

IfU GmbH · Am Bahnhof 1 · 90571 Schwaig

☎: 0911/ 95 381 - 0
Fax: 0911/ 95 381 - 20

GEV Grundstücksgesellschaft
Herzogenaurach mbH & Co. KG
Adi-Dassler-Str: 1-2

91074 Herzogenaurach

04.02.2003 kl
Az: A 207653

Herzo-Base Gesamtgebiet

**Bauwerke,
Straßen- und Kanalerschließung**

Baugrundgutachten

Auftraggeber:	Behringer & Dittmann GmbH Kreuzsteinweg 1 c, 90765 Fürth für: GEV Grundstücksgesellschaft Herzogenaurach mbH & Co. KG Adi-Dassler-Str: 1-2 91074 Herzogenaurach
Auftragnehmer:	IfU GmbH Am Bahnhof 1 90571 Schwaig
Projektleitung AN:	Dipl.-Geol. R. Klaus
Fertigstellung:	Februar 2003
Verteiler:	GEV GmbH; (3-fach) Fa. Behringer & Dittmann GmbH

Raiffeisenbank Nbg. e.G. Kto.-Nr. 65 900
Sparkasse Nbg. Kto.-Nr. 380 189 100
Geschäftsführer: Dipl.-Geol. Reinhard Klaus, BDG
Industrie- und Handelskammer Nbg. 15803280481
Handelsregister Nbg. HR B 93 16

BLZ 760 606 18
BLZ 760 502 10

Inhaltsverzeichnis

Seite

Anlagenverzeichnis	3
1. Vorgang	4
2. Örtliche Verhältnisse	4
3. Baumaßnahme	5
3.1 Tiefbau-Leitungen	5
3.2 Tiefbau-Bauwerke	6
3.3 Hochbau	7
4. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse	8
4.1 Geologische Verhältnisse	8
4.2 Hydrogeologische Verhältnisse	8
5. Untersuchungen	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Untergrundverhältnisse	9
5.2.1 Bohrungen	9
5.2.2 Sondierungen	10
5.3 Grund- und Schichtwasserverhältnisse	11
5.4 Wasseranalysen nach DIN 4030 (Betonagressivität)	11
5.4.1 Analyse	11
5.4.2 Bewertung der Ergebnisse	12
6. Bodenkennwerte, Bodenklassifikation	17
6.1 Bodenkennwerte	17
6.2 Bodenklassifikation	17
7. Bebauung	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Bauabschnitt BA I, Öffentliches Plateau (Hotel etc.), Gewerbegebiet - Nord	18
7.2.1 Nicht unterkellerte Gebäude	18
7.2.2 Unterkellerte Gebäude	20
7.3 Bauabschnitt BA II + III, Gewerbegebiet - Süd	20
7.3.1 Nicht unterkellerte Gebäude	20
7.3.2 Unterkellerte Gebäude	21
7.4 Schutz der Gebäude gegen Wasser	21
7.5 Bauausführung	22
7.6 Versickerung von Oberflächenwasser	23
8. Regenrückhaltebecken	24
8.1 Allgemeines	24
9. Kanalbauwerke	25
9.1 Allgemeines	25
9.2 Baugrubensicherung, Wasserhaltung	25
9.3 Gründung, Rohrbettung	26
9.4 Verfüllung der Kanalgräben/Baugrube	26
9.5 Bodenklassifikation	27
10. Straße	27
10.1 Frostsicherheit des Erdplanums	27
10.2 Beurteilung der Tragfähigkeit des Planums	27
10.3 Bodenklassifikation	28
11. Zusammenfassung	29

Anlagenverzeichnis

Anlagengruppe 1

Anlage 1.1	Lageplan	1:2500
Anlage 1.2	Grundwassergleichenplan [müNN]	1:2500
Anlage 1.3	Grundwasserflurabstände [muGOK]	1:2500
Anlage 1.4	Tiefenlage Fels [muGOK]	1:2500

Anlagengruppe 2

Schichtenverzeichnisse der Bohrungen, Bohrprofile	1:50
--	------

Anlagengruppe 3

Rammdiagramme, Schwere Rammsonde DPH-15 nach DIN 4094	1:50
---	------

Anlagengruppe 4

Anlage 4.1	Geländeschnitte	A+C	1:100/1000
Anlage 4.2	Geländeschnitte	E-J	1:100/1000
Anlage 4.2	Geländeschnitt	K	1:100/1000

Anlagengruppe 5

Chemische Analysen nach DIN 4030, Betonaggressivität

1. Vorgang

Die GEV Grundstücksgesellschaft Herzogenaurach mbH & Co. KG plant die Bebauung des ehemaligen Herzo Base Geländes. Auf dem ca.114 ha großen Areal sollen Flächen für Siedlung, Gewerbe und den Firmenstandort von adidas-salomon geschaffen werden.

Die IfU GmbH wurde mit der Erstellung eines Baugrundgutachtens für dieses Bauprojekt beauftragt.

Zur Gutachtenerstellung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan von IB Gauff, Stand 12/02, als dwg-Datei
- Kanalprofile, BA 1, BA 2, Schmutzwasserkanal SW2, Nord-Süd
- Lagepläne mit Kanalerschließung BA1, BA2, SW2
- Verkehrsanlagen, Höhenplan, Haupteerschließung West
- Verkehrsanlagen, Ausbauquerschnitt, Haupteerschließung + Anbindung Herzo Base
- Lageplan RRR BA1 – BA3 als Vorentwurf
- Hydrogeologisches Gutachten von Prof. Dr. Roßner, Erlangen (5/94)
- Baugrundgutachten „Golfplatz Herzobase“ von Geopraxis (02/01)

2. Örtliche Verhältnisse

Das zu erschließende und zu bebauende Gelände erstreckt sich grob zwischen dem WOS (world of sports) im Norden und der Kreisstraße im Süden. Östlich verläuft die Grenze entlang des Industriegebietes Kuhwasen. Das Gelände fällt flach nach Südosten ab. Die Geländehöhen liegen zwischen 332 müNN im Nordwesten und 316 müNN im Südosten.

1934 begann die Errichtung eines NS-Fliegerhorstes auf dem Gelände. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde dieser als "Herzo Base" von den amerikanischen Streitkräften genutzt (bis 1992). Ein Großteil der Fläche wurde in den letzten Jahren als Golfplatz genutzt.

Die Lage des Geländes kann dem Lageplan der Anlage 1.1 entnommen werden.

3. Baumaßnahme

Die geplanten Maßnahmen sind nachfolgend tabellarisch aufgelistet.

3.1 Tiefbau-Leitungen

Bereich/Gebiet/Straßen	Gepl. Leitungen/Bauwerke mit zu erwartenden Tiefen in m (Kanal=Sohle)		
	SW-Kanal (DN 250)	RW-Kanal (DN 300 - 1000)	Wasser (DN 100 - 200)
ERH 3	x (3,6-4,2)	-	x (1,5)
Haupterschließungsstraße bis Hotel	- (nur Stich zu Hotel) (2,5)	- (nur Stich zu Hotel) DN 500 (2,2)	x (1,5)
Hotel bis Gewerbe Nord/FIS	-	-	x (1,5)
Los 1 (SW), West nach Ost	x (4,2-3,2)	-	-
Los 2 (SW) / Bereich ERH 25 - BA 1	x (3,2)	-	-
Wohngebiet BA 1			
Sammelstraße S1 (Nord und Süd)	x (nur Süd) (2,8)	x (nur Süd) DN 400-600 (2,8)	x (1,5)
Sammelstraße S2 (Nord und Süd)	x (nur Süd) (2,8)	x (nur Süd) DN 800-1000 (2,8)	x (1,5)
Straßen H1, W1 bis W7	x (2,5)	x DN 300-400(2,2)	x (1,5)
Wohngebiet BA 2			
Sammelstraße S3 (Nord und Süd)	x (nur Süd) (2,8)	x (nur Süd) DN 400-800 (2,8)	x (1,5)
Sammelstraße S4 (Nord und Süd)	x (nur Süd) (2,8)	x (nur Süd) DN 800-1000 (2,8)	x (1,5)
Straßen H2, W8 bis W15	x (2,5)	x DN 300-400(2,2)	x (1,5)
Wohngebiet BA 3			
Sammelstraße S5 (Nord und Süd)	x (nur Süd) (2,8)	x (nur Süd) DN 400-800 (2,8)	x (1,5)
Sammelstraße S6 (Nord und Süd)	x (nur Süd) (2,8)	x (nur Süd) DN 800-1000 (2,8)	x (1,5)
Straßen H3, W16 bis W26	x (2,5)	x DN 300-400(2,2)	x (1,5)

	SW-Kanal (DN 250)	RW-Kanal (DN 300 - 1000)	Wasser (DN 100 - 200)
Erschließungsstraße Süd	-	-	x (evtl.) (1,5)
Erschließungsstr. Süd "Alternative"	-	-	x (evtl.) (1,5)
Gewerbegebiet Nord und FIS Straßen G1 bis G5	x (2,8)	x DN 300-800(2,5) DN 800 nur G5"Süd"	x

3.2 Tiefbau-Bauwerke

Regenrückhaltebecken als Erdbauwerke	zu erwartende Tiefe bis Sohle in m	zu erwartende Fläche in m2 (1:3 Böschung angen.)
Wohngebiet		
RRR BA 1	2,8-3,0	2200 (Außen), 1200 (WSP)
RRR BA 2	2,8-3,0	2200 (Außen), 1200 (WSP)
RRR BA 3	2,8-3,0	2200 (Außen), 1200 (WSP)
Gewerbe Nord		
RRR G1	2,8-3,0	1000 (Außen), 650 (WSP)
RRR G2	2,8-3,0	1400 (Außen), 950 (WSP)
Gewerbe Süd	keine Angaben	
RRR Gewerbe Süd	keine Angaben	
Entwässerungsgraben für RRR	zu erwartende Länge in m	zu erwartende Tiefe in m
Bereich für Wohngebiet	500	2,3-2,5
Bereich für Gewerbe Nord	150	2,3-2,5

3.3 Hochbau

Bereich/Gebiet	Art der Bebauung
Hotel	vermutlich mehrgeschossig, unterkellert (angenommen)
Wohngebiet BA 1 Wohngebiet BA 2 Wohngebiet BA 3	Wohnbebauung mit 2 Vollgeschossen nicht bekannt, da Bauleitplan noch nicht vorhanden nicht bekannt, da Bauleitplan noch nicht vorhanden
Gewerbegebiet Süd	nicht bekannt, da Bauleitplan noch nicht vorhanden
Gewerbegebiet Nord	nicht bekannt, da Bauleitplan noch nicht vorhanden

Sämtliche Maßnahmen können dem Lageplan der Anlage 1.1 entnommen werden.

4. Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

4.1 Geologische Verhältnisse

Nach der geologischen Karte von Nürnberg-Fürth-Erlangen im Maßstab 1 : 50.000 liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich von nahezu horizontal gelagerten **Sand- und Tonsteinen** des Coburger Sandsteins am Übergang zum Burgsandstein. Diese Abfolgen gehören zum Schichtglied des Mittleren Keupers. Der Coburger Sandstein besteht aus fein- bis mittelkörnigen, grauen, weißlichen Sandsteinen mit wechselnder Festigkeit. Der über dem Coburger Sandstein folgende Untere Burgsandstein beginnt mit den sog. Basisletten, einer 2-6 m mächtigen Abfolge aus grünen bis roten Tonen bzw. Tonsteinen mit zwischen geschalteten Sandstein- und Steinmergellagen. Der Untere Burgsandstein im eigentlichen Sinn besteht wiederum aus einem fein- bis mittelkörnigen, meist mürben Sandstein mit hellgrauer und hellroter Farbe.

Die Basisletten wirken als Grundwasserstauer und können lokal stockwerkstrennend wirken, sofern sie länger horizontal aushaltend sind.

Eine ausführliche Beschreibung der geologischen Verhältnisse findet sich in den Erläuterungen zur o.g. Geologischen Karte.

4.2 Hydrogeologische Verhältnisse

Nach ROSSNER (1994) wird die Hydrogeologie für das Herzo-Base bestimmt durch den Kluft/Poren-Grundwasserleiter des Blasensandsteins. Der Grundwasserspiegel ergibt sich hier bei 305 – 307 müNN. Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers beträgt 22 - 24 m.

Über diesem Hauptgrundwasserkörper sind zwei Grundwasserkörper mit geringen Grundwassermächtigkeiten ausgebildet.

1) Grundwasserstockwerk im Kluft-Grundwasserleiter des Coburger Sandsteins über den Basisletten.

2) das Grundwasserstockwerk im Unteren Burgsandstein. Wegen des Vorherrschen von Tonen ist nur ein geringes Kluft- und Porenvolumen anzunehmen. Die Ergiebigkeit ist gering, es werden hieraus aber offensichtlich die Weiher am Kuhwasen gespeist.

Die Grundwasserströmung wird bestimmt durch die Höhenlage des Grundwasserspiegels. Das Grundwassergefälle verläuft in südöstlicher Richtung.

5. Untersuchungen

5.1 Allgemeines

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden 60 Bohrungen mit einem Kernbohrgerät und insgesamt 30 Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH-15) abgeteuft. Die Untersuchungen wurden durch vier Schürfgruben, die mit einem Hydraulikbagger angelegt wurden, ergänzt.

Die Untersuchungen für das adidas-factory-outlet-store sind zur Interpretation der gesamtgeologischen Situation ebenfalls berücksichtigt.

Die Erkundungspunkte wurden gleichmäßig über das gesamte Planungsgelände verteilt.

Die Lage der Untersuchungspunkte kann der Anlage 1.1, die Ergebnisse der Untersuchungen den Anlagengruppen 2 bis 4 entnommen werden. Bezeichnet sind die Bohrungen mit B (x), die Sondierungen mit DPH (x) oder S (x). Die Bohrungen B4, B13, B23, B31, B47, B54 sind als Grundwassermessstellen ausgebaut.

Die Ansatzpunkte wurden höhen- und lagemäßig eingemessen und auf NN bezogen.

5.2 Untergrundverhältnisse

5.2.1 Bohrungen

Nach den Untersuchungsergebnissen stehen im Bereich des Planungsgeländes unter einer oberen Mutterbodenschicht von etwa 20 cm Stärke zunächst Gemenge aus Sand, Schluff und Ton an. Dabei handelt es sich um die Verwitterungsprodukte der anstehenden Keupergesteine. Die Konsistenz innerhalb der **Deckschicht** ist weich bis steif. In den sandigen Lagen ist die Lagerungsdichte locker bis mitteldicht. Teilweise treten auch relativ gering mächtige anthropogene Auffüllungen auf. Die Mächtigkeit der Deckschicht beträgt ca. 1 – 1,5 m.

Unterhalb der Deckschicht folgen mindestens halfeste Tone, Tonsteine, Sande und Sandsteine. Im nördlichen Untersuchungsgebiet dominieren die mittelkörnigen Sande und Sandsteine, die immer wieder von Tonlagen unterbrochen werden. Die Sandsteine haben eine überwiegend mürbe bis mittelharte Kornbindung. Teilweise treten aber auch harte Lagen auf. Vereinzelt sind Quaken eingelagert. Die Verwitterungsbildung des Sandsteines ist sehr wechselnd. Die Oberkante Fels variiert zwischen 1,5 und 5 m unter Gelände (siehe auch Bild 2 und Tabelle 1)

Im Südlichen Untersuchungsgebiet treten überwiegend Tone und Tonsteine auf, die von Sandsteinbänken unterbrochen werden. Die mittelplastischen Tone (TM) weisen überwiegend eine halfeste bis feste Konsistenz auf. Bei den aufgeschlossenen Schichten handelt es sich vermutlich um die Basisletten des Unteren Burgsandsteins.

5.2.2 Sondierungen

Neben den Bohrungen wurden die Ergebnisse der Rammsondierungen als Widerstandskurven in Abhängigkeit zur Tiefe aufgetragen. Zum Einsatz kam die schwere Rammsonde DPH-15 nach DIN 4094. Aufgetragen ist die Schlagzahl pro 10 cm Eindringtiefe. Aus den Schlagzahlwerten kann eine entsprechende Festigkeit der Böden abgeleitet werden. Außerdem sind bei dieser Sonde auch die unterschiedlichen Bodenfestigkeiten sehr deutlich zu erkennen.

Bei den anstehenden Böden kann erfahrungsgemäß mit der schweren Rammsonde in Abhängigkeit von der Schlagzahl von folgender Festigkeit ausgegangen werden.

Sand

Schlagzahl	Lagerungsdichte
-------------------	------------------------

0 - 1	sehr locker
1 - 4	locker
4 - 13	mitteldicht
13 - 24	dicht
> 24	sehr dicht

Ton	
Schlagzahl	Konsistenz
1 - 2	weich
3 - 5	steif
6 - 8	halbfest
> 8	fest

Schlagzahlen > 100 schließen auf mindestens mürben Sandstein oder Tonstein hin. Die Sondiertiefen betragen im Mittel 3 - 4 m.

5.3 Grund- und Schichtwasserverhältnisse

In der Tabelle 1 sind die im Zeitraum zwischen August und Oktober 2002 gemessenen Grundwasserstände aufgetragen. Die Flurabstände liegen zwischen 1 und 5 m unter Gelände und können lokal stark schwanken. Ursächlich hierfür ist die unterschiedliche Verwitterungsbildung des Sandsteins sowie die extrem geringe Durchlässigkeit der tonigen Schichten. In zahlreichen Bohrungen wurde auch kein Wasser festgestellt. Dies betraf überwiegend Bohrungen im südlichen Geländebereich, in denen ausschließlich Ton anstand. Die Ergiebigkeit des Grundwasser ist im Ton als gering einzustufen. In den sandigen Sedimenten oder in Ton/Sand Wechsellagerungen sind deutlich höhere Ergiebigkeiten zu erwarten.

Anhand der Grundwassergleichen (siehe Anlage 1.2) lässt sich erkennen, dass das Grundwassergefälle analog der Topographie nach Südosten gerichtet ist.

5.4 Wasseranalysen nach DIN 4030 (Betonaggressivität)

5.4.1 Analyse

Das Grundwasser wurde in sechs Bohrungen hinsichtlich Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Die Ergebnisse können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Die Wasserproben wurden am 09.10.02 entnommen.

Bohrung	Tiefe u. GOK [m]	CO₂ [mg/l]	Beurteilung n. DIN 4030
B 4	3,50	18	schwach betonangreifend
B 13	5,00	42	stark betonangreifend
B 23	2,50	53	stark betonangreifend
B 31	3,00	40	stark betonangreifend
B 47	3,50	11	nicht betonangreifend
B 54	4,00	14	nicht betonangreifend

Grenzwerte kalklösender Kohlensäure

Konzentration [mg/l]	Angriffsgrad n. DIN 4030	Angriffsgrad n. DIN 1045-1
15 – 40 mg/l	schwach angreifend	schwach angreifend
> 40 - 100 mg/l	stark angreifend	mäßig angreifend
> 100 mg/l	sehr stark angreifend	sehr stark angreifend

5.4.2 Bewertung der Ergebnisse

Maßgebend für die Bewertung des Angriffsgrades ist hier die Konzentration an kalklösender Kohlensäure. Der Angriffsgrad schwankt zwischen nicht- und stark betonangreifend. Aufgrund der nachgewiesenen Grundwasserströmung kann der Chemismus des Grundwassers jahreszeitlich stark schwanken. Aus diesem Grund ist von dem ungünstigeren Analyseergebnis (stark betonangreifend nach DIN 4030) auszugehen.

Bemerkung: In einem Gespräch bei der GEV am 13.1.2003 wurde festgelegt aus den Pegelbohrungen nochmals Proben zu nehmen und nach DIN 4030 zu analysieren.

Tabelle 1: Aufschlüsse, Fels, Grundwasser

Pkt-Nr.	Gelände müNN	Rechtswert	Hochwert	OK-Fels [muGOK]	GW [muGOK]	GW müNN
B1	318.674	4.421.734.917	5.493.603.663	3,1	4,5	314,17
B2	316.401	4.421.849.942	5.493.649.988	4,4	2,1	314,30
B3	318.540	4.421.739.041	5.493.694.794	>5	2,3	316,24
B4-Pegel	317.120	4.421.775.580	5.493.541.910	2,8	2,5	314,62
B5	322.058	4.421.958.487	5.494.092.115	2,5	4,5	317,56
B6	323.620	4.421.933.849	5.494.191.586	2,0 kein GW		
B7	321.079	4.421.846.919	5.493.984.493	3,4	3,9	317,18
B8	322.448	4.421.843.128	5.494.084.527	3,0	3,5	318,95
B9	323.694	4.421.787.651	5.494.178.075	3,2	0,8	322,89
B10	324.159	4.421.830.603	5.494.296.087	1,9	1,1	323,06
B11	320.108	4.421.755.059	5.493.816.635	2,0	2,1	318,01
B12	322.133	4.421.747.145	5.493.973.607	1,8	2,2	319,93
B13-Pegel	323.981	4.421.727.516	5.494.097.915	3,0	4,6	319,38
B14	324.382	4.421.713.744	5.494.293.883	3,1	1,0	323,38
B15	319.224	4.421.691.936	5.493.612.929	1,3 kein GW		
B16	319.946	4.421.657.272	5.493.709.836	2,6	3,8	316,15
B17	321.907	4.421.630.668	5.493.828.966	>5	3,7	318,21
B18	322.424	4.421.649.875	5.493.934.983	4,5	1,4	321,02
B19	324.854	4.421.622.718	5.494.091.229	1,1	1,1	323,80
B20	326.047	4.421.617.790	5.494.184.071	5,0	1,9	324,15
B21	319.873	4.421.616.025	5.493.556.111	1,9 kein GW		
B22	322.998	4.421.545.359	5.493.825.148	3,2 kein GW		
B23-Pegel	323.563	4.421.541.579	5.493.898.390	2,8	1,7	321,86
B24	324.400	4.421.524.916	5.493.990.213	1,5	3,5	320,90
B25	326.520	4.421.495.447	5.494.100.046	2,6	1,6	324,92
B26	326.813	4.421.499.020	5.494.200.056	3,4	2,5	324,31
B27	321.746	4.421.488.410	5.493.605.504	3,8 kein GW		
B28	322.361	4.421.498.536	5.493.698.921	4,4	3,3	319,03
B29	323.543	4.421.464.759	5.493.814.470	1,5	4,1	319,44
B30	326.431	4.421.414.917	5.494.021.361	4,0	3,0	323,43
B31-Pegel	328.552	4.421.369.363	5.494.137.254	1,2	2,6	325,95
B32	325.123	4.421.352.611	5.493.710.048	2,1	2,9	322,22
B33	322.100	4.421.366.163	5.493.779.455	2,4	2,2	322,10
B34	326.310	4.421.347.555	5.493.863.114	1,7	2,6	323,71
B35	328.286	4.421.307.984	5.494.031.309	2,6	3,8	324,54
B36	329.590	4.421.278.166	5.494.104.226	1,8	2,5	327,09
B37	324.075	4.421.310.374	5.493.620.994	4,0 kein GW		
B38	325.144	4.421.309.745	5.493.713.475	>5 kein GW		
B39	328.040	4.421.250.442	5.493.954.340	4,3	2,9	325,14
B40	329.562	4.421.203.845	5.494.030.974	2,0	1,2	328,36
B41	332.140	4.421.182.181	5.494.128.695	2,5 kein GW		
B42	332.188	4.421.234.958	5.494.207.963	2,5	5,6	326,59
B43	332.617	4.421.136.860	5.494.188.700	3,7	6,0	326,67
B44	325.266	4.421.221.496	5.493.622.765	2,7 kein GW		

Pkt-Nr.	Gelände müNN	Rechtswert	Hochwert	OK-Fels GW		GW müNN
				[muGOK]	[muGOK]	
B45	326.068	4.421.221.927	5.493.701.240	4,5 kein GW		
B46	325.576	4.421.256.727	5.493.728.079	3,1 kein GW		
B47-Pegel	328.735	4.421.160.101	5.493.938.201	5,0	3,3	325,44
B48	330.043	4.421.107.227	5.494.002.925	5,0	3,2	326,84
B49	331.751	4.421.060.332	5.494.125.448	5,0	4,2	327,55
B50	325.622	4.421.136.324	5.493.629.781	>5 kein GW		
B51	327.003	4.421.136.525	5.493.713.552	4,0 kein GW		
B52	327.355	4.421.129.856	5.493.837.490	2,8	2,7	324,66
B53	330.547	4.420.995.539	5.494.002.956	4,0	2,8	327,75
B54-Pegel	332.209	4.420.960.245	5.494.104.808	3,4	2,8	329,41
B55	327.992	4.421.007.992	5.493.708.356	2,5	2,3	325,69
B56	0.000	4.420.938.936	5.493.842.829	1,4 kein GW		
B57	330.582	4.420.878.561	5.493.984.568	>5	2,3	328,28
B57N	330.538	4.420.882.472	5.493.984.798	kein GW		
B58N	332.087	4.420.883.408	5.494.100.040	>5	3,7	328,43
B59	327.322	4.420.922.423	5.493.712.248	2,2 kein GW		
B60N	330.823	4.420.812.061	5.494.003.684	3,6	2,8	328,02
S1	318.605	4.421.750.971	5.493.599.195	4,5		
S2	316.979	4.421.801.836	5.493.593.942	4,2		
S3	318.328	4.421.752.222	5.493.664.349	4,6		
S4	317.098	4.421.838.629	5.493.673.107	4,2		
S5	323.420	4.421.945.714	5.494.157.950	3,2		
S6	322.527	4.421.827.742	5.494.046.477	2,8		
S7	324.574	4.421.795.419	5.494.239.239	3,0		
S8	322.100	4.421.721.403	5.493.931.950	2,8		
S9	322.226	4.421.608.965	5.493.832.013	3,3		
S10	324.200	4.421.547.139	5.493.985.086	1,7		
S11	326.100	4.421.528.539	5.494.153.812	3,6		
S12	318.084	4.421.721.202	5.493.529.848	3,1		
S13	321.000	4.421.526.480	5.493.575.560	2,4		
S14	324,1	4.421.501.544	5.493.849.076	2,8		
S15	323.020	4.421.457.910	5.493.691.090	1,4		
S16	327.151	4.421.371.263	5.494.025.769	3,5		
S17	330.010	4.421.321.580	5.494.162.812	2,1		
S18	325.188	4.421.320.177	5.493.668.444	2,5		
S19	324.000	4.421.344.070	5.493.772.270	1,2		
S20	329.062	4.421.245.965	5.494.024.534	2,7		
S21	332.020	4.421.240.113	5.494.199.946	3,1		
S22	332.019	4.421.171.468	5.494.193.213	3,1		
S23	325.614	4.421.252.865	5.493.730.261	3,3		
S24	330.315	4.421.138.823	5.494.027.001	2,4		
S25	325.424	4.421.151.119	5.493.627.498	5,3		

Pkt-Nr.	Gelände müNN	Rechtswert	Hochwert	OK-Fels GW [muGOK] [muGOK]	GW müNN
S26	329.183	4.421.081.059	5.493.938.907	1,6	
S27	332.045	4.421.042.870	5.494.147.403	1,3	
S28	327.791	4.421.011.878	5.493.694.952	4,3	
S29	328.495	4.420.983.874	5.493.828.438	2,4	
S30	331.341	4.420.929.903	5.494.053.652	2,0	
SCH1	318.029	4.421.806.069	5.493.677.260		
SCH2	318.006	4.421.804.464	5.493.678.108	3,3	314,71
SCH3	317.857	4.421.804.771	5.493.672.601	3,83,2	314,66
SCH4	317.901	4.421.802.374	5.493.673.216		

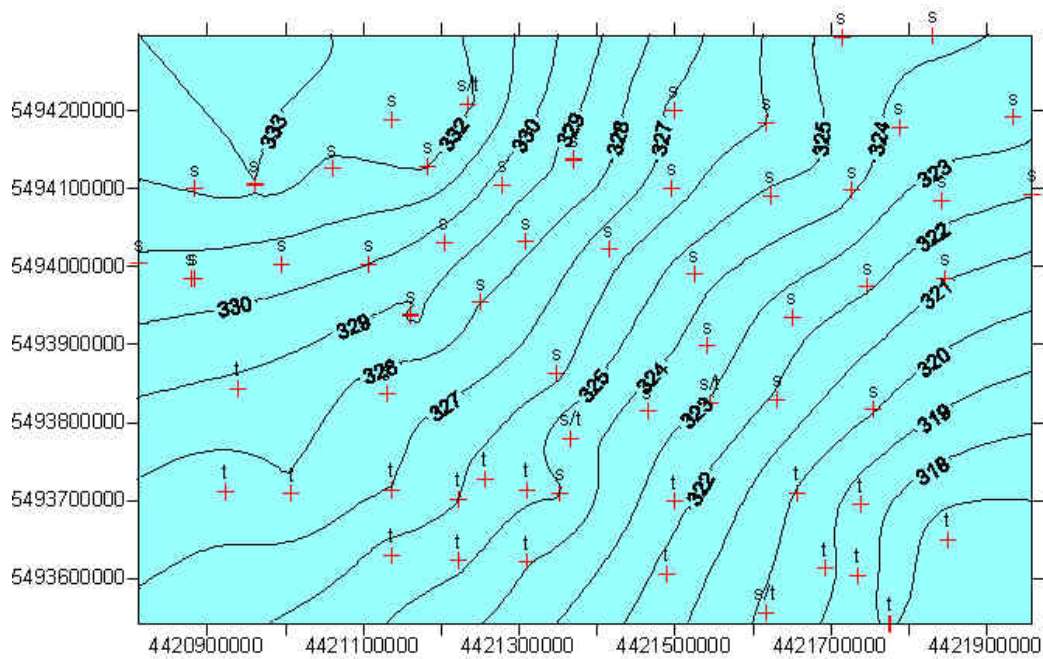


Bild 1: Topographie, Aufschlüsse überwiegend Sand/Sandstein (s), überwiegend Ton/Tonstein (t), ohne Maßstab

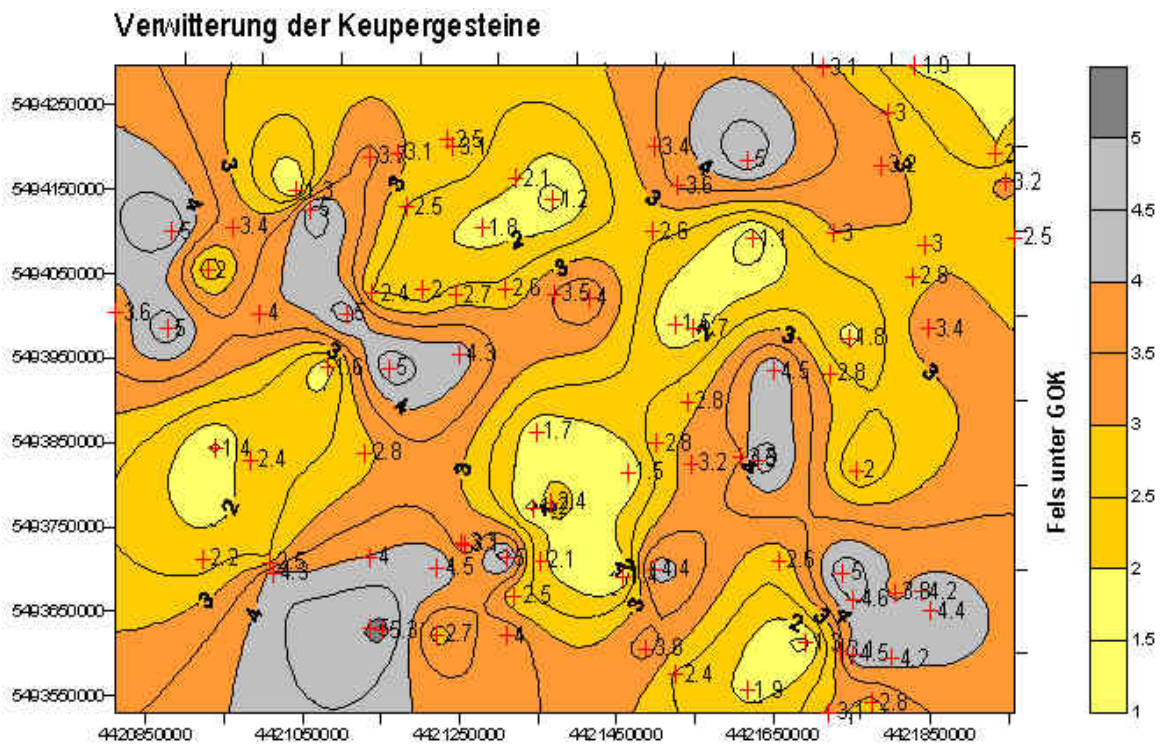


Bild 2: Tiefenlage Fels

6. Bodenkennwerte, Bodenklassifikation

6.1 Bodenkennwerte

Unter Bezugnahme auf DIN 1054 und DIN 1055 können den einzelnen Schichten folgende geschätzte mittlere bodenmechanische Kennwerte zugrunde gelegt werden.

Schicht von-bis unter GOK	Bodenart	Wichte über Wasser γ	Wichte unter Wasser γ'	Reibungswinkel φ'	Kohäsion c'	Steifemodul E	Gruppensymbol	Bodenklasse n.DIN 18300
m		kN/m ³	kN/m ³	Grad	kN/m ²	MN/m ²		
siehe Anlagen	Deckschicht Sand, Schluff, Ton	18	10	30	0	5-10	SU	3-5
siehe Anlagen	Sand, mitteldicht	18	10	32,5	0	30	SE	3
siehe Anlagen	Ton, steif	19	9	22,5	5-10	5-10	TM	4-5
siehe Anlagen	Ton, halbfest	20	10	25	10-15	10-20	TM	4-5
siehe Anlagen	Ton, fest Tonstein mürbe	21	11	27,5	20	40-60		6
siehe Anlagen	Sandstein, mürbe	22	12	37,5	50	80		6
siehe Anlagen	Sandstein, mittelhart, hart	23	11	37,5	100	120		7

6.2 Bodenklassifikation

Nach DIN 18300 „Erdarbeiten“ handelt es sich bei der Deckschicht je nach Feinkornanteil um Boden der Klasse 3 und 4 „leicht und mittelschwer lösbare Bodenarten“.

Der halbfeste Tone fällt ebenfalls in die Bodenklasse 4 „mittelschwer lösbare Bodenarten“, während der feste Ton wie der mürbe Ton- und Sandstein in die Bodenklasse 6 „leicht lösbarer Fels“ einzuordnen ist.

Der ab 2 bis 5 m unter Gelände anstehende Sand- und Tonstein ist in die Bodenklasse 6 einzuordnen.

Die mittelharten Tonsteinlagen sind wegen ihrer geringen Mächtigkeit und ihrer Klüftigkeit voraussichtlich ebenfalls überwiegend in die Bodenklasse 6 einzustufen.

Die Verwitterungsschichten bestehend aus Ton und Sand sind in der Ausschreibung als Bodenklasse 3-5 zusammenzufassen. Eine Trennung ist wegen der Wechsellagerung Ton/Sand nicht praktikabel.

7. Bebauung

7.1 Allgemeines

Die nachfolgenden Angaben sollen als Orientierung für die Gründung der Hochbauten gelten. Nachdem stark wechselnde Festigkeiten der Böden auftreten sind im Einzelfall zur Bemessung der Fundamente weitere Untersuchungen notwendig.

Nach den Untersuchungen weisen die im Planungsgebiet auftretenden Böden eine ausreichende bis gute Tragfähigkeit auf. Bei einer konventionellen Bebauung kann im allgemeinen eine Flachgründung realisiert werden.

Größere Bereiche anthropogener Auffüllungen wurden nicht festgestellt. Es ist allerdings aufgrund der Nutzung des Geländes lokal mit künstlichen Auffüllungen zu rechnen (z.B. am Golfplatz).

7.2 Bauabschnitt BA I, Öffentliches Plateau (Hotel etc.), Gewerbegebiet - Nord

7.2.1 Nicht unterkellerte Gebäude

Es empfiehlt sich die Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten. Berücksichtigt man eine frostsichere Einbindetiefe von ca. 1,0 m, so kommen die Fundamente überwiegend im mindestens mitteldichten Sand, vereinzelt aber auch im steif – halbfesten Ton zu liegen. Bei höher liegender Gründungssohle oder bei weichen, gering tragfähigen Schichten kann eine Fundamenttieferführung erforderlich sein.

Zur Vorbemessung von Fundamenten kann von folgenden Bodenpressungen ausgegangen werden.

Sand, mitteldicht

Einbindetiefe Zulässige Bodenpressung in kN/m²
bei Streifenfundamente mit Breiten
b bzw. b´ von

m	0,5	1,0	1,5
0,5	200	300	330
1,0	270	370	360
1,5	340	440	390
2,0	400	550	420

Die Tabelle entspricht der Tabelle 1 und 2 der DIN 1054 für mindestens mitteldicht gelagerten Sand.

Ton

Einbindetiefe Zulässige Bodenpressung in kN/m²
Streifenfundamente mit Breiten von
0,5 bis 2,0 m

m	steif	halbfest	fest
0,5	120	170	280
1,0	140	210	320
1,5	160	250	360
2,0	180	280	400

Die Tabelle entspricht der Tabelle 5 der DIN 1054 für tonige, schluffige Böden.

Bei der Herstellung von Fahrbahnplatten und befahrbaren Fußböden z.B. in Industriehallen ist unter Berücksichtigung der dynamischen Beanspruchung unter der Plattenkonstruktion ein stabilisierendes Sand/Kiespolster von mindestens 40 cm einzubauen.

7.2.2 Unterkellerte Gebäude

Die Gründungssohle kommt in Höhe der mitteldicht gelagerten Sande und im Sandstein zu liegen. Es empfiehlt sich die Gebäude in Verbindung mit einer „weißen Wanne“ auf einer Fundamentplatte zu gründen. Für die Vorbemessung der Fundamentplatte kann von folgenden zulässigen Bodenpressungen/Bettungsmoduln ausgegangen werden.

Sand, mitteldicht $\sigma_{zul} = 250 \text{ kN/m}^2$
 $k_s = 30 \text{ MN/m}^3$

Sandstein, mürbe $\sigma_{zul} = 400 \text{ kN/m}^2$
 $k_s = 80 \text{ MN/m}^3$

7.3 Bauabschnitt BA II + III, Gewerbegebiet - Süd

In diesem Bereich treten überwiegend steife bis halbfeste Tone oder Tonsteine auf. Tragfähiger Boden ergibt sich im Mittel ab 1 - 1,5 m unter Gelände.

7.3.1 Nicht unterkellerte Gebäude

Es empfiehlt sich die Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten. Berücksichtigt man eine frostsichere Einbindetiefe von ca. 1,0 m, so kommen die Fundamente überwiegend im steifen – halbfesten Ton zu liegen. Teilweise treten aber auch weiche Tone auf. Diese sind für die Abtragung der Gebäudelasten nicht geeignet.

Zur Vorbemessung von Fundamenten kann von folgenden Bodenpressungen ausgegangen werden:

Ton

Einbindetiefe Zulässige Bodenpressung in kN/m²
Streifenfundamente mit Breiten von
0,5 bis 2,0 m

m	steif	halbfest	fest
0,5	120	170	280
1,0	140	210	320
1,5	160	250	360
2,0	180	280	400

Die Tabelle entspricht der Tabelle 5 der DIN 1054 für tonige, schluffige Böden.

7.3.2 Unterkellerte Gebäude

Die Gründungssohle kommt in Höhe der halbfesten Tone und Tonsteine zu liegen. Es empfiehlt sich die Gebäude in Verbindung mit einer „weißen Wanne“ auf einer Fundamentplatte zu gründen. Für die Vorbemessung der Fundamentplatte kann von folgenden zulässigen Bodenpressungen/Bettungsmoduln ausgegangen werden.

Ton, halbfest bis fest, Tonstein $\sigma_{zul} = 200 - 350 \text{ kN/m}^2$
 $k_s = 10 - 30 \text{ MN/m}^3$

7.4 Schutz der Gebäude gegen Wasser

In den Anlagen 1.2 und 1.3 sind die Grundwasserflurabstände eingetragen.

Das Grundwasser liegt im Mittel ca. 2 – 3 m unter Gelände. Aufgrund der wechselnden Untergrundverhältnisse (Sand/Ton) können lokal höhere oder tiefere Grundwasserflurabstände auftreten. Die Tone wirken als Grundwasserstauer, die Sande als Grundwasserleiter. Im Grenzbereich kann immer mit Stau- und Schichtwasser gerechnet werden. Im Ton ist im allgemeinen mit weniger Wasser zu rechnen als in sandigen Sedimenten.

Folgerung für die Bebauung:

Normal unterkellerte Gebäude liegen im Allgemeinen über dem Bemessungswasserstand und sind somit gegen drückendes Wasser abzudichten. Wir empfehlen die Gebäude nach DIN 1045-1 in wu-Beton („weiße Wanne“) herzustellen. Auch in Bereichen, in denen deutlich tiefere Grundwasserstände festgestellt worden sind, empfehlen wir eine Abdichtung gegen drückendes Wasser, da sich auf dem gering durchlässigen Boden Oberflächen- oder Schichtenwasser aufstauen kann.

Die Anordnung von Drainagen ist aus wasserrechtlichen Gründen nicht möglich.

Bemerkung: Der Grundwassergleichenplan dient nur als Übersicht und darf nicht für die Definition von Bemessungswasserständen herangezogen werden. Die Bemessungswasserstände sind für die einzelnen Gebäude separat zu ermitteln.

7.5 Bauausführung

Steht genügend Platz zur Verfügung, so können die Baugruben frei geböscht werden.

In den einzelnen Bodenarten sind nach DIN 4124 nachfolgende zulässige Böschungswinkel einzuhalten:

Bodenart	zul. Böschungswinkel
Sand, Ton weich	< 45°
Ton, steif – halbfest	< 60°
Ton, fest	< 80°
Sandstein, Tonstein	< 80°

Steht wenig Platz zum Abböschern zur Verfügung, kann ein Trägerbohlwandverbau (Berliner Verbau) ausgeführt werden.

Zur Trockenlegung der Baugruben genügt eine offene Wasserhaltung bestehend aus Draingräben und Pumpensämpfen.

Der tonige Boden ist sehr witterungsempfindlich. Unmittelbar nach Aushub muss der Boden mit einer Schutzschicht aus Magerbeton versiegelt werden, um die Einwirkungsmöglichkeiten von Wasser zu verhindern.

Auf dem Gelände sind unzählige Drainagen vorhanden, deren Verlauf unbekannt ist. Nach Aushub der Baugrube ist unbedingt darauf zu achten, dass angeschnittene Dränrohre versiegelt werden. Dadurch wird verhindert, dass der Hinterfüllbereich der Gebäude unkontrolliert mit Wasser voll läuft.

7.6 Versickerung von Oberflächenwasser

Nach dem Regelwerk A138 der Abwassertechnischen Vereinigung (ATV) zum „BAU UND BEMESSEN VON ANLAGEN ZUR DEZENTRALEN VERSICKERUNG VON NICHT SCHÄDLICH VERUNREINIGTEM NIEDERSCHLAGSWASSER“ sind generell folgende Versickerungsarten zu unterscheiden.

- Flächenversickerung
- Muldenversickerung
- Rigolen- und Rohrversickerung
- Schachtversickerung

Entsprechend den hydrologischen Voraussetzungen kommen nach dem Arbeitsblatt A138 nur solche Böden in Betracht, die eine Durchlässigkeit von $k_f \geq 5 \times 10^{-6}$ m/s aufweisen.

Von ROSSNER (1994) wurden umfangreiche Untersuchungen zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte der anstehenden Böden durchgeführt

Die Durchlässigkeit der Böden liegt in der Größenordnung von

$$k_f = 1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-11} \text{ m/s}$$

und wird überwiegend durch die gering durchlässigen tonigen Partien bestimmt. Eine planmäßige Versickerung nach ATV 138 ist daher nicht möglich.

8. Regenrückhaltebecken

8.1 Allgemeines

Östlich der Wohngebiete sind Regenrückhaltebecken geplant, die das Oberflächenwasser der Wohnbebauung auffangen. Die einzelnen Becken sind durch einen Entwässerungsgraben verbunden. Als Vorflut dient das Eichholzbächlein im Süden. Die Ableitung aus den Becken erfolgt über Drosselbauwerke. Die Becken sollen einen Grundsee mit einer Tiefe von ca. 1,0 m erhalten. Die Böschungsneigung liegt zwischen 1:3 und 1:10.

Die Sohle der einzelnen Becken und die entsprechenden Grundwasserstände liegen in folgender Höhe:

Becken	Sohle [müNN]	GW [müNN]
RRR BA 1	322,40	321,50
RRR BA 2	320,20	319,50
RRR BA 3	317,20	317,50

Berücksichtigt man einen Schwankungsbereich des Grundwasser von ca. $\pm 1,0$ m, so liegt das Grundwasser über der Beckensohle. Die Becken sind daher gegen zuströmendes Grundwasser mindestens bis 1 m über dem festgestellten Grundwasserstand abzudichten. Die Abdichtung kann z.B. durch einen Lehmschlag ($d > 30$ cm) erfolgen. Als Abdichtungsmaterial können die auf dem Gelände anstehenden steifen, mittelplastischen Tone (TM) eingebaut werden. Die Fließgrenze w_L muss < 50 % betragen.

Die Sohle der Verbindungsgräben liegt etwa 1 m unter dem bestehenden Gelände und daher deutlich über dem Grundwasser. Hier sind keine zusätzlichen Abdichtungsmaßnahmen zu treffen.

Eine Versickerung entlang der Entwässerungsgräben ist nach Rücksprache mit dem WWA Nürnberg möglich.

9. Kanalbauwerke

9.1 Allgemeines

Nachdem die geologische- und hydrogeologische Situation auf dem Gelände über weite Strecken sehr ähnlich ist, lassen sich die Maßnahmen zusammen beschreiben. Zu berücksichtigen ist nur, dass im Süden (BA II+III und Gewerbegebiet Süd) Tone und Tonsteine überwiegen, während im nördlichen Teil Sande und Sandsteine dominieren. Die Oberkante Fels kann je nach Verwitterungsgrad stark variieren.

9.2 Baugrubensicherung, Wasserhaltung

Nach den vorliegenden Profilschnitten kommt die Kanalgrabensohle zwischen 1 und 4,5 m unter bestehendem Gelände zu liegen. Zur Sicherung des Kanalgrabens können konventionelle Verbauplatten eingesetzt werden. Der Boden ist in mindestens halbfesten, tonigen Böden vorübergehend standfest (Einstellverfahren).

Da während der Erschließungsmaßnahmen genügend Platz zur Verfügung steht, kann alternativ auch ein offener Grabenverbau ausgeführt werden. Ab einer Tiefe von 1,25 m müssen die Gräben mit abgeböschten Wänden hergestellt werden. Nach DIN 4124 sind folgende maximalen Böschungswinkel zugelassen:

Bodenart	zul. Böschungswinkel
Sand, Ton weich	< 45°
Ton, steif – halbfest	< 60°
Ton, fest	< 80°
Sandstein, Tonstein	< 80°

Bei Böschungshöhen > 5 m muss ein Standsicherheitsnachweis durchgeführt werden.

Die Wasserhaltungsmaßnahmen sind abhängig von den Witterungseinflüssen und den damit verbundenen Zustrom von Grundwasser. Bei Zustrom von Grundwasser genügt es eine gut funktionierende Wasserhaltung einzurichten, bestehend aus einer Dränschicht aus Schotter und Pumpensämpfen. Die Dränschicht ist mit einem Filtervlies zu ummanteln.

Zu beachten sind alte Dränrohre, die bei den Aushubarbeiten angeschnitten werden. Diese Rohre können erhebliche Wassermengen in die Kanalgräben führen. Das Wasser lässt sich aber durch Anlegen von Pumpensämpfen ableiten.

9.3 Gründung, Rohrbettung

Der mindestens steif bis halbfeste Ton bzw. der mindestens mitteldicht gelagerte Sand besitzt eine ausreichende Tragfähigkeit. Stehen in Höhe Gründungssohle weiche Schichten an, so sind diese auszukoffern und durch Austauschmaterial (z.B. Sand) zu ersetzen. Es ist aber nur in geringen Mengen mit weichem Bodenmaterial zu rechnen.

Im festen Ton und im Fels ist ein zusätzliches Rohraufleger aus Sand gemäß DIN 4033 vorzusehen. Im Sand und im steif bis halbfesten Ton kann darauf verzichtet werden. Für die Ausschreibung ist ein zusätzliches Rohraufleger zu berücksichtigen.

Zur Wasserhaltung ist jedoch eine Dränschicht erforderlich. Auf ein gesondertes Rohraufleger kann in diesem Fall verzichtet werden, wenn die Dränschicht ein Größtkorn von < 20 mm aufweist.

Das Rohraufleger ist gemäß DIN 4033 auszuführen.

9.4 Verfüllung der Kanalgräben/Baugrube

Die Kanäle werden überwiegend im Bereich geplanter Straßen verlegt. Es sollte deshalb nur nicht bindiges bis schwach bindiges Bodenmaterial verwendet werden. Der beim Aushub anfallende bindige Boden ist zum Wiedereinbau nicht geeignet. Es ist also überwiegend Fremdmaterial erforderlich.

Im nördlichen Geländebereich BA I treten schwach schluffige bis schluffige Mittelsande auf, die zum Wiedereinbau geeignet sind. Überschlägig können hier ca. 30 % der Aushubmassen wieder eingebaut werden.

Bei der Verfüllung sind die Hinweise des „Merkblattes für das Verfüllen von Leitungsgräben“ der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen sowie die Forderung der ZTVE-StB 94 zu beachten.

9.5 Bodenklassifikation

Die Einordnung der einzelnen Schichten wurde unter Punkt 6.2 getroffen. Der Boden, der den Fels bzw. den festen Ton überdeckt, sollte als Bodenklasse 3 – 5 ausgeschrieben werden. Der Fels (Tonstein, Sandstein) ist überwiegend mürbe ausgebildet und somit in die Bodenklasse 6 einzustufen. Bereichsweise treten mittelharte Sandsteinlagen auf, die in die Bodenklasse 7 einzustufen sind (< 5%).

Die Massenanteile können aus den Schnitten (Anlagengruppe 4) und aus dem Plan „Tiefenlage Fels“ (Anlage 1.4) ermittelt werden.

10. Straße

10.1 Frostsicherheit des Erdplanums

In Höhe des neuen Straßenplanums treten überwiegend Tone, Schluffe und schluffige Sande auf. Die Böden sind überwiegend in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 „sehr frostempfindlich“ einzustufen.

10.2 Beurteilung der Tragfähigkeit des Planums

Die neue Straßenoberkante kommt sowohl über als auch unter dem bestehenden Gelände zu liegen (± 60 cm). Zum Geländeausgleich ist eine künstliche Aufschüttung aus gut verdichtbaren Material erforderlich. Das bei Abtrag anfallende Material ist hierfür nicht bzw. nur bedingt geeignet.

Nach Abtrag des Mutterbodens ist der anstehende Boden mit einem schweren Verdichtungsgerät (Vibrationswalze) nachzuverdichten.

Nach ZTVE-StB 95 ist bei frostempfindlichem Untergrund und einem Straßenoberbau der Bauklasse I-IV ein Verformungsmodul von $E_{v2} > 45$ MN/m² erforderlich. Ein E_{v2} -Wert > 45 MN/m² ist auf dem anstehenden Erdplanum vermutlich erreichbar.

Ist der geforderte E_{v2} -Wert nicht erreichbar, muss nach ZTVE-StB 95 die Dicke der Frostschuttschicht bzw. Tragschicht erhöht werden, damit auf Oberkante Frostschuttschicht der geforderte E_{v2} -Wert erreicht werden kann.

Auf der Oberkante Frostschutzschicht ist nach RStO 86/89 für die Bauklassen III und IV ein E_{v2} -Wert von 120 MN/m² nachzuweisen.

Bei Verwendung eines kornabgestuften Kalkschotters als Frostschutzmaterial dürfte die erforderliche Mindestdicke der Frostschutzschicht bereits annähernd ausreichend sein.

Wir empfehlen zu Beginn der Arbeiten ein kleines Prüffeld anzulegen und die erforderliche Dicke der Frostschutzschicht anhand der Prüfergebnisse festzulegen.

10.3 Bodenklassifikation

Der bei Abtrag anstehende Boden ist in die Bodenklasse 3-5 einzuordnen. Der Mutterbodenabtrag ist gesondert zu betrachten.

11. Zusammenfassung

Nach den Untersuchungsergebnissen stehen im überwiegenden Bauflächenbereich unter der Mutterbodenschicht zunächst Gemenge aus Sand, Ton und Schluff an.

Ab ca. 1 – 1,5 m Tiefe folgen Sande, Sandsteine, Tone und Tonsteine. Im Nördlichen Untersuchungsgebiet dominieren Sande und Sandsteine im Südlichen hingegen Tone und Tonsteine.

Die ab 1 – 1,5 m anstehenden Böden sind ausreichend bis gut tragfähig. Das Planungsgelände ist daher für eine Bebauung relativ gut geeignet. Grundwasser steht im Mittel ab 2–3 m unter Gelände an. Mit Schichtwasser ist bei feuchter Witterung innerhalb der Sand/Ton Wechsellagerung zu rechnen. Unterkellerte Gebäude sollten gegen drückendes Wasser abgedichtet werden.

Weitere Einzelheiten und Empfehlungen, auch für den Kanal- und Straßenbau, enthält der vorstehende Bericht.

IfU GmbH

Institut für Umweltschutz
Boden Wasser Luft GmbH

Bearbeiter:

R. Klaus
(Dipl.-Geol., BDG)

M. Merkl
Dipl.-Ing.(FH), Dipl. Geol.

Anlagengruppe 1

**Lageplan,
GW-Pläne,
Felstiefenlage**

Anlagengruppe 2

Schichtenverzeichnisse der Bohrungen, Bohrprofile

Anlagengruppe 3

Rammdiagramme, Schwere Rammsonde DPH-15 nach DIN 4094

Anlagengruppe 4

Geländeschnitte

Anlagengruppe 5

Chemische Analysen nach DIN 4030, Betonagressivität