



Die Stadtmauern von Dubrovnik

von Miljenko Žabčić; Foto: Gerald Loacker

Für die «Freunde des Kulturerbes von Dubrovnik», eine Gruppe engagierter Bürger, hat Geographica d.o.o. die fast 2 km lange Stadtmauer von Dubrovnik gescannt und dokumentiert. Die mittelalterliche Stadt im Süden Kroatiens, oft auch als «Perle der Adria» bezeichnet, steht auf der Liste des UNESCO Weltkulturerbes. Zweck des auf vier Jahre ausgelegten Projekts: Die Erstellung einer vollständigen Dokumentation des gegenwärtigen Zustands der Stadtmauern für Renovierungsarbeiten und zur Bewahrung für künftige Generationen.

Die «Freunde des Kulturerbes von Dubrovnik» (Društvo prijatelja dubrovačke starine) wandten sich im Jahr 2004 an Geographica d.o.o., da der Bestand der Stadtmauern noch nie zuvor vollständig erfasst worden war. Als optimales Verfahren für das Vorhaben wurde das 3D-Laserscanning ausgewählt. Die Dokumentation besteht aus Scans, Modellen und Plänen und dient unterschiedlichen Zwecken, etwa für reguläre Instandhaltungen, die Erfüllung rechtlicher Vorgaben, funktionellere Gestaltung der Innenräume, Kostenschätzungen im Zusammenhang mit verschiedenen Arbeiten und Erforschung der Entstehungsgeschichte.

Die Befestigungen, Wälle und Türme außerhalb der Stadtmauern wurden zwischen dem 12. und 17. Jahrhundert angelegt, ausgebaut und saniert. An den Arbeiten waren zahlreiche namhafte Baumeister beteiligt, darunter Nicifor Ranjina (1319), Michelozzo di Bartholomeo (1461–1464), Juraj Dalmatinac bzw. Georg von Dalmatien (1465–1466), Paskoje Milicevic (1466–1516), Antonio Ferramolino (1538) und Mihajlo Hranjac (1617).

Die Hauptmauer mit Wehrgang ist 1.940m lang, zur Landseite 4 bis 6m bzw. zur Seeseite 1,5 bis 5m breit und teilweise bis zu 25m hoch. Die Stadtmauer wird durch drei runde und 14 viereckige Türme, fünf Bastionen (Bollwerke), zwei Ecktürme und die große sogenannte «Johannesfestung» (Sveti Ivan) verstärkt. Von den Türmen ist der runde Minceta-Turm an der Nordwestecke der Wehrmauern der monumentalste. Die auf der Landseite parallel zur Hauptmauer verlaufende Außenmauer wird durch eine größere sowie neun kleinere halbrunde Bastionen verstärkt, sowie durch die Bokar-Festung mit ihrer Kasematte, bei der es sich um den ältesten erhaltenen Festungsbau dieser Art in Europa handelt.

Extrem dichte Scandaten

Da anhand der Scandaten unter anderem auch eine Dokumentation des aktuellen Zustands der Mauern

einschließlich deren Struktur erstellt werden sollte, musste die Datendichte extrem hoch sein. Alle Mauerteile wurden mit einer Auflösung von weniger als 1 cm gescannt. Meist wurde – je nach der Form der Steine – eine Auflösung von 5 bis 8 mm gewählt. Die Festungen innen hingegen wurden mit einer Auflösung von 2,5 cm gescannt. Die Scandaten sind ein sehr wichtiger Bestandteil des Endprodukts, da sie bei der Erhaltung und Konservierung des Kulturdenkmals für Präzisionsmessungen genutzt werden.

3D-Modell mit allen wichtigen Bauteilen

Als vereinfachte Darstellung der Mauer- und Festungsanlagen wurde ein 3D-Modell erstellt, das alle wichtigen Bauteile der Mauern enthält. Das Modell dient bei verschiedenen Projekten zur Generalplanung, gibt einen raschen Überblick über Teile von spezifischem Interesse, ermöglicht Mengen- und Kostenberechnungen im Zusammenhang mit Konservierungstätigkeiten und ist Grundlage für Präsentationen.

Das Modell wurde in zwei Schritten erstellt: Als erstes wurden mit Hilfe der Leica Cyclone Software die Kanten extrahiert und in Linien und Polylinien konvertiert. In einem zweiten Schritt wurden anhand der Kanten Oberflächen erstellt. Die Oberflächen wurden in einer CAD-Umgebung generiert, sodass sich das Modell für zahlreiche Anwendungen und Nutzergruppen eignet.

Pläne dokumentieren den aktuellen Zustand

Die Erstellung der Pläne bildete die anspruchsvollste und aufwändigste Etappe des Projekts. Laut den Vor-

schriften des kroatischen Denkmalamtes ist diese Dokumentation im Maßstab 1:50 anzufertigen und muss Grundrisse, horizontale und vertikale Schnitte sowie Aufrisse einschließlich der Steinstruktur enthalten. Jede einzelne Ansicht ist mit Abmessungen zu versehen.

Die Pläne wurden mit Hilfe von Leica CloudWorx für AutoCAD in einer CAD-Umgebung erstellt. Sie sind äußerst detailliert gehalten und decken alle Segmente der Mauer mit jedem einzelnen Stein ab. Die Anzahl dieser Ansichten wurde nicht im Voraus definiert. Sie mussten jedoch jeden Mauerteil und jedes Bausegment beinhalten. Sollte die Stadtmauer durch ein Ereignis wie etwa eine Naturkatastrophe zerstört werden, muss sie anhand dieser Pläne vollständig rekonstruiert werden können. Derartige Zeichnungen dienen auch der Detailplanung von Konservierungs- und Sanierungsmaßnahmen, der Untersuchung der Geschichte und Bauphasen der Mauern, der regelmäßigen Instandhaltung und anderen Aufgaben. ■

Zum Autor:

Miljenko Žabčić ist Vermessungsingenieur und Geschäftsführer von Geographica d.o.o. in Split. Geographica d.o.o. wurde im Jahr 1999 gegründet und beschäftigt zwölf Mitarbeiter in den Bereichen Geodäsie, Architektur, Bau und Archäologie. Das Unternehmen setzte 2003 als erstes in Kroatien die 3D-Laserscanner-Technologie ein.

Die Stadtmauern von Dubrovnik

Umfang (beide Mauerseiten): 4.300 m

Gescannte Fläche: 120.000 m²

Scandauer: 240 Tage (1 Scanner, 2 Mitarbeiter)

Produkte: Leica HDS2500, Leica ScanStation

Projektdauer: 4 Jahre mit zwei Personen vor Ort und drei Personen im Büro

