

Basisfaktor GEOTECHNIK - Mit unserer Expertise einfach, schnell und gut bauen.



Heinz Lange Bauunternehmen GmbH  
Ernst-Thälmann-Straße 16  
01458 Ottendorf-Okrilla

**Fröhner Ingenieur GmbH**  
Hermann-Ilggen-Straße 38  
01445 Radebeul

Tel.: +49 351 897 33 984  
info@baugrubenmanager.com  
<https://baugrubenmanager.com>

Projekt:  
Erweiterung OS Radeburg  
Schulstraße 4  
01471 Radeburg

Datum: 30.04.2024

Verfasser: FRT

Projekt: 23-G-069

3. Geotechnischer Bericht:

**Ausführungsplanung und Art der Ausführung für Spezialtiefbau  
Änderungserfordernisse nach Erkenntnissen  
während der Bauausführung**

**Unsere Leistungen:**

Baugrunduntersuchung,  
Baugrundgutachten,  
Gründungsberatung.

Geotechnische Planung für Baugru-  
ben, Gründungen, Stützbauwerke.

Tragwerksplanung  
Stahlbetonbau, Stahlbau,  
Ingenieur Tiefbau.

Geotechnische Baubegleitung,  
Geotechnisches Projekt- und Risiko-  
management.

Geotechnische Kategorie:

**neu GK 3**

**Fröhner Ingenieur GmbH**

Geschäftsführer: Thomas Fröhner  
Amtsgericht Dresden HRB 42645  
St.-Nr.: 209/108/06387

Verfasser:  
Dipl.-Ing. Thomas Fröhner  
Zert. Sachverständiger für Geotechnik

Ostsächsische Sparkasse Dresden  
DE48 8505 0300 0221 2378 10  
OSDDDE81XXX

Grenke Bank AG  
DE35 2013 0400 5800 0077 41  
GREBDEH1

## 1. Veranlassung

In der Stadt Radeburg wird die Heinrich-Zille-Oberschule an- und umgebaut. Dabei soll auch ein neues Bauteil zwischen Schulgebäude und Turnhalle und im Innenhof errichtet werden. Später im 3. Bauabschnitt ist dann die Errichtung weiterer Baukörper auf der Freifläche neben der Turnhalle geplant.

Die Gesamtplanung liegt in den Händen des PLANUNGSBÜRO PARTZSCH. Die Tragwerksplanung stellen die IGS INGENIEURE auf. Die Bauausführung für den Spezialtiefbau wurde an die HEINZ LANGE BAUUNTERNEHMEN GMBH (HL) vergeben. Die Ausführungsplanung für den Spezialtiefbau erstellt im Auftrag von Heinz Lange Bauunternehmen GmbH die FRÖHNER INGENIEUR GMBH; Ingenieurbüro für Erd- und Grundbau.

Das Kellergeschoss der Neubauten wird in Stahlbetonbauweise ausgeführt. Der Lastabtrag soll über eine Bodenplatte erfolgen. Lokal, wie zum Beispiel im Bereich von Aufzugsunterfahrten, sind auch Vertiefungen erforderlich, die bis zu 2,5 m unter die Bestandsfundamente reichen.

Für die Ausführung von Unterfangungen wurde ein vorgezogenes Los Spezialtiefbau ausgeschrieben. Unterfangungen wurden als Schwergewichtswände bemessen. Es wurden Hinweise gegeben, dass zum Beispiel nach DIN 4123 ein Stahlbetonverteilungsbalken im Vorfeld hergestellt werden müsste.

In der Ausschreibungsunterlage zu Los 2 „Spezialtiefbau“ gibt es eine spezielle Vorbemerkung. Zitat: "Das vorliegende Los Spezialtiefbau ist mit Planungs- und Bauleistungen verbunden. Als Anlage zum LV werden umfangreiche Unterlagen und eine Funktionalbeschreibung mitgeliefert. Auf Grundlage dieser wurden die Pauschalpositionen für die Angebotsabgabe formuliert."

Anzubieten sind also auch alle Planungsleistungen gewesen (Festlegung der Technologie, statischer Nachweis der Tiefgründung, Ausführungsunterlagen Tiefgründungen, statischer Nachweis Vorbau, Ausführungsunterlagen Verbaue, Monitoring der Bestandsbauten Altbau und Turnhalle zum Beispiel hinsichtlich Setzungen).

Die Funktionalbeschreibung zu Los 2 „Spezialtiefbau“ stellt dar, dass im Zuge der Planung zwei Fundamentschürfe ausgeführt wurden. Mit diesen wurden die Unterkanten und Gründungsarten der bestehenden Gebäude erkannt. Es wurde definiert, dass die Unterkante der Bestandsfundamente der Turnhalle bei -3,65 m und die Unterkanten der Bestandsfundamente im Schulhaus bei -4,05 m angetroffen wurden. Es wird weiterhin ausgeführt, dass eben lediglich ein Aufschluss pro Gebäude ausgeführt wurde und sich Differenzen von den angegebenen Höhen ergeben können.

Für die Baumaßnahme wurde ein Baugrundgutachten ausgearbeitet. Das Baugrundgutachten wurde den Ausschreibungsunterlagen beigelegt. Im Zuge der Erkundungskampagne zum Vorhaben wurden direkte und indirekte Baugrundaufschlüsse ausgeführt. Dabei handelte es sich um drei Stück Rammkernsondierungen bis 5,0 m Tiefe unter Gelände und eine schwere Rammsondierung DPH zur Bestimmung der Lagerungsdichten. Das Baugrundgutachten wurde in einer frühen Planungsphase gefertigt und nicht fortgeschrieben.

Bezüglich der Gründungen wird ausgeführt: „Zur Gründung der Bestandsbauten liegen keine Angaben vor. Einschätzungsgemäß sind die Altbauten mittels Streifenfundamenten gegründet, deren kleinste Einbindetiefe schätzungsweise bei 0,5 bis 0,7 m liegt.“ Hier ist bereits anzumerken, dass der Lastabtrag längs der Außenwände stattfindet. Von der Ausbildung eines Streifenfundamentes kann aber nicht gesprochen werden. Es handelt sich, wie jetzt im Zuge der Baumaßnahme erkannt, um Bruchsteinschichtungen, die lokal auch vermörtelt oder gesetzt und verspannt anzutreffen sind.

Für den Baugrund wurde eine Regelschichtung wie folgt abgeleitet: Auffüllung, obere Flusssande, untere Flusssande und Übergang in Flusskiese. Es ist ein wechselhafter Baugrund vorhanden. Unter der Auffüllung und den oberen Flusssanden sind dann die vor allem auch lehmig durchsetzten Unteren Flusssande anzutreffen. Für die Unteren Flusssande, in denen auch die Gründung des neuen Zwischenbaus zu liegen kommt oder auch Unterfangungen eingreifen, wird ausgeführt, dass diese stark lehmig durchsetzt sind und nur eine geringe Scherfestigkeit besitzen.

Die geotechnische Empfehlung weist aus, dass in den Anbaubereichen zusätzlicher Aufwand für die Unterfangungen der Altbauten erforderlich sind. Weitere Hinweise oder Spezifikationen dazu sind nicht ausgeführt.

Auf der Basis der hier dargestellten Faktensituation wurde durch die Firma Heinz Lange Bauunternehmen GmbH, Medingen, ein Angebot für die Ausführung der Spezialtiefbauleistungen abgegeben. Für die Ausführung der Planungsleistungen wurde das Ingenieurbüro für Erden Grundbau, Fröhner Ingenieur GmbH, Radebeul, gebunden.

Während der Bauausführung zu den Spezialtiefbauarbeiten ergab sich die Notwendigkeit zur Anpassung der Arbeitstechnologie und der Planungen aufgrund der angetroffenen Situation. Diese werden in diesem Bericht erläutert.

## **2. Ausführung des Baugrubenverbau Trägerbohlwand**

Der Baugrubenverbau im Hof konnte wie konzipiert und geplant in seiner Standsicherheit nachgewiesen werden. Dies wurde auch entsprechend umgesetzt.

Hier ist zu beachten, dass die Gründungslasten der Nachbargebäude durch den Aufsteller der Statik selbst abgeschätzt werden mussten und besondere Vorkehrungen und Abstandsregelungen zur Sicherung der Verformungsarmut auszuarbeiten und baulich zu realisieren waren.

Die Kranstandorte wurden so tief gegründet, dass der Lasteintrag die Umsetzung des geplanten Konzeptes auch erlaubte.

## **3. Zusatzerkundung CPT und Erkenntnisse**

Während der Planung wurde erkannt, dass die Unterfangungen des Bestandsgebäudes und der Turnhalle mit ihren Sohlen in der Schicht der unteren Flusseite liegen. Auch der Lasteintrag aus der Bodenplatte sollte mit einer Polstergrundung und einer entsprechend dicken Platte aus Stahlbeton in die unteren Flussstande erfolgen. Da die Standsicherheitsberechnungen und die Dimensionierung für diesen Lasteintrag zu unwirtschaftlichen Ergebnissen geführt hätte, wurde eine Nacherkundung des Baugrundes ausgeführt.

Es wurden dazu Drucksanierungen CPT niedergebracht und ausgewertet. In Anpassung an die neuen Erkenntnisse wurde eine technisch sichere Planung aufgestellt. Die Stärke der Bodenplatte wurde verringert. Die Polsterschicht aus Kies-Sand, die zu einer weiteren Vertiefung der Baugrube geführt hätte, wurde weggelassen. Die nunmehr dünnere Bodenplatte wurde dafür auf einer Bodenverbesserung aus CMC-Säulen aufgesetzt. Damit wurden

gleichzeitig die Scherparameter der Schicht mit den geringen Scherfestigkeiten verbessert. Die Ausführung der Unterfangungen konnte in ihrer Standsicherheit nachgewiesen werden.

Wie durch die Firma Heinz Lange Bauunternehmen GmbH konzipiert, wurde die Unterfangung der Bestandsgründungen der Turnhalle und des Schulgebäudes durch Ausführung von Körpern durch Düsenstrahlverfahren (HDI) realisiert.

#### **4. Sicherung der Aufzugsunterfahrt**

In einem Kellerraum des Untergeschosses ist eine Aufzugsunterfahrt anzuordnen. Der dafür vorgesehene Raum war zu Beginn der Baumaßnahme noch mit Bauschutt verfüllt und unzugänglich. Es erfolgte eine Freilegung erst örtlich, dann vollständig. Die Gründungstiefen wurden neu eingemessen. Sie wurden unwesentlich höher liegend als in der Erkundungsphase und Planungsphase festgestellt vorgefunden. Allerdings wurde auch erkannt, dass das Mauerwerk ohne jede Streifengründung direkt auf den Sand aufgesetzt wurde. Schwebelast abtragende Mauerwerkspfeiler enden auf halber Höhe des Kellergeschosses (wo gegebenenfalls der Anbau in den 1920er Jahren erfolgte) und stehen dort nur auf einer Ziegelbruchschichtung auf.

Für die Wände zur Sicherung der Aufzugsunterfahrt wurde eine Kombination aus Bodenvernagelung mit vorausgehender Herstellung von Injektionskörpern geplant. Damit konnte auf die schwierigen Baugrund- und Gründungsverhältnisse des Bestandsgebäudes reagiert werden. Die Ausführung einer Handunterfangung, wie dort vorher geplant, schließt sich grundsätzlich aus, weil die Anforderungen der DIN 4123 an die Ausführung solcher Unterfangungen keineswegs erfüllt sind.

Aufgrund der Entkernung des Gebäudes, der festgestellten Zustände, der schwierigen und statisch kaum zu definierenden Gründungssituation wird ein aufwendiges Monitoringprogramm ausgeführt. Dieses muss die ausgeschriebenen Setzungsmarken ergänzen. Die Abstimmung mit dem Prüfenieur für Standsicherheit wurde ein Konzept erarbeitet, bei dem eine Online-Signalisierung der Bewegung des Gebäudes an seinen kritischen Stellen bei Ausführungen der komplizierten Unterfangungsarbeiten erfolgt. Dazu werden an neuralgischen Stellen 3D-Neigungsgeber installiert. Deren Reaktion kann sofort eine Bauwerksbewegung anzeigen. Kompensationsmaßnahmen wie zusätzliche Injektionen oder auch die Räumung und Verfüllung der aufgeschlossenen Bereiche sind möglich. Auch für die Arbeitssicherheit des örtlich tätigen Personals im Spezialtiefbau ist eine solche Neigungsmessung auszuführen.

## 5. Sicherung Gründung, nördliche Giebelecke

Nach Öffnung der Gründungsbereiche des Bestandsgebäudes an der nördlichen Giebelecke, wurde erkannt, dass ein Übergang zwischen Altbau vor 1920 und Anbau in den 1920er Jahren zu beachten ist. Die neuen Fundamente wurden höher gegründet mit einer Bruchsteinwand mit allenfalls schwacher Vermörtelung auf einer Schichtung aus Bruchsteinen, die vermutlich einfach in einen Graben eingefüllt waren, aufgesetzt. Die gesamte nördliche Giebelecke steht also nur auf Bruchsteinen, die direkt etwas höher als der Fußboden des neuen Zwischenbaus auf den Sand (Baugrund) aufgesetzt sind.

An der nördlichen Giebelecke sollten zwei Zugänge geschaffen werden, von Nordosten und Nordwesten her. Bei der Entkernung und Freilegung im Kellergeschoss zeigte das Gebäude bereits im Giebel Rissentwicklungen, die gesichert werden mussten. Nach Herstellen der ersten Öffnung auf der Nordwestseite wurde erkannt, dass die Sicherheit bei Herstellen einer weiteren Öffnung nicht garantiert werden kann. Insbesondere der schwach gegründete Nordpfeiler des Giebels würde auf Grundbruch hin versagen. Es wurde also örtlich festgelegt, auf die zweite Öffnung von Nordosten her zu verzichten und das Mauerwerk der nordöstlichen Wand am Giebel im Verband zu belassen.

Für die Herstellung des Zugangs zwischen neuem Verbindungsbau und dem Bestandsgebäude muss allerdings trotzdem eine Tieferlegung der Gründungssohle in diesem Raum erfolgen. Dabei müssen also auch die nur auf Bruchsteinen aufsitzenden Wände noch im Sand (Baugrund) unterfahren werden. An den anderen Wänden steht ein Mauerwerkspfeiler nur auf einer Ziegelbruchschichtung ohne Vermörtelung.

An der Innenwand und der Außenwand muss also auch hier eine Gründungssicherung erfolgen. Die Ausführung von Unterfangungen nach DIN 4123 scheidet aus, weil die Voraussetzung schon allein für den Anwendungsbereich nach den Punkten a) bis f) in Kapitel 1 der DIN 4123 nicht zutreffen. Es wird deshalb das HDI-Verfahren zur Herstellung von Düsenstrahlkörpern zur Sicherung des Baugrundes im Abgrabungsbereich vor den Bruchsteinwänden ausgeführt.

Um die statische Wirkung der Wände als Scheiben auch in dem nicht vermörtelten Bereich aus Bruchsteinen oder Ziegelbruchschichtung sicherzustellen, wird im Vorausinjektion mit Zementleimsuspension erfolgen. Es wird ein Verpresswiderlager als Vorsatzschale aus Stahlbeton hergestellt, dieses durchgebohrt, und über die Löcher mit Packer die Zementleimsuspension ins Mauerwerk injiziert. Es wird also die Scherfestigkeit und Zugfestigkeit im Mauerwerk erhöht und die Scheibenwirkung hergestellt. Damit sind die Voraussetzungen zur Anwendung des Spezialtiefbauverfahrens HDI-Unterfangung gegeben.

Mit dem Einsatz der 3D-Neigungsmesser im geotechnischen Monitoring werden Bauwerksbewegungen während der Ausführung der Unterfangungsarbeiten und nachfolgender Aushubtätigkeit angezeigt. Die Sicherheitswirkung wurde bereits oben beschrieben.

## 6. Fazit zum Sachstand

Die im Leistungsverzeichnis Spezialtiefbau (Los 2), in der Funktionalen Beschreibung sowie den Baugrundgutachten dargestellte Faktenlage konnte erst nach Öffnung der Gründungsbereiche verifiziert werden. Dabei zeigten sich zum einen verschiedene Gründungshöhen mit Übergang zwischen Bruchsteinschichtung und unterlagerten Sanden.

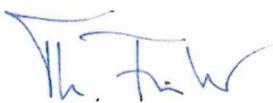
Andererseits musste erkannt werden, dass es sich bei der Gründungsart der Bestandsgebäude nicht um Streifenfundamente im eigentlichen Sinne handelt, sondern die Wände allenfalls mit Ziegelbruch oder Bruchsteinschichtung in den Baugrund eingebunden sind. Die großen Öffnungen, insbesondere in der Giebelwand und den Außenwänden des Anbaus im Kellerbereich, führten zu einer starken Lastumlagerung aus dem Bestandsgebäude in die verbleibenden insbesondere Giebelecken. Früher mit Bauschutt verdeckte Wandbereiche konnten erst in ihrer Gründungssituation während der Bauzeit aufgeklärt werden.

Für alle Bereiche mit Notwendigkeit einer Unterfangung wurden bauliche Lösungen des Spezialtiefbaus angewendet, die eine weitgehend bauwerksverträgliche und standsichere Art der Ausführung der Tiefgründung ermöglichen. Die Arbeiten werden durch ein Monitoringprogramm, welches den schwierigen Gründungsverhältnissen angemessen ist, begleitet.

Durch die Firma Heinz Lange Bauunternehmen GmbH wurden weitere Fachunternehmen für die Mauerwerksverpressung, die Ausführung der HDI-Körper, die Vorausinjektion und die Ausführung der Bodenvernagelung sowie die Installation der Messgeber gebunden.

Eine intensive Überwachung durch den Sachverständigen für Geotechnik und die Zusammenarbeit mit dem Tragwerksplaner des Gebäudes und dem Prüfenieur für Standsicherheit ermöglichen so überhaupt die Umsetzung der Baumaßnahme mit den geplanten Tiefgründungen.

Unterlage erstellt:  
Radebeul, 30.04.2024  
Dipl.-Ing. Thomas Fröhner



Zert. Sachverständiger für Geotechnik  
Qualifizierter Tragwerksplaner

