

AZ: 22-12-0104

Geologisches Gutachten

**Geotechnik
Umweltgeologie**

**Grundstück
An der Feuerwache
Neuenhof, Siegburg**

**Auftraggeber:
Stadtverwaltung Siegburg
Nogenter Platz 1
53721 Siegburg**

März 2012

Inhaltsverzeichnis

- 0. Zusammenfassung
- 1. Vorgang und Aufgabenstellung
- 2. Lage
- 3. Untersuchungsmethodik
 - 3.1 Multitemporale Kartenauswertung
 - 3.2 Sondierbohrungen und Rammsondierungen
 - 3.3 Bodenmechanische Laborversuche
 - 3.4 Laborversuche Umwelt
 - 3.5 Bodenluftmessungen
- 4. Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse
 - 4.1 Geologische Verhältnisse
 - 4.2 Hydrogeologische Verhältnisse
- 5. Multitemporale Kartenauswertung
- 6. Geotechnische Beurteilung / Gründung
- 7. Bautechnische Hinweise
 - 7.1 Bodenkennwerte (mittlere Rechenwerte)
 - 7.2 Bodenklassen nach DIN 18300
 - 7.3 Bodengruppen nach DIN 18196
 - 7.4 Feuchtigkeitsschutz
 - 7.5 Baugrubensicherung
- 8. Erdbebensicherheit
- 9. Umweltgeologie
 - 9.1 Bodenluft
 - 9.2 Auffüllungen
- 10. Hinweis

Anlagenverzeichnis

- 1 Lageplan mit Untersuchungspunkten und Unterkante Auffüllungen, M 1:250
- 2.1-2.2 Bohrprofile und Rammdiagramme nach DIN 4023 als Profilschnitte I – II,
M 1:100/50
- 3.1 Wassergehalt nach DIN 18121 und Wasserbindevermögen nach NEFF
- 3.2 - 3. Kornverteilungen nach DIN 18123
- 3.4 Glühverlust nach DIN 18128
- 4.1 - 3. Hauptkomponenten Bodenluft, 3 Stichtagsmessungen
5. Ergebnisse Untersuchungen Bodenproben nach LAGA Boden
6. Originalprotokoll chemisches Labor

Verwendete Software

- Profil Tec,
GeoLogik Software GmbH,
Version 6.6
- GGU Software,
Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik GmbH,
Programmsystem Laborauswertungen (bodenmechanische Laborversuche)

Verwendete Unterlagen

1. **Karten:**
 - Geologische Karte von NRW,
Blatt 5109 Lohmar,
M 1:25.000,
Geologisches Landesamt NRW,
Krefeld 1978

- Geologische Karte von NRW,
Blatt 5209 Siegburg,
M 1:25.000,
Geologisches Landesamt NRW
Krefeld 1978
- Topographische Karte von NRW,
Blätter 5109 Lohmar,
M 1:25.000,
Landesvermessungsamt NRW und
Vorgänger,
Auflagen von der Uraufnahme bis 2000
- Karte der Erdbebenzonen und
geologischen Untergrundklassen in der
Bundesrepublik Deutschland,
Karte für Nordrhein-Westfalen,
M 1:350.000,
Geologischer Dienst NRW,
Krefeld, Juni 2006

2. Pläne/Unterlagen:

- Luftbild mit Flurstücksgrenzen,
Katasterauszug, Plan der Altlasten-
Auskunft des Rhein-Sieg-Kreises,
Luftbild mit Darstellung der Flächen,
alle ohne Maßstab, per Email von der
Stadt Siegburg vom 28.12.2011

- 3. Archivunterlagen S&J:**
- Geologisches Kurzgutachten,
Am Bertrams Weiher,
S&J AZ 21-98-0706,
vom 04.08.1998

 - Geotechnisches Gutachten,
Anlage einer Erschließungsstraße
zwischen Schulzentrum „Neuenhof“
und der Feuerwache
S&J AZ 21-95-0409,
vom 22.05.1995

0. Zusammenfassung

Eine Gründung üblicher Hochbauten ist aufgrund des angetroffenen Baugrundes nur mit Sondergründungsmaßnahmen möglich. Ausnahme bilden einfache, setzungsunempfindliche Gebäude, wie z.B. nicht unterkellerte, eingeschossige Gebäude.

Es wurden Methangasaustritte festgestellt, die aufgrund der geologischen Situation aber nicht ungewöhnlich sind. Bei geschlossenen Kellerräumen ist eine Zwangsbelüftung vorzusehen.

Der im Rahmen von Aushubarbeiten anfallende Abfall im westlichen Teil ist als gefährlicher Abfall einzustufen (> Z 2) und entsprechend fachgerecht zu entsorgen. Im östlichen Teil fallen die Auffüllungen unter die Zuordnungskategorie Z 1.

1. Vorgang und Aufgabenstellung

Auf einem brachliegenden Grundstücksteil zwischen den Straßen „Neuenhof“ und „Am Bertrams Weiher“ wird die Errichtung von Mehrfamilienhäusern mit Tiefgarage diskutiert.

Für die weitere Planung war der Baugrund zu erkunden und im Hinblick auf die geplante Bebauung zu begutachten. Da bekannt ist, dass auf dem Grundstück mit Auffüllungen gerechnet werden muss, war der Untergrund in einer ersten orientierenden Phase außerdem umweltgeologisch zu bewerten.

Die Ergebnisse waren in einem geologischen Gutachten zusammen zu fassen.

Auf Grundlage des Angebotes vom 04.01.2012 erhielt S&J mit Schreiben vom 16.01.2012 von der Stadt Siegburg den Auftrag zur Baugrunderkundung und Erstellung eines geologischen Gutachtens mit Angaben zur Geotechnik und grundsätzlichen Aussagen zur Umweltgeologie.

2. Lage

Das Baufeld befindet sich an der Straße „Neuenhof“ in Siegburg. Der für die Bebauung vorgesehene Teilbereich gehört zu dem Grundstück Flurstücks-Nr. 2668, Flur 3, Gemarkung Siegburg.

Dieser Grundstücksteil ist Teil der registrierten Altlast Nr. 5109/1210 im Altlastenkataster des Rhein-Sieg-Kreises. Art und Umfang von Verkipungen sind nicht bekannt.

Grundsätzlich handelt es sich bei dem Gelände um eine ehemalige Mäanderschleife der Sieg, die im Bereich des Baugeländes verfüllt wurde. Vor einigen Jahren standen auf dem Gelände noch einige einfache Unterkünfte für Asylanten („Feldhäuser“), die auf einem Bodenaustausch gegründet wurden.

3. Untersuchungsmethodik

3.1 Multitemporale Kartenauswertung

Vor Beginn der Geländearbeiten wurde von S&J eine Multitemporale Kartenauswertung aller im Archiv von S&J vorhandenen topografischen Karten, Blatt 5109 Lohmar, durchgeführt. Die Ergebnisse sind in einem separaten Kapitel 5. „Multitemporale Kartenauswertung“ dargestellt (siehe unten).

3.2 Sondierbohrungen und Rammsondierungen

Die Erkundung der Untergrundverhältnisse erfolgt an zwei Geländeterminen am 31.01.2012 sowie am 14.02.2012. Auf Grund der schlechten Witterung nach dem 31.01.2012 konnten die Geländearbeiten erst wieder am 14.02.2012 fortgesetzt werden.¹

Insgesamt wurden an beiden Terminen zur Erkundung der tieferen Untergrundverhältnisse neun Sondierbohrungen (BS) und ergänzend zur Bestimmung der Lagerungsdichte von nicht bindigen Böden drei Rammsondierungen (DPH) abgeteuft. Es war bereits im Vorfeld angedacht worden, drei Bohrungen als sogenannte Leitbohrungen bis mindestens in den tertiären Ton abzuteufen. Dies wurde mit den Bohrungen BS 1, BS 4 und BS 6, die eine Tiefe von 9 bzw. 11 m aufweisen, erreicht. Bei den übrigen Bohrungen konnten lediglich die Bohrungen BS 10 und BS 12 bis zur geplanten Tiefe von 7 m unter Gelände abgeteuft werden. Die restlichen Bohrungen BS 2, BS 3, BS 5 und BS 11 blieben in geringerer Tiefe aufgrund von Bohrhindernissen (vermutlich Beton oder Holzreste) stecken.

Die Sondierbohrungen wurden mit Rammkernsonden (50/40/36 mm Nennweite) abgeteuft. Es wurden schwere Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2 (Sondierspitzenquerschnitt 15 cm²) durchgeführt).

Alle Sondierpunkte wurden eingemessen, einnivelliert und maßstabsgerecht in einen Lageplan (siehe Anlage 1) eingetragen. Für das Nivellement der Sondierpunkte wurde der im mittleren Bereich des Geländes gelegene, bestehende Kanalschacht Nr. 85302025 verwendet, dessen Deckelhöhe nach den S&J vorliegenden Leitungsplänen bei 63,79 m über NN liegt. Vor Ort erfolgt eine Profilaufnahme nach DIN EN ISO 14688-1 bzw. 14689-1 und die Entnahme von charakteristischen Bodenproben².

¹ Spülflüssigkeit fror aufgrund der tiefen Temperaturen ein.

² Geländearbeiten durch Herrn Dipl.-Geol. Jooß und Herrn Gramsdorff (Baustoffprüfer), zugelassen als Fachkraft nach DIN EN ISO 22475-1 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenentnahme und Grundwassermessungen

Nach Abschluss der Geländearbeiten wurden die Bohrungen zu temporären Bodenluft- bzw. Grundwassermessstellen ausgebaut. Die Bohrungen BS 1 und BS 4 wurden mit HDPE-Rohren verpegelt, die restlichen Bohrungen mit „Telefonröhrchen“. Oberflächennah wurden diese Pegel mit Quellon abgedichtet.

Die Untersuchungsergebnisse der Bohrungen und Rammsondierungen wurden als Bohrprofile bzw. Rammdiagramme nach DIN 4023 aufgezeichnet und in zwei geologischen Profilschnitten I und II dargestellt (siehe Anlage 2.1 und 2.2).

3.3 Bodenmechanische Laborversuche

An charakteristischen Proben der Auenlehmlagerungen des ehemaligen Siegarms sowie des tertiären Tons wurde der Wassergehalt nach DIN 18121 und das Wasserbindevermögen nach NEFF bestimmt (siehe Anlage 3.1). Von den im wesentlichen sandigen Auffüllungen und dem Terrassenkies wurden einige charakteristische Mischproben gebildet und diese auf ihre Kornverteilung nach DIN 18123 untersucht (siehe Anlage 3.2 und 3.3). Von den Auenlehmlagerungen des ehemaligen Siegarms wurden weiterhin an charakteristischen Proben, in denen vor Ort bereits organische Bestandteile festgestellt wurden, der Glühverlust nach DIN 18128 bestimmt (siehe Anlage 3.4).

3.4 Laborversuche Umwelt

Von den aus den Auffüllungen entnommenen Bodenproben wurden zwei Mischproben (MP 1 und MP 2) im Labor von S&J hergestellt. Dabei umfasst die Mischprobe MP 1 die Bohrungen BS 1, BS 2, BS 3, BS 4 und BS 5, das heisst, den westlichen Bereich des Grundstückes. Die Mischprobe MP 2 umfasst die Bohrungen BS 6, BS 10, BS 11 und BS 12, das heisst, den östlichen Bereich des Grundstückes. Beide Mischproben wurden im Labor Eurofins nach LAGA Boden, Tabelle II. 1.2-2 und -3 untersucht. Die Ergebnisse der LAGA –Untersuchung sind in Tabellenform in Anlage 5 dargestellt. Das originale Laborprotokoll enthält Anlage 6.

3.5 Bodenluftmessungen

Aufgrund der angetroffenen Untergrundverhältnisse, insbesondere der lokal vorhandenen organischen Substanz sowie der Holzreste konnten Methangasaustritte im Bereich des Grundstückes nicht ausgeschlossen werden. Daher wurden am 14.02.2012 zunächst im Anschluss an die Geländearbeiten an fünf Bohrungen die Hauptkomponenten der Bodenluft mit einem mobilen Messgerät, Typ GfG Polytektor G750 (siehe Ergebnisse in Anlage 4.1) gemessen. Dabei wurden in der Bohrung BS 10 ein Methangehalt von 2,5 Vol.% und in BS 11 sogar ein Methangehalt von 7,0 Vol.% festgestellt.

Daher wurden am 27.02.2012 sowie am 05.03.2012 nochmals an allen noch vorhandenen Pegeln die Hauptkomponenten der Bodenluft gemessen. Die Ergebnisse sind in Anlage 4.2 und 4.3 dargestellt.

Die Bewertung erfolgt im Kapitel 9 „Umweltgeologie“ (siehe unten).

4. Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse

4.1 Geologische Verhältnisse

Aufgrund der geomorphologischen Situation waren unter den anthropogenen Auffüllungen zunächst Altgewässerablagerungen aus weichen organischen Böden zu erwarten. Darunter folgen Kiese der Nieder- bzw. Talterrasse der Sieg über tertiären Tonen (siehe Abbildung 1).

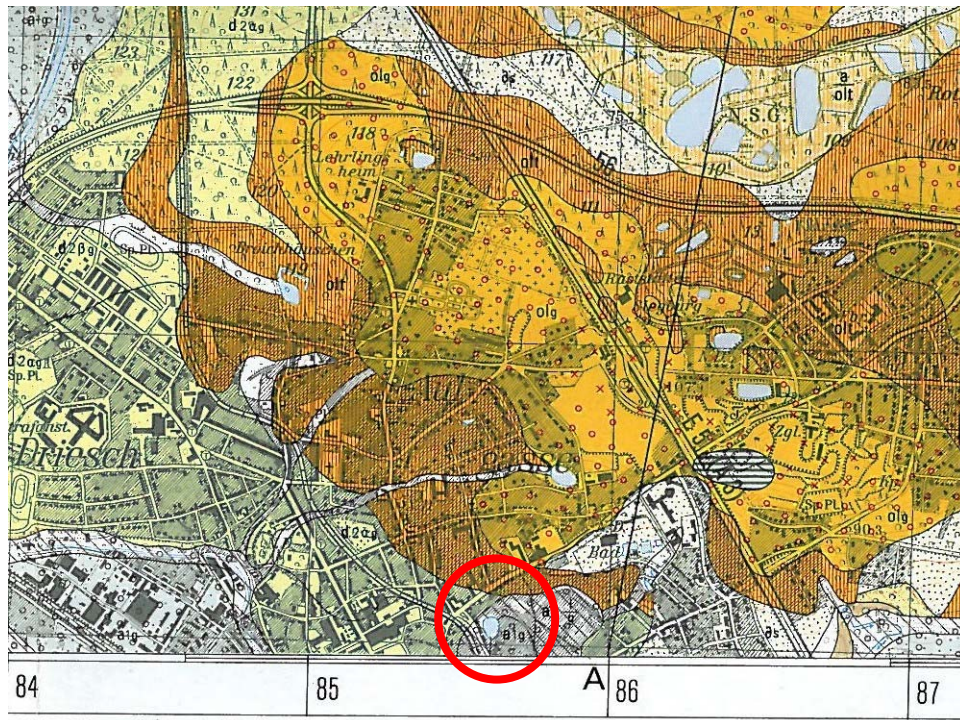


Abbildung 1: Ausschnitt aus geologischer Karte von NRW, Blatt 5109 Lohmar, M 1:25.000, mit Lage des Untersuchungsgebietes

Wie aufgrund der Vorgeschichte des Grundstückes zu erwarten gewesen war, wurden oberflächennah zunächst mehrere Meter Auffüllungen angetroffen. Darunter folgt die zu erwartende Abfolge aus „Verlandungssedimenten“ des Siegmäanders, Terrassenkiesen sowie schließlich tertiären Ton. Die einzelnen Schichtglieder sind nachfolgend näher beschrieben. Es lassen sich folgende Schichtglieder differenzieren:

Einheit 1: Auffüllungen

Oberflächennah wurde in der Mehrzahl der Bohrungen zunächst ein 0,10 bis 0,25 m starker, aufgefüllter Oberbodenhorizont angetroffen. Im Bereich der vorhandenen Wege besteht die Oberflächenbefestigung aus einer 0,15 bis 0,20 m starken Schicht aus Splitt bzw. sandig-steinigem Kies.

Die darunter angetroffenen Auffüllungen bestehen zum Großteil aus einem schluffig, kiesigen Sand mit Ziegel, Betonresten, Keramikstücken, Holz sowie Lavaschlacke als wesentliche Fremdbestandteile. Die Sande sind nach den Ergebnissen der Rammsondierungen nur locker bis lokal knapp mitteldicht gelagert. Vereinzelt höhere Schlagzahlen in den Rammsondierungen deuten auf Fremdstoffe (wie z.B. Betonreste) hin.

Oberflächennah bestehen die Auffüllungen im Bereich von BS 2, BS 4, BS 10 und BS 12 bis ca. 1,20 m Tiefe aus einem steinig, sandigen Kies mit Betonresten und Schlacke. Darunter folgt in den Bohrungen BS 12 sowie in BS 11 zwischen 0,75 bis 1,30 m zunächst ein steif bis weicher, lokal auch halbfester, sandig-kiesiger Schluff. In BS 6 bestehen die Auffüllungen bis in 2,65 m Tiefe aus einem Gemisch aus Schluff und Sand. Wie bereits unter Kapitel 2. „Untersuchungsmethodik“ beschrieben, konnten die Auffüllungen nicht mit allen Bohrungen durchteuft werden. Dies deutet auf größere Bohrhindernisse im Untergrund hin.

Einheit 2: Verlandungssedimente Siegarm (breiige bindige Böden und Sand)

Unter den anthropogenen Auffüllungen folgen zunächst Sedimente, die bei der Verlandung des Siegarms entstanden sind. Es handelt sich um ein Gemisch aus Schluffen und Tonen mit breiig bis weicher Konsistenz und schluffig-feinsandigen Mittelsanden. Die Ablagerung kennzeichnet außerdem ein relativ hoher Anteil an organischer Substanz (Holzreste), so dass sie lokal in die Bodenklasse OT bzw. OU fallen.

Diese Ablagerungen stehen ab einer Tiefe von im Mittel 4 bis 6 m unter Gelände an.

Einheit 3: Terrassenkies

Lediglich in Bohrung BS 6 konnten ab 4 m Tiefe sandige Kiese nachgewiesen werden, die der Nieder- bzw. Mittelterrasse der Sieg zugeordnet werden können. Im Übergang zum Tertiär folgen ab 7,5 m Tiefe allerdings wieder kiesige Sande.

Einheit 4: Tertiär

Erbohrt wurde das Tertiär lediglich mit den Leitbohrungen BS 1, BS 4 und BS 6. Es wurde ein Ton angetroffen, der zunächst in BS 4 und BS 6 noch weiche Konsistenz besitzt. In BS 1 besitzt der Ton bereits steif bis halbfeste Konsistenz.

Die Tertiäroberfläche fällt offenbar in östlicher Richtung ab: Während OK Tertiär bei BS 1 im Westen noch bei 57,06 m ü. NN liegt, fällt sie im Osten bei BS 6 auf 51,05 m ü. NN ab.

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

In allen Bohrungen wurden bereits während der Bohrarbeiten am 31.01. bzw. 14.02.2012 Wasserzutritte festgestellt. Im Rahmen der Bodenluftmessungen wurden der Wasserspiegel an den noch vorhandenen Pegeln erneut gemessen. Einige Pegel waren in der Zwischenzeit leider zerstört worden.

Die gemessenen Wasserstände sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1: Wasserstände

Bohrung Nr.	Datum	Wasserstand		Ansatzhöhe
		m u. GOK	m ü. NN	m ü. NN
BS 1	31.01.2012	3,00	61,26	64,26
	14.02.2012	-	-	
	27.02.2012	2,96	61,30	
	05.03.2012	3,00	61,26	
BS 2*	31.01.2012	trocken	-	64,44
	14.02.2012	-	-	
	27.02.2012	trocken	-	
	05.03.2012	trocken	-	
BS 3	31.01.2012	3,42	60,82	64,24
	14.02.2012	3,53	60,71	
	27.02.2012	3,57	60,67	
	05.03.2012	Pegel defekt	-	
BS 4	31.01.2012	3,70	60,84	64,54
	14.02.2012	3,52	61,02	
	27.02.2012	3,82	60,72	
	05.03.2012	3,78	60,76	
BS 5**	31.01.2012	trocken	-	63,99
	14.02.2012	-	-	
	27.02.2012	trocken	-	
	05.03.2012	trocken	-	
BS 6	31.01.2012	2,98	61,01	61,30
	14.02.2012	3,07	60,92	
	27.02.2012	3,00	60,99	
	05.03.2012	3,00	60,99	
BS 10	31.01.2012	-	-	64,39
	14.02.2012	3,78	60,61	
	27.02.2012	Pegel defekt	-	
	05.03.2012	Pegel defekt	-	
BS 11	31.01.2012	-	-	64,32
	14.02.2012	3,90	60,42	
	27.02.2012	3,82	60,50	
	05.03.2012	3,81	60,51	
BS 12	31.01.2012	-	-	64,31
	14.02.2012	4,62	59,69	
	27.02.2012	4,50	59,81	
	05.03.2012	4,50	59,81	

* Wasserspiegel bei BS 2 vermutlich ab 3,5 m

** Wasserspiegel bei BS 5 vermutlich ab 3,2 m

Es zeigt sich, dass auf dem Gelände mit Wasser bereits ab 3 m unter Gelände gerechnet werden muss. Dabei zeigen die Messungen nach der längeren, relativ trockenen Periode eher noch niedrige Wasserstände an.

Im Extremfall, d. h. bei Hochwässer der Sieg mit Rückstau der Vorfluter, muss mit einem Wasseranstieg bis in den Bereich der Geländeoberfläche bei BS 6 gerechnet werden. Für den Bemessungsgrundwasserstand schlagen wir daher 61,0 m ü. NN zuzüglich 0,5 m Sicherheitszuschlag vor.

Für die Statik und den Feuchtigkeitsschutz empfehlen wir daher aus Sicherheitsgründen den **Bemessungswasserstand auf GOK** festzulegen.

5. Multitemporale Kartenauswertung

Anhand der vor den Geländearbeiten durchgeführten multitemporalen Kartenauswertung an den im Archiv von S&J vorhandenen Topographischen Karten, Blatt 5109 Lohmar, ergibt sich folgende Chronologie des Grundstücks:

Datum	Nutzung
Uraufnahme (Jahr ?)	Zur zukünftigen Zeithstraße hin, ist im Bereich des Grundstückes eine „Böschung“ eingetragen. Es sind im Bereich des Grundstückes mehrere Gewässer eingezeichnet: Dabei deutet ein bogenförmiges Gewässer den ehemaligen Siegarm an, weitere eher rechtwinklig begrenzte Gewässer deuten bereits auf eine anthropogene Überprägung des Siegverlaufes hin. Weiterhin sind im Bereich des Grundstückes bereits einige Gebäude (rot) eingetragen (siehe Abbildung 2).
1895	Entlang des Kleibergeres ist bereits ein Eisenbahngleis gebaut. Im Bereich des Grundstückes ist noch ein größeres Gewässer (oder Freifläche?) dargestellt. In der übrigen Fläche ist bereits eine

Datum	Nutzung
	Wiesensignatur eingetragen, was auf eine Verfüllung des ehemaligen Siegarms bereits zu diesem Zeitpunkt hindeutet. Im Bereich der künftigen Feuerwache ist ebenfalls bereits ein Gebäude dargestellt. Die Bebauung entlang der Zeithstraße existiert schon (siehe Abbildung 3).
1928	Keine Änderung zur Ausgabe von 1895.
1942	Keine Änderung zur Ausgabe von 1895.
1954	In dieser Ausgabe ist ebenfalls noch ein größeres Gewässer (Teich) dargestellt, dieses allerdings in einer anderen Lage als auf der Ausgabe in 1895. Sonst sind keine wesentlichen Veränderungen eingetreten (siehe Abbildung 4).
1959	Ab dieser Ausgabe ist die Straße / der Weg „Neuenhof“ gebaut. Sonst keine Änderungen.
1968 und 1971	Keine Änderungen gegenüber der Ausgabe 1959.
1976	Die Straße „Neuenhof“ ist ausgebaut, die Bebauung entlang dieser Straße ist gegenüber früheren Ausgaben ausgeweitet worden. Sonst keine wesentlichen Änderungen (siehe Abbildung 5).
1980	In dieser Ausgabe sind im Bereich des Grundstückes kein Teich und keine Gebäude mehr eingetragen. Im Bereich des ursprünglichen Teiches ist stattdessen ein Damm bzw. eine Freifläche (Aufschüttung?) eingetragen. Östlich des untersuchten Grundstückes sind inzwischen die Schule und der Sportplatz gebaut (siehe Abbildung 6).
1985	Inzwischen ist die Feuerwehrwache gebaut. Ansonsten sind im Bereich des Grundstückes keine wesentlichen Änderungen vorhanden (siehe Abbildung 7).
bis Ausgabe 2000	Keine wesentlichen Änderungen mehr.

Fazit:

Aus der multitemporalen Kartenauswertung ergeben sich folgende wesentliche Erkenntnisse über das Grundstück:

- Das untersuchte Grundstück liegt in einem Bereich, in dem ein ehemaliger Siegarm verfüllt wurde. Über die Art des Verfüllmaterials gehen aus der multitemporalen Kartenauswertung keine Hinweise hervor.
- Aufgrund der Kartenauswertung liegen keine Hinweise auf einen ehemaligen Gewerbe- / Industriestandort vor.

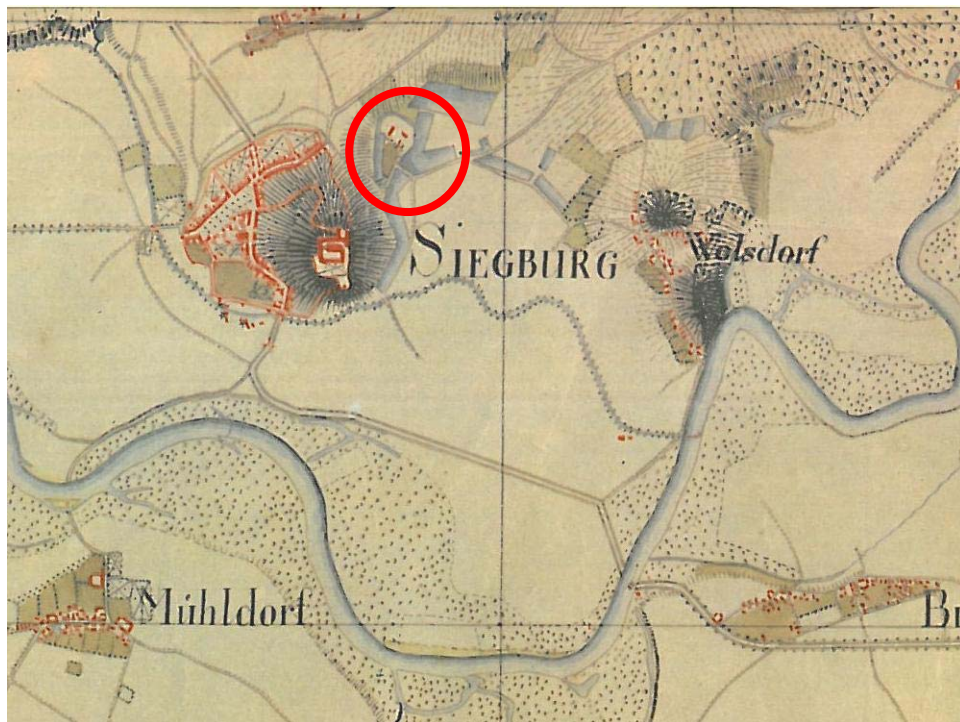


Abbildung 2: Ausschnitt aus topographischer Karte Ausgabe 1816

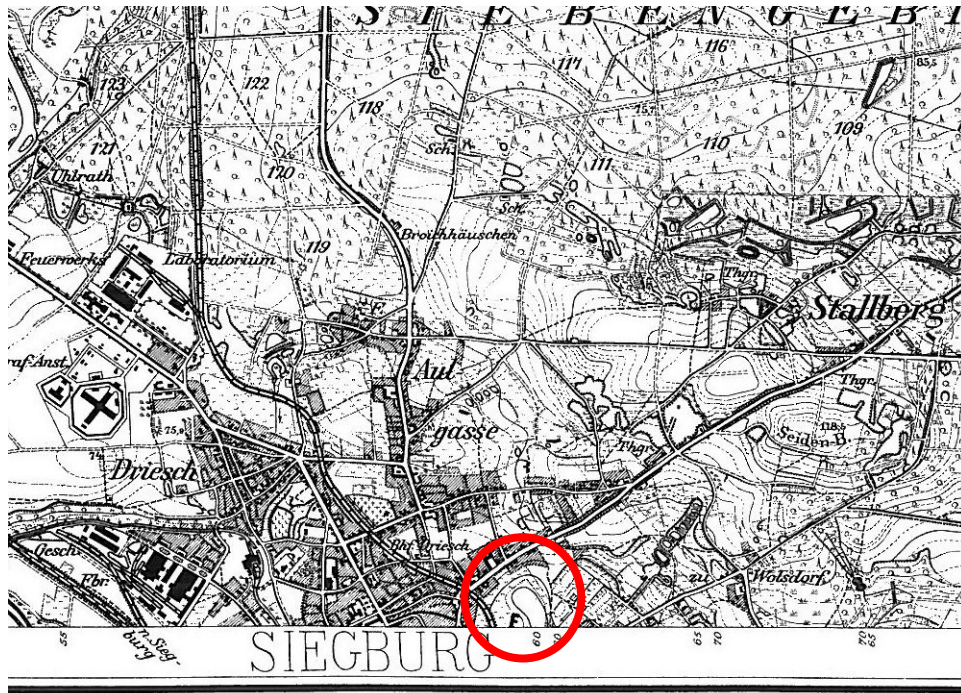


Abbildung 3: Ausschnitt aus topographischer Karte Ausgabe 1895, mit Teich



Abbildung 4: Ausschnitt aus topographischer Karte Ausgabe 1954, jetzt kleinerer Teich

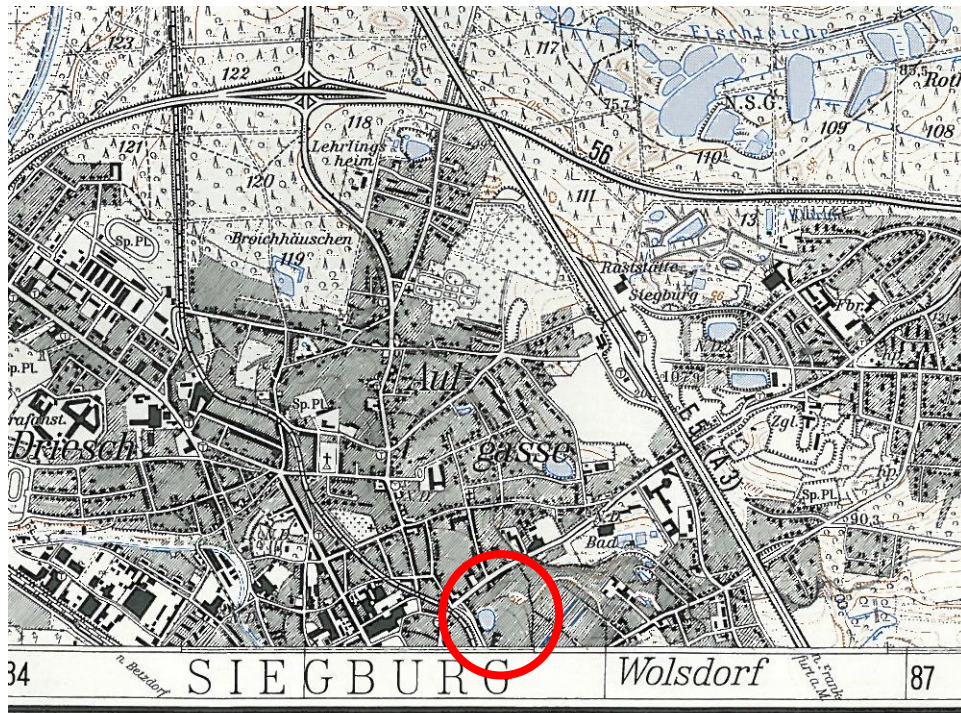


Abbildung 5: Ausschnitt aus topographischer Karte Ausgabe 1976, vor Bau Feuerwache, kleiner Teich



Abbildung 6: Ausschnitt aus topographischer Karte Ausgabe 1980, kein Teich mehr

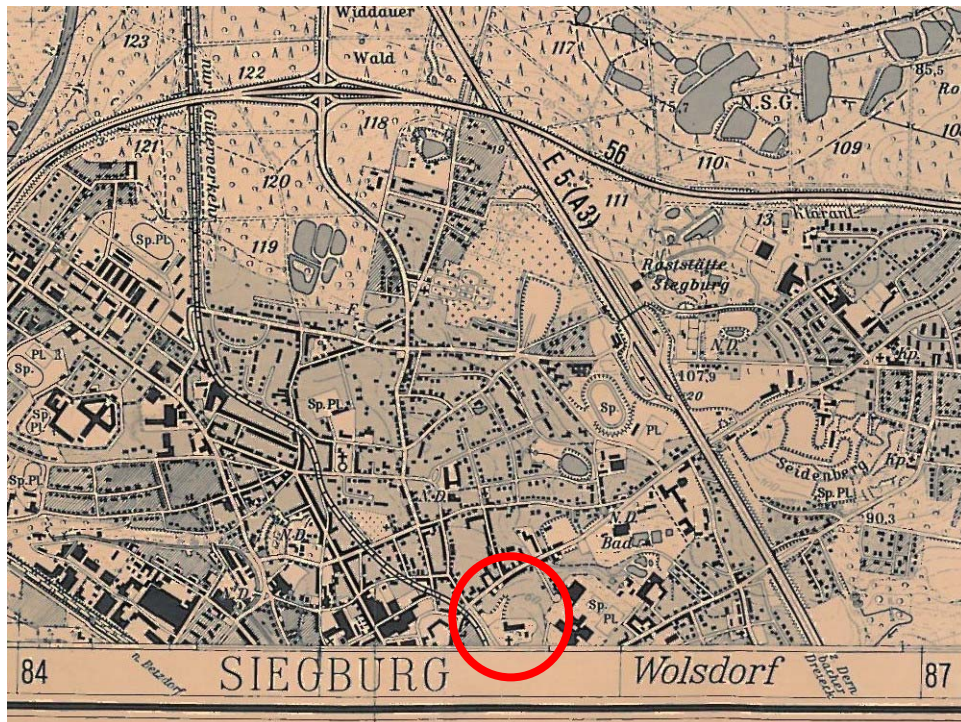


Abbildung 7: Ausschnitt aus topographischer Karte Ausgabe 1985, nach Bau Feuerwache, ohne Teich

6. Geotechnische Beurteilung / Gründung

Auf dem Areal steht, bedingt durch die geologische Vorgeschichte in einer Mächtigkeit von 8 m bis 9 m unter Geländeoberkante gering tragfähiger Boden an. Die obersten Partien der Aufschüttung sind zwar (siehe DPH 8 und DPH 9) stark verdichtet, darunter folgen aber locker gelagerte Aufschüttungen bzw. geogen abgelagerte weiche bis breiige Sedimente, sehr hohen Setzungspotenzials.

Bedingt durch die organischen Bestandteile kommt es hier auch zu Methangasgärung (siehe Anlage 4 und Kapitel 9).

Für die Gründungsbeurteilung müssen zwei sich extrem unterscheidende Szenarien betrachtet werden:

a) Bebauung des Geländes mit setzungsunempfindlichen relativ leichten Gebäuden, wie Werkhallen gewerblicher Nutzung, eingeschossige Leichtbauten, Fertighäuser ohne Keller etc.

Hier kann die Tragwirkung der obersten Aufschüttung, wie auch schon bei den früher vorhandenen Feldhäusern genutzt werden, ohne dass es zu größeren Setzungsschäden kommt.

Detaillierte Angaben zur Gründung mit Angabe von Kennwerten (zulässiger Sohldruck, Steifeziffer-Verteilung usw.) können jedoch erst nach Vorliegen einer konkreten Planung gemacht werden. Dabei sollten ergänzende, auf die jeweiligen Bauteile abgestimmte Bohrungen durchgeführt werden, die dann aber relativ „kurz“ gehalten werden können.

b) Errichtung üblicher mehrgeschossiger Hochbauten

Ist geplant, hier mehrgeschossige Gebäude mit Tiefgarage zu errichten, kann das **nur** in der Form einer Sondergründung erfolgen.

Unterkellerte Gebäude sind wegen des hohen jetzt vorhandenen und bei Hochwasserereignissen erheblich ansteigenden Grundwasserspiegels (siehe Kapitel „Hydrogeologie“) als Teil-(weiße)-Wanne auszuführen, wobei hier ein Bemessungshochwasserstand von 61,0 m ü. NN zuzüglich 0,5 m Sicherheitszuschlag empfohlen wird. Dabei ist auch die Auftriebssicherung während des Bauzustandes, insbesondere bei plötzlich auftretenden Hochwässern der Sieg, ein für den Fluß typisches Verhalten, zu berücksichtigen.

Aufgrund des vorzusehenden Feuchtigkeitsschutzes ergibt sich fast zwangsläufig eine Platten- / Wannengründung für die Gebäude mit Keller. Trotz dieses flächenmäßiges Gründungselements halten wir wegen der sehr inhomogenen Zusammensetzung des Untergrundes eine Bodenverbesserung für erforderlich. Ein

Bodenaustausch unter dem Wasserspiegel wäre nur mit einer Grundwasserabsenkung und dem damit einhergehenden Risiko für die Nachbarbebauung machbar. Diese Variante scheidet daher unserer Ansicht nach aus.

Wir schlagen daher alternativ zur Verbesserung des Baugrundes und zur Erlangung eines einheitlichen, homogenen Untergrundes die Durchführung einer Rüttelstopfverdichtung mit Schottertragsäulen oder aber vermörtelten Schottertragsäulen, z.B. System Keller, vor.

Bei einer Rüttelstopfverdichtung wird ein Rüttler bis in die locker gelagerten, aufgefüllten Sande gedrückt. Danach wird durch die Spitze des Rüttlers dem Boden Grobmaterial (Kies/Schotter) zugegeben, um Kies-Schotter-Säulen im Boden herzustellen (Ausführungsbeispiel siehe Abb. 8, System Keller). Dabei kommt es an der Sohle der Säule zu einer Pfropfenbildung.

Anzahl, Tiefe und Abstand dieser Säulen richten sich nach der Beschaffenheit des Bodens sowie den Lasten und der Konstruktion des Bauwerks. Die Bemessung wird durch die ausführende Baufirma vorgenommen. Dafür können die Bohrprofile und Rammdiagramme in Anlage 2 zu Grunde gelegt werden. Zwischenbereiche sind vorab zu interpolieren.

Es können durch dieses Verfahren – je nach Ausführung durch den Hersteller – zulässige Bodenpressungen für Streifen- und Einzelfundamente von 250 kN/m² bis 350 kN/m² erreicht werden. Die Firma Keller gibt gemäß Firmenprospekt Sohlpressungen zwischen 150 kN/m² bis 400 kN/m² an. Hinsichtlich der Bemessung der Plattengründung, wie im vorliegenden Fall vorgeschlagen, ist dann eine Abstimmung zwischen der ausführenden Tiefbaufirma und dem Tragwerksplaner erforderlich.

Rüttelstopfverfahren in gemischt- und feinkörnigen Böden

Gemischt- und feinkörnige Böden besitzen oft eine ungenügende Tragfähigkeit. Übersteigen die feinkörnigen Anteile 10–15%, ist eine ausreichende Eigenverdichtung nicht mehr zu erwarten. Dann kommt das Rüttelstopfverfahren zur Verbesserung in Frage. Dieses Verfahren ist auch für die Verbesserung von grobkörnigen Anschüttungen aus Bauschutt, Schlacke oder Abraum geeignet.

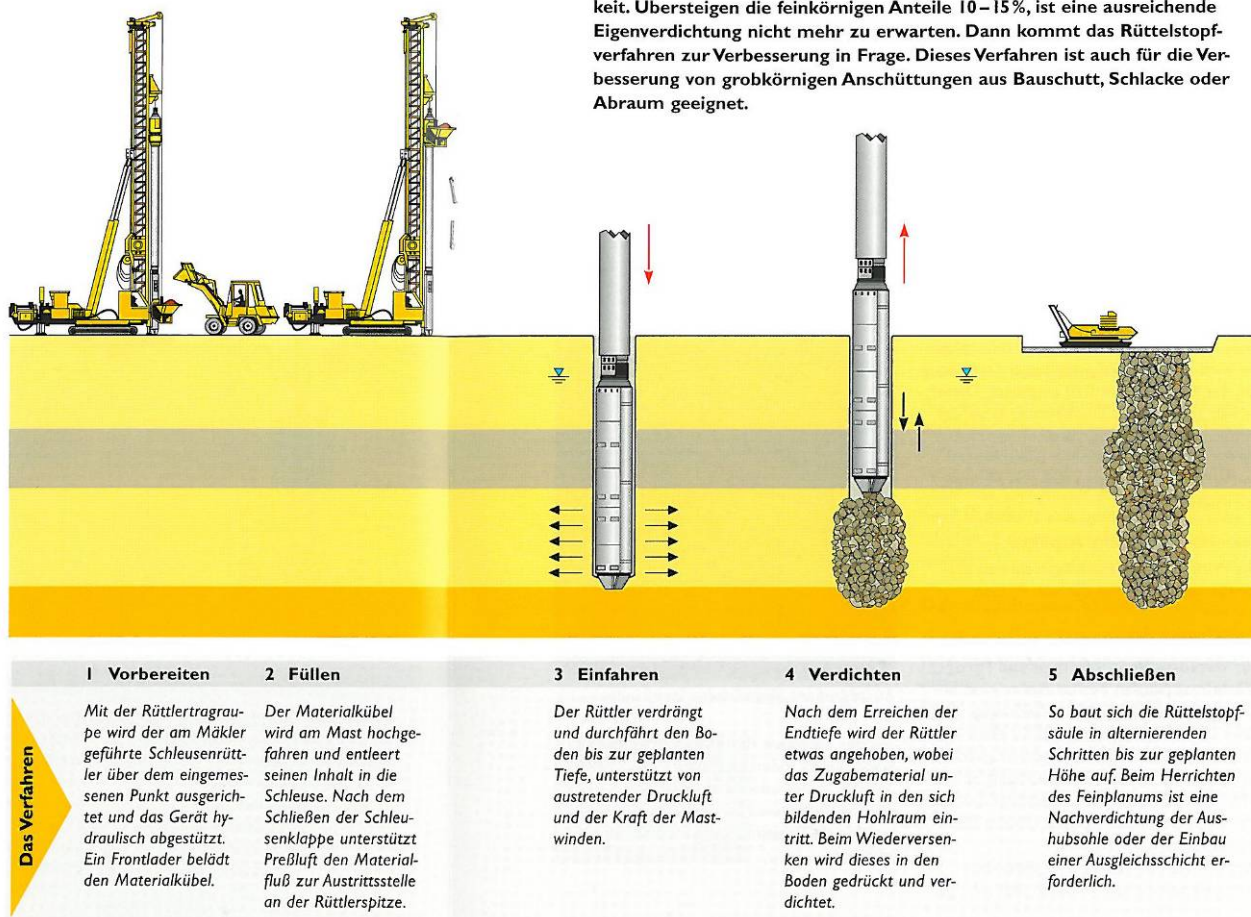


Abbildung 8: Rüttelstopfverfahren, System Keller

Reichen die durch reine Rüttelstopfsäulen erreichbaren Bodenpressungen nicht für eine wirtschaftliche und sichere Gründung aus, bietet sich an vermörtelte Stopfsäulen herzustellen. Diese Stopfsäulen werden wie Rüttelstopfsäulen mit einem Rüttler hergestellt, wobei hier zusätzlich zum Grobmaterial noch Zementsuspension als Bindemittel zugegeben wird, so dass eine verfestigte Säule entsteht. Diese Variante ist quasi der Übergang zu konventionellen Pfählen.

Die Bemessung erfolgt wie bei Rüttelstopfsäulen durch die ausführende Spezialtiefbaufirma. Über diese Stopfsäulen können Lasten abgetragen werden, die herstellerabhängig zwischen 400 – 700 kN variieren.

Dieses Verfahren hat gegenüber konventionellen Bohrpfählen den Vorteil, dass kein zu entsorgendes Bodenmaterial gefördert wird. Sollte dennoch die Variante Pfähle diskutiert werden, so wäre die Lastabtragung in den tertiären Tonen erforderlich. In diesem Fall würden wir allerdings Aufschlussbohrungen bis in größere Tiefe für erforderlich halten um die Pfähle optimal bemessen zu können, da die tertiären Tone in der Regel nur relativ geringe Pfahllasten aufnehmen können.

7. Bautechnische Hinweise

7.1 Bodenkennwerte (mittlere Rechenwerte)

a) Auffüllungen (hauptsächlich schluffig, kiesiger Sand mit Betonziegel und Schlacke, locker gellagert)

Wichte	cal. γ	= 17,0 - 18,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal. γ'	= 10,0 kN/m ³
Reibungswinkel	cal. ϕ'_k	= 30,0°
Steifeziffer	cal. $E_{s,k}$	= 15 - 20 MN/m ²

b) Verlandungssedimente (Schluff und Ton mit organischen Bestandteilen und Holzresten, weich)

Wichte	cal. γ	= 19,0 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal. γ'	= 9,5 kN/m ³
Reibungswinkel	cal. ϕ'_k	= 27,5°
Kohäsion	cal. c'_k	= 2 - 5 kN/m ²
Steifeziffer	cal. $E_{s,k}$	= 3 - 6 MN/m ²

c) Verlandungssedimente (schluffig, feinsandiger Mittelsand mit Holzresten)

Wichte	cal. γ	= 17,5 – 18,5 kN/m ³
Wichte unter Auftrieb	cal. γ'	= 9,0 kN/m ³
Reibungswinkel	cal. ϕ'_k	= 27,5° - 32,5°
Steifeziffer	cal. $E_{s,k}$	= 10 – 15 MN/m ²

- d) **Terrassenkies (nur in BS 6)**
- | | | |
|----------------|-------------------|---------------------------------|
| Wichte | cal. γ | = 19,0 – 20,0 kN/m ³ |
| Reibungswinkel | cal. φ'_k | = 32,5 – 35,0° |
| Steifeziffer | cal. $E_{s,k}$ | = 40 – 60 MN/m ² |
- e) **Tertiär (weich bis steifer Ton)**
- | | | |
|-----------------------|-------------------|-----------------------------|
| Wichte | cal. γ | = 19,0 kN/m ³ |
| Wichte unter Auftrieb | cal. γ' | = 9,0 kN/m ³ |
| Reibungswinkel | cal. φ'_k | = 22,5° |
| Kohäsion | cal. c'_k | = 0 - 5 kN/m ² |
| Steifeziffer | cal. $E_{s,k}$ | = 15 – 25 MN/m ² |

7.2 Bodenklassen nach DIN 18300

- | | |
|---|---------------|
| - Oberboden (aufgefüllt) | Klasse 1 |
| - bindige Verlandungssedimente | Klasse 4, |
| bei breiiger Konsistenz | Klasse 2 |
| - schluffig – kiesig – sandige Auffüllungen | Klasse 3 – 4, |
| bei erhöhtem Steinanteil | Klasse 5 |
| - sandige Verlandungssedimente und | |
| Terrassenkiese | Klasse 3 |
| - Tertiärer Ton | Klasse 4 – 5 |

7.3 Bodengruppen nach DIN 18196

UL, ST, TL/OT, TM/OT, SU, SÜ, GU

7.4 Feuchtigkeitsschutz

Von den schluffig, sandigen Auffüllungen wurden an zwei repräsentativen Mischproben die Kornverteilung nach DIN 18123 ermittelt. Dabei ergab sich, dass diese Auffüllung bindige Anteile von mindestens ~15 % enthalten. Die sandigen Auffüllungen sind daher als eher gering durchlässig zu bezeichnen. Es muss daher in diesem Fall bei ins Erdreich einschneidenden Bauteilen mit dem Lastfall (aufstauendes Sickerwasser) gerechnet werden.

Im vorliegenden Fall würde wir für den Feuchtigkeitsschutz von ins Erdreich einschneidenden Bauteilen empfehlen, die Kellergeschosse bzw. die Tiefgarage in WU-Betonbauweise („weiße Wanne“) auszuführen, wobei für die Bemessung die Beanspruchungsklasse 1 („zeitweise aufstauendes Sickerwasser“) der WU-Richtlinie (DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“) zu berücksichtigen ist. Alternativ ist eine Abdichtung nach DIN 18195, Teil 6 (schwarze Wanne) vorzusehen.

7.5 Baugrubensicherung

Die Baugruben für die geplante Tiefgarage können in den Auffüllungen bis zum antreffen des Schichtwasserspiegels mit einem maximalen zulässigen Böschungswinkel von

$$\beta = 45^\circ$$

geböschst werden.

Werden durch den Baugrubenaushub Schichtwasserhorizonte angeschnitten bzw. tritt in der Baugrubensohle Schichtwasser auf, so sollte dies mittels einer offenen Wasserhaltung mit Pumpensümpfen abgezogen werden.

Sieht die künftige Planung ein **deutlich** tieferes Einschneiden als 3 m in das Gelände vor, so muss unter Umständen über eine zeitweise Wasserabsenkung nachgedacht werden. In diesem Fall empfehlen wir eine ergänzende Abstimmung mit dem Gutachter.

Zum Schutz der Baugrubenböschung gegen Witterungseinflüsse sind diese mit einer Kunststoffolie abzuhängen. Die Vorgaben der DIN 4124, insbesondere was den Mindestabstand zu Böschungskanten angeht, sind zu beachten.

8. Erdbebensicherheit

Vom Geologen können für die Anwendung der DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“ bzw. des Nationalen Anhangs (DIN EN 1998-1/NA:2010-08) zum Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009, sowie nach der amtlichen Karte des Geologischen Dienstes NRW, M 1:350.000, zu DIN 4149, folgende Angaben gemacht werden:

Erdbebenzone: 1

geologische Untergrundklasse: T

Baugrundklasse: C

9. Umweltgeologie

9.1 Bodenluft

Die durchgeführten Bodenluftmessungen (siehe Kapitel 3 und Anlage 4) zeigen, dass sich in den Auffüllungen Methangas entwickelt und es – zumindest lokal – zu Methangasaustritten kommt.

Die anfallende Methanmenge kommt aus der künstlichen Aufschüttung und möglicherweise auch aus der organischen Substanz in dem verlandeten natürlichen Gewässer. Dies ist nicht untypisch und kann je nach geologischen Verhältnissen auch noch Jahrzehnte oder Jahrhunderte anhalten.

Die unterkellerten Gebäude werden in Form einer Wannengründung errichtet werden müssen. Eine solche Wanne ist bereits weitgehend methandicht.

Zum Ausschluss einer Restgefährdung ist dringend darauf zu achten, dass die Kellerräume zwangsbelüftet sind. Bei Tiefgaragen ist dies konstruktiv bedingt der Fall. Sonstige Kellerräume, wie zum Beispiel abgeschlossene Räume für Heizungsanlagen oder ähnliches, müssen zusätzlich eine Lüftung erhalten, damit sich in untergeordneten Räumen, die nicht ständig genutzt werden, nicht über einen längeren Zeitraum Methangas ansammeln kann.

9.2 Auffüllungen

Um Anhaltspunkte für die grundsätzliche Belastung der Auffüllungen zu erhalten, wurden 2 Mischproben gebildet. Diese Mischproben umfassen die gesamte Mächtigkeit der Auffüllungen und können folgenden Bereichen zugeordnet werden:

- Mischprobe MP 1: BS 1, BS 2, BS 3, BS 4, BS 5 westlicher Grundstücksteil
- Mischprobe MP 2: BS 6, BS 10, BS 11, BS 12 östlicher Grundstücksteil

Die Untersuchungen nach LAGA Boden ergaben, dass es sich bei den Auffüllungen im westlichen Grundstücksteil um gefährliche Abfälle („Sondermüll“, > Z 2) handelt, der fachgerecht auf einer Deponie entsorgt werden muss.

Im östlichen Teil können die Auffüllungen nach LAGA Boden als Z 1 eingestuft werden.

Wir weisen darauf hin, dass auftragsgemäß zunächst eine relativ „grobe“ Untersuchung der Auffüllungen erfolgte. Ggf. lassen sich durch weitere Untersuchungen Bereiche mit unterschiedlichem Belastungsgrad voneinander abgrenzen.

10. Hinweis

Bohrungen und Sondierungen können nur Angaben über die Bodenbeschaffenheit an den jeweiligen Untersuchungsstellen machen. Daraus entwickelt der Geologe ein dreidimensionales Bild der Baugrundverhältnisse. Abweichende Bodenverhältnisse zwischen den einzelnen Bohrpunkten können jedoch nicht ausgeschlossen werden.

Eine Überwachung von Gründungs- und Erdarbeiten durch die Bauleitung und eine Überprüfung der beim Aushub angetroffenen Böden mit den Untersuchungsergebnissen bleibt daher erforderlich.

Für Fragen bei der Detailplanung oder Bauausführung stehen wir im Auftragsfall gerne zur Verfügung.

Siegburg, 08.03.2012

gez. Thomas G. Jossen
(Beratender Ingenieur)

Geschäftsführung

. Ausfertigung

gez. i. A. Wilfried Jooß
(Dipl.-Geol.)

Projektleiter