

PROJEKT: Tiefenabgrabung in der Gemarkung
Westerkappeln, Flur 150

**Geotechnisches und hydrogeologisches
Gutachten**

AUFTRAGGEBER: Teepe GmbH, Baustoffhandel-Transporte
49497 Mettingen

VORGELEGT AM: 19.05.99

PROJEKT-NR: 3605

PROJEKTBEARBEITER: Dipl.-Ing. C. Scheu

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorgang und Aufgabenstellung	4
2. Verwendete Unterlagen	5
3. Durchgeführte Untersuchungen	6
4. Baugrund	7
4.1 Geologische und topographische Gegebenheiten	7
4.2 Baugrundaufbau	8
4.3 Baugrundbeurteilung, Bodenkenngrößen	10
4.4 Maßgebende Bodenkenngrößen, Bodenklassen	11
5. Hydrogeologische Gegebenheiten	12
5.1 Vernässungen und Durchlässigkeiten	12
5.2 Wasserstände der Pegel	13
5.3 Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeit	15
5.4 Auswirkungen der Abgrabung auf das Umfeld	15
5.4.1 Allgemeines	15
5.4.2 Auswirkungen der Abgrabung auf die Hausbrunnen der Nachbarschaft	16
6. Abgrabung	20
6.1 Böschungsgeometrie	20
6.2 Standsicherheit	21
6.3 Auswirkungen auf die Gleisanlagen	22
7. Wiederverfüllung	23
8. Zusammenfassung	24

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Bohr- und Sondierplan M 1:1000
Anlagen 2.1 und 2..2	Bohrprofile
Anlage 3	Schichtenverzeichnisse Fa. Sadurski
Anlage 4	Bohrbericht Fa. Teepe, 1994
Anlagen 5.1 bis 5.10	Bodenmechanische Laboruntersuchungen
Anlage 6	Auswertungen der Rammsondierungen
Anlage 7	Lageplan der Pegel M 1:5000
Anlage 8	Messungen der Pegelstände
Anlage 9	Ganglinien der Grundwassermessungen
Anlagen 10.1 bis 10.4	Grundwassergleichenpläne und Strömungsgradienten
Anlage 11	Standsicherheitsberechnung

1. Vorgang und Aufgabenstellung

Die Firma Teepe GmbH, Baustoffgroßhandel-Transporte, Ackerweg 81, 49497 Mettingen, beabsichtigt in der Gemarkung Wersterkappeln, Flur 150, Flurstück 30, eine Abgrabung von Tonstein durchzuführen. Der anstehende Rohstoff wird in Ziegeleien zur keramischen Produktion benötigt. Es handelt sich hierbei um einen Mischton, durch den die Vorkommen der hochwertigen Tone der Roten Schichten des Schafberges entscheidend geschont werden.

Die Tiefenabgrabung soll einer Gesamtfläche von ca. 10 ha vorgenommen werden. Der Abbau von Tonstein erfolgt bis zu einer Tiefe von ca. 15 m unter Geländeoberfläche (GOF).

Aufgrund der festgestellten Grundwasserverhältnisse ist davon auszugehen, daß während des Abbaubetriebes eine Wasserhaltung erforderlich ist. Zur Reduzierung der Wasserhaltungsarbeiten soll der Tagebau in "Kassetten", d. h. Grubenabschnitten, durchgeführt werden. Die Abbauabschnitte werden jeweils eine Fläche von ca. 0,8 bis 1,0 ha. Zwischen den einzelnen Abgrabungsabschnitten werden Trenndämme entstehen. Der Abgrabungsbetrieb soll in den Wintermonaten November bis Februar erfolgen. Es ist beabsichtigt jeweils eine Kasette pro Wintersaison abzubauen.

Der vorhandene Oberboden soll abschnittsweise abgeschoben, in Mieten zwischengelagert und zur Rekultivierung wieder verwendet werden. Die Bodenschichten zwischen Oberboden und Rohstoff bzw. Tonstein stellen den sog. Abraum dar. Der bei der Rohstoffgewinnung anfallende Abraum wird jeweils im vorjährigen Abbauabschnitt eingebaut. Der Abbau soll in einem Zeitraum von 10 bis 15 Jahren durchgeführt werden.

Im Rahmen einer Anhörung bzw. eines "Scoping-Termins" nach § 5 UVPG wurden die von den beteiligten Trägern öffentlicher Belange des Vorhabens geforderten Untersuchungen erläutert. In einem ersten Teil sollen die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die bestehenden hydrogeologischen und geotechnischen Verhältnisse betrachtet werden.

Das vorliegende geotechnische und hydrogeologische Gutachten umfaßt demnach folgende Schwerpunkte:

- Beschreiben des Baugrundes im Bereich der Tiefenabgrabung auf der Grundlage von Aufschlußbohrungen
- Angaben zu den hydrogeologischen Gegebenheiten, insbesondere Grundwasser- verhältnisse (bzw. Schichtenverzeichnisse), Grundwasserströmungsverhältnisse, Wasserdurchlässigkeiten und anfallende Wassermengen im Bereich der Abgrabung bei entsprechender Wasserhaltung
- Auswirkungen der Abgrabung mit entsprechender Wasserhaltung auf das hydrogeologische Umfeld, speziell auf vorhandene Hausbrunnen und Reichweite der Grundwasserabsenkung
- Angaben zur Ausbildung der Böschungen der Tiefenabgrabung, Standsicherheit der Böschungen
- Untersuchung der Grundwasserabsenkung und Abgrabung auf der Gleisanlage der Regionalverkehr Münsterland GmbH (RVM)
- Angaben zur Wiederverfüllung mit Abraummaterial bzw. Z0/Z1-Material.

2. Verwendete Unterlagen

- 2.1 Antrag auf Genehmigung einer Tiefabgrabung in der Gemarkung Westerkappeln, Flur 150, Teepe GmbH, Mettingen, erstellt durch die Flick Ingenieurgemeinschaft, Ibbenbüren, 1998.
- 2.2 Stellungnahme der Träger öffentlicher Belange, insbesondere vom Kreis Steinfurt als Untere Wasser- und Landschaftsbehörde, StUA Münster, Westfälisches Straßenbauamt Münster, Unterhaltungsverband Mettingen-Aa, Landwirtschaftskammer, Regionalverkehr Münsterland GmbH, Gemeinde Westerkappeln, Geologisches Landesamt, Bezirksregierung Münster.
- 2.3 Aufschlußbohrungen (8 Stück) durch Fa. Teepe im September/Okttober 1994 mit Aufschlußtiefen bis ca. 23 m Tiefe.
- 2.4 Weitere Bohrungen (7 Stück) durch Fa. Teepe im Juli 1995, zeitweilig als Grundwasserpegel genutzt, bis ca. 5,6 m Tiefe.

2.5 Regelmäßige Grundwasserstandsbeobachtungen von 9 Pegeln liegen seit Januar 1998 vor; Messungen durch Ingenieurgesellschaft Flick, Ibbenbüren.

2.6 Bodenkarte NRW, Blatt L 3712 Ibbenbüren.

2.7 Geologische Karte von NRW 1:25000, Blatt 3613 Westerkappeln.

3. Durchgeführte Untersuchungen

Im Rahmen der Untergrunderkundung wurden vom Bohr- und Sondiertrupp des Ingenieurbüros Scheu am 08. und 09.04.99 auf der Fläche der beantragten Abgrabung insgesamt

- 4 Rammkernsondierungen (RKS, Bohr-Ø 80/33 mm) entsprechend DIN 4021 mit Endteufen bis max. ca. 7 m Tiefe unter vorhandener Geländeoberfläche (GOF) und
- 4 Rammsondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) nach DIN 4094 bis in maximal ca. 7 m Tiefe unter GOF niedergebracht.

Weiterhin sind durch die Fa. Erdbohrungen Sadurski, Leopoldshöhe, 2 Aufschlußbohrungen mit Endteufen von 17 m und 15 m unter GOF als verrohrte Trockenbohrung mit einem Durchmesser von 159 mm am 07. und 08.04.99 abgeteuft worden. Diese Bohrungen dienten zur genauen Bestimmung der Schichtenfolge mit Entnahme von ungestörten Boden- und Felsproben.

Die Aufschlußbohrungen wurden vom Bohr- und Sondiertrupp des Ing.-Büro Scheu lage- und höhenmäßig aufgenommen. Die Lage der Aufschlußbohrungen und Sondierungen können dem als Anlage 1 beigefügten Lageplan 1:1000 entnommen werden.

Die Ergebnisse der Felduntersuchungen sind in den Anlagen 2.1 und 2.2 in Form von Bohrprofilen und Sondierdiagramme zeichnerisch dargestellt worden. In der Anlage 3 sind die Schichtenverzeichnisse der Fa. Sardurski beigefügt. Anlage 4 enthält den Bohrbericht der Fa. Teepe aus dem Jahre 1994.

Die Ergebnisse der im Labor an Bohrproben durchgeführten bodenmechanischen Versuche sind in der Anlage 5 zusammengestellt.

4. Baugrund

4.1 Geologische und topographische Gegebenheiten

Die geplante Abgrabung befindet sich im Außenbereich der Gemeinde Westerkappeln, rund 2,5 km westlich des Ortskerns in der Bauernschaft Westerbeck und nördlich der Tecklenburger Nordbahn. Das vorgesehene Flurstück 30 wird derzeit landwirtschaftlich genutzt. Im Westen grenzt im Anschluß an einen Markenweg eine größere Ackerfläche an, im Süden verläuft die Trasse der Tecklenburger Nordbahn. Im Osten liegt eine kleinere Gründlandparzelle und ein namenloses Gewässer sowie ein Wohnhaus. Im Norden befindet sich auf der gegenüberliegenden Straßenseite ein Buchenwald und Bebauung (Hof Twiehaus).

Die Geländehöhe auf dem Abtragungsgelände variiert zwischen ca. 66 m NN im Norden bzw. ca. 77 m NN im Süden. Die Geländeneigung beträgt im Mittel ca. 2,5 %.

Nach Eintragungen im Blatt 3613 Westerkappeln und Blatt C 3910 Rheine der Geologischen Karten ist im Bereich der Abgrabung als gewachsener Baugrund im Süden Sandlöß (Lös: Schluff, tonig und Sand, gelbbraun) im Norden älterer Flugsand (S,a(1): Feinsand gelbbraun) über Buntsandstein (s: Ton-, Tonmergel-, Mergel-, Sand- und Schluffstein, rotbraun bis violett) kartiert.

“Dieser Bereich gehört geologisch zur ”Nierenburger Horst-Gebirgs-Formation“. Dieser Gebirgszug liegt zwischen den jurastischen Gesteinen, seine Umgrenzung hebt er sich als herzynisch streichendes Element heraus. Der Buntsandstein liegt am nordwestlichen Rand der Rheinischen Schwelle. Der Verlauf der Schuttströme läßt eine Nordwestrichtung erkennen. Die Mächtigkeit der Buntsandsteine beträgt etwa 400 m.

Die östliche Begrenzung bildet die Verwerfung zur Westerkappeler Scholle. Von den beiden ineinander parallel laufenden, herzynisch streichenden Längsströmungen, ist die nördliche eine Verlängerung der westlich hereinstreichenden Jura-Randverwerfung. Sie ist ein Teil des Sprungsystems, welches die Ibbenbürener Karbon-Scholle im Norden begrenzt.

Die Gebirgsformation ist fast gänzlich von Löß und Flugsand bzw. Geschiebemergel bedeckt. Über Tage erscheint der Buntsandstein nur unter einem Schleier von Flugsand beim Hof Twiehaus und im Bahneinschnitt der Tecklenburger Nordbahn.

Im Bereich des Bahneinschnittes ist ein Streichen von Südost nach Nordwest und eine Fallen in Nord-Ost-Richtung von 45° festgestellt worden.

Der Buntsandstein besteht überwiegend aus rotbraunen bis violetten, teilweise auch mehr grau-grünen, stellenweise mergeligen, feinsandig-schluffigen Tonsteinen, feinsandig-tonigen Schluffsteinen und Mergelstein. Die Buntsandsteine sind meist verhältnismäßig mürbe, zeigen eine undeutliche oder faserige Schichtung und verwittern bröckelig“ (aus den Erläuterungen zur Geologischen Karte 3613 Westerkappeln).

4.2 Baugrundaufbau

Die geologischen Hinweise in dem unter Punkt 2.1 genannten Kartenblatt über den allgemeinen Baugrundaufbau sind durch die Ergebnisse der Aufschlußbohrungen zum größten Teil bestätigt worden.

Unter der vorhandenen GOF im zukünftigen Abbaubereich wurde zunächst eine **Mutterbodenschicht** in einer Stärke von ca. 0,30 m (RKS 2) bis 0,35 m erbohrt. Diese besteht aus humos ausgebildeten **feinsandigen Schluffen** mit einzelnen Kieseln.

Unterlagernd stehen, den Bohrerergebnissen zufolge, zunächst **Flugsande** in einer Mächtigkeit von ca. 1,0 m (RKS 1) bis ca. 3,7 m (RKS 4) an. Bei den Flugsanden handelt es sich hauptsächlich um schluffige, **mittelsandige Feinsande**.

Aus der Korngrößenverteilung in Anlage 5.2 kann für die **Flugsande** der Sandanteil (Fein- und Mittelsand) mit ca. 70 % und der Schluffanteil (Grobschluff) mit ca. 30 % angegeben werden. Der Wassergehalt beträgt ca. $w_n = 17 \%$.

Im Bereich RKS 3 und RKS 4 ist in einer Tiefe von ca. 0,35 m bis 2,40 m und ca. 0,35 m bis 4,0 m unter GOF kein Schluffanteil festzustellen.

Im Bereich RKS 2 / RKS 3 / B 2 ist ab einer Tiefe von ca. 1,60 m (B 2) / 2,50 m (RKS 2) bis ca. 3,80 m (B2) / 5,00 m (RKS 3) **Geschiebemergel** vorhanden. Die bodenmechanische Ansprache lautet nach der Kornverteilungskurve in Anlage 5.7 **toniger sandiger schwach kiesiger Schluff**. Der Wassergehalt der Probe 3605-17 liegt bei $w_n = 16,9 \%$. Der Feinkornanteil beträgt ca. 70 % (Schluffanteil ca. 50 %, Tonanteil ca. 20 %).

Nach der Plastizitätskarte in Anlage 5.10 beträgt die Fließgrenze $w_L = 33,3 \%$ bzw. Ausrollgrenze $w_L = 14,8 \%$. Der Geschiebemergel ist bei einer steifen Konsistenz in der Bodengruppe TL einzuordnen.

Im Bereich RKS 2 / RKS 3 / B 2 wird der Geschiebemergel von **Vorschüttsande** (Mittelsande z. T. schluffig) unterlagert.

Der **Tonstein** der Buntsandstein-Formation steht zunächst verwittert ab einer Tiefe von ca. 1,40 m (RKS 1) / 5,50 m (RKS 3) unter GOF an.

Die Endteufe der Bohrungen im Bereich der Abgrabungsfläche beträgt ca. 17 m (B1) bis ca. 23 m (E-IV). Die Mächtigkeit der Ton- und Tonmergelsteine bzw. Sandsteine dürften in diesem Bereich erheblich stärker sein, nach den geologischen Schnitten der Geologischen Karte 3613 Westerkappeln sogar bis zu mehreren hundert Metern.

Bei dem Buntsandstein handelt es sich überwiegend um **Tonstein** und **Tonmergelstein** mit geringem Kalkgehalt. An den entnommenen Bohrkernen sind auch in tieferen Lagen starke Zerklüftungen festgestellt worden. Die Wasserwegigkeit von Grundwasser wird sich deshalb überwiegend als Klüftenwasser zeigen.

Bodenmechanische Untersuchungen des Ton- und Tonmergelsteins an gestörten Proben (Anlage 5) ergaben folgende Ergebnisse:

Wassergehalte: $w_n = 9,6 \%$ bis $30,6 \%$,
 Fließgrenze: $w_L = 37,7 \%$ bis $42,0 \%$,
 Ausrollgrenze: $w_P = 16,8 \%$ bis $19,1 \%$,
 Plastizitätszahl: $I_p = 18 \%$ bis 23% .

Aus der Plastizitätskarte in den Anlagen 5.8 und 5.9 ist der angetroffene Tonstein überwiegend der Gruppe TL bis TM "leicht bis mittelplastischer Ton" zuzuordnen.

Die Kornverteilungen in den Anlagen 5.3 bis 5.7 zeigen

Tonanteile von ca. 5 % bis ca. 20 %,
 Schluffanteile von ca. 40 % bis ca. 60 %,
 Sand-Kiesanteil von ca. 30 % bis ca. 50 %.

Nach den Korngrößenverteilungen sollte die Felsansprache "Schluffstein" lauten. Tonstein wird in diesem Zusammenhang als Überbegriff für Tonstein und Schluffstein verwendet.

Die Konsistenz/Festigkeit des Tonsteines während des Bohrungsfortschrittes war überwiegend halbfest bis fest, im Bereich B2 ab einer Tiefe von ca. 14 m unter GOF auch sehr fest.

4.3 Baugrundbeurteilung, Bodenkenngrößen

Die Scherfestigkeit der durchörterten Böden (insbesondere die Deckschichten und das Abraummateriale) in dem von uns aufgeschlossenen Tiefenbereich ist aus der gemessenen Schlagzahl N_{10} der mittelschweren Rammsonde (DPM) abgeleitet und in der Anlage 6 des vorliegenden Gutachtens dargestellt worden. Aus der gemessenen Bandbreite der Schlagzahlen N_{10} ergaben sich, unter Eliminierung der raumverfälschten Einflüsse wie z. B. organische Anteile und Schichtenwasser, folgende Bodenkenngrößen:

– Flugsand

Bodenart:	Schluffiger, mittelsandiger Feinsand
Schlagzahlbereich:	$N_{10} = 1$ bis 13
Lagerungsdichte:	$D = \text{ca. } 0,18$ bis $0,6$ (locker bis dicht gelagert)
Reibungswinkel:	$\varphi' = 32,5^\circ$
Steifemodul:	$E_s = 15$ bis 40 MN/m^2

–

– Geschiebemergel

Bodenart:	Toniger, sandiger schwach kiesiger Schluff
Schlagzahlbereich:	$N_{10} = 10$ bis 20
Druckfestigkeit:	$q_u = \text{ca. } 0,18$ bis $0,27 \text{ MN/m}^2$ (steife bis halbfeste Zustandsform)
Reibungswinkel:	$\varphi' = 25^\circ$
Reibungswinkel:	$c' = \text{ca. } 15$ bis 20 kN/m^2
Steifemodul:	$E_s = 15$ bis 30 MN/m^2

4.4 Maßgebende Bodenkenngrößen, Bodenklassen

Die für die erdstatische Berechnung maßgebenden Bodenkenngrößen (Berechnungswerte) sind in der Tabelle 1 zusammengestellt worden. Die Berechnungswerte beschreiben die mechanischen Eigenschaften der anstehenden Böden bzw. Gesteine im vorhandenen (ungestörten) Lagerungszustand. Die Böden der Klasse 4 sind wasser- und bewegungsempfindlich und erfahren eine Verschlechterung ihrer Zustandsform, sobald sie im wassergesättigten Zustand mechanisch beansprucht werden. Dann trifft die Bodenklasse 2 zu.

Für die Abschätzung der Berechnungswerte des Ton- bzw. Tonmergelgesteins sind Literatur- und Erfahrungswerte herangezogen worden.

Tabelle 1: Zusammenstellung der für erdstatische Berechnungen maßgebenden Boden- und Gesteinsgrößen

Boden bzw. Gesteinsart	Wichten γ/γ' [kN/m ³]	Reibungs- winkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steife- modul E_s [MN/m ²]	Boden- gruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300
Flugsand	20/10	32,5	5	15 bis 40	3	SU, SW
Geschiebemergel	20/11	25	15	15 bis 30	4, 5	UM, TL, TM, SU*
Ton- und Tonmergelstein	21/11	25	30	20 bis 100	6, 7	TL, TM

5. Hydrogeologische Gegebenheiten

5.1 Vernässungen und Durchlässigkeiten

Beim Teufen der Bohrungen B1, B2 und RKS 1 bis RKS 4 wurde das bergfrische Bohrgut an den in Tabelle 2 angegebenen Aufschlußstellen naß angesprochen. Dabei wird zwischen festgestelltem Wasserstand im Bohrloch und vernäστε Bodenproben unterschieden.

Die Vernässungen werden an den Bodenproben augenscheinlich und/oder durch ein "Rüttelversuch" bestimmt. Der Wasserstand im Bohrloch ist mit Hilfe eines Kabellichtlotest festgestellt worden.

Tabelle 2: Vernässungen und Wasserstände in den Aufschlußbohrungen

Aufschlußstelle	Wasserstand im Bohrloch [m] unter GOF	Vernässungen [m] unter GOF
RKS 1		0,90 - 1,40
RKS 2		0,30 – 0,90 und 2,00 - 2,50
RKS 3		1,00 – 2,40 und 5,00 - 5,50
RKS 4	1,15	1,10 - 4,00
B 1	Anstieg auf 3,20	3,30 - 3,40 ab 5,30
B 2	Anstieg auf 7,40	ab 10,30

Die festgestellten Vernässungen bzw. Schichtenwasserstände unterliegen starken jahreszeitlichen Schwankungen. Diese Vernässungen entstehen hauptsächlich durch den eingesickerten und anschließend auf dichteren Bodenschichten aufgestauten Niederschlag.

Den Überdeckungsschichten, im wesentlichen Sande und Schluffe, können auf der Grundlage der bestimmten Kornverteilungskurven bzw. Erfahrungswerten, folgende Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte k_f zugeordnet werden:

Flugsand: $k_f = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s bis } 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$

Geschiebemergel: $k_f = 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s bis } 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$

Sandablagerungen: $k_f = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s bis } 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

Der Ton- und Mergeltonstein verfügt erfahrungsgemäß über folgende Werte:

Gebirgsdurchlässigkeitsbeiwert: $k_f = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s bis } 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$

im Mittel: $k_f = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

Gesteinsdurchlässigkeitsbeiwert: $k_f = 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s bis } 1 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}$

Der höhere Gebirgsdurchlässigkeitsbeiwert ist durch die Trennflächen des Klüftensystems sowie den Verwitterungsgrad bedingt und ist maßgebend für die hydraulischen Berechnungen. Nach den Klassifizierungsrichtlinien des Geologischen Landesamtes NRW handelt es sich bei dem aufgeschlossenen Ton- und Tonmergelstein um ein **Grundwassergeringleiter der Durchlässigkeitsklasse V** ($k_f = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s bis } 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ im Mittel $k = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$).

5.2 Wasserstände der Pegel

Im Abbaubereich sind Grundwasserpegel gesetzt worden, die im Lageplan in Anlage 7 mit Meßstellen 1 bis 9 gekennzeichnet sind. Für den Zeitraum zwischen Januar 1998 und Januar 1999 liegen Messungen (Anlage 8) vor, die in nachfolgender Tabelle 3 zusammengefaßt werden:

Tabelle 3: Grundwasserstände der Pegel 1 bis 9

Pegel	Gelände- oberfläche GOF [mNN]	Oberkante Pegel OKP [mNN]	min. GW- Stand [m] unter OKP	min. GW- Stand [mNN]	min. GW- Stand [m] unter GOF	max. GW- Stand [m] unter OKP	max. GW- Stand [mNN]	max. GW- Stand [m] unter GOF
1	65,66	65,89	2,55	63,34	2,32	0,85	65,04	0,62
2	67,72	67,89	4,80	63,09	4,63	2,30	65,59	2,13
3	62,45	62,56	2,05	60,51	1,91	0,50	62,06	0,36
4	66,17	66,29	2,10	64,19	1,98	0,75	64,54	0,63
5	71,71	71,95	3,95	68,00	3,71	0,90	71,05	0,66
6	74,77	75,01	10,10	64,91	9,86	3,80	71,21	3,56
7	75,15	75,23	6,20	64,03	6,12	2,00	73,23	1,92
8	70,24	70,29	9,45	60,84	9,40	5,50	64,79	5,45
9	68,62	68,73	5,45	63,28	5,34	3,60	65,13	3,49

Die höchsten Grundwasserstände sind überwiegend in den Monaten November und Januar gemessen worden. Die niedrigsten Grundwasserstände sind durchweg im August festgestellt worden.

Die Grundwassermessungen der Pegel 1 bis 8 sind in Anlage 9 als Ganglinien aufgetragen. Auffällig sind die starken Schwankungen der Pegel 6 und 8. Im südlichen Bereich der Abgrabung stand das Grundwasser bis maximal ca. 0,6 m unter GOF (Pegel 5) an. Im nördlichen Abgrabungsbereich steht das Grundwasser in den Wintermonaten ebenfalls bis maximal ca. 0,60 m unter GOF (Pegel 1) an.

5.3 Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeit

Im Einflußbereich der Abgrabung sind für den höchsten und niedrigsten Grundwasserstand Grundwassergleichenpläne erstellt und die dazugehörige Strömungsrichtung angegeben worden (Anlagen 10.1 bis 10.4).

Für die Sommermonate mit den niedrigeren Grundwasserständen stellt sich nach Anlage 10.1 und 10.2 die Grundwasserströmung überwiegend in nördlicher Richtung ein. Die aus den Grundwassergleichen errechneten Gradienten schwanken zwischen 0,36 im Süden und 0,01 im Nordwesten (geringe Fließgeschwindigkeit des Grundwassers).

Die für die Grundwasserabsenkung relevanten Winterdaten zeigen nach Anlage 10.3 und 10.4 ebenfalls eine Grundwasserströmung in nördlicher Richtung mit Gradienten zwischen 0,39 und 0,03.

5.4 Auswirkungen der Abgrabung auf das Umfeld

5.4.1 Allgemeines

Die Abgrabung geht von einer Abbautiefe von maximal ca. 15 m unter GOF aus. Es wird von einem zeitlichen Planungsraum von ca. 10 bis 15 Jahren ausgegangen. Der Abbau, wie bereits beschrieben, soll abschnittsweise in Kassetten mit jeweils einer Fläche von ca. 0,8 bis 1 ha vorgenommen werden. Die Abmessungen der Abgrabung betragen demnach bis zu 100 m x 100 m und werden ggf. der Örtlichkeit angepaßt.

Die Erschließung erfolgt über den westlich angrenzenden Markenweg.

Das anfallende Oberflächen-, Grund- und Schichtenwasser wird sich jeweils an der tiefsten Stelle der geplanten Abbauteilflächen sammeln. Das Wasser aus dem aktuellen Abschnitt soll dann jeweils in die vorhergehende "Kassette" gepumpt und von dort aus, nach ausreichender Vorklärung, in einen örtlich benachbarten Vorfluter abgepumpt werden. Alternativ bestehen Überlegungen das abgepumpte Wasser im Norden und Nordwesten der Abbaustätte, zum Ausgleich einer möglichen Grundwasserabsenkung, zu verrieseln.

Es ist vorgesehen, nach Beendigung der Arbeiten, die Abbaubereiche wieder landwirtschaftlich zu nutzen. Der bei der Rohstoffgewinnung anfallende Abraum wird jeweils in den "vorjährigen Abbaubereich" gelagert. Im Rahmen der UVP werden Möglichkeiten einer Wiederverfüllung bzw. Teilverfüllung der Abbaustätte, z. B. mit Boden der Zuordnungswerte Z0 und Z1.1 (oberhalb des höchsten Grundwasserstandes) entsprechend der LAGA-Richtlinien weiter untersucht. Der zuvor abgeschobene Oberboden soll dann auf die verfüllten Kassetten aufgebracht werden. Die ursprüngliche Geländemorphologie soll annähernd erreicht werden.

Die Verfüllung der jeweiligen abgebauten Kassetten soll geordnet und mit erdbautechnischen Regelvorgaben erfolgen. Hierfür ist während der Verfüllung ebenfalls eine Wasserhaltung notwendig. Die Wasserhaltung "wandert" mit dem Grad des Abbaus bzw. der Wiederverfüllung mit.

5.4.2 Auswirkung der Abgrabung auf die Hausbrunnen der Nachbarschaft

Die Ermittlung der Reichweite R der Absenkung des Grundwasserspiegels durch die Abgrabung auf eine geplante Tiefe von maximal ca. 15 m, erfolgt nach Abbildung 1 mit der Gleichung "Zufluß" zu einem Sickerschlitze" (Feldversuche des Corps of Engineers der U.S.Army) :

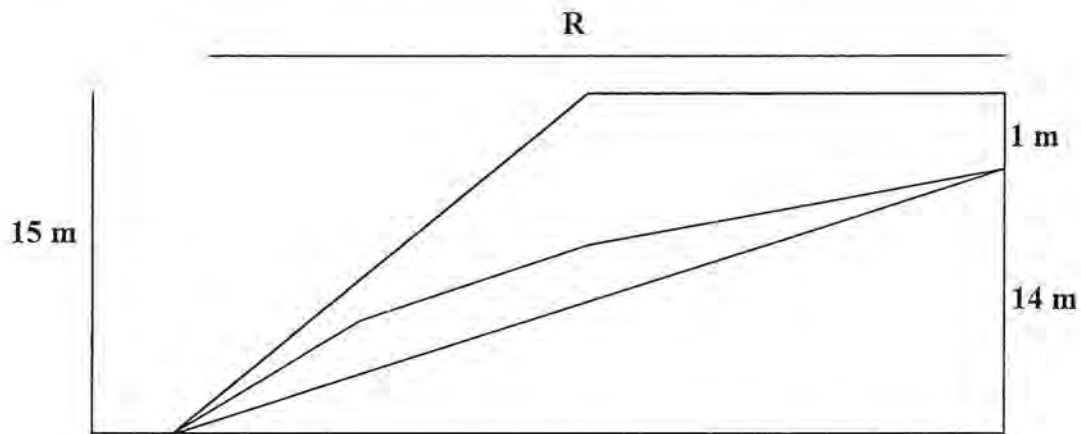
$$R = 2000 s \sqrt{k}$$

mit

s: Absenkmaß

k: Durchlässigkeitsbeiwert

Abbildung 1: Reichweite der Grundwasserabsenkung



Bei einem Absenkmaß von $s = 14$ m (maximaler Grundwasserstand im Mittel ca. 1 m unter GOF) und einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s berechnet sich eine Reichweite von

$$R = 2000 \cdot 14 \cdot \sqrt{1 \cdot 10^{-6}} = 28 \text{ m}$$

Die Berechnung des Wasserandranges q zur Abgrabung erfolgt über den Ansatz für den Zufluß zu einem Sickerschlitze (Dupuit-Thiemscher Ansatz).

$$q = \frac{k \cdot H^2}{2 \cdot R}$$

mit

$$H = s = 14 \text{ m}$$

$$q = 1 \cdot 10^{-6} \cdot 14^2 / (2 \cdot 28)$$

$$q = 3,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}$$

$$q = 0,21 \text{ l}/\text{min} \cdot \text{m}$$

Die Abgrabung erfolgt in Flächen an der Oberfläche von ca. $100 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 10.000 \text{ m}^2$. Bei einer mittleren Böschungsneigung von ca. 45° ergibt sich eine Fläche an der Sohle von ca. $70 \text{ m} \times 70 \text{ m} = 4.900 \text{ m}^2$.

Bei einer Zuströmungslänge von $4 \cdot (70 + 100) / 2 = 340$ m berechnet sich dann eine Sickerwassermenge von ca. $Q = 71,4$ l/min.

Dieses Ergebnis ist als Anhaltswert zu betrachten; bei fortlaufender Planung sollten weitere Anpassungen vorgenommen werden. Die gesamte anfallende Wassermenge ermittelt sich dann aus der Summe des Oberflächenwassers (Regenwasser + oberflächliche Zuströmung) und der Sickerwasserzuströmung. Ein Sicherheitsfaktor von 2 ist ebenfalls zu berücksichtigen.

– Auswirkungen auf den Hausbrunnen "Am Sundern 12" (Twiehaus)

Nach Anlage 1 beträgt der Abstand zwischen Hausbrunnen und Abgrabung über 70 m, so daß hier keine negative Auswirkung während der Grundwasserabsenkung zu erwarten ist. Weiterhin ist anzumerken, daß die abbaubedingte Grundwasserabsenkung ausschließlich in den Wintermonaten bei üblicherweise hohen Wasserständen vorgenommen wird.

Nach dem Grundwassergleichenplan bzw. Gradientenfeld in Anlage 10.3 und 10.4 ist in diesem Bereich mit einer geringen Grundwasserströmung in nördlicher bzw. nordöstlicher Richtung zu rechnen. Eine Beeinflussung findet deshalb nicht statt, da der Hausbrunnen sich in nordwestlicher Richtung befindet.

– Auswirkung auf den Hausbrunnen "Am Sundern 10"

Nach vorläufigen Angaben in Anlage 1 beträgt der Abstand zwischen Abgrabungsgrenze und östlicher bzw. nordöstlicher Bebauung über ca. 50 m. Da der Einfluß der Grubenabsenkung nur bis ca. 28 m reicht, ist hier kaum eine Beeinträchtigung zu befürchten.

Die Geländehöhen der östlichen Abgrabungsgrenze liegt nach Anlagen 1 bei ca. 70 m NN. Die Geländehöhen der benachbarten östlichen und nordöstlichen Bebauungen liegen bei ca. 66 m NN. Bedingt durch den ausreichenden Abstand zwischen Bebauung und Abgrabung bzw. der tieferen Lage der Häuser, sind keine negativen Auswirkungen durch die Grundwasserabsenkung zu erwarten.

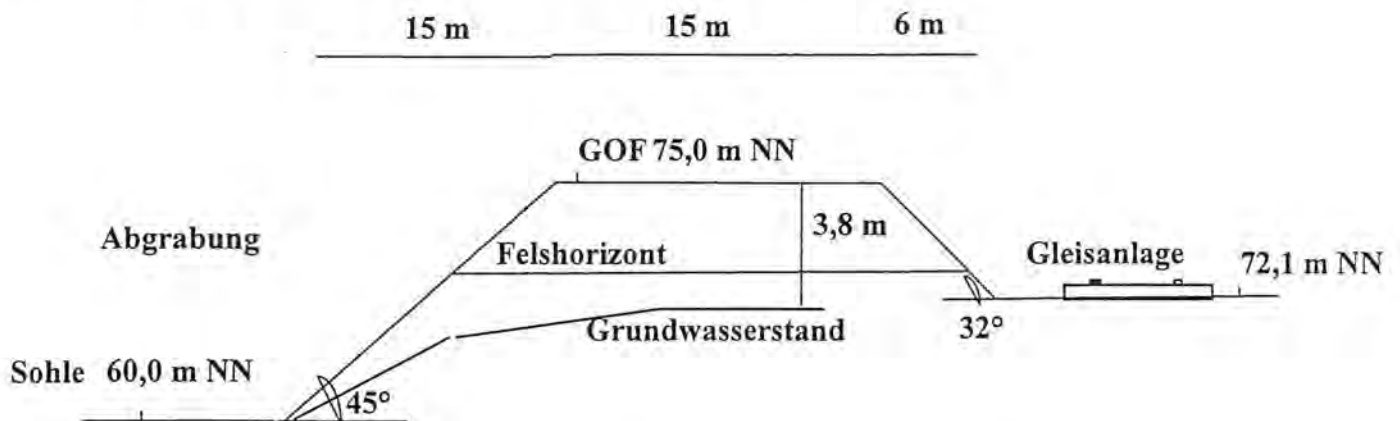
Weitere Gebäude im Süden, Westen und Osten des in Anlage 7 eingezeichneten Einflußgebietes, befinden sich außerhalb der Reichweite R des "Absenktrichters". Diese Bebauungen befinden sich weiterhin auf der "Anströmungsseite" des

Grundwassers und deshalb sind hier keine negativen Auswirkungen der Grundwasserabsenkung zu erwarten.

– Auswirkungen auf die Gleisanlage

Auf der Grundlage des Lageplans in Anlage 1 und der Aufschlußbohrungen in Anlage 2 bzw. der Grundwasserstände in Anlage 8 wurde ein Querschnitt (Abbildung 2) erstellt, in der die Höhe der Bohrung B2 dargestellt ist. Die Abgrabung geht zunächst von einer Böschungsneigung 1:1 aus. Der Sicherheitsabstand zur südlichen Grundstücksgrenze (Böschungskante der Gleisanlage) wird zunächst mit 15 m angesetzt

Abbildung 2: Querschnitt am südlichen Randbereich



Der Abstand zwischen Abgrabungssohle und Gleisanlage beträgt nach den Vorgaben in Abbildung 2 mindestens 36 m, eine negative Beeinflussung durch die Grundwasserabsenkung ist deshalb nicht zu erwarten. Es ist weiterhin anzumerken, daß die Gleisanlage in diesem Bereich weitestgehend auf Fels (Buntsandstein) gegründet wurde und deshalb von einer hohen Unempfindlichkeit gegenüber Grundwasserschwankungen auszugehen ist. Diese Aussage ist auch durch die Grundwassermessungen der Pegel 5, 6 und 8 belegt. Innerhalb eines Jahres sind zwischen Sommer und Winter Grundwasserschwankungen zwischen 3,05 m (P5) und 6,30 m (P6) festgestellt worden. Negative Auswirkungen auf den Bahnbetrieb sind nicht bekannt. Die Schwankungen durch die Grundwasserabsenkungen in den Wintermonaten fällt, wenn überhaupt, viel geringer aus.

Da der Abbau der mäßig gering durchlässigen Tonsteine in den Wintermonaten erfolgt, kann während der Grundwasserabsenkung allgemein von einer geringen Beeinflussung der Grundwasserverhältnisse ausgegangen werden. Zusätzliche Setzungen im Bereich der Bahnanlage sind nicht zu erwarten.

6. Abgrabung

6.1 Böschungsgeometrie

Die Böschungsneigung kann zunächst auf der Grundlage von Erfahrungswerten und Literaturangaben angesetzt werden. Die Böschung des Bahneinschnittes ist besichtigt und entsprechend aufgenommen worden. Die über das gesamte Schichtenpaket festgestellte, generelle Böschungsneigung beträgt zwischen ca. 50° und 60° , wobei die Tonsteinbänke einen steileren Winkel aufweisen. Dabei handelt es sich um eine Annahme, die im Zuge der Abgrabung angepaßt bzw. optimiert werden kann.

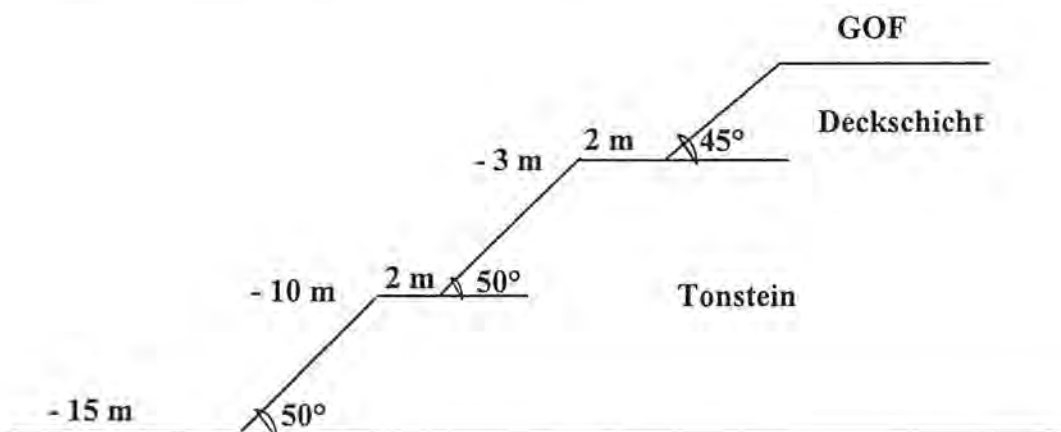
Nach den Aufschlußbohrungen B1 und B2 kann der anstehende Buntsandstein als "mittelharter, unverwitterter bis leicht verwitterter, klüftiger bis stark klüftiger, grob- bis kleinstückig zerfallender Tonstein und Schluffstein" der Felsgruppe D nach Brandecker (1971) mit möglicher Böschungsneigung zwischen $\beta = 50^\circ$ und 56° angesprochen werden. Nach Rupp (1985) kann bei einem Schichtfallen von ca. 25° , bei Schluff- bzw. Mergelstein von einer Böschungsneigung von ca. 50° bis 60° ausgegangen werden.

Aufgrund der ermittelten Felsgruppenzugehörigkeit der angetroffenen Gesteinsschichten sowie die Aufnahme des Einschnittes im Bereich der Bahntrasse kann bei einer Böschungsneigung von ca. $\beta = 50^\circ$ von einer ausreichenden Standsicherheit ausgegangen werden. Unter Berücksichtigung des z. T. hohen Grundwasserstandes und möglichen Erosionsvorgängen im Tonstein, sollte die Böschung mit einem Gesamtwinkel von $\beta = 45^\circ$ angelegt werden.

Im Übergang Decksicht/Tonstein (nach den Erdkundungsbohrungen in einer Tiefe zwischen ca. 1 m und 5 m unter GOF) sollte eine Berme von mindestens 2 m Breite angelegt werden. Eine zweite Berme mit einer Breite von ebenfalls mindestens 2 m sollte in 10 m Tiefe unter GOF eingeplant werden.

Der Vorschlag zur Böschungsgestaltung ist in Abbildung 3 dargestellt. Bei entsprechender Erfahrung vor Ort können Abweichungen vorgenommen werden.

Abbildung 3: Böschungsschnitt



Die Bermen sind mit einem Drainage- bzw. Entwässerungssystem zu versehen. Das Niederschlagswasser ist kontrolliert abzuführen.

6.2 Standsicherheit

Für die Abschätzung der Scherfestigkeit des Tonsteins werden Erfahrungs- und Literaturwerte herangezogen. Für den Tonstein gelten folgende Kennwerte (siehe Punkt 4.5):

Feuchtwichte	$\gamma = 21\text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb	$\gamma' = 11\text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi' = 25^\circ$
Kohäsion	$c' = 30\text{ kN/m}^2$

Für die Deckschichten gilt (Ersatzscherwerte für Flugsand und Geschiebemergel):

Feuchtwichte	$\gamma = 20\text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi' = 30^\circ$

Kohäsion $c' = 10 \text{ kN/m}^2$

Die Standsicherheit der Böschung wurde gemäß DIN 4084 mit dem Lamellenverfahren nach Bishop berechnet. Die Ergebnisse sind in der Anlage 11 dargestellt.

Die Sicherheit $\eta = 1,34$ überschreitet damit die nach DIN 4084 für den Lastfall 2 geforderten Werte von $\eta = 1,3$.

Der Lastfall 2 nach DIN 1054 ist maßgeblich, wenn die Gruben nach kurzen zeitlichem Abstand nach der Abgrabung wieder verfüllt werden.

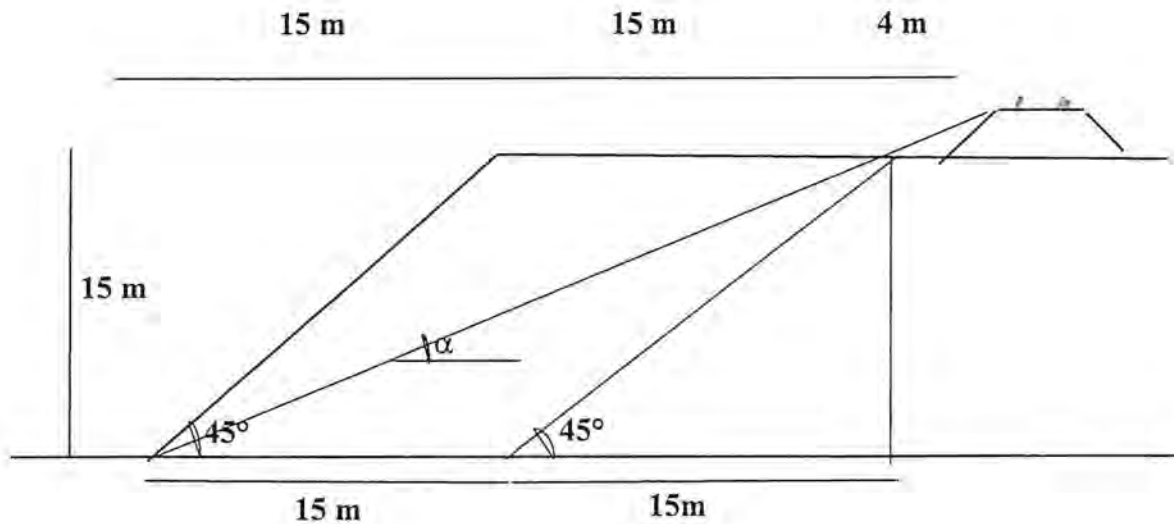
6.3 Auswirkungen auf die Gleisanlage

Die Bahntrasse verläuft im südlichen Bereich der Tiefenabgrabung in ostwestlicher Richtung. Nach Anlage 1 besteht ein Höhenunterschied zwischen Geländeoberfläche und Gleisanlage von ca. 1,5 m.

Nach Abbildung 4 ist die Auswirkung der Tiefenabgrabung auf die Gleisanlage sehr gering. Bei einem Abstand zwischen Abgrabungssohle und Damm von mindestens 30 m (15 m + 15 m) ist ein Winkel von $\alpha = \tan^{-1} (15/30) = 26,6^\circ$ zu berechnen.

Bei einem flachen Winkel von $\alpha = 26,6^\circ < 45^\circ$ ist keine nennenswerte Belastungsausstrahlung vom Damm zu erwarten, zumal sich hier der Buntsandstein ebenfalls oberflächennah befindet.

Abbildung 4: Querschnitt im südöstlichen Bereich



7. Wiederverfüllung

Die Wiederverfüllung der ca. 15 m tiefen Kassetten soll geordnet und nach erdbautechnischen Grundsätzen bei entsprechender Wasserhaltung erfolgen. Die Wiederverfüllung muß oberhalb des Wasserspiegels (nicht unter Wasser) vorgenommen werden. Folgende erdbautechnische Hinweise sind zu beachten:

- Alle Lagen in möglichst voller Arbeitsbreite einbauen. Das Schüttmaterial soll profilgemäß angepaßt und mit langsam fahrender Verteilerraupe ausgebracht werden. Nach dem Verteilen soll möglichst umgehend von außen zur Mitte hin verdichtet werden. Die Böschungsbereiche sind sorgfältig mit zu verdichten.
- Alle Auftragflächen bei Einbau von witterungsempfindlichem Material mit mindestens 6 % Seitengefälle anlegen, damit das Oberflächenwasser sofort abfließt. Bei Beginn ungünstiger Witterung jede Schüttlage sofort verdichten.
- Der Einbau der Schüttlagen soll in Dicken von 30 cm, bei Felsgestein 50 cm erfolgen. Die maximale Korngröße soll nicht mehr als zwei Drittel der zulässigen Schütthöhe betragen. Die Schüttung ist auf 95 % der einfachen Proctordichte zu verdichten.

- Alle in den verdichteten Oberflächen oder Einbaulagen sichtbar werdenden Hohlräume oder entmischte Stellen sorgfältig durch Zugabe von gut abgestuftem Material ausgleichen.
- Blöcke und große Steine mit etwa 0,02 bis 0,1 m³ so verteilen, daß sie, ohne Hohlräume zu bilden, in der Schüttung satt eingebettet liegen.
- In den unteren Querschnitten des Dammes, in den Böschungfußbereichen und in der zur Stützung der Böschungsfüße empfohlenen Vorschüttung, kann auch grobes Felsgestein eingebaut werden, wenn es zu einem stabilen Skelettgerüst verdichtet und die Zwischen Hohlräume durch Zugabe von gut abgestuftem Gesteinsmaterial satt ausgefüllt wird.

8. Zusammenfassung

Die geplante Abgrabung von Tonstein in "Kassetten" mit einer Grundfläche von ca. 1 ha soll bis zu einer Tiefe von ca. 15 m unter Geländeoberfläche vorgenommen werden. Der Abbau erfolgt über einen Zeitraum von ca. 10 bis 15 Jahren. Der Abbau stellt in hydrogeologischer und geotechnischer Hinsicht einen begrenzten Eingriff dar. Durch das Anlegen der Abgrabung wird der Grundwasserstand angeschnitten.

Der Abbaubetrieb findet überwiegend in den Wintermonaten statt, wobei in diesem Zeitraum mit Höchstgrundwasserständen zu rechnen ist. Sowohl der Tonabbau als auch die Wiederverfüllung der Kassetten ist bei dauerhaft funktionierender Wasserhaltung vorzunehmen. Das Grundwasserabsenkungsziel sollte generell 0,50 m unter Abgrabungssohle liegen.

Der Tonstein ist ab einer Tiefe von ca. 1,4 m / 5,5 m angetroffen worden. Bei der Überdeckungsschicht (Abraum) unterhalb der Mutterbodenschicht handelt es sich um Flugsande und Geschiebemergel.

Die Abbaugruben sind mit einer Böschungsneigung von etwa 45° anzulegen, wobei generell auch Bermen vorgesehen werden sollten. Eine Anpassung der Böschungsneigung kann dann nach entsprechender Erfahrung vor Ort vorgenommen werden.

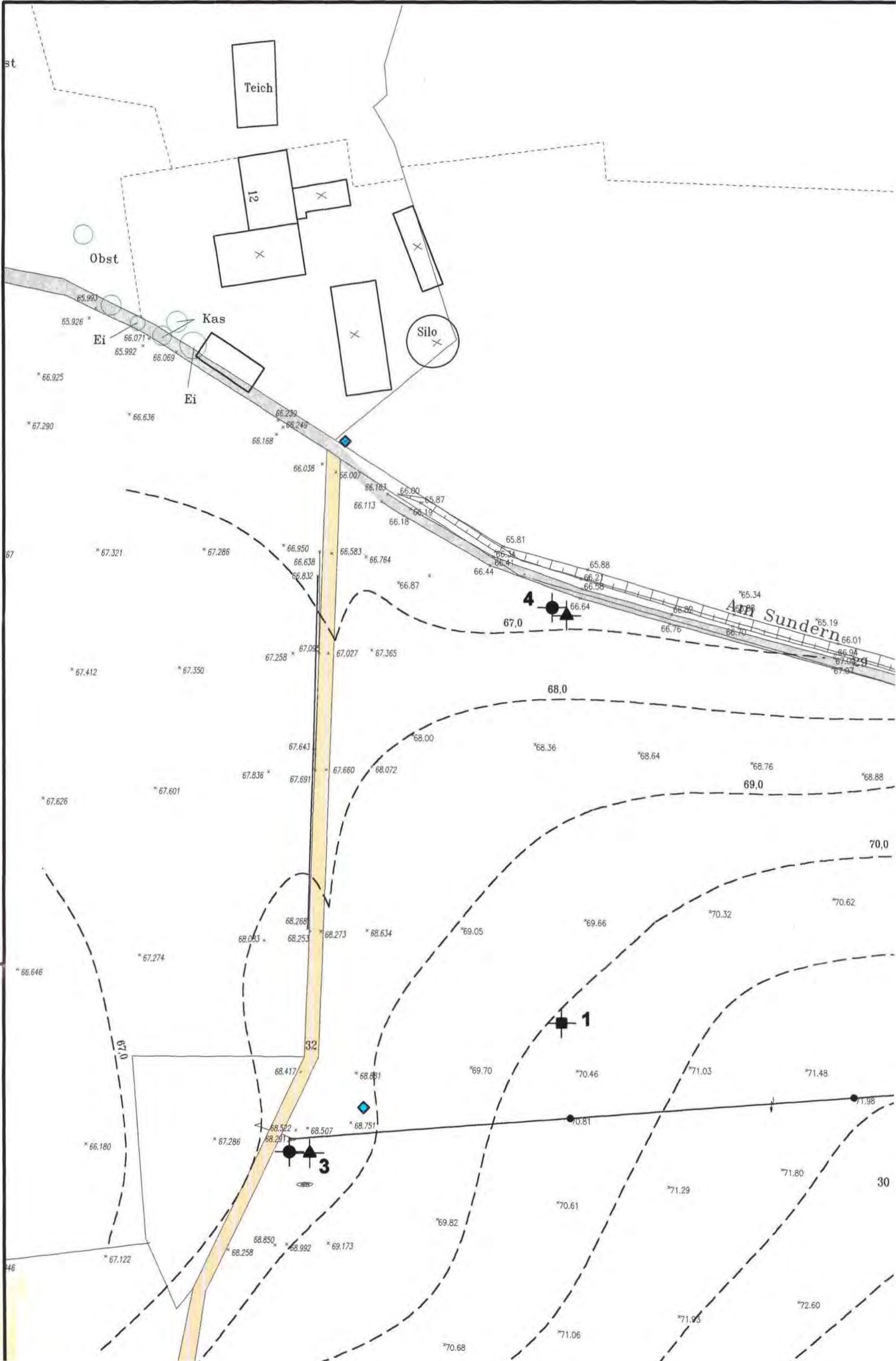
Eine negative Beeinflussung auf die Hausbrunnen durch die Grundwasserabsenkung während der Wintermonate ist bei Einhaltung eines Abstandes zwischen Grubenrand und Grundstücksgrenze von mindestens 15 m nicht zu erwarten.

Die Standsicherheit der südlich des Abbaugebietes liegende Bahntrasse ist nicht gefährdet, da ein Abstand bis zum Abgrabungsrand von mindestens 20 m eingehalten werden soll. Da die Trasse überwiegend auf felsartigem Tonstein verläuft, ist auch bei einer Grundwasserabsenkung keine negative Beeinflussung zu erwarten.

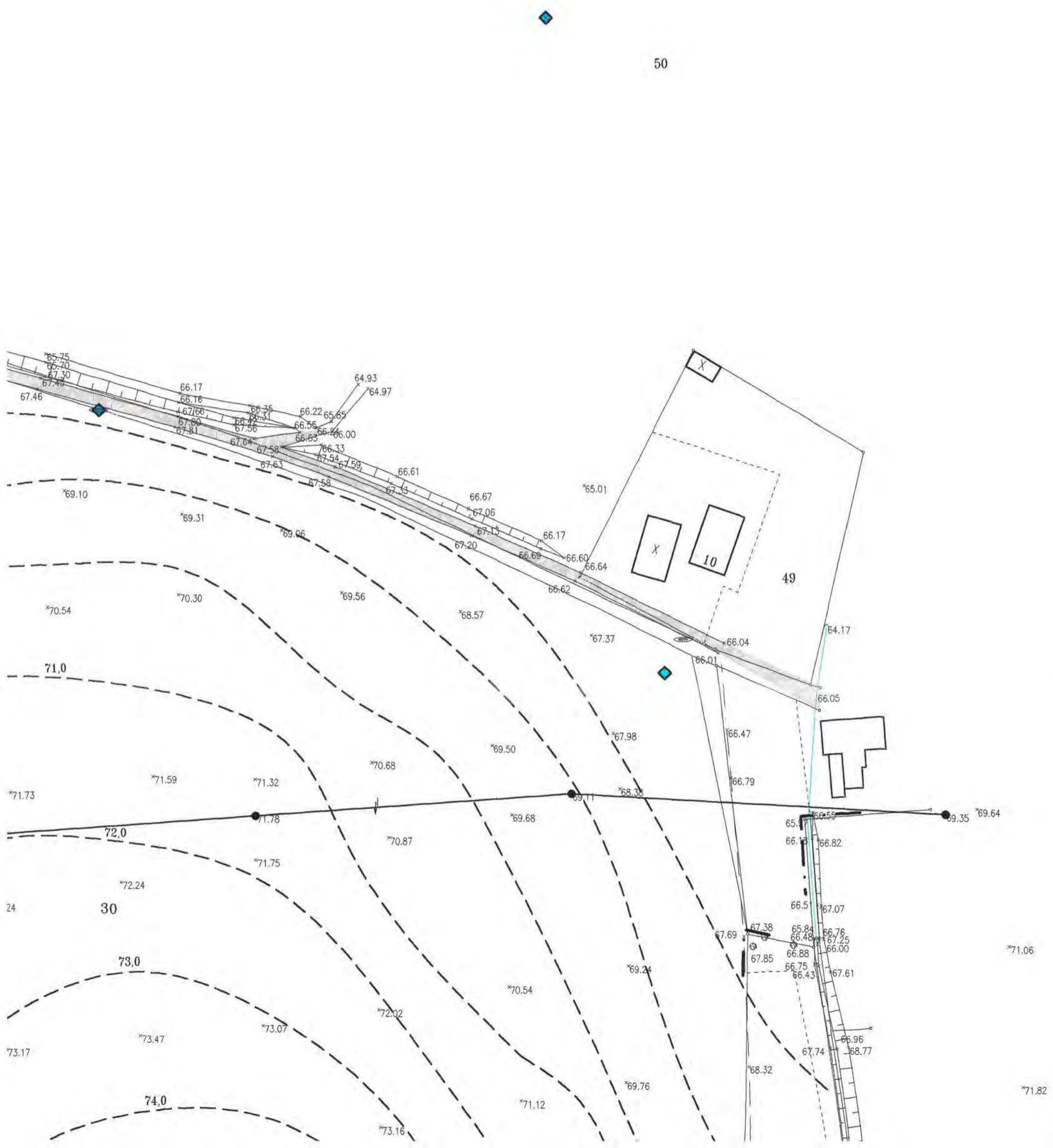
Lübbecke, den 19.05.99

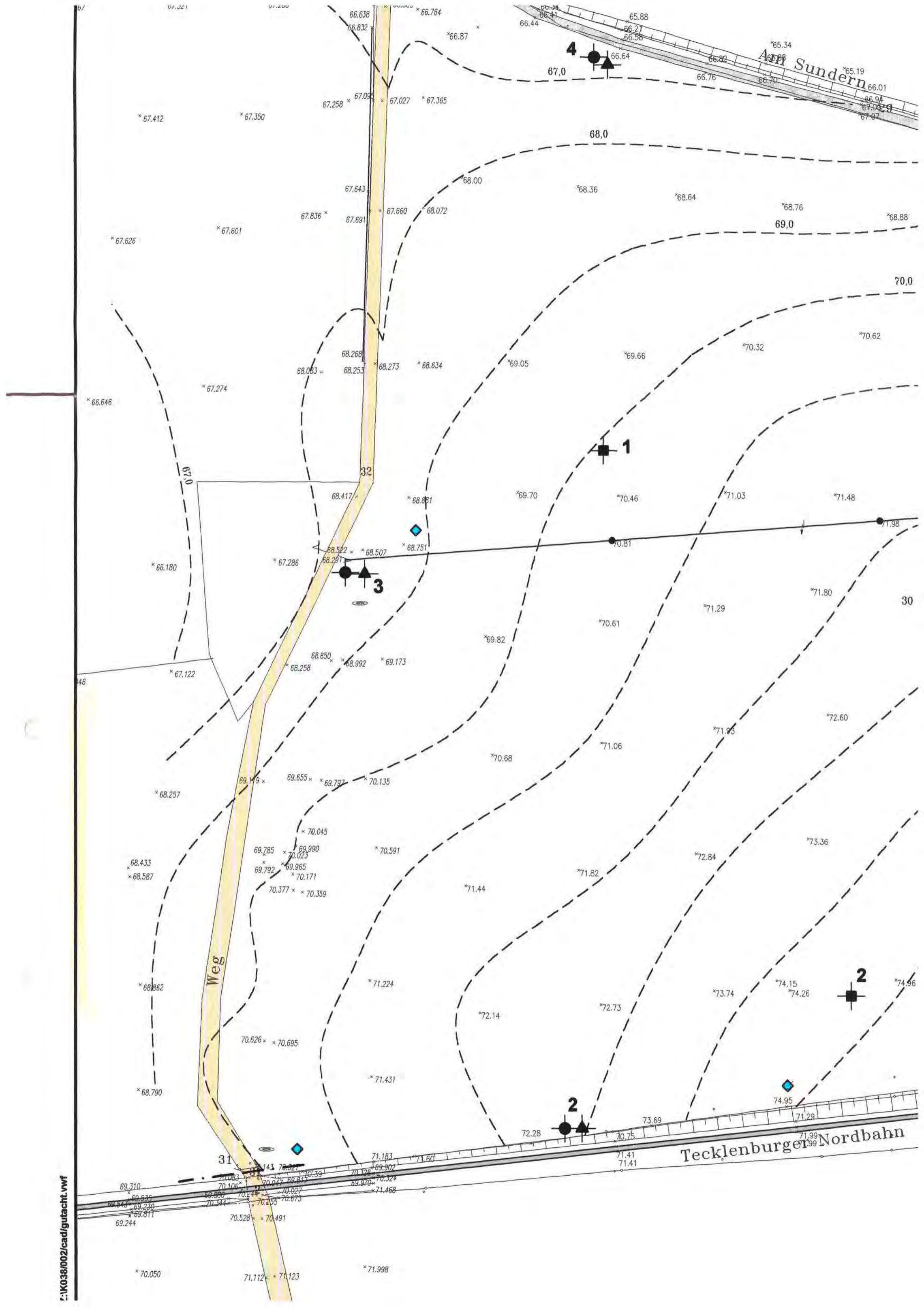
Dipl.-Ing. C. Scheu

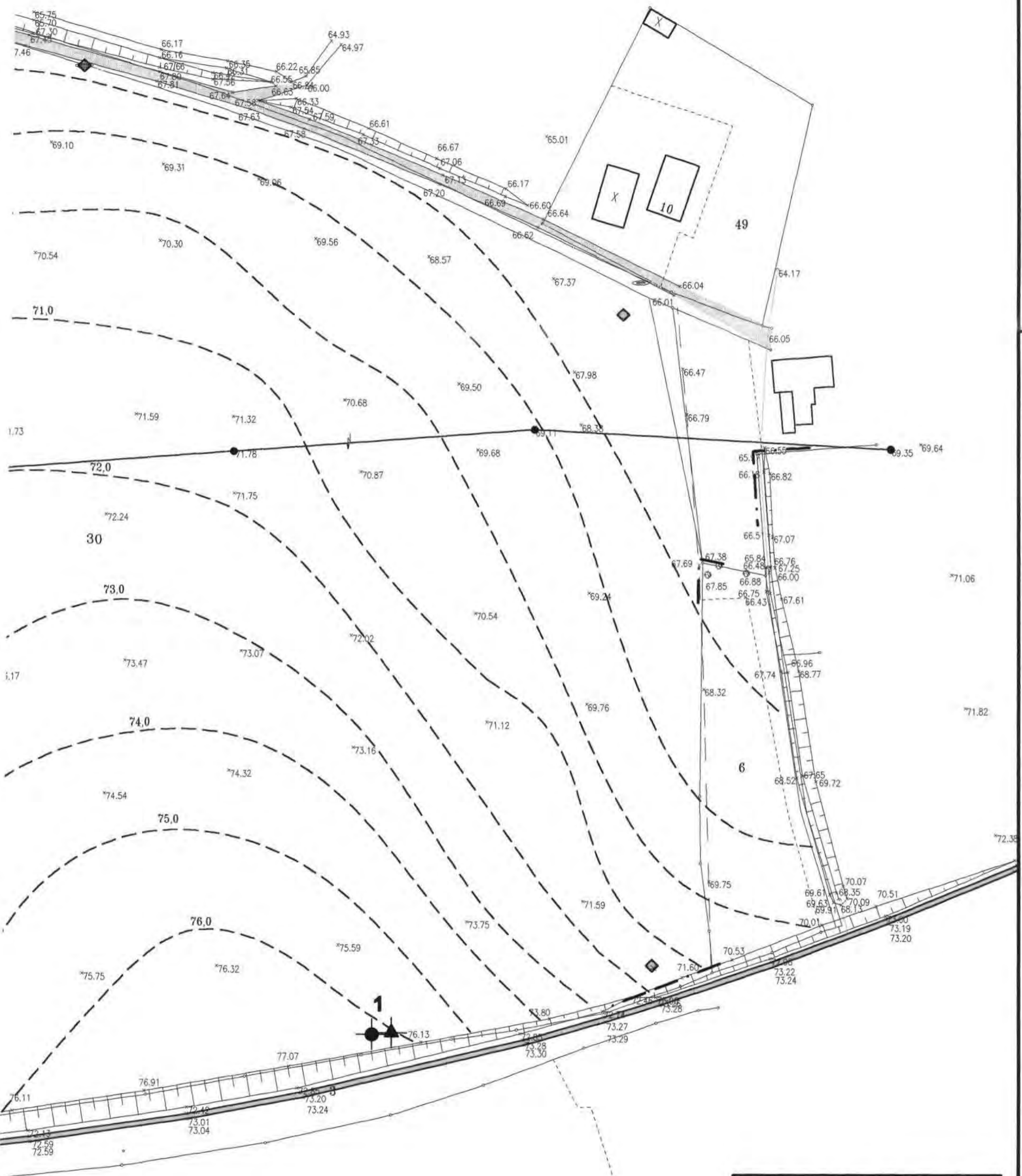
Anlage 1



Gemarkung Westerkappeln Flur 150







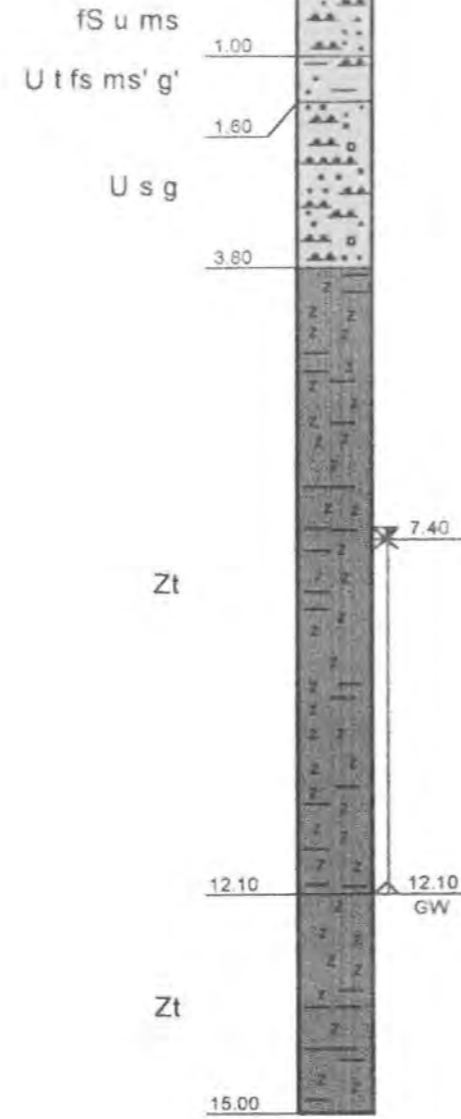
Bohr- und Sondierplan
Maßstab: 1:1000

-  **Bohrung (B)**
-  **Rammkernsondierung (RKS)**
-  **Rammsondierung (DPM)**

Anlage 2

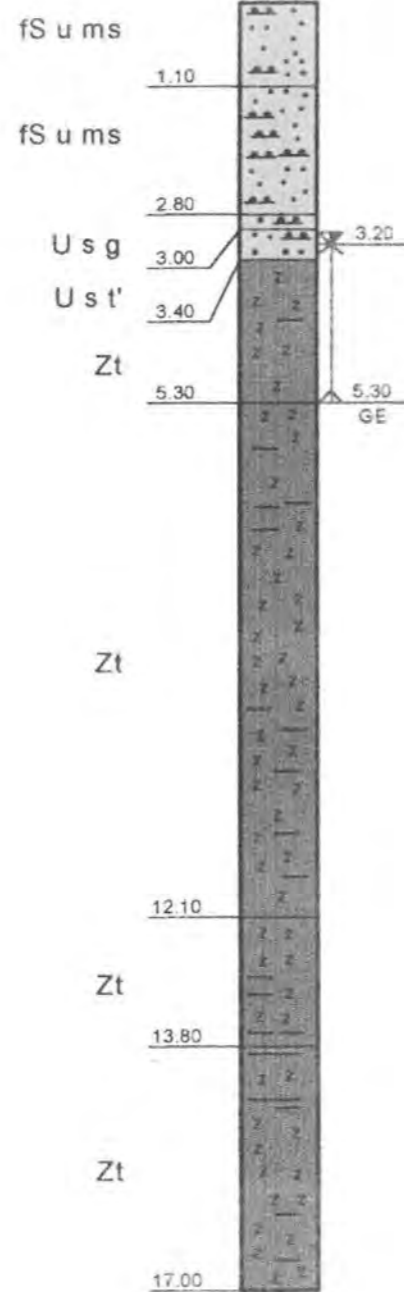
B 2

74.8 m NN



B 1

70.2 m NN

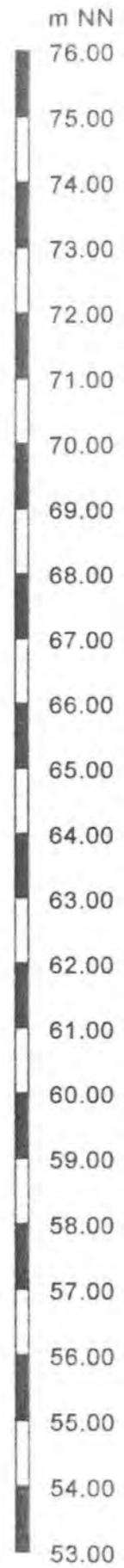


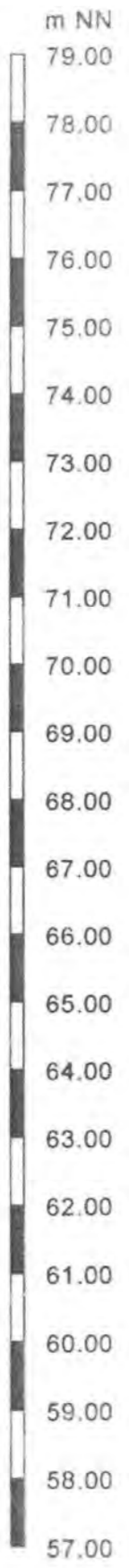
B: Bohrung

Maßstab: 1 : 100

Legende

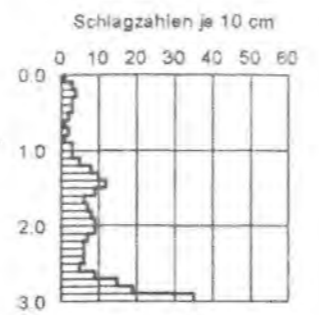
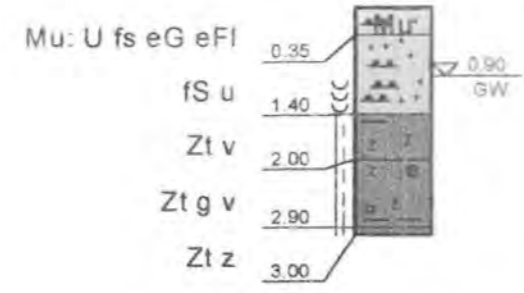
	Ton (T)		Mittelsand (mS)
	Schluff (U)		Kies (G)
	Sand (S)		Tonstein (Zt)
	Feinsand (fS)	' : stark	
		GW: Grundwasser	





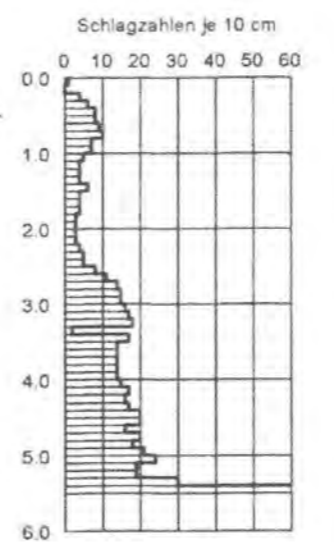
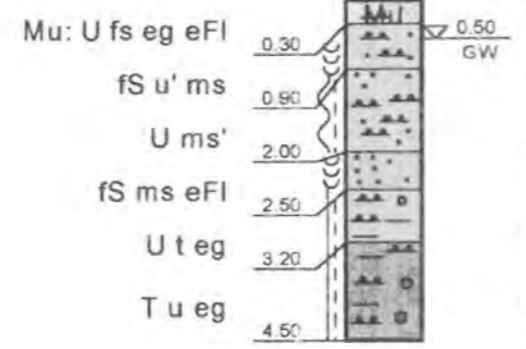
RKS 1
76.3 m NN

DPM 1
76.3 m NN



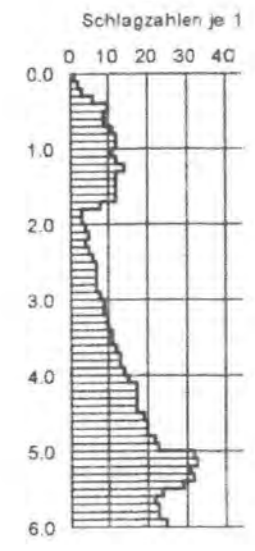
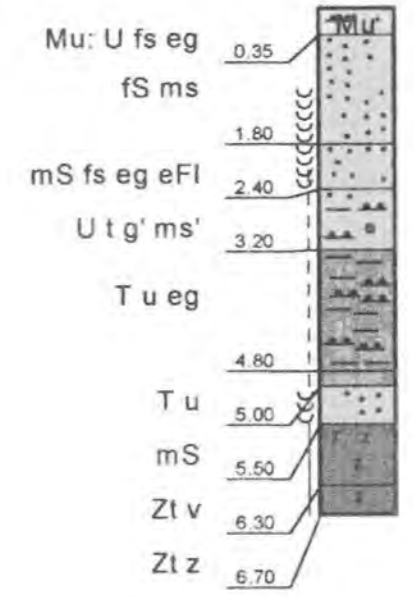
RKS 2
72.8 m NN

DPM 2
72.8 m NN



RKS 3
68.5 m NN

DPM 3
68.5 m NN



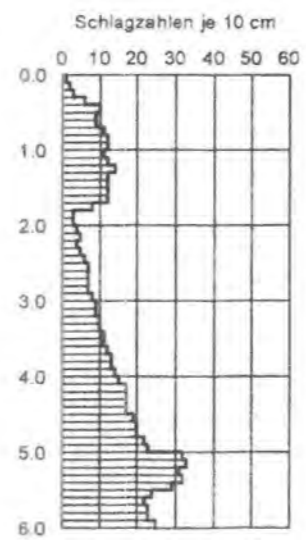
DPM: mittelschwere Rammsondierung

RKS: Rammkernsondierung

Maßstab: 1 : 100

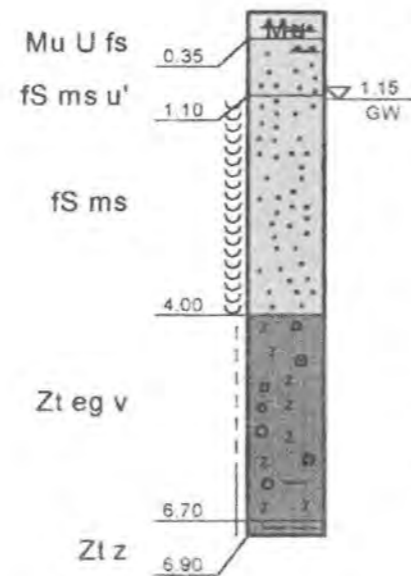
DPM 3

68.5 m NN



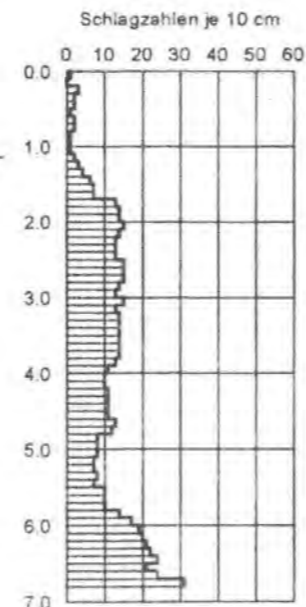
RKS 4

66.8 m NN



DMP 4

66.8 m NN



Legende

	fest		Ton (T)		Kies (G)
	halbfest		Schluff (U)		Mutterboden (Mu)
	steif - halbfest		Feinsand (fS)		Tonstein (Zt)
	steif		Mittelsand (mS)	e: einzeln v: verwittert z: zerbohrt Fl: Flintstein g: kiesig GW: Grundwasser ' : stark	
	weich - steif				
	naß				

Anlage 3

DIN 4022 Blatt 1 Anlage 1

Aktenzeichen:
.....

Kopfblatt zum Schichtenverzeichnis
(für Baugrunduntersuchungen)

Bohrung/Schurf Nr. 1 und 2 Ort: Westerkappel, Abarabung

Beginn: Beendigung: April 99

Karte 1 : 25000 Blatt 1): Neue/Alte Nr.:

Karte 1 : 100000 Blatt 1): Nr.:

Gitterwerte 1) rechts: hoch:

Höhenlage des Ansatzpunktes zu NN 1): oder zu einem Festpunkt 1):

Bezeichnung des Festpunktes 1):

Höhenlage des Festpunktes zu NN 1):

Ansatzpunkt liegt unter Gelände

Auftraggeber: Ing.-Büro Scheu und Partner, Lübecke

Auftragnehmer: Erdbohrungen Sadurski Leopoldshöhe

Bohrmeister: Winship

Bohrverfahren:

a) Bohrgerät: Trockenbohr-

b) Verrohrung: Ja

c) Anfangs- und Enddurchmesser: 159 mm

Aufbewahrungsort der Proben: beim Auftraggeber

Bemerkungen:

Bearbeiter oder Einsender:

Ort: Leopoldshöhe Tag: 08.04.1999 Unterschrift: *A. Sadurski*

1) Gegebenenfalls vom Auftraggeber einzutragen.

Raum für Lageplan

Die Lage muß so genau angegeben werden, daß die Bohrstelle jederzeit wiedergefunden werden kann. Falls der Platz nicht reicht, besondere Anlage geben.

Siehe Anlage

Ort: Westerkappeln, Abgrabung

Bohrung/Schurf Nr.: 1

Zeit: April 99

Mächtigkeit in Metern	Erbohrte Schichten			Ungestörte Proben		Bemerkungen, besonders Angaben über Wasserführung
	a) Bodenhauptart	d) Festigkeit beim Bohren	f) Übliche Benennung	Nr.	Tiefe in Metern für Unterkante Stützen	
Bis m unter An- satzpunkt	b) Beimengungen	e) Besondere Merkmale	g) Geologische Kennzeichnung 1)			
1	2	3	4	5	6	7
Richtlinien für das Ausfüllen gibt Anlage 5 zu DIN 4022, Blatt 1						
1,10	a) Sand	d) bis fest	f)			etwas feucht
1,10	b) schluffig	e)	g)			
	c) braun					
1,70	a) Sand	d) normal gelagert	f)			feucht
2,80	b) schluffig	e)	g)			
	c) hellbraun					
0,20	a) Geschiebemergel	d) fest	f)			etwas feucht
3,00	b) etwas sandig, etwas kiesig	e)	g)			
	c) braun					
0,40	a) Sand	d) normal gelagert	f)			3,30 etwas Wasser
3,40	b) schluffig	e)	g)			
	c) hellbraun					
1,90	a) Mergelton	d) fest	f)			etwas feucht
5,30	b) Tonstein,	e)	g)			
	c) rot					
6,80	a) Mergelton	d) fest	f)			5,30 Wasser, folgend lagenweise wasserführend
12,10	b) Tonstein, lagenweise etwas Sandstein	e)	g)			
	c) rot und grau					
1,70	a) Schluff	d) bis fest	f)			lagenweise wasserführend
13,80	b) Tonstein, Mergelton	e)	g)			
	c) gelb und rot					-2-

Ort: Westerkappeln, Abgrabung

Bohrung/Schurf Nr.: 1

Zeit: April 99

Mächtigkeit In Metern	Erbohrte Schichten			Ungestörte Proben		Bemerkungen, besonders Angaben über Wasserführung
	a) Bodenhauptart	d) Festigkeit beim Bohren	f) Übliche Benennung	Nr.	Tiefe in Metern für Unterkante Stutzen	
Bis m unter An- satzpunkt	b) Beimengungen	e) Besondere Merkmale	g) Geologische Kennzeichnung 1)			
1	2	3	4	5	6	7
Richtlinien für das Ausfüllen gibt Anlage 5 zu DIN 4022, Blatt 1						
3,20	a) Mergelton	d) fest	f)			lagenweise wasserführend
17,00	b) Tonstein	e)	g)			
	c) rot und grau					Wasser nach dem Bohren 3,20
	a)	d)	f)			
	b)	e)	g)			
	c)					
	a)	d)	f)			
	b)	e)	g)			
	c)					
	a)	d)	f)			
	b)	e)	g)			
	c)					
	a)	d)	f)			
	b)	e)	g)			
	c)					
	a)	d)	f)			
	b)	e)	g)			
	c)					
	a)	d)	f)			
	b)	e)	g)			
	c)					

1) Elektroreue stimmt das wassererhaltliche Reizhalten vor

Ort: Westerkappeln, Abgrabung

Bohrung / Schurf Nr.: 2

Zeit: April 99

Mächtigkeit in Metern	Erbohrte Schichten			Ungestörte Proben		Bemerkungen, besonders Angaben über Wasserführung
	a) Bodenhauptart	d) Festigkeit beim Bohren	f) Übliche Benennung	Nr.	Tiefe in Metern für Unterkante Stützen	
Bis m unter An- satzpunkt	b) Beimengungen	e) Besondere Merkmale	g) Geologische Kennzeichnung 1)			
1	2	3	4	5	6	7
Richtlinien für das Ausfüllen gibt Anlage 5 zu DIN 4022, Blatt 1						
1,00	a) Sand	d) bis fest	f)			etwas feucht
1,00	b) schluffig	e)	g)			
	c) braun					
0,60	a) Schluff	d) bis fest	f)			etwas feucht
1,60	b) sandig	e)	g)			
	c) hellbraun					
2,20	a) Geschiebemergel	d) fest	f)			etwas feucht
3,80	b) etwas sandig, etwas kiesig	e)	g)			
	c) braun					
8,30	a) Mergelton	d) fest	f)			etwas feucht, 10,30 Wasser
12,10	b) Tonstein	e)	g)			
	c) rot					
2,90	a) Tonstein	d) gut fest, harte lagen	f)			12,10 Wasser
15,00	b) Ton	e)	g)			
	c) rot und grau					
	a)	d)	f)			Wasser nach dem Bohren 7,40
	b)	e)	g)			
	c)					
	a)	d)	f)			
	b)	e)	g)			
	c)					

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Anlage 4



Baustoffgroßhandel - Transporte

Teepe GmbH - Ackerweg 81 - 49497 Mettingen

Ackerweg 81 - 49497 Mettingen
Telefon + Telefax 05452/18 35

Bohrbericht Twiehaus I rechte Seite
gebohrt vom 5.Sept.an

03. NOV. 1994

Bohrung I

bis 4,5 m Abraum-Sand 6,0-6,5 m Lehm ab 6,5 m roter Schiefer bis 15 m ab da hohem Kalkanteil

Bohrung II

0-2 m Sand, 2-3,4 m roter Schiefer, 3,4-4,8 m rot mit leich grauen Streifen, 4,8-6,2 rot mit grau Kalk
6,2-7,6 rot mit grau Kalk, 7,6-9,0 rot mit Kalk bis 10 m geb.

Bohrung III

0-2 sandiger Lehm, 2-5 m roter Schiefer, 6m kein Kern-roter Sandstein, ab 8 m roter Schiefer bis 11m harter Schiefer mit Sandstein

Bohrung IV

1,5 m Abraum, 1,5-6 m schwarzer Ton mit Kalk, ab 6m roter Schiefer bis 23 m, 23,0-23,5 m grau ab 23,5m roter Schieferstein.

Bohrung V

0-1 Mutterboden, 1-3,5m Sand, 3,5-5,0m roter Schiefer (weich)
5,0-6,4 roter Schiefer, 6,4-7,2 roter Sch. mit grauem Anteil
7,2-8,6m roter Sch. 8,6-10,10 rot mit grauen Streifen
10,10-11,45m rot mit Kalk, 11,45-12,85 rot mit grau Kalk
12,85-14,30 rot mit Kalk

Bohrung VI

0-2m Mutterboden, 2-4,9 Sand, 4,9-6,3 gelber Schiefer mit Kalk
6,3-7,4 dto. 7,4-8,6 Kalkgestein mit gelben Streifen

Bohrung VII

0-3 m Mutterboden bis 3,5m Sand, 3,5-5m roter Schiefer weich
5-6,3m roter Schiefer mit grauen Streifen, 6,3-7,4m dto.
teils hart, 7,4-8,6 harter roter Sch. mit Kalkanteil ab 8,6
mit Steinschichten durchsetzt

Bohrung VIII

Ergebnis aus 1993 identisch mit V bis 15,73 m gebohrt

Anlage 5

Anlage 5.1 Liste der im Labor experimentell bestimmten Bodenkenngrößen

Labor Nr.	Aufschluß	Entnahmetiefe[m]	Bodenart	Farbe	Wassergehalt w_n [%]	Konsistenzgrenzen		Konsistenzen	Kornverteilung Anlage
						w_L [%]	w_P [%]		
3506-01	B 1	1,00	S, u	braun	-			-	-
3506-02	B 1	2,10	fS, u, ms	hellbraun	17,1			-	2
3506-03	B 1	2,70	S, u	hellbraun	-			-	-
3506-04	B 1	2,90	U, s, t	braun	-			steif	-
3506-05	B 1	3,40	S, u'	hellbraun	-			-	-
3506-06	B 1	4,40	U, t', fs', gs', fg'	rötlich	12,6	42,0 (A 5.8)	19,1 (A 5.8)	steif/halbfest	3
3506-07	B 1	5,30	U, s, g, t	rötlich	-			halbfest	-
3506-09	B 1	6,30	S, u, t'	grau	-			-	-
3506-09	B 1	7,90	U, fs, t', ms'	rot-gelb	13,5	34,7 (A 5.9)	16,8 (A 5.9)	-	4
3506-10	B 1	8,30	U, s, g, t	rot	-			halbfest/fest	-
3506-11	B 1	9,30	U, s, g, t	rot	-			halbfest/fest	-
3506-12	B 1	10,30	U, s, g, t	rot-grau	-			halbfest/fest	-
3506-13 (15)	B 1	13,60	S, u, fg'	gelb-rot	30,6			halbfest	5
3506-14 (18)	B 1	17,00	U, s, g'	rot	9,6			fest	6
3506-15 (1)	B 2	0,90	S, u	braun	-			-	-
3506-16 (2)	B 2	1,50	S, u	hellbraun	-			-	-
3506-17 (3)	B 2	2,60	U, t, fs, ms	braun	16,9	33,3 (A 5.10)	14,8 (A 5.10)	halbfest	7
3506-18 (4)	B 2	3,70	U, t', s, g'	braun	-			steif/halbfest	-
3506-19 (5)	B 2	4,80	U, t, s	rot	11,0			halbfest/fest	-
3506-20 (6)	B 2	5,80	U, t, s	rot	-			halbfest/fest	-
3506-21 (7)	B 2	6,80	U, t, s	rot	-			halbfest	-
3506-22 (9)	B 2	8,80	U, t, s	rot-grau	9,5			fest	-
3506-23 (10)	B 2	9,80	U, t, s	rot	-			fest	-
3506-24 (13)	B 2	11,30	U, t, s	rot	-			fest/klüftig	-
3506-25 (16)	B 2	14,80	U, t, s	rot	-			halbfest/fest	-
3506-26 (17)	B 2	15,80	U, t, s	rot	-			halbfest/fest	-

Dipl.-Ing. Scheu & Partner GmbH
 Niedertorstraße 11
 32312 Lübbecke
 Tel. 05741 / 7044 Fax 05741 / 20259

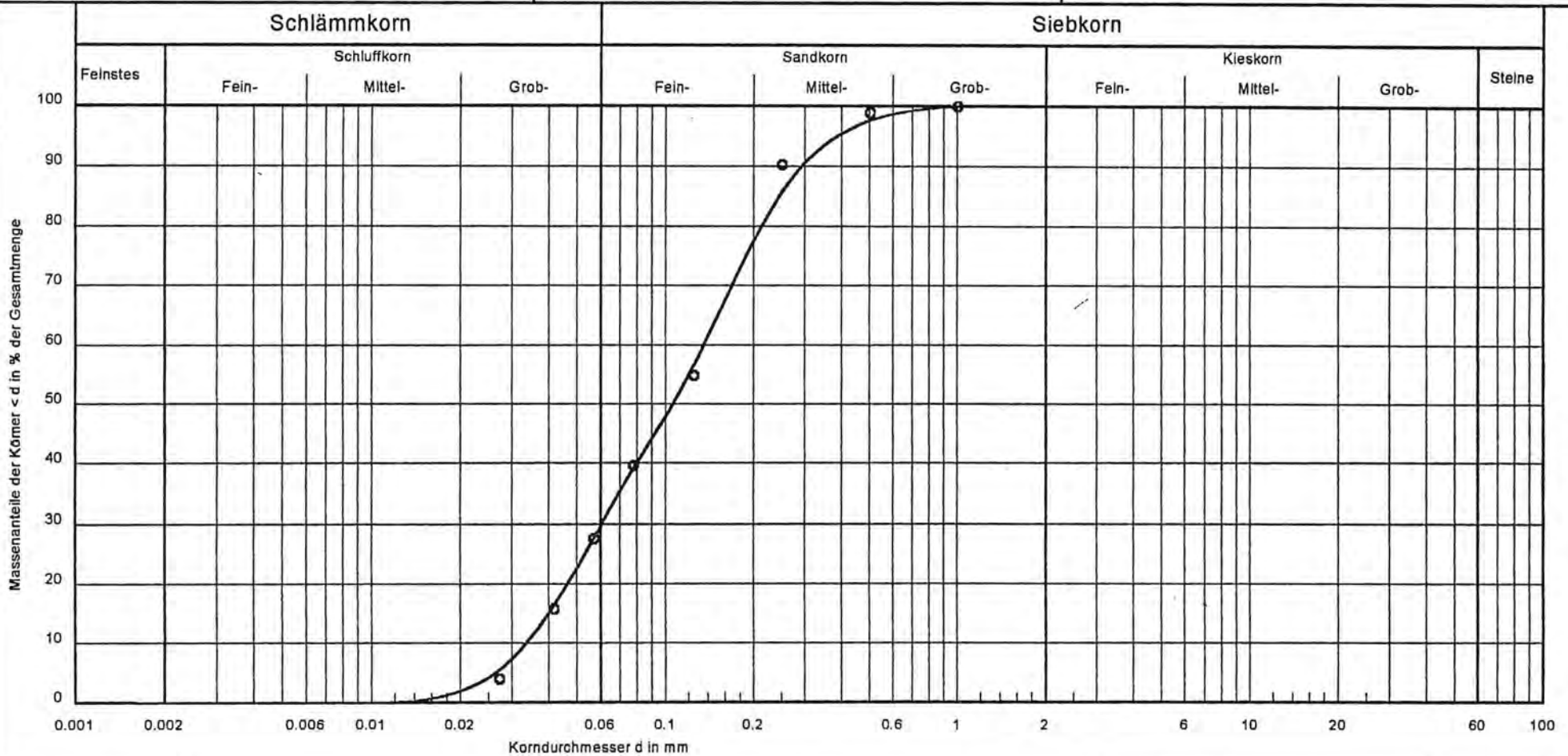
Bearbeiter: Brox

Datum: 12.04.1999

Körnungslinie

Abgrabung Westerkappeln

Prüfungsnummer:
 Probe entnommen am:
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Schlämme/Naßsiegung



Bezeichnung:	⊖ — ⊕
Bodenart:	fS, u, ms
Tiefe:	2,10 m
U/C _c :	4.0/0.8
Entnahmestelle:	1/2

Bemerkungen:
 Wassergehalt W_n = 17,1 %

Bericht:
 Anlage:
 5.2

Dipl.-Ing. Scheu & Partner GmbH

Niedertorstraße 11

32312 Lübbecke

Tel. 05741 / 7044 Fax 05741 / 20259

Bearbeiter: Brox

Datum: 12.04.1999

Körnungslinie

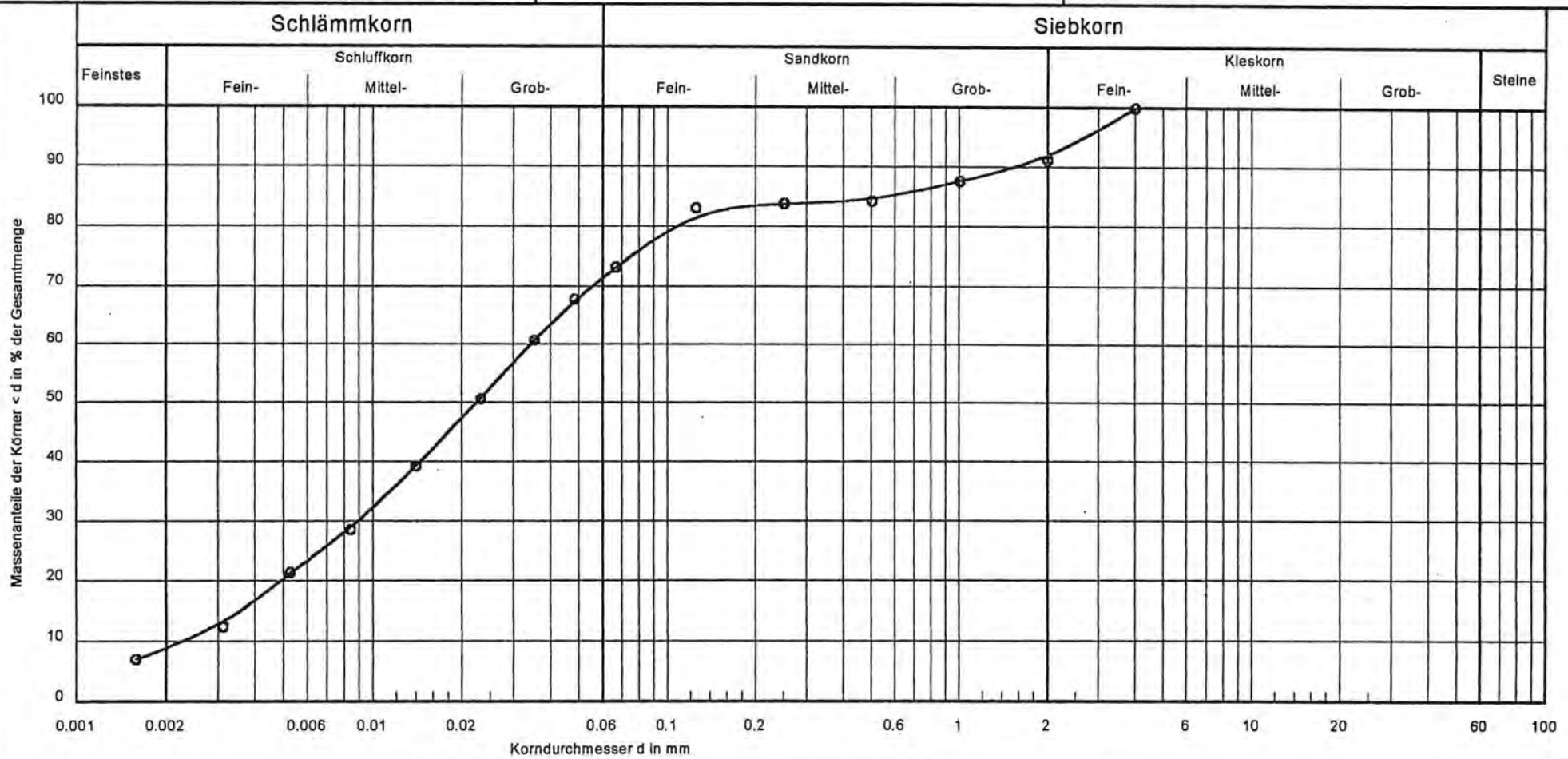
Abgrabung Westerkappeln

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am:

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Schlämme/Naßsiebung



Bezeichnung:



Bodenart:

U, t', fs', gs', fg'

Tiefe:

4,40 m

U/C_e:

15.3/1.0

Stichtiefe:

1/6

Bemerkungen:

Wassergehalt W_n = 12,6 %

Anlage:

5.3

Bericht:

Dipl.-Ing. Scheu & Partner GmbH
 Niedertorstraße 11
 32312 Lübbecke
 Tel. 05741 / 7044 Fax 05741 / 20259

Bearbeiter: Brox

Datum: 12.04.1999

Körnungslinie

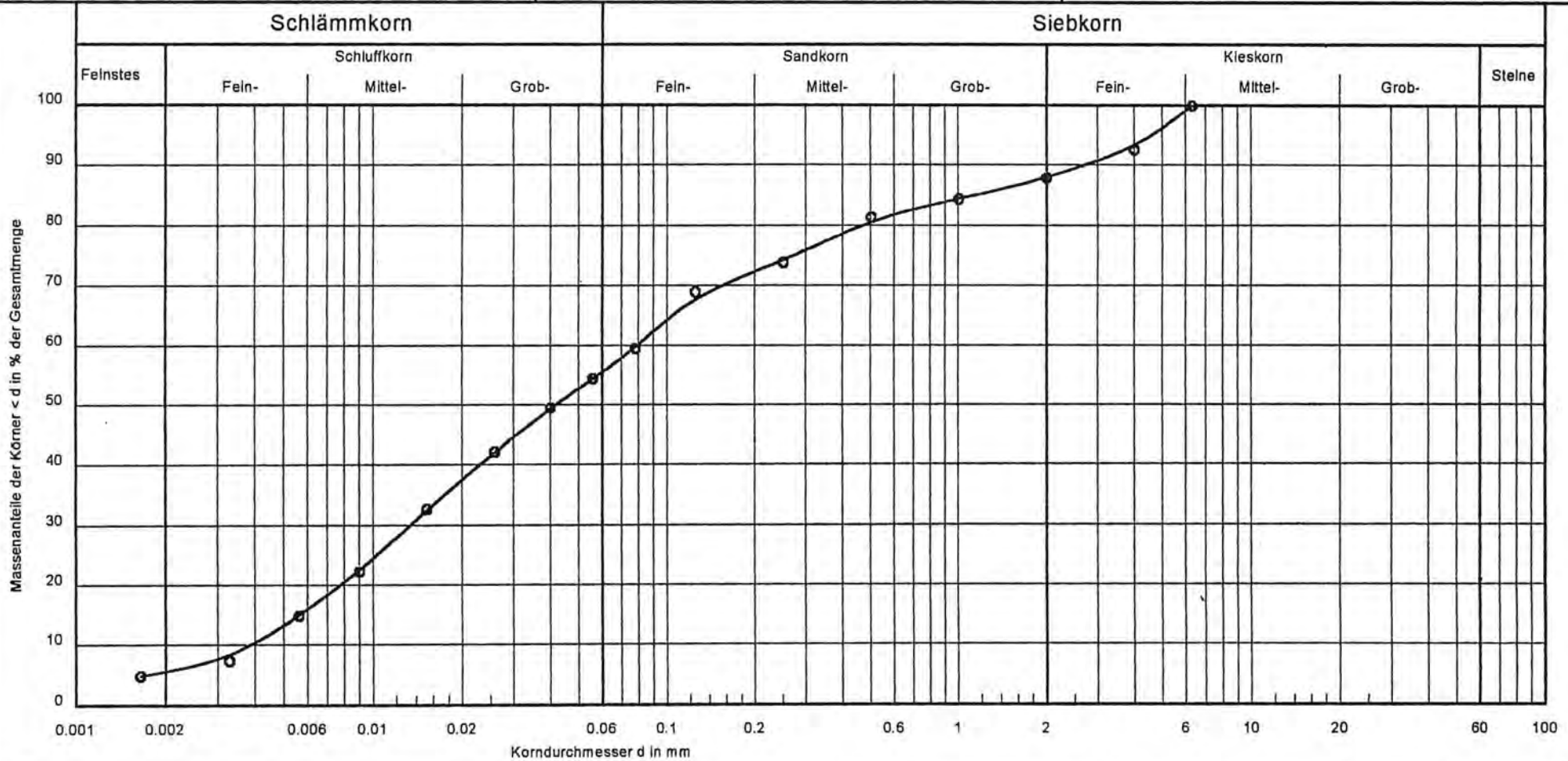
Abgrabung Westerkappeln

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am:

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Schlämme/Naßsiebung



Bezeichnung:		Bemerkungen:	
Bodenart:	U, fs, l', ms', gs', fg'	Wassergehalt Wn = 13,3 %	Anlage: 5.4
Tiefe:	7,90 m		
U/C _c :	20.5/0.6		
Entnahmestelle:	1/9		
		Bericht:	

Dipl.-Ing. Scheu & Partner GmbH

Niedertorstraße 11

32312 Lübbecke

Tel. 05741 / 7044 Fax 05741 / 20259

Bearbeiter: Brox

Datum: 12.04.1999

Körnungslinie

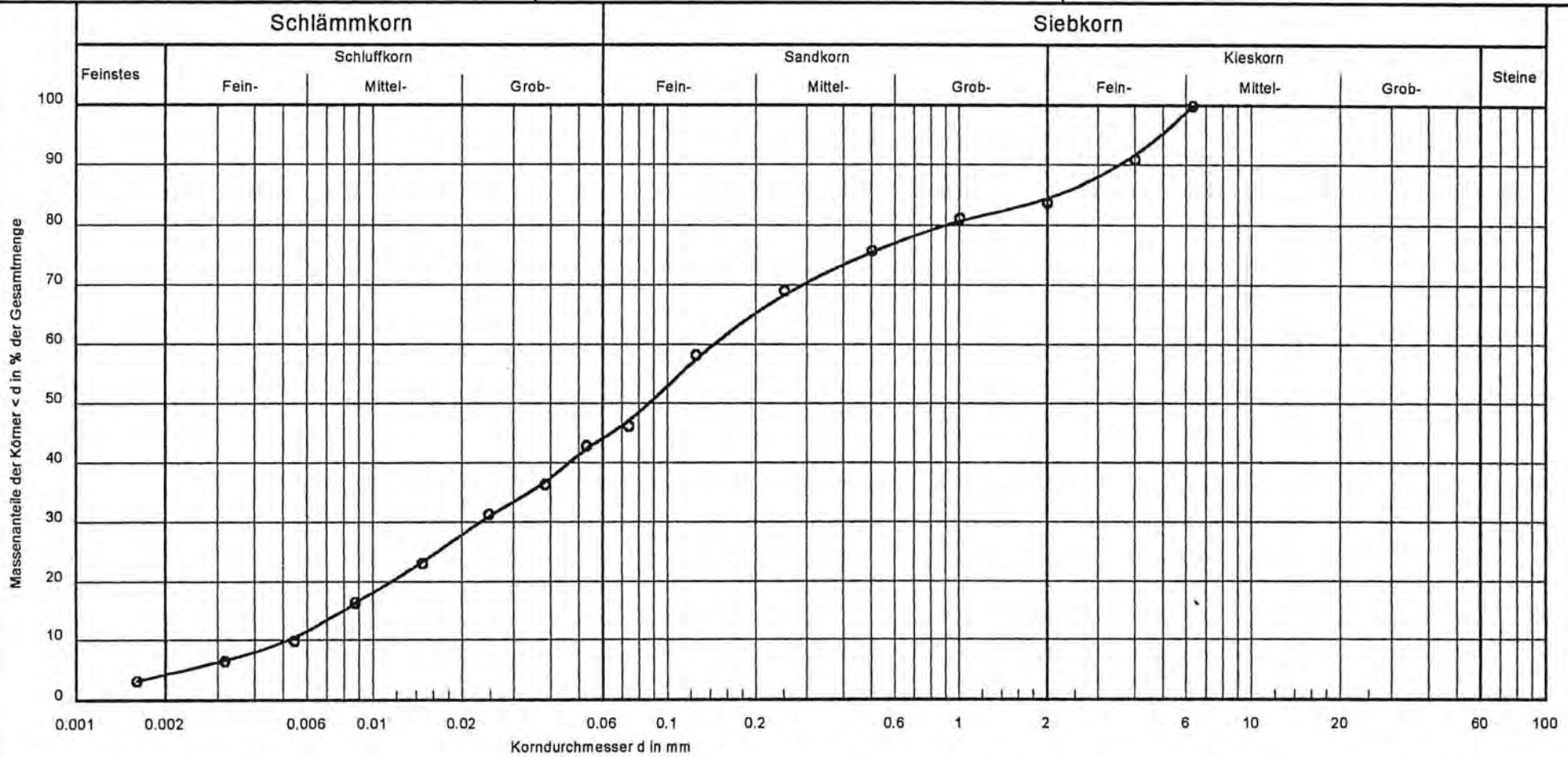
Abgrabung Westerkappeln

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am:

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Schlämme/Naßsiebung



Bezeichnung:



Bodenart:

S, \bar{u} , fg'

Tiefe:

13,60 m

U/C_z:

28.1/0.7

Entnahmestelle:

1/15 (Bohrung1)

Bemerkungen:

Wassergehalt W_n = 30,6 %

Anlage:

55

Bericht:

Dipl.-Ing. Scheu & Partner GmbH

Niedertorstraße 11

32312 Lübbecke

Tel. 05741 / 7044 Fax 05741 / 20259

Bearbeiter: Brox

Datum: 12.04.1999

Körnungslinie

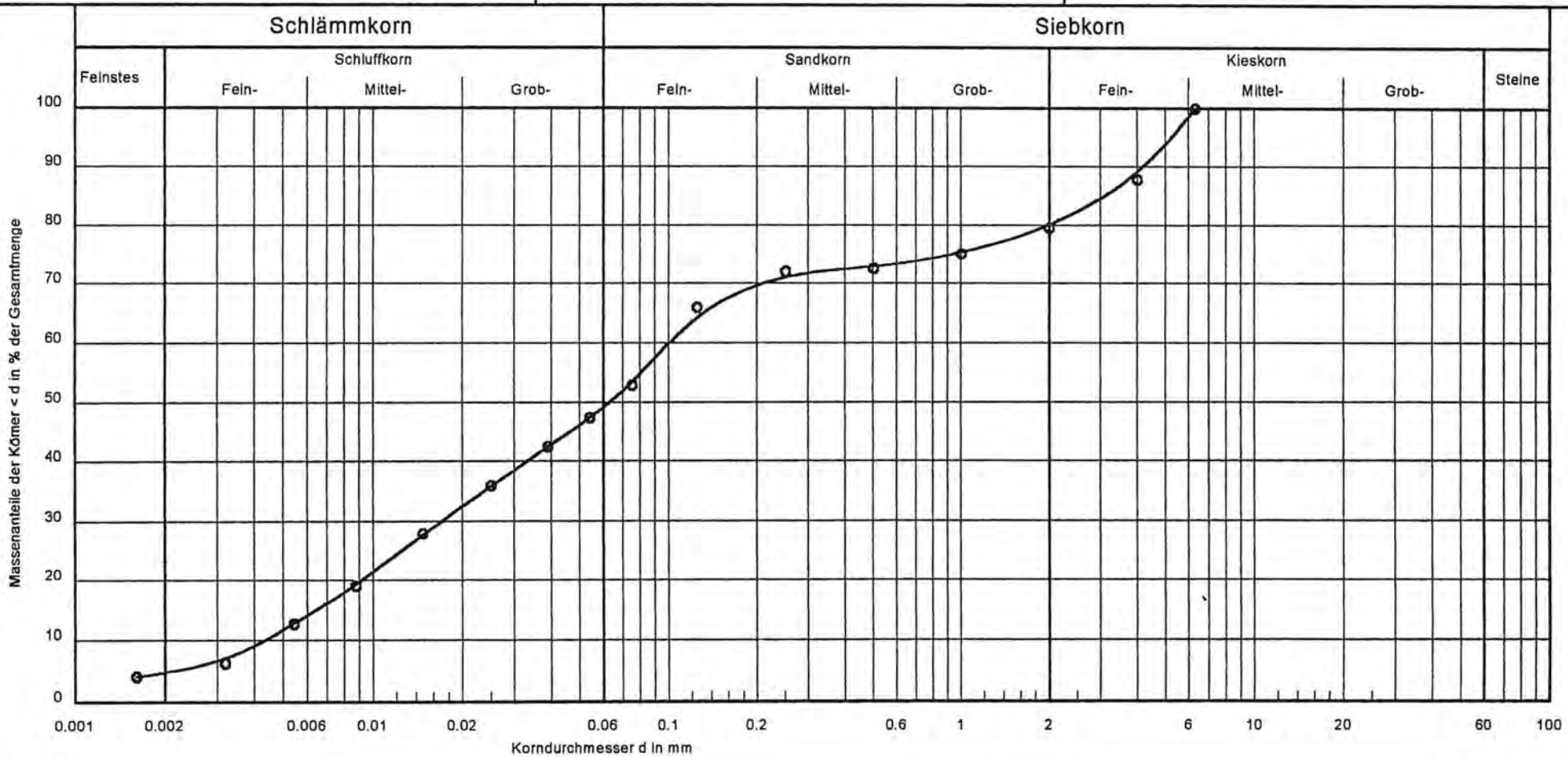
Abgrabung Westerkappeln

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am:

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Schlämme/Nafslebung



Bezeichnung:



Bodenart:

U, fs, fg, gs¹

Tiefe:

17,00 m

U/C_u:

23,4/0,7

Entnahmestelle:

1/18

Bemerkungen:

Wassergehalt W_n = 9,6 %

Anlage:
5.6

Bericht:

Dipl.-Ing. Scheu & Partner GmbH
 Niedertorstraße 11
 32312 Lübbecke
 Tel. 05741 / 7044 Fax 05741 / 20259

Bearbeiter: Brox

Datum: 12.04.1999

Körnungslinie

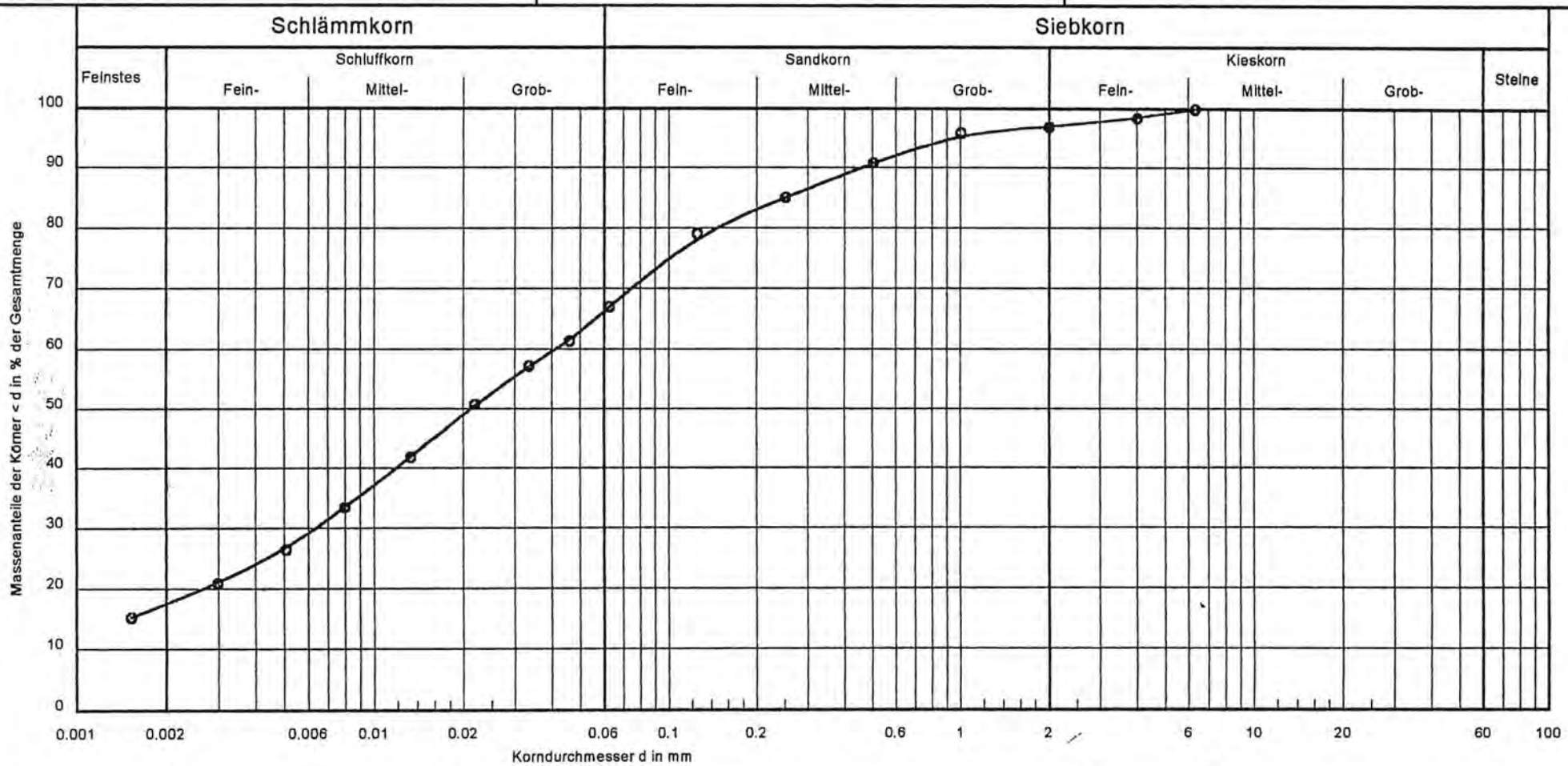
Abgrabung Westerkappeln

Prüfungsnummer:

Probe entnommen am:

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Schlämme/Naßsiebung



Bezeichnung:

○ — ○

Bodenart:

U, t, fs, ms'

Tiefe:

2,60 m

U/C_g:

-/-

Entnahmestelle:

2/3 (Bohrung 2)

Bemerkungen:

Wassergehalt W_n = 16,9 %

Anlage:

5.7

Bericht:

Abgrabung Westerkappeln
 Projekt-Nr, 3605..... B 1 Tiefe: 4,4 m

ERGEBNISSE

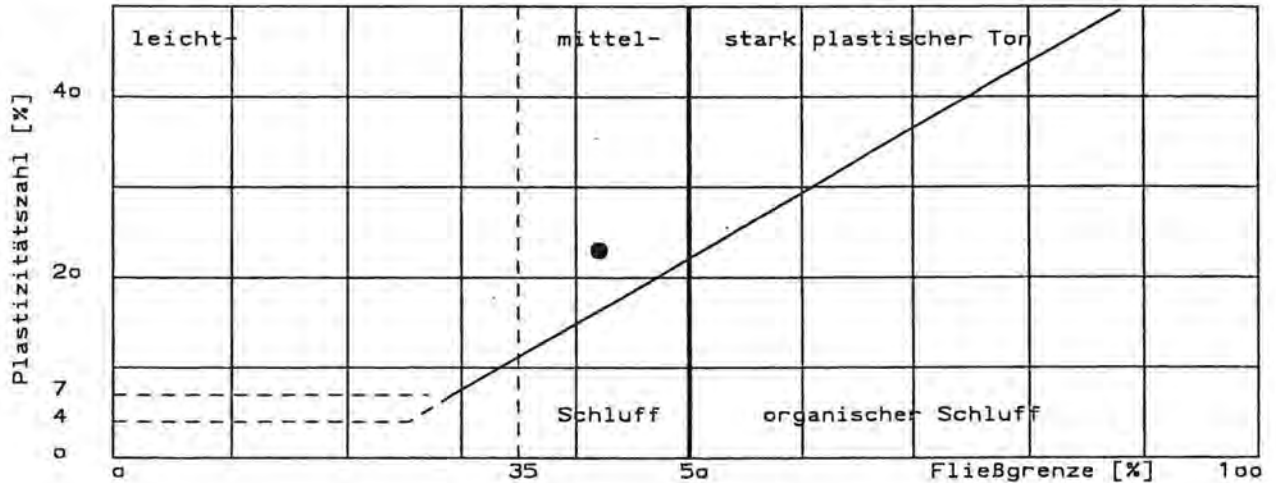
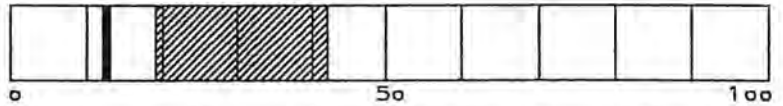
WASSERGEHALTE

natürlicher (d < 0.4 mm) w = 12.60 [%]
 an der Fließgrenze w(L) = 42.03 [%]
 an der Ausrollgrenze w(P) = 19.05 [%]

ABGELEITETE GRÖßEN

Plastizitätszahl: IP = 22.98 [%]
 Konsistenzzahl : IC = 1.28 []
 Zustandsform : halbfest
 Plastizitätsgrad: mittelplastisch
 Bodengruppe : TM Ton mittelplastisch

natürlicher Wassergehalt
 und bildsamer Bereich [%]



Abgrabung Westerkappeln
Projekt-Nr. 3605..... B 1 Tiefe: 7.9 m

ERGEBNISSE

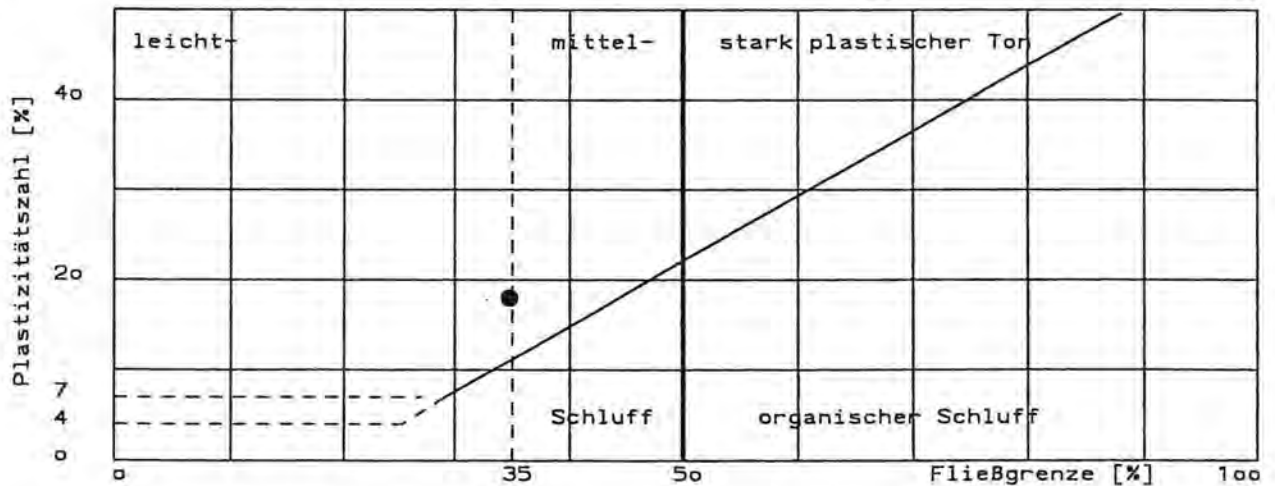
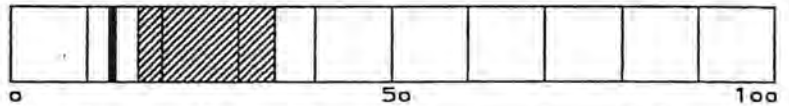
WASSERGEHALTE

natürlicher (d < 0.4 mm) w = 13.30 [%]
an der Fließgrenze w(L) = 34.74 [%]
an der Ausrollgrenze w(P) = 16.76 [%]

ABGELEITETE GRÖßEN

Plastizitätszahl: IP = 17.98 [%]
Konsistenzzahl: IC = 1.19 []
Zustandsform: halbfest
Plastizitätsgrad: leichtplastisch
Bodengruppe: TL Ton leichtplastisch

natürlicher Wassergehalt
und bildsamer Bereich [%]



Abgrabung Westerkappeln
 Projekt-Nr. 3605..... B 2 Tiefe: 2.6 m

ERGEBNISSE

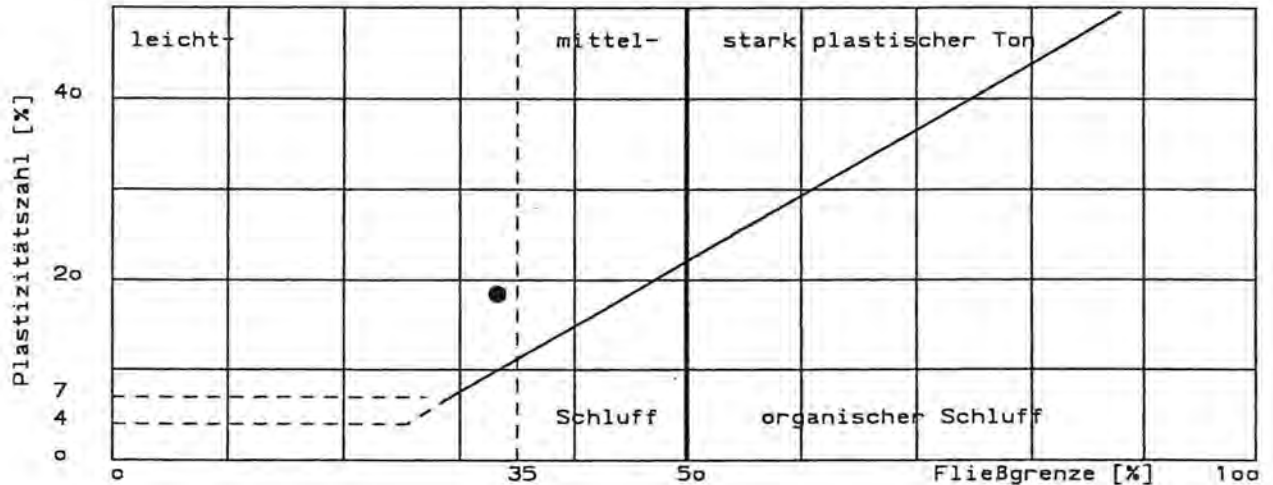
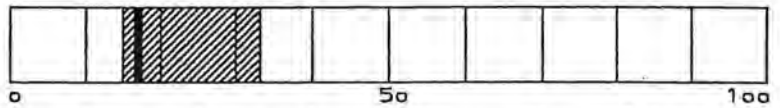
WASSERGEHALTE

natürlicher (d < 0.4 mm) w = 16.90 [%]
 an der Fließgrenze w(L) = 33.25 [%]
 an der Ausrollgrenze w(P) = 14.84 [%]

ABGELEITETE GRÖßEN

Plastizitätszahl: IP = 18.41 [%]
 Konsistenzzahl : IC = 0.89 []
 Zustandsform : steif
 Plastizitätsgrad: leichtplastisch
 Bodengruppe : TL Ton leichtplastisch

natürlicher Wassergehalt
 und bildsamer Bereich [%]



Anlage 6

AUSWERTUNG DER GEMESSENEN SCHLAGZAHLEN BINDIGE BÖDEN

Gerät

Mittelschwere Rammsonde (DPM-20) nach DIN 4094

(1) Druckfestigkeit:

$$q_u \text{ (MN/m}^2\text{)} = 0,044 \text{ (N}_{10}\text{)}^{0,60}$$

(2) Scherparameter:

$$\text{Kohäsion } c = 0,27 \cdot q_u \cdot \tan(45^\circ - \varphi' / 2)$$

Reibungswinkel φ' (geschätzter Wert)

(3) Steifemodul:

Fließerde (toniger und sandiger Schluff):

$$E_s = 10,79 \cdot N_{10}^{0,54}$$

(4) Auswertungsergebnisse:

Bodenart	Geschiebemergel				
	1	2	3	5	7
Schlagzahl N_{10}					
Druckfestigkeit q_u [MN/m ²]	0,044	0,067	0,085	0,116	0,141
Reibungswinkel φ' [°]	25	25	25	25	25
Kohäsion c [kN/m ²]	7,6	11,5	14,6	20,0	24,2
Steifemodul E_s [MN/m ²]	10,8	15,7	19,5	25,7	30,9

Bodenart	Geschiebemergel				
	10	15	20	30	40
Schlagzahl N_{10}					
Druckfestigkeit q_u [MN/m ²]	0,175	0,223	0,266	0,339	0,402
Reibungswinkel φ' [°]	25	25	25	25	25
Kohäsion c [kN/m ²]	30,1	38,4	48,8	58,3	69,1
Steifemodul E_s [MN/m ²]	37,4	46,6	54,4	67,7	79,1

Konsistenz:

weich $0,05 < q_u \leq 0,10 \text{ MN/m}^2$

steif $0,10 < q_u \leq 0,20 \text{ MN/m}^2$

halbfest $0,20 < q_u \leq 0,40 \text{ MN/m}^2$

fest $0,40 < q_u \leq 0,60 \text{ MN/m}^2$

hart $q_u > 0,60 \text{ MN/m}^2$

**AUSWERTUNG DER GEMESSENEN SCHLAGZAHLEN
SANDIGE BÖDEN**

Gerät

Mittelschwere Rammsonde (DPM-20) nach DIN 4094

(1) Lagerungsdichte:

$$D = 0,177 (N_{10})^{0,48}$$

(2) Reibungswinkel:

$$\varphi = \text{arc cot} (1,82 - 0,86 \cdot D)$$

(3) Steifemodul:

$$E_s = 2,4 + 9,06 N_{10}^{0,75}$$

(4) Auswertungsergebnisse:

Bodenart	Sand							
	1	3	5	7	10	15	20	30
Schlagzahl N_{10}	1	3	5	7	10	15	20	30
Lagerungsdichte D	0,177	0,300	0,383	0,450	0,535	0,649	0,746	0,906
Reibungswinkel φ' [°]	30,9	32,6	33,9	34,9	36,3	36,3	40,3	43,9
Steifemodul E_s [MN/m ²]	11,5	23,1	32,7	41,4	53,3	53,3	88,1	118,5

Lagerungsdichte:

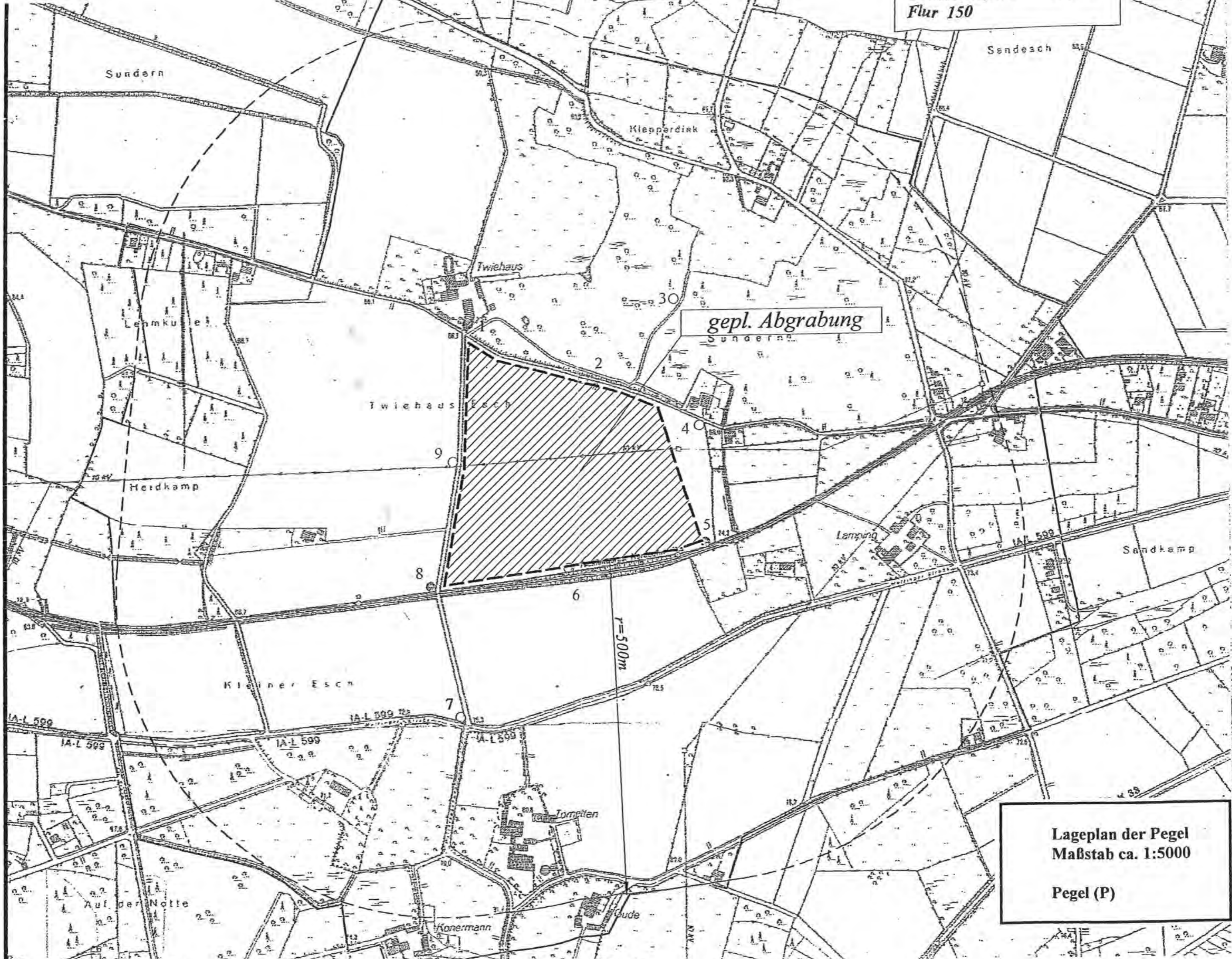
locker: $0,15 < D \leq 0,30$

mitteldicht: $0,30 < D \leq 0,50$

dicht: $0,50 < D \leq 0,75$

sehr dicht: $D > 0,75$

Anlage 7



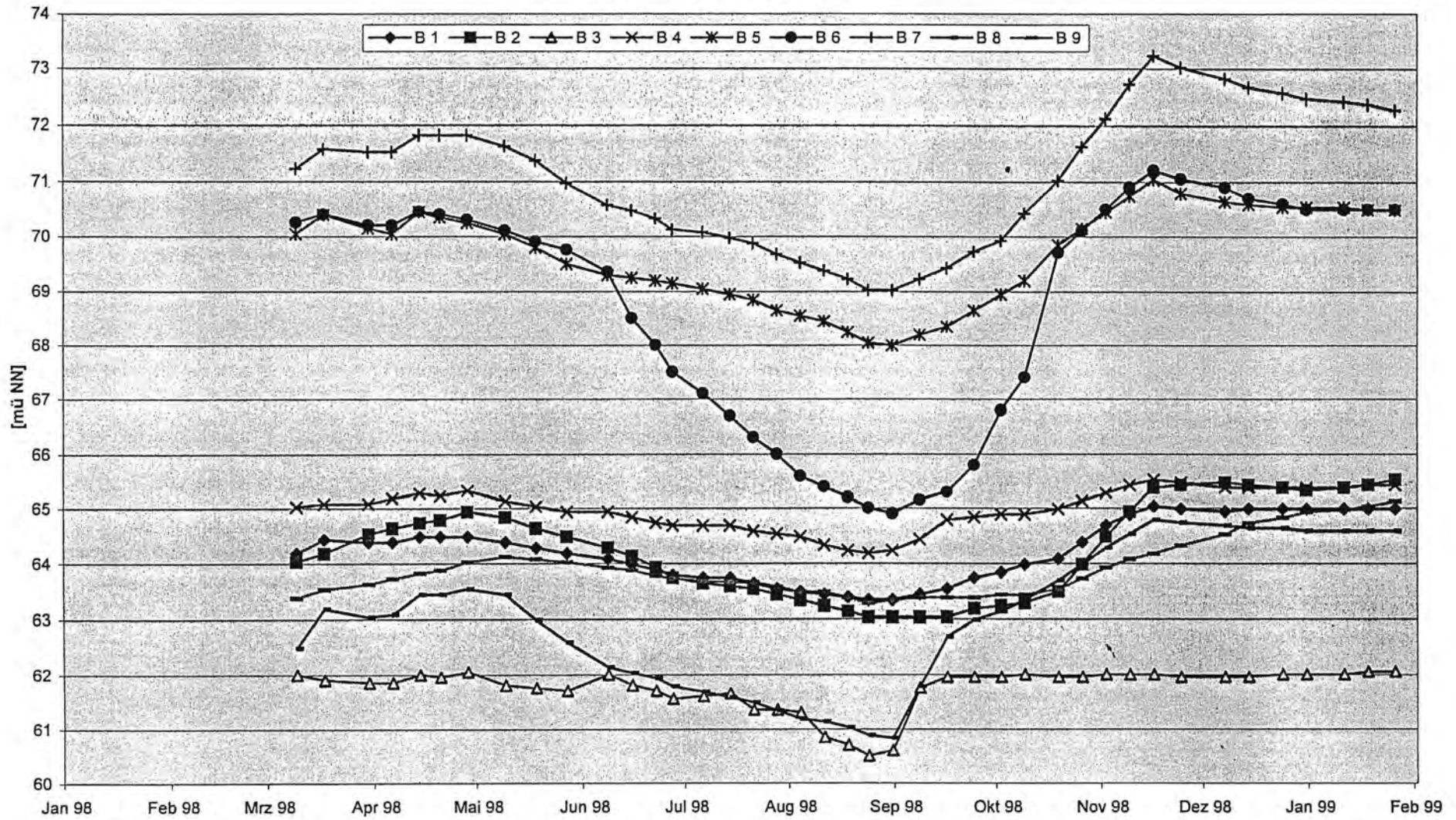
Lageplan der Pegel
Maßstab ca. 1:5000
Pegel (P)

Anlage 8

	OKB		OKB		OKB		OKB		OKB		OKB		OKB		OKB		OKB		OKB	
	1	[müNN]	2	[müNN]	3	[müNN]	4	[müNN]	5	[müNN]	6	[müNN]	7	[müNN]	8	[müNN]	9	[müNN]	Penter	[müNN]
Datum		65,89		67,84		62,56		66,29		71,95		75,01		75,23		70,29		68,73		
23.01.98	1,80	64,09	4,20	63,64	0,80	61,76	1,50	64,79	2,00	69,95	5,10	69,91	4,35	70,88	7,45	62,84	5,70	63,03	0,00	
02.02.98	1,80	64,09	4,10	63,74	0,80	61,76	1,50	64,79	2,10	69,85	5,20	69,81	4,35	70,88	7,60	62,69	5,60	63,13	0,00	
12.02.98	1,80	64,09	3,90	63,94	0,80	61,76	1,50	64,79	2,30	69,65	5,40	69,61	4,40	70,83	7,85	62,44	5,55	63,18	0,00	
24.02.98	1,90	63,99	3,90	63,94	0,80	61,76	1,55	64,74	2,60	69,35	6,00	69,01	4,60	70,63	8,20	62,09	5,35	63,38	0,00	
02.03.98	1,80	64,09	3,85	63,99	0,65	61,91	1,30	64,99	2,30	69,65	5,45	69,56	4,30	70,93	8,00	62,29	5,35	63,38	0,00	
09.03.98	1,70	64,19	3,80	64,04	0,55	62,01	1,25	65,04	1,90	70,05	4,75	70,26	4,00	71,23	7,80	62,49	5,35	63,38	0,00	
17.03.98	1,45	64,44	3,65	64,19	0,60	61,96	1,20	65,09	1,55	70,40	4,60	70,41	3,65	71,58	7,10	63,19	5,20	63,53	0,00	
30.03.98	1,50	64,39	3,30	64,54	0,70	61,86	1,20	65,09	1,80	70,15	4,80	70,21	3,70	71,53	7,25	63,04	5,10	63,63	0,00	
06.04.98	1,50	64,39	3,20	64,64	0,70	61,86	1,10	65,19	1,90	70,05	4,80	70,21	3,70	71,53	7,20	63,09	5,00	63,73	0,00	
14.04.98	1,40	64,49	3,10	64,74	0,55	62,01	1,00	65,29	1,50	70,45	4,55	70,46	3,40	71,83	6,85	63,44	4,90	63,83	0,00	
20.04.98	1,40	64,49	3,05	64,79	0,60	61,96	1,05	65,24	1,60	70,35	4,60	70,41	3,40	71,83	6,85	63,44	4,85	63,88	0,00	
28.04.98	1,40	64,49	2,90	64,94	0,50	62,06	0,95	65,34	1,70	70,25	4,70	70,31	3,40	71,83	6,75	63,54	4,70	64,03	0,00	
09.05.98	1,50	64,39	3,00	64,84	0,75	61,81	1,15	65,14	1,90	70,05	4,90	70,11	3,60	71,63	6,85	63,44	4,60	64,13	6,40	
18.05.98	1,60	64,29	3,20	64,64	0,80	61,76	1,25	65,04	2,15	69,80	5,10	69,91	3,85	71,38	7,30	62,99	4,65	64,08	6,60	
27.05.98	1,70	64,19	3,35	64,49	0,85	61,71	1,35	64,94	2,45	69,50	5,25	69,76	4,25	70,98	7,70	62,59	4,70	64,03	6,70	
08.06.98	1,80	64,09	3,55	64,29	0,55	62,01	1,35	64,94	2,65	69,30	5,65	69,36	4,65	70,58	8,15	62,14	4,80	63,93	6,70	
15.06.98	1,90	63,99	3,70	64,14	0,75	61,81	1,45	64,84	2,70	69,25	6,50	68,51	4,75	70,48	8,25	62,04	4,85	63,88	6,70	
22.06.98	2,00	63,89	3,90	63,94	0,85	61,71	1,55	64,74	2,75	69,20	7,00	68,01	4,90	70,33	8,35	61,94	4,95	63,78	6,80	
27.06.98	2,10	63,79	4,10	63,74	1,00	61,56	1,60	64,69	2,80	69,15	7,50	67,51	5,10	70,13	8,50	61,79	5,00	63,73	6,80	
06.07.98	2,15	63,74	4,20	63,64	0,95	61,61	1,60	64,69	2,90	69,05	7,90	67,11	5,15	70,08	8,60	61,69	5,05	63,68	6,80	
14.07.98	2,15	63,74	4,25	63,59	0,90	61,66	1,60	64,69	3,00	68,95	8,30	66,71	5,25	69,98	8,70	61,59	5,07	63,66	6,80	
21.07.98	2,25	63,64	4,30	63,54	1,20	61,36	1,70	64,59	3,10	68,85	8,70	66,31	5,35	69,88	8,80	61,49	5,07	63,66	6,90	
28.07.98	2,35	63,54	4,40	63,44	1,20	61,36	1,75	64,54	3,30	68,65	9,00	66,01	5,55	69,68	8,95	61,34	5,15	63,58	6,90	
04.08.98	2,40	63,49	4,50	63,34	1,25	61,31	1,80	64,49	3,40	68,55	9,40	65,61	5,70	69,53	9,10	61,19	5,25	63,48	6,90	
11.08.98	2,45	63,44	4,60	63,24	1,70	60,86	1,95	64,34	3,50	68,45	9,60	65,41	5,85	69,38	9,15	61,14	5,25	63,48	7,00	
18.08.98	2,50	63,39	4,70	63,14	1,85	60,71	2,05	64,24	3,70	68,25	9,80	65,21	6,00	69,23	9,25	61,04	5,35	63,38	7,00	
24.08.98	2,55	63,34	4,80	63,04	2,05	60,51	2,10	64,19	3,90	68,05	10,00	65,01	6,20	69,03	9,40	60,89	5,45	63,28	7,10	
31.08.98	2,55	63,34	4,80	63,04	1,95	60,61	2,05	64,24	3,95	68,00	10,10	64,91	6,20	69,03	9,45	60,84	5,40	63,33	7,10	
08.09.98	2,45	63,44	4,80	63,04	0,80	61,76	1,85	64,44	3,75	68,20	9,85	65,16	6,00	69,23	8,50	61,79	5,35	63,38	7,00	
16.09.98	2,35	63,54	4,80	63,04	0,60	61,96	1,50	64,79	3,60	68,35	9,70	65,31	5,80	69,43	7,60	62,69	5,35	63,38	6,80	
24.09.98	2,15	63,74	4,65	63,19	0,60	61,96	1,45	64,84	3,30	68,65	9,20	65,81	5,50	69,73	7,30	62,99	5,35	63,38	6,70	
02.10.98	2,05	63,84	4,60	63,24	0,60	61,96	1,40	64,89	3,00	68,95	8,20	66,81	5,30	69,93	7,15	63,14	5,30	63,43	6,70	
09.10.98	1,90	63,99	4,55	63,29	0,55	62,01	1,40	64,89	2,75	69,20	7,60	67,41	4,80	70,43	6,95	63,34	5,30	63,43	6,70	
19.10.98	1,80	64,09	4,35	63,49	0,60	61,96	1,30	64,99	2,10	69,85	5,30	69,71	4,20	71,03	6,60	63,69	5,20	63,53	6,50	
26.10.98	1,50	64,39	3,85	63,99	0,60	61,96	1,15	65,14	1,80	70,15	4,90	70,11	3,60	71,63	6,30	63,99	5,00	63,73	6,40	
02.11.98	1,20	64,69	3,35	64,49	0,55	62,01	1,00	65,29	1,50	70,45	4,50	70,51	3,10	72,13	6,00	64,29	4,80	63,93	6,30	
09.11.98	1,00	64,89	2,90	64,94	0,55	62,01	0,85	65,44	1,20	70,75	4,10	70,91	2,50	72,73	5,75	64,54	4,65	64,08	6,20	

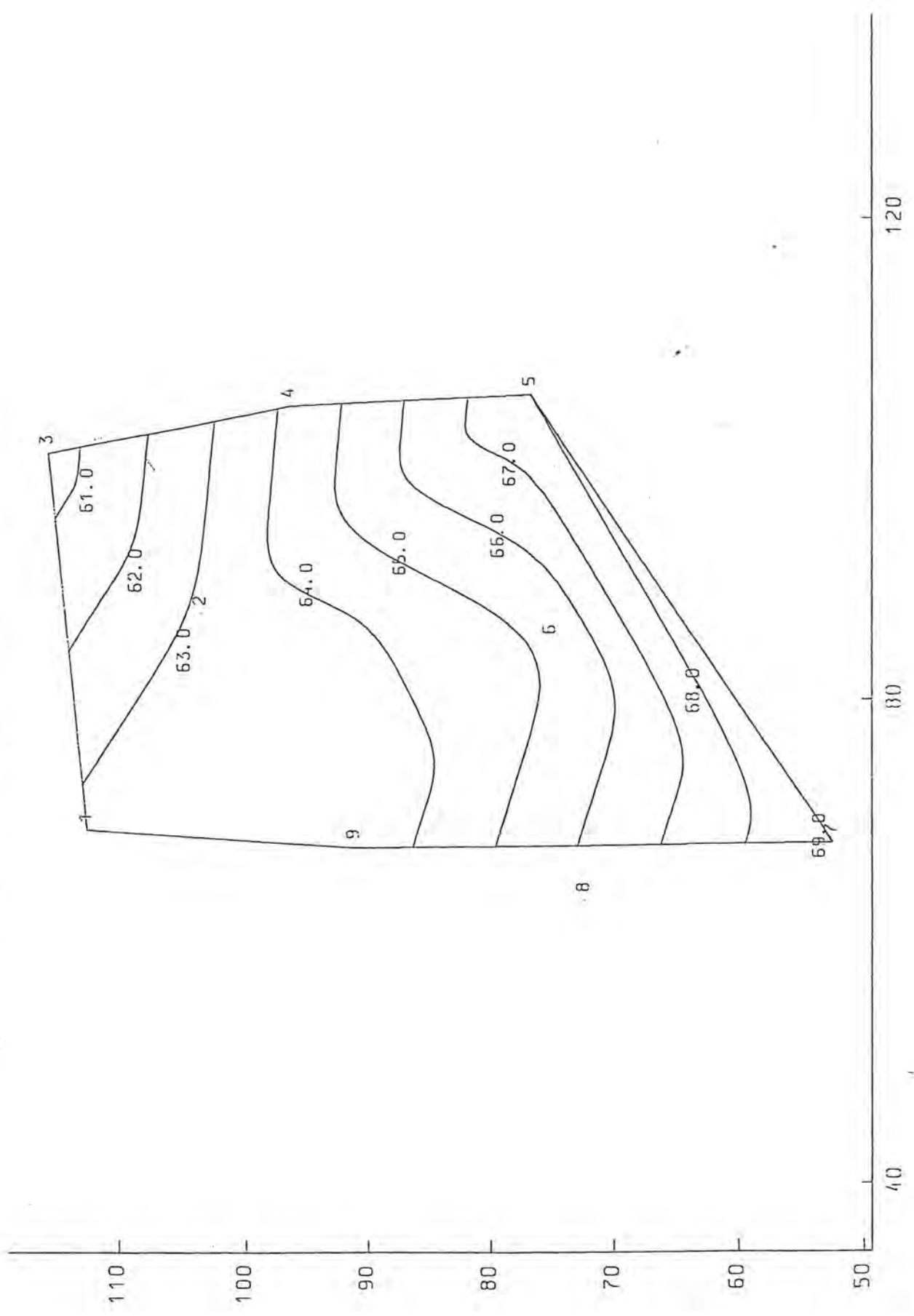
Anlage 9

Grundwasserbeobachter

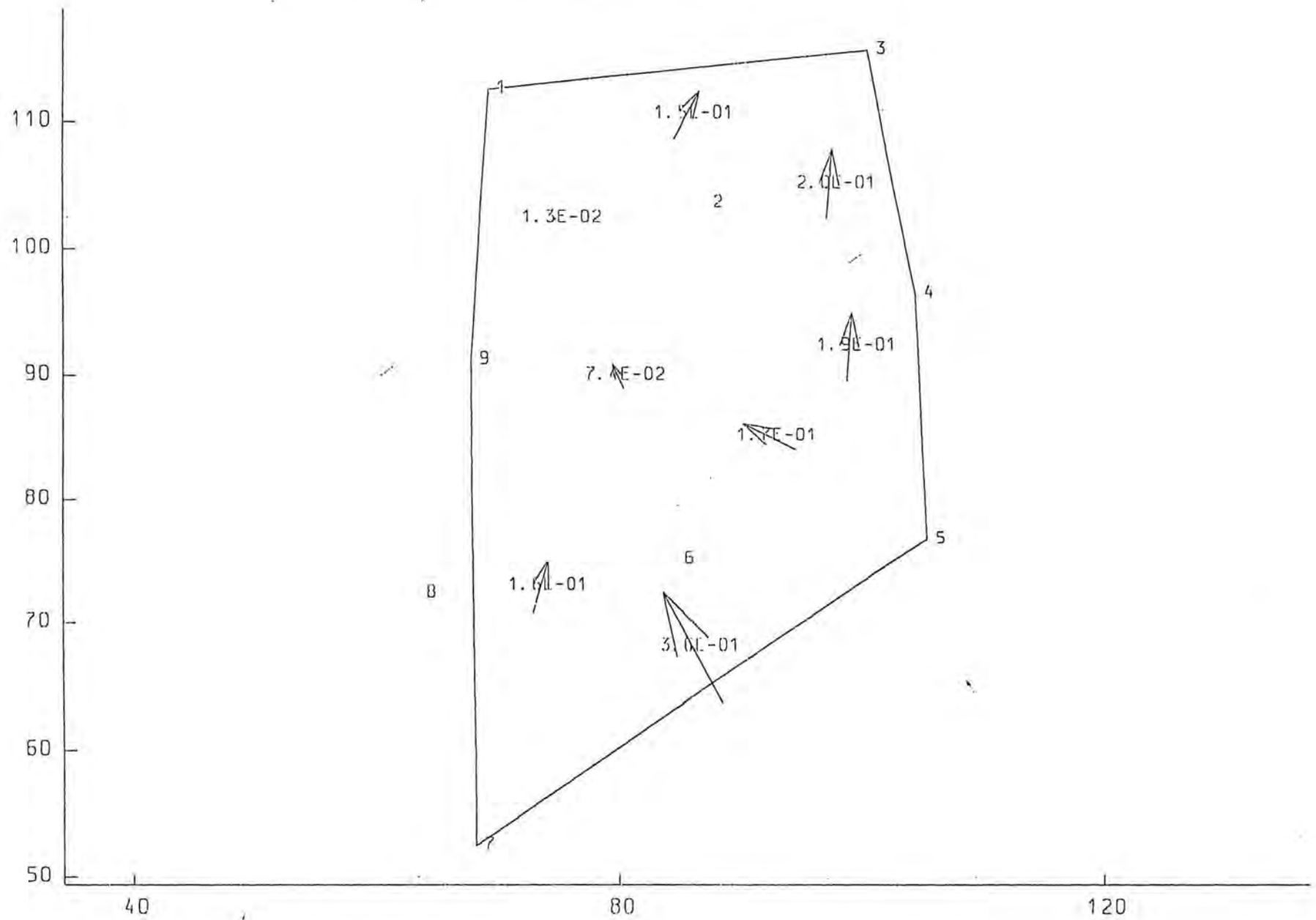


Anlage 10

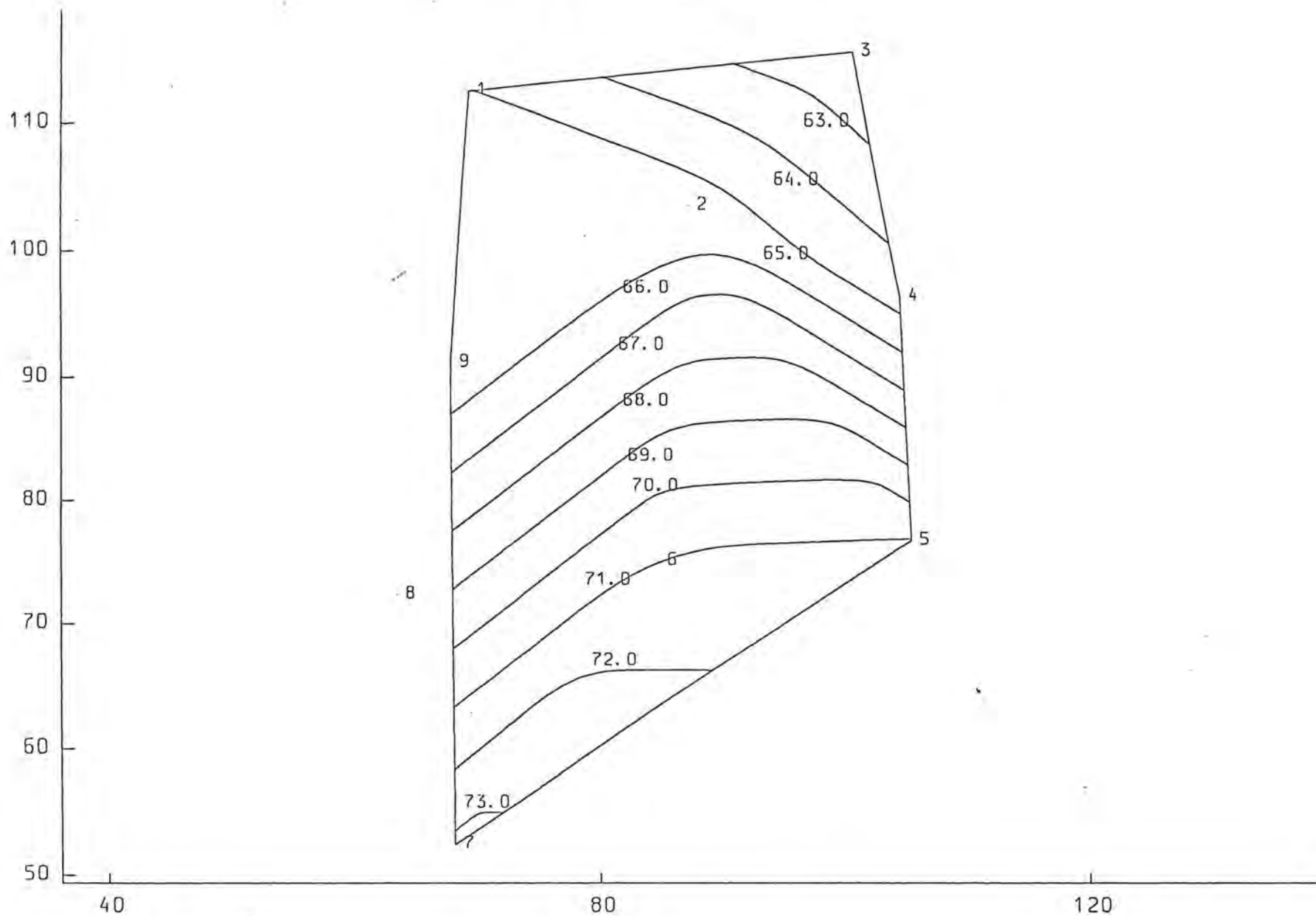
Grundwassergleichen vom August 1998



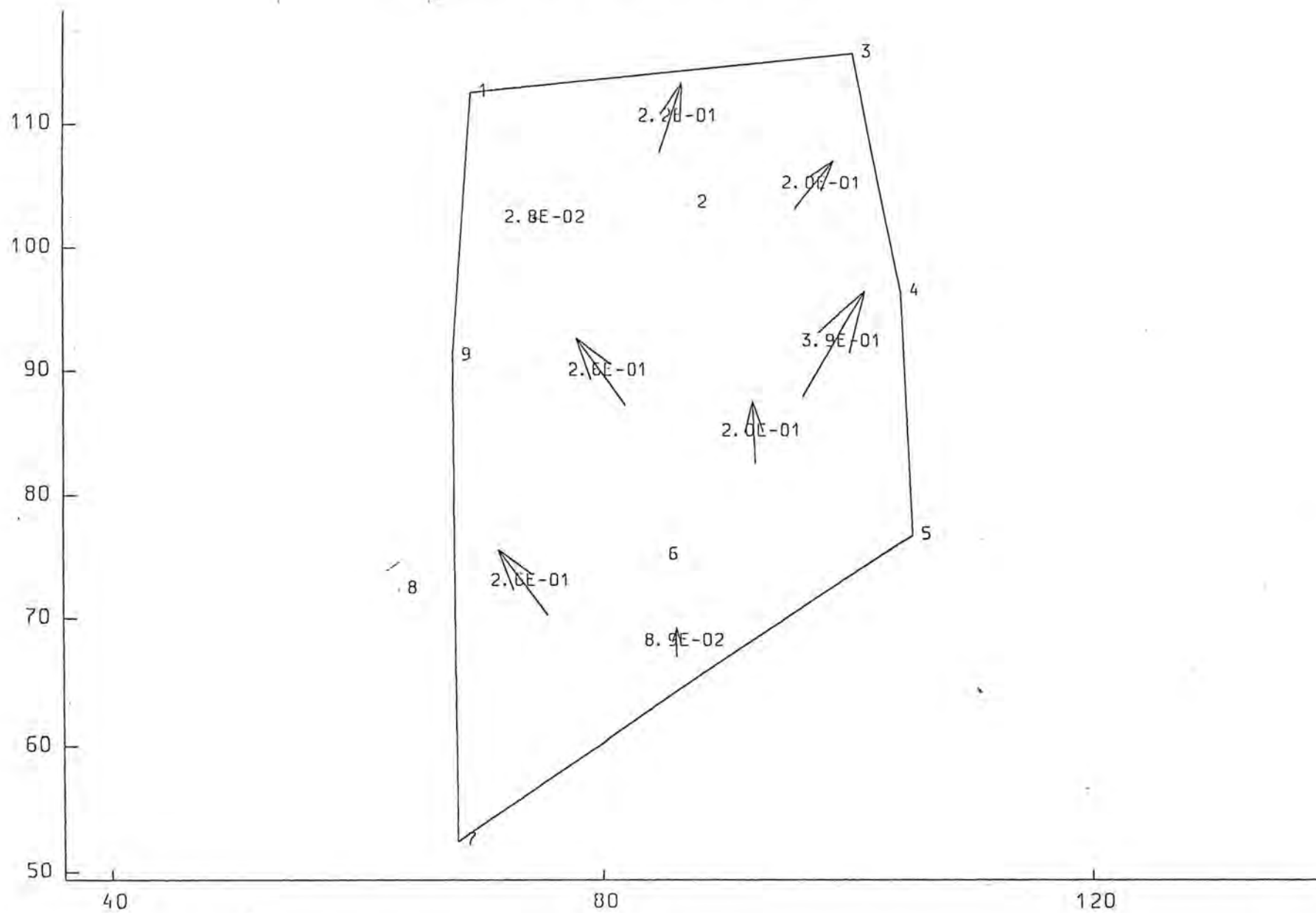
GRADIENTENFELD August 1998



Grundwassergleichen vom November 1998

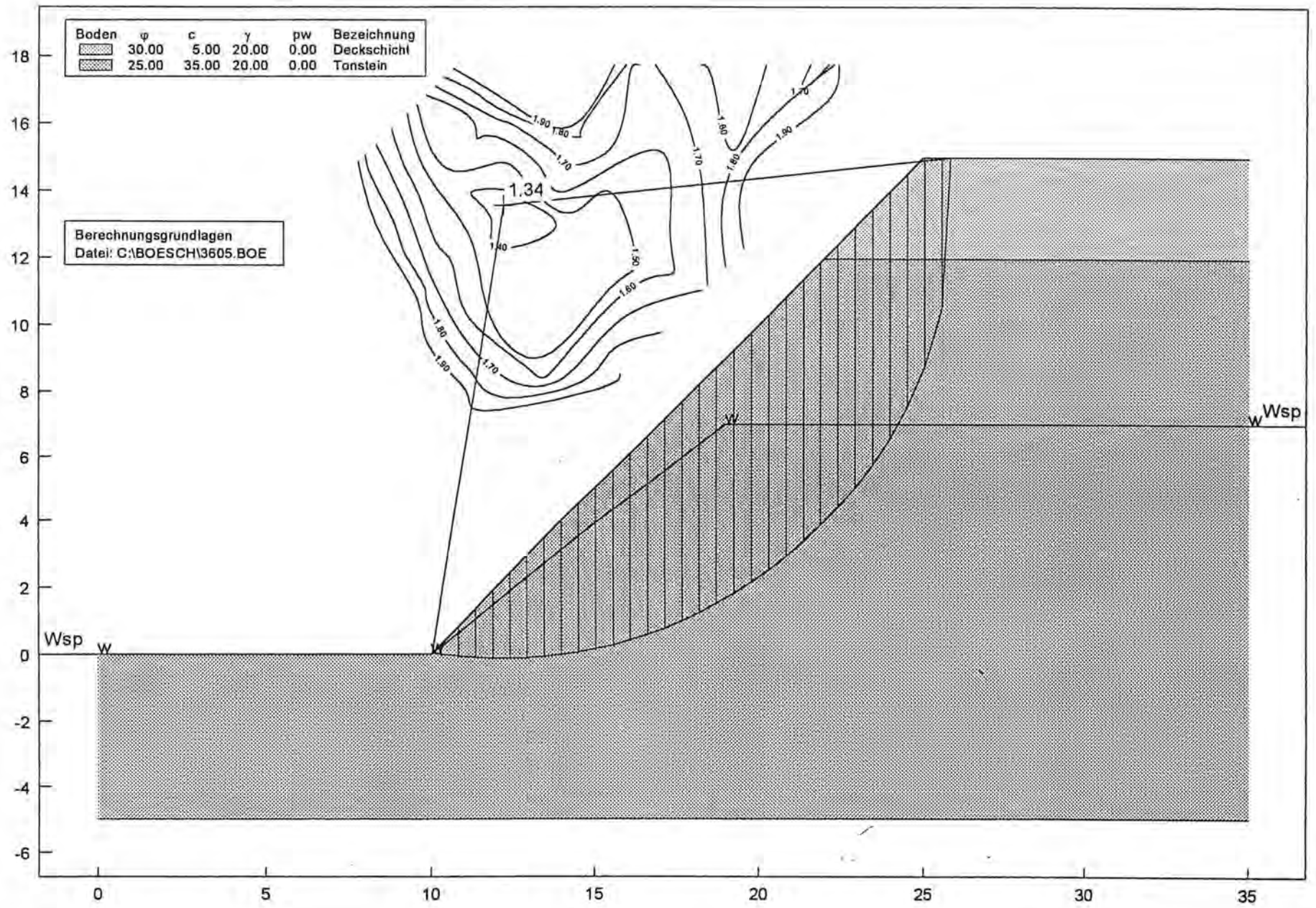


GRADIENTENFELD November 1998



Anlage 11

Tiefenabgrabung Westerkappeln



Böschungsberechnung nach DIN 4084
mit Kreisgleitflächen

Datei: C:\BOESCH\3605.BOE

Parameterliste

etab = Sicherheit nach DIN 4084
xm,ym = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes
rad = Radius des Gleitkreises

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000
2	10.000	0.000
3	25.000	15.000
4	35.000	15.000

Bodenkennwerte

Boden	phi	c	gamma	pw	Bezeichnung
1	30.00	5.00	20.00	0.00	Deckschicht
2	25.00	35.00	20.00	0.00	Tonstein

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links) [m]	y(links) [m]	x(rechts) [m]	y(rechts) [m]	Boden-Nr.
1	22.000	12.000	35.000	12.000	1
2	0.000	-5.000	35.000	-5.000	2

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000
2	10.000	0.000
3	19.000	7.000
4	35.000	7.000

Erdbebenlasten (als Beschleunigungswerte)

horizontal = 0.0000
vertikal = 0.0000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = 0.00
Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = 7.00

gamma Wasser [kN/m³] = 10.000

Ergebnisse

=====

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): 4.1987 11.0159

x / y (Ende): 25.4207 17.7222

Anzahl Radien = 40

Kreis	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	Sicherheit [-]
1	24.9015	17.7222	5.2988	30	3.4567

Zähler = 887.633 Nenner = 256.787
 M(Ti) = 887.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 256.8 / M = 0.0
 2 21.6566 14.4484 13.3109 30 2.2858
 Zähler = 32263.649 Nenner = 14114.548
 M(Ti) = 32263.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 14114.5 / M = 0.0
 3 18.4116 11.1746 13.9826 30 1.6901
 Zähler = 35185.991 Nenner = 20819.084
 M(Ti) = 35186.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 20819.1 / M = 0.0
 4 15.1667 7.9008 11.4017 30 1.9498
 Zähler = 18088.068 Nenner = 9276.658
 M(Ti) = 18088.1 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 9276.7 / M = 0.0
 5 22.0849 17.7222 5.7007 30 1.6633
 Zähler = 557.836 Nenner = 335.377
 M(Ti) = 557.8 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 335.4 / M = 0.0
 6 19.2190 14.8464 15.5010 30 1.7895
 Zähler = 40096.523 Nenner = 22405.937
 M(Ti) = 40096.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 22405.9 / M = 0.0
 7 16.3530 11.9707 12.1917 30 1.5039
 Zähler = 19987.944 Nenner = 13290.408
 M(Ti) = 19987.9 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 13290.4 / M = 0.0
 8 13.4871 9.0949 9.7469 30 1.4911
 Zähler = 9077.425 Nenner = 6087.774
 M(Ti) = 9077.4 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 6087.8 / M = 0.0
 9 10.6211 6.2192 8.8206 30 2.1899
 Zähler = 8504.139 Nenner = 3883.395
 M(Ti) = 8504.1 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 3883.4 / M = 0.0
 10 19.2683 17.7222 15.7187 30 1.8710
 Zähler = 33068.866 Nenner = 17674.293
 M(Ti) = 33068.9 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 17674.3 / M = 0.0
 11 16.7813 15.2445 13.2741 30 1.5865
 Zähler = 20704.604 Nenner = 13050.856
 M(Ti) = 20704.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 13050.9 / M = 0.0
 12 14.2944 12.7668 12.1799 30 1.4175
 Zähler = 15534.600 Nenner = 10959.203
 M(Ti) = 15534.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 10959.2 / M = 0.0
 13 11.8075 10.2891 10.3968 30 1.4999
 Zähler = 8560.037 Nenner = 5706.951
 M(Ti) = 8560.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 5707.0 / M = 0.0
 14 9.3206 7.8114 12.1523 30 2.1802
 Zähler = 19175.673 Nenner = 8795.503
 M(Ti) = 19175.7 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 8795.5 / M = 0.0
 15 6.8336 5.3337 8.2727 30 5.9502
 Zähler = 7238.488 Nenner = 1216.504
 M(Ti) = 7238.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 1216.5 / M = 0.0
 16 16.4517 17.7222 13.9681 30 1.6709
 Zähler = 18050.326 Nenner = 10802.900
 M(Ti) = 18050.3 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 10802.9 / M = 0.0
 17 14.3437 15.6425 11.2705 30 1.8262
 Zähler = 8599.700 Nenner = 4709.111
 M(Ti) = 8599.7 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 4709.1 / M = 0.0
 18 12.2358 13.5629 13.6905 30 1.3378
 Zähler = 17128.264 Nenner = 12803.747
 M(Ti) = 17128.3 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 12803.7 / M = 0.0
 19 10.1279 11.4832 14.6669 30 1.6754
 Zähler = 26496.769 Nenner = 15815.482
 M(Ti) = 26496.8 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 15815.5 / M = 0.0
 20 8.0200 9.4036 12.0957 30 2.4728
 Zähler = 15271.954 Nenner = 6175.925
 M(Ti) = 15272.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 6175.9 / M = 0.0
 21 5.9121 7.3239 9.0303 30 11.1523
 Zähler = 6176.518 Nenner = 553.833

$M(Ti) = 6176.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 553.8 / M = 0.0$
 22 13.6350 17.7222 11.7857 30 2.4462
 Zähler = 5770.116 Nenner = 2358.817
 $M(Ti) = 5770.1 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 2358.8 / M = 0.0$
 23 11.9061 16.0406 13.6188 30 1.6547
 Zähler = 12323.963 Nenner = 7447.712
 $M(Ti) = 12324.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 7447.7 / M = 0.0$
 24 10.1772 14.3589 14.2960 30 1.4651
 Zähler = 14651.861 Nenner = 10000.487
 $M(Ti) = 14651.9 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 10000.5 / M = 0.0$
 25 8.4483 12.6773 15.0776 30 1.9067
 Zähler = 23993.878 Nenner = 12583.833
 $M(Ti) = 23993.9 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 12583.8 / M = 0.0$
 26 6.7194 10.9957 12.4990 30 3.4863
 Zähler = 12609.070 Nenner = 3616.737
 $M(Ti) = 12609.1 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 3616.7 / M = 0.0$
 27 4.9905 9.3141 10.4687 30 11.6562
 Zähler = 2040.750 Nenner = 175.078
 $M(Ti) = 2040.7 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 175.1 / M = 0.0$
 28 10.8184 17.7222 14.6023 30 1.9421
 Zähler = 10819.586 Nenner = 5571.016
 $M(Ti) = 10819.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 5571.0 / M = 0.0$
 29 9.4685 16.4386 16.0037 30 1.4607
 Zähler = 16347.306 Nenner = 11191.200
 $M(Ti) = 16347.3 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 11191.2 / M = 0.0$
 30 8.1186 15.1550 15.1333 30 1.7484
 Zähler = 12690.537 Nenner = 7258.422
 $M(Ti) = 12690.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 7258.4 / M = 0.0$
 31 6.7687 13.8715 14.1041 30 2.3817
 Zähler = 8594.414 Nenner = 3608.551
 $M(Ti) = 8594.4 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 3608.6 / M = 0.0$
 32 5.4188 12.5879 13.1862 30 4.1564
 Zähler = 5345.641 Nenner = 1286.134
 $M(Ti) = 5345.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 1286.1 / M = 0.0$
 33 4.0689 11.3044 12.4048 30 17.7769
 Zähler = 2074.849 Nenner = 116.716
 $M(Ti) = 2074.8 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 116.7 / M = 0.0$

Ungünstigster Gleitkreis

Kreis	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	Sicherheit [-]
21	12.2358	13.5629	13.6905	30	1.3378
Zähler = 17128.264		Nenner = 12803.747			