

Dr. Ulrich Brüning Dipl. – Geologe BDG
Büro für angewandte Geowissenschaften
Baugrund – Grundwasser – Umwelt – Rohstoffe

Am Trieb 6, 97291 Thüngersheim
Telefon: 09364-79112
Telefax: 09364-896369

Baugrund- und Gründungsgutachten

**Projekt: Erschließung des Baugebietes „Point“,
Markt Einersheim, Kreis Kitzingen**

Bauherr: Markt Einersheim

Auftrag vom: 10.02.2002

Projekt Nr.: 01/02/50

Datum: 25.03.2002

Das Gutachten umfaßt 10 Seiten und 5 Anlagen.

Inhalt

1. Vorgang
2. Unterlagen
3. Geländebeziehungen
4. Untersuchungen
5. Baugrundbeschreibung
6. Grundwasser
7. Sickerversuche, Durchlässigkeit des Untergrundes
8. Bodenklassen
9. Bodenkennwerte
10. Grundbautechnische Empfehlungen für den Kanal- und Straßenbau

Anlagen

- 1.1 Lageplan der Aufschlüsse, M = 1: 2.500
- 1.2 Lageplan, Katasterkarte mit Topographie und Höhenlinien, Stand 1953, M = 1: 5.000
- 1.3 Geologischer Kartenausschnitt, M 1: 12.500
- 2.1-2.3 Längsschnitte mit Tiefenprofilen
- 3.1-3.4 Schichtenverzeichnisse der Bohrsondierungen
- 4.1-4.5 Protokolle der Rammsondierungen
5. Schichtenfolge des Keupers im Bereich des Baugebietes „Point“

1. Vorgang

Das Ingenieurbüro Rainer Auktor, Würzburg, erstellt für den Markt Einersheim die Unterlagen zur Erschließung des Baugebietes „Point“ am südöstlichen Ortsrand von Markt Einersheim, anschließend an die bestehende Bebauung. Der Gutachter wurde am 20.02.2002 mit der Durchführung von Baugrunduntersuchungen und der Ausarbeitung eines Baugrund- und Gründungsgutachtens beauftragt.

2. Unterlagen

Bei der Planung und Durchführung der Geländearbeiten sowie der Ausarbeitung dieses Gutachtens wurden folgende Unterlagen herangezogen:

- Topographische Karten verschiedener Maßstäbe,
- Flurkarte mit Höhenlinien und topographische Merkmale, Aufnahme 1953, M = 1: 5.000,
- Flurkarte als vergrößerter Auszug aus dem Katasterkartenwerk, Stand 1994, M = 1: 2.500,
- Flurkarte (Ausschnitte) mit Höhenaufmaß, M = 1: 1.000,
- Bebauungsplan für das Baugebiet „Point“, M = 1: 1.000 (Ingenieurbüro Auktor, 17.10.2001),
- Lageplan Stromversorgung (FÜW Kitzingen), M = 1: 1.000,
- Lageplan Telekom, M = 1: 2.000 und 1: 500,
- Geologische Karte von Bayern M = 1: 25.000 mit Erläuterungen, Blatt Nr. 6327 Markt Einersheim, München 1976.

3. Geländeverhältnisse

Das Baugebiet „Point“, wie im Bebauungsplan (Änderung im zweiten Abschnitt) dargestellt, schließt sich im Westen bis Norden an die bestehende Bebauung an, grenzt im Nordosten an die „Alte Poststraße“ und im Süden an den Verlauf des unbefestigten Flurweges Fl.-Nr. 390. Damit ergibt sich eine maximale Längserstreckung von ca. 420 m in West-Ost-Richtung und eine Breite zwischen 125 und 225 m senkrecht dazu in Nord-Süd-Richtung (Anl. 1.1, 1.2).

Ausgehend von einem sehr flachen bis ebenen Gelände im Westen, Norden und Osten mit Geländehöhen von 294 - 296 m üNN ist das Baugebiet in Nord-Süd-Richtung gegliedert durch eine Senke, die etwa dem Verlauf der Zufahrtsstraße zur Sekretariusmühle folgt. In diesem Bereich liegt am Südrand von Fl.-Nr. 397 der Tiefpunkt des Baugebietes mit ca. 285 m üNN. Parallel zum Verlauf des Flurweges Nr. 362 im Westen folgt eine flache Geländeaufwölbung (Anl. 1.2).

Die Gesamtfläche wird gegenwärtig landwirtschaftlich genutzt. Der einzige befestigte Fahrweg im Baugebiet ist die Zufahrt zur Sekretariusmühle.

4. Untersuchungen

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden mit eigenem Gerät am 08.03. und am 11.03.2002 4 Bohrsondierungen (BS 1-4) abgeteuft und ingenieurgeologisch aufgenommen (Anl. 3.1-3.4). Weiter wurden 5 Sondierungen mit der Leichten Rammsonde (DPL -10 gemäß DIN 4094) abgeteuft (DPL 1-5, Anl. 4.1-4.5). Die Sickerfähigkeit des Untergrundes wurde an 3 Stellen in unterschiedlicher Tiefe untersucht. Die Ansatzpunkte aller Erkundungstellen sind im Lageplan der Anl. 1.1 eingetragen. Die Aufschlüsse wurden auf ihre Höhenlage in m üNN eingemessen.

Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in Form höhenorientierter Tiefenprofile in 3 Längsschnitte eingezeichnet (Anl. 2.1-2.3). Signaturen und Kurzzeichen der angetroffenen Bodenarten entsprechen DIN 4023 und sind auf einem Beiblatt erläutert. Angegeben sind außerdem die festgestellten Konsistenzen bindiger Böden, die Klassifikation für bautechnische Zwecke gemäß DIN 18196 und die Bodenklassifizierung gemäß VOB DIN 18300. Die Schichtenverzeichnisse der Bohrsondierungen gemäß DIN 4022 sind als Anlagen 3.1-3.4 beigelegt. Hieraus können alle wichtigen Einzelheiten und Detailbeschreibungen entnommen werden, speziell Angaben zur Wasserführung der Böden.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind als Rammprotokolle auf den Anlagen 4.1.4.5 dokumentiert. Auf die Ergebnisse wird speziell in Kapitel 5.2 eingegangen. Die Sickersversuche werden in Kapitel 7 beschrieben und die Ergebnisse mitgeteilt.

5. Baugrundbeschreibung

5.1 Allgemeiner Aufbau des Untergrundes

Geologische Verhältnisse

Ein vergrößerter Ausschnitt der amtlichen Geologischen Karte ist als Anlage 1.3 beigelegt. Hieraus ist erkennbar, dass die gesamte Planfläche im oberflächennahen Verbreitungsgebiet von Fest- und Halbfestgesteinen des Grenzbereichs Unterer/Mittlerer Keuper liegt. Eine nennenswerte Überdeckung durch quartäre Lockerablagerungen fehlt. Bei der hier vorhandenen nahezu ebenen Schichtlagerung werden die höheren Bereiche (höher als 290-292 m üNN) von Gesteinen des tiefsten Mittleren Keupers bedeckt. Darunter folgen die Gesteine des Unteren Keupers. Nur hier wurde mit der Sondierung BS 2 eine etwas höhere Mächtigkeit quartärer Lockerablagerungen nachgewiesen.

Auf der Geologischen Karte ist die höchste Schichteinheit des Unteren Keupers, der Grenzdolomit, gesondert dargestellt. Er rahmt girlandenförmig die tiefer gelegenen Teile des Baugebietes ein. Eine schematische Darstellung der anzutreffenden Schichten des Unteren/Mittleren Keupers (aus den Erläuterungen der Geolog. Karte) ist auf Anlage 5 beigelegt. Sie zeigt die sehr verschiedenartigen Gesteine im Untergrund des Baugebietes.

Abgrabungen, Auffüllungen

Derartige frühere anthropogene Eingriffe innerhalb des Plangebietes sind sehr gering. Die im nördlich angrenzenden, heute größtenteils bebauten Gebiet, vorhandene

kleinräumige Oberflächenformung (s. Anl.1.2) erstreckt sich nicht bis in das Baugebiet „Point“. Diese Kleinstrukturierung ist verursacht durch den vorhandenen Gips im tiefsten Mittleren Keuper, der infolge Ablaugung Senken bildet und der in früheren Zeiten auch abgebaut wurde. Nach Mitteilung von Anwohnern erstreckten sich Gipsgruben nach Süden aber nicht bis in die Flächen des Baugebietes „Point“. Der einzig auffällige Bereich in dem eine anthropogene Einflußnahme anzunehmen ist betrifft die äußerste Nordecke des Baugebietes, südlich der Kreuzung von Raiffeisenstraße/Alte Poststraße. Die heute vorhandene Senke (Anl. 1.1) kann in Verbindung mit Gipsablaugung/Gipsabbau stehen. Der auf der alten Karte (nördlich von Sondierung DPL 3) eingezeichnete Hügel ist heute nicht mehr vorhanden.

Oberboden, Mutterboden

Mutterboden überdeckt als natürlicher Oberboden (DIN 4023: Mu, Din 18196: OT/OU) den gesamten landwirtschaftlich genutzten Bereich in einer Stärke von 0,4-0,5 m. Im Verbreitungsgebiet der tonigen Gesteine des Mittleren Keupers in den höher gelegenen Bereichen handelt es sich um graue tiefhumose tonige Böden, aus Tonstein durch Verwitterung entstanden und in die Gruppe der Pelosole einzustufen. Verbreitet ist ein z.T. deutlicher Anteil an Steinmergelbrocken, ein Kalkgehalt und ein feines Polyedergefüge (feinbröcklige Struktur).

In den tiefer gelegenen Bereichen (BS 2) auf Schichten des Unteren Keupers lagert eine tiefgründige Braunerde aus Schluff bis Ton, mit Dolomitsteinbrocken über den quartären Verwitterungslehmen und dem verwitterten Festgestein. Der Humusgehalt reicht bis ca. 0,5 m Tiefe. Im oberflächennahen Ausstrichbereich des Grenzdolomits dünnt die Stärke des humosen Oberbodens beträchtlich aus.

Gesteine des Unteren und Mittleren Keupers

Die verschiedenen Gesteine des Grenzbereichs Unterer/Mittlerer Keuper wurden mit allen Sondierungen angetroffen. In dem schematischen Schichtenprofil der Anlage 5 wurden die mit den Sondierungen angetroffenen Schichten stratigraphisch zugeordnet. Bezogen auf die sichere Grenze Unterer/Mittlerer Keuper = Oberkante Grenzdolomit werden die Sondierergebnisse tabellarisch wie folgt bewertet:

Texttabelle: Höhenlage der Grenze Unterer/Mittlerer Keuper

Sondierung mit Ansatzhöhe		Grenze Unterer/Mittlerer Keuper	
(Nr.)	(m üNN)	(m u. Gel.)	(m üNN)
DPL 1	296,06	ca. 3,50 m	ca. 292,50 ^{x)}
BS 1	296,18	ca. 3,50 m	ca. 292,50 ^{x)}
DPL 2	295,25	ca. 2,60 m	ca. 292,65 ^{x)}
BS 4	296,51	> 2,15 m	< 293,36
DPL 5	293,74	? 2,60 m	? 291,14
DPL 3	294,71	4,20	290,51
DPL 4	290,81		> 290,81 ^{xx)}
BS 2	285,65		> 285,65
BS 3	293,60	2,50	291,10

^{x)} die angegebenen Höhenlagen der Grenze ku/km sind mögliche Maximalwerte.

^{xx)} Diese Sondierung kam wider Erwarten nicht knapp unter Gelände im Grenzdolomit fest. Das Profil wird gedeutet mit etwa 2 m quartären Deckschichten über Unterem Keuper (im Niveau unter dem Grenzdolomit/Drusengelbkalk, s. Anl. 5).

Die vorwiegend tonigen Gesteine des Mittleren Keupers wurden mit den Sondierungen BS 1, 3, 4, DPL 1, 2, 3, 5 angetroffen. Es handelt sich um Ton, Mergel, Tonstein, Mergelstein in halbfester bis fester Konsistenz bzw. als Halbfestgestein. Die Gesteine besitzen Eigenschaften im Grenzbereich von Locker- und Festgestein. Das unmittelbar an der Basis des Mittleren Keupers ursprünglich vorhandene Grundgipslager ist im Baugebiet zum größten Teil abgelaut. Nur mit Sondierung BS 4 wurde unterhalb von 2,05 m Gipsgestein angetroffen in dem das Gestänge bei 2,15 m festsaß. Örtlich muss bei Schachtarbeiten im Bereich der ebenen, höher gelegenen Gebiete mit dem Auftreten von Gipsresten gerechnet werden, deren genaue Abgrenzung mit vertretbarem Aufwand nicht möglich ist.

Durch den Prozess der Gipsablaugung sackt bzw. bricht (in geologischen Zeiträumen) das vorwiegend tonige Deckgebirge nach. Es entstehen Entfestigungen, am besten in Sondierung DPL 3 erkennbar. Andererseits bilden sich weitgehend strukturlose Verbruchmassen mit einem höheren Anteil auch festerer unlöslicher Dolomit- und Kalkanteile (BS 1, 3, 4, DPL 5). Insgesamt handelt es sich um sehr wechselhaft aufgebaute Schichten mit sehr stark schwankender Festigkeit.

Der Grenzdolomit des höchsten Unteren Keupers als festes bis hartes Mergel-, Dolomit-, Kalkgestein von hellbrauner Farbe ist schwer bis sehr schwer zu bohren, eindeutig als Fels zu klassifizieren und bildet zusammen mit den darunter folgenden Drusengelbkalken (Anl. 5) ein etwa 2,0-2,5 m mächtiges Schichtpaket (angebohrt mit DPL 3 und BS 3, sehr wahrscheinlich DPL 5, vgl. Texttabelle).

Die unter dem Grenzdolomit verbreiteten stark verwitterten Gesteine der Oberen Tonstein-Gelbkalkschichten des Unteren Keupers (DPL 4, BS 2) stellen einen rasch wechselnden Schichtverband aus Ton/Tonstein, Mergel/Mergelstein, mit Dolomitmergelsteinlagen dar. Aufgrund der tiefreichenden Verwitterung handelt es sich gleichfalls vorwiegend um „Halbfestgesteine“.

Die Verbreitung der vorstehend beschriebenen Schichten von Unterem und Mittlerem Keuper kann anhand der Längsschnitte (Anl. 2.1-2.3) im Detail verfolgt werden. Abweichungen von der ebenen bis sehr flachen Schichtlagerung konnten nicht nachgewiesen werden. Gleichfalls liefern die Sondierungen keine Anhaltspunkte für das Auftreten größerer Lagerungsstörungen.

Quartäre Deckschichten (Lockerablagerungen)

Lockerablagerungen, abgesehen von oberflächennahen Bodenbildungen, anthropogenen Einflußnahmen und zu quasi Lockerablagerungen entfestigten Keupertonen wurden nur in der Senke längs des Weges zur Sekretariumsmühle angetroffen. Es handelt sich um stark tonigen Verwitterungslehm in steifer bis halbfester Konsistenz mit einem wechselnden Kalkgehalt. Auch in Sondierung DPL 4 ist ein vergleichbares Material im Bereich der obersten 2 Bodenmeter anzunehmen.

5.2 Rammsondierungen, Tragfähigkeit

Wie die Sondierungen mit der Leichten Rammsonde DPL -10 nach DIN 4094 anhand der Schlagzahlen N_{10} des Rammbaren zeigen, weisen die unterschiedlich verwitterten Schichten des Mittleren Keupers (DPL 1, 2, 3, 5) eine sehr verschiedene Lagerungsdichte und damit verbunden stärker wechselnde Scherfestigkeit und Tragfähigkeit auf. Dies ist in erster Linie verursacht durch die Gipsauslaugung und die damit zusammenhängende Gebirgsauflockerung. Hierdurch ergibt sich örtlich eine stark abnehmende Tragfähigkeit zur Tiefe hin, wie in Sondierung DPL 3 sehr deutlich nachgewiesen. Spätestens mit Erreichen des Grenzdolomits steigen die Schlagzahlen sehr deutlich an und belegen sehr gute Trageigenschaften. Unter Ansatz des Rammkriteriums aus der

- Schlagzahl $N_{10} = < 10$ = nicht bis bedingt tragfähiger Baugrund
- Schlagzahl $N_{10} = 10-20$ = bedingt tragfähiger bis tragfähiger Baugrund
- Schlagzahl $N_{10} = > 20$ = tragfähiger bis gut tragfähiger Baugrund

kann die jeweilige Untergrundbeschaffenheit aus den Rammdiagrammen abgeleitet werden (Anl. 2.1-2.3).

6. Grundwasser

In keiner Sondierung oder Bohrung wurde die geschlossene Grundwasserzone erreicht. Auch mit tieferen Abgrabungen in der Größenordnung von 5-8 m wird an keiner Stelle des Baugebietes Grundwasser in nennenswerter Menge angeschnitten. Eine etwas erhöhte Bodenfeuchtigkeit wurde in BS 2 von 3,60-3,70 m festgestellt. Nach einer Woche Standzeit hatte sich im Sohlbereich von DPL 3 etwa 5 cm Wasser/Schlammgemisch gebildet. Es muss also örtlich in Tiefen ab 3 m u. GOK mit schichtgebundenen Bereichen etwas erhöhter Bodenfeuchtigkeit gerechnet werden.

7. Sickerversuch, Durchlässigkeit des Untergrundes

Zu Beginn der Untersuchungen, nach einer Starkregenperiode, war sehr auffällig, dass die z.T. grobgepflügten oder nur dünn bewachsenen Äcker trotz ihres hohen Tongehalts problemlos zu begehen waren. Die kleinkrümelige polyedrisch brechende Struktur des Tons mit einem hohen Anteil an Makroporen erlaubt problemlos die Ableitung des Niederschlagswassers in die Tiefe. Dies wird weiter begünstigt durch die zahlreichen besser wasserleitenden Schichtabschnitte (Gipsablaugungsbereich, Grenzdolomit, Gelbkalkhorizonte) und die Lage des Baugebietes „Point“ etwa 15-25 m über der Vorflut des Moorseebachs im Süden.

Die Durchlässigkeit des Untergrundes wurde an 3 Stellen mittels Sickerversuch festgestellt. Die Versuche wurden als sogenannte open-end-tests im geschlossenen, nur an der Sohle offenen Sickerrohr durchgeführt.

Sickerversuch 1: durchgeführt in Sondierbohrloch BS 2 im quartären Verwitterungslehm, 1,59 m u. Gelände (Ton, schwach schluffig, sehr schwach sandig), 2,00 m Sickerrohr, $r = 0,0115$ m, $\Delta h = 0,027$ m/1800 s

Durchlässigkeitsbeiwert: $k = 1,10 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ bis $4,79 \times 10^{-8} \text{ m/s}$
(je nach Rechenansatz und Messergebnissen)

Sickerversuch 2: durchgeführt in Sondierbohrloch BS 2 im Unteren Keuper,
1,95 m u. Gelände, (Dolomitmergel, Dolomitmergelstein),
2,00 m Sickerrohr, $r = 0,0115 \text{ m}$, $Q = 950-1100 \text{ l/60 s}$

Durchlässigkeitsbeiwert: $k = 6,56 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Sickerversuch 3: durchgeführt 3 m neben BS 2, 10 cm unter GOK in der Bodenbildung
(Ton - Schluff, deutliches Krümelgefüge und Makroporen), 0,19 m
Sickerrohr, $r = 0,05 \text{ m}$, $\Delta h = 0,143 \text{ m/2700 s}$

Durchlässigkeitsbeiwert: $k = 6,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Die Versuchsergebnisse zeigen, dass bereits kleinräumig sowohl vertikal wie horizontal beträchtliche Schwankungen der Durchlässigkeit auftreten. Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert in Versuch 3 darf als repräsentativ für die oberflächennahen Schichten innerhalb des Baugebietes Point angesehen werden. Nahe der Erdoberfläche ist somit (gemessen an den Vorgaben des ATV Arbeitsblattes A-138) eine Errichtung von Versickerungsanlagen gerade noch möglich.

Im Bereich der Sondierung BS 2 ist gemäß Bebauungsplan eine Retentionsfläche für Oberflächenwasser vorgesehen. Die hier vorhandenen quartären Verwitterungslehme in den obersten zwei Bodenmetern aus stark zähplastischem tonigem Boden sind gemäß Sickerversuch gering durchlässig. Eine Versickerung ist hier in Oberflächennähe zur Tiefe hin sehr eingeschränkt. Wird dagegen der quartäre Lehm nach unten durchstoßen, so werden ab etwa 2 m unter Gelände verwitterte Dolomitmergelsteine des Unteren Keupers angeschnitten in denen gemäß Sickerversuch 2 eine wesentlich höhere Durchlässigkeit angetroffen wird.

8. Bodenklassen

Nach DIN 18300 und DIN 18196 sind die hier anzutreffenden Böden (abgesehen von Mutterboden, Oberboden) hinsichtlich Lösen, Fördern, Laden und weiterer Verwendung zumindest in den obersten zwei Bodenmetern einzustufen in die

Bodenklasse 4 (mittelschwer lösbbare Bodenarten, DIN 18300)

Gemäß der Klassifikation für bautechnische Zwecke handelt es sich um ein Material der

Bodengruppe TM, mittelplastische Tone

Zur Tiefe hin ergeben sich örtlich beträchtliche Materialwechsel. Sowohl tonige Gesteine mit einem stärker mineralischen Kornzusammenhalt als auch brockig-blockige Partien mit größerer Gesteinshärte erfordern eine Einstufung in

Bodenklasse 5 (schwer lösbar Bodenarten), bis
Bodenklasse 6 (leicht lösbarer Fels)

Es wird für zweckmäßig angesehen, die Bodenklassen 5 und 6 zusammenzufassen da die Übergänge fließend sind und keine grundlegenden erdbautechnischen Unterschiede bestehen zwischen einem verwitterten mergeligen Keuperton mit mehr als 30 Gew.-% Steinen über 63 mm Größe (Klasse 5) und einem dolomitischen Mergelstein mit gebundenem mineralischen Zusammenhalt, aber bröckeliger Struktur (Klasse 6).

Festere Massen, die in Kanal- und Leitungsgräben nur durch Meißeln zu lösen sind, müssen einkalkuliert werden ohne dass an dieser Stelle eine genauere räumliche Abgrenzung vorgenommen werden kann. Dieses Material der

Bodenklasse 7 (schwer lösbarer Fels)

kann als fester Gipsstein lokal nicht ausgeschlossen werden. Auch der darunter lagernde Grenzdolomit des höchsten Unteren Keupers kann bei Antreffen fester, kompakter Kalk-Dolomitsteinplatten größere Schwierigkeiten bereiten.

9. Bodenkennwerte

Bei erdstatischen Berechnungen können für die tonigen Verwitterungsmassen und die verwitterten Keupertone und -mergel folgende Kennwerte angesetzt werden:

Bodengruppe (DIN 18196):	TM (mittelplastische Tone)
Konsistenz:	steif-halbfest, nach unten fest, bei Sicker-Schichtwasser weich
Feuchtwichte, steif/halbfest:	19,0/20,0 kN/m ³
Wichte u. Auftrieb, steif/halbfest:	9,0/10,0 kN/m ³
Steifeziffer, steif/halbfest:	4/8 MN/m ²
Scherfestigkeit, Reibungswinkel φ' :	25°
Scherfestigkeit, Kohäsion c' :	15 kN/m ²

Das Material besitzt eine geringe Scherfestigkeit, eine schlechte Verdichtungsfähigkeit, eine mittlere bis große Zusammendrückbarkeit, eine geringe Durchlässigkeit und eine mittlere Frostempfindlichkeit (F 2). Es ist als Baugrund für Gründungen brauchbar, als Baustoff für Straßen mäßig brauchbar bis unbrauchbar, als Baustoff für Erddämme und Dichtungen gut geeignet, als Material für Stützkörper ungeeignet.

10. Grundbautechnische Empfehlungen für den Kanal- und Straßenbau

Die Erdarbeiten zur Erschließung des Baugebietes „Point“ greifen, wie in Kapitel 5 beschrieben, in verschiedenartige Locker-, Halbfest- und Festgesteine ein. Stark vorherrschend ist ein Material der Bodenklasse 4 mit Ton als Hauptkomponente in zumeist halbfester Konsistenz. Davon abweichend ist bei tieferen Eingriffen in den Untergrund und im Bereich der etwas steiler geneigten Flächen mit verschiedenen festeren Gesteinen (Kalk-, Dolomit- und Gipsstein) zu rechnen. Grundwasser wird nicht angetroffen.

Kanalgraben

Der Kanalgraben ist im Schutz eines verformungsfreien mechanischen Verbausystems (Gleitschienenverbau, Großflächenverbau) auszuheben. Beim Einbau ist dafür Sorge zu tragen, dass der Boden hinter den Verbautafeln möglichst nicht nachbrechen kann. Aufgrund der sehr verschiedenartigen Gesteine und wechselnder Lagerungsdichte (siehe Rammsondierungen) sind senkrechte Abgrabungen nicht immer standfest und Ablösungen von den Wänden, Nachbrüche sind zu erwarten. Gleichfalls ist ein senkrecht abgraben auch wegen verbreiteter Steineinlagerungen und teilweise auftretender sehr fester Felslagen nicht immer gewährleistet, deren Lösen zu Auflockerungen führt. Weitreichende Setzungen und Verformungen im Zuge der Arbeiten sind bei den hier anstehenden Bodenarten auszuschließen. Hinweise auf großflächige Gipslösung und Karstphänomene die mit einem Versagen des Untergrundes oder einem nicht kontrollierbaren Verlust der Bettung verbunden sind werden nicht erwartet. Auf die Besonderheiten in der Nordecke des Baugebietes (Kap. 5.1, Anl. 2.3) wird hingewiesen.

Das Rohraufleger ist weitgehend glatt herzustellen. Hierbei kann es aufgrund des zur Tiefe deutlich zunehmenden Steinanteils und des in Teilbereichen zu erwartenden Felsanschnitts örtlich zu beträchtlichen Schwierigkeiten kommen. Notwendige Arbeiten in diesen Bereichen erfordern ein entsprechend leistungsfähiges Gerät und bei Böden der Felsklassen 6 und 7 auch einen Meißeleinsatz. Nach dem Lösen von Block- und Felsgestein sind Fehlhöhen im Auflagerbereich durch eine verdichtete Ausgleichsschicht nach Erfordernis unter dem Magerbeton des Rohrauflegers zu überbrücken.

Abzuleiten aus den Ergebnissen der Rammsondierungen nimmt die Lagerungsdichte in Teilbereichen zur Tiefe hin ab (Anl. 4.2, 4.3). Es kann deshalb die Erfordernis für eine zusätzliche Stabilisierung im Rohrauflegerbereich nicht in jedem Fall vorab ausgeschlossen werden. Zumindest ist in kritischen Bereichen eine Nachverdichtung des Erdplanums vorzunehmen. Im Zweifelsfall ist die Grabensohle zur Festlegung notwendiger Zusatzmaßnahmen vom Baugrundgutachter vor Ort in Augenschein zu nehmen.

Da vor allem in den Übergangsbereichen der Trassen von den tiefer gelegenen Gebieten zu den morphologisch höher liegenden Haltungen durch einen verbreitet starken Konsistenz- und Materialwechsel eine Gefahr für die Stabilität der zu verlegenden Kanalrohre besteht, empfehlen wir auf der gesamten Strecke eine Verlegung der Rohre auf einem hinreichend bemessenen Magerbetonaufleger. Hierdurch werden Verformungsbeträge aus Setzungen durch Überschüttung und Verkehrslasten in vergleichbaren Größenordnungen gehalten.

Nach Verlegung der Rohrleitung ist deren Einbettung in steinfreien Füllsand oder Mineralbeton 0/16 mm vorzunehmen, der bis 0,3 m über OK Rohrscheitel eingebracht wird und vor allem im Kämpferbereich über kleine Plattenrüttler vorsichtig zu verdichten ist. Das im Baubereich vorhandene Material kann zur Einbettung der Rohre in keinem Fall verwendet werden.

Ohne zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen ist das vorhandene Material für den restlichen Wiedereinbau unter Verdichtungsleistung schlecht geeignet. Hier wird für wiederherzustellende Verkehrsflächen das Aussetzen des Materials gegen nichtbindige gut verdichtungsfähige Massen von vorn herein empfohlen. Der Überschussboden ist nach seiner Zusammensetzung für den Wiedereinbau in die Rohrgrabenstrasse lediglich in

solchen Haltungslängen geeignet, die keine Ansprüche an eine setzungsarme oder setzungsfreie Verfüllung stellen. Alle andere Haltungslängen sind für einen kompletten Bodenaustausch vorzusehen. Im Zweifelsfall sollte das zu verwendende Material vom Gutachter vor Einbau überprüft werden. Die Kanalgrabenverfüllung ist lagenweise zu verdichten. Die obersten 50 cm der Verfüllung unter dem Straßenplanum sind ausschließlich aus kiesig-sandigen Bodenarten oder klassiertem Felsbruchmaterial aufzubauen. In diesem Material ist ein Verdichtungsgrad von 100 % der Proctordichte zu erreichen und als Verdichtungsziel für die Oberkante der letzten Einbaulage (Rohplanum der Straße) ist ein aus dem Plattendruckversuch abgeleiteter Verformungsmodul mit $E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$ anzusetzen.

Ergänzend wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass nicht von vornherein das Eingreifen von Betonbauwerken in sulfatreiche Bodenschichten vollständig ausgeschlossen werden kann. Sofern Beton in massive Gipsbereiche einbindet ist eine Bewertung des Bodens als „stark angreifend“ maßgebend und ein Zement mit hohem Sulfatwiderstand ist zu verwenden.

Straßenbau

Es kann davon ausgegangen werden, dass das natürliche Erdrohplanum nach Verdichtung bei den anstehenden tonigen Bodenarten ausreichend tragfähig ist. Der üblicherweise auch bei bindigen Böden auf dem Planum geforderte Verformungsmodul (aus dem Plattendruckversuch) von 45 MN/m^2 ist z. T. nur schwer erreichbar. Soweit sich die natürlichen Wassergehalte in einer Bandbreite von 10-20 Gew.-% bewegen, verbunden mit einem Porenanteil von 30-36%, ist ein Verformungsmodul von $20 < E_{v2} < 45$ hinreichend. Niederschlagswasser darf auf dem Erdrohplanum nicht abflußlos länger stehen und im Abfluß keine Erosionsschäden verursachen.

Weiche und nicht verdichtungsfähige Böden mit zu hohem Wassergehalt müssen vor Einbau der Frostschutzschicht ausgetauscht (Bodenverbesserung) werden. Die Mächtigkeit eines gegebenenfalls erforderlichen Austausches zur Bodenverbesserung ist der jeweils vorhandenen Konsistenz des Untergrundes anzupassen. Bei weicher Konsistenz ist ein Mindeststärke von 30 cm zu veranschlagen. Für einen Bodenaustausch sollte Schottermaterial/Felsklein der Körnung 10/120 mm verwendet werden, lagenweise eingebaut und verdichtet bis 100 % der einfachen Proctordichte.

Es wird empfohlen, bei weichen, tonig-schluffigen Böden im Bereich des Rohplanums zur dauerhaften Trennung der Feinteile des Lehmbodens im Untergrund vor Aufbau der Stabilisierungsschicht ein filterstabiles Geotextil auf dem Erdplanum zu verlegen. Sämtliche bindigen Böden im Plangebiet werden als frostempfindlich, F 2, bis sehr frostempfindlich, F3, klassifiziert. Im gesamten Baubereich sind deshalb entsprechende Frostschutzmaßnahmen erforderlich was die Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus betrifft.

Die witterungsempfindlichen Böden lassen sich nur bei einem Wassergehalt im Bereich des optimalen Wassergehalts direkt als Dammschüttmaterial verwenden. Da dies meistens nicht der Fall ist, sollte die Notwendigkeit einer Bodenverbesserung im Zuge einer Wiederverwendung des Bodens als Schüttmaterial für qualifizierte Dämme einkalkuliert werden oder der Überschußboden ausgesetzt werden. Sofern der verbreitete tonig-schluffige Lehm zu naß ist, kann er nicht verdichtet werden. Wenn der hier vorhandene

Boden für größere Schüttungen verwendet werden soll, empfehlen wir vorher eine genaue Untersuchung der betreffenden Massen mittels Wassergehaltsbestimmungen und Proctorversuch durch den Gutachter um Einbaukriterien, Verdichtungsart und notwendige Verbesserungen genau festlegen zu können.

Wir weisen abschließend darauf hin, daß die hier anzutreffenden Böden durch eine Erhöhung des Wassergehalts hinsichtlich Tragfähigkeit und Standfestigkeit verschlechtert werden. Hierdurch können Setzungen aktiviert werden und Schäden auftreten.

Nach Zuschlagserteilung für die Erdarbeiten bieten wir von unserer Seite gern ein Baustellen-Einweisungsgespräch mit dem Unternehmer zur nochmaligen Erläuterung der untergrundbezogenen Besonderheiten dieser Baumaßnahme an.

U. Brünig 25.3.2002

Dr. Ulrich Brünig, Dipl.-Geol. BDG
Büro für angewandte Geowissenschaften
Am Trieb 6 · 97291 Thüngersheim
Tel. 09364/79112 · Fax 09364/896369

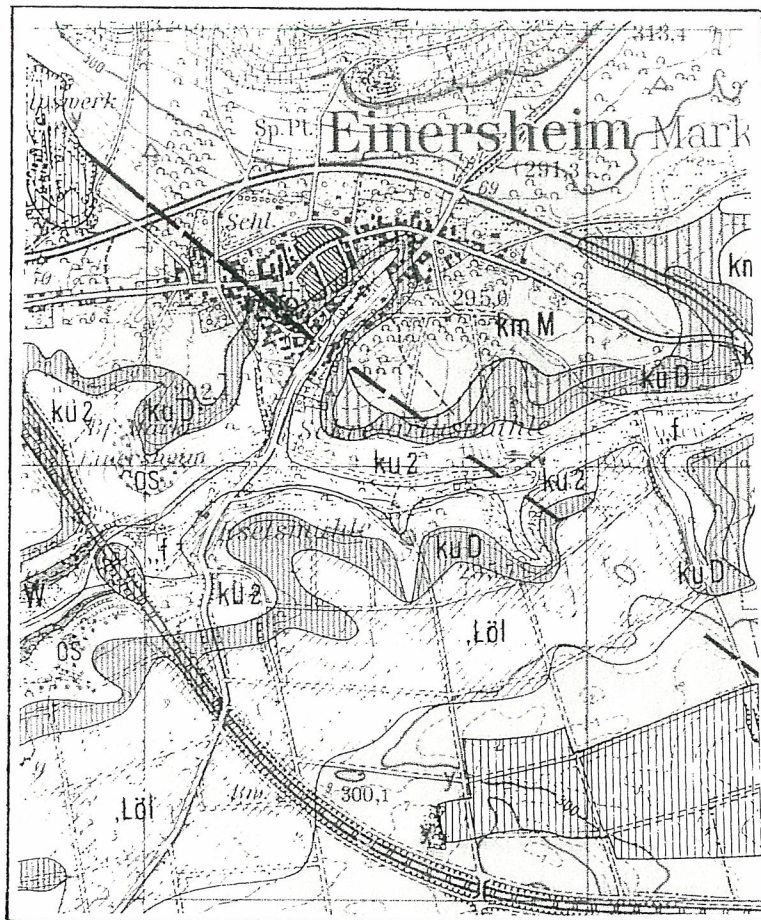


Dr. Ulrich Brüning
 Büro für angewandte Geowissenschaften

Markt Einersheim – Baugebiet „Point“

Lageplan, Katasterkarte (Stand 1953)
 mit Topographie und Höhenlinien,
 mit Quergliederung (Höherrücken und
 Senke) des Baugebietes Point,
 Bodensenkungen/Gipsabbaubereiche
 im nördlich anschließenden Gebiet,
 ? : heute nicht vorhandener Hügel
 in der Nordecke des Baugebietes,
 Vorflut des Moorseebachs im Süden,
 M = 1:2500

Proj.-Nr. 01/02/50 20.3.2002



Geologische Karte von Bayern 1:25000 (vergrößert auf 1:12500) Blatt Nr.6327
Markt Einersheim (Ausschnitt der Umgebung von Markt Einersheim)

Es bedeuten auf der Kartendarstellung:

- „f : Quartär (Holozän); junge vorwiegend bindige
Lockerablagerungen im Tal des Moorseebachs
- kmM : Mittlerer Keuper; Myophorienschichten, mergeliger Tonstein,
an der Basis das im Baugebiet Point verbreitet abgelagerte Grundgipslager
- kuD : Unterer Keuper; Grenzdolomit, Kalkstein, dolomitisch, Dolomitstein;
z.T. Verbreitung unter dünnen Resten der Myophorienschichten angedeutet
- ku2 : Unterer Keuper; Obere Tonstein-Gelbkalkschichten,
Ton-, Mergelstein mit Kalk-Dolomitstein-Zwischenlagen

nennenswerte quartäre Deckschichten sind im Bereich des Baugebietes Point nicht dargestellt;
die dick gestrichelte schwarze Linie stellt eine vermutete Lagerungsstörung dar, die das Baugebiet Point randlich streift, bei den Untersuchungen aber nicht genauer nachgewiesen werden konnte.

Erläuterungen zu Anl. 2.1-2.3 (Darstellung der Tiefenprofile)

Hauptbestandteile:

X	Steine
G	Kieskorn
S	Sand
U	Schluff
T	Ton (auch zersetzter Tonstein)
M	Mergel (Mischung von Ton und kalkiger Komponente)
Dm	Dolomitmergel
Tst	Tonstein
Mst	Mergelstein
Kmst	Kalkmergelstein
Dst	Dolomitstein
Gyst	Gipsstein
Mu	Mutterboden, Oberboden

Nebenbestandteile:

t	tonig
m	mergelig (tonig und kalkig)
u	schluffig
s	sandig (fs, ms, gs: fein-, mittel-, grobsandig; ffs: feinstsandig, gli: glimmerig)
g	kiesig (fg: feinkiesig)
x	steinig
h	humos, organische Bestandteile
'(t)	„schwach“, z.B. schwach tonig; entspr. bei anderen Nebenbestandteilen
-(t)	„stark“, z.B. stark tonig; entspr. bei anderen Nebenbestandteilen

Bodengruppen (DIN 18196)

OT	Tone mit organischen Beimengungen
UL	leicht plastischer Schluff
UM	mittelplastischer Schluff
TM	mittelplastischer Ton
GU, G \bar{U}	Kies-Schluff-Gemisch
GT, G \bar{T}	Kies-Ton-Gemisch
ST	Sand-Ton-Gemisch

Bodenklassen (DIN 18300)

1: Oberboden, Mutterboden; 3: leicht lösbare Bodenarten; 4: mittelschwer lösbare Bodenarten
5: schwer lösbare Bodenarten; 6: leicht lösbarer Fels; 7: schwer lösbarer Fels

Konsistenz bindiger Böden (neben den Profilsäulen):

fest		halbfest - fest	
halbfest		steif - halbfest	
steif	⋮		