

Anlage Nr. 6 zur Begründung zum Bebauungsplan
Nr. 66 "Wohngebiet In der Reuth"
in der Fassung vom 07.03.2022

Ingenieur- und Sachverständigenleistungen
– Bau, Immobilien und Umwelt –



SakostaCAU GmbH
Lochhausener Straße 203 · D-81249 München

**Baugrundbeurteilung und Versickerungs-
fähigkeit für das Wohngebiet "In der Reuth"
91074 Herzogenaurach, In der Reuth**

**Flur-Nr. 571 bis 588;
Gemarkung Herzogenaurach**

16 Seiten, 3 Anlagen

Auftraggeber : Stadt Herzogenaurach
Amt für Planung, Natur und Umwelt
Marktplatz 11
91074 Herzogenaurach

Gutachtenersteller : SakostaCAU GmbH
Niederlassung Nürnberg
Hansastraße 5a
90441 Nürnberg
Tel.: (0911) 999 133 00
Fax: (0911) 741 77 45

Projektbearbeitung : Timo Gerlich, M.Sc. Geowiss.

Projektnummer : 1700395/1

Verteiler : Stadt Herzogenaurach, Frau Wettstein
(1 Exemplar per E-Mail:
wettstein@herzogenaurach.de)

Nürnberg, den 28.03.2018

Ein Unternehmen der

Sakosta
HOLDING

SakostaCAU GmbH
Telefon: +49(0)89-863000-0
Telefax: +49(0)89-863000-88
e-mail: info@sakostaCAU.de
www.sakostaCAU.de
Geschäftsführer:
Hartmut Jellen, Dr. Ulrich Saring
Registergericht München HRB 79708

Genossenschaftsbank eG · München:
BLZ: 701 694 64 · Kto.-Nr. 55 506
IBAN: DE9870169464000055506
BIC: GENODEF1M07
HypoVereinsbank München:
BLZ: 700 202 70 · Kto.-Nr. 654 053 022
IBAN: DE42700202700654053022
BIC: HYVEDEMMXXX

akkreditiert durch die



INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Standortverhältnisse, Lage und Nutzung der Untersuchungsfläche	4
3	Untergrundverhältnisse	5
3.1	Untersuchungsprogramm und Untersuchungsmethodik	5
3.2	Geologische Verhältnisse und Schichtenfolge	5
3.3	Grundwasserverhältnisse	7
4	Kennwerte	8
4.1	Bodenklassifikation, Bodenkennwerte	8
4.2	Homogenbereiche und Bodenklassen nach DIN 18300	9
5	Empfehlung für die Bauwerksgründung	10
6	Bauausführung	11
6.1	Bauwerksabdichtung	11
6.2	Fahr- und Parkflächen	12
6.3	Baugrube - Wasserhaltung	13
6.4	Wiedereinbau / Bodenauftrag	14
6.5	Versickerungsmöglichkeit	14
6.6	Angaben zur Erdbebenzone und Untergrundklasse gem. DIN EN 1998-1/NA:2011-01	16
7	Allgemeine Hinweise	16

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1: Lage der Aufschlussbohrungen
- Anlage 2: Bohr- und Sondierprofile
- Anlage 3: Auswertung nach Kollbrunner und Maag

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Vermutete Höhen des angetroffenen Sandsteins	6
Tabelle 2: Aufgeschlossener Untergrund und Bodenklassifikation	8
Tabelle 3: charakteristische bodenmechanische Kennwerte	9
Tabelle 4: Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 und Homogenbereiche nach DIN18300:2016-09	9
Tabelle 5: Kenngrößen der Homogenbereiche für Boden	10
Tabelle 6: Durchlässigkeitsbeiwerte [m/s] nach Kollbrunner und Maag	15

BEARBEITUNGSUNTERLAGEN

- [1] UmweltAtlas Bayern; Geologische Karte; Maßstab 1:25.000; Bayerisches Landesamt für Umwelt; München; <http://www.umweltatlas.bayer.de>; abgerufen am 27.02.2018
- [2] Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1:25.000, Blatt 6431 Herzogenaurach; Bayerisches Geologisches Landesamt; München; 1971
- [3] Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete (IÜG); Bayerisches Landesamt für Umwelt; München; <http://geoportal.bayern.de>; abgerufen am 27.02.2018
- [4] Erdbebenzonenkarte DIN EN 1998-1/NA:2011-01; GFZ Potsdam; <http://www.gfz-potsdam.de>; abgerufen am 23.01.2018
- [5] Plan 3: Bohrpunkte In der Reuth – Hintergrund: Bestandsplan, Maßstab 1:2.000; Amt für Planung, Natur und Umwelt; Herzogenaurach, 10.01.2018
- [6] Arbeitsblatt DWA-A 138 - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser; DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.; Stand: April 2005

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BZP	Bezugspunkt
DPH	Schwere Rammsondierung
FOK	Fußbodenoberkante Erdgeschoss
GOK	Geländeoberkante
KRB	Kleinrammbohrung
OKFFB	Oberkante fertiger Fußboden
SP	Aufschlussbohrung (Rammkernsondierung)

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Westlich des Gewerbegebiets Nord zwischen den Straßen „In der Reuth“, „Lessingstraße“ und „Hans-Ort-Ring“, 91074 Herzogenaurach, beabsichtigt die Stadt Herzogenaurach einen Bebauungs- und Grünordnungsplan aufzustellen, um dort verschiedene Nutzungsmöglichkeiten wie z.B. Wohnbebauung zu entwickeln.

Die SakostaCAU GmbH wurde von der Stadt Herzogenaurach über das Büro Landschaftsplanung Klebe mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung und Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Bodens auf den Grundstücken der Flur-Nr. 571 bis 588, Gemarkung Herzogenaurach, beauftragt. Mit der Baugrunduntersuchung sollen die bodenmechanischen Kennwerte der Böden im gründungsrelevanten Bereich und die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes (aufnehmbaren Sohlrücke, zulässigen Bodenpressungen) ermittelt, sowie die Versickerungsfähigkeit des Bodens beurteilt werden. Weiterhin werden Empfehlungen zur Gründung und eventuell notwendigen Bodenverbesserungsmaßnahmen gegeben.

2 Standortverhältnisse, Lage und Nutzung der Untersuchungsfläche

Das Untersuchungsgelände befindet sich nordwestlich des Stadtrandes von Herzogenaurach und südlich des Flugplatzes Herzogenaurach. Der zu untersuchende Bereich besteht aus den Grundstücken Flur-Nr. 571 bis 588, Gemarkung Herzogenaurach. Das Untersuchungsgelände wurde bisher landwirtschaftlich genutzt.

Das Gelände fällt leicht in östlicher Richtung und weiter im Osten mit einer relativ steilen Böschung zum Dachenbach hin ab. Die Geländeoberkante liegt im Bereich zwischen ca. 310 bis 324 m NN.

Es ist der Bau eines Wohngebiets geplant, das durch öffentliche Grünzüge und halböffentliche Grünflächen (Höfe) gegliedert wird. Im Nordosten ist innerhalb einer geplanten Grünfläche die Erweiterung eines bestehenden Regenrückhaltebeckens vorgesehen, um die Oberflächenabflüsse aus dem Baugebiet zu puffern und anschließend dem angrenzenden Dachenbach zuzuführen.

Es wird davon ausgegangen, dass unterkellerte Wohnhäuser mit drei Etagen mit einer Plattengründung erstellt werden. Die Gründungstiefe befindet sich ca. 0,5 m unter Oberkante fertiger Fußboden (OKFFB) des Kellers im frostsicheren Bereich. Die vorläufigen mittleren Bodenpressungen werden mit 100 kN/m² (25 kN/m² je Etage) angenommen.

Folgende Höhenlagen werden für das Wohngebiet angenommen:

Derzeitige GOK		-3,12 m u BZP bis 2,22 m ü BZP
OKFFB Keller		-6,12 m u BZP bis -0,78 m u BZP
Erdplanum	- 50 cm	-6,62 m u BZP bis -1,28 m u BZP

Die Lage des Untersuchungsgeländes kann der Anlage 1 entnommen werden.

3 Untergrundverhältnisse

3.1 Untersuchungsprogramm und Untersuchungsmethodik

Die geotechnische Untersuchung basiert auf der Beurteilung und Untersuchung des Bohrgutes von unverrohrten Kleinrammbohrungen.

Zur Aufnahme eines Schichtenprofils und zur Entnahme von Bodenproben wurden auf dem Untersuchungsgelände am 15.02. und 16.02.2018 elf Aufschlussbohrungen (Rammkernsondierungen nach DIN EN ISO 22475-1:2007-01, DN 60/50 mm, Bezeichnung SP) bis in eine maximale Aufschlusstiefe von 3,9 m u. GOK abgeteuft. Dabei wurden Schappen im Durchmesser von 50-60 mm im Rammkernverfahren meterweise in den Boden eingeschlagen und wieder gezogen. Nach dem Ziehen der Schappe wurde mit einem geeigneten Werkzeug eine dünne Schicht Bohrgut quer zur Schappenachse abgetragen, da durch das Ziehen der Schappe die Schichtenfolge durch feinkörnige Partikel überdeckt wurde.

Die Lage der Kleinbohrungen (siehe Anlage 1) wurde durch den Auftraggeber vorgegeben.

Alle Bohransatzpunkte wurden nach ihrer Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt wurde ein Kanaldeckel (vgl. Anlage 1) östlich der Kleinrammbohrung SP11 in der Lessingstraße herangezogen. Die Höhen ü. BZP der Aufschlusspunkte sind in den Profilen der Anlage 2 enthalten.

Die Durchführung der Feldarbeiten erfolgte durch Mitarbeiter der SakostaCAU GmbH, Standort Nürnberg.

3.2 Geologische Verhältnisse und Schichtenfolge

Entsprechend [1] stehen im Untersuchungsgebiet fein- bis mittelkörnige, weißgraue, beige-graue oder grüngraue, gebankte, massige, selten plattige Sandsteine mit grüngrauen oder rotbraunen, häufig glimmerführenden Ton-/Schluffsteinen und grauen oder gelbbraunen, verwitternden Tonmergelsteinbänken an. Es handelt sich um den Coburger Sandstein der Hassberge-Formation des Mittleren Keupers. Gemäß [2] beträgt die Mächtigkeit ca. 16 m.

Folgender vereinfachter Schichtaufbau wurde unterhalb der im Mittel 0,4 m mächtigen Auffüllung aus humosem Oberboden (Ackerboden) bei der Baugrunduntersuchung abgeschlossen:

- **Schicht 1** Verwitterungssand
Schichtunterkante zwischen etwa 0,7 m u. GOK und etwa 2,8 m u. GOK
- **Schicht 2** Verwitterungslehm
Schichtunterkante zwischen etwa 1,9 m u. GOK und etwa 3,3 m u. GOK
(vor allem im südöstlichen Grundstücksbereich vorhanden)
- **Schicht 3** verwitterter Coburger Sandstein
Schichtunterkante >3,9 m u. GOK

Schicht 1: Verwitterungssand

Unterhalb eines aufgefüllten Mutter- bzw. Ackerbodens liegen bei allen Sondierungen außer im mittleren Geländebereich (SP4, SP5) hellgraue bis gelbgraue, überwiegend fein- bis mittelkörnige, teilweise auch grobkörnige, schwach kiesige bis kiesige, teilweise schluffige bis stark schluffige Sande vor. Die Sande sind nach organoleptischer Beurteilung der Bodengruppe SU*/ST* nach DIN EN ISO 18196:2011-05 zuzuordnen.

Schicht 2: Verwitterungslehm

Diese Schicht besteht aus rotbraunen, schwach bis stark schluffigen, schwach kiesigen, teilweise schwach sandigen Tonen, teilweise auch stark tonigen Schluffen. Laut organoleptischer Ansprache weisen die Tone/Schluffe eine weiche bis steife, in tieferen Bereichen auch halb feste bis feste Konsistenz auf und sind der Bodengruppe TL bis TM nach DIN EN ISO 18196:2011-05 zuzuordnen.

Schicht 3: verwitterter Coburger Sandstein

Hellgrauer bis gelbgrauer, überwiegend mittelkörniger, teilweise feinkörniger, verwitterter Sandstein; im südlichen Bereich (SP10) auch als graurotbrauner, schwach feinsandiger, toniger Schluffstein ausgebildet. Der verwitterte Sandstein ist organoleptisch der Bodengruppe SE/SW, der verwitterte Schluffstein der Bodengruppe UL/UM nach DIN EN ISO 18196:2011-05 zuzuordnen.

Tabelle 1: Vermutete Höhen des angetroffenen Sandsteins

Sondierung	Tiefe Sandsteinoberkannte [m u. GOK]	Tiefe Sandsteinoberkannte [m u. BZP]
SP1	2,1	0,03
SP2	2,3	-5,42
SP3	1,9	-4,82
SP4	3,5	-3,50
SP5	1,95	-0,41
SP6	2,6	-0,38
SP7	1,0	0,95
SP7a	1,0	0,95
SP8	3,0	-3,68
SP9	3,9	-2,06
SP10	3,9	-2,57
SP11	2,5	-1,17

Die Schichtenprofile der Sondierungen mit der Darstellung gemäß DIN EN ISO 14688-1:2013-12 und DIN EN ISO 22475-1:2007-01 sind in der Anlage 2 enthalten.

3.3 Grundwasserverhältnisse

Grundwasser wurde bei den aktuellen Aufschlussbohrungen bis zu einer maximalen Aufschlusstiefe von 3,9 m u. GOK nicht angetroffen. Das Bohrgut war überwiegend erdfeucht, der Coburger Sandstein war trocken. Das erste Grundwasserstockwerk wird gemäß UmweltAtlas Bayern [1] vom Blasensandstein und Coburger Sandstein als Grundwasser- bzw. Grundwassergeringleiter gebildet, der einen Kluft-(Poren-)Grundwasserleiter mit geringen bis mäßigen Trennfugendurchlässigkeiten darstellt. Der Grundwasserstand auf der Untersuchungsfläche wird laut [1] bei 305 m NN angegeben. Bei einer Geländehöhe von ca. 310 bis 324 m NN beträgt der Grundwasserflurabstand ca. 5 bis 19 m. In einer ca. 212 m südwestlich gelegenen Erdwärmesondenbohrung (vgl. [1]) wurde das Grundwasser bei 35 m u. GOK erreicht, wohingegen bei einer 276 m östlich gelegenen, 95 m tiefen Erdwärmesondenbohrung (vgl. [1]) kein Grundwasser angetroffen wurde. Der Bemessungswasserstand wird mit dem höchsten Grundwasserstand + 0,5 m angegeben, entspricht hier also im ungünstigsten Fall 4,5 m u. GOK. Es ist daher nicht damit zu rechnen, dass bei dem Bauvorhaben Grundwasser angetroffen wird.

Der Wasserstand unterliegt generell stärkeren jahreszeitlichen Schwankungen. Die Angabe eines Bemessungswasserstandes ist für die Gründungsempfehlung, die Bauwerksabdichtung sowie die Auftriebssicherheit nach DIN 1054:2010-12 maßgebend. Ein belastbarer Bemessungswasserstand wird als höchster jemals gemessener Wasserstand + 0,5 m angegeben. Dieser wird belastbarer, je mehr langjährige Ganglinien einer nahegelegenen Grundwassermessstelle bekannt sind. Im vorliegenden Fall liegen dem Gutachtersteller keine Informationen zu Grundwasserganglinien im unmittelbaren Umfeld des Baugebietes vor.

Unmittelbar südlich der Untersuchungsfläche fließt ein Graben, der in die Schwäbische Rezat als nächstgelegenen Vorfluter im Osten mündet. Damit wird eine südöstliche Grundwasserfließrichtung angenommen. Diese lässt sich auch durch die in den Bohrungen gemessenen Grundwasserstände bestätigen.

Die Untersuchungsfläche liegt gemäß Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete des Bayerischen Landesamtes für Umwelt [3] nicht in einer Hochwassergefahrenfläche. Die Grundstücke Flur Nr. 584, 585, 586, 587, 588 und der Bereich um den Dachenbach liegen in einem wassersensiblen Bereich. Diese Standorte werden vom Wasser beeinflusst. Nutzungen können hier beeinträchtigt werden durch:

- über die Ufer tretende Flüsse und Bäche,
- zeitweise hohen Wasserabfluss in sonst trockenen Tälern oder
- zeitweise hoch anstehendes Grundwasser.

Im Unterschied zu amtlich festgesetzten oder für die Festsetzung vorgesehenen Überschwemmungsgebieten kann bei dieser Fläche nicht angegeben werden, wie wahrscheinlich Überschwemmungen sind. Die Flächen können je nach örtlicher Situation ein kleines oder auch ein extremes Hochwasserereignis abdecken.

Gemäß UmweltAtlas Bayern [1] liegt die Untersuchungsfläche nicht in einem Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet.

4 Kennwerte

4.1 Bodenklassifikation, Bodenkennwerte

Die in Kapitel 3.2 dargestellte Untergrundsituation ist in der folgenden Tabelle 2 mit Angaben zu Bodenart, Bodengruppe, Lagerungsdichte/ Konsistenz, Frostempfindlichkeitsklasse und Bodenklasse zusammenfassend dargestellt. Die Benennung und Beschreibung der erbohrten Bodenschichten erfolgte nach Maßgabe der DIN 4022/ DIN EN ISO 14688-1:2013-12 (Benennung und Beschreibung von Bodenarten und Fels) und DIN 18196:2011-05/ DIN EN ISO 14688-2:2016-07 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke).

Tabelle 2: Aufgeschlossener Untergrund und Bodenklassifikation

Schicht	Tiefe Schichtunterkante [m u. GOK]	Bodenart nach DIN EN ISO 14688-1:2013 [Benennung nach DIN 4022-1:1987-09]	Bodengruppe nach DIN EN ISO 18196:2011-05	Lagerungsdichte / Konsistenz	Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17) ¹⁾
Schicht 1 Verwitterungssand	0,7 – 2,8	gr ^{''} -grsi-si* ^{''} fSa- mSa [fS-mS, u-u*, g ^{''} -g*]	SU* / ST*	locker	F2
Schicht 2 Verwitterungslehm	1,9 – 3,3	sa ^{''} -sa ^{''} gr ^{''} -grsi- siCl [T, u ^{''} -u, g ^{''} -g*, s ^{''} -s]	TL / TM	weich - steif / halbfest - fest	F2 / F3
Coburger Sandstein (verwittert)	> Endteufe	Sandstein / Schluffstein	SE / SW / UL / UM	dicht / fest	F1 / F3

¹⁾: gem ZTV E-StB 17 F1 = nicht frostempfindlich
F2 = gering bis mittel frostempfindlich
F3 = sehr frostempfindlich

Für die im Zuge der Ausführung der Baumaßnahme erforderlichen erdstatischen Berechnungen können auf der Grundlage der durchgeführten Baugrunduntersuchungen in Verbindung mit den Angaben der DIN EN 1991-1-3:2010-12, der Empfehlungen des Arbeitskreises Ufereinfassungen sowie der allgemeinen Erfahrung, die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Rechenwerte der Bodenkenngrößen in den gründungsrelevanten Bodenschichten angesetzt werden. Der Oberboden und die Auffüllungen sind aus geotechnischer

Sicht für das Bauvorhaben nicht geeignet bzw. relevant, weshalb auf die Angabe von Boden Kennwerten für diese Schichten verzichtet wird.

Tabelle 3: charakteristische bodenmechanische Kennwerte

Schichtenbezeichnung		Tiefe Schichtenunterkante [m u. GOK]	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	Steife-Modul
			erdfeucht	unter Auftrieb			
			γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k	c'_k	$E_{s,k}$
Schicht 1 [Verwitterungssand]	locker	2,3 – 3,7	16,5	6,5	28,0 – 30,0	0 – 5	5
Schicht 2 [Verwitterungslehm]	weich - steif	1,6 – 3,3	19,0 – 20,0	9,0 – 10,0	22,5 – 25	5 – 10	1 – 5
	halbfest - fest		20,5 – 21,0	10,5 – 11,0	25 – 28	12 – 17	7 – 11
Schicht 3 [Coburger Sandstein]		> Endteufe	18,0	8,0	30 – 32,5	0 – 5	30 – 60/ 7 – 11

4.2 Homogenbereiche und Bodenklassen nach DIN 18300

Die DIN 18300:2012-09 ist zurückgezogen und durch die DIN 18300:2016-09 ersetzt worden. Entsprechend der DIN 18300:2016-09 sind Homogenbereiche des Untergrundes anstatt der Bodenklassen anzugeben. Die Homogenbereiche sind vom Baugrundgutachter entsprechend der Lösbarkeit und Wiederverwendung festzulegen. Die Homogenbereiche sind durch die Angabe von Boden Kennwerten zu charakterisieren. Ein Homogenbereich nach DIN 18300:2016-09 ist ein begrenzter Bereich aus einzelnen und mehreren Bodenschichten, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

In der folgenden Tabelle 3 sind die Bodenklasse nach DIN 18300:2012-09 und die Zuordnung der Schichten zu Homogenbereichen nach DIN 18300:2016-09 aufgeführt.

Tabelle 4: Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09 und Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09

Schichtenbezeichnung	Bodenklasse DIN 18300:2012-09	Homogenbereich DIN 18300:2016-09
Verwitterungssand SU* / ST* (Schicht 1)	3 - 4	A
Verwitterungslehm TL/TM (Schicht 2)	4	A
Coburger Sandstein (Schicht 3)	6	B

Die erkundeten Bodenschichten werden in zwei Homogenbereiche (A und B) eingeteilt. Den Homogenbereichen werden gemäß DIN 18300:2016-09 die in der Tabelle 4 aufgeführten Bodenkennwerte zugeordnet.

Tabelle 5: Kenngrößen der Homogenbereiche für Boden

Homogenbereich	Anteil Steine/Blöcke [%] ³⁾	Bodengruppe DIN EN ISO 18196:2011-05	Konsistenz	Lagerungsdichte ²⁾	Abfalltechnische Einstufung ¹⁾
A (Verwitterungssand und Verwitterungslehm)	0 - 10 / 0	SU* / ST* / TL / TM	weich – steif / halbfest - fest	locker	--
B (Coburger Sandstein)	>30 / >30	SE / SW / UL / UM	fest	dicht	--

¹⁾ wurde nicht durchgeführt

²⁾ angenommene Lagerungsdichte anhand Bohrfortschritt der Rammkernsondierung

³⁾ Erfahrungswerte

Die in den Tabellen 3 und 4 angegebenen Bodenklassen und Angaben zu Homogenbereichen beschränken sich auf den Zustand der punktwise vorgenommenen Bodenaufschlüsse. Die tatsächlichen Bodenklassen und Eigenschaften der Homogenbereiche sind auf der Baustelle in einem großen Aufschluss durch den Baugrundgutachter festlegen zu lassen.

5 Empfehlung für die Bauwerksgründung

Es wird angenommen, dass das unterkellerte Gebäude flachgegründet wird. Die OKFFB der geplanten Keller liegt dabei ca. 3,0 m u. GOK. Bei einer angenommenen Mächtigkeit der Bodenplatte von 0,5 m befindet sich das Erdplanum dementsprechend auf einem Niveau von 3,5 m u. GOK.

Es wird angenommen, dass die vorläufigen mittleren Bodenpressungen bei ca. 100 kN/m² (25 kN/m² je Etage) liegen, wobei von einer Abmessung von 10 m x 10 m ausgegangen wird.

Es werden Bauwerke mit vier Geschossen mit einer Unterkellerung für die folgenden Berechnungen angesetzt. Als jeweilige Fußbodenoberkante der Erdgeschosse (FOK) der Bauwerke werden die Ansatzhöhen der Sondierungen SP1 bis SP11 angenommen. Die jeweilige Gründungstiefe der Kellergeschosse der Bauwerke wird mit 3,5 m unter FOK der Erdgeschosse angesetzt.

Im Bereich des berücksichtigten Gründungsniveaus aller Bauwerken stehen die fein- bis mittelkörnigen Sandsteine des Coburger Sandstein (Schicht 3) an, die für den geplanten Lastabtrag ohne bodenverbessernde Maßnahmen geeignet sind. Lediglich im Bereich der Rammkernsondierungen SP9 und SP10 sind auf dem Gründungsniveau stärker verwitterte Bereiche des Coburger Sandstein mit schluffigeren und tonigeren Partien anzutreffen.

Anhand der zu Grunde gelegten Bebauung mit vier Geschossen einschließlich Unterkellerung wird für die geplanten Bauwerke eine mittlere Bodenpressung von 100 kN/m^2 angesetzt. Bei der folgenden Auswertung wurde weiter angenommen, dass sich die jeweils im Liegenden erbohrten Sandsteine des Coburger Sandstein in der Tiefe fortsetzen. Dies ist im Vorfeld der Baumaßnahme durch tieferreichende Rotationskernbohrungen zu verifizieren.

Unter Berücksichtigung der obigen Annahmen können Gebäude ohne bodenverbessernde Maßnahmen auf den im Gründungsbereich anstehenden teilweise verwitterten Sandsteinen erstellt werden. Zur Vordimensionierung einer Bodenplatte kann überschlägig zur Berechnung auf elastischer Bettung ein Bettungsmodul k_s von $17 - 18 \text{ MN/m}^3$ angegeben werden (Innen- und Randbereich einer quadratischen Bodenplatte). Bei dem genannten Lasteintrag von 100 kN/m^2 ergeben sich Setzungen von max. $0,6 \text{ cm}$.

Für den Unterbau der tragenden Bodenplatten ist nach DIN 18533-1:2017-07 eine Mindesteinbaustärke von $0,15 \text{ m}$ mit kapillarbrechendem Material (z.B. GW / GI nach DIN EN ISO 18196:2011-05 bzw. Schotter 0/32 oder Boden mit einem k_f -Wert $>10^{-4} \text{ m/s}$ nach DIN 18130-1:1998-05 und Dränung) zu berücksichtigen. Das Bodenpolster muss in der Gründungsebene so breit ausgeführt werden, dass ein Lastabtrag unter 45° möglich ist.

Die Baugrubensohle bzw. die Gründungsbereiche sind vom Baugrundgutachter gemäß ZTV E-StB 17 und ZTV-Ing Teil 2, Abschnitt 1 und 2 abzunehmen, um insbesondere Abweichungen des Bodenaufbaus feststellen zu können.

Der Aushub sollte, sofern möglich, mit einer glatten Schaufel erfolgen, um Auflockerungen zu vermeiden. Das Rohplanum unterhalb des Bodenaufbaus ist bei Aufweichungsgefährdung im Bereich der Sondierungen SP9 und SP10 nicht dynamisch nachzuverdichten. Die Möglichkeit einer dynamischen Nachverdichtung des Rohplanums ist vor Ort durch den Bodengutachter zu prüfen. Sollten aufgeweichte bindige Bereiche im Umfeld der Sondierungen SP9 und SP10 vorliegen, so sind diese gegen geeignetes kantiges Material der Bodengruppe GI / GW / GU nach DIN 18196:2011-05 oder Magerbeton auszutauschen.

6 Bauausführung

6.1 Bauwerksabdichtung

Eine Beeinflussung der angenommenen, unterkellerten Wohnhäuser durch Grundwasser ist nicht zu erwarten. Weitere Informationen über die Grundwassersituation liegen nicht vor. Für eine Abdichtung ist die DIN 18533-1:2017-07 zu berücksichtigen. Wenn die Voraussetzungen zur Anwendung der DIN 18195-4 / DIN 18533-1:2017-07 nicht erfüllt sind (z. B. Schluff- oder Tonstein im Gründungsbereich) und kein Bodenaustausch durchgeführt wird, kann eine Abdichtung gegen aufstauendes Wasser gemäß DIN 18195-6 / DIN 18533-1:2017-07 erforderlich werden.

6.2 Fahr- und Parkflächen

Für die Bemessung des Fahrbahnaufbaues von Fahr- bzw. Parkflächen sind die Richtlinien der RStO 12 sowie der ZTVE-StB 17 und die DIN 18196:2011-05 zu beachten. Das Untersuchungsgebiet liegt nach der Frosteinwirkungszonenkarte gemäß RStO 12 in der Zone II. Im Untergrund sind Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F1 bis F3 nach ZTVE-StB 17 zu erwarten. Im Folgenden wird mit einer Frostempfindlichkeitsklasse F3 kalkuliert.

In Anlehnung an die RStO 12 für Fahrflächen der Belastungsklasse BK 1,0 (z.B. Wohnstraße) ist folgende Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus zu wählen:

Tabelle 6, Zeile 2, Spalte 2	= Richtwert	60 cm
Tabelle 7, Zeile 2, Spalte A	= Zone II	+ 5 cm
Tabelle 7, Zeile 5, Spalte B	= keine besonderen Klimaeinflüsse	± 0 cm
Tabelle 7, Zeile 7, Spalte C	= kein Grund- oder Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum	+ 0 cm
Tabelle 7, Zeile 10, Spalte D	= Geländehöhe bis Damm ≤ 2,0 m	± 0 cm
Tabelle 7, Zeile 13, Spalte E	= Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	- 5 cm
Gesamtdicke		60 cm

Ist eine Entwässerung der Fahrbahn und der Randbereiche über Mulden, Gräben bzw. Böschungen vorgesehen, ist die Gesamtdicke auf 65 cm zu erhöhen.

Gemäß ZTV-SoB-StB 07 bzw. RStO 12 werden folgenden Anforderungen an den Straßenoberbau gestellt:

Oberkante Frostschutzschicht:

Verdichtungsgrad D_{Pr}	≥ 103 %
Verformungsmodul E_{V2}	≥ 120 MN/m ²
Verhältnisswert E_{V2} / E_{V1}	≤ 2,3

Oberkante Planum:

Verdichtungsgrad D_{Pr}	≥ 95%
Verformungsmodul E_{V2}	≥ 45 MN/m ²
Verhältnisswert E_{V2} / E_{V1}	≤ 2,3

Die Anforderungen nach ZTVE-StB 17 gelten ebenfalls.

Bei o.g. Fahrbahnaufbau liegt das Planum überwiegend im Bereich der stark schluffigen, sandigen Auffüllung bzw. des Verwitterungslehms. Auf den schluffigen Sanden und den Tonen ist auf dem Planum das Verformungsmodul $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ aller Wahrscheinlichkeit nach nicht zu erreichen. Es ist für diesen Fall ein Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung in einer Mächtigkeit von 30 cm notwendig, wobei gemäß ZTVE-StB 17 ein $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden muss.

6.3 Baugrube - Wasserhaltung

Die bei der Erstellung der Baugruben (Abtragung des Oberbodens und der Horizonte bis 3,5 m u. GOK) zu erwartenden Bodenklassen gemäß DIN 18300:2016-09 sind in Kapitel 4 aufgelistet. Für den Bodenaushub sollte somit überwiegend mit einer Bodenklasse 3 bis 4, bei Aushub im Coburger Sandstein mit Bodenklasse 6 nach DIN 18300:2016-09 gerechnet und bei der Ausschreibung für den Bodenaushub berücksichtigt werden.

Eine Bauwasserhaltung ist nach den vorliegenden Ergebnissen nicht erforderlich. Es kann jedoch aufgrund der vorliegenden stauenden Schichten in Abhängigkeit von stärkeren Niederschlagsereignissen ein partielles Auftreten von Stauwasser nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Für diesen Fall sollten Pumpen für eine offene Bauwasserhaltung mittels Pumpensümpfen vorgehalten werden.

Auf den freigelegten Erdplanen ist mit aufweichungsgefährdete Schluff- und Tonsteinen im Bereich der Sondierungen SP9 und SP10 zu rechnen.

Im vorliegenden Fall ist daher besonders bei feuchter Witterung das freigelegte Erdplanum zwingend vor Aufweichungen durch Tagwasser zu schützen. Aufgrund der großen Baufläche ist daher besonders bei feuchter Witterung von einer vollständigen Freilegung des Erdplanums in den Bereichen um die Sondierungen SP9 und SP10 und bei Antreffen der Schluff- und Tonsteine an anderer Stelle abzusehen. Das witterungsempfindliche Erdplanum ist nach Möglichkeit abschnittsweise und rückschreitend freizulegen sowie in Tagesleistung zu überbauen. Sofern aufgeweichte Böden vorliegen, sind diese durch einen Bodenaustausch von mindestens 20 cm zu ersetzen. Auf dem Erdplanum ist für das Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ bei Bodenaustauschmaßnahmen nachzuweisen.

Die Baugrubenböschungen können gemäß DIN 4124:2012-01 mit folgenden maximalen Böschungsneigungen oberhalb von Grundwasser bzw. Stauwasserhorizonten bzw. bis max. 5 m Tiefe unverbaut erstellt werden:

mitteldichte Sande, weiche Tone:	45°
Tone, Schluffe steif, halbfest:	60°
Sandstein, nicht verwittert	80°

Baugruben dürfen im allgemein ohne besondere Sicherung bis 1,25 m senkrecht hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche nicht stärker als 1:10 geneigt ist. Die Standsicherheit nicht verbauter Böschungen ist nach DIN 4084:2009-01 nachzuweisen, sofern eine Höhendifferenz zwischen Böschungsfuß und Böschungsoberkante von $\geq 5 \text{ m}$ besteht oder die Wände steiler als oben angegeben ausgeführt werden sollen. Die Böschungsoberkante ist bei Einsatz von schwereren Fahrzeugen mit mehr als 12 t Gesamtgewicht in einem 2 m breiten Streifen unbelastet zu belassen. Sämtliche im Zuge der Erdbauarbeiten erstellten Böschungen sind durch geeignete Maßnahmen vor Erosion und der Witterung zu schützen (Folienabdeckung).

6.4 Wiedereinbau / Bodenauftrag

Baubedingt erhält man abzutragenden Boden. Bei den Erdarbeiten anfallende, anstehende Sande (Verwitterungssande) und der verwitterte Sandstein sind im Allgemeinen, vorausgesetzt der Einstufung gemäß LAGA M20, für einen Wiedereinbau geeignet. Der Oberboden und der Verwitterungslehm (Schluffe und Tone) ist, vorausgesetzt der Einstufung gemäß LAGA M20, für Hinterfüllungen als bedingt geeignet anzusehen, da diese Böden der Erfahrung nach das Wasser aufstauen und nicht verdichtbar sind.

Für ein Bodenpolster unterhalb der Bodenplatten sind gut verdichtbare, grobkörnige Böden der Gruppen GI / GW / GU gemäß DIN 18196:2011-05 bzw. ein 0/32 Schotter zu verwenden.

Der Bodeneinbau ist lagenweise (max. 30 cm) durchzuführen und auf $D_{pr} \geq 100\%$ zu verdichten. Die lagenweise Verdichtung ist durch geeignete Kontrolluntersuchungen nachzuweisen.

Bei Verdichtungsarbeiten und Rammarbeiten sind die Geräte und Arbeitsweisen so zu wählen, dass durch auftretende Erschütterungen keine benachbarten Gebäude gefährdet werden. Weiterhin ist bei dynamischen Verdichtungsarbeiten darauf zu achten, dass diese nicht zu Kapillarwasseranstieg mit der Folge einer Bodenaufweichung führen.

Die Baugrubensohle bzw. die Gründungsbereiche sind vom Baugrundgutachter abzunehmen, um insbesondere Abweichungen des Bodenaufbaus feststellen zu können.

6.5 Versickerungsmöglichkeit

Zur Bewertung der generellen Versickerungsfähigkeit in dem zukünftigen Wohnbaugebiet „In der Reuth“ in der Gemeinde Herzogenaurach wurden am 15. und 16.02.2018 Kleinrammbohrungen mit einem Durchmesser von 50 bzw. 60 mm mit anschließendem Versickerungsversuch (Auffüllversuch) durchgeführt. Die Ansatzpunkte der Bohrungen wurden anhand der überliefernden Planunterlagen auf NN-Höhen eingemessen (Bezugspunkt Kanaldeckel in der „Lessingstraße“ mit 0,00 m ü. BZP; siehe Anlage 1). Die Koordinaten der elf geplanten Bohransatzpunkte waren durch die Angaben der Stadt Herzogenaurach vorgegeben. Es wurden fünf Bohrungen (SP1, SP3, SP6, SP9, SP11) für einen Versickerungsversuch ausgewählt.

Die Durchführung der jeweiligen Versickerungsversuche war jeweils auf einer Höhe von etwa 5 m unter Gelände geplant.

In keiner der Sondierungen konnte die geplante Tiefe für die Versickerungsversuche aufgrund des oberhalb von 5 m u. GOK anstehenden Sandsteins (Bohrhindernisse) erreicht werden.

In die Bohrlöcher SP1, SP3, SP6, SP9 und SP11, die aufgrund ihrer verteilten Lage auf dem Untersuchungsgebiet ausgewählt wurden, wurden jeweils ein PE-Rohr eingestellt und durch leichtes Nachklopfen ca. 2 cm in die Bohrlochsohle eingedrückt. Nach dem Herstellen von weitestgehend wassergesättigten Verhältnissen durch Wasserinjektion im Bohrloch wurde ein Wasserspiegel generiert. Anschließend wurde dessen zeitliche Absenkung gemessen.

Aus Randbedingungen wie Rohrradius und dem Wasserstand im Bohrloch wurde jeweils die hydraulische Leitfähigkeit berechnet. Die in folgender Tabelle dargestellten Durchlässigkeitsbeiwerte wurden gemäß dem Verfahren nach Kollbrunner und Maag berechnet.

Tabelle 6: Durchlässigkeitsbeiwerte [m/s] nach Kollbrunner und Maag

Bohrung	Ansatzhöhe Versickerungsversuch [m u. GOK]	Bodenart (Bereich Versickerungsversuch)	Berechneter k_f -Wert Versickerungsversuch [m/s]
SP1	2,1	mittelkörniger Sandstein, verwittert	3×10^{-6}
SP3	1,9	mittelkörniger Sandstein, verwittert	7×10^{-6}
SP6	2,6	fein- bis mittelkörniger Sandstein, verwittert	2×10^{-7}
SP9	3,9	fein- bis mittelkörniger Sandstein, verwittert	1×10^{-7}
SP11	2,5	feinkörniger Sandstein, verwittert	3×10^{-7}

Details zu den erbohrten Schichten sind den Bohrprofilen in Anlage 4 zu entnehmen.

Wesentliche Voraussetzung für eine dezentrale Versickerung von nicht schadstoffbeaufschlagtem Oberflächenwasser ist die Durchlässigkeit der im Untergrund anstehenden Lockergesteine und der Grundwasserflurabstand. Die Durchlässigkeit der Lockergesteine hängt überwiegend von der Korngröße bzw. -verteilung ab und wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) ausgedrückt. Nur bis zu einem Durchlässigkeitsbeiwert von 1×10^{-6} m/s gilt ein Boden nach DWA-Arbeitsblatt A 138 [6] (1×10^{-6} m/s $< k_f < 1 \times 10^{-3}$ m/s) für eine Versickerung als geeignet. Weiterhin ist gemäß DWA Arbeitsblatt eine Versickerung nur dann zulässig, wenn die Sohle einer Versickerungseinrichtung mindestens 1 m über dem zugrunde gelegten höchsten Grundwasserhöchststand liegt. Der Grundwasserflurabstand wurde im Untersuchungsgebiet bis zur maximalen Endtiefe von 3,9 m unter Gelände nicht erbohrt; anhand des UmweltAtlas Bayern [1] wird im Untersuchungsgebiet ein Grundwasserflurabstand von mehr als 5 m vermutet.

Aufgrund der festgestellten geringen Wasserdurchlässigkeit mit k_f -Werten kleiner 10^{-6} m/s bei SP1, SP3, SP6, SP9 und SP11 ist nach DWA-Arbeitsblatt in diesen Bereichen eine Versickerung nicht möglich. Die untersuchten Bodenbereiche werden daher für eine Versickerung als ungeeignet eingestuft.

Anhand der Ergebnisse der Untersuchungen besteht nur die Möglichkeit der Versickerung in den oberflächennah anstehenden Sanden im Bereich der Sondierung SP9. Hier kann allenthalben eine flache Versickerungseinrichtung (z.B. Versickerungsmulde) eingerichtet werden, da im tieferen Bereich die Bedingungen des DWA-Arbeitsblattes nicht mehr gewährleistet sind. Wegen der Mächtigkeit des Aufbaus ist eine Versickerung über Rigolen dort nicht möglich. Bei dieser oberflächennahen Variante der Versickerung ist speziell darauf zu achten, ob die im DWA-Arbeitsblatt angegebenen Abstände zu Gebäuden und Anlagen eingehalten werden können.

Für weitere Berechnungen bzw. zur Dimensionierung von eventuellen Versickerungsanlagen empfehlen wir folgende hydraulische Leitfähigkeiten für die in der Sondierung SP9 oberflächennah angetroffenen schwach schluffigen Sande anzuwenden:

hydraulische Durchlässigkeit $k_f = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Gemäß DIN 18130-2:2015-08 sind diese Sande als durchlässig zu bezeichnen.

In den abgeteufte Sondierungen SP1 bis SP11 wurden nur anstehende Böden, anstehende Böden, die umgelagert wurden, bzw. eine zwischen 0,20 und 1,00 m mächtiger Oberboden (Acker) aufgeschlossen. Es waren keinerlei Hinweise auf mögliche Schadstoffe erkennbar, die bei einer Versickerung zu berücksichtigen wären.

6.6 Angaben zur Erdbebenzone und Untergrundklasse gem. DIN EN 1998-1/NA:2011-01

Gemäß den Angaben der Erdbebenzonenkarte [4] liegt Herzogenaurach in keiner Erdbebenzone. Die Bemessungssituation Erdbeben muss nicht untersucht werden.

7 Allgemeine Hinweise

Die Erkundung des Untergrundes durch Aufschlussbohrungen ergibt zwangsläufig nur punktförmige Aufschlüsse über den Aufbau des Untergrundes. Daher ist gegenüber dem von uns festgestellten Schichtenaufbau örtlich mit Abweichungen zu rechnen.

Im Zuge der Erdarbeiten ist daher sorgfältig zu überprüfen, ob die angetroffenen Untergrundverhältnisse mit den im Gutachten erfassten übereinstimmen. Die Gründungssohlen sollten vom Bodengutachter abgenommen werden.

Die dem Gutachten zu Grunde liegenden Annahmen gemäß der vom Auftraggeber übermittelten Planung sind zu überprüfen. Eventuelle Planungsänderungen bzgl. der Gründung sind zu berücksichtigen. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter zur weiteren Beratung heranzuziehen.

SakostaCAU GmbH



i.V. Dr. Rainer Zänglein
Dipl.-Geophys.



i.A. Timo Gerlich
M.Sc. Geowiss.

Baugrundbeurteilung und Versickerungsfähigkeit
91074 Herzogenaurach, In der Reuth

Anlage 1: Lage der Aufschlussbohrungen
Maßstab ca. 1:2.000
(1 Seite)


Legende

- Bohrpunkte
- Höhenbezugspunkt

M 1:2.000

© Sachst. Verwaltung 2017
 geotechnisch nicht geeignet



 <p>SakostaCAU GmbH Hansastr. 5a 90441 Nürnberg Tel.: 0911 / 999 133 00 Fax: 0911 / 741 77 45</p>	Projekt-Nr.: 1700395/1	Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach Amt für Planung, Natur und Umwelt	gezeichnet: Gerlich
	Planinhalt: Lageplan mit Aufschlussbohrungen	Objekt: Wohngebiet "In der Reuth" In der Reuth 91074 Herzogenaurach	Maßstab: ca. 1 : 2.000
Vorliegender Plan beruht auf überlassenen Planunterlagen und stellt nur die untersuchungsrelevanten Belange dar. Für Fehler in diesen überlassenen Planunterlagen übernimmt die Sakosta Euro Consult GmbH keine Haftung.			

Baugrundbeurteilung und Versickerungsfähigkeit
91074 Herzogenaurach, In der Reuth

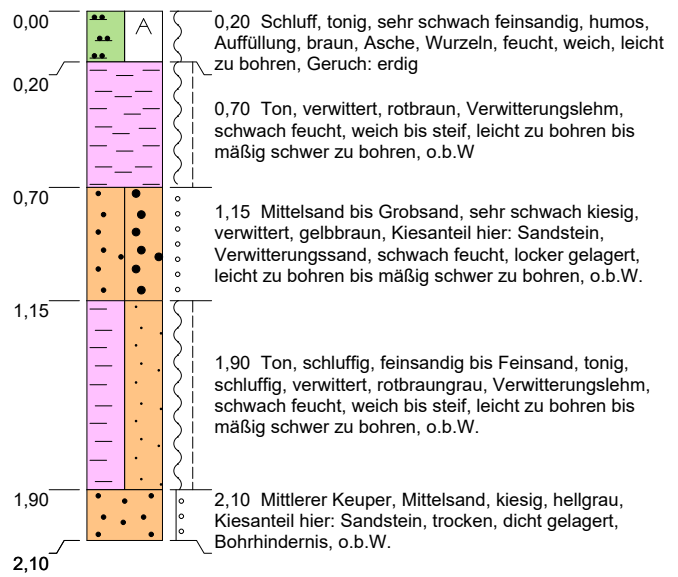
Anlage 2: Bohr- und Sondierprofile (12 Seiten)

2,13 m ü. BZP

2,0


1,0

SP1



Höhenmaßstab: 1:30

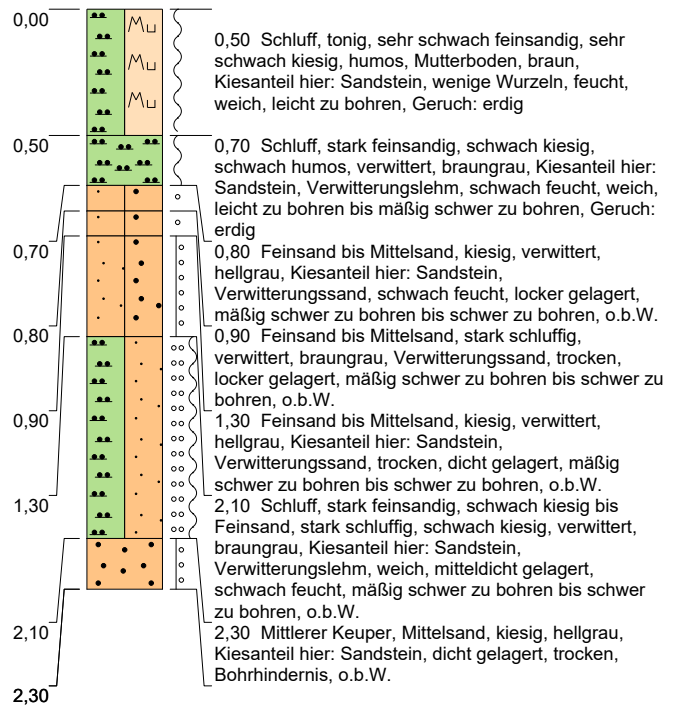
Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP1		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418592	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5494231	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: 2,13m	
Datum: 16.02.2018	Endtiefe: 2,10m	

-3,12 m ü. BZP




SP2



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

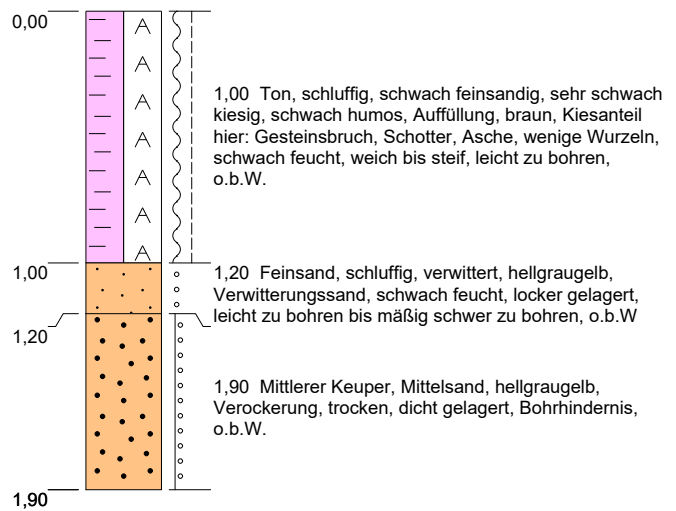
Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP2		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418743	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5494271	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: -3,12m	
Datum: 16.02.2018	Endtiefe: 2,30m	

-2,92 m ü. BZP

-3,0


-4,0

SP3



Höhenmaßstab: 1:30

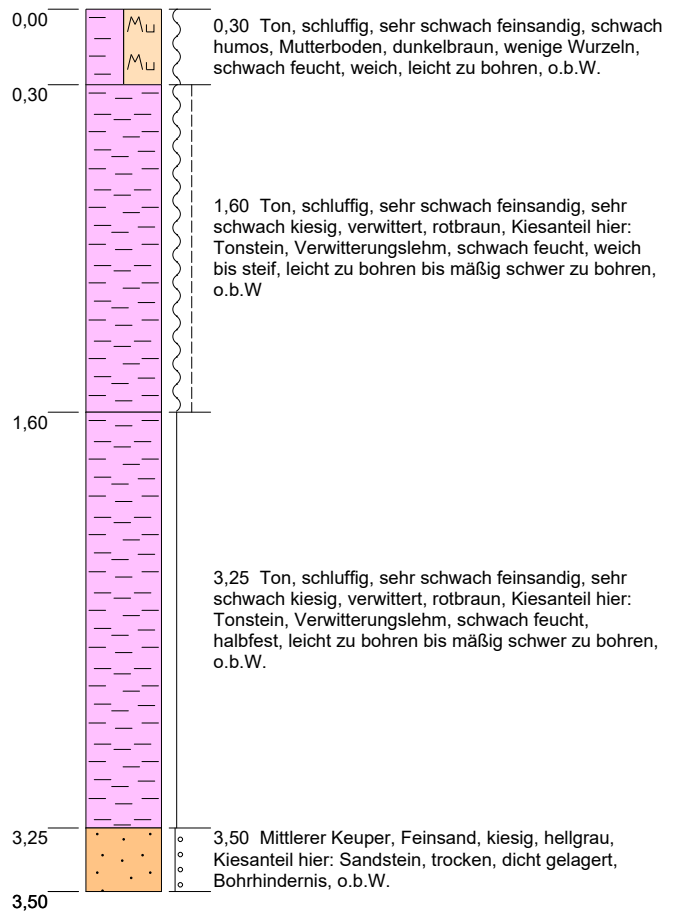
Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth			
Bohrung: SP3			
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach			Rechtswert: 4418691
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH			Hochwert: 5494166
Bearbeiter: TGE			Ansatzhöhe: -2,92m
Datum: 15.02.2018	Endtiefe: 1,90m		

0,00 m ü. BZP




SP4



Höhenmaßstab: 1:30

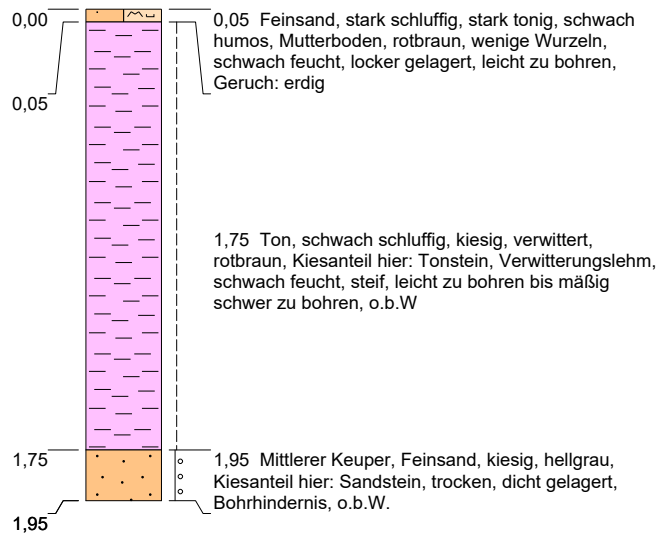
Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP4		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418623	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5494170	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: 0,00m	
Datum: 15.02.2018	Endtiefe: 3,50m	

1,54 m ü. BZP



SP5

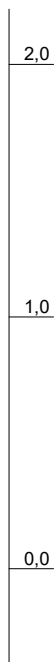


Höhenmaßstab: 1:30

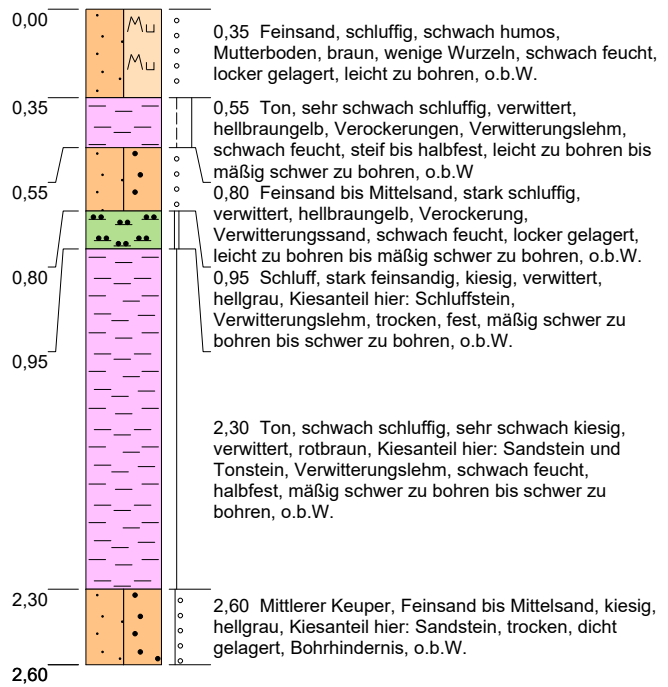
Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP5		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418539	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5494126	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: 1,54m	
Datum: 15.02.2018	Endtiefe: 1,95m	

2,22 m ü. BZP




SP6



Höhenmaßstab: 1:30

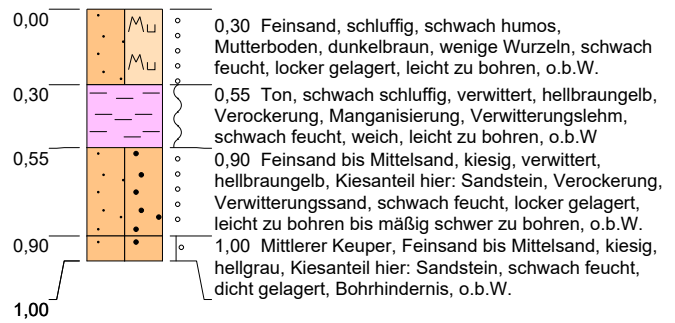
Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP6		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418466	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5494166	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: 2,22m	
Datum: 15.02.2018	Endtiefe: 2,60m	

1,95 m ü. BZP


1,0

SP7



Höhenmaßstab: 1:30

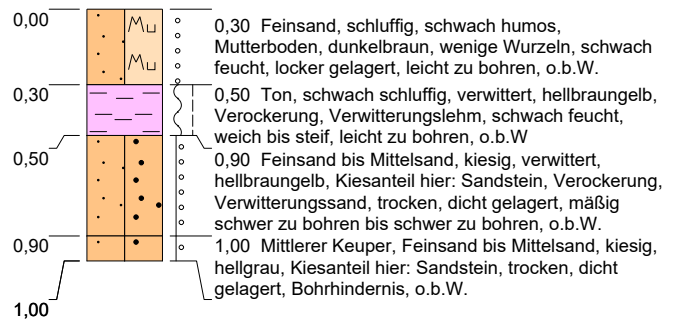
Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP7		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418501	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5494027	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: 1,95m	
Datum: 15.02.2018	Endtiefe: 1,00m	

1,95 m ü. BZP


1,0

SP7a



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP7a		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418502	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5494027	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: 1,95m	
Datum: 15.02.2018	Endtiefe: 1,00m	

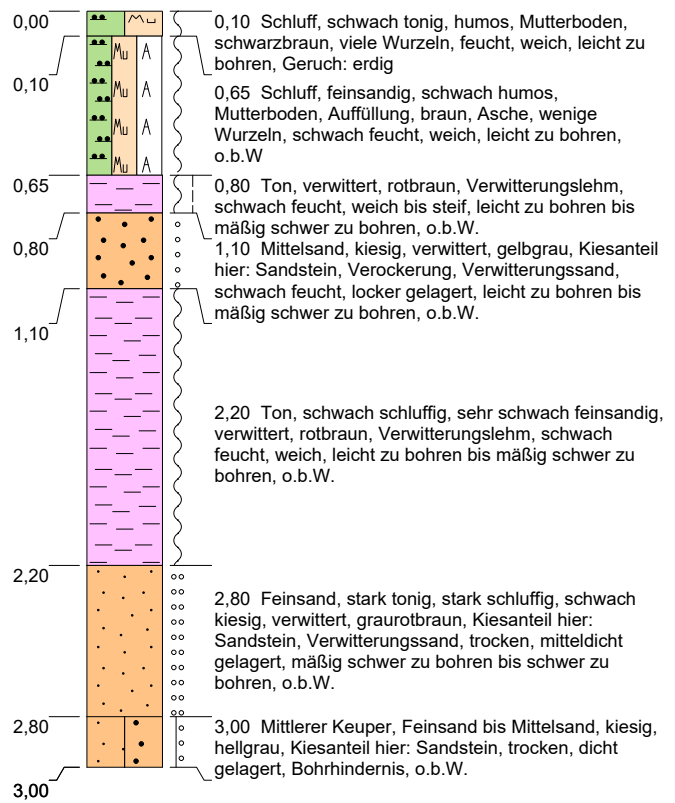
-0,68 m ü. BZP

-1,0

-2,0


-3,0

SP8

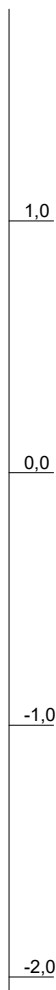


Höhenmaßstab: 1:30

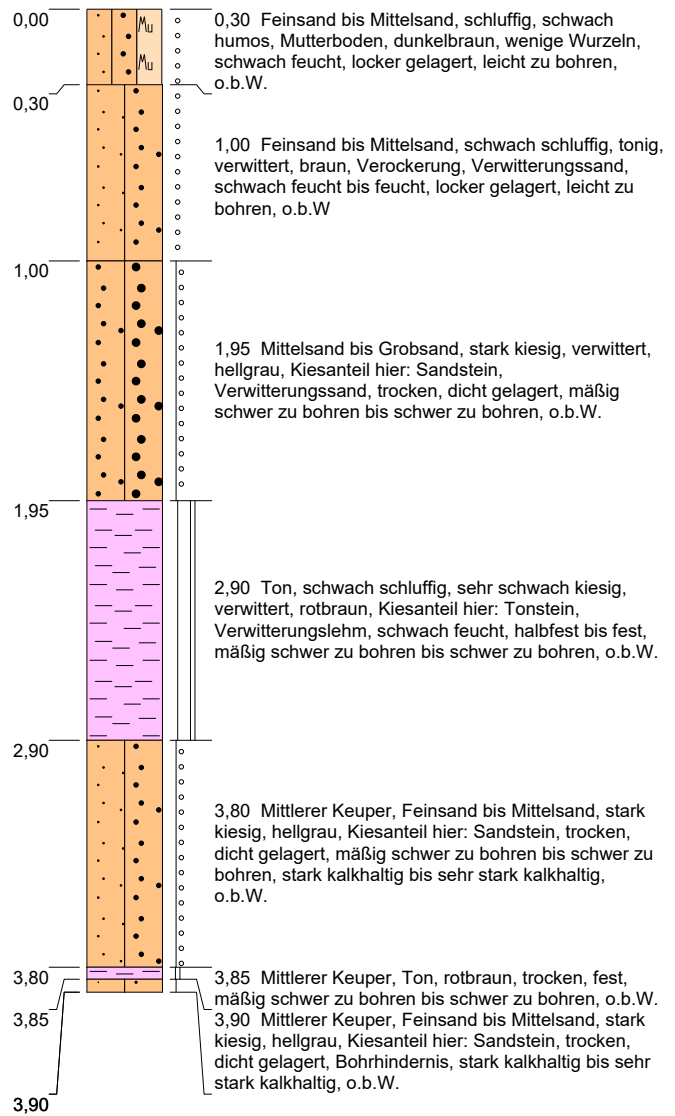
Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP8		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418637	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5494094	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: -0,68m	
Datum: 16.02.2018	Endtiefe: 3,00m	

1,84 m ü. BZP




SP9



Höhenmaßstab: 1:30

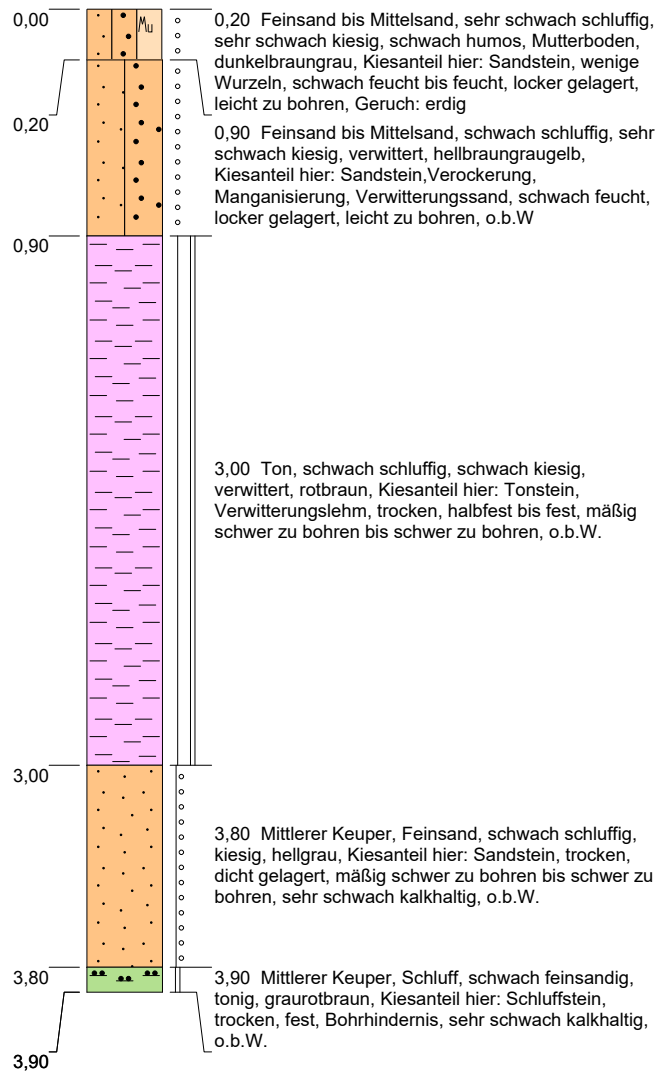
Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP9		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418589	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5494005	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: 1,84m	
Datum: 15.02.2018	Endtiefe: 3,90m	

1,33 m ü. BZP




SP10

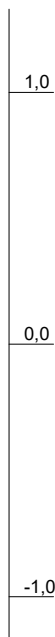


Höhenmaßstab: 1:30

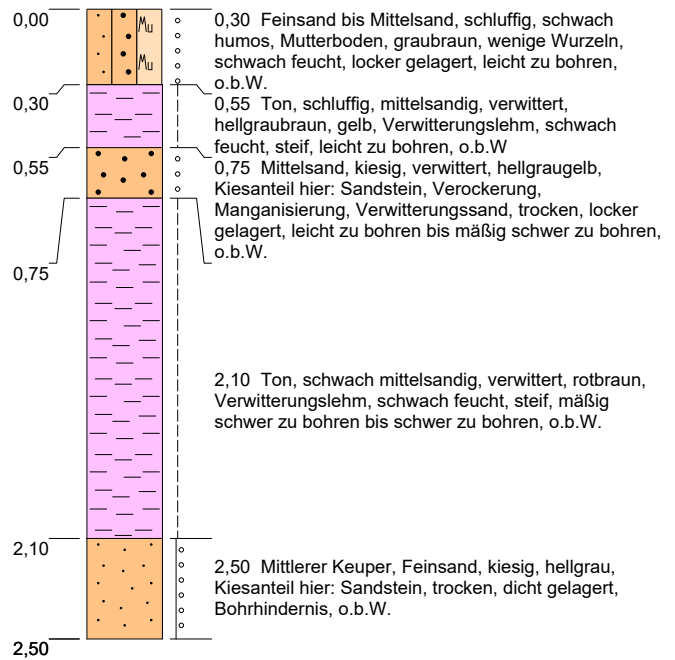
Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP10		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418539	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5493971	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: 1,33m	
Datum: 15.02.2018	Endtiefe: 3,90m	

1,33 m ü. BZP




SP11



Höhenmaßstab: 1:30

Blatt 1 von 1

Projekt: Herzogenaurach, In der Reuth		
Bohrung: SP11		
Auftraggeber: Stadt Herzogenaurach	Rechtswert: 4418605	
Bohrfirma: SakostaCAU GmbH	Hochwert: 5493929	
Bearbeiter: TGE	Ansatzhöhe: 1,33m	
Datum: 15.02.2018	Endtiefe: 2,50m	

Baugrundbeurteilung und Versickerungsfähigkeit
91074 Herzogenaurach, In der Reuth

**Anlage 3: Auswertung nach Kollbrunner und Maag
im verrohrten Bohrloch
(5 Seiten)**

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

Datum:	16.02.2018	Projekt:	BV Wohngebiet "In der Reuth"
Bearbeiter:	Gerlich	1700395/1	

Versuchsdurchführung

Bezeichnung Bohrung:	SP1		
Unterkante Verrohrung:	2,1	m u. GOK	auf Sandsteinoberkante
Rohrradius r:	0,0125	m	

	Zeitintervall dt	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit kf für Zeitintervall
	[s]	[m]	[m/s]
	0	3,00	
	20	2,85	8,0E-06
	60	2,75	4,5E-06
	100	2,63	4,1E-06
	120	2,57	4,0E-06
	160	2,46	3,9E-06
	220	2,34	3,5E-06
	280	2,23	3,3E-06
	320	2,16	3,2E-06
	360	2,09	3,1E-06
	400	2,00	3,2E-06
	440	1,91	3,2E-06
	480	1,83	3,2E-06
	520	1,75	3,2E-06
	560	1,68	3,2E-06
	660	1,56	3,1E-06
	720	1,46	3,1E-06
	780	1,41	3,0E-06
	840	1,36	2,9E-06
	960	1,30	2,7E-06
	1080	1,25	2,5E-06
	1200	1,23	2,3E-06
	1380	1,20	2,1E-06
	1620	1,17	1,8E-06
	1800	1,16	1,7E-06

Berechnung

$$kf = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * 1g \frac{h1}{h2}$$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Meßintervalles
h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Meßintervalles
dt = Dauer Messintervall [s]

**Berechnete mittlere Durchlässigkeit kf
3E-06 m/s**

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

Datum:	16.02.2018	Projekt:	BV Wohngebiet "In der Reuth"
Bearbeiter:	Gerlich	1700395/1	

Versuchsdurchführung

Bezeichnung Bohrung:	SP3		
Unterkante Verrohrung:	1,9	m u. GOK	auf Sandsteinoberkante
Rohrradius r:	0,0125	m	

	Zeitintervall dt	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit kf für Zeitintervall
	[s]	[m]	[m/s]
	0	3,00	
	40	2,75	6,8E-06
	60	2,55	8,5E-06
	100	2,35	7,6E-06
	120	2,27	7,3E-06
	160	2,11	6,9E-06
	200	2,05	6,0E-06
	240	2,00	5,3E-06
	320	1,94	4,3E-06
	400	1,88	3,7E-06
	520	1,79	3,1E-06
	570	1,75	3,0E-06
	720	1,66	2,6E-06
	900	1,55	2,3E-06
	1080	1,45	2,1E-06
	1200	1,38	2,0E-06
	1380	1,30	1,9E-06
	1560	1,22	1,8E-06
	1740	1,20	1,6E-06
	1920	1,17	1,5E-06
	2100	1,14	1,4E-06
	2280	1,13	1,3E-06

Berechnung

$$kf = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * 1g \frac{h1}{h2}$$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Meßintervalles
h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Meßintervalles
dt = Dauer Messintervall [s]

**Berechnete mittlere Durchlässigkeit kf
7E-06 m/s**

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

Datum:	15.02.2018	Projekt:	BV Wohngebiet "In der Reuth"
Bearbeiter:	Gerlich	1700395/1	

Versuchsdurchführung

Bezeichnung Bohrung:	SP6		
Unterkante Verrohrung:	2,6	m u. GOK	auf Sandsteinoberkante
Rohrradius r:	0,0125	m	

	Zeitintervall dt	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit kf für Zeitintervall
	[s]	[m]	[m/s]
	0	3,000	
	60	2,990	1,7E-07
	100	2,970	3,1E-07
	160	2,950	3,3E-07
	240	2,940	2,6E-07
	570	2,930	1,3E-07
	2700	2,880	4,7E-08

Berechnung $kf = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * lg \frac{h1}{h2}$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Meßintervalles

h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Meßintervalles

dt = Dauer Messintervall [s]

**Berechnete mittlere Durchlässigkeit kf
2E-07 m/s**

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

Datum:	15.02.2018	Projekt:	BV Wohngebiet "In der Reuth"
Bearbeiter:	Gerlich	1700395/1	

Versuchsdurchführung

Bezeichnung Bohrung:	SP9		
Unterkante Verrohrung:	3,9	m u. GOK	auf Sandsteinoberkante
Rohrradius r:	0,0125	m	

	Zeitintervall dt	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit kf für Zeitintervall
	[s]	[m]	[m/s]
	0	4,000	
	120	3,980	1,3E-07
	180	3,970	1,3E-07
	240	3,960	1,3E-07
	400	3,955	8,8E-08
	600	3,950	6,6E-08
	1800	3,940	2,6E-08

Berechnung $kf = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * lg \frac{h1}{h2}$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Meßintervalles

h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Meßintervalles

dt = Dauer Messintervall [s]

**Berechnete mittlere Durchlässigkeit kf
1E-07 m/s**

**Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit
Verfahren nach Kollbrunner und Maag**

Datum:	15.02.2018	Projekt:	BV Wohngebiet "In der Reuth"
Bearbeiter:	Gerlich	1700395/1	

Versuchsdurchführung

Bezeichnung Bohrung:	SP11		
Unterkante Verrohrung:	2,5	m u. GOK	auf Sandsteinoberkante
Rohrradius r:	0,0125	m	

	Zeitintervall dt	Höhe Wasserspiegel h über Ruhewasserspiegel	berechnete Durchlässigkeit kf für Zeitintervall
	[s]	[m]	[m/s]
	0	3,000	
	60	2,980	3,5E-07
	100	2,965	3,7E-07
	140	2,960	3,0E-07
	440	2,960	9,5E-08

Berechnung $kf = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * 1g \frac{h1}{h2}$

h1 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel zu Beginn des Meßintervalles

h2 = Wasserstand im Pegelrohr über dem Ruhewasserspiegel am Ende des Meßintervalles

dt = Dauer Messintervall [s]

**Berechnete mittlere Durchlässigkeit kf
3E-07 m/s**