

Archäologische Geokartierung in der Mongolei mittels LIDAR

Sven JANY

LIDAR (Light Detection and Ranging) u.a. das Airborne Laser Scanning Verfahren findet weltweit eine Vielzahl von Einsatzfeldern bei der Generierung von Digitalen Höhenmodellen (DHM). Die Datenmodelle bilden sowie sind Basis für infrastrukturelle Planungsgrundlagen, Monitoring im Bereich des Küstenschutzes, Fragestellungen im Bergbau, der Wasserwirtschaft, des Straßen- und Städtebaues. Aufgrund der hohen Durchdringungsfähigkeit in Vegetationsbereichen sowie der großräumigen flächenhaften mittels des Airborne Laser Scanning Verfahrens ist es möglich zwei separate aber flächenkonforme Digitale Höhenmodelle zu erzeugen:

- das DSM (digital surface model) Oberflächenmodell mit Vegetation und Bebauung
- das DTM (digital terrain model) Bodenmodell ohne Vegetation und Bebauung

Die Laser Scann Systeme sind im Flugzeug bzw. Helikopter fest integriert und es werden heute bis zu 300.000 Lasermesswerte pro Sekunde gesendet sowie empfangen. Der Betrag skizziert die Erfassung einer mongolischen Großsiedlung, datiert ca. 10 Jh. n. Chr. Bereich Orchon-Tal, Zentrale Mongolei, mittels LIDAR.

1 Archäologische 3D-Dokumentation, Ordu Balik, Mongolei, Karabalgasun

Im Auftrag des Deutschen Archäologischen Institutes, federführend Prof. Dr. Hans-Georg Hüttel, Kommission für Archäologie Außeneuropäischer Kulturen (KAAK), ist die Milan Geoservice GmbH mit der Erfassung einer 2.000 Jahre alten mongolischen Siedlung beauftragt worden. Im Orchon Tal, Zentral Mongolei, sind nur noch Fragmente von Karabalgasun, der Hauptstadt der Uiguren zu erkennen. Auf einer Fläche von ca. 50 km², im 8-10. Jhd. n. Chr. lebten mehr als 250.000 Menschen. Aufgrund der schwierigen archäologischen Kartierung von nur noch zu erahnenden Festungs- und Mauerstrukturen scheint die Erfassung dieses großräumigen Gebietes mittels Airborne Laserscanning als geeignet.

In den letzten 5 Jahren sind eine Vielzahl von archäologischen Projekten innerhalb Europas seitens der Milan Geoservice GmbH in Zusammenarbeit mit der ArcTron 3D GmbH erfasst worden.

Die Mongolei hat eine Fläche von 1,5 Mio. km², viereinhalb Mal so groß wie die Bundesrepublik, mit nur 2,5 Mio. Einwohnern (Einwohnerzahl der Stadt Hamburg). Der wohl bekannteste Mongole ist der im Jahr 1167 geborene Temudshin, spätere Dschingis Khan. Er einigte im Jahr 1206 die verschiedenen z.T. verfeindeten mongolischen Stämme. Führte einen beispiellosen Eroberungskrieg, z.B. mit der Eroberung Chinas, Totalzerstörung Peking, der Unterwerfung Russlands und dem Sieg bei Liegnitz über das deutsche Ritterheer.

Heute hat die Mongolei ein Wirtschaftswachstum von ca. 6 %, eine Inflation von 5 %, ist reich an Kupfervorkommen, welche 27 % des gesamten Exporteinkommens ausmachen. Das jährliche aufkommen an Gold ist 12 t mit bisher bekannten explorierten Goldreserven von 1.600 t. Das durchschnittliche Monatseinkommen beträgt 72 USD im Monat und die offizielle Arbeitslosenquote beträgt 3,6 % (wahre Größe 26 %).

2 Messgebiet und Mess-Session

Seitens der Milan Geoservice GmbH ist für die Session das gesamte Messsystem zur Verfügung gestellt worden d.h.: Flugmanagementsystem CCNS 4, AeroControll (INS, 256 Hz), GPS-Helikopterantenne sowie GPS Bodenstation (1Hz), Laserscanner, LMS Q 560 (Messrate 200 KHz), Digitale RGB Kamera (Rollei 16MP sowie HP22MP).

Bei Exporten außerhalb der Europäischen Gemeinschaft sind Systemelemente wie Trägheitssystem und Teile der Laserscansystem ausfuhrpflichtig. Für die sog. Unbedenklichkeitserklärung beim Bundesamt für Ausfuhr ist eine eindeutige Darstellung des Projektes, Auftraggebers, Ziel und Ergebnis notwendig. Nach dem Nullbescheid ist der einfachste Weg des Systemexports in die Mongolei die allgegenwärtige Gepäckaufgabe.

Der mongolischen Staates stellte das Flugsystem. Die Gesamtausrüstung wiegt weniger als 60 kg. Normalerweise reichen einfache kleinere Helikopter wie JetRanger oder ein AS350 für die Integration des Scansystem aus. Zur Verfügung gestellt wurde ein russischer Großraumhelikopter, MI 8. Für sämtliche Kosten u.a., Piloten, Betankung, Spesen kam der mongolische Staat auf. Die MI 8 kann Lasten aufnehmen von bis zu 12 t und hat einen Verbrauch von ca. 1.000 l pro Stunde.



Abb. 1: Systemexport, MI 8 u.a. mit integrierten Scansystem und Zusatztanks

3 Messkampagne

Nach Systemüberführung und Systemintegration mit anschließendem Test- und Kalibrierungsflug fand am 3. Tag die eigentliche Befliegung statt. Die Abbildung 2 zeigt das integrierte Scansystem inkl. Digitaler RGB-Kamera sowie INS bei einer durchschnittlichen Flughöhe von 600 m ü. G.



Abb. 2: System während der Befliegung RGB, Laser, INS (v.l. n. r.)

Die Befliegung erfolgte am 13.08.2007 innerhalb eines Tageseinsatzes von 6 Stunden, inkl. Transfer Ulan Bator – Karbalgassum – Ulan Bator. Auf einer Projektfläche von 43 km² sind ca. 550 Mio. Lasermesswerte gesendet sowie empfangen wurden. Die durchschnittliche Lasermesspunktdichte beträgt 12 Laserpunkte pro m². Für die komplette Abdeckung des Gebietes sind 27 Flugstreifen notwendig gewesen. Die Querüberdeckung der Flugstreifen, zur Vermeidung von Datenlücken (Rollwinkelkompensation), beträgt beidseitig 30 %. Nach der GPS/INS Berechnung sowie Korrelation erfolgte die iterative Flugstreifenanpassung sowie gemäß Abbildung 3 (links) die erste Datenmosaikierung. Abbildung 3 (rechts) weist die Daten in einem 0,5 m Raster aus ohne Überhöhung des Digitalen Höhenmodells als sog. Schummerungsdarstellung (Shaded Relief).

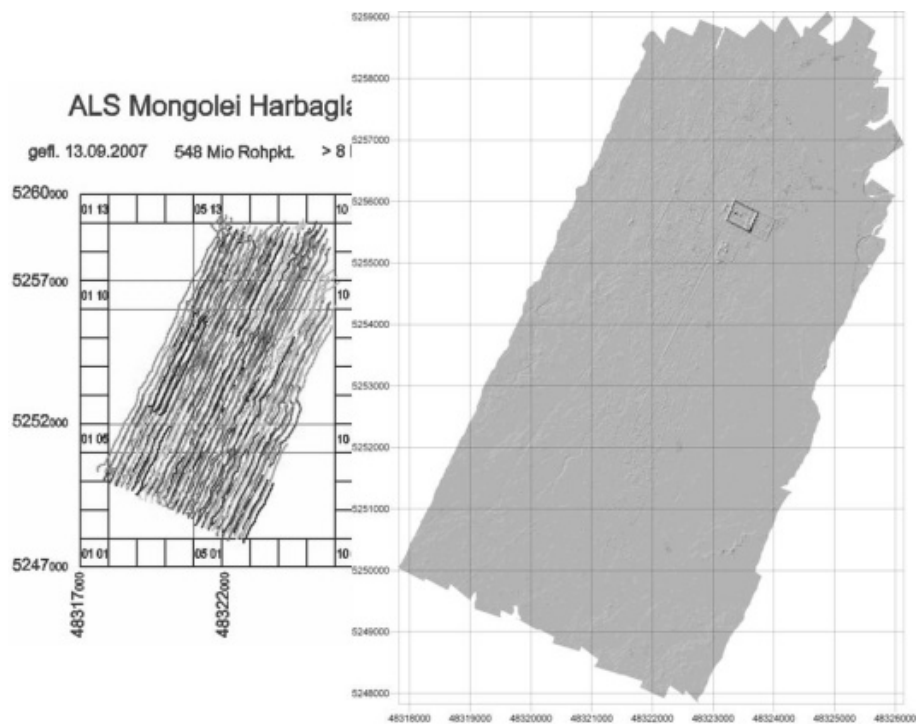


Abb. 3: Flugstreifenabdeckung (sog. Coverage) (links) & DHM als Schummerungsdarstellung (sog. Shaded Relief) (rechts)

Einzelne Gebäudedenkmäler, Mauerstrukturen, Überbauungen, etc. sind schon erkennbar, eine flächendeckende Orientierung bzw. archäologische Zuordnung ist noch nicht möglich. Der Ausschnitt im Norden des Gebietes (Abb. 4) zeigt die Digitalen Höhenmodelle mit einer 3- sowie 10-fachen Überhöhung.

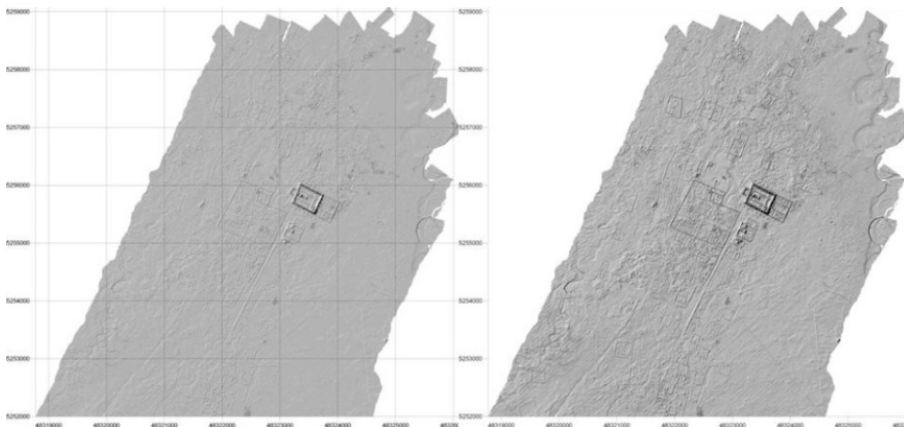


Abb. 4: Digitale Höhenmodelle 3-fach sowie 10-fach überhöht, Basis zur archäologischen Kartierung

Insbesondere die berechneten Digitalen Höhenmodelle mit einer ausgewiesene 10-fachen Überhöhung bieten dem Archäologen Basisgrundlage für eingehende Kartierungen. Die Ansprechbarkeit der Objektstrukturen liegt für den singulären Lasermesswert bei ca. 5 cm in Lage und Höhe. Die vielfältigen Visualisierungen der Digitalen Höhenmodelle geben eindeutige Kenntnisse über den Aufbau, Verlauf sowie genaue geodätische Zuordnung von komplexen archäologischen Strukturen.

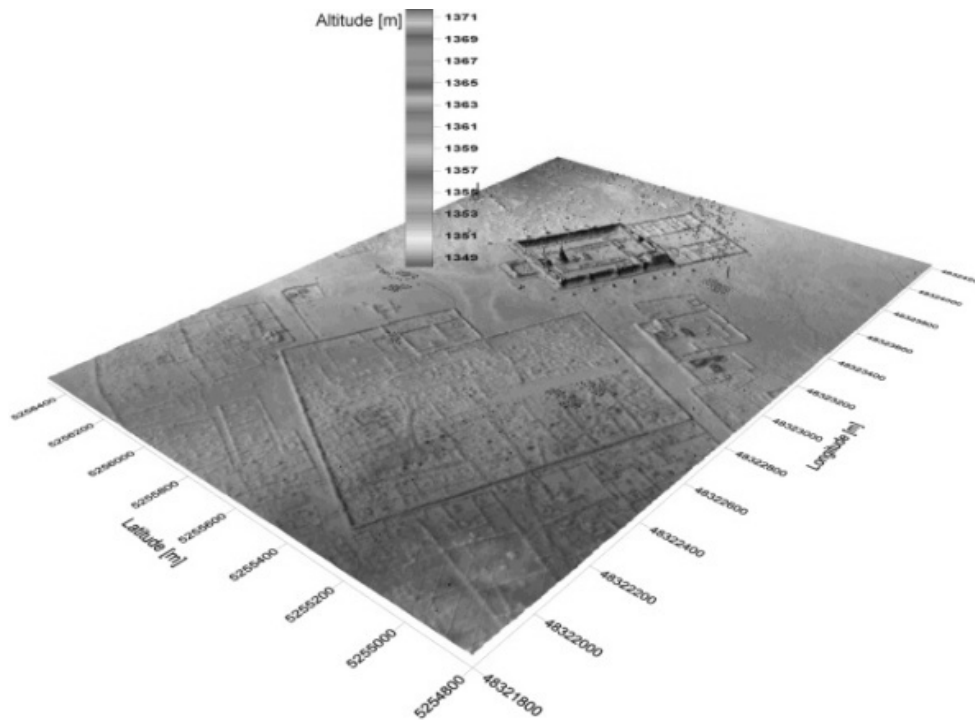


Abb. 5: Digital Surface Model (DSM)