

Auszug



Quarks & Co Vorsicht Einsturzgefahr!

Autoren: Peter Krachten, Michael Ringelsiep, Vladimir Rydl, Eva Schultes, Jo Siegler
Redaktion: Anne Preger

Einstürzende Häuser gefährden Menschenleben. Viele Katastrophen lassen sich eigentlich verhindern. Denn Häuser kann man so sicher bauen, dass sie selbst Erdbeben standhalten. Ein Problem: Bauwerke werden zu wenig kontrolliert. Gibt es in Deutschland tickende Zeitbomben – Gebäude mit erhöhtem Einsturzrisiko? *Quarks & Co* erklärt, was in Köln unter dem Historischen Stadtarchiv wahrscheinlich passierte und wie der Einsturz hätte verhindert werden können.

Der Einsturz des Historischen Stadtarchivs in Köln ***Eine Kette verhängnisvoller Fehlentscheidungen***

Die Bilder des eingestürzten Stadtarchivs gingen um die Welt. Der Verlust an historischen Dokumenten ist nicht zu beziffern. Zwei Menschen verloren ihr Leben. Es war eine verhängnisvolle Kette von Fehlentscheidungen, die ins Unglück vom 3. März 2009 führte. Der Einsturz hätte sich mit großer Wahrscheinlichkeit - selbst noch wenige Wochen vorher - verhindern lassen.

Verhängnisvolle Fehler

Der Einsturz des Historischen Stadtarchivs in Köln



Trümmer des eingestürzten Archivs aus der Luft fotografiert. Zu sehen sind der Trichter, in den das Haus stürzte, und die Baugrube

Rechte: AP, Mark Keppler

Mitten im Zentrum Kölns tut sich am 3. März 2009 die Erde auf und verschluckt eines der bedeutendsten städtischen Archive Europas. In den ersten Tagen nach der Katastrophe war noch nicht klar, was im Untergrund unter dem Historischen Stadtarchiv passiert ist. Aber die Indizien deuten schnell auf Probleme beim Bau der neuen Nord-Süd U-Bahn.

Direkt vor dem Stadtarchiv unter der Severinstraße wird eine unterirdische Rangierhalle gebaut. Eine besondere Herausforderung für die Ingenieure, denn die Halle muss hier über 20 Meter tief ins Grundwasser hineingebaut werden. Zunächst dachte man, dass die Betonwände dieser Baugrube gebrochen oder undicht geworden waren. Doch inzwischen gehen die meisten Experten davon aus, dass die Ursache ein sogenannter hydraulischer Grundbruch ist. Das bedeutet, dass große Mengen Wasser und Erdreich von unten in die Baugrube eingedrungen sind und zu einem Trichter außerhalb der Grube führen. Doch wie konnte es zu diesem Phänomen kommen? Und wie hätte man den Grundbruch verhindern können?

Hydraulischer Grundbruch

Er kann zum Beispiel dann auftreten, wenn die Baugrube während des Baus unten nicht durch eine Betonplatte abgedichtet wird, sondern nur durch vermeintlich dichte Bodenschichten. Wird das Grundwasser innerhalb der Grube mit Brunnen abgepumpt, entstehen große Druckunterschiede. Das Grundwasser drückt von unten mit hohem Druck in die Grube. Diese Kraft ist so groß, dass der Boden hoch gedrückt oder durchbrochen werden kann. Nur wenn genügend schweres Material innen in der Grube auf der abdichtenden Schicht liegen bleibt, verhindert sein Gewicht, dass das Wasser den abdichtenden "Stopfen" durchbricht und einströmendes Wasser riesige Mengen Erdreich mit sich reißt.

Spurensuche

Der Einsturz des Historischen Stadtarchivs in Köln beweist vor allem eines: Es wurden Fehler beim U-Bahnbau gemacht. Aber welche? Offizielle Informationen dazu gibt es bislang nicht. Wir haben daher alle verfügbaren Pressemeldungen und Fachveröffentlichungen gesichtet und mit Hilfe von Experten versucht, die Vorgänge zu rekonstruieren. Heraus kam eine Chronologie von Warnhinweisen. Sie wurden allesamt während des Bau-Projektes übersehen oder offenbar nicht ausreichend beachtet.



Das Historische Stadtarchiv Juni 2008

Fatale Alternative



Sichere Methode: Unterwasserbeton



Preiswerte Alternative: Abdichtung durch Untergrund



Der gebaute Kompromiss, maximale Grundwasserabsenkung

Die Ausschreibung des U-Bahn-Baus im Jahr 2002 sah für die 28 Meter tiefe Baugrube eine äußerst sichere Methode vor: Sie sollte mit Schlitzwänden aus Beton zu den Seiten hin abgedichtet und der Kies in der Mitte unter Wasser ausgebaggert werden. Erst, nachdem Taucher 20 Meter unter dem Grundwasserspiegel die Bodenplatte betonierte und gesichert hätten, sollte das Wasser aus der Grube gepumpt werden. Zwar ist Unterwasserarbeit recht teuer. Aber am Grubenboden gibt es dadurch keine Druckunterschiede. Zu einem Grundbruch hätte es dann nicht kommen können.

Stattdessen erhalten die Baufirmen im Jahr 2003 den Zuschlag für eine billigere Lösung: Die Grube soll dabei zunächst nicht von Beton, sondern von relativ wasserundurchlässigen Bodenschichten in 35 Metern Tiefe abgedichtet werden. Zwei Meter sollten die seitlichen Betonwände in diese Schichten hineinreichen. Brunnen, die das nachströmende Wasser abpumpen, sollten die Grubensohle trocken halten. Der Boden der Grube sollte dabei monatelang relativ ungesichert bleiben.

Fehleinschätzung des Untergrunds

Doch es kommt anders als geplant. Die Baufirmen wollen sich für die Abdichtung der Baugrube nach unten auf Schichten mit ganz speziellen Eigenschaften verlassen, leicht schräg gestellte Lagen von Braunkohle und Feinsand.

Der Geologische Dienst NRW kennt diese sogenannten „Kölner Schichten“ seit langem. Der Dienst ist das geologische Gedächtnis des Landes, verwaltet in seinem Archiv Daten von 260 000 Bohrungen. Er berät Kommunen und Bauherren bei Großprojekten. Prof. Josef Klostermann, der Leiter des Dienstes, hätte diese Schichten nicht empfohlen, um eine Grube abzudichten und erklärt, was sie so unzuverlässig macht: „Das Besondere ist die intensive Wechsellagerung von Braunkohle mit Feinsanden: Die Braunkohlen dichten ab, die [Feinsande](#) nicht. Das heißt, wenn man jetzt das Wasser in der Baugrube absenkt, dann kann das dazu führen, dass das Wasser horizontal in die Baugrube hinein zutritt, und dann von unten nach oben hin gedrückt wird. ...“

Die Baufirmen ändern ihre Planungen. 2006 berichteten Mitarbeiter der Baufirmen auf einem Fachkongress, der Baugrundtagung in Bremen, über Probleme beim Bau. Die Kölner Schichten würden horizontal viel mehr Wasser durchlassen als erwartet. Für die Ausschreibung hatte man

37 Meter tiefe Schlitzwände geplant. Laut Berechnungen seien aber bei diesem Untergrund teilweise mehr als 60 Meter tiefe Wände notwendig, um vor einem hydraulischen Grundbruch sicher zu sein. Solch tiefe Wände seien aber nicht mehr zuverlässig zu bauen und dicht zu bekommen. Die Baufirmen erläuterten ihren Kompromiss: Nur 45 Meter tiefe Seitenwände, dafür aber zusätzliche Brunnen, die das Wasser bis zur Unterkante der Wände absenken. Ihre Vorstellung dabei offenbar: Das trockene und schwerere Füllmaterial der Grube gleicht die weniger tiefen Seitenwände aus und wirkt dem Druck des einströmenden Wassers entgegen.

Die letzten Warnzeichen



30. Juni 2008: Ein neuer Brunnen wird in Betrieb genommen

Ende Juni 2008 nehmen die Baufirmen zusätzliche Pumpen in Betrieb. Denn von Anfang an hatten die Firmen das eindringende Wasser offenbar nicht im Griff. Am 8. September 2008 dringt trotzdem Wasser von unten durch den Boden der Grube unter der Severinstraße: Alarmzeichen für einen drohenden hydraulischen Grundbruch. Doch noch reicht das Gegengewicht des Kieses in der Baugrube – gerade noch. Denn 9 Meter waren noch nicht ausgebaggert. Die Baufirmen greifen danach zu einer Notlösung. Es werden noch mehr Brunnen gebaut, insgesamt 23 statt der geplanten vier. Und es wird mehr Wasser abgepumpt: zuletzt pro Stunde 750 Kubikmeter - soviel wie ein kleines Hallenbad fasst. Stunde für Stunde.

Im Dezember 2008 stellt ein Gutachter Risse im Stadtarchiv fest, bis zu vier Zentimeter breit. Er empfiehlt, nach den Ursachen zu forschen. Anfang Februar 2009, einen Monat vor dem Unglück, sackt das Archiv an einem einzigen Tag um sieben Millimeter ab; seit Beginn der Bauarbeiten sogar um 20 Millimeter. Nach und nach weggespültes Material könnte zu diesem Zeitpunkt bereits unter dem Archivgebäude gefehlt haben.



Nasser Feinsand kann wie Wasser fließen

Aber die Feinsande unter dem Stadtarchiv können nicht nur leicht abgetragen werden. Sie sind wegen ihrer einheitlichen Korngröße viel gefährlicher. Sie sind thixotrop, können als Ganzes in Bewegung geraten und fließen wie Wasser. Unter welchen Bedingungen, erklärt Prof. Klostermann: „Die Bewegung kommt erst dann da rein, wenn es Druckunterschiede gibt. Und diese Druckunterschiede sind hervorgerufen worden durch das Absenken des Grundwasserspiegels unter der Baugrube. Und dann gerät der Sand ins Fließen.“

Am 3. März 2009 bemerken die Arbeiter wahrscheinlich genau das: Wasser quillt aus dem Grund der Grube. Erst von diesem Moment an ist das Unglück nicht mehr aufzuhalten.

Sehr wahrscheinlich lässt ein hydraulischer Grundbruch das Historische Stadtarchiv in den entstehenden Trichter stürzen. Zwei Menschen aus einem Nachbarhaus sterben.

Das Tragische: Das Unglück hätte höchstwahrscheinlich bis kurz davor vermieden werden können: Man hätte die Grube nur fluten müssen, um den immensen Wasserdruck von der anderen Seite der Schlitzwand auszugleichen und dann unter Wasser zu Ende zu bauen.

War das Unglück in Köln ein Einzelfall?

U-Bahn-Baustellen machen weltweit Probleme. 1994 stürzte in München ein voll besetzter Linienbus in ein Loch, das sich über der U-Bahn auftat. Ende 2008 passierte dasselbe in Peking. In Amsterdam sind durch den U-Bahnbau seit 2008 eine ganze Reihe von Gebäuden einsturzgefährdet. Und in Barcelona bangt die Bevölkerung um Gaudis Kathedrale Sagrada Familia, neben der ein Bahntunnel geplant wird. Bereits 2005 verschwanden dort mehrere Häuser in einem eingestürzten Tunnel und Hunderte von Menschen mussten umgesiedelt werden. Köln ist beileibe kein Einzelfall.

Autor: Vladimir Rydl

Feinsande

Sand mit Korngrößen von 0,063 bis 0,2 Millimeter Durchmesser.

Thixotropie

Thixotrope Materialien ändern durch Bewegung ihre Viskosität. Ketchup wird etwa durch Schütteln kurzzeitig flüssiger.

Wassergesättigte Feinsande einheitlicher Korngröße können sich zum Beispiel auch durch Erdbeben spontan verflüssigen.