

Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie - Baugrunduntersuchungen
Dettinger Straße 146 - 73230 Kirchheim/Teck Telefon (07021) 98 40-0
Telefax (07021) 98 40-60

Dipl.-Geol. Wolfram Hammer
Dr. Joachim Hönig
Dr. Marius Schünke
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger
für Hydrogeologie (Boden- und Grundwasserschäden)

BAUGRUNDGUTACHTEN

Projekt : **Neubau einer Sporthalle in 73274
Notzingen**

Auftraggeber : Gemeinde Notzingen
Bachstraße 50, 73274 Notzingen

Planung : Joachim Bergmann, Dipl.Ing. (FH) FA
Handwerkstraße 5-7, 70565 Stuttgart

Projekt-Nr. : 2/021/97

Gutachten-Nr. : 2/021/97/1ts

2. Ausfertigung

4. Juni 1997

Dr. J. Hönig
Dipl.-Geol.

Bearbeiter:
Dr. Th. Schmid
Dipl.-Geol.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Vorbemerkungen . . . . .	.3
2 Untersuchungsumfang . . . . .	.3
2.1 Feldarbeiten . . . . .	.3
2.2 Bodenmechanische Laborversuche . . . . .	.4
3 Baugrund . . . . .	.5
3.1 Baugelände und geologische Situation . . . . .	.5
3.2 Grundwasser . . . . .	.6
3.3 Bodenkennwerte und Bodenklassen . . . . .	.6
3.3.1 Bodenkennwerte . . . . .	.6
3.3.2 Bodenklassen . . . . .	.8
4 Gründung und Hinweise zur Bauausführung . . . . .	.9
4.1 Gründung. . . . .	.9
4.2 Entwässerung und Bauwerksabdichtung	11
4.3 Betonböden in Hallen und Freiflächen.	13
5 Baugrube - Erdarbeiten	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Gestaltung der Baugrube	15
5.3 Zufahrten, Wege, Park- und Abstellflächen	16
6 Schlußbemerkungen	19

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anlage 1:	Lageplan	M 1 : 500
Anlage 2:	Geologische Schnitte, 2-fach überhöht	M 1 : 100 / 1 : 200
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse und Schichtprofile	M 1 : 50
Anlage 4:	Versuchsprotokolle bodenmechanischer Versuche	

1 Vorbemerkungen

Die Gemeinde Notzingen beabsichtigt den Neubau einer Sporthalle auf dem Gelände zwischen der Herdfeldstraße und der Jahnstraße.

Um Aussagen über die Beschaffenheit des Baugrundes und die Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde unser Haus mit Schreiben vom 26. Februar 1997 beauftragt, Baugrunduntersuchungen durchzuführen und einen geotechnischen Bericht zu erstellen. Grundlage des Auftrags war unser Angebot Nr. B2/97/015 vom 11. Februar 1997 mit dem darin enthaltenen Leistungsumfang.

Für die Feldarbeiten und zur Erstellung des vorliegenden Berichts wurden uns über das planende Architekturbüro Bergmann, Stuttgart, folgende Planunterlagen überlassen:

1 Lageplan	M 1 : 500
2 Gebäudeschnitt	M 1 : 100
2 Geschoßgrundrisse	M 1 : 100

Die Planung umfaßt eine Sporthalle mit zwei Ebenen, deren Abmasse ca. 46 x 41 m betragen. Haustechnik und Foyer sind in einem Anbau untergebracht. Die EFH der unteren Ebene (Hallenebene) liegt bei 338,95 m ü.NN, die der oberen Ebene (Zuschauerebene) bei 342,60 m ü.NN

2 Untersuchungsumfang

2.1 Feldarbeiten

Zur Erkundung des Bodenaufbaus und der Grundwassersituation wurden am 22. Mai 1997 **fünf Schürfgruben** bis zu einer Tiefe von max. 4,10 m u.Gel. angelegt.

Die Schichtenfolge wurde nach geologischen und bodenmechanischen Kriterien aufgenommen, die Wasserzutritte/-anstiege erfaßt und das Kerngut organoleptisch auf mögliche Verunreinigungen geprüft.

Aus dem Kerngut wurden gestörte Bodenproben entnommen, luftdicht konserviert und zur geotechnischen Laboruntersuchung weitergeleitet.

Die Anordnung der Aufschlußpunkte auf dem Gelände ist aus dem Lageplan (Anlage 1) ersichtlich. Die Aufschlußpunkte wurden nach Höhe nivelliert und auf örtliche Bezugspunkte (Straße, bestehende Gebäude, Flst.-Grenzen) eingemessen. Als Höhenbezug diente ein im Lageplan eingezeichneter Kanaldeckel der Herdfeldstraße mit 341,29 m ü.NN..

In Anlage 2 sind die Schichtprofile der Aufschlußpunkte zusammen mit den geplanten Gebäuden in zwei geologischen Schnitten dargestellt.

Anlage 3 enthält alle vom Gutachter dokumentierten Aufschlüsse in Form von Schichtenverzeichnissen und Schichtprofilen.

2.2 Bodenmechanische Laborversuche

Die aus den anstehenden Schichten entnommenen Proben kamen zur bodenmechanischen Kennzeichnung ins Labor und wurden auf ausgewählte Parameter untersucht.

Aufschluß	Tiefe (m)	Bodenart	Untersuchungen
SG 1	2,20	Verwitterungston	nat. Wassergehalt, Konsistenzgrenzen
SG 2	4,10	Tonstein	nat. Wassergehalt, Konsistenzgrenzen,
SG 4	2,10	Verwitterungston	nat. Wassergehalt, Konsistenzgrenzen

Die Versuche erfolgten an gestörten Kernproben.

3 Baugrund

3.1 Baugelände und geologische Situation

Das Baugelände liegt im Norden von Notzingen in leichter Hanglage und wird gegenwärtig zum Großteil als Spielplatz/Bolzplatz genutzt.

Unter einer dünnen Mutterbodendecke (0,20 - 0,30 m) und lokalen Auffüllungen folgt ein graubrauner Verwitterungston in steifer, z.T. steif-halbfester Konsistenz bis in Tiefen zwischen 1,60 m und 2,70 m u.Gelände. Dieser geht nach unten hin in einen stückig verwitterten, ebenfalls graubraunen Tonstein von halbfester-fester Konsistenz über. In diesen Tonstein eingelagert sind geringmächtige, harte Kalksteinbänke von dunkelgrauer Farbe. Eine vermutlich durchgängige Kalksteinbank, die in allen Aufschlüssen erschlossen wurde, folgt in etwa der Geländemorphologie und liegt in Tiefen zwischen 2,10 m und 3,30 m unter Gelände. An der Nordostecke der Baumaßnahme (SG 5) wurde eine dünne Kalksteinbank bereits in einer Tiefe von 1,60 m u.Gel. angetroffen, der eine weitere Kalksteinbank in 3,00 m Tiefe folgte.

Der Tonstein und die Kalksteinbänke sind nach der Geologischen Karte M 1 : 25 000, Blatt 7322 Kirchheim/Teck, dem Schwarzen Jura (Lias δ , Amaltheenton) zuzuordnen, der in seinen mittleren Abschnitten typischerweise einige dunkle Kalksteinbänke aufweist.

Die im einzelnen in den Aufschlußpunkten angetroffenen Bodenschichten sind in Form von Schichtenverzeichnissen als Anlage 3 beigelegt und in den Schnitten (Anlage 2) eingetragen.

Die angetroffenen Bodenschichten ab dem verwitterten Tonstein sind als guter, tragfähiger Baugrund einzustufen. Den Aufschlüssen nach zu urteilen ist der Untergrund auf dem gesamten Baugrundstück recht homogen, wobei die Tiefenlage der Kalksteinbänke und die Oberkante des Tonsteins im Meterbereich schwankt.

3.2 Grundwasser

In den Geländeaufschlüssen waren beim Baggern zunächst keine Grundwasserzutritte festzustellen. Erst nach ca. 1 - 2 Stunden waren schwache Wasserzutritte jeweils in den Tonsteinen von der Sohle her zu beobachten. Bis zum Verfüllbeginn der Schürfgruben stellte sich kein Ruhewasserstand ein. Da die Grundwasserzutritte bzw. die zu erwartenden Grundwasseranstiege jedoch unterhalb des Gründungsniveaus lagen, wurde auf einen Pegelausbau zur genaueren Beobachtung der Grundwasserverhältnisse verzichtet.

In den offenen Schürfgruben wurden nach ca. 1 - 2 Std. folgende Wasserstände gemessen:

Aufschluß	Geländehöhe [m ü.NN]	Wasserstand [m u.Gel.]	Wasserstand [m ü.NN]
SG 1	338,95	3,20	335,75
SG 3	339,55	3,95	335,60

Als **Bemessungswasserstand** wird ein Wasserstand von **337,25 m ü.NN** vorgeschlagen (1 m über dem höchsten gemessenen Wasserstand zuzüglich 0,5 m Sicherheitszuschlag, da kein Ruhewasserstand vorlag)

In niederschlagsreichen Perioden kann auch in den oberflächennahen Bodenschichten **Schicht- und Sickerwasser** auftreten.

3.3 Bodenkennwerte und Bodenklassen

3.3.1 Bodenkennwerte

Über die bodenmechanischen Laborversuche konnten folgende Kennzahlen für die entnommenen Bodenproben ermittelt werden:

Natürliche Wassergehalte

Untersuchungs- punkt	Probe	nat. Wassergehalt W [Gew. %]
SG 1	2,20 m (Verwitterungston)	19,63
SG 2	4,10 m (Tonstein, verwittert)	24,43
SG 4	2,10 m (Tonstein, verwittert)	20,96

Konsistenzgrenzen, Zustandsform und Klassifizierung

Probe	Ausrollgrenze W_p [%]	Fließgrenze W_f [%]	Plastizitäts- zahl I_p [%]	Konsistenz- zahl I_c	Zustands- form	Klassifizierung DIN 18 196
SG 1 2,20 m	21,20	41,22	20,02	1,08	halbfest	TM
SG 2 4,10 m	23,88	42,32	18,44	0,97	steif	TM
SG 4 2,10 m	26,02	44,29	18,27	1,28	halbfest	TM

Den in den Untersuchungspunkten aufgeschlossenen Bodenschichten können unter Berücksichtigung der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche und dem Geländebefund, nach DIN 1055, dem Grundbautaschenbuch Teil 1 und weiteren Literaturangaben folgende geotechnischen Kennwerte (Rechenwerte) zugeordnet werden. Sie gelten für die in den Aufschlüssen angetroffenen Bodenschichten.

Bodenschicht	Reibungs- winkel ϕ' [°]	Wichte γ/γ' [kN/m ³]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifeziffer E_s [MN/m ²]	k_r -Wert [m/s]
Verwitterungston, steif	22,5	19,5/9,5	7-15	4-6	10^{-8}
Tonstein, halbfest-fest	22,5	20,5/10,5	15-30	8-12	10^{-8}
Kalkstein, hart	> 40	26/26	0 - > 80	> 100	10^{-6} - 10^{-10}

Für erdstatische Berechnungen sind jeweils die kleinsten angegebenen Werte zu verwenden.

Werden Schichten in der offenen Baugrube längere Zeit der Witterung ausgesetzt, können sich die Kennwerte rapide verschlechtern. Dies gilt auch für Profilabschnitte, in denen Schichtwasser austritt und zu einem Aufweichen der Bodenschicht führt.

3.3.2 Bodenklassen

Allgemeines

Die DIN 18 300 faßt Boden- und Felsarten nach dem Schwierigkeitsgrad beim Bearbeiten in sieben Klassen zusammen. Der Begriff "Bearbeiten" umfaßt das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten.

Die Klassifizierung erfolgt unabhängig von maschinentechnischen Leistungswerten allein nach boden- bzw. felsmechanischen Merkmalen; als maßgebende Kriterien für den Schwierigkeitsgrad beim Bearbeiten werden herangezogen:

- a) granulometrische Größen: Feinkorn unter 0,06 mm, Steine über 63 mm sowie Blöcke über 0,01 und 0,1 m³.
- b) plastische Eigenschaften des Feinkorns (Plastizitätszahl I_p, Konsistenzzahl I_c, Zähigkeit)
- c) wasserhaltende und Fließeigenschaften
- d) mineralisch-chemischer Zusammenhalt (Verfestigung)
- e) Gesteins- und Gebirgsfestigkeit nach qualitativen Merkmalen

Klassifizierung der beim Baugrubenaushub anfallenden Bodenschichten

Nach den beschriebenen Richtlinien und der Boden- und Felsklassifizierung der DIN 18 300 ergibt sich für die betreffende Baumaßnahme folgende Zuordnung der Bodenklassen:

Bodenschichten	Bodenklassen
Mutterboden	1
Verwitterungston, steif	4
Tonstein, verwittert, halbfest-fest	5
Kalksteinbänke	6

Erläuterungen:

Klasse 1: Oberboden (Mutterboden)

Oberboden ist die oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z. B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemische, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.

Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten

Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew.-% Korngröße kleiner als 0,06 mm.

Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind, und die höchstens 30 Gew.-% Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt enthalten.

Klasse 5: Schwer lösbare Bodenarten

Bodenarten nach den Klassen 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt.

Nichtbindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.

Ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind.

Klasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten

Witterungsempfindliche Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare feste oder verfestigte nichtbindige und bindige Bodenarten (z.B. durch Austrocknen, Gefrieren, chemische Bindung).

Nichtbindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt (Kugeldurchmesser von 0,3 bis 0,6 m).

(Werden solche Fels- und Bodenarten zur Erleichterung des Lösens durch Bohr- oder Sprengarbeit gelockert, ändert sich ihre Einstufung nicht.)

Sollten bei den Aushubarbeiten Unstimmigkeiten bei der Bodenklassifizierung auftreten, so kann der Bodengutachter beim Baugrubenaushub hinzugezogen werden.

4 Gründung und Hinweise zur Bauausführung

4.1 Gründung

Nach den vorliegenden Untergrundverhältnissen kann der Neubau konventionell mit Streifen- und Einzelfundamenten gegründet werden. Nach den durchgeführten Untersuchungen und den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen liegen die Gründungssohlen teilweise in steifem Verwitterungston und teilweise bereits in halbfestem Tonstein. Im Sinne einer Minimierung möglicher Setzungsdifferenzen sollte eine einheitliche Gründungssohle im halbfesten bis festen Tonstein gewählt werden.

Bei Gründung auf mindestens halbfesten Tonstein können mittig belastete Fundamente für eine zulässige Bodenpressung von maximal

$$\sigma_0 \leq 350 \text{ kN/m}^2$$

bemessen werden. Hierbei können laut DIN 1054 Setzungen in der Größenordnung von 2 bis 4 cm auftreten. Bei wesentlicher gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente können sich die Setzungsbeträge vergrößern. Außerdem können bei außermittig belasteten Fundamenten Verkantungen auftreten, deren Betrag erforderlichenfalls nachgewiesen werden muß.

Für gedrungene Fundamentquerschnitte mit einem Seitenverhältnis unter 2 und für Kreisfundamente ist eine Überschreitung der angegebenen Fundamentspannung um bis zu 20% zulässig.

Der Baugrundgutachter ist zur Abnahme der Fundamentsohlen auf die Baustelle zu berufen.

Eine Abschätzung der im vorliegenden Fall zu erwartenden Setzungen könnten Setzungsberechnungen nach Vorliegen der Statik erbringen. Je nach Tiefenlage der Fundamente, vorhandenen Lasten und den Ergebnissen von Setzungsberechnungen könnte eine Erhöhung der oben genannten Bodenpressung möglich sein.

Falls in den Fundamentgräben aufgeweichte Böden angetroffen werden, so sind diese auszuräumen und durch Magerbeton zu ersetzen. Es wird empfohlen, die Fundamentsohlen sofort nach dem Aushub zu betonieren oder mit Sohlbeton gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Sollten bei den Gründungsarbeiten Zweifel an der Art oder Festigkeit der auf der Gründungssohle angetroffenen Bodenschichten auftreten, so ist der Gutachter rechtzeitig zu Rate zu ziehen.

4.2 Entwässerung und Bauwerksabdichtung

Allgemeines

Unter Dränung wird die Entwässerung des Bodens durch Dränschicht und Dränleitung verstanden, um das Entstehen von drückendem Wasser auf erdberührende Bauteile zu verhindern. Für die Planung, Bemessung und Ausführung von Dränmaßnahmen gilt die DIN 4095.

Dränungen können Abdichtungen niemals ersetzen, sondern müssen stets in Verbindung mit Abdichtungen nach DIN 18 195 geplant und ausgeführt werden.

Bauwerksabdichtungen nach DIN 18 195

Teil 4: Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit (Haft-, Saug-, Kapillar- und Sickerwasser aus Niederschlägen).

Sie ist gültig bei nicht bindigen Böden und bei nicht bindiger Verfüllung der Arbeitsräume. Der Durchlässigkeitsbeiwert K_f des Untergrunds muß mindestens 10^{-4} m/sec. betragen.

Es ist keine Dränage nach DIN 4095 notwendig.

Teil 5: Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser.

Sie ist gültig bei bindigen Böden und/oder Hanglagen für Niederschlags- und Sickerwasser, das auf die Abdichtung keinen oder nur vorübergehend einen geringfügigen hydrostatischen Druck ausübt.

Sie ist zusammen mit Dränmaßnahmen nach DIN 4095 auszuführen oder wenn gewährleistet ist, daß Wasser dauerhaft abgeführt werden kann.

Teil 6: Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser, d.h. von Wasser, das von außen einen hydrostatischen Druck ausübt.

- a) Anwendung, wenn keine Dränage erlaubt ist, also anfallendes Wasser dauerhaft nicht abgeführt werden kann (bindige Böden, Hanglagen).
- b) Anwendung möglich, wenn Gebäude im Grundwasser oder im Grundwasserschwankungsbereich liegen.

Entwässerung und Abdichtung des Bauvorhabens

Der geplante Neubau kann über eine Ringdränage (DN 100, Mindestgefälle 0,5 %) entwässert werden, da die anfallende Wassermenge Q_{max} weniger als 2,7 l/sec (Höchstbetrag für DN 100) beträgt. Da mit kalkhaltigem Wasser zu rechnen ist, sind Dränagerohre mit glatter Innenwandung

zu verwenden, um die Bildung von Kalkablagerungen und eine dadurch bedingte Verstopfung der Dränleitung zu verhindern. Die Dränmaßnahmen sind sorgfältig nach DIN 4095 auszuführen.

Um die Filterstabilität zu gewährleisten, sind folgende Punkte zu beachten:

- An Knickpunkten der Dränleitung sind Spülrohre (DN 300) anzuordnen.
- Der am Tiefpunkt der Dränleitung liegende Übergabeschacht soll mindestens DN 1 000 betragen.
- Die Rohrsohle ist am Hochpunkt mindestens 20 cm unter der Oberkante des Rohfußbodens anzuordnen, der Rohrscheitel darf diesen nicht überschreiten.
- Die Dränrohre sind allseitig filterfest zu ummanteln (Mischfilter aus Kiessand 0/8 mm bzw. 0/32 mm oder Stufenfilter aus Kies 8/16 mm mit zusätzlichem Filtervlies). Bei Verwendung von Kiessand (Mischfilter) darf die Breite oder der Durchmesser der Wassereintrittsöffnungen der Rohre maximal 1,2 mm betragen. Wird das Dränrohr unmittelbar auf das Rohrleitungsplanum gelegt, so muß ein Filtervlies zwischengeschaltet werden.

Damit anfallendes Wasser ungehindert zur Dränage gelangen kann, ist vor den Außenwänden eine senkrechte Dränschicht aus Dränsteinen, Dränplatten oder Dränmatten (aus Kunststoff als Verbundelemente) vorzusehen. Alternativ kann der Arbeitsraum mit durchlässigem, nicht bindigem Material verfüllt werden (z.B. Mineralbeton, Kies 8/16 oder Kiessand 0/8 bzw. 0/32, Schotter 2/32 oder Schotter-Splitt-Gemisch 2/56 oder 2/45). Um den Eintrag von Oberflächenwasser abzumindern (z.B. nach Starkregen), kann im obersten Meter des Arbeitsraums auch gering durchlässiger Lehmboden gut verdichtet eingebaut werden ("Lehmschlag").

Unter dem UG-Fußboden ist nach DIN 4095 eine Filterkieslage von mindestens 15 cm Stärke (Körnung 4/16 oder 8/16 mm) einzubauen. Um die Filterstabilität zu gewährleisten, ist zwischen Bodenplatte und Filterkies eine Folie und zwischen Filterkies und Erdplanum ein Vlies zu verlegen. Alternativ hierzu sieht die DIN 4095 10 cm Filterkies und darunter mindestens 10 cm Kiessand der Körnung 0/8 oder 0/32 mm vor.

Die erdeinbindenden Außenwände sind nach DIN 18 195, Teil 5, gegen nicht drückendes Wasser abzudichten. Vor der Verfüllung der Arbeitsräume ist die Isolierung durch eine Schutzschicht (DIN 18 195, Teil 10) gegen Beschädigung zu sichern. Die Dränschicht kann gleichwertig die Funktion einer Schutzschicht aufweisen.

Eine Einleitung von Dränagewasser in einen Sickerschacht ist wegen der unzureichenden Wasseraufnahmefähigkeit des Untergrunds nicht möglich. Wahrscheinlich wird jedoch anfallendes Sickerwasser im freien Gefälle natürlich abfließen, da die Hallenebene zumindest bereichsweise geländeeben liegt und verlegte Dränagen damit ebenfalls geländeeben münden. Möglicherweise können geringe Mengen anfallenden Sickerwassers auch in den Schotterkoffer des Straßenunterbaus der unterhalb verlaufenden Jahnstraße eingeleitet werden.

Sollte seitens des Landratsamts keine Dränage erlaubt sein, die in die Kanalisation entwässert, oder eine anderweitige Abfuhr von Sickerwasser nicht möglich sein, so sind die erdberührenden Wände und Fußböden gegen von außen drückendes Wasser abzudichten, d.h. in wasserundurchlässigem Beton nach DIN 1045 mit entsprechender Rissebewehrung herzustellen.

4.3 Betonböden in Hallen und Freiflächen

Wird eine Gründung auf Streifen- und Einzelfundamente vorgenommen, ist ein Hallenfußboden zur Aufnahme der Stapel und Verkehrslasten zu planen.

Die Ausführung von Betonböden und die erforderliche Mächtigkeit des Unterbaus richtet sich nach der geplanten Belastung der Fußböden.

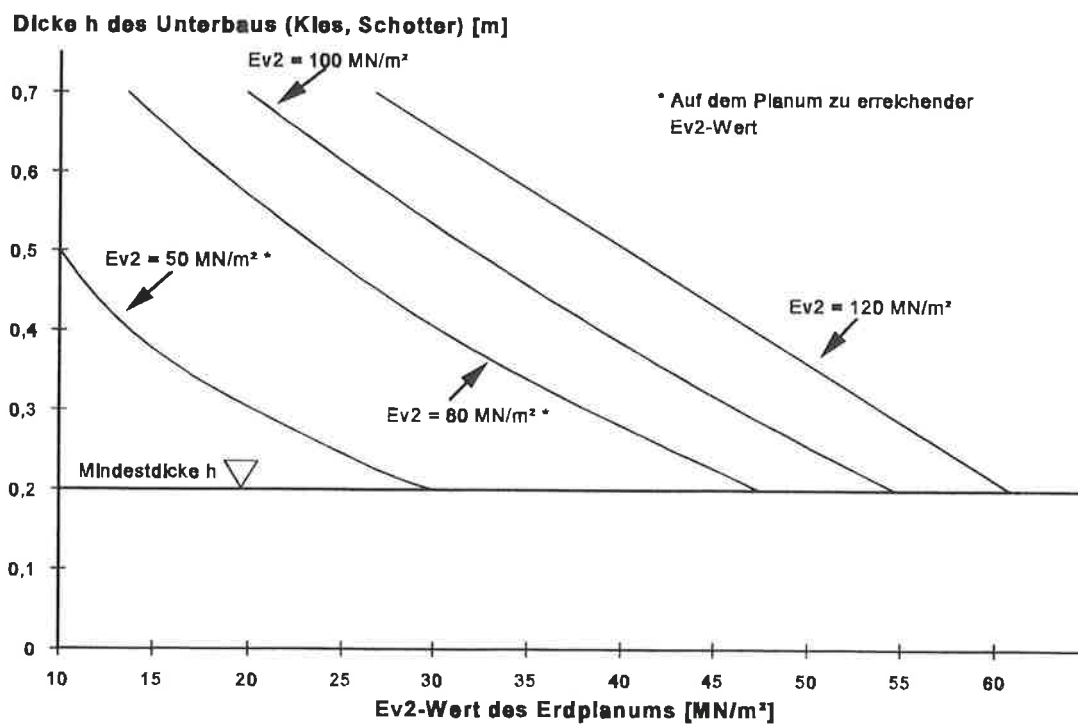
Bei der Planung und Ausführung von Betonböden (= Betonplatte und Tragschicht) ist zu beachten, daß an die Festigkeit der Tragschicht und des Untergrunds bestimmte Anforderungen gestellt werden, die von der als Einzellast wirkenden Belastungen der Betonplatte (einschichtige Betonplatte auf Tragschicht, ohne Bewehrung) abhängig sind¹:

¹Quelle: LOHMEYER, G. (1993): Betonböden im Industriebau: Hallen und Freiflächen. Hrsg. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie, Köln. - 4. Aufl. -, Düsseldorf: Beton-Verlag, 1993

Belastung max. Einzellast Q in kN	Verformungsmodul E_{v2} in MN/m ²)	
	des Untergrunds	der Tragschicht
≤ 32,5	≥ 30	≥ 80
≤ 60	≥ 45	≥ 100
≤ 100	≥ 60	≥ 120
≤ 150	≥ 80	≥ 150
≤ 200	≥ 100	≥ 180

*1) Bedingung: $E_{v2}/E_{v2} \leq 2,5$

Wird der oben angegebene Verformungsmodul des Untergrunds (Erdplanum) nicht erreicht (im vorliegenden Fall sehr wahrscheinlich), so wird eine Bodenverbesserung oder eine Erhöhung der Tragschichtmächtigkeit erforderlich. Den Zusammenhang zwischen dem Verformungsmodul E_{v2} des Untergrunds (Roh- bzw. Erdplanum), der Dicke der Tragschicht (Unterbau) und dem auf der Tragschicht erreichbaren Verformungsmodul gibt nachfolgendes Diagramm wieder:



Entnommen aus der Vorschrift für Erdbauwerke der Deutschen Bundesbahn (DS 836)

5 Baugrube - Erdarbeiten

5.1 Allgemeines

Bei der Herstellung von Baugruben sind die Richtlinien der **DIN 4124** maßgebend und einzuhalten. Sie besagt, daß ab einer Böschungshöhe von 1,25 m abgeböscht werden muß. Die Böschungsneigung richtet sich u.a. nach den bodenmechanischen Eigenschaften des Bodens. Nach DIN 4124, Abschnitt 3.2.2 sind folgende **Böschungsneigungen β** maximal zulässig:

- | | | |
|----|---|-----------------------|
| a) | nichtbindige oder weiche, bindige Böden | $\beta \leq 45^\circ$ |
| b) | steife bis halbfeste bindige Böden | $\beta \leq 60^\circ$ |
| c) | Fels | $\beta \leq 80^\circ$ |

Bei Böschungshöhen über 5 m ist der rechnerische Nachweis der Standsicherheit zu erbringen oder ein Verbau vorzusehen. Dasselbe gilt, wenn durch starken Wasserandrang die Standfestigkeit der Baugrubenwand beeinträchtigt ist oder wenn bestehende Gebäude oder sonstige bauliche Anlagen (Straßen, Leitungen) gefährdet sind.

5.2 Gestaltung der Baugrube

Danach und nach den vorliegenden Untergrundverhältnissen können die Baugrubenwände frei unter einem Winkel von $\beta \leq 60^\circ$ abgeböscht werden.

Die Baugrubenwände sind durch eine sturmfest angebrachte Folie vor Witterungseinflüssen zu schützen, da diese eine erhebliche Verschlechterung der Bodenkennwerte verursachen können. Darüberhinaus ist der Bereich außerhalb der Baugrube regelmäßig auf Risse und Setzungen zu kontrollieren, die eine beginnende Rutschung andeuten können. In diesem Zusammenhang können örtliche Verbaumaßnahmen notwendig werden, d.h. die nötigen Materialien sind bereitzustellen.

Auf den Oberkanten der Böschungen ist ein mindestens 1,5 m breiter, lastfreier Streifen einzuhalten (keine Stapellasten, Verkehrslasten, Baukran).

Da die Baugrubensohle ebenfalls aus witterungsempfindlichen, bindigen Bodenschichten besteht, die bei Regen schnell aufweichen können, ist die Einbringung einer Schottertragschicht von ca. 20 cm Stärke zumindest im von Baufahrzeugen genutzten Bereich empfehlenswert. Anfallendes Oberflächenwasser ist zu fassen und aus der Baugrube abzuleiten, da stehendes Wasser den Boden unnötig aufweicht. Längere Stillstandszeiten der offenen Baugrube sind zu vermeiden.

Zur Hinterfüllung der Arbeitsräume ist v.a. an der Bergseite und dort, wo keine nachträglichen Setzungen in Kauf genommen werden können (Verkehrsflächen), trockener Siebschutt, Kies, Mineral- oder Einkornbeton zu verwenden, lagenweise einzubauen und optimal zu verdichten (außer Einkornbeton).

5.3 Zufahrten, Wege, Park- und Abstellflächen

Für den Bau der Zufahrten und Parkplätze (Bauklasse V) gelten die Richtlinien der ZTVE-StB 94, der RStO 86 und der ZTVT-StB 86. Danach sind an der Oberkante der ungebundenen Tragschicht in Abhängigkeit vom Aufbau entsprechende 10%-Quantile der E_{v2} -Werte nachzuweisen (Plattendruckversuch). Das für frostempfindlichen Untergrund geforderte Mindestquantil für den Verformungsmodul des Erdplanums von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ ist in im vorliegenden Fall ohne Bodenverbesserung (z.B. 2-lagige Kalkstabilisierung) kaum zu erreichen. Alternativ kann die Mächtigkeit des Straßenunterbaus erhöht werden. Zur wirtschaftlichen Bemessung der Flächenbefestigung werden Plattendruckversuche nach DIN 18 134 erforderlich. Mit den nachgewiesenen Verformungsmodulen des Untergrunds läßt sich die Erhöhung der Tragschichtmächtigkeit bzw. Stärke der Bodenverbesserung optimieren.

Generell sollte aus Gründen der Frostsicherheit der gesamte Aufbau ab Oberkante Fahrbahn eine Dicke von mindestens 0,80 m nicht unterschreiten. Weiterhin ist eine mindestens 0,15 m dicke kapillarbrechende Schicht zum Schutz gegen aufsteigende Feuchtigkeit einzubauen, die auf die Dicke der erforderlichen Tragschicht angerechnet werden kann.

Zur Schaffung des Erdplanums im Bereich der Zufahrten ist der humose Mutterboden abzutragen. Nach der Herstellung des Rohplanums ist der Einbau einer Lage aus Grobschotter als Basis zu

empfehlen oder den Boden durch Kalken zu verbessern. Darüber kann konventioneller Wegschotter, wenig bindiger, trockener Kies, wenig bindiger Siebschutt oder Mineralbeton bei optimaler Verdichtung eingebaut werden.

Der Einbau von Massen ist lagenweise (0,2 bis 0,3 m Lagenstärke) mit geeigneten Verdichtungsgeräten vorzunehmen. Es wird in jedem Fall eine ständige Überwachung mittels Densitometerversuchen und Wassergehaltsbestimmungen, Rammsondierungen bzw. Plattendruckversuchen empfohlen.

Für alle im Rahmen der Baumaßnahmen vorgeschlagenen Flächenbefestigungen im Freien (Bauklasse V) ist die **Frostveränderlichkeit** der anstehenden Schichten zu beachten:

bindiger Verwitterungston: Klasse F3 (sehr frostempfindlich)

Demnach sind nach RSTO 86 entsprechend dimensionierte Frostschutz- und Tragschichten aufzutragen (Mindestmächtigkeit des frostsicheren Gesamtaufbaus 0,4 m).

Sofern nicht spezielle Untersuchungen zur Bestimmung der Minstdicke des frostsicheren Straßenaufbaues durchgeführt werden, kann diese Dicke unter Berücksichtigung der Frostempfindlichkeit des Bodens

- aus den **Richtwerten für die Dicke des frostsicheren Straßenaufbaues in cm (nach RStO 86)**

Frostempfindlichkeitsklasse	Dicke bei Bauklasse		
	SV	I - IV	V - VI
F 1	Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 erfordern keine Frostschutzmaßnahmen		
F 2	60	50	40
F 3	70	60	50

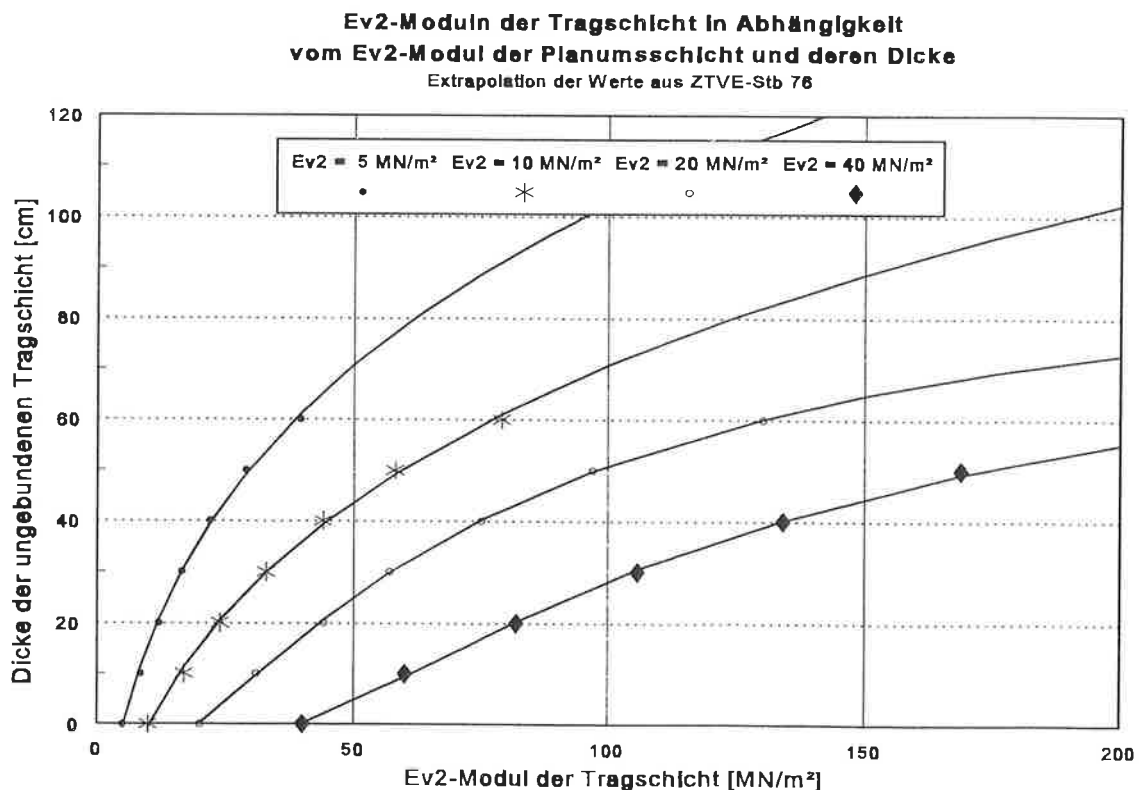
und

- aus der nach Abschnitt 3.3 (Tabelle 7) der RStO 86 ermittelten **Mehr- oder Minderdicke** errechnet werden.

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues ergibt sich aus der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues und gegebenenfalls abzüglich einer nach ZTVV-StB verfestigten oberen Zone eines frostempfindlichen Untergrundes bzw. Unterbaues bis zu einer Dicke von 15 cm.

Diese minimale Auftragshöhe ist auf einem **Untergrund** mit einem Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ vorgesehen. Wird dieser Wert nach Verdichtung des Planums nicht erreicht, ist die Aufbaustärke des Tragschichtmaterials entsprechend zu erhöhen oder es sind Maßnahmen zur Bodenverfestigung (Vermörtelung oder Kalken) vorzusehen. Alternativ kann die Tragschicht durch Einbau von Geogittern als Bewehrung oder durch Zugabe von Tragschichtbinder qualitativ verbessert werden. An der **Oberkante des Unterbaus (Tragschicht)** ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen.

Folgendes Diagramm, angelehnt an die (nicht mehr gültige) ZTVE-StB 76, Abschnitt 3.7, gibt den Zusammenhang zwischen der Dicke des Unterbaus (ungebundene Tragschicht) und dem E_{v2} -Modul des Planums (Tragschicht) für verschiedene E_{v2} -Moduln des Rohplanums wieder:



Vor der Herstellung des Unterbaus ist es ratsam, die Festigkeit des verdichteten Planums mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 zu überprüfen.

Bei mittel- bis starkplastischen, bindigen Schichten spielt der aktuelle Wassergehalt eine große Rolle. Sollte es während der Erdarbeiten zu Niederschlägen kommen, darf das ungeschützte Erdplanum nicht befahren werden. Für den Wiedereinbau bestimmte Massen sollten witterungsgeschützt zwischengelagert werden, um die Einbaufähigkeit zu erhalten (Wassergehalt!).

6 Schlußbemerkungen

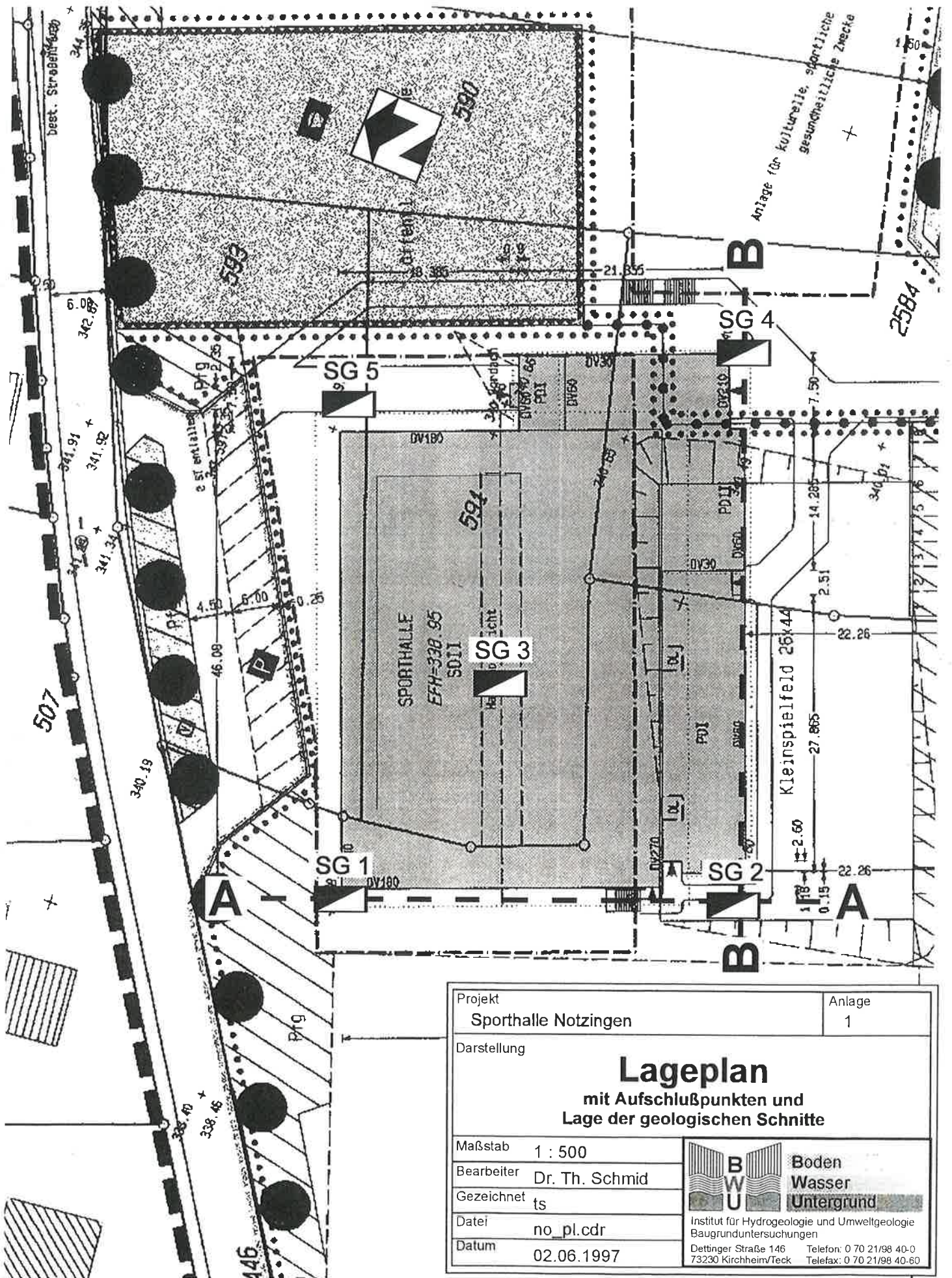
Das vorliegende Baugrundgutachten beschreibt die Untergrundverhältnisse auf dem Grundstück Flst.-Nr. 591 in Notzingen zwischen der Herdfeldstraße und der Jahnstraße und die daraus resultierenden baulich notwendigen Maßnahmen soweit sie aus dem derzeitigen und uns bekannten Planungsstand absehbar sind.

Es beruht auf den Ergebnissen von fünf Schürfgruben und bodenmechanischen Laborversuchen. Die Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Abweichungen von diesen punktuell festgestellten Untergrundverhältnissen können nicht völlig ausgeschlossen werden. Die Angabe der zu erwartenden Bodenklassen (Abschnitt 3.3.2) kann nicht als Grundlage für verbindliche Massenermittlungen dienen und kann ein Aufmaß in der Baugrube nicht ersetzen. Sollten bei der Baumaßnahme unvorhergesehene Schwierigkeiten oder Unklarheiten auftreten, so ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen. Bei Änderungen der bestehenden und uns bekannten Planung ist der Gutachter ebenfalls zu informieren. Nach dem Aushub bitten wir um Benachrichtigung, um die gemachten Angaben zum Baugrund und der Gründung überprüfen zu können.

Kirchheim/Teck, den 4. Juni 1997

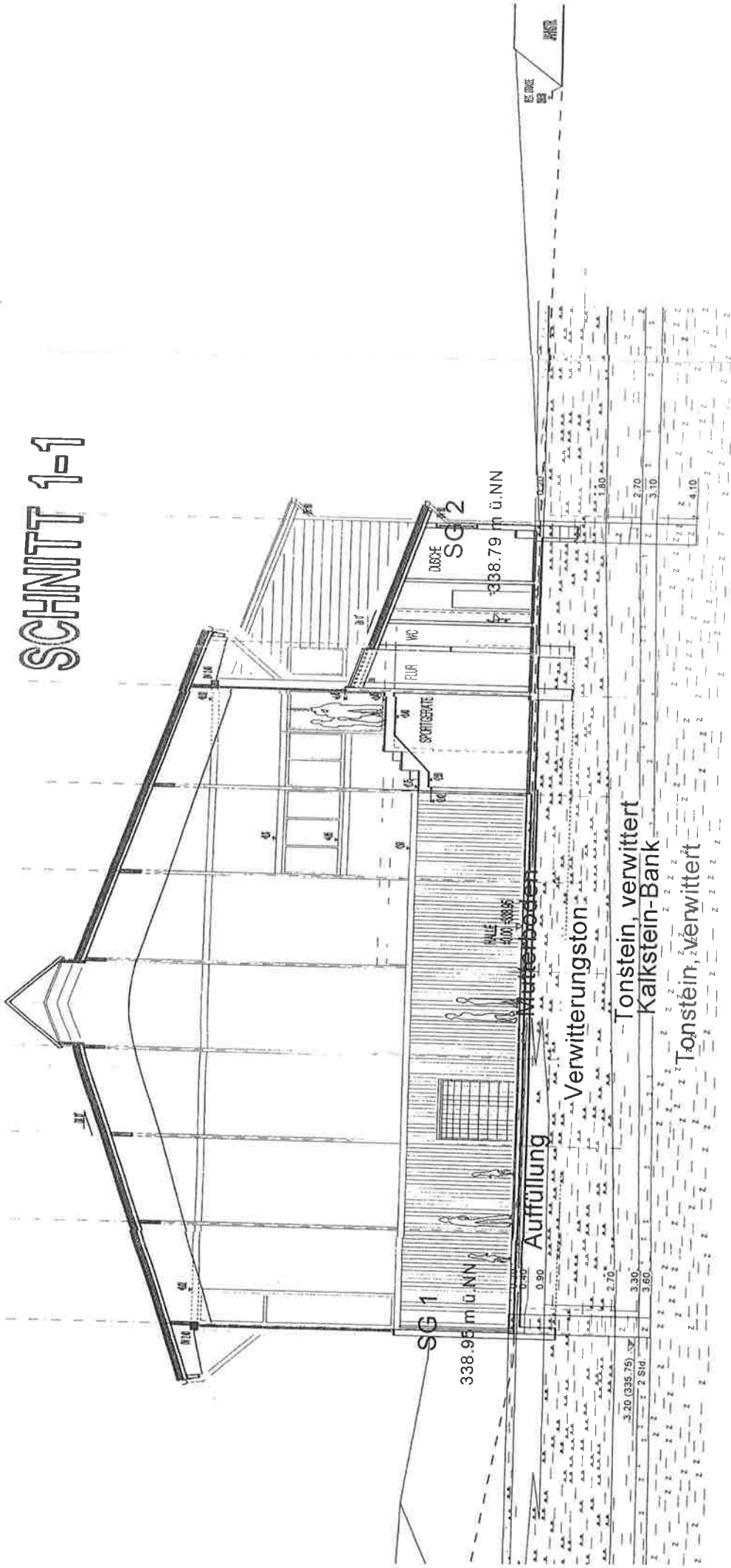
Dr. Th. Schmid

Dipl.-Geol.




Projekt	Sporthalle Notzingen	Anlage	1
Darstellung	<h2>Lageplan</h2> <p>mit Aufschlußpunkten und Lage der geologischen Schnitte</p>		
Maßstab	1 : 500	<p>Boden Wasser Untergrund</p>	
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	ts		
Datei	no_pl.cdr		
Datum	02.06.1997		
		Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60	

SCHNITT 1-1



Projekt	Sportheile Notzungen	Anlage	2,1
Darstellung	Geologischer Schnitt A 2-fach überhöht		
Maßstab	1 : 200 / 1 : 100		
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	ts		
Datei	no_a_bop		
Datum	03.06.1997		



**Boden
Wasser
Untergund**

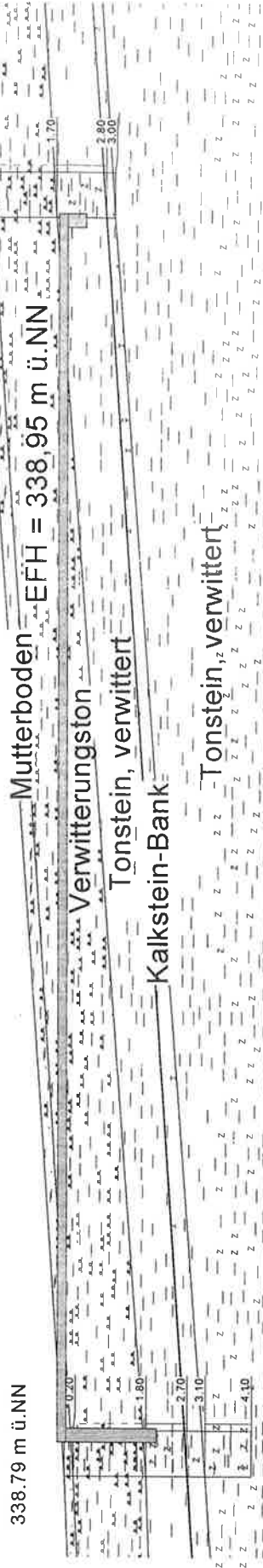
Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie
Baugrunduntersuchungen
Dettlinger-Str. 146
72520 Kirchheim Teck
Telefon: 0 70 27 958 40-0
Telefax: 0 70 27 958 40-80

SG 4

340.71 m ü.NN

SG 2

338.79 m ü.NN



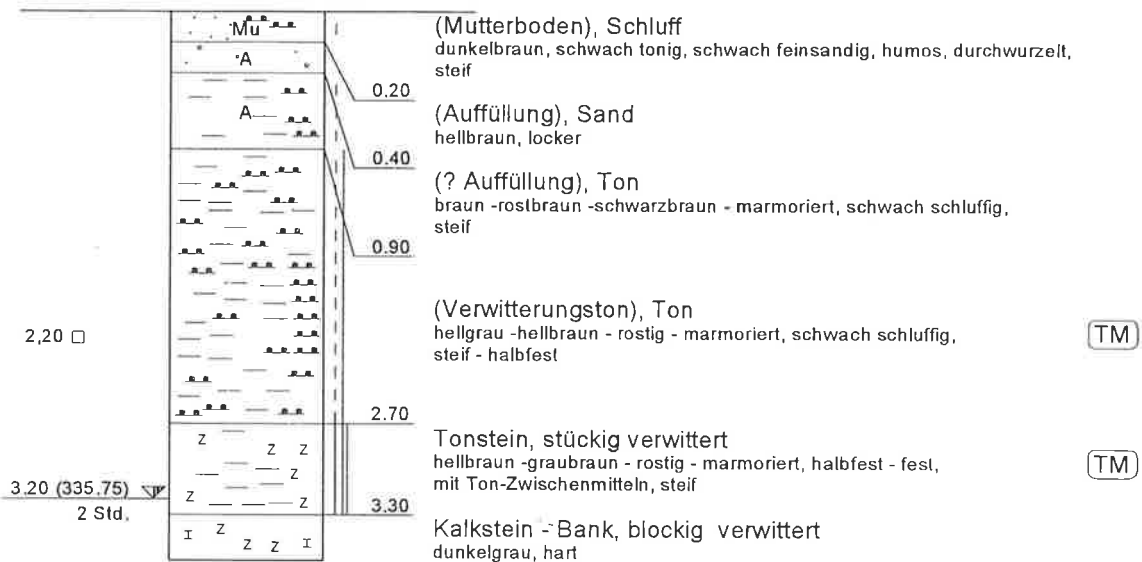
Projekt	Anlage
Sporthalle Notzingen	2.2
Darstellung	
Geologischer Schnitt B 2-fach überhöht	
Maßstab	1 : 200 / 1 : 100
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid
Gezeichnet	ts
Datei	no_b_bop
Datum	03.06.1997
 Institut für Hydrogeologie und Umweltingeologie Baugrunduntersuchungen Duncker-Str. 146 73232 Weismannst. 234 Telefon: 0 71 51 98 40-0 Telefax: 0 71 51 98 40-30	

Schichtenprofil

Schichtenverzeichnis

SG 1

338,95 m ü.NN



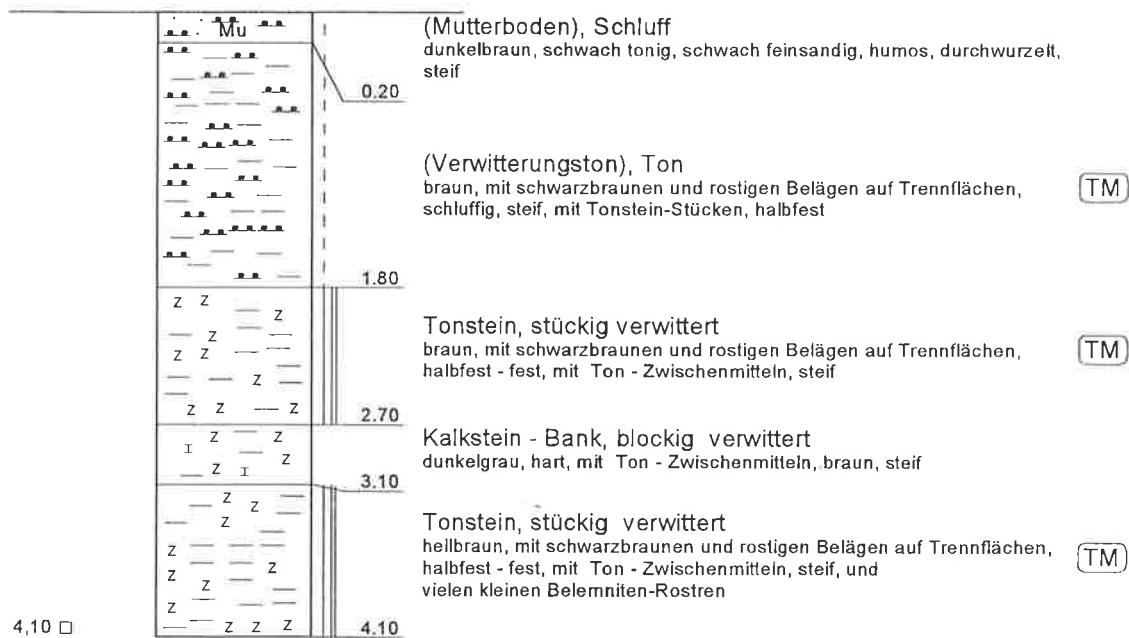
Projekt Sporthalle Notzingen	Anlage 3.1
Darstellung Schichtprofil und Schichtenverzeichnis SG 1	
Maßstab 1 : 50	<p>B W U</p> <p>Böden Wasser Untergrund</p> <p>Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60</p>
Bearbeiter Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet ts	
Datei no_sg1.bop	
Datum 22.05.1997	

Schichtenprofil

Schichtenverzeichnis

SG 2

338,79 m ü.NN



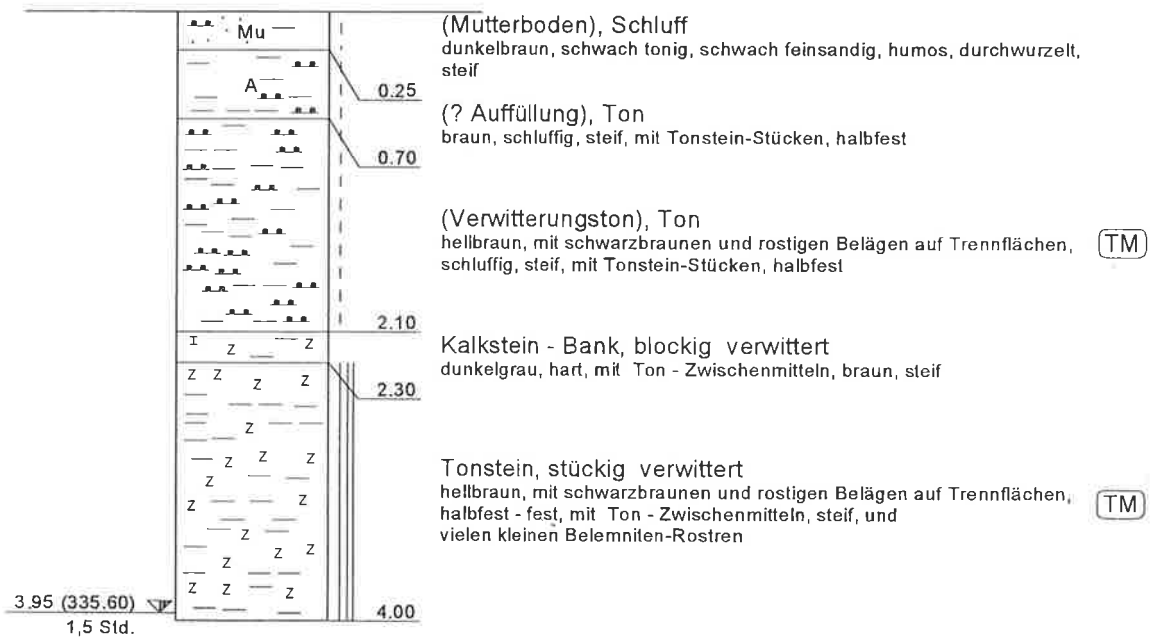
Projekt	Sporthalle Notzingen	Anlage	3.2
Darstellung	Schichtprofil und Schichtenverzeichnis SG 2		
Maßstab	1 : 50	<p>B W U</p> <p>Boden Wasser Untergrund</p>	
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	ts		
Datei	no_sg2.bop		
Datum	22.05.1997		
		Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60	


Schichtenprofil

Schichtenverzeichnis

SG 3

339,55 m ü.NN



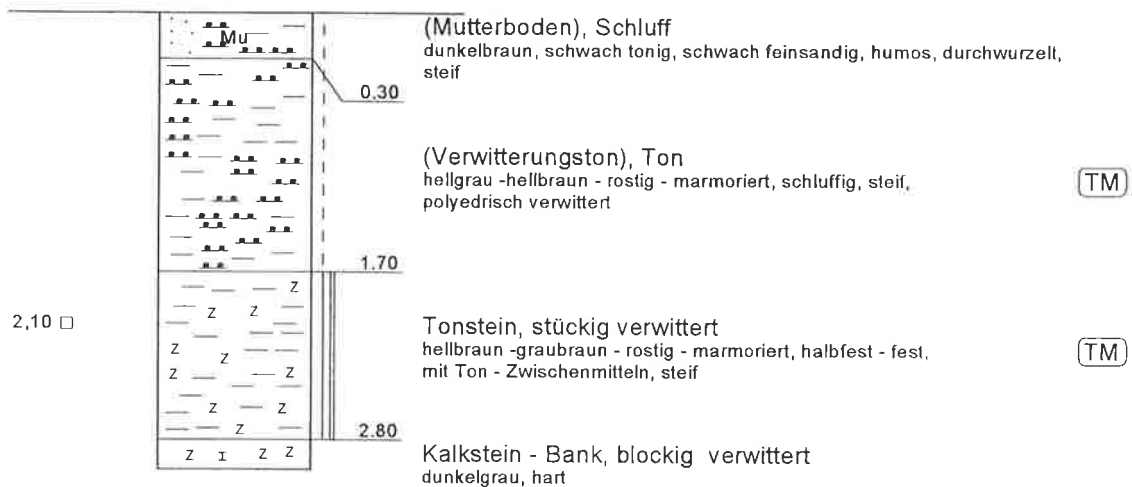
Projekt Sporthalle Notzingen	Anlage 3.3
Darstellung Schichtprofil und Schichtenverzeichnis SG 3	
Maßstab 1 : 50	 <p>Boden Wasser Untergrund Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60</p>
Bearbeiter Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet ts	
Datei no_sg3.bop	
Datum 22.05.1997	

Schichtenprofil

Schichtenverzeichnis

SG 4

340,71 m ü.NN



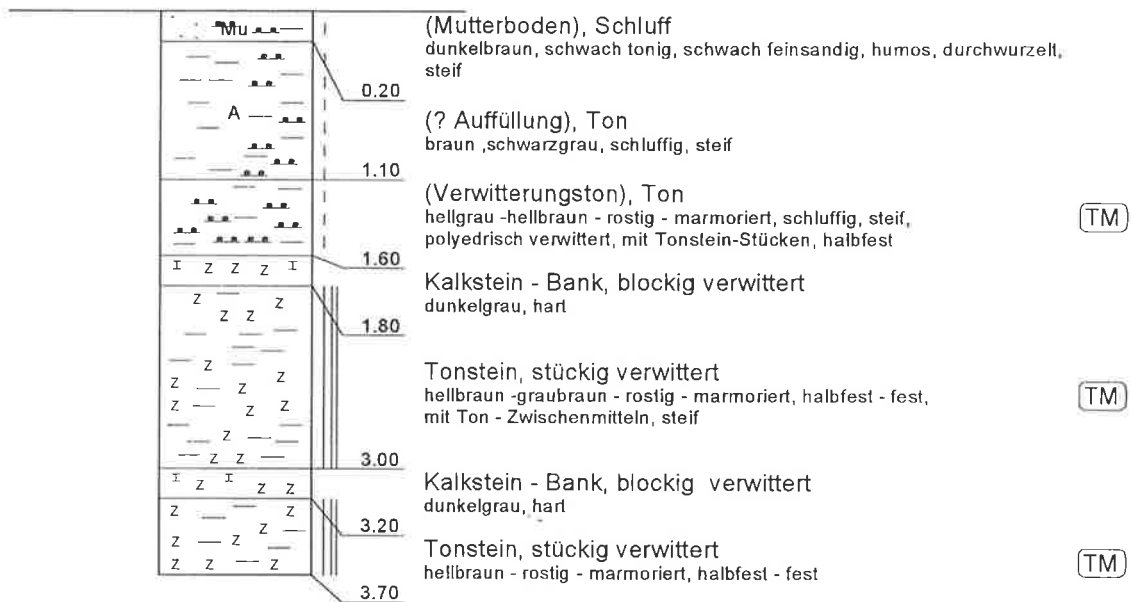
Projekt Sporthalle Notzingen		Anlage 3.4
Darstellung Schichtprofil und Schichtenverzeichnis SG 4		
Maßstab 1 : 50	<p>B W U Boden Wasser Untergrund</p>	Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60
Bearbeiter Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet ts		
Datei no_sg4.bop		
Datum 22.05.1997		

Schichtenprofil

Schichtenverzeichnis

SG 5

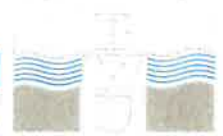
340,97 m ü.NN



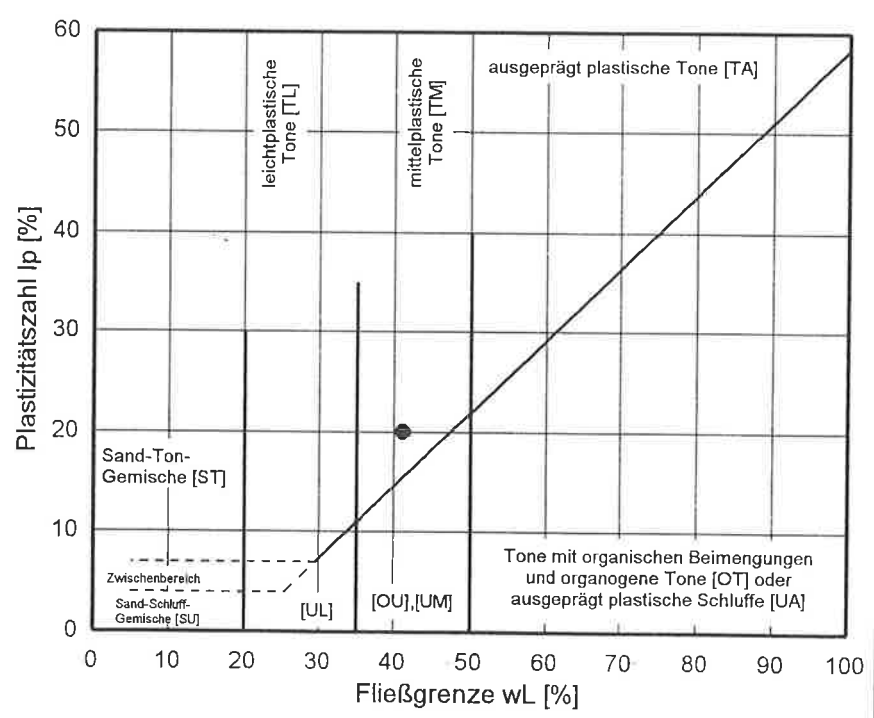
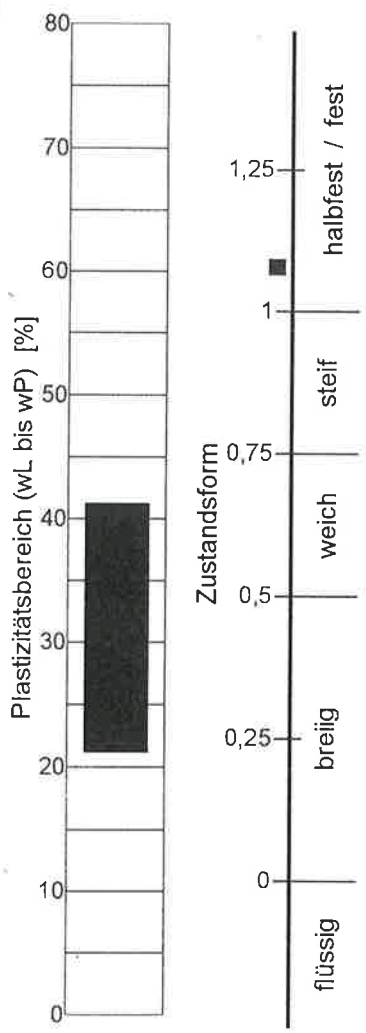
Projekt Sporthalle Notzingen	Anlage 3,5
Darstellung Schichtprofil und Schichtenverzeichnis SG 5	
Maßstab 1 : 50	<p>Boden Wasser Untergrund</p> <p>Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60</p>
Bearbeiter Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet ts	
Datei no_sg5.bop	
Datum 22.05.1997	

Projekt:	Sporthalle Notzingen		
Entnahmestelle:	SG1	SG2	SG4
Tiefe [m]:	2,20	4,10	2,10
Bodenart:	Ton	Tonstein	Tonstein
Entnahme am:	22.05.97	22.05.97	22.05.97
durch:	ts	ts	ts
Ausgeführt am:	23.05.97	23.05.97	23.05.97
durch:	gh	gh	gh
Behälter-Nr.:	3	5	11
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	106,13	87,39	79,82
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	95,34	78,54	73,62
Behälter mB [g]:	40,36	42,31	44,04
Wasser mW=mF-mD [g]:	10,79	8,85	6,20
Trockene Probe mD [g]:	54,98	36,23	29,58
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	19,63%	24,43%	20,96%

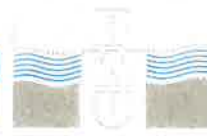
Projekt	Sporthalle Notzingen	Anlage	4.1
Darstellung			
Bestimmung des natürlichen Wassergehalts (DIN 18 121, T 1)			
Maßstab		 Boden Wasser Untergrund Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettlinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/96 40-60	
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid		
Gezeichnet	gh		
Datei	no_wg.wk4		
Datum	26.05.97		



Projekt:	Sporthalle Notzingen				
Entnahmestelle:	SG1				
Tiefe:	2,20	Entnommen am:	22.05.97	durch:	ts
Bodenart:	Ton	Ausgeführt am:	26.05.97	durch:	gh
	Fließgrenze			Ausrollgrenze	
Behälter-Nr.:	101			1	4
Schlagzahl:	15				
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	16,41			47,95	48,95
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	14,70			47,04	48,02
Behälter mB [g]:	10,80			42,64	43,66
Wasser mW=mF-mD [g]:	1,71			0,91	0,93
Trockene Probe mD [g]:	3,9			4,4	4,36
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	43,85%			20,68%	21,33%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	19,63%				
Fließgrenze wL [%]:	41,22%				
Ausrollgrenze wP [%]:	21,20%				
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	20,02%				
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	1,08				

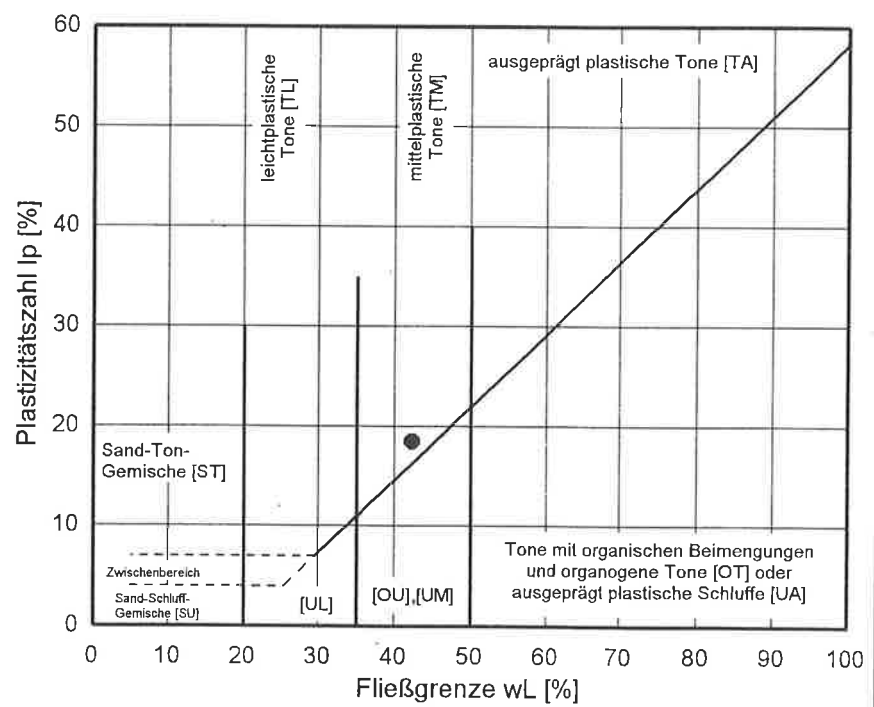
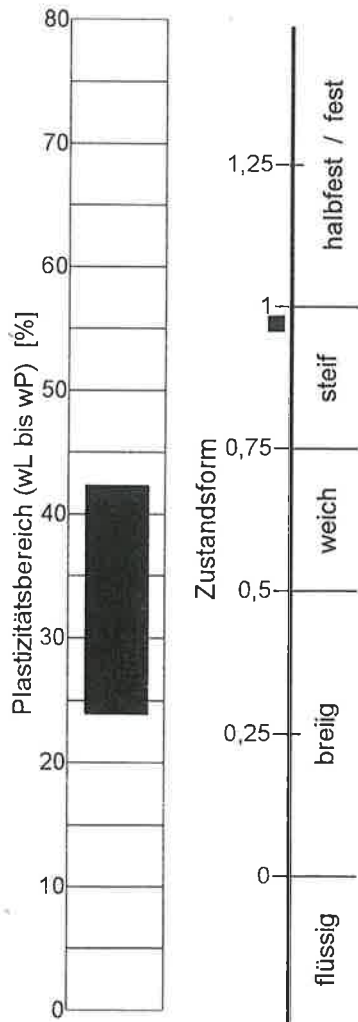


Projekt	Sporthalle Notzingen	Anlage	4.2
Darstellung	Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, T 1		
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	<p>Boden Wasser Untergrund Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60</p>	
Gezeichnet	gh		
Datei	no_zq1.wk4		
Datum	26.05.97		



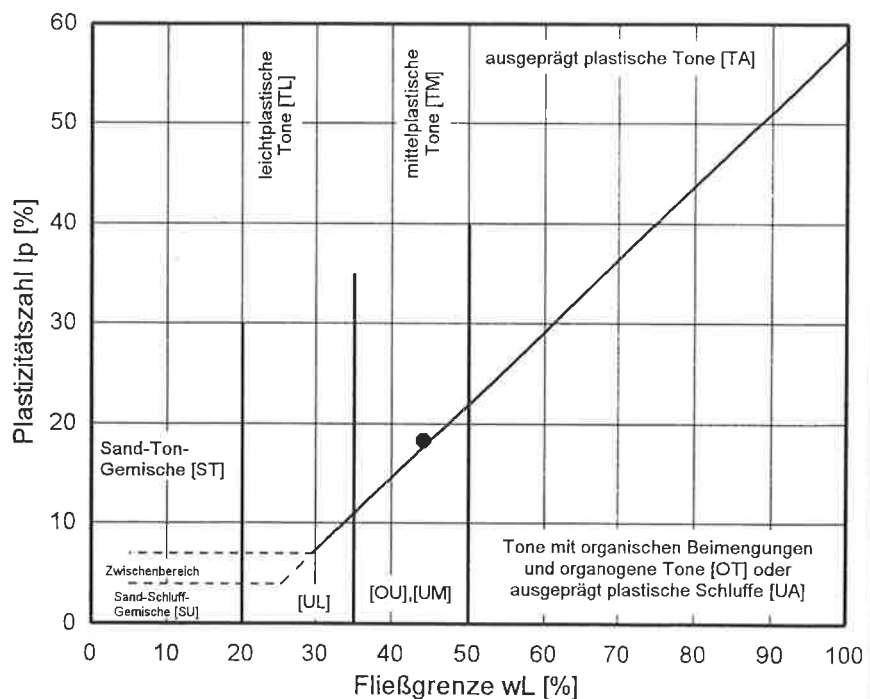
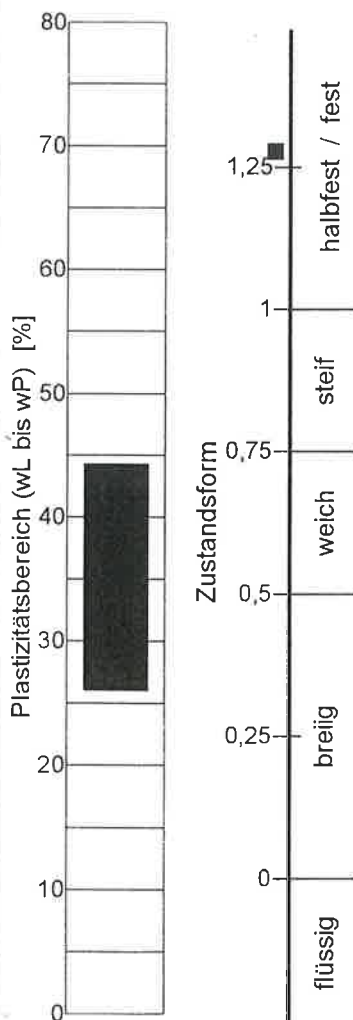
Projekt: Sporthalle Notzingen
 Entnahmestelle: SG2
 Tiefe: 4,10 Entnommen am: 22.05.97 durch: ts
 Bodenart: Tonstein Ausgeführt am: 26.05.97 durch: gh

	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	104			103	152	6
Schlagzahl:	16					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	14,11			15,82	35,36	49,51
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	12,77			14,88	34,22	48,46
Behälter mB [g]:	9,77			10,97	29,46	44,02
Wasser mW=mF-mD [g]:	1,34			0,94	1,14	1,05
Trockene Probe mD [g]:	3			3,91	4,76	4,44
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	44,67%			24,04%	23,95%	23,65%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	24,43%					
Fließgrenze wL [%]:	42,32%					
Ausrollgrenze wP [%]:	23,88%					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	18,44%					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	0,97					



Projekt Sporthalle Notzingen	Anlage 4.3
Darstellung Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, T 1	
Maßstab	<p>Boden Wasser Untergrund Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60</p>
Bearbeiter Dr. Th. Schmid	
Gezeichnet gh	
Datei no_zq2.wk4	
Datum 26.05.97	

Projekt:	Sporthalle Notzingen					
Entnahmestelle:	SG4					
Tiefe:	2,10	Entnommen am:	22.05.97	durch:	ts	
Bodenart:	Ton	Ausgeführt am:	26.05.97	durch:	gh	
	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
Behälter-Nr.:	105			102	201	202
Schlagzahl:	33					
Feuchte Probe + Behälter mF+mB [g]:	15,32			16,79	376,35	411,46
Trock. Probe + Behälter mD+mB [g]:	13,53			15,79	375,10	410,12
Behälter mB [g]:	9,35			11,86	370,39	404,98
Wasser mW=mF-mD [g]:	1,79			1	1,25	1,34
Trockene Probe mD [g]:	4,18			3,93	4,71	5,14
Wassergehalt w=mW/mD [%]:	42,82%			25,45%	26,54%	26,07%
Nat. Wassergehalt wN [%]:	20,96%					
Fließgrenze wL [%]:	44,29%					
Ausrollgrenze wP [%]:	26,02%					
Plastizitätszahl Ip = wL-wP [%]:	18,27%					
Konsistenzzahl Ic = (wL-wN)/Ip:	1,28					



Projekt	Sporthalle Notzingen	Anlage	4.4
Darstellung	Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, T 1		
Maßstab			
Bearbeiter	Dr. Th. Schmid	<p>Boden Wasser Untergrund</p> <p>Institut für Hydrogeologie und Umweltgeologie Baugrunduntersuchungen Dettinger Straße 146 Telefon: 0 70 21/98 40-0 73230 Kirchheim/Teck Telefax: 0 70 21/98 40-60</p>	
Gezeichnet	gh		
Datei	no zq3.wk4		
Datum	26.05.97		