

## Untersuchungen zur objektraumbasierten Bildrekonstruktion (Facetten-Stereo-Sehen) an Hand von Bilddaten der Mars-Oberfläche.

Jan Anderssohn, TU Berlin, Institut für Geodäsie und Geoinformationstechnik, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin, Tel.: +49 30 314-22699, Sekr. H12, E-Mail: Jan-Anderssohn@web.de

Inhalte der Diplomarbeit sind die Entwicklung eines Programms zur Implementierung des Facetten-Stereo-Sehens und dessen Anwendung auf Bilddaten der Mars-Oberfläche, welche aus der Mission Viking und vor allem aus der aktuellen Mars Express Mission stammen. Das Verfahren des Facetten-Stereo-Sehens wurde erstmals von B. Wrobel 1987 vorgestellt. Die von M. Weisensee 1992 erweiterten Modelle und Algorithmen sind die Grundlagen dieser Arbeit. Es sollten Vereinfachungen für den mathematischen Ansatz sowie weiterführende Untersuchungen angestellt werden. Ein wesentlicher Aspekt liegt dabei auf der Verwendung bzw. Notwendigkeit der Kenntnis guter Näherungswerte der Objekthöhen. Darüber hinaus galt es zu analysieren, wie sich unterschiedliche Parametrisierungen der Objekt Oberfläche auf die Ergebnisse auswirken.

Für die ersten Funktionstests dienten synthetisch erstellte Bilder. Später erfolgte die Anwendung auf die oben genannten Bilddaten. Zur Interpretation der erzielten Ergebnisse wurden bestehende Geländemodelle in Form von topographischen Karten (mit Höhenlinien), die unter anderem in Zusammenarbeit zwischen der Technischen Universität Berlin und dem DLR erstellt wurden, herangezogen.

Das Facetten-Stereo-Sehen dient zur Rekonstruktion der Geometrie sowie der strahlungsphysikalischen Eigenschaften der Objekt Oberflächen aus Bildern. Es beruht auf dem Konzept der Bildinversion mit Objektraummodellen. Das Verfahren kann angewendet werden, wenn mindestens zwei Bilder vorliegen. Die Berechnung der unbekanntenen Objekthöhen und -grauwerte geschieht im Zuge einer iterativen Ausgleichung. Das Facetten-Stereo-Sehen verzichtet auf die Extraktion von Merkmalen in den digitalen Bildern. Vielmehr werden alle Bildinformationen, d.h. alle Pixel, für die Objektrekonstruktion vollständig und direkt genutzt. Es werden, ausgehend von Näherungswerten der Objektgeometrie, diskreten Bildelementen (Pixel = picture element) homologe Oberflächenelemente (Surfel = surface element) zugeordnet. Dafür wird die Oberfläche im Objektraum in einzelne Elemente (Facetten) aufgeteilt. Dadurch entsteht ein regelmäßiges Raster im Objektkoordinatensystem  $X, Y$ . In diesen Facetten werden Funktionen für das geometrische Modell  $Z = Z(X, Y)$  und das strahlungsphysikalische Modell  $G = G(X, Y)$  formuliert. Entscheidend für die Resultate der Berechnungen ist die Wahl der Facettierung (siehe Grafik unten links im Poster). Je weiter die Facettierung ist, desto weniger diskrete Stützstellen für das DGM stehen einer späteren Objektbeschreibung zur Verfügung.

Zwingend notwendig sind Näherungshöhen ( $Z$ ) im Objektraum. Ein Ergebnis dieser Arbeit ist die Erkenntnis, dass ein bereits existierendes DGM des Mars mit geringerer Lageauflösung als ausreichende Näherung für die Höhen genutzt werden kann. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, als Näherungen für die Objekthöhen eine Ebene, z.B. die mittlere Geländehöhe anzunehmen. Diese Sachverhalte wurden in der Arbeit ausführlich untersucht und führten in Abhängigkeit der Beschaffenheit der Objekt Oberfläche zu unterschiedlichen Ergebnissen. Bei den Analysen der Parametrisierung der Facettierung hat sich gezeigt, dass zu kleine Facetten zur Nichtkonvergenz der Ausgleichung führen. Im Gegensatz dazu lieferte eine grobe Facettierung nur detailarme Geländemodelle. Als eine mögliche Lösung dieser Problematik ergab sich eine mehrstufige Parametrisierung, in der das resultierende DGM einer groben Facettierung jeweils als Näherungswert für die Objekthöhen einer feineren Facettierung dient. Diese Methode lieferte sehr gute Ergebnisse für die Beschreibung der Objektgeometrie, insbesondere für sehr bewegte Objekt Oberflächen.

Im Zuge der Arbeit wurden die Einflüsse von Helligkeits- und Kontrastunterschieden in den Bildern, hervorgerufen durch verschiedene Beleuchtungssituationen, sowie die Simulation von zufälligen Messfehlern (Verrauschen) näher untersucht.

Eines der größten Anwendungsgebiete des Facetten-Stereo-Sehens könnte die Verfeinerung von schon bestehenden Digitalen Geländemodellen sein, in dem ein vorhandenes DGM als Näherung für die Objekthöhen verwendet wird. Dies gilt sowohl für terrestrische als auch planetare Anwendungen wie die Datenprozessierung im Rahmen der Mars Express Mission.