

Erprobung des neuartigen Single-Photon-LiDAR-Messsystems Leica SPL100

Ein Beitrag von ROBERT WEISS, GOTTFRIED MANDLBURGER und THOMAS ARTZ

Um möglichst große Flachwasserbereiche einer Bundeswasserstraße erfassen zu können, muss die Vermessung mit Laserscanning im kleinen Zeitfenster des Tideniedrigwassers stattfinden. Ein neuartiger Sensor mit Single-Photon-LiDAR-Technik verspricht höhere Flächenleistung. Der Sensor wurde von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in drei Testgebieten erprobt. Erste Ergebnisse werden vorgestellt.

ALS | Single-Photon-LiDAR | Beamlets
ALS | single photon LiDAR | beamlets

In order to be able to record the largest possible shallow water areas of a federal waterway, the survey with laser scanning must take place in the small time window of the tidal low water. A novel sensor with single-photon-LiDAR technology promises higher area performance. The sensor was tested by the Federal Institute of Hydrology (BfG) in three test areas. First results are presented.

Autoren

Dr. Robert Weiß ist Wissenschaftler im Referat Geodäsie und Fernerkundung der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Koblenz.

Dr. Gottfried Mandlbürger ist Senior Researcher an der TU Wien.

Dr. Thomas Artz ist Wissenschaftler im Referat Geodäsie und Fernerkundung der BfG in Koblenz.

weiss@bafg.de

In Deutschland ist die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) für die Sicherstellung der Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt auf Bundeswasserstraßen im Binnen- und Küstenbereich zuständig. Im Rahmen der Unterhaltung und des Ausbaus von Bundeswasserstraßen werden unter anderem auch digitale Geländemodelle des Wasserlaufs (DGM-W) benötigt. Die Bundeswasserstraßen werden üblicherweise mit konventionell arbeitenden Airborne-Laserscanning-Systemen (ALS-Systemen) erfasst. Insbesondere im Küstenbereich spielt die Performance solcher Systeme in Bezug auf die Flächenleistung eine entscheidende Rolle. Zur Erfassung und damit auch Modellierung eines möglichst großen Gebiets sollen die Flüge bei Tideniedrigwasser durchgeführt werden. Mit auflaufendem Wasser werden mehr und mehr Geländebereiche mit Wasser bedeckt, was eine ALS-Aufnahme verhindert. Folglich soll eine Datenerfassung im Zeitfenster rund um das Tideniedrigwasser erfolgen, welches naturgemäß relativ kurz ist. Durch seine technischen Möglichkeiten ist der Leica SPL100 eine potenzielle Lösung (Degnan et al. 2016; Degnan et al. 2018; Leica 2020), die über eine höhere Flächenleistung verfügt.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) ist eine dem deutschen Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) nachgeordnete wissenschaftliche Oberbehörde, deren Aufgabe auch darin besteht, die WSV fachtechnisch zu beraten. Im Rahmen dieser Aufgaben werden von der BfG unter anderem auch neuartige technische Systeme erprobt sowie wissenschaftlich-

technische Fragestellungen bearbeitet. Daher erfolgt derzeit durch die BfG eine Evaluierung des Leica SPL100.

Die Single-Photon-LiDAR-Technik des SPL100 vereint zwei wesentliche Neuerungen. Einerseits ist das Empfangselement merklich sensitiver, was den Empfang von deutlich schwächeren Signalen ermöglicht. Andererseits wird bei dem SPL100 der Laserpuls in 100 sogenannte Beamlets aufgespalten, die wiederum jeweils mehrzielfähig sind (maximal zehn Echos). Folglich werden je Laserschuss bis zu 100 Bodenpunkte erfasst. Eine Pulsrate von 60 kHz ermöglicht somit 6 Millionen Messungen pro Sekunde. Der Scanner wurde auf große Flughöhen von 2000 m bis 4500 m optimiert. Jedes Beamlet weist eine Strahldivergenz von 0,08 mrad auf, was aus einer typischen Flughöhe von 3000 m einem Footprintdurchmesser von etwa 0,24 m entspricht.

Im Rahmen einer Beauftragung durch die BfG erfolgten Befliegungen von drei Testgebieten (A, B und C) an Rhein und Mosel in unterschiedlichen Flughöhen. Ziel dieser Befliegungen war es unter anderem, Aussagen zur erreichbaren Punktdichte, Genauigkeit und Zuverlässigkeit bei bestimmten Flugparametern zu treffen. Die Befliegungen erfolgten am 30. und 31. Oktober 2019.

Einen ersten Eindruck vermittelt die in [Abb. 1](#) dargestellte Rohpunktswolke im Bereich des Deutschen Ecks, wo die Mosel in den Rhein mündet. Anhand dieser Abbildung zeigt sich, dass auch aus großen Höhen relativ schmale Strukturen, wie z. B. Geländer, erfasst werden. Die erreichte Punktdichte entspricht den in [Tabelle 1](#) dargestell-

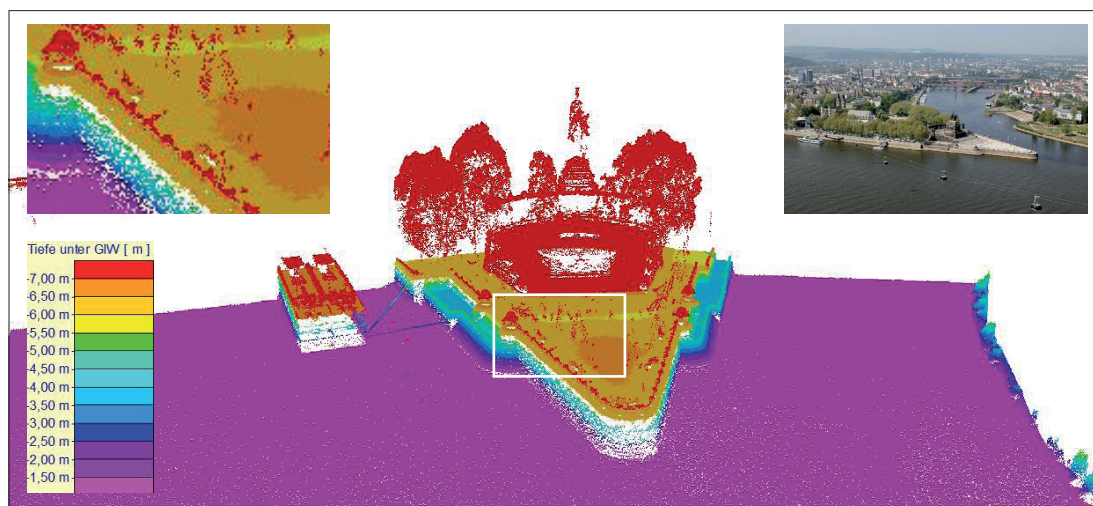


Abb 1: Am Deutschen Eck in Koblenz aufgenommene Rohpunktwolke im Mündungsbereich der Mosel (rechts) in den Rhein (links)

ten Werten bzw. übertrifft diese in Teilen. In Bezug auf die Genauigkeit liegen derzeit noch keine belastbaren Ergebnisse vor. Erste Analysen deuten darauf hin, dass in schwach geneigtem Gelände eine Genauigkeit erreicht werden kann, welche mit konventionellen ALS-Systemen vergleichbar ist. In Gebieten mit großen Neigungen zeigen sich insbesondere im Randbereich größere Abweichungen. Derzeit befinden sich die Daten im Analyse- und Auswerteprozess bei der BfG bzw. der TU Wien. Mit belastbaren Ergebnissen ist im Sommer 2020 zu rechnen.

Der Leica SPL100 wird als topographischer Scanner vermarktet und eingesetzt. Bedingt durch den Einsatz von grünem Laserlicht und durch das kreisförmige Scanmuster (Palmer-Scanner), sind zwar bestimmte bathymetrische Fähigkeiten zu erwarten, jedoch führt die simultane Messung von 100 Beamlets an dieser Stelle zu Problemen. Die Beamlets eines Laserschusses ergeben am Boden ein Raster mit den in Tabelle 1 dargestellten tangentialen und radialen Punktabständen. Diese sind kleiner als der zu erwartende Footprint. Beim Strahlendurchlauf durch das Wasser vergrößert sich der effektive Footprint mit zunehmender Wassertiefe weiter. Infolgedessen überschreitet der effektive Footprint die Abstände der einzelnen Beamlets und eine Signaltrennung ist nicht mehr möglich. So können beispielsweise abgeleitete Punkthöhen

auf die Koordinaten des benachbarten Beamlets bezogen sein. Auf ebenem Untergrund sind diese Effekte kaum nachweisbar.

Bedingt durch die große Flughöhe ergeben sich wesentlich größere Streifenbreiten. Wegen der hohen Messrate werden dennoch Punktdichten von mehr als 20 Punkten/m² aus einer Flughöhe von 3000 m erreicht. Innerhalb eines kurzen Zeitfensters ist es mit diesem Scanner möglich, große Gebiete zu erfassen. Insofern ist dieser Scanner insbesondere für die Datenerfassung einer DGM-W-Modellierung in Binnen- und Küstengebieten eine vielversprechende Alternative. //

Literatur

Degnan, John J. (2016): Scanning, Multibeam, Single Photon Lidars for Rapid, Large Scale, High Resolution, Topographic and Bathymetric Mapping. Remote Sensing, DOI: 10.3390/rs8110958

Degnan, John J. (2018): Airborne and Spaceborne Single Photon 3D Imaging Lidars. In: Proceedings of 21st International Workshop on Laser Ranging, Canberra, Australia

Leica (2020): Datenblatt des Leica SPL100 Single Photon LiDAR Sensors. <https://leica-geosystems.com/products/airborne-systems/topographic-lidar-sensors/leica-spl100>

Testgebiet	Flughöhe [m]	Fluggeschwindigkeit [m/s]	Punktdichte je Streifen [Punkte/m ²]	Durchschnittlicher Punktabstand		Lücke zwischen Scans [m]	Scanrate [Hz]	Pulsrate [kHz]
				radial [m]	tangential [m]			
A/B	3000	77	~25	0,15	0,18	–	20	45
C	2500	77	~32	0,15	0,15	–	20	45
A/B/C	1600	77	~55	0,15	0,07	0,97	20	50
A/B/C	800	77	~110	0,15	0,04	2,00	20	50

Tabelle 1: Genutzte Flug- und Scanparameter