

Bericht über die
geotechnischen Untersuchungen
für eine Böschungssanierung
K 6512 Kreisgrenze Achdorf
– Wutach –

Auftraggeber: **Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt**
Eisenbahnstraße 7 a, 79761 Waldshut-Tiengen

GIW-Nr.: 6862
Bericht: TG/RK/6862BE01
vom: 29.02.2024
Sachbearbeiter: Tobias Gatta
M. Sc. Geowissenschaften, B. Sc. Bauingenieurwesen

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
1.1	Vorgang	1
1.2	Verwendete Unterlagen.....	1
1.3	Projektareal / Bauvorhaben	2
2	Durchgeführte Untersuchungen	2
3	Untersuchungsergebnisse	3
3.1	Geologische Übersicht	3
3.2	Geotechnische Verhältnisse.....	4
3.2.1	Oberboden.....	4
3.2.2	Auffüllung.....	4
3.2.3	Hanglehm/Hangschutt	5
3.2.4	Wutachschotter.....	5
3.2.5	Keuper (Grabfeld-Formation).....	6
3.3	Wasserverhältnisse.....	8
3.4	Erdbebengefährdung.....	9
3.5	Chemische Analysen der Bodenproben	9
3.6	Chemische Analysen der Schwarzdeckenproben.....	11
4	Geotechnische Randbedingungen für die Böschungssanierung	11
5	Belange Dritter	14
6	Abschließende Bemerkungen	15

ANLAGENVERZEICHNIS

1	Lageplan mit den Untersuchungspunkten; M 1:500
2	Schnitte 1-1 und 2-2; M 1:100
3.1 – 3.6	Bohrprofile RKB 1 bis RKB 6
4.1 – 4.5	Protokolle der Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 5
5.1 – 5.11	Zusammenstellung der Boden- und Schwarzdeckenanalysen: Untersuchungsbericht über chemische Bodenanalysen; SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH
6.1 – 6.3	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

1 Einleitung

1.1 Vorgang

Die Kreisstraße K 6512 hat sich im Bereich der Gemeinde Wutach, Kreisgrenze Achdorf talseitig stark abgesenkt. Das Landratsamt Waldshut beabsichtigt daher, den betroffenen Straßenabschnitt talseitig zu sanieren und zu sichern. Die Lage des Projektareals ist aus dem Lageplan, Anlage 1, ersichtlich.

Das Geotechnische Institut wurde per Zuschlagsschreiben (Az.-Nr. K6512.9/2023) vom 04.10.2023 durch das Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, basierend auf dem Angebot 23225 vom 15.09.2023, beauftragt, die Baugrund- und Bodenverhältnisse zu erkunden und die darauf basierenden geotechnischen Randbedingungen für die Sanierung der Straßenböschung festzulegen.

Eine Untersuchung auf Altlasten (Bodenverunreinigungen) wurde ebenfalls beauftragt.

Nachfolgend sind die Untersuchungsergebnisse und die darauf basierenden Hinweise und Empfehlungen für die geplante Böschungssanierung zusammenfassend dargestellt und erläutert.

1.2 Verwendete Unterlagen

Zur Projektbearbeitung wurden uns seitens des Landratsamtes Fotos des Sanierungsabschnittes zur Verfügung gestellt.

Für die Beurteilung der Schadstoffgehalte wurde nachfolgend aufgeführte Unterlage verwendet:

- Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung
- Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 03. Oktober 2017 – AbfR 2.2.10
- Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, Fassung 2005 (RuVA-StB 01)

Des Weiteren wurden verschiedene Unterlagen aus unserem Archiv über die geologischen Verhältnisse in der Umgebung des Projektareals mit herangezogen.

1.3 Projektareal / Bauvorhaben

Das Projektareal befindet sich nordwestlich der Gemeinde Ewatingen, etwa 700 m östlich der Wutachmühle an der Kreisstraße K 6512.

Gemäß den uns vorliegenden Fotoaufnahmen weist die Kreisstraße K 6512 auf einer Länge von etwa 110 m Station 0,620 bis 0,730 im talseitigen Bereich deutliche Rutschungsbewegungen auf. Gemäß vorliegenden Angaben kam es in den letzten Jahren zu bis zu 50 cm starken Absenkungen des Fahrbahnbelags. Die talseitige Straßenböschung weist Böschungsneigungen von 30° bis teilweise 45° auf.

Am Böschungsfuß, d. h., südlich des betroffenen Böschungsabschnittes, schließt die Wutach an. Der zu sanierende Böschungsabschnitt bildet in diesem Bereich einen Prallhang.

Gemäß Aussage eines Werkhofmitarbeiters befindet sich im nordöstlich angrenzenden Waldgebiet eine alte Dränageleitung. Diese wurde durch den Werkhof inspiziert, und es wurde keine ausreichende Funktionstüchtigkeit festgestellt. Mittlerweile wurde die Dränageleitung durch den Werkhof ertüchtigt.

2 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 20. und 21.11.2023 insgesamt 5 Rammkernbohrungen (RKB 1 bis RKB 5) bis in Endtiefen zwischen 2,3 m und 6,5 m unter Geländeoberkante (u. GOK) abgeteuft. Zudem wurde im Bereich RKB 6 eine Schwarzdeckenprobe aus den Straßenkoffer entnommen. Die Bohrungen RKB 2 und RKB 4 mussten aufgrund von sehr hohem Bohrwiderstand vor Erreichen der planmäßigen Endteufe abgebrochen werden. Die durch die Bohrungen gewonnenen Bohrkern wurden seitens des Geotechnischen Institutes unter geologischen und geotechnischen Gesichtspunkten aufgenommen. Die Bohrkernbeschreibungen sind in den Anlagen 3.1 bis 3.6 aufgeführt.

Des Weiteren wurden zur Ermittlung der Lagerungsdichte und der Schichtgrenzen insgesamt 5 Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 5) mit der schweren Rammsonde nach DIN 4094 jeweils bis in eine Endtiefe von 2,7 m bis 8,5 m u. GOK ausgeführt. Die Sondierprotokolle sind dem Bericht in den Anlagen 4.1 bis 4.5 beigelegt.

Sämtliche Untersuchungspunkte wurden seitens des Geotechnischen Institutes höhen- und lagemäßig eingemessen. Die Lage der Untersuchungspunkte ist in Anlage 1 dargestellt.

Zur abschätzenden Untersuchung des Bodenmaterials auf Schadstoffe wurden aus den Einzelproben der Auffüllung und des Hanglehms die Bodenmischproben MP 1 (Auffüllung) und MP 2 (Hanglehm) erstellt. Die Bodenmischprobe MP 1 und MP 2 wurde im Labor der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH auf die kombinierten Parameter der Ersatzbaustoffverordnung (Feststoff und Eluat) und Deponieverordnung untersucht. Die Analyseergebnisse sind in den Anlagen 5.1 bis 5.11 beigelegt.

Für die chemische Untersuchung der Schwarzdecken wurden zwei Schwarzdeckenkerne (RKB 6 SD und DPH 1 SD) mittels Kernbohrung entnommen. Beide Schwarzdeckenkerne wurden durch die SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen, chemisch auf den Teergehalt, d. h. Parameter PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) und den Phenolgehalt untersucht. Die Analysenbefunde sind dem Bericht in den Anlagen 5.1 bis 5.11 beigelegt.

Zudem wurden die Bodenproben der Auffüllung und des Hanglehms im Erdbaulabor des Geotechnischen Institutes bodenmechanisch untersucht. Dabei wurden die Korngrößenverteilungen mittels Sieb- und Siebschlämmanalysen, die Wassergehalte und die Konsistenzen ermittelt. Die Protokolle der Laborversuche sind in den Anlagen 6 aufgeführt.

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Geologische Übersicht

Geologisch betrachtet, befindet sich das Projektareal innerhalb des schwäbischen Schichtstufenlandes. Das Festgestein im Projektareal wird durch die Keuperablagerungen der Grabfeld-Formation, Tonstein, Gipsstein, Anhydrit gebildet.

Überlagert wird das Festgestein durch Absturzmassen des Keupers (Hanglehm/Hangschutt).

Aufgrund von Erschließungsmaßnahmen sind im Projektareal auch anthropogene Auffüllungen in unterschiedlichen Mächtigkeiten vorhanden.

Gemäß digitalem Kartenmaterial des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg ist das Projektareal als Karstgebiet sowie nach fernerkundlicher Auswertung als Rutschgebiet ausgewiesen. Zudem besteht die Gefahr von Setzungen und Hebungen aufgrund jahreszeitlicher Volumenveränderungen.

3.2 Geotechnische Verhältnisse

Die bei den durchgeführten Untersuchungen angetroffenen Bodenschichten sind nachfolgend beschrieben:

3.2.1 Oberboden

Bereichsweise wird die Geländeoberfläche im Projektareal durch einen etwa 0,3 m bis 0,4 m mächtigen, dunkelbraunen, durchwurzelten, humosen Oberboden gebildet. Der Oberboden besteht aus einem schwach tonigen, sandigen Schluff bzw. aus einem schluffigen Sand und weist eine steife Konsistenz auf.

3.2.2 Auffüllung

Im Bereich der Fahrbahn besteht der Straßenbelag aus einer etwa 30 cm bis 60 cm starken Asphaltdecke.

Unterhalb der Asphaltdecke bzw. unmittelbar an der Geländeoberfläche folgt eine etwa 1,0 m bis 1,3 m mächtige, hellgraue bis graubraune, braune bis rotbraune Auffüllung. Die Auffüllung besteht aus einem sandigen bis stark sandigen Kies bzw. einem kiesigen, stark sandigen Schluff. Innerhalb der Auffüllung konnten keine Fremdbestandteile festgestellt werden. Im Zuge der Sanierungsarbeiten ist jedoch nicht auszuschließen, dass im oberen Bereich der Auffüllungen Reste von Asphalt vorhanden sein können.

Gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen weist die Auffüllung Schlagzahlen N_{10} zwischen 3 und 18 Schlägen auf. Daher kann der Auffüllung eine überwiegend lockere, im Straßenbereich eine mitteldichte Lagerung zugewiesen werden.

Die durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche haben ergeben, dass die Auffüllung aus einem schwach schluffigen, sandigen Kies besteht und die untersuchte Bodenprobe der Bodengruppe GU gemäß DIN 18196 zugeordnet werden kann.

3.2.3 *Hanglehm/Hangschutt*

Unterhalb der Auffüllung bzw. bereichsweise unterhalb des Oberbodens folgt ein etwa 1,4 m bis 5,2 m mächtiger, rotbrauner, graubrauner, hellgrauer bis grauer Hanglehm/Hangschutt. Der Hanglehm/Hangschutt besteht hauptsächlich aus einem Schluff, mit stark wechselnden Nebenteilen an Ton, Sand und Kies. Bereichsweise besteht dieser aber auch aus einem sandigen, schluffigen bis stark schluffigen Kies.

Da es sich beim Hanglehm/Hangschutt um Absturzmassen bzw. um das Verwitterungsprodukt des unterlagernden Festgesteins handelt, können auch stellenweise Steine und Blöcke eingelagert sein.

Der Hanglehm/Hangschutt weist eine überwiegend weiche bis steife, stellenweise halbfeste Konsistenz auf. Gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen wurden im Hanglehm/Hangschutt Schlagzahlen N_{10} von < 10 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe festgestellt.

Die durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche haben ergeben, dass der Hanglehm aus einem schwach sandigen Ton besteht und der Bodengruppe TA gemäß DIN 18196 zugeordnet werden kann.

3.2.4 *Wutachschotter*

Im Auenbereich der Wutach stehen unterhalb der Hangablagerungen die grauen bis graubraunen Sedimente der Wutach an. Die Wutachschotter bestehen aus einem schwach schluffigen bis schluffigen, sandigen bis stark sandigen Kies.

Die Materialien haben sich entsprechend den wechselnden Strömungsverhältnissen der Wutach abgelagert, wodurch Mächtigkeiten und Kornzusammensetzung örtlich stark variieren können. In den Wutachschottern können auch Steine und Blöcke, Schluff- und Sandlinsen sowie Leerkieslagen eingelagert sein.

Die Wutachschotter sind bis zu wenige Meter mächtig und wurden bei den Untersuchungen in einer Mächtigkeit von > 0,2 m bis > 2,8 m direkt aufgeschlossen. Die Basis der Wutachschotter wurde nicht erreicht.

Gemäß den Ergebnissen der Rammsondierungen weisen die Wutachschotter Schlagzahlen N_{10} um etwa 10 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe unter Wasser auf. Demnach kann den Wutachschottern eine mitteldichte Lagerung zugewiesen werden.

3.2.5 Keuper (Grabfeld-Formation)

Unterhalb der Hangablagerungen bzw. unterhalb der Wutachschotter folgen die rotbraunen, violetten, grünen bis grauen Ablagerungen der Grabfeld-Formation des Keuper. Im Schichtoberen ist der Keuper vollständig zu Lockergestein verwittert und besteht aus einem schwach schluffigen, steinigen, kiesigen Sand. Der Keuper kann auch Blöcke enthalten. Zur Tiefe hin besteht der Keuper aus einem Tonstein, stellenweise Dolomit mit Gipseinlagerungen.

Der Keuper ist mehrere Meter mächtig und wurde bei den Untersuchungen in der bergseitigen Rammkernbohrung RKB 1 in einer Mächtigkeit von > 0,5 m direkt angetroffen. Die Basis des Keupers wurde nicht erreicht.

Der Keuper weist Schlagzahlen N_{10} zwischen 15 bis > 100 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe auf. Demnach kann dem Keuper im Schichtoberen eine mitteldichte Lagerung zugewiesen werden. Erfahrungsgemäß kann dem zur Tiefe hin bindigen Keuper eine steife bis halbfeste Konsistenz zugewiesen werden.

Die in den Rammsondierungen gemessenen hohen Schlagzahlen von > 100 können auf das Vorhandensein von größeren Steinen und Blöcken oder das Einsetzen des Festgesteins hindeuten.

Tabelle 1: Geotechnische Beschreibung, Klassifizierung und Beurteilung, bodenmechanische Kenngrößen der relevanten Erdschichten

Erdschicht	Oberboden	Auffüllung	Hanglehm/Hangschutt	Wutachschotter	Keuper (Grabfeld-Formation)
Zusammensetzung	Schluff, sandig, schwach tonig; Sand, schluffig; humos, durchwurzelt	Kies, sandig bis stark sandig; Schluff, stark sandig, kiesig; aus Laborversuchen: Kies, sandig, schwach schluffig	Schluff mit stark wechselnden Nebenan- teilen an Ton, Sand, Kies; teilweise Kies, schluffig bis stark schluf- fig, sandig; aus Laborversuchen: Ton, schwach sandig; Steine und Blöcke möglich	Kies, sandig bis stark sandig, schwach schluffig bis schluffig; Lokal Steine und Blöcke, Sand und Schlufflinsen möglich	Sand, kiesig, steinig, schwach schluffig; Steine und Blöcke; Festgestein: Tonstein, Dolomit mit Gipsla- gen
Farbe	dunkelbraun	hellgrau bis graubraun, braun bis rotbraun	rotbraun, graubraun, hellgrau bis grau	grau bis dunkelgrau	rotbraun, violett, grün bis grau
Mächtigkeit	0,3 m bis 0,4 m	1,0 m bis 1,3 m	1,4 m bis > 5,2 m	wenige Meter; 0,2 m bis 2,8 m bei Unter- suchungen direkt aufgeschlossen	mehrere Meter; > 0,5 m bei Untersuchungen direkt aufgeschlossen
Lagerungsdichte/Konsistenz	steif	locker bis mitteldicht / weich bis steif	weich bis steif, halbfest aus Laborversuchen: steif	mitteldicht	mitteldicht, steif bis halbfest
Frostempfindlichkeit	mittel bis sehr frostempfindlich (F2, F3)	nicht bis sehr frostempfindlich (F1, F2, F3)	mittel bis sehr frostempfindlich (F2, F3)	mittel bis sehr frostempfindlich (F2, F3)	mittel bis sehr frostempfindlich (F2, F3)
Klassifizierung nach DIN 18196	OU, OH	A [GW, GI, GU, UL, UM] aus Laborversuchen: GU	UL, UM, UA; TL, TM, TA, GU, GU* aus Laborversuchen: TA	GU, GU*, GW, GI Schlufflinsen: UL, UM Sandlinsen: SW, SI, SE	SU, SU*, UL, UM, TL, TM*
DIN 18300 (2019-09) *)	Homogenbereich E1	Homogenbereich E2	Homogenbereich E3	Homogenbereich E4	Homogenbereich E4
DIN 18300 (2012-09)	Klasse 1	Klassen 3 und 4	Klassen 4 und 5, Z.T. Klasse 3 Steine und Blöcke: Klassen 5 bis 7	Klassen 3 und 4 Schlufflinsen: Klasse 4 Steine und Blöcke: Klassen 5 bis 7	Klassen 3 und 4 Steine und Blöcke: Klassen 5 bis 7, Festgestein. Klassen 6 und 7
charakteristische Kenngrößen (geschätzt): Wichte γ_k [kN/m ³] Wichte unter Auftrieb γ_k [kN/m ³] Reibungswinkel ϕ'_k [°] Kohäsion c'_k [kN/m ²] Steifeiffer $E_{s,k}$ [MN/m ²]	---	Angaben aufgrund von Inhomo- genitäten nicht sinnvoll	16,5 - 19,5 6,5 - 9,5 20,0 - 30,0 2,0 - 12,0 4,0 - 15,0	19,0 - 22,0 9,0 - 12,0 30,0 - 35,0 0,0 40,0 - > 60,0	17,5 - 21,0 8,5 - 12,0 20,0 - 30,0 2,0 - 15,0 5,0 - 20,0
Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens	kann als humoser Oberboden wie- derverwendet werden	Aushubmaterial nur nach Aufberei- tung für Schüttungen wiederver- wertbar; Aushubmaterial ist ggf. sachgerecht zu entsorgen	nur nach Aufbereitung für Schüttungen wiederverwertbar; ansonsten nur für untergeordnete Anschüttungen wieder- verwertbar	nur nach Aufbereitung bedingt für Schüt- tungen wiederverwendbar; ansonsten nur für untergeordnete Anschüttungen wieder- verwertbar	nur nach Aufbereitung bedingt für Schüt- tungen wiederverwendbar; ansonsten nur für untergeordnete Anschüttungen wieder- verwertbar
Geotechnische Beurteilung	---	zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet	zur Abtragung von Bauwerkslasten be- dingt geeignet; wasser- und frostemp- findlich; relativ stark zusammendrückbar	zur Abtragung von Bauwerkslasten be- dingt geeignet; wasser- und frostemp- findlich; relativ gering zusammendrückbar	zur Abtragung von Bauwerkslasten bedingt geeignet; wasser- und frostempfindlich; relativ stark zusammendrückbar

*) in Anlehnung an DIN 18300 (2019-09)

3.3 Wasserverhältnisse

Über die genauen Grundwasserverhältnisse im Projektareal liegen uns keine Messdaten vor. Aufgrund der geologischen und morphologischen Situation ist davon auszugehen, dass zusammenhängender Grundwasserkörper innerhalb der Wutachschotter zu erwarten ist.

Während der Feldarbeiten wurden in den Aufschlüssen RKB 2 und RKB 3 nasse Bodenschichten angetroffen. Diese können auf das Vorhandensein von Grundwasser in einer Tiefe von etwa 561,4 mNN (RKB 2) bzw. 561,7 mNN (RKB 3) hindeuten. Es ist davon auszugehen, dass im Nahbereich der Böschung das Grundwasser mit dem Oberflächenwasser der Wutach korrespondiert.

Informationen über Grundwassermessungen bzw. Angaben über den Schwankungsbereich liegen uns nicht vor. Zudem lassen sich gemäß digitaler Hochwassergefahrenkarte des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau keine Wutachwasserstände im Bereich des Projektareals abgreifen.

Daher lässt sich unter dem Ansatz der vernässten Bereiche in den Bohrungen RKB 2 und RKB 3 und unter hinzuziehen eines Sicherheitszuschlags ein **Bemessungswasserstand** von **564 mNN** abschätzen.

Obwohl bei den Untersuchungen kein Hang- bzw. Schichtwasser angetroffen wurde, ist in Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen mit dem Auftreten von Hangwasser zu rechnen.

Gemäß Aussagen eines Werkhofmitarbeiters befindet sich im nordöstlich anschließenden Waldstück eine hangparallele Dränage, welche erst zeitnah durch den Werkhof wieder ertüchtigt wurde. Dies lässt vermuten, dass im Bereich des Projektareals mit Hang- bzw. Schichtwasser zu rechnen ist.

Insbesondere der bindige Hanglehm und der Keuper sind nur gering wasserdurchlässig und dienen als Stauhorizonte, auf dem Hang- bzw. Schichtwasser abfließen kann.

3.4 Erdbebengefährdung

Das für die Bebauung vorgesehene Gelände liegt nach DIN 4149, in der Fassung von April 2005, in der Erdbebenzone 1, d. h. in einer Zone Deutschlands mit leicht erhöhter Erdbebengefährdung.

Aufgrund der örtlichen Untergrundverhältnisse kann das Projektareal gemäß DIN 4149 in die geologische Untergrundklasse R sowie in die Baugrundklasse C eingestuft werden (Kombination C-R).

Bei Bauwerksbemessungen kann für den Lastfall Erdbeben von einem Bemessungswert für die Bodenbeschleunigung in Höhe von $a_g = 0,4 \text{ m/s}^2$ ausgegangen werden.

3.5 Chemische Analysen der Bodenproben

Zur abschätzenden Untersuchung des Bodenmaterials auf Schadstoffe wurden aus den Einzelproben der Auffüllung und des Hanglehms die Bodenmischproben MP 1 (Auffüllung) und MP 2 (Hanglehm) erstellt. Die Bodenmischproben MP 1 und MP 2 wurden im Labor der SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH auf die kombinierten Parameter der Ersatzbaustoffverordnung (Feststoff und Eluat) und Deponieverordnung untersucht. Die Analysenergebnisse sind in den Anlagen 5.1 bis 5.11 beigelegt.

In der Anlage 5.1 werden die Analysenwerte den Zuordnungswerten der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) gegenübergestellt. Für das untersuchte Bodenmaterial der Bodenmischprobe MP 1 sind unseres Erachtens die BM-0 Werte für Sand und für die Bodenmischprobe MP 2 die BM-0 Werte für Lehm gemäß EBV als Grundwerte anzusetzen.

Im Folgenden werden die untersuchten Bodenproben anhand der oben angesetzten BM 0-Werte (Grundwerte) chemisch gemäß EBV klassifiziert.

Wie aus Anlage 5.1 ersichtlich, weist das untersuchte Bodenmaterial der Bodenmischprobe MP 2 (Hanglehm) keine erhöhten Schadstoffkonzentrationen auf. Demnach ist das Bodenmaterial der Bodenmischprobe MP 2 (Hanglehm) der Einbaukonfiguration BM-0 gemäß EBV zuzuordnen.

Das untersuchte Bodenmaterial der Bodenmischprobe MP 1 (Auffüllung) weist ebenfalls keine erhöhte Schadstoffkonzentrationen auf. Da es sich jedoch um aufgefülltes Material handelt, wurde das Material an seiner Gesamtfraction untersucht. Demnach ist das Bodenmaterial der Bodenmischprobe MP 1 (Auffüllung) der Einbaukonfiguration BM-F0* gemäß EBV einzustufen.

In Anlage 5.2 sind die Analysenergebnisse den Grenzwerten der Deponieverordnung gegenübergestellt.

Wie aus Anlage 5.2 ersichtlich, weist das Bodenmaterial der Bodenmischproben MP 1 (Auffüllung) keine erhöhten Schadstoffkonzentrationen auf. Daher ist das Bodenmaterial der Bodenprobe MP 1 der Deponieklasse DK 0 gemäß DepV zuzuordnen.

Das Bodenmaterial der Bodenmischprobe MP 2 (Hanglehm) weist einen erhöhten TOC-Gehalt auf. Demnach wäre das Bodenmaterial der Bodenmischprobe MP 2 der Deponieklasse DK III gemäß Deponieverordnung zuzuordnen. Allerdings ist eine Überschreitung des Zuordnungswertes des TOC-Gehaltes nach Rücksprache mit den zuständigen Behörden zulässig, wenn die Überschreitung ausschließlich auf natürliche Bestandteile des Bodenaushubes zurückgeht, sonstige Fremdbestandteile maximal 5 % ausmachen und auf dem Deponieteilabschnitt ausschließlich nicht gefährliche Abfälle abgelagert werden.

Nach unserem Erachten kann das Bodenmaterial der Bodenprobe MP 2 (Hanglehm) der Deponieklasse DK 0 zugeordnet werden. Dies ist jedoch mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

In der folgenden Tabelle 2 sind die untersuchten Proben und deren Zuordnungen gemäß VwV Boden und DepV dargestellt.

Tabelle 2: Zuordnung der untersuchten Bodenproben gemäß EBV und DepV

Probe	Zuordnung gemäß	
	EBV	DepV
MP 1 (Auffüllung)	BM-F0*	DK-0
MP 2 (Hanglehm)	BM-0	DK III (DK 0)

() Klammerwerte unter Außerachtlassen von TOC

3.6 Chemische Analysen der Schwarzdeckenproben

Für die chemische Untersuchung der Schwarzdecken wurden zwei Schwarzdeckenkerne (RKB 6 SD und DPH 1 SD) mittels Kernbohrung entnommen. Beide Schwarzdeckenkerne wurden durch die SEWA Laborbetriebsgesellschaft mbH, Essen, chemisch auf den Teergehalt, d. h. Parameter PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) und den Phenolgehalt untersucht. Die Analysenbefunde sind dem Bericht in den Anlagen 5.1 bis 5.11 beigelegt.

In Anlage 5.3 werden die Analysenwerte der Richtlinie der RuVA-StB 01 gegenübergestellt.

Wie aus Anlage 5.3 ersichtlich, weisen die untersuchten Schwarzdeckenproben DPH 1 SD und RKB 6 SD keine erhöhten PAK- und Phenol-Gehalte auf. Demnach sind die untersuchten Schwarzdeckenproben der Verwertungsklasse A gemäß RuVA-StB 01 zuzuordnen.

4 Geotechnische Randbedingungen für die Böschungssanierung

Die oben dargestellten Ergebnisse der durchgeführten Baugrunduntersuchungen, und zwar, dass im Böschungsbereich bindige, wasserempfindliche, feuchte bis nasse Bodenschichten vorhanden sind, deuten darauf hin, dass die eingetretenen Rutschungen im Bereich der talseitigen Straßenböschung auf die Zusammensetzung des in der Straßenböschung vorhandenen Bodenmaterials zurückzuführen sind. Hinzu kommt, dass nach länger andauernden und starken Niederschlagsperioden der Hanglehm/Hangschutt wassergesättigt ist, bzw. sich Wasser auf dem bindigen Bodenmaterial aufstaut und dann hangtreibend wirkt. Dadurch wurden vermutlich mehrere, zeitlich versetzte Rutschungen ausgelöst, wodurch die Böschung in den jetzigen labilen Zustand versetzt wurde, so dass zeitnahe Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen erforderlich sind.

Zur Sanierung der Straßenböschung bestehen aus geotechnischer Sicht unter anderem die folgenden Möglichkeiten:

- a) Abtrag der Böschung und Aufbau mit verdichtungsfähigem Material
- b) Böschungssicherung mittels Stahldrahtgeflecht
- c) Spundwand /Bohrpfahlwand
- d) Bodenvernagelung
- e) Stützmauer

Zu a) Abtrag der Böschung und Aufbau mit verdichtungsfähigem Material

Bei dieser Variante besteht die Möglichkeit, die gerutschte Böschung mittels Erdbaumaßnahmen zu ertüchtigen. Hierbei wird die vorhandene Rutschmasse ausgehoben und durch lagenweise verdichtetes Bodenmaterial der Bodengruppe GW, GI nach DIN 18196, Schotter oder RC-Material, etc. ersetzt. Ergänzend dazu kann die neue Böschung durch den Einsatz eines lagenweise eingebauten Geogitters gesichert werden (bewehrte Erde). Alternativ dazu besteht die Möglichkeit, die Böschung mit so genannten Steilböschungssystemen zu sichern und dazu gegebenenfalls das in der Böschung vorhandene Auffüllungsmaterial wiederzuverwenden.

Diese Variante benötigt relativ große Erdbewegungen und einen relativ hohen zeitlichen Aufwand.

Zu b) Böschungssicherung mittels Stahldrahtgeflecht

Bei der Sicherung der Böschung mittels eines Stahldrahtgeflechtes wird auf die bestehende Böschung ein hochreißfestes Stahldrahtgeflecht (z. B. Tecco der Firma Geobrugg) aufgelegt und dieses mittels Stahlnägeln (Bodennägel) rückverankert. Dazu werden mittels eines Bohrgerätes kleinkalibrige Löcher in die Böschung gebohrt. In die so geschaffenen Hohlräume werden Stahlnägel eingebracht und Verpressmörtel eingepresst (analog Bodenvernagelung).

Diese Sicherung erfordert einen relativ geringen Bodenabtrag, ist jedoch bei Lockergesteinsböschungen nur anwendbar, wenn die Böschungsneigungen relativ flach sind. Diese Variante gilt als eher flexible Böschungsstabilisierung. Daher wird im vorliegenden Fall empfohlen, im verformungsempfindlichen Straßenrandbereich (Böschungskopfbereich) zusätzlich zur Geflechtabdeckung einen rückverankerten Betonriegel als versteifende Maßnahme anzuordnen.

Zu c) Spundwand / Bohrpfahlwand

Mit dieser Variante wird in erster Linie die Straße gesichert. Dazu werden am talseitigen Straßenrand Spundbohlen in den Untergrund bis in den Bereich der Verwitterungszone einvibriert, eingerüttelt oder gerammt, so dass im Rutschungsbereich eine durchlaufende Spundwand erstellt wird, die die Straße abfängt, auch wenn es im Böschungsbereich zu weiteren Rutschungen/Bewegungen kommt. Der Anschluss der Spundwand an die Straße erfolgt auch bei dieser Variante über einen Betonriegel.

Alternativ zur Spundwand kann auch eine biegesteifere Bohrpfahlwand ausgeführt werden. Eine Bohrpfahlwand kann überschnitten oder aufgelöst hergestellt werden.

Zur Erstellung der überschnittenen Bohrpfahlwand wird zunächst an der Erdoberfläche eine bewehrte Bohrschablone erstellt. Danach werden zuerst die unbewehrten Pfähle (Primärpfähle) im Pendelverfahren und nach ihrem Abbinden die bewehrten Zwischenpfähle (Sekundärpfähle) dadurch hergestellt, dass sie in die benachbarten unbewehrten Pfähle einschneiden.

Bei der aufgelösten Bohrpfahlwand ist der Achsabstand der Pfähle größer als der Pfahldurchmesser. Zwischen den Pfählen verbleibt somit ein Abstand, der in der Regel mit Spritzbeton aus-gefacht wird.

Gegebenenfalls müssen die Spundwand bzw. die Bohrpfahlwand über entlang einer Gurtung anzuordnende Verpresspfähle oder Anker rückverankert werden.

Zu d) Bodenvernagelung

Bei einer Bodenvernagelung wird die bestehende Böschung profiliert und dazu geringfügig abgegraben. Auf die jeweiligen, ca. 1,5 m hohen Abschnitte wird Spritzbeton aufgebracht. Die so erstellte Spritzbetonschale wird über schlaffe Stahlnägel (Bodennägel) rückverankert. Dazu werden mittels eines Bohrgerätes kleinkalibrige Löcher in die Böschung gebohrt. In die so geschaffenen Hohlräume werden Stahlnägel eingebracht und Verpressmörtel eingepresst. Alternativ zu einer flächig aufzubringenden Spritzbetonschale besteht auch die Möglichkeit, die Böschung über aufgelöste Spritzbetonriegel, die in der Falllinie der Böschung angeordnet und über Bodennägel rückverankert werden, zu sichern.

Die Sicherungsvariante Bodenvernagelung erfordert einen gewissen Zeitaufwand, da die Böschungsabgrabung nur abschnittsweise erfolgen kann, d. h., erst nach Fertigstellung und Aushärtung des jeweils vorhergehenden durch die Bodenvernagelung gesicherten Abschnitts kann der nächste Abschnitt ausgehoben werden.

Zu e) Stützmauer

Bei dieser Variante wird talseitig der Straße eine Stützmauer, entweder als Winkelstützmauer aus Ortbeton oder als Schwergewichtsmauer aus Ortbeton, relativ großen Natursteinquadern oder Gabionen aufgebaut.

Zur Errichtung der Stützmauer muss ein ausreichend großer Arbeitsraum hergestellt werden. Dazu sind größere Abgrabungen im Böschungsbereich erforderlich.

Die Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen müssen entworfen und bemessen werden. Für die dafür erforderlichen (erd-) statischen Berechnungen können auf der Grundlage der durchgeführten Baugrunduntersuchungen sowie unter Berücksichtigung von Erfahrungen bei vergleichbaren Baugrundverhältnissen die in der nachfolgenden Tabelle 3 aufgeführten, charakteristischen Rechenwerte in Ansatz gebracht werden.

Tabelle 3: Bodenmechanische Rechenwerte, charakteristisch

	Wichte γ_k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ'_k [kN/m ³]	Reibungswinkel φ'_k [°]	Kohäsion c_k	Bruchwert der Pfahlmantel- reibung $q_{s,k}$ [kN/m ²]
Auffüllung	19,0	9,0	30,0	0,0	0,0
Handlehm/ Hangschutt	18,5	8,5	25,0	5,0	75,0
Wutachsotter	20,0	10	32,5	0,0	125,0
Keuper	18,5	8,5	25,0	10,0	90,0

5 Belange Dritter

Im Projektareal vorhandenen Ver- und Entsorgungsleitungen sind beim Aushub zu berücksichtigen. Mit den jeweiligen Betreibern der Leitungen müssen gegebenenfalls Vereinbarungen bezüglich der Umverlegung bzw. Sicherung dieser Leitungen getroffen werden.

Mit den Betreibern der im Projektareal vorhandenen Straßen sind die im Zusammenhang mit den Baumaßnahmen erforderlichen Verkehrssicherungsmaßnahmen abzuklären.

Da sich das Projektareal unmittelbar im Bereich der Wutach befindet, sind die Aspekte des Gewässer- und Umweltschutzes zu berücksichtigen.

Bei ordnungsgemäßer Durchführung der Erd- und Sanierungsmaßnahmen werden aus geotechnischer Sicht keine weiteren Belange Dritter berührt.

6 Abschließende Bemerkungen

Die durchgeführten geotechnischen Untersuchungen haben gezeigt, dass die geplante Sanierung und Sicherung der talseitig der Kreisstraße K 6512 in der Gemeinde Wutach, Kreisgrenze Achdorf vorhandenen Rutschböschung unter Berücksichtigung der oben genannten Hinweise und Empfehlungen aus geotechnischer Sicht möglich ist.

Die Erd-, Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen müssen geotechnisch betreut werden.

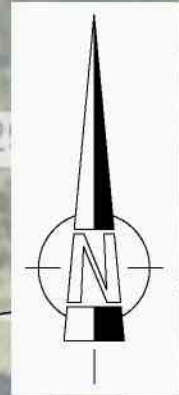
Sollten im Zuge der Erdarbeiten Abweichungen von den dargestellten Untersuchungsergebnissen angetroffen werden, so sind die Erd-, Sanierungs- und Sicherungsarbeiten, gegebenenfalls unter Hinzuziehung eines Baugrundsachverständigen, entsprechend anzupassen.

Den Aussagen dieses Berichtes liegen die uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen zugrunde. Bei eventuellen Planungsänderungen ist zu überprüfen, ob die gemachten Angaben für den geänderten Planungsstand Gültigkeit haben.

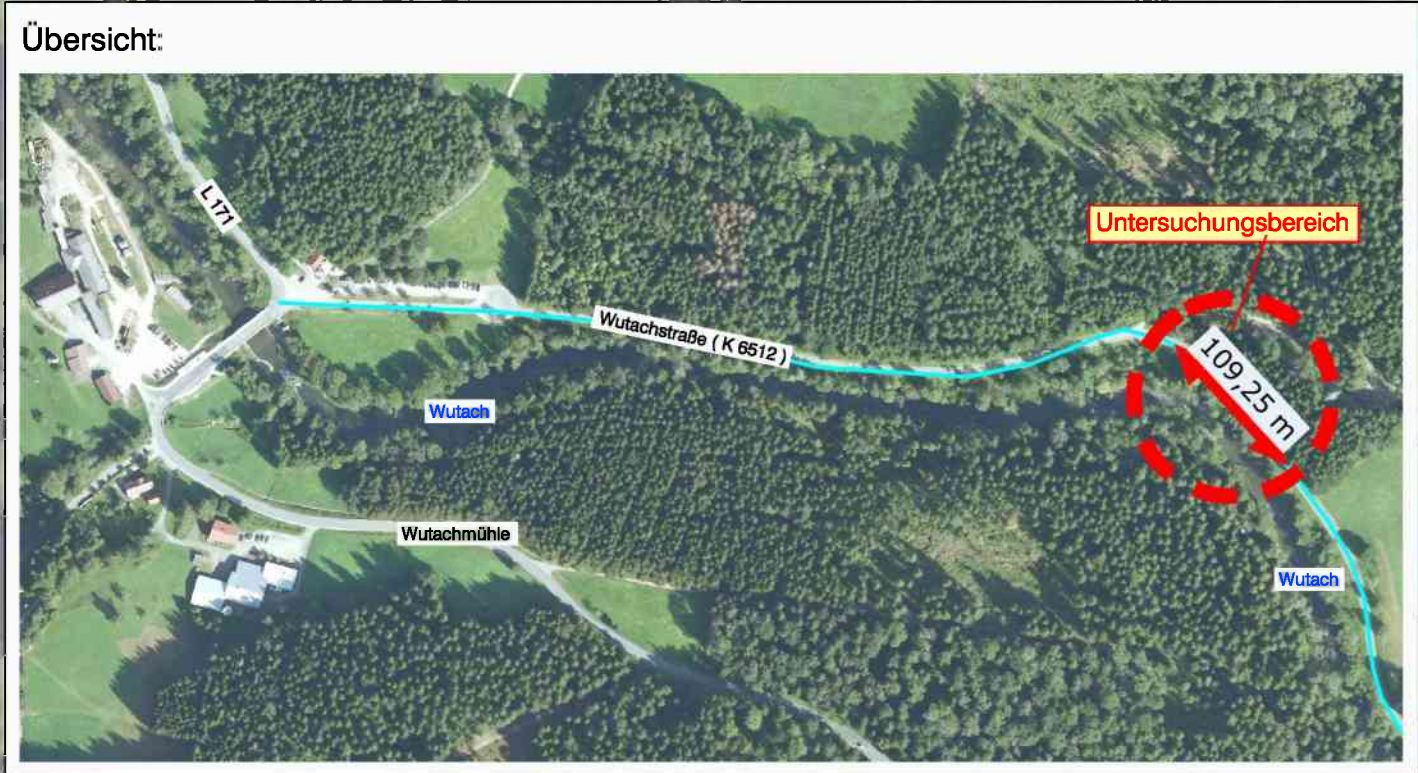
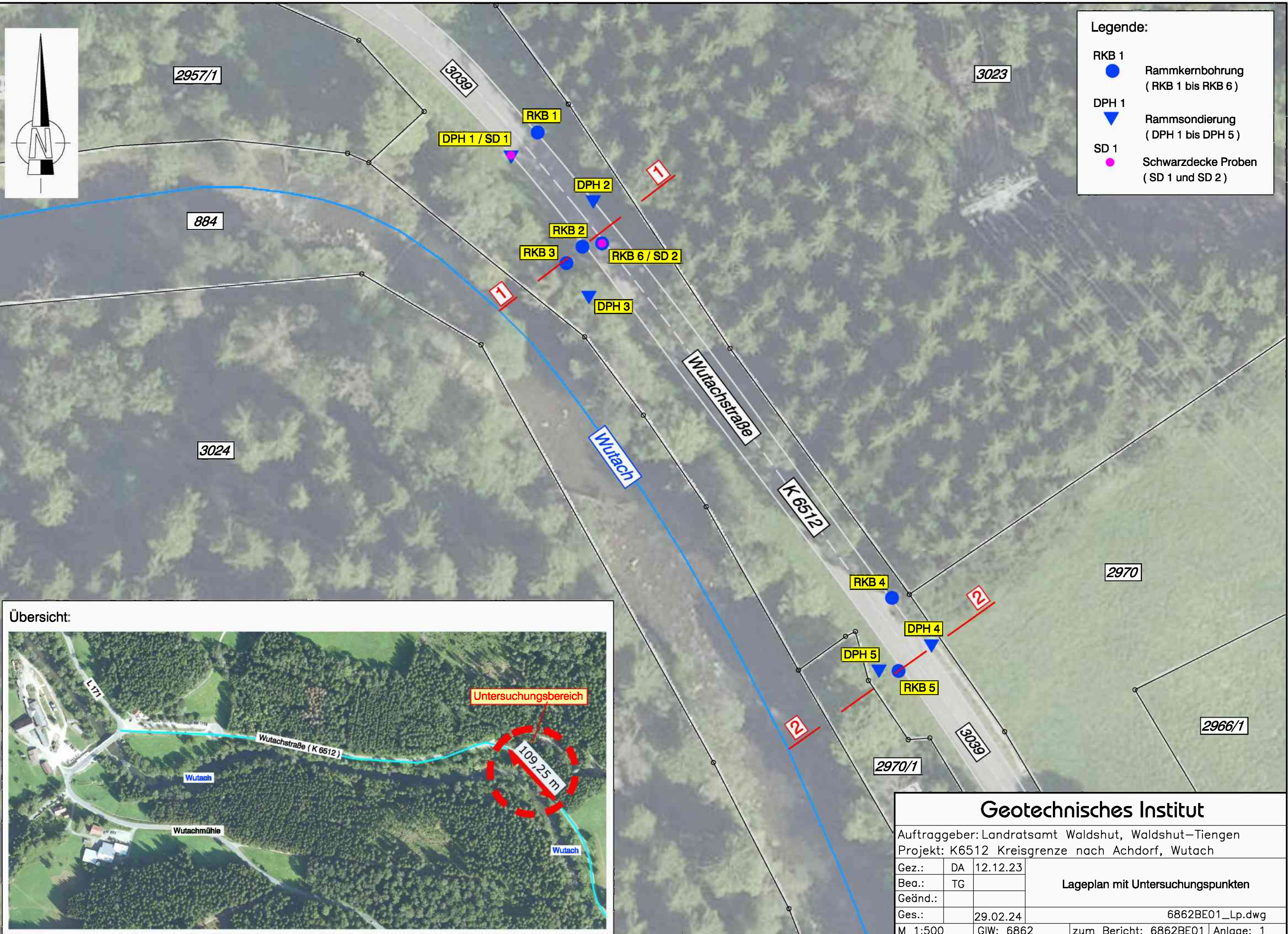
Für weitere Fragen und Auskünfte stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

GEOTECHNISCHES INSTITUT GmbH

Hans-Jürgen Lenz
Dipl.-Ing. Dipl.-Geol.



- Legende:
- RKB 1  Rammkernbohrung
(RKB 1 bis RKB 6)
 - DPH 1  Rammsondierung
(DPH 1 bis DPH 5)
 - SD 1  Schwarzdecke Proben
(SD 1 und SD 2)



Geotechnisches Institut			
Auftraggeber: Landratsamt Waldshut, Waldshut-Tiengen			
Projekt: K6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach			
Gez.:	DA	12.12.23	Lageplan mit Untersuchungspunkten
Bea.:	TG		
Geänd.:			
Ges.:		29.02.24	6862BE01_Lp.dwg
M 1:500	GIW: 6862	zum Bericht: 6862BE01 Anlage: 1	

Schnitt 1-1

M 1:100

SW

NE

Flst.-Nr. 884

Flst.-Nr. 3039

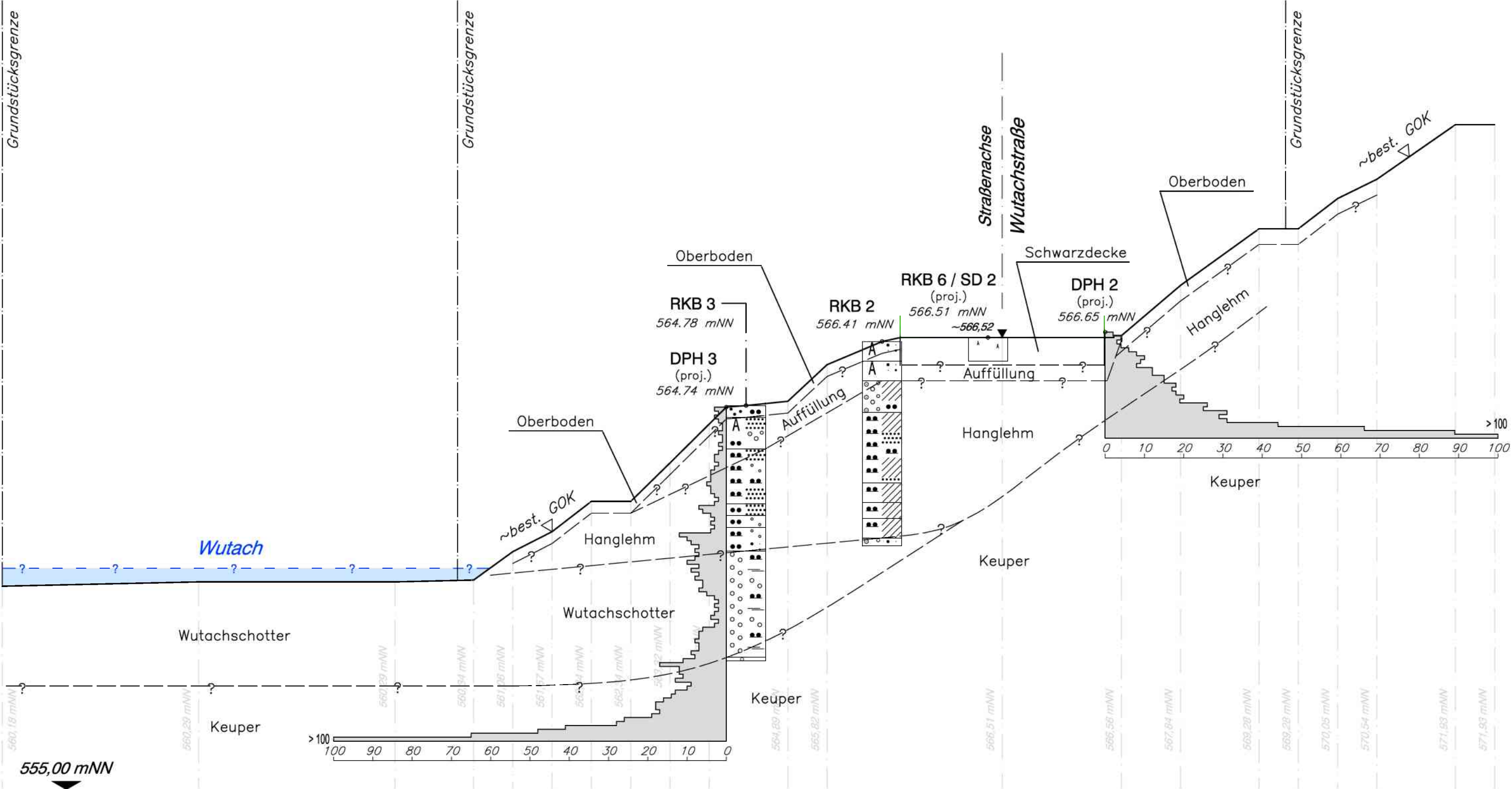
Flst.-Nr. 3023

Flst.-Nr. 3024

Grundstücksgrenze

Grundstücksgrenze

Grundstücksgrenze



Geotechnisches Institut			
Auftraggeber: Landratsamt Waldshut, Waldshut-Tiengen			
Projekt: K6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach			
Gez.:	DA	12.12.23	Schnitt 1-1
Bea.:	TG		
Geänd.:			
Ges.:		29.02.24	6862BE01_Sch_1.dwg
M 1:100	GIW: 6862	zum Bericht: 6862BE01	Anlage: 2.1

Schnitt 2-2

M 1:100

SW

NE

Flst.-Nr. 884

Flst.-Nr. 2970/1

Flst.-Nr. 3039

Flst.-Nr. 2970

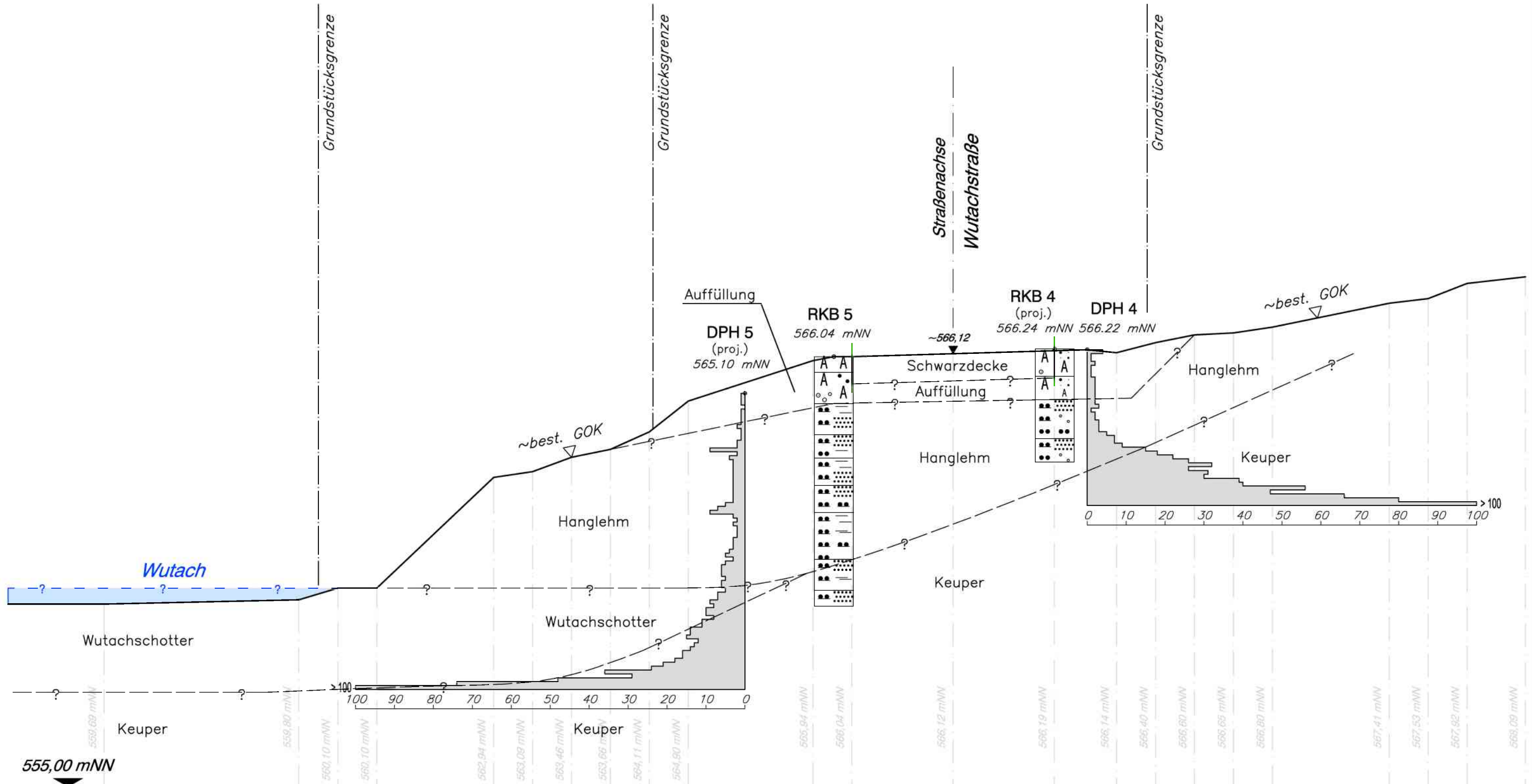


Foto:



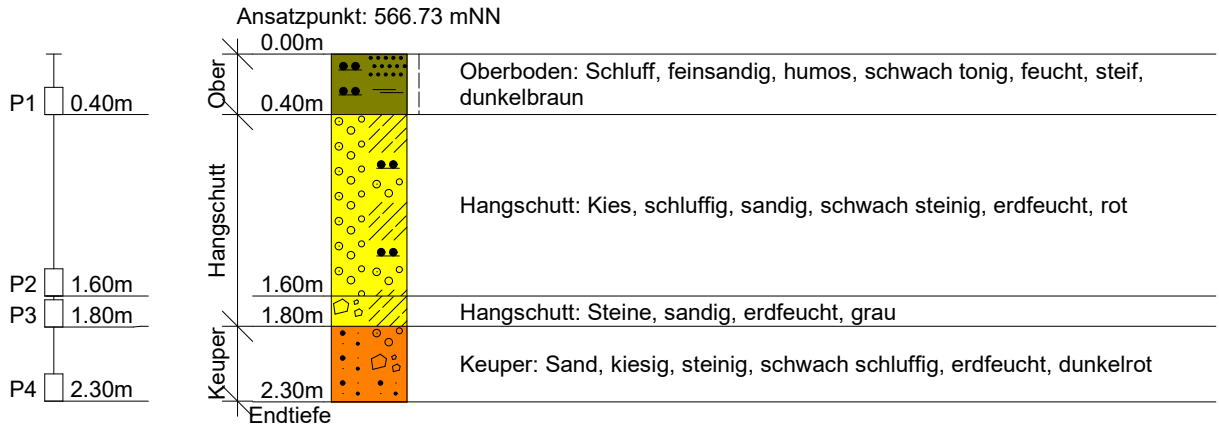
Geotechnisches Institut

Auftraggeber: Landratsamt Waldshut, Waldshut-Tiengen
Projekt: K6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach

Gez.:	DA	12.12.23	Schnitt 2-2
Bea.:	TG		
Geänd.:			
Ges.:		29.02.24	6862BE01_Sch_2.dwg
M 1:100	GIW: 6862	zum Bericht: 6862BE01	Anlage: 2.2

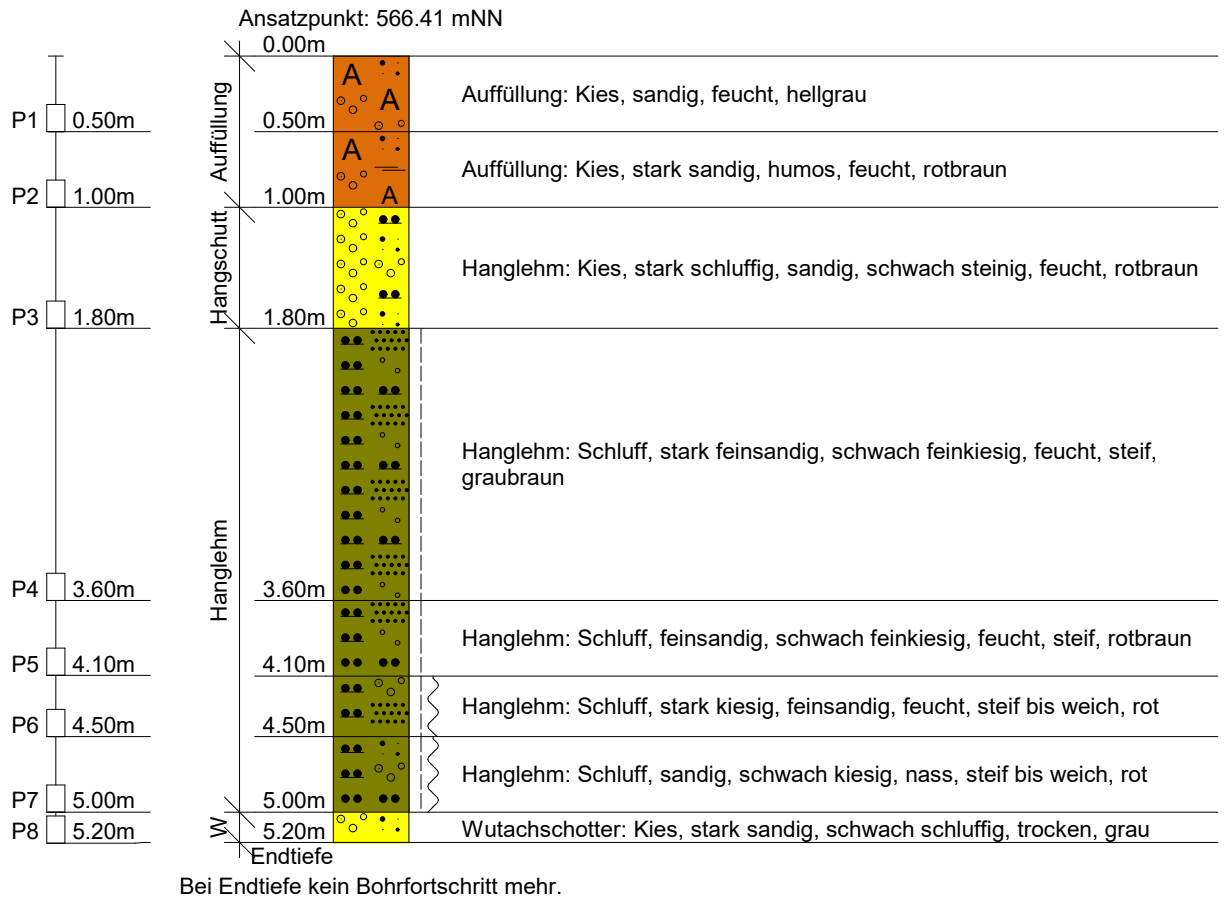
Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	20.11.2023
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab:	1: 50

RKB 1



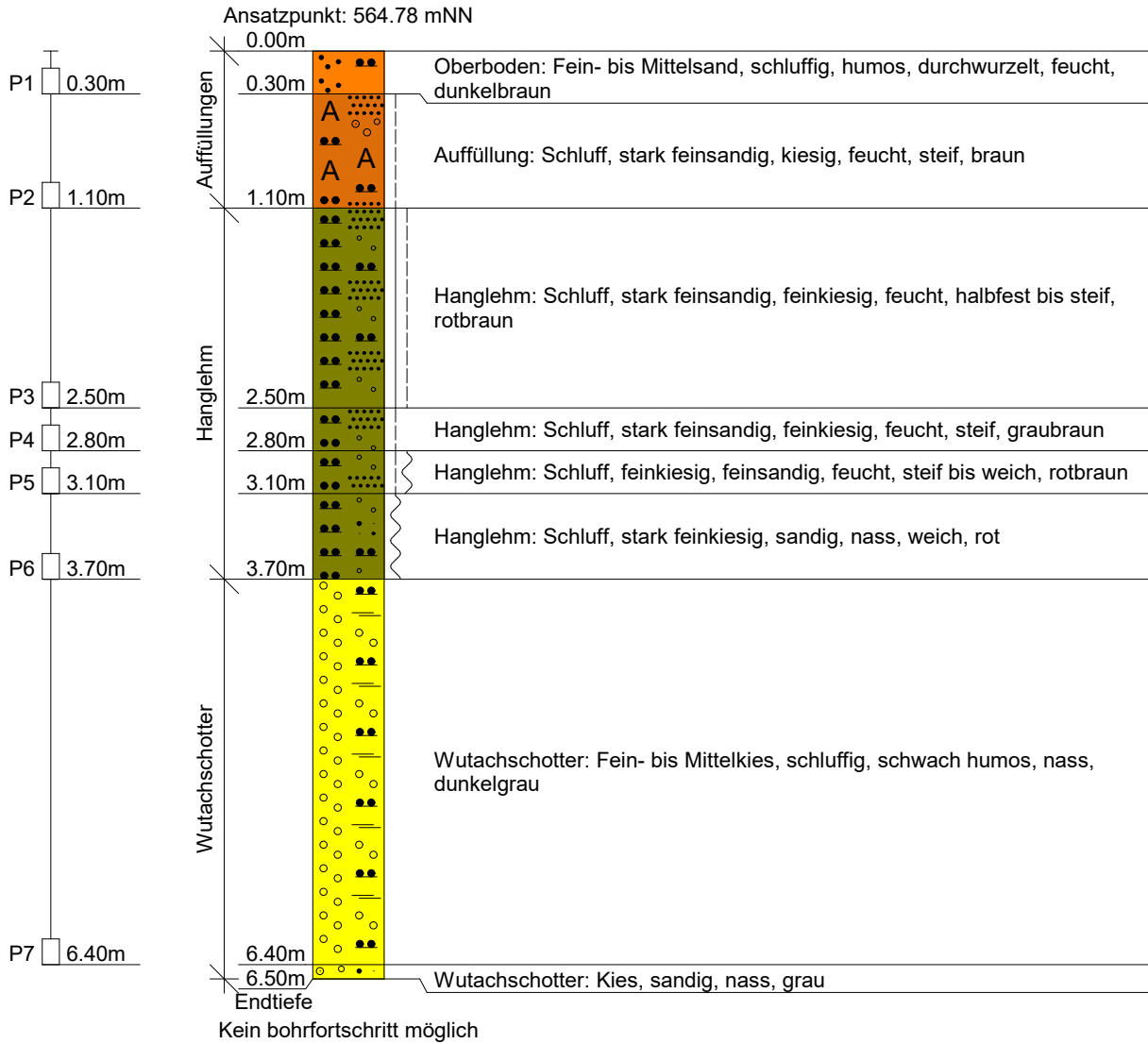
Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	20.11.2023
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab:	1: 50

RKB 2



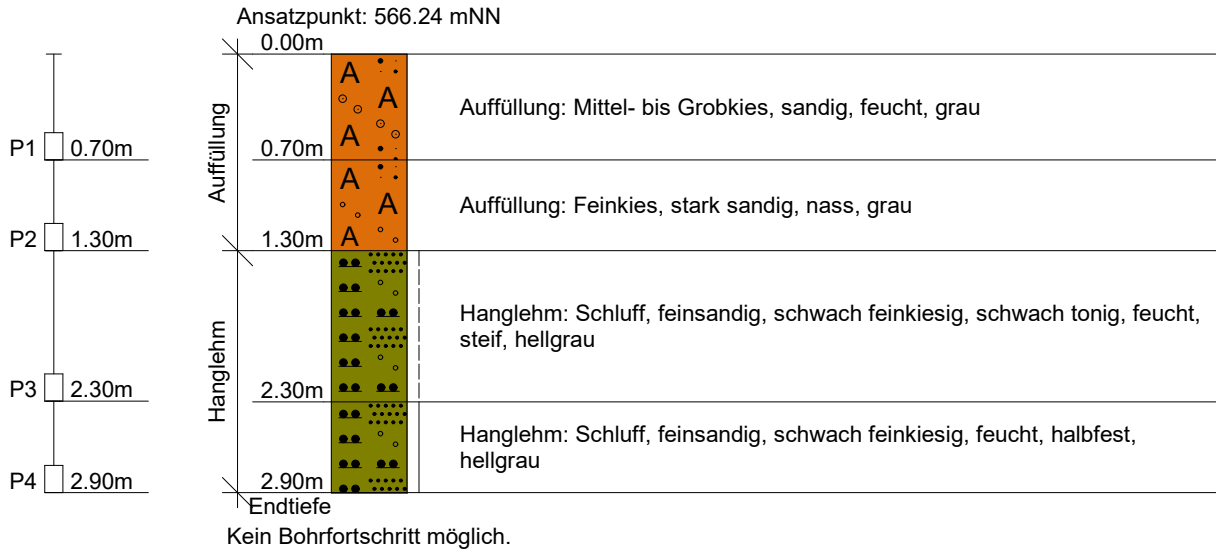
Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	20.11.2023
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab:	1: 50

RKB 3



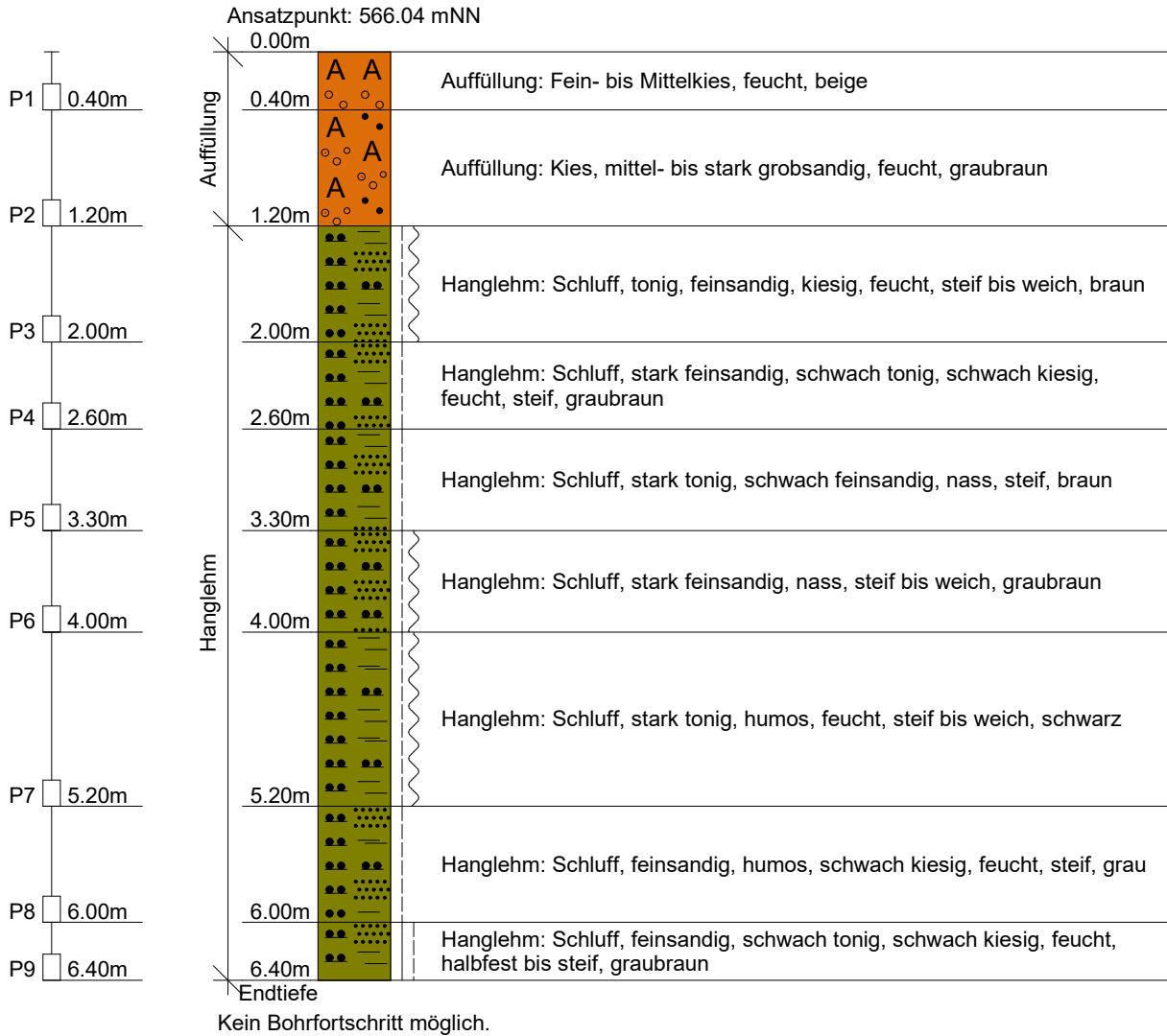
Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	21.11.2023
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab:	1: 50

RKB 4



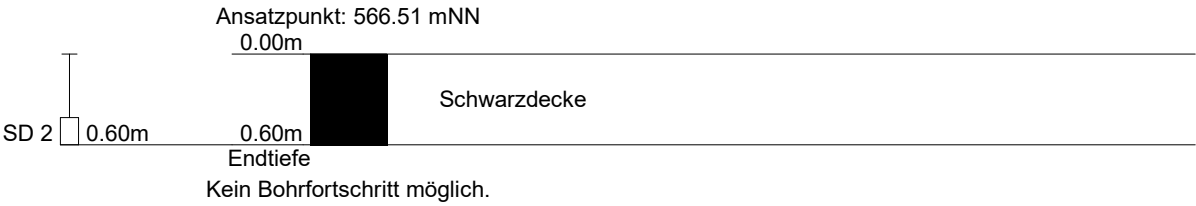
Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	21.11.2023
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab:	1: 50

RKB 5



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	21.11.2023
Bohrprofil DIN 4023	Maßstab:	1: 50

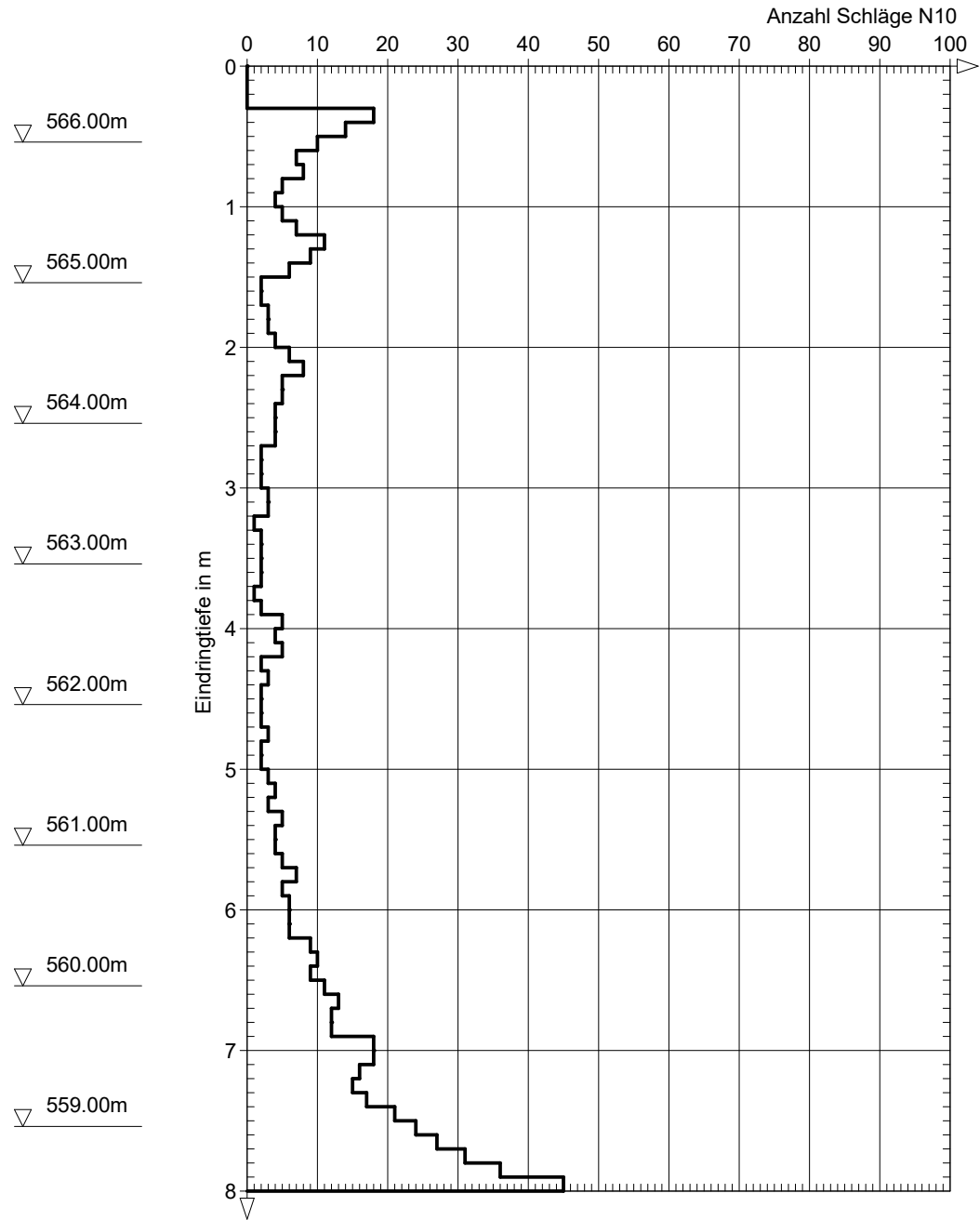
RKB 6



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	20.112023
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 1

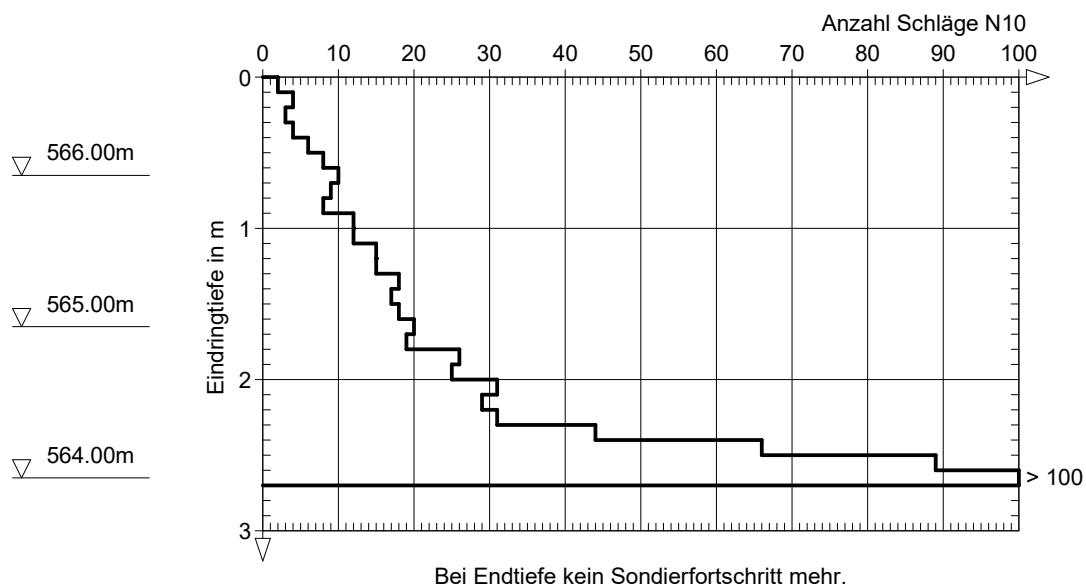
Ansatzpunkt: 566.54 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	21.11.2023
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 2

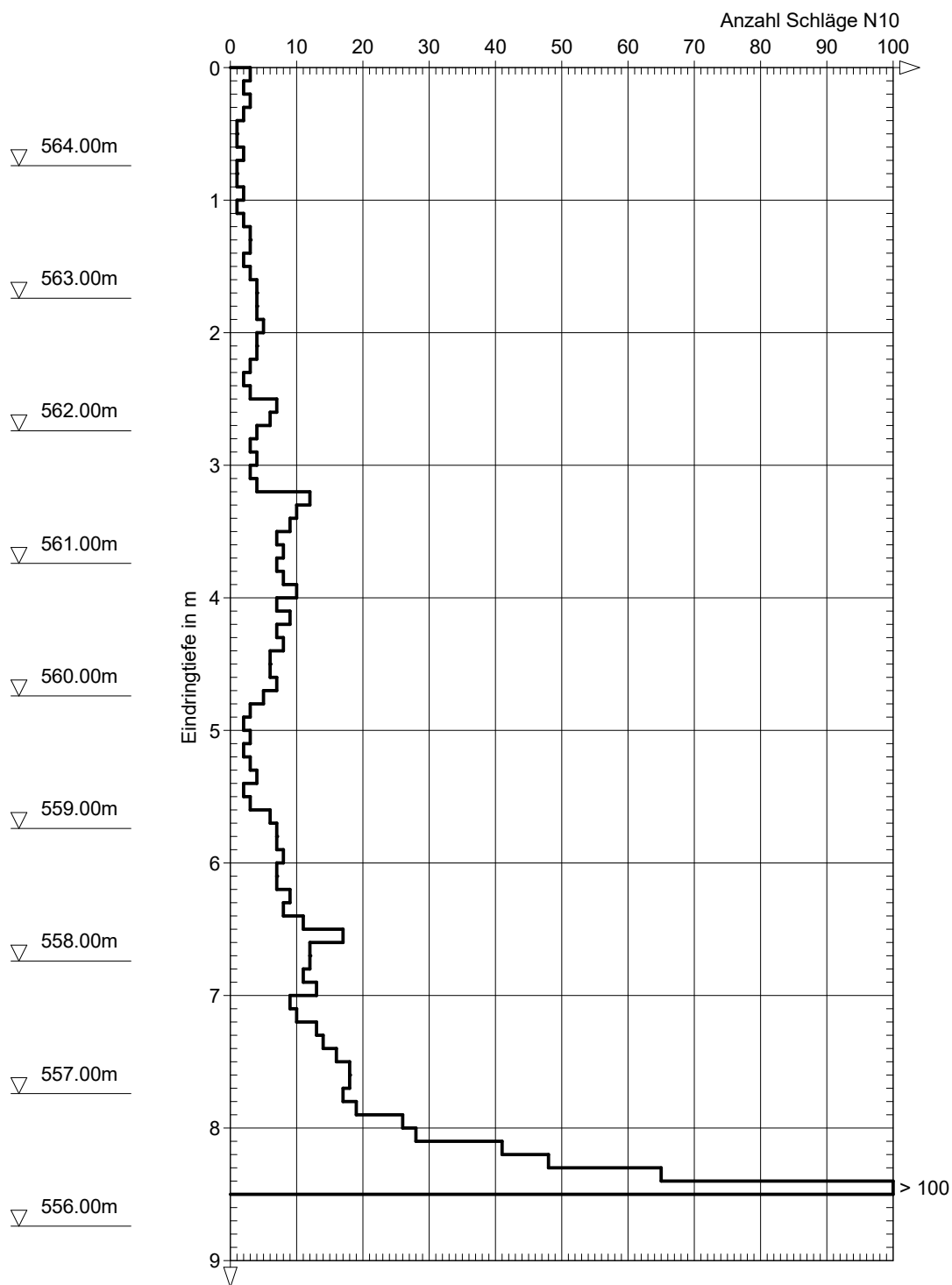
Ansatzpunkt: 566.65 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	20.11.2023
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 3

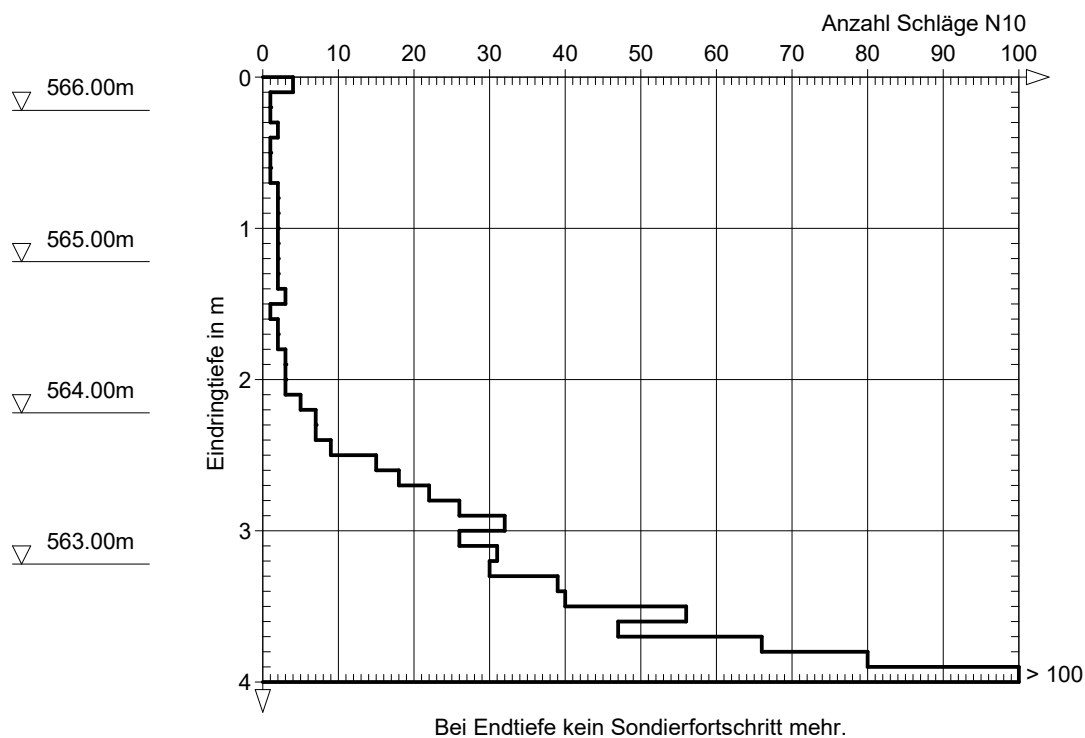
Ansatzpunkt: 564.74 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	21.11.2023
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 4

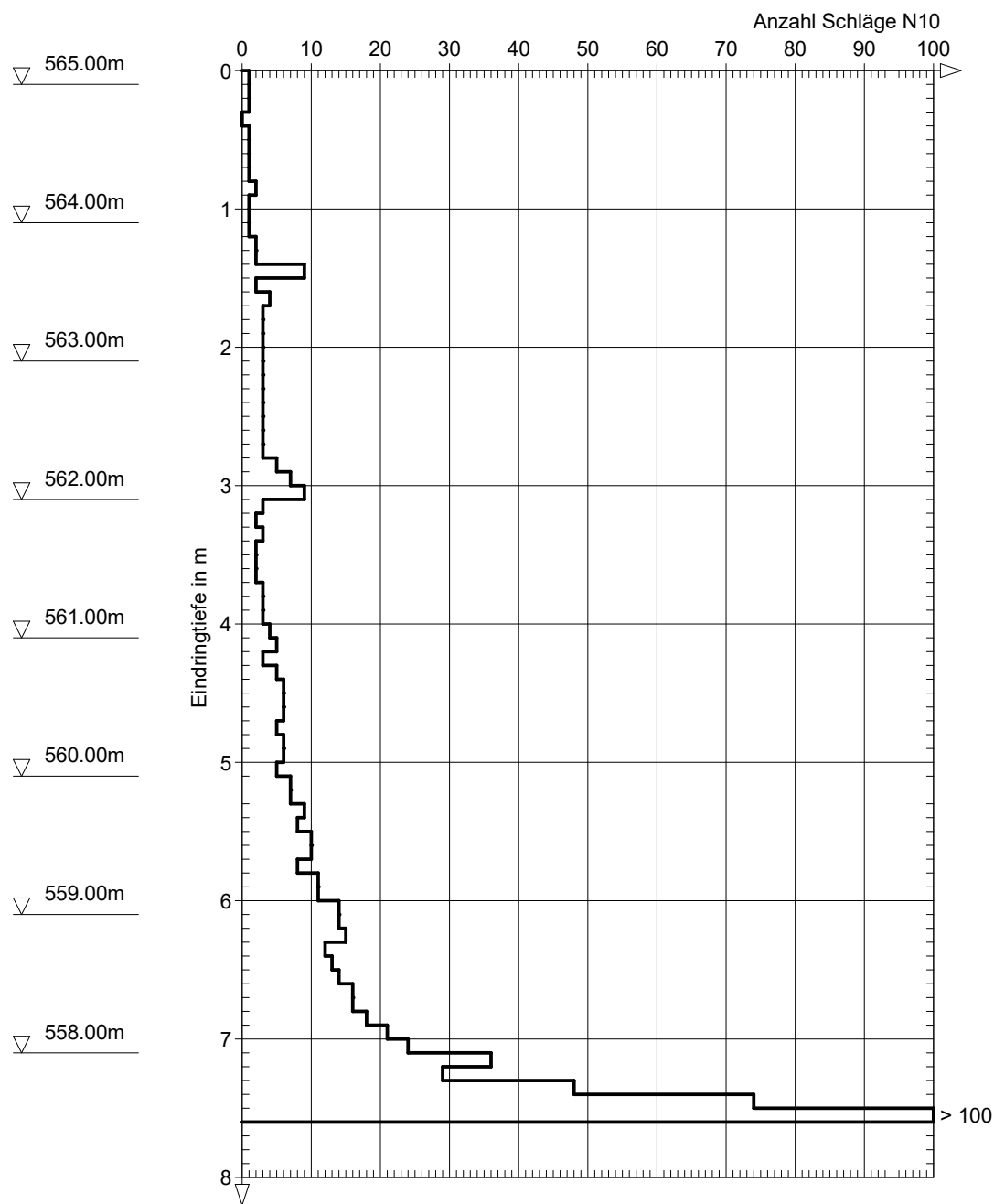
Ansatzpunkt: 566.22 mNN



Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber:	Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt:	K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.:	6862
Telefon 07621 / 95664-0	Datum:	21.11.2023
Rammsondierung DIN 4094	Maßstab:	1: 50

DPH 5

Ansatzpunkt: 565.10 mNN



Auftraggeber: Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen

Projekt: K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach

GIW 6862

Probe			MP 1	MP 2	BM-/BG-0	BM-/BG-0	BM-/BG-0	BM-/BG-0*		BM-/BG-F0*	BM-/BG-F1	BM-/BG-F2	BM-/BG-F3	
Entnahmedatum			20.11.2023	20.11.2023	Sand	Lehm, Schluff	Ton							
geologische Einheit / Beschreibung			Auffüllung	Hanglehm				TOC <0,5%	TOC ≥0,5%					
maßgebende Bodenart (Sand Lehm Ton)			Sand	Lehm										
Ersatzbaustoffverordnung (EBV) - Anhang 1, Tabelle 3: Materialwerte für nicht aufbereitetes Bodenmaterial und Baggergut	Mineralische Fremdbestandteile	Vol.-%			bis 10					bis 50				
	pH-Wert		8,55	8,35	nicht maßgeblich					6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	5,5 - 12	
	Elektrische Leitfähigkeit	µS/cm	200	490	nicht maßgeblich			350	350	500	500	2000		
	Sulfat	mg/l	10	15	250	250	250	250	250	450	450	1000		
	Arsen	mg/kg	5,2	10	10	20	20	20	40	40	40	150		
		µg/l	2,2	1,8	nicht maßgeblich			8	13	12	20	85	100	
	Blei	mg/kg	3,6	15	40	70	100	140	140	140	140	700		
		µg/l	nn	nn	nicht maßgeblich			23	43	35	90	250	470	
	Cadmium	mg/kg	nn	nn	0,4	1	1,5	1	2	2	2	10		
		µg/l	nn	nn	nicht maßgeblich			2	4	3,0	3,0	10	15	
	Chrom (gesamt)	mg/kg	8,1	26	30	60	100	120	120	120	120	600		
		µg/l	nn	nn	nicht maßgeblich			10	19	15	150	290	530	
	Kupfer	mg/kg	3,2	22	20	40	60	80	80	80	80	320		
		µg/l	nn	nn	nicht maßgeblich			20	41	30	110	170	320	
	Nickel	mg/kg	5,2	31	15	50	70	100	100	100	100	350		
		µg/l	nn	nn	nicht maßgeblich			20	31	30	30	150	280	
	Quecksilber	mg/kg	nn	nn	0,2	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	5		
		µg/l	nn	nn	nicht maßgeblich			0,1						
	Thallium	mg/kg	nn	nn	0,5	1,0	1,0	1	2	2	2	7		
		µg/l	nn	nn	nicht maßgeblich			0,2	0,3					
	Zink	mg/kg	15	46	60	150	200	300	300	300	300	1200		
		µg/l	nn	nn	nicht maßgeblich			100	210	150	160	840	1600	
	TOC	M%	0,29	0,49	1	1	1	1	5	5	5	5		
	Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg	nn	56	nicht maßgeblich			300	300	300	300	1000		
	Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	220	120	nicht maßgeblich			600	600	600	600	2000		
	Benzo(a)pyren	mg/kg	nn	0,054	0,3	0,3	0,3							
	PAK ₁₅ (o. Naphthalin + Methyln.)	µg/l	nb	nb	nicht maßgeblich			0,2	0,3	1,5	3,8	20		
	PAK ₁₆ (EPA)	mg/kg	nb	0,82	3	3	3	6	6	6	9	30		
	Naphthalin + Methylnaph., ges.	µg/l	nb	nb	nicht maßgeblich			2						
	PCB ₆ +PCB-118	mg/kg	nb	nb	0,05	0,05	0,05	0,1	0,15	0,15	0,15	0,5		
		µg/l	nb	nb	nicht maßgeblich			0,01	0,02	0,02	0,02	0,04		
	EOX	mg/kg	nn	nn	1	1	1	1	3	3	3	10		
Zuordnung			BM F0*	BM 0	nn = Wert kleiner Bestimmungsgrenze; nb = nicht berechenbar									

Auftraggeber: Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen							
Projekt: K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach						GIW	6862
Probe		MP 1	MP 2	Zuordnungswerte DepV ¹			
Datum		20.11.2023	20.11.2023				
geologische Einheit		Auffüllung	Hanglehm	DK 0	DK I	DK II	DK III
Organischer Anteil des Trockenrückstandes							
Glühverlust ³	%	1	5,4	3	3	5	10
TOC ³	%	0,29	0,49	1	1	3	6
Feststoff							
BTEX	mg/kg	nb	nb	6			
PCB (7)	mg/kg	nb	nb	1			
MKW (C10 - C40)	mg/kg	220	120	500			
PAK (EPA)	mg/kg	nb	0,82	30	500 ²	1000 ²	
extr. lipophile Stoffe	%	nn	0,075	0,1	0,4	0,8	4
Eluat							
pH-Wert		8,3	8,3	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4,0 - 13
DOC	mg/l	nn	2,7	50	50	80	100
Phenole	mg/l	nn	nn	0,1	0,2	50	100
Arsen	mg/l	0,0017	0,0010	0,05	0,2	0,2	2,5
Blei	mg/l	nn	nn	0,05	0,2	1	5
Cadmium	mg/l	nn	nn	0,004	0,05	0,1	0,5
Kupfer	mg/l	nn	nn	0,2	1	5	10
Nickel	mg/l	nn	nn	0,04	0,2	1	4
Quecksilber	mg/l	nn	nn	0,001	0,005	0,02	0,2
Zink	mg/l	nn	nn	0,4	2	5	20
Chlorid	mg/l	3,7	10	80	1500	1500	2500
Sulfat	mg/l	1,9	4,1	100	2000	2000	5000
Cyanid (lf)	mg/l	nn	nn	0,01	0,1	0,5	1
Fluorid	mg/l	nn	0,94	1	5	15	50
Barium	mg/l	0,055	0,0096	2	5	10	30
Chrom	mg/l	nn	nn	0,05	0,3	1	7
Molybdän	mg/l	nn	0,0064	0,05	0,3	1	3
Antimon	mg/l	nn	nn	0,006	0,03	0,07	0,5
Selen	mg/l	nn	nn	0,01	0,03	0,05	0,7
gelöste Feststoffe	mg/l	nn	nn	400	3000	6000	10000
Zuordnung		DK 0	DK III (DK 0 ³)	nn = Wert kleiner Bestimmungsgrenze; nb = nicht berechenbar;			
¹ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung-DepV) vom 27.04.2009; letzte Änderung: 09.07.2021							
² Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen; Baden-Württemberg (05/2012) - "Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien"							
³ Gemäß DepV - 2 Zuordnungskriterien für Deponien der Klassen 0, I, II oder III kann der Glühverlust oder TOC mit Zustimmung der zuständigen Behörde überschritten werden, wenn der jeweilige Wert für den DOC eingehalten wird oder							

Auftraggeber: Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen											
Projekt: K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach							GIW 6862				
Probe		DPH 1 SD		RKB 6 SD		abfallrechtliche Einstufung ¹		RuVA-StB 01 Verwertungsklassen ³			
Probennahmeort		Straße		Straße		Straßen- aufbruch		teer- haltiger Straßen- aufbruch		A B C	
Feststoff											
PAK (EPA)	mg/kg	nb	nb	< 200	≥ 200	≤ 25	> 25	Wert ist anzugeben			
Benzo(a)pyren	mg/kg	nn	nn	< 50	> 50						
Eluat											
Phenolindex	mg/l	nn	nn			≤ 0,1	≤ 0,1	> 0,1			
Zuordnung		Straßen- aufbruch		Straßen- aufbruch		abfallrechtliche Einstufung ¹					
		A		A		RuVA-StB 01 Verwertungsklassen ³					
¹ Leitfaden zum Umgang mit teerhaltigem Straßenaufbruch; 05/2018 ² Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial (04/2004) ³ Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau (RuVA-StB 01) (Ausgabe 2001, Fassung 2005)											

Untersuchungsbericht

Untersuchungsstelle: **SEWA GmbH**
Laborbetriebsgesellschaft m.b.H
Lichtstr. 3
45127 Essen

Tel. (0201) 847363-0 Fax (0201) 847363-332

Berichtsnummer: AU82886
Berichtsdatum: 11.12.2023

Projekt: K2612 Kreisgrenze Wutach

Auftraggeber: Geotechnisches Institut GmbH
Am Kesselhaus 5
79576 Weil am Rhein

Auftrag: 28.11.2023
Probeneingang: 28.11.2023
Untersuchungszeitraum: 28.11.2023 — 11.12.2023
Probenahme durch: Auftraggeber/Gutachter
Untersuchungsgegenstand: 4 Feststoffproben

Andreas Görner

Laborleitung

Die Untersuchungen beziehen sich ausschließlich auf die eingegangenen Proben. Die auszugsweise Vervielfältigung des Untersuchungsberichtes ist ohne die schriftliche Genehmigung der SEWA GmbH nicht gestattet.
Dieser Bericht wurde elektronisch erstellt und ist ohne Unterschrift gültig.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
82886 - 1	MP 1	
82886 - 2	MP 2	
82886 - 3	DPH 1 SD	
82886 - 4	PKB 6 SD	

82886 - 1	82886 - 2	82886 - 3	82886 - 4
-----------	-----------	-----------	-----------

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Metalle

Arsen	mg/kg	5,2	10
Blei	mg/kg	3,6	15
Cadmium	mg/kg	<0,20	<0,20
Chrom	mg/kg	8,1	26
Kupfer	mg/kg	3,2	22
Nickel	mg/kg	5,2	31
Quecksilber	mg/kg	<0,060	<0,060
Thallium	mg/kg	<0,40	<0,40
Zink	mg/kg	15	46

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer		Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
82886 - 1		MP 1				
82886 - 2		MP 2				
82886 - 3		DPH 1 SD				
82886 - 4		PKB 6 SD				
			82886 - 1	82886 - 2	82886 - 3	82886 - 4

● Untersuchungen im Feststoff

Glührückstand	%	99,0	94,6
Glühverlust	%	1,0	5,4
TOC	%	0,29	0,49
EOX	mg/kg	<0,50	<0,50
Schwerfl. liph. Stoffe	%	<0,050	0,075
KW-Index	mg/kg	220	120
C10-C22	mg/kg	<50	56
C22-C40	mg/kg	180	68

BTEX

Benzol	mg/kg	<0,025	<0,025
Toluol	mg/kg	<0,025	<0,025
Ethylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025
m/p-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025
Styrol	mg/kg	<0,025	<0,025
o-Xylol	mg/kg	<0,025	<0,025
Isopropylbenzol	mg/kg	<0,025	<0,025
Summe BTEX	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe BTEX/Styrol/Cumol	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar

PAK nach US EPA

Naphthalin	mg/kg	<0,10	<0,010	<1,0	<1,0
Acenaphthylen	mg/kg	<0,10	<0,010	<1,0	<1,0
Acenaphthen	mg/kg	<0,10	<0,010	<1,0	<1,0
Fluoren	mg/kg	<0,10	0,013	<1,0	<1,0
Phenanthren	mg/kg	<0,10	0,091	<1,0	<1,0
Anthracen	mg/kg	<0,10	0,040	<1,0	<1,0
Fluoranthren	mg/kg	<0,10	0,18	<1,0	<1,0
Pyren	mg/kg	<0,10	0,12	<1,0	<1,0
Benzo(a)anthracen	mg/kg	<0,10	0,070	<1,0	<1,0
Chrysen	mg/kg	<0,10	0,082	<1,0	<1,0
Benzo(a)fluoranthene	mg/kg	<0,10	0,11	<1,0	<1,0
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,10	0,054	<1,0	<1,0
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg	<0,10	0,011	<1,0	<1,0
Benzo(ghi)perylene	mg/kg	<0,10	0,026	<1,0	<1,0
Indeno(123-cd)pyren	mg/kg	<0,10	0,024	<1,0	<1,0
Summe PAK n. US EPA	mg/kg	n. berechenbar	0,82	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PAK n.TrinkwV	mg/kg	n. berechenbar	0,16	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
82886 - 1	MP 1	
82886 - 2	MP 2	
82886 - 3	DPH 1 SD	
82886 - 4	PKB 6 SD	

82886 - 1	82886 - 2	82886 - 3	82886 - 4
-----------	-----------	-----------	-----------

PCB nach DIN

PCB 28	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 52	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 101	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 118	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 138	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 153	mg/kg	<0,010	<0,010
PCB 180	mg/kg	<0,010	<0,010
Summe PCB n. DIN + PCB118	mg/kg	n. berechenbar	n. berechenbar

● Untersuchungen im Eluat

pH-Wert	ohne	8,26	8,28		
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	<100	<50		
Chlorid	mg/l	3,7	10		
Sulfat	mg/l	1,9	4,1		
Fluorid	mg/l	<0,50	0,94		
Cyanid (l.f.)	mg/l	<0,0050	<0,0050		
Phenolindex	mg/l	<0,0080	<0,0080	<0,0080	<0,0080
DOC	mg/l	<1,0	2,7		

Metalle

Antimon	mg/l	<0,0010	<0,0010
Arsen	mg/l	0,0017	0,0010
Barium	mg/l	0,055	0,0096
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050
Molybdän	mg/l	<0,0050	0,0064
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00020	<0,00020
Selen	mg/l	<0,0010	<0,0010
Zink	mg/l	<0,010	<0,010

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme			
82886 - 1	MP 1				
82886 - 2	MP 2				
82886 - 3	DPH 1 SD				
82886 - 4	PKB 6 SD				
		82886 - 1	82886 - 2	82886 - 3	82886 - 4

● Untersuchungen im 2:1 Eluat

pH-Wert	ohne	8,55	8,35
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	200	490
Sulfat	mg/l	10	15

PAK nach US EPA

1-Methylnaphthalin	µg/l	<0,10	<0,10
2-Methylnaphthalin	µg/l	<0,10	<0,10
Naphthalin	µg/l	<0,10	<0,10
Acenaphthylen	µg/l	<0,10	<0,10
Acenaphthen	µg/l	<0,10	<0,10
Fluoren	µg/l	<0,10	<0,10
Phenanthren	µg/l	<0,050	<0,050
Anthracen	µg/l	<0,050	<0,050
Fluoranthren	µg/l	<0,050	<0,050
Pyren	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,050	<0,050
Chrysen	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,050	<0,050
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	<0,050	<0,050
Benzo(ghi)perylene	µg/l	<0,050	<0,050
Indeno(123-cd)pyren	µg/l	<0,050	<0,050
Summe PAK n. US EPA	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe PAK 15	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar
Summe Naphthaline	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar

PCB nach DIN

PCB 28	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 52	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 101	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 118	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 138	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 153	µg/l	<0,0050	<0,0050
PCB 180	µg/l	<0,0050	<0,0050
Summe PCB n. DIN + PCB118	µg/l	n. berechenbar	n. berechenbar

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

Untersuchungsergebnisse

Labornummer	Ihre Probenbezeichnung	Probenentnahme
82886 - 1	MP 1	
82886 - 2	MP 2	
82886 - 3	DPH 1 SD	
82886 - 4	PKB 6 SD	

82886 - 1	82886 - 2	82886 - 3	82886 - 4
-----------	-----------	-----------	-----------

Metalle

Arsen	mg/l	0,0022	0,0018
Blei	mg/l	<0,0050	<0,0050
Cadmium	mg/l	<0,00050	<0,00050
Chrom	mg/l	<0,0050	<0,0050
Kupfer	mg/l	<0,0050	<0,0050
Nickel	mg/l	<0,0050	<0,0050
Quecksilber	mg/l	<0,00010	<0,00010
Thallium	mg/l	<0,00020	<0,00020
Zink	mg/l	<0,010	<0,010

Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz.

- Untersuchungen im Königswasseraufschluß

Aufschluß	DIN EN 13657 (2003-01)
Arsen	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Blei	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Cadmium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Chrom	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Kupfer	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Nickel	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Thallium	DIN EN ISO 11885 (2009-09)
Zink	DIN EN ISO 11885 (2009-09)

- Untersuchungen im Feststoff

EOX	DIN 38414 S17 (2017-01)
Glührückstand	DIN EN 15169 (2007-05)
Glühverlust	DIN EN 15169 (2007-05)
KW-Index	DIN EN 14039 (2005-01) i.V. LAGA KW/04 (2019-09)
Schwerfl. liph. Stoffe	LAGA KW/04 (2019-09)
TOC	DIN EN 15936 (2012-11)
BTEX	DIN ISO 22155 (2016-07)
PAK nach US EPA	DIN ISO 18287 (2006-05)
PCB nach DIN	DIN EN 15308 (2016-12)

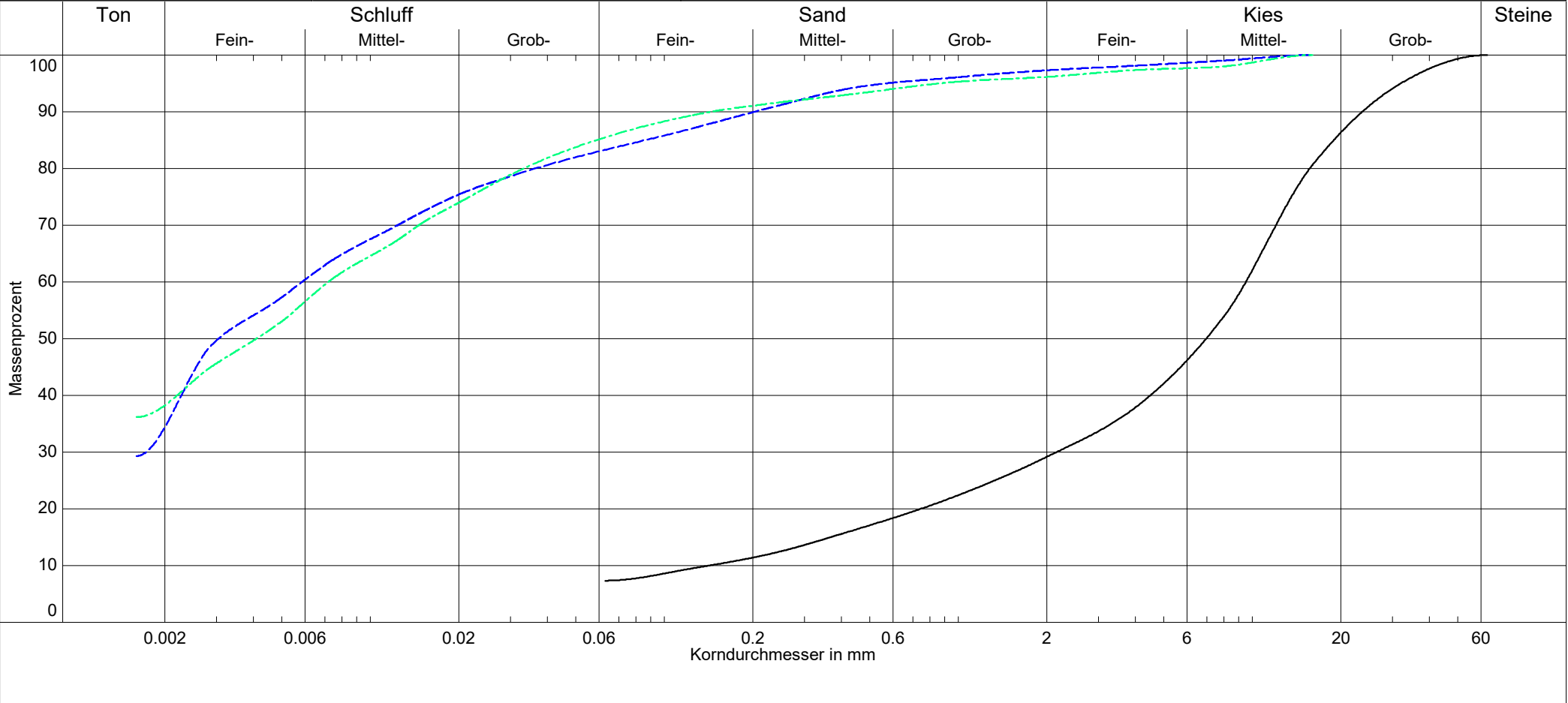
- Untersuchungen im Eluat

Chlorid	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
Cyanid (l.f.)	DIN 38405 D13 (2011-04)
DEV S4 Eluat	DIN EN 12457-4 (2003-01)
DOC	DIN EN 1484 (2019-04)
Fluorid	DIN 38405 D4 (1985-07)
Gesamtgehalt an gelöster	DIN 38409 H1-2 (1987-01)
Phenolindex	DIN EN ISO 14402 H37 (1999-12)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2012-04)
Antimon	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Barium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Molybdän	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Selen	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)

- Untersuchungen im 2:1 Eluat

2:1 Eluat	DIN 19529 (2015-12)
Elektr. Leitfähigkeit	analog DIN EN 27888 (1993-11)
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1 (2009-07)
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 (2012-04)
PAK nach US EPA	DIN 38407 F39 (2011-09)
PCB nach DIN	DIN EN ISO 6468 (1997-02)
Arsen	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Blei	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Cadmium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Chrom	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Kupfer	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Nickel	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Quecksilber	DIN EN ISO 12846 (2012-08)
Thallium	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)
Zink	DIN EN ISO 17294-2 (2017-01)

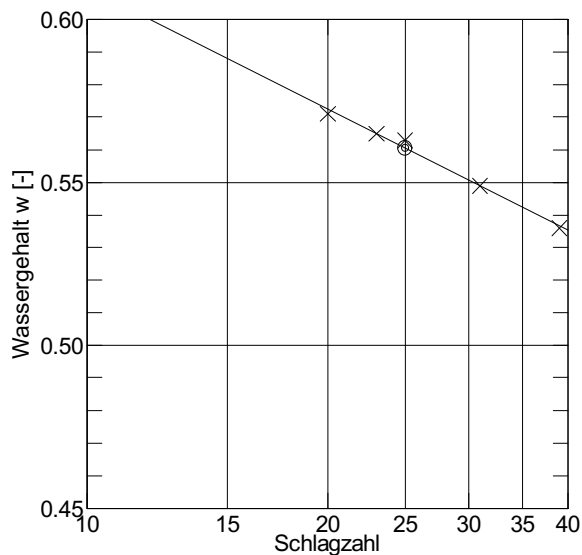
Geotechnisches Institut GmbH	Kornverteilung DIN 18 123-5/-7	Auftraggeber : Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5		Projekt : K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein		Projektnr.: 6862
Telefon 07621/95664-0		Datum : 28.11.2023



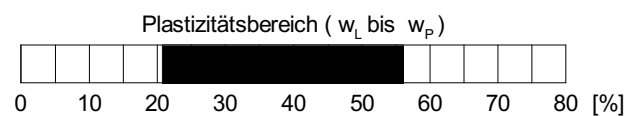
Probe	— LP1 Auffüllung	- - - LP2 Hanglehm	- . - LP3 Hanglehm		
Wassergehalt	0.091	0.256	0.220		
Bodenart	G,s,u'	T,s'	T,s'		
Anteil < 0.063 mm	7.3 %	85.8 %	86.5 %		
Ungleichförm. Cu	67.0	-	-		
Bodengruppe	GU	TA	TA		
wL / wP	- / -	0.561 / 0.208	0.519 / 0.213		
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/7.3/21.8/70.8 %	34.4/51.4/11.5/2.7 %	38.2/48.3/9.6/3.9 %		
Bodenklasse	3	5	5		DC

Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt: K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 6862
Telefon 07621/95664-0	Datum: 11.12.2023
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe: LP2 Hanglehm
	Tiefe:
	geol. Einheit:
Entnahmestelle: RKB2/P4, RKB3/P3	Entn. am : 11.12.2023

		Fließgrenze					Ausrollgrenze				
Behälter-Nr.		18	13	19	21	20	6	31	24	17	28
Zahl der Schläge		39	31	25	23	20					
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	55.38	54.85	54.02	54.55	55.61	46.44	45.44	47.80	48.00	47.65
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	49.25	48.71	48.23	48.65	49.01	44.94	43.96	46.13	46.31	45.90
Behälter	m_B [g]	37.81	37.53	37.95	38.20	37.45	37.71	36.68	38.22	38.29	37.39
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	6.13	6.14	5.79	5.90	6.60	1.50	1.48	1.67	1.69	1.75
Trockene Probe	m_t [g]	11.44	11.18	10.28	10.45	11.56	7.23	7.28	7.91	8.02	8.51
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[-]	0.536	0.549	0.563	0.565	0.571	0.207	0.203	0.211	0.211	0.206



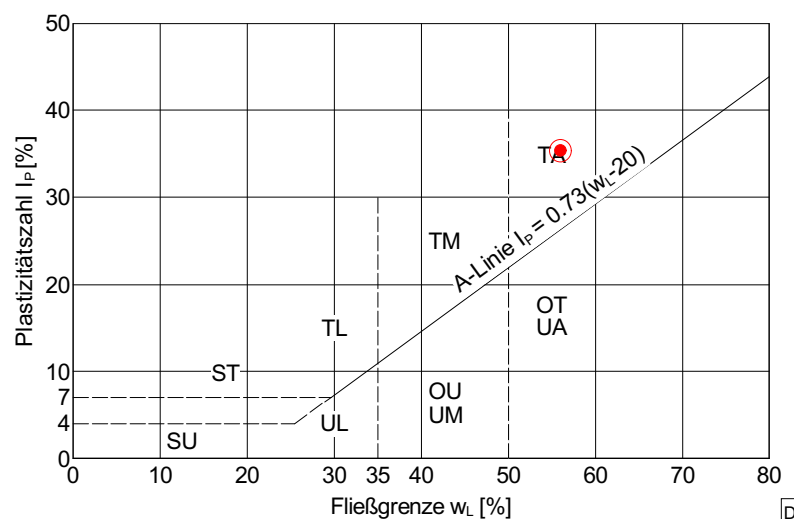
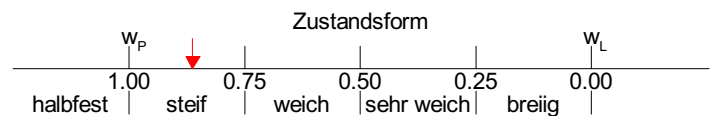
Überkornanteil $\ddot{u} = 0.006$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}} = 0.256$
 Wassergehalt $w_N = 0.256$, $w_{N\ddot{u}} = 0.256$
 Fließgrenze $w_L = 0.561$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.208$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.353$

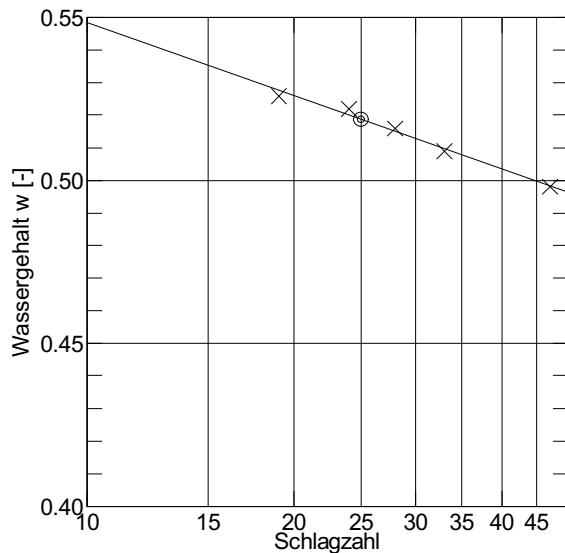
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_p} = 0.136$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_p} = 0.864$

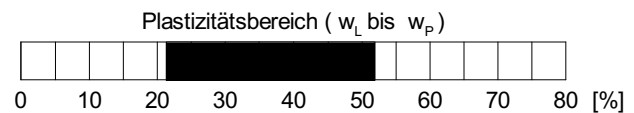


Geotechnisches Institut GmbH	Auftraggeber: Landratsamt Waldshut, Straßenbauamt, Waldshut-Tiengen
Am Kesselhaus 5	Projekt: K 6512 Kreisgrenze nach Achdorf, Wutach
79576 Weil am Rhein	Projektnr.: 6862
Telefon 07621/95664-0	Datum: 11.12.2023
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe: LP3 Hanglehm
	Tiefe:
	geol. Einheit:
Entnahmestelle: RKB4/P4, RKB5/P4	Entn. am : 11.12.2023

		Fließgrenze					Ausrollgrenze				
Behälter-Nr.		117	105	109	119	108	5	120	103	99	111
Zahl der Schläge		47	33	28	24	19					
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	34.74	42.07	43.70	38.67	41.80	48.02	31.09	34.53	32.06	32.91
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	29.78	36.01	37.17	32.40	35.79	46.28	29.22	32.76	30.04	31.45
Behälter	m_B [g]	19.82	24.11	24.52	20.39	24.37	38.20	20.32	24.53	20.55	24.52
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	4.96	6.06	6.53	6.27	6.01	1.74	1.87	1.77	2.02	1.46
Trockene Probe	m_t [g]	9.96	11.90	12.65	12.01	11.42	8.08	8.90	8.23	9.49	6.93
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[-]	0.498	0.509	0.516	0.522	0.526	0.215	0.210	0.215	0.213	0.211



Überkornanteil $\ddot{u} = 0.071$
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}} = 0.220$
 Wassergehalt $w_N = 0.220, w_{N\ddot{u}} = 0.220$
 Fließgrenze $w_L = 0.519$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.213$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.306$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_p} = 0.023$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_p} = 0.977$

