

Baugrundgutachten für Umbau und Neubau eines Gasthofs
01824 ROSENTHAL-BIELATAL
PIRNAER STR. 7
Gemarkung Hermsdorf, Flst. 208/4

Bohrungen am 04.07.2023
Ausgefertigt am 18.08.2023



Baugrundbüro Dr. Matthias Mocosch e.K. HRA 506131
07580 Seelingstädt, Lindenstr. 75 www.baugrund-mocosch.de
Tel. 036608-207904, m.mocosch@baugrund-mocosch.de

Zusammenfassung des Gutachtens

01824 Rosenthal-Bielatal, Pirnaer Str. 7
Gemarkung Hermsdorf, Flst. 208/4

Geologie des Gründungsbereiches

Verwitterungszone von Sandsteinen der Stufe a (Unterer Grünsandstein) des Mittel-Turons, Oberkreide, schluffig-sandig-kiesig

Baugrundsichten

Schicht 1	0,00-0,75 m	Auffüllungen, kiesig-schluffig	GU*, A
Schicht 2	0,75-1,60 m	Schluff, sandig, tonig	UL, ST*
Schicht 3	1,60-1,90 m	Mittelsand bis Grobkies, schluffig	SU, ST
Übergang zum Festgestein			

Für Schicht 2 bei $< 0,5$ m:

$K_s = 8 \text{ MN} / \text{m}^3$ bei $b = 1,0$ m

$\sigma = 150 \text{ kN} / \text{m}^2$

Bodenklassen:

Schicht 1 3-4

Schicht 3 3-4

Für Schicht 2 bei $1,0$ m:

$K_s = 16 \text{ MN} / \text{m}^3$ bei $b = 0,5$ m

$\sigma = 180 \text{ kN} / \text{m}^2$

Schicht 2 4

Grundwassersituation

HGW bei $4,0$ m, zeitweilig aufstauendes Sickerwasser ist in den Schichten 2, 3 niederschlagsabhängig mit geringer Intensität möglich

Gründung / Erdbau

Tragende Bodenplatte mit frostschränken Unterbau von $1,0$ m, Einzellagen von maximal 30 cm auf $D_{Pr} = 0,98$, oder Streifenfundamente $h = 1,0$ m, 25 - 30 cm Tragschicht ($D_{Pr} = 0,98$) in Fundamentgräben

Versickerung von Oberflächenwasser

Flaches Horizontales Bauwerk bei $0,8$ - $1,5$ m in Schicht 2

Geothermie

Grabenkollektoren: 28 W/m^2 , mit Grabenlänge 673 m beeinflusst, 421 m unbeeinflusst

Erdwärmesonden 9×91 m, Wärmefluss $57,6 \text{ W/m}$

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Allgemeine Angaben	1
1.1 Auftraggeber	1
1.2 Zweck des Gutachtens	1
1.3 Vorliegende Unterlagen und Informationen	1
2 Lage- und Zustandsbeschreibung	2
2.1 Allgemeine Lagemerkmale	2
2.2 Topographische Lage	2
2.3 Gebietsmerkmale	2
2.4 Regionale geologische Situation	3
2.5 Aufschlussverhältnisse	3
3 Baugrundbeschreibung	4
3.1 Lokale geologische Situation	4
3.2 Schichtenmodell	6
4 Baugrundbeurteilung	6
4.1 Geotechnische Merkmale der Baugrundsichten	6
4.2 Schichtbezogene Steifemoduln	7
4.3 Vorgaben für Bettungsmodul und zulässigen Sohldruck	8
4.4 Grundwassersituation	8
4.5 Gründungsempfehlungen	9
4.6 Empfehlungen zum Erdbau	10
5 Versickerung von Oberflächenwasser	10
5.1 Sickertest 1	10
5.2 Sickertest 2	12
5.3 Technische Empfehlungen	14
6 Empfehlungen zur Erdwärmenutzung	14
6.1 Auswahl des technischen Systems	14
6.2 Dimensionierung von Erdärmekollektoren	16
6.3 Dimensionierung von Erdwärmesonden	17
6.4 Empfehlungen zur technischen Ausführung	17

Inhaltsverzeichnis

7	Anlagen	
7.1	Auszüge aus	
	Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)	
	Geologische Karte 1:25.000, vergrößert auf 1:10.000 (von 1888)	
	Geologische Karte 1:50.000, vergrößert auf 1:20.000 (von 1998)	
	Lageplan 1:500	
	Lageplan der neuen Sickertests	A 1 – A 6
7.2	Fotodokumentation	A 7 – A 10

1 Allgemeine Angaben

1.1 Auftraggeber

Sandra und Marco Löbel GbR
01824 Rosenthal-Bielatal, Bergstr. 6a
als Bauherren

1.2 Zweck des Gutachtens

Baugrundbeurteilung für Umbau und Neubau eines Gasthofs
01824 Rosenthal-Bielatal, Pirnaer Str. 7
Gemarkung Hermsdorf, Flst. 208/4

1.3 Vorliegende Unterlagen und Informationen

- Lageplan 1:500, Gemarkung Hermsdorf, Vermessungsverwaltung des Freistaates Sachsen Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge, Pirna, 12.04.2018.
- Geologische Karte 1:25.000 mit Erläuterungen, Blatt 5150: Geologische Spezialkarte des Königreiches Sachsen, Section Rosenthal-Hoher Schneeberg, Nr. 103, von F. SCHALCH, Leipzig 1888.
- Geologische Karte 1:50.000 der eiszeitlich bedeckten Gebiete von Sachsen, Blatt 2769 Pirna. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden 1998.
- Hydrogeologische Karte der DDR. Blatt 1310-1/2/3 Bad Schandau / Sebnitz / Zeißigstein. Hydrogeologische Grundkarte; Karte der Hydroisohypsen; Karte der Grundwassergefährdung. – GFE Halle, 1984.
- Ortsbesichtigung und Baugrundbohrungen des Gutachters, vertreten durch Muhammad Rashid Siddiq (MSc geol.) und Ralf Sack, am 04.07.2023.

2 Lage- und Zustandsbeschreibung

2.1 Allgemeine Lagemerkmale

Freistaat Sachsen, Landkreis Sächsische Schweiz - Osterzgebirge

Adresse: 01824 Rosenthal-Bielatal, Pirnaer Str. 7

Gemarkung Hermsdorf, Flst. 208/4

2.2 Topographische Lage

Amtliche topographische Karte 1:25.000: Nr. 5150 Rosenthal-Bielatal

Koordinaten: H = 5637,83 bis 5637,90

R = 5432,69 bis 5432,76

356 bis 360 m über NN

2.3 Gebietsmerkmale

Das Grundstück liegt in der Gemarkung Hermsdorf, im nordwestlichen Teil von Bielatal, seit 1994 Ortsteil der Gemeinde Rosenthal-Bielatal (1.596 Einwohner auf 46,61 km² zum 09.05.2021).

Auf der historischen geologischen Karte von 1888 (vgl. Anlagen) ist Hermsdorf (Ersterwähnung 1548) als Waldhufendorf in einem sehr steil (von 380 m NN im SW-Teil des Ortes bis auf 280 m NN nahe der Mündung) abfallenden Seitental der Biela dargestellt, das von der aus dem Bielatal über die Hochfläche nach Krietzschwitz führenden Chaussee (heutige S 169) zweimal gequert wird. 1933 schloss sich Hermsdorf mit Reichenstein auf der gegenüberliegenden Talseite und dem 1,5 km südlich gelegenen Brausenstein zu Bielatal zusammen. Heute besteht über fast 6 km eine annähernd zusammenhängende Bebauung bis in den oberen Teil von Rosenthal (ca. 450 m NN).

Auf der NW-Seite der Abzweigung der Raumstraße von der Pirnaer Straße befindet sich der ehemalige Gasthof Hermsdorf. Nach bereits erfolgtem Teilabbruch soll das Gebäude saniert, modernisiert und durch Anbauten ergänzt werden.

2.4 Regionale geologische Situation

Das Objekt befindet sich in der Elbezone, in der Schichtstufenlandschaft des Elbsandsteingebirges auf der Sächsisch-Böhmischen Kreideplatte. Auf den Ebenheiten liegt eine teilweise mächtigere quartäre Überdeckung vor, in den flacheren Hangbereichen ist sie meist unter 1 m mächtig und fehlt an den Steilhängen vollständig.

Der tiefere Untergrund bis 100 m besteht aus marinen Ablagerungen der Oberkreide mit vorherrschenden Sandsteinen und untergeordneten Tonsteinlagen. Oberflächennah stehen **Sandsteine der Stufe a (Unterer Grünsandstein) des Mittel-Turons, sKt^{2a} ***, gebildet. Die Felslinie liegt bei 1,8-2,0 m. Die Verwitterungszone ist bis 1,6-1,7 m kiesig-sandig-schluffig und weiter im Hangenden bis zur Oberfläche schluffig-sandig ausgebildet. Auffüllungen werden 0,4-1,1 m mächtig.

Der Untere Grünsandstein ist ein bedeutender Grundwasserleiter des Festgesteins im Elbsandsteingebirge, in der unmittelbaren Nähe des Objekts sind jedoch keine Quellaustritte bekannt. Zeitweilig aufstauendes Sickerwasser kann nach starken und anhaltenden Niederschlägen sowie in Tauperioden in der Verwitterungszone und den schluffigen Deckschichten auftreten.

Das Objekt liegt außerhalb von Erdbebenzonen nach DIN 4149. Es liegt kein Bergschadensgebiet und kein amtlich festgesetztes Radonvorsorgegebiet vor.

2.5 Aufschlussverhältnisse

In der näheren Umgebung des Objekts waren tiefere Aufschlüsse, wie Baugruben für Kellergründungen, zur Zeit der Ortsbesichtigung nicht vorhanden.

Am 04.07.2023 wurden auf dem Grundstück insgesamt sechs Baugrundbohrungen bis zur Grenze der Bohrbarkeit bei maximal 2,0 m unter Gelände niedergebracht.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Baugrunduntersuchung basierend auf den durchgeführten Bohrungen keine Gewährleistung für die Homogenität des gesamten Baugrunds bietet. Gemäß DIN 4020:2010-12 sind „Aufschlüsse in Boden und Fels als Stichprobe zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu, so dass ein Baugrundrisiko verbleibt.“

*) Bezeichnungen auf der geologischen Karte 1:50.000 (1998), vgl. Anlage

Sollten während der Bauausführung gravierende Unterschiede hinsichtlich des Bodens verglichen mit dem Gutachten auftreten, ist umgehend der verantwortliche Sachverständige zu kontaktieren.

3 Baugrundbeschreibung

3.1 Lokale geologische Situation

Bohrungen am 04.07.2023, 11:30-17:00

Bohrgerät: RKS, Atlas Copco, Typ Cobra-Pro

Bohrwerkzeuge: Rammkernsonden, 60, 40 mm

Relativer Höhenbezugspunkt: Vermessungspunkt (VP) = $\pm 0,00$ m

Dokumentierte Schichtenprofile

Bohrung 1 Neubau NO-Seite, - 0,16 m zu VP

0,00-0,20 m	Mittelkies, stark sandig, schwach schluffig, Auff., graubraun	[mG, s*, u']
0,20-0,75 m	Schluff, stark sandig, schwach kiesig, Auffüllung, mittelbraun	[U, s*, g']
0,75-1,00 m	Schluff, feinsandig, schwach tonig, mittelbraun	U, fs, t'
1,00-1,20 m	Mittelsand, stark schluffig, kiesig, hellbraun	mS, u*, g
1,20-1,70 m	Schluff, stark feinsandig, schw. feinkiesig, hellbraun, mittelbraun	U, fs*, fg'
1,70-1,85 m	Grobkies, mittelkiesig, schwach schluffig, rotbraun, hellbraun	gG, mg, u'
1,85-2,00 m	Grobkies, mittelkiesig, braungrau, hellgrau	gG, mg

Bei 2,00 m kein Bohrfortschritt, Endteufe.

Kein Grundwasser.

Bohrung 2 Neubau SW-Seite, + 0,05 m zu VP

0,00-0,40 m	Schluff, sandig, schwach kiesig, Auffüllung, mittelbraun	[U, s, g']
0,40-0,80 m	Mittelsand, feinsandig, Auffüllung, braungrau	[mS, fs]
0,80-1,00 m	Schluff, feinsandig, tonig, mittelbraun	U, fs, t
1,00-1,30 m	Schluff, stark mittelsandig, kiesig, mittelbraun	U, ms*, g
1,30-1,50 m	Ton, sandig, mittelgrau	T, s
1,50-1,70 m	Mittelsand, kiesig, schluffig, hellbraun	mS, g, u
1,70-1,80 m	Grobkies, mittelkiesig, schwach schluffig, rotbraun	gG, mg, u'

Bei 1,80 m kein Bohrfortschritt, Endteufe.

Kein Grundwasser.

Bohrung 3 Bereich Versickerung, - 0,80 m zu VP

0,00-0,40 m	Mittelkies, stark schluffig, sandig, Auffüllung, dunkelbraun	[mG, u*, s]
0,40-0,50 m	Schluff, kiesig, sandig, Auffüllung, dunkelbraun	[U, g, s]
0,50-0,70 m	Kernverlust	-
0,70-1,00 m	Schluff, kiesig, sandig, tonig, hellbraun	U, g, s, t
1,00-1,40 m	Schluff, stark tonig, feinsandig, mittelbraun	U, t*, fs
1,40-1,60 m	Schluff, feinsandig, tonig, mittelbraun	U, fs, t
1,60-1,80 m	Mittelkies, grobkiesig, sandig, schwach schluffig, mittelgrau	mG, gg, s, u'
Bei 1,80 m kein Bohrfortschritt, Endteufe.		

Kein Grundwasser.

Bohrung 4 Anbau NW-Seite, - 0,82 m zu VP

0,00-0,35 m	Schluff, kiesig, sandig, Ziegelbruch, Auffüllung, mittelbraun	[U, g, s]
0,35-0,80 m	Schluff, stark tonig, feinsandig, mittelbraun	U, t*, fs
0,80-1,50 m	Schluff, kiesig, sandig, tonig, mittelbraun	U, g, s, t
1,50-1,60 m	Ton, schluffig, schwach sandig, mittelbraun	T, u, s'
1,60-1,80 m	Mittelkies, stark sandig, grobkiesig, schluffig, rotbraun	mG, s*, gg, u
Bei 1,80 m kein Bohrfortschritt, Endteufe.		

Kein Grundwasser.

Bohrung 5 Anbau Nahe SO-Seite, - 1,10 m zu VP

0,00-0,60 m	Schluff, kiesig, sandig, Ziegelbruch, Auffüllung, dunkelbraun	[U, g, s]
0,60-0,80 m	Grobkies, sandig, hellgrau	gG, s
Bei 0,80 m kein Bohrfortschritt, Endteufe.		

Kein Grundwasser.

Bohrung 5a Anbau Nahe SO-Seite, - 1,10 m zu VP

0,00-0,40 m	Grobkies, stark sandig, schluffig, Auffüllung, hellgrau	[gG, s*, u]
Bei 0,40 m kein Bohrfortschritt, Endteufe.		

Kein Grundwasser.

Bohrung 6 Neubau NO-Seite, - 1,31 m zu VP

0,00-0,30 m	Mittelkies, grobkiesig, sandig, Auffüllung, graubraun	[mG, gg, s]
0,20-0,70 m	Schluff, stark kiesig, sandig, Auffüllung, mittelbraun	[U, g*, s]
0,75-1,00 m	Grobkies, mittelkiesig, sandig, schw. schluffig, Auff., rotbraun	[gG,mg,s,u']
Bei 2,00 m kein Bohrfortschritt, Endteufe.		

Kein Grundwasser.

3.2 Schichtenmodell

Auf Grundlage der Bohrungen ergibt sich folgendes **mittleres Schichtenmodell für den Bereich des zu errichtenden Wohngebäudes:**

Schicht 1	0,00-0,75 m	Auffüllungen, kiesig-schluffig
Schicht 2	0,75-1,60 m	Schluff, sandig, tonig
Schicht 3	1,60-1,90 m	Mittelsand bis Grobkies, schluffig Übergang zum Festgestein

4 Baugrundbeurteilung

4.1 Geotechnische Merkmale der Baugrundsichten

Schicht 1 (Auffüllungen, kiesig-schluffig)

<i>Konsistenz</i>	steif
<i>Lagerungsdichte</i>	locker
<i>Frostempfindlichkeit</i>	mittel (F 2) nach ZTVE-STB 94
<i>Fließempfindlichkeit</i>	gering
<i>Feuchtwichte</i>	18,0 kN / m ³
<i>Kohäsion</i>	$c' < 2 \text{ kN / m}^2$
<i>Konsistenzveränderung</i>	möglich
<i>Bodenklasse</i>	3-4
<i>Bodengruppen</i>	GU*, A
<i>Reibungswinkel</i>	20 – 25°
<i>Farbe</i>	braungrau, mittelbraun, dunkelbraun

Schicht 2 (Schluff, sandig, tonig)

<i>Konsistenz</i>	steif
<i>Lagerungsdichte</i>	locker
<i>Frostempfindlichkeit</i>	stark (F 3) nach ZTVE-STB 94
<i>Fließempfindlichkeit</i>	hoch
<i>Feuchtwichte</i>	20,5 kN / m ³
<i>Kohäsion</i>	$c' = 2 \text{ kN / m}^2$
<i>Konsistenzveränderung</i>	möglich
<i>Bodenklasse</i>	4
<i>Bodengruppen</i>	UL, ST*
<i>Reibungswinkel</i>	27,5°
<i>Farbe</i>	mittelbraun, hellbraun, mittelgrau

Schicht 3 (Mittelsand bis Grobkies, schluffig)

<i>Konsistenz</i>	halbfest
<i>Lagerungsdichte</i>	mitteldicht
<i>Frostempfindlichkeit</i>	mittel (F 2) nach ZTVE-STB 94
<i>Fließempfindlichkeit</i>	gering
<i>Feuchtwichte</i>	20,0 kN / m ³
<i>Kohäsion</i>	$c' < 2 \text{ kN / m}^2$
<i>Konsistenzveränderung</i>	kaum möglich
<i>Bodenklasse</i>	3-4
<i>Bodengruppen</i>	SU, ST
<i>Reibungswinkel</i>	30,0 – 32,5 °
<i>Farbe</i>	mittelgrau, hellgrau, rotbraun, braungrau

4.2 Schichtbezogene Steifemoduln

- | | | |
|----|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Auffüllungen, kiesig-schluffig | $E_s = 5\text{-}15 \text{ MN / m}^2$ |
| 2. | Schluff, sandig, tonig | $E_s = 5\text{-}12 \text{ MN / m}^2$ |
| 3. | Mittelsand bis Grobkies, schluffig | $E_s = 20\text{-}50 \text{ MN / m}^2$ |

4.3 Vorgaben für Bettungsmodul und zulässigen Sohldruck

Nach den vorliegenden Planungsunterlagen sind Umbau und Neubau eines Gasthofes (nicht unterkellert) vorgesehen. Im Gründungsbereich steht Schicht 2 an.

Der mittlere Steifemodul ist

$$E_s = 8,5 \text{ MN} / \text{m}^2$$

Der **Bettungsmodul** ist immer von der Fundamentbreite b abhängig.

Nach der erweiterten Formel von JAKY ist der Bettungsmodul näherungsweise

$$K_s = E_s / (f \cdot b)$$

mit dem Formfaktor $f = 1,1$ bei einem Längen-/Breiten-Verhältnis des Bauwerks von ca. 1,25:1, und daher

$$K_s = 8 \text{ MN} / \text{m}^3 \text{ bei } 1 \text{ m Fundamentbreite bzw. tragender Bodenplatte,}$$

$$K_s = 16 \text{ MN} / \text{m}^3 \text{ bei Streifenfundamenten } b = 0,5 \text{ m.}$$

Der **zulässige Sohldruck** kann nach DIN 1054:2005-01, Tabellen A.4, für eine Mindesteinbindetiefe von $< 0,5 \text{ m}$ bzw. $1,0 \text{ m}$ abgeschätzt werden. Es liegt eine Regelfallbemessung vor.

Der interpolierte Tabellenwert für gemischtkörnigen Boden, steif (Tab. A.4), ist 150 kN/m^2 bzw. 180 kN/m^2 .

Als zulässiger Sohldruck wird angenommen:

$$\sigma = 150 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ bei tragender Bodenplatte,}$$

$$\sigma = 180 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ bei Streifenfundamenten.}$$

Der **Bemessungswert des Sohlwiderstandes** nach DIN 1054-101, Tabellen A 6.6, wird angenommen mit

$$\sigma_{R,d} = 210 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ bei tragender Bodenplatte,}$$

$$\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN} / \text{m}^2 \text{ bei Streifenfundamenten.}$$

4.4 Grundwassersituation

Der Bemessungswasserstand (HGW) wird mit $4,0 \text{ m}$ unter Gelände für Grundwasser und mit $2,0 \text{ m}$ für aufstauendes Sickerwasser angenommen. Zeitweilig aufstauendes Sickerwasser ist in den Schichten 2, 3 niederschlagsabhängig mit geringer Intensität möglich.

4.5 Gründungsempfehlungen

Die Gründung ist sowohl mit tragender Bodenplatte als auch mit Streifenfundamenten, $h = 1,0$ m, möglich. Bei tragender Bodenplatte ist ein frostsicherer Unterbau von 1,0 m, zu verdichten in Einzellagen von maximal 30 cm auf $D_{Pr} = 0,98$, erforderlich. Bei Streifenfundamenten ist in den Fundamentgräben eine Tragschicht von 25-30 cm und an der Oberfläche eine kapillarbrechende Schicht von 10-15 cm angemessen.

Die Bauwerksabdichtung nach DIN 18533-1 entspricht der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E (bei Dränung), andernfalls W2.1-E. Bei einem Bettungspolster von über 50 cm ist die Abdichtung nach W1.1-E (Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser) möglich.

Gründungsparameter:

Tragende Bodenplatte:

Einbindetiefe	$< 0,50$ m
zulässiger Sohldruck	$\sigma = 150$ kN / m ²
Bemessungswert des Sohlwiderstandes	$\sigma_{R,d} = 210$ kN / m ²
Bettungsmodul bei $b = 1,0$ m	$k_s = 8$ MN / m ³
Feuchtwichte	cal $\gamma = 20,5$ kN / m ³
maximale Setzungen	$s = 0,8$ cm
maximale Setzungsdifferenz	$\Delta s < 0,5$ cm (bei Bauwerksbreite ca. 10 m)

Streifenfundamente $b = 0,5$ m:

Einbindetiefe	1,00 m
zulässiger Sohldruck	$\sigma = 180$ kN / m ²
Bemessungswert des Sohlwiderstandes	$\sigma_{R,d} = 250$ kN / m ²
Bettungsmodul bei $b = 0,5$ m	$k_s = 16$ MN / m ³
Feuchtwichte	cal $\gamma = 20,5$ kN / m ³
maximale Setzungen	$s = 0,8$ cm
maximale Setzungsdifferenz	$\Delta s < 0,5$ cm (bei Bauwerksbreite ca. 10 m)

4.6 Empfehlungen zum Erdbau

Baugrubenaushub

Böschung senkrecht (Tiefe < 1,25 m, DIN 4124)

Wiedereinbau

Material der Schicht 2 nicht verdichtungsfähig, zum Wiedereinbau korngestuftes Brechkorn- oder Rundkorngemisch erforderlich, Material des Gründungspolsters geeignet

5 Versickerung von Oberflächenwasser

Am 10.08.2023, 09:00-13:00, erfolgte durch unseren Mitarbeiter Matthias Jacob, zwei Sickerversuche (Eingießversuch) mit jeweils 2 Wiederholungen zum Nachweis der Durchlässigkeit im oberflächennahen Bereich

5.1 Sickertest 1

Schichtenprofil im Bereich des Schurfs 1

0,00-0,15 m	Mittelkies, stark sandig, schwach schluffig, Auff., graubraun	[mG, s*, u']
0,15-0,70 m	Schluff, stark sandig, schwach kiesig, Auffüllung, mittelbraun	[U, s*, g']
0,70-1,00 m	Schluff, feinsandig, schwach tonig, mittelbraun	U, fs, t'
1,00-1,50 m	Schluff, stark feinsandig, schw. feinkiesig, hellbraun, mittelbraun	U, fs*, fg'

Bei 1,50 m Endteufe.

Kein Grundwasser, kein Stauwasser.

Form und Größe des Schurfs 1:

Grundfläche	3,00 m x 1,10 m
Tiefe	1,50 m

Test 1:

Auffüllung:

Beginn	09:15
Ende	09:21
Dauer	6 min
Endstand (m über Sohle)	0,600

Beobachtung der Absenkung:

09:21	0,60
09:36	0,59
09:51	0,58
10:06	0,57
10:21	0,57

Absenkungsdaten:

Absenkung gesamt	3,00 cm
Testzeit	60 min
Berechnung lt. Formblatt	
k _f -Wert rechnerisch	$3,40 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$

Test 2 (1. Wiederholung im Schurfs 1):

Auffüllung:

Beginn	10:21
Ende	10:23
Dauer	2 min
Endstand (m über Sohle)	0,600

Beobachtung der Absenkung:

10:23	0,60
10:38	0,59
10:53	0,58
11:08	0,56
11:23	0,55

Absenkungsdaten:

Absenkung gesamt	5,00 cm
Testzeit	60 min
Berechnung lt. Formblatt	
k _f -Wert rechnerisch	$5,72 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$

Test 3 (2. Wiederholung im Schurfs 1):

Auffüllung:

Beginn	11:23
Ende	11:25
Dauer	2 min
Endstand (m über Sohle)	0,600

Beobachtung der Absenkung:

11:25	0,60
11:40	0,59
11:55	0,58
12:10	0,57
12:25	0,55

Absenkungsdaten:

Absenkung gesamt	5,00 cm
Testzeit	60 min
Berechnung lt. Formblatt	
k _f -Wert rechnerisch	$5,72 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$

5.2 Sickertest 2

Schichtenprofil im Bereich des Schurfs 2:

0,00-0,25 m	Mittelkies, stark sandig, schluffig, Auffüllung, graubraun	[mG, s*, u]
0,25-0,65 m	Schluff, stark sandig, schwach kiesig, Auffüllung, mittelbraun	[U, s*, g']
0,65-1,10 m	Schluff, sandig, schwach kiesig, mittelbraun	U, s, g'
1,10-1,20 m	Mittelsand, stark schluffig, kiesig, hellbraun	mS, u*, g
Bei 1,20 m Endteufe.		

Kein Grundwasser, kein Stauwasser.

Form und Größe des Schurfs 2:

Grundfläche	4,70 m x 1,60 m
Tiefe	1,20 m

Test 1:

Auffüllung:

Beginn	09:26
Ende	09:33
Dauer	7 min
Endstand (m über Sohle)	0,300

Beobachtung der Absenkung:

09:33	0,30
09:48	0,29
10:03	0,27
10:18	0,26
10:33	0,25

Absenkungsdaten:

Absenkung gesamt	5,00 cm
Testzeit	60 min
Berechnung lt. Formblatt	
k_f -Wert rechnerisch	$9,51 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$

Test 2 (1. Wiederholung im Schurf 2):

Auffüllung:

Beginn	10:33
Ende	10:35
Dauer	2 min
Endstand (m über Sohle)	0,300

Beobachtung der Absenkung:

10:35	0,30
10:50	0,28
11:05	0,26
11:20	0,25
11:35	0,24

Absenkungsdaten:

Absenkung gesamt	6,00 cm
Testzeit	60 min
Berechnung lt. Formblatt	
k_f -Wert rechnerisch	$1,15 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$

Test 3 (2. Wiederholung im Schurf 1):

Auffüllung:

Beginn	11:35
Ende	11:37
Dauer	2 min

Endstand (m über Sohle) 0,300

Beobachtung der Absenkung:

11:37 0,30

11:52 0,28

12:07 0,26

12:22 0,25

12:37 0,23

Absenkungsdaten:

Absenkung gesamt 7,00 cm

Testzeit 60 min

Berechnung lt. Formblatt

k_f -Wert rechnerisch $1,35 \cdot 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$

5.3 Technische Empfehlungen

Es ist ein k_f -Wert von mindestens $3,40 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ im Bereich vom Schurf 1 und $9,51 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ im Bereich vom Schurf 2 anzunehmen. Damit liegt in beiden Versickerungsbereichen eine akzeptable Sickerfähigkeit im zulässigen Bereich von $1 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ bis $1 \cdot 10^{-3} \text{ ms}^{-1}$ vor. Das Sickerbauwerk sollte vorzugsweise in der näheren Umgebung von Schurf 2 hergestellt werden.

Eine Versickerung von Oberflächenwasser, z.B. aus dem Überlauf einer Zisterne, sollte über ein flaches horizontales Bauwerk (z.B. bei 0,8-1,5 m, Rohrversickerung, Rigolenversickerung, Sickerblöcke oder Sickertunnel der Bauart Graf) in Schicht 2 mit einer nachgewiesenen Sickerfähigkeit von mindestens $k_f = 9,51 \cdot 10^{-6} \text{ ms}^{-1}$ erfolgen.

6 Empfehlungen zur Erdwärmenutzung

6.1 Auswahl des technischen Systems

Bei dem vorliegenden Gebäudetyp wird von einem Niedrigenergiehausstandard ($< 50 \text{ W} / \text{m}^2$) ausgegangen. Die Wärmepumpenleistung wird wie folgt angenommen:

Heizleistung 60,0 kW

Verdampferleistung 47,1 kW

Als technische Systeme zur Gewinnung geothermischer Energie für den Betrieb erdgekoppelter Wärmepumpen sind zurzeit einsetzbar:

- (1) **Förderbrunnen für Grundwasser.** Das Grundwasser wird über einen oder mehrere Förderbrunnen entnommen, deren Förderleistung bei Dauerentnahme den Nenndurchfluss der Wärmepumpe gewährleistet. Die Rückführung in denselben Aquifer über einen oder mehrere Schluckbrunnen muss gewährleistet sein.
- (2) **Erdwärmekollektoren.** Ein Register aus Kunststoffrohren wird in ca. 1,2-1,5 m Tiefe verlegt. Es wird von kaltem Wärmeträgermedium durchflossen und entzieht so dem Boden Wärme. Sonderbauformen, vor allem Grabenkollektoren, sind für Grundstücke kleiner und mittlerer Größe am geeignetsten.
- (3) **Erdwärmesonden.** Rohrsonden, meist aus Kunststoff, werden in vertikalen Bohrlöchern eingesetzt. Die Tiefe der Bohrlöcher sollte auf 100 m begrenzt sein, weil bei größeren Tiefen eine bergrechtliche Genehmigung erforderlich wird.

Zu den einzelnen technischen Systemen können unter den bekannten Voraussetzungen des Grundstücks folgende Aussagen getroffen werden:

(1)
Die Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle (Wasser-Wasser-Wärmepumpe) würde bei einer Entzugsleistung von 5,1 kW eine Fördermenge von mindestens 1,4 m³/h erfordern. Zuflüsse mit dieser Kapazität sind im Untergrund des Baugrundstücks nicht ganzjährig vorhanden.

(2)
Der Einsatz von Erdwärmekollektoren erfordert bei normalen Boden- und Expositionsverhältnissen eine große Fläche, bereits bei Einfamilienhäusern im Mittel 300-400 m². Zur Minimierung des Flächenbedarfes wird von dem Einsatz von Grabenkollektoren ausgegangen.

(3)
Erdwärmesonden erschließen den tieferen Untergrund, der sich am vorliegenden Standort bereits ab 2 m unter Gelände aus Festgestein (Sandstein) zusammensetzt. Die spezifischen Entzugsleistungen in Anlagen mit einer Heizleistung < 20 kW liegen nach VDI 4640 für diese Festgesteinsformationen bei 50-60 W/m. Daher sind die Bedingungen für Erdwärmesonden vorteilhaft.

Auf dem neu zu bebauenden Grundstück sind als technische Systeme zur Gewinnung geothermischer Energie für die Heizung und Warmwasserbereitung sowohl Grabenkollektoren als auch Erdwärmesonden zweckmäßig.

6.2 Dimensionierung von Erdwärmekollektoren

Bisher wurde die Dimensionierung von Erdwärmekollektoren nach dem Nomogramm in der VDI-Richtlinie 4640 ausgeführt, das zwischen vier Kategorien der Boden- und Expositionsverhältnisse unterscheidet.

Das in der Dissertation von K. RAMMING (2007) niedergelegte Verfahren ermöglicht eine zuverlässigere Prognose mit stärker quantitativer Ausrichtung. Die flächenspezifische Entzugsleistung in W/m^2 ergibt sich hier in Abhängigkeit von der Klimazone und der Bodengruppe (Tab. 5.4 auf S. 110 dieser Arbeit).

Nach der DIN 4710:2003-01 (Einteilung der Bundesrepublik Deutschland in 15 Klimazonen für die Belange der Heiz- und Raumlufttechnik ergibt sich eine Einordnung des Standorts in die Klimazone 10 (Referenzort Hof, Jahrestemperaturmittel $6,3^\circ \text{C}$, Amplitude $9,15 \text{ K}$, Niederschlagssumme 742 mm/a).

Die Bodengruppe ist am ehesten in die Kategorie „Schluff“ einzuordnen.

Der zutreffende Wert für den **Wärmefluss** beträgt **28 W/m^2** .

Für eine Ausführung als **Grabenkollektoren** gilt:

Die erforderliche Grabenlänge L kann aus empirischen Zusammenhängen nach folgenden Formeln abgeschätzt werden:

(1)

Bei **Verlegung mit gegenseitiger Beeinflussung**, z. B. im Zickzacksystem, Abstand der Gräben $< 6 \text{ m}$.

$$L_1 = Q / 2,5 / q$$

(2)

Bei **Verlegung ohne gegenseitige Beeinflussung**, z. B. in Rechtecksform, nur an den Begrenzungen der Fläche, Abstand der Gräben $> 6 \text{ m}$.

$$L_2 = Q / 4 / q,$$

wobei

Q = geplante Entzugsleistung der Wärmepumpe in W

q = ermittelte spezifische Entzugsleistung pro m^2 Fläche.

Für den beschriebenen Standort ergeben sich **bei einer angenommenen Entzugsleistung der Wärmepumpe von $47,1 \text{ kW}$ als Grabenlängen**

$$L_1 = Q / 2,5 / q$$

$L_1 = 673 \text{ m}$ (mit gegenseitiger Beeinflussung)

$$L_2 = Q / 4 / q$$

$L_2 = 421 \text{ m}$ (ohne gegenseitige Beeinflussung).

6.3 Dimensionierung von Erdwärmesonden

Bei einer Bohrtiefe von bis zu 100 m und dem unter 2.4 beschriebenen geologischen Profil würden sich in dem geologischen Untergrund nach den Richtwerten aus VDI 4640 folgende spezifischen Entzugsleistungen ergeben:

bis 2 m	Schluff, kiesig, sandig	40 W/m
ab 2 m	Sandstein	58 W/m

Das gewogene Mittel über diese Gesteinskennwerte errechnet sich zu **57,6 W / m**.

Für die Speisung der Verdampferleistung der Wärmepumpen bei Volllast ergäbe sich daraus eine Bohrlochlänge von 818 m.

Ergebnis:

Neun Bohrungen mit einer Einzellänge von 91,0 m sind ausreichend, wenn die gegenseitige Beeinflussung minimiert wird. Dazu sollte ihr Abstand mindestens 6 m betragen.

Die Voraussetzungen für die Anordnung von 9 Bohrungen im Abstand von 6 m sind auf dem Grundstück gegeben. Ihre Lage muss bereits bei der Gebäudeplanung berücksichtigt werden.

Soweit die **Verdampferleistung P** der Wärmepumpe von 47,1 kW abweicht, kann die **erforderliche Bohrlochlänge l** durch lineare Korrektur unter Berücksichtigung der tatsächlichen Verdampferleistung errechnet werden:

$$l = 818 \cdot P / 47,1$$

$$l = 17,4 P$$

6.4 Empfehlungen zur technischen Ausführung

Die Ausführung der Anlagen zur Erdwärmenutzung muss nach der VDI-Richtlinie 4640 (Thermische Nutzung des Untergrundes) erfolgen. Das ausführende Unternehmen sollte die Anwendung dieser Richtlinie in seinem Angebot zusichern.

Eine wasserrechtliche Erlaubnis ist bei der Unteren Wasserbehörde spätestens einen Monat vor Bohrbeginn zu beantragen.

Für Erdwärmesonden gilt: Bei der empfohlenen Bohrtiefe von 91 m (neun Bohrungen) fordert die VDI 4640, dass der Ringraum nach Einbringung der Sonde verpresst wird (Bentonit-Zement-Gemisch oder spezielle Verfüllmaterialien mit besonders hoher Wärmeleitfähigkeit). Eine Verfüllung mit Kies ist bei dieser Bohrtiefe nicht zulässig.

Die Anbindeleitungen von den Bohrungen zum Haus müssen im Boden frostfrei verlegt werden.

Bei zwei und mehr Bohrungen sind Verteiler erforderlich, welche die Durchflussmengen der einzelnen Bohrungen regeln.



Dr. Matthias Mokosch

Seelingstädt, 18.08.2023

7 Anlagen

- 7.1 Auszüge aus
 - Topographische Karte 1:50.000 (TK 50)
 - Geologische Karte 1:25.000, vergrößert auf 1:10.000 (von 1888)
 - Geologische Karte 1:50.000, vergrößert auf 1:20.000 (von 1998)
 - Lageplan 1:500
 - Lageplan der Sickertests
- 7.2 Fotodokumentation

7.1

Kartenauszüge:

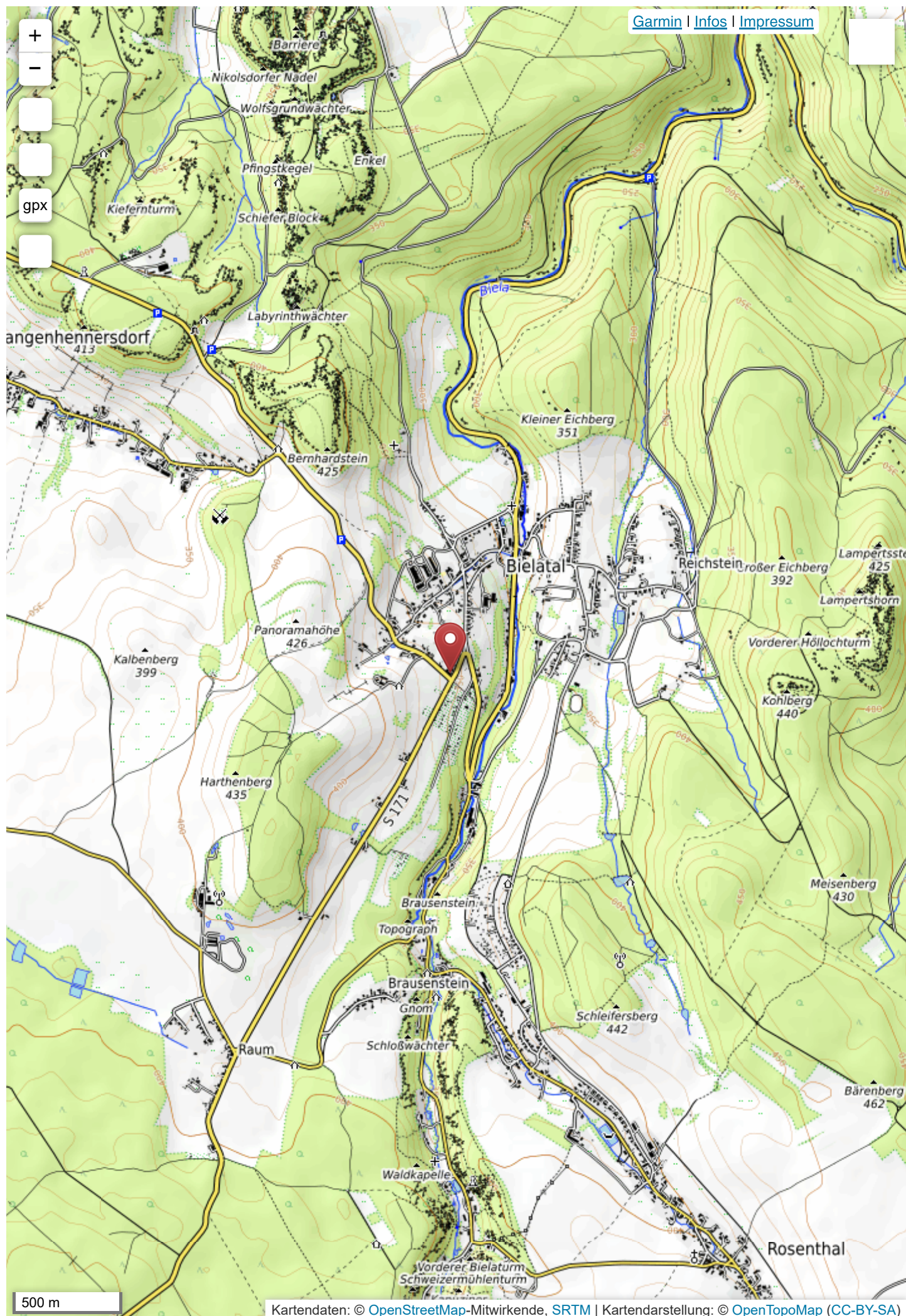
Topographische Karte 1:50.000 (digital)

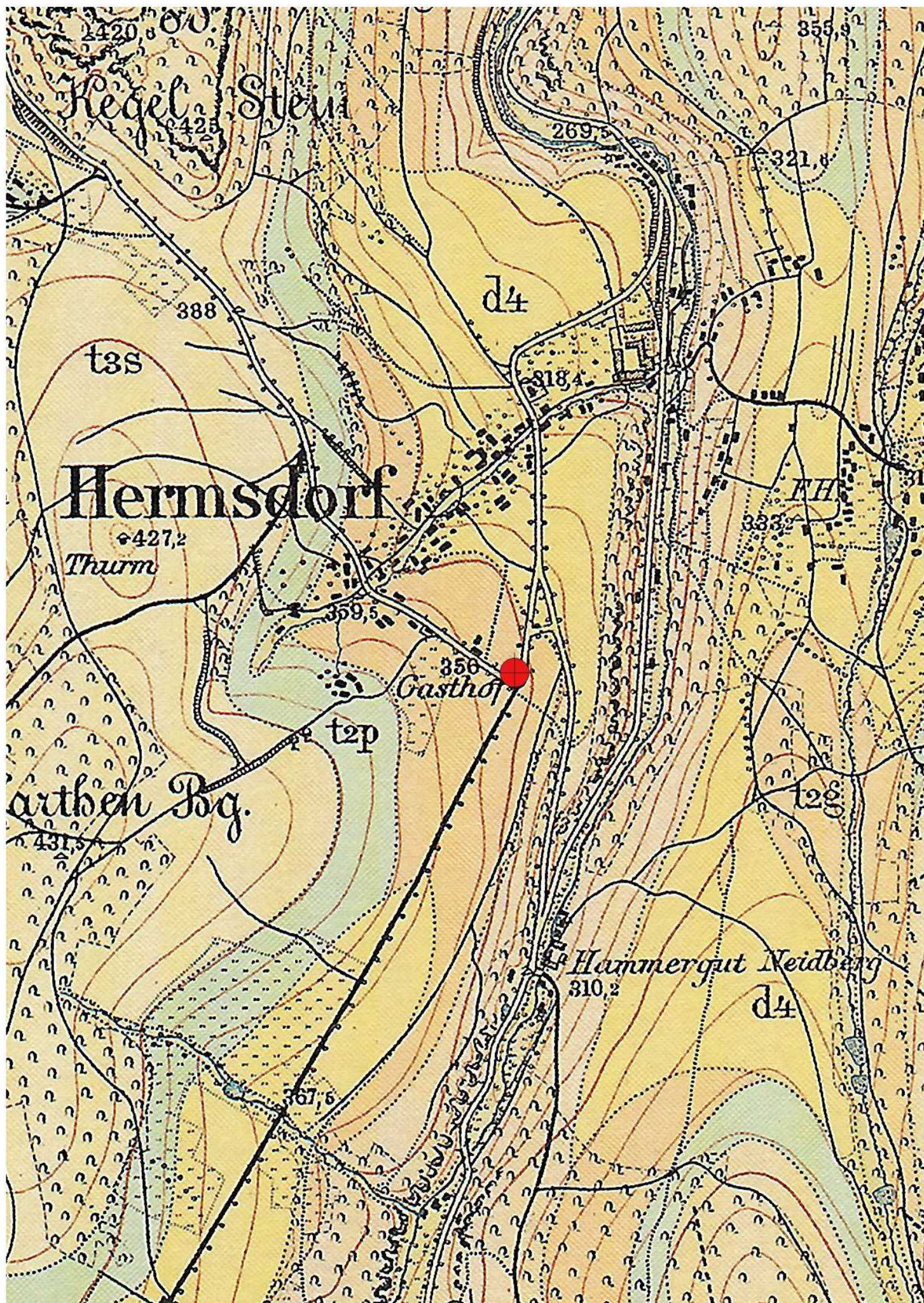
Geol. Karte 1:25.000 (von 1888, vergr. 2,5 fach)

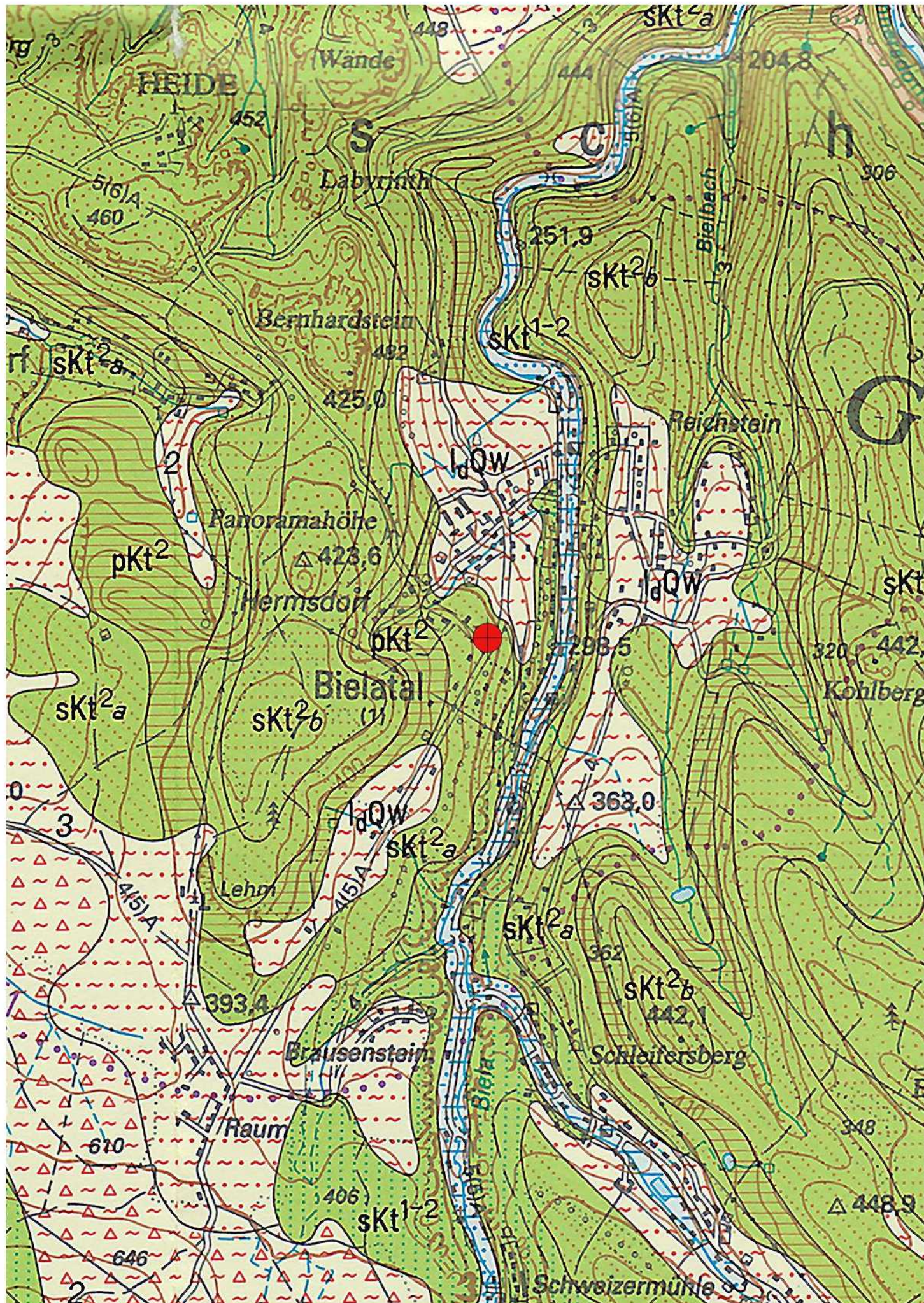
Geol. Karte 1:50.000 (von 1998, vergr. 2,5 fach)

Lageplan 1:500

Lageplan der neuen Sickertests

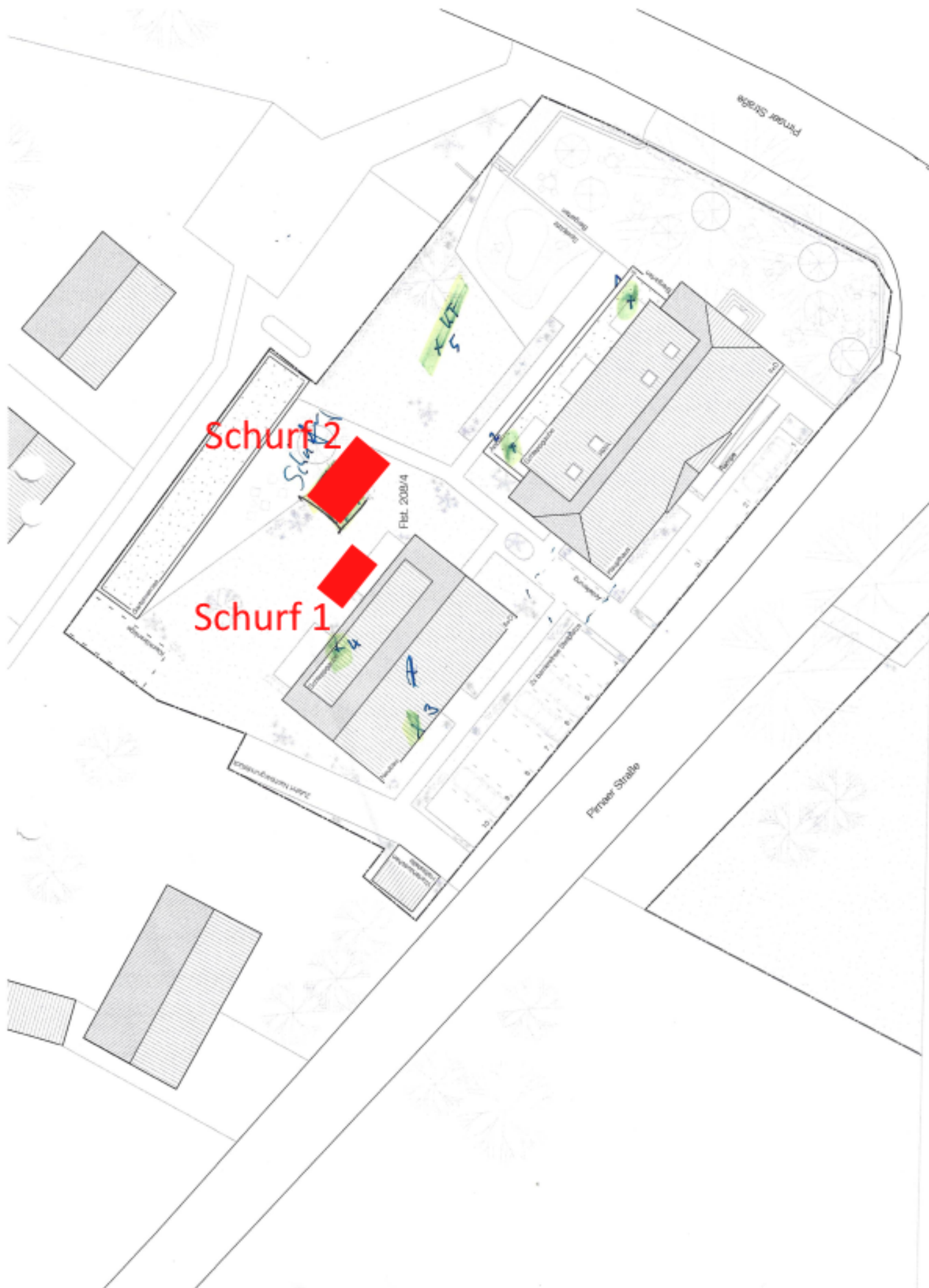








• Bohrungen



7.2

Fotodokumentation vom 04.07.2023



Bild 1: Rosenthal-Bielatal, Pirnaer Str. 7, Flst. 208/4, Blick nach Nordwesten.



Bild 2: Blick nach Süden auf das Bestandsgebäude.



Bild 3: Blick nach Südosten auf das Bestandsgebäude.



Bild 4: Bohrung 1, schluffig-sandig-kiesig, Auffüllung bis 0,75 m, dann Schluff, feinsandig.



Bild 5: Bohrung 6, Grobkies, mittelmiesig, sandig, schluffig, Auffüllungen bei 0,5-1,0 m.



Bild 6: Bohrung 4, Schluff, kiesig, sandig, bis 1,6 m, dann Mittelmies, sandig, schluffig.