

Gründungsertüchtigung der über 600 Jahre alten Nördlinger Stadtmauer

Bauherr / Auftraggeber

Große Kreisstadt Nördlingen
Abteilung Hochbauamt

Projekt

Die Nördlinger Stadtmauer ist die einzige Stadtmauer Deutschlands, die einen vollständig erhaltenen, rundum begehbaren und überdachten Wehgang besitzt. Sie hat eine Länge von 2,6 Kilometern und umschließt noch heute die komplette mittelalterliche Altstadt von Nördlingen. Zur Stadtmauer gehören fünf Tore mit Tortürmen, elf weitere Türme und eine Bastion.



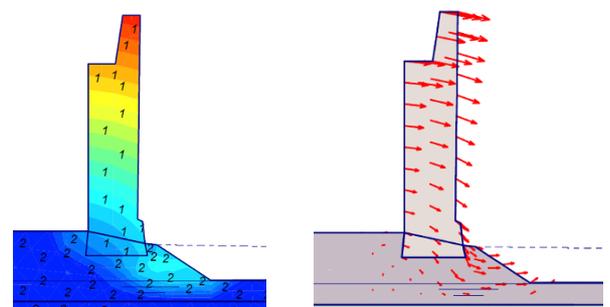
In dem ca. 200 m langen Stadtmauerabschnitt „Löpsinger Mauer“ zwischen dem Löpsinger Tor und dem sogenannten „Unteren Wasserturm“ mit dem Durchfluss der Eger wurden im Zuge von geodätischen Verformungsmessungen in den Jahren 2004 starke Deformationen der bis zu ca. 9,5 m hohen und ca. 1,9 m starken Mauer festgestellt. Die maximale Schrägstellung der Mauer von ca. 90 cm wurde im Bereich des ehemaligen „Backofenturms“, d.h. ca. in der Mitte des betreffenden Mauerabschnittes festgestellt, wobei die Verformung zu den beiden begrenzenden Turm- bzw. Torbauten hin abnahm. Als Sofortmaßnahme wurde der am stärksten betroffene Bereich auf einer Länge von ca. 40 m im Jahr 2005 durch 4 feldseitige Strebepfeiler, welche auf Mikropfählen gegründet wurden, gesichert. Gleichzeitig wurde die Stadtmauer in diesem Bereich neu verfugt und verputzt.

Im darauffolgenden Jahr wurden in den an die Sanierung anschließenden Mauerbereichen neue Risse sichtbar, woraufhin im Dezember 2006 eine Nachvermessung des Stadtmauerabschnittes erfolgte. Dabei wurde eine Zunahme der Horizontalverformungen festgestellt. Zur Beurteilung der Verformungen bzw. der Verformungsgeschwindigkeit wurde daraufhin in insgesamt 39 Messquerschnitten eine fortlaufende messtechnische Überwachung der Mauer mittels speziell angebrachter Messmarken veranlasst.



Aufgrund der eingetretenen Situation mit fortschreitender Deformation und Schiefstellung der Mauer war eine sofortige Sperrung des sonst rundum begehbaren Wehanges im betreffenden Stadtmauerabschnitt sowie eine kurzfristige Analyse der Schadensursachen und Durchführung einer zielgerichteten Sicherung und Ertüchtigung erforderlich.

Um zu klären warum nunmehr bei der jahrhundertlang bestehenden Stadtmauer gerade in den letzten Jahren solch rasche Verformungszunahmen und nachhaltige Schäden auftraten, wurden neben den Verformungsmessungen und Analysen des Mauerzustandes auch geotechnische Standsicherheitsuntersuchungen durchgeführt. Die Durchführung von analytischen Standsicherheitsberechnungen erwies sich hierbei als nicht zielführend, da aufgrund der geringen Einbindetiefe, der hohen Lasten sowie der Geländegeometrie hinsichtlich Grundbruch, Kippen und Gleiten ohnehin keine rechnerische Standsicherheit gegeben war. Daher wurde die Analyse der Verformungs- und Schadensursachen mittels numerischer Berechnungen durchgeführt.



Die in jüngerer Zeit vorgenommene Herstellung einer Böschung vor dem feldseitigen Fuß der Mauer in den ehemaligen Stadtgraben hinein, hat einen erheblichen Einfluss auf die Verformungen und Standsicherheit der Mauer, was in den Berechnungen durch eine erhebliche rechnerische Schiefstellung der Stadtmauer gezeigt wurde.

Eine darüber hinaus durchgeführte Parameterstudie hinsichtlich der Bodenkennwerte des Decklehms zeigte außerdem, dass das Berechnungsmodell relativ sensibel auf Veränderungen der Bodenparameter des Decklehms reagiert. Bereits bei einer geringen Reduzierung der Scher- und Steifigkeitsparameter nehmen die berechneten Verformungen überproportional zu und die Standsicherheit deutlich ab.

Die Ergebnisse zeigten, dass die grundsätzliche Verformungscharakteristik („Kippen der Wand nach Außen“) anhand der FEM-Berechnungen nachgebildet werden konnte. Aufgrund der in den letzten Jahren gemessenen Zunahme der Verformungsgeschwindigkeiten ist anzunehmen, dass nach Abriss des Zwingers und des „Backofenturms“ zunächst nur geringe Setzungen im Bereich der außenseitigen Mauer aufgetreten sind. Erst mit Herstellung der Böschungen und der damit verbundenen zunehmenden Exzentrizität der Lasten bzw. Erhöhung der Sohlspannungen auf der Außenseite der Mauer setzte die kontinuierliche Geschwindigkeitszunahme bei den Setzungen sowie der Verkippung ein.

Auf Grundlage aller Untersuchungsergebnisse wurde ein Sanierungskonzept erstellt, welches im betreffenden Mauerabschnitt die Unterfangung mittels Düsenstrahlverfahren und zuvor die Ertüchtigung des Mauerwerks vorsah. Das Sanierungskonzept sah vor, auf dem gesamten ca. 200 m langen Mauerabschnitt 4 Säulenreihen herzustellen, die sich gegenseitig überschneiden, damit ein kompakter Fundamentkörper entsteht, der außerdem breiter ist als der bisherige Mauersockel. Um die gewählten Düsenparameter der geplanten Säulendurchmesser von 1,25 bzw. 1,50 m zu überprüfen, wurden im Vorwege Probesäulen im Decklehm ausgeführt.



Bei der Ausführung der Unterfangung war entscheidend, dass der Düsenstrahlgründungskörper mindestens 50 cm in die anstehende Kiesschicht einbindet und dass an der unebenen und aus unverfugtem Bruchstein bestehenden Unterkante der Mauer ein kraftschlüssiger Verbund entsteht. Letzteres wurde nach Herstellung und Aushärtung stichprobenartig an mehreren Stellen des sanierten Mauerabschnitts mittels Baggerschürfen nachgewiesen.

Dass die Sanierung des Abschnitts „Löpsinger Mauer“ der Nördlinger Stadtmauer erfolgreich war, konnte nach Fertigstellung sämtlicher Maßnahmen Anfang Oktober 2008 anhand der geodätischen Messungen sowie an-

hand von 3 installierten Inklinometern gezeigt werden, da keine Verformungen der Mauer bzw. des Untergrundes mehr gemessen wurden.

Projektdauer

2007 bis 2011

Leistungen

- Baugrunderkundung
- Gutachten zur Schadensursache
- Fachbauleitung
- Geotechnische Messungen

Veröffentlichung

Raithel, M. / Wethkamp-Reitmann, M. / Böttges, M. (2010): Gründungsertüchtigung der über 600 Jahre alten Nördlinger Stadtmauer. 17. Darmstädter Geotechnik Kolloquium 2010. Vortragsband.