



Ein Tunnel am Meeresboden

von Frode Edvardsen, 3D-Grafik: Arild W. Solerød

Mit dem Projekt E18 Bjørvika wird das Areal rund um die neue Oper in Oslo, nahe dem Bjørvika-Hafen, vom Verkehr entlastet und aufgewertet. Im Rahmen des Projektes – der Abschluss ist für Februar 2010 geplant – wird erstmals in Norwegen ein Tunnel auf dem Meeresboden angelegt. Dieser Tunnel besteht aus sechs 100m langen Elementen. Seine Form ist eine echte Herausforderung für die Ingenieure, denn jedes Element ist gekrümmt. Einige der Elemente wurden auf ebenem Untergrund im Trockendock hergestellt, werden an ihrem Bestimmungsort auf dem Meeresboden jedoch in einer geneigten Position platziert. Ein klarer Fall für die High Definition Surveying™-Technologie von Leica Geosystems, erzählt Frode Edvardsen von Skanska Norwegen, dem mit den Arbeiten beauftragten Unternehmen.

Der Bjørvika-Tunnel wird bei seiner Fertigstellung 1.100m lang und sechs Fahrspuren breit sein. Von diesen 1.100m verlaufen 675 m am Meeresboden – ein absolutes Novum in Norwegen. Davon abgesehen handelt es sich bei dem Projekt auch sonst um eines

der größten Bauvorhaben, das in Norwegen je durchgeführt wurde. Die Wände der sechs mehr als 100m langen Elemente sind 1m, Decke und Boden 1,20m stark. Die Elemente selbst wurden im Trockendock an der norwegischen Westküste gefertigt und anschließend auf dem Seeweg nach Oslo transportiert.

Bestandsdokumentation der Elemente

Dem Wunsch unseres Kunden nach einer Bestandsdokumentation folgend, haben wir die ersten beiden Elemente mit einer herkömmlichen Totalstation gescannt. Dies nahm jedoch sehr viel Zeit in Anspruch, und auch die Auflösung war nicht vergleichbar mit einem modernen Scanner. Nur die horizontalen Oberflächen wurden mit der Totalstation gescannt, während die vertikalen Oberflächen als Einzelpunktlinien gemessen wurden.

Bei den nächsten beiden Elementen verwendeten wir die Leica Geosystems HDS-Technologie (High Definition Surveying™), da sich Bestandsvermessungen mit einem Laserscanner viel einfacher vornehmen lassen als mit einer Totalstation. Zu diesem Zeitpunkt (2006) machten wir unsere ersten Gehversuche mit der HDS-Technologie. Wir scanneten beide Elemente innen und aussen komplett. Binnen weniger Tage konnten mit

einem Leica HDS3000 Scans aus 35 Positionen mit hoher Auflösung fertig gestellt werden. Wegen der Fundamente für die Wände der Ballasttanks war die Arbeit mit der schweren Scanner-Ausrüstung jedoch nicht ganz einfach. Diese Wände waren einen halben Meter hoch und wir mussten die gesamte Ausrüstung über jede einzelne heben – rund 60 bis 70kg Gewicht mussten jeweils von einer Scanposition zur nächsten transportiert werden.

Bei den letzten beiden Elementen war die Vorgehensweise ähnlich, nur dass wir nun zwar mit einem Leica HDS3000 Scanner begannen, aber noch während der Arbeit zur Leica ScanStation 2 wechselten. Lars Gulbrandsen, HDS-Verkaufsingenieur bei Leica Geosystems Norwegen, fuhr eigens die 540km von Oslo nach Bergen um die erste ScanStation 2 Norwegens persönlich auszuliefern. Die Arbeit mit der Leica ScanStation 2 war fast wie mit einem «frisierten» Leica HDS3000: Alles ging viel schneller! Statt sieben oder acht schafften wir mit der ScanStation 2 nun elf bis zwölf verschiedene Scanpositionen pro Tag!

Obwohl wir nun vor allem die Leica ScanStation 2 für den Auftrag einsetzten, nutzten wir auch normale Vermessungsmethoden. Grund dafür waren die schmalen Sichtverbindungen zu den Fixpunkten innerhalb der Elemente. Da sich ein einzelner Punkt mit dem Scanner nicht so exakt bestimmen lässt, wurde eine Totalstation verwendet, um die Bruchlinien innerhalb der Elemente zu messen. Mit vordefinierten Bruchlinien war die Vermaschung in der Nachbearbeitungsphase einfacher.

Nachbearbeitung

Der Unterschied zwischen traditionellen Vermessungsmethoden und modernem Laserscanning liegt darin, dass vor dem Scanvorgang die Umgebung erst einmal physisch «aufgeräumt» werden muss, da beim Scanning auch die gesamte Umgebung erfasst wird. Je «sauber» die Umgebung, umso weniger «Ausschussdaten» erhält man, die hinterher aus der Punktwolke entfernt werden müssen. Schwierig ist das aber auf Baustellen – hier stehen oft jede Menge Material, Baugerüste, Hebevorrichtungen und Maschinen herum, für deren Entfernung meist keine Zeit ist. Eine andere Herausforderung bei der Nachbearbeitung ist die Betonoberfläche: Da diese unregelmäßig ist, ist manchmal schwer zu entscheiden, welche Punkte entfernt werden müssen und welche nicht. Doch all dies muss bei der Rohbearbeitung der Punktwolke berücksichtigt werden.

Die weitere Arbeit nach der Vermessung erfolgt mit den halbautomatischen Bearbeitungstools von Leica Cyclone wie «Region grow – Smooth surface» zur manuellen Entfernung unerwünschter Punkte, und natürlich dem überaus nützlichen «Limit box». Für alle redundanten Punkte werden eigene Ebenen angelegt, anstatt sie zu löschen. So bekommt man sozusagen eine zweite Chance, wenn man Punkte wieder zurückzuholen muss, weil man zuvor zu viele gelöscht hat. ■

Zum Autor:

Frode Edvardsen ist Vermessungsingenieur bei Skanska Norwegen.

Der Bjørvika-Tunnel

Länge: 675m

Breite: 30-40m

Durchschnittliche Tiefe: 15m

Gewicht: 37.000 Tonnen pro Element

Beton: insgesamt 90.000m³

Eingesetzte Ausrüstung:

Scanner: Leica HDS3000, Leica ScanStation 2

Laptop: Panasonic Toughbook CF-19

Software: Leica Cyclone Scan / Register / Model

Totalstation: Leica TCRP1203

