

Geo-Lichtenberger

Dr. Marco Lichtenberger, Diplom-Geologe
Hintere Straße 17
74348 Lauffen am Neckar

Tel.: 07133 – 9000 760

www.geo-lichtenberger.de
geo-lichtenberger@gmx.de

03.06.2022

Geologisches Baugrundgutachten zum Neubau eines
Mehrfamilienwohnhauses in der
Heilbronner Straße (Flurstück 2121) in
74821 Mosbach-Neckarelz

Auftraggeber: Zekai Basaran
 In der Heinrichsburg 36/4
 74821 Mosbach-Neckarelz
 Email: zekai.basaran@gmx.net
 Tel.: 0162 – 186 414 3

Bearbeiter: Dr. Marco Lichtenberger, Diplom-Geologe

1. Einführung

1.1. Veranlassung

Herr Zekai Basaran (Neckarelz) beabsichtigt die Errichtung eines Mehrfamilienwohnhauses auf Flurstück 2121 in der Heilbronner Straße im Mosbacher Ortsteil Neckarelz.

Ziel dieses am 30.03.2022 beauftragten Gutachtens auf Basis des Angebots Nr. 0089922 vom 21.01.2022 ist es, mittels einer Baugrunduntersuchung mit Kleinbohrungen die Schichtenfolge unter dem geplanten Bauwerk zu erkunden, bodenmechanische Kennwerte zu ermitteln und Aussagen zur Geologie (Boden- und Felsschichten), Hydrogeologie (Grundwasser) und möglichen Gründung zu treffen.

1.2. Unterlagen

Zur Planung und Auswertung der Baugrunduntersuchung wurden übergeben:

- (1) *Lageplan (Entwurf)*
- (2) *Schnittskizze mit Geländeverlauf (Entwurf)*

Zusätzlich genutzt wurden:

- (3) *Geologische Karte* im Maßstab 1:25.000, auf der das Flurstück liegt (Blatt 6621; Mosbach)
- (4) *Topographische Karte* im Maßstab 1:25.000, auf der das Flurstück liegt (Blatt 6621; Mosbach)
- (5) Kanalplan der Stadt Mosbach mit Kanaldeckelhöhen

2. Lage, Projektbeschreibung und Aufgabenstellung

Das bearbeitete Grundstück ist landschaftlich dem Rand des Neckartals oberhalb der Elzmündung zuzuordnen. Das Gelände liegt weitgehend eben (im Südwesten oberhalb einer Geländestufe zur „Heilbronner Straße“) und fällt noch Norden bis Nordwesten ab, der maximale Höhenunterschied der Bohransatzpunkte betrug ca. 1,00 m.

Westlich des Bauvorhabens liegt die „Heilbronner Straße“, nördlich die Straße „Waldhauer“. Südöstlich befindet sich die Bahnstrecke Mosbach-Heilbronn, die unterhalb in einem Geländeeinschnitt verläuft. Das untersuchte Grundstück war zum Zeitpunkt der Untersuchung unbebaut und mit gekürzter Wiese bewachsen (s. Fotos). Ehemals wurde es landwirtschaftlich genutzt. Über eventuelle Vorgängerbauten im Baufeld liegen keine Informationen vor. Hinweise auf eine relevante Vorgängerbauung fanden sich nicht.

Das geplante Wohnhaus soll mit einer Tiefgarage in den Baugrund einbinden. Als Gründungsvarianten (s. 5.4) werden Streifen- und Einzelfundamente sowie als Alternative eine tragende Bodenplatte berücksichtigt.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Untersuchung des Baugrundes wurden am Dienstag, den 31.05.2022 von ca. 08:30 Uhr bis ca. 12:00 Uhr mittels pneumatischem Bohrgerät 4 Kleinbohrungen ausgeführt (s. Lageplan). Die Bohrungen wurden im Bereich des geplanten Neubaus und bis zu einer Tiefe von max. 6,00 m unter Geländeoberkante (GOK) ausgeführt.

Die Bohrungen 2 und 4 wurden jeweils als Rammkernsondierung (RKS) ausgeführt, um Bohrkerne zu gewinnen, die bis Ende 2023 aufbewahrt werden. Die Bohrungen 1 und 3 wurden als Leichte Rammsondierung mit einer 5 cm²-Spitze (DPL5, Dynamic Probing Light) auf Basis von DIN EN ISO 22476-2 zur Feststellung der tiefenspezifischen Lagerungsdichte ausgeführt. Diesen Bohrungen wurden mittels Schlitzsonde weitere geringe Probenmengen zum Vergleich mit den Bohrungen 2 und 4 entnommen.

Die Lage der Bohrpunkte wurde anhand des Lageplans und bauseits vor Ort angebrachter Pflöcke bestimmt. Als Referenzhöhe diente die Oberkante des Kanaldeckels an der Einmündung der Straße „Waldhauer“ in die „Heilbronner Straße“ (KS3021161), die entsprechend Kanalplan eine Höhe von 156,934 m NN hat.

Die Erdgeschossfußbodenhöhe des Wohnhauses (EFH, Baukote 0,00) war zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung noch unbekannt und ist entsprechend Schnittskizze auf ca. Straßenhöhe bis Geländehöhe im Nordbereich des Bauvorhabens zu erwarten (ca. 157,80-158,30 m NN). Die Untergeschossfußbodenhöhe (UFH) lag ebenfalls noch nicht vor und dürfte bei 3,00 m Geschosshöhe (inkl. Boden EG) auf ca. 154,80-155,30 m NN zum Liegen kommen. Die Gründung erfolgt je nach verwendetem Bodenaufbau und ggf. Fundamenten jew. ca. 0,50-1,00 m tiefer. Bei wesentlichen Abweichungen wird um Rücksprache gebeten.

4. Baugrund

4.1. Geologischer Aufbau

Folgende, vereinfachte Schichtenfolge wurde im Rahmen der Erkundung angetroffen:

- Oberboden (Homogenbereich A)
- Aufgefüllter Tallehm (Homogenbereich B)
- Tallehm (Homogenbereich C)
- Schwemmlöss (Homogenbereich D)
- Hochflutlehm (Homogenbereich E)

Die vorgenannten Einheiten können entsprechend der Neufassung von DIN 18300 (DIN 18300:2015-08) jeweils als Homogenbereich aufgefasst werden. Ein Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich von Boden oder Fels, dessen Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der angrenzenden Bereiche abheben.

Die genauen Abfolgen und Lagen der Schichten unter Geländeoberkante in den jeweiligen Bohrungen sind den beiliegenden geologischen Schnitten sowie den einzelnen Bohrprofilen im Anhang zu entnehmen. In den vier Bohrungen wurden die gleichen Schichten angetroffen, was für einen relativ homogenen Baugrund spricht.

An allen Bohrpunkten stand zunächst ein **Oberboden** an. Dabei handelt es sich um einen schwach sandigen und schwach tonigen Schluff mit geringen organischen Anteilen und einzelnen Kieskörnern (Flussskies und Buntsandstein). Die Konsistenz ist weich bis steif, die Farbe braun (bis dunkelbraun).

Unter dem Oberboden folgt als **Auffüllung** umgelagerter **Tallehm**. Tallehme sind Bodenbildungen, die sich aus den bei (prä)historischen Starkregenereignissen und ggf.

Hochwassern von umliegenden Hängen abgespülten Bodenmaterialien zusammensetzen. Geotechnisch ist der Tallehm vor Ort ein sandiger und toniger Schluff mit einzelnen Kieskörnern, darunter vor allem in Bohrung 1 Ziegelbruch, der zeigt, dass der Boden, obwohl es sich um ortstypischen Boden handelt, historisch umgelagert, bzw. aufgefüllt ist. Die Konsistenz ist weich bis steif (die Lagerung in Bohrung 1 locker), die Farbe weitgehend braun.

Unterhalb des umgelagerten/aufgefüllten Tallehms folgt gewachsener **Tallehm**, der – bis auf das Fehlen von Ziegelbruch – dem vorangehend beschriebenen Tallehm entspricht. Die Konsistenz ist weitgehend steif, die Farbe braun bis rotbraun (südl. Bohrungen).

Der Tallehm geht nach unten in **Schwemmlöss** über. Löss ist ein eiszeitliches Windsediment mit Körnungen hauptsächlich im Schluffbereich. Durch Flächenspülungen und bei Hochwasserereignissen wurde der Löss teilweise abgetragen und talabwärts erneut abgelagert. Dieser Löss kann dann als Schwemmlöss bezeichnet werden und ist eine typische Bildung der Bach- und Flusstäler. Der vor Ort angetroffene Schwemmlöss ist ein toniger und sandiger Schluff mit hellbrauner (bis brauner) Farbe. Die Konsistenz ist weitgehend halbfest, wie auch die Schlagzahlen in den Bohrungen 1 und 3 zeigen. Der Schwemmlöss weist typische fleckige Verfärbungen und Mangan-/Eisenablagerungen auf, die auf ein saisonales Auftreten von Stauwasser im Boden hinweisen.

Der Schwemmlöss geht nach unten in **Hochflutlehm** über. Dabei handelt es sich um tonigen und sandigen Schluff, der bei vorhistorischen Hochwasserereignissen abgelagert wurden. Die Konsistenz ist durchgehend halbfest, die Farbe braun bis rotbraun.

Unter dem Hochflutlehm und ggf. weiteren randlichen Tal- und Flussablagerungen werden auf Basis umliegender Bohrungen, geologischer und topografischer Karte Festgesteine der Wellenkalk-Formation mu2 (bzw. nach alternativer Nomenklatur der Mittleren Jena-Formation) des **Unteren Muschelkalks** erwartet. Von einem Einfluss dieser Gesteine auf das Bauvorhaben wird nicht ausgegangen.

Zwei geologische Schnitte mit Informationen zur Schichtenfolge im Bereich der Baumaßnahme findet sich im Anhang. Zwischen den einzelnen Bohrungen liegende Punkte im Untergrund können für Planungszwecke interpoliert werden, sind aber entsprechend beim Aushub mit den Prognosen zu vergleichen.

Organoleptische Auffälligkeiten in Bezug auf schädliche Bodenveränderungen (Altlasten, Bodenverunreinigungen) wurden bei den Arbeiten zur Baugrunduntersuchung (punktuelle Aufschlüsse) nicht angetroffen. Eine Beprobung und Laboruntersuchung waren nicht Bestandteil des Auftrags. Eine Notwendigkeit einer Untersuchung wird nach VwV Boden Baden-Württemberg (4.1. Absatz 3) nicht gesehen, da keine Hinweise auf anthropogene

Veränderungen und geogene Stoffanreicherungen vorliegen und die Flächen nach vorliegenden Informationen bisher weder gewerblich (im Sinne von möglichen Einträgen), industriell noch militärisch genutzt wurden. Die Bohrproben werden für eventuelle Rückfragen oder Laboruntersuchungen bis min. Ende 2023 aufbewahrt.

Im Rahmen der Baugrunderkundung ergaben sich keine Hinweise auf eventuelle Kampfmittel im Baugrund. Über eine eventuelle Kampfmittelbelastung lagen allerdings keine definitiven Informationen (Kampfmittelerkundung) vor. Gänzlich ausgeschlossen werden kann ein Antreffen von Kampfmitteln beim Aushub in der Nähe von Bahngleisen und Bahnhöfen aus der Zeit des 2. Weltkriegs daher nicht.

4.2. Grundwasser

In den vier Bohrungen wurde kein Grundwasser angetroffen. Das Bohrgut war bis zur Endteufe weitgehend bodenfeucht. Ein Wasserspiegel konnte in keinem Bohrloch eingemessen werden. Der HGW (Bemessungswasserstand für Grundwasser nach DIN 18533) ist erst unterhalb des Bauvorhabens zu erwarten (<153,0 m NN).

Auf den teils tonigen und daher gering durchlässigen Lehmen kann sich allerdings kurzzeitig Sickerwasser sammeln. Es handelt sich dann aber um saisonales Schichtwasser, das vorübergehend auf den lageweise dichten Lehmen aufgestaut wird und nicht um Grundwasser. Zu seitlich zulaufendem Niederschlagswasser/Schichtwasser s. auch 5.3.

Das Flurstück liegt außerhalb und oberhalb von Hochwasser-Überflutungsflächen (Hochwassergefahrenkarte Baden-Württemberg abgerufen am 02.06.2022: Extremhochwasser des Neckars auf 141,2 m NN). Hinweis: Über sich bei extremen Starkniederschlägen aufstauendes Oberflächenwasser durch Überlastung der Kanalisation („Pluvial Flooding“) geben Hochwassergefahrenkarten keine Information.

Das Flurstück liegt entsprechend Wasserschutzgebietskarte Baden-Württemberg (abgerufen am 02.06.2022) außerhalb von rechtskräftigen Wasserschutzgebieten.

5. Geotechnik

5.1. Klassifizierungen

Tab. 1: Einteilung Böden in Bodenklassen für Lösungsarbeiten nach DIN 18300 (klassische Fassungen)

<i>Schicht / Homogenbereich</i>	<i>Bodenklasse</i>
Oberboden	1 = Oberboden
Auffüllung ^{*1}	4 =mittelschwer lösbare Bodenarten
Tallehm ^{*1}	4 =mittelschwer lösbare Bodenarten
Schwemmlöss ^{*1}	4 =mittelschwer lösbare Bodenarten
Hochflutlehm ^{*1}	4 =mittelschwer lösbare Bodenarten

^{*1}: Bei sehr starkem Wassereinfluss und mechanischer Bearbeitung kann sich die Konsistenz zeitweise zu Bodenklasse 2: fließende Bodenarten, verschlechtern.

Die Klassifizierung der Böden nach DIN 18196 (Einteilung für bautechnische Zwecke) bzgl. der Kornzusammensetzung kann auch den Bohrprofilen im Anhang entnommen werden.

Tab. 2: Einteilung Böden in Bodengruppen nach DIN 18196

<i>Schicht / Homogenbereich</i>	<i>Bodengruppe</i>
Oberboden	OU = organisch-schluffiger Oberboden
Auffüllung	UM = mittelplastischer Schluff
Tallehm	UM = mittelplastischer Schluff
Schwemmlöss	UL = leicht plastischer Schluff
Hochflutlehm	UL = leicht plastischer Schluff

Die Frostempfindlichkeit der angetroffenen Böden ist nach ZTVE-StB Tabelle 2 der Frostempfindlichkeitsklasse **F3: sehr frostempfindlich**, zuzuordnen, da sie viel bindiges Material enthalten.

Nach DIN 4149 liegt das Grundstück außerhalb von **Erdbebenzonen** (keine besonderen Anforderungen nach Norm).

Die bindigen Böden sind in unvernässter Form voraussichtlich zum **Modellieren von Gelände** oder auch zur **landwirtschaftlichen Nutzung** geeignet. Bei starker Vernässung durch Niederschläge ist zur setzungsarmen Geländemodellierung gegebenenfalls ein Kalken des Bodens notwendig. Der Boden ist der **Verdichtbarkeitsklasse 3** zuzuordnen, das bedeutet eine Verdichtung mit leichten Rüttelplatten (bis 100 kg) erlaubt für eine setzungsarme Verdichtung Lagehöhen von max. 15 cm und erfordert 4-6 Übergänge mit dem Verdichtungsgerät. Eine statisch belastete Verwendung unterhalb von Bauwerken und

Verkehrsflächen, unter denen keine Setzung zulässig ist, wird jedoch nicht empfohlen. Zur erdbautechnischen Verwendung im Rahmen des Bauvorhabens s. auch 5.6.3. und 5.6.4.

5.2. Bodenmechanik

Tab. 3: Wichte und Proctordichte

<i>Schicht / Homogenbereich</i>	<i>Wichte [kN/m³]</i>	<i>Wichte unter Auftrieb [kN/m³]</i>	<i>Proctordichte (97%) [t/m³]</i>
Oberboden	16,0-18,0	6,0-8,0	1,50-1,60
Auffüllung	17,0-18,5	7,0-9,5	1,55-1,65
Tallehm	18,0-19,5	9,0-10,0	1,65-1,70
Schwemmlöss	18,0-20,0	9,0-11,0	1,65-1,80
Hochflutlehm	18,0-20,0	9,0-11,0	1,65-1,80

Tab. 4: Scherparameter und Verformungsmoduln

<i>Schicht / Homogenbereich</i>	<i>Kohäsion [kN/m²]</i>	<i>Innere Reibung [°]</i>	<i>Steifemodul [MN/m²]</i>	<i>E_{v2} (RStO) [MN/m²]</i>
Oberboden	8-12	24-26	1-5	1-3
Auffüllung	8-10	24-26	2-8	1-7
Tallehm	8-10	25-27	4-10	3-9
Schwemmlöss	8-14	27-29	8-20	7-18
Hochflutlehm	8-15	28-31	10-25	9-24

5.3. Niederschläge, Versickerung, Grundwasser

Der Bemessungswasserstand für Grundwasser (HGW nach DIN 18533) ist erst unterhalb des Bauvorhabens zu verorten. Auch der Bemessungswasserstand für Hochwasser (HHW nach DIN 18533) liegt unterhalb (vgl. 4.2). Ein Einstau von Sickerwasser nach Starkregenereignissen ist bis zum tiefsten Punkt der zukünftigen Geländeoberkante im Bereich des Bauwerks möglich.

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) des teils stark tonigen Lehms nach DIN 18130 Teil 1 liegt bei ca. 1×10^{-8} bis 1×10^{-6} m/s. Der Untergrund ist damit als „schwach durchlässig“ bis grenzwertig „durchlässig“ zu klassifizieren. Die angetroffenen Schichten zeigen nach Norm also wenig Eignung für die nachhaltig nutzbare, punktuelle Versickerung von Regenwasser.

Versickerungsmulden mit Rigolen o.ä. Systeme sind planbar, bedürften aber größerer Flächen, die nicht zur Verfügung stehen dürften.

In den **Bereichen, in denen Gebäudeteile in den Baugrund einbinden**, können sich Sickerwasser und seitlich zulaufendes Niederschlagswasser/Schichtwasser in verfüllten Arbeitsräumen sammeln und versickern ggf. nur langsam. Der Einsatz einer umlaufenden Drainage nach DIN 4095 mit Überlauf in die Kanalisation (z.B. nach dem Stuttgarter Modell mit Zwischenschacht) und der Schutz des Gebäudes gegen sich *aufstauendes Sickerwasser* (Lastfall nach DIN 18195) sind dann notwendig. Die Wassereinwirkungsklasse nach DIN 18533-1 ist W1.2-E: „Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung“. Eine kapillarbrechende Filterschicht unter der Bodenplatte (ca. 0,1-0,2 m feinmaterialfreier Schotter, z.B. Körnung 2/32 oder 2/45) ist geeignet, um ein Aufsteigen von Kapillarwasser aus dem Baugrund einzuschränken.

Alternativ zum Einsatz einer kapillarbrechenden Schicht und einer umlaufenden Drainage ist (z.B. wenn eine Drainage nicht gewünscht ist, technisch nicht sinnvoll sein sollte oder auch nicht genehmigungsfähig ist) eine Abdichtung der in den Baugrund einbindenden Gebäudeteile nach Wassereinwirkungsklasse W2.1-E nach DIN 18533-1: „Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bis 3 m Eintauchtiefe“ ausführbar. Eine Abdichtung ist demnach möglich mittels KMB (Kunststoff-modifizierter Bitumendickbeschichtung)/PMBC (Polymer Modified Bitumenous Coating, DIN 18533-1, Tab. 5). Bei fachgerechter, wannenförmiger Ausführung einer PMBC ist i.d.R. keine Drainage oder kapillarbrechende Schicht erforderlich. Die PMBC darf sich jedoch auch bei Stauwasser nicht ablösen (geeigneter Wandbinder) und somit ihre abdichtende Wirkung verlieren. Ebenso können einbindende Gebäudeteile wasserundurchlässig nach WU-Richtlinie (Weiße Wanne) oder ebenfalls druckwasserdicht als Schwarze Wanne, Graue Wanne (K-Wanne) abgedichtet werden.

5.4. Gründung

Nachfolgend werden als Gründungsoptionen sowohl eine klassische Gründung mit Streifenfundamenten (5.4.1.) als auch eine Gründung mittels tragender Bodenplatte (5.4.2.) beschrieben.

5.4.1. Streifen- und Einzelfundamente

Eine Gründung mittels Streifenfundamenten kommt voraussichtlich innerhalb des weitgehend halbfesten Schwemmlösses zum Liegen (s. Schnitte). Unter Fundamentstreifen wird generell eine Sauberkeitsschicht (z.B. Magerbeton) von min. 0,05 m zum Ausgleich der Auflockerung beim Aushub und zur Vereinheitlichung der Tragfähigkeit empfohlen. Zu beachten sind die Vorgaben der DIN 1054:2010-12.

Tab. 5: Zulässige Bodenpressungen und Sohlwiderstände

Gründungsform, Einbindetiefe	Zulässige Bodenpressung ^{*1} [kN/m ²]	Sohlwiderstand ^{*2} [kN/m ²]
Streifenfundament, 0,5 m	180	250
Streifenfundament, 1,0 m	220	310
Rechteck. Einzelfundament, 0,5 m	215	300
Rechteck. Einzelfundament, 1,0 m	265	370

*1: char. Werte zulässige Bodenpressungen / aufnehmbarer Sohldruck in Anlehnung Tab. A.5 DIN 1054:2005-01

*2: Sohlwiderstand in Anlehnung an Tab. A6.7 DIN 1054:2010-12

Die **Bettungsziffer C** ist mit ca. **45-55 MN/m³** anzusetzen (Anlehnung an DIN 18134, kein Bettungsmodul k_s). Entsprechend DIN 4049 sind bei Bodenpressungen von 180 kN/m² max. Setzungen bis 2,1 cm und Setzungsunterschiede bis 1,2 cm überschlägig zu erwarten.

Die Gründungen eventueller flach gegründeter Gebäudeteile/Nebengebäude kommen ggf. innerhalb des steifen Tallehms zum Liegen (s. Schnitte, Gründungen in der Auffüllung werden nicht empfohlen). Hier sind die zul. Bodenpressungen (char.) auf ca. 120 kN/m² zu begrenzen (dies entspricht einem Sohlwiderstand von ca. 170 kN/m²). Nur wenn Fundamente bis in den Schwemmlöss geführt werden (z.B. mittels Magerbeton) können die Werte der obigen Tab. 5 verwendet werden. Die Frostsicherheit (s.u.) ist zu beachten.

Findet eine Gründung auf 2 Ebenen statt, ist ein Abtreppungswinkel von 30° anzusetzen. Streifenfundamente sind mittig und lotrecht zu belasten. Bei außermittiger Belastung muss die Fundamentfläche A auf die Teilfläche A' verkleinert werden, deren Schwerpunkt der Lastangriffspunkt ist.

Außerhalb von Verkehrsflächen werden unter gebetteten, aber **nicht tragenden Bodenplatten** als Unterbau Schottertragschichten von 0,15 m (KFT oder vergleichbar) sowie bei Bedarf eine kapillARBrechende Schicht (s. 5.3.) empfohlen. Zu tragenden Bodenplatten s. 5.4.2.

Bei einer Gründungstiefe $>0,8$ m u. GOK wird die Frostsicherheit der Fundamente ohne weitere Maßnahmen voraussichtlich erreicht. Für alle flach ($<0,8$ m) gegründeten Gebäudeteile (auch eventuelle Garagen, Carports, Terrassen) ist die Frostsicherheit der Gründung durch Dämmung oder eine nicht tragende Frostschräge aus Schotter oder Beton zu gewährleisten.

5.4.2. Tragende Bodenplatte

Als Alternative zu Streifenfundamenten ist eine Gründung mittels **tragender Bodenplatte** möglich. Unter der Bodenplatte (und ggf. der Dämmung) wäre dazu eine Schottertragschicht einzubauen. Die Schottertragschicht sollte eine Schottermächtigkeit von 0,50 m nicht unterschreiten.

Nach dem Aushub ist ein geotextiles Vlies (min. GRK 3) geeignet, um ein Eindringen der Schotterlage in den Lehm einzuschränken. Durch den Aushub und Niederschläge eventuell aufgeweichte Bereiche sollten zuvor entfernt und dann durch eingedrückten Grobschlag ersetzt werden. Bei trockenen Witterungsbedingungen und Boden ist dies nicht notwendig. Die eigentliche Tragschicht (z.B. KFT 0/45) ist lageweise (max. 15-20 cm) einzubauen und auf min. 100% Proctordichte mit leichtem Gerät zu verdichten. Ein seitlicher Überstand von ca. 0,30 m ist einzuhalten.

Dass der Aufbau der Schottertragschicht die notwendige Tragfähigkeit erreicht, sollte *bei Bedarf* (z.B. Bedenken bez. Verdichtung) mit min. 2 *Lastplattendruckversuchen* nachgewiesen werden (Mindestanforderung dynamisch: 30 MN/m², statisch: 60 MN/m²). Für den beschriebenen Aufbau kann ein abgeleiteter **Bettungsmodul** (k_s) von **5,5 MN/m³** (Plattenrand) vorab abgeschätzt werden. Die Sohlnormalspannung sollte 120 kN/m² nicht überschreiten. Entsprechend DIN 4049 sind Setzungen bis ca. 2,2 cm und Setzungsunterschiede bis ca. 1,2 cm überschlägig zu erwarten. Wenn die Gebäudelasten vorliegen, sollte die Unschädlichkeit der zu erwartenden Setzungen unter Einbeziehung der Steifemoduln (s. Tab. 4) geprüft werden.

Auch bei tragenden Bodenplatten ist für alle flach ($<0,8$ m) gegründeten Gebäudeteile (auch eventuelle Garagen, Carports, Terrassen) die Frostsicherheit der Gründung durch Dämmung oder eine nicht tragende Frostschräge aus Schotter oder Beton zu gewährleisten.

5.5. Verkehrsflächen

Für Stellplätze und Zufahrten vor und neben dem Gebäude können folgende Angaben genutzt werden. Die ZTVE-StB (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) und die RstO (Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen) benennen Frostsicherheit und Tragfähigkeit als wesentliche Ziele bei der Planung und Ausführung des Unterbaus von Verkehrsflächen. Daher wird z.B. unter Asphalt oder Verbundsteinpflaster eine Schottertragschicht und unter dieser eine Frostsicherheitsschicht empfohlen. Die Frostsicherheit kann entsprechend ZTVE-StB in diesem Bauvorhaben durch min. 60 cm frostsicheres Material (bei Material der Frostsicherheitsklasse F3 im Liegenden) erreicht werden.

Für den **Tallehm** können die nachfolgenden Angaben benutzt werden: Für die Tragfähigkeit werden auf anstehenden Böden mit einem sekundären Verformungsmodul E_{v2} von min. 45 MN/m² typischerweise zusätzliche Tragschichten von 15 cm (Belastungsklasse 0,3) auf einer Frostschutzschicht von 26 cm angewandt. Da die anstehenden Böden aber kein E_{v2} von min. 45 MN/m² erreichen, müssen die Mächtigkeiten der Tragschichten erhöht werden. Dadurch kann allerdings wiederum die Mächtigkeit der Frostsicherheitsschicht vermindert werden.

Zusammenfassend wird für die Verkehrsflächen folgender Aufbau vorgeschlagen:

Geeignet für PKW und in sehr eingeschränktem Maße Schwerlastverkehr:

Belastungsklasse 0,3 (wenig Schwerlastverkehr):

8-10 cm	Verbundsteinpflaster	
2-3 cm	Sand oder Splitt	
50 cm	Schottertragschicht (gut verdichtet)	$E_{v2} > 120 \text{ MN/m}^2$
10 cm	Frostschutzschicht	$E_{v2} > 10 \text{ MN/m}^2$
	Geotextiles Vlies	
	Anstehende Böden	$E_{v2}: \text{ca. } 3-9 \text{ MN/m}^2$
	(Tallehm oberflächennah)	

Frostschutzschicht und Schottertragschicht können als kombinierte Frost-/Tragschicht (KFT) mit der Körnung 0/45 lageweise (ca. 15-20 cm) eingebaut und verdichtet werden.

Wesentlich bei der Umsetzung nach ZTVE-StB ist, dass die angegebenen sekundären Verformungsmoduln der Schottertragschichten erreicht werden. Dies kann *bei Bedarf* mittels *Lastplattendruckversuchen* nach Erstellen der Schicht überprüft werden.

5.6. Weitere Hinweise zur Baudurchführung

5.6.1. Baugrube

Eine tiefe Baugrube (>5 m) ist nicht zu erwarten, wahrscheinlich werden max. ca. 3,5-4,5 m Tiefe ausgehoben. Baugrubenwände >1,25 m sind nach DIN 4124 durch Verbau zu sichern oder abzuböschen. Als maximaler Böschungswinkel für Böschungen bis max. 5,0 m Höhe werden in Anlehnung an DIN 4124 ca. **60°** im Bereich der bindigen Böden empfohlen. Dieser Böschungswinkel ist bei einem Einstau von Schichtwasser/Niederschlagswasser nur bei ausreichender Wasserhaltung zulässig. Bei unzureichender Wasserhaltung wird im Bedarfsfall ein deutlich flacheres Abböschen (<<50°) notwendig.

Ein Streifen von min. 1,0 m oberhalb der Böschungskante ist lastfrei (keine Baufahrzeuge, Aushubmaterial) zu halten. Fahrzeuge >12 Tonnen sollten min. 2,0 m Abstand halten. Böschungen sind zum Schutz vor Niederschlägen mit geeigneten Folien abzuhängen. Arbeitsräume sind nach Beendigung der entsprechenden Arbeiten inklusive Verdichtung zu verfüllen.

5.6.2. Wasserhaltung

Nach vorliegenden Informationen ist beim Bau kein Grundwasser i.e.S. zu erwarten. Die Baugrube ist während der Aushubarbeiten allerdings vor Niederschlägen und Frost zu schützen, um ein Aufweichen der bindigen Böden im Anstehenden zu vermeiden. Während der Bauarbeiten durch Witterung oder Bearbeitung aufgeweichte Bereiche sind auszukoffern und durch geeigneten Schotter oder Kies zu ersetzen und zu verdichten. Für den Fall von zulaufendem Niederschlagswasser oder Schichtwasser ist eine ausreichende offene Wasserhaltung vorzusehen, da die tiefer anstehenden Böden teils geringe Durchlässigkeiten und damit wenig Versickerungsfähigkeit aufweisen. Tendenziell niederschlagsärmere Aushubzeiten sollten soweit möglich bevorzugt werden.

5.6.3. Planum und Baugrundverbesserung

Der Oberboden ist in überbauten Planumbereichen abzutragen und einer Verwertung zuzuführen. Das Befahren des Erdplanums sollte auf ein Minimum beschränkt werden. Besonders die oberflächennahen, bindigen Böden sind gegenüber mechanischer Beanspruchung sehr empfindlich. Bei starker Befahrung entfestigt sich zum einen das

Bodengefüge, zum anderen kann nach Regenereignissen eine Kapillarwirkung erzeugt werden, die zu einem Aufweichen und Vernässen der Sohle führt.

Durch eine flächige Verbesserung des Baugrundes im Bereich von Zufahrten, nicht tragenden Bodenplatten und Parkflächen, kann die Stärke von Schottertragschichten bei Bedarf vermindert werden. Dazu ist der Baugrund mit Kalk zu verbessern. Ziele eines Kalkeinsatzes zur Bodenverfestigung sind die Reduzierung des Wassergehaltes, die Verbesserung der Verdichtbarkeit (durch Verschieben der max. Proctordichte zu höheren Wassergehalten) und damit ein Anheben des sekundären Verformungsmoduls (E_{v2}) des Planums. Bei vergleichbaren Böden ist auf Basis von Erfahrungswerten eine Verdichtung auf min. 97% der Proctordichte bei Wassergehalten von typischerweise ca. 12,5-17,5% möglich. Je nach Wassergehalt während des Aushubs ist bei eingebauten Einzellagen von max. ca. 0,3 m daher typischerweise eine Zugabe von 9-13 kg/m² Weißfeinkalk (ca. 30-43 kg/m³) zu empfehlen (z.B. durch Einfräsen bis ca. 0,3 m Tiefe oder beim Wiedereinbau durch Einmischen z.B. mit einem Separator).

Das Resultat der Kalkung kann *bei Bedarf* mittels *Lastplattendruckversuchen* ab ca. 2 Tage nach Erstellen der Auffüllung überprüft werden (Mindestanforderung als Rohplanum unter Tragschichten dynamisch: $E_{vd} > 23 \text{ MN/m}^2$, statisch: $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$). Die Bodenverfestigung durch Kalken ist neben einer umgehend feststellbaren Minderung des Wassergehaltes ein langwieriger, physikalischer und chemischer Prozess und erreicht ihre Endfestigkeit erst nach mehreren Monaten. Ist ein schnelleres Abbinden erforderlich, wird der Einsatz von *Mischbinder* statt Weißfeinkalk empfohlen. Dabei handelt es sich um ein Kalk-Zementgemisch, z.B. im Verhältnis 30/70 (30% Kalk, 70% Zement als hydraulisches Bindemittel). Der Einsatz von Mischbinder ist mindestens im Bereich *von mit LKW stärker befahrenen Verkehrsflächen* oder bei tragenden Bodenplatten sinnvoll, da so eine stärker feuchtigkeitsunabhängige und schnellere Verfestigung stattfindet. Bei einer durchgehenden Bodenverbesserung können die unter 5.5. aufgeführten Tragschichtenmächtigkeiten um ca. 0,2 m, und die unter 5.4.1. und 5.4.2 genannten Schottertragschichten um ca. 0,15 m gemindert werden.

5.6.4. Auffüllungen

Ggf. werden Teile des Geländes aufgefüllt. Der zu erwartende Aushub ist ohne Verbesserung (s. 5.6.3.) der Verdichtbarkeitsklasse 3 zuzuordnen, das bedeutet eine Verdichtung mit leichten Rüttelplatten (bis 100 kg) erlaubt für eine setzungsarme Verdichtung

Lagehöhen von max. 15 cm und erfordert 4-6 Übergänge mit dem Verdichtungsgerät. Eine statisch belastete Verwendung unterhalb von Bauwerken und Verkehrsflächen, unter denen keine Setzung zulässig ist, wird nicht empfohlen. Eine Verwendung ist unter freigespannten Bodenplatten, wo Setzungen nicht schädlich sind oder zur Geländemodellierung möglich.

Bei Auffüllungen unterhalb von Verkehrsflächen wird die Verwendung von Mischbinder (s. 5.6.3.) oder alternativ Material der Verdichtbarkeitsklasse 1 (s.u.) bei lageweisem Einbau und an die Verwendung angepasster Verdichtung empfohlen.

Unterhalb von tragenden Elementen (Fundamenten, tragende Bodenplatten) muss bei Bedarf von Auffüllungen Material der Verdichtbarkeitsklasse 1 bei lageweisem Einbau und an die Verwendung angepasster Verdichtung eingebaut werden (z.B. Schotter, KFT 0/45). Ein Lastabtragswinkel von 45° ist zu berücksichtigen. Alternativ kann Magerbeton verwendet werden.


6. Schlusswort

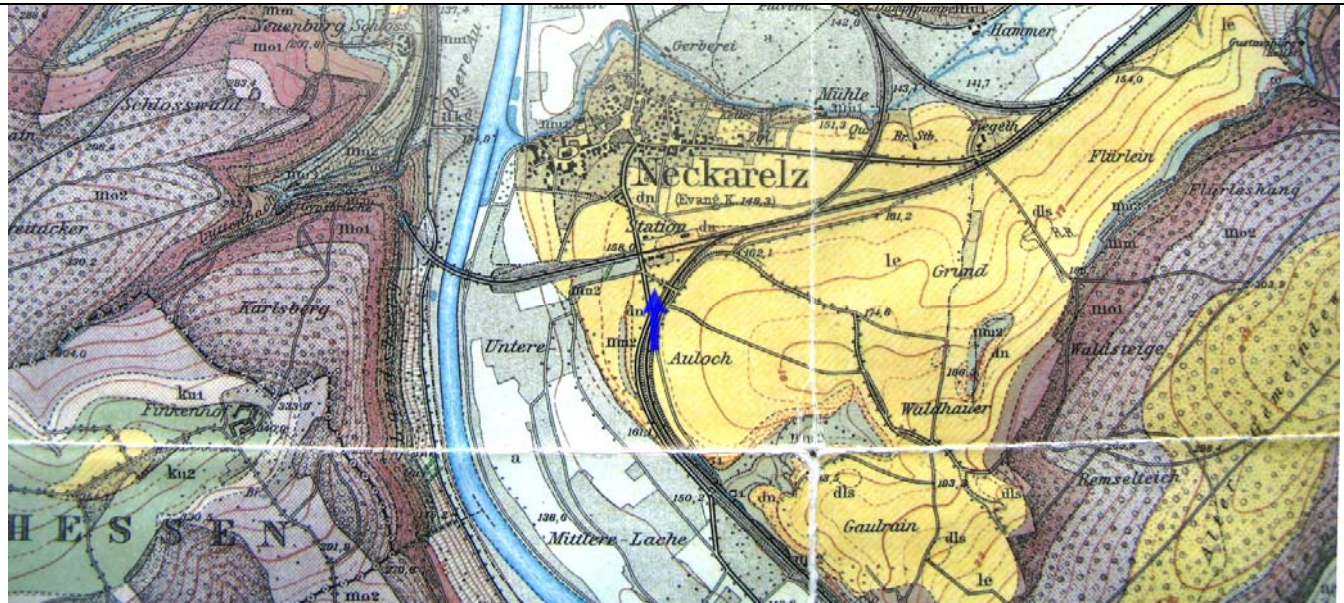
Die Erkundung des Baugrundes durch Kleinbohrungen ergibt punktuelle Aufschlüsse des anstehenden Untergrundes. Zwischen den Aufschlüssen können grundsätzlich abweichende Befunde auftreten. Im Zuge der Aushub- und Gründungsarbeiten ist daher zu überprüfen, ob die angetroffenen Baugrundverhältnisse den erfassten Daten entsprechen. Im Falle von Unsicherheiten, ist die Beratung oder Gründungssohlenkontrolle durch den Fachgutachter zu empfehlen. Falls zusätzliche Informationen notwendig sind oder sich Fragen ergeben, die nicht oder abweichend erörtert wurden, kann eine im Rahmen des Planungsvertrages kostenlose ergänzende Stellungnahme angefordert werden.

Dr. Marco Lichtenberger; Diplom-Geologe

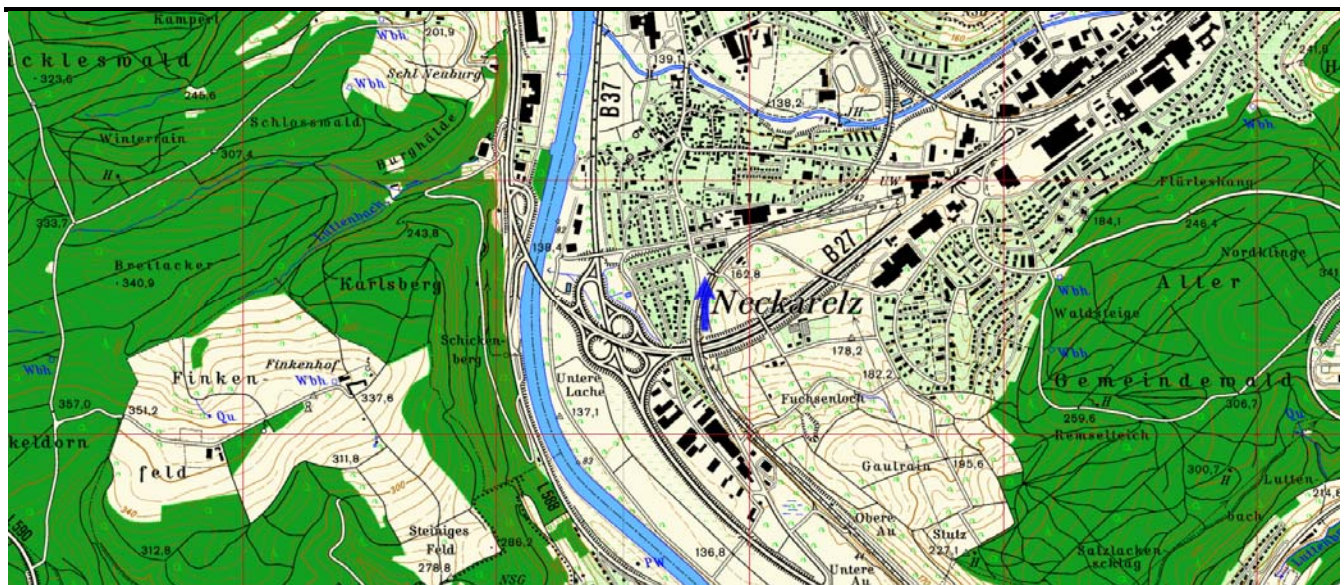
Anhänge

Übersichtskarten	1 x A4
Lageplan	1 x A4
Geologische Schnitte	2 x A4
Bohrprofile	4 x A4
Fotos	1 x A4

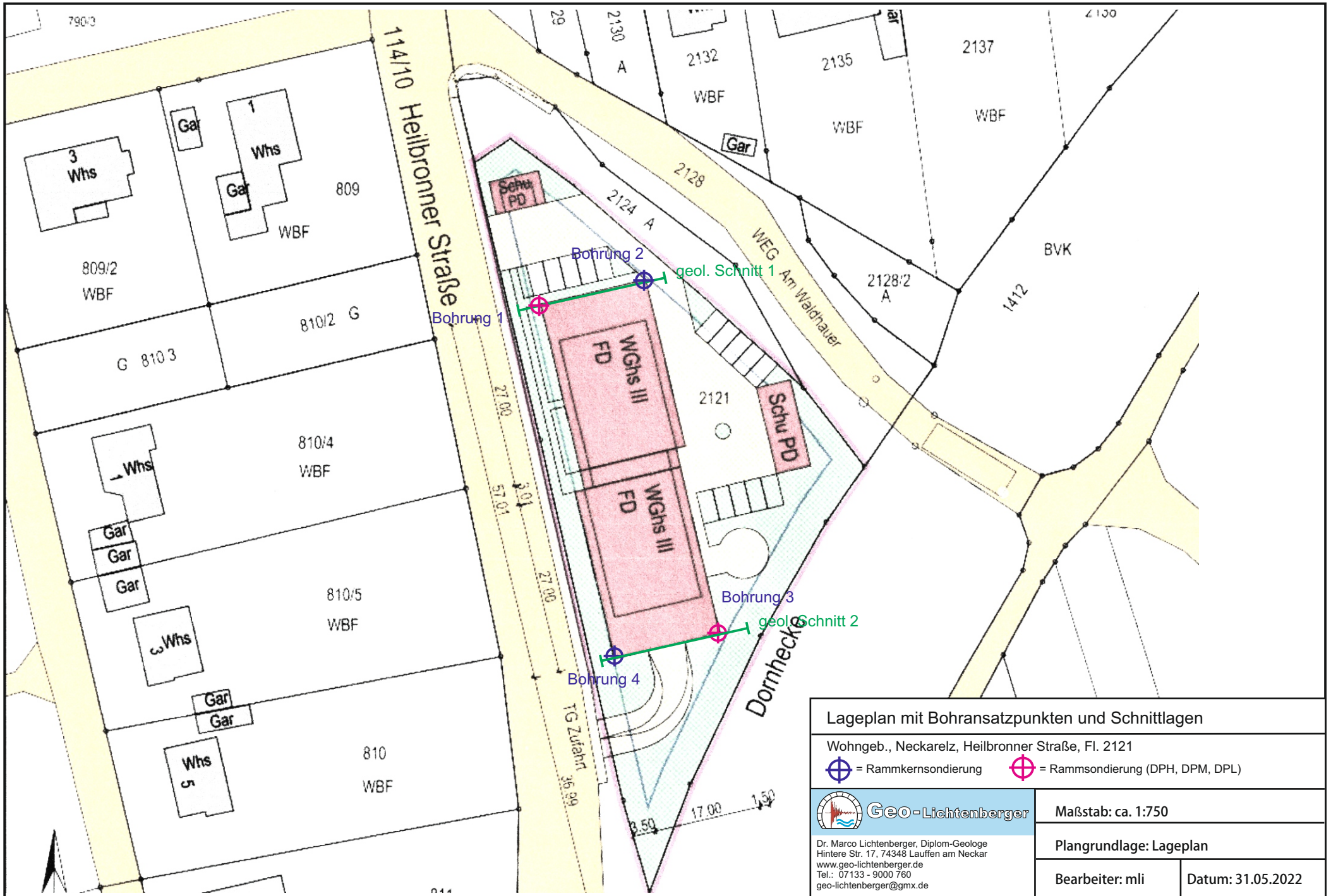
 <p>Geo-Lichtenberger</p>	<h2>Übersichtskarten</h2> <p>für Baugrunduntersuchungen</p>	
<p>Bauvorhaben:</p>	<p>Wohnhaus, Neckarelz, Heilbronner Straße, Fl. 2121</p>	<p>Datum: 01.06.2022</p>
<p>Bohrung:</p>	<p>Bohrungen 1-4</p>	<p>Bearbeiter: mli</p>



Auszug (ohne Maßstab) Geologische Karte 1:25.000; der Pfeil markiert das untersuchte Flurstück



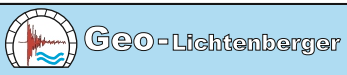
Auszug (ohne Maßstab) Topographische Karte 1:25.000; der Pfeil markiert das untersuchte Flurstück



Lageplan mit Bohransatzpunkten und Schnittlagen

Wohngeb., Neckarelz, Heilbronner Straße, Fl. 2121

⊕ = Rammkernsondierung ⊕ = Rammsondierung (DPH, DPM, DPL)



Dr. Marco Lichtenberger, Diplom-Geologe
 Hintere Str. 17, 74348 Lauffen am Neckar
 www.geo-lichtenberger.de
 Tel.: 07133 - 9000 760
 geo-lichtenberger@gmx.de

Maßstab: ca. 1:750	
Plangrundlage: Lageplan	
Bearbeiter: mli	Datum: 31.05.2022

Geologischer Schnitt

Bezeichnung: Geologischer Schnitt 1
 Projekt: Neubau Wohnhaus, Heilbronner Straße (Fl.st. 2121), Neckarelz
 Auftraggeber: Zekai Basaran



Geo-Lichtenberger

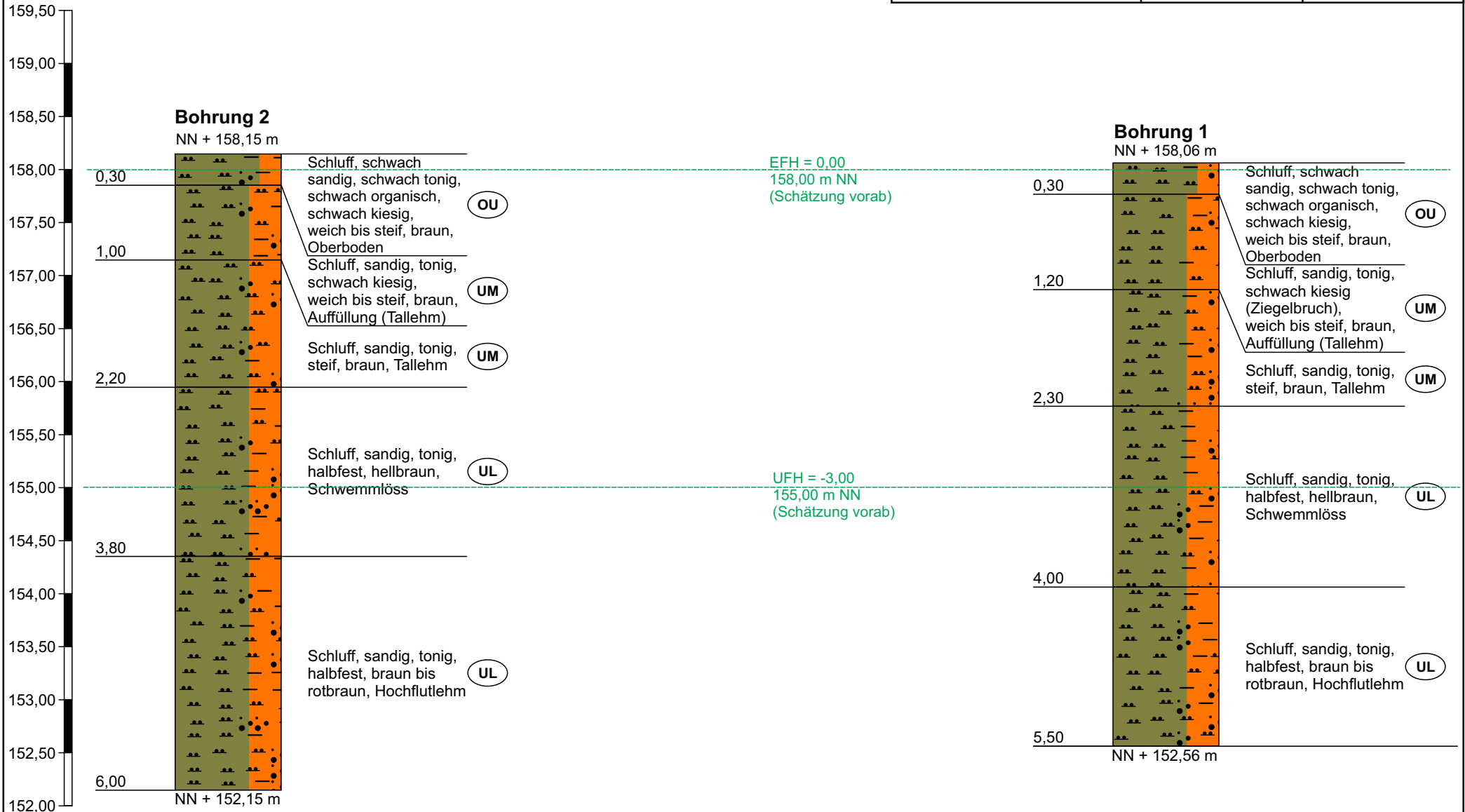
Dr. Marco Lichtenberger, Diplom-Geologe
 Hintere Straße 17, 74348 Lauffen am Neckar
 www.geo-lichtenberger.de
 Tel.: 07133 - 9000 760
 geo-lichtenberger@gmx.de

Maßstab: - / 1:50 (vert.)

Plangrundlage: Lageplan

Bearbeiter: mli

Datum: 01.06.2022



Geologischer Schnitt

Bezeichnung: Geologischer Schnitt 2
 Projekt: Neubau Wohnhaus, Heilbronner Straße (Fl.st. 2121), Neckarelz
 Auftraggeber: Zekai Basaran



Geo-Lichtenberger

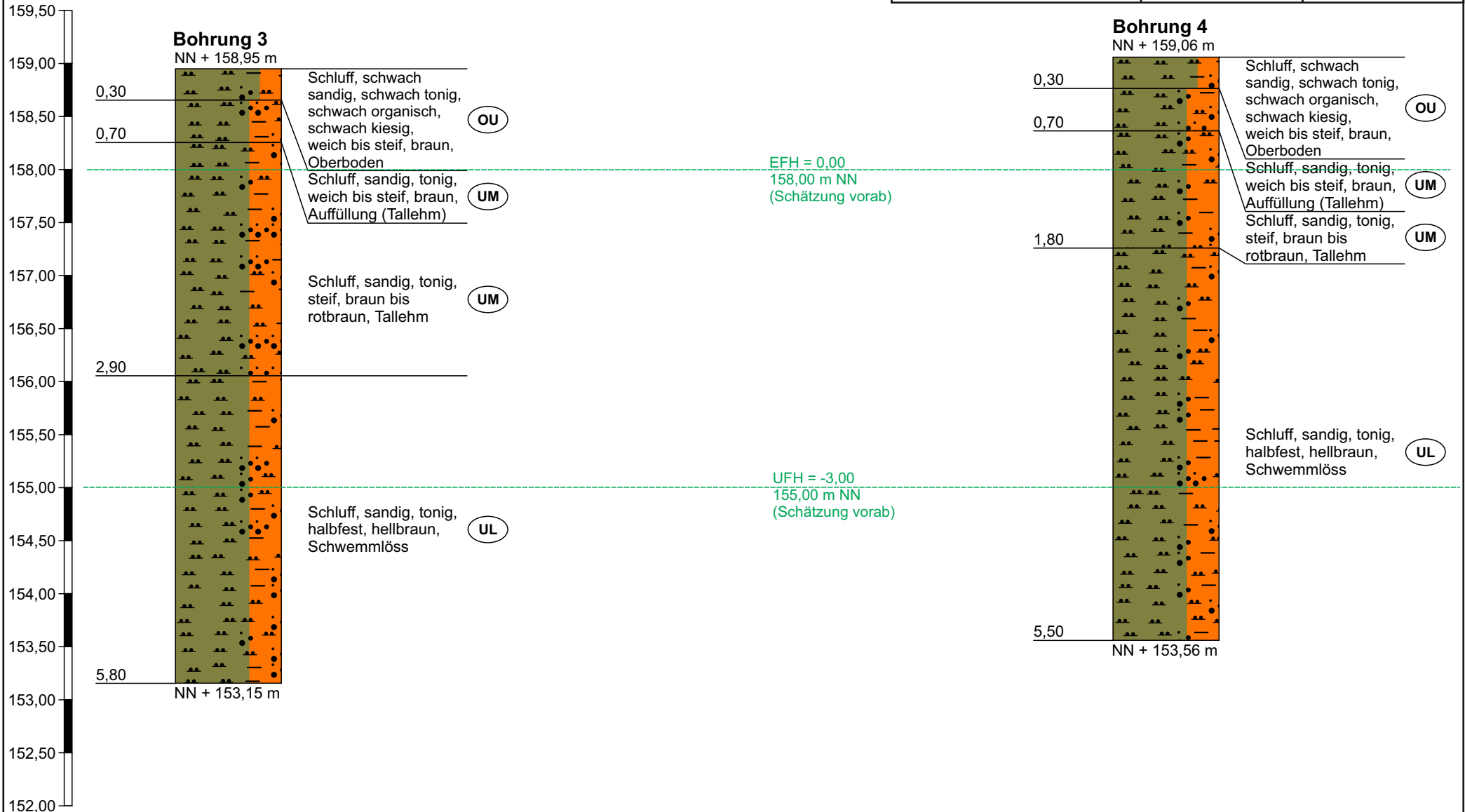
Dr. Marco Lichtenberger, Diplom-Geologe
 Hintere Straße 17, 74348 Lauffen am Neckar
 www.geo-lichtenberger.de
 Tel.: 07133 - 9000 760
 geo-lichtenberger@gmx.de

Maßstab: - / 1:50 (vert.)

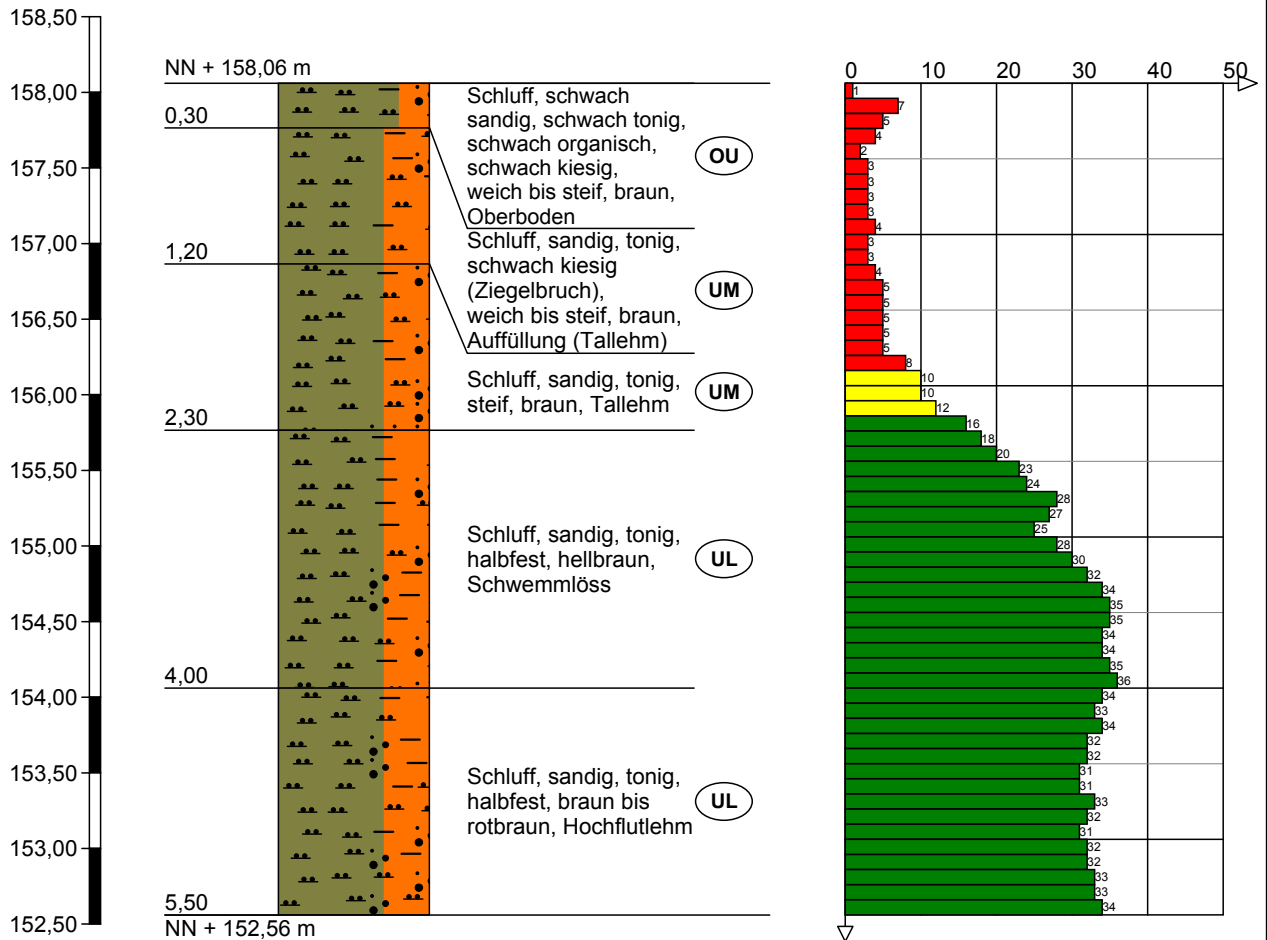
Plangrundlage: Lageplan

Bearbeiter: mli

Datum: 01.06.2022



Bohrung 1 (DPL5=Leichte Rammsondierung)



Bohrprofil Baugrund

Projekt: Wohnhaus, Neckarelz, Heilbronner Str. (Fl. 2121)

Auftraggeber: Zekai Basaran

Bearbeiter: Dr. M. Lichtenberger



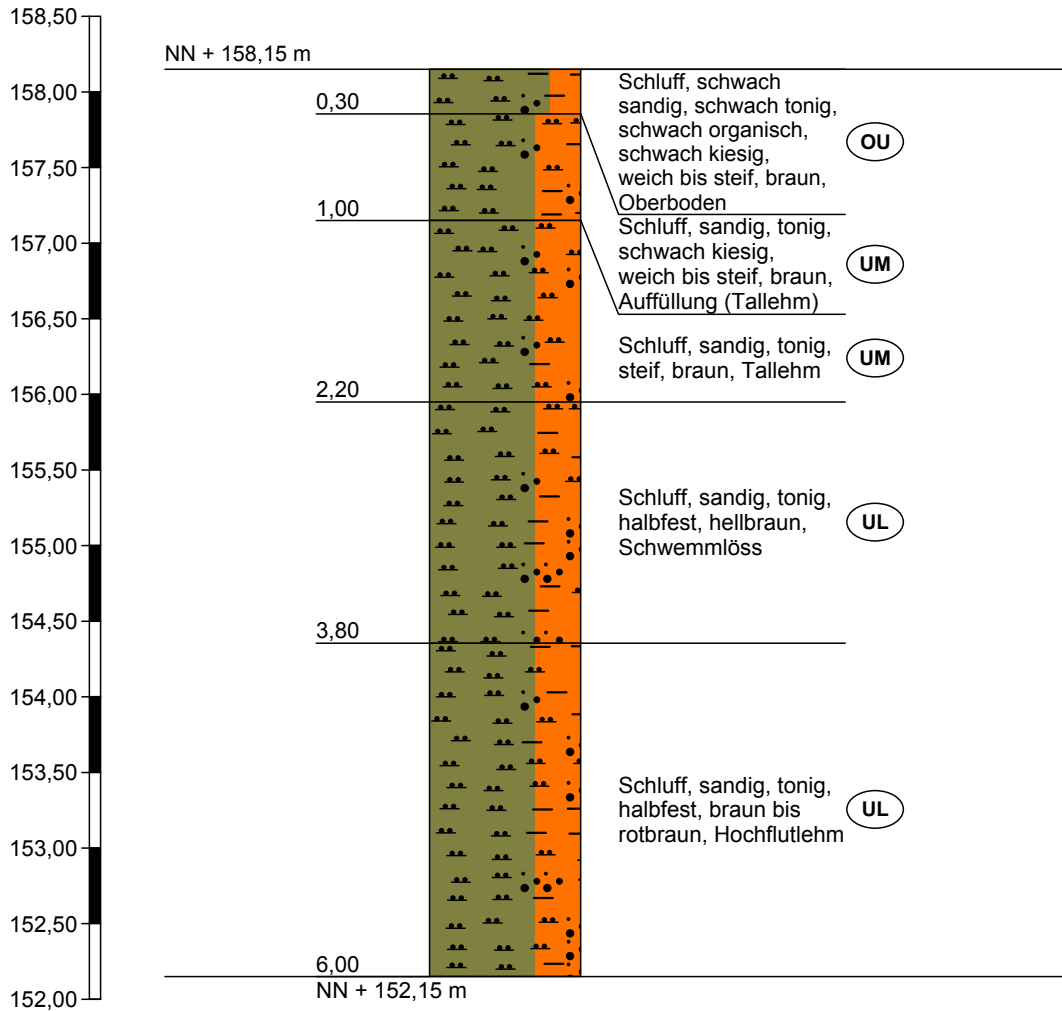
GEO-Lichtenberger

Höhenmaßstab: 1:50

GEO-Lichtenberger
 Hintere Straße 17, 74348 Lauffen am Neckar
 www.geo-lichtenberger.de
 Tel.: 07133 - 9000 760
 geo-lichtenberger@gmx.de

Datum: 01.06.2022

Bohrung 2 (RKS=Rammkernsondierung)



Bohrprofil Baugrund

Projekt: Wohnhaus, Neckarelz, Heilbronner Str. (Fl. 2121)

Auftraggeber: Zekai Basaran

Bearbeiter: Dr. M. Lichtenberger



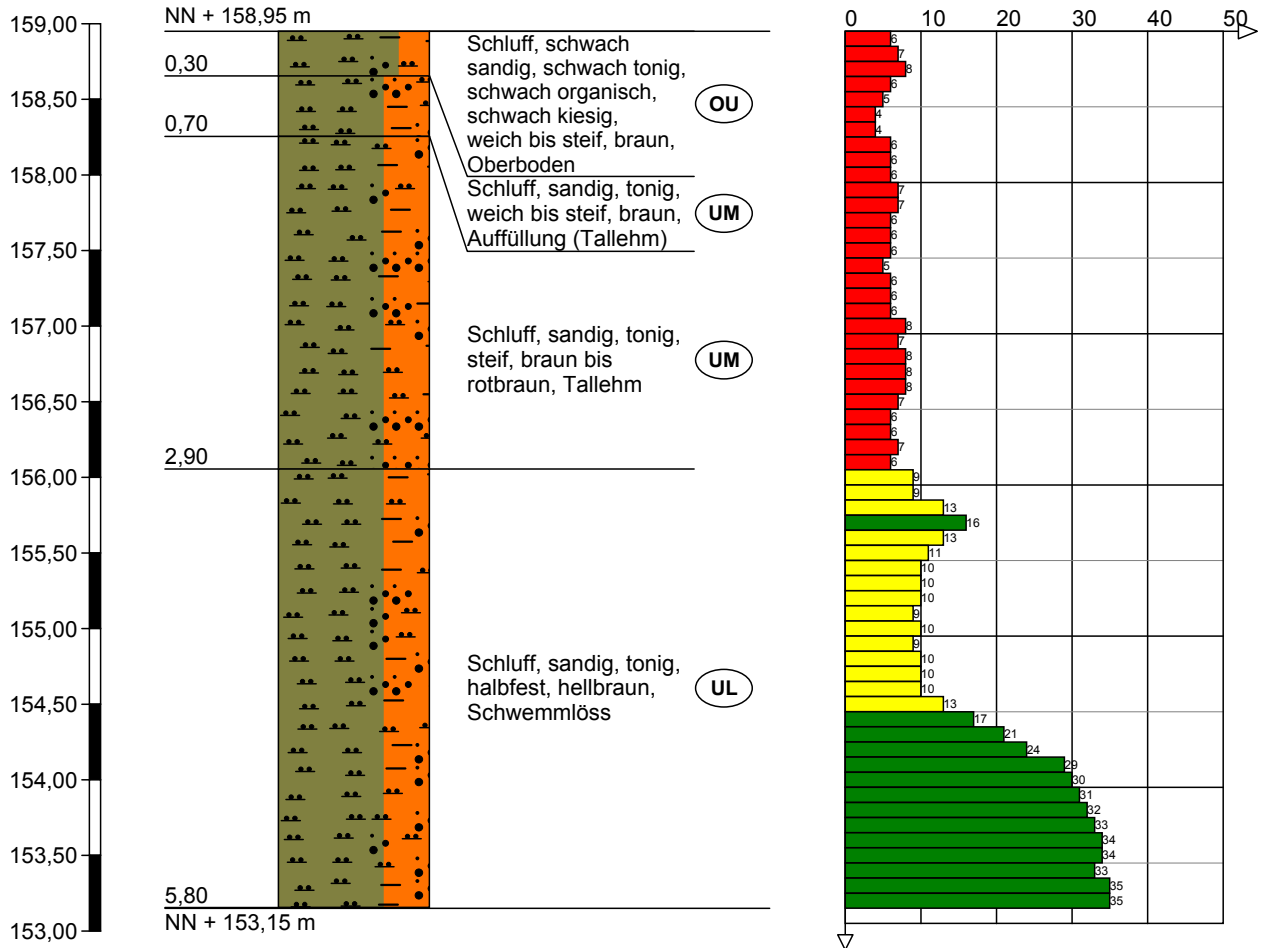
Geo-Lichtenberger

Höhenmaßstab: 1:50

GEO-Lichtenberger
 Hintere Straße 17, 74348 Lauffen am Neckar
 www.geo-lichtenberger.de
 Tel.: 07133 - 9000 760
 geo-lichtenberger@gmx.de

Datum: 01.06.2022

Bohrung 3 (DPL5=Leichte Rammsondierung)



Bohrprofil Baugrund

Projekt: Wohnhaus, Neckarelz, Heilbronner Str. (Fl. 2121)

Auftraggeber: Zekai Basaran

Bearbeiter: Dr. M. Lichtenberger



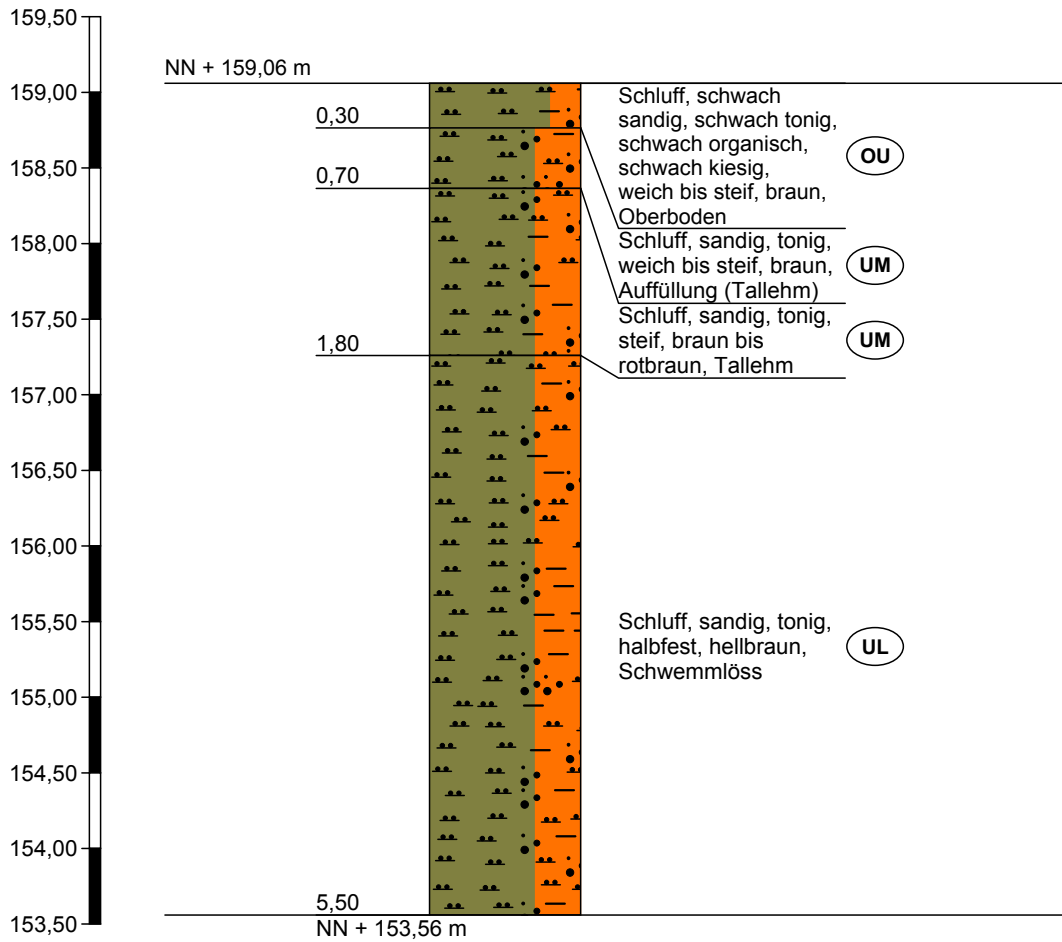
Geo-Lichtenberger

Höhenmaßstab: 1:50

GEO-Lichtenberger
 Hintere Straße 17, 74348 Lauffen am Neckar
 www.geo-lichtenberger.de
 Tel.: 07133 - 9000 760
 geo-lichtenberger@gmx.de

Datum: 01.06.2022

Bohrung 4 (RKS=Rammkernsondierung)



Bohrprofil Baugrund

Projekt: Wohnhaus, Neckarelz, Heilbronner Str. (Fl. 2121)

Auftraggeber: Zekai Basaran

Bearbeiter: Dr. M. Lichtenberger




GEO-Lichtenberger

Höhenmaßstab: 1:50

GEO-Lichtenberger
 Hintere Straße 17, 74348 Lauffen am Neckar
 www.geo-lichtenberger.de
 Tel.: 07133 - 9000 760
 geo-lichtenberger@gmx.de

Datum: 01.06.2022

 Geo-Lichtenberger	Bilddokumentation für Baugrunduntersuchungen	
Bauvorhaben:	Wohnhaus, Neckarelz, Heilbronner Straße, Fl. 2121	Datum: 01.06.2022
Bohrung:	Bohrungen 1-4	Bearbeiter: mli



Bohrung 1. Blick nach Nordwesten.



Bohrung 2. Blick nach Nordosten.



Bohrung 3. Blick nach Osten.



Bohrung 4. Blick nach Westen.