# Geotechnisches Institut Prof. Dr. Magar + Partner



Beratende Ingenieure und Geologen VBI Bodenmechanik · Erd- und Grundbau · Hydrogeologie · Deponien · Altlasten

Geführt im Verzeichnis der Institute für Erd- und Grundbau nach DIN 1054

EX. 61 B-PLAN Nr. 0313-01 Nr. 0313-01

KM/lg 97096\g1

## Baugrund- und Hydrogeologisches Gutachten Konversionsfläche Hessental-Solpark

Auftraggeber:

Stadt Schwäbisch Hall

Unterlagen:

Bestandspläne, Bebauungsplan, Entwurf Altlastengutachten

Anlagen:

- 1. Übersichtslageplan, M = 1:25.000
- 2. Lageplan, M = 1: 2.500 mit Grundwassergleichen
- 3. Bebauungsplan mit Aufschlüssen, M = 1:2.500
- 4. Geländeschnitte mit Bohrprofilen und Rammdiagrammen
- Geologische Karte
- 6. Fotos Schürfe und Bohrkerne
- 7. Schema Schichtenfolge
- 8. Lageplan Bombentrichter
- 9. Ergebnisse Stichtagsmessungen
- 10. Zusammenstellung Bodenkennwerte
- 11. Kornverteilungsanalysen
- 12. Fließgrenzendiagramme
- 13. Kompressionsversuche
- 14. Proctorkurven
- 15. Scherversuche
- 16. Bauchemische Wasseranalyse

Prof. Dr. Kurt Magar · Prof. Dr.-Ing. Norbert Meyer · Dipl.-Ing. (FH) Hubert Kemmer Winterhäuser Straße 9 · 97084 Würzburg · Telefon 0931/64000 · Telefax 0931/64060

#### Inhalt:

- 1. VORGANG
- 2. ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE
- 3. UNTERGRUNDERKUNDUNG
- 4. GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE
- 5. HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE
- 6. BODENKENNWERTE
- 7. BEBAUUNGSMÖGLICHKEITEN
- 8. ENTWÄSSERUNG
- 9. GRUNDWASSERCHEMISMUS
- 10. KANALBAU
- 11. STRASSENBAU
- 12. EMPFEHLUNGEN

#### 1. VORGANG

Die Stadt Schwäbisch Hall kommt in den Besitz der ehemaligen US-Liegenschaft Dolan Barracks, die bebaut werden soll und die Bezeichnung Konversionsfläche Hessental-Solpark führt.

Das Gelände, das nördlich der Gemeinde Hessental und östlich von Schwäbisch Hall liegt (siehe Übersichtsplan Anlage 1), ist zu Zeiten des 3. Reiches von der Wehrmacht als Flughafen ausgebaut worden. Nach Kriegsende haben die US-Streitkräfte das Gelände ebenfalls als Flugplatz unter der Bezeichnung Dolan Barracks genutzt.

Im Zuge des Übergangs der US-Liegenschaft aus dem Bundesvermögen in städtischen Besitz ist es nötig, die vermuteten Altlasten genauer zu erkunden, um vor einer Bebauung eine ausreichende Dekontamination durchführen zu können. Bei dieser Begutachtung ist das Institut des Verfassers ebenfalls tätig. Derzeit wird die Phase II b bearbeitet.

Um generelle Hinweise für eine künftige Bebauung und deren Planung zu erhalten, ist die Erarbeitung eines Baugrund- und Hydrogeologischen Gutachtens nötig, zu dem das Geotechnische Institut Prof. Dr. Magar + Partner von der Stadt Schwäbisch Hall mit Schreiben vom 26.03.1997 beauftragt worden ist.

## 2. ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE

Die geplante Konversionsfläche Hessental-Solpark umfaßt den südlichen Teil der ehemaligen Liegenschaft Dolan Barracks mit Erweiterungen vor allem nach Südwesten, aber auch zum Teil nach Südosten. Der nördliche Teil mit der Start- und Landebahn bleibt ausgeklammert.

Seite: 4

In den Lageplan der Anlage 2 sind die Grenzen der ehemaligen Liegenschaft Dolan Barracks und der Konversionsfläche Hessental-Solpark eingetragen.

Das Gelände der Konversionsfläche ist im nördlichen, östlichen und westlichen Bereich nicht oder nur sehr wenig bebaut und wird als Grünfläche, im westlichen Bereich hauptsächlich als Ackerland genutzt.

Im mittleren und südlichen Bereich ist eine Altbebauung vorhanden durch ehemalige Kasernen, Lagerhallen, Werkstätten, Bunker und Fahrzeugabstellflächen. Diese Gebäude werden im Zuge der Konversion zum überwiegenden Teil abgerissen. Einige der vorhandenen Altbauten sollen umgebaut und einer neuen Nutzung zugeführt werden.

Das Gelände hat generell ein Gefälle nach Süden. Im nördlichen Bereich fällt es leicht nach Westen und Osten ein, im südlichen Bereich stärker nach Westen und weniger nach Osten. Im Westen ist ein kleines Tälchen vorhanden.

Die Geländeform ist genauer an den Höhenlinien der Anlage 3 und den Schnitten der Anlage 4 zu erkennen.

## 3. UNTERGRUNDERKUNDUNG

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse sind eine Reihe von Aufschlüssen in Form von Rammkernsondierungen, Schürfen, Aufschlußbohrungen und Sondierungen mit der leichten Rammsonde ausgeführt worden, deren Ansatzpunkte in den Lageplan der Anlage 3 eingetragen sind.

Zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse werden noch eine Reihe von Aufschlüssen benutzt, die im Rahmen der Altlastenerkundung durch-

geführt worden sind, vor allem die als Grundwassermeßstellen ausgebauten Bohrungen GWM 2, GWM 4 und GWM 5.

Die Aufschlußergebnisse sind in Form von höhenorientierten Tiefenprofilen und Rammdiagrammen in 2 West-Ost-Schnitte A-B, C-D und 3 Nord-Süd-Schnitte E-F, G-H und I-K aufgetragen (siehe Anlagen 4).

Rechts neben den Bohrprofilen sind die angetroffenen Bodenarten mit Kurzzeichen nach DIN 4023 beschrieben. Außerdem sind angegeben die Farbe, die Bodenklassen nach VOB DIN 18300 und die geologische Benennung. Links neben den Tiefenprofilen sind die Höhen von angetroffenen Schicht- und Grundwasser angegeben und Nummer und Tiefenlage der entnommenen Bodenproben. Die Ergebnisse der Sondierungen mit der leichten Rammsonde sind als Rammdiagramme nach DIN 4094 aufgetragen. Die Kurzzeichen sind in den Legenden der Anlagen 4 erläutert.

## 4. GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

## Geologische Karte

Nach der geologischen Karte von Baden-Württemberg, Blatt 6824 Schwäbisch Hall, stehen im Bereich der Konversionsfläche überwiegend Schichten des Lettenkeuper mit einer Mächtigkeit von ca. 22 - 24 m an, die von unterschiedlich mächtigen Löß- und Verwitterungslehmen überdeckt werden (siehe Auszug Geologische Karte, Anlage 5).

### Schichtenfolge

Die zahlreichen Aufschlüsse haben die in der Geologischen Karte angegebenen Verhältnisse bestätigt.

Unter bis zu 0,5 m mächtigen <u>Mutterboden</u> (Schicht 1) liegen hauptsächlich steifplastische, gelbgraue bis graue <u>Lößlehme</u> (Schicht 3) bis in Tiefen von etwa 1 - 2,5 m. Die Lößlehme sind hauptsächlich in der nördlichen, nicht bebauten Hälfte deutlich erkennbar, während sie im südlichen, bebauten Bereich durch Auffüllungen von grauer Farbe umlagert sind und teilweise ganz fehlen.

In den Farbfotos 1, 2, 4 und 5 sind Aushubmaterialien der Schürfe Sch 1, Sch 3 und Sch 4 zu sehen, die zunächst aus Lößlehmen, dann aus Tonen bestehen.

Unter den Lößlehmen bzw. der Auffüllung liegen schluffige Tone (Schicht 4) von rötlich-brauner und grüngrauer Farbe, die von steifplastischer bis halbfester Konsistenz sind. Diese Tone sind durch eiszeitliche Vorgänge beeinflußte Verwitterungsprodukte von Tonsteinen des Keuper. Durch ihren sehr hohen Tonanteil sind sie ein ausgesprochener Wasserstauer. Diese Tone sind bis in Tiefen von 1,0 - 3,5 m anzutreffen.

Die grauen Tone sind als Aushubmaterial auf den Farbfotos 2, 4 und 5 abgebildet.

Darunter liegen <u>Verwitterungslehme</u> (Schicht 5) von überwiegend halbfester Konsistenz, die in anstehenden Fels übergehen.

Die <u>Felsschichten</u> (Schicht 6) des Lettenkeupers bestehen zunächst aus Tonsteinen mit Kalkstein- und Sandsteinlagen. Wie aus den Farbfotos der Bohrkerne aus den Anlagen 6 hervorgeht, sind die Felsschichten unterschiedlich ausgebildet. Unter zunächst stark zerbrochenen Tonsteinen mit Sandsteinlagen sind plattige bis bankige Kalksteine in Wechselfolge mit Tonsteinen erbohrt worden.

In den Tiefenprofilen der Schnitte in Anlage 4 sind der besseren Übersichtlichkeit halber, die verschiedenen Schichten unterschiedlich koloriert. Aus den Schnitten sind die unterschiedlichen Ausbildungen und Mächtigkeiten der einzelnen Schichten erkennbar. Dabei ist vor allem die unterschiedliche Tiefe der Felsoberkante zu beachten, deren ungefährer Verlauf als gestrichelte Linie angegeben ist. Im allgemeinen nimmt die Mächtigkeit der den Fels überlagernden Schichten nach Süden ab. In dem derzeit offenen Leitungsgraben in der Dolanallee stehen bankige Kalksteine schon ab ca. 1,5 m Tiefe unter GOK an.

In Anlage 7 sind die verschiedenen Schichten von 1 bis 7 schematisch dargestellt und angegeben, welche unterschiedliche Mächtigkeiten und Tiefenlagen sie haben können.

#### Rammsondierungen

Nach den Ergebnissen der Sondierungen mit der leichten Rammsonde sind die Lößlehme mit Schlagzahlen von etwa 5 - 15 von relativ geringer Tragfähigkeit. Die nach unten zunehmenden Schlagzahlen sind hauptsächlich auf Mantelreibung zurückzuführen.

In den Tonen und Verwitterungslehmen ist ein starker Anstieg der Schlagzahlen festzustellen, die auf eine größere Festigkeit schließen lassen. Im allgemeinen ist das in Tiefen von ca. 3 - 4 m der Fall. Es gibt jedoch auch Ausnahmen, wo höhere Schlagzahlen erst in Tiefen von 4 - 6 m unter Gelände das Erreichen von tragfähigeren Verwitterungslehmschichten anzeigen.

#### Bombentrichter

Von großer Bedeutung und auch Konsequenzen für die Bebauung sind die zahlreichen Bombentrichter, die gegen Ende des 2. Weltkrieges durch intensive Bombenabwürfe entstanden sind. Insgesamt sollen auf dem Gelände mehr als 2.000 Bomben unterschiedlicher Art und Größe abgeworfen worden sein.

In Anlage 8 ist eine Fotokopie einer Luftaufnahme vom 22.03.1945 beigefügt, auf der zahlreiche Bombentrichter erkennbar sind. Zur Orientierung sind die Umrisse der neuen Konversionsfläche eingetragen. Daraus ergibt sich, daß mit Ausnahme des südwestlichen und des äußersten südlichen Bereiches überall Bombentrichter, zum Teil mit großer Dichte vorhanden sind. Diese Bombentrichter sind nach den bisherigen Erfahrungen ca.
2 - 4 m tief mit Durchmessern von einigen bis mehreren Metern. Die Bombentrichter sind überwiegend mit Auswurfmaterial und mit Bauschutt, teilweise auch mit Flugzeugschrott verfüllt worden.

Im Zuge der Entmunitionierung sind an verschiedenen Stellen Grabungen auf der Suche nach noch vorhandenen Kampfmitteln durchgeführt worden. Die entstandenen Löcher sind mit Aushubmaterial wieder verfüllt worden.

## 5. HYDROGEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE

Zu den hydrogeologischen Verhältnissen ist festzustellen, daß zwischen eigentlichem Grundwasser und Stauwasser unterschieden werden muß. Stauwasser entsteht dadurch, daß Niederschläge wegen der tonigen Schichten im Untergrund nur wenig versickern können. Aus diesem Grunde sind auch früher schon Drainagen zur Entwässerung eingebaut worden, deren Vorflut jetzt zum Teil nicht mehr gegeben ist.

#### 5.1 Grundwasser

Grundwasser ist in den bisher ausgeführten 3 Grundwassermeßstellen (GWM 3 - 5) in Tiefen von ca. 4,6 - 7,7 m unter Gelände angetroffen worden. Der Wasserspiegel in GWM 3 und GWM 5 ist leicht gespannt.

Nach einer Stichtagsmessung am 27.09.1995 sind Grundwassergleichen erarbeitet worden, die in Anlage 2 eingetragen sind. Daraus ergibt sich, daß etwa diagonal durch das Grundstück eine Grundwasserscheide verläuft. Westlich davon ist eine Fließrichtung nach Südwesten und östlich davon

Seite: 9

eine Fließrichtung mit geringeren Höhenunterschieden in etwa nach Nordosten festzustellen. Die Wasserscheide trennt die Einzugsgebiete der Kocher im Westen und der Bühler im Osten. Die lokale Entwässerung erfolgt nach Westen zum Vorfluter Kocher über den Pflaumenbach und Schellerbach zum Waschbach, über die Hasbachleitung und über den Wettbach. Nach Osten erfolgt die Entwässerung über den Otterbach bzw. Sonderbach zur Bühler. Im südwestlichen Grundwasserabstrombereich liegt der Quellschacht der Hasbachleitung (Schenkenseebad) und der Brauchwasserbrunnen der Hohenloher Molkerei (siehe Anlage 2). Nordwestlich und nördlich befinden sich der Quellschacht der Weckriedener Quellen und der Flugplatzbrunnen Weckrieden.

Nach 5 Stichtagsmessungen sind jahreszeitliche Schwankungen des Wasserspiegels von minimal einigen Zentimetern (GWM 3) bis maximal 1,5 m (GWM 1 und 4) beobachtet worden (siehe Anlage 9). Nach Fertigstellung der zusätzlichen 3 Grundwassermeßstellen kann ein genauerer Grundwassergleichenplan erarbeitet werden.

#### 5.2 Stauwasser

Stauwasser ist sehr unregelmäßig vorhanden. Es sammelt sich vor allem in Auffüllungen, wie z.B. Unterbau von befestigten Flächen und Bombentrichtern.

In verschiedenen Aufschlüssen ist aufgefallen, daß Schichtwasser in 3 - 4 m Tiefe angetroffen worden ist und dann bis nahe Geländeoberfläche angestiegen ist. Wegen der Hochlage des Geländes kann es sich nicht um gespanntes Grundwasser handeln. Vielmehr ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, daß sich Wasser in den Auffüllungen staut und wegen der sehr feinkörnigen Schichten im Untergrund nur sehr langsam versickert. So hat sich vor allem in einigen Trichtern schon früh Wasser gestaut, was aus der Luftbildaufnahme in Anlage 8 an den weißen Färbungen der Bombentrichter zu erkennen ist.

Die meistens gröberkörnigen Auffüllungen bilden "Wassersäcke". Bei Durchführung eines Aufschlusses in der Nähe wird dann in der Auffüllung höherstehendes Wasser in den Aufschluß gedrückt.

Nicht in allen Aufschlüssen ist Stauwasser angetroffen worden. Im nördlichen Hochbereich des Geländes, wo eine kleine Senke vorhanden ist, sind besonders starke Oberflächenvernässungen festgestellt worden (siehe Anlage 2). Auf Farbfoto 2 ist in Sch 1 oberflächennahes Stauwasser zu sehen, auf Farbfoto 3 tiefe Spuren, die der Bagger auf dem durchweichten Oberboden hinterläßt.

Das angetroffene Stauwasser ist in den Schnitten der Anlagen 4 hellblau und das eigentliche Grundwasser dunkelblau markiert. Genauere Aussagen über die Stauwasserverhältnisse sind wegen der heterogenen Verhältnisse nicht möglich.

Zur Ableitung von Stauwasser sind stellenweise Drainagesysteme vorhanden, hauptsächlichim Bereich der Flugpiste und im östlichen Bereich. Zwei Drainagesysteme sind im östlichen Randbereich vorhanden (siehe Anlage 2). Möglicherweise sind Drainagen nicht mehr an eine Vorflut angeschlossen, so daß langfristig gesehen, Aufweichungen des Untergrundes durch nicht abfließendes Stauwasser auftreten können.

## 6. BODENKENNWERTE

Nach den Ergebnissen der Aufschlüsse und von Laborversuchen werden im folgenden Angaben zu Bodenkennwerten der einzelnen angetroffenen Schichten gemacht.

Dazu sind aus einigen Schürfen und Bohrungen gestörte und ungestörte Proben entnommen und im Labor untersucht worden. Die Ergebnisse der Laborversuche sind in den Anlagen 10 zusammengestellt. Für die Schichten 1 und 2, Mutterboden und Auffüllungen, können keine Bodenkennwerte angegeben werden, da sie für den Mutterboden bedeutend sind und die Auffüllungen von zu unterschiedlicher Zusammensetzung sind.

#### Schicht 3: Lößlehme

Die Lößlehme haben sehr unterschiedliche Wassergehalte zwischen 0,165 und 0,30. Die Feuchtwichten liegen zwischen ca. 18 und 20 kN/m³. Nach den Kornverteilungsanalysen(siehe Anlage 11) bestehen die Lößlehme aus ca. 20 - 70 % Ton-, 20 - 40 % Schluff- und 0 - 10 % Sandanteilen.

Auffallend ist der relativ hohe Anteil an Tonpartikeln mit einer Größe < 2  $\mu$ . Die Fließgrenzen liegen zwischen 0,39 und 0,52, die Ausrollgrenzen zwischen ca. 0,16 und 0,18. Hieraus ergeben sich mit den Wassergehalten Konsistenzzahlen zwischen 0,63 - 0,67, die auf eine überwiegend weichplastische Konsistenz hinweisen. Es kann aber auch durchaus eine steifplastische Konsistenz gegeben sein.

Mit diesen Kennwerten sind die Lößlehme nach DIN 18196 als mittelplastische bis ausgeprägt plastische Tone mit den Kurzzeichen TM - TA zu bezeichnen.

In den Kompressionsversuchen sind für Normalspannungen zwischen 0,1 und 0,3 MPa Steifemoduli zwischen 4 und 10 MPa ermittelt worden (siehe Anlagen 13).

Nach Proctorversuchen ergeben sich einfache Proctordichten zwischen 1,65 und 1,75 bei optimalen Wassergehalten von ca. 0,19 bis 0,21. Im allgemeinen liegen die natürlichen Wassergehalte höher, so daß eine Verdichtung bis nahe 100 % der einfachen Proctordichte kaum möglich ist.

In Scherversuchen mit dem Kastenschergerät sind Reibungswinkel von 21,5 - 23° und Kohäsionsbeiwerte von ca. 24 kPa ermittelt worden (siehe Anlagen 15).

#### Schicht 4: Tone

Die Tone haben einen deutlich höheren Anteil an Feinkorn mit 60 - 70 % Tonanteilen (siehe Kornverteilungskurven, Anlagen 11).

Mit Fließgrenzen von 0,58 und 0,85 und Ausrollgrenzen zwischen 0,22 und 0,24 errechnen sich  $I_c$ -Werte von 0,7 - 0,75, die auf eine weich- bis steifplastische Konsistenz schließen lassen.

Stellenweise sind die Tone durch organische Feinlagerungen von dunkelgrauer bis schwarzer Farbe und mit weichplastischer Konsistenz von geringer Tragfähigkeit.

Nach DIN 18196 sind diese Schichten als ausgeprägt plastische Tone mit organischen Beimengungen mit dem Gruppensymbol OT zu kennzeichnen.

In einem Scherversuch im Kastenschergerätist ein Reibungswinkel von 17° und ein Kohäsionsbeiwert von 22 kPa ermittelt worden.

## Schicht 5: Verwitterungslehme

Die Schicht 5 ist im allgemeinen als wesentlich tragfähiger anzusehen, als die darüber liegenden Schichten.

Nach den Kornverteilungskurven bestehen die Proben aus ca. 20 % Ton-, 30 - 40 % Schluff-, 10 - 20 % Sand- und 20 - 40 % Anteile in Kiesgröße.

Mit einer Fließgrenze von 0,442 und einer Ausrollgrenze von 0,168 ergibt sich mit dem Wassergehalt von 0,22 eine Konsistenzzahl c=0,81, die auf eine steifplastische Konsistenz hinweist.

Nach einem Proctorversuch beträgt die einfache Proctordichte 1,75 t/m³ bei einem optimalen Wassergehalt von 0,186, der unter dem natürlichen Wassergehalt liegt.

#### Schicht 6: Felsschichten

Von den Felsschichten, die zunächst zum größten Teil aus blättrigen bis plattigen Tonsteinen, dann plattigen bis bankigen Kalksteinen in Wechselfolge mit Tonsteinen bestehen, sind keine Bodenkennwerte ermittelt worden.

### Bodenkennwerte (Rechenwerte)

Nach den Ergebnissen der Laborversuche und nach Erfahrungswerten können für die einzelnen Schichten in etwa folgende Bodenkennwerte angegeben werden. Wegen der sehr unterschiedlichen Ausbildung dieser Schichten, können keine genauen Bodenkennwerte angegeben werden, sondern nur grob abgegrenzte Bereiche. Für genauere Bodenkennwerte sind projektbezogene Baugrunduntersuchungen nötig.

 $20 \text{ kN/m}^3$ 

#### Lößlehme und Tone:

Feuchtwichte:	γ	=	$20 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel:	φ	=	17,5 - 21,5°
Kohäsion:	c	=	10 - 15 kPa
Steifemodul:	$\mathrm{E}_{\mathrm{s}}$	=	5 - 10 MPa
Verwitterungslehme:			
Feuchtwichte:	γ	=	$21 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb:	γ'	=	$11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel:	φ	=	25 - 30°
Kohäsion:	c	=	5 - 10 kPa
Steifemodul:	$E_{s}$	=	10 <b>-</b> 20 kPa

#### Fels:

Feuchtwichte:	γ	=	22 - 24 kN/m³
Reibungswinkel:	φ	=	30 - 40°
Kohäsion:	c	=	10 - 50 kPa
Steifemodul:	$E_s$	=	30 -> 100 MPa

Nach den Ergebnissen einer bauchemischen Wasseranalyse ist das Grundwasser als nicht betonangreifend nach DIN 4030 anzusprechen (siehe Anlage 16).

## 7. BEBAUUNGSMÖGLICHKEITEN

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen können für die Bebauung der Konversionsfläche generelle Hinweise gegeben werden. Dabei ist vor allem auf den Einfluß der zahlreichen verfüllten Bombentrichter zu achten, was besonders auf den Bau von nicht unterkellerten Bauwerken Auswirkungen hat.

### 7.1 Nicht unterkellerte Bauwerke

Generell sind auf den Lehmen und Tonen normale Flachgründungen, auf Einzel- und Streifenfundamente allerdings nur mit geringen Sohlnormalspannungen möglich. Bei größeren Lasten wird empfohlen, eine tiefe Flachgründung auszuführen, d.h. bis auf die besser tragfähigen Verwitterungslehme oder Felsschichten auszuheben und Unterbeton gegen Erdwände einzubringen, wobei wesentlich höhere Sohlnormalspannungen zugelassen werden können.

Im Bereich von Auffüllungen, z.B. in Bombentrichtern, ist die sinnvollste Methode, die Auffüllungen auszuheben und die Fundamente durch entsprechenden Unterbeton bis auf nicht aufgeweichte, tragfähige Verwitterungslehme unter der Auffüllung zu gründen. Ein Totalaustausch der Auffüllung wäre sehr aufwendig und ist nicht immer sinnvoll, da es meistens

nicht möglich sein dürfte, das ausgehobene Material bei Wiedereinbringung so zu verdichten, daß es dieselben Eigenschaften hat, wie der umgebende nicht aufgefüllte Untergrund.

Wenn Verfüllungen in Bombentrichtern auch unter Bodenplatten vorhanden sind, wird empfohlen, einen Teil der Auffüllungen auszuheben, soweit wie möglich die restlichen Auffüllungen zu verdichten und eine neue Auffüllung ca. 0,5 - 1,0 m dick zur Vergleichmäßigung der Untergrundverhältnisse und zur Bettung der Bodenplatten einzubringen. Dabei sollten Verdichtungswerte im Erdplanum beim Plattendruckversuch von  $E_{v2} > 45$  MPa, auf OK Unterbau von  $E_{v2} > 80$  MPa nachgewiesen werden.

v2 , v2

Da es derzeit nicht möglich ist, die genauen Standorte der Bombentrichter festzustellen, wird in jedem Fall dringend empfohlen, vor Beginn einer Baumaßnahme ein Baugrunduntersuchung durchführen zu lassen, in der dann Empfehlungen für eine sichere und wirtschaftliche Gründung gegeben werden können.

#### 7.2 Unterkellerte Bauwerke

Bei unterkellerten Bauwerken spielen die Bombentrichter praktisch keine Rolle mehr. Hier können die Fundamente auf die in Tiefen von 3 - 4 m größtenteils anzutreffenden Verwitterungslehme oder teilweise schon Felsschichten mit mittleren Sohlnormalspannungen gegründet werden.

Bei unterkellerten Bauwerken muß jedoch besonders das Stauwasser, bei tiefer in das Gelände einbindenden Gebäude im Bereich geringerer Grundwasserflurabstände auch das Grundwasser berücksichtigt werden.

Generell muß entweder jeder Keller als wasserdichte und auftriebssichere weiße Wanne ausgebildet werden, um ein Eindringen von seitlich zufließendem Stauwasser zu verhindern, oder es muß eine fachgerechte Drainage nach DIN 4095 eingebaut werden, für die dann allerdings eine ausreichende Vorflut vorgesehen werden muß. Diese Vorflut wäre bei Wahl eines

Trennsystems für die Kanalisierung z.B. die Regenwasserleitung. Für das Regen- und Drainwasser wäre ein Rückhaltebecken nahe dem Geländetiefpunkt bei dem vorhandenen Teich im südwestlichen Grundstücksbereich sinnvoll, von wo aus es in den Waschbach dosiert abgegeben werden könnte.

## 8. ENTWÄSSERUNG

Aus dem vorigen Kapitel geht hervor, daß Entwässerungsmaßnahmen von besonderer Bedeutung für die Erschließung sind.

Bei den geologischen Verhältnissen ist wegen der tonigen Deckschichten über dem anstehenden Lettenkeuper eine Versickerung weitgehend ausgeschlossen. Versickerungsmöglichkeiten ergäben sich allenfalls in den tiefer anstehenden Kalksteinen, was aber einen Einfluß auf das Grundwasserregime hätte.

Aus diesen Gründen ist es nötig, eine ausreichende Entwässerung nicht nur für Regenwasser, sondern auch Drainwasser bei unterkellerten Gebäuden und sogar Gartenbereichen in besonders staunassen Zonen einzubauen. Diese Regen- und Drainwasserleitung könnte dann, wie oben beschrieben und wenn es die Geländeverhältnisse zulassen, sogar in freier Vorflut in ein in der Nähe des Tiefpunktes zu errichtendes Rückhaltebeckens geleitet und von da aus in den Vorfluter.

Zur Kostenreduzierung könnten in einigen oberstromig gelegenen Bauabschnitten auf eine Ableitung für Drainagen in freier Vorflut verzichtet
werden, was dann preisgünstigere, flachere Leitungsgräben zur Folge hätte.
Falls dann in diesen Bereichen dennoch Unterkellerungen durchgeführt
würden, müßten diese entweder als wasserdichte und auftriebssichere
"weiße Wanne" ausgebildet werden oder die Drainagen in einen Pumpenschacht entwässern, von wo aus Wasser in die höherliegende Abflußleitung
zu pumpen wäre.

Seite: 17

Einzelheiten dazu müßten in dem vom Ingenieurbüro Dr. Pecher auszuführenden Entwässerungsplan festgelegt werden.

### 9. GRUNDWASSERCHEMISMUS

Der Chemismus des Grundwassers ist stellenweise durch Altlasten beeinflußt worden. Generell kann jedoch davon ausgegangen werden, daß durch die geplante Altlastensanierung ein künftiges Gefährdungspotential ausgeschaltet wird. Sofern es nötig sein sollte, könnte bereichsweise auch eine Grundwassersanierung nötig werden.

Nach dem Ergebnis einer bauchemischen Wasseranalyse aus der Bohrung 25 in KVS 14 (siehe Lageplan, Anlage 3) ist das Wasser nach DIN 4030 nicht betonaggressiv. Bei dem untersuchten Wasser handelt es sich um Stauwasser.

Zur Erkundung des Chemismus des Grundwassers werden aus den noch herzustellenden Grundwassermeßstellen Grundwasserproben entnommen und bauchemisch untersucht.

Nach den bisher vorliegenden Ergebnissen kann jedoch davon ausgegangen werden, daß das Grundwasser nicht betonaggressiv ist, was endgültig zu bestätigen wäre.

#### 10. KANALBAU

Bei der Ausführung der Kanalgräben ist größtenteils ein Verbau mit Großflächenschalung möglich. Beim Aushub der Kanalgräben ist mit Lehmen, Tonen, Verwitterungslehmen und stellenweise auch Fels der Bodenklassen 4, 5, 6 und 7 zu rechnen. Wegen des Stauwassers ist unbedingt eine offene Wasserhaltung erforderlich mit einer ausreichenden Vorflut.

Im Bereich von Auffüllungen und aufgeweichten Schichten müssen unter die Gründungssohle ausreichende Stabilisierungsschicht aus Mineralbeton oder Beton eingebracht werden.

Das Aushubmaterial kann teilweise wegen des zu hohen Wassergehaltes nicht für die Wiederverfüllung verwendet werden und muß dann durch geeignetes, besser verdichtbares Fremdmaterial ersetzt werden.

Für den Verbau von Leitungsgräben ist DIN 4124, für die Verfüllung ZTVA-StB 86 zu beachten.

### 11. STRASSENBAU

Die neuen Straßen werden größtenteils auf jetziger Geländehöhe angelegt. Entsprechend ZTVE-StB 94 ist ein tragfähiges Planum mit einem  $E_{\nu 2}$ -Wert von 45 MPa nötig.

Wenn im Bereich von weichen Schichten und Auffüllungen ein ausreichender  $E_{\nu 2}$ -Wert nicht erreicht wird, muß ein Teilaustausch der nicht tragfähigen Schichten durchgeführt werden.

Auf das Planum bzw. das verbesserte Planum sind dann der entsprechend frostsichere und tragfähige Unter- und Oberbau der Straße aufzubringen.

#### 12. EMPFEHLUNGEN

Im Rahmen dieses generellen Baugrund- und hydrogeologischen Gutachtens sind die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse großräumig erkundet und beschrieben worden.