

## Wie entsteht ein Digitales Höhenmodell?

Das Cluster Angewandte Fernerkundung bietet aus Fernerkundungsdaten abgeleitete höherwertige Produkte für die Nutzung in Wissenschaft und Wirtschaft an. Zu diesen höherwertigen Produkten gehören die aus Radardaten mit der Methode der SAR Interferometrie erstellten, digitalen Höhenmodelle (DHM).

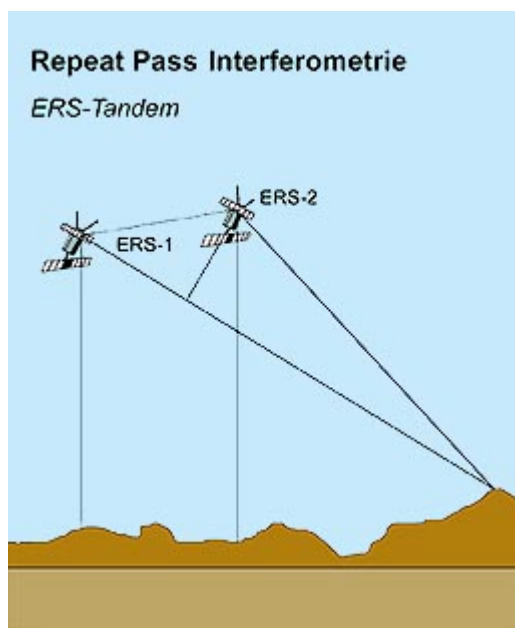
Ein **digitales Geländemodell (DGM)** beschreibt die topographische Oberfläche des Geländes. Im Unterschied hierzu gibt ein **digitales Höhenmodell (DHM)** die Höhe des Geländes inklusive aller auf ihr vorzufindenden Objekte wie z.B. Vegetation und Bebauung wieder.

DHMs haben im Vergleich zu einer 2-dimensionalen Darstellung, wie sie Luft- und Satellitenbilder oder auch topographische Karten bieten, den Vorteil, dass sie die vertikale Ausdehnung der Erdoberfläche durch Höhenwerte pro Bildpunkt zu wiedergeben. Durch diese z-Werte ist eine 3-dimensionale Darstellung und Analyse der betrachteten Oberflächen möglich.

Für die Erstellung digitaler Höhenmodelle ergeben sich durch den Einsatz von **Radaraufnahmesystemen** vollkommen neue Möglichkeiten. Da diese selbst aktiv Signale (Mikrowellen) aussenden, benötigen sie keine externe Beleuchtungsquelle, wie z. B. konventionelle optische Aufnahmesysteme, die abhängig vom Sonnenlicht sind. Dies bedeutet, dass Aufnahmen unabhängig von der Tageszeit (auch nachts) empfangen werden können.

Zudem arbeiten Radarsysteme aufgrund der verwendeten Wellenlänge (cm-Bereich) wetterunabhängig. Die Radarstrahlen können die Atmosphäre praktisch unverfälscht durchdringen. Vor allem in Gebieten mit hohem ganzjährigem Bewölkungsanteil, wie der Äquatorregion, gewinnt dieser Vorteil an Bedeutung.

Mit nur einer Radaraufnahme kann die dreidimensionale Lage eines Bodenpunktes nicht eindeutig bestimmt werden. Daher werden, ähnlich dem Stereofall, zwei Aufnahmen von unterschiedlichen Positionen kombiniert.

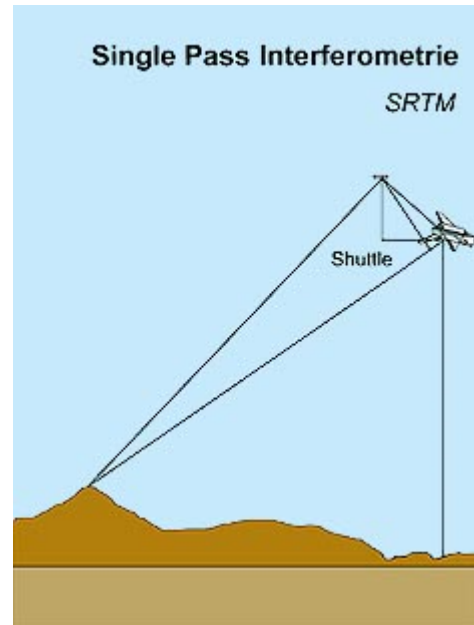


Die beiden Aufnahmen können entweder mit Hilfe einer Sende- und Empfangsantenne und einer zweiten, räumlich versetzten Antenne zeitgleich aufgezeichnet werden, (Abbildung unten) oder zeitlich versetzt durch eine Aufnahme eines zweiten Überfluges über das Gebiet aus leicht versetztem Orbit entstehen (linke Abbildung). Im ersten Falle spricht man von der **Single-Pass-**, im zweiten Falle von der **Repeat-Pass-Interferometrie**.

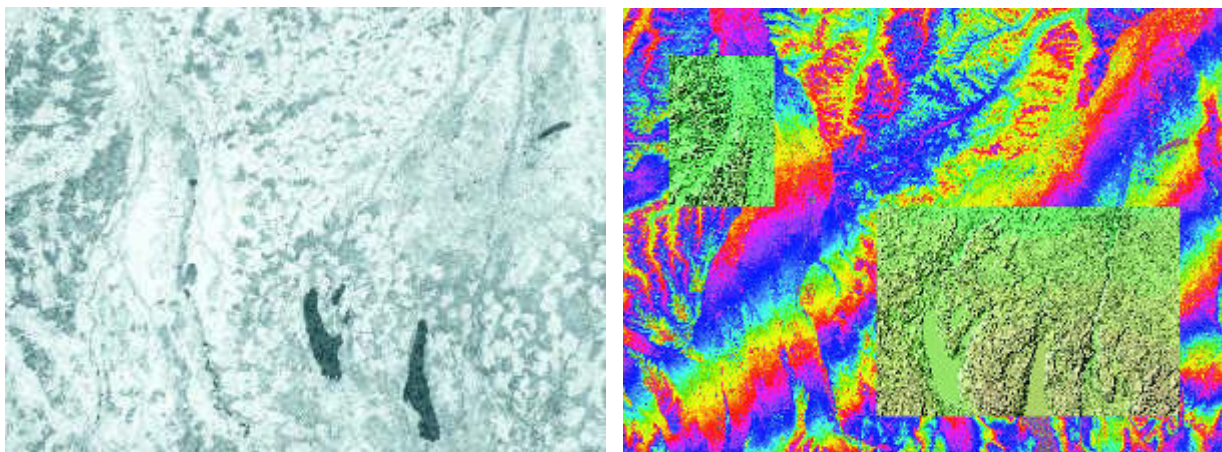
Bei den so genannten **Tandem-Missionen** (z.B. bei ERS-1 & 2) wird dasselbe Gebiet auf der Erde zeitlich um 24 Stunden versetzt mit einer räumlichen Verschiebung (Basislinie), die in der Regel zwischen 80-300m lang sein kann, aufgezeichnet.

Innerhalb dieser Zeitspanne auftretende Veränderungen der Windverhältnisse oder anderer atmosphärischer Bedingungen sowie zwischenzeitlicher Niederschlag können die Übereinstimmung zwischen den beiden Aufnahmen beeinflussen.

Bei der Shuttle-Mission **SRTM** (Shuttle Radar Topography Mission) erfolgen die beiden Aufnahmen zeitgleich von zwei Antennen, die durch einen Ausleger 60 m voneinander entfernt sind. Die Übereinstimmung der beiden Aufnahmen wird in Form der sogenannten **Kohärenz** aus den Radardaten ermittelt. Sie spiegelt auch die zu erwartende Qualität des digitalen Höhenmodells wieder.



## Interferometrie



Die Übereinstimmung der beiden Aufnahmen wird in Form der sogenannten Kohärenz aus den Radardaten ermittelt. Sie spiegelt auch die zu erwartende Qualität des digitalen Höhenmodells wieder.

In der **Kohärenzkarte** (links) wird für jeden Punkt die Ähnlichkeit der beiden Aufnahmen als Grauwert wiedergegeben. Kohärente Flächen werden hell dargestellt, Flächen mit geringer Kohärenz, wie z. B. Gewässer, erscheinen dunkel. Bei inkohärenten Flächen ist eine Ableitung der Geländehöhe nicht mehr möglich. Kohärenzkarten werden erfolgreich zur Bewuchsklassifizierung eingesetzt.

Die Arbeitsschritte zur Erstellung des **Interferogramms** (rechts) beinhalten die exakte Anpassung der beiden Bilder aufeinander sowie Filterungen zur Bildverbesserung. Jeder Farbwert repräsentiert einen Phasenwert zwischen 0 und  $2\pi$ , wobei sich die Farben ständig wiederholen und Streifen (Fringes) bilden. Wie man in dem Interferogramm erkennen kann, ist die Topographie des Geländes bereits in diesem sichtbar. In der rechten Abbildung wurde zur Verdeutlichung das entsprechende digitale Höhenmodell im Interferogramm eingblendet. Dazu wurde eine nach Höhenschichten eingefärbte, beleuchtete Reliefdarstellung verwendet. Die Phasendifferenzen werden unter Berücksichtigung der Flugbahnen der beiden Antennen in Höhenwerte umgerechnet. Abschließend werden diese in eine Kartenprojektion (UTM) oder geographische Koordinaten transformiert.