

Geotechnischer Bericht Baugrunduntersuchungen

Projekt-Nr. B-26111

Projekt: **PEGNITZ Hainbronn**
Erschließung Baugebiet „Biesselberg-West“

Auftraggeber: Stadt Pegnitz
Hauptstraße 37
91257 Pegnitz

Bearbeiter: Madeline Dow, B.Sc.

Bayreuth, den 21.05.2026

INHALTSÜBERSICHT

	Seite
1. Vorbemerkung	3
2. Unterlagen	3
3. Lage, Geologie und Hydrogeologie	4
4. Bauvorhaben	4
5. Baugrund	5
5.1 Aufbau	5
5.2 Hydrologie	7
5.3 Versickerung	7
6. Kennwerte der Böden	8
6.1 Bodenmechanische Laborversuche	8
6.2 Charakteristische Bodenkenngößen	9
6.3 Chemische Bodenanalysen nach EBV	10
7. Homogenbereiche	12
7.1 Festlegung der Homogenbereiche	12
7.2 Homogenbereich O1	13
7.3 Homogenbereich B1	14
7.4 Homogenbereich X1	15
8. Verkehrsflächen	16
8.1 Bemessung des Straßenoberbaus	16
8.2 Planum - Erdbau	17
9. Leitungsbau	19
10. Allgemeine Bebaubarkeit mit Wohnhäusern	20
11. Baumaßnahmen	20
12. Bauüberwachung und Abnahme	21
13. Zusammenfassung	21

Anlage 1:	Lageplan
Anlagen 2.1 bis 2.3:	Schnitte
Anlagen 3.1 bis 3.3:	Bodenmechanische Laborversuche
Anlage 4:	Chemische Analyseergebnisse nach EBV

1. Vorbemerkung

Die Stadt Pegnitz beabsichtigt die Erschließung bzw. Erweiterung des Baugebiets „Bieselberg-West“ und beauftragt daher die gabex engineers GmbH, Bayreuth, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und zu Baugrund und Gründung von bodenmechanischer und gründungstechnischer Seite Stellung zu nehmen.

Erste Ergebnisse der durchgeführten Versickerungsversuche wurden der Stadt Pegnitz bereits vorab mitgeteilt. Mit dem vorliegenden Bericht werden die Resultate der Baugrunduntersuchungen sowie die sich daraus ergebenden Folgerungen zusammenfassend dargestellt.

2. Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden im Wesentlichen die folgenden Unterlagen verwendet:

- Digitale Geologische Karte von Bayern M 1 : 25 000
Blatt 6235 Pegnitz
- Von der Stadt Pegnitz:
Erschließungskonzept M 1 : 1.000 (Stand: 09.02.2026)
- Ergebnisse von Kleinrammbohrungen, Schürfgrubenaufnahmen, Sickerversuchen und Laboruntersuchungen durch die gabex engineers GmbH, Bayreuth
- Ergebnisse von chemischen Bodenanalysen durch die Agrolab Labor GmbH, Bruckberg
- Ergebnisse von Ortsbesichtigungen und Besprechungen mit Vertretern der Stadt Pegnitz

3. Lage, Geologie und Hydrogeologie

Die Ausweisung des Baugebiets „Biesselberg-West“ ist am südlichen Ortsrand von Hainbronn bei Pegnitz geplant. Es schließt direkt westlich an die Straße „Biesselberg“ an.

Im vorgesehenen Bebauungsbereich war die Geländeoberfläche zum Zeitpunkt der Felduntersuchungen noch unbefestigt und besteht aus einer landwirtschaftlichen Nutzfläche.

Das neue Baugebiet befindet sich an einem nach Norden hinabfallenden Hanggelände. Innerhalb des vorgesehenen Baufeldes ergibt sich ein Höhenunterschied von knapp neunzehn Höhenmeter.

Unter oberflächennahen Deckschichten sind entsprechend der digitalen **Geologischen Karte** bis in hier bautechnisch interessierende Tiefen die **Ablehme** aus dem Erdzeitalter des **Tertiärs bis Quartär** zu erwarten. Dabei handelt es sich um Rückstandslehme mit variierendem Anteil an Kieselrelikten, Bohnerz und nicht auskartierbaren äolischen Komponenten. Darunter folgen die Gesteine der **Arzberg-Formation** aus dem Erdzeitalter des **Juras (Weißjura-Gruppe „Malm“)**. Diese kommen als Kalksteine („Oberer Mergelkalk“) mit einer hellgrauen Färbung vor. Die Kalksteine liegen gebankt, splittrig sowie mit Mergelsteinlagen vor. Außerdem können sie Fossilien führen. Zur Oberfläche hin sind diese Festgesteine bis in wechselnde Tiefen unterschiedlich stark verwittert.

Eine tektonische Störungszone ist im vorgesehenen Baubereich nicht ausgewiesen.

Nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 gehört Pegnitz, bezogen auf die Ortsmitte, zu keiner ausgewiesenen **Erdbebenzone**.

4. Bauvorhaben

Es ist die Ausweisung des neuen Baugebiets „Biesselberg-West“ in Hainbronn bei Pegnitz geplant. Nach derzeitigem Planungsstand sollen insgesamt 21 Parzellen für den Neubau von Einfamilien- und Doppelwohnhäusern ausgewiesen werden. Für die öffentliche Erschließung sind die Errichtung von Gehwegen, Anliegerzufahrten sowie die Verlegung von Versorgungs- und Entwässerungsleitungen vorgesehen.

Der frostsichere Oberbau des **Gehwegs sowie der Zufahrten** wird nach den „Richtlinien zur Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12/24“ bemessen. Hinsichtlich der Nutzung sind die **Zufahrten** unter Berücksichtigung der Tabelle 2 der RStO 12/24 als Wohnwege oder Wohnstraßen und dementsprechend voraussichtlich in die Belastungsklasse Bk0,3 einzustufen. Die tatsächlich zutreffende Belastungsklasse ist seitens des Planers abhängig von der Verkehrsbelastung festzulegen.

Weiterhin ist eine Verlegung von neuen Leitungen vorgesehen. Hierbei handelt es sich voraussichtlich im Wesentlichen um **Kanal- und Wasserleitungen**. Nähere Einzelheiten über die geplanten Verlegetiefen liegen uns derzeit nicht vor.

Das anfallende Oberflächenwasser soll nach Möglichkeit auf den Grundstücken versickert werden.

5. Baugrund

5.1 Aufbau

Der Untergrund wurde durch sieben Kleinrammbohrungen (KRB) erkundet. Zusätzlich wurden im nördlichen Bereich des Geländes zwei Schürfgruben zur Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten angelegt. Die Lage der Aufschlusspunkte ist dem Lageplan der Anlage 1 zu entnehmen. Zur Vermessung der Aufschlüsse in Lage und Höhe wurde ein Global Positioning System (GPS) verwendet. Die Schichtenprofile sind entsprechend den Kennzeichnungen der DIN 4023 in drei Schnitten (s. Anlagen 2.1 bis 2.3) dargestellt.

Vereinfachend lässt sich der Untergrund in zwei Horizonte einteilen: Deckhorizont und Jurahorizont.

Unter rund 20 cm bis 30 cm dicken Mutterbodenschichten stehen überall die Lockergesteine des **Deckhorizonts** an. Dabei handelt es sich um Tone, Sande und Sand-Ton-Gemische mit jeweils unterschiedlichen Beimengungen der übrigen Korngrößenfraktionen. Die bindigen Böden sind von steifer bis halbfester Konsistenz. In der KRB2 und KRB5 wurden zunächst noch künstlich aufgefüllte Schluffe mit einer steifen Konsistenz erbohrt, welche anthropogene Fremdbestandteile in Form von Ziegelbruch und Kalksteinschotter beinhalten. Die Böden sind dunkelbraun, hellbraun, braun, hellgrau, grau und rotbraun gefärbt.

Die **Untergrenze des Deckhorizonts** wurde in den Kleinrammbohrungen in folgenden Tiefen unter dem Ansatzpunkt erreicht:

Aufschluss	Untergrenze Deckhorizont
KRB1	nicht vorhanden
KRB2	nicht erreicht
KRB3	0,60 m (428,45 m NN)
KRB4	nicht erreicht
KRB5	nicht erreicht
KRB6	1,10 m (434,45 m NN)
KRB7	nicht erreicht
Sch1	nicht erreicht
Sch2	nicht erreicht

Darunter folgen die Böden des **Jurahorizonts**. Diese bestehen aus den Verwitterungsprodukten der anstehenden Kalksteine (Kst-Zers.) in Form von hellbraunen bis braunen Kiesen mit tonigen, schluffigen, sandigen und steinigen Beimengungen. Darunter folgen bereichsweise bereits die harten Kalksteine mit einer hellgrauen Farbe. Hier war aufgrund eines zu hohen Rammwiderstands kein Bohrfortschritt mehr möglich.

Abweichungen und Besonderheiten sind in Schichtinhomogenitäten, einem unregelmäßigen Schichtgrenzenverlauf, in unterschiedlichen Zusammensetzungen und Mächtigkeiten der künstlichen Auffüllungen, in unterschiedlichen Lagerungsdichten der nichtbindigen Böden, in wechselnden Konsistenzen der bindigen Böden sowie unterschiedlichen Verwitterungsintensitäten der anstehenden Festgesteine zu erwarten.

5.2 Hydrologie

Grundwasser wurde während der Feldarbeiten nicht angetroffen. Bei ungünstigen Witterungsbedingungen muss jedoch im gesamten Baubereich zumindest temporär mit einem Zulauf von aufstauendem Sickerwasser oder Hangschichtenwasser gerechnet werden.

5.3 Versickerung

Zur Bestimmung des zutreffenden Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Werts) wurde ein Schurf Sch1 mit den Abmessungen 2,0 m × 1,5 m × 1,1 m (L x B x H) angelegt. In dieser Aufgrabung erfolgte anschließend ein Sickerversuch. Hierzu wurde der Schurf bis ca. 0,30 m unter der Geländeoberfläche mit Wasser gefüllt. Die Sickerfläche liegt somit in den stark bindigen Sanden.

Um eine annähernde Sättigung des Untergrundes zu erreichen, begann die Messung erst nach einer Wartezeit von ca. einer Stunde. Anschließend wurde im Abstand von rund 15 Minuten über einen Zeitraum einer weiteren Stunde die jeweilige Absenkung des Wasserstands gemessen.

Die durchschnittliche Absenkung lag bei einem halben Zentimeter pro 15 min. Für den Ansatz eines hydraulischen Gefälles von $i = 1$ ergibt sich ein **mittlerer Durchlässigkeitskoeffizient** von $k_f = 2,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Die untersuchten stark bindigen Sande sind gemäß des Arbeitsblattes DWA-A 138 damit als noch **durchlässig** zu bezeichnen.

Gemäß den Festlegungen des Arbeitsblattes DWA-A 138 liegt der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich bei einem Durchlässigkeitsbeiwert zwischen $1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ und $1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$.

Damit sind die anstehenden stark bindigen Sande nach den Festlegungen des Arbeitsblattes DWA-A 138 hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit **für eine fachgerechte Versickerung** grundsätzlich noch **geeignet**. Aufgrund der unterschiedlichen Feingehaltsanteile kann die Durchlässigkeit lokal auch variieren.

Die Versickerungsanlage ist gemäß den Hinweisen und Festlegungen des Arbeitsblattes DWA-A 138 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall zu bemessen und herzustellen. Die Versickerungsanlage ist wenigstens einmal im Halbjahr vom Betreiber zu kontrollieren und größere Stoffanreicherungen gegebenenfalls zu entfernen.

Zur Ableitung eines unerwartet hohen Wasserandrangs ist die Möglichkeit eines Notüberlaufs vorzusehen. Sollte die Einrichtung eines Notüberlaufs aus bautechnischen Gründen nicht möglich sein, könnten auch gleichwertige Maßnahmen, z. B. eine Vergrößerung des Speichervolumens, vorgenommen werden.

6. Kennwerte der Böden

6.1 Bodenmechanische Laborversuche

Aus den Bohrungen wurden insgesamt vier Bodenproben der Güteklasse 3 nach DIN EN ISO 22 475 entnommen. An diesen Proben wurden vier kombinierte Sieb-Schlämmanalysen sowie zwei Plastizitätsversuche durchgeführt. Weiterhin wurden die Wassergehalte bestimmt. Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in den Anlagen 3.1 bis 3.3 dargestellt.

Die **Sieb-Schlämmanalysen** kennzeichnen zwei feinkörnige Tone mit Feinanteilen kleiner 0,06 mm von 40,6 % und 60,8 % sowie einem gemischtkörnigen Sand mit Feinanteilen kleiner 0,06 mm von 38,2 %. Außerdem wurde ein gemischtkörniger Kies mit Feingehalten von 24,5 % ermittelt.

Die **Wassergehaltsbestimmungen** ergaben Werte von 9,8 % (Sand), 10,4 % (Kies) und 11,4 % und 18,5 % (Tone).

Bei den **Plastizitätsversuchen** wurde ein leicht plastischer Ton mit einer steifen Konsistenz sowie ein ausgeprägt plastischer Ton mit einer ebenfalls steifen Konsistenz ermittelt.

Nach den empirischen Formeln von BEYER liegen die Tone, Sande und Kiese außerhalb des Gültigkeitsbereichs. Erfahrungsgemäß besitzen diese aufgrund der hohen Feingehaltsanteile sehr geringere **Durchlässigkeiten** ($k_f < 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$).

Gemäß der DIN 18 196 gehören die untersuchten Böden zu den Bodengruppen TL, TA, SU* und GU*. Diese sind als sehr frostempfindlich (TL, SU*, GU*: Frostempfindlichkeitsklasse F3) sowie als gering bis mittel frostempfindlich (TA: Frostempfindlichkeitsklasse F2) einzustufen.

6.2 Charakteristische Bodenkenngrößen

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse können erfahrungsgemäß vereinfachend die folgenden charakteristischen Bodenkenngrößen angesetzt werden:

Tone und Schluffe, steif

Feuchtwichte	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Gesamtscherfestigkeit	$\varphi = 27,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 5 \text{ bis } 8 \text{ MN/m}^2$

Tone, halbfest und Sand-Ton-Gemische, steif

Feuchtwichte	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Gesamtscherfestigkeit	$\varphi = 30,0^\circ$
Steifemodul	$E_s = 8 \text{ bis } 10 \text{ MN/m}^2$

Sande

Feuchtwichte	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi = 32,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 20 \text{ bis } 30 \text{ MN/m}^2$

Kiese

Feuchtwichte	$\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi = 35,0^\circ$
Steifemodul	$E_s = 30 \text{ bis } 40 \text{ MN/m}^2$

Kalkstein

Feuchtwichte	$\gamma = 22,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi = 37,5^\circ$
Steifemodul	$E_s = 40 \text{ bis } 60 \text{ MN/m}^2$

Diese Größen sind für erdstatische Berechnungen zu verwenden.

6.3 Chemische Bodenanalysen nach EBV

Zur Abschätzung der möglichen Wiederverwertungs- bzw. Entsorgungswege wurden im Zuge der Baugrunduntersuchungen aus den künstlichen Auffüllungen sowie den natürlich gewachsenen Böden zusätzliche Bodenproben gewonnen und im hauseigenen Labor fachgerecht zu zwei Mischproben vereinigt. Diese wurden dem Labor Agrolab GmbH, Bruckberg, zur Analyse auf die Parameter der EBV (Ersatzbaustoffverordnung) als Bodenmaterial überstellt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der Anlage 4 dargestellt.

In der folgenden Tabelle sind die Entnahmepunkte und –tiefen, die Bezeichnung der untersuchten Schicht sowie die vorläufige stichprobenartige Einstufung der Mischproben zusammengefasst:

Proben- bezeichnung	Aufschluss und Entnahmetiefe	Einstufung gemäß EBV
MP1 (Auffüllungen und gewachsene Böden)	KRB1 (0,5 m) KRB2 (0,5 m) KRB3 (0,5 m) KRB4 (0,5 m) KRB5 (0,3 m) KRB6 (0,5 m) KRB7 (0,5 m)	BM-0* (Ni im Feststoff)
MP2 (gewachsene Bö- den)	KRB2 (1,8 m) KRB4 (1,5 m) KRB4 (2,0 m) KRB5 (2,0 m) KRB7 (1,8 m)	BM-0* (Ni im Feststoff)

Für die Mischproben **MP1 und MP2** sind bei der Beurteilung nach der EBV die Zuordnungswerte für **Lehm/Schluff** anzusetzen.

In den Mischproben **MP1 aus den oberflächennahen Auffüllungen und gewachsenen Böden sowie der MP2 aus den darunter liegenden gewachsenen Böden** wurde jeweils eine Überschreitung von Nickel im Feststoff festgestellt. Alle weiteren Werte sind nicht einstufigsrelevant. Damit wäre das Material als **BM-0*-Material** gemäß EBV einzustufen. Eine Wiederverwertung der Aushubböden als Bodenmaterial nach der EBV wäre demnach als BM-0*-Material gemäß Anlage 2, Tabelle 5, möglich.

Die anstehenden Gesteine sind Teil der BAG-Einheit 49a (Legendeneinheit in der Bodenausgangsgesteinskarte von Bayern). Diese Gesteine sowie deren Verwitterungsböden beinhalten nach der Vollzugshilfe für den vorsorgenden Bodenschutz „Hintergrundwerte von anorganischen und organischen Schadstoffen in Böden Bayerns“ des Landesamts für Umwelt **geogenbedingte** erhöhte Schwermetallgehalte. Hier liegt die geogene Hintergrundbelastung für Nickel bei Werten von bis zu 201 mg/kg.

Damit befinden sich die Analysenwerte der Mischproben unter Berücksichtigung von natürlichen Schwankungen im Bereich der angegebenen Werte. Daher ist hier ein **geogener Ursprung** der Belastungen anzunehmen.

Ein offener Wiedereinbau kann somit nach Rücksprache mit der zuständigen Behörde gegebenenfalls in Gebieten mit vergleichbarer Hintergrundbelastung (z. B. derselben BAG-Einheit) erfolgen.

Bodenmaterial, welches die Anforderungen für $\leq$ BM-F1-Material der EBV erfüllt, kann nach Artikel 3, § 6 der Änderung der **Deponieverordnung** ohne zusätzliche Analyse als **DK 0-Material** eingestuft werden. Dies ist in den beiden Mischproben **MP1 und MP2** der Fall.

Da es sich bislang nur um **stichprobenartige Ergebnisse** handelt, kann eine endgültige Beurteilung hinsichtlich der Wiederverwertung bzw. der Entsorgung erst nach dem Aus-hub und einer repräsentativen Beprobung entsprechend der anfallenden Kubatur im Haufwerk gemäß der LAGA PN 98 erfolgen. Die Untersuchungen dienen **lediglich als Planungs- und Ausschreibungsgrundlage**. Für eine fachgerechte Entsorgung gemäß den gültigen Regelwerken ist dieser Analysenumfang nicht ausreichend.

7. Homogenbereiche

7.1 Festlegung der Homogenbereiche

Die Einteilung der Homogenbereiche erfolgt vorläufig auf Grundlage des aktuellen Planungsstands. Sollten sich im Verlauf der weiteren Planungsphase bzw. der Bauausführung Änderungen ergeben, ist die Einteilung der Homogenbereiche erneut zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Im Falle von maßgeblichen Änderungen der Bauausführung können weitere Untersuchungen bzw. die Fortschreibung der Homogenbereiche notwendig werden.

Bei der Bezeichnung der Homogenbereiche sind die Buchstaben B (überwiegend Boden), X (überwiegend Fels) und O (überwiegend Mutterboden) zu verwenden. Zudem werden die Homogenbereiche nummeriert.

Es ist die Erschließung eines Baugebiets in Hainbronn geplant. Dazu werden im Wesentlichen neue Zufahrtswege und Gehwege angelegt sowie Wasser- und Kanalleitungen verlegt. Die Lösearbeiten für den Erdbau der Verkehrswege sowie den Leitungsbau umfassen die Mutterbodenschichten sowie die natürlich gewachsenen Lockergesteine.

Aus den durchgeführten Aufschlüssen ergibt sich auf Grund der Bearbeitbarkeit und ihrer umweltrelevanten Inhaltsstoffe die folgende Einteilung der Homogenbereiche:

Homogenbereiche	Bodenschicht	Benennung
O1	Oberboden	Mutterboden
B1	gewachsene Lockergesteine und künstliche Auffüllungen	Tone, Schluffe, Sande, Kiese, Sand-Ton-Gemische
X1	Festgesteine des Juras	Kalkstein

Um die Böden besser beschreiben zu können, werden zudem noch die Bodenklassen entsprechend der alten DIN 18 300:2012-09 mit angegeben. Zur Einstufung der Homogenbereiche während der Arbeiten stehen wir gerne zur Verfügung.

Aufgrund der stichprobenhaften Probenentnahme sind Abweichungen in den Eigenschaften und Kennwerten innerhalb der einzelnen Homogenbereiche grundsätzlich möglich.

7.2 Homogenbereich O1

Die im Baufeld anstehenden Mutterbodenschichten werden in den Homogenbereich O1 eingeteilt. Die Oberbodendicke wurde in den ausgeführten Aufschlüssen im Regelfall mit Dicken zwischen 20 cm und 30 cm festgestellt. Gemäß der ehemaligen DIN 18300:2012-09 entsprach der Mutterboden der Bodenklasse 1.

7.3 Homogenbereich B1

Die natürlich gewachsenen Böden sowie die künstlichen Auffüllungen werden im Homogenbereich B1 zusammengefasst. Sie können mit üblichen Hydraulikbaggern gut gelöst werden. Es handelt sich dabei um Tone, Schluffe, Sande, Sand-Ton-Gemische und Kiese.

Die Eigenschaften und Kennwerte des Homogenbereichs B1 wurden im Rahmen der Felduntersuchungen sowie anhand von Erfahrungswerten und den durchgeführten Laborversuchen ermittelt und werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Eigenschaften und Kennwerte für Boden (Auszug) nach VOB/C	
Ortsübliche Bezeichnung	gewachsenen Lockergesteine und künstliche Auffüllungen
Bodengruppen	TL, TA, SU*, GU* (Laborwerte) UL, UM, TM, SU, GU, ST (Erfahrungswerte)
Korngrößenverteilung [%]	s. Körnungslinien Anlage 3.1
Massenanteile Steine [%]	< 10 (Schätzwert)
Lagerungsdichte (nichtbindige Böden)	locker bis mitteldicht
Konsistenz (bindige Böden)	steif, halbfest (Labor- und Feldversuche)
Organischer Anteil	keine sensorischen Hinweise
vorläufige Einstufung gemäß EBV und DepV (s. Kap. 6.3)	BM-0* und DK 0

Entsprechend der ehemaligen DIN 18 300:2012-09 wären die Böden des Homogenbereichs B1 in die Bodenklassen 3 bis 5 (leicht bis schwer lösbare Böden) eingeteilt worden.

7.4 Homogenbereich X1

Mit der Aufschlussendtiefe der KRB3 und KRB6 wurden bereits die anstehenden Festgesteine des Juras in Form von Kalksteinen erreicht. Diese harten Kalksteine bilden den Homogenbereich X1 und wurden in den Aufschlüssen ab einer Tiefe von etwa 1,40 m bzw. 2,10 m unter der Geländeoberfläche angetroffen. Es ist davon auszugehen, dass mit zunehmender Gesteinsmächtigkeit die Felsfestigkeiten zu nehmen.

Die Festgesteine können in den obersten Dezimetern vermutlich noch mit einem großen Hydraulikbagger entsprechend der Festigkeit abgetragen werden.

Auf Grundlage der durchgeführten Feldversuche sowie zusätzlich von Erfahrungswerten können die folgenden Eigenschaften und Kennwerte abgeschätzt werden:

Eigenschaften und Kennwerte für Fels (Auszug) nach VOB/C	
Ortsübliche Bezeichnung	Kalksteine
Benennung	Festgesteine des Juras
Verwitterung und Veränderung	verfärbt bis zersetzt (nach Tabelle 2 DIN EN ISO 14689-1)
Veränderlichkeit des Gesteins	nicht veränderlich bis veränderlich (nach Tabelle 3 DIN EN ISO 14689-1)
Trennflächenrichtung	nicht bestimmbar
Trennflächenabstand	nicht bestimmbar
Rohdichte Fels [g/cm³]	2,6 bis 2,9 (Literaturwert)
Gesteinskörperform	massig (nach Tabelle 10 DIN EN ISO 14689-1)
Druckfestigkeit	< 12,5 MN/m ² (Erfahrungswerte)

Entsprechend der ehemaligen DIN 18 300:2012-09 wären die Festgesteine des Homogenbereichs X1 voraussichtlich in die Bodenklasse 6 (leicht lösbarer Fels) eingeteilt worden.

8. Verkehrsflächen

8.1 Bemessung des Straßenoberbaus

Die Dicke des frostsicheren Oberbaus der Zufahrten sowie des Gehwegs bestimmt sich nach den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12/24“. Informationen zur Einteilung der Straße in eine Belastungsklasse liegen uns derzeit noch nicht vor. Unter Berücksichtigung der Tabelle 2 der RStO 12/24 wird zunächst von der Einstufung als Wohnweg bzw. Wohnstraße und damit in die **Belastungsklasse Bk0,3** ausgegangen. Der Gehweg wird nach der Tafel 6 beurteilt.

Im Bereich des voraussichtlichen Erdplanums stehen überwiegend Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 an. Für die **Verkehrsflächen** wird bei der Einteilung in die **Belastungsklasse Bk0,3** und die **Frostempfindlichkeitsklasse F3** eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von **50 cm** erforderlich.

Für **Geh- und Radwege** wird bei Böden der **Frostempfindlichkeitsklasse F3** eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von **30 cm** erforderlich. Sollte der Geh- und Radweg auch mit schwereren Fahrzeugen befahren werden, kann eine andere Einstufung maßgebend sein.

Gemäß der Tabelle 7 der RStO 12/24 sind aufgrund der Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen und Beurteilungen zusätzlich folgende Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse zu berücksichtigen:

Frosteinwirkung: Zone III + 15 cm

Für die **Verkehrsflächen** resultiert daraus eine **erforderliche Dicke des frostsicheren Aufbaus** von:

$$50 \text{ cm} + 15 \text{ cm} = \mathbf{65 \text{ cm (Bk0,3)}}$$

$$30 \text{ cm} + 15 \text{ cm} = \mathbf{45 \text{ cm (Gehweg)}}$$

Zudem sind gegebenenfalls kleinräumige Klimaunterschiede sowie die Entwässerung der Fahrbahnen zu berücksichtigen. Unter Beachtung der genannten Randbedingungen sind die erforderlichen Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus planerischerseits endgültig zu beurteilen und festzulegen.

Bei Bauweisen mit Asphalttragschichten ist auf der Oberkante der Frostschutzschicht für die Belastungsklasse Bk0,3 sowie für Geh- und Radwege auf der Schotter- oder Kiestragschicht ein Verformungsmodul der Wiederbelastung von E_{v2} größer oder gleich 100 MPa gefordert.

8.2 Planum - Erdbau

Die Mindestanforderungen für den Verdichtungsgrad von Bodenarten im Untergrund und Unterbau sind in der Tabelle 4 der ZTV E-StB 17 genannt. Bei den hier im Erdplanum anstehenden bindigen Böden sowie nichtbindigen Böden mit hohem Feinanteil muss der Untergrund bzw. der Unterbau von Straßen im Bereich des Erdplanums einen Verdichtungsgrad von wenigstens $D_{pr} = 97 \%$ besitzen. Bei gemischtkörnigen Böden muss im Bereich des Erdplanums eine Verdichtungsgrad von zumindest $D_{pr} = 98 \%$ erreicht werden.

Bei einem Straßenoberbau mit einer ungebundenen Tragschicht bzw. Frostschutzschicht sowie bei einem vollgebundenen Oberbau auf dem gegebenen frostempfindlichen Untergrund ist auf dem Planum zudem ein Verformungsmodul E_{v2} von wenigstens 45 MPa nachzuweisen.

Mit dem voraussichtlichen Erdplanum werden die zumindest steifen Tone und Schluffe sowie die stark bindigen Sande und Kiese erreicht.

In den nicht bindigen Kiesen können die geforderten Werte bei trockener Witterung erfahrungsgemäß eingehalten werden.

Vor allem im Bereich der Sande mit erhöhten Feinanteilen sowie der steifen Tone und Schluffe können die geforderten Verformungsmoduln im Planum erfahrungsgemäß nicht nachgewiesen werden. Auch können bei ungünstigen Witterungsverhältnissen die Schluffe sowie die nichtbindigen Böden mit hohen Feinanteilen aufweichen. Dort werden dann zusätzliche **Bodenaustauschmaßnahmen** von zumindest 20 cm bis 30 cm notwendig. Bei stärker aufgeweichten Böden kann sich die Dicke des Bodenaustausches erhöhen. Als Bodenaustauschmaterial ist ein nichtbindiges, verdichtungswilliges und gut abgestuftes Schottermaterial, z.B. der Körnung 0/45 mm oder 0/56 mm, zu verwenden. Das Schottermaterial ist lagenweise einzubauen und fachgerecht zu verdichten. Auf den bindigen Böden ist vor dem Einbringen des Schottermaterials ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK3 zu verlegen.

Alternativ könnte auch eine **Bodenverbesserung** mit einem hydraulischen Bindemittel, z. B. aus einem Kalk-Zementgemisch, verwendet werden. Bei den im voraussichtlichen Planum anstehenden Böden eignen sich erfahrungsgemäß Mischbindemittel mit einem Verhältnis von Kalk/Zement von 50/50. Dabei werden in den anstehenden Böden voraussichtlich Bindemittelzugaben in einer Größenordnung von etwa 3% bis 5% erwartet. Die Zugabemengen sind abhängig vom Wassergehalt der Böden. Bei höheren Wassergehalten ist die Zugabemenge gegebenenfalls zu erhöhen.

Entsprechend der ZTV E-StB 17 kann es bei Sulfat haltigen Böden durch die Zugabe von Bindemitteln zu Entfestigungen und Quellhebungen kommen. Daher sind im Vorfeld die zu verbessernden Böden auf ihren Sulfatgehalt im Feststoff hin zu untersuchen.

Zu Baubeginn sollten Probefelder angelegt und mittels Plattendruckversuchen geprüft werden. Abhängig von den Ergebnissen können dann die endgültigen Bodenaustausch- oder Bodenstabilisierungsmaßnahmen und Austausch- oder Stabilisierungsdicken für die einzelnen Bereiche festgelegt werden.

Bei geänderten Voraussetzungen oder abweichenden Untergrundverhältnissen bitten wir um umgehende Rücksprache.

9. Leitungsbau

Aus Gründen der Frostsicherheit ist eine Mindestverlegetiefe der Rohrleitungen von 1,20 m unter der Geländeoberfläche einzuhalten.

Die genauen Verlegetiefen der Wasser- und Kanalleitungen sind derzeit noch nicht bekannt. Mit der frostfreien Mindestverlegetiefe liegen die Rohrsohlen voraussichtlich jedoch größtenteils im Bereich der Sande oder der Kiese sowie eventuell den Tonen mit einer zumindest steifen Konsistenz. Diese Böden sind für eine fachgerechte Rohrbettung als ausreichend tragfähig anzusehen.

Sollten mit den geplanten Verlegetiefen aufgeweichte bindige Böden angetroffen werden oder die bindigen Böden aufgrund ungünstiger Witterung aufweichen, sind diese gegen ein nichtbindiges Schottermaterial, z.B. der Körnung 0/45 mm oder 0/56 mm, mit einer maximalen Dicke von rund 0,30 m zu ersetzen.

Zur Verminderung von Setzungen wird im Bereich von später befestigten Verkehrsflächen der Einbau von nichtbindigen bis schwach bindigen, grob- bis gemischtkörnigen Erdstoffen empfohlen. Im Bereich der Frostschutzschichten ist ein geprüftes frostsicheres Material zu verwenden.

Aus bodenmechanischer Sicht ist hier grundsätzlich ein Wiedereinbau der beim Aushub anfallenden Tonen und Schluffe nach einer Aufbereitung mit Bindemitteln und Sand-Ton-Gemische, der Sande mit geringeren Feingehalten oder der Kiese möglich. Alle Erdstoffe sind lagenweise bei optimalem Wassergehalt einzubauen und fachgerecht zu verdichten.

Die Arbeiten für das Auflagerbett und die Verfüllung der Leitungszone (von Grabensohle bis in eine Höhe von mindestens 30 cm über dem Rohrscheitel) sind entsprechend den Vorschriften der ZTV-A-StB 12 durchzuführen.

10. Allgemeine Bebaubarkeit mit Wohnhäusern

Aus Gründen der Frostsicherheit ist eine Mindestgründungstiefe von 1,20 m unter der Geländeoberfläche einzuhalten.

Die angetroffenen zumindest steifen Tone, Sande sowie die Kiese bzw. Festgesteine können für die zu erwartenden Lasten eines Einfamilienwohnhauses prinzipiell als ausreichend tragfähig angesehen werden. Grundsätzlich wäre eine Gründung sowohl mittels einer elastisch gebetteten Fundamentplatte als auch mittels Streifenfundamenten möglich.

Entsprechend der vorliegenden Ergebnisse ist im unmittelbaren Baugebiet kein Wasserzutritt zu erwarten. Auch muss voraussichtlich bei einer Bebauung ohne Keller nicht mit dem Lösen von Festgestein gerechnet werden. Sollte ein Kellergeschoss vorgesehen werden, kann, je nach Einbindetiefe, voraussichtlich von einem Antreffen der Festgesteine ausgegangen werden.

Da es sich jedoch nur um stichpunktartige Untersuchungen der Untergrundverhältnisse handelt, können wechselnde Baugrund- und Grundwasserverhältnisse über das gesamte Baugebiet nicht ausgeschlossen werden. Zur Beurteilung der einzelnen Standorte wird die Durchführung von direkt auf die geplanten Gebäude abgestimmten Baugrunduntersuchungen empfohlen.

11. Baumaßnahmen

Temporäre **Baugrubenböschungen** sind in den Sand-Ton-Gemische, Sanden und Kiesen unter maximal 45° anzulegen. Im Bereich der wenigstens steifen bindigen Böden können Neigungswinkel von bis zu 60° ausgeführt werden. Bei der Ausführung sind die Einschränkungen des Regelfalls nach DIN 4124:2012-01 zu beachten.

Zur **Baugrubensicherung der Rohrgräben** können auch gegenseitig ausgesteifte Verbaulemente verwendet werden.

Das anfallende Sicker- oder Niederschlagswasser ist während der Bauzeit mittels einer fachgerecht ausgeführten offenen **Wasserhaltung** zu fassen und abzuleiten.

Alle Erdarbeiten und **Verdichtungskontrollen** sind gemäß den ZTV E-StB 17 auszuführen. Ein unmittelbares Befahren des Planums ist zu vermeiden. Auflockerungen sind fachgerecht nachzuverdichten.

Die bindigen Böden sowie die Sande und Kiese mit hohen Feinanteilen sind im hohen Maße **feuchtigkeitsempfindlich**. Bei zusätzlicher Beanspruchung, z. B. Befahren durch Baugeräte, verlieren sie an Strukturfestigkeit und verursachen zusätzliche kaum abschätzbare Seichtsetzungen.

12. Bauüberwachung und Abnahme

Die Erdarbeiten sind unter Beachtung dieses Berichts fachgerecht auszuführen.

Für geotechnische Beratungen während der Bauzeit vor Ort stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Ein Exemplar dieses Berichts ist durch den Bauherrn bzw. seinen Vertreter zur ständigen Einsichtnahme auf der Baustelle auszulegen.

Da die Baugrunduntersuchungen stichprobenartige, punktuelle Aufschlüsse darstellen, sind Abweichungen möglich. Bei geänderten Voraussetzungen oder abweichenden Untergrund- bzw. Grundwasserverhältnissen ist eine umgehende Rücksprache erforderlich.

13. Zusammenfassung

Die gabex engineers GmbH, Bayreuth, wurde beauftragt, für die Erschließung des Baugebiets „Biesselberg-West“ in Hainbronn bei Pegnitz anhand durchgeführter Baugrunduntersuchungen die erforderlichen Erschließungsmaßnahmen aus bodenmechanischer Sicht zu beurteilen.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden sieben Kleinrammbohrungen, zwei Schürfen sowie ein Sickertest im Schurf ausgeführt. Im Baufeld des Baugebiets stehen unterhalb der Mutterbodenschichten zunächst die Deckschichten in Form von Tonen, Schluffen, Sand-Ton-Gemischen sowie Sanden an. Darunter folgen bereichsweise die Verwitterungsprodukte der anstehenden Festgesteine (Kalkstein). Diese kommen als teils stark bindige Kiese vor. Grundwasser wurde ebenfalls nicht angetroffen. Die angetroffenen Lockergesteine wurden gemäß der DIN 18 300 Erdarbeiten in drei Homogenbereiche (O1, B1 und X1) eingeteilt.

Zur Beurteilung der Sickerfähigkeit wurde im nördlichen Baugebiet ein Sickertest im Schurf durchgeführt. Die maßgebliche Sickerfläche lag dabei in den oberflächennahen tonigen, schluffigen Sanden. Die Messungen ergaben einen mittleren Durchlässigkeitskoeffizienten im Bereich $k_f = 2,0 \times 10^{-6}$ m/s nach den Festlegungen des ATV Merkblatts A 138 und sind damit für eine fachgerechte Versickerung knapp noch geeignet.

Gemäß der EBV können die Böden vorläufige als BM-0*-Material eingestuft werden, wobei die Belastungen in den gewachsenen Böden auf geogene Hintergrundwerte zurückzuführen sind.

Mit den voraussichtlichen Verlegetiefen der Rohrleitungen werden ausreichend tragfähige Böden erreicht. Der notwendige frostsichere Oberbau für die Zufahrtswege sowie den Gehweg wird nach den RStO 12/24 bemessen. Der frostsichere Oberbau für die Zufahrtswege beträgt demnach voraussichtlich 65 cm und für den Gehweg 45 cm. Mit dem voraussichtlichen Erdplanum werden die steifen Tone, bindige Sande und teils bindige Kiese erreicht. In den Kiesen mit geringeren Feingehalten können die geforderten Werte bei trockener Witterung erfahrungsgemäß eingehalten werden. Vor allem im Bereich der Sande mit erhöhten Feinanteilen sowie den steifen Tonen können die geforderten Verformungsmoduln im Planum erfahrungsgemäß nicht mehr nachgewiesen werden und es werden Bodenaustausch- oder Bodenverbesserungsmaßnahmen erforderlich.

Bei einer Bebauung mit Wohnhäusern werden mit der frostfreien Mindest Gründungstiefe voraussichtlich überall ausreichend tragfähige Böden erreicht. Darauf kann die Gründung der Häuser mittels einer elastisch gebetteten Fundamentplatte oder mittels Streifenfundamenten erfolgen. Bei einer Durchführung eines Kellergeschosses muss auf das mögliche Antreffen der Festgesteine hingewiesen werden.

Zu besonderen Punkten der Ausführung wurde im Einzelnen Stellung genommen. Für weitere Fragen bodenmechanischer und gründungstechnischer Art stehen wir gerne zur Verfügung.

Die Bearbeiterin



Madeline Dow, B.Sc.

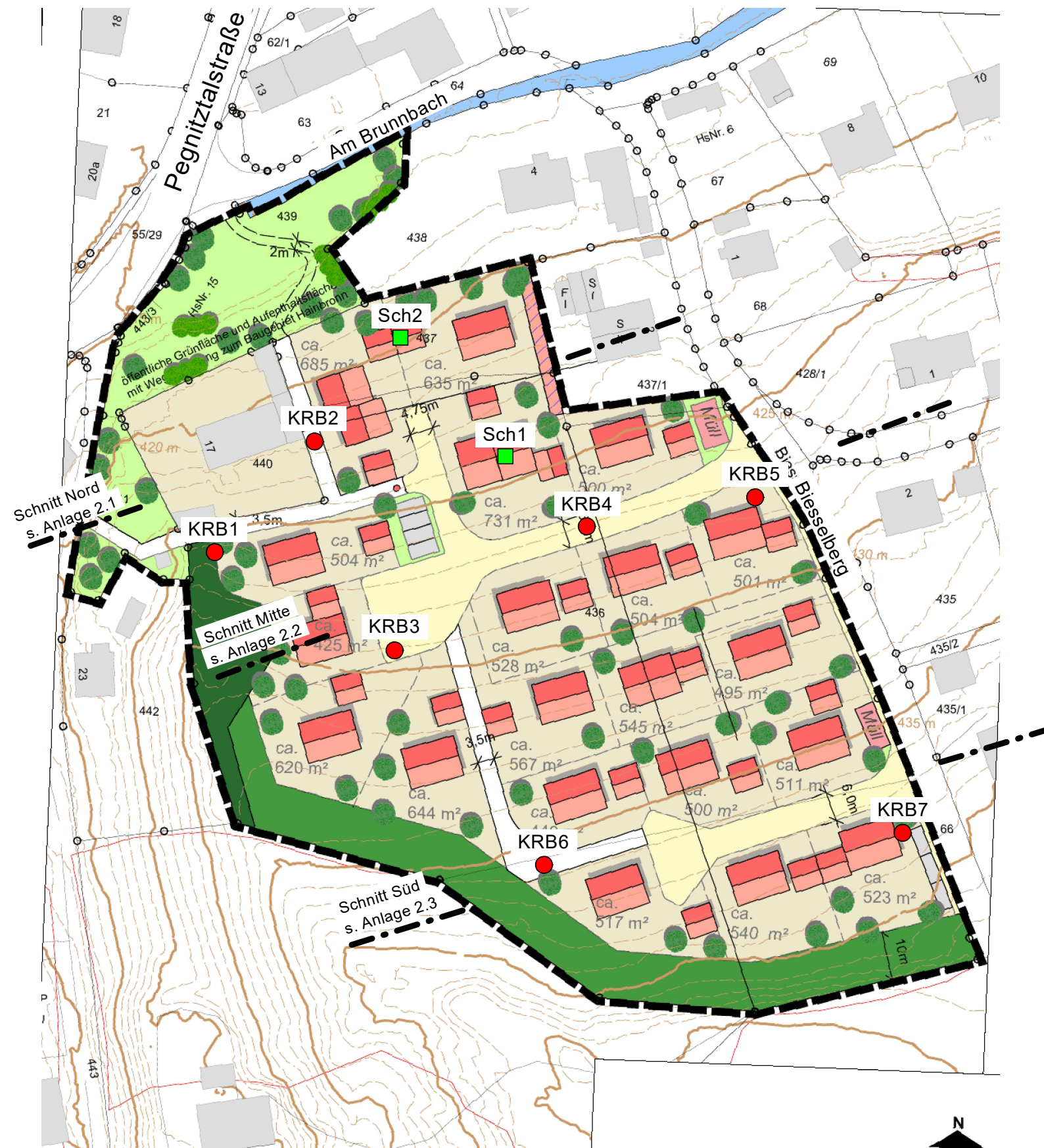
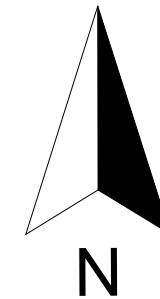
gabex engineers GmbH



Marcel Meyer, B.Sc.

Auftrag: B-26111 Anlage 1
 Projekt: Hainbronn - Erschließung BG
 "Biesselberg-West"
 Ort: Pegnitz

Lageplan



M 1 : 1.000

● KRB Kleinrammbohrung
 ■ Sch Schürfgrube

gez.: pr

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

steif

Mu

A

T (Ton)

t (tonig)

Mu (Mutterboden)

A (Auffüllung)

T (Ton)

t (tonig)

U (Schluff)

u (schluffig)

S (Sand)

s (sandig)

G (Kies)

g (kiesig)

X (Steine)

x (steinig)

Kst (Kalkstein)

Tiefe

Datum

Tiefe

Datum

GW angetroffen

GW Ruhe

(Fels)

((Fels))

S(Fels)

Schwach verwittert

stark verwittert

Sand (Felszersatz)

Labor-Nr.

Bohrprobe (gestört)

Homogenbereich

Auftrag: B-26111

Anlage 2.1

Projekt: Hainbronn - BG

"Biesselberg-West"

Ort: Pegnitz

SÜDWEST - NORDOST

KRB1

KRB2

Sch2

Sch1

Schnitt Nord

M.d.H. 1 : 100

M.d.L. 1 : 250

Lage siehe Anlage 1

gez.: pr

gabex engineers GmbH | Geotechnik | Altlasten | Bauwerksuntersuchung

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

steif - halbfest
steif

Mu Mu (Mutterboden)
A A (Auffüllung)
T (Ton)
t (tonig)

U (Schluff)
u (schluffig)
S (Sand)
s (sandig)

G (Kies)
g (kiesig)
Kst (Kalkstein)

Tiefe
Datum
Tiefe
Datum
(Fels) schwach verwittert
((Fels)) stark verwittert
S(Fels) Sand (Felszersatz)
Labor-Nr. Bohrprobe (gestört)
Homogenbereich

Auftrag: B-26111 Anlage 2.2

Projekt: Hainbronn - BG
"Biesselberg-West"

Ort: Pegnitz

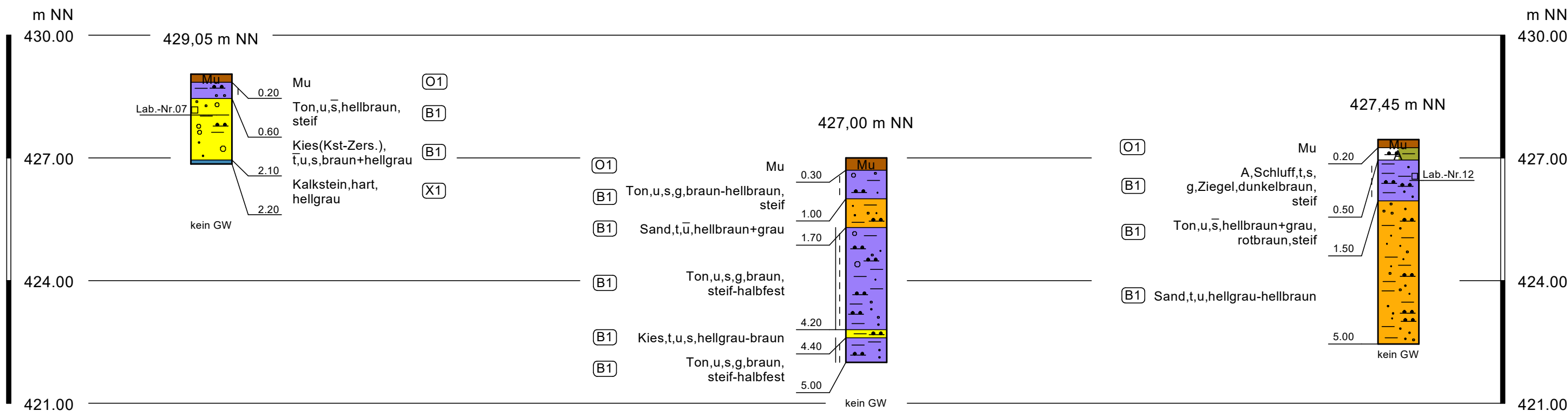
SÜDWEST - NORDOST

Schnitt Mitte

KRB3

KRB4

KRB5



M.d.H. 1 : 100

M.d.L. 1 : 250

Lage siehe Anlage 1
gez.: pr

Legende für Untergrundaufschlüsse nach DIN 4023

halbfest	Mu	Mu (Mutterboden)	U (Schluff)	G (Kies)	Tiefe Datum GW angetroffen
steif - halbfest	A	A (Auffüllung)	u (schluffig)	g (kiesig)	Tiefe Datum GW Ruhe
steif	T	T (Ton)	S (Sand)	Kst (Kalkstein)	(Fels) schwach verwittert
	t	t (tonig)	s (sandig)		((Fels)) stark verwittert
					entfestigt
					S(Fels) Sand (Felszersatz)
					Labor-Nr. Bohrprobe (gestört)
					Homogenbereich

Auftrag: B-26111

Anlage 2.3

Projekt: Hainbronn - BG
"Biesselberg-West"

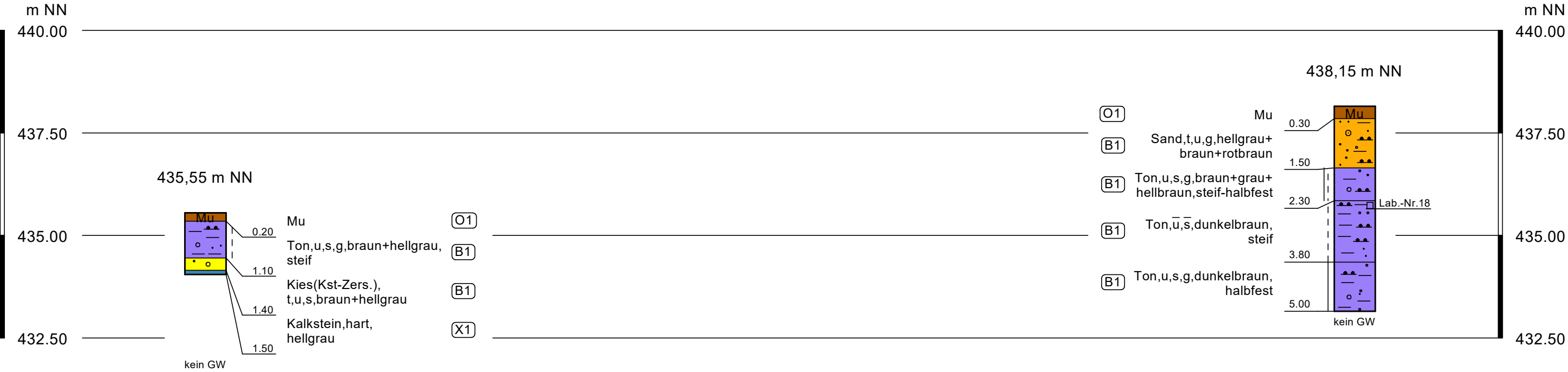
Ort: Pegnitz

SÜDWEST - NORDOST

Schnitt Süd

KRB6

KRB7



M.d.H. 1 : 100

M.d.L. 1 : 250

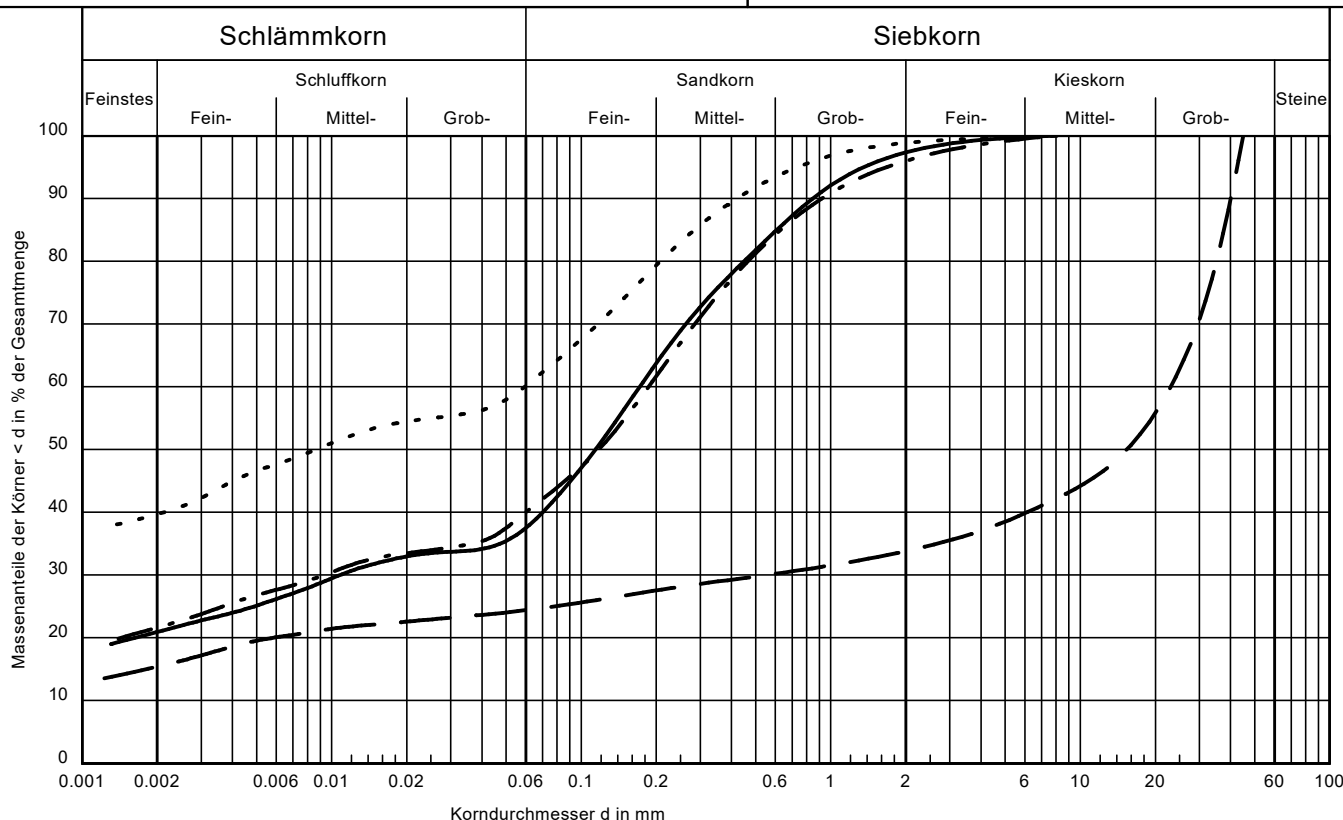
Lage siehe Anlage 1

gez.: pr

Körnungslinie nach EN ISO 17892-4
PEGNITZ - HAINBRONN
Erschließung BG "Biesselberg-West"

Probe entnommen am: 13.04.2026
Art der Entnahme: gestört
Arbeitsweise: Sieb-/Schlamm-analyse

Bearbeiter: Kies Datum: 20.05.2026



Labor Nr.	04	07	12	18
Signatur	—	— —	— . — .	
Bodenart	Sand,t,u	Kies,t,u,s	Ton,u,s	Ton,u,s
Bodengruppe / Homogenbereich	SU* / B1	GU* / B1	TL / B1	TA / B1
Entnahmestelle / Tiefe	KRB2 / 2,5 m	KRB3 / 1,0 m	KRB5 / 1,0 m	KRB7 / 2,5 m
Wassergehalt [%]	9,8	10,4	11,4	18,5
d ₁₀ /d ₆₀ [mm]	- / 0.1718	- / 23.0411	- / 0.1865	- / 0.0592
Ungleichförmigkeit / Krümmungszahl	-/-	-/-	-/-	-/-
k-Wert nach Beyer	-	-	-	-
Frostsicherheit	F3	F3	F3	F2
Anteile T/U/S/G [%]	20.9/17.3/59.1/2.7	15.4/9.1/9.3/66.2	21.6/19.0/55.3/4.0	39.7/21.1/38.0/1.2

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

PEGNITZ - HAINBRONN

Erschließung BG "Biesselberg-West"

Bearbeiter: Kies

Datum: 20.05.2026

Prüfungsnummer: 12

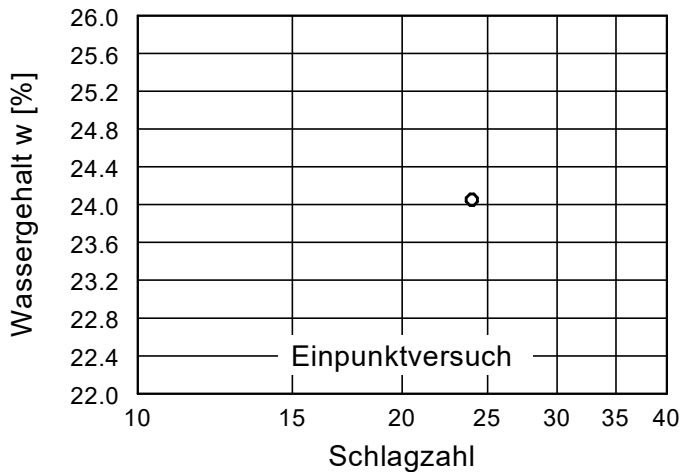
Entnahmestelle: KRB5

Tiefe: 1,0 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton,u,s

Probe entnommen am: 13.04.2026



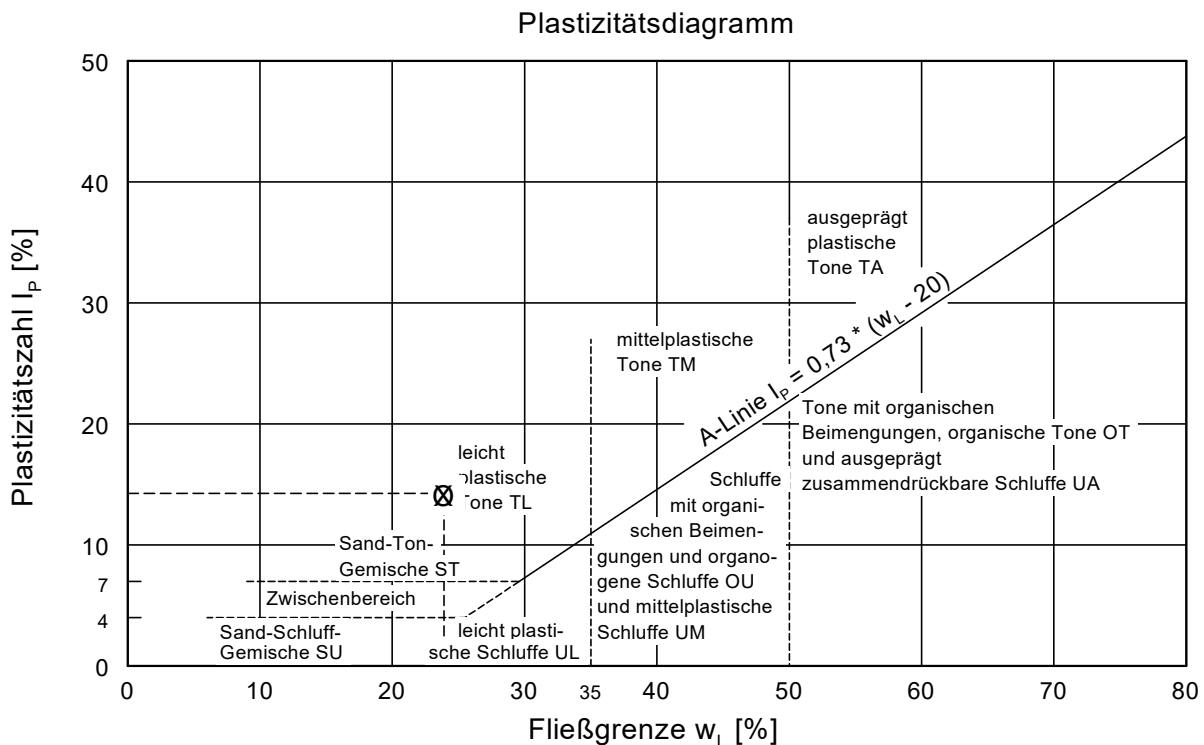
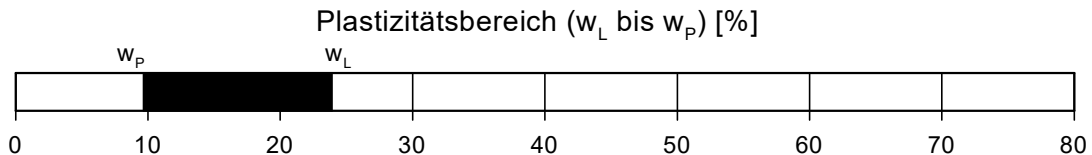
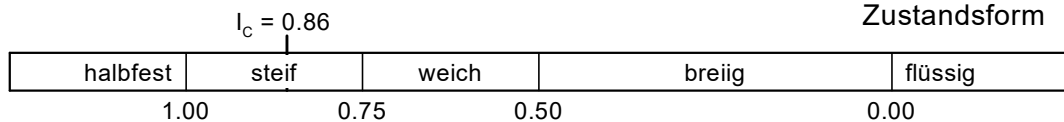
Wassergehalt $w = 11.7 \%$

Fließgrenze $w_L = 23.9 \%$

Ausrollgrenze $w_p = 9.7 \%$

Plastizitätszahl $I_p = 14.2 \%$

Konsistenzzahl $I_c = 0.86$



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

PEGNITZ - HAINBRONN

Erschließung BG "Biesselberg-West"

Bearbeiter: Kies

Datum: 20.05.2026

Prüfungsnummer: 18

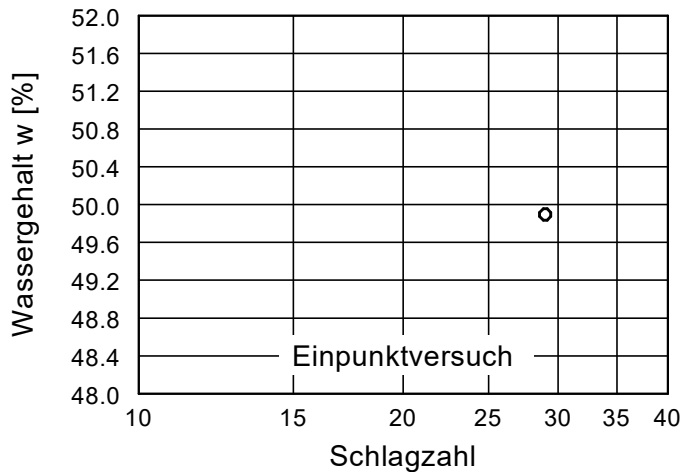
Entnahmestelle: KRB7

Tiefe: 2,5 m

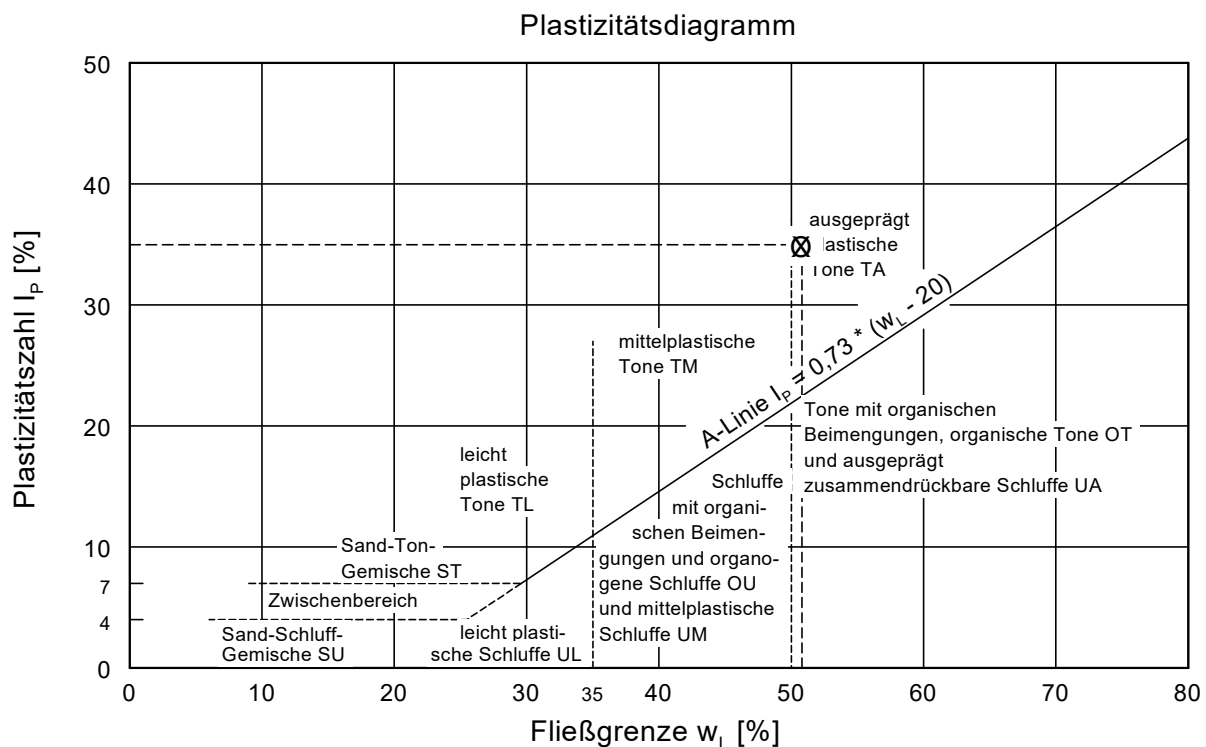
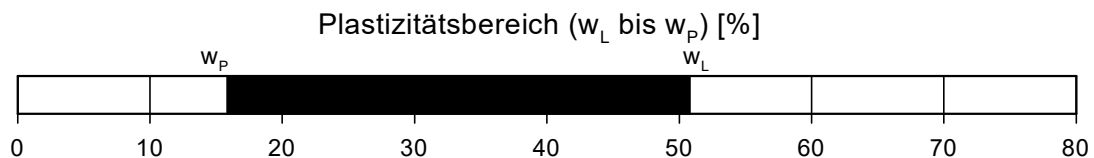
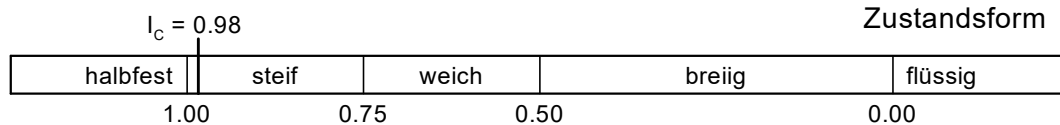
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Ton,u,s

Probe entnommen am: 13.04.2026



Wassergehalt $w = 16.4 \%$
Fließgrenze $w_L = 50.8 \%$
Ausrollgrenze $w_P = 15.8 \%$
Plastizitätszahl $I_P = 35.0 \%$
Konsistenzzahl $I_C = 0.98$



PN B-26111	Auswertung nach Ersatzbaustoff-Verordnung	3839018	3839018
Pegnitz-Hainbronn		622415	622416
Erschließung BG "Biesselberg-West"		MP1	MP2
Anlage 4			

PARAMETER	EINHEIT	BG	EBV BM/BG-0 Sand	EBV BM/BG-0 Lehm, Schluff	EBV BM/BG-0 Ton	EBV BM/BG-0*		
FESTSTOFF								
Kohlenstoff(C) organisch (TOC)	%	0,1	1	1	1	1	0,39	<0,1
EOX	mg/kg	0,3	1	1	1	1	<0,30	<0,30
Arsen (As)	mg/kg	0,8	10	20	20	20	3,1	1,1
Blei (Pb)	mg/kg	2	40	70	100	140	11	8
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,13	0,4	1	1,5	1 (1,5)^	0,45	0,25
Chrom (Cr)	mg/kg	1	30	60	100	120	15	6
Kupfer (Cu)	mg/kg	1	20	40	60	80	10	10
Nickel (Ni)	mg/kg	1	15	50	70	100	53	59
Quecksilber (Hg)	mg/kg	0,05	0,2	0,3	0,3	0,6	0,06	0,05
Thallium (Tl)	mg/kg	0,1	0,5	1	1	1	0,4	0,5
Zink (Zn)	mg/kg	6	60	150	200	300	110	98
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg	50				300	<50	<50
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg	50				600	<50	<50
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,05	0,3	0,3	0,3		<0,010 (NWG)	<0,010 (NWG)
PAK EPA Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	1	3	3	3	6	<1,0	<1,0
PAK EPA Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	1	3	3	3	6	<1,0	<1,0
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	mg/kg	0,01	0,05	0,05	0,05	0,1	<0,010	<0,010
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	mg/kg	0,01	0,05	0,05	0,05	0,1	<0,010	<0,010
ELUAT								
elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	10				350	348	263
Sulfat (SO4)	mg/l	2	250	250	250	250	<2,0	<2,0
Arsen (As)	µg/l	2,5				8 (13)	<2,5	<2,5
Blei (Pb)	µg/l	1				23 (43)	<1	<1
Cadmium (Cd)	µg/l	0,25				2 (4)	<0,25	<0,25
Chrom (Cr)	µg/l	1				10 (19)	<1,0	<1,0
Kupfer (Cu)	µg/l	5				20 (41)	<5	<5
Nickel (Ni)	µg/l	5				20 (31)	<5	<5
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,025				0,1	<0,025	<0,025
Thallium (Tl)	µg/l	0,06				0,2 (0,3)	<0,06	<0,06
Zink (Zn)	µg/l	30				100 (210)	<30	<30
PCB 7 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,003				0,01	<0,0030	<0,0030
PCB 7 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,003				0,01	<0,0030	<0,0030
Naphthalin/Methylnaphthalin-Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,05				2	<0,050	<0,050
Naphthalin/Methylnaphthalin-Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,05				2	<0,050	<0,050
PAK 15 Summe gem. ErsatzbaustoffV	µg/l	0,05				0,2	0,073	<0,050
PAK 15 Summe gem. BBodSchV 2021	µg/l	0,05				0,2	<0,050	<0,050