Stadt Leinefelde-Worbis
FGL Stadtplanung

Bahnhofstraße 43

37327 Leinefelde - Worbis

Dipl.-Geol. Sillmann 17.12.2018

Stadt

Leinefelde-Worbis

Landesgartenschau 2024

Bericht Baugrunduntersuchungen

Inhalt

1 Bauvorhaben und Vorgang

2 Durchgeführte Untersuchungen

3 Allgemeiner Überblick über das Untersuchungsgebiet

3. 1 Geologische Übersicht

3. 2 Grundwasser

4 Bautechnische Beschreibung der angetroffenen Bodenschichten

4. 1 Schichtenverlauf und –verbreitung

4. 2 Klassifizierung der Hauptbodenarten, Eigenschaften und bodenmechanische Kennziffern

4.3 Umweltverträglichkeit, Altlastenverdachtsflächen

5 Beurteilung des Baugrundes, Empfehlungen und Hinweise für die Bauausführung

6 Weitere Empfehlungen

Anlagen

1	**Lageplan**	ca. i. M. 1 : 2.500
2	**Bohrprofile** (2.1 – 2.3)	i. M. 1 : 50
	und Schnitte (2.2.1 – 2.2.2)	i. M. 1 : 1.000/100

3 **Schichtenverzeichnisse** (3.1.1 - 3.1.10)
3.2 Aufnahme der Bohrkerne Asphalt
3.3 Protokolle der Sickerversuche (3.3.1 – 3.3.3)

4 **Laboruntersuchungen Lockergestein**
4.1 Körnungslinien
4.2 Zustandsgrenzen (4.2.1 – 4.2.3)
4.3 Wassergehalte (4.3.1 – 4.3.2)
4.4 Glühverluste (4.4.1 – 4.4.4)

5 **Chemische Analytik**
5.1 Asphalt (5.1.1 – 5.1.2)
5.2 Beton
5.3 Boden (5.3.1 – 5.3.3)

6 **Stellungnahme Altlastenverdachtsflächen** (Landkreis Eichsfeld)

1 Bauvorhaben und Vorgang

Die Stadt Leinefelde-Worbis hat den Zuschlag zur Ausrichtung der 5. Thüringer Landesgartenschau 2024 vom Freistaat Thüringen erhalten. Zur Vorbereitung eines landschaftsplanerisches Wettbewerbes für das Gartenschaugelände sowie weiterer Planungen sollte in diesem Bereich der Baugrund untersucht werden.
Unser Büro wurde von der Stadt Leinefelde-Worbis mit der Bestätigung unseres Honorarvorschlages vom 07. 09. 2018 am 21. 09. 2018 beauftragt, für o. g. Vorhaben nach Vorgaben des Auftraggebers 10 Erkundungsbohrungen auszuführen. Die Ergebnisse sollten zudem in zwei geologischen Querprofilen dargestellt werden, um sowohl die Bodenbeschaffenheit des Garagenkomplexes (mit möglichen Aufschüttungen) als auch der Ohne mit dem angelegten Auenwald beurteilen zu können. Konkret wurden die notwendigen Angaben zu den Bodenarten und Grundwasserverhältnissen, eine Beurteilung zur Versickerungsfähigkeit des Bodens sowie die Altlastenbeurteilung bei Verdachtsflächen gefordert.

In dem vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Lageplan wurden die Aufschlusspunkte bereits vorgegeben.

Für die geologische Übersicht wurde die geologische Karte von Leinefelde (Blatt 4627) i.M. 1: 25.000 herangezogen und die Angaben aus dem Kartenserver der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) verwendet.

2 Durchgeführte Untersuchungen

2. 1 Lage, Art, Umfang und Zeitpunkt der Bodenaufschlüsse

Zur Erkundung des Baugrundes wurden Mitte Oktober bis Ende November 2018 insgesamt 10 Kleinrammbohrungen (BS) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine maximale Tiefe von t = 3 m unter Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. An einem Untersuchungspunkt (BS 5) musste die Bohrung bis auf 6,2 m vertieft werden, da bis 3 m Tiefe Auffüllungen erkundet wurden.

An 4 Stellen wurde zuvor der Asphalt (bzw. Beton) mittels Kernbohrung entnommen.
Die Aufschlusspunkte wurden von uns lagemäßig in die örtliche Topographie eingemessen und höhenmäßig auf bekannte Kanaldeckelhöhen einnivelliert. Ebenfalls nivelliert wurde der Wasserstand der Ohne zwischen den beiden Profilen zum Zeitpunkt der letzten Untersuchungen und ist sowohl im Lageplan als auch in den Schnitten mit dargestellt.

Die Lage der Bohrstellen ist der Anlage 1 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Aufschlussarbeiten sind in Form von Bohrprofilen (inklusive der geforderten Querprofile/Schnitte in den Anlagen 2) und Schichtenverzeichnissen (siehe Anlagen 3.1, Asphalt in Anlage 3.2) dokumentiert. In drei Bohrungen wurden Sickerversuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit des Untergrundes ausgeführt, deren Ergebnisse in den Anlagen 3.3 dokumentiert sind.

2. 2 Art und Umfang der Laborversuche

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen. Zur Ermittlung der erforderlichen bodenmechanischen Kennwerte und Kennziffern wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Bestimmungen der Körnungslinien mittels Nasssiebungen bzw. kombinierter Sieb- und Schlämmanalyse
- Bestimmungen der Zustandsgrenzen
- Bestimmungen des Glühverlustes
- Bestimmungen der natürlichen Wassergehalte

Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in den Anlagen 4 beigelegt.

Der Asphalt wurde in zwei Proben (BK 2, BK 7 - 9) entsprechend der RuVA – StB 01/05 analysiert (siehe Anlagen 5.1).
Vom entnommenen Beton (BK 7) wurde die Probe nach den Parametern der TR LAGA (Bauschutt) untersucht (siehe Anlage 5.2).

Vom potentiellen Aushubboden wurden insgesamt drei Misch- (BS 1 und BK 2; BK 7 und BK 9) bzw. Sammelproben (Auffüllungen BS 5) gebildet und nach dem Parameterumfang des Thüringer Leitfadens (siehe Mindestumfang LAGA [2004] plus Eluatparameter) analysiert. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 6.3 dokumentiert und bewertet.

3 Allgemeiner Überblick über das Untersuchungsgebiet

3. 1 Geologische Übersicht

Regionalgeologisch gekennzeichnet ist das Untersuchungsgebiet am Nordwestrand der Thüringer Senke durch die Schichten des Mittleren Buntsandsteins am Ostrand des Worbiser Grabens (Südteil des Ohmgebirgsgrabens).

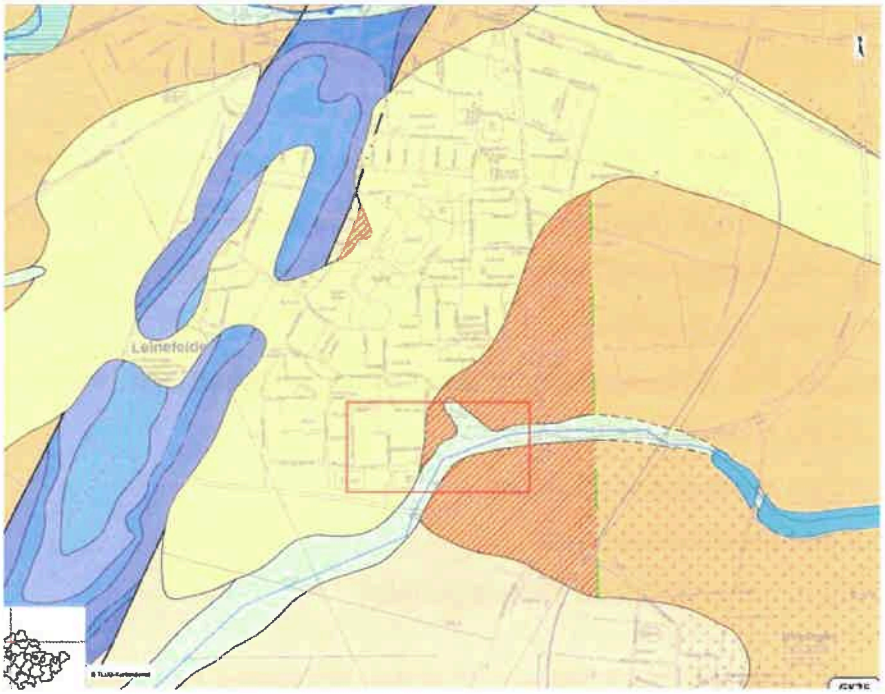

Bild – Geologische Übersicht des Kartenservers der TLUG mit Untersuchungsgebiet (roter Rahmen)

Zur Tiefe hin stehen Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins (hauptsächlich Sandstein neben Tonstein; hier rot schraffiert) an, die von einem Lockergesteinshorizont (gelbliche Farben) überdeckt werden. Der Bereich wird durch die Ablage-

rungen der Ohneniederung (Auelehm und -ton, an der Ohne auf Kiesen) gequert (im Bild hellblau).

Generelle Untergrundschwächungen im Zusammenhang mit ungünstigen geologischen Verhältnissen (z.B. Subrosion) oder Altbergbau sind weder bekannt noch zu erwarten.

3. 2 Grundwasser

Ein zusammenhängender Grundwasserleiter ist in der Ausbildung als Schichtwasser nur im unmittelbaren Niederungsbereich der Ohne zu erwarten. Die Flurabstände des Grundwassers sind erfahrungsgemäß im Niveau der Wasserführung der Ohne bzw. geringfügig darunter anzunehmen. In der am Ohnerand platzierten BS 5 wurde der Wasserstand Ende November ab 3,40 m unter GOK (320,26 mNHN) gemessen. Oberflächennah ist die Entwässerung des Gebietes mit der Ohne und damit auch des oberflächennahen Grundwassers nach Osten hin anzunehmen.
In den übrigen Aufschlüssen wurde lediglich in zwei der neun Bohrungen lokales Schichtwasser in Tiefen ab 1,42 m unter GOK in der bindigen Bedeckung des Festgesteins angetroffen. In den übrigen Bohrungen wurde bis maximal 3 m Erkundungstiefe kein Wasseranschnitt festgestellt.

Jahreszeitlich und niederschlagsbedingt ist das Auftreten von Stauwasser auf dem bindigen Boden in der Niederung der Ohne nicht auszuschließen.

4 Bautechnische Beschreibung der angetroffenen Bodenschichten

4. 1 Schichtenverlauf und -verbreitung

Die befestigten Park- und Verkehrsflächen zwischen den Garagen weisen eine Bedeckung aus 7 bis 17 cm ein- bis zweilagigem Asphalt auf, der lokal (BK 7)

noch eine Unterlage aus 16 cm Beton besitzt. Der ungebundene Oberbau aus vorwiegend Mineralgemisch wurde in Schichtdicken von 12 bis 43 cm erkundet.
Mächtigere Auffüllungen wurden nur im Randbereich der Ohneniederung erkundet. Hier wurden am Nordhang im Garagennahbereich (BS 5) 3 m Auffüllungen aus Boden, Asche und Bauschutt erbohrt. An der Oberfläche sind Müllablagerungen zu sehen. Weiter östlich (unmittelbar westlich der Birkunger Straße) bestehen die bis 2,9 m Tiefe nachgewiesenen Auffüllungen aus dem Aushubmaterial (Sandsteinbruchstücke, Sande, z.T. tonig) der nördlich gebauten Tankstelle.
Im Bereich zwischen den Garagen gibt es bis auf den Oberbau und die Zonen des Kanalbaus auf Basis unserer Erkundungen keine Hinweise auf mächtigere Auffüllungen.

Im gewachsenen Baugrund wurde unter bis zu 0,45 m Oberboden (z.T. vom Oberbau überdeckt) vorwiegend bindiger Boden als **Abschlämmmassen** (umgelagerter Oberboden oder **Lößlehm**, in der Ohneniederung als Ton) erkundet, unter dem dann die zuerst verwitterten, dann angewitterten Festgesteine (dominierend **Sandstein**) anstehen. Lokal ist noch eine Auflage aus **Ton** (Buntsandstein) in Schichtdicken von mehr als 1 m vorhanden.
Die Festgesteinsoberfläche fällt erwartungsgemäß jeweils bis zur Ohneniederung ab. So wurde sie an der Nordseite bereits ab 0,65 m unter GOK (BK 9) angetroffen und steht in unmittelbarer Nähe zur Ohne erst ab 4,9 m unter GOK an. Auf der Südseite wurde das Festgestein ab 2 m unter GOK erkundet.

4. 2 Klassifizierung der Hauptbodenarten, Eigenschaften und bodenmechanische Kennziffern

Den folgenden Hauptbodenarten:

a) Abschlämmmassen, Lößlehm, Ton (Buntsandstein)

b) Sand; Sandstein, verwittert (Mittlerer Buntsandstein)

c) Sandstein, angewittert (Mittlerer Buntsandstein)

können anhand der manuellen und visuellen Beurteilung der Bodenproben, der Laboruntersuchungen sowie unserer Erfahrungen mit geologisch und bodenmechanisch vergleichbaren Böden folgende bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte zugeordnet werden:

a) **Abschlämmmassen, Lößlehm, Ton** (Buntsandstein)

Benennung (DIN EN ISO 14688-2)	**Ton;** sandig – stark sandig, z.T. schwach kiesig – kiesig, z.T. schwach humos - humos
Bodengruppe (DIN 18196)	TL – TM – TA
Bodenklasse (DIN 18300, alt)	4 - 5
Konsistenz	steif, steif – halbfest, halbfest, in der Ohneniederung auch weich
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E - StB 17)	F 2 – F 3 – gering bis sehr frostempfindlich
Wichte, erdfeucht	γ_k = 20 kN/m^3
Wichte unter Auftrieb	γ'_k = 10 kN/m^3
Reibungswinkel	φ'_k = 25°
Kohäsion	c'_k = 3 kN/m^2
Steifemodul	$E_{s,k}$ = 6 – 12 MN/m^2
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f = 1 * 10^{-7} m/s

b) Sand, Sandstein verwittert (Mittlerer Buntsandstein)

Benennung (DIN EN ISO 14688-2)	**Sand;** schwach tonig - tonig, z.T. kiesig
(DIN EN ISO 14689-1)	**Sandstein;** porös, in Lagen dicht (tonige Matrix), sehr mürbe
Bodengruppe (DIN 18196)	z.T. ST – ST*
Bodenklasse (DIN 18300, alt)	3 – 4 (6 – verwittertes Festgestein)
Lagerungsdichte (nach Bohrfortschritt)	mitteldicht
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E - StB 17)	F 2 - F 3 – gering bis sehr frostempfindlich (das Verwitterungsprodukt)
Wichte, erdfeucht	γ_k = 20 kN/m^3
Wichte unter Auftrieb	γ'_k = 11 kN/m^3
Reibungswinkel	φ'_k = 32,5°
Kohäsion	c'_k = 2 kN/m^2
Steifemodul	$E_{s,k}$ = 30 – 60 MN/m^2
Durchlässigkeitsbeiwert	k_f = 5 · 10^{-6} m/s

c) Sandstein, angewittert (Mittlerer Buntsandstein)

Benennung (DIN EN ISO 14689-1)	**Sandstein;** Zwischenlagen aus Tonstein möglich porös, in Lagen dicht (tonige Matrix), mäßige Kornbindung
Bodenklasse (DIN 18300, alt)	6 (mindestens obere 0,5 m, zur Tiefe hin 7 möglich)
Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E - StB 09)	F 2 – F 3 – gering bis sehr frostempfindlich (das Verwitterungsprodukt)
Wichte, erdfeucht	γ_k = 21 kN/m^3
Reibungswinkel	φ'_k = 32,5°
Kohäsion	c'_k = 5 kN/m^2
Steifemodul	$E_{s,k}$ = 60 - 100 MN/m^2
Durchlässigkeitsbeiwert	$k_{f,k}$ = $5 * 10^{-7}$ m/s (in durchlässigen Zonen 1 – 2 Zehnerpotenz höher)

4. 3 Umweltverträglichkeit, Altlastenverdachtsflächen

Die untersuchten Asphaltproben sind mit der **Verwertungsklasse A** gemäß RuVA – StB 01/05 als unbelastet zuzuordnen.
Die analysierte Probe des **Betons** ist gemäß TR LAGA (Bauschutt) als **Z 1.2** einzustufen, was lediglich auf eine geringe Überschreitung des Eluat - Grenzwertes für Arsen zurückzuführen ist, so dass eine Verwertung unter gebundenen Schichten unproblematisch wäre.

Die beiden Mischproben der erkundeten, gewachsenen Böden wiesen bis einzelne Fremd- und humose Bestandsteile ebenfalls keine organoleptischen Auffälligkeiten auf und sind entsprechend der LAGA TR Boden als **Z 0** zu klassifizieren (**AVV 17 05 04**).
Dagegen sind die Auffüllungen in der BS 5 als > Z 2 einzustufen, was auf den erhöhten Sulfatanteil (wahrscheinlich durch Ascheanteile) zurückzuführen ist. Muss eine Deponierung vorgenommen werden, ist eine Untersuchung nach DepV bis maximal 6 Monate vor Entsorgung, am besten aus dem Haufwerk, einzuplanen.
Für den Bereich der Garagen ist erfahrungsgemäß das Vorhandensein von Arbeitsgruben, in denen Reinigungs- oder Ölwechselarbeiten ausgeführt wurden, möglich. Davon beeinflusster Boden oder Beton kann dadurch entsprechend kontaminiert sein, was vor dem Rückbau zu separieren und differenziert zu untersuchen wäre.

5 Beurteilung des Baugrundes, Empfehlungen und Hinweise für die Bauausführung

Auch wenn für das geplante Vorhaben noch keine grundsätzlichen Planungen vorliegen, werden im Folgenden allgemeine Einschätzungen zu den wichtigsten bautechnischen Fragestellungen gegeben.

Für eine Überbauung im Hoch- oder Ingenieurbau sind die Festgesteine, auch im verwitterten Zustand, gut bis sehr gut geeignet. Für eine Gründung auf der bindi-

gen Lockergesteinsbedeckung ist ein lastabhängiger Bodenaustausch mit klassifiziertem Mineralgemisch zu empfehlen.

Werden neue Verkehrsflächen geschaffen, müssen für die Herstellung des Planums auf den vorwiegend anstehenden bindigen Böden Maßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit (Soll Verformungsmodul $E_{V2} \geq 45$ MN/m²) vorgesehen werden. Zumeist wird es sich um einen Bodenaustausch mit klassifizierten Mineralgemischen handeln.

Die Möglichkeiten einer Versickerung sind aufgrund der zumeist schwach durchlässigen Böden und Festgesteine allenfalls nur anteilig bzw. lokal gegeben. Für die geplanten Bereiche sind die Werte stets standortbezogen zu ermitteln.
Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass in Senken oder Mulden der Ohneniederung, die in den Abschlämmmassen bzw. Auelehm (oberhalb des zu erwartenden Kieses) hergestellt werden, Wässer zwischengespeichert werden können, da sie nur langsam versickern. Werden dafür Standorte geplant sollten diese jedoch noch separat untersucht und bewertet werden, um genauere Vorgaben geben zu können.

6 Weitere Empfehlungen

Für die weitere Planung sind standort- und objektbezogen weitere Untersuchungen zu empfehlen, um die Gründungs- bzw. Ausbauempfehlungen entsprechend präzisieren zu können.

Dipl.-Ing. (FH) U. Bischof
Geschäftsführerin