

Dr. A. WOLFGANG STREIM
Sachverständiger für Geotechnik

von der Industrie- und Handelskammer Friedberg/H. öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für
Baugeologie, unterirdisches Wasser, Bauschäden aus dem Untergrund
61118 Bad Vilbel, Am Wäldchen 21 Telefon: 06101 / 4 19 32

60 386 Frankfurt am Main Salzschrifter Straße 16 Telefon: 069 / 41 41 50 Fax: 069 / 41 71 70
0171 / 57 47 033

Dr. A. W. Streim . Salzschrifter Straße 16 . 60 386 Frankfurt am Main

1. Ausfertigung

Gutachten

2. Ausfertigung H. Görtles / Herr
Pohlbleiser am
05.10.98 übergeben

3. Ausfertigung Planergruppe PoB bzw.
Keller, Kelle, Herr Wof
an 05.10.98 übergeben

Objekt:

Baugebiet Krebsschere, Bad Vilbel

Gegenstand:

Feststellen der Untergrundverhältnisse
und deren Bedeutung für die Bebauung,
Studie für den Überblick

Auftraggeber:

Magistrat der Stadt Bad Vilbel
- Stadtbauamt -
Friedberger Straße 4
61 118 Bad Vilbel

Frankfurt am Main, den 21.09.1998
Bearb.-Nr. 3289-1 dr.s/yk

Inhalt

Text:		Seite
1. Auftrag		4
2. Unterlagen		4
3. Verrichtungen		5
4. Ergebnisse		6
4.1 Geologie		6
4.1.1 Schichtenfolge		6
4.1.2 Genese der Schichten		8
4.2 Unterirdisches Wasser		9
4.2.1 Grundwasser		9
4.2.2 Staunässe		9
4.2.3 Kapillarwasser, Sickerwasser		10
4.2.4 Mineralwasser		10
4.2.5 Wasserschutzgebiet		11
4.3 Bodenmechanik		12
4.3.1 Lösse		12
4.3.2 Lösslehme		14
4.3.3 Kies		15
4.3.4 Ton des Tertiärs		15
5. Bautechnische Folgerungen		16
5.1 Allgemeines Bild		16
5.2 Erschließungsmaßnahmen		16
5.2.1 Kanäle		16
5.2.2 Straßen, sonstige Verkehrsflächen		17
5.2.3 Dachwasserversickerung		18
5.3 Hochbau		18
5.3.1 Tragfähigkeit		18
5.3.2 Trockenhalten von Kellern		19
5.4 Baugrubenwände		21
5.5 Kontamination		21
5.6 Erschütterung durch Schienenverkehr		21
6. Anmerkung für die Planer		22

Anlagen:

- 1/ Lage in der Topographischen Karte 1 : 25.000
- 2/ Gestaltungskonzept 1 : 10.000
- 3/ Lage der Bohrungen und Rammsondierungen 1 : 10.000
- 4/ Bohrungen und Rammsondierungen als Zeichnungen
- 5/ Schichtenverzeichnisse der Bohrungen
- 6/ Bodenmechanische Laboruntersuchungen
- 7/ Chemische Laboruntersuchungen

1. Auftrag

Es wurde der Auftrag erteilt, den Untergrund im Baugebiet Krebsschere zu erkunden. Der Auftrag stammt vom 30.06.1998; es liegt das Angebot vom 26.03.1998 zugrunde.

2. Unterlagen

Topographische Unterlagen:

- U 1 Topographische Karte 1 : 25.000
- U 2 Topographische Karte 1 : 10.000
- U 3 Gestaltungskonzept 1 : 10.000

Geologische Unterlagen:

- U 4 Geologische Karte 1 : 25 000 Blatt Frankfurt am Main Ost, Ausgabe 1993
- U 5 STREIM, THORSTEN (1990): Stratigraphische und tektonische Untersuchungen zum Quartär, Tertiär und Rotliegenden von Bad Vilbel und des Nordostens von Frankfurt am Main (447 Seiten).- Diplomarbeit Technische Hochschule Darmstadt
- U 6 Dr. STREIM (1988): Gutachten Bearb.-Nr. 2064-1 zum Vorhaben Unterführung der L 3008 (neu) unter die Main-Weser-Bahn, erstellt für den Magistrat der Stadt Bad Vilbel
- U 7 FRITZ GmbH (1998): Erschütterungstechnische Untersuchung zum 4-gleisigen Ausbau der Bahnstrecke zwischen Frankfurt/M und Bad Vilbel
- U 8 ARNOLD, KH (1990): Erschütterungen als RiBursachen.- Aachener Bausachverständigentage

3. Verrichtungen

Es wurden die Bohrungen 1 bis 19 und die Rammsondierungen I bis IV ausgeführt.

In den Bohrlöchern wurde der Wasserstand mit dem Kabellichtlot gemessen.

An ausgewählten Bohrproben wurden im Labor Zustandsmessungen vorgenommen.

Die Ansatzpunkte der Bohrungen wurden lage- und höhenmäßig, bezogen auf Normalnull, eingemessen.

Aus Gründen des gegenseitigen Verstehens von Begriffen ist es notwendig, auf folgendes hinzuweisen:

Die Meter für Meter gezogenen, jeweils einen Meter langen Bodenproben wurden nach den Maßgaben der **DIN 4022-Baugrund** bestimmt und benannt. Das unterirdische Wasser wurde nach den Begriffen der **DIN 4049 Teil 3-Begriffe zur quantitativen Hydrologie** bezeichnet (die deckungsgleich mit den Begriffen nach DIN 4021-Baugrund sind).

Die Auswertungen führten zu den Ergebnissen nach Ziff. 4 und den Folgerungen nach Ziff. 5.

4. Ergebnisse vom Untergrund

Die Bohrungen sind in Anlage 5 schichtweise beschrieben und in der Anlage 4 als Zeichnung dargestellt; sie liefern vom Aufbau des Untergrundes folgendes Bild:

4.1 Geologie

Den Bohrungen gaben wir das Ziel, jeweils die **quartären** Ablagerungen, die an der Erdoberfläche beginnen und einem System folgend unterschiedlich tief reichen, zu durchteufen und darunter den Beginn der **tertiären** Schichten nachzuweisen.

Die Bohrungen erfüllten dieses Ziel.

4.1.1 Schichtenfolge

Die quartären Ablagerungen bestehen von oben nach unten zunächst aus einer mächtigen Folge von tonfreien **Schluffen** und tonigen Schluffen. Von der Entstehung her sind es Löss (Staubablagerungen durch eiszeitlichen Wind) und Lösslehme. Die Schliffe liegen von der Eisenbahn an nach Westen über Kiesen, die sich in unterschiedlichen, aber bestimmten Höhen befinden.

Die Kiese gehören zu Terrassen der pleistozänen Nidda. An der Bahnlinie sind es die Terrassen t_3 und t_4 . Es folgen nach Westen bis heran an die B 3a die Terrassen

t_5 und t_6 und weiter westlich die Terrassen t_7 bis t_9 . In den Profildarstellungen der Anlage 4 ist im einzelnen darauf hingewiesen. Diese Anlage ist mit der schematischen Darstellung am Schluß derselben durchzusehen, um den geologischen Aufbau zu verstehen.

Unter den Kiesen liegen die Schichten des Tertiärs. Diese bestehen aus **Tonen** und **Feinsanden** der Cyrenenmergelgruppe, im Norden auch der Cerithienschichten.

Die Schluffe (Löss und Lösslehm) sind im Osten längs der Eisenbahn bis 8 m dick. Die Mächtigkeit nimmt nach Westen auf 10 bis maximal 15 m zu.

Über dem obersten Lösslehm liegt häufig ein Schwemmschluff, den man **Kolluvium** nennt. Es ist von höheren Reliefpartien in den letzten viertausend Jahren vom Lösslehm und Löss abgeschwemmtes Korn.

Es ist außerdem damit zu rechnen, daß im obersten Lösslehm, wenn auch von den Bohrungen nicht angetroffen, bereichsweise ein schwarzbraun gefärbter Boden von etwa 50 bis 70 cm Dicke auftreten wird. Dieser Boden ist ein Schwarzerderelikt. Hierzu muß man wissen, daß der Lösslehm (der braun ist) einst durchweg eine Schwarzerde war, die aber verbraunt ist.

4.1.2 Genese der Schichten

In der Geometrie der Schichten mit tiefliegenden Kiesen im Osten und immer höher liegenden Kiesen nach Westen steckt die abgelaufene Gesetzmäßigkeit der Talbildung. Die Geometrie wird durch eine Betrachtung der Talbildung verständlich.

Einst füllten die tertiären Schichten das heutige Tal bis hinauf zum Niveau von etwa NN +150 m. Im Niveau von 150 m floß die Nidda. Im Verlauf des klimatisch durch eine Sequenz von Kaltzeiten (Eiszeiten) und Warmzeiten gegliederten Quartärs schnitt sich die Nidda immer tiefer in die tertiären Schichten ein, und zwar stufenartig. Die klimatische Sequenz bedeutete für die Talbildung jeweils Ausräumung in der Frühzeit einer Kaltzeit und Kiesablagerung in deren Hochzeit. Die heute in unterschiedlicher Höhe (terrassenartig) vorhandenen Kiese sind die stehengebliebenen Erosionsstümpfe der einst über der jeweiligen Talsohle ganzflächig gelegenen Kiese.

In den Kaltzeiten kam es durch Stürme jeweils zur Anwehung tonfreien Schluffs (= Löss). In den Warmzeiten verwitterte der Top des tonfreien Schluffs zu tonigem Schluff (= Lösslehm).

4.2 Unterirdisches Wasser

4.2.1 Grundwasser

Der Untergrund führt Grundwasser. Das Grundwasser ist in den Kiesen, aber auch in tiefen Teilen der Schluffe vorhanden; jedoch führen die Kiese der hohen Terrassen nicht überall Grundwasser.

In nassen Zeiten steigt das Grundwasser kräftig an. Dieser Anstieg kann, je nach Lage im Baugebiet, etwa 2 m ausmachen. Genauere Angaben zum Anstieg sind im Rahmen dieser Untersuchung nicht machbar.

Das Grundwasser ist nicht betonaggressiv.

Die Bohrungen in der Anlage 4 geben an, in welchen Tiefen die Grundwasseroberfläche zum Zeitpunkt des Bohrens lag.

4.2.2 Staunässe

Im Löss über Lösslehm ist einige Male versickerter, aufgestauter Niederschlag angetroffen worden. Es handelt sich jeweils um einen wenige Dezimeter dicken Wassersaum.

4.2.3 Kapillarwasser, Sickerwasser

Über dem Grundwasser liegt eine Zone geschlossenen Kapillarwassers. In dieser Zone sind die Bodenporen hundertprozentig kapillarwassergesättigt. Die Zone ist in den Schluffen häufig um die 2 m dick. Zum Verständnis: das Kapillarwasser steht unter Unterdruck, das Grundwasser steht unter Luftdruck.

Über der Zone des geschlossenen Kapillarwassers liegt die Zone des offenen Kapillarwassers. Es ist zugleich die Zone des versickernden Niederschlags (= Sickerwasser). Hier sind die Bodenporen nur teilgesättigt, so lange das Sickerwasser nicht aufstaut.

4.2.4 Mineralwasser

Das Mineralwasser von Bad Vilbel ist nicht an die quartären Schichten des Baugebietes gebunden. Es ist ein Tiefenwasser, das frühestens in tiefgelegenen Schichten des Tertiärs und im darunter vorhandenen Rotliegenden auftritt. Das Tertiär hat hier eine Dicke von mehr als 100 m.

4.2.5 Wasserschutzzonen

Das Baugebiet liegt in Heilquellenschutzzonen:

Das Gebiet liegt in der I. Zone des Heilquellenschutzbzirkels (Verordnung den Schutz der Heilquellen in der Provinz Oberhessen betreffend; vom 07.02.1929). In dieser Zone sind Ausgrabungen und unterirdische Arbeiten ohne Genehmigung nur bis zur Tiefe von 5,00 m erlaubt.

Das Gebiet liegt in der qualitativen Schutzzone III B, auch IV und der qualitativen Schutzzone C des Verordnungsentwurfes zum Schutze der staatlich anerkannten Heilquelle "Hassia-Sprudel" (Der Regierungspräsident V 14 b 1 - 79 e 04/01 (10342) - H).

Den Erd- und Grundbau betreffende Verbote sind vorwiegend:

Zone III B:

- Erdaufschlüsse, durch die die Deckschichten wesentlich vermindert werden
- Niederbringen von Bohrungen (nicht aller, nicht genau definiert)
- Versickern von Kühlwasser
- Anlegen von künstlichen Wasserflächen mit Verbindung zum Grundwasser
- Versickern des von Straßen und sonstigen Verkehrsflächen abfließenden Wassers

Zone C:

- Bodeneingriffe von mehr als 20 m unter Gelände (beabsichtiger Unterschied zur Verordnung von 1929)
- jede vorübergehende Grundwasserabsenkung

Nicht verboten ist das Versickern von Niederschlagswasser.

Der Regierungspräsident als Obere Wasserbehörde kann im Einvernehmen mit dem Hessischen Bergamt auf Antrag Ausnahmen zulassen.

4.3 Bodenkennwerte**4.3.1 Löss**

Die Löss sind körnungsmäßig im wesentlichen tonfreie Schluffe; manchmal ist eine leichte Klebrigkei vorhanden, die auf einen geringen Tonmineralgehalt von nur etwa 1 bis 3 % zurückgeht. Die Anlage 6 Seite 2 bis 4 bringt Korngrößenanalysen vom tonfreien Schluff (Löss). Der Löss ist stark kalkig. Die Messungen lieferten 16 bis 18 % Kalkanteil. Es ist kaum Plastizität vorhanden. Die Plastizitätszahl ist mit etwa 5 % außerordentlich klein. Der Löss ist daher ein Boden der Bodengruppe UL. Der im trockenen oder erdfeuchten Zustand hervorragend bearbeitbare Löss verschlammt bei Niederschlag und gleichzeitigem Befahren oder auch nur Begehen.

Die bei Bohrung 8 und 10 ausgeführten Rammsondierungen zeigen, daß die verschieden alten Lössen unterschiedlich fest sind (Anlage 4 Seite 22 und 25). So bringt der jüngste Löss (Würmlöss) 10 bis 15 Schläge, der darunter liegende ältere Risslöss und Fuhnelöss im Mittel 25 Schläge pro 10 cm Eindringung der Sonde.

Für den **Würmlöss** können angesetzt werden (siehe auch Anlage 6):

Wichte	γ	=	19,5 kN/m ³
	γ'	=	9,5 kN/m ³
Reibungswinkel	ϕ'	=	27,5° (bis 30°)
Kohäsion	c'	=	0 bis 12 kN/m ²
Steifemodul	E_s	=	13 MN/m ²

Für den **Riss- und Fuhnelöss** können angesetzt werden:

Wichte	γ	=	20 kN/m ³
	γ'	=	10 kN/m ³
Reibungswinkel	ϕ'	=	30° (bis 33°)
Kohäsion	c'	=	0 bis 15 kN/m ²
Steifemodul	E_s	=	18 MN/m ²

Der jeweils untere Bereich der Kohäsionswerte gilt für wassergesättigten Löss, der obere Bereich für teilgesättigten Löss.

Die Wasserdurchlässigkeit der Lössen ist klein und hat Durchlässigkeitsbeiwerte der Größenordnung von $k_f = 10^{-5}$ m/s (wesentlich für die Abdichtungsfrage).

Die Frostempfindlichkeitsklasse nach der ZTVE-STb ist: F3 = sehr frostempfindlich.

Die Lössen gehören nach DIN 18 300 zur Bodenklasse 4.

4.3.2 Lösslehme

Die Lösslehme besitzen im Gegensatz zu den Lössen deutliche Plastizität, bedingt durch einen wesentlichen **Tonmineralanteil** (Anlage 6, Seite 5 und 6). Dieser Tonanteil ist durch Verwitterung des kaltzeitlichen Lösses in der jeweils gefolgten Warmzeit entstanden. Die Lösslehme sind Böden der Bodengruppe UM, TL und TM.

Die Rammsondierungen weisen aus, daß die Festigkeit der Lösslehme nicht ungünstiger als die der Lössen ist, nur die beiden Scherparameter ϕ' und c' liegen anders (ϕ' etwa 25° , $c' = 15 \text{ kN/m}^2$ und gegebenenfalls mehr). Gegenüber den Lössen sind die Lösslehme aggregiert.

Die Wasserdurchlässigkeit der Lösslehme ist trotz der Aggregation häufig deutlich kleiner als die der Lössen; ihr Durchlässigkeitsbeiwert liegt in der Größenordnung $k_f = 10^{-6}$ bis 10^{-7} m/s . In den Rissen als solchen und Wurmröhren kann der Durchlässigkeitsbeiwert aber auch bis zu drei Zehnerpotenzen größer sein.

Die Lösslehme gehören nach ZTVE-Stb in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 = sehr frostempfindlich.

Die Lösslehme gehören nach DIN 18300 ebenfalls zur Bodenklasse 4.

4.3.3 Kiese

Die Kiese sind von mitteldichter und dicher Lagerung. Es gelten folgende mittlere Bodenkennwerte:

Wichte	γ	=	20 kN/m ³
	γ'	=	10 kN/m ³
Reibungswinkel	ϕ	=	37,5°
Kohäsion	c	=	0
Steifemodul	E_s	=	60 MN/m ²

Durchlässigkeitsbeiwert etwa 10^{-3} m/s

4.3.4 Ton des Tertiärs

Es handelt sich um sehr steifplastische und halbfeste Tone, die einst eine geologische Vorbelastung von etwa 200 m Höhe getragen haben. Es können folgende mittlere Bodenkennwerte angenommen werden (siehe auch Anlage 6):

Wichte	γ	=	20 kN/m ³
	γ'	=	10 kN/m ³
Reibungswinkel	ϕ'	=	20 bis 22,5°
Kohäsion	c'	=	20 bis 40 kN/m ²
undränierte Scherfestigkeit			
	c_u	=	100 bis 200 kN/m ²
Steifemodul	E_s	=	20 bis 25 MN/m ²

Die Durchlässigkeit des Tons ist klein: $k_f = 10^{-9}$ m/s.

5. Bautechnische Folgerungen

5.1 Allgemeines Bild

Es liegt ein normaler Untergrund aus einer Folge von Lössen und Lösslehmen vor, die in Abhängigkeit von Relief und Geologie eine Mächtigkeit von 4 bis 15 m besitzen. Die geringen Mächtigkeiten liegen längs der Bahnlinie, die hohen im Westen.

Die Folge aus Löss und Lösslehm ist in den oberen Metern grundwasserfrei; in unteren Metern kann sie Grundwasser führen.

Es sind die mitgeteilten Grundlagen nach Ziff. 4.1 bis 4.3 zu beachten.

5.2 Erschließungsmaßnahmen

5.2.1 Kanäle

Die Kanäle werden mit dem Grundwasser wegen dessen Tieflage vermutlich keine Berührung bekommen.

Von der Beschaffenheit des Bodens her sind **weitgehend** unverbaute Gräben möglich. Weitergehende Aussagen können erst gemacht werden, wenn die Gradienten der Kanäle vorhanden ist.

Erdfeuchter Aushubboden fällt für die Grabenverfüllung aus, wenn er in der Zwischenlagerung über den natür-

lichen Wassergehalt hinaus vernäßt. Die Zwischenlagerung sollte mit Folien regensicher abgedeckt werden. Auf das Versetzen des Aushubbodens mit Weißfeinkalk kann beim Wiedereinbau sehr wahrscheinlich nicht verzichtet werden (siehe auch Ziff. 5.2.2).

5.2.2 Straßen, sonstige Verkehrsf lächen

Von wesentlicher Bedeutung für die Straßen ist die hohe Empfindlichkeit des Lösses und Lösslehms gegen Niederschlag; ein Befahren nach Niederschlag vor Abtrocknen läßt den Boden unweigerlich verschlammen. Diese Tatsache muß beim Aufstellen des Bauzeitenplanes wie auch bei den Bauarbeiten selbst gebührend beachtet werden.

Der Verformungsmodul für das **Planum** für Straßen liegt hier im gewachsenen Boden bei nur etwa 30% der Mindestforderung der ZTVE-Stb, die einen Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ verlangt. Die natürlichen Wassergehalte des Bodens sind meist schon zu hoch, als daß die genannte Mindestanforderung alleinig durch mechanisches Verdichten erreichbar wäre. Nur beim zufälligen Umstand einer mehrere Wochen andauernden Schönwetterperiode lägen Wassergehalte vor, die ein mechanisches Verdichten ermöglichten; damit kann aber nicht gerechnet werden.

Das Planum muß daher unter Anwendung der Bodenverbesserung mit Weißfeinkalk (Branntkalk) hergestellt

werden. Es gilt die ZTVE-Stb (Merkblatt für Bodenverbesserung mit Weißfeinkalk).

Löss und Lösslehm sind nach Ziff. 4.3.1 ff. sehr frostempfindlich. Dem Dränieren von Straßen und sonstigen Verkehrsflächen ist daher hohe Aufmerksamkeit zu widmen.

5.2.3 Dachwasserversickerung

Eine Versickerung von Regenwasser in die Kiese kann angedacht werden. Es wäre jedoch wegen der Tiefenlage der Kiese nur eine punktförmige Versickerung über Sickerschächte möglich.

5.3 Hochbau

5.3.1 Tragfähigkeit

Die Verhältnisse liegen einfach. Die zulässigen Bodenpressungen für Hochbauten liegen im grundwasserfreien Löss und Lösslehm bei 180 bis 250 kN/m², je nach Bauwerk und örtlichen Bedingungen. Für die Wahl der zulässigen Bodenpressung gilt das Berechnungsverfahren nach DIN 4017 in Verbindung mit dem sinnvollen Ansetzen der Bodenkennwerte nach Ziff. 4.3 und die Verträglichkeitsbetrachtung der Setzungen. Weitergehende Angaben sind in diesem Rahmen nicht möglich.

5.3.2 Trockenhalten der Keller

Da die Durchlässigkeitsbeiwerte des Lösses und Lösslehms für Niederschlag schon kleiner als $k_f = 10^{-4}$ m/s sind, müssen nichtwasserdichte Keller in ihnen mit einer **Dränage** nach DIN 4095 umgeben werden; dies ist eine Hauptforderung der **Abdichtungsnorm** DIN 18195 Teil 4-Anmerkung 2. In Verbindung mit der Dränage reichen dann Abdichtungen nach Teil 5 Ziff. 7.2 der Norm aus. Es ist zu beachten, daß die Norm **Bahnenabdichtungen** verlangt.

Die Forderung der Abdichtungsnorm nach der Dränage resultiert aus der Tatsache, daß Böden mit solchem Durchlässigkeitsbeiwert für den versickernden Regen schon so wenig durchlässig sind, daß sich dieser in ihnen, insbesondere in der Arbeitsraumverfüllung, zeitweilig zu drückendem Wasser aufstaut.

Wird eine Dränage nicht ausgeführt, aus welchem Grund auch immer, dann müssen die Keller **wasserdicht** gegen drückendes Wasser (als wäre man im Grundwasser) erstellt werden.

Wird bei der Auswahl des Abdichtungsstoffes nicht nach der Abdichtungsnorm vorgegangen, die grundsätzlich Abdichtungsbahnen will, sondern nach der Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen, 1. Ausgabe Juni 1997, Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel u.a., dann gilt bezüglich der Dränage dasselbe; auch diese Richtlinie verlangt die Dränage. Im übrigen sind

die vertragsrechtlichen Hinweise der Richtlinie (bezüglich VOB) sehr genau zu beachten.

Auf die kapillarbrechende Schicht unter den Bodenplatten soll nicht verzichtet werden. Es empfiehlt sich, diese Schicht als Flächendränage mit dem groben Korn 16/32 mm auszubilden.

Beim Einschnitt ins Grundwasser sind Abdichtungen gegen drückendes Wasser nach Teil 6 DIN 18195 notwendig. Eine Alternative wären wasserundurchlässige Betonkörper (weiße Wanne), sofern sie der Nutzungsanspruch erlaubt.

Es ist zu beachten, daß Niederschlag auch an nichtunterkellerten Gebäuden aufstaut, daher auch hier Dränage.

Grundsätzlich ist Sorge auch dafür zu tragen, daß die Sperren gegen aufsteigende Feuchtigkeit und seitliche Feuchtigkeit bei allen Baukörpern vorhanden sind. Die Information darüber liefert die DIN 18195.

5.4 Baugrubenwände

In den grundwasserfreien Lössen und Lösslehmen können die Baugrubenwände ohne besonderen Nachweis mit 60° geböscht werden. Steilere Böschungen erfordern grundsätzlich einen Standsicherheitsnachweis, desgleichen Höhen über 5 m.

Wände im Grundwasser erfordern Sonderbetrachtung und Standsicherheitsnachweise.

Belastete Wandkronen (Kran) erfordern Standsicherheitsnachweise.

5.5 Kontamination

Chemische Untersuchungen am Löss und Lösslehm ergaben keine Kontamination und keine geogenen Belastungen. Hierzu siehe auch die Analysenergebnisse auf Anlage 7.

5.6 Erschütterung durch Schienenverkehr.

Es liegt ein Untergrund vor, der dynamische Kräfte aus dem Eisenbahnverkehr seitlich gut weiterleiten kann, denn dieser besteht aus Schluffen (Lössen), die von unten her zunächst grundwassergesättigt, darüber kapillarwassergesättigt und darüber noch im hohen Maße teilgesättigt durch Kapillarwasser sind.

Schädliche Auswirkungen auf die tragenden oder nichttragenden Teile von Bauwerken reichen bei derart

gut leitenden Böden in der Regel nicht weiter als etwa 30 m.

Die Träger des Schienenverkehrs haben so hervorragende Dämpfungsmaßnahmen entwickelt, daß sich bei Neubaustrecken die Frage der Bausubstanzgefährdung nicht mehr (oder kaum noch) stellt. Nicht vom Tisch sind nach wie vor die subjektiven Wahrnehmungen der Verkehrserschütterungen, also die fühl- und hörbaren Beeinträchtigungen der Benutzer im Nahbereich des Verkehrsweges, der über den genannten kritischen Bereich von etwa 30 m hinausgeht (Zusammenhänge Untergrund - Bauwerk - Körperschall-Luftschall).

Die Deutsche Bahn AG weist darauf hin, daß es den Anliegern obliegt, für Schutzmaßnahmen zu sorgen (siehe auch Ziff. 2).

6. Anmerkung für die Planer

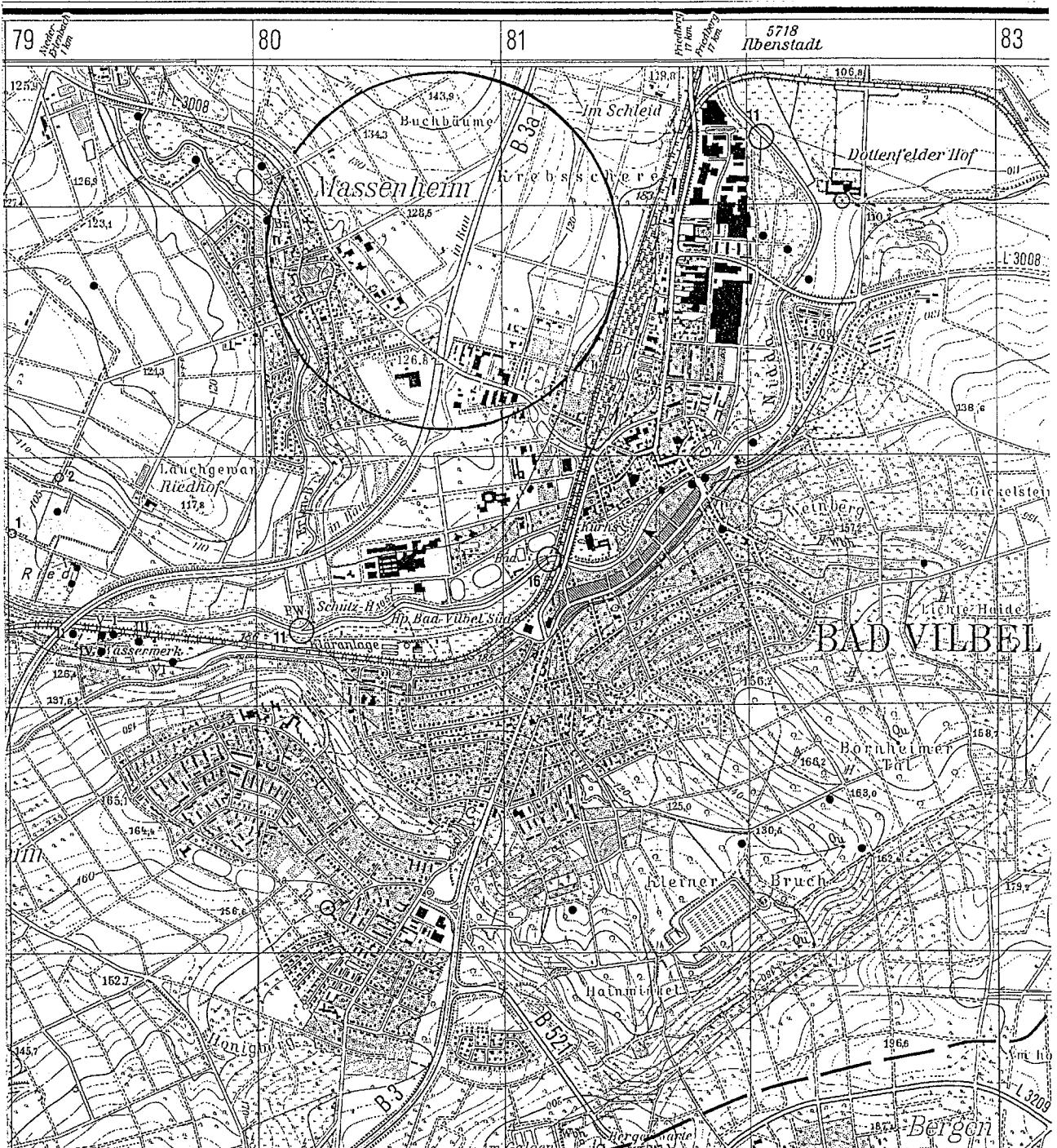
Das Gutachten gibt einen **Überblick** über die Baugrundverhältnisse und deren Bedeutung für die Bebauung. Das Gutachten kann die für das Einzelobjekt stets notwendige Baugrundbeurteilung nicht ersetzen; es leistet den Planern aber ganz erhebliche Hilfestellung.



Lage in der Topographischen Karte

Maßstab 1 : 25.000

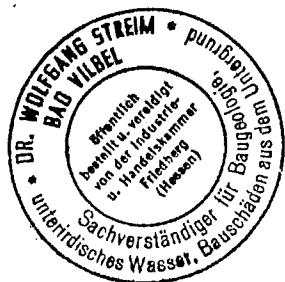
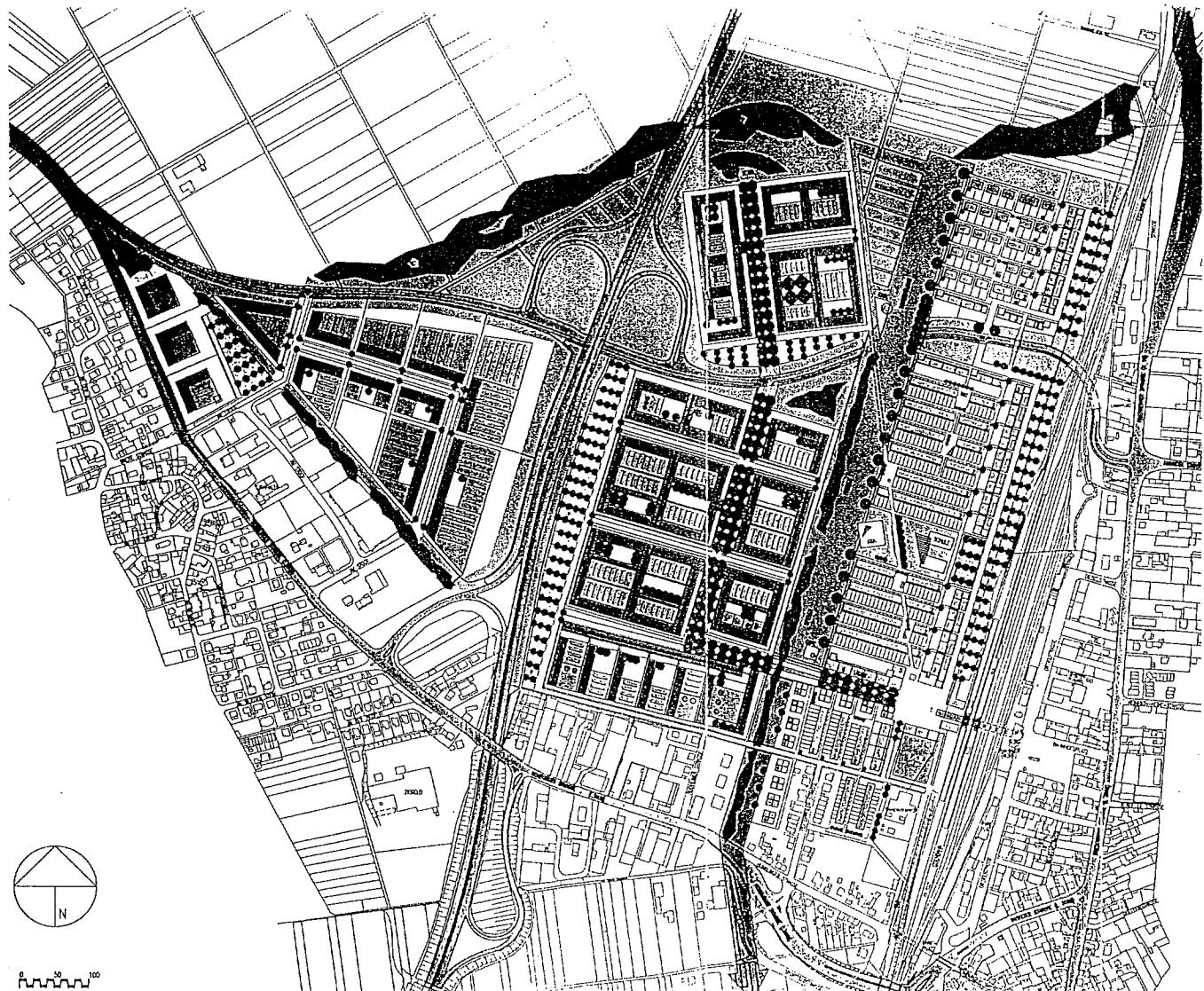
SGI



Gestaltungskonzept

Maßstab 1 : 10.000

S
G
I



Lage der Bohrungen

Maßstab 1 : 10.000

SGI



Legende:



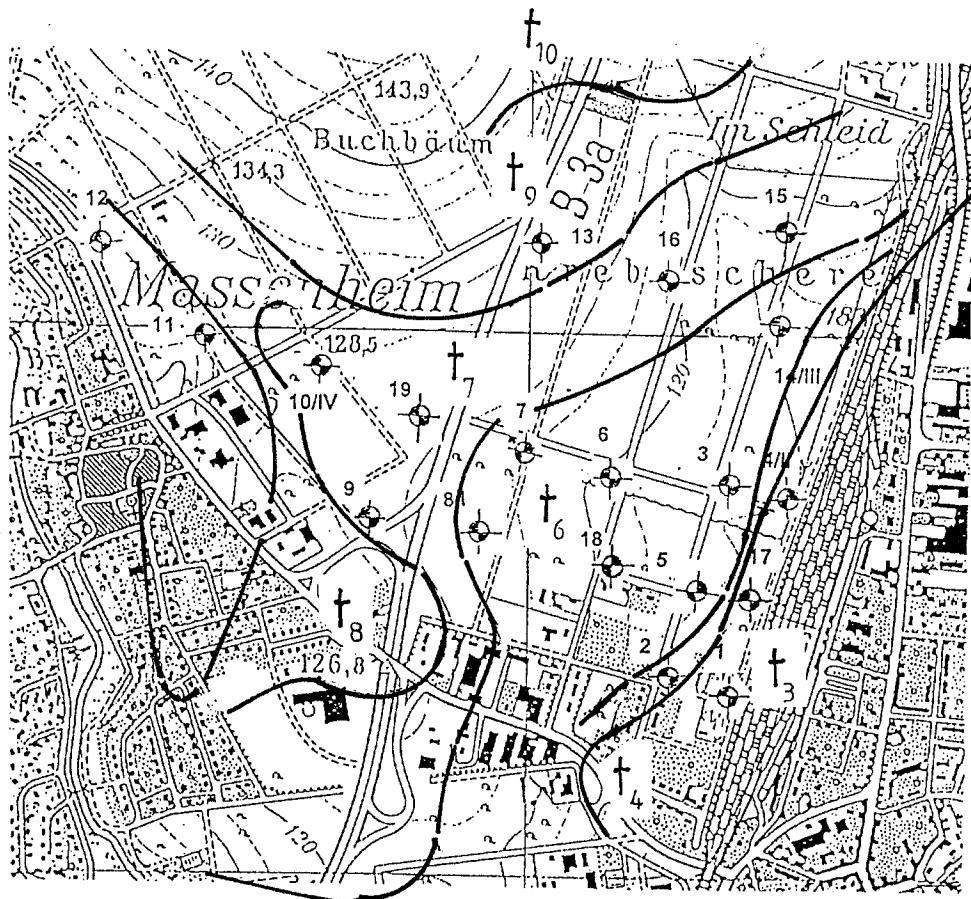
arabisch: Bohrungen

römisch: Ramsondierungen



Bohrungen und Rammsondierungen als Zeichnungen

SGI

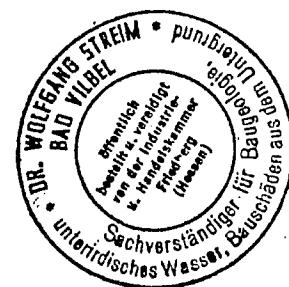


Verbreitung der Kiesterrassen $t_3 - t_{10}$

Die Anlage 4 enthält:

- a) Bohrungen 1 bis 19
- b) Rammsondierungen I bis IV
- c) schematischer geologischer Schnitt

insgesamt 26 Seiten



Zeichenerklärung für Lockergesteine in den zeichnerischen Darstellungen der Bohrungen

SGI

Abkürzungen nach DIN 4023:

X	Steine	U-S	Schluff-Sand-Korngemisch
G	Kies	T-S	Ton-Sand-Korngemisch
S	Sänd		
U	Schluff		
T	Ton		
F	Torf		
H	Humus		
A	Aufschüttung		
Z	Fels		

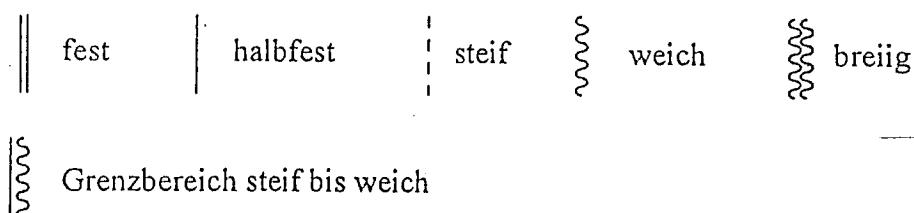
Dem großen Buchstaben als kleiner Buchstabe nachgestellt:

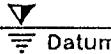
x	steinig	Apostroph bedeutet schwach
g	kiesig	überstrichen bedeutet stark
s	sandig	
u	schluffig	
t	tonig	
h	humos	

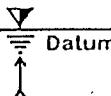
Dem großen Buchstaben als kleiner Buchstabe vorangestellt:

f	fein
m	mittel
g	grob

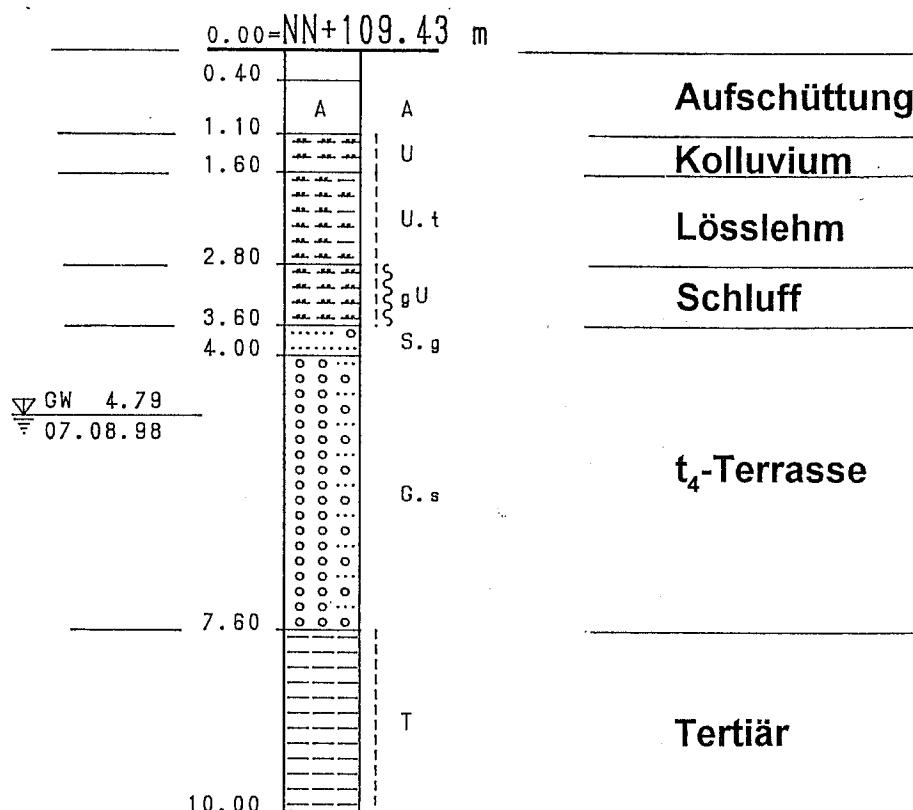
Konsistenzen:



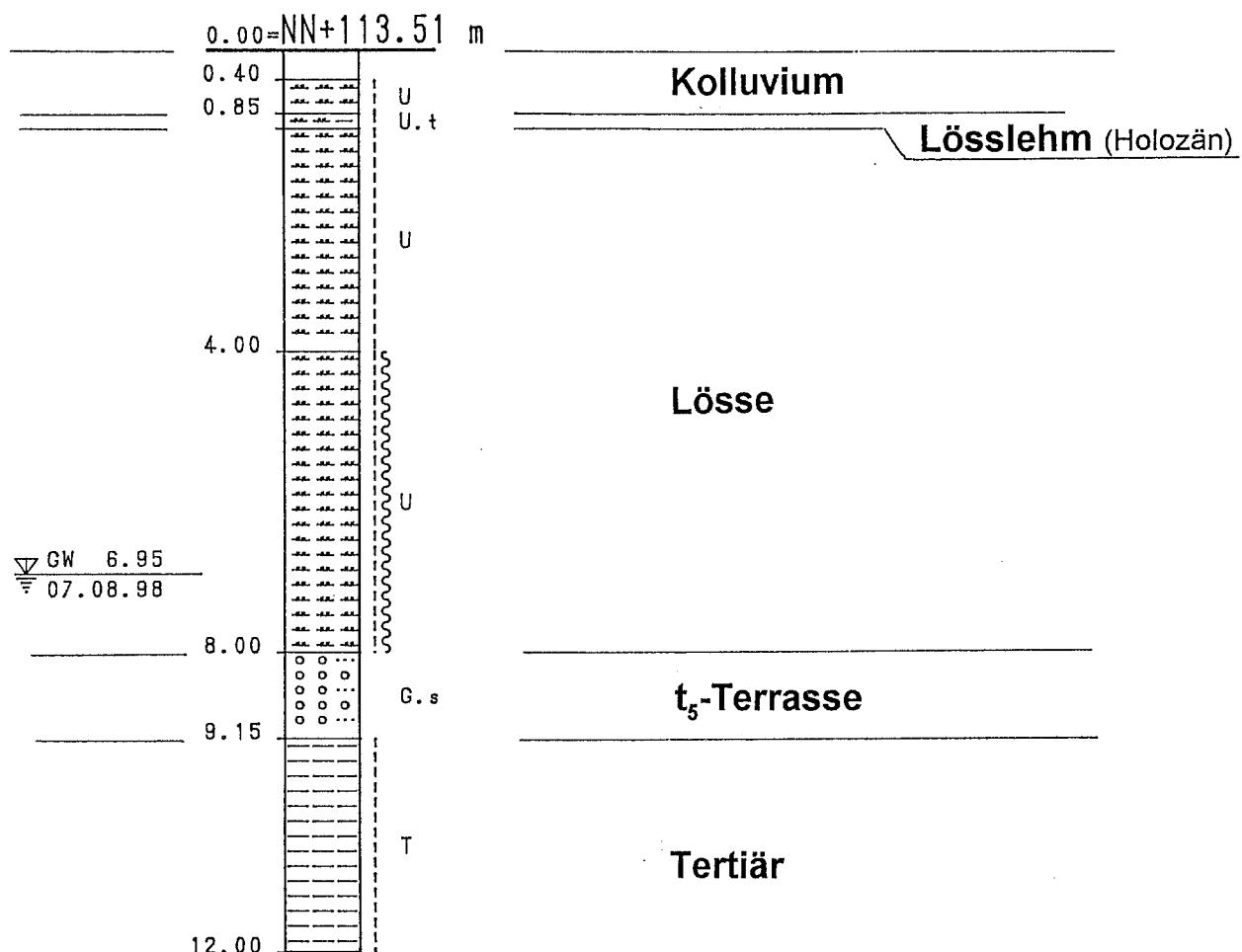
 Datum Grundwasserstand im Bohrloch

 Datum gespanntes Grundwasser

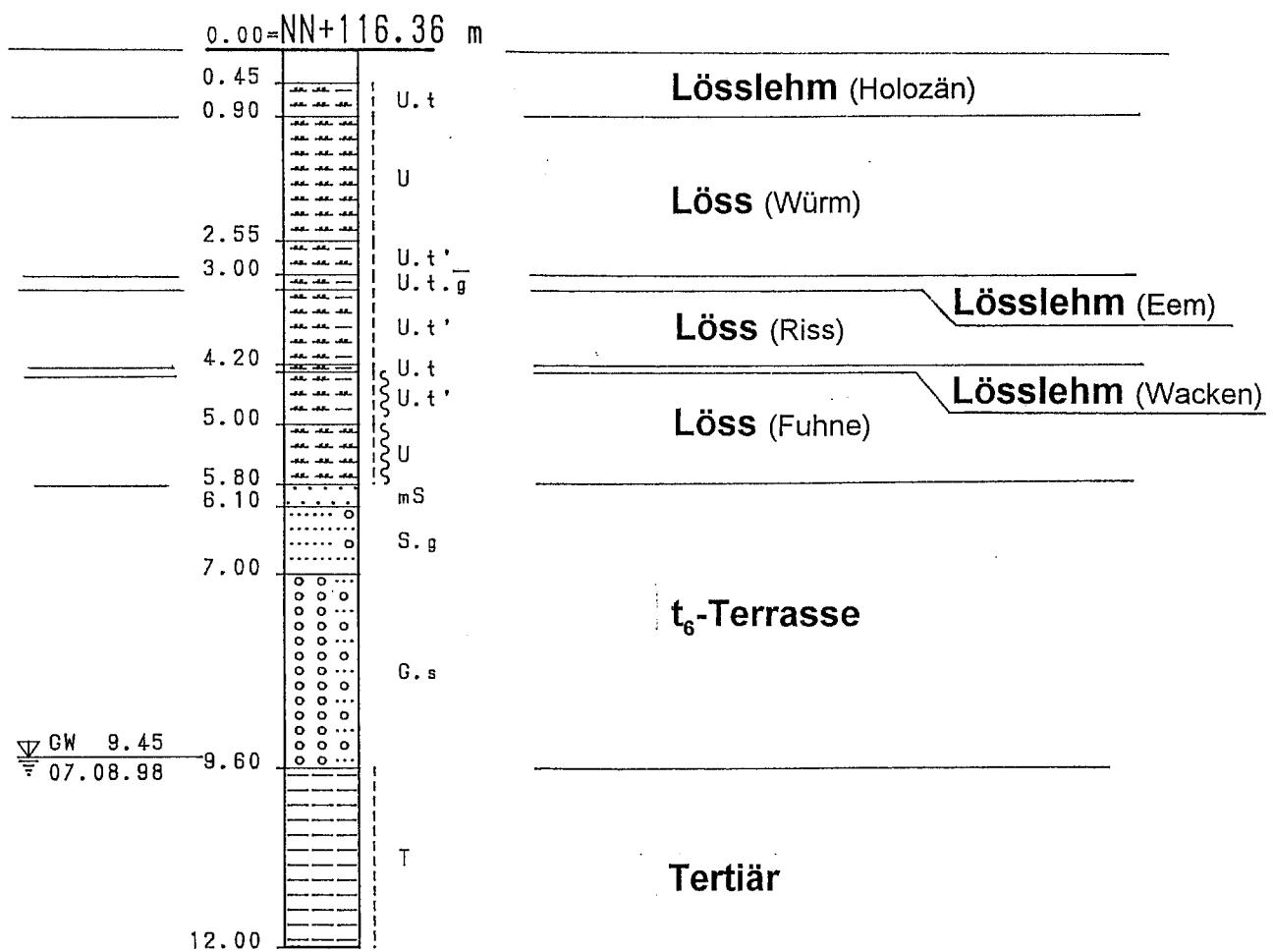
1



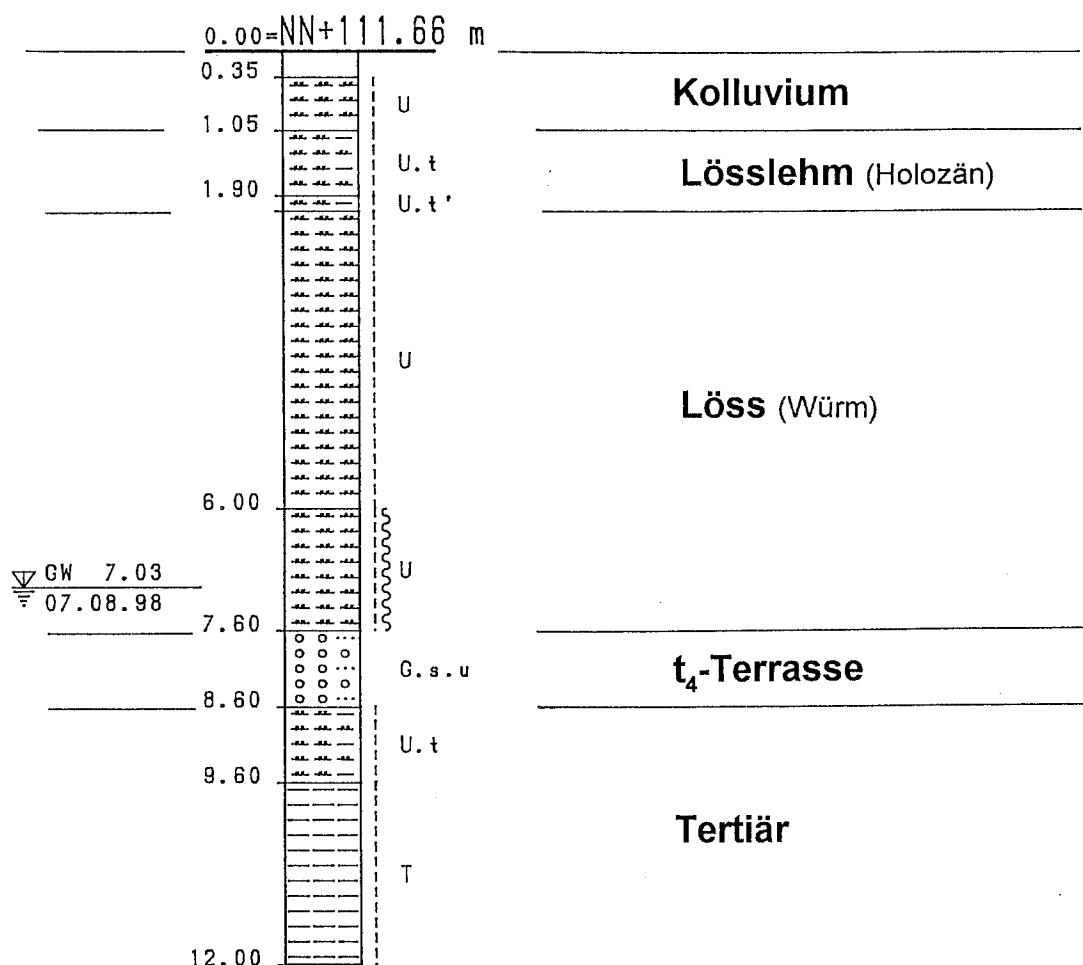
2



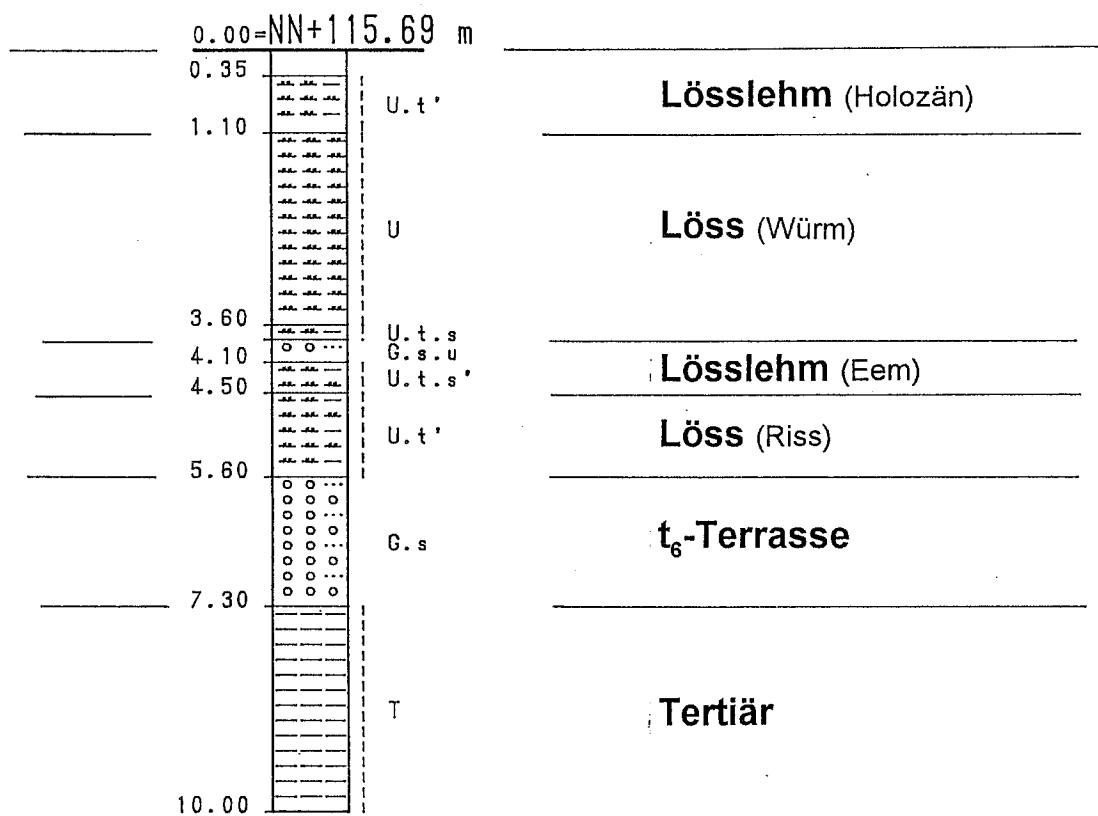
3



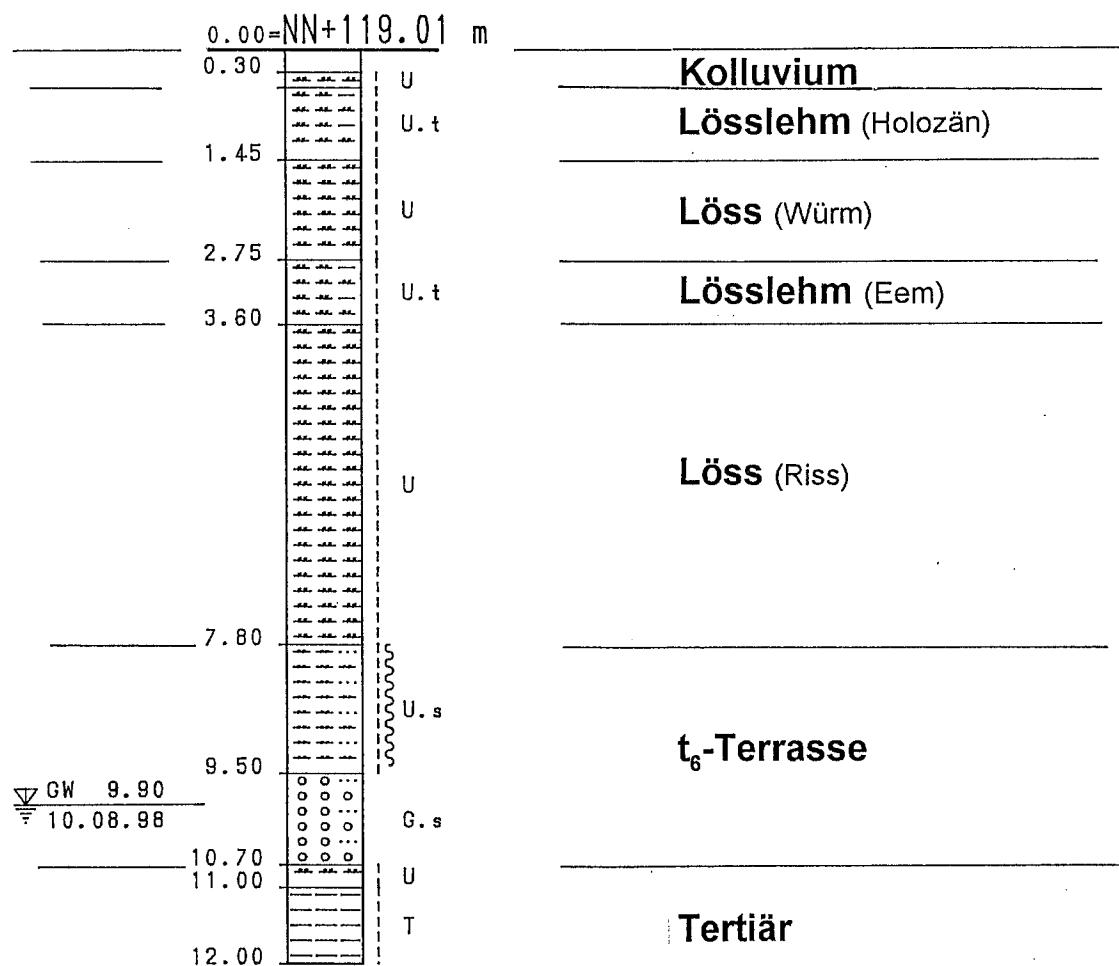
4



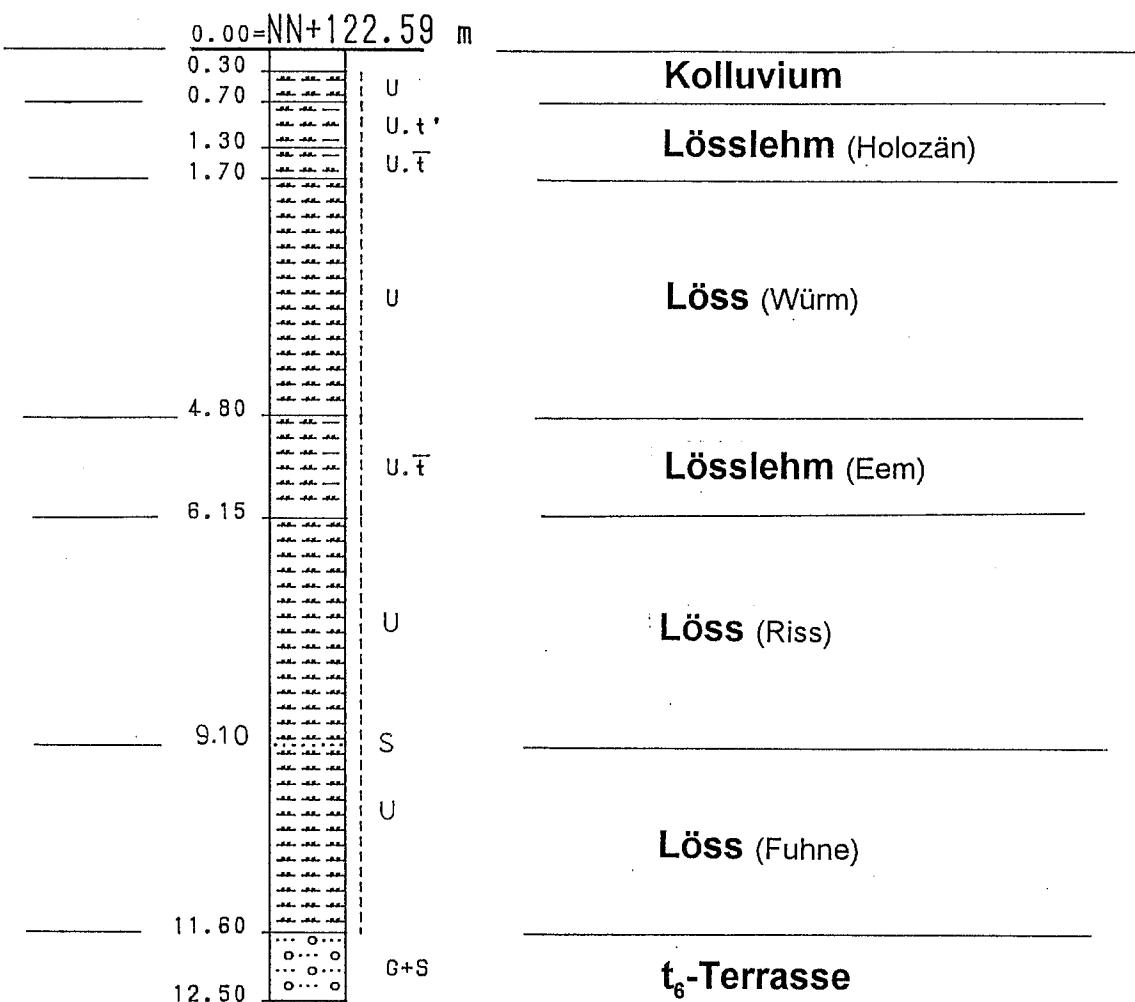
5



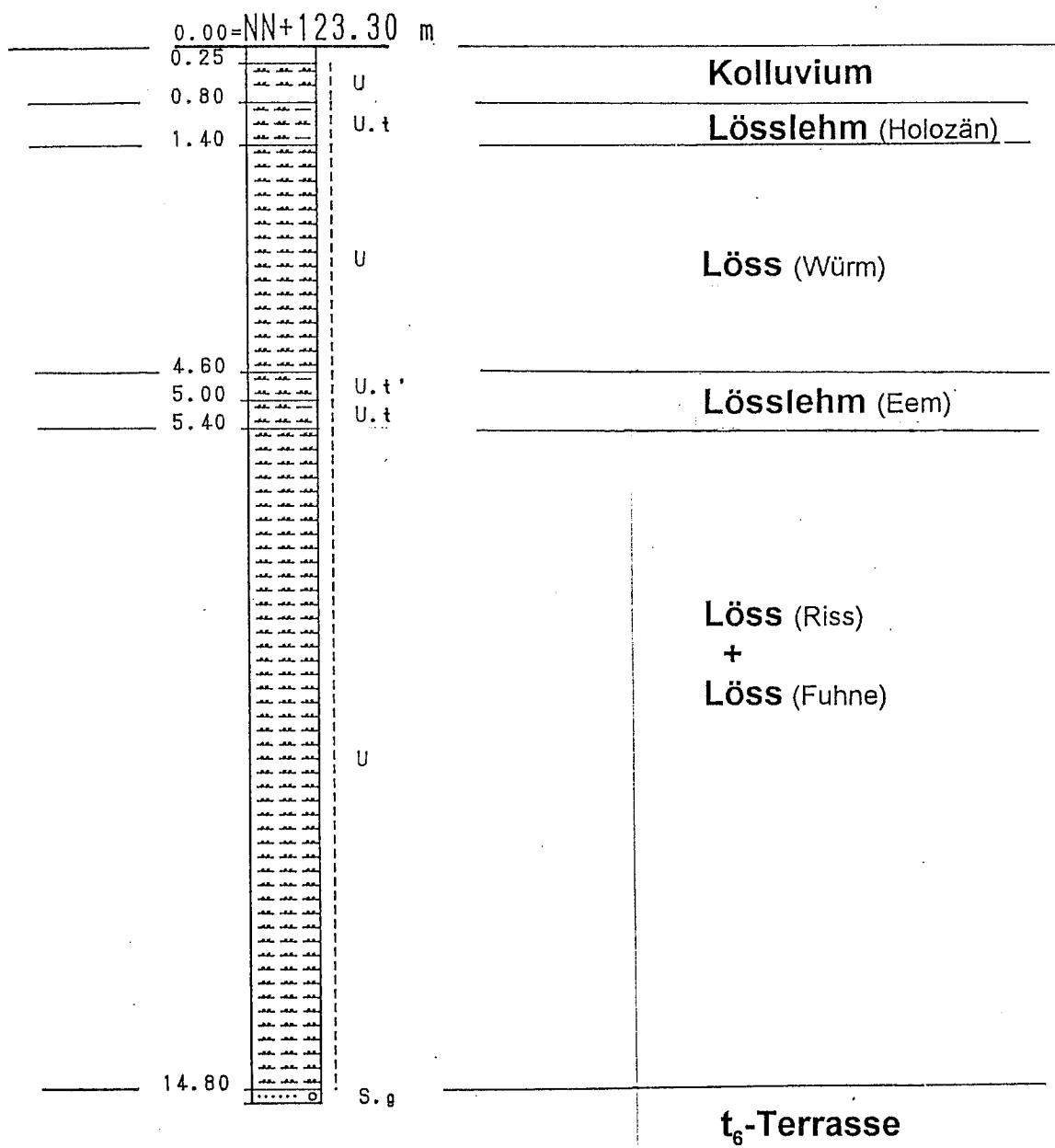
6



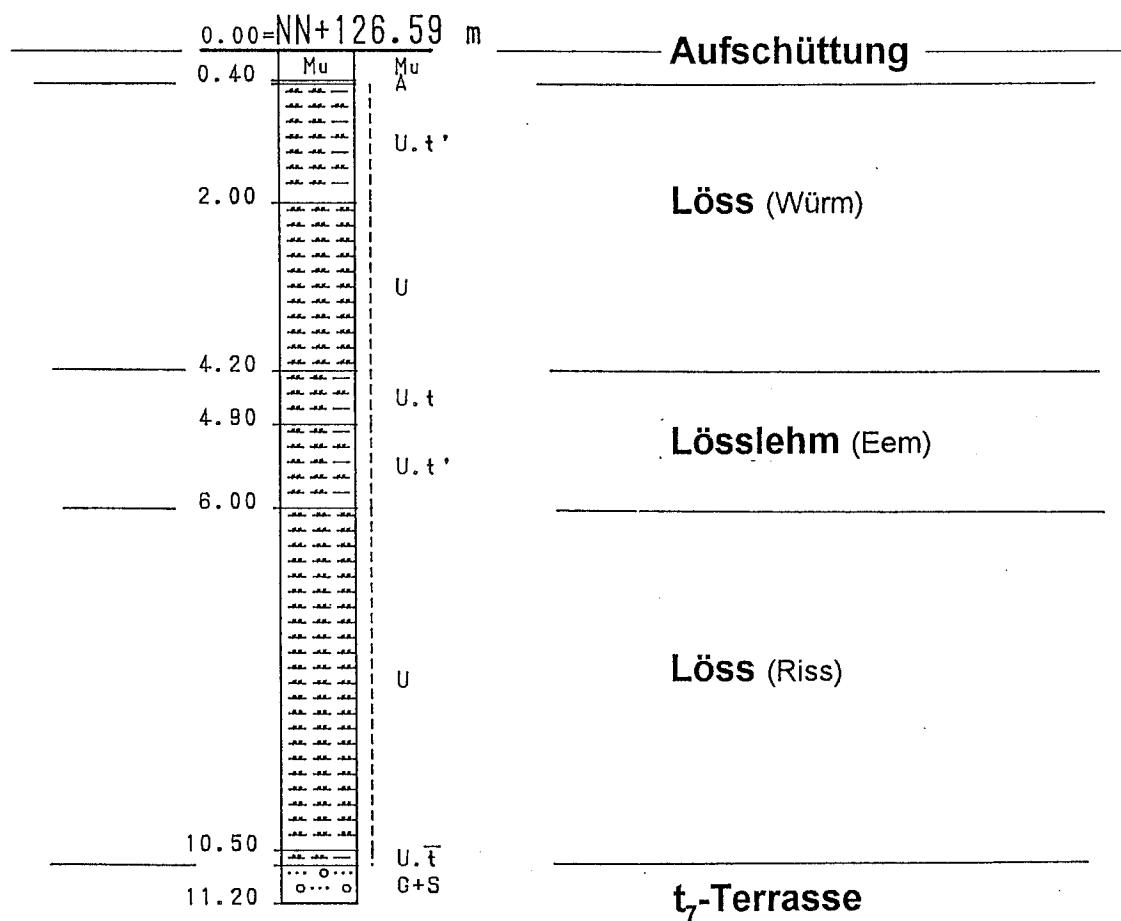
7



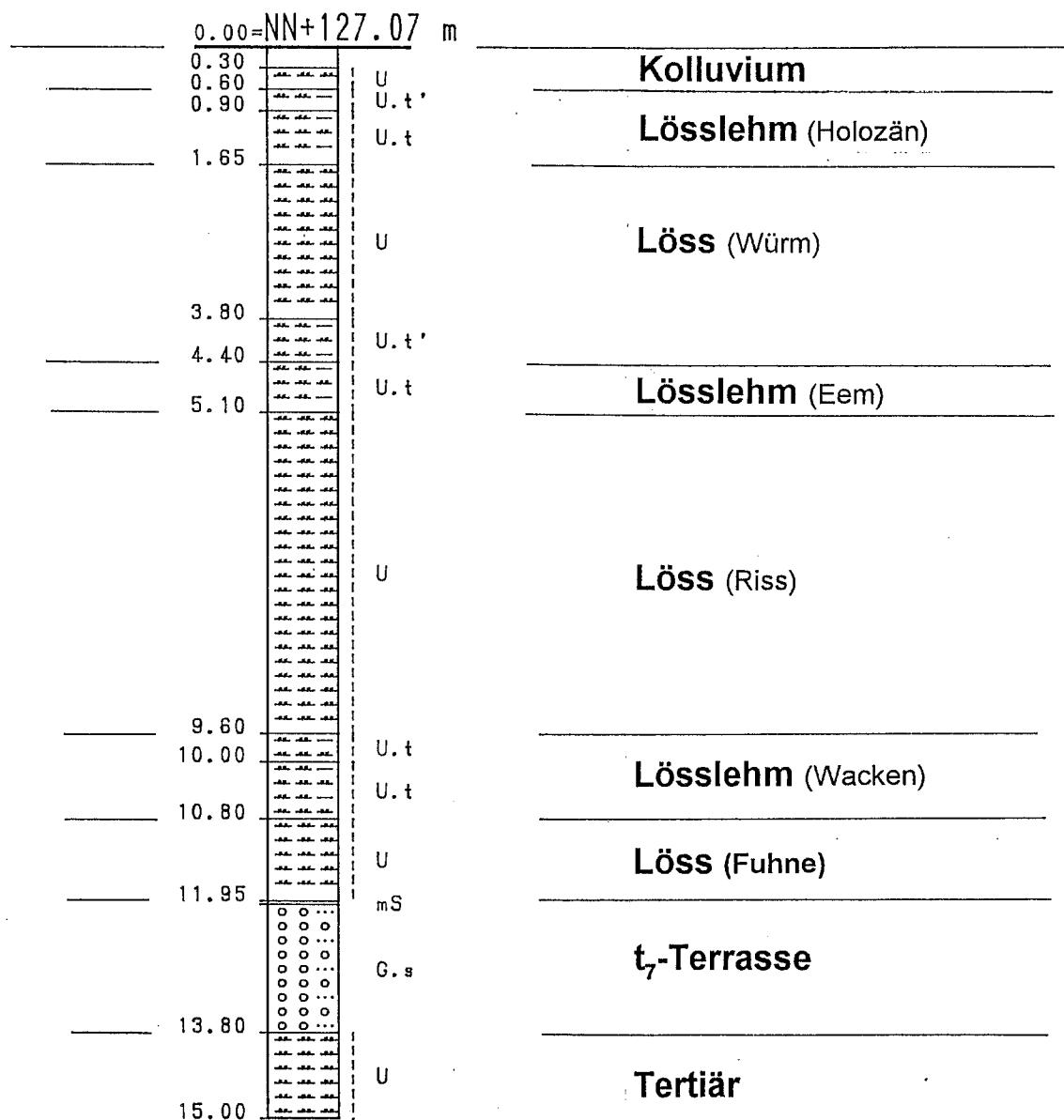
8



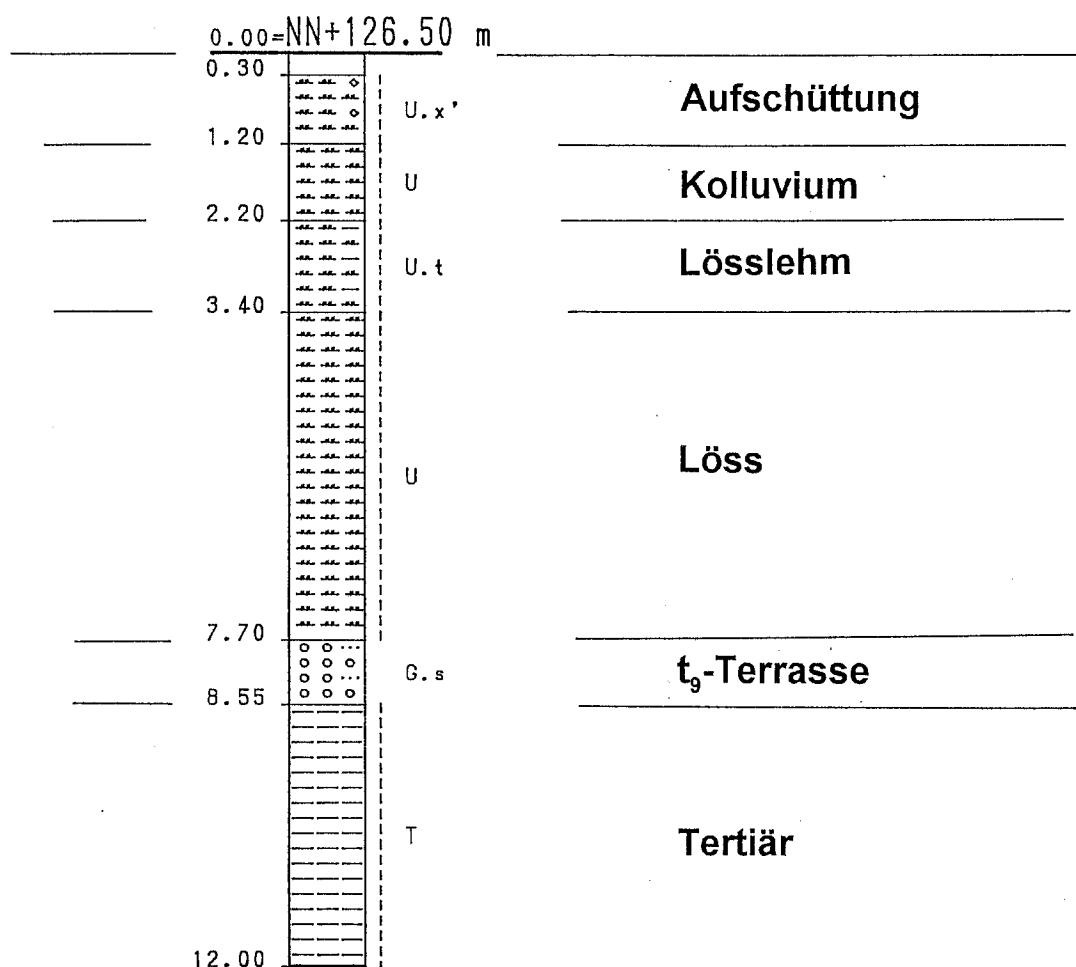
9



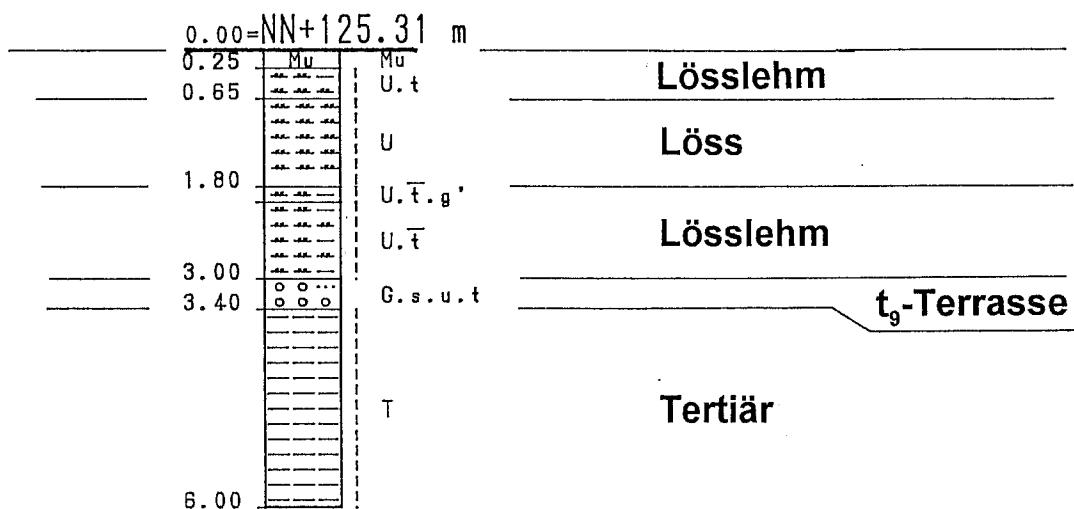
10



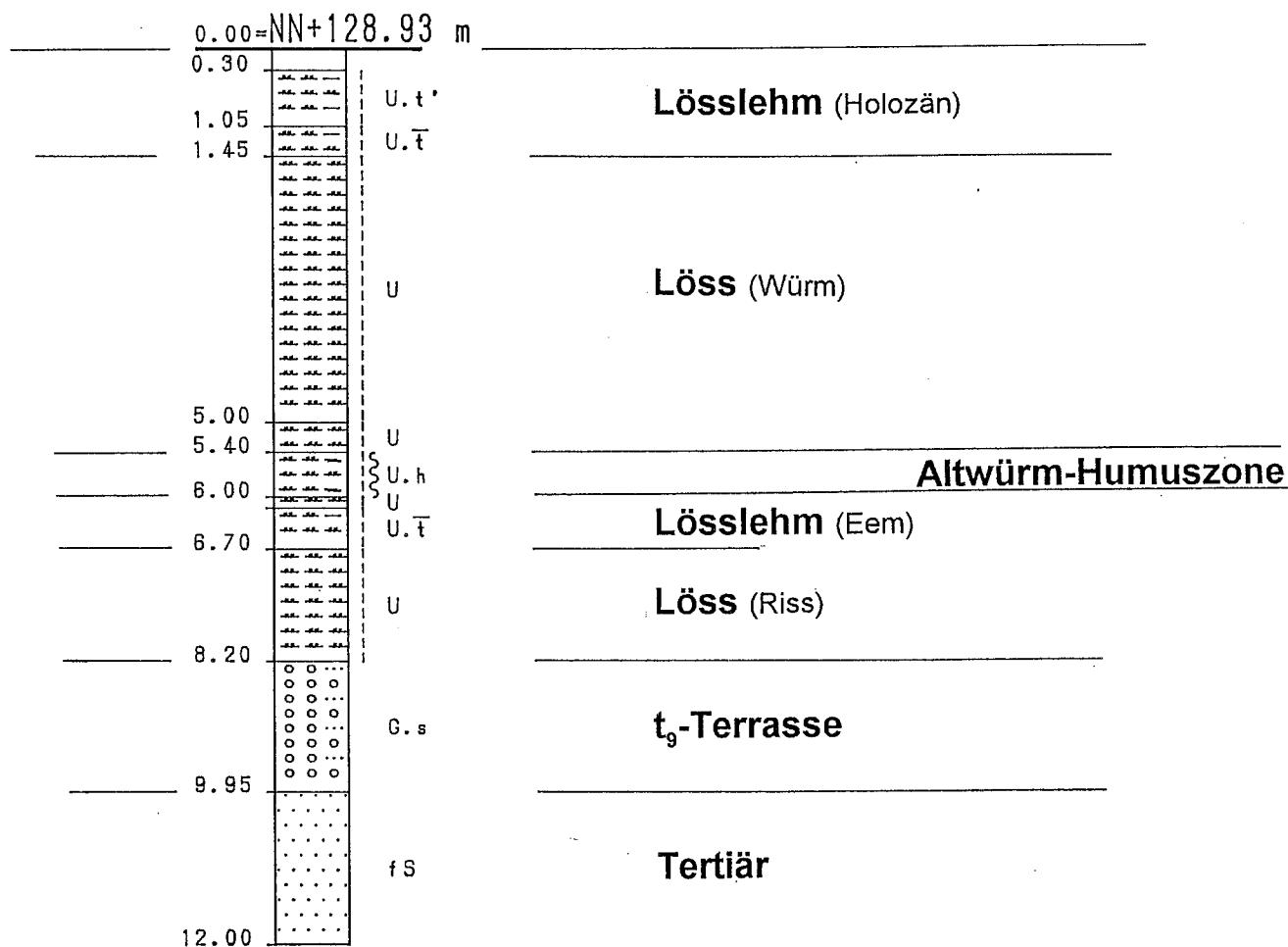
11



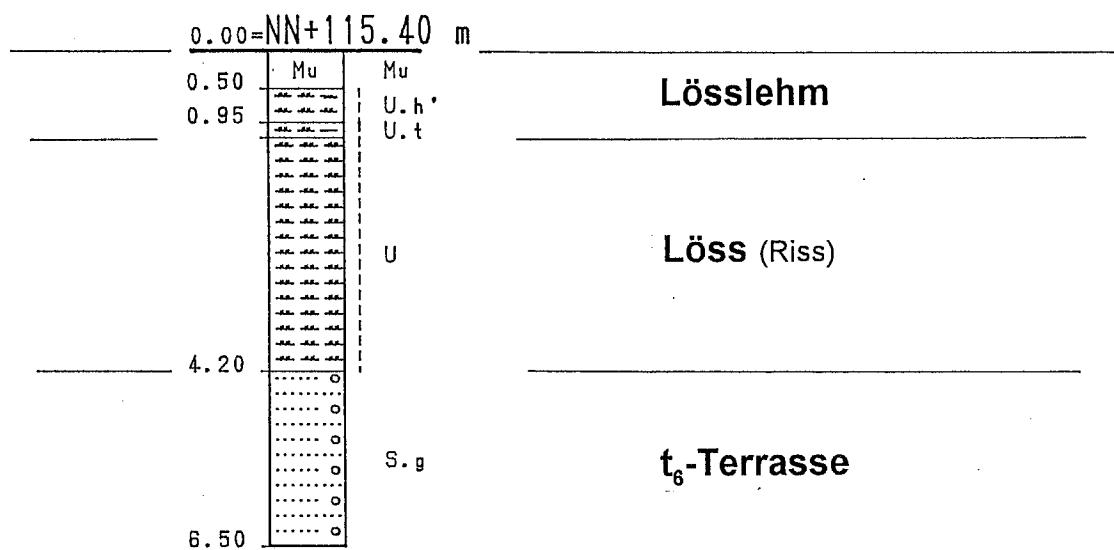
12



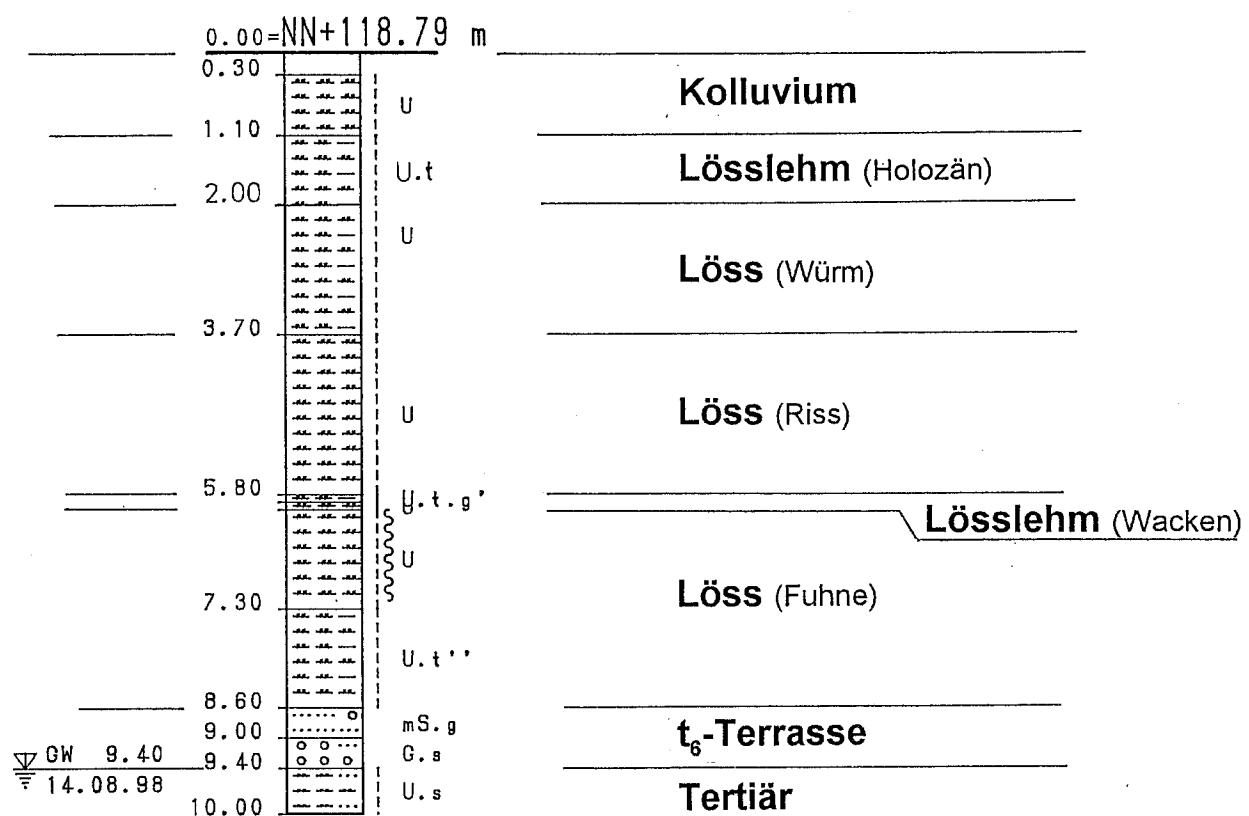
13



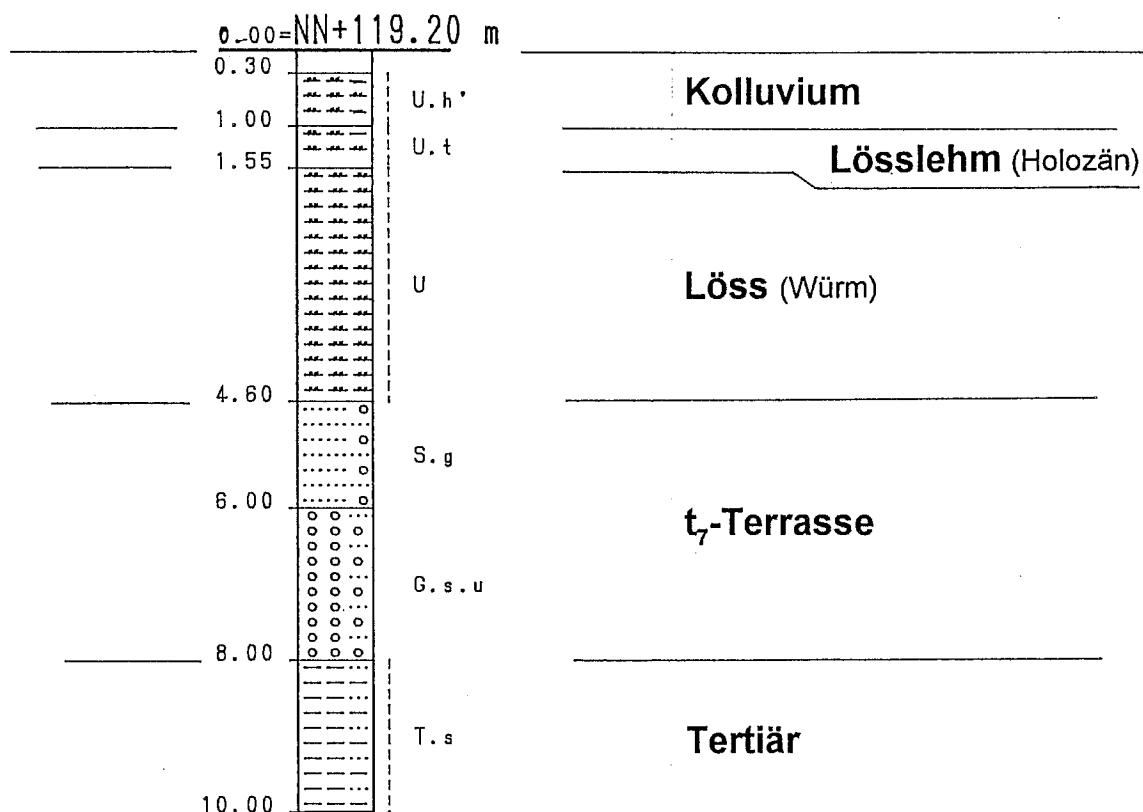
14



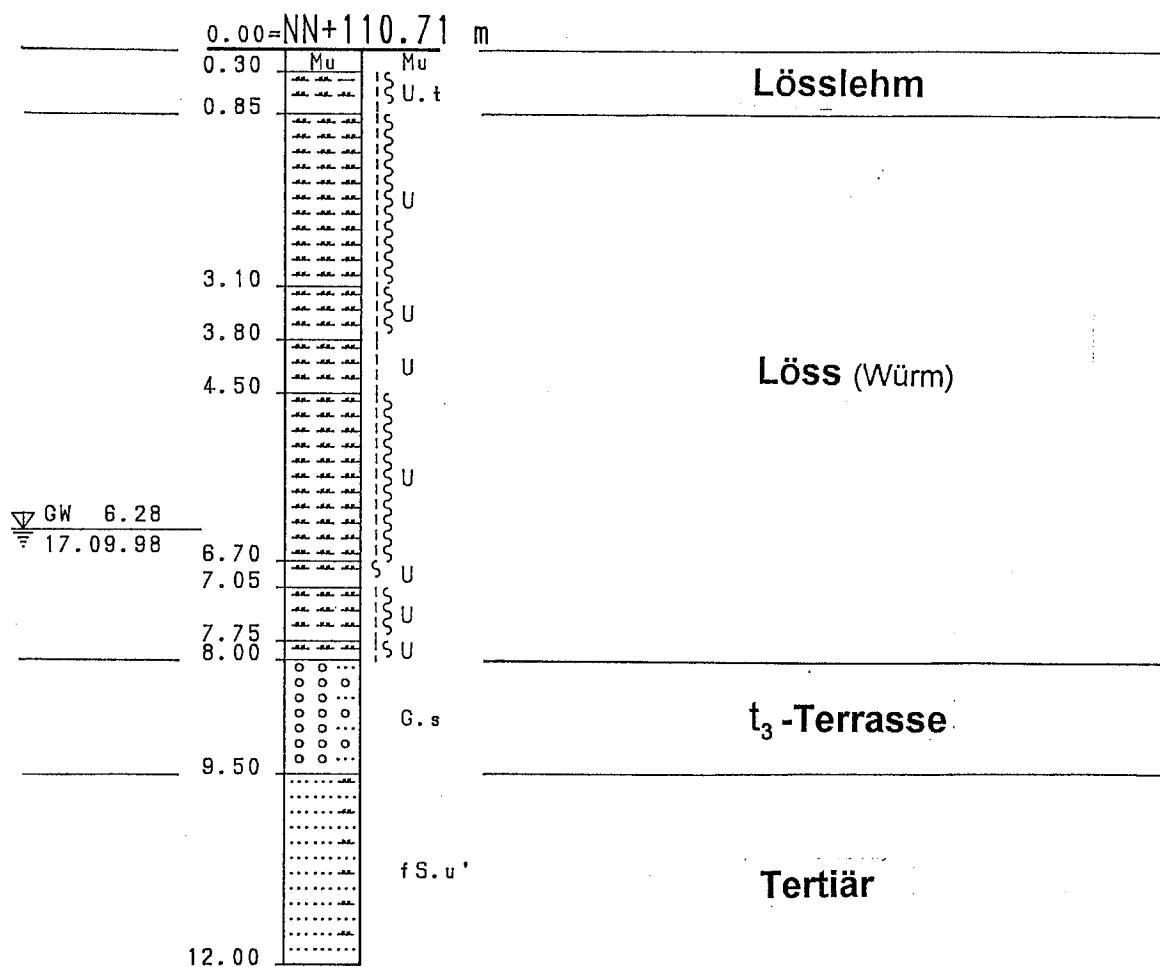
15



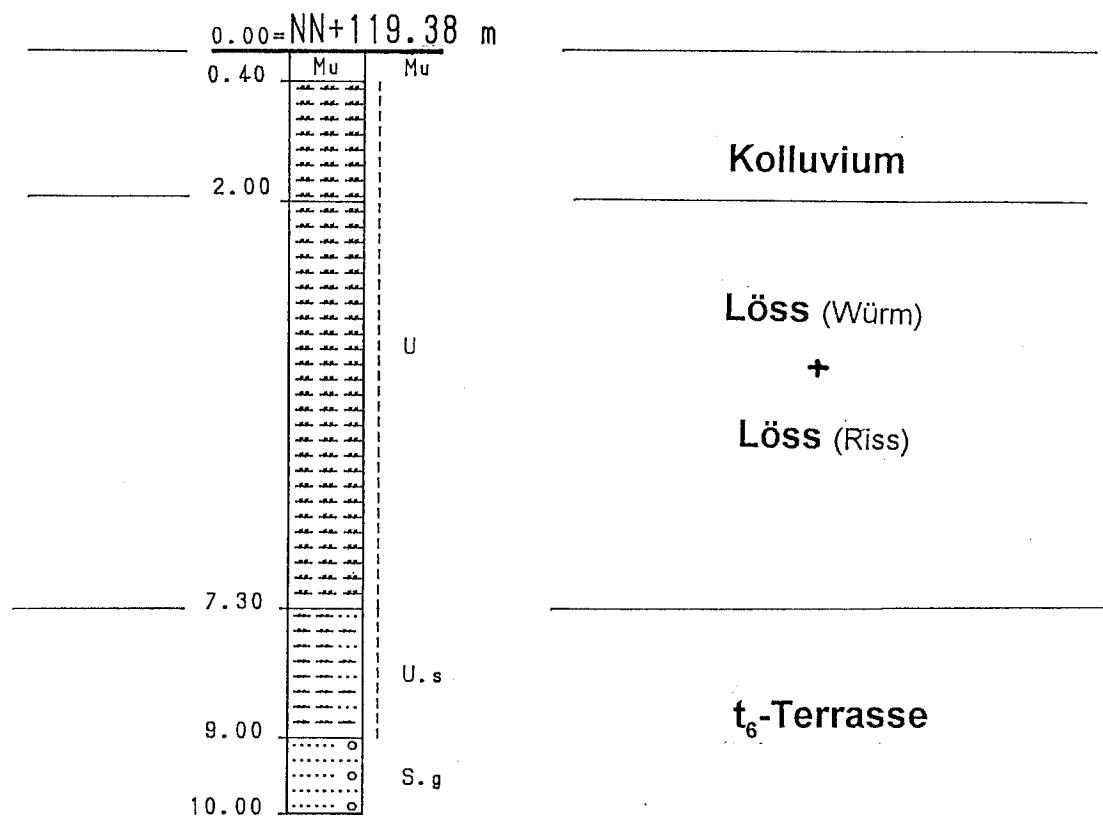
16



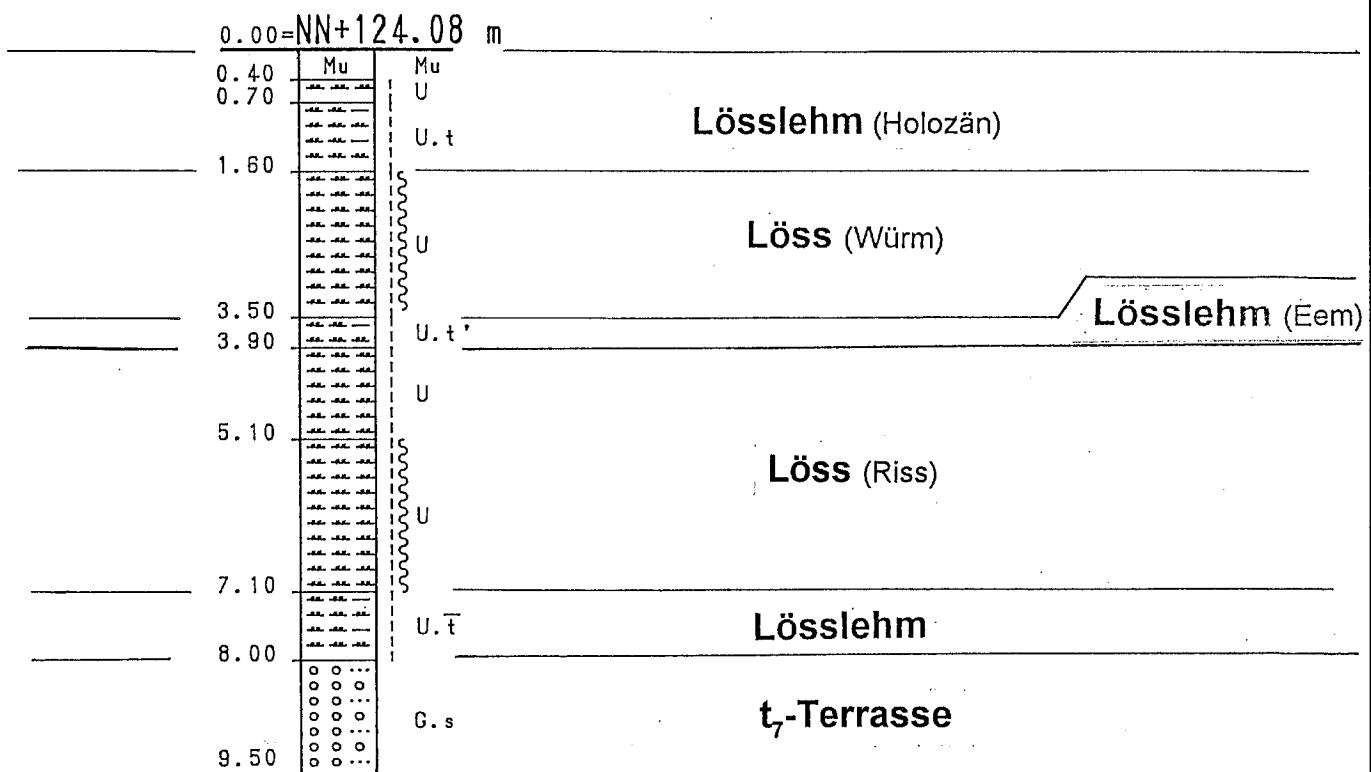
17

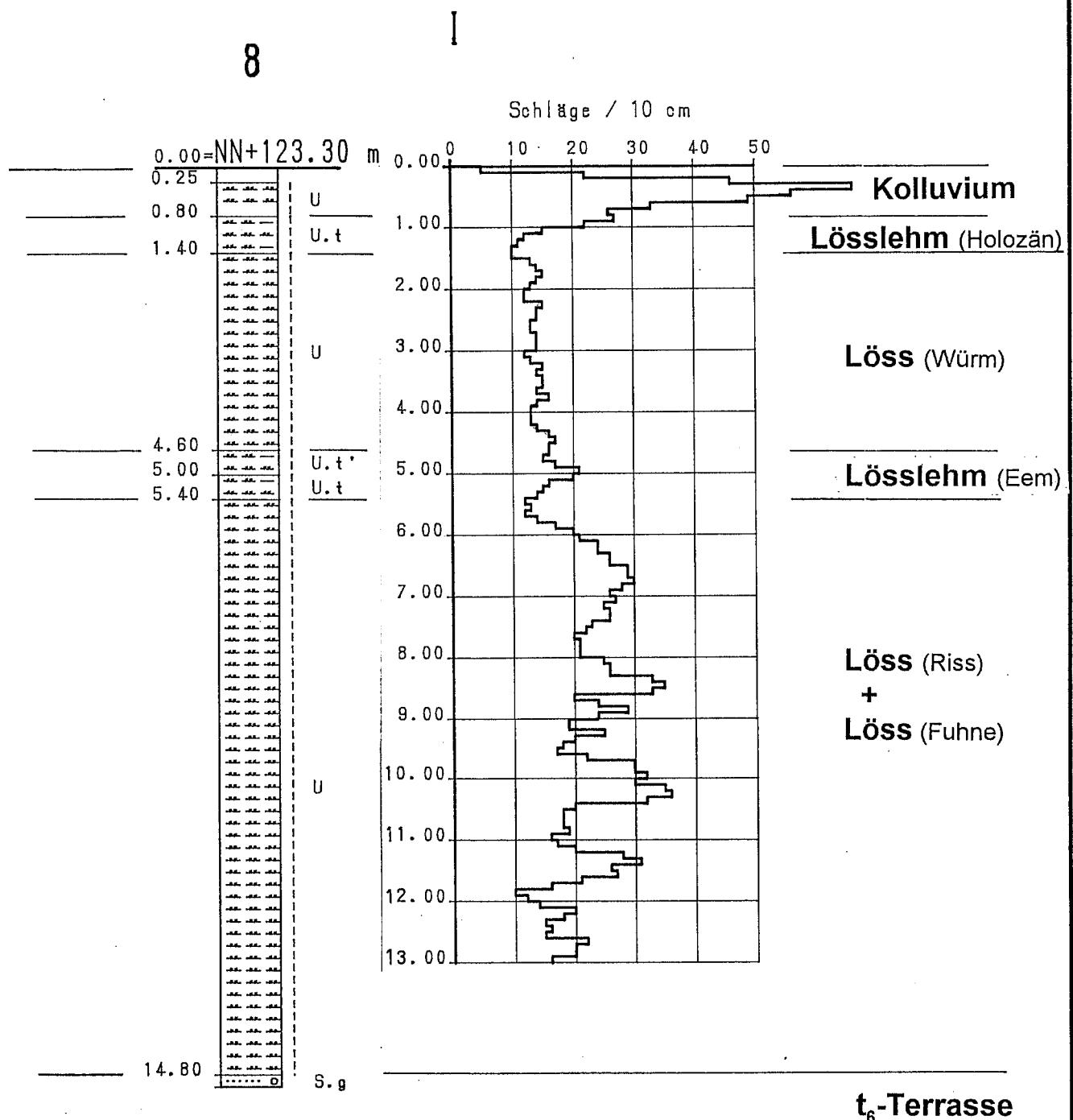


18



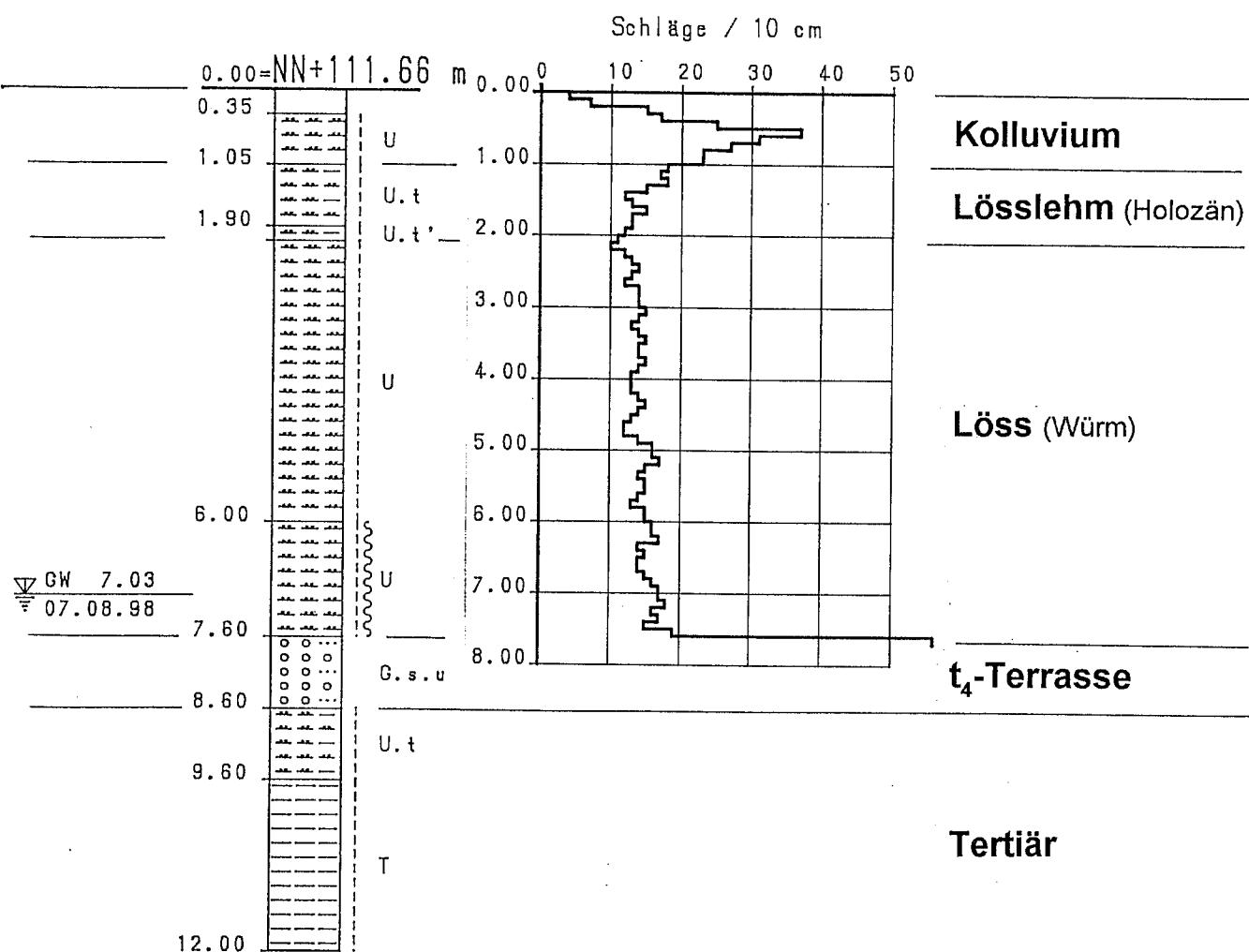
19





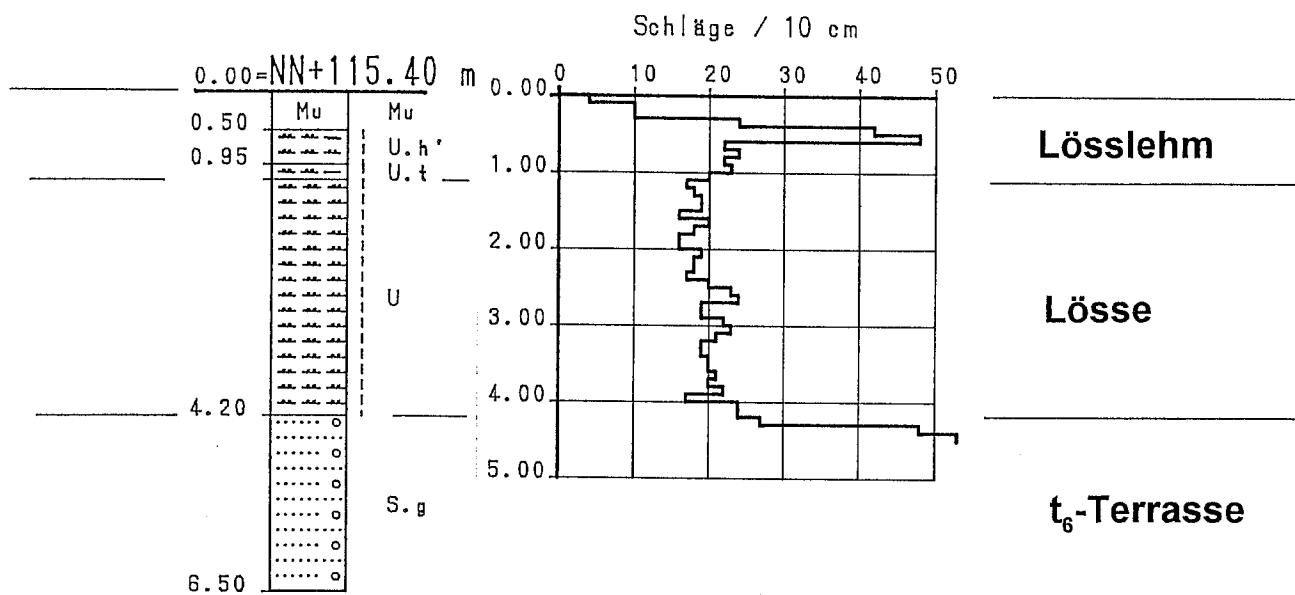
4

II



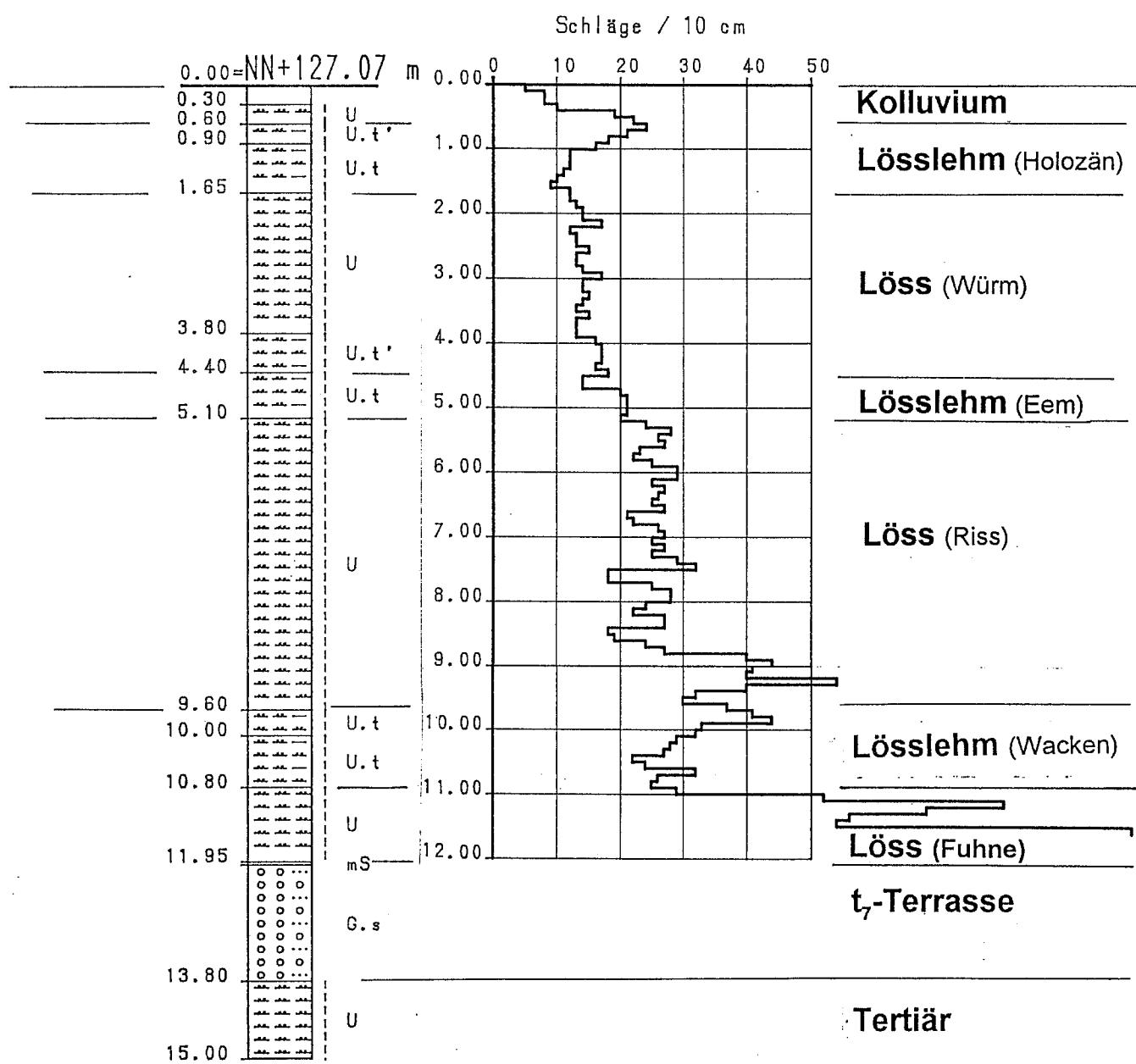
14

III



10

IV



Seite 26 von Anlage 4

3289 - 1

Bohrungen:

۲۷

5 - 6 - 7 - 8

Würm - Riss -

Fuchse-Terrasse

Eissterrasse

Schematisierter geologischer Schnitt von Norden nach Süden durch die Kiese 1 bis 3 der polystoanen Nied und die Lössse und Lösslehme



Schichtenverzeichnisse der Bohrungen



Die Anlage 5 enthält die Bohrungen 1 bis 19,

insgesamt 20 Seiten



Bohrung 1

Ansatzhöhe: NN +109,43 m

Ausführung: 07.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,40 m	Ackerkrume
bis 1,05 m	Schluff, hellbraun, steif, schwach feucht, rostfleckig (Aufschüttung)
bis 1,10 m	Sandsteinstück (Aufschüttung)
bis 1,60 m	Schluff, hellbraun, steif, feucht (Kolluvium)
bis 2,80 m	Schluff, tonig, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 3,60 m	Grobschluff, braun, mäßig steif, feucht (Hochflutschluff)
bis 4,00 m	Sand, kiesig, braun, mitteldicht, feucht (Terrasse t_4)
bis 7,60 m	Kies, sandig, braun, mitteldicht, stark feucht, ab 4,79 m naß (Terrasse t_4)
bis 10,00 m	Ton, grau, steif (Cyrenenmergel, Tertiär)

Wasserstand im Bohrloch bei 4,79 m Tiefe

Bohrung 2

Ansatzhöhe: NN +113,51 m

Ausführung: 07.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,40 m	Ackerkrume
bis 0,85 m	Schluff, kalkhaltig, braun, steif, schwach feucht (Kolluvium)
bis 1,05 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, schwach feucht (Lösslehm)
bis 2,40 m	Schluff, hellbraun, steif, schwach feucht, schwach rostfleckig (Löss)
bis 4,00 m	Schluff, gelbbraun, steif, feucht, bei 2,95 m Tuff (Löss)
bis 7,80 m	Schluff, gelbbraun, mäßig steif, stark feucht, ab 6,95 m naß (Löss)
bis 8,00 m	Schluff, gelbbraun, mäßig steif, naß, von 7,80 bis 8,00 m rostfleckig (Löss)
bis 9,15 m	Kies, sandig, braun, mitteldicht, naß (Terrasse t_5)
bis 12,00 m	Ton, grau, steif (Cyrenenmergel, Tertiär)

Wasserstand im Bohrloch bei 6,95 m Tiefe

Bohrung 3

Ansatzhöhe: NN +116,36 m

Ausführung: 07.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,45 m	Ackerkrume
bis 0,90 m	Schluff, tonig, kalkfrei, braun und rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 2,55 m	Schluff, hellbraun, steif, schwach feucht, mit schwachem Myzel (Löss)
bis 3,00 m	Schluff, schwach tonig, schwach kalkhaltig, rötlichbraun, steif, schwach feucht, mit schwarzen Eisen- und Mangan-konkretionen (Löss)
bis 3,20 m	Schluff, tonig, stark kiesig, rotbraun, steif (Lösslehm)
bis 4,20 m	Schluff, schwach tonig, kalkfrei, rotbraun, steif, feucht (Löss)
bis 4,30 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rotbraun, steif (Lösslehm)
bis 5,00 m	Schluff, schwach tonig, kalkfrei, rotbraun, mäßig steif, stark feucht (Löss, verbraunt)
bis 5,80 m	Schluff, kalkfrei, braun, mäßig steif, stark feucht (Löss)
bis 6,10 m	Mittelsand, feinsandig, braun, mitteldicht, feucht, z.T. kalkhaltig (Terrasse t_6)
bis 7,00 m	Sand, kiesig, braun, mitteldicht, feucht (Terrasse t_6)
bis 9,60 m	Kies, sandig, braun, mitteldicht, stark feucht; ab 9,45 m naß (Terrasse t_6)
bis 9,80 m	Ton, braun, steif (Cyrierenmergel, Tertiär)
bis 12,00 m	Ton, grau, steif (Cyrierenmergel, Tertiär)

Bohrung 4

Ansatzhöhe: NN +111,66 m

Ausführung: 07.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,35 m	Ackerkrume
bis 1,05 m	Schluff, braun, steif, schwach feucht (Kolluvium)
bis 1,90 m	Schluff, tonig, rötlichbraun, steif (Lösslehm)
bis 2,10 m	Schluff, schwach tonig, rötlichbraun, steif (Lösslehm)
bis 6,00 m	Schluff, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 7,60 m	Schluff, hellbraun, mäßig steif, stark feucht, ab 7,03 m naß (Löss)
bis 8,60 m	Kies, sandig, schluffig, braun, mitteldicht, naß (Terrasse t_4)
bis 9,60 m	Schluff, tonig, grau, steif (Cyrerenmergel, Tertiär)
bis 12,00 m	Ton, grau, steif (Cyrerenmergel, Tertiär)

Wasserstand im Bohrloch bei 7,03 m Tiefe

Bohrung 5

Ansatzhöhe: NN +115,69 m

Ausführung: 10.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,35 m	Ackerkrume
bis 1,10 m	Schluff, schwach tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, schwach feucht (Lösslehm)
bis 2,90 m	Schluff, kalkhaltig, braun, steif, schwach feucht, rostfleckig, mit Myzeln (Löss)
bis 3,60 m	Schluff, schwach kalkhaltig, braun, steif, schwach feucht (Löss)
bis 3,80 m	Schluff, tonig, sandig, schwach kalkhaltig, rötlichbraun, steif, feucht (Fließerde)
bis 4,10 m	Kies, sandig, schluffig, rötlichbraun, mitteldicht, schwach feucht
bis 4,50 m	Schluff, tonig, schwach sandig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 5,60 m	Schluff, schwach tonig, kalkfrei, braun, steif, feucht (Löss)
bis 7,30 m	Kies, sandig, braun, mitteldicht (Terrasse t_6)
bis 7,70 m	Ton, braun, steif (Cyrerenmergel, Tertiär)
bis 10,00 m	Ton, grau, steif (Cyrerenmergel, Tertiär)

Kein Wasserstand im Bohrloch

Bohrung 6

Ansatzhöhe: NN +119,01 m

Ausführung: 10.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,30 m	Ackerkrume
bis 0,50 m	Schluff, braun, steif, schwach feucht (Kolluvium)
bis 1,45 m	Schluff, tonig, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 2,75 m	Schluff, hellbraun, steif, schwach feucht (Löss)
bis 3,60 m	Schluff, tonig, schwach kalkhaltig bis kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 4,55 m	Schluff, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Löss, verbraunt)
bis 7,80 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 9,50 m	Schluff, sandig, kalkfrei, fahlbraun, mäßig steif, stark feucht, mit Rostflecken (Schwemmlöss)
bis 10,70 m	Kies, sandig, braun, mitteldicht, stark feucht, ab 9,90 m naß, (Terrasse t_6)
bis 11,00 m	Kalkschluff, weißbraun, steif (Tertiär)
bis 12,00 m	Kalkstein und Ton, braun, dicht und steif (Tertiär)

Wasserstand im Bohrloch bei 9,90 m Tiefe

Bohrung 7

Ansatzhöhe: NN +122,59 m

Ausführung: 10.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,30 m	Ackerkrume
bis 0,70 m	Schluff, braun, steif, schwach feucht (Kolluvium)
bis 1,30 m	Schluff, schwach tonig, kalkfrei, braun, steif, schwach feucht (Lösslehm)
bis 1,70 m	Schluff, stark tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, schwach feucht (Lösslehm)
bis 4,80 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 6,15 m	Schluff, stark tonig, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 11,60 m	Schluff, braun, steif, feucht, bei 9,10 m Sandlage von 3 cm Dicke (Löss)
bis 12,50 m	Kies-Sand-Gemisch, braun, dicht (Terrasse t_6)

Kein Wasserstand im Bohrloch

Bohrung 8

Ansatzhöhe: NN +123,30 m

Ausführung: 11.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,25 m	Ackerkrume
bis 0,80 m	Schluff, kalkfrei, hellbraun, steif, schwach feucht (Kolluvium)
bis 1,40 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, schwach feucht (Lösslehm)
bis 4,60 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 5,00 m	Schluff, schwach tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 5,40 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 5,95 m	Schluff, kalkfrei bis sehr schwach kalkhaltig, rötlichbraun, steif, feucht (Löss, verbraunt)
bis 14,00 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 14,80 m	Schluff, kalkfrei, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 15,00 m	Sand, kiesig, braun, mitteldicht, feucht (Terrasse t_6)

Kein Wasserstand im Bohrloch

Bohrung 9

Ansatzhöhe: NN +126,59 m

Ausführung: 11.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,40 m	Mutterboden/Feldweg
bis 0,45 m	Sandsteinstück (Aufschüttung)
bis 2,00 m	Schluff, schwach tonig, kalkhaltig, braun, steif, feucht (Löss)
bis 4,20 m	Schluff, kalkhaltig, braun mit rotem Stich, steif, trocken, krümelig aggregiert, ab 4,00 m stärker rotstichig (Löss)
bis 4,90 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rotbraun, steif, schwach feucht (Lösslehm)
bis 6,00 m	Schluff, schwach tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 10,50 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 10,70 m	Schluff, stark tonig, braun und graubraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 11,20 m	Kies-Sand-Gemisch, schluffig, tonig, rotbraun, dicht (Terrasse t ₇)

Kein Wasserstand im Bohrloch

Bohrung 10

Ansatzhöhe: NN +127,07 m

Ausführung: 10.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,30 m	Ackerkrume
bis 0,60 m	Schluff, kalkfrei, hellbraun, steif, schwach feucht (Kolluvium)
bis 0,90 m	Schluff, schwach tonig, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 1,65 m	Schluff, stark tonig, kalkfrei, rotbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 3,80 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 4,40 m	Schluff, schwach tonig, rötlichbraun, steif, feucht (Löss)
bis 5,10 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 5,40 m	Schluff, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Löss)
bis 9,60 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 10,00 m	Schluff, tonig, braun, steif, mit Eisen-, Mangan- und Kalk- konkretionen (Lösslehm)
bis 10,80 m	Schluff, stark tonig, rotbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 11,70 m	Schluff, kalkhaltig, braun, steif, feucht (Löss)
bis 11,95 m	Schluff, kalkhaltig, weißgraubraun, steif, feucht (Löss)
bis 12,00 m	Mittelsand, feinsandig, rostbraun und hellbraun, dicht (Terrasse t ₇)
bis 13,80 m	Kies, sandig, braun, mitteldicht, trocken (Terrasse t ₇)
bis 15,00 m	Kalkschluff, weißbraun, steif (Tertiär)

Bohrung 11

Ansatzhöhe: NN +126,50 m

Ausführung: 10.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,30 m	Ackerkrume
bis 1,20 m	Schluff, schwach steinig, hellbraun, steif, schwach feucht (Aufschüttung)
bis 2,20 m	Schluff, kalkhaltig, braun, steif, feucht (Kolluvium)
bis 3,40 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 7,70 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 8,55 m	Kies, sandig, schluffig, braun, mitteldicht (Terrasse t_9)
bis 8,70 m	Ton, mager, grünbraun, steif (Tertiär)
bis 12,00 m	Ton, mager, grünbraun, steif, ab 10,00 m mit Schill (Tertiär)

Kein Wasserstand im Bohrloch

Bohrung 12

Ansatzhöhe: NN +125,31 m

Ausführung: 10.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,25 m	Mutterboden
bis 0,65 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, schwach feucht (Lösslehm)
bis 1,80 m	Schluff, kalkhaltig, braun, steif, feucht (Löss)
bis 3,00 m	Schluff, stark tonig, kalkfrei, braun, halbfest, schwach feucht, mit Eisen- und Mangankonkretionen, bis 2,00 m mit Kieskörnern (Lösslehm)
bis 3,40 m	Kies, sandig, schluffig, tonig, braun und rotbraun, dicht (Terrasse t_9)
bis 4,00 m	Ton, grünbraun, steif, mit Kalkkonkretionen (Cyrerenmergel, Tertiär)
bis 6,00 m	Ton, grünbraun, steif, mit Kalk-Schluff-Lagen (Cyrerenmergel, Tertiär)

Kein Wasserstand im Bohrloch

Bohrung 13

Ansatzhöhe: NN +128,93 m

Ausführung: 10.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,30 m	Ackerkrume
bis 1,05 m	Schluff, schwach tonig, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 1,45 m	Schluff, stark tonig, kalkfrei, rotbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 1,70 m	Schluff, kalkhaltig, braun, steif, feucht (Löss, verbraunt)
bis 5,00 m	Schluff, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 5,40 m	Schluff, kalkhaltig, rötlichbraun, steif, feucht (Fließerde)
bis 6,00 m	Schluff, humos, braun, mäßig steif, feucht (Altwürm-Humuszone)
bis 6,15 m	Schluff, tonig, sehr schwach kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 6,70 m	Schluff, stark tonig, kalkfrei, rotbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 7,50 m	Schluff, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Löss, verbraunt)
bis 8,20 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 9,95 m	Kies, sandig, braun, mitteldicht, schwach feucht (Terrasse t_9)
bis 11,20 m	Feinsand, kalkfrei, hellbraun, mitteldicht, schwach feucht (Tertiär)
bis 12,00 m	Feinsand, kalkhaltig, hellbraun, mitteldicht, schwach feucht (Tertiär)

Bohrung 14

Ansatzhöhe: NN +115,40 m

Ausführung: 14.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,50 m	Mutterboden
bis 0,95 m	Schluff, schwach humos, kalkfrei, hellbraun, steif, feucht (Kolluvium)
bis 1,15 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 2,30 m	Schluff, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Löss, verbraunt)
bis 4,20 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, schwach feucht (Löss)
bis 6,00 m	Sand, kiesig, kalkfrei, mitteldicht, feucht (Terrasse t_6)
bis 6,50 m	Sand, kiesig, mitteldicht, feucht, mit Kalk verbacken (Terrasse t_6)

Kein Wasserstand im Bohrloch

Bohrung 15

Ansatzhöhe: NN +118,79 m

Ausführung: 14.08.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,30 m	Ackerkrume
bis 1,10 m	Schluff, kalkfrei, hellbraun, steif, schwach feucht (Kolluvium)
bis 2,00 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rotbraun, steif, mit Eisen- und Mangankonkretionen (Lösslehm)
bis 3,70 m	Schluff, kalkfrei, rötlichbraun, steif, feucht (Löss)
bis 5,80 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 5,90 m	Schluff, tonig, schwach kiesig, kalkhaltig, steif, feucht, mit Eisen- und Mangankonkretionen, mit Quarzen (Lösslehm)
bis 6,00 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht (Löss)
bis 7,30 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, mäßig steif, stark feucht (Löss)
bis 8,60 m	Mittel- bis Feinschluff, sehr schwach tonig, sehr schwach kalkhaltig, braun, steif, feucht, fahl- und rostfleckig, mit Eisen- und Mangankonkretionen (Löss)
bis 9,00 m	Mittelsand, kiesig, kalkfrei, braun, mitteldicht, feucht (Terrasse t_6)
bis 9,40 m	Kies, sandig, braun, mitteldicht, stark feucht (Terrasse t_6)
bis 10,00 m	Schluff, feinsandig, braun, steif, naß (Tertiär)

Wasserstand im Bohrloch bei 9,40 m Tiefe

Bohrung 16

Ansatzhöhe: NN +119,20 m

Ausführung: 17.09.1998

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,30 m	Ackerkrume
bis 1,00 m	Schluff, schwach humos, dunkelbraun, steif, feucht (Kolluvium)
bis 1,55 m	Schluff, tonig, kalkfrei, rotbraun, steif, feucht (Lösslehm)
bis 2,00 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht, mit Kalkkonkretionen (Löss)
bis 4,60 m	Schluff, kalkhaltig, hellbraun, steif, feucht, bei 3,10 m Tuff (Löss)
bis 6,00 m	Sand, kiesigbraun, mitteldicht (Terrasse t_7)
bis 8,00 m	Kies, sandig, schluffig, braun, mitteldicht (Terrasse t_7)
bis 10,00 m	Ton, mergelig, graugrün, steif (Cerithienschichten, Tertiär)

Kein Wasserstand im Bohrloch

Bohrung 17

Ansatzhöhe: NN + 110,71 m

Ausführung: 17.09.98

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,30 m	Mutterboden
bis 0,85 m	Schluff, tonig, kalkfrei, dunkelbraun, mäßigsteif (Lösslehm)
bis 7,75 m	Schluff, kalkig, hellbraun, vorwiegend steif, aber mäßig steif von 3,1 bis 3,8 und von 4,5 bis 6,7 m, weich von 6,70 bis 7,05 m, darunter wieder mäßig steif (Löss)
bis 8,00 m	Schluff, kalkig, grau, mäßig steif (Löss)
bis 9,50 m	Kies, sandig, dicht, (Terrasse t_3)
bis 12,00 m	Feinsand, schwach schluffig, grau (Tertiär)

Wasserstand im Bohrloch bei 6,28 m Tiefe.

Bohrung 18

Ansatzhöhe: NN + 119,38 m

Ausführung: 17.09.98

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,40 m	Mutterboden
bis 2,00 m	Schluff, kalkfrei, braun, steif (Kolluvium)
bis 4,30 m	Schluff, kalkig, hellbraun, steif (Löss), bei 4,15 m 2 cm Tuff
bis 5,10 m	Schluff, kalkig, rotstichig, steif (Löss)
bis 7,30 m	Schluff, kalkig, hellbraun, steif (Löss)
bis 9,00 m	Schluff, sandig, hellbraun, steif (Terrasse t_6)
bis 10,00 m	Sand, kiesig, braun, dicht (Terrasse t_6)

Kein Wasserstand im Bohrloch.

Bohrung 19

Ansatzhöhe: NN + 124,08 m

Ausführung: 18.09.98

Tiefe in m	Schichten
0,00 bis 0,40 m	Mutterboden
bis 0,70 m	Schluff, dunkelbraun, steif (Lösslehm)
bis 1,60 m	Schluff, tonig, kalkfrei, braun, steif (Löss)
bis 3,50 m	Schluff, kalkig, hellbraun, mäßig steif (Löss)
bis 3,90 m	Schluff, schwach tonig, kalkig, braun, steif (Lösslehm)
bis 4,50 m	Schluff, kalkfrei, hellbraun, steif (Löss)
bis 5,10 m	Schluff, kalkig, hellbraun, steif (Löss)
bis 5,15 m	Schluff, tonig, kalkig, braun, mäßig steif (Lösslehm)
bis 7,10 m	Schluff, kalkig, hellbraun, mäßig steif (Löss)
bis 8,00 m	Schluff, stark tonig, kalkfrei, rötlichbraun, steif, mit Fe-Konkretionen (Lösslehm)
bis 9,50 m	Kies, sandig, dicht (Terrasse t ₇)

Kein Wasserstand im Bohrloch.

Geologische Aufnahme der Bohrungen:
Diplomgeologe Thorsten Streim.



Bodenmechanische Laboruntersuchungen

S
G
I

Inhalt:

Zustandsmessungen auf Seite 2 bis 7

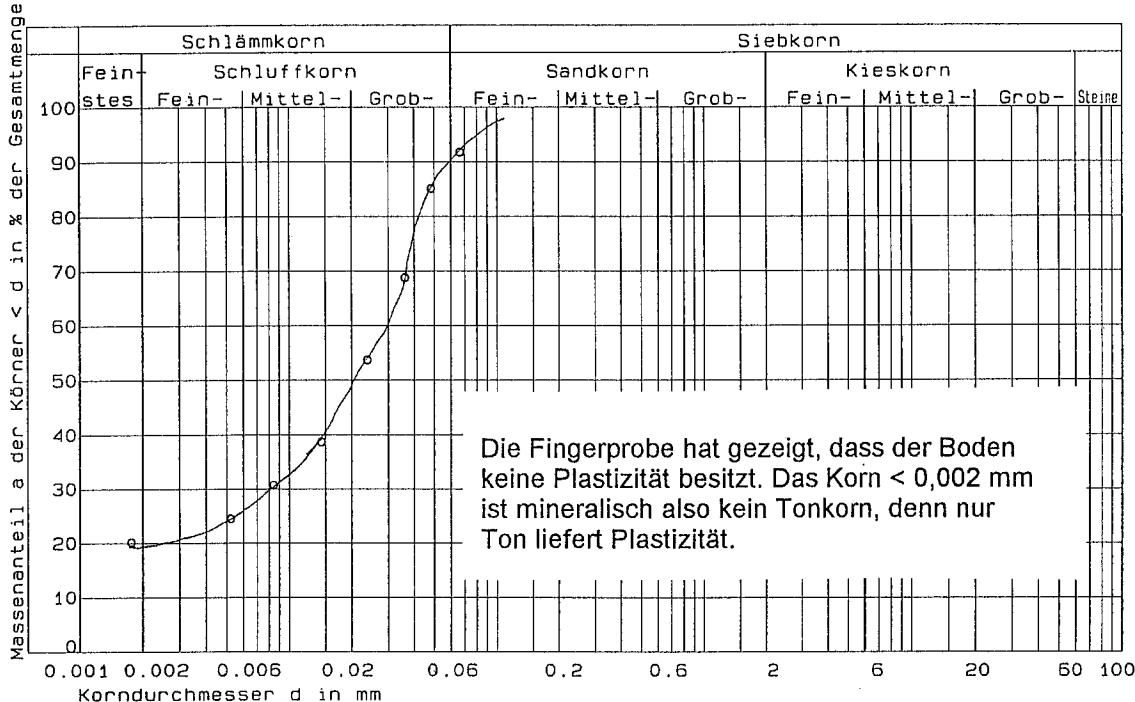
Wassergehaltsmessungen auf Seite 8 bis 9

Proctorversuch auf Seite 10

Dreiaxialer Druckversuch auf Seite 11

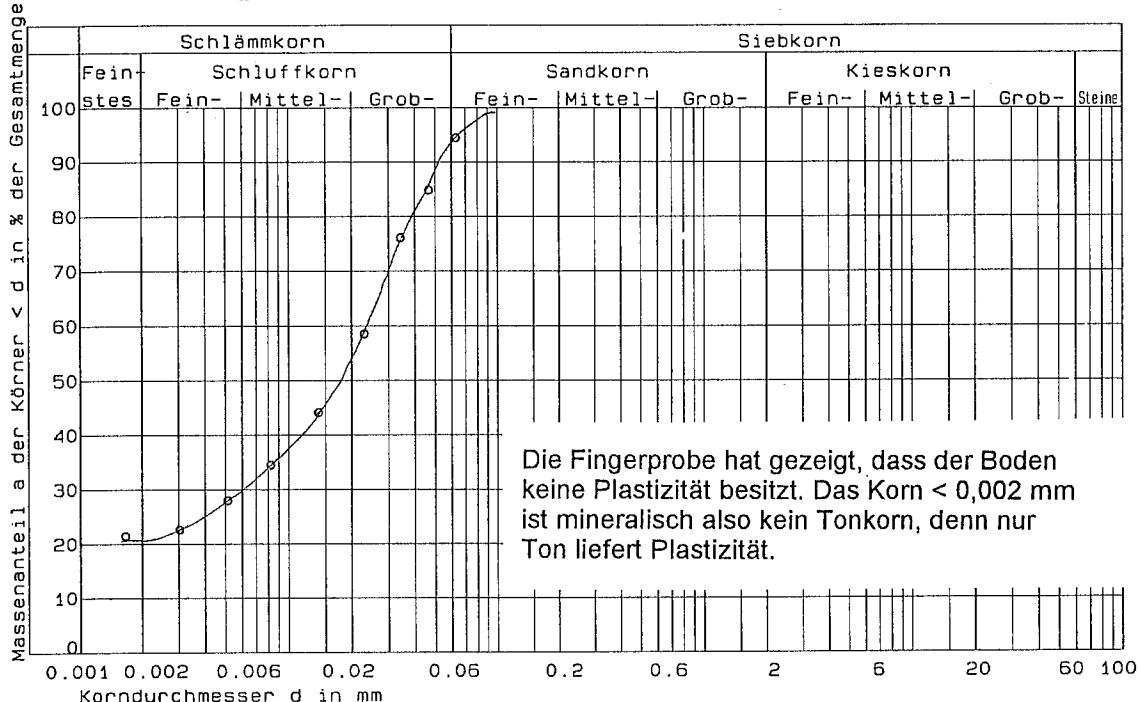


Körnungslinie nach DIN 18 123



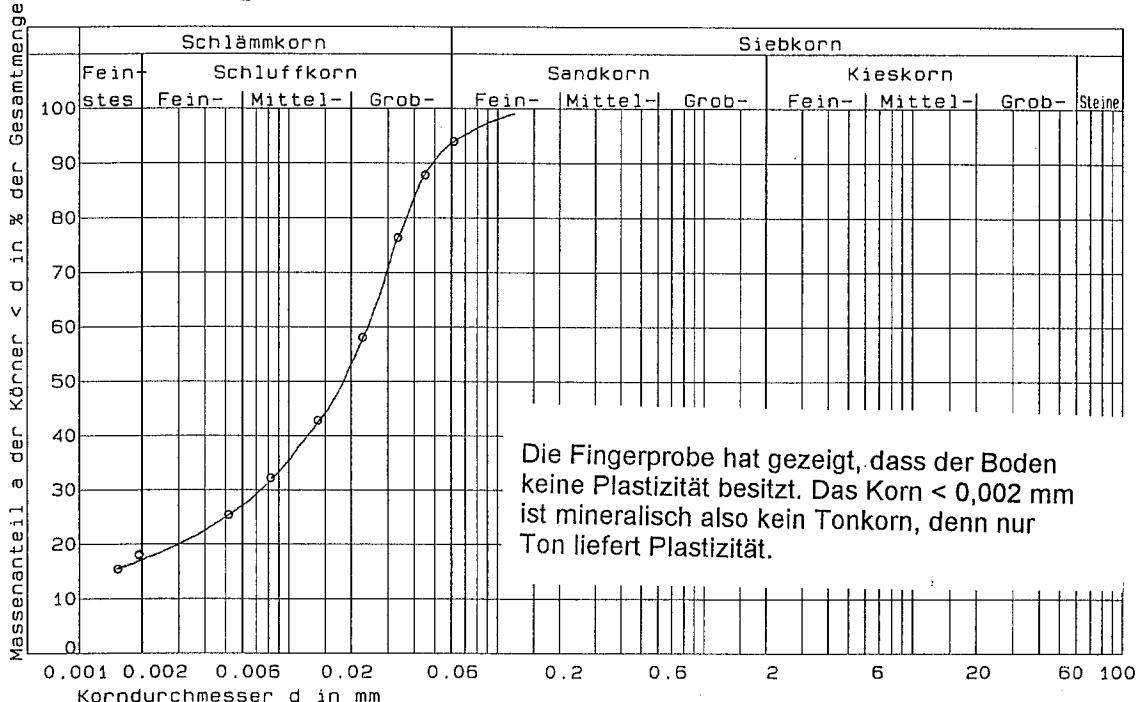
Entnahmestelle	Bohrung 4
Tiefe (m)	4,00 - 6,00
Bodenart	Schluff, tonfrei
Bodengruppe	UL
Geologie	Löss, Würm
Wichte γ_f kN/m ³	19.7
Trockenwichte γ_d kN/m ³	16.2
Wassergehalt w	0.214
Kalkgehalt	0.18
Fließgrenze w_L	0.27
Ausrollgrenze w_p	0.217
Plastizitätszahl I_p	0.053
Konsistenzzahl I_c	1.05
Porenanteil n	0.389
Sättigungszahl S_r	0.891

Körnungslinie nach DIN 18 123



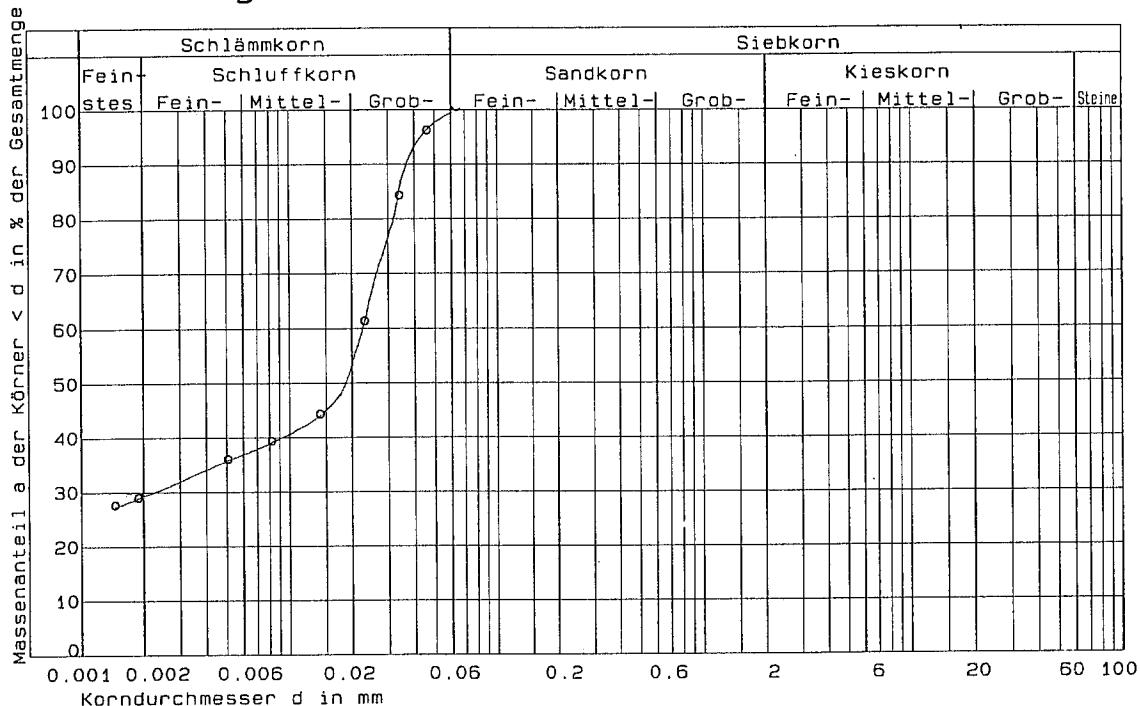
Entnahmestelle	Bohrung 5
Tiefe (m)	1,10 - 2,00
Bodenart	Schluff, tonfrei
Bodengruppe	UL
Geologie	Löss, Würm
Wichte γ_f kN/m ³	18.62
Trockenwichte γ_d kN/m ³	15.3
Wassergehalt w	0.217
Kalkgehalt	0.175
Fließgrenze w_L	0.264
Ausrollgrenze w_p	0.209
Plastizitätszahl I_p	0.055
Konsistenzzahl I_c	0.85
Porenanteil n	0.422
Sättigungszahl S_r	0.79

Körnungslinie nach DIN 18 123



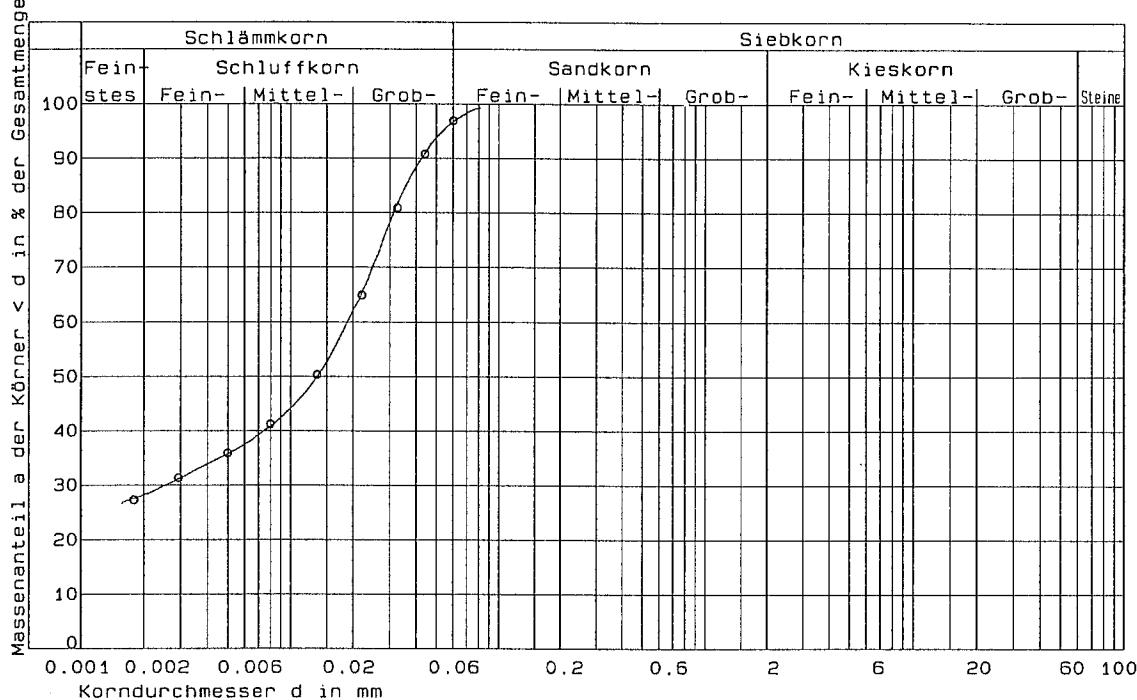
Entnahmestelle	Bohrung 8	
Tiefe (m)	1,40 - 3,00	
Bodenart	Schluff, tonfrei	
Bodengruppe	UL	
Geologie	Löss, Würm	
Wichte γ_f kN/m ³	19.9	
Trockenwichte γ_d kN/m ³	16.1	
Wassergehalt w	0.235	
Kalkgehalt	0.16	
Fließgrenze w_L	0.274	
Ausrollgrenze w_p	0.226	
Plastizitätszahl I_p	0.048	
Konsistenzzahl I_c	0.81	
Porenanteil n	0.39	
Sättigungszahl S_r	0.97	

Körnungslinie nach DIN 18 123



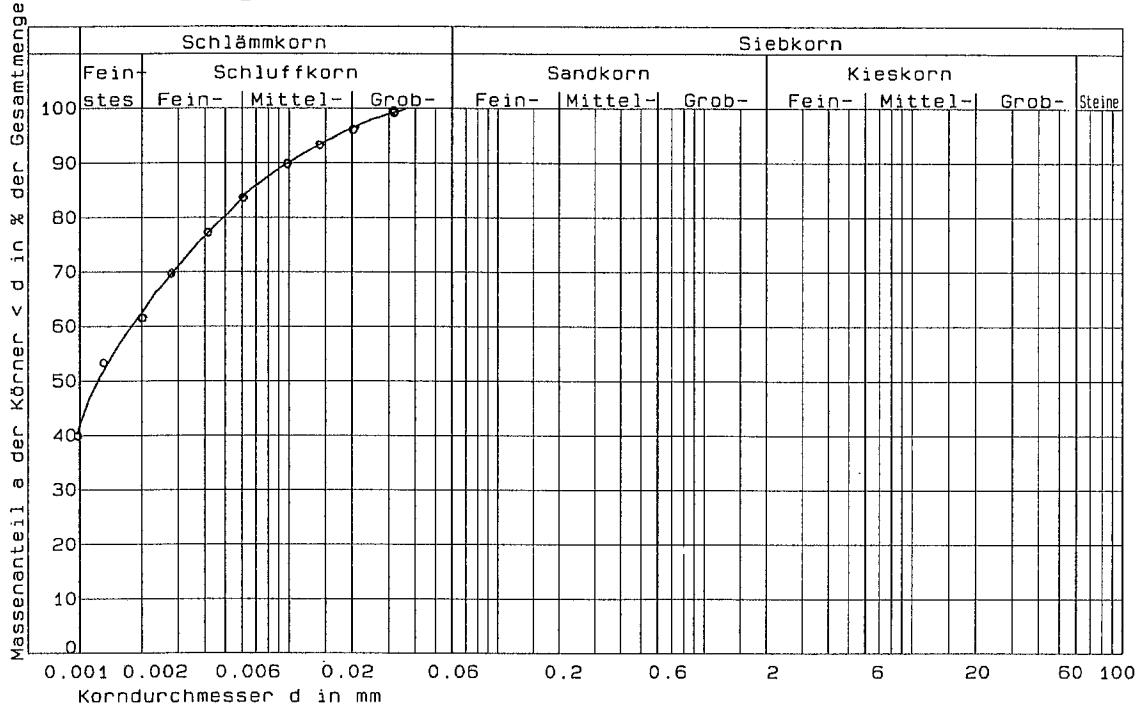
Entnahmestelle	Bohrung 1	
Tiefe (m)	1,60 - 2,00	
Bodenart	Schluff, tonig	
Bodengruppe	UM	
Geologie	Lösslehm, Holozän	
Wichte γ_f kN/m ³	19.11	
Trockenwichte γ_d kN/m ³	15.9	
Wassergehalt w	0.202	
Kalkgehalt	0.0	
Fließgrenze w_L	0.46	
Ausrollgrenze w_p	0.20	
Plastizitätszahl I_p	0.26	
Konsistenzzahl I_c	0.99	
Porenanteil n	0.41	
Sättigungszahl S_r	0.78	

Körnungslinie nach DIN 18 123



Entnahmestelle	Bohrung 15	
Tiefe (m)	1,10 - 2,00	
Bodenart	Schluff, tonig	
Bodengruppe	UM	
Geologie	Lösslehm, Holozän	
Wichte γ_f kN/m ³	19.65	
Trockenwichte γ_d kN/m ³	16.21	
Wassergehalt w	0.2126	
Kalkgehalt	0.01	
Fließgrenze w_L	0.33	
Ausrollgrenze w_P	0.225	
Plastizitätszahl I_p	0.105	
Konsistenzzahl I_c	1.12	
Porenanteil n	0.39	
Sättigungszahl S_r	0.89	

Körnungslinie nach DIN 18 123



Entnahmestelle	Bohrung 4	
Tiefe (m)	9,6 - 11,00	
Bodenart	Ton	
Bodengruppe	TA	
Geologie	Cyrenenton	
Wichte γ_f kN/m ³	21,22	
Trockenwichte γ_d kN/m ³	17,52	
Wassergehalt w	0,2111	
Kalkgehalt	0,28	
Fließgrenze w_L	0,63	
Ausrollgrenze w_P	0,22	
Plastizitätszahl I_p	0,41	
Konsistenzzahl I_c	1,02	
Porenanteil n	0,3698 für fest gestellte Korndichte 27,80	
Sättigungszahl S_r		

Wassergehaltsbestimmung

$$\text{Wassergehalt} \quad w = G_w : G_t$$

Definition:

Der Wassergehalt w einer Bodenprobe ist das Verhältnis zwischen dem Gewicht des Wassers der Bodenprobe G_w und dem Gewicht der Trockensubstanz der Bodenprobe G_v , also:

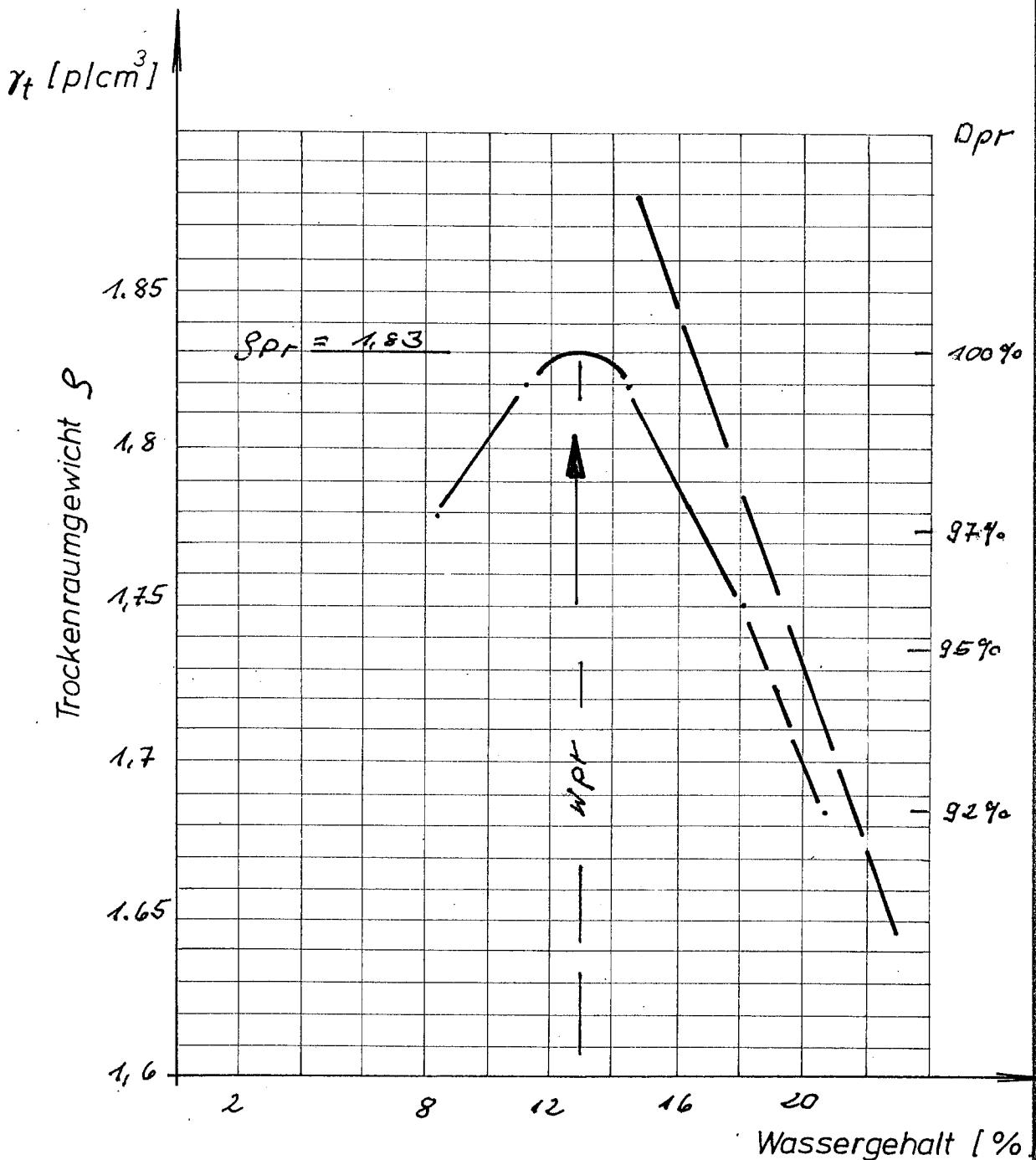
$$w = G_w : G_t$$

Die Trockensubstanz wird durch 12-stündige Trocknung der Bodenprobe bei 105° C im Trockenschrank erhalten.

Entnahmestelle	Tiefe (m)	Wassergehalt (%)	Bodenart
Bohrung 1			
	0,40 - 1,60	15,66	
	1,60 - 2,00	23,16	
Bohrung 3			
	3,20 - 4,00	19,05	
	4,20 - 5,00	22,44	
Bohrung 4			
	0,35 - 0,90	11,17	
	1,05 - 1,90	21,31	
	2,30 - 4,00	18,16	
	4,00 - 6,00	20,68	
Bohrung 5			
	1,10 - 2,90	21,72	

Entnahmestelle	Tiefe (m)	Wassergehalt (%)	Bodenart
Bohrung 7			
	1,30 - 1,70	18,78	
	1,70 - 2,00	15,36	
	2,00 - 4,00	18,38	
	4,80 - 6,00	19,98	
	6,15 - 8,50	17,72	
Bohrung 16			
	0,50 - 1,00	30,20	
	1,00 - 1,50	19,96	
	1,50 - 1,95	20,77	
	2,20 - 2,50	17,49	
	3,00 - 3,50	17,91	
	3,50 - 4,00	18,62	
Bohrung 17			
	0,30 - 0,85	24,22	
	0,85 - 1,30	18,23	
	1,30 - 1,75	19,93	
	1,75 - 3,10	17,04	
	3,10 - 3,80	20,15	
Bohrung 18			
	0,40 - 0,70	21,82	
	0,70 - 1,60	16,99	
	1,60 - 1,85	23,68	
	1,85 - 2,90	22,57	
	2,90 - 3,50	19,19	
	3,50 - 3,90	20,06	

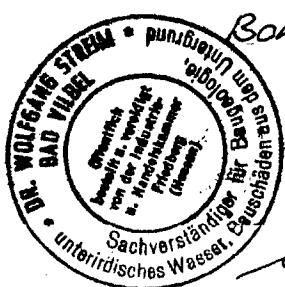
Prockorkurve



Bohrung 5, Tiefe 1.10 bis 2.90 m

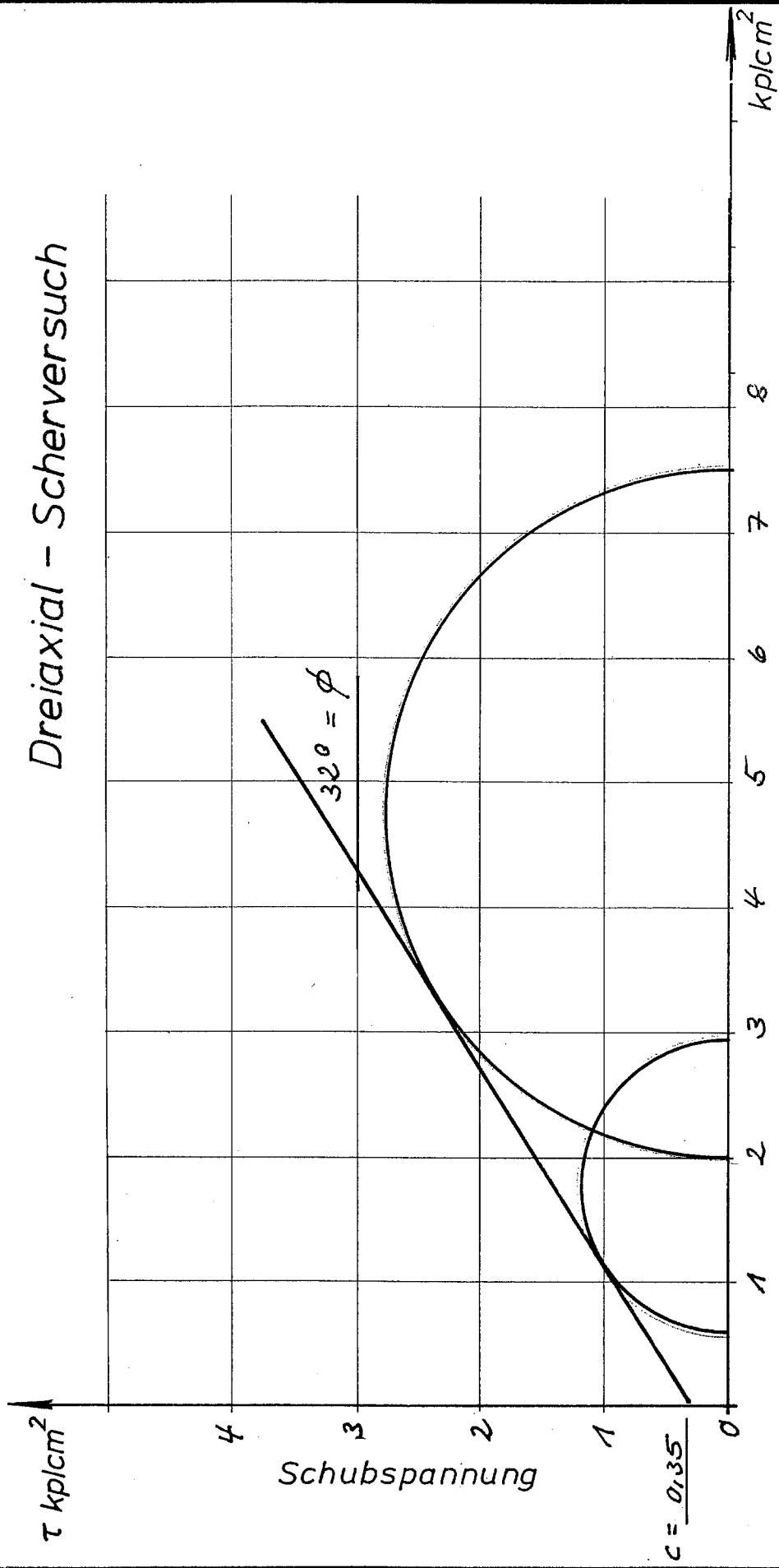
naturlicher Wassergehalt: 21.7%

naturliche Trockenichte: $1,53 \text{ g/cm}^3$



Strelitz

Dreiaxial – Scherversuch



Versuchstyp, Laststeigerung: Schnellversuch, ankanalisiert Normalspannung σ

Bohrung 6, Tiefe 1.45 - 2.75 m

$$\delta d = 1,61 \text{ kp/cm}^3 \quad n = 0,19$$

Bodenart LÖSS, tonfrei



Chemische Untersuchungen

S
G
I

Es wurden drei Mischproben untersucht.
Die Mischproben wurden aus folgenden
Eizelproben zusammengestellt:

Mischprobe 1

Bohrung 4	von 1,05 - 1,90	Lösslehm, holozän
Bohrung 7	von 1,30 - 1,70	Lösslehm, holozän
Bohrung 8	von 0,80 - 1,40	Lösslehm, holozän

Mischprobe 2

Bohrung 7	von 1,70 - 2,00	Löss, würm
Bohrung 7	von 2,00 - 4,00	Löss, würm
Bohrung 8	von 1,40 - 3,00	Löss, würm

Mischprobe 3

Bohrung 4	von 0,35 - 1,05	Kolluvium
Bohrung 8	von 0,25 - 0,80	Kolluvium



UMWELTLABOR OCKSTADT BPG

- Gesellschaft bürgerlichen Rechts -

Untersuchungsbericht Nr.: 9808/0656

Seite 4 von 8 vom 11.09.1998

ANALYSENERGEBNISSE

Probe Nr.: 98/3255 "Probe 2"

Pos.	Parameter	Bodeneluat		Feststoff	
		Orientierungswert*	Meßwert [mg/l]	Orientierungswert*	Meßwert [mg/kg]
1.	pH-Wert	ist anzugeben	7,54	-	-
2.	Elek. Leitfähigkeit [mS/m]	<300	12,0	-	-
3.	TOC	<20	9,8	-	-
4.	Arsen	<0,04	<0,04	<30	- 8,67
5.	Blei	<0,04	<0,04	<100	13,3
6.	Cadmium	<0,005	<0,004	<1	<0,5
7.	Chrom, ges.	<0,05	<0,03	<100	36,0
8.	Kupfer	<0,1	<0,01	<60	12,7
9.	Nickel	<0,1	<0,03	<50	32,0
10.	Quecksilber	<0,001	<0,001	<1	0,30
11.	Zink	<0,5	<0,01	<150	56,4
12.	Cyanid, l. freisetzbar	<0,05	<0,01	<1	<0,1
13.	Kohlenwasserstoffe	<0,2	<0,1	<300	<20
14.	Schwerfl. lipoph. Stoffe	-	-	<600	<50
15a.	Benzol	-	-	Σ<1	<0,025
15b.	Toluol	-	-		<0,016
15c.	Ethylbenzol	-	-		<0,016
15d.	Σ m- + p-Xylool	-	-		<0,015
15e.	o-Xylool	-	-		<0,017

Bemerkungen:

Alle Parameter "Bodeneluat" wurden im Eluat nach DEV S-4 nach Druckfiltration (Membranfilter 0,45 µm, 3 bar), die Parameter Nr. 4 - Nr. 11 "Feststoff" wurden im Königswasseraufschluß nach DEV S-7, alle anderen Parameter wurden in der Originalprobe bestimmt.

* : Orientierungswerte "unbelasteter Boden" im Erlaß des Hess. Ministerium für Umwelt vom 21.12.1992 zur 1. Hess. Verwaltungsvorschrift Erdaushub/ Bauschutt
Az.: IVA4-100 g 08.19-122/92-

mg/l : Mengenangabe, bezogen auf 1 Liter Eluat nach DEV S-4

mg/kg : Mengenangabe, bezogen auf 1 kg untersuchten Materials als Trockensubstanz

UMWELTLABOR OCKSTADT BPG

- Gesellschaft bürgerlichen Rechts -

Untersuchungsbericht Nr.: 9808/0656

Seite 5 von 8 vom 11.09.1998

Probe Nr.: 98/3255 "Probe 2"

Pos.	Parameter	Bodeneluat		Feststoff	
		Orientierungswert*	Meßwert [µg/l]	Orientierungswert*	Meßwert [mg/kg]
16a.	Naphthalin		<0,05		<0,01
16b.	Acenaphthylen		<0,05		<0,01
16c.	Acenaphthen		<0,05		<0,01
16d.	Fluoren		<0,05		<0,01
16e.	Phenanthren		<0,05		<0,01
16f.	Anthracen		<0,05		<0,01
16g.	Fluoranthen		<0,05		<0,01
16h.	Pyren		<0,05		<0,01
16j.	Benz(a)anthracen	$\Sigma < 2$	<0,05	$\Sigma < 5$	<0,01
16k.	Chrysen		<0,05		<0,01
16l.	Benzo(b)fluoranthen				$\Sigma < 0,04$
16m.	Benzo(k)fluoranthen		$\Sigma < 0,2$		
16n.	Benzo(a)pyren		<0,1		<0,02
16p.	Indano(1,2,3-cd)pyren		<0,1		<0,02
16p.	Dibenz(a,h)anthracen		<0,1		<0,02
16q.	Benzo(ghi)perylen		<0,1		<0,02
17a.	Dichlormethan		<2,0		<0,02
17b.	trans-1,2-Dichlorethen		<2,0		<0,02
17c.	cis-1,2-Dichlorethen		<2,0		<0,02
17d.	Trichlormethan	$\Sigma < 10$	<0,05	$\Sigma < 1$	<0,0005
17e.	1,1,1-Trichlorethan		<0,08		<0,0008
17f.	Tetrachlormethan		<0,01		<0,0001
17g.	Trichlorethen		<0,02		<0,0002
17h.	Tetrachlorethen		<0,06		<0,0008
18.	Phenol-Index	<10	<10	<1	<0,5

Bemerkungen:

Alle Parameter "Bodeneluat" wurden im Eluat nach DEV S-4 nach Druckfiltration (Membranfilter 0,45 µm, 3 bar), die Parameter Nr. 4 - Nr. 11 "Feststoff" wurden im Königswasseraufschluß nach DEV S-7, alle anderen Parameter wurden in der Originalprobe bestimmt.

* : Orientierungswerte "unbelasteter Boden" im Erlass des Hess. Ministerium für Umwelt vom 21.12.1992 zur 1. Hess. Verwaltungsvorschrift Erdaushub/ Bauschutt
Az.: IVA4-100 g 08.19 -122/92-

mg/l : Mengenangabe, bezogen auf 1 Liter Eluat nach DEV S-4
mg/kg : Mengenangabe, bezogen auf 1 kg untersuchten Materials als Trockensubstanz

UMWELTLABOR OCKSTADT BPG

– Gesellschaft bürgerlichen Rechts –

Untersuchungsbericht Nr.: 9808/0656
Seite 8 von 8 vom 11.09.1998

ANGEWENDETE PRÜFVERFAHREN

Pos.	Parameter	nach/analog ...
1.	pH-Wert	DEV C-5
2.	Elek. Leitfähigkeit	DEV C-8
3.	TOC	DEV H-3
4.	Arsen	DEV D-18/E-22
5.	Blei	DEV E-6/E-22
6.	Cadmium	DEV E-19/E-22
7.	Chrom	DEV E-22
8.	Kupfer	DEV E-22
9.	Nickel	DEV E-22
10.	Quecksilber	DEV E-12
11.	Zink	DEV E-22
12.	Cyanid, l. freisetzbar	DEV D-14
13.	Kohlenwasserstoffe	DEV H-18
14.	Schwerfl. lipoph. Stoffe	DEV H-17
15.	BTEX	DEV F-9
16.	PAK	DEV F-9
17.	LHKW	DEV F-5
18.	Phenole, ges.	DEV H-16

Bemerkungen:

DEV : Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim (1998)

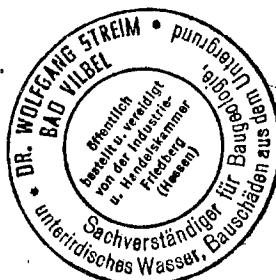
Die in diesem Bericht angegebenen Analysenwerte beziehen sich nur auf die eingelieferte(n) Probe(n).

Hinweis: Ohne schriftliche Genehmigung des Umweltlabors Ockstadt BPG, Gesellschaft bürgerlichen Rechts in 61381 Friedrichsdorf/Ts., darf dieser Bericht nicht auszugsweise veröffentlicht oder vervielfältigt werden. Dieser Bericht besteht aus 8 Seiten.

Friedrichsdorf/Ts., den 11.09.1998

UMWELTLABOR OCKSTADT BPG -Gesellschaft bürgerlichen Rechts-

Dr. K. Schöpke



Für die Verwendung als Anlage im Gutachten

Bearb.-Nr. 3289-1:

Seite 9 von Anlage 7
3289-1