



## Abschlussbericht

BV Alte Dorfstraße 1 in 73773 Aichwald-Aichschieß  
Baugrund- und abfalltechnische Untersuchungen

Flurstücke 545 und 545/1

Rosenpark Quartier GmbH

**Impressum**

Auftraggeber: Rosenpark Quartier GmbH  
Berkheimer Straße 52  
73734 Esslingen am Neckar

Auftragnehmer: Sweco GmbH  
Willy-Brandt-Straße 54  
70173 Stuttgart

Bearbeitung: Carmelo Fernandez Peinado  
Mobil: +49 173 6646 924  
E-Mail: carmelo.fernandezpeinado@sweco-gmbh.de

Stephan Anhorn  
Mobil: +49 172 9655 882  
E-Mail: stephan.anhorn@sweco-gmbh.de

Bearbeitungszeitraum: Januar 2022 bis Februar 2022

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Standortbeschreibung</b>	<b>1</b>
2.1	Geografische Lage	1
2.2	Geologische und hydrogeologische Situation	2
2.3	Geplante Bebauung	3
<b>3</b>	<b>Untersuchungsumfang</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Durchgeführte Arbeiten</b>	<b>4</b>
4.1	Kleinrammbohrungen / Rammsondierungen	4
4.2	Laboruntersuchungen	4
4.2.1	Bodenmechanische Untersuchungen	4
4.2.2	Chemische Untersuchungen	4
<b>5</b>	<b>Untersuchungsergebnisse</b>	<b>5</b>
5.1	Untergrundaufbau und Grundwasserverhältnisse	5
5.2	Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen	5
5.3	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen	6
5.4	Einteilung in Homogenbereiche	8
5.5	Bodenkennwerte	8
5.5.1	Erdbebenwirkung	9
5.5.2	Empfehlungen	9
5.5.2.1	Gründung von Gebäuden und Bauwerken	9
5.5.2.2	Abdichtung von Gebäuden und Bauwerken	10
5.5.2.3	Baugruben und Gräben	10
5.5.2.4	Wasserhaltung	10
5.5.2.5	Versickerung von Niederschlagswasser	11
5.6	Abfalltechnische Bewertung	11
<b>6</b>	<b>Allgemeine Hinweise</b>	<b>12</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte (ohne Maßstab)	1
Abbildung 2: Geologie des Untersuchungsgebietes (ohne Maßstab)	2
Abbildung 3: Geplante Bebauung	3

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Allgemeine Angaben zum Standort	2
Tabelle 2: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche – bindiger Boden	5
Tabelle 3: Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen, Wasser	6
Tabelle 4: Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen, Asphalt	6
Tabelle 5: Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen, Boden	7
Tabelle 6: Bodenkennwerte / Eigenschaften	8
Tabelle 7: Abfalltechnische Einstufung	11

## Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Lageplan der Untersuchungspunkte (Maßstab 1 : 500)
Anlage 2:	Unterlagen Felduntersuchungen
Anlage 2.1:	Bohrprofile nach DIN 4023 mit Schichtenverzeichnissen
Anlage 2.2:	Rammdiagramme nach DIN EN ISO 22476-2 mit Rammprotokollen
Anlage 2.3:	Probenahmeprotokoll Wasser
Anlage 2.4:	Nivellement
Anlage 3:	Profilschnitt
Anlage 4:	Fotodokumentation
Anlage 5:	Prüfberichte bodenmechanische Laboruntersuchungen
Anlage 6:	Prüfberichte chemische Laboruntersuchungen

## Literaturverzeichnis

### DIN-Normen:

- DIN 1054: Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- DIN 1055-2: Einwirkungen auf Tragwerke, Bodenkenngrößen.
- DIN EN ISO 14688: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Teil 1: Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden.
- DIN EN ISO 14688: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen.

- DIN EN ISO 17892: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben – Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts.
- DIN 18123: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Korngrößenverteilung.
- DIN 18196: Erd- und Grundbau, Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.
- DIN 18300: Bodenklassen für Erdarbeiten.
- DIN EN 1997: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.
- DIN EN 1998: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 5: Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte.
- DIN EN ISO 22476: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 2: Rammsondierungen.
- DIN 4017: Baugrund- Berechnung des Grundbruchwiderstandes von Flachgründungen.
- DIN 4022: Baugrund und Grundwasser – Benennung und Beschreibung von Boden und Fels.
- DIN 4023: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen.
- DIN 4030: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte.
- DIN 4123: Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude.
- DIN 4124: Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten.

Karten:

- [U1] Innenministerium Baden-Württemberg [Hrsg.] (2005): Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg 1 : 350.000.
- [U2] Deutscher Wetterdienst [Hrsg.] (2016): Karte der Frosteinwirkungszonen in Deutschland. 1 : 750.000

Sonstige Literatur / Quellen:

- [U3] Umweltministerium Baden-Württemberg (2007): Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007. – Stuttgart.
- [U4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (27.04.2009): Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV), Zuletzt geändert durch Art. 2 V vom 27.9.2017 – Berlin.
- [U5] Bundesanstalt für Straßenwesen (2017): Karte der Frosteinwirkungszonen.
- [U6] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall-LAGA (Stand 09.02.2021): Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit.
- [U7] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2001): Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauspalt im Straßenbau – RuVA-StB 01, Fassung 2005.

## Abkürzungsverzeichnis

BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
Bzp.	Bezugspunkt
DPH	Schwere Rammsonde
EG	Erdgeschoss
Ip	Plastizitätszahl
Ic	Konsistenzzahl
KRB	Kleinrammbohrung
m u. GOK	Meter unter Geländeoberkante
m. ü. NN	Meter über Normalnull
OKFF	Oberkante des fertigen Fußbodens
TK	Topografische Karte
UK	Unterkante
VwV	Verwaltungsvorschrift
WI	Fließgrenze
Wn	Nat. Wassergehalt
Wp	Ausrollgrenze



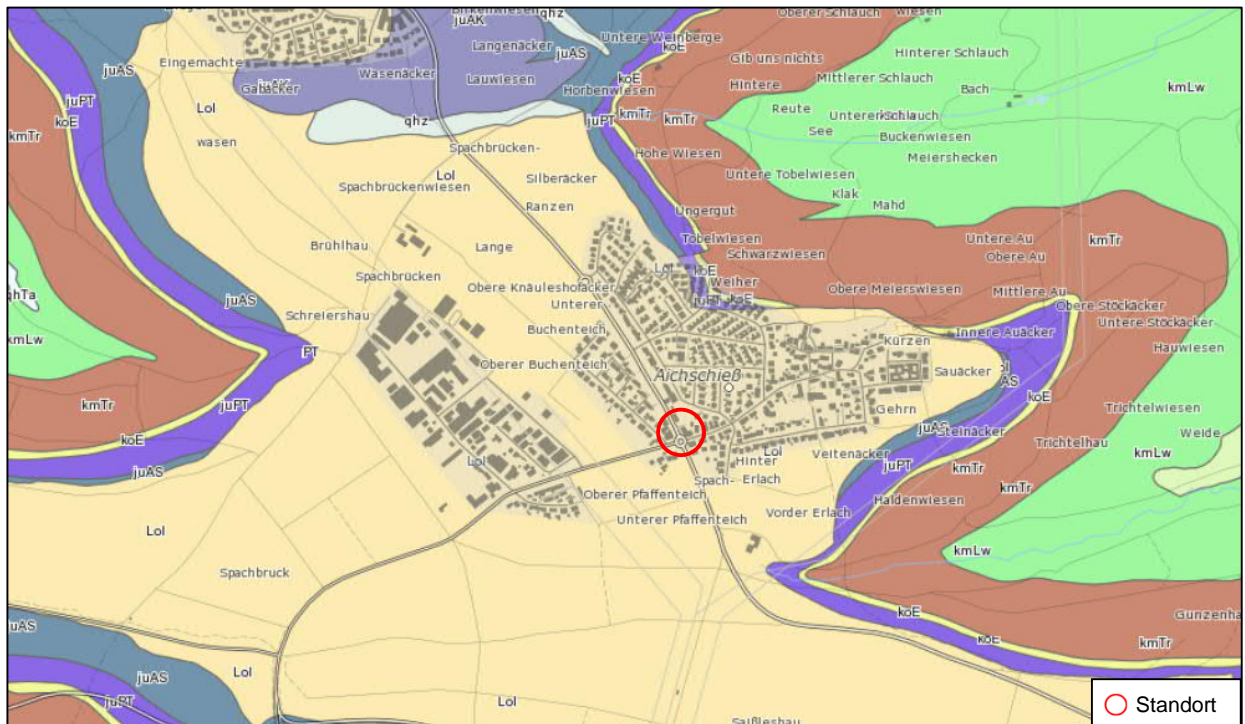
**Tabelle 1:** Allgemeine Angaben zum Standort

<b>Flurstücksnummer:</b>	545, 545/1	<b>Mittlere Höhenlage:</b>	ca. 455 m über NN
<b>Gemarkung:</b>	73773 Aichwald	<b>Topografische Lage:</b>	Nordexponierter Hang
<b>Flächengröße:</b>	ca. 2.730 m <sup>2</sup>	<b>Lage zu Schutzgebieten:</b>	außerhalb
<b>Rechtswert:</b>	35 28 830	<b>Übergeordneter Vorfluter:</b>	Gunzbach
<b>Hochwert:</b>	54 01 162	<b>Entfernung zum Vorfluter:</b>	ca. 250 m nach Süden

## 2.2 Geologische und hydrogeologische Situation

Das Untersuchungsgebiet befindet sich naturräumlich im Schwäbischen Keuper-Lias-Land, das im Bereich von Aichschieß durch die Gesteine des unteren Jura geprägt ist.

Nach der Geologischen Karte 1 : 50.000 wird der tiefere Untergrund im Bereich des Standortes von den Schichten der Angulatensandstein-Formation (juAS) gebildet.



**Abbildung 2:** Geologie des Untersuchungsgebietes (ohne Maßstab)

Die Angulatensandstein-Formation wird überwiegend aus hellen bis dunkelbraunen Feinsandsteinen mit Tonmergelstein- und z.T. Kalksteinlagen gebildet. Das anstehende Festgestein wird von mehrere Meter mächtigen Schichten aus Löss / Lösslehm überlagert.

Innerhalb der Angulatensandstein-Formation finden sich zum Teil gering bis mittlere Grundwasservorkommen. Lokal sind darüber hinaus oberflächennahe Schichtwasservorkommen ausgebildet.

Die Grundwasserfließrichtung ist vermutlich in Richtung des südlich verlaufenden *Gunzbach* ausgerichtet, welche für das Untersuchungsgebiet den hydrologischen Vorfluter darstellt.



Der Standort befindet sich entsprechend den Angaben im Portal der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (<https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>) außerhalb von Wasserschutzgebieten.

### 2.3 Geplante Bebauung

Gemäß den vorliegenden Planunterlagen sollen vier Wohneinheiten mit Tiefgarage errichtet werden.

Entsprechend den zur Verfügung gestellten Unterlagen erfolgt die Gründung der Gebäude bzw. der Tiefgarage in einer Höhe von ca. 458,0 m ü. NN (Gebäude 1 + 2) bzw. 455,4 m ü. NN (Gebäude 3 + 4).



Abbildung 3: Geplante Bebauung

## 3 Untersuchungsumfang

Im Hinblick auf die abfall- und baugrundtechnische Bewertung des Grundstückes wurden in Abstimmung mit dem AG folgende Untersuchungen geplant:

- Abteufen von vier Kleinrammbohrungen bis in eine Tiefe von etwa 7,0 m u. GOK.
- Abteufen von vier schweren Rammsondierungen bis etwa 7,0 m u. GOK.
- Schichtweise Entnahme von Bodenproben aus den Kleinrammbohrungen für die Untersuchung auf die relevanten bodenmechanischen und chemischen Parameter.
- Entnahme einer Grundwasserschöpfprobe bei Grund-/Stauwasseranschnitt und Untersuchung der Probe auf die Betonaggressivität nach DIN 4030.
- Untersuchung von zwei ausgewählten Bodenproben auf die Parameter gemäß VwV Boden Baden-Württemberg, Tab. 6.1.

## 4 Durchgeführte Arbeiten

### 4.1 Kleinrammbohrungen / Rammsondierungen

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 19.01.2022 insgesamt vier **Kleinrammbohrungen** (KRB) bis auf eine Endtiefe zwischen 6,0 m u. GOK (KRB 4) und 7,4 m u. GOK (KRB 3) abgeteuft. In der Bohrung KRB 4 konnte die geplante Endteufe von 7,0 m aufgrund des hohen Bohrwiderstandes nicht erreicht werden.

Der im Rahmen der Bohrarbeiten angetroffene lithologische Aufbau des Untergrundes wurde im Feld nach DIN EN ISO 14688 angesprochen und unter lithologischen und organoleptischen Gesichtspunkten begutachtet. Die Probenahme erfolgte meterweise bzw. bei Schichtwechsel unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bodenansprache.

Die entnommenen Bodenproben wurden in luftdicht schließende Gefäße überführt und dem beauftragten Labor zur Untersuchung überstellt bzw. als Rückstellproben eingelagert.

In den Bohrungen KRB 3 und KRB 4 wurde im Übergangsbereich zum Verwitterten Festgestein Schichtwasser angetroffen. Nach Beendigung der Bohrung wurde der Wasserspiegel bei 6,1 m u. GOK (KRB 1) bzw. 7,0 m u. GOK (KRB 4) eingemessen. Zur Untersuchung der Betonaggressivität wurde aus der Bohrung KRB 3 eine Wasserprobe entnommen (vgl. Probenahmeprotokoll in Anlage 2.3).

Eine zeichnerische Darstellung des im Rahmen der Bohrarbeiten festgestellten Untergrundaufbaus nach DIN 4023 sowie die entsprechende Schichtenverzeichnisse liegen diesem Bericht als Anlage 2.1 bei.

Zur Erkundung des Eindringwiderstandes wurden zusätzlich zu den o.g. Kleinrammbohrungen vier schwere **Rammsondierungen** (DPH 1 bis DPH 4) bis in eine Tiefe zwischen 7,2 m u. GOK (DPH 3) und 8,0 m u. GOK (DPH 2) durchgeführt. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind in der Anlage 2.2 dargestellt.

Nach Abschluss der Feldarbeiten wurden die Bohransatzpunkte mittels GPS auf Lage und Höhe eingemessen (vgl. Anlage 2.4). Ein Lageplan der Bohransatzpunkte findet sich in der Anlage 1.

### 4.2 Laboruntersuchungen

#### 4.2.1 Bodenmechanische Untersuchungen

Zur Überprüfung der lithologischen Ansprache des Bohrgutes im Gelände wurden vom Baugrundlabor Dr. Hölzer in Bruchsal an den für die vorliegenden Baugrundverhältnisse charakteristischen Bodenproben folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 1 Stück Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- 1 Stück Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 17892-1
- 1 Stück Sieb-/Schlammanalyse nach DIN 18123

Die Prüfberichte der bodenmechanischen Untersuchungen sind als Anlage 5 beigelegt.

#### 4.2.2 Chemische Untersuchungen

Zur Beurteilung der Betonaggressivität des Grundwassers sowie zur abfalltechnischen Beurteilung des anstehenden Bodens wurden von dem chemischen Labor *SynLab* in Fellbach folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 2 Stück Untersuchung gemäß der baden-württembergischen Verwaltungsvorschrift für die Verwertung als Abfall eingestuftem Bodenmaterial (VwV Boden), Tab 6-1.
- 2 Stück Asphaltproben auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- 1 Stück Betonaggressivität gem. DIN 4030

## 5 Untersuchungsergebnisse

### 5.1 Untergrundaufbau und Grundwasserverhältnisse

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen wurde oberflächlich eine zwischen 0,4 m und 1,1 m mächtige Auffüllung angetroffen (bis maximal ca. 458,3 m. ü. NN). Das meist kiesige Material enthält wechselnde Nebengemenganteile (sandig, schluffig, tonig) sowie eine weiche bis steife Konsistenz auf. Es ist kalkfrei und enthält lokal Bauschuttreste (Asphalt-/ Ziegelreste)

Im Liegenden der Auffüllung folgt bis in eine Tiefe zwischen 5,8 und 7,0 m u. GOK (453,0 m. ü. NN bis 454,4 m. ü. NN) ein brauner Lösslehm, der eine tonige Zusammensetzung zeigt und meist schluffige, z.T. auch sandige und kiesige Nebengemenganteile enthält. Er weist eine steife bis halbfeste Konsistenz auf und ist kalkfrei,

In den Bohrungen KRB 3 und KRB 4 wurde ab einer Tiefe von 7,0 m u. GOK (453,8 m. ü. NN) und 5,8 m u. GOK (453,0 m u. GOK) das verwitterte Ausgangsgestein angetroffen. Der zerbohrte Sandsteinmaterial enthält tonige Anteile. Es zeigt eine halbfeste bis feste Konsistenz und ist kalkfrei.

Im Übergangsbereich zum verwitterten Festgestein wurde in den Bohrungen KRB 3 und KRB 4 in einer Tiefe von ca. 7,0 m u. GOK (454,4 m ü. NN) bzw. ca. 5,8 m u. GOK (453,8 m ü. NN) Schichtenwasser angetroffen. In der Bohrung KRB 4 war nach Bohrende kein Anstieg des Wasserspiegels zu verzeichnen. In der Bohrung KRB 3 wurde ein Anstieg des Wasserspiegels um 0,9 m auf 6,1 m u. GOK (455,3 m. ü. NN) gemessen, d.h. es liegen teilweise gespannte Verhältnisse vor.

Das im Zuge der Untergrunderkundung sichergestellte Probenmaterial war organoleptisch unauffällig und überwiegend erdflecht, in den Bereichen mit Stauwasser auch nass.

### 5.2 Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen

Die Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Versuche sind der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen. Die Versuchsprotokolle liegen diesem Bericht als Anlage 5 bei.

**Tabelle 2:** Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche – bindiger Boden

Bohrung	Tiefe [m u. GOK]	$w_n$ [%]	Boden- gruppe nach DIN 18196	Zustandsgrenzen				Zustands- form	Korngrößen			
				$w_L$ [%]	$w_P$ [%]	$I_P$ [%]	$I_C$		T [%]	U [%]	S [%]	G [%]
KRB 2	2,4 – 3,4	22,18	TA	57,46	26,31	31,15	1,133	halbfest	-	-	-	-
KRB 4	2,5 – 3,5	-	-	-	-	-	-	-	52,9	32,4	11,8	2,9

### 5.3 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen

Die Ergebnisse der durchgeführten chemischen Untersuchungen der Wasser-, Asphalt- und Bodenproben sind den nachfolgenden Tabellen 3 bis 5 zu entnehmen. Die Prüfberichte des Labors sind in der Anlage 6 beigelegt.

**Tabelle 3:** Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen, Wasser

Messstelle Parameter	Dim.	KRB 3 Analysen-Nr. 237560	Grenzwert nach DIN 4030		
			XA1 schwach angreifend	XA2 stark angreifend	XA3 sehr stark angreifend
Aussehen	-	stark getrübt	-	-	-
Geruch	-	erdig	-	-	-
pH-Wert	-	7,5	6,5 - 5,5	5,5-4,5	4,5-4,0
Leitfähigkeit bei 20°C	µs/cm	914	-	-	-
Nichtkarbonathärte	°dH	8,7	-	-	-
Gesamthärte	°dH	28,8	-	-	-
Karbonathärte	°dH	20,2	-	-	-
Permanganat-Index	mg/l	1,1	-	-	-
Kalklösekapazität	mg CO <sub>2</sub> /l	< 1	15-40	40-100	60-100
Ammonium	mg/l	0,11	15-30	30-60	60-100
Chlorid	mg/l	110	-	-	-
Sulfat	mg/l	27	200-600	600-3.000	3.000-6.000
Magnesium	mg/l	16	300-1.000	1.000-3.000	> 3.000
Sulfid, leicht freisetzbar	mg/l	< 0,050	-	-	-
<b>Beurteilung nach DIN 4030:</b>		<b>nicht angreifend</b>			

Entsprechend den Ergebnissen der durchgeführten Laboruntersuchungen ist das angetroffene Schichtwasser als **nicht angreifend** einzustufen.

**Tabelle 4:** Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen, Asphalt

Bezeichnung Parameter	Dim.	KRB 1 (Asphalt) Proben-Nr. 22-0006963-03	KRB 2 (Asphalt) Proben-Nr. 22-0010965-01	Konzentrations- grenze LAGA [U5]	Verwertungsklasse nach RuVA-StB 01 [U6]		
		A	B		C		
Σ PAK	mg/kg	8,5	18	200	≤ 25	> 25	> 25

<b>Probeneinstufung:</b>	<b>n.g.</b>	<b>n.g.</b>
<b>Verwertungsklasse:</b>	<b>A</b>	<b>A</b>

n.g. = nicht gefährlich (nicht besonders überwachungsbedürftig)

Die untersuchten Asphaltproben weisen lediglich geringe PAK-Gehalte auf und sind als nicht gefährlicher Abfall in die Verwertungsklasse A einzustufen.

**Tabelle 5:** Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen, Boden

Bezeichnung Parameter	Dim.	MP	MP	Zuordnungswerte VwV Boden Ba-Wü [U3]							
		KRB 1/0-0,5 m KRB 2/0,08-0,4m KRB 3/0,0-1,1m Proben-Nr. 22-000-6963-01	KRB 1/0,8-1,8m KRB 1/1,8-2,8 Proben-Nr. 22-000-6963-02	Sand	Lehm / Schluff	Ton	Z0 III A	Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
<b>Feststoff</b>											
Arsen	mg/kg	6,9	12	10	15	20	15/20 <sup>1)</sup>	15/20 <sup>1)</sup>	45	45	150
Blei	mg/kg	27	20	40	70	100	100	140	210	210	700
Cadmium	mg/kg	< 0,3	< 0,3	0,4	1,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0	10
Chrom (gesamt)	mg/kg	39	56	30	60	100	100	120	180	180	600
Kupfer	mg/kg	18	23	20	40	60	60	80	120	120	400
Nickel	mg/kg	26	38	15	50	70	70	100	150	150	500
Quecksilber	mg/kg	0,12	0,063	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	5
Thallium	mg/kg	< 0,25	< 0,25	0,4	0,7	1,0	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Zink	mg/kg	52	50	60	150	200	200	300	450	450	1.500
Cyanide, gesamt	mg/kg	0,6	< 0,3	-	-	-	-	-	3	3	10
EOX	mg/kg	< 0,5	< 0,5	1	1	1	1	1	3	3	10
KW-Index C10-C40	mg/kg	< 50	< 50	100	100	100	100	400	600	600	2.000
KW-Index C10-C22	mg/kg	50	< 50	100	100	100	100	200	300	300	1.000
Σ BTEX	mg/kg	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1	1	1
Σ LHKW	mg/kg	n.n.	n.n.	1	1	1	1	1	1	1	1
Σ PCB	mg/kg	n.n.	n.n.	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
Σ PAK	mg/kg	41,7	n.n.	3	3	3	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	2,5	< 0,05	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3
<b>Eluat</b>											
pH-Wert	-	8,02	8,37	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Leitfähigkeit	µS/cm	140	44	250	250	250	250	250	250	1.500	2.000
Chlorid	mg/l	1,51	0,5	30	30	30	30	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	7,16	2,8	50	50	50	50	50	50	100	150
Arsen	µg/l	< 1	< 1	-	-	-	14	14	14	20	60
Blei	µg/l	< 1	< 1	-	-	-	40	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,1	< 0,1	-	-	-	1,5	1,5	1,5	3	6
Chrom	µg/l	< 1	1	-	-	-	12,5	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	1,1	< 1	-	-	-	20	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 1	< 1	-	-	-	15	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,1	< 0,1	-	-	-	0,5	0,5	0,5	1	2
Zink	µg/l	16	47	-	-	-	150	150	150	200	600
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	< 5	5	5	5	5	5	5	10	20
Phenol-Index	µg/l	< 10	< 10	20	20	20	20	20	20	40	100
<b>Abfall. Einstufung:</b>		<b>&gt; Z 2</b>		<b>Z 0</b>							

n.n. = nicht nachweisbar n.u. = nicht untersucht

<sup>1)</sup> Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt 20 mg/kg.

Wie der Zusammenstellung der Laborergebnisse der Bodenuntersuchungen in Tabelle 5 zu entnehmen ist, wurden in der aus der Auffüllung der drei Kleinrammbohrungen entnommenen Mischproben abfall-technisch relevante PAK-Gehalte nachgewiesen.

## 5.4 Einteilung in Homogenbereiche

Auf Grund der ingenieurgeologisch relevanten Eigenschaften der angetroffenen Bodenschichten können folgende Homogenbereiche ausgewiesen werden:

**Homogenbereich 1: Auffüllung:** Kies, Schluff, z.T. schwach sandig z.T. schwach tonig, lokal Bauschuttanteile, Bodenklasse BK 3-5, weich bis steif, erdfeucht;  
Schlagzahlen DPH N10: 1 – 33 (Lagerung locker bis sehr dicht);  
UK-Höheniveau: KRB 1: 460,6 m ü. NN; KRB 2: 460,7 m ü. NN,  
KRB 3: 459,7 m ü. NN, KRB 4: 458,3 m ü. NN

**Homogenbereich 2: Lösslehm:** Ton, schluffig, z.T. schwach sandig und schwach kiesig, Bodenklasse BK 3-5, steif bis halbfest, erdfeucht, kalkfrei;  
Schlagzahlen DPH N10: 1 – 26 (Lagerung locker bis sehr dicht);  
UK-Höheniveau: KRB 1: 454,4 m ü. NN (Schichtende nicht erreicht);  
KRB 2: 454,1 m ü. NN (Schichtende nicht erreicht), KRB 3: 453,8 m ü. NN,  
KRB 4: 453,0 m ü. NN

**Homogenbereich 3: Verwitterungshorizont Angulatensandstein-Formation:** verwitterter Mergel, Bodenklasse BK 5-7, halbfest bis fest, erdfeucht bis nass, kalkfrei;  
Schlagzahlen DPH N10: 9 – >100 (Lagerung mitteldicht bis sehr dicht);  
Endteufe: KRB 3: 453,4 m ü. NN; KRB 4: 452,8 m ü. NN

## 5.5 Bodenkennwerte

Der erkundete Untergrund des Grundstücks kann in drei Homogenbereiche untergliedert werden, welche in den Profilschnitten in der Anlage 3 grafisch dargestellt sind.

Für die Homogenbereiche können die in der nachfolgenden Tabelle 6 wiedergegebenen Kennwerte / Eigenschaften angesetzt werden.

**Tabelle 6:** Bodenkennwerte / Eigenschaften

Parameter	Homogenbereiche		
	1 Auffüllung	2 Lösslehm	3 Verwitterungshorizont Angulatensandstein- Formation
<b>Bodengruppe</b> DIN 18196	--	TA	GT*
<b>Bodenklasse</b> DIN 18300	BK 3 - 5	BK 3 - 5	BK 5 - 7
<b>Wassergehalt [%]</b> DIN EN ISO 17892-1	erdfeucht	22,18	erdfeucht bis nass
<b>Zustandsform</b> <b>Konsistenz</b> DIN 1055-2	weich bis steif	steif bis halbfest	halbfest bis fest
<b>Reibungswinkel [°]</b> DIN EN 1997-2 DIN 1055-2	---	15,0	35,0
<b>Wichte (erdf.) [kN/m<sup>3</sup>]</b> DIN 1055-2	---	18,5 - 19,5	21 - 22

**Fortsetzung Tabelle 6:**

<b>Verdichtungsfähigkeit</b> DIN 18196	---	sehr schlecht	gut - mittel
<b>Zusammendrückbarkeit</b> DIN 18196	---	sehr groß	sehr gering
<b>Scherfestigkeit</b> DIN 18196	---	sehr gering	groß
<b>Frostempfindlichkeit</b> ZTVE-StB 94	---	gering - mittel F2	sehr groß F3
<b>Durchlässigkeit</b> DIN 18196	---	vernachlässigbar klein	sehr gering

### 5.5.1 Erdbebenwirkung

Zur Berücksichtigung der Erdbebenwirkung (Erdbebenzone 1) ist gem. DIN EN 1998-1 für die auf dem Untersuchungsgelände vorliegenden Untergrundverhältnisse die

**Untergrundgrundklasse R**

sowie die

**Baugrundklasse C**

anzusetzen.

### 5.5.2 Empfehlungen

#### 5.5.2.1 Gründung von Gebäuden und Bauwerken

Die Gründungssohle der geplanten Gebäude liegt entsprechend den vorliegenden Planunterlagen bei etwa 458,0 m ü. NN (Gebäude 1 + 2) bzw. 455,4 m ü. NN (Gebäude 3 + 4).

Im Bereich der Gründungssohle stehen die Böden des Homogenbereiches 2 an, d.h. bindiger Lösslehm. Hierbei handelt es sich um einen nässe- und setzungsempfindlichen Boden, der unter Zutritt von Wasser zum Aufweichen neigt (Konsistenzverschiebung zum breiigen Zustand – Bodenklasse 2).

Aufgrund der damit verbunden erhöhten Setzungsanfälligkeit / Nässeempfindlichkeit und zur Vermeidung von Gebäudeschäden aufgrund von Differenzsetzungen empfehlen wir daher, die anfallenden Bauwerkslasten über eine Brunnengründung in den Verwitterungshorizont des anstehenden Festgesteines (Homogenbereich 3) einzuleiten. Bei der Brunnengründung werden Betonringe mit bis zu 2 m Durchmesser mittels eines Baggers bis zur endgültigen Gründungstiefe, d.h. bis zu einer tragfähigen Bodenschicht, eingedrückt oder eingegraben. Danach erfolgt im Schutz dieser Schachtringe der Aushub des anstehenden Erdreichs mittels Bagger oder Brunnengreifer. Der Hohlraum im Inneren der Schachtringe wird anschließend mit Beton, Magerbeton oder einem Kies-/Sandgemisch verfüllt. Anzahl und Dimensionierung der erforderlichen Schachtringe ergibt sich aus den statischen Erfordernissen.

Auf den Brunnen können dann Einzelfundamente abgesetzt werden oder die Brunnen können über bewehrte Streifenfundamente verbunden werden. Bei einer Flachgründung müssen die Fundamente von ihren Abmessungen so beschaffen sein, dass die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017, bzw. EC7 gewährleistet ist und keine bauwerkschädlichen Setzungen bzw. Setzungsunterschiede eintreten. Da sich das Untersuchungsgebiet in der Frosteinwirkungszone II befindet, muss für die Fundamente eine frostfreie Gründungstiefe von mindestens 0,80 m unter Gelände gewährleistet sein.

Für die Brunnengründung werden folgende Einbindetiefen empfohlen:

- Haus 1: ca. 454,0 m ü. NN
- Haus 2: ca. 453,5 m ü. NN
- Haus 3: ca. 453,8 m ü. NN
- Haus 4: ca. 453,1 m ü. NN

Zur Bemessung der Brunnen kann in der kiesig-tonigen, sehr dicht gelagerten Verwitterungsschicht ein **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** von

$$\sigma_{R,d} = 450 \text{ kN/m}^2$$

angesetzt werden.

Die zu erwartenden **Setzungen** liegen bei den genannten Bemessungswerte des Sohlruckwiderstandes im allgemein zwischen ca. 0,5 und maximal ca. 1,0 cm. Die Setzungen klingen unmittelbar nach Lastaufbringung ab.

Aufgrund der teilweise fehlenden Information zum genauen Verlauf des Verwitterungshorizontes im Bereich der Häuser 1 und 2 wird empfohlen, zum Bau der Brunnen einen Baugrundgutachter hinzuzuziehen, um ggf. kurzfristig auf unvorhergesehene Abweichungen des Schichtaufbaus reagieren zu können.

### 5.5.2.2 Abdichtung von Gebäuden und Bauwerken

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde bereichsweise Schichtenwasser angetroffen (vgl. Kap. 5.1), so dass gem. DIN 18 195, Teil 6, (alt) für erdberührte Bauteile eine Abdichtung gegen aufstauendes Sickerwasser vorzusehen ist.

Gem. DIN 18 533 ist für den Bereich des Bauvorhabens die Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E (Drückendes Wasser – mäßige Einwirkung von drückendem Wasser; Eintauchtiefe < 3,0 m) anzusetzen.

### 5.5.2.3 Baugruben und Gräben

Eine Baugrube kann unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten als geböschte Baugrube gem. DIN 4124 unter einem Winkel von 45° angelegt werden. Bei mindestens steifer Konsistenz der tonigen / schluffigen Böden ist ein Böschungswinkel von 60° zulässig.

Baugrubenböschungen sollten zur Vermeidung von Erosionsschäden mit Folie abgehangen werden.

Gräben könnten bis zu einer Tiefe von 1,25 m gerade abgeschachtet werden.

Entsprechend den vorliegenden Planunterlagen grenzt das Bauvorhaben teilweise an Grundstücksgrenzen oder benachbarte Gebäude, sodass hier Maßnahmen für eine Baugrubensicherung wie Erstellung eines Verbaus oder Maßnahmen zur Sicherung von benachbarten Gebäuden wie Erstellung einer Unterfangung gem. DIN 4123 erforderlich sind.

### 5.5.2.4 Wasserhaltung

Entsprechend den vorliegenden Informationen ist mit dem Antreffen von Grundwasser erst in größerer Tiefen zu rechnen, sodass das Bauvorhaben nicht durch Grundwasser beeinflusst wird und somit keine Maßnahme zur Absenkung von Grundwasser erforderlich sind. Es wurde jedoch bereichsweise Schichtenwasser angetroffen, dass ggf. bei einer Wasserhaltung berücksichtigt werden muss.

Das Erdplanum bzw. die Baugrubensohle sollte mit eine Dachprofil oder einem entsprechenden Gefälle angelegt werden, um anfallendes Niederschlagswasser zur Seite hin abzuleiten, um es dort in einer Drainage auffangen und über Pumpensämpfe abpumpen zu können. Leistungen zur Ableitung von Tag- bzw. Niederschlagswasser sind gem. ZTVE Nebenleistungen des Erdbauers, sollten jedoch in einem zu erstellenden Leistungsverzeichnis beinhaltet sein.



### 5.5.2.5 Versickerung von Niederschlagswasser

Für die tonig-schluffigen Böden am Standort ist ein Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  von  $< 1 \cdot 10^{-8}$  m/s anzunehmen.

I. d. R. sollte eine Versickerung von Niederschlagswasser nur in Böden durchgeführt werden, die einen Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f > 1 \cdot 10^{-6}$  m/s aufweisen, so dass eine Versickerung von Niederschlagswasser im Bereich des Grundstücks nicht möglich ist.

## 5.6 Abfalltechnische Bewertung

Ziel der abfalltechnischen Bewertung ist es zu beurteilen, inwieweit die untersuchten Boden- und Asphaltproben entsorgungsrelevante Schadstoffgehalte aufweisen und welche Kosten sich daraus im Falle einer Entsorgung ergeben.

Die Einstufung des Bodenmaterials erfolgt gemäß der baden-württembergischen Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial [U3]. Der Asphalt wurde gemäß der Richtlinie der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [U7] bewertet.

In der nachfolgenden Tabelle 7 sind die Ergebnisse der vorliegenden abfalltechnischen Untersuchungen zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 7:** Abfalltechnische Einstufung

Probenbezeichnung	Abfalltechnische Einstufung	AVV-Nr. (Empfehlung)
MP KRB 1/0-0,5 m, KRB 2/0,08-0,4m, KRB 3/0,0-1,1m (Auffüllung)	> Z 2	17 05 04
MP KRB 1/0,8-1,8m, KRB 1/1,8-2,8m (Lösslehm)	Z 0	17 05 04
KRB 1 / Asphalt	Verwertungsklasse A	17 03 02
KRB 2 / Asphalt	Verwertungsklasse A	17 03 02

In der Auffüllung (Homogenbereich 1) finden sich erhöhte PAK-Gehalte, die eine Einstufung in die Materialqualität > Z 2 erforderlich machen. Der anstehende Lösslehm (Homogenbereich 2) weist keine erhöhten Schadstoffgehalte auf und kann daher in die Materialqualität Z 0 eingestuft werden. Der im Hofbereich angetroffene Asphalt zeigt niedrige PAK-Gehalte und kann der Verwertungsklasse A zugeordnet werden.

Bodenmaterial der Qualitätsstufe Z 0 darf uneingeschränkt verwendet werden. Das belastete Auffüllungsmaterial muss einer Entsorgung bzw. deponietechnischen Verwertung zugeführt werden. Es wird empfohlen, dieses Material vor Beginn der Aushubarbeiten zu separieren, in einem Haufwerk zwischenzulagern, ordnungsgemäß gemäß den Vorgaben der Deponieverordnung (DepV) zu deklarieren und auf Basis der Deklaration zu entsorgen.

Der unbelastete Asphalt (Ausbauasphalt) kann als Asphaltgranulat im Heißmischverfahren wieder eingesetzt werden.

Gemäß §8 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) wird eine möglichst hochwertige Verwertung des anfallenden Bodenmaterials gefordert. Soweit möglich ist daher ein Wiedereinbau von Bodenmaterial anzustreben und eine deponietechnische Verwertung möglichst zu vermeiden.

Das anfallende bindige Bodenmaterial aus dem Homogenbereich 2 eignet sich zwar zur Geländemodellierung, ist aber nicht bzw. nur nach vorheriger Bodenverbesserung verdichtungsfähig.

Im Falle einer deponietechnischen Verwertung ist für Bodenmaterial der Materialqualität Z0 mit Entsorgungsgebühren in Höhe von etwa 15,- €/t (zuzüglich Transportkosten) zu rechnen.

## 6 Allgemeine Hinweise

Der vorliegende Bericht legt die von der Sweco GmbH bei der Erbringung der Leistungen zu Grunde gelegten Methoden und Informationsquellen dar. Die hier beschriebenen Feldarbeiten wurden am 19.01.2022 durchgeführt und basieren auf den Gegebenheiten und Informationen, die zu diesem Zeitpunkt an den untersuchten Örtlichkeiten angetroffen wurden bzw. zur Verfügung standen. Daraus ergibt sich zwangsläufig eine faktische Begrenzung des Berichts- und Leistungsumfangs.

Der vorliegende Bericht bezieht sich ausschließlich auf den am oben genannten Zeitpunkt angetroffenen Zustand der untersuchten Örtlichkeiten oder Anlagen und berücksichtigt nicht deren mögliche künftige Entwicklung. Davon ausgeschlossen sind spezifische Prognosen, die im Bericht enthalten und ausdrücklich als solche gekennzeichnet sind.

Sämtliche Empfehlungen dieses Gutachtens basieren auf den lokalen Aufschlüssen der durchgeführten Bohrungen und der Rammsondierung sowie einer Realisierung der geplanten Baulichkeiten unter Einhaltung der o.g. Annahmen. Sollten während der Bauarbeiten sich abweichend verhaltende oder weniger tragfähige Baugrundbereiche angetroffen werden, ist der Baugrundgutachter zur Festlegung eventuell notwendiger Anpassungsmaßnahmen erneut und rechtzeitig einzuschalten.

Sweco GmbH

Stuttgart, 18.02.2022



i. V.

Stephan Anhorn  
Ressortleiter



i. A.

Carmelo Fernandez Peinado  
Projektleiter