

DR. G. HAFNER
INGENIEURBÜRO FÜR GEOTECHNIK
ERD- UND GRUNDBAU, ALTLASTEN

Ingenieurbüro Dr.Hafner · Postfach 70 0213 · 70572 Stuttgart

Bürgermeisteramt
Sulzbach- Laufen
Herrn Bürgermeister Krockenberger
Postfach 1

74429 Sulzbach- Laufen

Felix-Dahn-Straße 41
70597 Stuttgart
Postfach 70 0213
70572 Stuttgart
Telefon 0711/976 50-0
Telefax 0711/976 50-13

Baugrunduntersuchung
Gründungsberatung
Altlasten: Erkundung,
Bewertung, Sanierung

ma 25.07.2000

BV Wohngebiet Heerstraße / Farbhalde VI in Laufen
Gemeinde Sulzbach- Laufen, Landkreis Schwäbisch Hall
Geologisches Gutachten
Projekt-Nr: 00063

Inhalt

1.	Allgemeines	3
2.	Morphologisch-Geologischer Überblick	3
3.	Untersuchungsergebnisse	3
3.1	Schichtaufbau	4
3.1.1	Künstliche Auffüllungen / Quartär (Q)	4
3.1.2	Stubensandstein (km4)	5
3.1.3	Obere Bunte Mergel (km3o)	5
3.1.4	Kieselsandstein (km3s)	5
3.1.5	Untere Bunte Mergel (km3u)	6
3.2	Geohydrologische Verhältnisse	6
3.3	Laborversuchsergebnisse	7
3.4	Einteilung der Bodengruppen und Bodenklassen	8
3.5	Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen	8
4.	Beurteilung des Baugrunds für Gründung, Bauausführung und Erschließung	8
4.1	Bebauung	8
4.2	Gründung	9
4.3	Baugrubensicherung	9
4.4	Schutz vor Feuchtigkeit	10
4.5	Hinweise für die Bauausführung	11
4.6	Erschließung	12
5.	Erdbeben	13
6.	Besondere Hinweise	13

Beilagen

1. Lageplan
- 2.1- 2.3 Schichtprofile
- 2.4 Lageplan mit vermutlichem Schichtenverlauf
3. Legende
- 4.1- 4.2 Zusammenstellung der Laborergebnisse
5. Kornverteilungskurven

1. Allgemeines

Die Gemeinde Sulzbach- Laufen plant im Ortsteil Laufen die Erweiterung des Bebauungsgebietes Farbhalde VI / Heerstraße. Dieses Baugebiet schließt an das bestehende Baugebiet Farbhalde an, für das bereits 1984 ein Gutachten vom Geologischen Landesamt angefertigt wurde.

Unser Büro erhielt mit Datum vom 06.04.2000 den Auftrag für die Durchführung der Untersuchungen und die Ausarbeitung eines geologischen Gutachtens.

Die Erkundung des Baugrunds erfolgte mit neun Schürfgruben. Die dazu notwendigen Baggerarbeiten wurden von der Fa. W. Stoll aus Gschwend- Honkling am 03.07.2000 ausgeführt. Die Aufnahme der Schürfgrubenprofile nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten wurde durch unser Büro vorgenommen.

Die Festlegung der Untersuchungspunkte vor Ort erfolgte durch Mitarbeiter des Bauhofs. Die Lage der Schürfgruben wurde in den Bebauungsplan (Beilage 1) übertragen und die Ansatzhöhen aus den nächstgelegenen Geländehöhen interpoliert.

Für die Ausarbeitung des Gutachtens wurden uns vom Planungs- und Ingenieurbüro Herbert F. Schanbacher ein Lageplan mit Höhenlinien des Bebauungsgebietes zur Verfügung gestellt. Vom Bürgermeisteramt erhielten wir das Gutachten des Geologischen Landesamtes einschließlich Lageplan und zugehörigen Profilen.

2. Morphologisch-Geologischer Überblick

Das von der Gemeinde Sulzbach- Laufen geplante Baugebiet liegt am östlichen Ortsrand des Ortsteils Laufen auf einem Höhenrücken an der Straße nach Schönbronn. Es erstreckt sich vom Teutschenhof zu beiden Seiten entlang der Heerstraße und mißt eine maximale Länge in West- Ost- Richtung von ca. 400 m und eine Breite von maximal ca. 230 m in Nord- Süd- Richtung. Das Gelände fällt ausgehend von ca. 453 m ü NN im Osten bis auf ca. 403 m ü NN im Südwesten. Nördlich der Heerstraße fällt das Gelände flach bis auf 444 m ü NN ein.

Die zur Verfügung stehenden Flächen des Baugebietes werden derzeit als Weiden und ackerbaulich genutzt. Der steil einfallende südwestliche Geländeabschnitt ist mit wenigen Obstbäumen bestanden und weist natürliche Böschungskanten auf. Die Böschungen weisen Böschungswinkel zwischen 4° auf dem Höhenrücken und bis zu 30° im Fußbereich auf.

Der Höhenrücken wird aus einer Abfolge von Sandsteinen und Mergelsteinen aufgebaut, die stratigraphisch von oben nach unten den Schichten des Stubensandsteins, Oberen Bunten Mergeln, Kiesel-sandstein und Unteren Bunten Mergeln zuzuordnen sind. Die anstehenden Gesteine werden in der Regel von einer obersten humosen Schicht und einem Verwitterungslehm bedeckt. Bereichsweise sind auch geringmächtige Künstliche Auffüllungen vorhanden.

3. Untersuchungsergebnisse

Zur Erkundung des Untergrundes wurden neun Schürfgruben zwischen 2,8 m und 5,0 m unter Gelände ausgehoben und nach bodenmechanischer und geologischer Ansprache wieder verfüllt.

Die Lage der Untersuchungspunkte kann der Beilage 1 entnommen werden. Die einzelnen Schichtprofile sind in den Beilagen 2.1- 2.3 dargestellt. Eine Übersicht über die geologischen Verhältnisse wird in der Beilage 2.4 gegeben. In dieser Beilage wurden die Ergebnisse der Untersuchungen der Geologischen Landesamtes mit aufgenommen.

3.1 Schichtaufbau

Der Schichtaufbau stellt sich für das Baugebiet von oben nach unten wie folgt dar:

Künstliche Auffüllungen (A): nur partiell vorhanden
 Quartär (Q): Oberboden
 Verwitterungslehm
 Mittlerer Keuper: Stubensandstein (km4)
 Obere Bunte Mergel (km3o)
 Kieselsandstein (km3s)
 Untere Bunte Mergel (km3u)

Die einzelnen Schichtglieder des Keupers lassen sich teilweise durch in die Sandsteine eingeschaltete Tonhorizonte und Steinmergelschichten noch weiter untergliedern.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Schichtgrenzen, die in den Schürffgruben angetroffen wurden, wiedergegeben:

Schürffgrube	Ansatz ca.	UK Quartär (inkl. Auff.)		UK Stubensandstein		UK Obere Bunte Mergel		UK Kieselsandstein		Endtiefe SG
		müNN	muGOK	müNN	muGOK	müNN	muGOK	müNN	muGOK	
SG 1	411,5	0,8	410,7	-	-	-	-	2,6	408,9	5,0
SG 2	431,5	1,0	430,5	-	-	>4,3	<427,2	-	-	4,3
SG 3	441,0	1,1	439,9	>3,2	<437,8	-	-	-	-	3,2
SG 4	424,0	0,9	423,1	-	-	-	-	>4,0	<420,0	4,0
SG 5	443,0	1,1	441,9	>4,5	<438,5	-	-	-	-	4,5
SG 6	447,0	0,4	446,6	>3,0	<444,0	-	-	-	-	3,0
SG 7	442,0	0,7	441,3	>4,5	<437,5	-	-	-	-	4,5
SG 8	451,0	1,0	450,0	>2,8	<448,2	-	-	-	-	2,8
SG 9	448,0	1,1	446,9	>4,5	<443,5	-	-	-	-	4,5

3.1.1 Künstliche Auffüllungen (A)/ Quartär (Q)

Künstliche Auffüllungen wurden nur in der SG 4 im Bereich eines ehemaligen Geländeeinschnitts festgestellt. Es handelt sich hierbei um anthropogen umgelagerte Verwitterungslehme die vermutlich bei einem Geländeausgleich bewegt wurden.

Weitere künstliche Auffüllungen sind im Bereich der Heerstraße in Form von Tragschichten zu erwarten. An der Heerstraße, östlich des Teutschenhofs befindet sich auch noch eine alte Wasserfassung, die aber nicht mehr in Betrieb ist.

Die quartären Schichten bestehen überwiegend aus humosen Oberböden und Verwitterungslehmen der anstehenden Sandsteine und Mergelsteine. Bedingt durch die unterschiedliche Eindringtiefe der Verwitterung beträgt die Gesamtmächtigkeit der quartären Schichten zwischen 0,4 m und 1,1 m.

Je nach Ausgangsmaterial sind die humosen Oberböden und Verwitterungslehme entweder sandiger oder toniger ausgebildet und gehen teilweise ohne scharfe Trennung, wie z.B. in der SG 5 in das anstehende Gestein über. Die Konsistenzen waren zum Zeitpunkt der Profilaufnahme überwiegend halbfest und fest, z.T. steif. Bereichsweise sind auch locker gelagerte, aus der Verwitterung der Sandsteine hervorgegangene, Sande vorhanden.

3.1.2 Stubensandstein (km4)

Das oberste Schichtglied im Bereich des Baugebiets wird vom Stubensandstein gebildet. Es handelt sich hierbei um den unteren Abschnitt dieses Schichtenpakets das hauptsächlich aus mittelkörnigen Sandsteinen sowie tonig-mergeligen Sandsteinen gebildet wird. In diese Sandsteinlagen sind einzelne Tonhorizonte zwischengeschaltet, die auch mehrere Meter Mächtigkeit aufweisen können und z.T. auch zur stratigraphischen Gliederung herangezogen werden können. Innerhalb der einzelnen Sandsteinbänke treten Tonschmitzen und Tonflasern auf, die sich aber im Zentimeter und Dezimeterbereich bewegen. Weiterhin sind Manganflecken und bis Dezimetergroße meist feuchte, weiche Manganknollen in den Sandsteinen vertreten.

Die meist hellen, weißen oder grünlichen Sandsteine sind oberflächlich oft mürbe und z.T. in zersetzter Form vorhanden. Es treten aber auch bereits oberflächennah bankige und plattige harte Sandsteine auf, die schwer oder nur mit Reißzahn zu baggern sind.

Die in der Stubensandsteinfolge auftretenden meist sandigen Mergelsteine und Tonmergelsteine sind überwiegend rotbraun, rot, z.T. grauviolett bis rotviolett. Sie wurden in Abhängigkeit von der Tiefenlage in stark verwitterter (V 4/ V 5) bis angewitterter Form (V 2) angetroffen. Die Konsistenzen bewegen sich entsprechend dem Verwitterungsgrad zwischen steif- halbfest und hart.

3.1.3 Obere Bunte Mergel (km3o)

Die als Oberen Bunten Mergel, oder als Basisletten bezeichneten Schichten stellen das Bindeglied zwischen den Sandsteinschichten im Liegenden (Kieselsandstein) und Hangenden (Stubensandstein) dar. Sie bestehen aus einer Wechselfolge von roten, grauen und grünen Tonmergelsteinen und Mergelsteinen und weisen eine Mächtigkeit von ca. 10- 12 m auf. Die Konsistenzen im oberflächennah aufgeschlossenen, meist stark verwitterten Bereich waren überwiegend halbfest bis fest.

3.1.4 Kieselsandstein (km3s)

Unterhalb dieser verwitterten Tonmergelsteine steht die als Kieselsandstein bezeichnete Sandsteinabfolge an. Die überwiegend von mittelkörnigen und feinkörnigen Sandsteinen geprägten Schichten umfassen auch sandige Mergelsteine und mergelige Sandsteine. Die Farben des aufgeschlossenen Kieselsandsteins waren überwiegend weiss, grünlich, gelblich und beigebraun.

Ebenso wie im Stubensandstein treten auch hier zu Sand verwitterte locker gelagerte Horizonte und feuchter Manganmulm auf. In der Regel sind die angetroffenen Sandsteine fest bis hart und die mergeligen Schichten halbfest.

Die Kieselsandsteine bilden den unteren, steilen Abschnitt des Baugebietes, der auch einige natürliche Böschungsbrüche aufweist.

3.1.5 Untere Bunte Mergel (km3u)

Die Unteren Bunten Mergel wurden nur an der Basis der SG 1 ab 2,6 m unter Gelände aufgeschlossen. Die als Grenzschiebt anzusehenden Steinmergelbänke (Lehrbergsschichten) wurden in dieser Schürffgrube nur als stark verwitterte mergelige Schicht an der Basis des Kieselsandsteins angetroffen.

Unterhalb einer grüngrauen halbfesten Mergellage wurden die typisch roten und rotbraunen Tonmergel freigelegt. Diese wiesen halbfeste und feste Konsistenzen, bei mäßigen Verwitterungsgraden von V 4 und V 3 auf.

3.2 Geohydrologische Verhältnisse

Die Schürffgruben wurden unmittelbar nach deren Aushub und geologischer Aufnahme wieder verschlossen. Standrohre zur längerfristigen Messung von Wasserständen wurden nicht eingestellt.

Während den Baggerarbeiten konnten folgende Beobachtungen zu Vernässungen gemacht werden:

Schürffgrube	m u GOK	Bemerkungen
SG 1	2,0-2,6	Feuchtstellen an der Grenze km3s/km3u
	3,3-3,6	Feuchtstellen
SG 2	1,0-3,1	Feuchtstellen auf Tonlagen
SG 4	1,5-1,6	Naßstellen
	3,3-3,8	Naßstellen, leichter Wasserzutritt
SG 5	1,1-1,7	Naßstellen im Bereich von Manganmulmnestern
SG 8	2,2-2,8	Feuchtstellen
SG 9	2,3-2,4	Feuchtstellen an der Grenze zu Tonstein
	2,4-4,4	Klüfte z.T. mit Naßstellen

Bei den Beobachtungen handelt es sich nicht um deutlich sichtbare Grundwasserzutritte, sondern um Naßstellen und bestenfalls leichte Wasserzutritte, die auf Kluft- und Schichtflächen sichtbar werden. Einen direkten, meßbaren Wasserzutritt konnte in keiner Schürffgrube nachgewiesen werden. Am ehesten können die Naßstellen und leichten Wasserzutritte in der SG 4 als Sicker- und Schichtwasser bezeichnet werden.

Die Schürffgruben wurden nach einer längeren Trockenperiode angelegt. Man muß bei länger andauernden Niederschlägen auf den relativ undurchlässigen Tonmergellagen, auch oberhalb des eigentlichen Grundwasserspiegels mit wechselnden Schicht- und Sickerwasserzutritten rechnen.

Entsprechend der morphologischen Lage des Grundstücks muß davon ausgegangen werden, daß der Höhenrücken eine Wasserscheide ausbildet. Nördlich der Kuppe ist in Hangfallrichtung ein Abfluß zur Vorflut des Egelsbaches anzunehmen, südlich davon kann von einer Fließrichtung auf die übergeordnete Vorflut der Kocher ausgegangen werden.

Maßgebend für das Auftreten und die Fließrichtung der Schicht- und Sickerwässer sind lokale Stauhohizonte die sich aber nicht unbedingt an den allgemeinen Vorflutverhältnissen orientieren.

3.3 Laborversuchsergebnisse

An 7 ausgewählten Bodenproben wurden folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 7 Bestimmungen des natürlichen Wassergehaltes
- 6 Bestimmungen der Raumdichte
- 3 Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze (ATTERBERG-Versuch)
- 1 Korngrößenverteilung

Die Zusammenstellung der Laborversuche ist den Beilagen 4.1 - 4.2 zu entnehmen. Die Kornverteilungskurve ist in der Beilage 5 aufgetragen.

Untersucht wurden 3 Sandsteinproben, 3 Proben aus den verwitterten Tonmergelsteinen und eine zu Sand verwitterte Sandsteinprobe.

Der vollständig verwitterte Sandstein erzielte in der Korngrößenverteilung 73,5 % Sandanteile und 26,2 % Feinanteile. Damit kann dieser Sand den gemischtkörnigen Böden mit dem Gruppensymbol SÜ zugeordnet werden.

Die natürlichen Wassergehalte der untersuchten, angewitterten fest bis harten Sandsteine variieren zwischen 8,1 % und 10,1 %. Die Feuchtraumgewichte liegen bei diesen Proben zwischen 21,2 und 22,0 kN/m³, die Trockenraumgewichte zwischen 19,5 und 20,3 kN/m³.

Die aus den verwitterten Tonmergelsteinen entnommenen ungestörten Proben weisen Schwankungen ihrer natürlichen Wassergehalte von 13,2 %, 24,5 % und 29,4 % auf. Die niedrigen Feuchtraumgewichte von 18,4 und 18,9 kN/m³ belegen die starke Verwitterung der untersuchten Proben. Das Feuchtraumgewicht der Probe SG 7 / 2,6- 2,7 m zeigt mit 20,4 kN/m³ dagegen eine etwas geringere Verwitterungsintensität. Im Atterbergversuch wurde ein I_c-Wert von 1,44 ermittelt, das entspricht einer festen Zustandsform. Die Probe ist nach DIN 18196 den leicht plastischen Tonen (TL) zuzuordnen. Die stärker verwitterten Tonmergelsteinproben ergaben steife und halbsteife Konsistenzen und sind den ausgeprägt plastischen Tonen (TA) und z.T. an der Grenze zu den mittelpastischen Tonen (TM) zuzurechnen.

3.4 Einteilung der Bodengruppen und Bodenklassen

Die angetroffenen Bodenarten sind folgenden Bodengruppen und Bodenklassen zuzuordnen:

Bodenart	Bodengruppe DIN 18196	Bodenklasse DIN 18300	Frostempfindlichkeitsklasse ZTVE-StB94
Künstliche Auffüllungen/ Oberboden	A	4, 5	F 3
Verwitterungslehm	TL, ST	4, 5	F 3
Sand (Sst. vollst. verw.)	SÜ, SU	4, 3	F 3, F 2,
Sandsteine fest- hart	–	6, 7	–
Tonmergelsteine, Mergelsteine verw.	TA, TL, TM	5, 6, (7)	F 2, F 3

3.5 Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Bodenart	Raumgewicht		Reibungs- winkel φ' (°)	Kohäsion c' (kN/m ²)	Steifemodul* E_s (MN/m ²)
	Feucht γ (kN/m ³)	unter Auftrieb γ' (kN/m ³)			
Verwitterungslehm mind. steif	20	10	27,5	10	15
Sand (Sst. vollst. verw.)	18	10	30	2,5	30
Tonmergelsteine, Mergelsteine verw.	20	10	25	15	35
Sandsteine fest- hart	22	12	40**	–	>100

* Bei Wiederbelastung kann der 2- fache Wert des Steifemoduls angesetzt werden

** Ersatzreibungswinkel

4. Beurteilung des Baugrunds für Gründung, Bauausführung und Erschließung

4.1 Bebauung

Es liegen uns keine Angaben zu Lage und Tiefenlage der Erschließungsstraßen, Ver- und Entsorgungsleitungen und der Häuser vor, so daß hierzu im folgenden nur allgemeine Aussagen gemacht werden können.

Bei dem geplanten Baugebiet Heerstraße, Farbhalde VI handelt es sich, entsprechend der Topographie, weitgehend um eine Hangbebauung. Die Gebäude werden vermutlich talseitig ebenerdig ausgeführt und binden hangseitig mehrere Meter in den Hang ein.

4.2 Gründung

Die neun zur Erkundung hergestellten Schürfgruben liegen zwischen 40 m und 140 m weit auseinander. Obwohl aufgrund der topographischen Gegebenheiten keine größeren Abweichungen von den in den Schürfgruben angetroffenen Verhältnissen zu erwarten sind, können doch mächtigere quartäre Schichten oder Senken mit zusammengeschwemmtem Material in den dazwischenliegenden, nicht erkundeten Bereichen, auftreten.

Die Gründung der Gebäude erfolgt, aufgrund der geringen quartären Überdeckung, in der Regel in den anstehenden, verwitterten bis angewitterten Sandsteinen und Mergel/Tonmergelsteinen.

Für lotrecht mittig belastete Fundamente kann in den anstehenden, mindestens steifen bis halbfesten Tonmergelsteinen eine mittlere zulässige Bodenpressung von $\sigma_{om} = 350 \text{ kN/m}^2$ bei einer Mindestbreite von 1,0 m und einer Mindesteinbindetiefe von 0,6 m angesetzt werden. Für Streifenfundamente ist die Mindesteinbindetiefe bei einer Fundamentbreite von 0,8 m auf 1,5 m zu erhöhen.

In den anstehenden fest bis harten Sandsteinen kann für lotrecht mittig belastete Fundamente, eine maximal zulässige Bodenpressung von $\sigma_{om} = 600 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

Bei einer vollständigen Verwitterung der Sandsteine zu einem locker gelagertem Sand kann eine maximal zulässige Bodenpressung von $\sigma_{om} = 300 \text{ kN/m}^2$ zugrunde gelegt werden.

Eine Mischgründung auf dem Verwitterungslehm einerseits und verwitterten Tonmergeln oder Sandsteinen andererseits muß wegen möglicher Setzungsdifferenzen ausgeschlossen werden. Es ist darauf zu achten, daß die Fundamente grundsätzlich im gleichen Schichtenkomplex gegründet werden. Etwa notwendige Fundamentvertiefungen können mit Unterbeton hergestellt werden. Dies gilt auch, wenn in den Fundamentsohlen weich bis steife oder geringere Konsistenzen, bzw. aufgeweichte Bereiche angetroffen und die Fundamente vertieft werden.

Die rechnerischen Setzungen können für quadratische Fundamente mit einer Kantenlänge von 1 m unter den oben angegebenen Bedingungen mit ca. 0,6 cm angegeben werden.

Die gering belasteten Bodenplatten können auf den anstehenden steifen Verwitterungslehmen bei Zwischenschaltung einer 0,2 m mächtigen Filterschicht frei aufgelegt werden. Weiche und aufgeweichte Zonen sind gegebenenfalls durch besser tragfähiges Material zu ersetzen.

4.3 Baugrubensicherung

Die Baugrubensicherungen können bei einfach unterkellerten Gebäuden, bei nicht zu steilem Gelände und ausreichendem Platzangebot mit frei geböschten Baugrubenwänden hergestellt werden. Die Böschungswinkel können in den quartären Verwitterungslehmen mit 60° angesetzt werden. Im Bereich von etwaigen künstlichen Auffüllungen sind die Böschungen auf 45° zurückzunehmen, gleiches gilt für weiche Böschungsabschnitte. In den harten Sandsteinen sind Böschungswinkel von 80° und in den Mergelsteinen von 60° einzuhalten. Voraussetzung hierfür ist, daß die Schichten nicht mit dem Hang einfallen und keine Wasserzutritte vorhanden sind.

Bei Sprunghöhen über 5 m, sowie bei Böschungen die oberhalb der Böschungskante stärker als 1:10 ansteigen, wird für Böschungen ein rechnerischer Standsicherheitsnachweis nach DIN 4084 erforderlich.

Nach DIN 4124 sind bei Nichteinhaltung der Böschungswinkel und der Sicherheitsabstände Sicherungsmaßnahmen vorzusehen. Sicherungsmaßnahmen werden in Abhängigkeit von der Einbindung in den Hang vermutlich im unteren, steileren Hangbereich notwendig. Nähere Angaben hierzu können erst nach Vorliegen einer genauen Planung gemacht werden.

Die Böschungen sind zum Schutz vor Ausschwemmungen infolge Tagwasser durch Folien abzudecken. Die Böschungsschultern sind auf einer Breite von mindestens 1 m lastfrei zu halten, für schwere Fahrzeuge und Stapellasten ist ein Mindestabstand von 2 m einzuhalten.

4.4 Schutz vor Feuchtigkeit

Aufgrund der Schichtung des Untergrunds muß bevorzugt an Grenzflächen zwischen hangenden Sandsteinen und liegenden Tonsteinen mit periodisch auftretenden Schichtwässern gerechnet werden.

Die erdeinbindenden Gebäudeteile, die z.T. in den Verwitterungslehmen, von Tonlagen durchzogenen Sandsteinen und in den Mergelsteinen liegen, sind von in der Regel schwach durchlässigen, zu Stauwasserbildungen neigenden Schichten, umgeben.

Entsprechend DIN 4095 empfehlen wir deshalb die erdeinbindenden Gebäudeteile mit einer kombinierten Wand-, Ring- und Sohldränage zu versehen.

Unter allen Bodenplatten, ist eine mindestens 0,2 m starke kapillarbrechende Kies- oder Schotter-schicht (z.B. 2/32mm) einzubauen. Zum Schutz dieser Filterschicht vor eindringender Zementschlämme ist diese nach oben mit einer Folie abzudecken. Im Untergeschoßbereich ist die Filterschicht nach unten zum anstehenden feinkörnigen Boden durch ein Filtervlies vor eindringenden Feinanteilen zu schützen.

Zur Unterstützung der Dränwirkung sollten zusätzlich Dränrohre (DN100) im Sohlfilter verlegt werden. Es ist darauf zu achten, daß die gesamte Fußbodenfläche an die Entwässerung angeschlossen ist. Außenliegende Streifenfundamente sind in regelmäßigen Abständen durch eingelegte Röhren (DN100) durchlässig zu gestalten. Nur so läßt sich eine funktionierende Verbindung zur umlaufenden, tiefer zu verlegenden Ringdränage herstellen.

In der Ringdränage werden die Dränagewässer des Sohlfilters und der Wanddränagen gesammelt und über einen Kontrollschacht rückstaufrei an die Vorflut weitergegeben. Wanddränagen oder wasser-durchlässige Arbeitsraumverfüllungen sind nach oben mit einem 1 m mächtigen Lehmschlag oder durch eine anderweitige gleichwertige Versiegelung gegen Tagwasserzutritte abzudichten.

Wir verweisen im Zusammenhang der Ausbildung der Wand-, Ring- und Sohldränage auf die Ausführungen der DIN 4095 in der auch die Ausbildung von Spül- und Kontrollschächten beschrieben wird.

4.5 Hinweise für die Bauausführung

Baugrube

Zu Beginn des eigentlichen Baugrubenaushubs ist die vorhandene Humusdecke getrennt vom übrigen Aushubmaterial abzuschleppen. Das Material kann am Ende der Baumaßnahme zur Gartengestaltung wieder herangezogen werden. Die anfallenden Verwitterungslehme können als Lehmschlag zur Verfüllung der Arbeitsräume wiederverwendet werden.

Die anstehenden quartären Böden, wie auch die verwitterten Tonmergelsteine sind struktur- und wasserempfindlich. Ein Befahren der Baugrubensohlen mit schwerem Gerät sollte in diesen Bereichen vermieden werden, bzw. eine ausreichende Schutzschicht auf der Sohle belassen werden. Nach Möglichkeit ist der Aushub vor Kopf zu tätigen.

Nach Herstellung der Baugrubensohle sollte sofort ein Filtervlies und darüber die Filterschicht aufgebracht werden.

Bei geringer Eindringtiefe der Verwitterung und geringmächtiger quartärer Überdeckung muß beim Aushub der Baugruben im Sandsteinbereich mit Sandsteinen der Felsklasse 6 und 7 gerechnet werden.

Fundamente

Beim Aushub der Fundamente ist ebenfalls mit Sandsteinen der Bodenklasse 6 und 7 zu rechnen. Aufgrund der z.T. bankigen Ausbildung der Sandsteine kann es beim Fundamentaushub zu Überprofil kommen. Es ist deshalb besonders darauf zu achten, daß bei dem Fundamentaushub exakt gearbeitet wird, um unnötiges Überprofil zu vermeiden. Gegebenenfalls ist auch Meißelarbeit vorzusehen.

Werden in den Fundamenten Bereiche mit geringerer oder witterungsbedingt herabgesetzter Konsistenz angeschnitten, müssen diese Bereiche mit Fundamentvertiefungen aus Unterbeton ausgeglichen werden.

Beim Fundamentaushub ist darauf zu achten, daß die Fundamente zügig hergestellt und sofort nach Erreichen der Sohle eine Sauberkeitsschicht eingebracht wird.

Bei Höhenversprüngen des Gründungshorizontes sind die Fundamentsohlen unter 30° zur Horizontalen abzutreten.

Frostschutz

Die anstehenden bindigen Böden sind sehr frostempfindlich, so daß Frostschutzmaßnahmen für Bodenplatten und Fundamente vorzusehen sind.

Es ist darauf zu achten, daß eine frostsichere Einbindung von mindestens 1,2 m unter späterer Geländeoberfläche überall gewährleistet ist. Auch nicht tragende Wände sind durch Frostschürzen zu sichern.

Bei einer Bauausführung im Winter ist auf Frostschutzmaßnahmen entsprechend VOB DIN 1961 § 4 Abs. 5 auch bei Innenfundamenten zu achten.

Arbeitsraumverfüllungen

Arbeitsraumverfüllungen sind grundsätzlich lagenweise zu schütten (Schütthöhe 0,3 m) und zu verdichten. Unter setzungsempfindlichen Außenanlagen, wie Fahrbahnen, Stellplätzen etc. wird die Verwendung von grobkörnigem Fremdmaterial (z.B. Siebschutt mit einem max. Feinkornanteil unter 0,06 mm Korngröße von 15 %) empfohlen, um einseitige Setzungen zu vermeiden. Die Verdichtung sollte mind. 100 % D_{pr} betragen.

Bei Verwendung von feinkörnigen Erdstoffen in setzungsunempfindlichen Bereichen wird eine Verdichtung von D_{pr} 95 % bis 0,5 m unter Planum, darüber mit 97 % D_{pr} vorgegeben. Mit Nachsetzungen ist hier in jedem Fall zu rechnen.

In Anlehnung an DIN 4085 empfehlen wir den Ansatz eines Verdichtungserddrucks aus der Verdichtung der Arbeitsraumverfüllung auf die erdberührten Außenwände. Dieser kann mit $e_v = 25$ kN/m² angesetzt werden, muß aber nur insoweit berücksichtigt werden, als seine Wirkung nicht schon durch den rechnerischen Erddruck durch Bodeneigenlasten und Auflasten erfaßt wird.

4.6 Erschließung

Kanal- und Leitungsgräben

Die für die Herstellung der Kanäle und Leitungen erforderlichen Gräben können in den mindestens steifen Verwitterungslehmen und Mergeln bei Grabentiefen bis zu 5 m und Hangneigungen <1:10 unter 60° zur Horizontalen geböscht werden. Im Fels sind Böschungswinkel bis zu 80° möglich.

Bei Schicht- und Grundwasserzutritten, Geländeneigungen über 1:10 und Böschungshöhen über 5 m sind rechnerische Standsicherheitsnachweise zu führen. Grundsätzlich sind alle Böschungen auf lokkere Stellen zu prüfen und entsprechend zu sichern. In Bereichen in denen vollständig zu Sand verwitterte Sandsteine vorliegen und / oder Schichtwasserzutritte auftreten, sind Grabenverbaue vorzusehen.

Auch bei geringen Grabentiefen muß mit Sandsteinen der Bodenklasse 6 und 7 gerechnet werden. Um ein hartes Auflager der Versorgungsleitungen in der Grabensohle zu vermeiden, ist eine Schutzschicht, z.B. aus Sand einzubringen.

In Abhängigkeit von den späteren Anforderungen können unterschiedliche Verfüllmaterialien zur Grabenverfüllung verwendet werden. Bei hohen Anforderungen, d.h. bei setzungsfreien Grabenverfüllungen sind gut verdichtbare, grobkörnige mineralische Gemische mit einem Feinanteil kleiner 15 % einzusetzen. In setzungsunempfindlichen Bereichen kann das vorhandene Aushubmaterial wiederverwendet werden. Voraussetzung ist, daß die Lehme und Mergel nicht Frost oder Wasserzutritten ausgesetzt sind, da sonst die Wiederverwendung sehr eingeschränkt wird.

Die Schütthöhe der Verdichtung der einzelnen Lagen sollte 30 cm nicht überschreiten. In der Leitungszone ist die Verdichtung mit leichtem Gerät auf 97 % Proctordichte vorzunehmen.

Um eine ungewollte Dränierung des Hanges zu vermeiden, empfiehlt es sich in regelmäßigen Abständen, z.B.: alle 20 m in Hangfallrichtung, Grundwassersperren einzubauen. Die Ausführung kann in Form von Betonriegeln oder als Lehmschlag erfolgen.

Die oft als Letten bezeichneten, verwitterten Ton und Tonmergellagen neigen bei Zutritt von Wasser zu Rutschungen. Bei der Herstellung größerer Anschnitte sollten diese Bereiche sorgsam auf Rutschflächen und Wasserzutritte untersucht werden.

Verkehrsanlagen

Die Bemessung von Fahrbahnen empfehlen wir entsprechend den Regeln der ZTVE-StB 94 und RSTO 86 in der ergänzten Fassung von 1989 vorzunehmen.

Die auftretenden Bodenarten sind den Frostempfindlichkeitsklassen F 3 und z.T. F 2 zuzuordnen. Entsprechend der Frostzonenkarte von Deutschland von 1996 befindet sich Sulzbach- Laufen an der Grenze zwischen Frostzone II und III. Aufgrund der exponierten Lage wird die Frostzone III zugrundegelegt. Entsprechend der Frostzone und der Frostempfindlichkeit muß eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaus für die Bauklasse I –IV von 75 cm vorgesehen werden.

Auf dem Planum wird für den Einbau eines frostsicheren Straßenaufbaus ein E_{v2} – Wert von 45 MN/m² vorgesehen. Wird dieser Wert in den oberflächennahen Verwitterungsböden und -lehen nicht erreicht, sind Bodenverbesserungsmaßnahmen wie z.B. Bodenaustausch oder Kalkstabilisierung vorzusehen.

5. Erdbebensicherheit

Sulzbach- Laufen liegt gemäß der Karte der Erdbebenzonen nach DIN 4149 in der seismischen Zone 0. Es sind keine besonderen Nachweise zur Sicherung der Bauwerke gegen Erdbebeneinwirkung zu führen.

6. Besondere Hinweise

Die Beschreibung der Untergrundverhältnisse beruht auf punktuellen Aufschlüssen, zwischen denen linear interpoliert wurde. Abweichungen von den hier beschriebenen Verhältnissen sind in den nicht untersuchten Bereichen möglich.

Wir empfehlen daher eine Überprüfung der Schicht- und Lagerungsverhältnisse bei den Erschließungsarbeiten und beim Aushub der Baugruben. Je nach Verkehrsführung werden auch Geländesicherungsmaßnahmen notwendig, die genauere, zielgerichtete Untersuchungen bedingen.

Die Schürfgruben wurden nach deren Herstellung wieder mit dem Aushubmaterial vollständig verschlossen. Es muß in den Schürfgrubenbereichen mit einer gegenüber der Umgebung stark herabgesetzten Tragfähigkeit der Schichten ausgegangen werden. Aus diesem Grund sollten die Schürfgruben genau eingemessen werden, so daß bei den einzelnen Bauvorhaben auf diese Strukturen besonders geachtet werden sollte. Bei nicht Erkennen ehemaliger Schürfgruben können Sackungen unter Fundamenten entstehen, die zu erheblichen Setzungen führen können.

Bei den im Gutachten benutzten stratigraphischen Begriffen wie Stubensandstein und Kieselsandstein handelt es sich nicht ausschließlich um Sandsteine. Es treten auch, wie in den Profilen ersichtlich, mehrere Meter mächtige Abschnitte aus Tonmergelsteinen und Tonsteinen auf, die eine geringere Tragfähigkeit aufweisen, als die besser tragfähigen Sandsteine. Dies ist bei der Festsetzung der Bodenpressungen zu beachten.

Die im Gutachten angegebenen Bodenkennwerte und Bodenpressungen sind als überschlägige Richtwerte anzusehen. Wir empfehlen für die einzelnen Bauvorhaben getrennte Baugrunduntersuchungen um projektbezogene, optimierte Angaben machen zu können.



J. Mandel
Dipl.-Geol.



Dr. G. Hafner
Dipl.-Geol.