

Büro für angewandte Geowissenschaften – 72074 Tübingen – Nauklerstraße 37A

GWG-Wohnungsgesellschaft
Reutlingen mbH
Oskar-Kalbfell-Platz 12

72764 Reutlingen



Baugrunderkundung
Gründungsberatung
Altlastenerkundung
Bodenmechanik
Umweltgeologie
Deponietechnik
Hydrogeologie

29.06.2018
Az 18 069

BAUGRUNDGUTACHTEN

für die geplante Bebauung

„Riedwiesen“

Reutlingen-Bronnweiler

INHALT	Seite
1. Allgemeines und Aufgabenstellung	3
2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse	3
3. Durchgeführte Untersuchungen.....	4
4. Ergebnisse der Untersuchungen	4
4.1 Schichtaufbau des Untergrunds	4
4.2 Hydrogeologische Verhältnisse	8
5. Tragfähigkeit des Untergrunds	9
6. Gründung	10
7. Bauwerke und Grundwasser	13
7.1 Schutz der Bauwerke gegen Grundwasser	13
7.2 Maßnahmen zur Grundwasserumläufigkeit	14
7.3 Wasserrechtliche Gesichtspunkte	15
7.4 Weitere Hinweise	15
7.5 Wasserhaltung im Bauzustand	16
8. Baugrubengestaltung	16
9. Boden- und Felsklassen für den Zustand beim Lösen	18
10. Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen.....	19
11. Schlussbemerkungen.....	20

ANLAGEN

- Anlage 1: Lageplan mit eingezeichneten Aufschlusspunkten
- Anlagen 2.1- 2.3: Schichtprofile der Bohrungen und Schürfgruben aus dem Jahr 1994
- Anlage 3 Hochwasserdatenabfrage

1. Allgemeines und Aufgabenstellung

GWG-Wohnungsgesellschaft Reutlingen plant die Wohnbebauung „Riedwiesen“ in Reutlingen-Bronnweiler.

Für dieses Projekt wurden im Jahr 1994 von unserem Büro umfangreiche Erkundungsmaßnahmen ausgeführt und ein Baugrundgutachten mit Datum 11.02.1994 hinsichtlich einer generellen Bebaubarkeit erstellt. Nach dem jetzt eine Planung vorliegt, wurde unser Büro von der GWG-Wohnungsgesellschaft Reutlingen mit Schreiben vom 08.06.2018 beauftragt, auf Basis dieses Bebauungsplans und der vorliegenden Erkundungsergebnisse ein Baugrundgutachten zu erstellen.

Zur Bearbeitung des Auftrags standen uns ein Bebauungsplan im Maßstab 1 : 1.000, gefertigt mit Datum 26.10.2017 von Casa Nova GmbH, Ulm zur Verfügung.

Anhand dieses Planes und aufbauend auf den Ergebnissen der 1994 durchgeführten Untergrunderkundung entstand das vorliegende Gutachten.

2. Lage und allgemeine geologische Verhältnisse

Das geplante Projekt liegt am Ortsausgang von Reutlingen-Bronnweiler in Richtung Gomaringen, südlich der Landstraße L 230 („Im Wiesaztal“). Das um ca. 7 m in nordwestlicher Richtung abfallende Gelände wird überwiegend als Heuwiese genutzt, mit einzelnen Baumgruppen. Im südlichen Bereich schließt sich eine Terrasse mit Bäumen an. Der östliche Bereich ist mit Sträuchern zugewachsen. Südlich der bestehenden Häuser befindet sich ein Spielplatz, der überbaut werden soll.

Der natürliche Untergrund wird unter einem humosen **Oberboden** zum einen von **Hanglehm** (südlicher Bereich) und zum anderen von Talablagerungen der Wiesaz aufgebaut. Diese bestehen aus **Auelehm** und **Talkiesen**. Darunter folgen die Schichten des Braunen Jura α (**Opalinuston**) in unterschiedlichen Verwitterungsstufen. Das Grundwasser zirkuliert in den Quartärböden und im Opalinuston, teilweise mit sehr geringem Flurabstand.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur direkten Erkundung des Schichtaufbaus des Untergrunds wurden am 26.01.1994 mit einem Bagger sieben Schürfgruben angelegt, die Tiefen zwischen 3,2 m (SG 1) und 3,7 m (SG 6) unter Gelände erreichten. Aufgrund der unsicheren Erfassung der Grundwasserverhältnisse in den Schürfgruben wurden am 02. und 03.02.1994 drei Kernbohrungen mit Bohrtiefen von jeweils 6,0 m unter Gelände ausgeführt. Die Bohrungen wurden zu Grundwasserbeobachtungspegeln ausgebaut. Aus dem Pegel der Bohrung B 3 wurde am 08.02.1994 eine Grundwasserprobe entnommen und auf betonangreifende Inhaltsstoffe untersucht (Gutachten vom Jahr 1994, Anlage 4).

Die Lage der Untersuchungspunkte ist auf dem Lageplan (Anlage 1) dargestellt. Die Einmessung der Untersuchungspunkte nach Lage und Höhe erfolgte durch unser Büro.

Auf Basis des vorliegenden Gutachtens wurden von uns die Schichtprofile der Bohrungen und Schürfgruben neu gezeichnet. Diese Profile sind auf der Anlage 2.1 - 2.3 nach DIN 4023 graphisch dargestellt.

In der Anlage 3 ist das Datenblatt der Hochwasserrisikoabfrage beigefügt.

4. Ergebnisse der Untersuchungen

4.1 Schichtaufbau des Untergrunds

In den Aufschlüssen wurden z.T. uneinheitliche Untergrundverhältnisse angetroffen. Zuoberst wurde in allen Schürfgruben und Bohrungen ein humoser **Oberboden** erschlossen.

Hierunter folgten, mit Ausnahme des südlichen Geländeabschnittes (SG 1, SG 2), Talablagerungen der Wiesaz. Diese bestanden im oberen Schichtabschnitt aus weichem bis steifem, tonigem bis stark tonigem Schluff (**Auelehm**). Darunter folgten Kiesböden mit variablen Sand-, Ton- und Schluffgehalten (**Talkiese**). Die Obergrenze der Talkiese zeigt die nachfolgende Tabelle 1.

Tabelle 1:

Aufschluss	Obergrenze Talkiese	
	m u. Gel.	m NN
B 1	0,5	465,2
B 2	1,2	466,5
B 3	1,8	463,8
SG 1	-	-
SG 2	-	-
SG 3	0,7	465,4
SG 4	0,2	464,4
SG 5	0,6	466,6
SG 6	0,6	464,2
SG 7	0,2	465,9

In den Schürfgruben SG 1 und SG 2 folgte unter dem Oberboden **Hanglehm**. Dieser bestand aus tonigem bis stark tonigem Schluff von steifer Konsistenz. Zur Tiefe war eine Zunahme des Tongehalts und ein Übergang in den halbfesten Zustand festzustellen.

Unter den Talablagerungen bzw. Hanglehm wurde die Schichtfolge des Opalinustons in unterschiedlichen Verwitterungsstufen erschlossen. In den in der Tabelle 2 zusammengestellten Tiefen bestand dieser Schichtabschnitt aus halbfestem, tonigem bis stark tonigem Schluff sowie schluffigem Ton. Dieser Schichtabschnitt ist in den Schichtprofilen mit „**Opalinuston, vollständig verwittert**“ (Verwitterungsstufe 4¹) bezeichnet.

¹ DIN EN ISO 14689-1: Benennung und Klassifizierung von Fels, Teil 1, Anhang A, Fassung 2003

Tabelle 2:

Aufschluss	Obergrenze „Opalinuston, vollständig verwittert“	
	m u. Gel.	m NN
B 1	2,0	463,7
B 2	3,2	464,5
B 3	-	-
SG 1	2,4	466,1
SG 2	2,8	468,4
SG 3	-	-
SG 4	2,2	462,4
SG 5	2,3	464,9
SG 6	2,1	462,7
SG 7	1,9	464,2

Zur Tiefe folgten die Schichten des „Opalinuston, mäßig verwittert“ (Verwitterungsstufe 2), die aus halbfestem bis festem, schichtigem, bereichsweise feinbankigem (B 1), blättrigem (SG 6) und z.T. stückigem (SG 6, SG 7) Tonstein bestanden. Die Obergrenze dieses Schichtabschnittes geht aus der folgenden Tabelle hervor:

Tabelle 3:

Aufschluss	Obergrenze „Opalinuston, mäßig verwittert“	
	m u. Gel.	m NN
B 1	2,4	463,3
B 2	3,4	464,3
B 3	2,3	463,3
SG 1	-	-
SG 2	-	-
SG 3	2,7	463,4
SG 4	2,8	461,8
SG 5	3,3	463,9
SG 6	2,3	462,5
SG 7	2,1	464,0

Nur in den Bohrungen wurden mit zunehmender Tiefe, feste bis harte Tonsteine des „Opalinuston, schwach verwittert“ (Verwitterungsstufe 1) angetroffen. In der Tabelle 4 ist die Tiefenlage der Obergrenze dieses Schichtabschnitts dargestellt.

Tabelle 4:

Aufschluss	Obergrenze „Opalinuston, schwach verwittert“	
	m u. Gel.	m NN
B 1	3,5	462,2
B 2	5,1	462,6
B 3	5,0	460,6

Nach Ergebnissen von Laborversuchen an vergleichbaren Böden sind die angetroffenen Böden in die folgenden Bodengruppen nach DIN 18 196 einzustufen:

Tabelle 5:

Schichtkomplex/Homogenbereich	Bodengruppen nach DIN 18 196
Handlehm, Auelehm	TM, TA
Talkiese	GÜ, GU
Opalinuston, vollständig verwittert	TA

Anmerkungen zu den Bodengruppen nach DIN 18 196

bindige Böden:

- TM = mittelplastische Tone (Fließgrenze w_L 35 bis 50 Gew.-%)
- TA = ausgeprägt plastische Tone (Fließgrenze w_L > 50 Gew.-%)

nichtbindige Böden:

- GU = Kies-Schluff-Gemische mit einem Anteil der Kornfraktion < 0,06 mm von 5 - 15 Gew.-%, Feinkornanteil vorwiegend schluffig
- GÜ = Kies-Schluff-Gemische mit einem Anteil der Kornfraktion < 0,06 mm von 15 - 40 Gew.-%, Feinkornanteil vorwiegend schluffig

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

In den Aufschlüssen wurden auf sehr unterschiedlichen Niveaus Wasserzutritte festgestellt. Diese Höhen wurden in die Schichtprofile auf den Anlagen 2.1 - 2.3 eingetragen. Zur längerfristigen Beobachtung der Grundwasserverhältnisse wurden die Bohrungen zu Grundwasserbeobachtungspegeln (NW = 2“) ausgebaut. Im Zuge der aktuellen Bearbeitung wurde versucht, die Pegel zu messen. Diese überflur ausgebauten Pegelaufsatzrohre wurden aber zwischenzeitlich beseitigt und die Pegel konnten somit jetzt nicht mehr gemessen werden.

Die in den Beobachtungspegeln bis 2011 gemessenen Grundwasserstände sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 6:

	Grundwasserstände					
	B 1 *		B 2*		B 3**	
Ansatzhöhe	465,70 m NN		467,70 m NN		465,60 m NN	
Messtermin	m u. Gel.	m NN	m u. Gel.	m NN	m u. Gel.	m NN
11.03.1994	2,51	463,19	2,22	465,48	0,64	464,96
14.04.1994	2,65	463,05	2,32	465,38	0,68	464,92
06.05.1994	2,45	463,25	2,30	465,40	0,51	465,09
06.06.1994	2,38	463,32	2,28	465,42	0,40	465,20
10.02.1995	2,40	463,30	2,41	465,29	0,65	464,95
16.02.1995	2,38	463,32	2,39	465,31	0,64	464,96
30.11.1995	2,32	463,38	2,25	465,45	0,70	464,90
02.04.1996	2,61	463,09	2,35	465,35	0,72	464,88
15.07.1997	2,52	463,18	2,43	465,27	0,87	464,73
11.01.1999	2,33	463,37	2,30	465,40	0,78	464,82
29.05.2011	2,56	463,14	-***	-	0,77	464,83

* Grundwasser in den Talkiesen

** höheres Hangwasser

*** Pegel in hohem Gras nicht auffindbar; Pegelaufsatzrohr war schon bei der letzten Messung 1999 beschädigt

Aus der unterschiedlichen Höhenlage der gemessenen Wasserstände in den Schürfgruben und Bohrungen lässt sich ableiten, dass auf dem Gelände verschiedene grundwasserleitende Horizonte vorhanden sind:

- Sehr hohe Grundwasserzutritte bereits in den bindigen Deckschichten (Hanglehm und Auelehm): Diese Grundwasserzutritte beschränken sich auf den südlichen Bereich des Bebauungsgebietes (B 3).
- Grundwasserzutritte innerhalb der Talkiese im überwiegenden Teil des Geländes: Hierbei handelt es sich um einen weitgehend zusammenhängenden Grundwasserkörper mit größerer Wasserführung.
- Grundwasserzutritte in den Tonsteinen des Opalinustons auf verschiedenen Niveaus: Hier ist die Wasserführung auf Kluft- und Schichtflächen beschränkt, mit geringeren Wassermengen.

Am 08.02.1994 wurde aus dem Pegel der Bohrung B 3 eine Wasserprobe entnommen und auf betonangreifende Inhaltsstoffe entsprechend DIN 4030 untersucht (Gutachten vom Jahr 1994, Anlage 4). Entsprechend den Grenzwerten der genannten Norm ist das Grundwasser als nicht betonangreifend einzustufen. Besondere betontechnologische Maßnahmen für ins Grundwasser reichende Gründungskörper und Bauteile sind daher nicht erforderlich.

Zur Überprüfung der Hochwassergefährdung durch die Wiesaz wurden von uns die in der Anlage 3 beigefügten Hochwasserdaten erhoben. Nach diesen Daten wird das Gelände weder bei HQ_{100} noch bei HQ_{EXTREM} überflutet.

5. Tragfähigkeit des Untergrunds

Der **Auelehm** und der **Hanglehm** sind als tragfähiger, jedoch relativ stark kompressibler Untergrund einzustufen. Allgemein ist die Kompressibilität von bindigen Boden umso größer, je höher die Plastizitätszahl (I_p) und der natürliche Wassergehalt (w_n) bzw. je geringer die Konsistenzzahl (I_c) ist. Aufgrund der vielfach festgestellten weichen Konsistenz sind diese Böden in hohem Maße zusammendrückbar und somit für eine direkte Lastabtragung nicht geeignet.

Die Verformungseigenschaften der darunter folgenden **Talkiese** sind abhängig vom Anteil der bindigen Gemengteile (Korndurchmesser < 0,06 mm). Hierbei ist es entscheidend, ob die Kieskörner ein Korngerüst bilden, bei dem das bindige Zwischenmittel lediglich die Porenräume ausfüllt („Korn-zu-Korn-Kontakt“) oder die Kieskörner ohne direkten Kontakt eingebettet sind. Allgemein kann man davon ausgehen, dass ab einem Anteil der bindigen Gemengteile von weniger als 15 Gew.-% ein Korngerüst vorhanden ist. Nach den durchgeführten Sieb- und Schlämmanalysen liegt der Anteil der bindigen Gemengteile zwischen 8 und 20 Gew.-%. Somit ist in den Talkiesen weitgehend ein Korngerüst ausgebildet. Auch nach visuellem Eindruck ist in den Kiesen ein Korn-zu-Korn-Kontakt vorhanden. Insgesamt weisen die Kiese gute Tragfähigkeitseigenschaften auf. Stellenweise können jedoch Bereiche mit erhöhtem Anteil bindiger Gemengteile und somit stärkerer Kompressibilität auftreten.

Für die darunter folgenden bindigen Verwitterungsböden des **„Opalinuston, vollständig verwittert“** gelten prinzipiell die gleichen Überlegungen wie für den Auelehm. Aufgrund der günstigeren Konsistenz ist die Zusammendrückbarkeit hier jedoch geringer.

Die Tonsteine des **„Opalinuston, mäßig und schwach verwittert“** besitzen eine deutlich geringere Zusammendrückbarkeit, diese Schichten sind als gut tragfähiger Baugrund einzustufen.

6. Gründung

In dem Bebauungsplanentwurf sind die jeweiligen Erdgeschossfußbodenhöhen der Baukörper eingetragen. Nach den uns vorliegenden Angaben ist eine große Tiefgarage für die beiden Geschossbauten an der Straße „Im Wiesaztal“ sowie für die 9 angrenzenden Reihenhäuser geplant.

Die beiden Reihenhauszeilen nördlich der Spielstraße können mit und ohne Unterkellerung ausgeführt werden. Aufgrund des hangseitig sehr hohen Grundwasserstands und der inhomogenen Untergrundverhältnisse empfehlen wir aus wirtschaftlichen Erwägungen auf eine Unterkellerung zu verzichten.

Die Kettenhäuser südlich der Spielstraße werden nicht unterkellert, die Fußbodenhöhen sind auf Straßenniveau geplant.

Die geplanten Fußbodenniveaus wurden in die Schichtprofile der Anlagen 2.1 - 2.3 eingetragen. Bei den Gebäuden, die unterkellert geplant sind, wurden von den Erdgeschossfußbodenhöhen 2,7 m, für das Untergeschoss und für die Tiefgarage drei Meter abgezogen.

Aus diesen Darstellungen ist ersichtlich, dass im Fall einer Fundamentgründung die Fundamentsohlen teilweise im steifen Hanglehm, im weichen Auelehm, in den deutlich besser tragfähigen Talkiesen bzw. bereichsweise sogar in den festen Tonsteinen liegen würden. Selbst beim Ansatz einer geringen Bodenpressung würden sich zum einen sehr große Setzungsbeträge einstellen, zum anderen aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung auch große differentielle Setzungsbeträge ergeben, die zu Schäden an den Gebäuden führen würden. Weiterhin muss hier die Gründung in Zusammenhang mit dem Schutz der Gebäude gegen Grundwasser gesehen werden (vgl. Abschnitt 7). Aufgrund der hohen Wasserstände müssen die Untergeschosse als druckwasserdichte Wanne ausgebildet werden.

Es bietet sich daher an, eine **Plattengründung** (Flächengründung) auszuführen. Sämtliche Gründungsplatten müssen in WU ausgeführt werden (vgl. Abschnitt 7.1). Die Berechnung der zusammenhängenden Gründungsplatte erfolgt dann am zweckmäßigsten nach einem verformungsabhängigen Verfahren (Steife- oder Bettungsmodulverfahren). Der genaue Bettungsmodul und die Dicke der Tragschicht (s.u.) muss vom Gutachter anhand von genauen Lastangaben ermittelt werden. Für eine vorläufige Bemessung kann von folgenden Bettungsmodul² ausgegangen werden:

- unterkellerte Gebäude im nördlichen Teil: k_s ca. 10.000 kN/m³
- nichtunterkellerte Gebäude im südlichen Teil: k_s ca. 5.000 kN/m³

Um die Verformungen der Bodenplatten zu reduzieren bzw. um eine bessere Lasteintragung zu gewährleisten, ist unter den bewehrten Gründungsplatten eine mindestens 30 cm dicke Tragschicht für die unterkellerten Gebäude auf der Nordseite und eine mindestens 50 cm dicke Tragschicht aus verdichtetem, körnigem Material unter der nichtunterkellerten Gebäuden auf der Südseite anzuordnen.

² Der Bettungsmodul ist kein Bodenkennwert, sondern eine abgeleitete Größe. Er hat bei strenger Betrachtung des Kräfte- und Verformungsbildes in den Gründungssohlen verschieden große Werte. Er wird abgeleitet unter der Annahme, dass die Setzung s an jeder Stelle des Gründungskörpers proportional der dort wirksamen Sohlnormalspannung σ_o ist. Dieser Proportionalitätsfaktor ist der sog. Bettungsmodul und errechnet sich nach der Beziehung: $k_s = \sigma_o/s$. Hierbei bedeutet s die Setzung des kennzeichnenden Punktes der starren Gründungsplatte und σ_o die wirksame Sohlnormalspannung.

Noch vorhandene Auffüllungen ungünstiger Tragfähigkeit sowie durchwurzelte oder weiche Bereiche müssen vollständig ausgeräumt und durch körniges Fremdmaterial ersetzt werden. Dadurch kann sich bereichsweise die Dicke der Tragschicht erhöhen. Die Aushubsohle muss vor dem Aufbringen der Tragschicht verdichtet und sollte durch den Gutachter abgenommen werden. Das günstigste Tragverhalten ergibt sich mit einem einheitlichen Brechkorngemisch der Abstufung 0/45 in frostsicherer Ausführung (= Schottertragschichtmaterialien nach ZTV SoB-StB 04³). Dann kann auf Frostschränken bei den nicht unterkellerten Gebäuden verzichtet werden. Die genaue Dicke wird nach Vorlage der Gebäudelasten ermittelt.

Längs der äußeren Gebäuderänder ist die Tragschicht mit einem Überstand von mindestens 30/50 cm auszuführen, damit die Lastausbreitung, die unter ca. 45° erfolgt, einheitlich innerhalb der Tragschicht stattfindet und auch eine ausreichende Tragfähigkeit in den Gebäuderandbereichen gewährleistet ist.

Um eine Vermengung des Tragschichtmaterials mit an der Aushubsohle anstehenden Böden zu verhindern, sollte auf dem Erdplanum ein reißfestes Geotextil (z.B. Filtervlies der Robustheitsklasse GRK 3) verlegt werden. Bindiges Material, das in die Tragschicht eindringt, würde sonst mittelfristig die Tragfähigkeit der Tragschicht deutlich reduzieren.

Es empfiehlt sich, auf der Oberfläche der Tragschicht eine Magerbetonschicht aufzubringen. Diese bietet einen gewissen Schutz gegen eindringendes Oberflächenwasser während der Bauzeit, was sonst zu nachträglichen Auflockerungen und Aufweichungen führt. Außerdem lässt sich dann die Bewehrung der Bodenplatte besser verlegen.

Aufgrund der inhomogenen Untergrundverhältnisse empfehlen wir die Untergeschosse und die nicht unterkellerten Bereiche der Erdgeschosse als biegesteife Kästen in Stahlbeton auszubilden.

Nach Fertigstellung der Baugesuchsplanung müssen noch Schürftgruben zur Verdichtung des Untersuchungsrastrers ausgeführt werden. Anhand dieser Ergebnisse wird dann die zur Ausführung kommende Gründung durch uns überprüft.

³ ZTV SoB-StB 04: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau**, hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 2004

Für sämtliche Erdarbeiten gelten die einschlägigen Richtlinien des Erdbaus (ZTVE-StB 17⁴, ZTVT-StB 95⁵ und ZTV SoB-StB 04). Das Tragschichtmaterial muss mit einer Proctordichte von 98 % eingebaut werden.

7. Bauwerke und Grundwasser

Wie in Abschnitt 4.2 beschrieben, wurden in den Aufschlüssen auf sehr unterschiedlichen Niveaus Grundwasserführungen in drei Horizonten festgestellt. Die Messungen der Grundwasserstände ergaben bereichsweise sehr hohe Wasserstände. Somit schneidet ein Teil der Gebäude mit dem Untergeschoss in die Grundwasserführung ein bzw. ergibt sich nur ein sehr geringer Abstand zu den gemessenen Wasserständen.

Für das geplante Bauvorhaben ist es daher erforderlich, besondere Maßnahmen zum Schutz gegen Grundwasser zu ergreifen und die notwendigen wasserwirtschaftlichen Belange zu beachten. Auf diese Punkte wird im Folgenden näher eingegangen.

7.1 Schutz der Bauwerke gegen Grundwasser

Ein Einschnitt in das Grundwasser, und sei er auch nur geringfügig und zeitweilig, erfordert die Ausbildung einer wasserdichten, auftriebssicheren Wannenkonstruktion, da eine permanente Ableitung von Grundwasser aus wasserrechtlichen Gründen nicht gestattet wird.

Für eine klare, planerische Konzeption der Wannenausbildung benötigt man einen definierten höchsten Wasserstand. Dieser könnte durch die Anordnung einer Sicherheitsdrainage festgelegt werden, die oberhalb des höchsten bisher gemessenen Wasserstands angeordnet wird.

⁴ ZTVE-StB 17: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau.** Hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln, Fassung 2017

⁵ ZTVT-StB 95: **Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau,** hrsg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 1995, Fassung 2002

Das Niveau der Sicherheitsdrainage stellt dann gleichzeitig den Bemessungswasserstand für die statisch konstruktive Durchbildung der Wannens dar.

Da der Anschluss von Dränagen an das öffentliche Kanalnetz jedoch im Kreis Reutlingen nicht genehmigt wird, muss der Bemessungswasserstand bei den unterkellerten Gebäuden auf 0,5 m unter dem tiefsten Geländepunkt gelegt werden.

Sämtliche Bauteile unterhalb dieser Bemessungswasserstände, auch Lichtschächte, Rampen, Zugänge usw., müssen dann als druckwasserdichte und auftriebsichere Wannens gemäß WU-Richtlinie 555 (sog. „weiße Wanne“) ausgebildet werden. Es empfiehlt sich, die erdberührenden Außenwände auch oberhalb der Bemessungswasserstände bis zum Niveau des fertigen Geländes wasserdicht auszubilden.

Der Vorteil bei dieser Ausführung liegt darin, dass eventuell undichte Stellen sicher erkannt und durch nachträgliche Injektionen gezielt saniert werden können. Die Abdichtung von Rissen durch Injektionen gehört zum Stand der Technik. Es hat sich in vergleichbaren Fällen bewährt, bereits beim konstruktiven Entwurf der Wannens im Hinblick auf die Rissesicherheit und Dichtigkeit eine entsprechende Spezialfirma beratend hinzuzuziehen, die auch die später evtl. erforderlichen Nachinjektionen ausführt.

Bei der Geländegestaltung (Neigung, Arbeitsraumverfüllung) ist weiterhin zu beachten, dass die Gebäude durch zulaufendes Oberflächenwasser nicht zusätzlich belastet wird. Auf befestigten Flächen anfallendes Oberflächenwasser muss in geeigneter Weise gefasst (z.B. Rinnen, Hofeinläufe u.ä.) und abgeleitet werden.

7.2 Maßnahmen zur Grundwasserumläufigkeit

Damit die ins Grundwasser eintauchenden Bauteile nicht als Staukörper für den Grundwasserstrom wirken, werden von den wasserwirtschaftlichen Fachbehörden Maßnahmen zur Gewährleistung der Grundwasserumläufigkeit gefordert. Hierzu sollten die seitlichen Arbeitsräume bis zum Bemessungswasserstand mit körnigem, durchlässigem Material verfüllt werden (2/45 oder gleichwertiges). Das Material ist sorgfältig lagenweise einzubauen und zu verdichten. Über dem durchlässigen Material sollte bis zur Geländeoberkante ein Lehmschlag (Grünflächen) oder Siebschutt mit erhöhtem bindigem Anteil (befestigte Flächen) eingebaut werden.

Auf dem Gelände sollten wasserundurchlässige Beläge angeordnet werden, um das direkte Eindringen von Oberflächenwasser in den Grundwasserkörper zu verhindern.

7.3 Wasserrechtliche Gesichtspunkte

Folgende Maßnahmen, die durch den Einschnitt des Gebäudes ins Grundwasser erforderlich werden, bedürfen einer wasserrechtlichen Erlaubnis:

- der Bemessungswasserstand
- die Anordnung eines Systems zur Grundwasserumleitung
- die erforderliche Wasserhaltung während der Bauzeit (vgl. Abschnitt 7.5)
- die Gründungsarbeiten

Zusätzlich zu den genannten Maßnahmen können von den Wasserrechtsbehörden Auflagen erteilt werden; die Ausführung wird von der entsprechenden Fachbehörde (Landratsamt Reutlingen, Umweltamt) überwacht. Insbesondere wird auch das Niveau des Bemessungswasserstands von diesen Behörden festgelegt.

Die wasserrechtliche Erlaubnis für die oben beschriebenen Baumaßnahmen muss mit entsprechenden Plänen und Beschreibungen beim Landratsamt Reutlingen beantragt werden.

Wir empfehlen, die genannten Punkte bereits vorab mit dem zuständigen Umweltamt zu erörtern und im Einzelnen abzustimmen. Wir sind gerne bereit, die fachtechnische Beratung der Bauherrschaft bzw. der Planer zu übernehmen.

7.4 Weitere Hinweise

Falls die Anordnung von Grundleitungen unterhalb der erdberührenden Bodenplatte erforderlich ist, muss ihre Dichtigkeit (auch gegen Eindringen von Grundwasser) sichergestellt sein. Soweit uns bekannt ist, werden von Seiten der Fachbehörden keine besonderen Maßnahmen verlangt, es muss lediglich die Dichtigkeit der Leitungen gewährleistet werden.

7.5 Wasserhaltung im Bauzustand

Das in den Baugruben anfallende Wasser kann in offener Wasserhaltung über Drängräben in Pumpensümpfen gesammelt und gezielt abgeleitet werden.

Das aus den Baugrubenböschungen austretende Wasser muss direkt am Böschungsfuß durch eine Baudränage, vergleichbar einer Ringdränage, gefasst werden. An der Sohle der Gräben der Baudränage werden ein Filtervlies und Dränrohre mit geschlossenem Sohlgerinne (DN > 150 mm), mit Gefälle zu den jeweiligen Pumpensümpfen, verlegt. Diese Gräben werden anschließend mit Kies verfüllt. Der Scheitelpunkt muss hierbei mindestens 10 cm unter dem tiefsten Aushubniveau liegen.

Die anfallenden Wassermengen lassen sich nur schwer vorhersagen, da sie im Wesentlichen von den Witterungsverhältnissen und der variierenden Durchlässigkeit (vgl. Abschnitt 4.2) bestimmt werden. Wir empfehlen daher ausreichend Pumpenaggregate, auch für größere Wassermengen, vorzuhalten und dies bereits in der Ausschreibung zu berücksichtigen.

8. Baugrubengestaltung

In Anlehnung an DIN 4124 können freie Böschungen bis zu einer Höhe von 5 m mit folgenden Neigungen angelegt werden:

- | | |
|--|-----------------------|
| - Auelehm, Hanglehm: | $\beta \leq 45^\circ$ |
| - Talkiese: | $\beta \leq 45^\circ$ |
| - Opalinuston, vollständig verwittert: | $\beta \leq 60^\circ$ |
| - Opalinuston, mäßig und schwach verwittert: | $\beta \leq 70^\circ$ |

Bei Böschungshöhen über 5 m ist nach DIN 4124 ein Standsicherheitsnachweis erforderlich. Auf die übrigen Hinweise der genannten Norm (z.B. lastabhängiger Abstand zu Böschungskronen) wird hingewiesen. Wir empfehlen, die freien Böschungen durch Abhängen mit Folie, die über die Böschungskrone geführt werden muss, gegen Witterungseinflüsse zu schützen. Auf den Böschungskronen dürfen keine Materialien, auch kein Aushub, gelagert werden.

Im Bereich von Wasserzutritten in der Böschung sind die Böschungen durch Vorschütten eines Grobschotterkeils zu sichern. Maßnahmen zur Wasserhaltung im Bauzustand sind aus Abschnitt 7.5 ersichtlich.

Da die Baugrubensohle überwiegend in Böden verläuft, die bei einer Durchfeuchtung durch Niederschlags- oder Sickerwasser rasch aufweichen, empfiehlt es sich, den Aushub mit einem Tief-
löffelbagger von oben her vorzunehmen bzw. Maßnahmen zur Stabilisierung vorzusehen.

Des Weiteren empfehlen wir, auf dem planmäßigen Aushubniveau eine Schutzschicht von ca. 20 cm zu belassen, die erst unmittelbar vor dem Einbringen der Trag- bzw. Filterschicht ausgehoben wird.

Tieferreichende Bauteile, die in den Talkiesen im Grundwasser einbinden, müssen durch eine Spundwand gesichert werden.

Tiefere Leitungsgräben (ab 1,25 m) müssen mit einem wandernden Verbaugerät (Verbauplatten) vollständig gesichert werden, auch hier sind die Angaben der DIN 4124 zwingend einzuhalten.

9. Boden- und Felsklassen für den Zustand beim Lösen

Tabelle 7:

Schichtkomplex/ Homogenbereich	Boden- bzw. Felsklasse	
	nach DIN 18 300	nach DIN 18 301
Oberboden	1	BO 1
Hanglehm/ Auelehm	4 und 5	BB 2
Talkiese	3, 4 und 5	BN 1 - 2, BS 1 - 2
Opalinuston:		
- vollständig verwittert	5	BB 3
- mäßig verwittert	6 und 7	FV 1- 3, FD 1 - 2
- schwach verwittert	7, z.T. 6	FV 2- 4, FD 2 - 3

ANMERKUNGEN zu den Bodenklassen nach DIN 18 300

Klasse 1: Humoser, belebter Oberboden

Klasse 2: Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben

Klasse 3: Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% an Schluff und Ton (< 0,063 mm Korndurchmesser) und mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt

Klasse 4: bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität (Gruppen TL und TM nach DIN 18 196), die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt enthalten sowie Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% Korngröße kleiner 0,063 mm

Klasse 5: hierzu gehören Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt und höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt sowie ausgeprägt plastische Tonböden (Gruppe TA nach DIN 18 196)

Klasse 6: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind sowie vergleichbare feste oder verfestigte bindige oder nicht-bindige Bodenarten, sowie Böden mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt

Klasse 7: Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind sowie Steine von über 0,1 m³ Rauminhalt

Hinsichtlich der Einstufung in Homogenbereiche der neuen VOB Teil C sind der Abschnitt 4.1, die Tabellen 5, 7 und 8 sowie die Schichtprofile zu beachten. Sollte es bei der Einstufung in Boden- und Felsklassen zu Unstimmigkeiten zwischen der Bauherrschaft und den ausführenden Firmen kommen, sind wir gerne zur Klärung der diesbezüglich auftretenden Fragen bereit.

10. Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Tabelle 8:

Schichtkomplex/ Homogenbereich	Wichte (kN/m ³)		Reibungs- winkel (°)	Kohäsion (kN/m ²)	Steifemodul (MN/m ²)
	γ	γ'	ϕ'	c'	E_s
Hanglehm / Auelehm	20	10	17,5 - 25	5 - 10	6 - 8
Talkiese	20	12	35	0 - 2	20 - 30
Opalinuston:					
- vollständig verwittert	21	11	17,5	10	8 - 12
- mäßig verwittert*	23	13	35	20	> 60
- schwach verwittert*	24	14	40	20	> 100

* schwankt je nach Trennflächengefüge, Verwitterungsgrad und Beanspruchungsrichtung in weiten Grenzen, die jeweiligen Werte werden jedoch nicht unterschritten

Nach DIN 4149 (2005-04) „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ und der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen liegt Reutlingen-Bronnweiler in der Erdbebenzone 3. Für einen rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit kann nach Tabelle 2 der genannten Norm ein Bemessungswert der Bodenbeschleunigung von $\alpha_g = 0,8 \text{ m/s}^2$ angesetzt werden. Gemäß Abschnitt 5.2 sind die Untergrundverhältnisse (Baugrundklasse/Untergrundklasse) als **B-R** zu beschreiben.

Tabelle 9:

Parameter zur Beschreibung des elastischen horizontalen Antwortspektrums:				
Untergrundverhältnisse	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
B-R	1,25	0,05	0,25	2,0
Parameter zur Beschreibung des elastischen vertikalen Antwortspektrums:				
B-R	1,25	0,05	0,20	2,0

11. Schlussbemerkungen

Die Untergrundverhältnisse wurden anhand von Schürfgruben und Bohrungen aus dem Jahr 1994 beschrieben und beurteilt. Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf diese Untersuchungsstellen. Abweichungen von den im vorliegenden Gutachten enthaltenen Angaben können nicht ausgeschlossen werden.

Es ist daher eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der während der Aushub- und Gründungsarbeiten angetroffenen Boden- und Grundwasserverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich.

Die Angaben der zu erwartenden Bodenklassen nach DIN 18 300/301 oder der Schichtgrenzen können nicht für eine verbindliche Kostenermittlung herangezogen werden oder ein Aufmaß bei der Bauausführung ersetzen, da erfahrungsgemäß diese auch auf kurze Entfernung variieren können.

Aus diesen Gründen müssen nach Fertigung der Baugesuchsplanung noch Schürfgruben zur Verdichtung des Untersuchungsrastrers ausgeführt werden. Anhand dieser Ergebnisse muss dann das vorliegende Gutachten überarbeitet werden.

Die Gründungssohlen müssen bei der Ausführung vom Baugrundgutachter überprüft werden. Auch sollte die endgültige Baugrubengestaltung mit uns abgestimmt werden.

Das Gutachten wurde anhand der uns vorliegenden Pläne und Informationen ausgearbeitet. Ergeben sich Änderungen bezüglich der dem Gutachten zugrunde liegenden Planung (z.B. Änderung der Fußbodenhöhen o.ä.), müssen die Angaben im vorliegenden Gutachten durch uns überprüft werden.

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf das untersuchte Gelände. Eine Übertragung der Ergebnisse und Folgerungen auf Nachbargrundstücke ist nicht möglich.

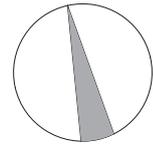
In Zweifelsfällen sollten wir verständigt werden. Für die Beantwortung von Fragen, die im Zuge der weiteren Planung und Ausführung auftreten, stehen wir gerne zur Verfügung.

Tübingen, den 29. Juni 2018

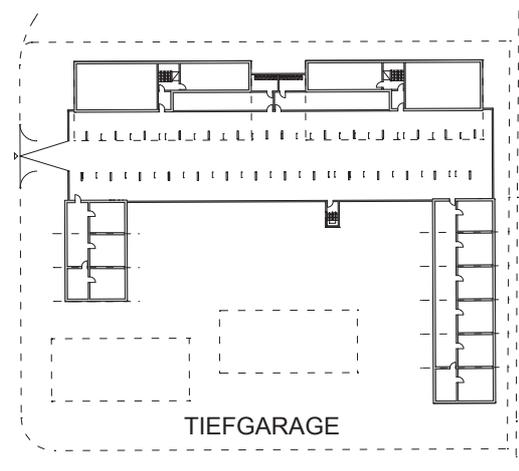
 Digital unterschrieben von Steffen Potthoff
DN: cn=Steffen Potthoff, o=Bfageo, ou,
email=steffen.potthoff@bfageo.de, c=DE
Datum: 2018.06.29 17:08:17 +02'00'

S. Potthoff
Dipl.-Geol.

unter Mitarbeit von Dipl.-Geol. Herbert Stäblein und Dr. Samereh Abdolali Pour



Anlage 1
zum Gutachten
vom 29.06.2018



BEBAUUNGSPLAN

RIEDWIENEN
STADT REUTLINGEN

M. 1:1000

Planung

CASA NOVA
Planungs- und Wohnbaugesellschaft mbH

Wielandstraße 25
89073 Ulm
Tel. (0731) 920 12-0
Fax (0731) 920 12-20
info@casa-nova.com
www.casa-nova.com

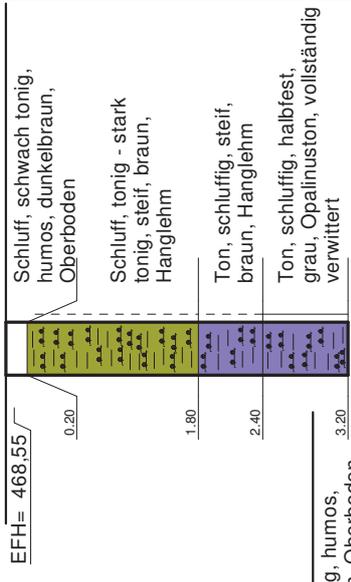
26.10.2017

CasaNova
ALLES, AUSSER GEWÖHNLICH.

B: Bohrungen
SG: Schürfgruben

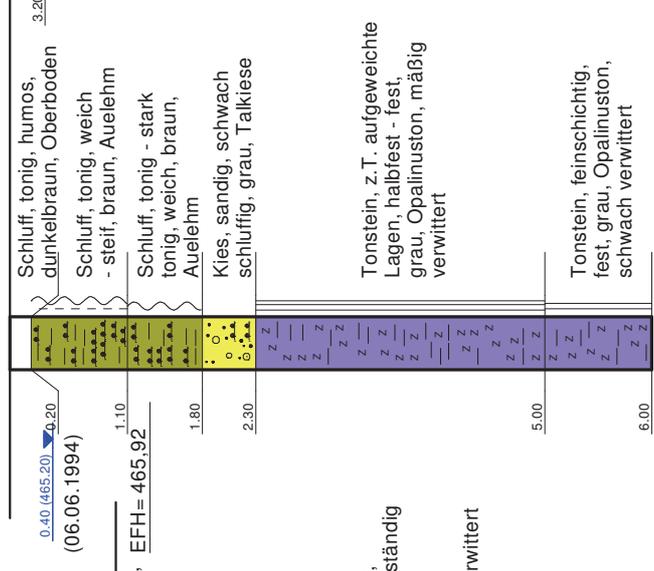
SG 1

468,47 m NN



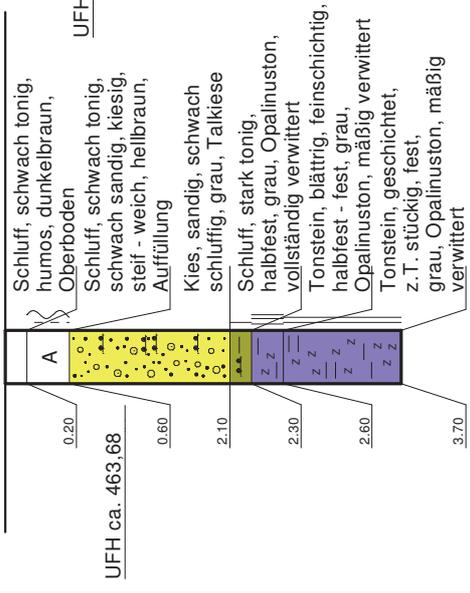
B 3 (2"-Pegel)

465,60 m NN



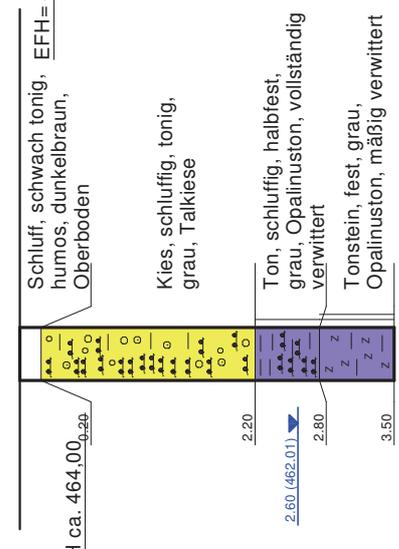
SG 6

464,82 m NN



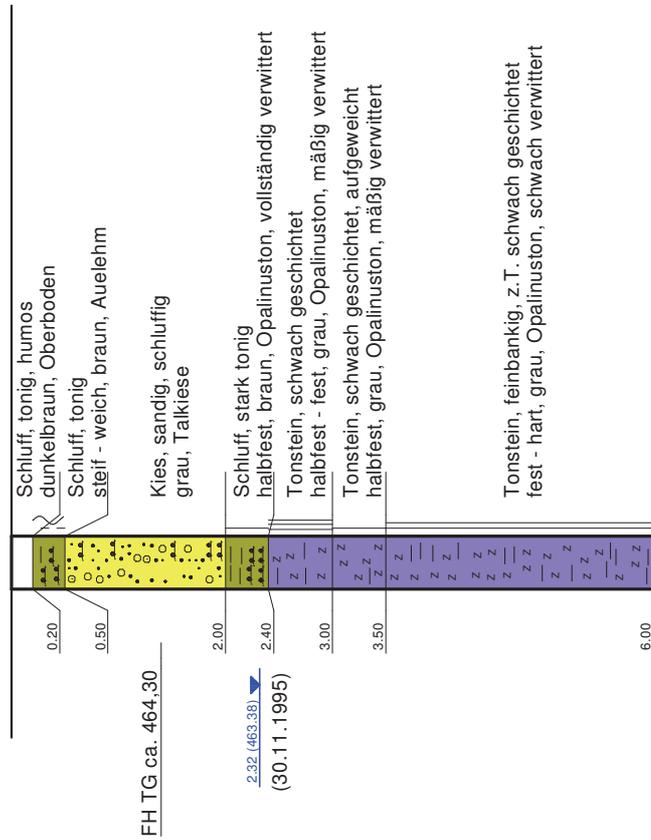
SG 4

464,61 m NN



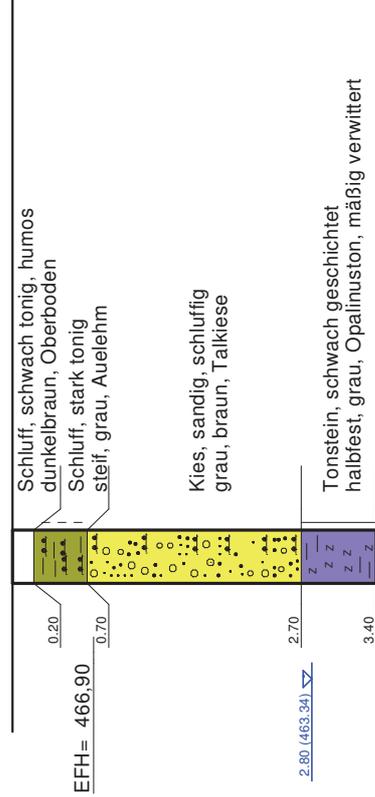
B 1 (2"-Pegel)

465,70 m NN



SG 3

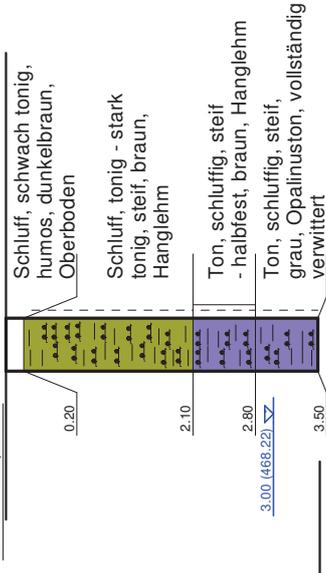
466,14 m NN



SG 2

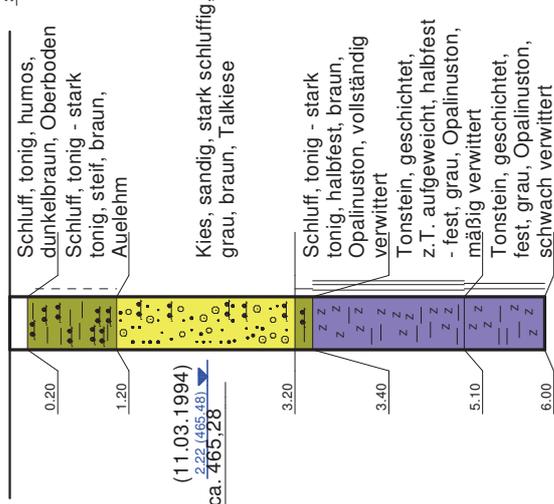
471,22 m NN

EFH= 471,25



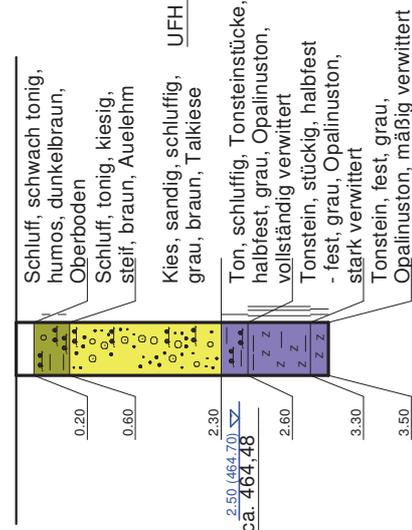
B 2 (2"-Pegel)

467,70 m NN



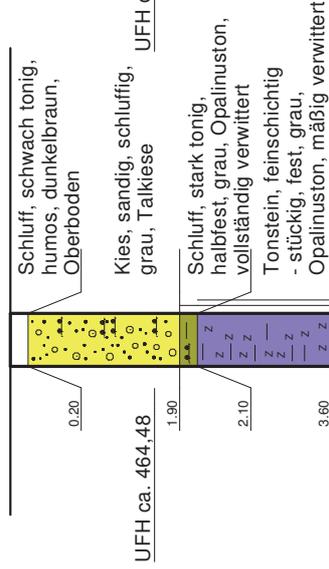
SG 5

467,20 m NN



SG 7

466,10 m NN



Anlage 3
zum Gutachten
vom 29.06.2018

Datenblatt der Hochwasserrisikoabfrage

Hochwasserrisikomanagement-Abfrage

Im Folgenden erhalten Sie das Ergebnis zu Ihrer Abfrage an der von Ihnen gewählten Koordinate.

Weitere ausführliche Informationen zum Thema Hochwasserrisiko-Management in Baden-Württemberg sind unter www.hochwasserbw.de zu finden.

gedruckt am 26.06.2018

Information zu Überflutungsflächen und -tiefen

Koordinate:

Rechtswert	3509942
Hochwert	5368188

	UF	UT [m]	WSP [müNN]
10-jährliches Hochwasser (HQ ₁₀)	X	-	-
50-jährliches Hochwasser (HQ ₅₀)	X	-	-
100-jährliches Hochwasser (HQ ₁₀₀)	X	-	-
Extrem Hochwasser (HQ _{EXTREM})	X	-	-

UF: Überflutungsflächen, UT: Überflutungstiefen, WSP: Wasserspiegellagen
 Hinweis: Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter gerundet. Überflutungstiefen kleiner 10cm werden auf 10cm gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte in Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.



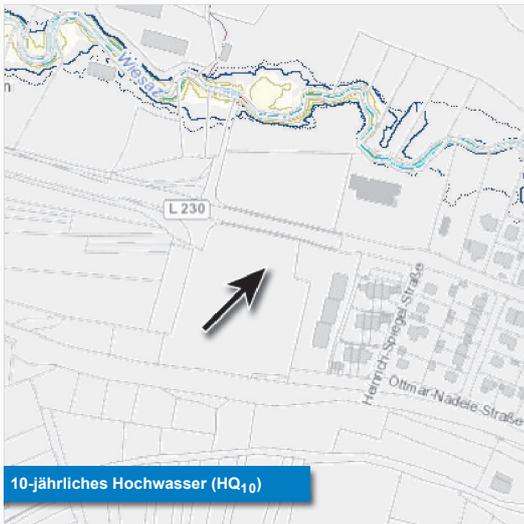
mögliche Änderung /
Fortschreibung



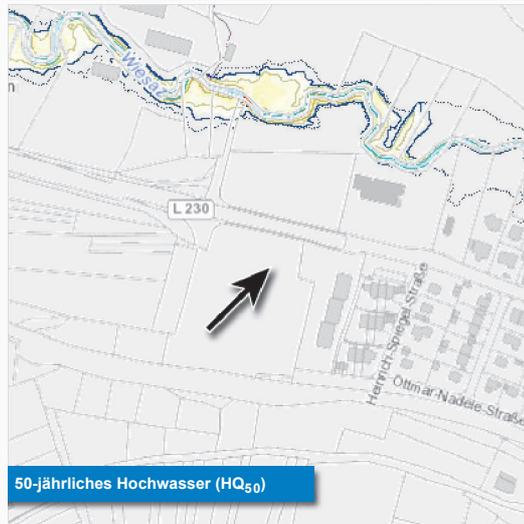
HWGK in Bearbeitung



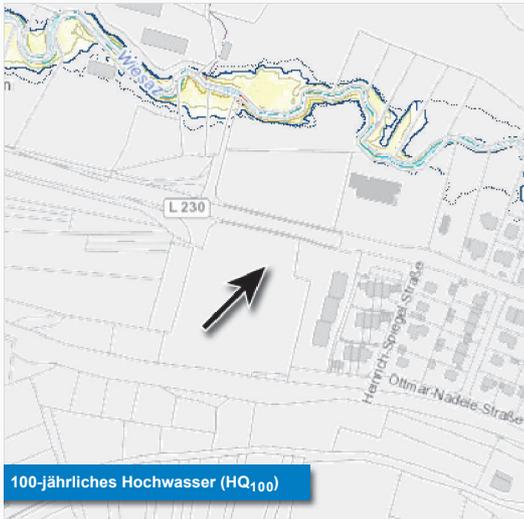
Überflutungsflächen



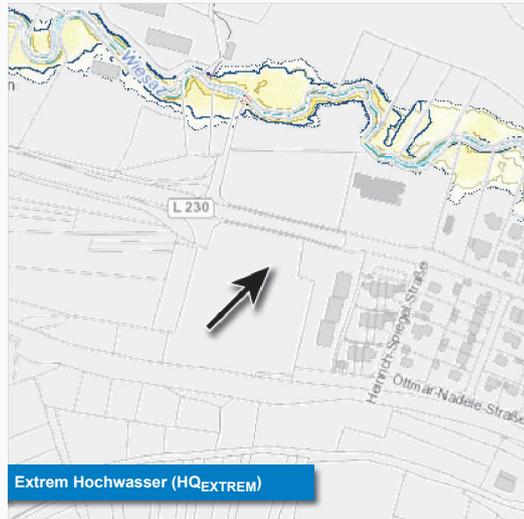
10-jährliches Hochwasser (HQ₁₀)



50-jährliches Hochwasser (HQ₅₀)



100-jährliches Hochwasser (HQ₁₀₀)



Extrem Hochwasser (HQ_{EXTREM})

Geländeinformation

der Hochwassergefahrenkarte

465,8 müNN

Hinweise:

- Digitales Geländemodell der Hochwassergefahrenkarte (HWGK-DGM). Es wurden alle hydraulisch relevanten Strukturen (z. B. terrestrisch vermessene Querprofile, Dämme und Durchlässe) in das DGM des Landes Baden-Württemberg eingearbeitet.
- Die angegebenen Werte sind auf Dezimeter gerundet. Es ist zu beachten, dass Werte innerhalb von Gebäuden mit Unsicherheiten behaftet sind.



▼ Dokumente

Zu der markierten Koordinate konnten folgende Dokumente gefunden werden:

Endfassung

Überflutungsflächen-Karte M10.000

- [HWGK_UF_M100_128076.pdf](#)

Überflutungstiefen-Karte HQ100 M10.000

- [HWGK_UT100_M100_128076.pdf](#)

Hochwasserrisikokarte (HWRK)

Hochwasserrisikobewertungskarte (HWRBK)

Hochwasserrisikosteckbrief (HWRSt)

- [HWRK_GMD_8415061_Reutlingen.pdf](#)

Maßnahmenbericht – Allgemeine Beschreibung der Maßnahmen und des Vorgehens

- [HWRM_Massnahmenbericht_Allgemeine_Beschreibung_2015-12-02.pdf](#)

Maßnahmenbericht – Anhang I: Maßnahmen auf Ebene des Landes Baden-Württemberg

- [Anhang_I_2015-10-20.pdf](#)

Maßnahmenbericht – Anhang II: Maßnahmen nicht kommunaler Akteure

- [Bericht_11_Anhang2.pdf](#)

Maßnahmenbericht – Anhang III: Verbale Risikobeschreibung und -bewertung

Der Anhang III setzt sich aus der verbalen Risikobeschreibung und -bewertung, den Maßnahmen der Kommune und dem zugehörigen Stand des Hochwasserrisikosteckbriefs für ein Gemeindegebiet zusammen.

- [8415061_Reutlingen_A_verbale_Risikobewertung.pdf](#)

Maßnahmenbericht – Anhang III: Maßnahmen der Kommunen

- [8415061_Reutlingen_B_Tabellen.pdf](#)

Maßnahmenbericht – Anhang III: Hochwasserrisikosteckbriefe

Hinweis: Der hier aufgeführte Hochwasserrisikosteckbrief entspricht dem Stand der verbalen Risikobeschreibung- und Bewertung für das jeweilige Gemeindegebiet. Zum Teil wurde bereits eine aktuellere Version erarbeitet, die oben unter Hochwasserrisikosteckbrief (HWRSt) bereits bereitgestellt ist.

- [8415061_Reutlingen_C_Steckbrief.pdf](#)

Blattschnittübersichten

- [HWGK_401_411_Eyach_Ammer_Steinlach_Blattschnitt_KartenTyp_1b.pdf](#)
- [HWGK_401_411_Eyach_Ammer_Steinlach_Blattschnitt_KartenTyp_1a_T2.pdf](#)

sonstige Dokumente

Weiterführende Informationen:

- [Hochwassergefahrenkarten: Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg](#)
- [Hochwassergefahrenkarten: Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in Baden-Württemberg - Anlage](#)
- [HWRMP Vorgehenskonzept](#)
- [HWRMP Vorgehenskonzept Anhang](#)
- [HWRMP Optionales Titelblatt für Anhang III](#)
- [HWRMP Optionale Rückseite für Anhang III](#)
- [Lesehilfe HWGK](#)
- [Hochwasserrisikomanagementpläne](#)