

URETEK CASE STUDY - WOHNBEBAUUNG:

Stabilisierung eines Mehrfamilienhauses

TECHNISCHE DETAILS



OBJEKT
Mehrfamilienhaus,
Hamburg



MASSNAHME
Baugrundverstärkung



BAUGRUND
Gewachsene Mittelsande



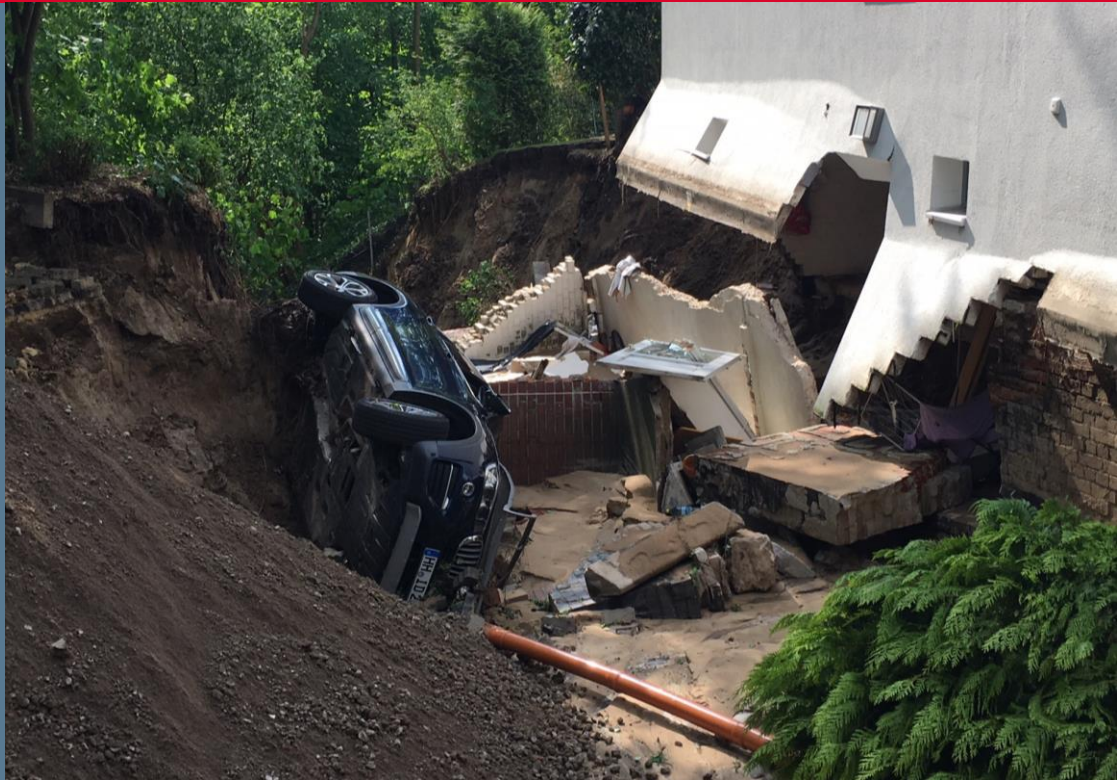
URSACHE
Bodenerosion &
Unterspülung durch
Starkregen



METHODE
URETEK-DeepInjection[®]



UMFANG/DAUER
39 lfm - 3 Tage



Das Ereignis ging durch die Presse, sogar überregionale Zeitungen berichteten: am Christi Himmelfahrtstag kam es in Hamburg zu einem starken Unwetter mit sintflutartigen Regenfällen und massiven Überflutungen. Die Wassermassen sorgten für erhebliche Bodenerosion und Unterspülungen, bei denen ein Parkplatz weggerissen wurde und die Kelleraußenwand eingestürzt ist. Die Hausbewohner in dem 3-geschossigen Mehrfamilienhaus in Hamburg-Lohbrügge werden diesen Tag wohl nicht mehr nicht vergessen.

Das ca. 2.200 m² große Grundstück ist etwa mittig mit zwei dreigeschossigen Baukörpern bebaut. Das Bestandsgebäude ist vollunterkellert und wurde in konventioneller Massivbauweise auf Streifenfundamenten gegründet. Die Erdgeschossebenen liegen etwa 1 m oberhalb des umliegenden Terrains, welches in südwestlicher und südlicher Richtung in die Elbmarsch abfällt. Südöstlich der Gebäude befindet sich eine PKW-Stellplatzfläche, die über eine abfallende Zufahrtsrampe an die Straße angeschlossen ist.

STARKREGEN FÜHRT ZU BODENEROSIONEN

Während eines Extrem-Regenereignisses im Mai 2018 konnte die Straßenentwässerung das anfallende Niederschlagswasser nicht vollständig aufnehmen; das aus beiden Straßenrichtungen zulaufende Wasser staute sich im Straßentiefpunkt, der etwa vor dem Grundstück liegt. Der Topografie folgend wurde das Wasser nach Überstau des Tiefbords über die Rampe und die PKW-Stellplatzfläche im Süden Richtung Gebäude und Regenrückhaltebecken geleitet. Aufgrund der großen Wassermengen sowie der anzunehmenden Fließgeschwindigkeiten erfolgten innerhalb kürzester Zeit erhebliche Bodenerosionen/Bodenaufweichungen seitlich der Giebelwand des südlichen Hauses. Zeitgleich wurde der Keller geflutet. Die Erosionen/Aufweichungen erfolgten sowohl im Bereich der Kellerwand als auch tieferliegend im Fundamentbereich. Der zunehmend wassergesättigte Boden seitlich der Kellerwand sowie im Bereich der rückwärtigen Fundamente ist durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit der Wassermassen ausgekolkt. Dann wurde im Wege der rückschreitenden Erosionen die gesamte Kellerverfüllung vor der



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

südlichen Außenwand abgetragen. Mit dem äußeren Entzug der Bodenstütze und dem folgenden einseitigen Wasserdruck innerhalb des Kellers ergab sich der nach außen gerichtete Teileinsturz der Kelleraußenwand (Abb. 1). Als weitere Folge verschlechterte sich die natürliche Lagerungsdichte der im Gründungsbereich anstehenden, gewachsenen Sande erheblich. Diese Baugrundverformungen konnten durch die Bauwerkskonstruktion nicht schadensfrei aufgenommen werden; das Tragwerk reagierte mit erheblichen Rissbildungen, die als standsicherheitsgefährdend bewertet wurden.

WIRTSCHAFTLICHE LÖSUNG

Das Mehrfamilienhaus einer Genossenschaft war dadurch nicht mehr bewohnbar. Die Wohnungen mussten sofort geräumt werden. Zur Wiederherstellung der Standsicherheit des Gebäudes erfolgte als Sofortmaßnahme auf Veranlassung des Tragwerkplaners der Einbau von sieben Stahlbetonstützen (Abb. 2), die die aus der Giebelwand resultierenden Lasten über ein Betonfundament in die anstehenden Böden abtragen. Dieses Betonfundament wurde über mit Beton gefüllte Bigpacks in den Baugrund bzw. direkt

neben den bestehenden Fundamenten eingebracht (Abb. 3). Hierfür wurden insgesamt ca. 50 m³ Beton benötigt.

Laut einem eilig durchgeführten Bodengutachten besteht der Baugrund aus gewachsenen Mittelsanden. Bis ca. 4,30 m bzw. 4,90 m weisen die Sande eine unzureichende Lagerungsdichte auf, was teils als gebietstypisch angesehen wird, größtenteils aber auch auf die Bodenumlagerungen infolge des Starkregenereignisses zurückzuführen ist. Schätzungen zur Folge wurden dabei ca. 1.600 m³ Boden umgelagert.

Neben den schon beschriebenen Schäden sind an einer gegenüberliegenden Gebäudeecke im Keller horizontale und abgetreppte Risse in den Wänden sichtbar. Die Entstehung wird ebenfalls auf das Starkregenereignis zurückgeführt. Durch das Leerziehen der Wohnungen drohten dem Wohnungseigentümer Mietausfälle, dementsprechend dringlich erschienen Sanierungsarbeiten.

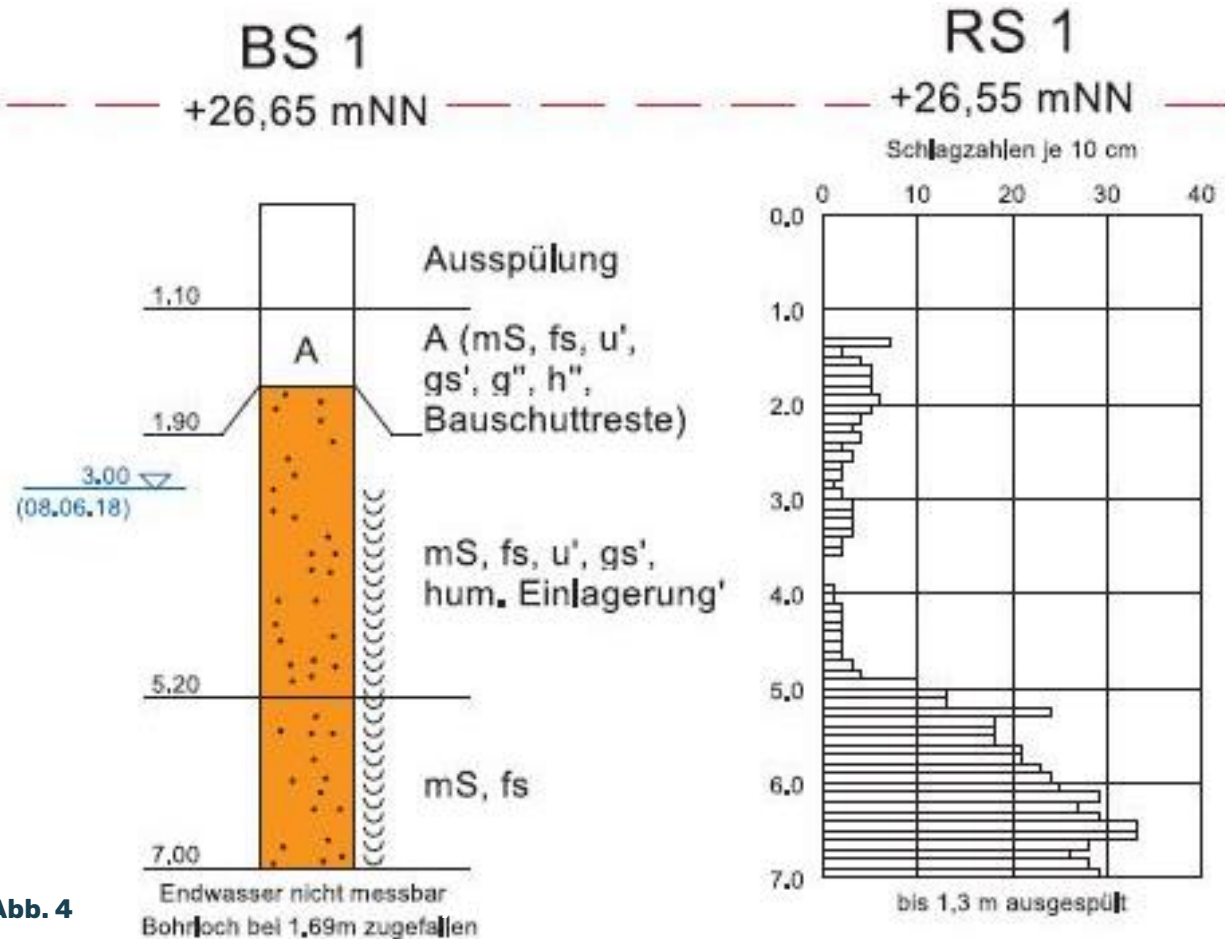


Abb. 4

Endwasser nicht messbar
Bohrloch bei 1,69m zugefallen

ENTWICKLUNG EINES SANIERUNGSKONZEPTS

Die Baugrunduntersuchung (Abb. 4) ergab, dass eine unmittelbare Standsicherheitsgefährdung für das Objekt aus bodenmechanischer Sicht aktuell nicht gegeben war. Eine Neugründung ohne vorangehende Baugrundverbesserung hätte weitergehende Verformungen mit Rissbildungen am Gebäude zur Folge gehabt. Vor weiteren Bautätigkeiten am Gebäude sollte demnach der anstehende Baugrund in geeigneter Form stabilisiert werden und geeignete Maßnahmen ergriffen werden, die bei erneutem Extremwetter ähnliche Ausspülvorgänge ausschließen.

Laut Bodengutachten sollten angepasste Nachgründungen bzw. Bodenverbesserungsmaßnahmen vorgenommen werden mit dem Ziel, zukünftig die Bauwerkslasten möglichst bis in die mindestens mitteldicht gelagerten Sande abzuleiten und somit die oben liegenden locker gelagerten Sande zu überbrücken. Ein Rückstellen der Bauwerkssetzungen in die ursprüngliche Lage (z.B. Anhebung der Untergeschossstützen) wäre in einem gewissen Maße ebenfalls denkbar.

Zur Ertüchtigung des Baugrunds und der aufstehenden Gründungsteile kamen zunächst alle

zementbasierten Baugrundverbesserungen in Betracht. Bei diesen Verfahren (z.B. Düsenstrahlverfahren) ergeben sich im Regelfall keine Hebungsmöglichkeiten, da keine Schwelldrücke aufgebaut werden können. Eine alternative Ausführung zum Düsenstrahlverfahren ist in der vorliegenden Situation das Injizieren von Spezialschäumen oder Harzen zur Verstärkung und Verdichtung der locker gelagerten Sande, z.B. mit dem URETEK Verfahren.

ENTSCHEIDUNG FÜR DAS URETEK VERFAHREN

Bei einem kurzfristig anberaumten Ortstermin wurde besprochen, mit Hilfe der URETEK DeepInjection®-Methode den Baugrund zu verstärken und damit den durchgehenden Kraftschluss zwischen der neuen Fundamentsohle und tragfähigem Baugrund wiederherzustellen.

Schon gut eine Woche später fuhr das URETEK Einsatzfahrzeug mit seiner völlig autarken Baustelleneinrichtung vor und die Injektionsarbeiten konnten beginnen.



Abb. 6



Abb. 7



Abb. 8

Im Abstand von ca. 0,80 m wurden Bohrlöcher mit einem Durchmesser von 16 mm gesetzt (Abb. 6). In diese Bohrlöcher wurden Injektionslanzen bis zu 5,00 m unter Oberkante Kellerfußboden geführt (Abb. 7).

Durch die Lanzen wurde dann das Zweikomponenten-Expansionsharz flüssig und unter kontrolliertem Druck in den Baugrund gepresst. Während der Injektion wurden die Lanzen mit einem Ziehgerät langsam und gleichmäßig nach oben gezogen, um den aufgelockerten Baugrund durchgehend zu verstärken (Abb. 8). Durch die Volumenvergrößerung der Harze und die dabei entstehende Expansionskraft wurde der Baugrund verdichtet und verspannt. Durch weitere Injektionen wuchsen die Horizontalspannungen im Boden bis auf das Maß der vertikalen Auflast an. Dabei kam es lokal begrenzt zu einer messbaren Hebungstendenz von bis zu 2 mm. Die durch die Unterspülung entstandenen Risse konnten zum Teil wieder geschlossen werden.

Wegen der extrem kurzen Reaktionszeit der Harze und der millimetergenauen Überwachung durch Nivellierlaser wurde der ganze Prozess genau kontrolliert und gesteuert. Die am Bauteil

befestigten Laserempfänger registrierten jede Bewegung der Baukonstruktion und der Umgebung und brachten damit den Nachweis für den Zuwachs der Untergrundtragfähigkeit unter der zu diesem Zeitpunkt herrschenden Belastung.

Es wurden ca. 39 lfm Fundamente bearbeitet, für die das URETEK Team lediglich drei Arbeitstage benötigte. So konnte anschließend zügig mit der Renovierung der betroffenen Wohnungen begonnen werden, die auch zum Teil durch Risse in den Wänden in Mitleidenschaft gezogen wurden. Mittlerweile sind alle Bewohner wieder in ihre Wohnungen zurückgekehrt.