

**WIBEL
LEINENKUGEL
+ PARTNER**

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik GbR
Geführt im Verzeichnis der anerkannten
Sachverständigen für Erd- und Grundbau

Beratende Ingenieure VBI
Dr.-Ing. Albrecht R. Wibel
Dr.-Ing. Hans Jörg Leinenkugel
Dr.-Ing. Thomas Scherzinger
Dr.-Ing. Ulrich Schuler

Mitgl. Ingenieurkammer Baden-Württemb.

Lindenbergstraße 12 · 79199 Kirchzarten
Tel. 07661/93 91-0 · Fax 07661/93 91-75
E-Mail: info@wlp-geotechnik.de

Bürgermeisteramt

15. Jan. 2001

Friesenheim

Gemeinde Friesenheim
über das Ingenieurbüro
Zink Ingenieure
Poststraße 1

77886 Lauf

Kirchzarten, 22. Dezember 2000/lö

Gemeinde Friesenheim OT Oberschopfheim; Erschließung Baugebiet „Kirchenried“

• Ergebnisse geotechnischer Untersuchungen

Unsere Auftragsnummer: 00303/W

1. Aufgabenstellung

Im Zusammenhang mit der geplanten Erschließung des Baugebietes „Kirchenried“ im Ortsteil Oberschopfheim der Gemeinde Friesenheim waren geotechnische Untersuchungen auszuführen, die für die geplante Müller-Thurgau-Straße zu Angaben über die örtlichen Untergrund- und Grundwasserverhältnisse für die geplante Kanalverlegung (vorgesehene Kanalgrabentiefe ca. 2,5 bis 3,0 m unter die gegenwärtige Geländeoberfläche) sowie für den Straßenbau (Angabe der erforderlichen Dicke der aufgrund möglicherweise ungünstiger Tragfähigkeiten des Untergrundes zu verstärkenden Frostschutz-/Tragschicht) führen.

Untersuchungen auf Altlasten waren ausdrücklich nicht Bestandteil der Untersuchungen (bei der Auswertung der Schürfschlitze wurden durch Inaugenscheinnahme bzw. durch Geruchsempfindung keine Hinweise auf Altlasten festgestellt).

2. Unterlagen

- Von **Zink Ingenieure, Lauf:**
 - Lageplan mit Angabe der Ansatzpunkte und der Höhen der Schürfgruben, M 1:1000, Stand: Mai 2000 (ergänzt im Dezember 2000)
 - Höhenplan Müller-Thurgau-Straße, M 1:500/50, Stand: Mai 2000
- Von der **Ingenieurgemeinschaft Wibel, Leinenkugel + Partner, Kirchzarten:**
 - Ergebnisse einer Ortsbegehung und einer Besprechung
 - Ergebnisse der geotechnischen Auswertung von Schürfschlitzten
 - Ergebnisse von Laborversuchen an kennzeichnenden Erdstoffproben

3. Örtliche Untergrund- und Grundwasserverhältnisse

Die örtlichen Untergrund- und Grundwasserverhältnisse wurden stichprobenartig durch fünf Schürfschlitzte mit Hilfe eines Baggers erkundet. Da das Gelände aufgrund ungünstiger Niederschlagsverhältnisse in den Tagen zuvor stark aufgeweicht war, konnten die Schürfgruben SCH3 und SCH4 nur mit einem kleinen Bagger und damit nur bis in eingeschränkte Tiefe ausgeführt werden. Die Lage der Ansatzpunkte der Schürfschlitzte geht aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor. Aus den Anlagen 2.1 und 2.2 geht der Zusammenhang zwischen der geplanten Straße und der Kanalverlegung sowie den festgestellten Untergrund- und Grundwasserverhältnissen hervor. In den Anlagen 3.1 bis 3.3 sind die Ergebnisse von Laborversuchen an kennzeichnenden Erdstoffproben dargestellt.

4. Straßenausbau

Die geplante Straße wird näherungsweise in Höhe der gegenwärtigen Geländeoberfläche verlaufen. Nach Angabe des planenden Ingenieurbüros ist die Straße der Bauklasse IV (Sammelstraße, Fußgängerzone mit Ladeverkehr) oder V (Anliegerstraße, Fußgängerzone) zuzuordnen. Der Aufbau der beiden Straßen unterscheidet sich bei den vorliegenden Verhältnissen in der erforderlichen Gesamtdicke der bituminösen Tragschicht auf der Frostschuttschicht (bei Bauklasse IV 18 cm, bei Bauklasse V 14 cm) und den erforderlichen Mindesttragfähigkeitseigenschaften auf der Oberfläche der Frostschuttschicht ($E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ bei Bauklasse

IV, $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bei Bauklasse V). Der Untergrund in Höhe des Erdplanums ist wechselnd den Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 nach der ZTVE-StB94 zuzuordnen. Die Dicke des frostsicheren Gesamtaufbaues ergibt sich bei den vorliegenden Verhältnissen zu:

Dicke des frostsicheren Oberbaues

Bauklasse	Grundwert (cm)	Zuschläge für ungünstige Wasserverhältnisse nach ZTVE-StB (cm)	erforderliche Gesamtdicke (cm)
IV	60	5	65
V	50	5	55

Hiernach ergibt sich für Bauklasse IV eine Mindestdicke des frostsicheren Gesamtoberbaues von 65 cm und für die Bauklasse V von 55 cm. Die Frostschutzschicht ist von dem darunter folgenden Untergrund (Erdplanum) durch ein geeignetes geotextiles Vlies (aus PP- oder PES-Fasern, ausschließlich durch Vernagelung mechanisch verfestigt, wirksame Öffnungsweite $\leq 0,09 \text{ mm}$, Geotextilerobustheitsklasse mindestens 3) vom örtlichen Untergrund zu trennen, sofern nicht der Sandanteil der Frostschutzschicht mindestens 30% beträgt, da andernfalls keine ausreichende mechanische Filterfestigkeit zwischen Untergrund und Frostschutzschicht gewährleistet ist. Die Frostschutzschicht ist durch Dränagen zu entwässern, die mechanisch filterfest (Verhinderung von Bodenentzug) sowie hydraulisch wirksam (Gewährleistung ausreichender Entwässerungsfähigkeit) auszuführen ist.

Wegen der unzureichenden Tragfähigkeitseigenschaften des Untergrundes ist unterhalb der Frostschutzschicht eine Bodenverbesserung erforderlich. Diese kann entweder durch einen Bodenersatz mit einem geeigneten Schüttmaterial (z.B. Vergrößerung der Dicke der Frostschutzschicht) oder eine Bodenverfestigung erfolgen. Wird die Dicke der Frostschutzschicht als Bodenersatz vergrößert, so ist bei der Bauklasse IV eine Mindestdicke von 75 cm und bei der Bauklasse V von 70 cm erforderlich. Im Bereich des Riedes (vgl. hierzu den Schürfschlitz SCH4) mit breiig/weichem Boden ist die Dicke der Frostschutzschicht/Bodenverbesserung - je nach Festigkeitseigenschaften des Untergrundes als Folge der Witterungsverhältnisse vor der Bauausführung - auf bis 1 m zu vergrößern. Bei Ansatz der Bauklasse V können die zuvor ermittelten Werte um 5 cm abgemindert werden. Es ist auf mechanische Filterfestigkeit zwischen dem Erdplanum und der Bodenverbesserungslage zu achten (das zuvor beschriebene geotextile Vlies ist jeweils an der Grenzfläche zwischen örtlichem Untergrund und Frostschutz-/Tragschicht einzubauen). Die Ausführung einer Bodenverbesserung z.B. durch Einfräsen von Weißfeinkalk ist erheblich von den Witterungsverhältnissen vor der Bauausführung abhängig. Bei starker Durchnässung der Böden ist auch bei einer Beimischung von

Weißfeinkalk keine ausreichende Verfestigung zu erreichen, da die natürlichen Wassergehalte dann deutlich zu hoch liegen. Bei natürlichen Wassergehalten wie zur Zeit der Baugrunderkundung kann eine Bodenverbesserung durch Beimischen von Weißfeinkalk im Bereich der Schürfschlitz SCH1, SCH2, SCH3 und SCH5 ausgeführt werden. Im Bereich des Riedgebietes bei SCH4 wird dies nicht möglich sein, dort ist eine entsprechende Vergrößerung der Dicke der Frostschutz-/Tragschicht oder eine andere vergleichbare Bodenverbesserung durch einen Bodenersatz vorzunehmen. Bodenverbesserungen durch Beimischung von Bindemitteln dürfen nur unterhalb des erforderlichen frostsicheren Gesamtaufbaues vorgenommen werden. Es muss hierbei sichergestellt sein, dass die Verfestigung des Untergrundes flächig bleibt, die geplante Tiefe (entsprechend der zuvor aufgeführten Bodenersatttiefe) ausgeführt und die erforderlichen Festigkeitseigenschaften erzielt werden. Dies ist durch mehrere Plattendruckversuche zu überprüfen.

Die Straße wird als Folge der Belastung durch den Fahrzeugverkehr und insbesondere durch das Eigengewicht der örtlich bis zu 1,5 m Höhe vorgesehenen Aufschüttungen deutliche zeitverzögerte Setzungen erfahren. Im Bereich zwischen den Schürfschlitz SCH1 bis zum Mittelbereich zwischen SCH3 und SCH4 werden die Setzungen vergleichsweise klein sein, da in diesem Bereich die größten vorgesehenen Aufschüttungen nur bis etwa 40 cm betragen. Insbesondere im Bereich mit den ungünstigsten angetroffenen Bodenverhältnissen bei SCH4 und in Richtung zu SCH5 sind Aufschüttungen bis etwa 1,5 m Höhe vorgesehen, unter denen sich der örtliche Untergrund zeitverzögert um einige Zentimeter (rechnerisch grob abgeschätzt ca. 2 bis 5 cm) ungleichmäßig setzen wird. Es empfiehlt sich daher - sofern die Bauausführung dies zulässt - in diesem Abschnitt die Straßenschüttung mit Frostschutzkies in einer Höhe bis etwa 1,5 m über die geplante Straßenoberfläche vorzubelasten, um die zu erwartenden Setzungen weitgehend in der Bauzeit vorwegzunehmen. Der Setzungsvorgang sollte durch Setzungsmessungen beobachtet werden. Das als Belastung überschüssige Frostschutzmaterial kann dann anschließend im Zuge des Straßenausbauens in den Bereichen zwischen den Schürfschlitz SCH1 bis SCH3 verwendet werden. Wegen der zu erwartenden zeitverzögerten Setzungen ist es bei den vorliegenden Verhältnissen sinnvoll, die Deckschicht erst nach einer Wartezeit von etwa zwei Jahren auf die Binderschicht aufzubringen.

Zu berücksichtigen ist hierbei auch, dass durch die vergleichsweise tiefe Kanalverlegung und die Verfüllung der Arbeitsräume mit geeignetem sandreichem Wandkies die Grabenverfüllung wesentlich weniger zusammendrückbar als der seitlich angrenzende Untergrund sein wird. Als Folge der Setzungen unter der Geländeaufschüttung und der Verkehrsbelastung ist daher zu erwarten, dass die Leitungsführung sich an der Straßenoberfläche durch einen grad-

artigen Hochpunkt ausweisen wird. Dies könnte mit der später aufzubringenden Deckschicht weitgehend ausgeglichen werden.

Die Abtragsböden im Bereich des Straßenausbaues sind im allgemeinen der Bodenklasse 4 „mittelschwer lösbar Bodenarten“ zuzuordnen, im Bereich des Schürfschlitzes SCH4, in dem der Bodenabtrag - je nach Niederschlagsverhältnissen in den Monaten vor der Bauausführung - im Hang-/Grundwasser erfolgen muss, wird als Folge der unvermeidbaren starken Aufweichungen beim Bodenabtrag im Hang-/Grundwasser der bindige Boden so stark aufweichen, dass er eine flüssig/breiige Konsistenz annehmen und damit der Bodenklasse 2 zuzuordnen ist.

5. Kanalverlegung

Die geplante Grabensohle zur Verlegung des Schmutzwasserkanales liegt im allgemeinen etwa 2,5 m unter der Geländeoberfläche und damit überwiegend im Grundwasser. Wegen der sehr ungünstigen Tragfähigkeitseigenschaften des Untergrundes und dem Einschneiden in den Grundwasserspiegel in bindigen Böden von wechselnd breiiger bis zu weicher Konsistenz ist an der Grabensohle in sehr kurzen Arbeitsabschnitten eine Bodenverbesserungslage aus geeignetem sandreichem Wandkies (Sandanteil mindestens 30%) einzubauen, die durch eine mechanisch filterfeste und hydraulisch wirksam auszubildende Dränage zu entwässern ist. Die Dränleitung ist bei Beendigung der Kanalbauarbeiten abzdämmen, damit nicht eine ständige Grundwasserabsenkung durch die Dränmaßnahme erfolgt, da hierdurch wegen des im Einflussbereich der Grundwasserabsenkung liegenden Wegfalles des Auftriebes des Bodens eine zusätzliche Belastung des Untergrundes und dadurch bedingte Setzungen entstehen würden, die auch seitlich bis in die geplante Bebauung Einfluss ausüben könnten. Die Dicke der Bodenersatzlage muss in Anpassung an die jeweiligen Bodenverhältnisse, die insbesondere von den Niederschlägen in der Zeit vor der Bauausführung abhängen, jeweils in Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten ausgeführt. Die Mindestdicke der Bodenersatzlage wird im allgemeinen bei ca. 60 cm liegen, wobei die Breite der Bodenersatzlage die seitliche Druckausbreitung unter dem Rohraufleger unter einer Neigung von 1:1 berücksichtigen muss. Die Bodenersatzlage ist - wie zuvor dargelegt - in kurzen Arbeitsabschnitten nach dem „Andeckverfahren“ einzubauen und sofort jeweils durch Abrütteln zu verdichten. Zum Grabenverbau werden im Bereich der Schürfschlitzes SCH1, SCH2 und SCH5 Verbautafeln als Personenschutz ausreichen. Im Bereich der Schürfschlitzes SCH3 und SCH4 ist ein Gleitschienenverbau (z.B. Krings, Hydrapressverbau o.a.) erforderlich, der für die zu erwartenden ausfließenden Böden als Folge des Einschneidens in das Grundwasser geeignet ist.

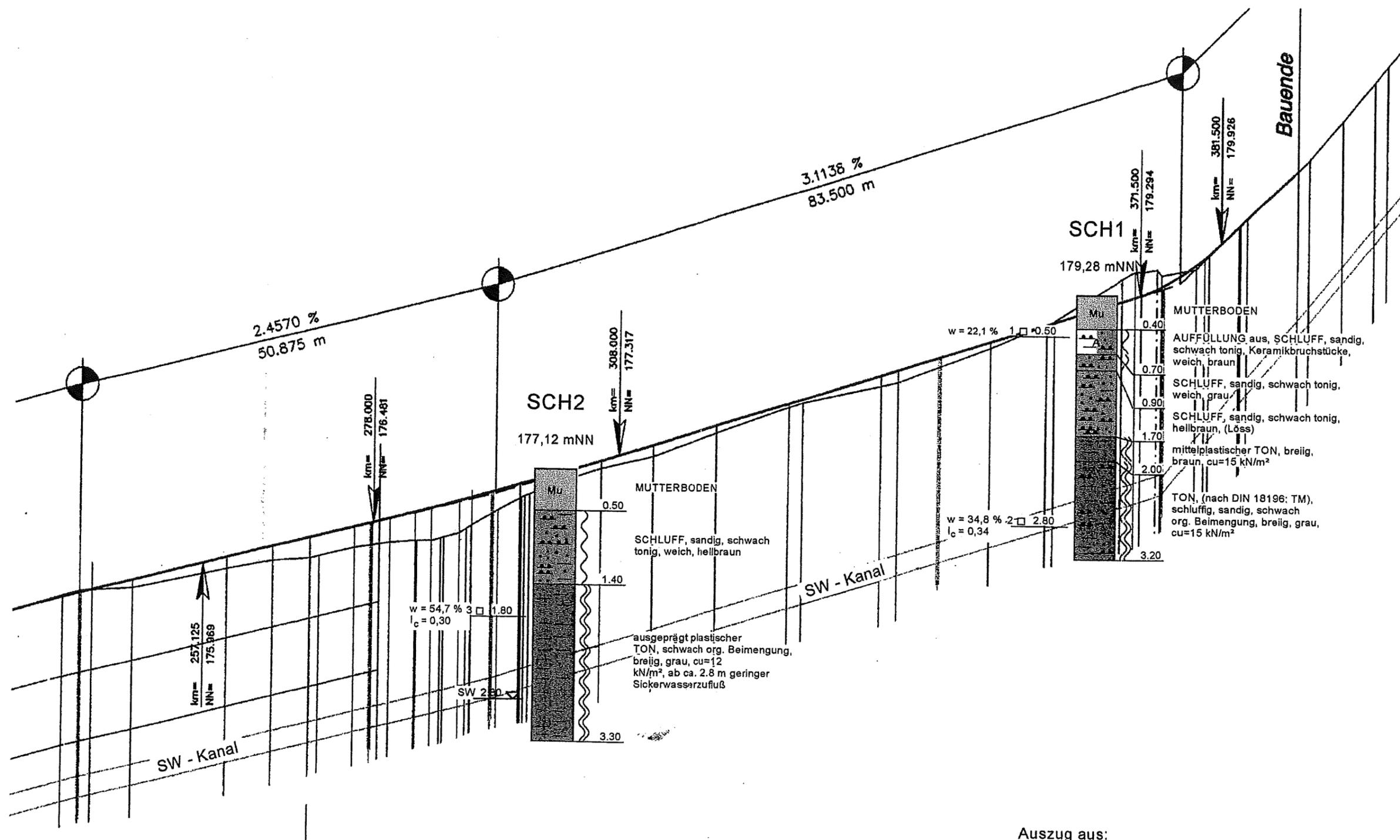
Bei der Auswahl des Verbaues ist darauf zu achten, dass die Verbauelemente nicht unter die Aushubsohle in den Untergrund einschneiden, da beim Ziehen andernfalls der zuvor vom Verbau eingenommene Untergrundspalt sich durch seitliches Nachgeben des Bodens wieder schließen muss. Hiermit könnten ungleichmäßige Setzungen des Kanales und dadurch bedingte Rohrschäden verursacht werden. Der Aushubboden ist oberhalb des Grundwasserspiegels im allgemeinen der Bodenklasse 4 „mittelschwer lösbbare Bodenarten“ und in den Bereichen, in denen der Untergrund aus ausgeprägt plastischen Tonen besteht, auch der Bodenklasse 5 „schwer lösbbare Bodenarten“ zuzuordnen. Beim Aushub im Grundwasser werden diese Böden stark aufweichen und damit eine flüssige bis breiige Konsistenz (Bodenklasse 2) aufweisen. Eine Grundwasserabsenkung durch eine Unterdruckentwässerung ist bei den vorliegenden Verhältnissen wenig Erfolg versprechend, da die Durchlässigkeit der in der entsprechenden Tiefe überwiegend vorhandenen mittel- bzw. ausgeprägt plastischen Tone bzw. tonigen, sandigen Schluffe zu gering für eine Unterdruckentwässerung ist, die Hauptwasserführung jedoch durch Großporen (vermutlich verrottete Pflanzenröhrchen u.a.) erfolgt, die mit Hilfe einer Unterdruckentwässerung nicht ausreichend entwässert werden können.

Die Aushubböden sind weder für eine Wiederverwendung beim Straßenbau noch zur Grabenverfüllung geeignet. Aufgrund der ungünstigen Bodenverhältnisse ist es zweckmäßig, die Grabenverfüllung mit geeignetem sandreichem Wandkies (Sandanteil mindestens 30%) vorzunehmen, wobei im Bereich der Schächte jeweils mit Beton o.a. eine schottenartige Abdichtung des Kanalgrabens in der Längsrichtung erfolgen muss, um eine Dränwirkung durch die Grabenverfüllung und eine dadurch bedingte dauerhafte Grundwasserabsenkung zu verhindern. Die Grabenverfüllung aus geeigneten Kies-Sand-Gemischen ist auf mindestens 97% der Einfachen Proctordichte zu verdichten (stichprobenartige Überprüfung durch Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH). Beim Einbau der Grabenverfüllung ist darauf zu achten, dass der Verbau schrittweise um die Dicke der Einbaulagen (ca. 30 bis 40 cm - je nach verwendetem Verdichtungsgerät -) gezogen und der Verfüllboden unmittelbar gegen den seitlichen Untergrund eingebaut und verdichtet wird.

Bei den vorliegenden Verhältnissen ist es zweckmäßig, die Dränagen so an die Schächte anzuschließen und abzudämmen, dass diese im Fall erneuter Kanalarbeiten wieder in Betrieb genommen werden können, da hierdurch eine erhebliche Erleichterung bei Kanalsanierungsarbeiten durch Aufgrabungen möglich wird.



(Wibbel)



Auszug aus:
 Höhenplan Müller-Thurgau-Straße, Datum: Mai 2000
 Ingenieurbüro Zink, 77884 Lauf

Zeichenerklärung:

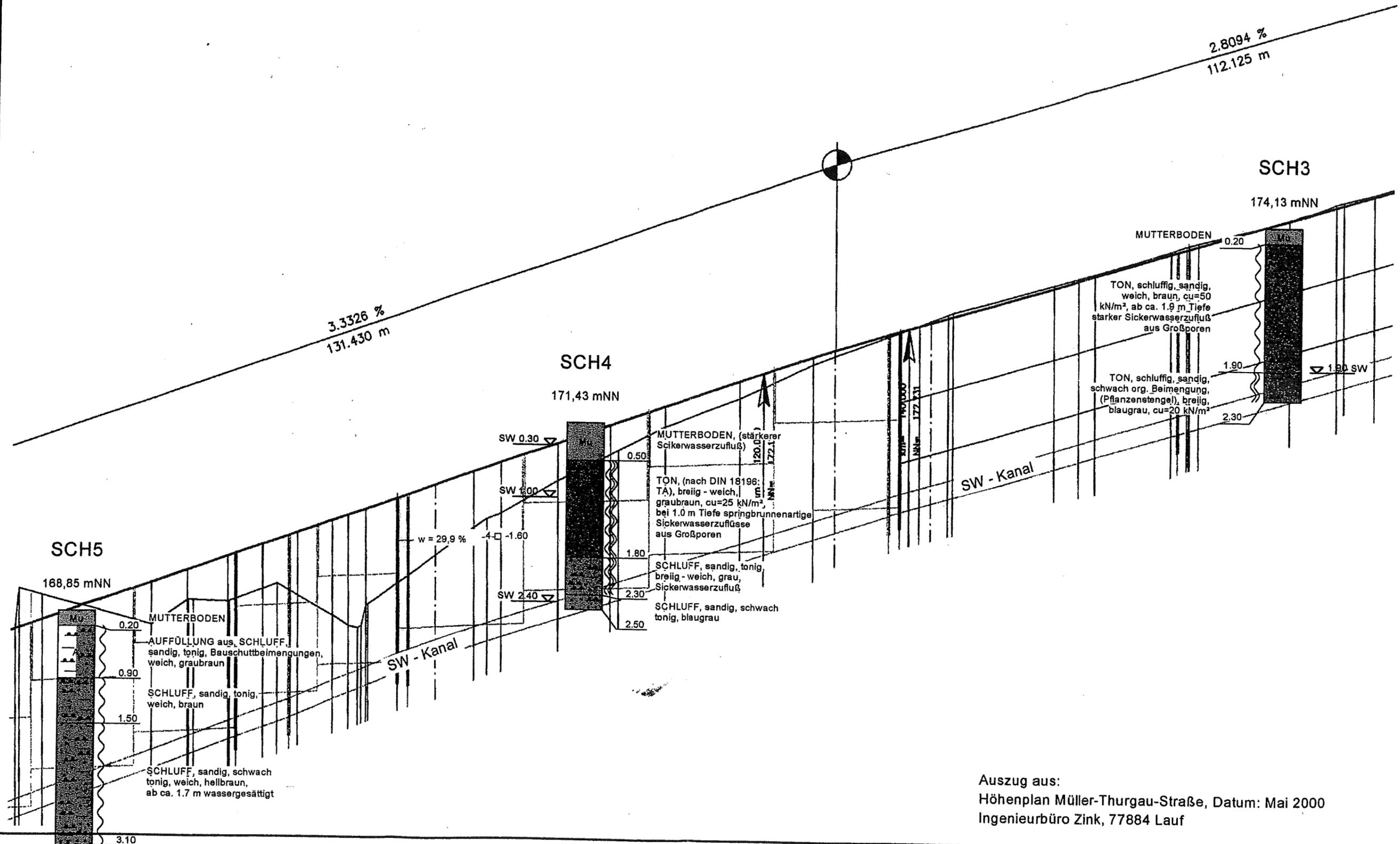
- | | | | |
|-------|---|-----------|---|
| BK | Rammkernbohrung | SW | Sickerwasser |
| BS | Kleinrammkernbohrung | ▽ e. GW | Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand) |
| SCH | Baggerschurf | ▽ a. GW | Grundwasser angetroffen |
| RS | Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH | 2 □ 1.0 m | gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe |
| w | natürlicher Wassergehalt | ● 1,0 m | Wasserprobe mit Entnahmetiefe |
| I_c | Zustandszahl | | |
| c_u | Kohäsion des undrained Bodens (Handflügelsonde) | | |

WIBEL
LEINENKUGEL
PARTNER

Lindenbergsstraße 12 · 79199 Kirchzarten
 Tel. 07661/9391-0 · Fax 07661/9391-75
 E-Mail: info@wlp-geotechnik.de

Ergebnisse der Untergrunderkundung
 Längsschnitt

Projekt: BV Baugebiet "Kirchenried", Friesenheim - Oberschopfheim			Projekt-Nr.: 00303/W
Datum: 21.12.2000	Massstab: M _H : 1 : 50 M _L : 1 : 500	Datei: 00303-Anlage 2-1	



Auszug aus:
Höhenplan Müller-Thurgau-Straße, Datum: Mai 2000
Ingenieurbüro Zink, 77884 Lauf

Zeichenerklärung:

BK	Rammkernbohrung	SW	Sickerwasser
BS	Kleinrammkernbohrung	▽ e. GW	Grundwasser eingespiegelt (Ruhewasserstand)
SCH	Baggerschurf	▽ a. GW	Grundwasser angetroffen
RS	Sondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH	2 □ 1.0 m	gestörte Bodenprobe mit Labornummer und Entnahmetiefe
w	natürlicher Wassergehalt	● 1.0 m	Wasserprobe mit Entnahmetiefe
l_c	Zustandszahl		
c_u	Kohäsion des undränierten Bodens (Handflügelsonde)		

WIBEL LEINENKUGEL PARTNER

Ehdenbergstraße 12 · 79189 Kirchzarten
Tel. 07661/9391-0 · Fax 07661/9391-75
E-Mail: info@wip-geotechnik.de

Ergebnisse der Untergrunderkundung Längsschnitt		
Projekt: BV "Im Kirchenried", Friesenheim - Oberschopfheim		
Datum: 21.12.2000		Projekt-Nr.: 00303/W
Masstab: M _h : 1 : 50	M _v : 1 : 500	Datei: 00303-Analge 2-2

Laboruntersuchungen

Projekt: Erschließung Baugebiet Kirchenried

Ort: Friesenheim

Auftrag: 00303/W

Aufschluss	Entnahme- tiefe [m]	Entnahme- art ¹⁾	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse nach DIN 18300	natürlicher Wassergehalt w_n [%]	Fließgrenze (Anlage) w_L [%]	Ausroll- grenze w_p [%]	Plastizitäts- zahl I_p [%]	Zustands- zahl I_c
SCH1	0,5 2,8	GP GP	TM	2	22,1 34,8	42,4	20,2	22,2	0,34
SCH2	1,8	GP	TA	2	54,7	66,9	25,8	41,1	0,30
SCH4	1,6	GP			29,9				

¹⁾ SP: Sonderprobe, GP: gestörte Probe

Konsistenzgrenzen

Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN 18 122, Teil 1

Projekt: Erschließung Baugebiet Kirchenried

Ort: Friesenheim

Auftrag: 00303/W

Datum: 18.12.00

Bearbeiter: Werner

Labor-Nr.: 3

Entnahmestelle: SCH2

Tiefe [m]: 1,8

Versuchsergebnis:

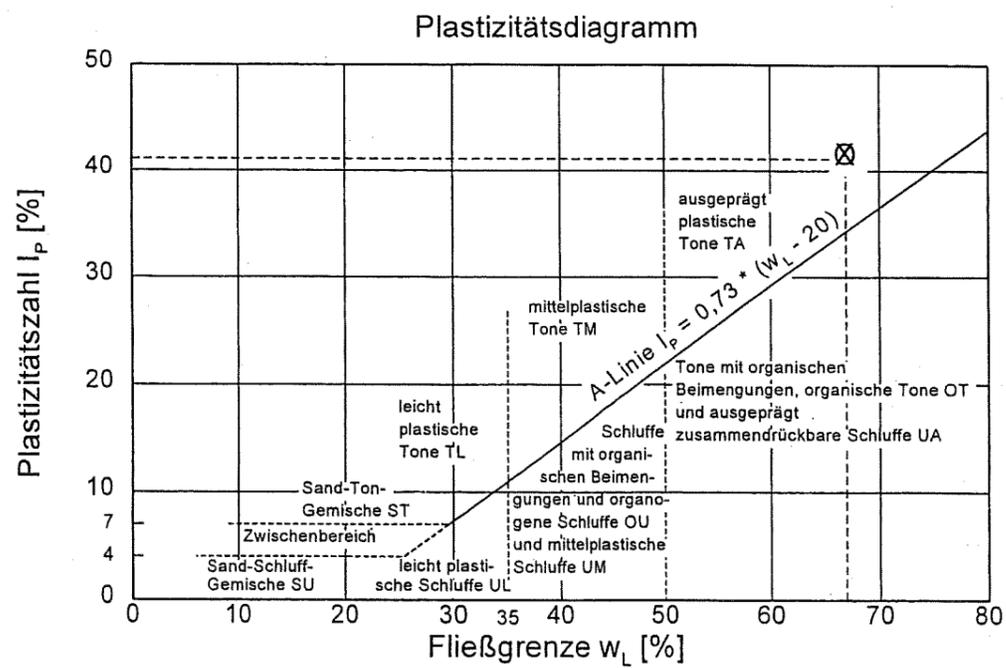
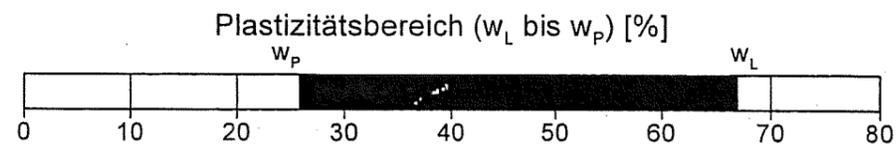
Wassergehalt $w = 54.7 \%$

Fließgrenze $w_L = 66.9 \%$

Ausrollgrenze $w_p = 25.8 \%$

Plastizitätszahl $I_p = 41.1 \%$

Konsistenzzahl $I_c = 0.30$



Zustandsform

$I_c = 0.30$

