TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH

Grundbauinstitut

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001, 14001 und OHSAS 18001.

TÜVRheinland®
LGA
Genau. Richtig.

GUTACHTEN

BBGT 12012/SAP 94604193 **Datum: 04.04.2012**

Auftraggeber:	Klinikum Nürnberg Anstalt des öffentlichen Rechts Prof.-Ernst-Nathan-Str. 1 90419 Nürnberg
Projekt:	Nürnberg Klinikum Süd Bebauungsplan
Auftrag vom:	01.02.2012, Herr Hämmerl Kh/VD-3/B
Auftrag:	Bodengutachten
Bearbeiter:	**Dipl.-Ing. W. Dasch**
Telefon Nr.:	+49 911 655-5573
Telefax Nr.:	+49 911 655-5510
E-Mail:	werner.dasch@de.tuv.com

Dieses Gutachten umfasst 16 Textseiten, 10 Anlagen/Anlagengruppen.

Dieses Gutachten darf nur im vollen Wortlaut veröffentlicht werden.
Jede Veröffentlichung in Kürzung oder Auszug bedarf der vorherigen Genehmigung durch die TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH.
Für die Auftragsabwicklung haben wir wesentliche Daten und Ihre Anschrift gespeichert.
Der Datenschutz ist gewährleistet.

TÜV Rheinland
LGA Bautechnik GmbH
Grundbauinstitut
Tillystraße 2
90431 Nürnberg

Tel +49 911 655 5559
Fax +49 911 655 5510
Mail bautechnik@de.tuv.com

Geschäftsführung

Dr.-Ing. Frank Voßloh
Eckhard Lippold

Nürnberg HRB 20586
Steuer-Nr. 241/115/90733
Ust-IdNr. DE813835574

Web www.tuv.com

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

TÜVRheinland®
LGA
Genau. Richtig.

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung 3

2 Unterlagen, Projekt 3

3 Felduntersuchungen 4
3.1 Allgemeines 4
3.2 Bohrergebnisse, Grundwasser 5
3.3 Sondierergebnisse 7
3.4 Wasserabspiegelungsversuche 8

4 Laborversuche 8
4.1 Allgemeines 8
4.2 Kornzusammensetzung 9
4.3 Einaxiale Druckfestigkeiten des Sandsteins 9
4.4 Grundwasseranalyse 10

5 Folgerungen, Hinweise und Empfehlungen 10
5.1 Allgemeines 10
5.2 Bodenkennwerte, Bodenklassen 11
5.3 Gründungsempfehlungen 12
5.4 Baugruben und Bestandssicherung, Wasserhaltung 13
5.5 Versickerung von Dach- und Oberflächenwasser 14

6 Schlussbemerkung 15

Anlagenverzeichnis 17

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

1 Veranlassung

Das Klinikum Nürnberg plant die Erweiterung der Bebauung am Standort Süd in Nürnberg-Langwasser (Übersichtslageplan **Anlage 1**). Im Zuge der Erstellung eines Bebauungsplans sollen die Untergrundverhältnisse in den noch freien Flächen auf dem Klinikgelände erkundet und für eine Bebauung beurteilt werden.

Vom LGA Grundbauinstitut wurden beim Neubau des Klinikums im Jahr 1984 sowie bei Erweiterungen, z. B. für das Herz-Kreislaufzentrums im Jahr 2009, die Baugrunduntersuchungen und Beurteilungen vorgenommen. Das aktuelle Untersuchungsprogramm für das Bodengutachten wurde entsprechend der bereits vorhandenen Informationen reduziert.

Mit Schreiben vom 01.02.2012 wurde das Grundbauinstitut der TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH mit der Erstellung des Bodengutachtens beauftragt. Grundlage für die Beauftragung ist unser Angebot vom 27.01.2012.

2 Unterlagen, Projekt

Für die Bearbeitung wurden dem Grundbauinstitut folgende Unterlagen übergeben:

- Bebauungsplan Nr. 4602 „Klinikum Süd“ für das Gebiet südöstlich der Breslauer Straße, 1. Fertigung, M= 1:1000, Stadtplanungsamt Nürnberg
- Bestandsplan mit Höhenkoten vom 27.06.2011, M = 1: 500, Rieger+Brandt
- Bestandspläne der Energieversorger N-ERGIE und der Telekom
- Bestandspläne der Sparten der Gebäudeinstallation des Klinikums
- Absteckplan der Baugrundaufschlussstellen vom Büro Rieger+Brandt

Weiter stehen die Baugrundgutachten des LGA- Grundbauarchivs für das Klinikum wie Bauvorhaben im Nahbereich, der Grundwasserbericht 2011 der Stadt Nürnberg/Umweltreferat sowie die geologische und topographische Karte von Nürnberg zur Auswertung zur Verfügung.

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

Im Vorfeld der Untersuchungen auf dem Klinikgelände wurden Luftbildaufnahmen von 1943 und 1945 ausgewertet, um das Vorkommen eventueller Funde von Kampfmitteln abzuschätzen. Nachdem mögliche Funde nicht ausgeschlossen werden konnten, wurde auf Veranlassung des Klinikums von KaMiSo die entsprechende Freimessung der Untersuchungspunkte durchgeführt.

Nach dem Bebauungsplan Nr. 4602 werden die geplanten Erweiterungen des Südklinikums sich im Wesentlichen auf die Flächen nordwestlich des Klinikgebäudes für das Parkhaus und eine zweigeschossige Bebauung, die zweigeschossigen Bauten nördlich des Herz-Kreislaufzentrums und im Südabschnitt des Geländes konzentrieren. Kleinere ein- und zweigeschossige Gebäude sind weiter in der südöstlichen Ecke des Grundstücks vorgesehen. Von der Gebäudeplanung ist bekannt, dass die Neubauten nicht unterkellert werden sollen und so lediglich die Versorgungseinrichtungen der Gebäude untereinander tiefer in den Untergrund einbinden werden.

Durch die bereits erfolgten Baumaßnahmen des Klinikkomplexes und die Gestaltung der Außenanlagen ist von oberflächennahen Beeinflussungen des ursprünglichen Geländes auszugehen.

3 Felduntersuchungen

3.1 Allgemeines

Im Zeitraum vom 13.02. bis 17.02.2012 wurden 13 Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH EN ISO 22476-2) und vom 20.02. bis 19.03.2012 neun Bohrungen von der Firma Knappe Bohrungen, Bamberg, ausgeführt. Die Bohrarbeiten waren bedingt durch die teils extremen Witterungsbedingungen unterbrochen worden. Die Anordnung der aktuellen Aufschlüsse ist im Lageplan auf **Anlage 2.1** eingetragen. Auf **Anlage 2.2** sind die Bohrpunkte der Untersuchungen aus den Jahren 1983 und 2009 eingezeichnet. Die Bohr- und Sondierergebnisse sind als Bodenprofile und Rammdiagramme in der **Anlagegruppe 3** dargestellt. Die Schichtenverzeichnisse sind als **Anlagengruppe 4** beigegeben. Fotoaufnahmen des Bohrguts enthält die **Anlagengruppe 5**.

Die Aufschlusspunkte wurden vor Ort vom Büro Rieger+Brandt abgesteckt; die Ansatzhöhen der Untersuchungsstellen wurden aus dem Bestandsplan mit Höhenkoten entnommen (teils interpoliert).

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

3.2 Bohrergebnisse, Grundwasser

Die Ergebnisse der aktuellen Bohrungen ergänzen die Feststellungen bei den früheren Erkundungen des Baugrundes, wonach unter einer teils sehr unterschiedlich mächtigen Deckschicht das Liegende des Keupers ansteht. Die Überdeckung besteht zum Teil aus aufgefüllten Böden, die im Zuge der Geländemodellierung aufgebracht wurden, bzw. es stehen quartäre Böden als natürlicher Baugrund an. Das Liegende wird gebildet von Sandstein, der mit Tonschichten durchzogen ist, bzw. auch mächtigere Einlagerungen von felsartigen Tonschichten (Tonstein) aufweist. Die Gesteinsfestigkeit des Sandsteins ist zuoberst meist mürbe, mit der Tiefe wechseln sich auch mittelharte bis harte Felsschichten ab. Die Tone/Tonsteineinlagerungen sind überwiegend Böden mit fester Beschaffenheit. Die Wechsellagerung von Sandstein mit den bindigen Bodenschichten ist lokal unterschiedlich stark ausgeprägt.

In der nachstehenden **Tabelle 1** ist die Schichtung des Baugrunds auf dem Klinikgelände grob zusammengefasst. Dabei sind neben den jetzt aktuellen Bohrungen auch die Ergebnisse der Erkundungen für den Bau des Herz-Kreislauf-Zentrums im Jahr 2009 und den Klinikneubau von 1983 zusammengestellt (Anlage 2.2). In die Tabelle wurden auch die beobachteten Wasserstände mit aufgenommen.

Tabelle 1: Bodenschichtung und Grundwasserstände

Bohrung Nr.	Ansatzhöhe [m NN]	Bohrtiefe [m]	Mächtigkeit Überdeckung [m] / UK m NN	Mächtigkeit Liegendes [m] / UK m NN	Grundwasserstand m u. GOK/ m NN
B 1 (2012)	332,80	8,00	2,00 / 330,80	6,00 / 324,80	-
B 2 (2012)	333,30	8,00	1,50 / 331,80	6,50 / 325,30	-
B 3 (2012)	335,70	8,00	1,40 / 334,30	6,60 / 327,70	-
B 4 (2012)	331,50	8,00	3,90 / 327,60	4,10 / 323,50	2,36 / 329,14
B 5 (2012)	340,10	8,00	0,50 / 339,60	7,50 / 332,10)	1,98 / 338,15
B 6 (2012)	331,10	8,00	2,30 / 328,80	5,70 / 323,10	-
B 7 (2012)	331,40	8,50	1,60 / 329,80	6,90 / 322,90	-
B 8 (2012)	330,10	8,00	1,20 / 328,90	6,80 / 322,10	-
B 9 (2012)	332,80	8,00	0,60 / 332,20	7,40 / 324,80	6,50 / 326,30

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

Bohrung Nr.	Ansatzhöhe [m NN]	Bohrtiefe [m]	Mächtigkeit Überdeckung [m] /UK m NN	Mächtigkeit Liegendes [m] / UK m NN	Grundwasserstand m u. GOK/m NN
PB 1 (2009)	335,80	8,00	0,40 / 335,40	7,60 / 327,80	6,30 / 329,50
PB 2 (2009)	340,00	12,00	3,40 / 336,60	8,60 / 328,00	10,55 / 329,45
PB 3 (2009)	339,90	12,00	2,00 / 337,90	10,00 / 327,90	9,55 / 330,35
PB 4 (2009)	339,90	12,00	4,10 / 335,80	7,90 / 327,90	9,65 / 330,25
B 1 (1983)	332,20	9,30	1,70 / 332,50	7,60 / 322,90	2,40 / 329,80
B 2 (1983)	333,70	12,20	1,10 / 332,60	11,10 / 321,50	3,70 / 330,00
B 3 (1983)	335,20	12,30	2,50 / 332,70	9,80 / 322,90	4,80 / 330,40
B 4 (1983)	336,40	14,30	2,00 / 334,40	12,30 / 322,10	5,70 / 330,70
B 5 (1983)	336,85	10,00	1,10 / 335,75	8,90 / 326,85	5,90 / 329,85
B 6 (1983)	336,20	10,20	1,20 / 335,00	9,00 / 326,00	5,20 / 329,80
B 7 (1983)	334,40	12,20	2,20 / 332,20	10,00 / 322,20	4,10 / 330,30
B 8 (1983)	332,70	9,30	3,00 / 329,70	6,30 / 323,40	3,10 / 329,60
B 9 (1983)	336,20	12,30	0,50 / 335,70	11,80 / 323,90	6,20 / 330,00
B 10 (1983)	339,40	12,00	1,30 / 338,10	10,70 / 327,40	5,60 / 333,80

Die Tabelle zeigt, dass von den Ansatzhöhen (Gelände) der Bohrungen große Differenzen über das Klinikgelände vorhanden sind, weswegen auch die Schichtmächtigkeit der Überdeckung unterschiedlich sein kann. Der zumindest sehr mürbe Sandstein steht ab Tiefen zwischen rd. 0,5 m unter GOK bis rd. 4 m unter Gelände an.

Die Wasserstände in den früheren Bohrungen beruhen auf Messungen in zu Pegeln ausgebauten Bohrungen. Auf einen Pegelausbau der aktuellen Bohrungen wurde seitens des Auftraggebers verzichtet, so dass, bedingt durch das Bohrverfahren mit Wasserspülung, nur eingeschränkt verwertbare Ergebnisse zu erhalten waren. Im Tiefenbereich der Bohrungen im Trockenbohrverfahren wurden keine Wasserzutritte vermerkt, nach Abschluss der Bohrungen und Auspumpen des Bohrlochs von Spülwasser wurde u. U. ein noch verfälschter Grundwasserspiegel gemessen. Lediglich der Wasserspiegel in Bohrung B 4 kann dem natürlichen Grundwasserspiegel entsprechen.

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

Nach dem Grundwasserbericht 2011 der Stadt Nürnberg, Umweltreferat, wurden die Beobachtungen der früheren Baugrunderkundungen hinsichtlich des Grundwassers auf dem Klinikgelände bestätigt. Der südliche und östliche Bereich wird begrenzt durch die Grundwasserisolinie bei 330 m NN, in nordwestliche Richtung fällt die Grundwasserlinie auf die Kote 328 m NN ab (**Anlage 6**). In diesem Schwankungsbereich liegen die gemessenen Wasserstände.

Die Beobachtungen zeigen aber auch, dass mit Schicht- und Stauwasser auf dem Keuper gerechnet werden muss; z. B. in Bohrung B 5 wurde zeitlich versetzt der Zufluss von Stauwasser im Bohrloch gemessen, wobei die unterschiedlichen Wasserstände auf das nachträgliche Bohren über einen Zeitraum von mehreren Tage zurückzuführen ist.

Eine ausführliche Beschreibung der anstehenden Böden und der Baugrundschichtung ist der Anlagengruppe 3, den Schichtenverzeichnissen der Anlagegruppe 4 und den Fotoaufnahmen des Bohrguts, Anlagengruppe 5, zu entnehmen.

3.3 Sondierergebnisse

Zur Abschätzung der relativen Lagerungsdichte der Lockerböden bzw. der ersten rammfesten Bodenzone (hier des Sandsteins) wurden die Sondierungen durchgeführt. Der Verlauf der Rammdiagramme über die Tiefe zeigt die beiden bekannten Extreme bei Auffüllungen mit hohen Schlagzahlen infolge Verdichtung (z. B. DPH 4 und DPH 9) bzw. nur geringem Widerstand infolge lockerer Anschüttung von Böden (z. B. DPH 1 oder DPH 12). Die Sondierung DPH 7 wurde mit der erzielten Tiefe offensichtlich noch in der Arbeitsraumverfüllung der Kinderpflegeschule angeordnet. Bei einem Teil der Sondierungen wurde wegen vermuteter Leitungen vorgeschachtet, so dass in den Rammdiagrammen keine Schlagzahlen vermerkt sind. Eine stete Zunahme der Schlagzahlen deutet auf den Übergang zum Liegenden hin, der innerhalb weniger Dezimeter erfolgt. Die Sondierendtiefen bedeuten bereits den Beginn des kompakteren Fels.

Die Bohr- und Sondierergebnisse stehen in guter Relation zueinander, d. h. dass anhand der Sondierergebnisse die Baugrundschichtung nachvollziehbar ist.

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

3.4 Wasserabspiegelungsversuche

Zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes in situ wurden in den Bohrungen B 2 und B 4 mit relativ mächtiger Lockerbodenüberdeckung Abspiegelungsversuche vorgenommen. In der restlichen Baufläche war die Lockerbodenzone nicht oder nur geringmächtig vorhanden. Die Versuchsergebnisse und Auswertungen im Detail sind in **Anlagengruppe 7** mitgeteilt.

Bei Bohrung B 2 wurden die oberen 1,4 m erfasst, die noch im Auffüllungsbereich liegen. Beim Versuch in Bohrung B 4 liegt die Messstrecke im Sand bis 1,7 m unter GOK.

Als Ergebnis der Versuche ist festzuhalten:

- Bohrung B 2: k_f - Wert = 1,3 bis 1,5 E-05 m/s
- Bohrung B 4: k_f - Wert = 1,0 bis 1,1 E-05 m/s

Nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 liegen die k_f-Werte noch im entwässerungstechnisch relevanten Bereich zwischen 1,0 E-03 bis 1,0 E-06 m/s für Lockergesteine.

4 Laborversuche

4.1 Allgemeines

An Proben aus der Lockerzone wurde die Körnung durch Siebung und Sedimentation ermittelt, vornehmlich auch um die Durchlässigkeitsbeiwerte zu bestimmen. An Felsproben wurden Punktlastversuche und ein einaxialer Druckversuch vorgenommen, um die Gesteinsfestigkeiten abzuschätzen. Wasserproben aus Bohrung B 5 und B 9 wurden nach DIN 4030 analysiert.

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

4.2 Kornzusammensetzung

Durch Siebung und Sedimentation wurde die Kornverteilung der Schluffe/Tone ermittelt. Die Körnungslinien sind als **Anlagengruppe 8** beigelegt. In der **Tabelle 2** sind die Ergebnisse zusammengestellt, ebenso die aus den Körnungslinien abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerte.

Tabelle 2: Kornzusammensetzung

Bohrung Nr.	Entnahmetiefe	Kornzusammensetzung	Durchlässigkeitsbeiwert k_f
B 1	1,50 - 1,80 m	Sand, schwach schluffig	8,5 E-05 m/s
B 2	1,00 - 1,10 m	Sand, schwach schluffig	6,4 E-04 m/s
B 4	1,10 - 1,70 m	Sand, schwach schluffig	1,9 E-04 m/s
B 4	2,00 - 3,00 m	Sand, schwach schluffig	1,9 E-03 m/s
B 4	3,30 - 3,90 m	Sand, schluffig	7,1 E-04 m/s
B 6	0,90 - 1,00 m	Sand, schwach schluffig	1,1 E-04 m/s

Die aus den Körnungslinien über Näherungsformeln errechneten Durchlässigkeitsbeiwerte nach Beyer, bzw. Seelheim liegen etwa eine Zehnerpotenz über den Werten der Feldversuche. Diese Differenz deckt sich mit unseren Erfahrungen, da durch die Probennahme das natürliche Gefüge des anstehenden Bodens gestört wird.

4.3 Einaxiale Druckfestigkeiten des Sandsteins

An 12 Felsproben wurde in Punktlastversuchen die einaxiale Festigkeit des Sandsteins ermittelt. In Hinblick darauf, dass die geplante Bebauung nicht unterkellert wird, wurden Proben aus dem Tiefenbereich zwischen rd. 3 m bis 6 m unter GOK verwendet. Aus Bohrung B 2 wurde an einer Probe ein einaxialer Druckversuch durchgeführt. Mit Werten zwischen q_u = 0,4 MN/m² bis 1,5 MN/m² steht ein vorwiegend mürber Fels im Untersuchungsbereich an, lediglich an zwei Proben (aus größerer Tiefe) wurden höhere Festigkeiten mit q_u = 2,1 MN/m² bzw. 3,9 MN/m² erreicht, was einer mittelharten Gesteinsfestigkeit entspricht. Die Felsprobe, die im einaxialen Druckversuch geprüft wurde, hat eine Festigkeit q_u = 2,8 MN/m², entsprechend der mittelharten Einstufung (Entnahmetiefe 6,1 m u. GOK). Die Einzelwerte sind in der Tabelle auf **Anlage 9** zusammengestellt.

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

4.4 Grundwasseranalyse

Die Wasserproben aus den Bohrungen B 5 und B 9 wurden nach DIN 4030 hinsichtlich des Betonangriffs analysiert. Die Prüfzeugnisse enthalten die **Anlagengruppe 10**. Demnach liegt bei der Probe aus Bohrung B 5 ein sehr stark betonangreifendes Wasser infolge des niedrigen pH-Werts und der kalklösenden Kohlensäure vor. Das Wasser aus Bohrung B 9 ist nicht betonangreifend.

Bei früheren Untersuchungen von Grundwasserproben hinsichtlich betonangreifender Eigenschaften wurde z. B. beim Herz-Kreislauf-Zentrum ebenfalls ein starker Angriffsgrad festgestellt. Die unterschiedliche chemische Zusammensetzung des Wassers bestätigt auch die Untergliederung in Schicht- und Stauwasser sowie in Grundwasser.

5 Folgerungen, Hinweise und Empfehlungen

5.1 Allgemeines

Die aktuelle Baugrunderkundung im Zuge des Bebauungsplans für das Klinikum Nürnberg Süd bestätigt die Feststellungen der früheren Erkundungen hinsichtlich der anstehenden Böden und der Baugrundschichtung sowie der Grundwasserverhältnisse. Aus den Aufschlussergebnissen lässt sich das bekannte Bodenmodell mit 4 Bodenzonen ableiten bzw. ergänzen.

Bodenzone I: Mutterboden, Auffüllungen (Sand, schluffig, kiesig), Schichtdicken zwischen 0,1 m bis 0,7 m; Auffüllungen z. T. nicht vorhanden.

Bodenzone II: Quartäre Böden (Sand, schluffig/ Schluff, sandig), Schichtdicken zwischen 1,6 m und 2,2 m, überwiegend nicht vorhanden.

Bodenzone III: Übergangsbereich zum Keuper/Verwitterungszone (Sand, bindig/Ton, feinsandig/Sandstein, sehr mürbe), Schichtdicken zwischen 0,3 m bis 1,2 m.

Bodenzone IV: Sandstein, mürbe bis mittelhart, teils hart, z. T. tonig gebunden bzw. mit Einlagerungen von festen Tonschichten oder in Wechsellagerung mit Tonstein; erkundet bis max. 8,5 m unter GOK

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

Grundwasserzulauf wurde, bedingt durch das Bohrverfahren, nur in einigen Bohrungen festgestellt bzw. es wurde in der Mehrzahl der Bohrungen kein Grundwasservorkommen zum Zeitpunkt der Untersuchungen beobachtet. Mit Schicht- und Stauwasser auf der Bodenzone III und IV ist zu rechnen. Bei Grundwasservorkommen ist von einem sehr starken Betonangriffsgrad auszugehen.

Laut vorliegendem Bebauungsplan ist auf dem Klinikgrundstück der Neubau eines drei- bis viergeschossigen Parkhauses und sechs zweigeschossiger Gebäude für Forschung und Lehre im nordwestlichen Teil geplant. In der südwestlichen Ecke ist ebenfalls ein größerer Bauabschnitt mit zwei- und dreigeschossigen Gebäuden für stationäre Behandlung, ambulante Einrichtungen, Psychiatrie und eine eingeschossige Kindertagesstätte vorgesehen. Kleinere Anbauten im Ostteil an das ambulante REHA Zentrum und die Kinderhäuser sowie ein Neubau im Norden am Ort der derzeitigen Kinderschwestern-Pflegeschule ergänzen die geplanten Neubauten. Der Bebauungsplan mit Darstellung der Gebäudeplanung diente als Grundlage für die Anlage 2 (Lageplan der Baugrundaufschlüsse). Nähere Angaben zu den Gebäuden liegen nicht vor.

5.2 Bodenkennwerte, Bodenklassen

Für geotechnische Berechnungen können folgende charakteristische Bodenkennwerte für die obige Einteilung des Baugrundes in Bodenzonen angesetzt werden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte

Bodenzone	Wichte γ_k/γ_k` [kN/m³]	Reibungswinkel $\varphi`_k$ [°]	Kohäsion $c`_k$ [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]
I	18/10	30	-	5 - 10
II	18/10	32,5	0	20 - 50
III	19/9	35	5 - 10	40 - 60
IV	22/12	37,5	50 - 100	80 - 120

Der Dimensionierung möglicher Verbauten kann bei der Keuperschicht (Bodenzone IV) statt des Ansatzes von Reibungswinkel und Kohäsion auch mit einem Ersatzreibungswinkel von $\varphi^* = 40°$ gerechnet werden.

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

In der nachfolgenden **Tabelle 4** sind die für die Baumaßnahme relevanten Bodengruppen nach DIN 18196 (Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke), Bodenklassen nach DIN 18300 (Erdarbeiten) und der Vollständigkeit wegen auch die Bodenklassen nach DIN 18301 (Bohrarbeiten) zusammengestellt.

Tabelle 4: Bodengruppen / Bodenklassen

Bodenzone	Kurzbeschreibung	Bodengruppen DIN 18196	Bodenklassen DIN 18300	Bodenklassen DIN 18301
I	Auffüllungen (Sand, schluffig, kiesig)	[A], SU	vergleichbar 3 - 5	BN 1, BN 2
II	Sand, schluffig Schluff, sandig	SU, SU*, UL, UM	4 - 5	BN 1, BN 2 BB 2 ,BB 3
III	Sand, bindig /Ton, feinsandig/Sandstein, sehr mürbe	-	3 - 6	BN 1, BN 2, BB 3, BB 4, (FV1)
IV	Sandstein, z.T. bindig, mürbe - mittelhart - hart	-	6 und 7	FV 1 – FV 6, FD 1 – FD 2

Die Auffüllungen wurden hinsichtlich der Lösbarkeit mit den Bodenklassen nach DIN 18300 verglichen, aufgefüllte Böden werden mit der DIN 18300 nicht erfasst.

5.3 Gründungsempfehlungen

Bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen können die Neubauten flach gegründet werden. Wir empfehlen, ohne derzeit die genaue Gründungsebene zu kennen, die Fundamente auf dem mindestens mürben Sandstein zu gründen. Lokal kann als Gründungsboden auch der Keuperton anstehen, der ggf. je nach Konsistenz ausgetauscht werden muss und die Sauberkeitsschicht entsprechend verstärkt oder Sockelbeton eingebaut werden muss (im Einzelfall zu entscheiden). Insofern im Gründungsniveau lockere Auffüllungen oder quartäre Böden anstehen ist analog zu verfahren.

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

Für Einzel und Streifenfundamente mit Abmessungen a = b ≥ 1,0 m bzw. b ≥ 1,0 m kann bei mittiger Belastung und einer rechnerischen Einbindetiefe von t = 1,0 m der aufnehmbare Sohldruck mit zul. σ_{Einzel} = 800 kN/m² und zul. $\sigma_{Streifen}$ = 600 kN/m² bei Gründung auf dem Sandstein angenommen werden. Die zugehörigen Setzungen bewegen sich in einer Größenordnung kleiner 1 cm.

Bei einer Plattengründung kann die Bettung über eine Setzungsberechnung mit den Bodenkennwerten nach Abschnitt 5.2 vorgenommen werden. Der Bettungsmodul ist kein Bodenkennwert, sondern abhängig von Lastgröße und Laststellung. Bei fortgeschrittener Planung und Vorliegen entsprechender Daten können die Angaben präzisiert werden.

Steht in der Gründungssohle der Keuperton oder auch ein stärker bindiger Sandstein an, so neigen diese Böden bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung zum Aufweichen. Wir empfehlen deshalb die Gründungssohlen nur in Abschnitten freizulegen und unverzüglich mit der Sauberkeitsschicht abzudecken. Bereits aufgeweichte Stellen sind wie oben beschrieben zu behandeln.

Eine Abnahme der Gründungssohlen durch den geotechnischen Bearbeiter wird empfohlen.

5.4 Baugruben und Bestandssicherung, Wasserhaltung

Bei der geplanten Bauweise ohne Unterkellerung werden abhängig vom Geländeverlauf in den jeweiligen Bauabschnitten erwartungsgemäß nur geringe Aushubtiefen für die Fundamentarbeiten erforderlich. Die Baugruben können dabei bei unbelasteten Böschungsrändern im Lockerboden unter 45° geböscht werden, im Fels unter 80°. Ein Schutz gegen Erosion der Böschungsflächen z. B. durch Abhängen mit Planen ist vorzusehen. Je nach Tiefe und Ausführung der Fundamentgruben ist ggf. eine Berme am Übergang Lockerboden zu Fels anzuordnen.

Bei der momentanen Anordnung der Gebäude ist davon auszugehen, dass das Gründungsniveau der Neubauten über der Gründungsebene des Bestands bzw. nicht tiefer liegt und ein unmittelbarer Anschluss an vorhandene Gebäude außer bei Versorgungseinrichtungen nicht gegeben ist, so dass vorerst keine weitergehenden Maßnahmen wie Unterfangungen o. ä. notwendig werden. In einem fortgeschritteneren Planungsstadium können diese Fragen aktuell werden.

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

Wasserhaltungsmaßnahmen während der Bauzeit werden sich auf das Fassen und Ableiten von Niederschlagswasser und ggf. von Schicht- und Stauwasser auf dem Keuper beschränken. Dazu sind für eine offene Wasserhaltung Gräben anzulegen und Pumpensümpfe anzuordnen; die Fundamentgruben sind entsprechend anzulegen.

Dauerentwässerungsmaßnahmen sind vorrangig nur bei einer Unterkellerung bzw. den Versorgungskanälen erforderlich, wobei hier in Anbetracht des weitgehend undurchlässigen Baugrunds eine druckwasserdichte Ausführung der erdberührten Bauteile vorzusehen ist.

5.5 Versickerung von Dach- und Oberflächenwasser

Bei der vorliegenden Untergrundsituation ist eine Versickerung von Oberflächenwasser nur bedingt möglich und nicht zu empfehlen. Im gesamten Baufeld ist die Mächtigkeit der Deckschichten nur gering, so dass annähernd kein Speicherraum für versickerndes Wasser vorhanden ist. Lediglich im Bereich von Bohrung B 4 wurden Sande bis rd. 3,3 m unter GOK erbohrt, deren Reichweite müsste aber noch erkundet werden. Der Abspiegelungsversuch im Bohrloch hat gezeigt, dass der ermittelte k_f- Wert von rd. 1,0 E-05 m/s noch im entwässerungstechnisch relevanten Bereich für die gesättigte Zone nach der ATV-DVW-A 138 liegt. Die Durchlässigkeitswerte aus der Kornverteilung sind eine Zehnerpotenz günstiger.

Ausgenommen des lokal eingegrenzten Bereiches um Bohrung B 4 wäre eine Versickerung, soweit möglich, nur in die Fläche gegeben, da der weitgehend undurchlässige Sandstein einen Wasserstauer bildet, der einen Abfluss von versickerndem Oberflächenwasser in die Tiefe verhindert. Dadurch ist nicht auszuschließen, dass das Sickerwasser u. U. die vorhandenen Gebäude über deren Dränagesystem einstaut und die Gebäude vernässt werden. Soweit abschätzbar stehen der geringe gegebene Stauraum der Deckzone und die geringe Durchlässigkeit des Untergrundes bei einer konzentrierten Einleitung von Wasser gegen eine Versickerung. Zweckmäßiger wäre es, das Dach- und Oberflächenwasser in Zisternen (mit Überlauf an das Trennsystem) zu sammeln und ggf. als Brauchwasser zu verwenden.

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

6 Schlussbemerkung

Das Grundbauinstitut der TR LGA Bautechnik GmbH wurde beauftragt, für die geplante Bebauung des Geländes am Südklinikum Nürnberg eine Baugrunduntersuchung durchzuführen. Im vorliegenden Bericht wird die Baugrundsituation aufgrund von Bohrungen, Sondierungen, Feld- und Laborversuchen beschrieben und Empfehlungen für die Bauausführung mitgeteilt. Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Baugrund eine gute Tragfähigkeit aufweist und somit auch höhere Lasten in den Untergrund abgetragen werden können. Weiter wurde die Versickerung von Oberflächenwasser auf dem Gelände beurteilt, wobei aber bei den örtlichen Gegebenheiten mit hoch anstehenden undurchlässigen Böden und mangelndem Stauraum davon abgeraten wird.

Die Untergrundverhältnisse wurden nur punktuell aufgeschlossen, so dass im Zuge der weiteren Planung bei Einzelbaumaßnahmen ggf. noch Ergänzungen bzw. Abnahmen des Baugrundes erforderlich werden können. Bei Abweichungen von der beschriebenen Situation bitten wir um Benachrichtigung.

Sollten im Zuge der weiteren Planung noch geotechnische Fragen auftreten sind wir gerne zu ergänzenden Beratungen bereit.

TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH
Grundbauinstitut

Dr.-Ing. B. Müllner
Baudirektor

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. W. Dasch

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtslageplan
Anlagen 2.1 und 2.2	Lageplan Bohrungen und Sondierungen, Untersuchungen aktuell und von 1983 und 2009
Anlagengruppe 3	Bohr- und Sondierergebnisse
Anlagengruppe 4	Schichtenverzeichnisse
Anlagengruppe 5	Fotoaufnahmen des Bohrguts
Anlage 6	Grundwassergleichen, GW-Bericht 2011
Anlagengruppe 7	Wasserabspiegelungsversuche
Anlagengruppe 8	Körnungslinien
Anlagengruppe 9	Punktlastversuche, einaxialer Druckversuch
Anlagengruppen 10	Grundwasseranalysen

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.
9/610 1.07