

URETEK CASE STUDY – HISTORISCHE BAUWERKE:

Fundamentstabilisierung

TECHNISCHE DETAILS



OBJEKT
Kirche und Kirchturm



MASSNAHME
Baugrundverstärkung,
Fundamentverktüftung



BAUGRUND
schluffiger Sand,
sandiger Kies



URSACHE
Ausspülungen, gering
tragfähiger Baugrund



METHODE
URETEK-DeepInjection[®]



UMFANG/DAUER
81 lfm – 9 Tage



AUSGANGSSITUATION UND GRÜNDUNG

Der Kirchturm wurde im 13. Jahrhundert errichtet und hatte damals eine Höhe von ca. 13,60 m erreicht. Im Zuge eines Kirchenneubaues um 1842 wurde darauf der heutige, deutlich höhere Turm (Abb. 1) errichtet.

Der Kirchturm wurde auf gemauerten Bruchstein-Streifenfundamenten gegründet. Die Fundamente sind ca. 1,55 m bis 1,77 m breit, wobei diese keinen Überstand nach außen aufweisen. Die Fundamentsohle liegt bei ca. 1,75 m unter Geländeoberkante (GOK). Der Kirchturm ist mit seiner nördlichen Außenkante in den später um das Jahr 1400 errichteten südlichen Teil des Chores integriert.

BAUGRUND

Laut dem geotechnischen Untersuchungsbericht befindet sich unterhalb der Fundamentsohle schwach schluffiger Sand (Kalktuffsand) sowie stark sandiger Feinkies bis etwa 6,50 m bis 8,00 m unter der GOK. Nachfolgend lagert bereichsweise toniger Schluff (Auelehm) bzw. stark sandiger Feinkies sowie Kies über Tonstein. Grundwasser wurde zum Untersuchungszeitpunkt bei ca. 6,0 m unter der GOK angetroffen, er kann aber über die festgestellten Niveaus deutlich ansteigen.

SCHÄDEN

Der Turm zeigt z.T. größere Risse, die auch in den angrenzenden Bauteilen auftreten. Im Übergang vom Kirchenschiff zum Turm öffnet sich die Fuge nach oben. Weiterhin war der Außenputz am Chor, der an den Turm angrenzt aufgeschoben. Dieser Putzbereich wurde aus Sicherheitsgründen zwischenzeitlich entfernt (Abb. 2).

Der untere Teil der Bruchsteinfundamente ist laut dem Baugrundgutachten durch Wurzeln und geringe Vermörtelung relativ locker. Weiterhin sind die anstehenden Kalktuffe nicht ausreichend tragfähig, um eine schadensfreie Lastabtragung zu gewährleisten.

Außerdem wurden bei einer Kanaluntersuchung an den Regenwasserleitungen Wurzeleinwuchs sowie vertikale Versätze und Axialverschiebungen festgestellt. Dadurch kann es in regenreichen Zeiten zu Aufweichungen und Ausspülungen kommen. Durch die nachgewiesenen Wurzeln kann es dagegen in regenarmen Zeiten zu Bodenschrumpfungen kommen.



Abb. 1



Abb. 2

Hierzu kommt, dass der Turm sich leicht in östlicher Richtung neigt und aufgrund des fehlenden Fundamentüberstands nach außen und der Höhe des Turms sich eine außermittige Belastung des an sich schon schweren Turms ergibt. Durch die Schiefstellung erhöht sich die Kantenpressung unter dem Fundament weiter, in Verbindung mit dem nicht ausreichend tragfähigen Boden ist eine weitere Zunahme der Bewegungen zu befürchten.

DIE LÖSUNG

Eine umfassende Sanierungslösung zu den vorhandenen Fundament- sowie Baugrundschwächen wurde mit der URETEK-DeepInjection®-Methode gefunden. Das Verfahren auf Basis von stark expandierenden Polyurethanharzen hat zudem dadurch überzeugt, dass die Arbeiten schnell und mit einer geringen Belästigung durchgeführt werden können. Das Konzept umfasste die folgenden drei Schritte.

Schritt 1:

Verkittung der Turmfundamente entlang der Fundamentaußen- und -Innenkanten sowie Bodenverbesserung bis -2,50 m unter GOK; ca. 37 Laufmeter.

Durch den Einbau von Injektionslanzen bis ca. 1,0 m unter der Fundamentsohle wurde der Gründungsboden durch aufsprengende Injektionen verbessert sowie eventuell vorhandene Hohlräume im lockeren Gründungsmauerwerk aufgefüllt und die Fundamente verharzt bzw. verkittet. Aufgrund der großen Breite des rechteckigen Turmfundamentes wurden hier eine „innere“ (ca. 16 lfm) sowie eine „äußere“ (ca. 21 lfm) Injektionsreihe vorgesehen. Die Expansion der Harze erfolgt dabei immer in Richtung des geringsten Widerstandes und damit erst genau dorthin, wo Auflockerungen des Gründungsbodens und, im weiteren Verlauf der Injektion, wo Lücken und Hohlräume im Gründungsmauerwerk vorhanden sind.



Abb. 3



Abb. 4



Abb. 5

Schritt 2:

Verkittung der Fundamente des südlichen Kirchenschiffes (Abb. 4) und des südlichen Chors sowie Bodenverbesserung bis $-3,00$ m unter der GOK; ca. $12 + 8$ Laufmeter.

Durch den Einbau von Injektionslanzen bis ca. $1,0$ m unter der Fundamentsohle wurde der Gründungsboden durch aufsprengende Injektionen verbessert sowie eventuell vorhandene Hohlräume im lockeren Gründungsmauerwerk aufgefüllt und die Fundamente verharzt bzw. verkittet.

Schritt 3:

Bodenverbesserung umlaufend um den Kirchturm zwischen $-2,50$ m und $-8,00$ m unter GOK; ca. 24 Laufmeter.

Hierfür wurde durch Lanzenbündel, bestehend aus Injektionslanzen verschiedener Längen mit höhenversetzten Austrittspunkten, das Zweikomponenten-Expansionsharz auf 4-5 Tiefenebenen eingepresst (siehe Abb. 3 und 5). Durch die Volumenvergrößerung der Harze (Polymerisation) und die dabei wirkende

Expansionskraft wird der tiefere Untergrund örtlich aufgesprengt. Dabei bilden sich vertikale und diagonale, fein verästelte Harzlamellen aus, die eine horizontale Verspannung im Baugrund bewirken. Mit weiterer Verdichtung des Baugrundes wachsen auch die Horizontalspannungen im Boden bis auf das Maß der vertikalen Auflast an. Dabei kommt es am Mauerwerk zu messbaren Anhebungen im Millimeterbereich.