

# Fernerkundung Zusammenfassung

## Luftbilder:

Treuemarken in den Ecken  
Collimating Marks an den Seiten } Rahmenmarken  
Bildmittelpunkt/Bildhauptpunkt als Kreuz in der Bildmitte  
Titelstreifen: FilmNr, Region, Maßstab, Brennweite, Datum, Auftraggeber  
Flugdaten: Uhr, Höhenmesser, Dosenlibelle (Neigung)

Bildbasis: Linie zwischen Bildhauptpunkt dieses und des nächsten Bildes.

Bildmaßstab lässt sich berechnen:

$$\frac{1}{m_b} = \frac{f}{H-h} = \frac{c_k}{H_g} \text{ mit } f \text{ Brennweite, } H \text{ Flughöhe, } h \text{ Erhebung, } H_g \text{ Höhe über Boden,}$$

$c_k$  Kammerkonstante: Entfernung zwischen Projektionszentrum und Bildhauptpunkt

Verhältnis Bildstrecke zur gemessenen Strecke (Neigung und Höhe verändert den Maßstab)

Berechnung der Höhe von Objekten:

$$\frac{\Delta r'}{r} = \frac{\Delta h}{h_g}$$

$\Delta r'$ : Länge des Versatzes auf dem Bild,  
 $r$ : Entfernung Bildmittelpunkt Objektende,  
 $\Delta h$ : Höhe des Objekts  
 $h_g$ : Höhe über Boden des Aufnahmegeäts

## Stereoskopisches Sehen:

Die Bilder müssen Parallaxen aufweisen

Parallaxe: Scheinbare Lageverschiebung eines Objekts

$$p = X_{A'} + X_{A''} \text{ mit}$$

$X_{A'}$  Entfernung BHP A' auf dem entsprechenden Bild (Messung parallel zur Bildbasis),

$X_{A''}$  Entfernung BHP A'' auf dem entsprechenden Bild

$$p = \frac{f \cdot B}{H}, f, B \text{ konstant, } H \text{ Höhe des Objekts}$$

Auf dem rechten Bild ist das gleiche Detail weiter links.

Anordnung der Bilder:

Auf jedem Bild Bildhauptpunkt und Übertragenen BHP einzeichnen.

Diese 4 Punkte auf einer Linie ausrichten

Abstand zwischen BHP und übertragenem BHP = Gerätebasis

Berechnung der Höhe von Objekten:

$$\Delta h_i = \frac{h_0 \cdot \Delta p x_i}{b' + \Delta p x_i}$$

$\Delta h_i$ : Höhendifferenz der Punkte 0 und 1  
 $h_0$ : Flughöhe über Punkt 0  
 $\Delta p x_i$ : X-Parallaxendifferenz der Punkte 0 und 1  
 $b'$ : Bildbasis (Abstand der BHP)

Messung der Parallaxe mittels Stereomikrometer:

Die zwei Markierungen des Mikrometers sollten als eine im Raum schweben.

Die Distanz zwischen den Markierungen verändern (an Mikrometerschraube drehen),  
bis die räumliche Markierung den Boden erreicht.

Der abgelesene Wert ist die Parallaxe dieses Punktes.

## Elektromagnetische Strahlung:

$$\lambda = c * v$$

Sichtbar: 400nm-700nm

Nahes Infrarot: 1300nm

Mittleres Infrarot: 3000nm-7µm

Thermales Infrarot: 15µm

Plancksches Strahlungsgesetz:

$$M_\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left( e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)} \text{ Ausstrahlung abhängig der Wellenlänge und der Temperatur}$$

$$M_\lambda = \frac{c_1}{\lambda^5 \left( e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right)} M_\lambda \left[ \frac{W}{m^2 \mu m} \right]$$

Stefan-Boltzmann-Gesetz:

$$M = \sigma T^4 \quad \sigma: \text{ Boltzmann-Konstante}$$

Gesamtstrahlung eines Körpers der Temperatur T

Wiensche Verschiebungsgesetz:

$$\lambda_{max} = \frac{k}{T} \quad k: \text{ Wiensche Konstante}$$

Wellenlänge der maximalen Ausstrahlung abhängig der Temperatur

## Radiometrische Größen:

Bestrahlungsstärke E:  $\frac{W}{m^2}$  (Einstrahlung)

spezifische Ausstrahlung:  $\frac{W}{m^2}$  (Ausstrahlung)

Strahlstärke I:  $\frac{W}{sr}$  (Ausstrahlung im Bereich eines Ausstrahlungskegels)

Strahldichte L:  $\frac{W}{m^2 sr}$  (Ausstrahlung eines Punktes einer Fläche im Bereich eines Kegels)

## Spektrale Oberflächenanalyse:

Ein Messsystem muss kalibriert werden, da der Sensor Rohdaten (DN - Digital Number) misst.

Die Kalibrierung wird mithilfe einer Referenz, des Spectralons durchgeführt.

Interaktionen von Strahlung mit Materie:

- Transmission: "Durchleiten" der Strahlung
- Reflexion: "Zurückwerfen" der Strahlung
- Absorption: "Aufnehmen" der Strahlung

Transmissionsgrad:  $\frac{\text{Transmission}}{\text{Gesamtstrahlung}}$

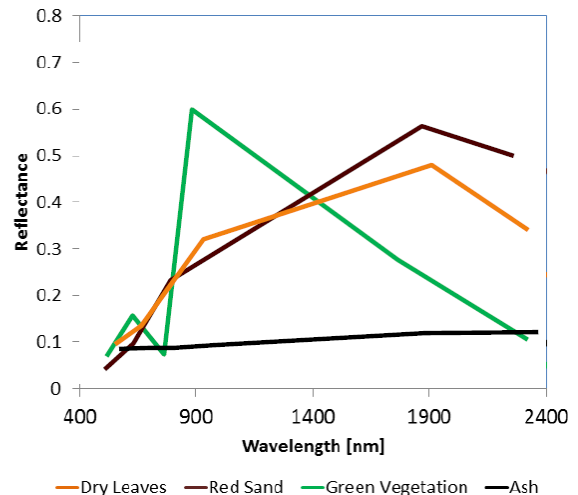
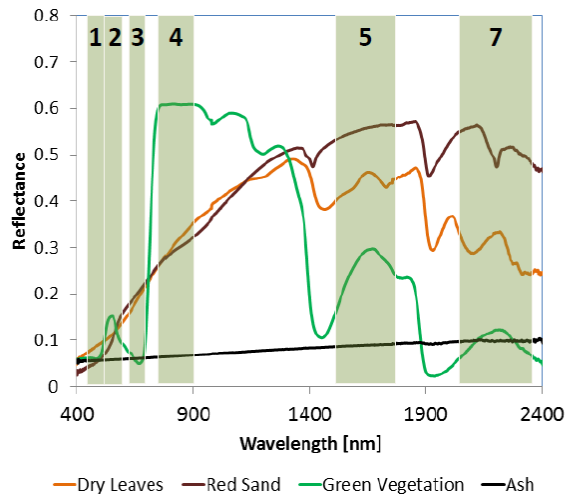
Reflexionsgrad:  $\frac{\text{Reflexion}}{\text{Gesamtstrahlung}}$

Absorptionssgrad:  $\frac{\text{Absorption}}{\text{Gesamtstrahlung}}$

Einflussfaktoren auf Reflexion:

Je größer Partikelgröße, Feuchtegehalt, Gehalt organischer Substanz, desto geringer die Reflexion.

## Übliche Spektren:



Green Peak: Relatives Maximum im grünen Bereich (0,55µm)

Red Edge: Starker Anstieg im roten Bereich (0,7µm)

Wasserabsorptionsbande bei: 1,45µm, 1,95µm, 2,6µm

## Auflösungen von digitalen Aufnahmesystemen:

Geometrische Auflösung: Größe der Pixel

Spektrale Auflösung: Anzahl und Lage der Aufnahmekanäle im Spektrum

Radiometrische Auflösung: Größe des Messwertebereich (Graustufen)

Zeitliche Auflösung: Wiederholrate wann der Bereich erneut abgeleitet wird.

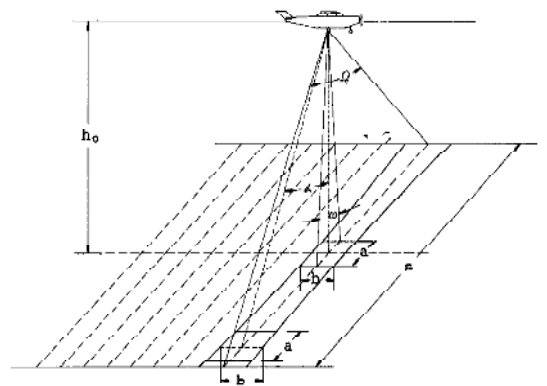
## Aufnahmeprinzip:

Optomechanisch/Whiskbroom-Scanner:

Während sich das Aufnahmegerät vorwärtsbewegt werden Bilder in Reihen quer zur Flugrichtung aufgenommen.

Optoelektronisch/Pushbroom-Scanner:

Ein Sensorarray nimmt alle Pixel einer Reihe zeitgleich auf.



## Laserscanning:

Aktives Scansystem

Entfernung  $R = \frac{1}{2}tc$

Um Höhendaten zu georeferenzieren wird differentiell GPS benutzt

Es können mehrere Echopulse zurücklaufen, der letzte ankommende ist die Bodenhöhe.

Only Pulse + First Pulse = Oberflächenmodell

Only Pulse + Last Pulse = Geländemodell

Oberflächenmodell - Geländemodell = normalisiertes Kronenmodell (Höhe über Grund)

## Mikrowellen:

Wellenlängen im cm bis m Bereich

Wetter und Zeitunabhängig (Mikrowellenstrahlen durchdringen Wolken besser)

Passive Systeme: Nur wenig Energie vorhanden, daher geringe räumliche Auflösung

Gibt Aufschluss über Temperatur und Beschaffenheit

## RADAR:

Aussenden eines Mikrowellenimpulses --> Laufzeitmessung

Azimuth: Flugrichtung

Depressionswinkel: Ausstrahlungswinkel des Impulses

Incidenzwinkel: Einstrahlungswinkel des Impulses auf Grund

Objekte die orthogonal zur Blickrichtung liegen sind heller und besser zu erkennen

RADAR-Impulse sind meistens polarisiert

Empfangen wird nicht unbedingt die gesendete Polarisation aufgrund von

Polarisationsänderungen durch Reflexion

Slant-Range-Geometrie: Entfernung der Objekte zum System, nicht Bodendistanz

Errechnet durch  $SR = \frac{ct}{2}$ , kleinster auflösender Bereich:  $\Delta R = \frac{c\tau}{2}$

Ground-Range: Entfernung der Objekte in Bodendistanzen

Ground-Range-Auflösung ändert sich mit dem Depressionswinkel  $\Delta R_r = \frac{c\tau}{2 \cos \gamma}$

Umrechnung:  $GRD = \sqrt{SRD^2 - h^2}$

Range-Auflösung: Auflösung orthogonal zur Flugrichtung

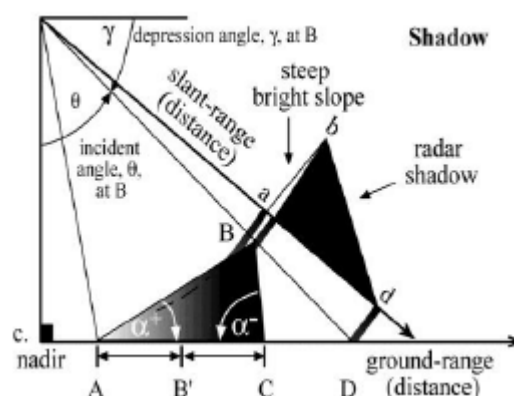
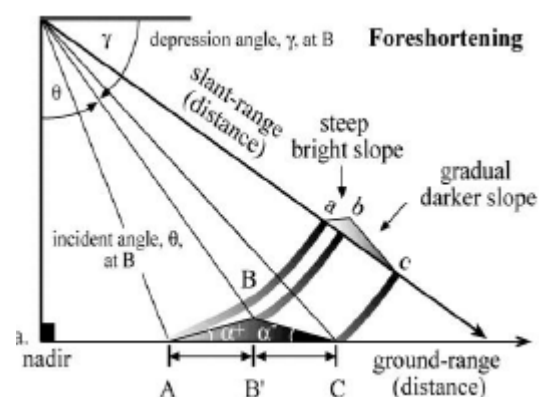
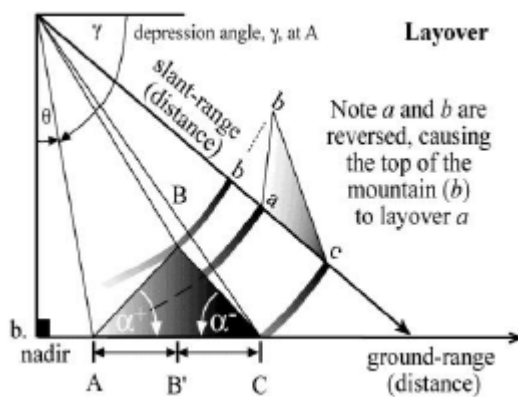
je kleiner die Pulsdauer, desto feiner die Range-Auflösung

Auflösung in Azimuth-Richtung bestimmt durch breite des keulenförmigen Radarstrahls

Je kürzer die Wellenlänge, desto feiner die Auflösung

Abhängig von Antennenlänge:  $R_a = \frac{s\lambda}{L}$  (S: Slant-Range-Distanz)

Auftretende Phänomene:



### **Systeme mit synthetischer Apertur:**

Aussenden vieler breiter Radarstrahlen durch eine kurze Antenne, Empfang durch eine virtuelle lange Antenne.

Ein weiter entferntes Objekt wird öfters durch einen Strahl getroffen und reflektiert. Durch den Dopplereffekt können die Strahlen auseinandergehalten werden, dafür muss die Phase aufgezeichnet werden.

Es gibt eine konstante Auflösung von Near zu Far Range.

Es muss ein frequenzstabiles Referenzsignal als Basis dienen, Signale werden darauf überlagert.

Es muss phasengleiche (kohärente) Strahlung benutzt werden.

Radargleichung (empfangene Signalstärke):  $P_r = P_t G_t \frac{1}{4\pi R^1} \sigma \frac{1}{4\pi R^2} A_r$

$P_t$ : Sendestärke,  $G_t$ : Sensitivität in Senderichtung,  $R$ : SRD,  $\sigma$ : Rückstreukoeffizient,  
 $A_r$ : Antennengröße

Radar-Signale werden stark durch die Oberflächenrauigkeit beeinflusst.

### **Rayleigh-Kriterium:**

$h$ : Höhe über Grund

$\gamma$ : Depressionswinkel

Glatte Oberflächen reflektieren nur wenig Energie in Richtung Antenne:  $h < \frac{\lambda}{25 \sin(\gamma)}$

Raue Oberflächen reflektieren stark:  $h > \frac{\lambda}{4,4 \sin(\gamma)}$

Radarstrahlen dringen in Materie ein. Das wird beeinflusst durch die Dielektrizitätskonstante (wiederum durch Wasser und Oberfläche)

Objekte der Größenordnung der Wellenlänge reflektieren am signifikantesten.