

## **Steigerung der Genauigkeit von Digitalen Geländemodellen aus Airborne Laserscannermessungen im Watt- und Küstenbereich**

Seit mehreren Jahren werden Laserscannermessungen auf den Inseln, Strand, Vorland- und Wattflächen eingesetzt, um das Gelände morphologisch detailliert zu beschreiben und topographische Veränderungen zu erfassen. Letztere verursachen morphologische Veränderungen der Geländestruktur (Abbruchkanten, Priel-, Grüppenverlagerungen etc.) sowie Erosions- und Sedimentationserscheinungen. Die angesprochenen Veränderungen sind äußerst relevant, da sie die Belastung und Funktionalität der Küstenschutzanlagen in unterschiedlichen Zeitskalen unmittelbar beeinflussen und damit eine Gefährdung der betroffenen Gebiete und der dort lebenden Bevölkerung nach sich ziehen können. Deshalb ist die frühzeitige und hochqualitative Erfassung und Dokumentation derartiger Veränderungen eine wichtige Aufgabe des Küstenschutzes. Weiterhin üben diese Veränderungen unmittelbaren Einfluss auf die Sicherstellung des Schiffverkehrs insbesondere im Wattbereich aus.

Die originären Rohdaten, die beim Airborne Laserscanning erzeugt werden, sind für die Standardendnutzer nicht geeignet. Deshalb werden die Rohdaten durch mehrere Bearbeitungsschritte - Entfernung von groben Messfehlern, Streifenanpassung, Filterung und Interpolation - in ein Digitales Geländemodell (DGM) umgewandelt. Auf Grundlage dieser DGM erfolgen nahezu sämtliche Analysen sowie Schlussfolgerungen. Aufgrund verschiedener Einflüsse wie Vegetation, aufstehende Wasserflächen in Wattbereichen sowie unregelmäßiger Punktverteilung sinkt die Genauigkeit der DGM im Vergleich zu den originären Laserscannerdaten.

Ziel des KFKI-Projektes „Laserscan“ ist es, die Genauigkeit der DGM aus Laserscannerdaten zu steigern. Dazu sollen verschiedene Faktoren wie Vegetation, Wasserflächen, Bruchkanten und Formlinien hinsichtlich ihres Einflusses auf die Genauigkeit des DGM untersucht werden. Im Folgenden sollen Strategien und Algorithmen entwickelt und implementiert werden, welche die Genauigkeit der Digitalen Geländemodelle prädiziert bzw. erhöht. Dazu werden Softwarewerkzeuge erstellt, welche die entwickelten Algorithmen enthalten.

### ***Klassifikation von Wasserflächen in Laserscannerdaten***

Laserscannerbefliegungen im Wattbereich werden im Allgemeinen bei Tideniedrigwasser ausgeführt, damit möglichst das gesamte Untersuchungsgebiet trocken gefallen ist. Jedoch verbleiben in Prielen sowie Senken oft Wasserflächen. Da der Laserscanner nicht in der Lage ist, diese Flächen zu durchdringen, entsprechen die gemessenen Laserscannerpunkte im Wasserbereich der Wasseroberfläche. Diese Punkte gehören nicht zur gesuchten Geländeoberfläche und müssen somit klassifiziert und entfernt werden.

Sofern zeitgleich Orthophotos aufgenommen wurden, können Standardklassifizierungsverfahren wie Maximum Likelihood angewendet werden. In der Regel werden aber aus Kostengründen nur Laserscannerdaten gemessen. Im Folgenden muss somit ein Algorithmus entwickelt werden, der auf Grundlage der Laserscannerdaten eine Klassifizierung in Wasser und Land ermöglicht.

### ***Vegetation***

Verschiedene küstentypische Vegetationsarten, die in ihrer Dichte und Höhe stark variieren, beeinflussen den vom Flugzeug ausgesandten Laserstrahl dergestalt, dass ein großer Teil der Strahlungsenergie vor der eigentlichen Erdoberfläche reflektiert wird. Abhängig vom Vegetationstyp ergeben sich somit gravierende Unterschiede in Bezug auf Reflexionsgrad und Durchdringungsrate des Laserpulses. So führen bei einigen Beständen, wie z.B. Kriechweide,

dichte, verfilzte Schichten aus pflanzlichem Material zu erheblichen Ungenauigkeiten im erstellten DGM. Diese vegetationsbedingten Fehler können durch verschiedene Filteralgorithmen reduziert werden. Aufgrund der niedrigen Bodenpunktdichte und der geringen Höhenunterschiede zwischen Vegetationsoberfläche und Boden (Vegetation befindet sich oft in Dünentälern) ist die Filterung aber schwierig und es verbleiben Vegetationspunkte bei der DGM - Generierung. Dies führt zu Restfehlern, die für einzelne Vegetationsarten im Projekt untersucht werden. Ziel dieses Teilprojektes ist es letztendlich, Bereiche mit geringerer Höhengenaugkeit aufgrund des Einflusses der Vegetation automatisch in den Fernerkundungsdaten zu klassifizieren.

Ausgehend von einem Vergleich terrestrischer Referenzdaten mit den Laserscannermessungen werden zunächst Problembereiche bezüglich der Genauigkeit in den Datensätzen erkannt und dokumentiert. Neben dem Einfluss der Vegetationsart auf die im Laser-DGM auftretenden Höhenfehler werden auch Zusammenhänge zur Vegetationshöhe und Vegetationsdichte untersucht. Im nächsten Schritt werden diejenigen Vegetationsattribute, die einen Einfluss auf die Höhengenaugkeit des Laser-DGM haben, mit Merkmalen in den Fernerkundungsdaten verknüpft. Diese Merkmale werden anschließend genutzt, um mittels einer überwachten Klassifizierung die verschiedenen Genauigkeitsbereiche in den Daten zu kartieren, um somit Aussagen zur Zuverlässigkeit der Laserhöhen treffen zu können.

### ***Formlinien- und Bruchkantenextraktion***

Viele morphologische Objekte in Watten und Vorländern enthalten Formlinien und Bruchkanten. So lässt sich zum Beispiel ein Priel durch zwei Böschungsober- und Böschungsunterkanten eingehend beschreiben. Morphologische Veränderungen von Objekten können mit Hilfe abgeleiteter Formlinien und Bruchkanten optimal beschrieben werden. Zudem kann die Genauigkeit des abgeleiteten DGM durch das Einfügen von Bruchkanten erhöht werden.

Aufgrund der Tatsache, dass durch Laserscanning nur unregelmäßig verteilte Massepunkte ermittelt werden, sind die Linien nicht direkt gemessen. Jedoch kann durch das Schätzen von geeigneten Flächenfunktionen die Geländeoberfläche in der Linienumgebung rekonstruiert und anschließend die Linien dreidimensional extrahiert werden.