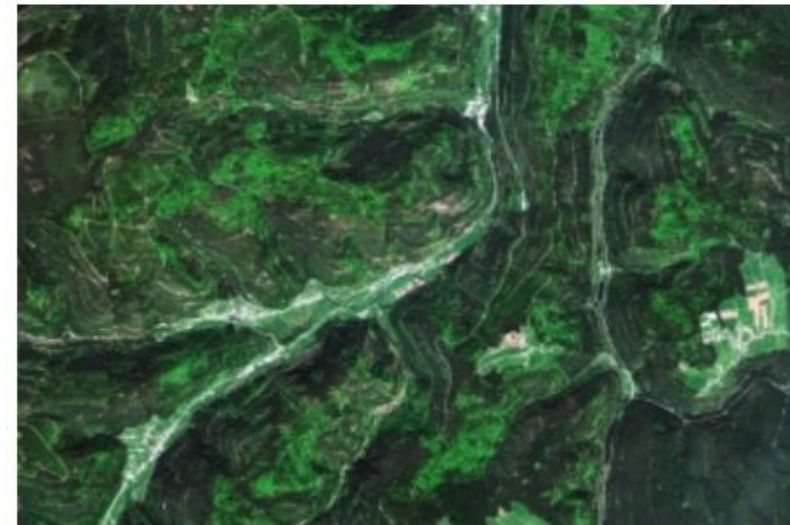


Heidelberger Zentrum Bildung für nachhaltige Entwicklung

Einführung in die Fernerkundung



Welches Bild passt zu welcher Luftaufnahme?



Wie sehen die Szenen wohl von oben aus?



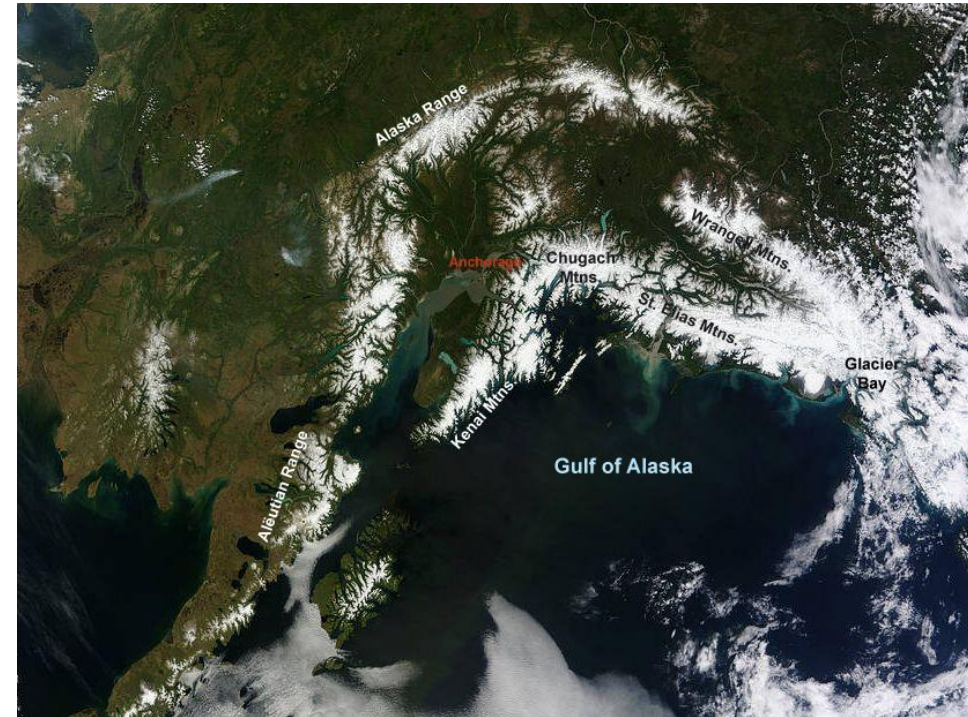
Und was bringt uns das...



...zu wissen, wie die Welt von oben aussieht?



Kalben Gletscher Alaska Hubbardgletscher Kälber Ein Riesiger Eisberg In Ernüchterung Bay St Elias Alaska
Entnommen Aus Eine Alaskakreuzfahrtschiff In Der Nähe Von Yukon Kanada Stock-Foto - Getty Images



[Gletscher in Alaska \(hamburg.de\)](http://hamburg.de)

→ **Große oder schwer zugängliche Gebiete können gut erkundet & Veränderungen festgestellt werden**

Wofür wird Fernerkundung verwendet?



- **Klimaforschung**
- **Umweltbeobachtung**
- **Katastrophenprävention und -management**
- **Landwirtschaft**





Fernerkundung = Die Beobachtung und Untersuchung der Erdoberfläche aus der Ferne

Satellitenbilder = Bilder, die von einem Satelliten aufgenommen werden



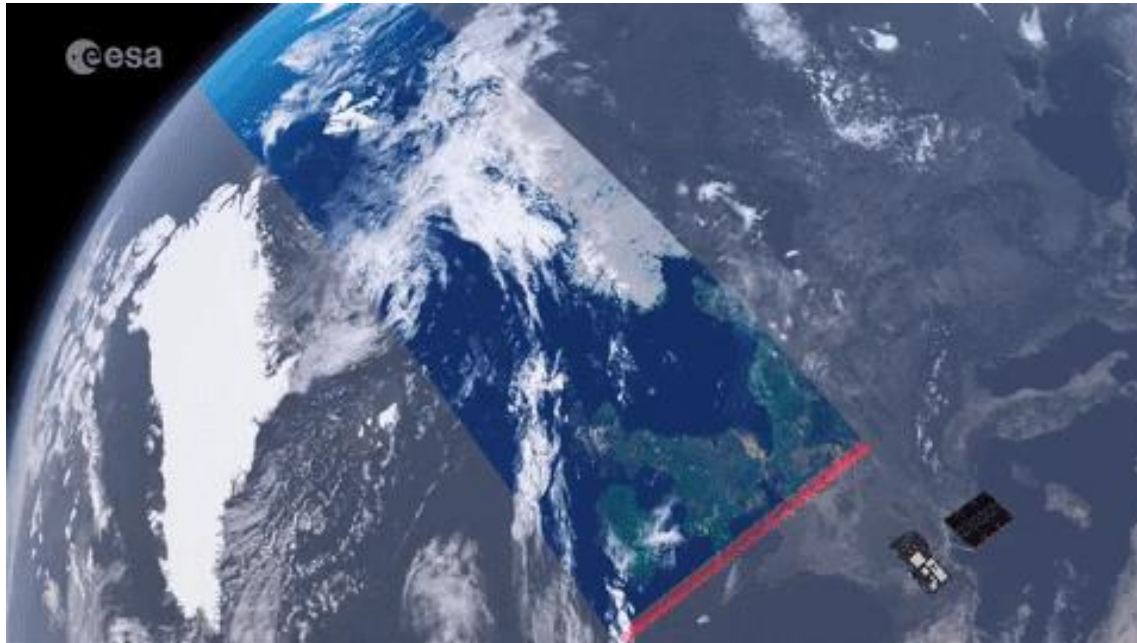
<https://www.geo.de/geolino/natur-und-umwelt/was-machen-satelliten-im-all--31812642.html>

Aber wie genau entsteht ein Satellitenbild?

Wie entsteht ein Satellitenbild?



Sensoren an Bord von Erdbeobachtungssatelliten messen die von der Erdoberfläche reflektierte Strahlung.



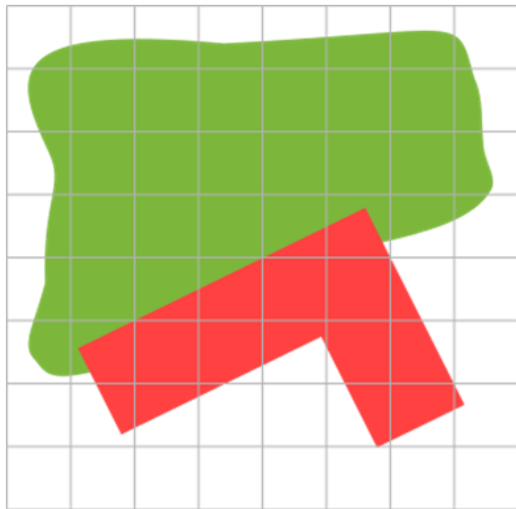
<http://www.esa.int/>



<http://www.iwm.org.uk/>



- Wenn der Satellit nun ein Gebiet überfliegt, misst der Sensor die eingehende reflektierte Strahlung und speichert sie als **Zahlenwerte** ab.
- Dies geschieht in Form einer Matrix, d. h. als Menge von Zellen angeordnet in Zeilen und Spalten. Im Kontext von Bilddaten wird diese Matrix auch **Raster** und die Zellen **Pixel** genannt.
- Hohe Pixelwerte entsprechen dabei einer starken Reflexion (= hellen Flächen) und niedrige Pixelwerte einer geringen Reflexion (= dunklen Flächen).



Realität



Raster

152	152	152	152	152	152	152	152
152	152	152	152	152	152	152	152
152	152	152	152	152	152	152	152
152	152	152	152	204	204	152	152
152	152	204	204	122	122	122	
152	204	122	122	122	122	122	
	122	122	122		122	122	122

Matrix mit Zahlenwerten



Landsat 7

Räumliche Auflösung: 30*30 m



Sentinel-2

Räumliche Auflösung: 10*10 m



QuickBird 2

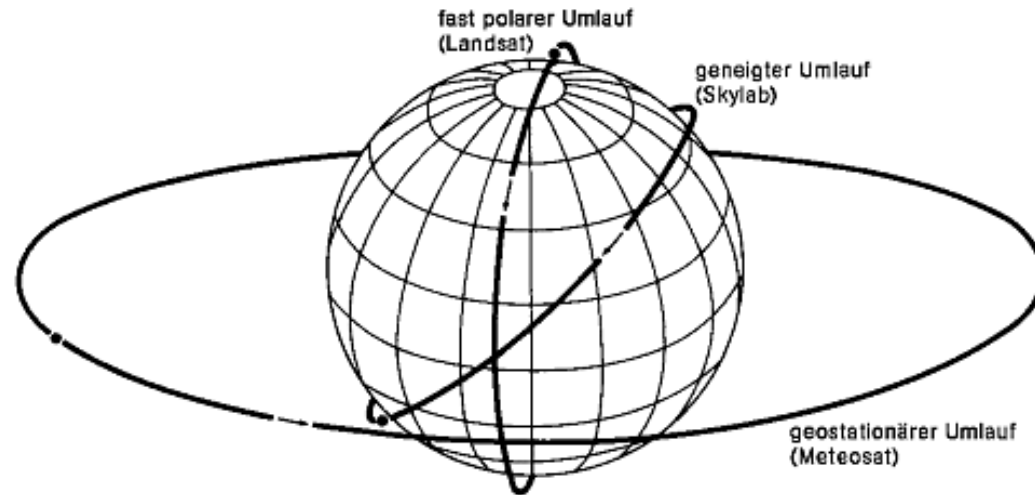
Räumliche Auflösung: 2,5*2,5 m



<http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/land/ncrst/multiclas.html>

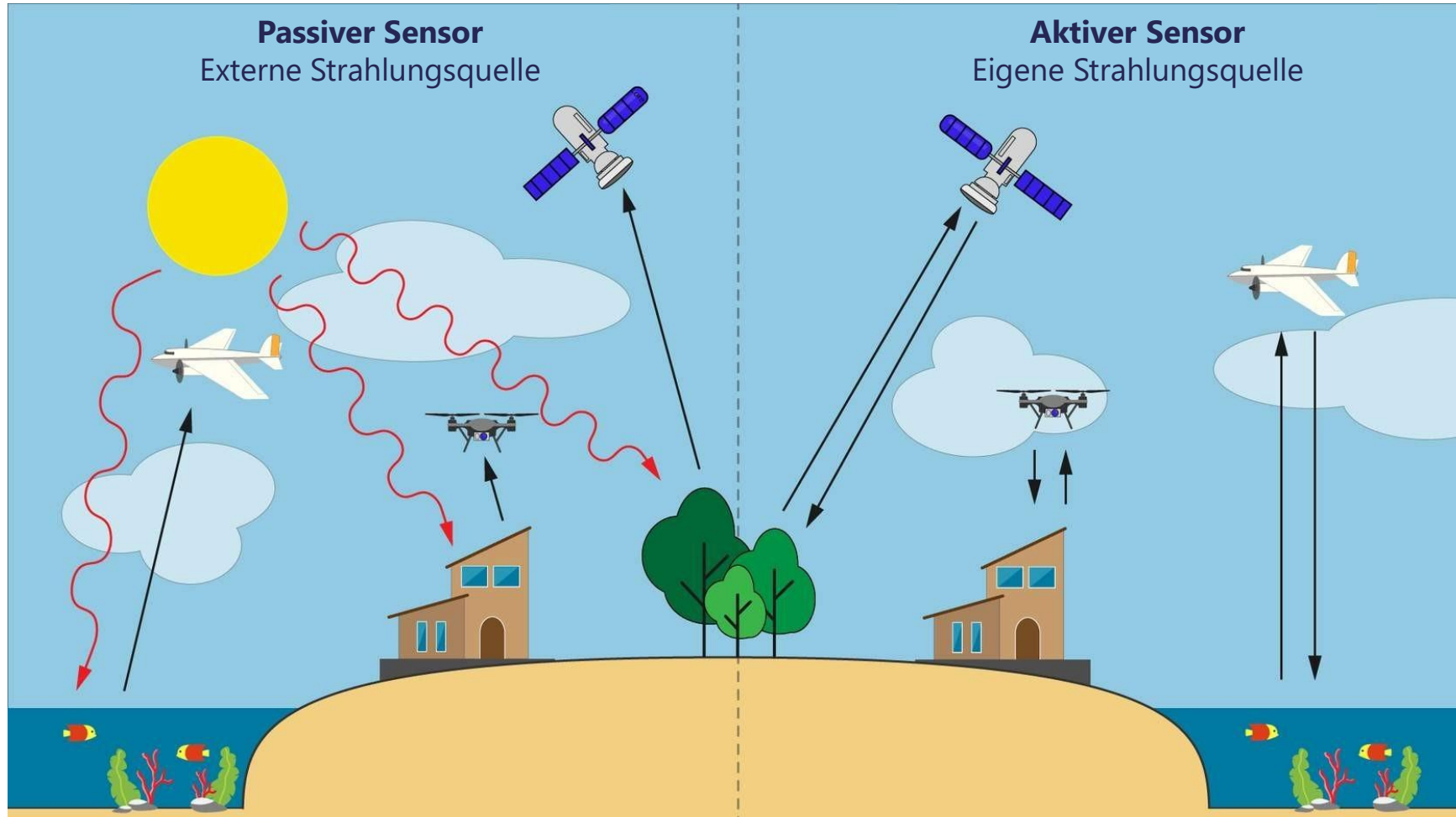


Die Zeit, die ein Satellit braucht, um eine Umlaufbahn zu absolvieren und das gleiche Beobachtungsgebiet erneut zu besuchen.



(Loffler, 1994)

Wie entsteht ein Satellitenbild?

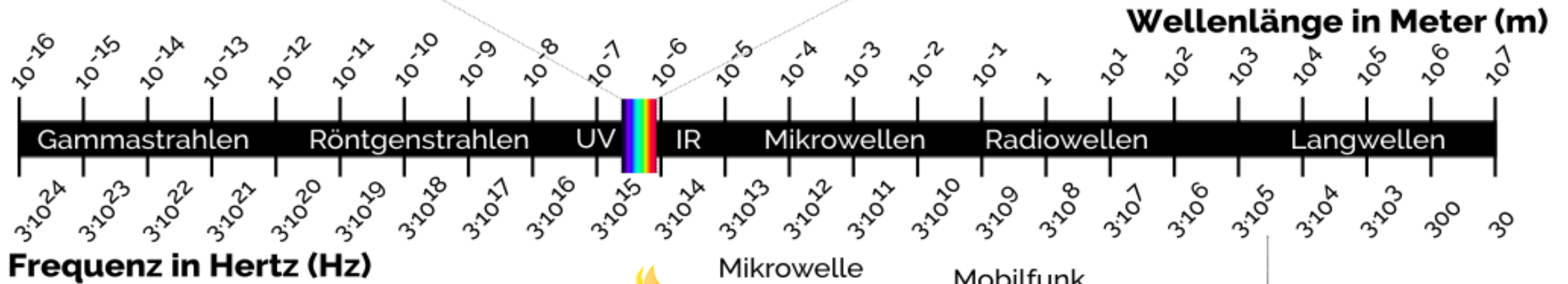
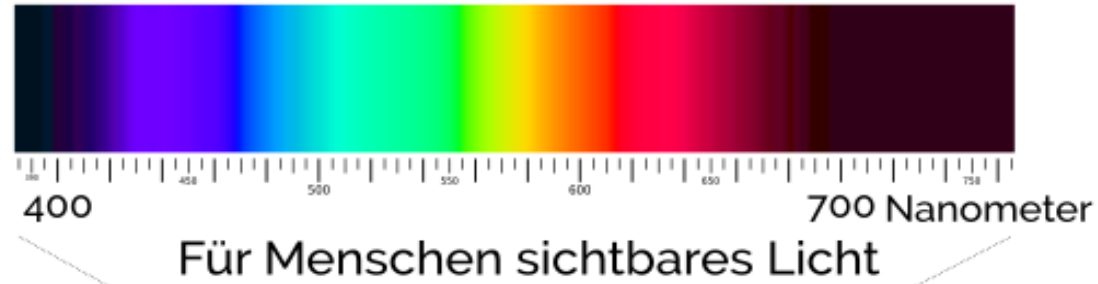


<https://reefresilience.org/fr/management-strategies/remote-sensing-and-mapping/introduction-to-remote-sensing/what-is-remote-sensing/>

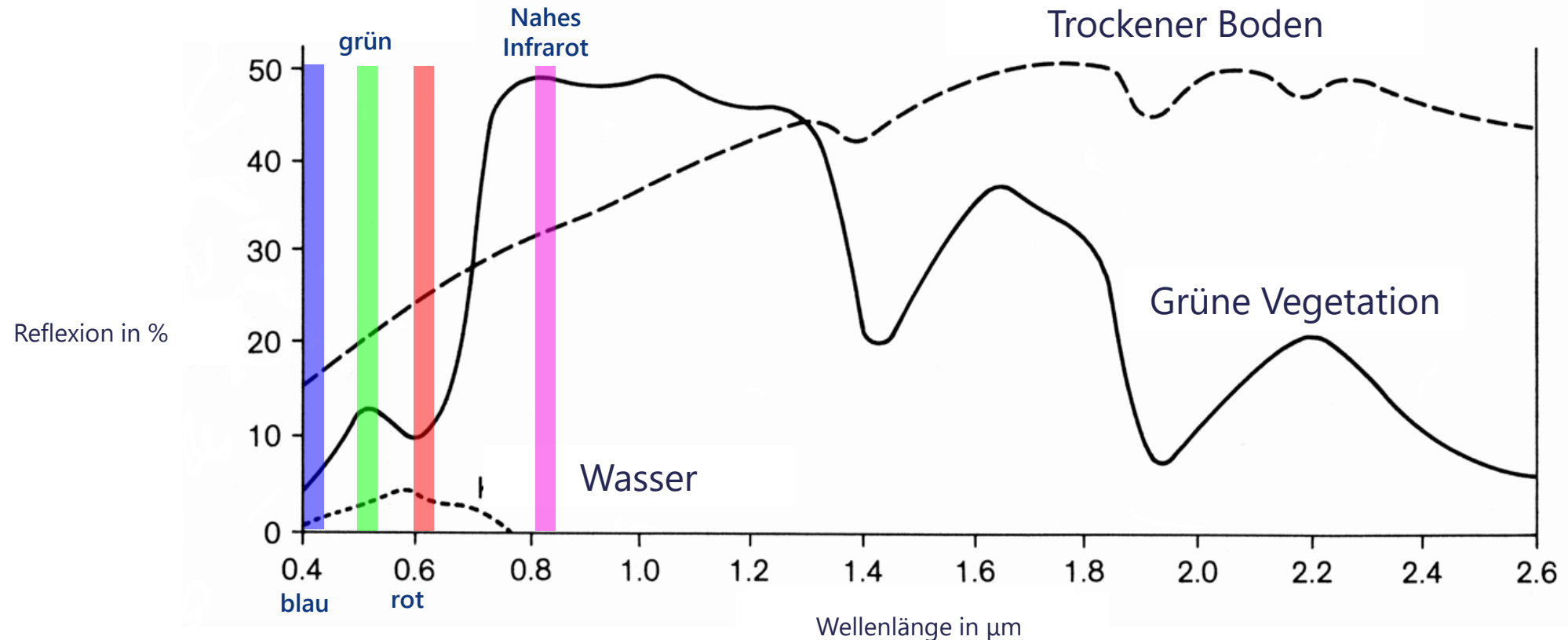
Wie entsteht ein Satellitenbild?



Ein Satellit... viele Kameras



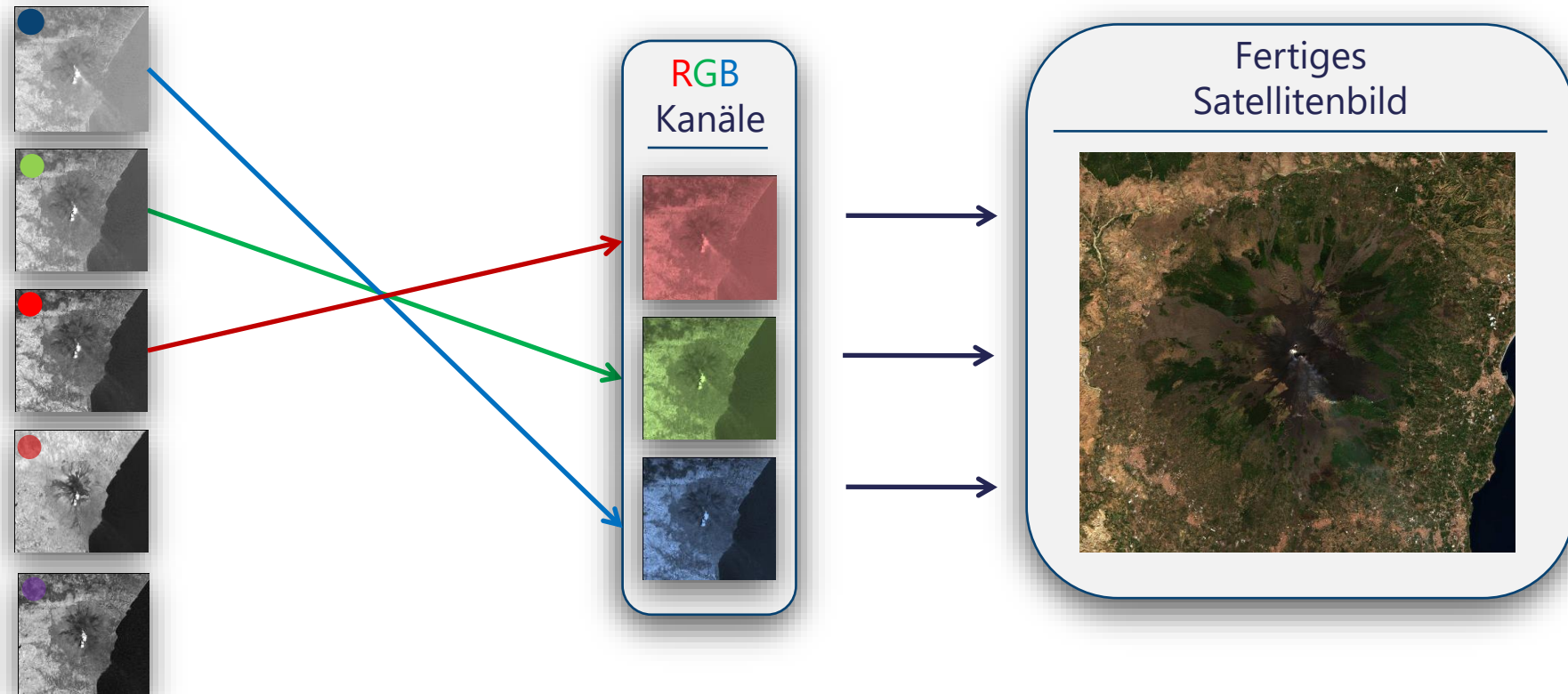
Ein Satellit... viele Kameras



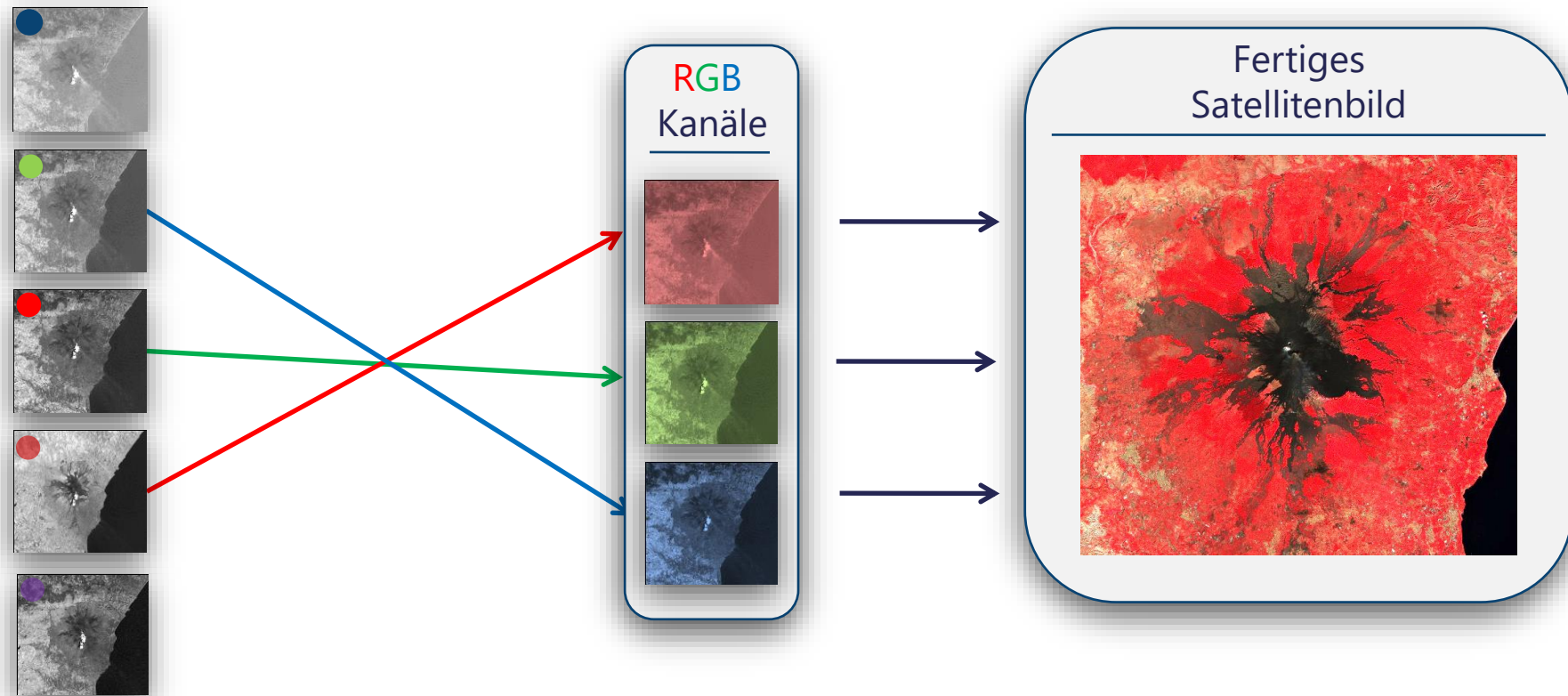
Albertz 2008

**Jedes Objekt hat einen eigenen spektralen „Fingerabdruck“,
der die Basis für die Identifizierung und Klassifizierung bildet!**

Satellitenbilder – das Echtfarbenbild

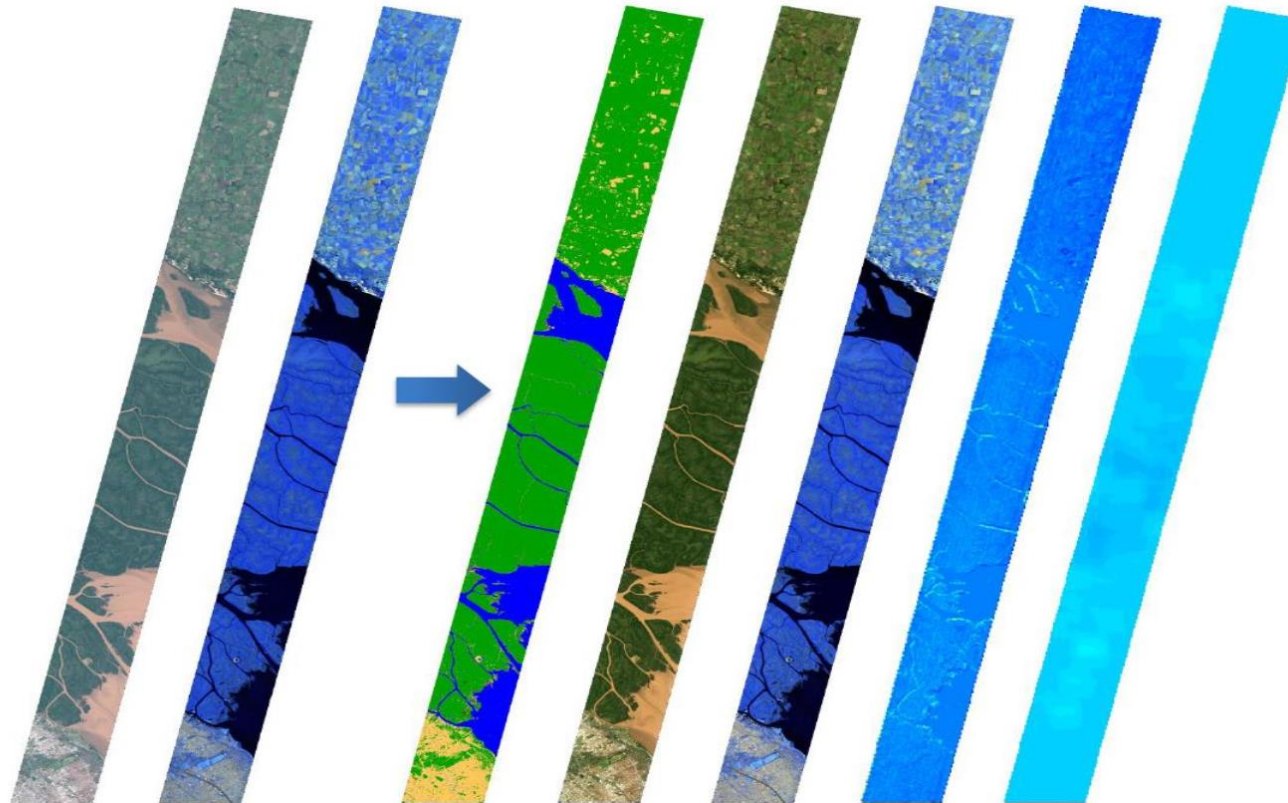


Satellitenbilder – das Echtfarbenbild





Mit Hilfe von Falschfarbbildern können verschiedene Eigenschaften der Erdoberfläche sichtbar gemacht werden:





Bäuerin Marta

Stellen wir uns vor, Bäuerin Marta möchte wissen, welche Pflanzen auf Ihren Feldern aktuell besonders gut gedeihen.

Marta: Kann ich Satellitenbilder verwenden, um herauszufinden, wie gut es meinen Pflanzen geht?

Antwort: Ja na klar, Satellitenbilder können präzise Auskunft über den Zustand von Vegetation geben. Dafür gibt es sogar extra sogenannte Vegetationsindizes.

Vegetationsindizes werden durch die Kombination mehrerer Wellenlängen-Kanäle berechnet.

Sehr geeignet dafür ist der **NDVI**, das steht für normalisierter differenzierter Vegetationsindex. Er wird durch die Kanäle vom **nahen Infrarot** und **Rot** berechnet:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}}$$

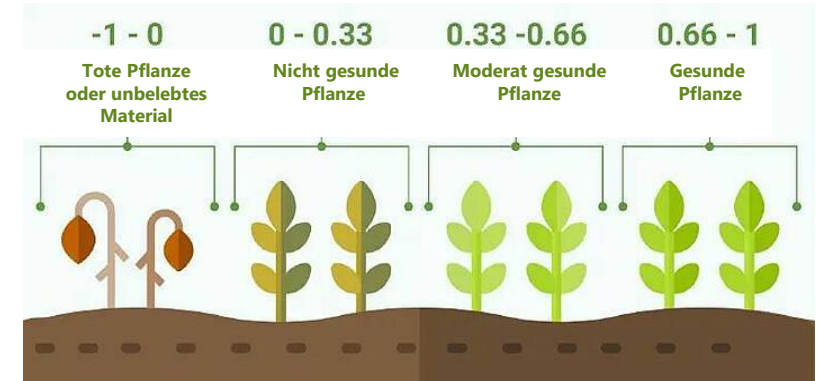
Fallbeispiel: Wie gut geht es meinen Pflanzen?



Bäuerin Marta

Marta: Was sagen mir die Werte des NDVI über meine Pflanzen?

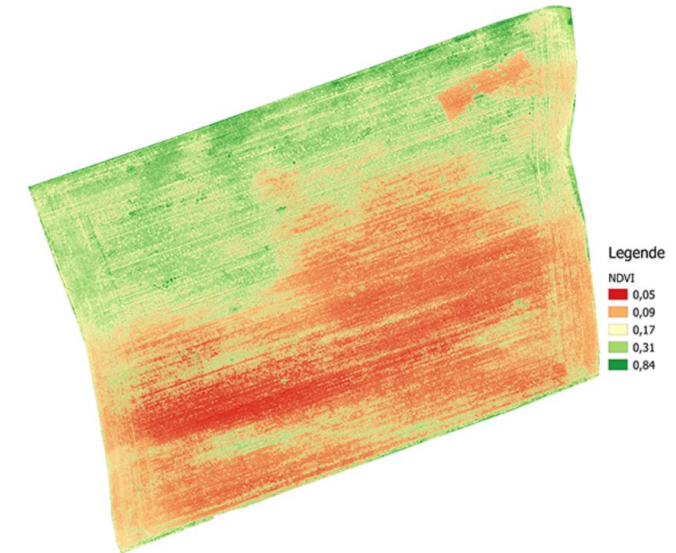
Antwort: Durch den NDVI werden Werte zwischen -1 und 1 berechnet. Je höher der Zahlenwert, desto gesünder sind deine Pflanzen.



<https://www.cropin.com/blogs/ndvi-normalized-difference-vegetation-index>



$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}}$$

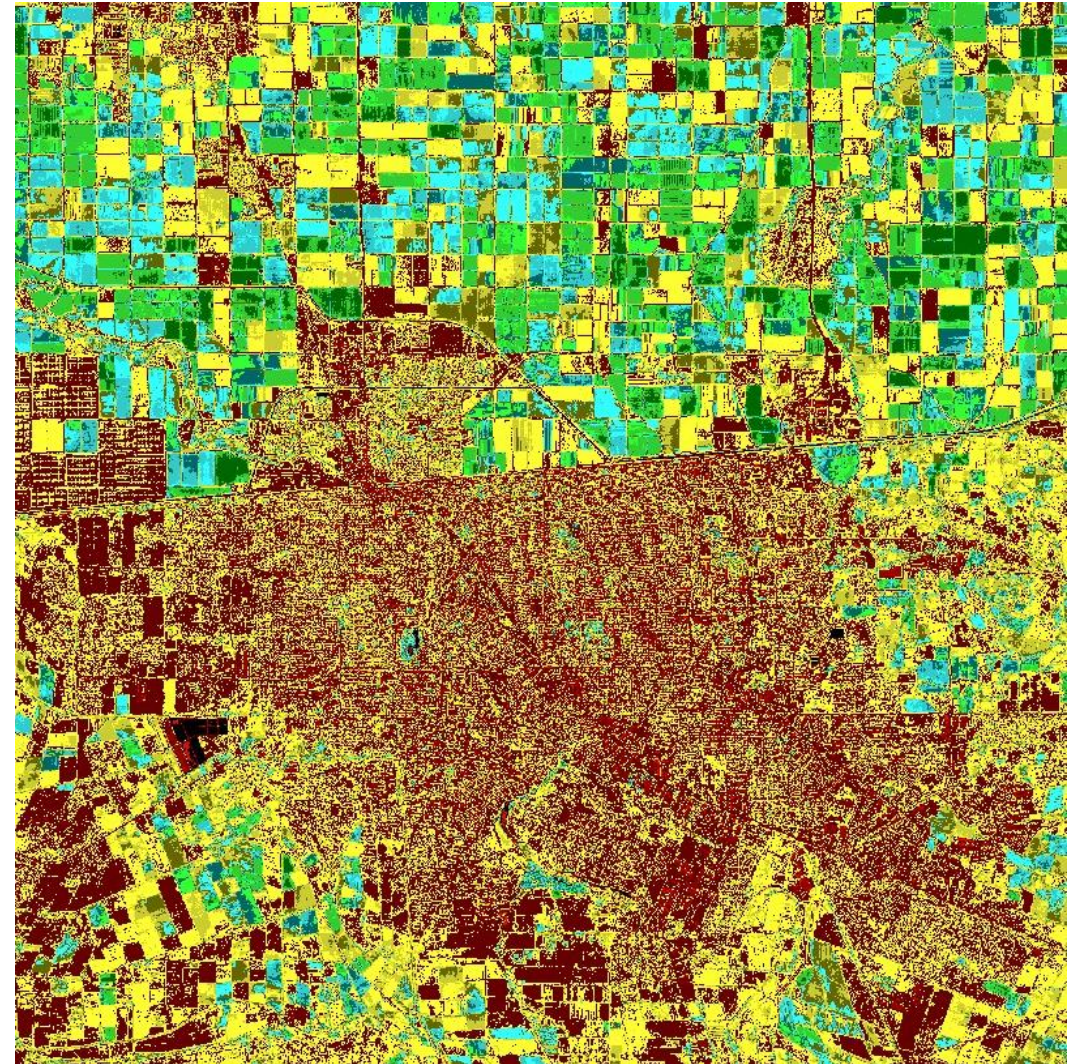




Vegetationsindizes werden durch die Kombination mehrerer Kanäle berechnet, die in den verschiedenen Wellenlängenbereichen des Lichts messen.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}}$$

	Nahes Infrarot		Rot		NDVI
Wald	117	&	31	➔	0,58
Straße	17	&	99	➔	-0,71



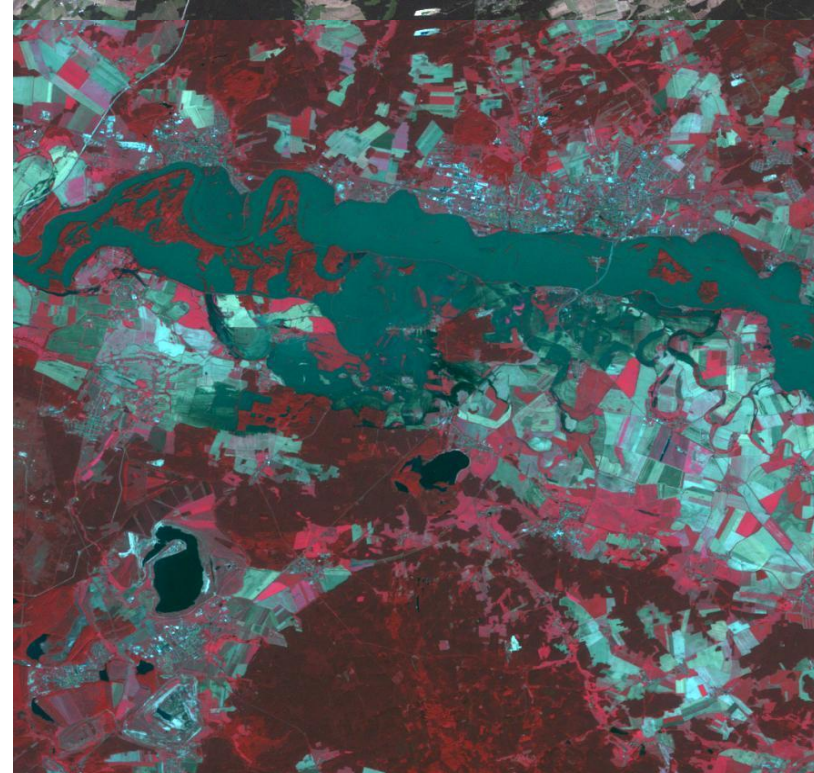


Aufnahme: 14.8.2000



Landsat 7 (Kanalkombination: R=4, G=3, B=2)

Aufnahme: 20.08.2002



Dem Unsichtbaren auf der Spur



Dem Unsichtbaren auf der Spur

Bereich	Reflexion (%)
Blue	~45
Green	~65
Red	~55

1

3

?

Aufgabe

Quiz

GIS

DLR

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

universität bonn

Geographie

Satellitenbilder in der Praxis



Blickpunkt Fernerkundung (BliF)



← ↻ 🔒 https://server2.blif.de/login

BLIF
DER BLICK VON OBEN

DE EN ES IT FR

ANMELDUNG

E-Mail

Passwort

Anmeldung Als Gast anmelden

[Passwort vergessen?](#) [Noch nicht registriert?](#)

IMPRESSUM | DATENSCHUTZ | © 2023



Rauch- oder Regenwolke?



Aufgabe: Handelt es sich um eine Rauch- oder Regenwolke?

1. Bildausschnitt Ätna (Süditalien, Catania) suchen
2. Ätna ausschneiden
3. Kontrastverbesserung starten
4. Echtfarbenbild erzeugen
5. Falschfarbenbilder erzeugen

Rauch- oder Regenwolke?



Aufgabe: Handelt es sich um eine Rauch- oder Regenwolke?

1. Bildausschnitt Ätna (Süditalien, Catania) suchen
2. Ätna ausschneiden
3. Kontrastverbesserung starten
4. Echtfarbenbild erzeugen
5. Falschfarbenbilder erzeugen

Rauch- oder Regenwolke?



Satellitenbilder machen unsichtbare Dinge sichtbar

Aufgabe: Handelt es sich um eine Rauch- oder Regenwolke?

1. Bildausschnitt Ätna (Süditalien, Catania) suchen
2. Ätna ausschneiden
3. Kontrastverbesserung starten
4. Echtfarbenbild erzeugen
5. Falschfarbenbilder erzeugen



Verwaltungsbereich

Startseite

Registrierung

Anmelden



Aufgabe:
Bearbeiten Sie ein digitales Lernmodul Ihrer Wahl!

24°C
Sonnig

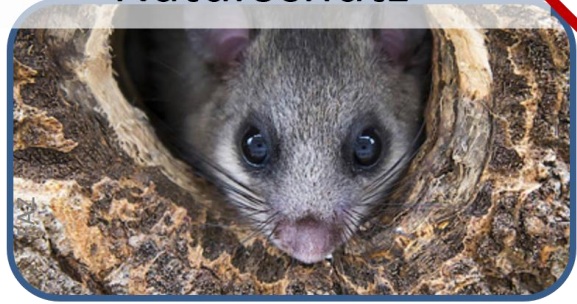
Drohnen und Streuobst



Kulturlandschaft Streuobstwiesen



Naturschutz



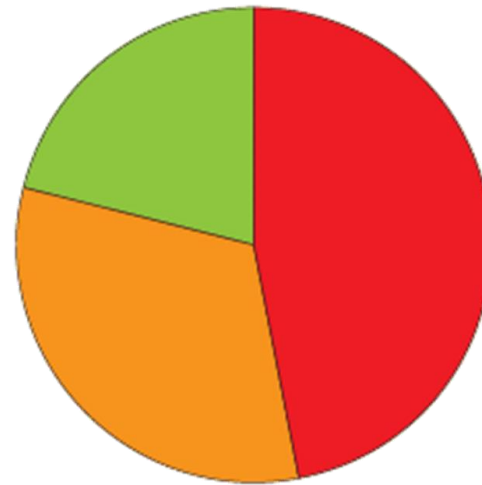
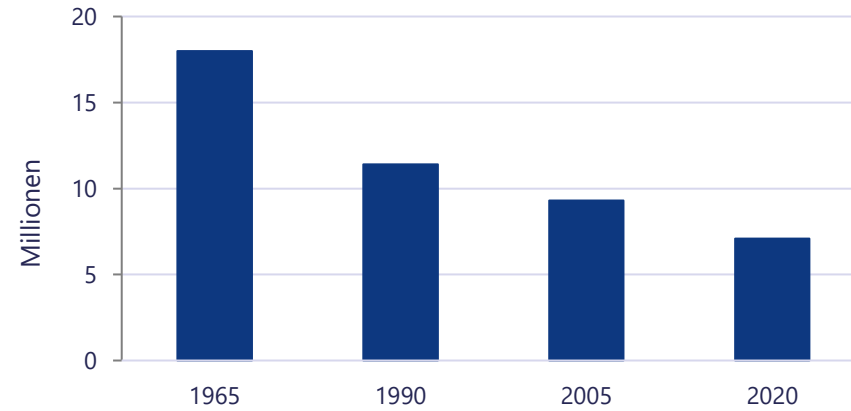
Wirtschaftlicher
Nutzen



Naherholung/Tourismus



Ergebnisse der repräsentativen Streuobsterhebung



- SCHNITZZUSTAND**
- kein Baumschnitt 47%
 - unregelmäßiger Baumschnitt 32%
 - regelmäßiger Baumschnitt 21%





Streuobstwiesen unterscheiden sich stark von anderen Landschaften!

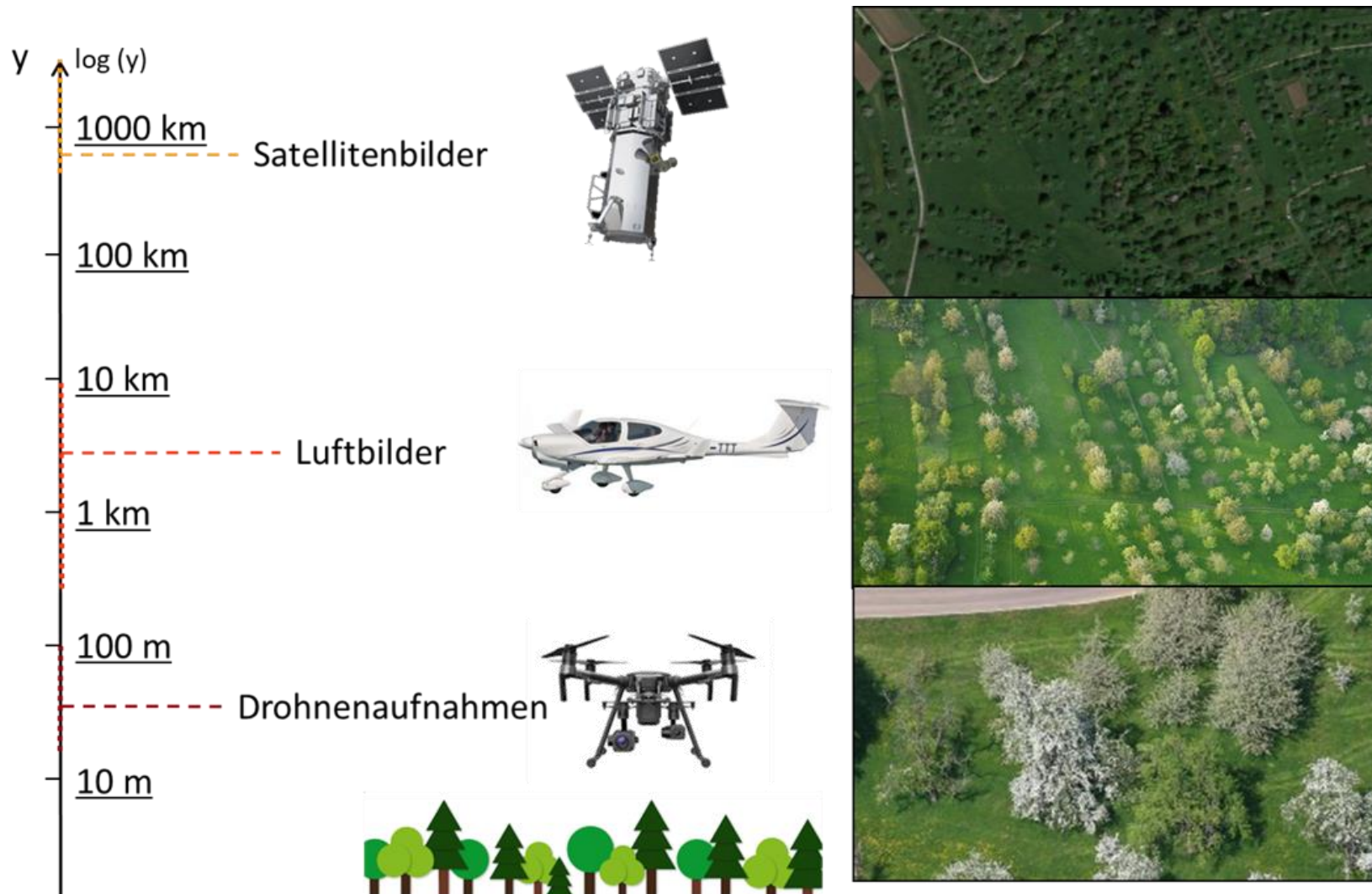
- Häufig abgelegen
- Oft nicht (mehr) kommerziell bewirtschaftet
- Sehr lokal und nicht flächig
- Spezielle Pflege von Baum zu Baum notwendig

Wie kann ein flächendeckendes Monitoring von einzelnen Bäumen gewährleistet werden?

Es gibt noch andere Objekte, die Luftbilder aufnehmen können...



Warum Drohnenbilder?



räumliche Auflösung: gering
zeitliche Auflösung: hoch
spektrale Auflösung: hoch
erfasste Fläche: weltweit



räumliche Auflösung: hoch
zeitliche Auflösung: gering
spektrale Auflösung: gering
erfasste Fläche: begrenzt

Warum Drohnenbilder?



Landsat 7

Räumliche Auflösung: 30*30 m



Sentinel-2

Räumliche Auflösung: 10*10 m



QuickBird 2

Räumliche Auf



<http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/land/ncrst/multiclas.html>



- H** | height in meters
- ImW** | image width in pixels
- GSD** | ground sampling distance in centimeters/pixels
- F** | focal length in millimeters
- SW** | sensor width in millimeters

<https://www.pix4d.com/de/blog/zehn-grundbegriffe-der-photogrammetrie/>

Mit einer Drohne in ca. **100m Höhe** → räumliche Auflösung (GSD) von einigen **cm!!**



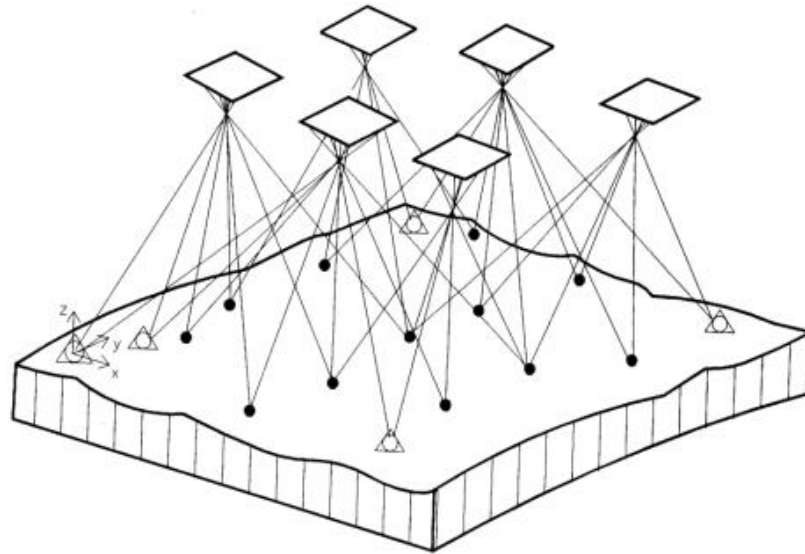
Wie und warum können wir räumlich sehen?



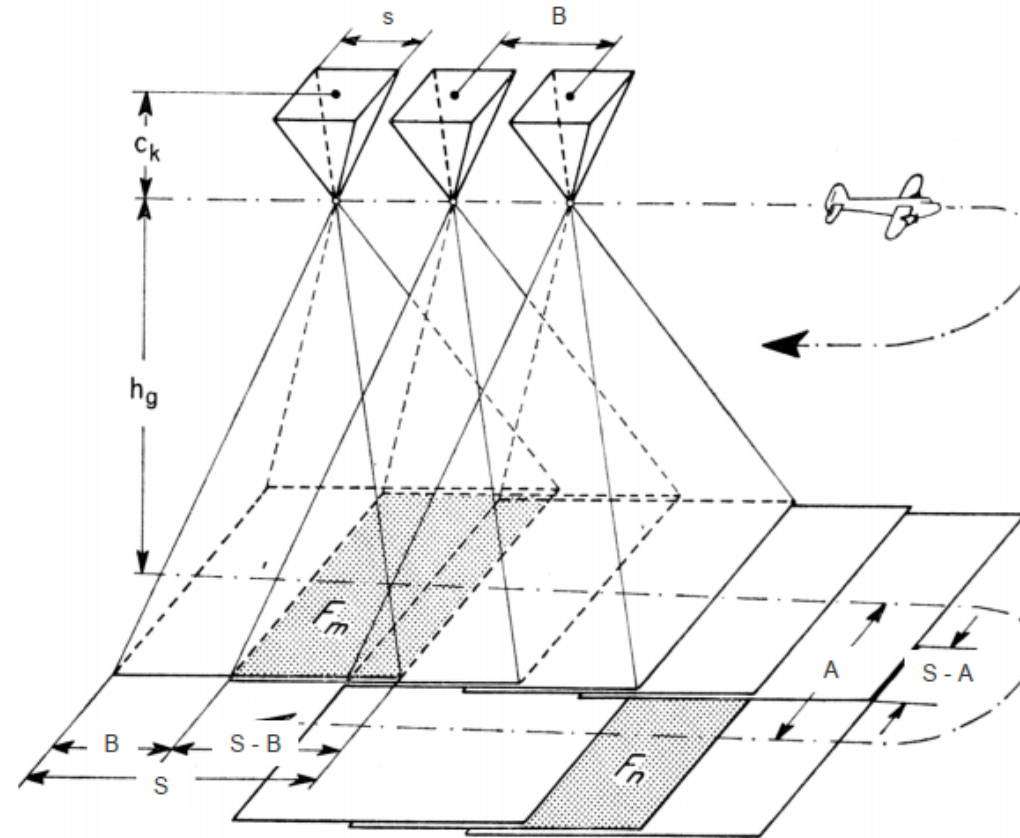
*Fotograf unbekannt, Jahrgang ca. 1900, Flohmarktfund,
bearbeitet von Christian Stüben*



Überlappende Bildpaare
→ erzeugen gemeinsame Punkte



(classical) airborne



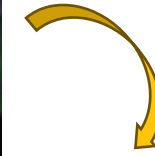
© Albertz / Kreiling 1975

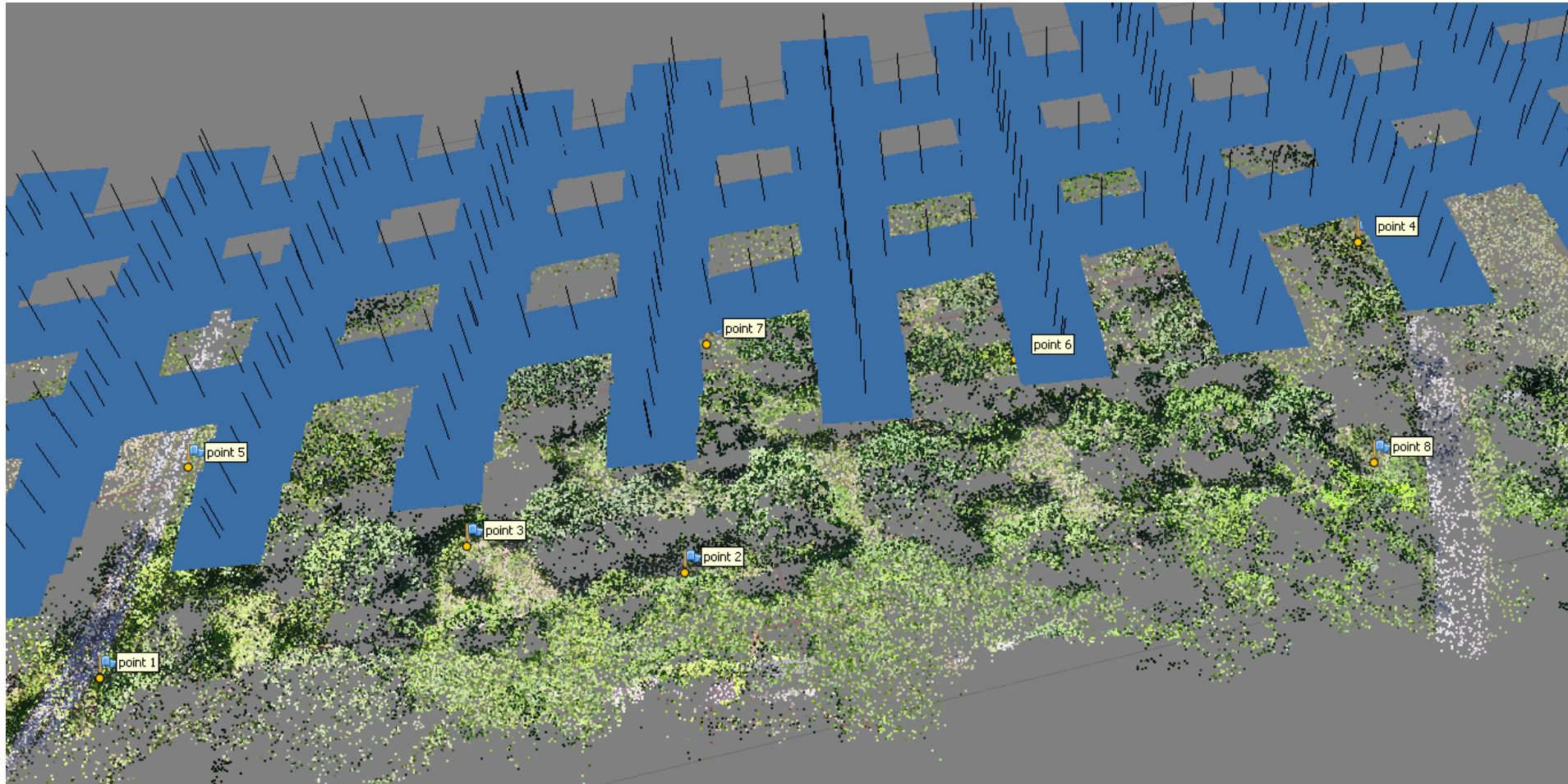
- L length of area of interest (block length)
- Q width of area of interest (block width)
- A distance between strips
- Z (mean) terrain height
- Z_0 absolute flying height
- s Image size
- S images size projected to object space
- b base in image space
- B base in object space
- h_g flying height above ground
- c_k focal length



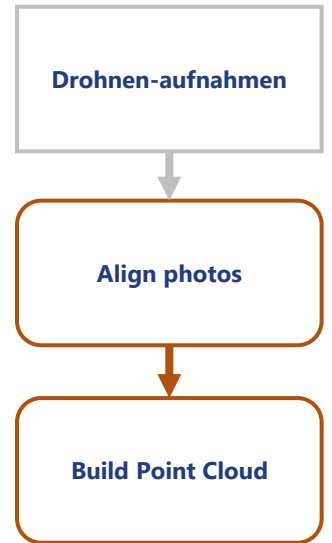
Zwischenfazit:

- Gleiche Punkte/Objekte tauchen in verschiedenen Bildern auf





Software





Zwischenfazit:

- Gleiche Punkte/Objekte tauchen in verschiedenen Bildern auf
- Software kann ihre **relative Position** bestimmen

Drohnenbilder - Dichte Punktwolke



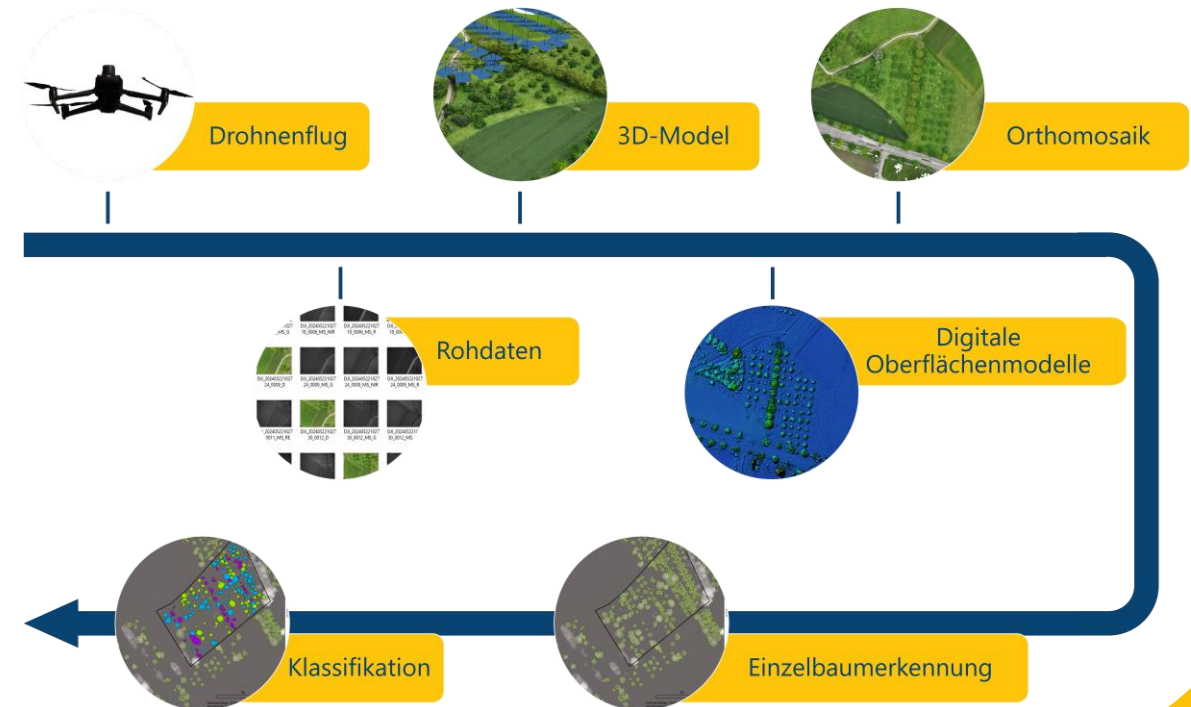


Zwischenfazit:

- Gleiche Punkte/Objekte tauchen in verschiedenen Bildern auf
- Software kann ihre **relative Position** bestimmen
- Aus den relativen Positionen kann ein 3D-Model erstellt werden

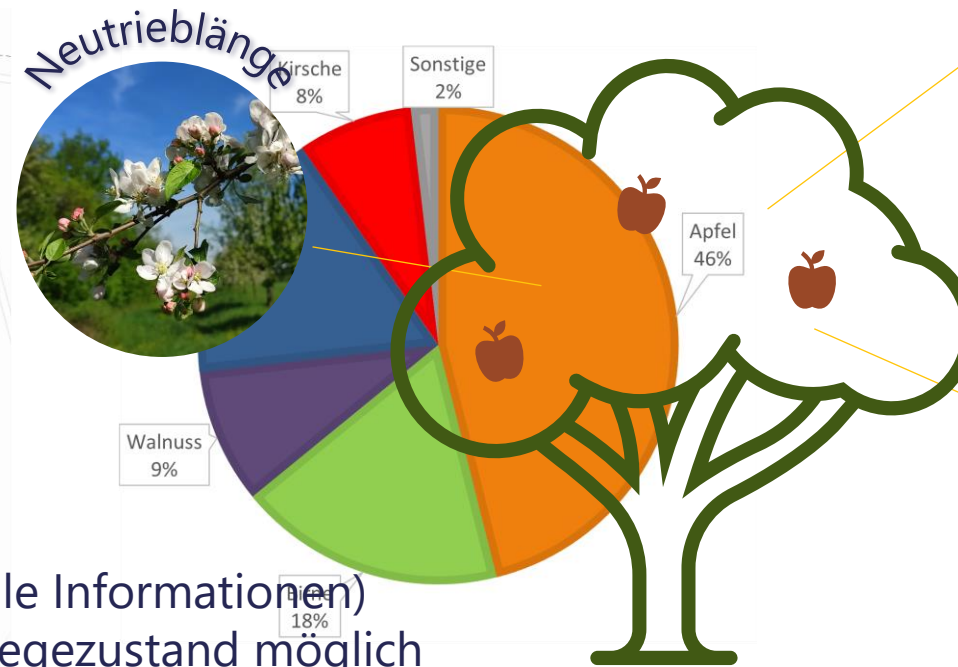
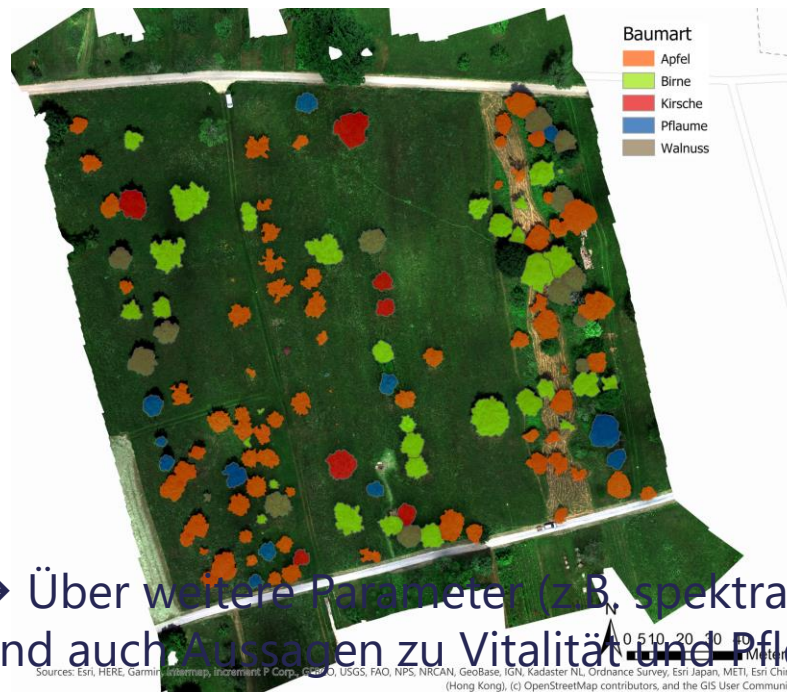


Aus 3D-Modell lassen sich enorm viele Informationen gewinnen!!



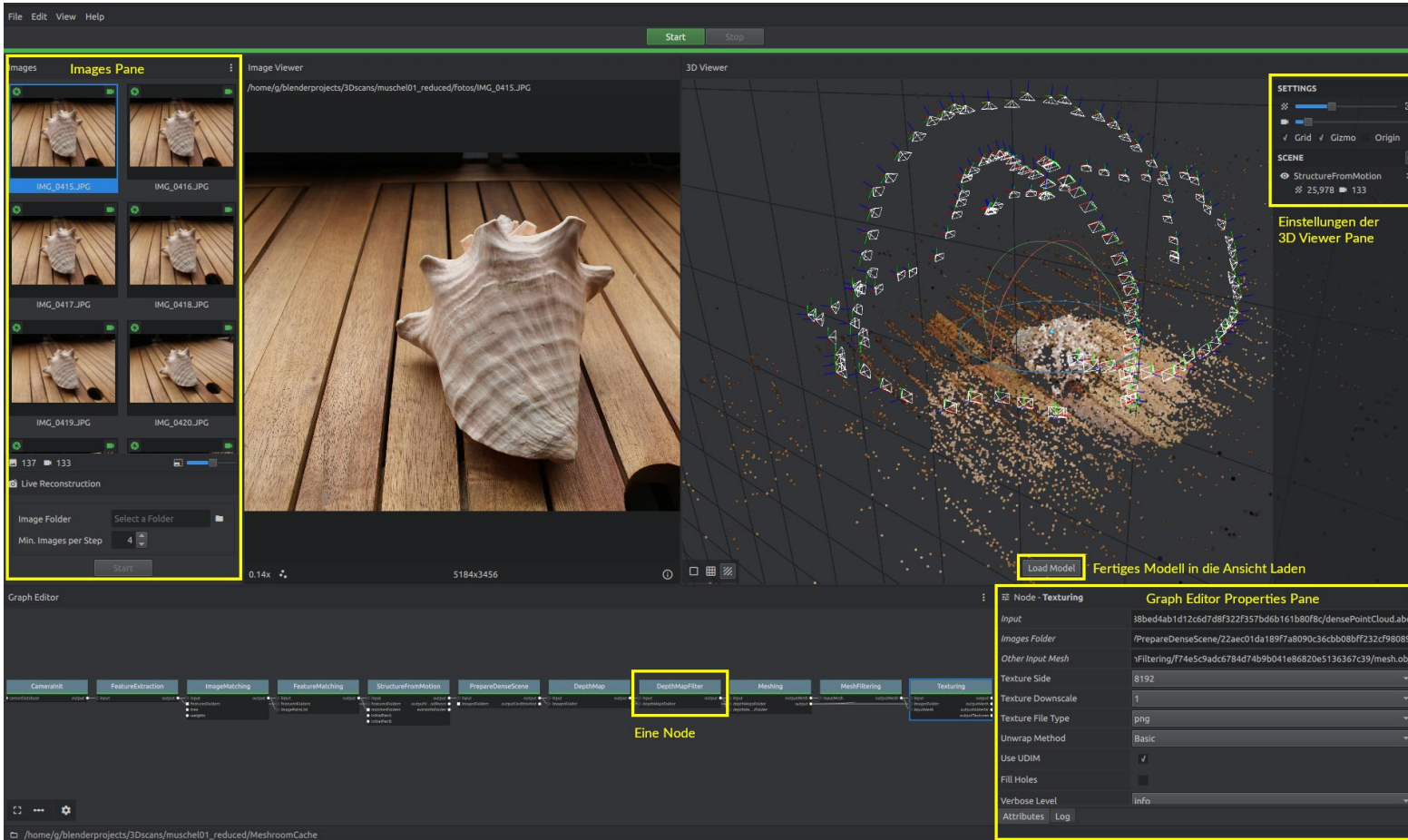


- Automatisierte Detektion einzelner Bäume auf Grundlage des digitalen Höhenmodells
- Unterscheidung in Obstbäume und sonstige Bäume (z.B. Waldbäume) aufgrund von Bestandsstruktur



→ Über weitere Parameter (z.B. spektrale Informationen) sind auch Aussagen zu Vitalität und Pflegezustand möglich

3D-Scanner für die Jackentasche



Photogrammetrie mit dem Handy...



<https://alicevision.org/#meshroom>

<https://www.heise.de/select/ct/2020/9/2006408204929823661>

Flugplanung



Unsere Drohne – DJI Mavic3M



Ground Sampling Distance: $\approx 4,6$ cm/pixel bei $h_{\text{Flug}} = 100\text{m}$

Eigengewicht: 951g \rightarrow Drohnenklasse C2

Max Flugzeit bei Windstille: 43 Minuten

GNSS: GPS + Galileo + BeiDou + GLONASS



RGB-Kamera

5280x3956 (20 MP)

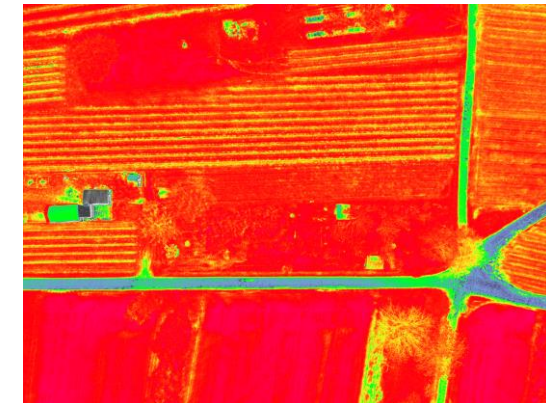


Multispektralkamera

2592x1944 (5 MP)



RGB



NDVI



Im wesentlichen 2 große Fragen...

Was möchte ich auf meinen Bildern sehen bzw. erkennen können?

- Wie hoch möchte ich fliegen (GSD? Datenmenge?)
- Wie stark sollen sich meine Bilder überlappen?
- Was für Aufnahmen brauche ich? Multispektral?
- Brauche ich externes Equipment (GNSS, RTK, ...)

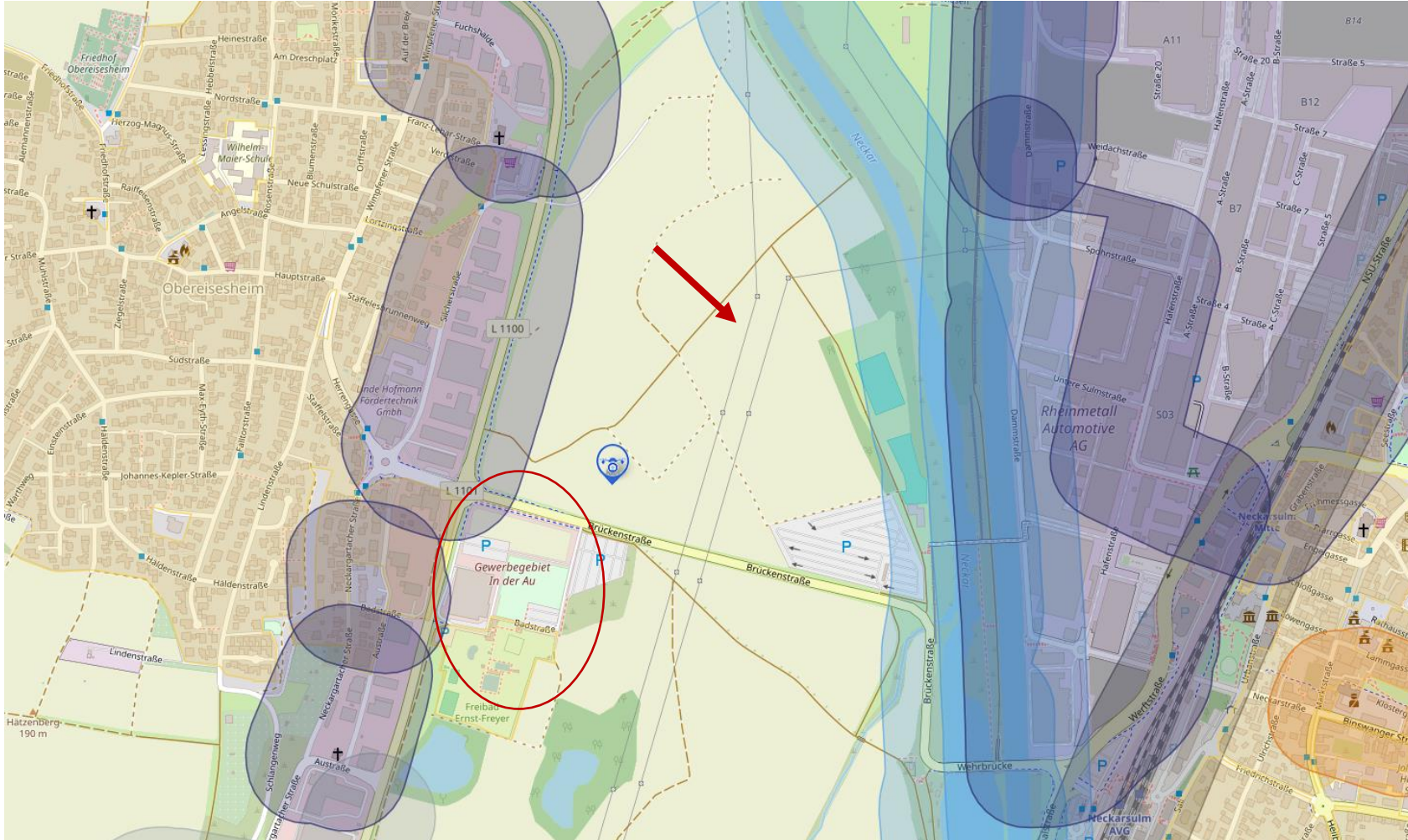
Darf ich das überhaupt?

- Kann ich alle Gebiete ohne Einschränkungen überfliegen?
- Muss ich Genehmigungen einholen?
- Bin ich überhaupt befugt, meine Drohne zu fliegen??
- ...und noch viel mehr



menti.com
Code: 1404 7854

**Was fallen euch spontan für Dinge ein,
die problematisch sein könnten?**
→ Schreibt es in die WordCloud



Dronemaps24.org

**Was findet ihr an Gebieten?
Was folgt daraus für uns?**



Typische Flugmuster





Gemeinsam einen Flugplan erstellen



AIRCADEMY

LEHRSTUHL FÜR ERDBESICHTIGUNG UND ERDKOMMUNIKATION

VORAB-CHECKLISTE (1 TAG ZUVOR)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Lizenz gültig | <input type="checkbox"/> Erforderliche Genehmigungen ok |
| <input type="checkbox"/> Betreiberregistrierung gültig | <input type="checkbox"/> Drohne ist flugfähig / gewartet |
| <input type="checkbox"/> Versicherung gültig | <input type="checkbox"/> Software und Firmware aktualisiert |
| <input type="checkbox"/> Flugroute / gebiet geplant | <input type="checkbox"/> Batterien aufgeladen |
| <input type="checkbox"/> Luftraum und Hindernisse ok | <input type="checkbox"/> Fernbedienung / Bodenstation geladen |
| <input type="checkbox"/> NOTAMs geprüft | <input type="checkbox"/> Ausrüstung vorbereitet / gepackt |
| <input type="checkbox"/> Wetter geprüft | <input type="checkbox"/> Speicherkarten vorbereitet |

AUSRÜSTUNGS-CHECKLISTE (AM FLUGTAG)

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Benötigte Ausrüstung bereit | <input type="checkbox"/> Betriebshandbuch vorhanden |
| <input type="checkbox"/> Speicherkarten einsatzbereit | <input type="checkbox"/> Windmesser vorhanden |
| <input type="checkbox"/> Ersatzbatterie vorhanden | <input type="checkbox"/> Aufladegerät vorhanden |
| <input type="checkbox"/> Kamera funktionsfähig | <input type="checkbox"/> Wetterinformationen aktualisiert |
| <input type="checkbox"/> Bodenstation betriebsbereit | <input type="checkbox"/> NOTAM Informationen aktualisiert |

NOTIZEN (WICHTIG FÜR DEN FLUG / BESONDERHEITEN)

AIRCADEMY

LEHRSTUHL FÜR ERDBESICHTIGUNG UND ERDKOMMUNIKATION

VOR DEM START CHECKLISTE (AM ABFLUGORT)

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Fitness ok („I'M SAFE“) | <input type="checkbox"/> Max. Flughöhe eingestellt |
| <input type="checkbox"/> Equipment zusammengebaut | <input type="checkbox"/> Signalstärke und Empfang ok |
| <input type="checkbox"/> UAS zusammengebaut | <input type="checkbox"/> GPS-Empfang und Satelliten ok |
| <input type="checkbox"/> UAS auf Beschädigungen und festen Sitz geprüft | <input type="checkbox"/> Kamera / Kamerafunktion funktionsfähig |
| <input type="checkbox"/> Propeller fest und freiläufig | <input type="checkbox"/> Kamera fest und korrekter Modus |
| <input type="checkbox"/> Batteriespannung und Temperatur ok | <input type="checkbox"/> MTOM ok (Nutzlast) |
| <input type="checkbox"/> Batterie festig und geprüft | <input type="checkbox"/> Wetter / Wind aktualisiert |
| <input type="checkbox"/> Kompass kalibriert | <input type="checkbox"/> Luftraum / Umgebung geprüft |
| <input type="checkbox"/> Return Home und Höhe eingestellt | <input type="checkbox"/> Mobiltelefon: kein Gesprächsempfang |
| <input type="checkbox"/> Flugmodus eingestellt (GPS/Atti/Manual) | <input type="checkbox"/> Zuschauer informiert |

NACH DEM START (IN 5 METER HÖHE)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Steuerung ok | <input type="checkbox"/> Keine Abnormalitäten |
| <input type="checkbox"/> Signalstärke ok | <input type="checkbox"/> 20 s Schwebeflug ok |

NACH DER LANDUNG

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> UAS ausschalten (zuerst) | <input type="checkbox"/> Kamera / Payload ausschalten |
| <input type="checkbox"/> Fernbedienung ausschalten | <input type="checkbox"/> UAS auf Beschädigungen prüfen |

NACH DEM FLUG

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Batterie entfernt / entladen | <input type="checkbox"/> Flugdokumentation |
|---|--|

Aufgehts!!!

Auswertung & Ausblick



Orthophotos



Workspace

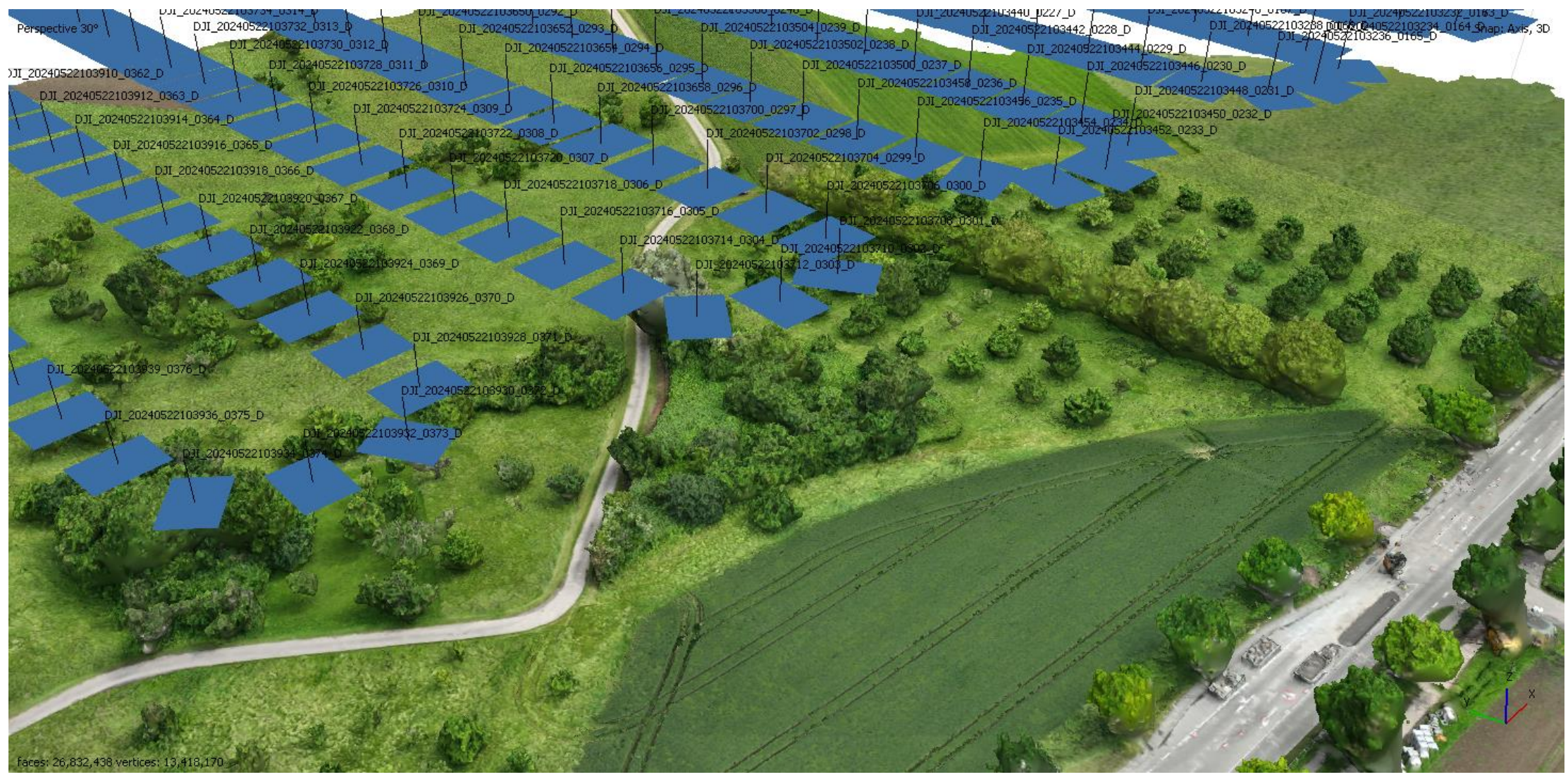
- Workspace (3 chunks, 1674 cameras)
- RGB_jpg_files_80m (435 cameras, 233,285 points) [R]
- MS_tif_files_80m (435 cameras, 249,721 points) [R]
- RGB_jpg_files_60m (804 cameras, 528,246 points) [R]
 - Cameras (804/804 aligned)
 - Components (1)
 - Tie Points (528,246 points)
 - Depth Maps (804, High quality, Mild filtering)
 - Dense Cloud (157,307,535 points, High quality)
 - 3D Model (43,970,274 faces, High quality)
 - DEM (21216x21926, 3.35 cm/pix)
 - Orthomosaic (27680x31382, 1.68 cm/pix)

Property	Value
Depth maps generation parameters	
Quality	High
Filtering mode	Mild
Max neighbors	16
Processing time	44 minutes 52 seconds
Memory usage	6.59 GB
Dense cloud generation parameters	
Processing time	4 hours 17 minutes
Memory usage	18.75 GB
Data created	2024-05-27 13:31:34

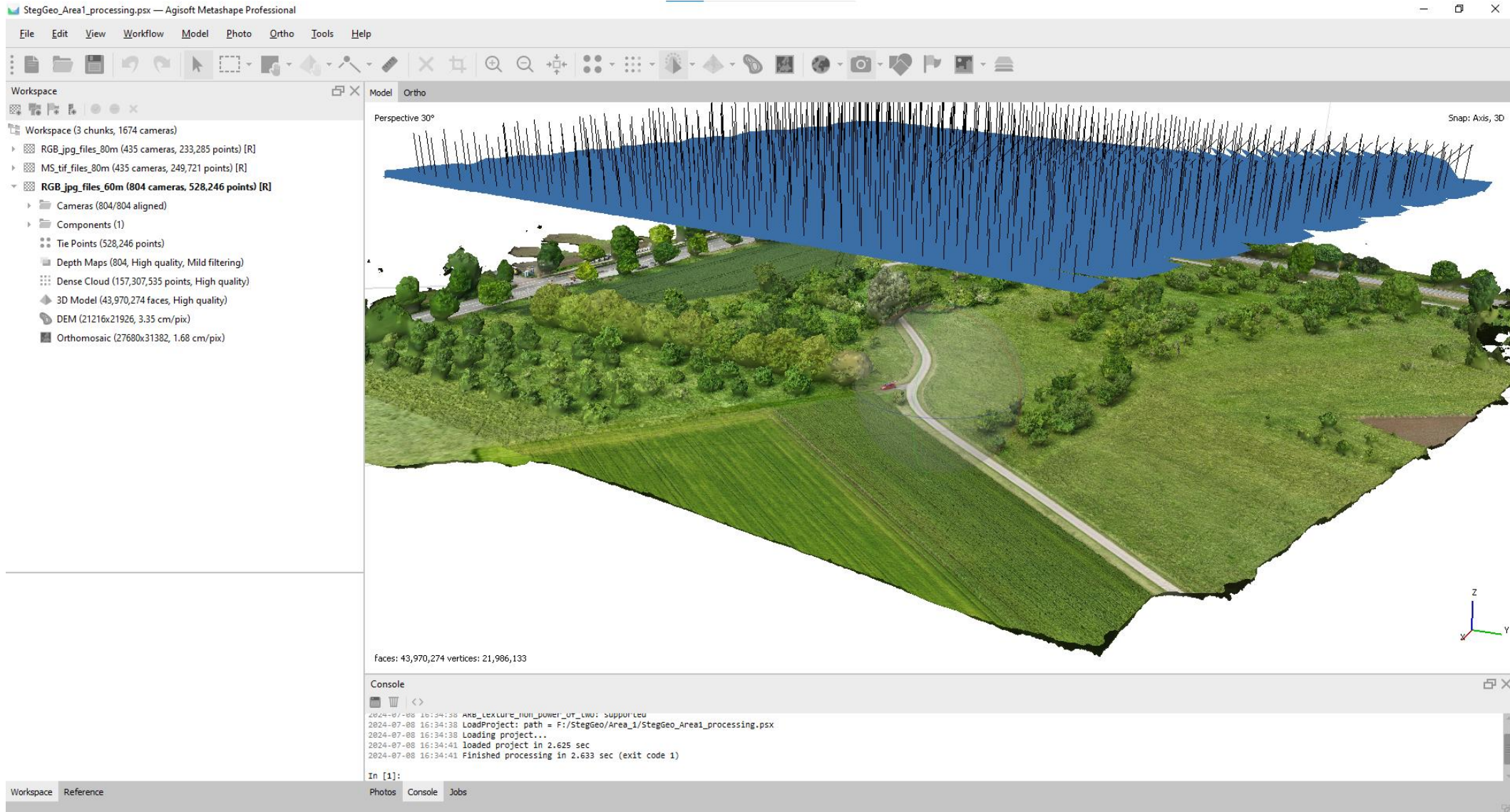
points: 157,307,535

```
2024-07-08 16:34:38 Ark_LexLure_nion_power_of_uwo: supportLeu
2024-07-08 16:34:38 LoadProject: path = F:/StegGeo/Area_1/StegGeo_Area1_processing.psx
2024-07-08 16:34:38 Loading project...
2024-07-08 16:34:41 loaded project in 2.625 sec
2024-07-08 16:34:41 Finished processing in 2.633 sec (exit code 1)
```

3D-Modell



faces: 26,832,438 vertices: 13,418,170



StegGeo_Area1_processing.psx — Agisoft Metashape Professional

File Edit View Workflow Model Photo Ortho Tools Help

Workspace (3 chunks, 1674 cameras)

- RGB_jpg_files_80m (435 cameras, 233,285 points) [R]
- MS_tif_files_80m (435 cameras, 249,721 points) [R]
- RGB_jpg_files_60m (804 cameras, 528,246 points) [R]
 - Cameras (804/804 aligned)
 - Components (1)
 - Tie Points (528,246 points)
 - Depth Maps (804, High quality, Mild filtering)
 - Dense Cloud (157,307,535 points, High quality)
 - 3D Model (43,970,274 faces, High quality)
 - DEM (21216x21926, 3.35 cm/pix)
 - Orthomosaic (27680x31382, 1.68 cm/pix)

Perspective 30°

Snap: Axis, 3D

faces: 43,970,274 vertices: 21,986,133

Console

```
2024-07-08 16:34:35 ARE_texture_norm_panner_or_low: support led
2024-07-08 16:34:38 LoadProject: path = F:/StegGeo/Area_1/StegGeo_Area1_processing.psx
2024-07-08 16:34:38 Loading project...
2024-07-08 16:34:41 loaded project in 2.625 sec
2024-07-08 16:34:41 Finished processing in 2.633 sec (exit code 1)
```

In [1]:

Workspace Reference Photos Console Jobs

3D-Modell





Workshop 1 – Flug & Planung

Workshop 2 – Kartieren

Workshop 3 – Streuobstaktion

Workshop 4 – Prozessierung

Feedback?





Vielen Dank!

Workshop 1: Audi Stiftung für Umwelt

Flug & Planung

Paul Joseph, Tobias Gehrig, Jana Metzger