

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH · Heidengäß 16 · 76356 Weingarten (Baden)

Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau
Wald + Corbe GbR
Beratende Ingenieure

Am Hecklehamm 18

76549 Hügelsheim

Anerkanntes Institut
nach DIN 1054
Beratende IngenieureDr. techn. K. Kärcher
Dipl.-Ing. K.-M. Gottheil
Dipl.-Geol. D. Klaiber
Dipl.-Ing. J. SantoBaugrunduntersuchungen
Erd- und Grundbau
Boden- und Felsmechanik
Damm- und Deichbau
Ingenieur- u. Hydrogeologie
Deponietechnik
Grundwasserhydraulik
Bodenmechanisches Labor

Ihr Zeichen

Unser Zeichen
E 6553d09GBearbeiter
He ☎ 06340/508 070-7
m.heckmann@kaercher-geotechnik.deDatum
10. September 2015**GEOTECHNISCHE STELLUNGNAHME****Ausbau des Leimbaches
Leimbachunterlauf
Sicherung Bach-km 17+570 – 17+586**

Projekt-Nr.:	E6553d09G
Auftraggeber:	Ingenieurbüro für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Tiefbau Wald + Corbe GdR Beratende Ingenieure Am Hecklehamm 18 76549 Hügelsheim
Angebot:	vom 20.01.2015
Auftrag:	-
Anlagen:	Lageplan 1 Untergrundaufbau 2.1 Laboruntersuchungen 3.1 – 3.3 erdstatische Berechnungen 4.1a – 4.2 Ausbauskizze IB Wald + Corbe 5.1

<u>Inhalt:</u>	1. Vorbemerkungen
	2. Unterlagen
	3. Geplante Baumaßnahme
	4. Baugrund
	5. Ausführungsempfehlungen / Standsicherheitsnachweise

1. Vorbemerkungen

Für den Ausbau des Leimbachunterlaufes, Bach - km 14+742 - 21+270 wurden von der Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH, Weingarten, die geotechnischen Gutachten E 6553c23G und E 6553c22G vom 14./15. Januar 2015 erarbeitet, in welchen allgemeine Ausbauempfehlungen und zugehörige Standsicherheitsnachweise für Regelquerschnitte der Leimbachdämme bei einer Sohltieferlegung des Bachlaufes erarbeitet wurden.

Die vorliegende Stellungnahme handelt die lokale Sicherungsmaßnahme der rechten Uferböschung des Leimbaches im Bereich von Bach-km 17+570 – 17+586 ab. Im betreffenden Bachabschnitt grenzt ein ehemaliges Mühlengebäude unmittelbar an die vorhandene Dammkrone des rechten Leimbachdammes.

Nach Mitteilung des Ingenieurbüros Wald + Corbe, Hügelsheim, wird im vorliegenden Untersuchungsabschnitt eine Böschungssicherung mittels einer Bohrpfahlwand erwogen, welche in Abhängigkeit der Höhenlage der Fundamente zumindest abschnittsweise rückverankert ausgeführt werden muss.

Die Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH wurde mit der Vordimensionierung des o.g. Sicherungsvorschlages auf der rechten Bachseite beauftragt.

2. Unterlagen

Der vorliegenden Stellungnahme liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- Detaillageplan, Maßstab: 1 : 500, IB Wald + Corbe, 2013
- 1 Querprofile des Bestandes und des Gewässerausbaus Bach-km 17+586, mit eingetragenen Gründungshöhen des vorhandenen Gebäudes am rechten Bachufer, Genehmigungsplanung, IB Wald + Corbe, Juli 2015
- Geotechnisches Gutachten zum Ausbau des Leimbaches, Bach-km 19+345 - 21+270, (E 6553c23G vom 14.01.2015), Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH, Weingarten
- Geotechnisches Gutachten zum Ausbau des Leimbaches, Bach-km 14+742 - 19+345, (E 6553c22G vom 15.01.2015), Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH, Weingarten
- Bodenproben von 1 Bohrsondierung (BS 60, DIN 4021) ausgeführt 2012 auf der rechten Bachseite bei Bach-km 17+584 durch die VG Umwelttech, Weingarten
- Boden- und Grundwasserprobe von 1 Rammkernbohrung á 12 m Tiefe, verrohrt, Ø = 220 mm, ausgeführt 2015 auf der rechten Bachseite bei Bach-km 17+570 durch die Terrasond Gesellschaft für Baugrunduntersuchungen GmbH & Co.KG, Herbolzheim

- Erdstatische und untergrundhydraulische Berechnungen, durchgeführt durch die Ingenieurgesellschaft Kärcher, Weingarten
- Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein - Neckar - Raum, Fortschreibung 1983 - 1998, Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden - Württemberg, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland – Pfalz, 1999
- Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ EAB, 5. Auflage, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 2012

3. Geplante Baumaßnahme

Das vom Ingenieurbüro Wald + Corbe, Hügelsheim, übersandte Ausbauprofil bei Bach km 17+586 wurde zum besseren Verständnis in der Anlage 5.1 beigelegt.

Die Bachsohle des Leimbaches wird bei Bach-km 17+586 um ca. 0,9 m auf ein Niveau von ca. 103,95 m+NN vertieft. Der Bemessungswasserspiegel wird seitens des RP Karlsruhe nach der SohlLieferlegung mit BHW \cong 105,4 m+NN und der Mittelwasserstand mit MW = 104,3 m+NN angegeben. Das erforderliche Freibordmaß beträgt $f = 0,5$ m.

Die linke Bachböschung wird durch einen 3-reihigen Blocksteinsatz mit einer Höhe von ca. 2,0 m über der geplanten Bachsohle gesichert. Das auf der linken Bachseite vorhandene Gelände wird auf ein Niveau von ca. 106 m+NN abgetragen.

Die rechte Uferböschung bzw. das daran anschließende Gebäude soll durch eine Bohrpfahlwand gesichert werden. Die vorhandene Dammkrone auf der rechten Bachseite soll hierbei auf ihrem jetzigen Niveau von 106,7 m+NN beibehalten werden und als Unterhaltungstreifen mit einer Breite von $b \approx 2$ m angelegt werden, welcher nicht mit Fahrzeugen befahren wird. Die Achse des vorgesehenen Verbaus wird im Bereich der jetzigen, bachseitigen Kronenschulter angelegt, so dass ein horizontaler Abstand zur Bestandsbebauung von $a \geq 2,1$ m vorhanden ist. Die freie Standhöhe des Verbaus über der geplanten Gewässersohle ($OK_{\text{Leimbachsohle}} \cong 104,0$ m+NN) beträgt im Endzustand $H \leq 2,7$ m.

In den nachfolgenden statischen Nachweisen wurde davon ausgegangen, dass die Verbauwand bis auf ein Niveau von OK Freibord $\cong 106,7$ m+NN ausgeführt wird und die Leimbachsohle temporär bis auf ein Niveau von $\approx 103,0$ m+NN ausgehoben werden muss, hieraus ergibt sich für den Bauzustand eine freie Standhöhe von $H \cong 3,7$ m.

Ausgehend von einer Fundamenthöhe von $d \cong 0,5$ m kann für das unterkellerte Wohngebäude oberhalb von Bach-km 17+570 von einem Gründungsniveau von $UK_{\text{Gründung}} \cong 104,55$ m+NN ausgegangen werden. Die Gründung des zum Großteil nicht unterkellerten Werkstattanbaus kann auf einem Niveau von 105,85 m+NN angenommen werden. Die Gründungssohlen beider Gebäudeteile befinden sich somit oberhalb der zukünftigen Gewässersohle.

Es wird empfohlen, im Vorfeld der Sicherungsarbeiten die Leitungslagen entlang der Gebäudeaußenwand, die Lage ehemaliger Mühlkanäle und deren Verfüllung sowie die o.g. Höhenannahmen Gebäudefundamente zu überprüfen.

4. Baugrund. Bodenmechanische Kennwerte. Grundwasser

4.1 Untergrundaufbau

Bei Bach-km 17+584 wurden im Jahr 2007 eine nicht verrohrte Bohrsondierungen ($\varnothing = 60$ mm) mit 6 m Tiefe sowie 1 Schwere Rammsondierungen (DPH n. DIN EN ISO 22476 – 2:2012 – 03) á 10 m Tiefe ausgeführt. Im Jahr 2015 wurden die Erkundungsergebnisse durch eine verrohrte Rammkernbohrung bei Bach-km 17+570 mit einer Tiefe von 12 m unter GOK ergänzt. Die Lage der Bohransatzpunkte ist in der Anlage 1 dargestellt.

Eine zeichnerische Darstellung der angetroffenen Untergrundverhältnisse nach DIN 4023 ist in der Anlage 2 für die rechte Uferseite des Leimbaches beigelegt, dort finden sich neben der Bodenbeschreibung Zuordnungen zu den Bodengruppen nach DIN 18196 sowie zu den Bodenklassen nach DIN 18300. Weiterhin sind die Rammwiderstände n_{10} der Schwere Rammsondierungen in Form von Diagrammen aufgetragen. Folgender Untergrundaufbau wurde angetroffen:

Oberflächennah stehen bis in 1,3 m Tiefe teilweise aufgefüllte Böden der Bodengruppen GU / GU* mit schwankenden Anteilen an Bauschutt (Beton- und Ziegelreste) an.

Der Dammkörper des rechten Leimbachdammes sowie die oberflächennah anstehenden bindigen Deckschichten bestehen überwiegend aus Schwemmlößablagerungen und Auelehmen der Bodengruppen UL und TL nach DIN 18196, welche in etwa bis auf das Niveau der geplanten Bachsohle (ca. 103,6 – 104,0 m+NN) anstehen. Überwiegend wurden weiche und breiige Konsistenzen ermittelt (vgl. Anlage 3.2). Bei einem Aushub unter Wasser bzw. einem Zutritt von Niederschlag gehen die weichen bindigen Böden aufgrund ihrer geringen Plastizität leicht in die Bodenklasse 2 der „fließenden Bodenarten“ über, so dass von einer überwiegenden Zuordnung zur Bodenklasse 2 nach der DIN 18300 ausgegangen werden sollte.

Bis zu einer Tiefe von ca. 1,2 m unterhalb der bestehenden Leimbachsohle (ca. 102,8 m+NN) stehen feinteilhaltige Mittel – Grobsande an, welche der Bodengruppe SU* nach DIN 18196 und in Abhängigkeit ihres Wassergehaltes der Bodenklasse 2 oder 4 nach DIN 18300 zugeordnet werden können (vgl. Anlage 3.1).

Unterhalb einem Niveau von 102,8 m+NN folgen Mittel – Grobsande mit schwankenden Kiesanteilen und lockerer Lagerung, welche den Bodengruppen SW / GW und der Bodenklasse 3 (DIN 18300) zugeordnet werden können (vgl. Anlage 3.1). Unterhalb einem Niveau von 96,5 m+NN steigen die Rammwiderstände der schweren Rammsonde unter Wasser auf $n_{10} = 8 - 10$ Schläge je 10 cm Eindringtiefe an, was auf eine mitteldichte Lagerung der anstehenden, enggestuften Sande (Bodengruppe SE, Bodenklasse 3) hinweist.

4.2 Bodenmechanische Kennwerte

Die angetroffenen Böden sind aus der Bearbeitung der geotechnischen Gutachten E 6553c23G und E 6553c22G zum Ausbau des Leimbach Unterlaufes ausreichend bekannt; so dass die Durchführung von Laboruntersuchungen auf Versuche zur Charakterisierung der Böden beschränkt werden konnte.

Die für erdstatische Berechnungen und Nachweise erforderlichen Kennwerte der angetroffenen Böden sind unter Einbeziehung der erforderlichen Sicherheiten in der Rechenwerttabelle der Anlagen 2 aufgeführt. Hierin bezeichnet E_s den Steifemodul, φ' den Reibungswinkel, c' die Kohäsion und γ/γ' die Wichte/Wichte unter Auftrieb der jeweils angetroffenen Bodenschicht. Es handelt sich hierbei um charakteristische Werte im Sinne der DIN 1054:2010-12. Weiterhin wurde in den rechten Spalten der Rechenwerttabelle eine Zuordnung zu den Bodengruppen nach DIN 18196 und den Bodenklassen nach DIN 18300 getroffen.

Bei der Ausschreibung von evtl. anstehenden Bohrarbeiten ist aufgrund der hohen Quarzanteile der anstehenden Kiese und Sande von einer mindestens starken Abrassivität der anstehenden Böden auszugehen.

4.3 Grundwasserverhältnisse

Nach der Hydrogeologischen Kartierung des Rhein – Neckar – Raumes ist der mittlere Grundwasserstand im untersuchten Bauabschnitt auf einem Niveau von ca. 100,5 m+NN zu erwarten. Die bestehende Leimbachsohle kann als „dicht“ angesetzt werden, so dass im Hochwasserfall im Bereich des Hinterlandes nicht mit artesisch gespannten Druckwasserverhältnissen zu rechnen ist.

Bei den nachfolgenden erdstatischen Berechnungen wurde die Aufsättigung der Leimbachdämme bei einem Hochwasserereignis gemäß der instationären Strömungsberechnung des geotechnischen Gutachtens E 6553c23G vom 14.01.2015 angesetzt. Hierbei war in der Bemessungssituation BS – P von einem 24-stündigen Einstau auf dem Niveau des Bemessungswasserspiegels bei einer Gesamtdauer der Hochwasserwelle von 48 Stunden ausgegangen worden. Für die im Baufeld anstehenden bindigen und gemischtkörnigen Böden der Dammkrone wurde eine hydraulische Durchlässigkeit von $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s angesetzt.

4.4 Erdbebenzone

Nach DIN 4149:2005-04 gilt folgende Einstufung des Baugeländes:

Erdbebenzone	1
Untergrundklasse	S
Baugrundklasse	C (bei Gründung im Sand bzw. Kies)

5. Ausführungsempfehlungen / Standsicherheitsnachweise

Die nachfolgend beschriebenen Standsicherheitsnachweise sind Nachweise der äußeren Standsicherheit. Diese Standsicherheitsnachweise stellen eine Vordimensionierung dar und sind im Zuge der Ausführungsplanung zu überarbeiten und durch Nachweise der inneren Standsicherheit zu ergänzen.

Hierbei wird insbesondere empfohlen, die getroffenen Lastannahmen und die tatsächlich vorliegenden Gründungshöhen des angrenzenden Bestandsgebäudes zu überprüfen.

5.1 Bohrpfahlwand ausgesteift, Bach-km ca. 17+570, rechte Bachseite (Anl. 4.1)

Das unterkellerte Bestandsgebäude im Bereich oberhalb von Bach-km 17+570 am rechten Leimbachufer gründet nach den vorhandenen Planunterlagen oberhalb der geplanten Leimbachsohle in den Schwemmlößablagerungen des rechten Leimbachdammes.

Der geschlossene Grundwasserspiegel ist in ca. 3 m Tiefe unter der geplanten Leimbachsohle zu erwarten, jedoch wird aufgrund des zuströmenden Sickerwassers aus dem Leimbachbett und den zum Ausfließen neigenden gemischtkörnigen Böden der Bodengruppe SU* eine konventionelle Unterfangung nach der DIN 4123 nicht möglich sein.

Nach den vorliegenden Planunterlagen ist davon auszugehen, dass die Fundamentlasten oberhalb der künftigen, temporären Leimbachsohle (Bauzustand) in die Leimbachböschung ausstrahlen. Um Schäden an der vorhandenen Bebauung infolge der Tieferlegung der Leimbachsohle so weit als möglich zu minimieren, kann für diesen Fall entweder eine Unterfangung im Düsenstrahlverfahren, eine Unterfangung mittels Wurzelpfählen oder ein ausreichend verformungsarmer Verbau ausgeführt werden. Bei einer Unterfangung im Düsenstrahlverfahren sowie einer Unterfangung mittels Wurzelpfählen werden am bestehenden Gebäude Arbeiten zur Ertüchtigung von Fundamenten und Setzen von Streichbalken bzw. das Sichern der Kellersohle notwendig werden. Im vorliegenden Fall wird daher die Ausführung einer Bohrpfahlwand empfohlen, die zumindest geringfügig unterhalb dem Niveau der geplanten Leimbachsohle ausgesteift werden sollte.

Der Standsicherheitsnachweis einer ausgesteiften Bohrpfahlwand ist für den unterkellerten Teilbereiche in der Anlage 4.1 dargestellt. Hierbei wurden folgenden Ausbauvorgaben und Lastannahmen getroffen bzw. ermittelt:

- Aufgrund der unterhalb der Gründungssohle anstehenden bindigen Böden wird vor dem zu unterfangenden Fundament ein Druckausbreitungswinkel in der Höhe des charakteristischen Reibungswinkels der anstehenden Böden von i.M. $\beta = \varphi_k = 27,5^\circ$ empfohlen.
- Die Fundamentlasten strahlen bei Ansatz des vorgenannten Druckausbreitungswinkels geringfügig in die temporäre, freie Standhöhe des Verbaus aus (vgl. Anl. 4.1). Es wird daher die Durchführung einer Aussteifung auf dem Niveau der Leimbachsohle empfohlen, um Kopfverformungen der Bohrpfahlwand einschränken zu können.
- Bei einer teilweisen Vorspannung der horizontalen Steifen können die Kopfverformungen teilweise reduziert werden, der Ansatz des aktiven Erdruckes E_a ist hierbei aufgrund der ermittelten Kopfverformungen von $w > 1 \text{ ‰}$ der Wandhöhe zulässig (EAB (2012), S. 31).
- Aufgrund der mitteldichten Lagerung der anstehenden Sande unterhalb eines Niveaus von 98,5 m+NN sowie der nachgiebigen Aussteifung darf in den Standsicherheitsnachweisen der Fuß der Bohrpfahlwand als „eingespannt“ angesetzt werden (EAB (2012), S. 114 ff). Eine Einspannung des Fußes nach BLUM ist somit gegeben.
- Die charakteristische, vertikale Sohlspannung des Gebäudefundamentes wird auf $p_g = 200 \text{ kN/m}^2$ (ständige Linienlast $q_g' = 100 \text{ kN/lfdm}$) zzgl. einer Verkehrsbelastung von $p_q = 80 \text{ kN/m}^2$ (nichtständige Linienlast $q_q' = 40 \text{ kN/m}^2$) geschätzt, die Breite des Gebäudefundamentes wird hierbei mit $b = 0,5 \text{ m}$ angenommen. Horizontallasten werden nicht angesetzt. Die Richtigkeit der Lastannahmen ist im Zuge der Ausführungsplanung durch einen Tragwerksplaner zu überprüfen.
- Auf dem vorhandenen Unterhaltungspfad wird eine nichtständige Verkehrslast von $p_{v,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ angesetzt. Horizontalbelastungen der Verbauwand aus Seitenstoß werden nicht berücksichtigt.
- Aufgrund der geringen horizontalen Erstreckung der Bohrpfahlwand entlang der Leimbachachse muss im Hochwasserfall mit einer Aufsättigung des Erdreiches hinter der Bohrpfahlwand gerechnet werden. Auf der Aktivseite der Bohrpfahlwand wird daher ein Wasserdruck gemäß der instationären Strömungsberechnung des o.g. geotechnischen Gutachtens (E 6553c23G vom 14.01.2015) bei einer schnellen Spiegelsenkung angesetzt.
- Der Porenwasserdruck wird mittels „Stromröhren – Ansatz“ entlang der Spundwand ermittelt; aufgrund des tiefliegenden Grundwasserspiegels wird der Porenwasserdruck lediglich innerhalb der bindigen Schichten des Leimbachbettes angesetzt
- Gemäß den Bemessungsvorgaben der DIN 19712 erfolgt die Nachweisführung bei den o.g. Randbedingungen in der Bemessungssituation BS - P
- Um Ausspülungen hinter der Bohrpfahlwand zu vermeiden, wird eine Bohrpfahlwand mit überschrittenen Bohrpfählen empfohlen. Der Bohrpfahldurchmesser wird in den nachfolgenden Standsicherheitsnachweisen mit $d = 620 \text{ mm}$ angesetzt, der Abstand der bewehrten Bohrpfähle mit $a \leq 1,0 \text{ m}$.

- Gemäß der Standsicherheitsberechnung der Anlagen 4.1 wird bei einer Aussteifung der Bohrpfahlwand eine Einbindetiefe der Bohrpfahlwand von $t \cong 6,0$ m unter die temporäre Leimbachsohle von 103,0 m+NN erforderlich. Gemessen ab $OK_{\text{Freibord}} \cong 106,7$ m+NN entspricht dies einer erforderlichen Gesamtlänge der Bohrpfähle von $l_{\text{ges}} \approx 9,5$ m.
- Bei Ausführung einer Aussteifung erfolgt im Endzustand der stützende Lasteintrag auf dem Niveau der geplanten Gewässersohle bzw. geringfügig darunter. Durch die oberhalb gründenden Fundamente kommt es hierdurch auf deren Gründungsniveau zu Horizontalverformungen der Wand (vgl. Anl. 4.1). Bei Ansatz der o.g. ständigen und nichtständigen Fundamentlasten und einer horizontalen, vorgespannten Steifenlast von $H_{g,k} \cong 10$ kN / lfdm sind rechnerisch, horizontale Kopfverformungen $w \cong 1$ cm zu erwarten. Es wird empfohlen, die Aussteifungsmaßnahmen Abschnittsweise entsprechend der Vorgehensweise der DIN 4123 mit Abschnittslängen von $l \leq 1,25$ m auszuführen. Unter Umständen können die horizontalen Steifenlasten über das Streifenfundament und die unterste Blocklage des gegenüberliegenden Blocksteinsatzes in die gegenüberliegende Böschung eingeleitet werden. Entsprechendes ist vom Bauablauf abhängig und vom Tragwerksplaner zu überprüfen.
- Erfahrungsgemäß ist nach der EAB (2012) mit dem ca. 2 – 3 fachen der Kopfverformung als Setzungsbetrag im Bereich der Fundamentlasten zu rechnen. Hieraus ergeben sich bei fachgerechter Ausführung der o.g. Aussteifungsmaßnahmen im Bereich der bestehenden Fundamente zu erwartende Setzungen von $s = 2 - 3$ cm.

Konstruktiv werden folgende zusätzliche Vorkehrungen empfohlen:

- Erfahrungsgemäß werden die vorgenannten Setzungsbeträge bei fachgerechter Ausführung einer ausgesteiften Bohrpfahlwand die Gebrauchstauglichkeit der vorhandenen Bebauung nicht beeinflussen, jedoch kann das Auftreten von Setzungsrissen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Bei Ausführung einer Unterfangung im Düsenstrahlverfahren können die zu erwartenden Setzungsbeträge auf das Schrumpfmaß beim Abbinden der Unterfangungselemente (Größenordnung: wenige Millimeter) beschränkt werden.
- Voraussetzung für das abschnittsweise Aussteifen der Bohrpfahlwand ist, dass die Scheibenwirkung der zu sichernden Außenwände gegeben ist und diese mit der Deckenkonstruktion und den anschließenden Querwänden einen ausreichenden Verbund aufweisen. Entsprechendes muss durch einen Tragwerksplaner im Zuge der Ausführungsplanung überprüft werden. Gegebenenfalls sind weitergehende Maßnahmen, wie zusätzliches Aussteifen der Außenwände, Abstützen etc., erforderlich.

- In jedem Fall wird an der angrenzenden Bebauung im Vorfeld der Bauausführung eine intensive Beweissicherung empfohlen. Die Höhenlage der Fundamente ist im Vorfeld der Bauausführung zu kontrollieren. Es wird empfohlen, während der Sicherungsarbeiten Bewegungen der Bohrpfahlwand und der angrenzenden Fundamente kontinuierlich messtechnisch zu erfassen, um ggfs. korrigierenden Einfluss auf den Ablauf der Sicherungsarbeiten nehmen zu können.
- Es muss damit gerechnet werden, dass die anstehenden Kiessande bei den Arbeiten der Sohltieferlegung freigelegt werden. In diesen Fall wird empfohlen, die Bachsohle nach Abschluss der Sicherungsarbeiten durch geeignete Maßnahmen wieder abzudichten.
- Die Erfordernis einer Absturzsicherung an der Bohrpfahlwand sollte geklärt werden

5.2 Bohrpfahlwand, rückverankert, Bach-km 17+586, rechte Bachseite (Anl. 4.2a/b)

Der Werkstattanbau am rechten Leimbachufer ist nicht unterkellert und gründet nach den vorhandenen Planunterlagen oberhalb der geplanten Leimbachsohle in den bindigen Auelehmen. Aufgrund der breiigen Konsistenz der Auelehme und den zum Ausfließen neigenden gemischtkörnigen Böden oberhalb der zukünftigen Leimbachsohle wird eine konventionelle Unterfangung nach der DIN 4123 nicht durchführbar sein.

Die Ausführung der Unterfangung im Düsenstrahlverfahren oder die Ausführung von Wurzelpfählen ist prinzipiell möglich, erfordert jedoch die Ertüchtigung bestehender Fundamente bzw. die Sicherung des Werkstattbodens. Bei Ausführung einer rückverankerten Bohrpfahlwand reduzieren sich bei ausreichender Tiefenlage der Anker die Sicherungsmaßnahmen am bestehenden Gebäude. Weiterhin können die erforderlichen Einbindetiefen der Bohrpfahlwand gegenüber den nicht rückverankerten Bereichen reduziert werden.

Nachfolgend wird daher die Vordimensionierung einer rückverankerten Bohrpfahlwand untersucht, welche in der Anlage 4.2a beigelegt ist. Hierbei wurden folgenden Ausbauvorgaben und Lastannahmen getroffen bzw. ermittelt:

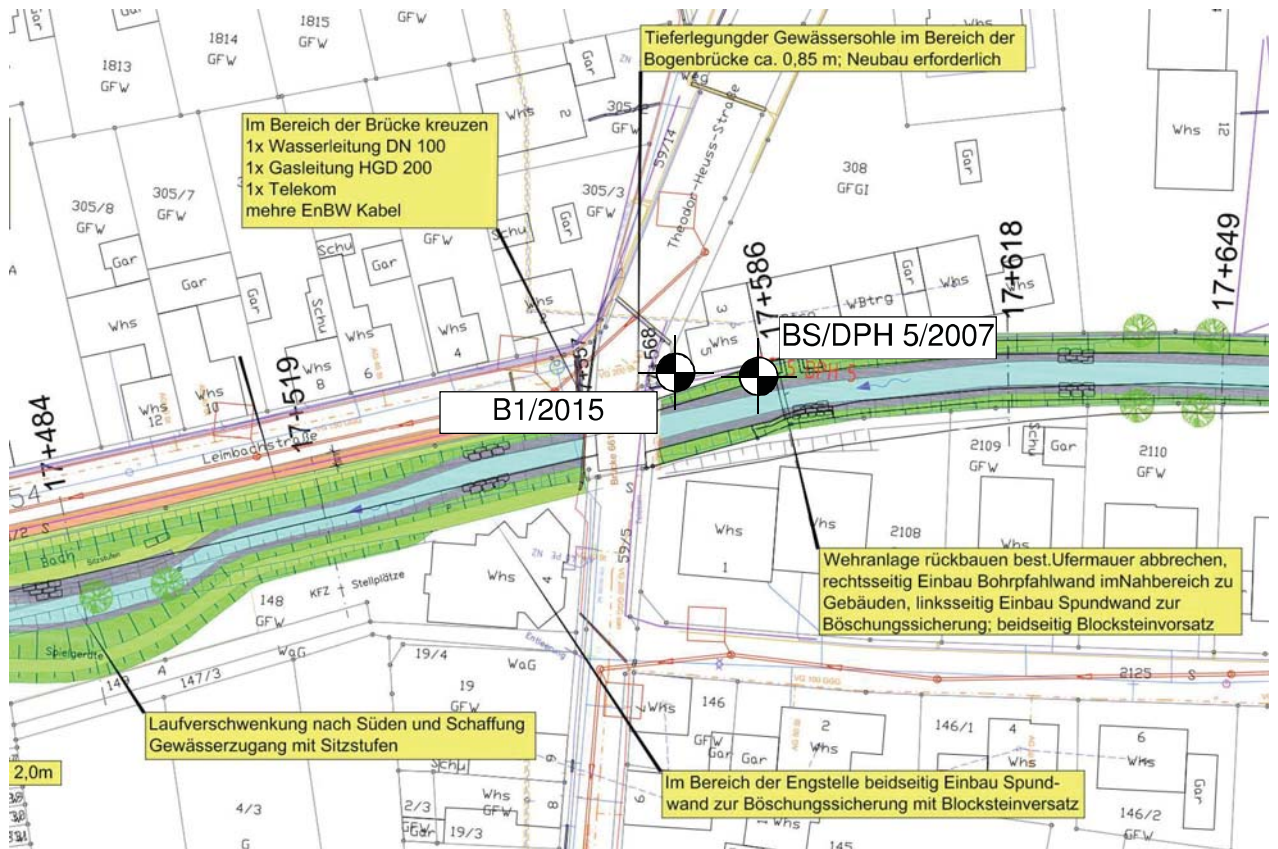
- Aufgrund der unterhalb der Gründungssohle anstehenden Auelehme wird vor dem zu unterfangenden Fundament ein Druckausbreitungswinkel in der Höhe des charakteristischen Reibungswinkels der anstehenden bindigen Böden von $\beta = \varphi_k = 27,5^\circ$ empfohlen.
- Die Fundamentlasten strahlen bei Ansatz des vorgenannten Druckausbreitungswinkels im Endzustand in die freie Standhöhe des erforderlichen Verbaus aus (vgl. Anl. 4.2). Die Kopfverformungen der Bohrpfahlwand müssen daher durch geeignete Aussteifungs- oder Rückverankerungsmaßnahmen eingeschränkt werden (EAB (2012), S. 153).
- Aufgrund der erforderlichen Reduzierung der Kopfverformungen der Bohrpfahlwand wird der Ansatz eines erhöhten aktiven Erddruckes auf den Mittelwert zwischen Erdruchdruck E_0 und horizontalem, aktiven Erddruck $E_{a,h}$ erforderlich (EAB (2012), S. 162).

- Aufgrund der locker bis mitteldichten Lagerung der bis zu einem Niveau von 98,5 m+NN anstehenden Sande sowie der erforderlichen, unnachgiebigen Stützung (Aussteifung / Rückverankerung) darf in den Standsicherheitsnachweisen der Fuß der Bohrpfahlwand nicht als „eingespannt“ angesetzt werden (EAB (2012), S. 114 ff). Eine Einspannung des Fußes nach BLUM ist nicht gegeben.
- Aufgrund der Gründung des Gebäudes in bindigen Böden mit weicher Konsistenz, der erforderlichen, großen Ankerneigung und dem geringen Abstand zwischen Verbauwand und zu unterfangendem Fundament wird der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit erforderlich (EAB (2012), S. 85). Die nachfolgenden Standsicherheitsberechnungen erfolgten daher im Bettungsmodulverfahren.
- Die charakteristische, vertikale Sohlspannung des Fundamentes des Werkstattgebäudes wird auf $p_g = 150 \text{ kN/m}^2$ (ständige Linienlast $q_g' = 75 \text{ kN/lfm}$) zzgl. einer Verkehrsbelastung von $p_q = 50 \text{ kN/m}^2$ (nichtständige Linienlast $q_q' = 25 \text{ kN/lfm}$) geschätzt, die Breite des Gebäudefundamentes wird hierbei mit $b = 0,5 \text{ m}$ angenommen. Horizontallasten werden nicht angesetzt. Die Richtigkeit der Lastannahmen ist im Zuge der Ausführungsplanung durch einen Tragwerksplaner zu überprüfen.
- Auf dem vorhandenen Unterhaltungspfad sowie dem anschließenden Garagenraum wird eine nichtständige Verkehrslast von $p_{v,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ angesetzt. Horizontalbelastungen der Verbauwand aus Seitenstoß werden nicht berücksichtigt.
- Aufgrund der geringen horizontalen Erstreckung der Bohrpfahlwand entlang der Leimbachachse muss im Hochwasserfall mit einer Aufsättigung des Erdreiches hinter der Bohrpfahlwand gerechnet werden. Auf der Aktivseite der Bohrpfahlwand wird daher ein Wasserdruck gemäß der instationären Strömungsberechnung des o.g. geotechnischen Gutachtens (E 6553c23G vom 14.01.2015) bei einer schnellen Spiegelsenkung angesetzt.
- Der Porenwasserdruck wird mittels „Stromröhren - Ansatz“ entlang der Spundwand ermittelt; aufgrund des tiefliegenden Grundwasserspiegels wird der Porenwasserdruck lediglich auf der Aktivseite angesetzt.
- Gemäß den Bemessungsvorgaben der DIN 19712 erfolgte die Nachweisführung bei den o.g. Randbedingungen in der Bemessungssituation BS - P
- Um Ausspülungen hinter der Bohrpfahlwand zu vermeiden, wird eine Bohrpfahlwand mit überschnittenen Bohrpfählen empfohlen. Der Bohrpfahldurchmesser wird in den nachfolgenden Standsicherheitsnachweisen mit $d = 620 \text{ mm}$ angesetzt, der Abstand der bewehrten Bohrpfähle mit $a \leq 1,0 \text{ m}$.
- Gemäß der Standsicherheitsberechnungen der Anlagen 4.2a wird bei einer Rückverankerung eine Einbindetiefe der Bohrpfahlwand von $t = 3,8 \text{ m}$ unter die angenommene, temporäre Leimbachsohle von 103,0 m+NN erforderlich. Gemessen ab $OK_{\text{Freibord}} = 106,7 \text{ m+NN}$ entspricht dies einer erforderlichen Gesamtlänge der Bohrpfähle von $l_{\text{ges}} \geq 7,5 \text{ m}$.

- Es wird empfohlen, die Rückverankerung auf dem Gründungsniveau der zu unterfangenden Fundamente auszuführen, da hierdurch Kopfverformungen auf ein Minimum beschränkt werden können (vgl. Anlage 4.2a). Nach EAB (2012), S. 119, ist die Rückverankerung hierbei vor dem Aushub auf 100 % der rechnerischen Ankerkraft von $N_{(g,q),k} \cong 120 \text{ kN / lfdm Bohrpfahlwand}$ vorzuspannen. Zum Zweck der Kostenermittlung kann von 8,5 m langen Permanentankern mit einer Verpressstrecke von 3 m ausgegangen werden, was bei einem Ankerabstand von $a = 1,0 \text{ m}$ ausreichend ist. Die Ankerköpfe sind für einen temporären Einstau auszulegen (Korrosionsschutz).
- Die Ausführung einer Aussteifung auf dem Niveau der Leimbachsohle erscheint aufgrund durchgeführter Vergleichsrechnungen (vgl. Anl. 4.2b) im vorliegenden Fall weniger sinnvoll. Aufgrund der ungünstigeren Höhenlage der Lasteinleitung werden relativ hohe, horizontale Steifenkräfte von $H > 120 \text{ kN/lfdm}$ erforderlich, um die Kopfverformungen der Verbauwand ausreichend reduzieren zu können. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass bei Ausführung einer horizontalen Aussteifung zusätzliche Maßnahmen am gegenüberliegenden Bachufer zur verformungsarmen Einleitung der Steifenkräfte in den Untergrund getroffen werden müssen.
- Durch die oberhalb der Aussteifung gründenden Fundamente kommt es auf deren Gründungsniveau zu größeren Kopfverformungen der Wand (vgl. Anl. 4.2b). Bei Ansatz der o.g. ständigen und nichtständigen Fundamentlasten und einer horizontalen, vollständig vorgespannten Steifenlast von $H_{(g,q),k} \cong 120 \text{ kN / lfdm}$ sind rechnerisch, horizontale Kopfverformungen $w \cong 1 \text{ cm}$ zu erwarten. Es wird empfohlen, die Aussteifungsmaßnahmen Abschnittsweise entsprechend der Vorgehensweise der DIN 4123 mit Abschnittslängen von $l = 1,25 \text{ m}$ auszuführen. Sehr wahrscheinlich werden die o.g. horizontalen Steifenlasten über separate Fundamente oder Bohrpfähle in die gegenüberliegende Bachböschung eingeleitet werden müssen. Entsprechendes ist vom Tragwerksplaner zu überprüfen.
- Erfahrungsgemäß ist nach der EAB (2012) mit dem ca. 2 -3-fachen der Kopfverformung als Setzungsbetrag im Bereich der Fundamentlasten zu rechnen. Hieraus ergeben sich bei fachgerechter Ausführung der o.g. Aussteifungsmaßnahmen im Bereich der bestehenden Fundamente zu erwartende Setzungen von $s = 2 - 3 \text{ cm}$. Auch bei Ausführung der o.g. vorgespannten Rückverankerung werden die bestehenden Fundamente durch Ankerschlupf und Umlagerungsvorgänge geringe zusätzliche Setzungen erfahren.

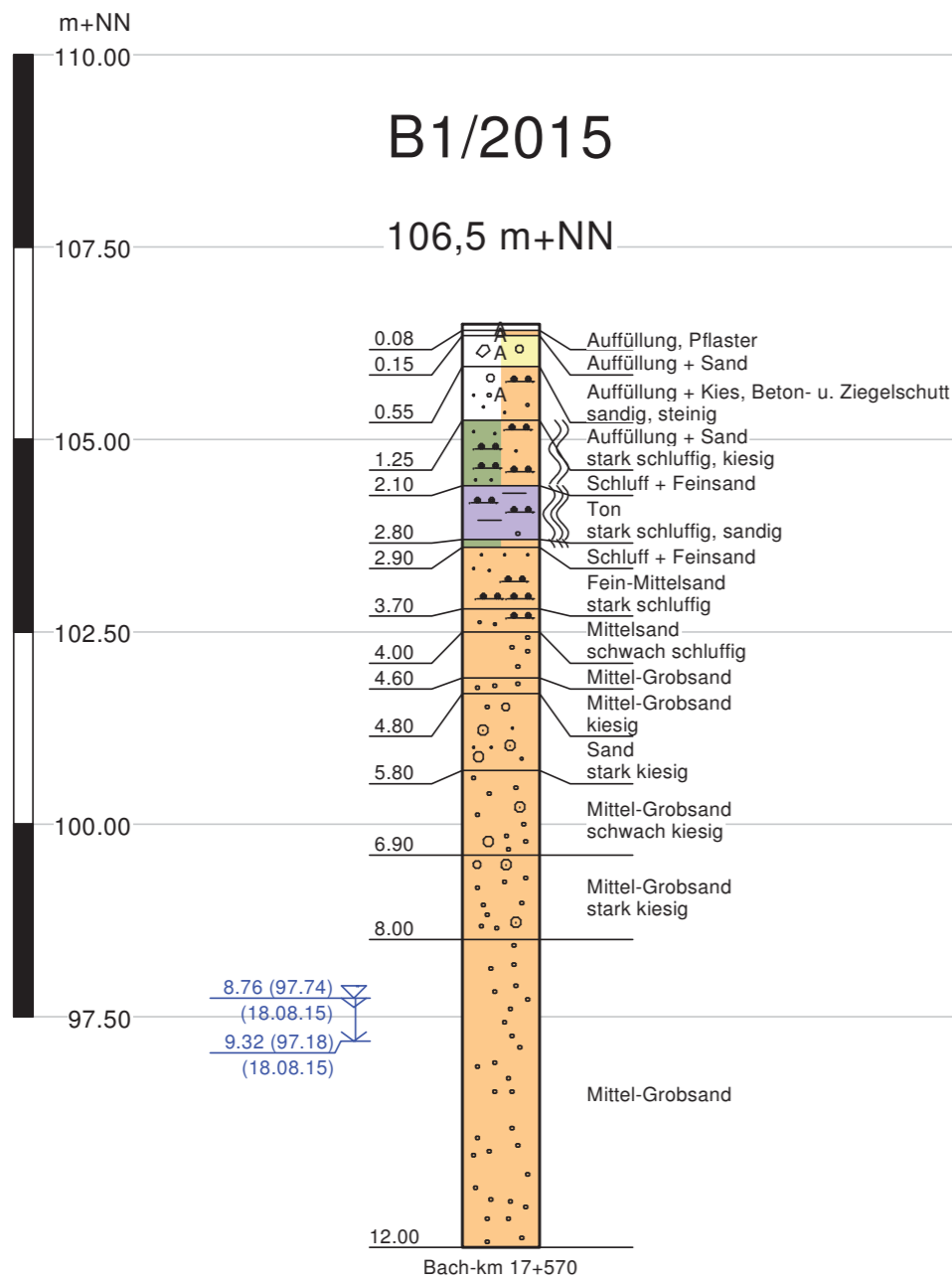
Konstruktiv werden folgende zusätzliche Vorkehrungen empfohlen:

- Sehr wahrscheinlich werden die vorgenannten Setzungsbeträge bei Ausführung einer ausgesteiften Bohrpfahlwand die Gebrauchstauglichkeit der vorhandenen Werkstattbebauung nicht beeinflussen, jedoch kann das Auftreten von Setzungsrissen nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die Ausführung einer vorgespannten Rückverankerung birgt aufgrund der geringeren Kopfverformungen das geringere Ausführungsrisiko. Bei Ausführung einer Unterfangung im Düsenstrahlverfahren können die zu erwartenden Setzungsbeträge auf das Schrumpfmaß beim Abbinden der Unterfangungselemente beschränkt werden.
- Voraussetzung für das abschnittsweise Aussteifen der Bohrpfahlwand ist, dass die Scheibenwirkung der zu sichernden Außenwände gegeben ist und diese mit der Deckenkonstruktion und den anschließenden Querwänden einen ausreichenden Verbund aufweisen. Entsprechendes muss durch einen Tragwerksplaner im Zuge der Ausführungsplanung überprüft werden. Gegebenenfalls sind weitergehende Maßnahmen, wie zusätzliches Aussteifen der Außenwände, Abstützen etc., erforderlich.
- In jedem Fall wird an der angrenzenden Bebauung im Vorfeld der Bauausführung eine intensive Beweissicherung empfohlen. Die Höhenlage der Fundamente ist im Vorfeld der Bauausführung zu kontrollieren. Es wird empfohlen, während der Sicherungsarbeiten Bewegungen der Bohrpfahlwand und der angrenzenden Fundamente kontinuierlich messtechnisch zu fassen, um ggfs. korrigierenden Einfluss auf den Ablauf der Sicherungsarbeiten nehmen zu können.
- Es muss damit gerechnet werden, dass die anstehenden Kiessande bei den Arbeiten der Sohltieferlegung freigelegt werden. In diesen Fall wird empfohlen, die Bachsohle nach Abschluss der Sicherungsarbeiten durch geeignete Maßnahmen wieder abzudichten.
- Die Erfordernis einer Absturzsicherung an der Bohrpfahlwand sollte geklärt werden



Plangrundlage:
Entwurfsplanung IB Wald + Corbe, 2013

 IGK INGENIEURGESELLSCHAFT KÄRCHER mbH INSTITUT FÜR GEOTECHNIK	Ingenieuresellschaft Kärcher mbH Institut für Geotechnik Heidengass 16 76356 Weingarten Tel.: 07244 / 7013-0 Fax: 07244 / 7013-17				
	Sanierung Leimbach Unterlauf Bach-km 14+742 – 21+270				
Detaillageplan, Erkundung 2007 / 2012 / 2015 Profil 05/2007 01/2015, Bach-km 17+584 / 17+586					
Projekt-Nr.	Anlage	Maßstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
6553dd09	1	1:1.000	28.08.2015	He	He

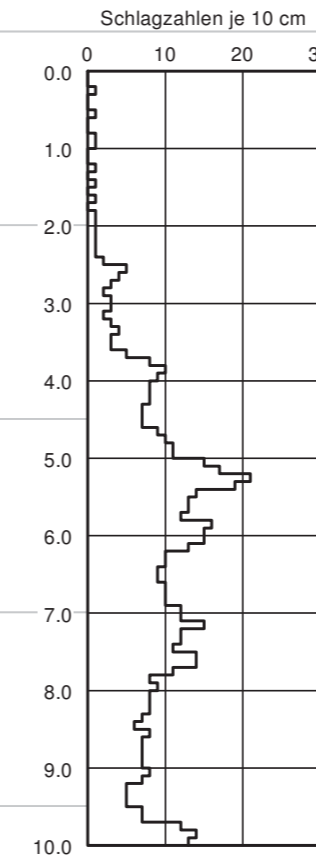


Bodenkennwerte zu B1/2015						
Tiefe [m]	Es [MPa]	phi' [°]	c' [kN/m²]	gam [kN/m³]	DIN 18196	DIN 18300
105.3	15	30	0	19/10	GU	4
104.4	8	27,5	2	19/10	UL	2
103.6	10	27,5	3	20/11	TL	4/2
102.8	20	30	0	20/11	SU*	2
98.5	40	32,5	0	19/10	SE/SW	3
94.5	50	35	0	20/11	SE	3

105,49
104,85
103,95

DPH 5/2007

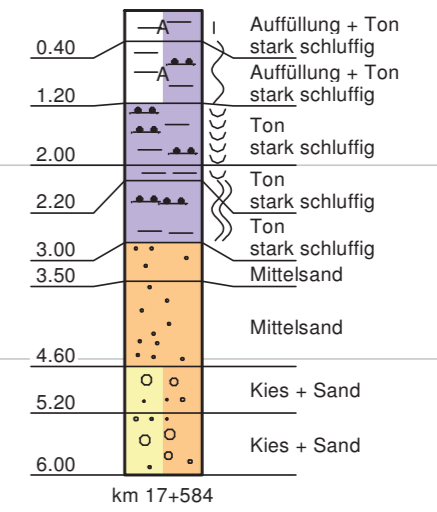
106,99 m+NN



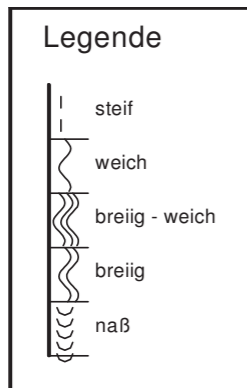
Bodenkennwerte zu BS 5 / 2007						
Tiefe [m]	Es [MPa]	phi' [°]	c' [kN/m²]	gam [kN/m³]	DIN 18196	DIN 18300
105.8	5	27,5	4	20/11	TL	4/2
104.8	2	27,5	2	18/9	TL	4/2
104.0	3	27,5	3	19/10	TL	4/2
99.2	40	32,5	0	19/10	SE	3
97.0	50	35	0	20/11	SW/GW	3

BS 5/2007

107,0 m+NN



- BHW
- OK Sohle, Bestand
- OK Sohle, geplant



2,45
10.05.07 GW nach Bohrende

Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 5 - Umwelt / Referat 53.1

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik
Heidengaß 16
76356 Weingarten
Tel. 07244 / 7013 - 0 Fax -17
email: info@kaercher-geotechnik.de

Ausbau des Leimbaches
Leimbachunterlauf, Bach-km 14+497 - 21+270
Gemarkung Nußloch, St. Ilgen und Sandhausen

Erkundung 2007 / 2012 / 2015
Bohrsondierung BS5/2007 und Bohrung B1/2015
Untergrundverhältnisse, Bodenmechanische Kennwerte

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 6553d09G	2	1 : 100	29.05.2015	He	He
Nr	Datum	Änderungen			

IGK
INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER
mbH
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Bestimmung der Kornverteilung

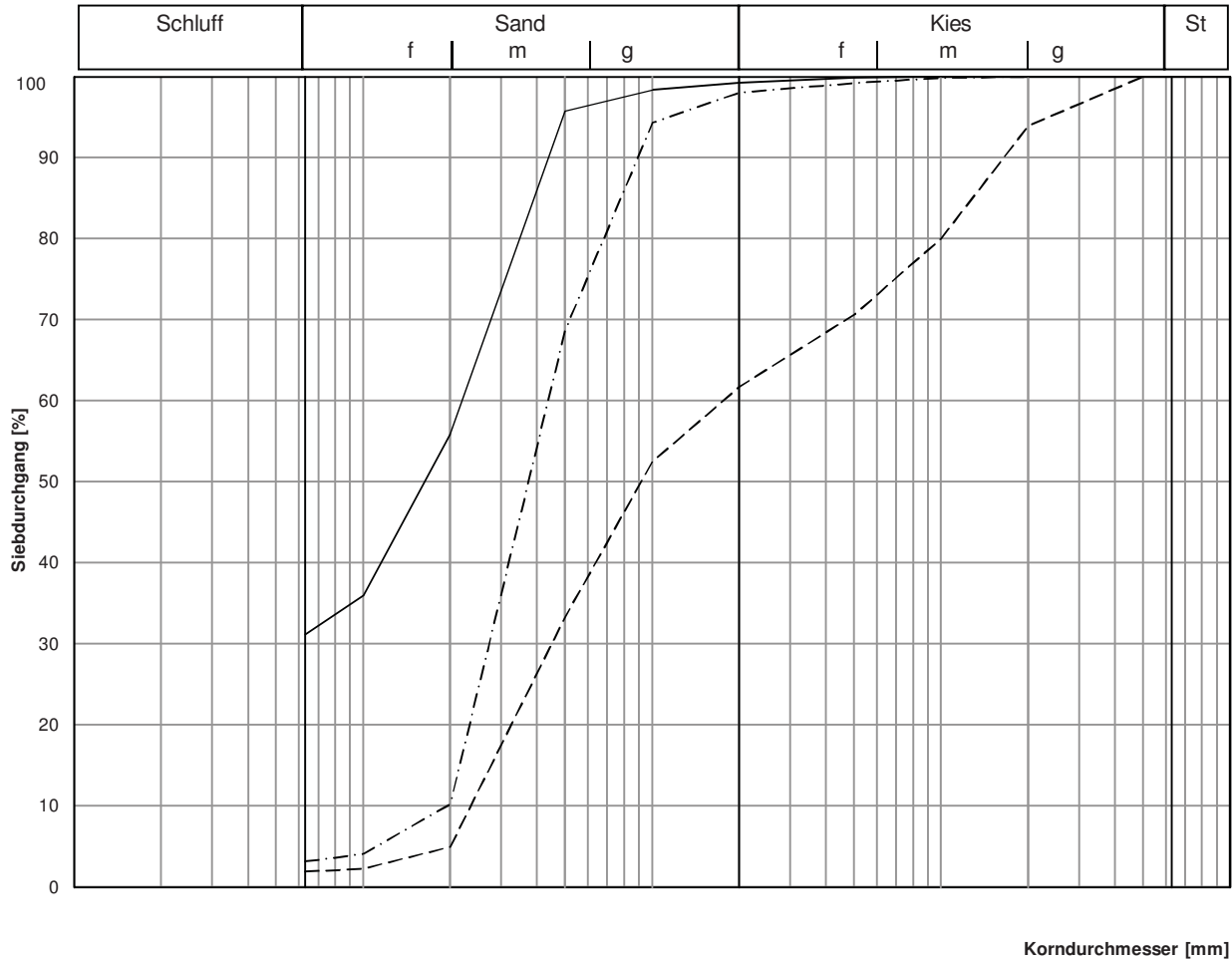


INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER
mbH
INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik
Tel.: 07244/7013-0 Fax: 07244/ 7013-17

Proj.: Leimbachunterlauf
Gebäudesicherung, km 17+586
E 6553d09G Anl.: 3.1

Be: He
04.09.2015



Kurve Nr.	B / BS	Höhe [m]		Darstellung Kurve(n)	Sieblinienbereiche		Siebung	
		von:	bis:		FSS	TS	Trocken	Nass
1	B1/2015	2,9	3,7	—				N
2	B1/2015	4,8	5,8	- - -				N
3	B1/2015	8,0	12,0	- · - · -				N

Kurve Nr.	Feinkornanteil $P_{(\varnothing < \text{mm})}$		D 5	D 10	D 15	D 17	D 20	D 30	D 40	D 50	D 60	D 85
	[%]	(\varnothing mm)	[mm]									
1	31,19	0,063	k. E.	k. E.	k. E.	k. E.	k. E.	k. E.	0,11	0,16	0,22	0,39
2	1,96	0,063	0,20	0,24	0,28	0,29	0,32	0,45	0,64	0,91	1,75	12,79
3	3,23	0,063	0,11	0,19	0,22	0,22	0,23	0,27	0,32	0,37	0,44	0,78

Kurve Nr.	Ungleichförmigkeit U [-]	Krümmungszahl C_c [-]	Durchlässigkeit k_f [m/s] (BEYER)	Bodenansprache	
				DIN 18 196	DIN 18 300
1				SU*	2
2	7,45	0,49	4,38E-04	SW	3
3	2,25	0,88	3,82E-04	SE	3

Bestimmung der Atterbergschen Grenzen / Diagramm



Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik

Proj.: Leimbachunterlauf
 Gebäudesicherung, km 17+586

Be: He

INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER
 mbH
 INSTITUT FÜR GEOTECHNIK

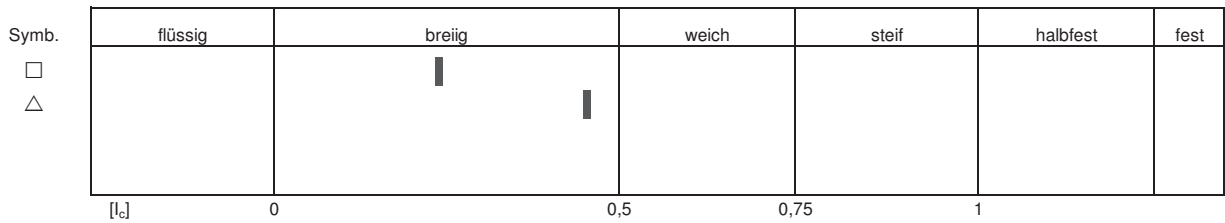
E 6553d09G

Anl.:

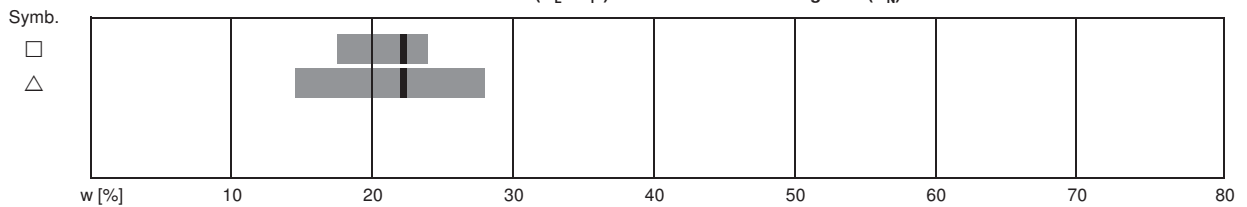
04.09.2015

Entnahmestelle	Symb.	Tiefe [m]		Fließgrenze	Ausrollgrenze	Wassergehalt	Konsistenz	Plastizität
		von	bis	W_L [%]	W_P [%]	W_N [%]	I_c [%]	I_p [%]
B1/2015	□	1,25	2,10	23,8	17,2	22,2	24,2	6,6
B1/2015	△	2,10	2,80	27,7	13,8	21,5	44,6	13,9

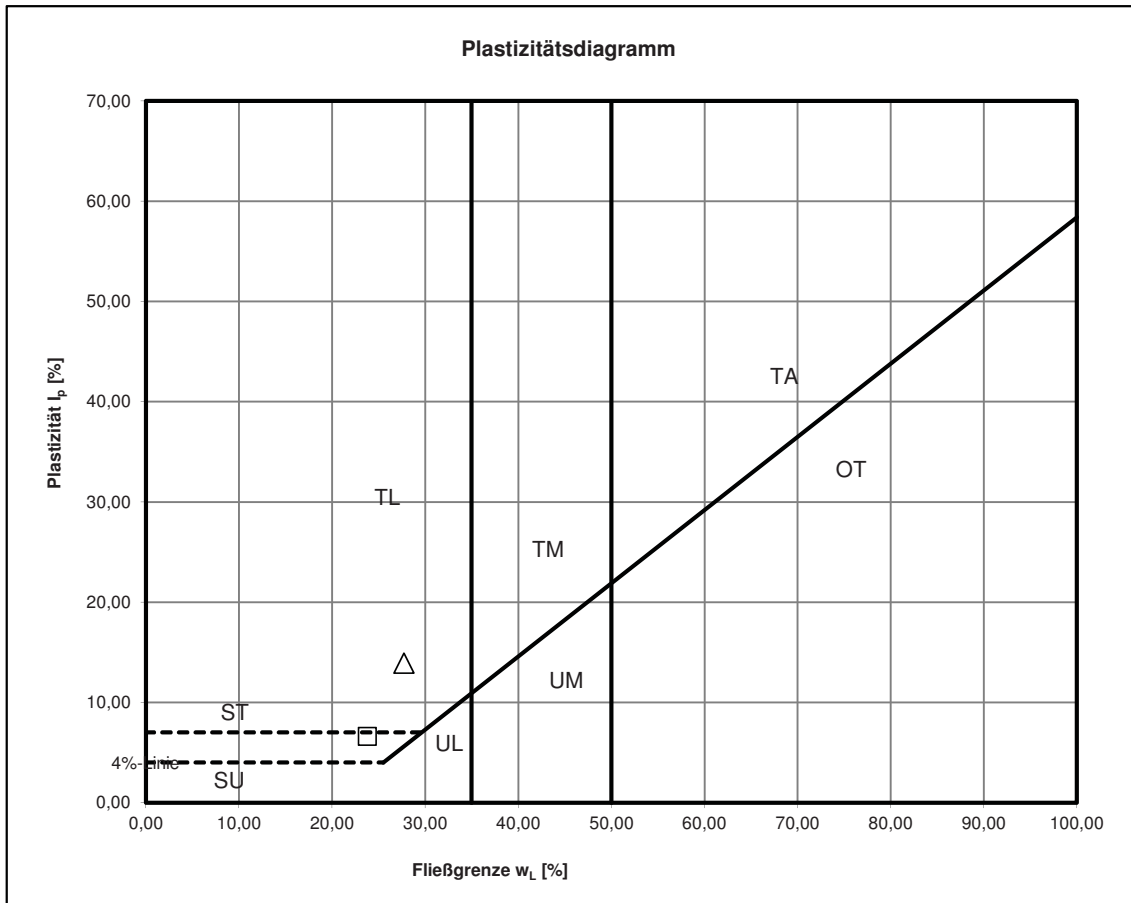
Zustandsform



Plastizitätsbereich ($w_L - w_P$) und natürlicher Wassergehalt (w_N) in %



Plastizitätsdiagramm

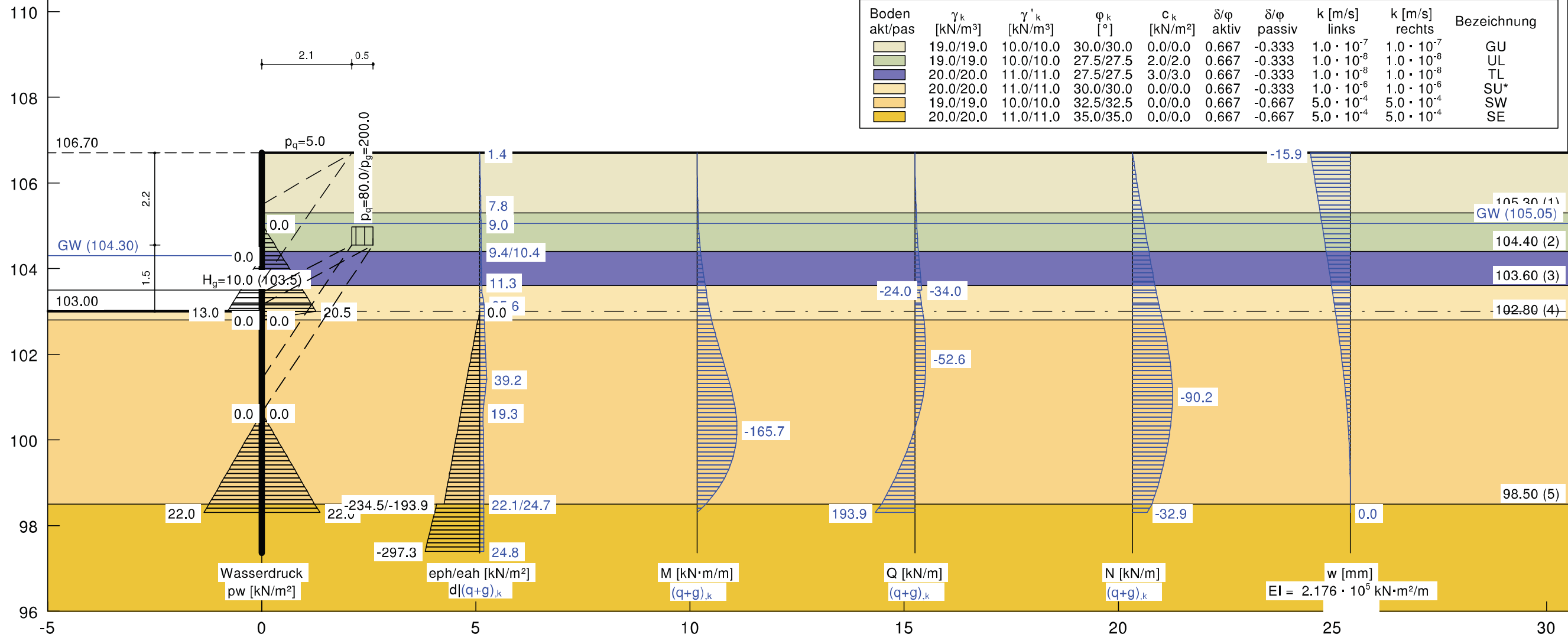
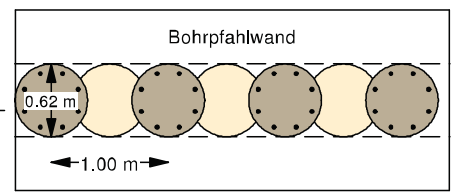


km 19+402, Linke Bachseite, Spundwandsicherung
 Bohrpfehlwand
 Berechnungsgrundlagen:
 Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
 Ersatzerddruck-Beiwert $k_{ah} [-] = 0.200$
 Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
 Erf. Profillänge = 9,34 m
 Erf. Einbindetiefe = 5,64 m
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_{Ep} = 1.40$
 Wasserdruck mit Stromröhre
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.00
 μ (Auftrieb) = 0.38
 mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.49$
 Datei: 6553d09G_An141_17570.vrb

Bemessungswerte:
 Nachweis Bohrpfehlwand
 $E = 3000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 725331.70 \text{ cm}^4/\text{m}$
 Bewehrung EC 2 / DIN 1045-1
 Beton C 30/37
 Stahl BSt 500/550
 $M(d) = 227.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$
 $N(d) = -56.7 \text{ kN}$
 $\text{eps}(c2) [o/oo] = -3.5$
 $\text{ep}(s1) [o/oo] = 10.8$
 $A_s [\text{cm}^2] = 21.3$ (Mindestbew. = 15.1 cm^2)

Pfahldurchmesser = 0.620 m
 $d1 = 0.0750 \text{ m}$
 $m(\text{Sd}) = 0.0714 / n(\text{Sd}) = -0.0110$
 $\omega(\text{tot}) = 0.1800$
 $\text{sig}1(l) = 9.52 / \text{sig}2(l) = -9.90 \text{ MN/m}^2$
 Schubbewehrung:
 $Q(d) = \text{VSd} = 265.8 \text{ kN}$ ($bw = 0.510 \text{ m}$ $z = 0.328 \text{ m}$)
 $\text{tauRd,max} = 4.71 \text{ N/mm}^2$ ($\text{tauSd} / \text{tauRd,max} = 0.3370$)
 $A_s(\text{Schub}) = 8.2 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew. = 5.8 cm^2/m)



Boden akt/pas	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m²]	δ/ϕ aktiv	δ/ϕ passiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	Bezeichnung
[Light Green]	19.0/19.0	10.0/10.0	30.0/30.0	0.0/0.0	0.667	-0.333	$1.0 \cdot 10^{-7}$	$1.0 \cdot 10^{-7}$	GU
[Green]	19.0/19.0	10.0/10.0	27.5/27.5	2.0/2.0	0.667	-0.333	$1.0 \cdot 10^{-8}$	$1.0 \cdot 10^{-8}$	UL
[Dark Green]	20.0/20.0	11.0/11.0	27.5/27.5	3.0/3.0	0.667	-0.333	$1.0 \cdot 10^{-8}$	$1.0 \cdot 10^{-8}$	TL
[Light Yellow]	20.0/20.0	11.0/11.0	30.0/30.0	0.0/0.0	0.667	-0.333	$1.0 \cdot 10^{-6}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$	SU*
[Yellow]	19.0/19.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.667	-0.667	$5.0 \cdot 10^{-4}$	$5.0 \cdot 10^{-4}$	SW
[Orange]	20.0/20.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	0.667	-0.667	$5.0 \cdot 10^{-4}$	$5.0 \cdot 10^{-4}$	SE

Regierungspräsidium
 Karlsruhe
 Abteilung 5 - Umwelt / Referat 53.1



Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Heidengaß 16
 76356 Weingarten
 Tel. 07244 / 7013 - 0 Fax -17
 email: info@kaercher-geotechnik.de



Ausbau des Leimbaches
 Leimbachunterlauf, Bach-km 14+497 - 21+270
 Gemarkung Nußloch, St. Ilgen und Sandhausen

Erkundung 2007 / 2012 / 2015
 Bohrung B1/2015, Bach-km 17+570
 Bohrpfehlwand Gebäude unterkellert, ausgesteift

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 6553d09G	4.1	1 : 75	08.09.15	He	He
Nr.	Datum	Änderungen			

122
120
118
116
114
112
110
108
106
104
102
100
98

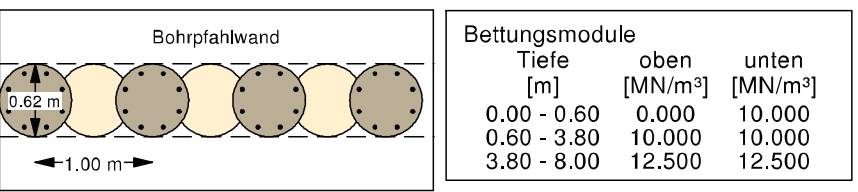
km 19+402, Linke Bachseite, Spundwandsicherung
Bohrpfahlwand
Berechnungsgrundlagen:
Erddruckumlagerung: EAB 2012 Bild EB 70-1.c
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Erhöhter aktiver Erddruck (f = 0.50)
Ersatzerddruck-Beiwert k_{ah} [-] = 0.200
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Bettungsreaktion angepasst mit γ_{Ep}
Bettungslager $_{d}$ = 178.64 kN/m <

Erdwiderstand $_{d}$ = 238.69 kN/m
Erf. Profillänge = 7.50 m
Erf. Einbindetiefe = 3.80 m
 γ_G = 1.35
 γ_{E0g} = 1.20
 γ_Q = 1.50
 γ_{Ep} = 1.40
Wasserdruck mit Stromröhre
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.00
 μ (Auftrieb) = 0.34

mob. Ep erfüllt / μ = 0.10
Datei: 6553d09G_An142a_17586.vrb

Bemessungswerte:
Nachweis Bohrpfahlwand
E = 3000.00 kN/cm²
I = 725331.70 cm⁴/m
Bewehrung EC 2 / DIN 1045-1
Beton C 30/37
Stahl BSt 500/550
M(d) = 110.3 kN · m
N(d) = -100.2 kN
eps(c2) [o/oo] = -3.5
ep(s1) [o/oo] = 17.2
As [cm²] = 15.1 (Mindestbew.) (berechnet = 7.4)

Pfahldurchmesser = 0.620 m
d1 = 0.0750 m
m(Sd) = 0.0347 / n(Sd) = -0.0195
omega(tot) = 0.0629
sig1(l) = 4.38 / sig2(l) = -5.05 MN/m²
Schubbewehrung:
Q(d) = VSd = 84.1 kN (bw = 0.441 m z = 0.319 m)
tauRd,max = 3.83 N/mm² (tauSd / tauRd,max = 0.1562)
As(Schub) = 5.8 cm²/m (Mindestbew.)



Regierungspräsidium Karlsruhe

Abteilung 5 - Umwelt / Referat 53.1



Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik
Heidengaß 16
76356 Weingarten
Tel. 07244 / 7013 - 0 Fax -17
email: info@kaercher-geotechnik.de

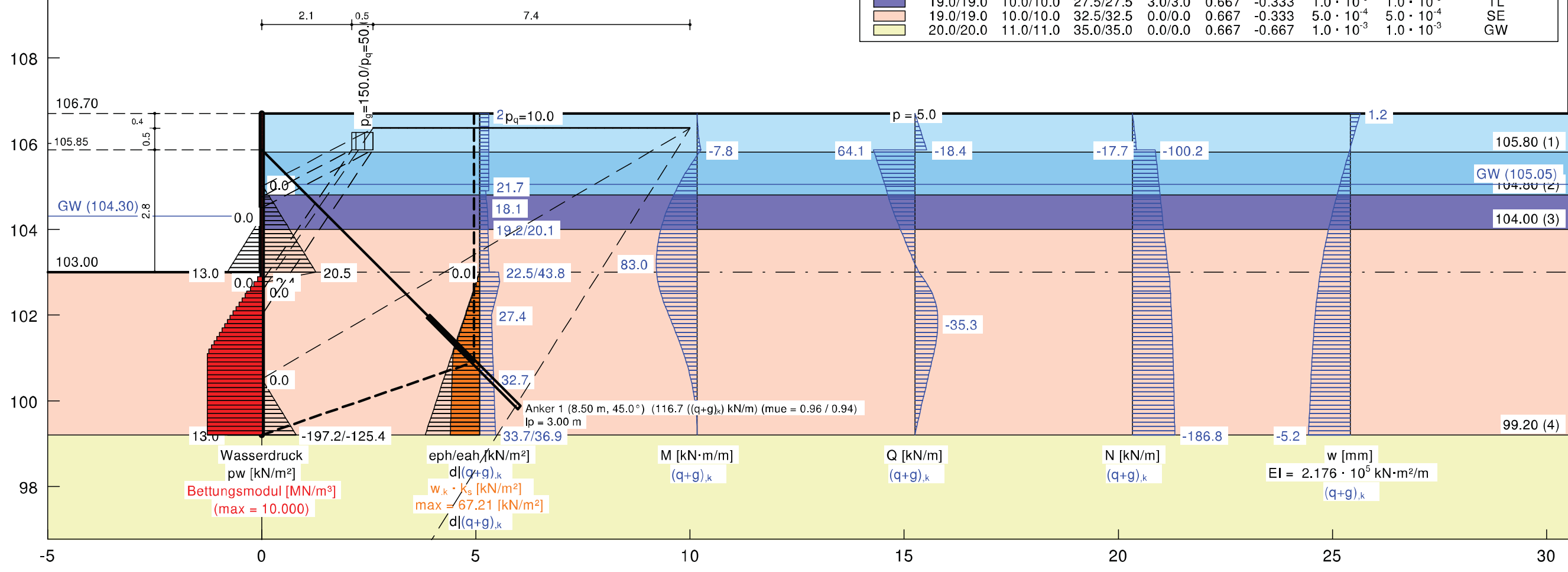


Ausbau des Leimbaches
Leimbachunterlauf, Bach-km 14+497 - 21+270
Gemarkung Nußloch, St. Ilgen und Sandhausen

Erkundung 2007 / 2012 / 2015
Bohrsondierung BS 5/2007, Bach-km 17+586
Bohrpfahlwand Werkstattbereich, rückverankert

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 6553d09G	4.2a	1 : 75	08.09.15	He	He
Nr	Datum	Änderungen			

Boden akt/pas	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m ²]	δ/ϕ aktiv	δ/ϕ passiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	Bezeichnung
TL	20.0/20.0	11.0/11.0	27.5/27.5	4.0/4.0	0.667	-0.333	$1.0 \cdot 10^{-8}$	$1.0 \cdot 10^{-8}$	TL
TL	18.0/18.0	9.0/9.0	27.5/27.5	2.0/2.0	0.667	-0.333	$1.0 \cdot 10^{-8}$	$1.0 \cdot 10^{-8}$	TL
TL	19.0/19.0	10.0/10.0	27.5/27.5	3.0/3.0	0.667	-0.333	$1.0 \cdot 10^{-8}$	$1.0 \cdot 10^{-8}$	TL
SE	19.0/19.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.667	-0.333	$5.0 \cdot 10^{-4}$	$5.0 \cdot 10^{-4}$	SE
GW	20.0/20.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	0.667	-0.667	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$1.0 \cdot 10^{-3}$	GW



122
120
118
116
114
112
110
108
106
104
102
100
98

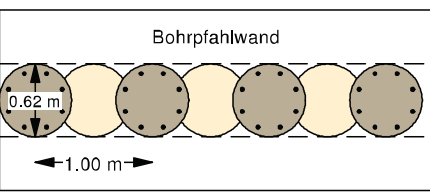
km 19+402, Linke Bachseite, Spundwandsicherung
Bohrpfahlwand
Berechnungsgrundlagen:
Aktiver Erddruck nach: DIN 4085
Erhöhter aktiver Erddruck ($f = 0.50$)
Ersatzerddruck-Beiwert $k_{ah} [-] = 0.200$
Pass. Erddruck nach: DIN 4085:2011
Bettungsreaktion angepasst mit γ_{Ep}
Bettungslager $r_d = 124.66 \text{ kN/m} <$
Erdwiderstand $r_d = 238.69 \text{ kN/m}$

Erf. Profillänge = 7.50 m
Erf. Einbindetiefe = 3.80 m
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_{Eog} = 1.20$
 $\gamma_Q = 1.50$
 $\gamma_{Ep} = 1.40$
Wasserdruck mit Stromröhre
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.00
 μ (Auftrieb) = 0.34
mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.11$

Datei: 6553d09G_An142b_17586.vrb

Bemessungswerte:
Nachweis Bohrpfahlwand
 $E = 3000.00 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 725331.70 \text{ cm}^4/\text{m}$
Bewehrung EC 2 / DIN 1045-1
Beton C 30/37
Stahl BSt 500/550
 $M(d) = 78.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$
 $N(d) = -40.5 \text{ kN}$
 $\text{eps}(c2) [o/oo] = -3.5$
 $\text{ep}(s1) [o/oo] = 22.3$
 $As [\text{cm}^2] = 15.1$ (Mindestbew.) (berechnet = 5.6)

Pfahldurchmesser = 0.620 m
 $d1 = 0.0750 \text{ m}$
 $m(Sd) = 0.0245 / n(Sd) = -0.0079$
 $\text{omega}(\text{tot}) = 0.0477$
 $\text{sig1}(l) = 3.20 / \text{sig2}(l) = -3.47 \text{ MN/m}^2$
Schubbewehrung:
 $Q(d) = VSd = 84.3 \text{ kN}$ ($bw = 0.402 \text{ m}$ $z = 0.309 \text{ m}$)
 $\text{tauRd,max} = 3.83 \text{ N/mm}^2$ ($\text{tauSd} / \text{tauRd,max} = 0.1778$)
 $As(\text{Schub}) = 5.8 \text{ cm}^2/\text{m}$ (Mindestbew.)



Bettungsmodule		
Tiefe [m]	oben [MN/m³]	unten [MN/m³]
0.00 - 0.60	0.000	10.000
0.60 - 3.80	10.000	10.000
3.80 - 8.00	12.500	12.500

Regierungspräsidium Karlsruhe

Abteilung 5 - Umwelt / Referat 53.1



Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
Institut für Geotechnik
Heidengaß 16
76356 Weingarten
Tel. 07244 / 7013 - 0 Fax -17
email: info@kaercher-geotechnik.de



Ausbau des Leimbaches
Leimbachunterlauf, Bach-km 14+497 - 21+270
Gemarkung Nußloch, St. Ilgen und Sandhausen

Erkundung 2007 / 2012 / 2015
Bohrsondierung BS 5/2007, Bach-km 17+586
Bohrpfahlwand Werkstattbereich, ausgesteift

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 6553d09G	4.2b	1 : 75	08.09.15	He	He
Nr	Datum	Änderungen			

Boden akt/pas	γ_k [kN/m³]	γ'_k [kN/m³]	ϕ_k [°]	c_k [kN/m²]	δ/ϕ aktiv	δ/ϕ passiv	k [m/s] links	k [m/s] rechts	Bezeichnung
TL	20.0/20.0	11.0/11.0	27.5/27.5	4.0/4.0	0.667	-0.333	$1.0 \cdot 10^{-8}$	$1.0 \cdot 10^{-8}$	TL
TL	18.0/18.0	9.0/9.0	27.5/27.5	2.0/2.0	0.667	-0.333	$1.0 \cdot 10^{-8}$	$1.0 \cdot 10^{-8}$	TL
TL	19.0/19.0	10.0/10.0	27.5/27.5	3.0/3.0	0.667	-0.333	$1.0 \cdot 10^{-8}$	$1.0 \cdot 10^{-8}$	TL
SE	19.0/19.0	10.0/10.0	32.5/32.5	0.0/0.0	0.667	-0.333	$5.0 \cdot 10^{-4}$	$5.0 \cdot 10^{-4}$	SE
GW	20.0/20.0	11.0/11.0	35.0/35.0	0.0/0.0	0.667	-0.667	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$1.0 \cdot 10^{-3}$	GW

