

Prüfbericht beachten!

Durch Vergleichsrechnung geprüft

Grüneintragung beachten!

Seite 317, 320, 321, 323, 328, 329, 342
343, 382, A2-2

Tragwerksplanung Genehmigungsstatik

Sanierung d. Grabenschule Eisleben

Grabenstraße 40-42, Lutherstadt Eisleben

Bauherr:

Lutherstadt Eisleben



2. Ausfertigung

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Schütze

Prüfingenieur für Standsicherheit VPI

Reichardtstraße 5 • 06114 Halle

Tel. 0345/21196-0 • Fax 0345/21196-26

In bautechnischer Hinsicht geprüft.

Prüf.-Nr.

34-2023-PB 1

Halle/Saale

04.05.2023

D. Schütze

469 Seiten
zuzüglich Anlagen

Projektleitung:

Dipl.-Ing. S. Meinhardt

Projektbearbeitung:

Dipl.-Ing. Ch. Neumann

Leipzig, 12.10.2022

EINGEGANGEN 13. MRZ. 2023

Tragwerksplanung - Genehmigungsstatik



Grabenstraße 3
D-06120 Lutherstadt
T: +49 361 3154-0
F: +49 361 3154-11
E: office@icl-ing.com

Vorhaben: **Sanierung d. Grabenschule Eisleben**
Ort: Grabenstraße 40-42
06295 Lutherstadt Eisleben

Seite 2

Inhaltsverzeichnis

Nr./Pos.	Beschreibung	Seite
TB	Titelblatt	1
	Inhalt	2
1.	Vorbemerkungen/Allgemeines	5
1.1	Angaben zum Bauvorhaben / Neubau Ostseite	6
1.2	Angaben zum Bestandsgebäude	7
1.3	Unterlagen	13
1.4	Angaben zum Baugrund	14
1.5	Holzschutzgutachten	29
1.6	Stellungnahme Bergbauamt	44
1.7	Hinweise Bautechnologie	47
2.	Lastannahmen	52
2.1	Ständige & Veränderliche Lasten	53
2.2	Wind- und Schneelastermittlung - Anbau	59
2.3	Außergewöhnliche Lasten	65
2.4	Erddrucklasten	66
3.	Lastplan	67
	Kellergeschoss Lastplan	68
	Erdgeschoss Lastplan	69
	1. Obergeschoss Lastplan	70
	2. Obergeschoss Lastplan	71
4.	Bestandspläne	72
4.1.	KG Bestandsplan 02.01.1928	73
4.2	EG Bestandsplan 02.01.1928	75
4.3.	1.OG Bestandsplan 02.01.1928	77
4.4.	2.OG Bestandsplan 02.01.1928	79
5.	Beschreibung der geplanten Maßnahmen	81
6.	Bauteilnachweise - Neubau / Anbau	92
6.1	Nachweise 2. Obergeschoss	93
6.1.1	De.OG2.1 - Geschossdecke 2.Obergeschoss	94
6.1.2	Fs.OG2.1 - Fenstersturz	116
6.1.3	Ts.OG2.1 - Türsturz	122
6.2	Nachweise 1. Obergeschoss	125
6.2.1	De.OG1.1 - Geschossdecke 1.Obergeschoss	126
6.2.2	FS.OG1.1 - Fenstersturz	149
6.2.3	Ts.OG1.1 - Türsturz	155
6.3	Nachweise Erdgeschoss	158
6.3.1	De.EG.1 - Geschossdecke Erdgeschoss	159
6.3.2	UZ.EG.1 - Unterzug im Bereich der Auskragung / Achse 9	182

Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Schütze
Prüfingenieur

Tragwerksplanung - Genehmigungsstatik



Dipl.-Ing. Dirk Schütze
F: +49 361 4156-0
P: +49 361 4156-1
E: office@icling.com

Vorhaben: **Sanierung d. Grabenschule Eisleben**
Ort: Grabenstraße 40-42
06295 Lutherstadt Eisleben

Seite 3

Nr./Pos.	Beschreibung	Seite
6.3.3	UZ.EG.2 - Unterzug im Bereich der Auskragung / Achse 8.1	187
6.3.4	St.EG.1 - Wandintegrierte Stützen Durchfahrt	190
6.3.5	Fs.EG.1 - Fenstersturz	196
6.3.6	Ts.EG.1 - Tüersturz	202
6.4	Nachweis Wände	205
6.4.1	Wandübersichten	206
6.4.2	Lastzusammenstellung der Wände	207
6.4.3	Wa.AW.1 - Außenwand	209
6.4.4.	Wa.IW.1 - Innenwand	212
6.5	Nachweis Gründung	215
6.5.1	Rissbreitennachweis Bodenplatte	216
6.5.2	BPL.EG.1 - Bodenplatte Anbau	219
6.5.3	Großbohrpfahl - Bemessungslast < 1000 kN	248
6.5.4	Großbohrpfahl Bemessungslast < 1500 kN	255
6.5.5	Großbohrpfahl Bemessungslast < 1900 kN	262
6.5.6.	Bohrpfahlübersicht	269
6.5.7	Ba.EG.1 - Stahlbetonbalken unterhalb der Brandwand der Durchfahrt	270
7. Bauteilnachweise - Bestandsgebäude		274
7.1	Aufzugsanlage KG - DG	275
7.1.1	BPL.KG - Bodenplatte Kellergeschoss - Rissbreitennachweis	276
7.1.2	De.KG.1 - Verschluss Deckenfeld neben Aufzugsanlage	279
7.1.3	De.EG.1 - Deckenfeld im Bereich des Aufzuges	282
7.1.4	Ba.EG.1 - Wechselträger zur Schallentkopplung	287
7.1.5	Ba.EG.2 - Randträger am Bestandsdeckenfeld	291
7.2	Nachweise der Bestandsdeckenkonstruktionen	294
7.2.1	Abtrag der Holzbalkendecken	295
7.2.1.1	De.EG.2 - Holzbalkendecke ohne reduzierten Querschnitt	296
7.2.1.2	De.OG1.1 - Holzbalken mit reduzierten Querschnitt von 40mm	299
7.2.1.3	De.OG1.2 - Holzbalken mit reduzierten Querschnitt von 75mm	302
7.2.1.3.1	Ba.OG1.2 - Seitliche Verstärkung	305
7.2.1.4	De.OG2.1 - Holzbalkendecke über Beratungsraum 307 inkl. neuen Aufbau & Wartungsgang	312
7.2.2	Überprüfung der Kappendecke im Kellergeschoss	315
7.2.2.1	Widerlager Kappendecke - Tr.KG.1 - Flurbereich Achse: 2 - 3 / A - C	317
7.2.2.2	Widerlager Kappendecke - Tr.KG.2 - Kappenträger im Bereich der Räume	320
7.3	Brandwand im Dachgeschoss	323
7.3.1	Wa.DG.1 - Brandwand	324
7.4	PV - Anlage auf der südlichen Dachfläche	329
7.4.1	allgemeines Pfettendach	330
7.5	Sonstige Nachweise (Treppen, etc.)	336
7.5.1	Nachweis Treppenlauf 2.OG - DG / Treppenhaus 2	337
7.5.1.1	Tr.DG.1 - Treppenstufe Treppenhaus 2 2.OG - DG	338
7.5.1.2	Tr.DG.1 - Treppenwange Treppenhaus 2 2.OG - DG	341

Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Schütze
Prüfingenieur

Tragwerksplanung - Genehmigungsstatik



Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Schütze
Prüfingenieur
T: +49 361 4154-0
F: +49 361 4154-11
E: office@icl-ing.com

Vorhaben: **Sanierung d. Grabenschule Eisleben**
Ort: Grabenstraße 40-42
06295 Lutherstadt Eisleben

Seite 4

Nr./Pos.	Beschreibung	Seite
7.5.2	Nachweis der Dielung im Bereich von Trockenbauwänden	344
7.5.3	Schäden in der Außenwand	347
7.5.3.1	Schadensübersicht Ansicht Nord	349
7.5.3.2	Schadensübersicht Ansicht West	350
7.5.3.3	Schadensübersicht Ansicht Nord	351
7.5.4	Unterkonstruktion Technikraum 3	352
7.5.4.1	Auswahl Gitterrost	353
7.5.4.2.	UK.KG.1 - Unterkonstruktion technische Anlagen	354
7.5.4.3	Fußpunkt - Nachweis Ankerplatte & Bolzenverbindung	376
7.5.5	Eingangsbereich - Windfang	383
7.5.5.1	De.EG.3 - Überkopfverglasung - Windfang	384
7.5.5.2	Uk.EG.1 - Windfang Konstruktion	390
7.5.5.3	Windfang Konstruktion - Fußpunkt	414
7.5.5.4	Windfang Konstruktion - Wandanschluss	426
7.5.5.5	BPL.EG - Eingangsbereich - Hauptgebäude	430
7.5.6	Nachweis der Türstürze	445
7.5.6.1	Ts.AchseB - Türstürze in der Achse B	446
Anlage 1: Positionspläne Neubau		A1-1
A1 - 1	Positionsplan 2.OG - Neubau	A1-2
A1 - 2	Positionsplan: 1.OG - Neubau	A1-3
A1 - 3	Positionsplan: EG - Neubau / Anbau	A1-4
Anlage 2: Positionspläne Bestand		A2 -1
A2 - 1:	Positionsplan Kellergeschoss	A2 -2
A2 - 2:	Positionsplan Erdgeschoss - Bestand	A2 -3
A2 - 3	Positionsplan 1.OG - Bestand	A2 -4
A2 - 4	Positionsplan 2.OG - Bestand	A2 -5
Anlage 3: Ergänzungsbericht Baugrund		A3 -1
A3 -1	Ergänzungsbericht Baugrund	A3 -2

Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Schütze
Prüfingenieur

Tragwerksplanung - Genehmigungsstatik



Grabenstraße 3
D-06107 Leipzig
T: +49 (0) 341 411-0
F: +49 (0) 341 411-1
E: office@icling.com

Vorhaben: **Sanierung d. Grabenschule Eisleben**
Ort: Grabenstraße 40-42
06295 Lutherstadt Eisleben

Seite 5

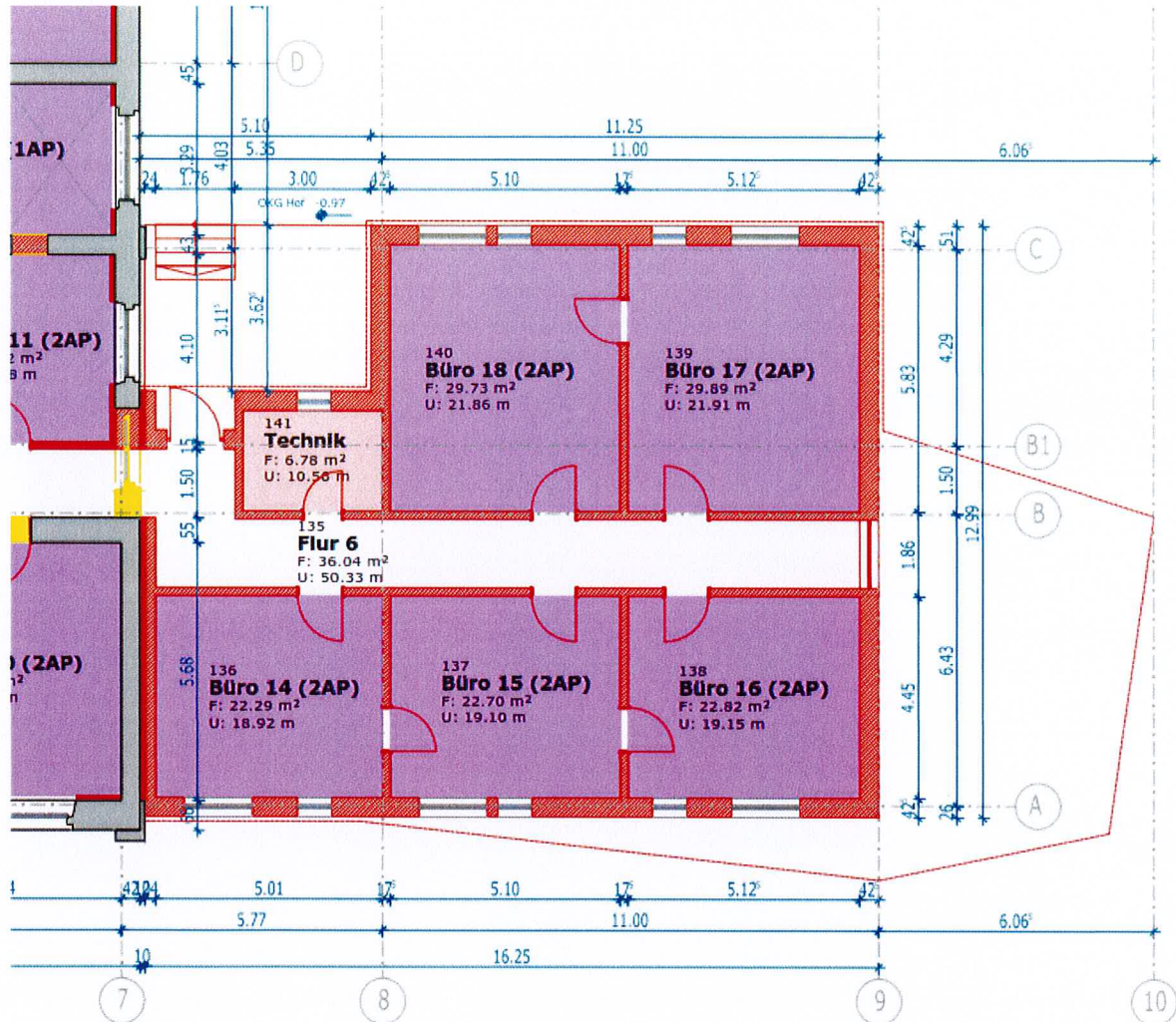
Nr./Pos.:

1. Vorbemerkungen/Allgemeines

Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Schütze
Prüfingenieur

Pos. 1.1

Angaben zum Bauvorhaben / Neubau Ostseite



Der geplante dreigeschossige Neubau als Massivbau weist gemäß aktueller Planung Grundrissabmessungen von ~16 m x 13 m auf. Das Gebäude wird nicht unterkellert und weist im 1. Obergeschoss eine markante Auskragung auf, welche eine Ausführung der Geschossdecken in massiver Stahlbetonbauweise erfordert.

Das Gebäude gründet entsprechend Gründungsempfehlung auf Bohrpfehlen.

Genauere Angaben zum Tragwerk finden sich unter Punkt 5.1 - Beschreibung des Anbaus.

Schlüssel Positionsbezeichnungen

allgemeine Zusammensetzung:

Bauteil-Ebene-Nummer

Legende:

Bauteile:

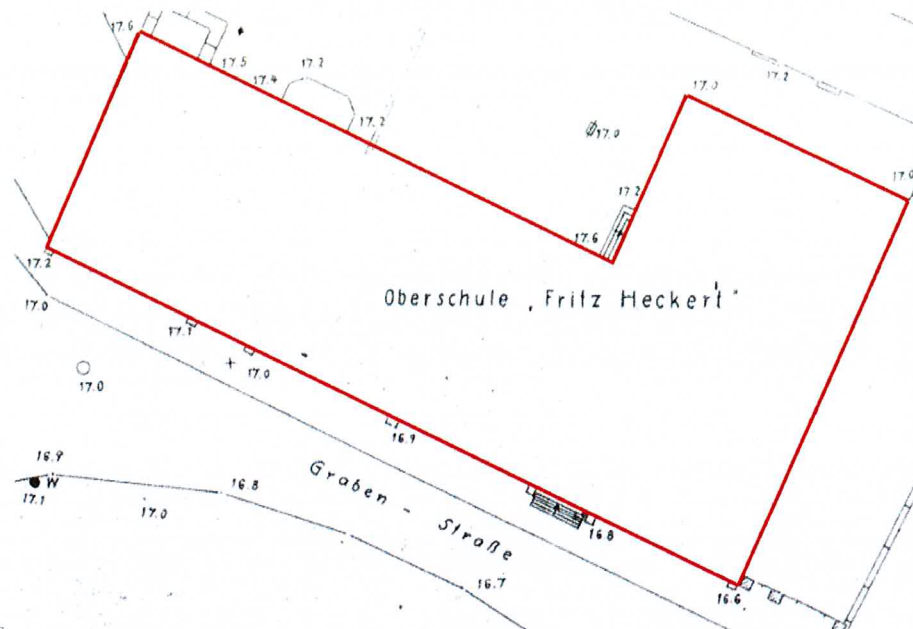
De ...	Decke
Uz ...	Unter-/Oberzug, Sturz
Wa ...	Wand
Sp ...	Sparren
Ba ...	Balken
Ri ...	Riegel
Bopl...	Bodenplatte

Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Schütze
Prüfingenieur

Pos. 1.2

Angaben zum Bestandsgebäude

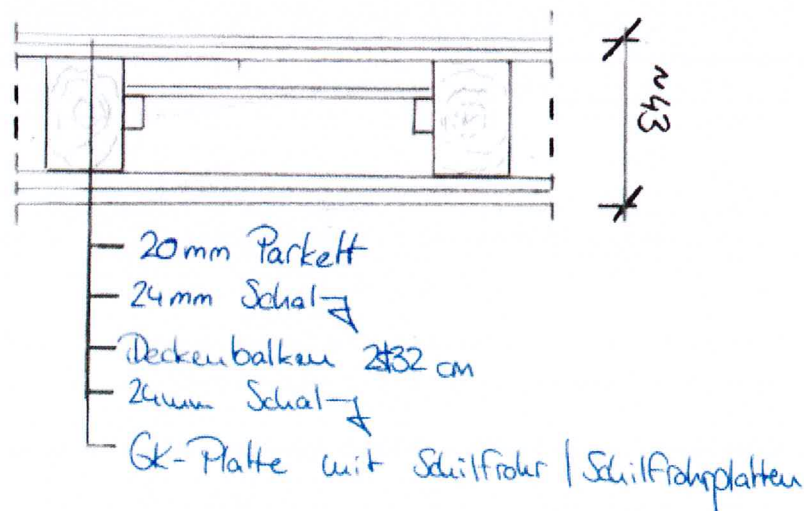
Für die Bestandskonstruktionen liegen (unvollständige) Bauunterlagen vor. Der Bestand stellt sich dabei wie folgt dar:



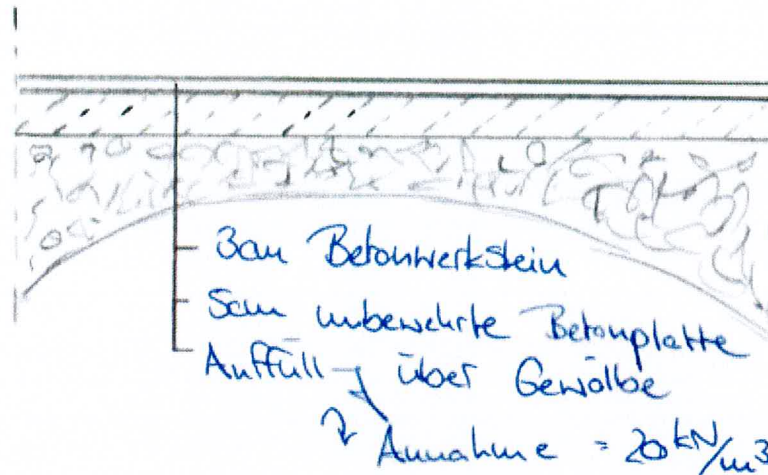
Das ehemalige Gebäude der Oberschule Fritz Heckert, soll in die zukünftige Verwaltungsnutzung mit integriert werden. Der Grundriss ist L-förmig und besitzt eine Länge von ca. 45m x 25m. Das Gebäude ist zum Teil unterkellert und besitzt 2 Vollgeschosse und Dachgeschoss. Am westlichen Gebäudeteil befindet sich noch ein Anbau, welcher nicht im neuen Nutzungskonzept integriert wurde und somit vollständig abgebrochen wird.

Decken

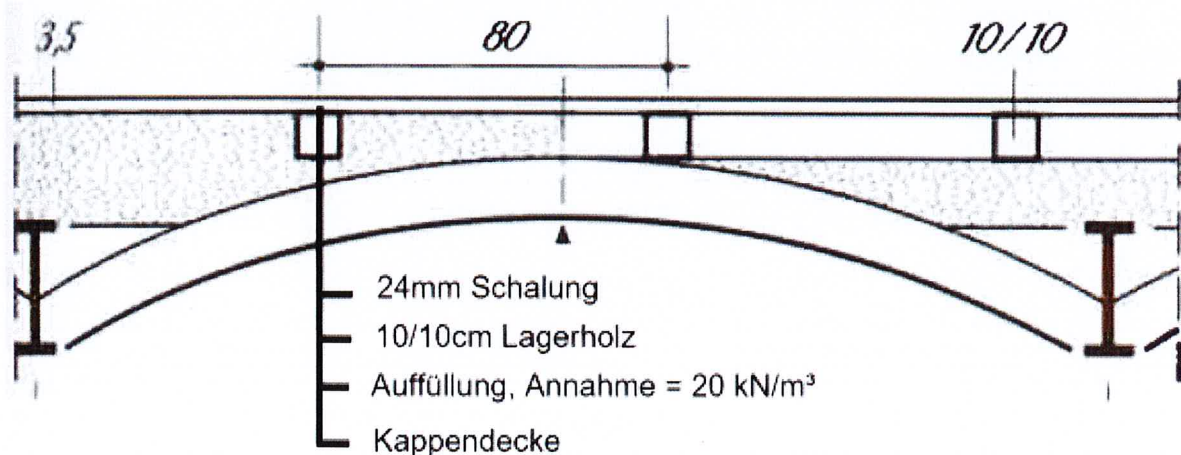
Die im Bestand vorliegenden Deckenkonstruktionen sind Holzbalkendecken und Gewölbedecken. Die Holzbalkendecken befinden sich überwiegend im Erdgeschoss - 2. Obergeschoss und besitzen einen gemittelten Sparenabstand von ca. 92cm und einen Holzquerschnitt von 25/32cm. Der Aufbau der Holzbalkendecke und die Abmessungen wurden aus der Bestandsaufnahmen der Fa. IPB gewählt und ist wie folgt:



In den Geschossen sind im Bereich des Treppenhaus1 in der Achse 5-6/ A-E und Achse 5-7/C-D massive Kreuzgewölbe angeordnet. Diese Kreuzgewölbe weisen zum Teil Risse an der Unterseite auf. Es gilt zu prüfen woraus diese Risse resultieren. Es wird jedoch angenommen das die Tragfähigkeit der Gewölbe gegeben ist und die Risse durch Aufbauten entstanden sind, welche in der ursprünglichen Planung nicht bedacht sind. (siehe Anlage aus Mauerwerk im Dachgeschoss)
Der Aufbau der Gewölbedecke wurde der Bestandsaufnahme der Fa. IBG entnommen und ist wie folgt:



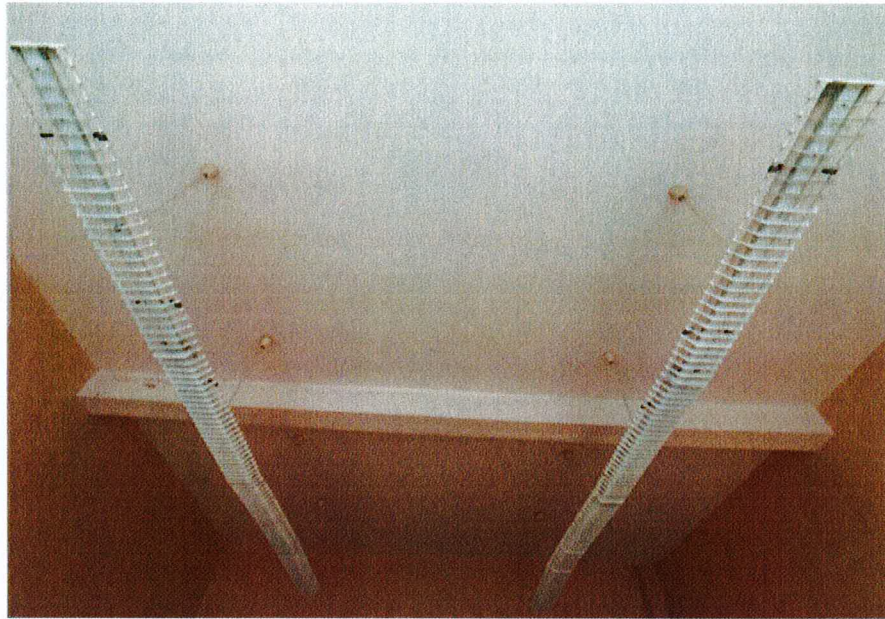
Die Geschossdecken im Kellergeschoss sind preußische Kappendecken. Als Widerlager dienen die massiven Wände. Es wird davon ausgegangen das im Bereich der Wände, noch ein Stahlträger als Kappenträger angeordnet ist. Oberhalb der Kappendecke gibt es einen aufgefüllten Bereich, wo Lagerhölzer angeordnet sind, welche als Unterkonstruktion des Fußbodenaufbaus dienen. Der Aufbau der Kappendecke wurde der Bestandsaufnahme der Fa. IBG entnommen und ist wie folgt:



Unterzüge

Fast alle vorliegenden Deckenkonstruktionen spannen zwischen den massiven Wänden, als Einfeldträger. In zwei Bereichen des Gebäudes, wird die Geschosdecke durch vorhandene Unterzüge unterstützt.

Im Erdgeschoss Achse 6-7/B-C. Aufgrund der vorliegenden Holzbalkendecken, wird davon ausgegangen das der Unterzug ebenfalls ein Holzträger ist. Zum Zeitpunkt der Begutachtung war der Träger vollständig beplankt.



Der andere Bereich ist im 2.Obergeschoss Achse 6-7/C-E. Aufgrund der Größe des Raumes und der Deckenhöhe, wird davon ausgegangen das dieser Raum ein ehemaliger Unterrichtsraum ist. Der Balken/Unterzug spannt in Achse D, und trägt die Stützlasten aus den Dachgeschoss ab. Daraus ergibt sich als vorliegende Dachkonstruktion ein Sprengwerk, in diesen Bereich.



Stützen

In den Eckbereichen der Kreuzgewölbedecken sind Wandpfeiler bzw. Stützen angeordnet. Diese nehmen die Druckkräfte auf, aus den Gewölbedecken. Das Material der Stützen konnte aufgrund des Anstriches nicht bestimmt werden.



Weitere Bestandsstützen sind im Dachgeschoss vorhanden, zum Lastabtrag der Dachkonstruktion auf die massiven Wandscheiben.

Die Querschnitte der Bestandsstützen der Dachkonstruktion liegen zum aktuellen Planungszeitpunkt nicht vor. Es wird empfohlen im Zuge der Untersuchung der Holzbauteile, die Dachkonstruktion (einschließlich der Stützen) mit zu untersuchen.

Es gilt zu prüfen ob die Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit der Stützen noch gegeben ist.

Tragende Wände

Die tragenden Wände Außenwände sind in Klinkermauerwerk ausgebildet. Aufgrund der unterschiedlichen Farbtöne der Klinker ab den oberen Geschoss, kann davon ausgegangen werden das dieses Geschoss nachträglich erweitert wurde. Alle anderen tragenden Innenwände sind als massive Wände im Mauerwerk ausgeführt. Das Steinmaterial und die daraus resultierende Festigkeit liegt zum aktuellen Planungszeitpunkt nicht vor.

Im Bereich der Öffnungen in der Außenwand sind vereinzelt Risse zu erkennen. Gemäß Baugrundgutachten resultieren diese aus den Setzungen des Bestandsgebäudes.

Bezüglich entsprechender Schlitz- und Aussparungen - ohne statischen Nachweis - im tragenden Mauerwerk sind die Vorgaben gemäß DIN 1053-1,8.3 und Tab. 10 einzuhalten.

Nichttragende Innenwände

Nichttragende Innenwände sind im Kellergeschoss, in Form von Trockenbauwänden vorhanden. Es ist vorgesehen die Trockenbaukonstruktion vollständig zurück zu bauen. Weitere nichttragende Wände sind im Dachgeschoss vorhanden, zur Abgrenzung einer Schießanlage. Wie auch die Konstruktion im Kellergeschoss, wird diese Massivkonstruktion vollständig zurück gebaut.

Treppen

Die vorhandenen Treppen im Gebäude sind als massive Konstruktion gebaut, welche auf massiven Podesten aufliegen. Die Zugänge zum Dachgeschoss werden durch Holztreppe gewährleistet. Es wird empfohlen im Zuge der Holzuntersuchungen die Konstruktion der Holztreppe hinsichtlich Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit zu untersuchen.

Gründung

Bestandsunterlagen zur Gründung liegen nicht vor. Im Rahmen der Baugrunduntersuchungen wurde eine Schürfe am Bestand gemacht mit folgenden Ergebnis:

Bestandsunterlagen zur vorhandenen Gründung liegen nicht vor. Es ist zu vermuten, dass die Gründung mit Spickpfählen oder als tiefe Flächengründung in den Bachschottern oder mit Gründungspolster bzw. Packlage erfolgte. Zur genauen Feststellung wären z.B. Schrägbohrungen durch die Fundamente erforderlich.

Zur Erkundung der Art der Hinterfüllung wurden 2 Schürfe unmittelbar am Gebäude ausgeführt.

Danach stehen im oberen Bereich jeweils aufgefüllte Sande und Kiese an, während im unteren Bereich hauptsächlich weiche-breiige, kiesige, sandige Tone aus dem Auelehm oder Kiese/Sand-Ton/Schluff-Gemische anstehen.

In Sch 4 wurde zuunterst in ca. 2 m Tiefe eine feste Lage festgestellt, die ggfs. einem Fundamentsockel zuzuordnen ist.

Die Stützwand im nördlichen Baufeld weist auch im Boden Sandsteinmauerwerk auf. Die Fundamentunterkante wurde bei einer Tiefe von 1,85 m unter OKG noch nicht unterfahren.

Gebäudestabilisierung

Das Gebäude wird durch eine hinreichende Anzahl von aussteifenden Decken- und Wandscheiben stabilisiert und kann als unverschieblich eingestuft werden. Die Holzbalkendecken wirken durch entsprechende Beplankung als Scheibe.

Pos. 1.3**Unterlagen**

Das vorliegende Dokument basiert auf den ff. Unterlagen:

- [1] Objektplanung IPG mbH, September 2022
- [2] Geotechnischer Bericht Baugrundbüro Dr.-Ing. Weissenburg, August 2021
- [3] Bestandsunterlagen
- [4] Bestandsaufnahmen der Fa. IBG



Dürenstraße 3
D-40699 Leingrid
T: +49 301 415410
F: +49 301 415411
E: office@icling.com

Vorhaben: **Sanierung d. Grabenschule Eisleben**
Ort: Grabenstraße 40-42
06295 Lutherstadt Eisleben

Seite 14

Nr./Pos.: 1.4

Pos. 1.4

Angaben zum Baugrund

Im vorliegenden Baugrundgutachten werden die folgenden Aussagen (Auszugsweise dargestellt) getroffen:

Tragwerksplanung - Genehmigungsstatik



Damenstraße 3
D-38100 Lüneburg
T: +49 5341 4541-0
F: +49 5341 4541-1
E: office@icling.com

Vorhaben: **Sanierung d. Grabenschule Eisleben**
Ort: Grabenstraße 40-42
06295 Lutherstadt Eisleben

Seite 15

Nr./Pos.: 1.4

Der Standort liegt in der Grabenstraße im südöstlichen Teil des alten Zentrums von Eisleben speziell in der Talsenke der „Bösen Sieben“.

Die Geländeoberfläche liegt großräumig betrachtet bei ca. 130 - 128 m NN an der Bösen Sieben und steigt nach Nordwesten und Südwesten bis auf ca. 230 ... 240 m NN an. Nach Westen fällt das Gelände in die weit gespannte Senke ab.

...

Der Standort liegt regionalgeologisch in der Mansfelder Mulde, speziell in einer holozänen Bachaue.

Die Mansfelder Mulde wird im Norden von der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke, im Süden vom Hornburger Sattel und im Westen von den Übergangsbereichen zum Harz begrenzt. Die Mansfelder Mulde bildet eine sog. Synklinale, d. h. von außen nach innen heißen fortschreitend jüngere Gesteine aus. Außen liegen dabei die Kalke und Tonsteine des Zechsteins (Perm), weiter innen die Kalksteine, Sandsteine und Tonsteine der triassischen Einheiten Buntsandstein und Muschelkalk.

Eisleben liegt dabei innerhalb dieser Mulde in einer durch Subrosion eines unterirdischen Salzdoms entstandenen Niederung. Dieser Salzdom wird dem Perm (Zechstein) zugeordnet und Teutschenthaler Salzsattel genannt. Die zur Entstehung dieser Niederung beitragenden Prozesse dauern bis heute an, weshalb um Eisleben Erdfälle vorkommen können.

Nach U 2 wird der Festgesteinsuntergrund von den Schichten des Unteren Buntsandsteines (su) gebildet, einer Folge von rotbraunen und grauen glimmerhaltigen Ton- und Schluffsteinen mit zumeist geringmächtigen Sand-, Kalk- sowie quarzitisch festen Rogensandsteinen. In den Tonsteinen sind harnischförmige Gleitflächen möglich.

An der Grenze zu den Lockergesteinen sind die Festgesteine mit mehreren Dezimetern bis Metern Mächtigkeit zu Ton (Tonstein) bzw. untergeordnet zu Sand/Schluff (Sandstein) zersetzt. Zur Tiefe hin sind mehr oder weniger rasche Zunahmen der Festigkeiten und Festgesteins-eigenschaften zu erwarten, wobei die Übergänge fließend (Tonstein) bis abrupt (harte Sandsteinbänke) sind.

Die Lockergesteinsschicht wird von Hanglehm und Hangschutt aus dem Festgestein und von fluviatilen Kiesen und Sanden, den sogenannten Bachschottern, und im Abschluss zur Geländeoberkante von holozänen Aue- und Schwemmhanglehmablagerungen gebildet.

Infolge der vormaligen Bebauung sowie anderer anthropogener Einwirkungen stehen oberflächlich Auffüllungen/Aufschüttungen an.

In einer Altbohrung im Norden stehen bis 3,6 m Auffüllungen, bis 5,3 m Auelehme und Abschwemmmassen, bis 6,6 m Hanglehme und darunter bis 12 m Bachschotter/Hangschutt an. Im Nordwesten stehen bis 4,3 m Auffüllungen und bis 5 m Lößlehm an.

Als Hauptvorflut fungiert die böse Sieben, die unmittelbar im Süden aus südwestlicher Richtung kommend durch den Talgrund fließt und nach Osten entwässert.

Angaben zu den Hochwasserständen liegen nicht vor. Diesbezüglich wird eine Anfrage bei den zuständigen Stellen (LHW, untere Wasserbehörde) empfohlen.

Als obere Grundwasserleiter fungieren am Standort die Bachschotter und die Hangschuttbereiche. Allgemein ist von einer Abstromrichtung entsprechend der Fließrichtung der Vorflut in östliche Richtung auszugehen. Daneben fließen Schicht- und Hangwässer entsprechend

Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Schütze
Prüfingenieur

der Morphologie von den Hochflächen im Nordwesten und Südwesten in Richtung Talgrund. Infolge der Morphologie kann das Grundwasser auch gespannt sein.

Der Auelehm/Schwemmelehm stellt im Wesentlichen einen Grundwassergeringleiter bzw. -stauer dar, wobei Schichtwässer auch in stärker sandig oder kiesig ausgebildeten Lagen fließen können, die linsen- bis bänderartig in die bindigen Deckschichten eingeschaltet sein können. In den Auffüllungen sind Stauwasserbildungen über bindigen Lagen möglich.

...

- Erdbebengefährdung

Der Standort liegt nach DIN 4149 in keiner Erdbebenzone, sodass diesbezüglich keine zusätzlichen Forderungen bestehen.

- Subrosionsgefährdung

Für den globalen Standortbereich besteht eine allgemeine zumindest latente Gefahr von möglichen Subrosionserscheinungen, die an die Auslaugung von Salzen und Gipsen im unterlagernden Zechstein gebunden ist. Kenntnisse über Erdfälle am Standort aus historischer Zeit liegen dem Unterzeichner nicht vor. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass für das Bauvorhaben keine unmittelbare Gefährdung besteht bzw. dass für die neue Brücke ein gleiches latentes Risiko besteht wie für den jetzigen Bestand. Zur aktuellen Einschätzung der Auslaugungsproblematik wird eine Anfrage beim LABG empfohlen.

- Altbergbau

Der Raum Eisleben ist durch Altbergbau bekannt.

Über Kampfmittelverdachtsflächen liegen uns keine Angaben vor. Diese wären planungsseitig zu recherchieren.

...

In Auswertung der stichprobenartigen, punktförmigen Aufschlüsse ergibt sich für den Standort folgendes generelles geologisches Schichtenmodell:

Schicht 1 - Auffüllung/ Aufschüttung	(Kies, sandig/Sand, kiesig, z.T. schluffig oder steinig; Ton/Schluff, sandig, z.T. kiesig, z.T. organische Beimengungen; Ziegelreste, Betonreste, Glas)
Schicht 2 - Auelehm/ Schwemmelehm	(Ton, schluffig, sandig bis z.T. stark sandig, z.T. kiesig, z.T. organische Beimengungen)
Schicht 3 - Bachschotter Hangschutt/	(Kies, sandig/Sand, stark kiesig, schluffig bis stark schluffig, z.T. steinig)
Schicht 4 - Hanglehm	(Ton, schluffig, sandig, z.T. kiesig)

...

Tragwerksplanung - Genehmigungsstatik



Grabenstraße 3
D-06295 Leipzig
T: +49 (0)341 310110
F: +49 (0)341 310111
E: office@icg.com

Vorhaben: **Sanierung d. Grabenschule Eisleben**
Ort: Grabenstraße 40-42
06295 Lutherstadt Eisleben

Seite 17

Nr./Pos.: 1.4

Schicht 5.1 - Festgestein zersetzt

(tonig – schluffig, sandig zersetzter Tonstein
mit Tonsteinstückchen)

Schicht 5.2 - Festgestein verwittert

(Tonstein / Sandstein, verwittert)

...

Für erdstatische Berechnungen können auf der Grundlage von Erfahrungswerten, Analogien sowie aufgrund der Laborprüfungen folgende Bodenkenngößen als charakteristische Kennwerte in Ansatz gebracht werden:

Schicht Nr.	Bodenart	Wichte cal γ [kN/m³]	Wichte u. Auftrieb cal γ' [kN/m³]	Reibungs- winkel cal ϕ' [°]	Kohäsion cal c' [kN/m²]	Undränier- te Kohäsion cal c_u [kN/m²]	Steifemodul Es [MN/m²]
1	Auffüllungen* Sand / Kies Ton-Sand/Kies- Gemische Ton / Schluff	19 - 21 19 - 20 18 - 20	10 – 11 9 – 10 8 – 10	30 / 35 25 - 30 20 - 25	0 3 - 0 5 - 0	- 30 - 80 15 - 40	10 – 50 5 - 10 3 – 6
2	Auelehm/ Schwemm- lehm	17 - 19	8,5 – 9,5	22 - 24	4 - 2	15 – 60	3 – 6
3	Bachschotter ($N_{10} \geq 10$)	18 – 19 19 - 20	9 - 10 11	29 - 32 33 - 35	0	-	10 – 20 40 - 80
4	Hanglehm	18 - 19	9 – 10	24 - 26	6 - 4	40 – 80	6 – 10
5.1	Festgestein, zersetzt	20 – 21	10 – 11	25 – 27	15 – 10	150 - 300	15 – 30

* Die Werte für die Scherfestigkeit (ϕ' , c') gelten nur für Erddruckbemessungen.

Die Scherparameter sind jeweils so anzusetzen, dass ein hoher Reibungswert einen geringen Kohäsionswert bedingt und umgekehrt.

Die Werte sind je nach Aufgabenstellung als **Mittelwerte** oder als obere und untere Grenze für **Grenzwertbetrachtungen** in Ansatz zu bringen. Die Werte für den Steifemodul berücksichtigen eine lagerungs- bzw. eine tiefenabhängige Verteilung. Für Detailfragen sind wir zu konsultieren.

...

Während der Aufschlussarbeiten im Juli –August 2021 wurden die Grundwasserstände wie folgt gemessen:

Aufschluss	Wasserspiegel			Datum
	WA m u. OKG	WA m ü. NHN	WE m ü. NHN	
BS 3	4,1			29.07.21
BS 7	3,8			30.07.21

WA - Wasserspiegelanschnitt, WE - Wasserspiegel bei Bohrende, k.W. - kein Wasser

Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Schütze
Prüfingenieur

Tragwerksplanung - Genehmigungsstatik



Dipl.-Ing. Dirk Schütze
Dipl.-Ing. Dirk Schütze
T: +49 (0) 4291 4111
F: +49 (0) 4291 4111
E: office@icling.com

Vorhaben: **Sanierung d. Grabenschule Eisleben**
Ort: Grabenstraße 40-42
06295 Lutherstadt Eisleben

Seite 18

Nr./Pos.: 1.4

Danach wurde bauzeitlich Grundwasser nur in den tiefen Aufschlüssen BS 3 und 7 in Tiefen von ca. 3,9 ... 4,1 m unter OKG festgestellt, was augenscheinlich in etwa dem Wasserstand der Vorflut entspricht oder etwas tiefer liegt. Saisonal und niederschlagsabhängig ist auch mit geringeren Flurabständen zur OKG zu rechnen. Oberhalb des freien Grundwasserspiegels sind über bindigen Lagen Schicht- und Stauwasser möglich.

Als oberer Grundwasserleiter fungieren am Standort die Bachschotter bzw. die Hangschuttmassen. Der Wasserandrang in den Kiesen und Sanden ist allgemein als groß bis z.T. sehr groß einzuschätzen.

Der Auelehm/Schwemmlehm, der Hanglehm und die zersetzen/verwitterten Tonsteine stellen im Wesentlichen einen Grundwassergeringleiter bis -stauer dar, wobei Grundwasser auch in stärker sandig oder kiesig ausgebildeten Lagen zirkulieren kann.

...

Der höchstmögliche Grundwasserstand HHGW ist demzufolge dem Hochwasserstand der Vorflut (HHW) gleichzusetzen. Insbesondere bei längeren Niederschlagsperioden und nach der Schneeschmelze muss mit einem entsprechenden Anstieg des Wasserspiegels gerechnet werden.

Über den maximalen Hochwasserstand der Vorflut liegen uns keine Angaben vor. Wir empfehlen, die hydrologischen Hauptzahlen bei den zuständigen amtlichen Stellen (LHW, Untere Wasserbehörde) abzufragen oder eine geohydrologische Untersuchung zu beauftragen. Interessant wäre auch die Frage, ob Wasser mal im Keller stand.

...

Zur Beurteilung der **Betonaggressivität** des Grundwassers nach DIN 4030 wurde eine Probe aus dem Bach entnommen und analysiert. Danach wurde die Aggressivität des Wassers nach DIN 4030 infolge eines erhöhten Sulfatgehaltes als **stark betonangreifend** bestimmt (Anlage 7.1). Gemäß DIN-Fachbericht 100, Tab. 2 entspricht das einer Expositionsklasse XA2.

Planungsseitig sind die sich aus der Expositionsklasse ergebenden Anforderungen an die Betonzusammensetzung und Eigenschaften zu prüfen.

...

Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Schütze
Prüfingenieur

Für die Gründungsbetrachtungen ergibt sich nach den Baugrundaufschlüssen der Anlage 4 zusammenfassend folgendes Bild:

Danach stehen oberflächlich bis in unterschiedliche Tiefen von bis zu ca. 3,1 m unter OKG Auffüllungen und darunter bis zu ca. 4,1 m unter OKG z.T. weiche-breiige Auelehme/Schwemmlehme an. Darunter folgen Bachschotter/Hangschutt und z.T. Hanglehm. Im Liegenden stehen ab Tiefen von ca. 7,1 m unter OKG \approx xxx m NHN die zersetzten/verwitterten Festgesteine des Unteren Buntsandsteines hauptsächlich in Form von Tonsteinen an.

Grundwasser wurde in Tiefen ab ca. 3,9 m unter OKG \approx xxx m NHN festgestellt, was augenscheinlich in Höhe oder unter dem Wasserstand in kanalartig gefassten Vorflut liegt.

In Auswertung der vorgefundenen Situation ist mit erhöhten Aufwendungen bei den Gründungsarbeiten zu rechnen. Diese Einschätzung ergibt sich insbesondere aus

- den unterschiedlichen Baugrundverhältnissen,
- dem Anstehen von Auffüllungen und von weichen-breiigen Aue-/Schwemmlehmen mit ungünstigen Tragfähigkeits- und Setzungseigenschaften bis in größere Tiefen,
- den z.T. lockeren Lagerung der Bachschotter,
- der Nähe zur Vorflut und den möglichen hohen Grundwasserständen und den damit verbundenen Aufwendungen für die Wasserhaltung und die Baugrube.

Nicht zweckgebunden verdichteten Auffüllungen scheiden für Gründungen von Ingenieurbauwerken aus.

Die weichen-breiigen Aue- und Schwemmlehme sowie auch die z.T. sehr locker gelagerten Auesande sind infolge ihrer relativ geringen Tragfähigkeiten und der zu erwartenden großen Setzungen im Allgemeinen als Gründungsschicht nur sehr bedingt und auch nur für kleine Lasten geeignet einzuschätzen. Bei größeren Lasteintragungen neigen sie zu spürbaren bzw. zu großen bis sehr großen Setzungen.

Die Bachschotter sind bei zumindest mitteldichter Lagerung ($N_{10} \geq 7$) als relativ gut tragfähig und gering kompressibler Baugrund zu beurteilen und als Gründungsschicht gut geeignet. Daneben sind die Schotter teilweise von lockerer Lagerung oder stärker verlehmt bzw. von Hanglehm unterlagert, was im Trag- und Setzungsverhalten zur berücksichtigen ist.

Das unterlagernde zersetzte/verwitterte Festgestein (Schicht 5) ist allgemein in ungestörter Lage und unter Berücksichtigung der Witterungsempfindlichkeit des Tonsteinmaterials als relativ gut tragfähig und gering kompressibler Baugrund zu beurteilen und damit als Gründungsschicht geeignet. Infolge der potentiellen Subrosionsgefährdung können die Verhältnisse jedoch gestört sein.

Die Gründungssituation ist infolge der vorgefundenen Verhältnisse als kompliziert, jedoch mit geeigneten Gründungsverfahren beherrschbar zu beurteilen.

Infolge der setzungsempfindlichen Böden (Auelehm) und der umliegenden Bebauung dürfen nur erschütterungsarme Bauverfahren zum Einsatz kommen.

Infolge der ungünstigen Gründungsverhältnisse ergeben sich für Gründungen vordergründig folgende Gründungsvorschläge:

- Tiefgründung
- tiefe Flächengründung
- CSV-Verfahren

- Tiefgründung

Die Gründung des neuen Gebäudes kann als Tiefgründung oder als tiefe Flächengründung erfolgen. Eine Tiefgründung kann z.B. mittels Bohrpfählen im zersetzten/verwitterten Festgestein erfolgen. Das Herstellungsverfahren ist erschütterungsarm und erlaubt in der Regel eine sichere Durchfahrung der Altbauseubstanz.

Aufgrund der potentiellen Verkarstungssituation am Standort und der daraus resultierenden möglichen wechselnden Tragfähigkeiten des Tonsteines ist bei einer Tiefgründung jedoch eine Stellungnahme des LABG einzuholen. Im Regelfall soll bei Verkarstung die Gründung flächenhaft und nicht punktförmig erfolgen, damit im Versagensfall die Gründung nicht schlagartig ausfallen kann. Der Hanglehm in BS 3 kann auf einen alten Tagesbruch hinweisen. Zur Feststellung der Verkarstungssituation wird eine großkalibrige Kernbohrung mit einer Erkundungstiefe ≥ 6 m unter Pfahlsohle empfohlen.

- tiefe Flächengründung

Alternativ kann die Gründung auch als tiefe Flächengründung in den Bachschottern oder mittels Bodenvergütung (z. B. Injektionen, Düsenstrahlverfahren) erfolgen, wobei letztere Lösung aus unserer Sicht nicht sehr wirtschaftlich erscheint. Dazu sind wir zu konsultieren.

Ein eventueller Differenzbetrag zwischen o.g. Kote (Bachschotter) und einer planungsseitig höher angedachten Fundament- oder Plattenunterkante kann dabei als Polster (Boden-austausch) aus gut verdichtbarem Mineralstoffgemisch oder in Magerbeton bzw. ggfs. in Unterwasserbeton vorgenommen werden.

Bei einer eventuellen Polstergründung im Auelehm/Schwemmlern ist zu beachten, dass der bindige Boden zu größeren Setzungen neigt und es auch zu einer Lastablagerung auf die alten Fundamente oder zu größeren Mitnahmesetzungen kommen kann. Eine solche Lösung wäre nur für kleine Bauwerkslasten und setzungsverträgliche Konstruktionen denkbar. Die Dicke des Posters ($d \geq 1$ m) ist letztendlich durch Setzungsbeurteilungen festzulegen.

Nicht zweckgebunden verdichtete Auffüllungen und der Aue-/Schwemmlern sind bis zum Erreichen der geplanten Gründungskote zu durchfahren. Die Aushubsohlen sind glatt abzu-ziehen bzw. glatt herzustellen und für eine einwandfreie Ausführung der Bauarbeiten was-serfrei zu halten. Das freigelegte Planum darf nicht durch Befahren oder andere Maßnahmen aufgelockert werden.

Bauzeitliche Grundwasserabsenkungen sollen mindestens bis 0,5 m unter Aushubsohle ausgeführt werden, um ausreichend stabile Planien herstellen zu können. In den Kiesen und Sanden soll der Aushub bis zur tiefsten Aushubsohle erst erfolgen, nachdem die Kiessande unter der Wasserhaltung trockengefallen sind und somit nicht auflockern können.

Das Gründungsplanum in den Bachschottern ist nachzuverdichten. Zum Schutz der Sohle soll nach dem Freilegen und Verdichten eine ca. 0,2 m dicke verdichtete Sauberkeitsschicht aus „gewaschenem“ Kies 0/32 aufgebracht werden. Das freigelegte Planum darf nicht durch Befahren oder andere Maßnahmen aufgelockert werden. Bei Planien im Auelehm ist das Aushubplanums mittels Magerbeton zu versiegeln oder zu überbauen.

Gründungspolster aus Mineralstoffgemischen sind mit einem seitlichen Überstand über die Konturen des Bauwerkes hinaus herzustellen, wobei der Überstand mindestens der Einbaudicke entsprechen soll ($\beta = 45^\circ$). Ist das geometrisch nicht möglich, ist das Polster dauerhaft einzuspannen (verbleibender Verbau als verlorene Schalung, Geogitter). Für Magerbetonpolster gelten die Lastausbreitungswinkel der DIN 1045.

Für die Herstellung von Gründungspolstern aus Mineralstoffgemischen werden generell nur gut kornabgestufte, grob- bis gemischtkörnige Mineralstoffgemische empfohlen. Im Hinblick auf eine gute Verdichtungsfähigkeit ist der Feinkornanteil (Korndurchmesser $\leq 0,063$ mm) auf weniger als 10 % zu begrenzen. In Polsterzonen, die Frosteinwirkungen ausgesetzt werden können, darf der Feinkornanteil nicht mehr als 7 % im eingebauten und verdichteten Zustand betragen.

Gut geeignete Erdstoffe sind Schotter- oder Kiessandgemische aus Hartgestein, z.B. 0/45 bzw. 0/56 mm, in Anlehnung an die Regelsieblinien nach ZTV-SoB (zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau) oder nach TL BuB E-StB 09. Schottergemische lassen in der Regel aufgrund ihrer kantigen Kornform eine bessere Verzahnung und Verspannung im Polster erwarten als rundkörnige Kiessandgemische. Die verwendeten Materialien müssen der Filterstabilität genügen. Der Einbau und die Verdichtung sind generell lagenweise vorzunehmen. Die Schüttlagendicke soll $d = 0,30$ m nicht überschreiten und muss sich an den konkreten Mineralstoffgemischen bzw. dem Verdichtungsgerät orientieren. Die Verdichtung ist generell auf

$$D_{Pr} \geq 100 \%$$

vorzunehmen.

Zur Prüfung der erreichten Verdichtungsgrade werden Lastplattenprüfungen in verschiedenen Prüfebenen je nach Schüttungsdicke empfohlen. Im Zweifelsfall sind für eine direkte Dichtebestimmung Ersatzmethoden in situ auszuführen. Für Lastplattenprüfungen werden orientierende Prüfziele von

$$E_{v2} \geq 80 - 100 \text{ MN/m}^2$$

$$E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$$

auf der Polsteroberkante empfohlen. Die Prüfziele sind letztendlich nach Probeverdichtungen zu Baubeginn in Abhängigkeit vom verwendeten Material vom Bodengutachter festzulegen.

Zusätzlich wird bei Planien im Auelehm ein Eindringen/Einschlagen vom Grobschlag (0,0 .. 150) empfohlen, bis ein trittfestes Planum entsteht. Zusätzlich wird die Anordnung eines Geotextiles mit Trenn- und Bewehrungsfunktion empfohlen.

Für Gründungspolster, die nach o.g. Kriterien hergestellt worden sind, können folgende Berechnungskennwerte für Flachgründungen zum Nachweis der Tragfähigkeit und des Setzungsverhaltens in Ansatz gebracht werden:

Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_n =$ 20 - 21 kN/m ³
wirksamer Reibungswinkel	$\varphi' =$ 35°
wirksame Kohäsion	$c' =$ 0
Steifemodul	$E_s =$ 40 - 60 MN/m ²

Im Anschlussbereich an vorhandene Altbebauung hat die Gründung generell mit einer Gründungskote gleich oder tiefer der Gründungskote der Altbebauung zu erfolgen, um eine zusätzliche Belastung der alten Fundamente durch die Lasten des neuen Baukörpers auszuschließen.

Zwischen dem Altbestand und dem neuen Baukörper ist in der Regel eine lotrechte und ebenflächige Setzungsfuge anzuordnen, um Mitnahmesetzungen zu vermeiden. Zu beachten ist, dass durch die Setzungsmulde trotzdem Nachsetzungen am Bestand möglich sind.

Der Boden vor den Fundamenten der verbleibenden Nachbargebäude darf nach DIN 4123 ohne Nachweis der Standsicherheit der Altbebauung nur abschnittsweise, z. B. im Pilgerschrittverfahren abgegraben werden. Die Bodenaushubgrenzen der DIN 4123 sind zu beachten. Anderenfalls machen sich entsprechende Sicherungsmaßnahmen (Verbau, Verrohrung) erforderlich.

Bei tieferen Gründungskoten machen sich ggfs. entsprechende Sicherungsmaßnahmen (Verbau, Unterfangung, Bodenvergütung) erforderlich.

Die Standsicherheit der unmittelbar angrenzenden Gebäude darf nicht gefährdet werden. Für eventuelle erforderliche Sicherungsmaßnahmen der Altbebauung oder Unterfangungen bieten sich vordergründig folgende Varianten an:

- Hochdruckinjektionen
- verankerte Spund- oder Trägerbohlwände
- Vor-der-Wand-Pfahlkonstruktion

-CSV-Verfahren

Als weiteres Gründungsverfahren bietet sich bei relativ kleinen Lasten das CSV-Verfahren an. Bei dem CSV-Verfahren werden Stabilisierungssäulen kleinen Durchmessers im Vollverdrängungsverfahren hergestellt, wobei mittels einer Förderschnecke Stabilisierungsmaterial wie Zement, Kalk oder Granulat in den Baugrund eingebracht wird. Dieses Verfahren ist auch für den Einsatz unterhalb des Grundwasserspiegels geeignet. Bei geringer Bodenfeuchtigkeit muss gegebenenfalls Wasser zugeführt werden. Die üblichen Säulendurchmesser liegen zwischen $D_s = 12$ und 15 cm.

Die Säulen können punktuell unter den Stützen und den Wandscheiben angeordnet werden. Unter den Fundamenten werden Säulen bis in die tragfähigen Bodenbereiche geführt. Unter der Bodenplatte ist auch eine „schwimmende“ Gründung mit kürzeren Längen bzw. größeren Abständen möglich. Gemäß Merkblatt für die Herstellung, Bemessung und Qualitätssicherung von Stabilisierungssäulen zur Untergrundverbesserung der DGGT sollen die Säulenabstände mindestens $3 D_s$ betragen.

Die genauen Entwurfs- und Bemessungsparameter sind den jeweiligen Spezialtiefbauunternehmen zu entnehmen. Dazu sind wir zu konsultieren.

Sollen Fundamente über die Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054 (2010) (vor-)bemessen werden, können unter Beachtung der Forderungen der DIN für die unter Punkt 5.2 genannten Gründungskoten bei einer Einbindung von mindestens $d = 1,0$ m und Fundamentbreiten von b bzw. $b' = 1,0$ bis $3,0$ m folgende Werte vorausgesetzt werden:

Schicht 2: Auelehm

Tabelle der Bemessungswerte des Sohldruckes $\sigma_{R,d}$ [kN/m²]

Einbinde- tiefe* t [m]	Fundamentbreite b bzw. b' [m]
	1 – 2 m
1,0	140
1,5	150
2,0	160

(Achtung: keine zulässigen Bodenpressungen!)

*kleinster Abstand zwischen Geländeoberfläche (z.B. Flusssohle) und Fundamentunterkante (Erdüberdeckung)

Schichten 3: Bachschotter/Hangschutt

Tabelle der Bemessungswerte des Sohldruckes $\sigma_{R,d}$ [kN/m²]

Einbinde- tiefe* t [m]	Fundamentbreite b bzw. b' [m]		
	1,0	1,5	2,0
1,0	185	210	225
1,5	250	250	280
2,0	280	290	300

(Achtung: keine zulässigen Bodenpressungen!)

*kleinster Abstand zwischen Geländeoberfläche (z.B. Flusssohle) und Fundamentunterkante (Erdüberdeckung)

Die Anwendung der o.g. Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes setzen eine mindestens lockere Lagerung der Sande und Kiese ($N_{10} \geq 3$) voraus.

Die o. g. Werte gelten nur für einfache Fälle mit horizontalen Geländeoberkanten und einen lotrecht-mittigen Lastangriff gemäß DIN 1054.

Für eine überschlägliche Bemessung des Grundbruches und der Setzungen über den aufnehmbaren Sohldruck (zulässige Bodenpressungen) gemäß DIN 1054 (2005) sind die o.g. Werte mit einem Faktor von 1,4 zu dividieren.

Die angegebenen Bodenpressungen können nach überschläglichen Abschätzungen bei Streifen- oder Einzelfundamenten mit Breiten bis 2 m zu Setzungen in einer Größenordnung von ca. 20 ... 40 mm, bei breiteren Fundamenten zu stärkeren Setzungen proportional der Fundamentbreite führen. Setzungen sowie Setzungsdifferenzen bzw. Schiefstellungen sind

anhand konkreter Lasten und Geometrien zu prüfen. Grundsätzlich ist zu beachten, dass Setzungen zu Mitnahmesetzungen am Bestand führen können.

Bei vorhandenen höheren Bodenpressungen, außermittigem Lastangriff mit hohen Horizontalkräften, Fundamenten mit Fundamentbreiten > 5 m oder stärker geneigten Geländeoberkanten sind zusätzlich die Verformungen nach DIN 4019 zu untersuchen und die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 nachzuweisen.

Die zulässige Kantenpressung kann mit einem Wert von $1,3 \cdot \sigma_0$ angenommen werden.

Bei der Bemessung flächenhafter Gründungen nach dem Prinzip des elastisch gebetteten Balkens kann bei einer Gründung mit Polster folgender **Bettungsmodul** als Eingangswert für die Berechnungen in Ansatz gebracht werden:

Auelehm	$k_s = 3 - 5 \text{ MN/m}^3$
Bachschotter	$k_s = 10 - 20 \text{ MN/m}^3$
Bachschotter ($N_{10} > 10$)	$k_s = 20 - 50 \text{ MN/m}^3$

Der Bettungsmodul ist iterativ auf der Grundlage der Spannungsverteilung in den Sohlflächen sowie unter Berücksichtigung der Steifemodule der relevanten Schichten (Verformungen) zu bestimmen und stellt keinen Baugrunderkennwert dar.

Der Sohlreibungswinkel für den Nachweis der Gleitsicherheit kann bei örtlich hergestellten Fundamenten in den Bachschottern mit $\delta_{sf} = 30^\circ$ angenommen werden.

Gründungssohlen sind durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

...

Bohrpfähle sind gemäß DIN EN 1536 herzustellen. Gemäß den Forderungen der DIN 1054 wird vorausgesetzt, dass die normgerecht hergestellten Pfähle mindestens 2,5 m in die der Bemessung zugrunde gelegte, tragfähige Schicht einbinden und die Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche nicht weniger als 3 Pfahldurchmesser, mindestens ab 1,5 m beträgt. Die Mindestpfahlänge im Baugrund beträgt i.d.R. 5,0 m oder fünffacher Pfahldurchmesser.

Für die Bemessung einer Pfahlgründung können nach den Feld- und Laborprüfungen sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungs- und Vergleichswerten folgende charakteristischen Werte für den Pfahlsitzenwiderstand $q_{b,k}$ sowie für die der Mantelreibung $q_{s,k}$ als Bruchwerte für einen Einzelpfahl ($a \geq 3 \cdot D$) in Ansatz gebracht werden:

Bodenart	Mantelreibung $q_{s,k} (\tau_{ml}) [\text{MN/m}^2]$	Bezogene Pfahlkopfsatzung s / D_s	Pfahlsitzenwiderstand $q_{b,k} [\text{MN/m}^2]$
Bachschotter/Hangschutt (Schicht 3)	0,04 0,08 (0,10) ($N_{10} \geq 10$)		
Hanglehm (Schicht 4)	0,03 (0,05)		
zersetztes Festgestein (Schicht 5.1)	0,06 (0,10)	0,02 0,03 0,1	0,9 (1,1) 1,2 (1,3) 1,6 (2,0)
verwittertes Festgestein (Schicht 5.2)*	0,15 (0,20)	0,1	2,0 (3,0)

* nur zur Orientierung

Bei hoher Verkarstungsgefahr sollte der Spitzendruck nicht mit angesetzt werden. Die in Klammern gesetzten oberen Grenzwerte dienen nur zur Orientierung für mögliche höhere Tragfähigkeitswerte. Die höheren Werte sind generell durch eine großskalibrige Kernbohrung oder durch die Abnahme der Pfahlabsatzkoten bestätigen zu lassen.

In den Schichten 1 und 2 ist der Ansatz einer positiven Mantelreibung generell unzulässig. Bei Lasteintragungen in die Schichten 1 oder 2, die zu neuen Setzungen führen (z. B. bei einer Dammerhöhung), ist eine negative Mantelreibung von $\tau_m = -10 \dots -15 \text{ kN/m}^2$ mit anzusetzen.

Für den Nachweis der ausreichenden Sicherheit des Einzelpfahles gegen Versagen infolge Bruch nach DIN 1054 (GZ 1B) ist die Grenzzustandsbedingung

$$E_{1,d} \leq R_{1,d}$$

zu erfüllen mit $E_{1,d}$ als Bemessungswert der Beanspruchung und $R_{1,d}$ als Bemessungswert des Pfahlwiderstandes. Hinsichtlich der Teilsicherheitsfaktoren wird auf die Tabellen 2 und 3 der DIN 1054 bzw. DIN 1997-1 verwiesen. Für eine überschlägliche Berechnung nach DIN 1054 (1976) sind die resultierenden Bruchlasten mit $\eta = 2,0$ für den Lastfall 1 abzumindern.

Die o.g. Bemessungswerte lassen Setzungen des Einzelpfahls unter der Gebrauchslast (GZ 2) in einer Größenordnung von $s \leq 2,0 \text{ cm}$ für Bohrpfähle $d \leq 1,20 \text{ m}$ erwarten, wobei zu beachten ist, dass herstellungsbedingte Anliegeverformungen in der Kontaktfläche Pfahlfuß / Boden baupraktisch nie auszuschließen sind. Bei sachgerechter Arbeit sind diese Verformungen im Millimeterbereich zu erwarten. Die Bohrlochsohlen sind von beim Bohren aufge-lockerten Erdstoffpartien zu säubern und abzugleichen.

Die Setzungswerte sind anhand der konkreten Pfahllasten und der Pfahlkonzeption zu prüfen. Gruppenwirkungen von Pfählen sind zusätzlich zu beachten, da sie sich allgemein mindernd auf die Tragfähigkeit des Einzelpfahls bzw. setzungserhöhend für das Gesamtsystem auswirken.

Infolge der geologischen Verhältnisse ist zu beachten, dass Bohrpfähle im Lockergestein/ Zersatz nur mit Verrohrung ausgeführt werden dürfen. Zur Vermeidung von Auflockerungen in Höhe der Bohrlochsohle soll das Bohrrohr bei der Herstellung dem Entnahmegerät im Lockergestein mindestens einem halben Bohrdurchmesser, mindestens jedoch 0,5 m vorausseilen.

Bei Wasseranschnitt ist der Bohrvorgang im Lockergestein unter Wasserüberdruck mit einer Wassersäule von mindestens 1 m über dem höchsten bauzeitlichen Wasserstand durchzuführen, um einen hydraulischen Grundbruch zu vermeiden. Dabei ist zu beachten, dass die untere Schotterlage gespannt sein kann. Der Wasserüberdruck bezieht sich dabei auf den Wasserstand im Rohr bei herausgezogenem Bohrwerkzeug.

Zur Abtragung von Horizontalkräften können geneigte Pfähle hergestellt werden. Bei Pfählen mit einem Pfahlschaftdurchmesser $D_s \geq 0,3 \text{ m}$ darf eine elastische horizontale Bettung nach DIN 1054 angesetzt werden. Der horizontale Bettungsmodul kann über die Beziehung

$$k_{s,k} = E_{s,k} / D_s$$

ermittelt werden mit $E_{s,k}$ als charakteristischer, horizontaler Steifemodul des Bodens und D_s als Pfahlschaftdurchmesser ($D_s \leq 1,0 \text{ m}$). Bei $D_s > 1$ ist $D_s = 1 \text{ m}$ anzusetzen. Die anrechenbare Bettungsspannung soll 50 % des möglichen Erdwiderstandes ($E \leq 0,5 E_p$) nicht überschreiten. Der Anwendungsbereich ist auf eine rechnerische maximale Horizontalverschiebung von 2 cm oder 3 % des Pfahldurchmessers begrenzt, wobei der kleinere Wert maßgebend ist.

Tragwerksplanung - Genehmigungsstatik



Domänenstraße 3
D-53045 Lebach
T: +49 (0) 221 201-11
F: +49 (0) 221 201-11
E: office@icling.com

Vorhaben: **Sanierung d. Grabenschule Eisleben**
Ort: Grabenstraße 40-42
06295 Lutherstadt Eisleben

Seite 26

Nr./Pos.: 1.4

Als horizontale Steifezahlen können folgende Werte (Grenzwertbetrachtung) vorausgesetzt werden:

Schicht - Nr.	Bodenart	Steifezahl $E_{s,k}$ [MN/m ²]
1	Auffüllungen*	3 ... 5
2	Schwemmlehm	4 ... 8
3	Bachschotter/Hangschutt $N_{10} \geq 10$	10 (OK) ... 15 (UK) 20 (OK) ... 40 (UK)
4	Hanglehm	6 ... 10
5.1	zersetztes Festgestein	15 ... 25
5.2	verwittertes Festgestein nur Orientierung!	25 ... 50

* Bei Auffüllungen ohne Verdichtungsnachweis darf der oberste Bereich bis 1 m Tiefe nicht mit berücksichtigt werden.

Dabei kann in den bindigen Schichten (2, 4, 5) im Regelfall eine konstante Verteilung vorausgesetzt werden und in den Sanden und Kiesen (Hangschutt/Terrassenschottern) eine mit der Tiefe ansteigende Verteilung.

Die Pfahlsohlen sind stichprobenartig in ausreichendem Umfang über das Baufeld verteilt und verstärkt zu Beginn der Arbeiten durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

Bei kleinen Lasten kann eine Tiefgründung ggfs. auch alternativ mittels **Verpresspfählen**, ausgebildet werden. Verpresspfähle sind Pfähle mit kleinem Durchmesser und gemäß DIN EN 14199 herzustellen. Die Kraftübertragung in den Baugrund wird dabei durch Verpressen mit Beton oder Zementmörtel erreicht, so dass i.d.R. höhere Mantelreibungswerte als bei Bohrpfählen möglich sind.

GEWI-Pfähle werden in vorgebohrte Bohrlöcher gestellt. Die Bewehrung erfolgt hier i.d.R. über Gewindestäbe mit Stabdurchmessern zwischen 20 mm und 63 mm.

Ischebeck-Pfähle sind dagegen selbstbohrende Pfähle. Der Pfahlschaft ist ein Hohlpfahl, über den das Verpressgut gefördert wird. Ischebeck-Pfähle haben in der Regel etwas höhere Mantelreibungswerte und eine höhere Biegesteifigkeit als GEWI-Pfähle. Verpresspfähle sind in den gewachsenen Böden abzusetzen.

Die zulässige Pfahlbelastung/Tragfähigkeit von Verpresspfählen ist auf Grundlage von Probelastungen festzulegen. Gemäß DIN 1054 sind Probelastungen an mindestens 3 % aller Pfähle verteilt über das gesamte Baufeld, mindestens aber an 2 Pfählen durchzuführen.

Tragwerksplanung - Genehmigungsstatik



Dickmannstraße 3
D-33209 Eisleben
T: +49 302 45441-0
F: +49 302 45441-11
E: office@icling.com

Vorhaben: **Sanierung d. Grabenschule Eisleben**
Ort: Grabenstraße 40-42
06295 Lutherstadt Eisleben

Seite 27

Nr./Pos.: 1.4

Falls im Ausnahmefall keine Probelastungen ausgeführt werden sollen, dürfen für die (Vor-)Bemessung von Verpresspfählen nach DIN 1054 folgende charakteristische Werte für die Pfahlmantelreibung (Bruchwerte) für Druckpfähle vorausgesetzt werden:

Bodenart	Pfahlmantelreibung $q_{s\ 1,k} (\tau_{mf}) [MN/m^2]$
Bachsotter/Hangschutt $N_{10} \geq 10$	0,05 0,15 - 0,20
zersetztes Festgestein	0,10 - 0,15

* nur zur Orientierung

Der Ansatz eines Spitzendruckes ist nicht zulässig. Die Achsabstände der Pfähle im Bereich der Krafteintragungslänge sollen mindestens 0,8 m betragen. Die Krafteintragungslänge der Verpresspfähle muss in ausreichend tragfähigen Böden mindestens 3,0 m betragen. In Fels darf die Krafteintragungslänge abgemessen herabgesetzt werden, soll jedoch 0,5 m nicht unterschreiten. Die Knicksicherheit ist zu beachten.

Ergänzungsbericht:

Gemäß den Empfehlungen der Tragwerksplanung wurde im Bereich des Anbaus weitere Untersuchungen veranlasst.

Daraus ergibt sich das die Annahmen aus dem Hauptbericht durch den Ergänzungsbericht bestätigt werden und die Tiefgründung mit Bohrpfählen die favorisierte Gründungsvariante bleibt.

Der gesamte Ergänzungsbericht ist in Anlage 3 zu finden.

Dipl.-Ing. (FH)
Dirk Schütze
Prüfingenieur

