

Immissionsarme Zerkleinerung einer Betonbodenplatte mittels Bohr- und Sprengarbeit in innerstädtischer Umgebung

Breaking of a concrete slab by blasting with low emissions inside of an urban surrounding

von Laina Liebling und Alexander Kirchofer

Im innerstädtischen Bereich unterliegen Abbrucharbeiten besonderen Umweltaanforderungen. Der mögliche Einsatz eines konventionellen Hydraulikhammers ist für die Anwohner mit erheblichen Lärmbelastigungen verbunden. Als Lösungsvariante bietet sich hier die moderne Sprengtechnik an. Diese ermöglicht es, zeitoptimiert, ressourcenschonend und immissionsreduziert im innerstädtischen Umfeld die Arbeiten umzusetzen. Die Prozesse werden durch anwendungsorientierte Messtechnik begleitet, womit alle Anforderungen präzise nachvollzogen und dokumentiert werden.

Demolition works inside of urban surroundings are subject of special demands concerning the environment. The possible use of a hydraulic breaker is combined with noise pollution for the neighbours. Modern blast technology can be a solution. It allows time optimizing, resources saving and emission reduced way to work. The realisation is accompanied by user orientated monitoring which documents the process.

1 Einführung

Im Herzen der Stuttgarter Innenstadt entwickelt die USWM Immobilien GmbH das Projekt Look 21. Dieses umfasst einen Gebäudekomplex, welcher aus zwei Bürobauteilen sowie einem Wohnbauteil mit Kindertagesstätte besteht. Der Innenbereich der Gesamtanlage besticht durch eine begrünte Außenanlage mit Terrassenflächen und Spielbereichen. Die Fertigstellung des Komplexes ist für Frühjahr/Sommer 2018 geplant.



Abb. 1: Ansicht des geplanten Projektes „Look 21“ in der Stuttgarter Innenstadt (Fotos: Schaller Architekten BDA RIBA)

Das Projekt liegt an der Heilbronner Straße zwischen Tunzhofer Straße und Türlestraße und verfügt über eine Grundstücksfläche von ca. 13.000 m². Dieses Gebiet wird im aktuellen Flächennutzungsplan der Stadt Stuttgart als Mischgebiet ausgewiesen. Entsprechend gestaltet sich auch die Umgebung von Look 21. Neben Wohnbebauung finden sich hier auch Einrichtungen des Klinikums Stuttgart, ein Seniorenheim, Bürogebäude und ein großes Einkaufszentrum von überregionaler Bedeutung.

Für die Entwicklung des Areals musste der Altbestand (ehemalige Mercedes Benz-Niederlassung) weichen. Die Abbrucharbeiten des Bestandsgebäudes erfolgten durch die FWA FISCHER Weilheim Abbruch GmbH & Co. KG im Zeitraum von Januar bis Dezember 2016.

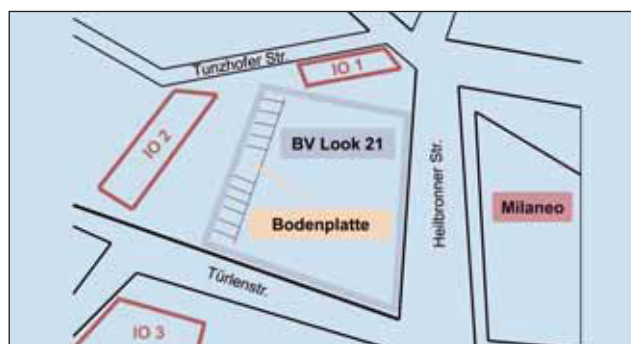


Abb. 2: Überblick zur Umgebungssituation

Hierbei erzeugte der Einsatz konventioneller Abbruchtechnik mit Baumaschinen bzw. Hydraulikhammer bei den Anliegern sehr hohe Immissionen, welche zu Anwohnerbeschwerden führten, so dass auch das Umweltamt eingeschaltet werden musste und Lösungen für die Weiterführung des Abbruchs zu finden waren. Dabei war ein besonderes Augenmerk auf die Zerkleinerung der Bodenplatte zu richten, die dann von der Lothar Rapp GmbH Bohr- und Sprengunternehmen mittels Bohr- und Sprengtechnik von November bis Mitte Dezember 2016 durchgeführt wurde. Die Vorteile dieser Technik gegenüber dem Einsatz konventioneller Methoden (Baumaschinen, Hydraulikhammer) werden nachfolgend anschaulich erläutert.

2 Sprengtechnik

Die Baugrube wurde durch einen „Berliner Verbau“ gesichert. Im Bereich der Bohr- und Sprengarbeiten erfolgte die Sicherung durch den Erhalt der Tiefgaragenrückwand des Nachbargrundstückes. Diese musste hierfür in fünf Lagen rückverankert werden. Ferner fand eine messtechnische Überwachung entlang der Rückwand zu etwaigen Einwirkungen der Sprengarbeiten statt. Die Bodenplatte aus Stahlbeton hatte eine Grundfläche von ca. 107,0 x 16,5 m bei einer Höhe von ca. 1,1 m (Abb. 3).



Abb. 3: Bodenplatte

In drei Bereichen variierte die Höhe. Der erste Bereich hatte eine Höhe von nur 0,3 m. Aufgrund dieser geringen Höhe wurde dieser Bereich noch mit Hilfe des Hydraulikhammers zerkleinert. Bei den anderen beiden Bereichen handelte es sich um Fundamente mit den Maßen 17,0 m x 3,0 m x 2,3 m sowie 6,5 m x 3,5 m x 2,1 m (L x B x H).

Letztendlich wurde bei dem Projekt Look 21 ein Volumen von ca. 1.808 m³ mittels Bohr- und Sprengarbeit zerkleinert.

Für die Ausführung der Bohrarbeiten fand ein modernes 3D-GPS-gesteuertes Bohrgerät vom Typ Ranger DX800 Drill Rig Verwendung.

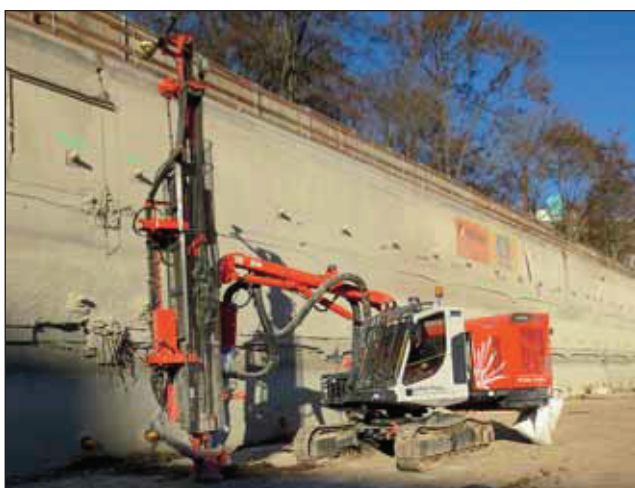


Abb. 4: Bohrgerät Ranger DX800

Der Einsatz dieser Technik ermöglichte dem Geräteführer des Bohrgerätes nach genauen, im Vorfeld geplanten Bohransatzpunkten zu bohren. Diese wurden dem Geräteführer mittels Bordcomputer im Führerhaus visualisiert. Das anfängliche Bohrlochrastrer wurde nach einer Probe-sprengung weiter optimiert. Im beschriebenen Projekt haben die erfahrenen Mitarbeiter der Lothar Rapp GmbH ein Bohrraster von 1,0 m x 1,0 m gewählt. Dabei betrug die Regelbohrlochtiefe ca. 0,8 m und der Bohrlochdurchmesser 48 mm.

Wie sich aus den beschriebenen Dimensionen der Bodenplatte sehr gut ableiten lässt, war eine Zerkleinerung der gesamten Stahlbetonbodenplatte mittels Hydraulikhammer nicht das geeignetste Mittel der Materialzerkleinerung. Gerade bei der hier vorliegenden innerstädtischen Umgebungssituation überwiegen die negativen Begleitumstände dieser Methode. Dazu zählen vor allem die aus dem Einsatz eines Hydraulikhammers zwangsläufig resultierenden massiven Schallemissionen. In Verbindung mit der für die Zerkleinerung benötigten hohen Arbeitszeit ergibt sich hieraus eine starke Belastung der Nachbarschaft wie auch des auf der Baustelle tätigen Personals. Zudem eignet sich der Hydraulikhammer nur zum Zerkleinern geringer bis mittlerer Gesteinsfestigkeiten. Die Kubatur und die Materialeigenschaften der Bodenplatte hätten einen hohen Zeiteinsatz für die Zerkleinerung erfordert. Neben diesem wirtschaftlichen Aspekt ist auch der im Vergleich zum Einsatz der Bohr- und Sprengtechnik um den Faktor 24 höhere Kraftstoffaufwand pro Kubikmeter zu berücksichtigen. Während bei dem Einsatz des Hydraulikhammers von einem Kraftstoffverbrauch von ca. 13,33 l/m³ auszugehen ist, ist bei dem hier eingesetzten Bohrgerät ein Kraftstoffverbrauch von ca. 0,55 l/m³ zu verzeichnen. Zudem sei auch noch auf den hohen Verschleiß des Arbeitsgerätes bei der maschinellen Zerkleinerung hingewiesen.

Mit dem Einsatz der Bohr- und Sprengtechnik hingegen konnten innerhalb weniger Sekunden große Mengen an Gestein, Boden, Stahl, Mauerwerk und Beton bewegt, zerkleinert oder aufgelockert werden. Hieraus erwächst auch der bereits oben dargelegte wirtschaftliche Vorteil dieser Zerkleinerungsmethode. Im Vergleich zum Einsatz des Hydraulikhammers ist hier das zerkleinerte Volumen pro Zeiteinheit signifikant größer. Zudem erlaubt es diese Methode, die bei jedem Zerkleinerungsprozess unvermeidlichen Immissionen (Lärm, Staub) auf ein zeitliches Minimum zu reduzieren. Die Auswirkungen auf die Umgebung, wie beispielsweise die möglicherweise erforderlichen Sperrungen von Verkehrswegen, bleiben auf einen kalkulierbaren, kleinen Zeitraum begrenzt. Dazu ist auch der im Vergleich und aus dem erheblich geringeren Kraftstoffverbrauch resultierende verringerte Ausstoß von CO₂ und Feinstaub zu zählen, ein Aspekt von steigender Relevanz, gerade in Stuttgart.

Für die Zerkleinerung der Bodenplatte wurden 29 einzelne Sprengungen angesetzt. Die Anzahl der Sprengungen ergibt sich dabei aus den Vorgaben bezüglich der Anzahl der Bohr-löcher sowie der vereinbarten Lademenge an Sprengstoff.

Aufgrund parallel laufender Verbauarbeiten, beispielsweise das Bohren von Bohrpfählen, erfolgte die Festlegung der Abbruchrichtung vor Ort.

Bei den Sprengungen fand der gelatinöse Sprengstoff Euro-dyn 2000 Verwendung. Hier kam ein Gesamtsprengstoffauf-wand von 623,5 kg sowie ein relativ geringer durchschnittlicher spezifischer Sprengstoffaufwand von 0,345 kg/m³ (und ein nominaler Wert von 0,682 kg/m³) zum Einsatz. Die maxi-male Lademenge pro Zündzeitstufe betrug 1,9 kg und die Lademenge pro Bohrloch ca. 0,750 kg.

Des Weiteren wurden bei diesem Projekt 1.341 elektrische Zünder C2 / C4 verwendet. Um etwaigen Steinflug sicher zu vermeiden, wurden die Sprengflächen vollständig mit Sprengmatten und Geovlies gesichert.



Abb. 5: Einsatz von Sprengmatten

Die Bohr- und Sprengarbeiten erstreckten sich insgesamt über drei Wochen. In diesem Zeitraum haben die Mitarbeiter der Lothar Rapp GmbH an jedem Arbeitstag erfolgreich ein Volumen von ca. 100 - 120 m³ Stahlbeton erfolgreich und effizient zerkleinert.

Die beiden nachfolgenden Abbildungen 6 und 7 veranschaulichen das Sprengergebnis.



Abb. 6



Abb. 7

3 Messtechnik

Mit dem Einsatz der Sprengtechnik gehen zwangsläufig Energieverluste bei der Umsetzung des Sprengstoffes einher. Deren Hauptform stellen Erschütterungen dar, die als Immissionen auf die Umgebung, Menschen und/oder Gebäude einwirken. Diese Erschütterungsimmisionen werden auf Grundlage der jeweils gültigen Fassung der DIN 4150 - Erschütterungen im Bauwesen - beurteilt. In der Norm werden hierzu Anhaltswerte genannt, bei deren Einhaltung kein Schaden eintritt. Ferner wird differenziert in Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden (DIN 4150 Teil 2) und Einwirkungen auf bauliche Anlagen (DIN 4150 Teil 3). In beiden Fällen ist die Schwinggeschwindigkeit die bevorzugte Ausgangsgröße. Diese wird durch den Einsatz von DIN 45669 - Messung von Schwingungsimmisionen - konformen Erschütterungsmessgeräten erfasst.

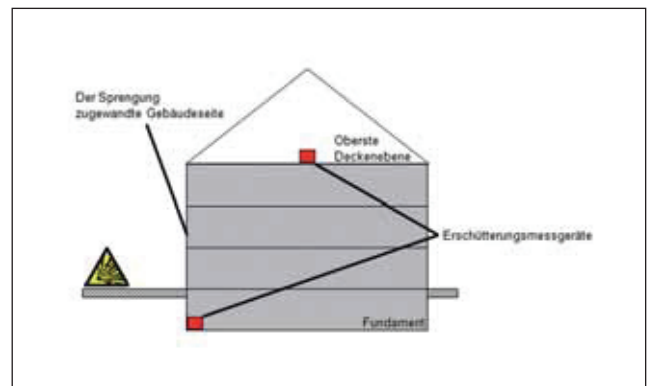


Abb. 8: Schematische Darstellung der durch die Norm vorgegebenen Messstellen

Die Auswahl der Messstellen innerhalb des zu beurteilenden Gebäudes leitete sich aus den Vorgaben der DIN 4150 ab. Die Abbildung 8 zeigt eine schematische Darstellung der durch die Norm vorgegebenen Messstellen, wobei hier auf den Messort „aufsteigendes Mauerwerk“ verzichtet wird.

Im vorgestellten Projekt erfolgte die Überwachung der Erschütterungsimmisionen durch den Engineering Service Schmücker (ESS), ein auf Sprengtechnik und Immissionsprognosen und -messungen bei über- und untertägigen Gesteinssprengungen spezialisiertes Sachverständigenbüro.

Vor Aufnahme der Sprengarbeiten musste zunächst beim Amt für Umweltschutz Stuttgart eine Sprenganzeige mit einem spreng- und immissionstechnischen Fachgutachten eingereicht werden, dass durch den ESS ausgearbeitet wurde. In diesem Gutachten, samt Immissionsprognose, wurde sowohl die Anzahl der Immissionsorte als auch die einzusetzende Sprengtechnik mit den erforderlichen Sicherungsmaßnahmen festgelegt. Die Auswahl der jeweiligen Immissionsorte (IO) ergibt sich aus den minimalen Entfernungen zu der Bodenplatte ($R_{\min\text{Bodenplatte}}$) bei Betrachtung der gesamten umgebenen Bebauung. Aufgrund der besonders geringen Abstände von zwei Gebäuden (IO 1, IO 2) wurden hier zusätzlich in der Ebene des obersten Vollgeschosses Messungen durchgeführt.

An diesen Immissionsorten erfolgte auch eine Beurteilung der Erschütterungsimmissionen nach DIN 4150 Teil 2. In Tabelle 1 sind die Immissionsorte sowie deren Abstände zu der Bodenplatte aufgeführt. Ferner wird in Abbildung 2 ein Überblick über die Lage der Immissionsorte aufgezeigt.

Immissionsort	Adresse	Messort	Gebäudeart	R _{min} Bodenplatte
IO 1 a	Tunzhofer Str. 7	Fundament	Wohngebäude	17 m
IO 1 b	Tunzhofer Str. 7	4. OG	Wohngebäude	17 m
IO 2 a	Türleinstr. 22 b	Fundament	Klinikgebäude	30 m
IO 2 b	Türleinstr. 22 b	4. OG	Klinikgebäude	30 m
IO 3	Birkenwaldstr. 19	Fundament	Seniorenheim	42 m

Tab. 1: Übersicht Immissionsorte

Bei der Betrachtung der Immissionsorte bedarf das Gebäude „Türlestraße 22 b“ besonderer Aufmerksamkeit, da es sich hierbei um ein Gebäude des Klinikums Stuttgart handelt. Es ist dort von einer stark erhöhten Sensibilität in Bezug auf die Wahrnehmung von Erschütterungen auszugehen.



Abb. 9: SYSCOM-Messgerät MR 3000C

Alle fünf Immissionsorte wurden mit Messgeräten vom Typ MR3000C des Herstellers SYSCOM Instruments instrumentiert. Dieser Messgerädetyp verfügt über einen 3-axialen, internen Geschwindigkeitssensor, KB-Bewertung nach DIN 4150 Teil 2 sowie über ein internes WLAN- und GPRS-Modem.

Hierüber erfolgt der Datentransfer in das Smart Data Center (SDC). Bei dem SDC handelt es sich um ein von ESS mitentwickeltes, cloudbasiertes Online-Tool. Die von den Messgeräten gesendeten Messdaten werden im SDC in Echtzeit visualisiert und gegen die DIN 4150 Teil 2 und Teil 3 ausgewertet. Bei der Präsentation der Messergebnisse kommt eine farbige Ampeldarstellung zur Anwendung. Diese ermöglicht die Interpretation der Ergebnisse auf einen Blick (Abb. 10).

Mittels mobiler Endgeräte (beispielsweise Smartphone, Tablet) greift der Sprengberechtigte auf der Baustelle auf das SDC zu. So ist er in der Lage, direkt nach der Sprengung, diese zu bewerten und hieraus etwaige Optimierungen der Sprengparameter, auch mit Blick auf die Reduzierung von Erschütterungen, abzuleiten. Gerade bei dem hier vorhandenen sensiblen Immissionsgebiet, mit unmittelbar angrenzender Wohnbebauung und benachbartem Klinikgebäude, sind diese Informationen von Vorteil. Ferner erfolgt mittels SDC die Dokumentation der Messergebnisse, auch in Berichtsform. Dieser kann in Tabellenform als .rtf- oder .pdf-Datei ausgegeben werden.

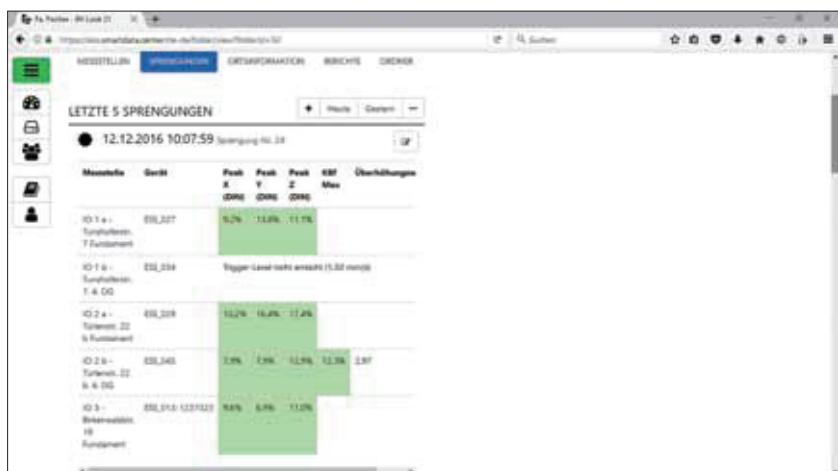


Abb. 10: Screenshot SDC

Im gesamten Verlauf des Projektes sind bei den getätigten Sprengungen die Anhaltswerte eingehalten worden. Durch die vorgestellte Messtechnik konnte dies zeitnah sach- und adressatengerecht dokumentiert werden.

Somit gab es während des Projektes keinen Bedarf für den Einsatz zusätzlicher Maßnahmen zur Erschütterungsreduzierung, wie beispielsweise der Verkleinerung einzelner Sprengflächen, Einsatz von Ladungsteilung oder Verwendung eines anderen Zündsystems.

4 Fazit

Der erfolgreiche Abschluss des hier vorgestellten Projektes durch die Partner Lothar Rapp GmbH Bohr- und Sprengunternehmen und Engineering Service Schmücker zeigt, dass der Einsatz moderner Sprengtechnik bei Abbrucharbeiten gegenüber der Anwendung konventioneller Methoden (Baumaschinen, Hydraulikhammer) in bestimmten Fällen die bessere und umweltfreundlichere Alternative ist.

Nicht nur bei der partiellen Zerkleinerung von Gebäudefragmenten überzeugt die moderne Sprengtechnik mit ihren positiven Eigenschaften **ressourcenschonend, immissionsreduziert** und **zeitoptimiert** gerade auch im innerstädtischen Umfeld. Einhergehend mit bedarfs- und anwenderoptimierter Messtechnik und Dokumentation eröffnet sie den Bedarfsträgern neue Möglichkeiten bei der Realisierung anspruchsvoller Abbruchprojekte.

Anschrift der Autoren:

Laina Liebling
 Lothar Rapp GmbH Bohr- und Sprengunternehmen
 Hinter der Ziegelhütte 7, 71665 Vaihingen-Horrheim
 www.lothar-rapp.de

Alexander Kirchhofer
 ESS Engineering Service Schmücker
 7307 Jenins, Schweiz
 www.es-schmuecker.eu