

Baugrunduntersuchung

Feuerwehrhaus Peutenhausen

Bauvorhaben: Neubau Feuerwehrhaus
Peutenhausen

Projektnr.: 18 426

Auftraggeber: Gemeinde Gachenbach
Herzoganger 1
86529 Schrobenhausen

Auftragnehmer: Geotechnisches Büro Klaus Deller
Schweiger Str. 17
81541 München
Tel.: 089 45019970

Datum: 16.08.2018

Inhaltsverzeichnis

1.	Veranlassung / Allgemeines	3
2.	Durchgeführte Untersuchungen	3
3.	Untersuchungsergebnisse, Boden- und Grundwasserverhältnisse.....	4
3.1.	Ergebnisse der Bohrungen und der Sondierungen	4
3.2.	Bodenmechanische Laborversuche.....	5
3.3.	Chemische Untersuchungen	6
3.4.	Bodenmechanische Eigenschaften.....	7
4.	Gründungsberatung	8
4.1.	Eigenschaften und Eignung des Baugrunds	8
4.2.	Gründungsempfehlungen	8
5.	Hinweise zu Planung und Bauausführung	10
6.	Sonstiges	11

Anlage

1	Lageplan der Bohr- und Sondieransatzpunkte
2	Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse
3	Rammdiagramme
4	Bodenmechanische Untersuchungen
5	Chemische Untersuchungen
6	Grundbruch- und Setzungsberechnungen
7	Körnungsänder Homogenbereiche

1. Veranlassung / Allgemeines

Die Gemeinde Gachenbach plant den Neubau eines Feuerwehrgerätehauses in Peutenhausen. Das hierzu vorgesehene Gelände liegt in leichter Hanglage und wird landwirtschaftlich genutzt.

Das Geotechnische Büro Klaus Deller erhielt am 07.07.18 von der Gemeinde Gachenbach den Auftrag zur Durchführung einer Baugrunduntersuchung auf Grundlage des Angebotes vom 11.05.2018.

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Baugrunderkundung wurden vier Kleinbohrungen durchgeführt: SB 1 bis 8 m Tiefe, SB 2 bis 7 m Tiefe, SB 3 bis 3 m Tiefe und SB 4 bis 4 m Tiefe. Sowie zwei Sondierung mit der Schweren Rammsonde (DPH): DPH 1 bis 4,3 m Tiefe und DPH 2 bis 4,6 m Tiefe.

Aufgrund der sehr schweren Bohrbarkeit der tiefer anstehenden Sandböden waren keine tieferen Aufschlüsse möglich. Aus den Bohrungen wurden 11 Einzelproben entnommen sowie eine Mischprobe aus dem Oberboden.

An zwei Proben wurden die Konsistenzgrenzen bestimmt und an fünf Proben der Wassergehalt. Die Kornverteilung wurde an zwei Proben mit einer Siebanalyse bestimmt und an einer Probe mittels kombinierter Sieb-/Schlammanalyse.

Zwei Bodenmischproben wurden chemisch gemäß Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen untersucht.

Die Bohr- und Sondierarbeiten fanden am 30.07.2018 statt. Die Lage der Bohr- und Sondierpunkte kann dem Lageplan der Anlage 1 entnommen werden. Die Ansatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen (Höhenbezugspunkt: Nagel an der Straße mit 444,49 mNN).

3. Untersuchungsergebnisse, Boden- und Grundwasserverhältnisse

3.1. Ergebnisse der Bohrungen und der Sondierungen

Die nachfolgende Tabelle fasst die Ergebnisse zusammen. Eine ausführliche Beschreibung der Bohrergebnisse kann den Bohrprofilen, Schichtenverzeichnissen und dem Rammdiagramm (Anlagen 2 und 3) entnommen werden.

Tabelle 1: angetroffene Böden

SB 1 / DPH 1 (445,60 m)

Tiefe	Boden	Schlagzahlen (DPH)	Lagerungsdichte Konsistenz
0 - 0,4 m	Oberboden	1 - 2	
0,4 - 2,0 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig	0 - 2	steif
2,0 - 2,5 m	Tertiär: Ton, feinsandig	1 - 3	steif
2,5 - 3,9 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig	2 - 6	halbfest
3,9 - 5,3 m	Tertiär: Sand	22 - 100	dicht
5,3 - 5,5 m	Tertiär: Sand, schwach kiesig		dicht
5,5 - 8,0 m	Tertiär: Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig		dicht

SB 2 / DPH 2 (445,75 m)

Tiefe	Boden	Schlagzahlen (DPH)	Lagerungsdichte Konsistenz
0 - 0,4 m	Oberboden	1	
0,4 - 2,0 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig	0 - 2	steif
2,0 - 3,3 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig	2 - 7	halbfest
3,3 - 5,0 m	Tertiär: Fein- bis Mittelsand, schluffig	10 - 100	dicht
5,0 - 7,0 m	Tertiär: Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig		dicht

SB 3 (444,94 m)

Tiefe	Boden	Lagerungsdichte Konsistenz
0 - 0,4 m	Oberboden	
0,4 - 2,8 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig	weich
2,8 - 3,0 m	Tertiär: Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig	dicht

SB 4 (444,75 m)

Tiefe	Boden	Lagerungsdichte Konsistenz
0 - 0,4 m	Oberboden	
0,4 - 1,7 m	Quartär: Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig	locker
1,7 - 2,7 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig	steif
2,7 - 3,3 m	Tertiär: Ton, schwach feinsandig	halbfest
3,3 - 4,0 m	Tertiär: Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig	dicht

Bei den Bohrungen wurde kein Grundwasser angetroffen.

3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Die bodenmechanischen Laborversuche (siehe Anlage 4) ergeben die folgende Zuordnung zu Bodengruppen nach DIN 18196.

Tabelle 2: Siebanalysen

Probe	SB 1 / 4,2-5,0 m	SB 2 / 4,5-5,0 m	SB 4 / 3,5-4,0 m
Boden	S	S, u	fS-mS, u'
Feinkornanteil (< 0,063 mm)	2,9 %	18,8 %	5,9 %
Sandanteil (0,063 – 2 mm)	94,8 %	80,8 %	93,9 %
Kiesanteil (2 – 63 mm)	2,3 %	0,4 %	0,3 %
Ungleichförmigkeit	2,8	15,7	3,2
Bodengruppe	SE	SU*	SU
Frostsicherheitsklasse	F 1	F 3	F 1
Durchlässigkeitsbeiwert k_f nach (Beyer)	$1,7 \times 10^{-4}$	$2,0 \times 10^{-6}$	$8,6 \times 10^{-5}$

Tabelle 3: Konsistenzgrenzen

Probe	SB 1 / 3,4 - 3,7 m	SB 2 / 1,3 - 1,4 m
Boden	T, fs'	T, fs'
Wassergehalt	23,4 %	34,0 %
Fließgrenze w_L	66,5 %	64,6 %
Ausrollgrenze w_P	27,4 %	25,2 %
Plastizitätszahl I_P	39,1 %	39,4 %
Konsistenzzahl I_C	1,10	0,78
Konsistenz	halbfest	steif
Bodengruppe	TA	TA

Aus den ermittelten Wassergehalten wurden unter Zuhilfenahme der obigen Zustandsgrenzen die Konsistenzen ermittelt sowie Steifemodule aus Wassergehalt und Entnahmetiefe berechnet.

Tabelle 4: Wassergehalte

Probe	Boden	Wassergehalt	Konsistenz- zahl I_C	Konsistenz	Steifemodul in kN/m ²
SB 1 / 1,2 - 1,5 m	T, fs'	30,5 %	0,92	steif	4815
SB 1 / 3,4 - 3,7 m	T, fs'	23,4 %	1,10	halbfest	8445
SB 2 / 1,3 - 1,4 m	T, fs'	34,1 %	0,78	steif	4185
SB 2 / 2,4 - 2,5 m	T, fs'	20,5 %	1,12	halbfest	9211
SB 3 / 0,9 - 1,3 m	T, fs'	40,1 %	0,67	weich	3130

3.3. Chemische Untersuchungen

Zur Schadstofftechnischen Laboruntersuchung wurde eine Mischprobe aus dem Oberboden der Bohrungen und eine Mischprobe aus dem Tonhorizont zusammengestellt. Es wurde vom Labor Görtler in Vaterstetten jeweils die Fraktion < 2 mm gemäß Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen untersucht (Prüfberichte siehe Anlage 5).

Tabelle 5: Einstufung zur abfallrechtlichen Verwertung

Probe	Einstufung gem. Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen
MP OB	Z 0
MP Ton	Z 0

Die untersuchten Mischproben werden abfallrechtlich als Z 0 -Material eingestuft. Es haben sich keine Hinweise auf Schadstoffbelastungen oberhalb der Hintergrundwerte ergeben.

3.4. Bodenmechanische Eigenschaften

Die angetroffenen Bodenschichten lassen sich zu folgenden Schichten zusammenfassen.

Tabelle 6: Baugrundmodell

Schicht	Boden	Boden- gruppen	SB 1	SB 2	SB 3	SB 4
Schicht 1	Quartär: Sand, schwach schluffig bis schluffig	SU, SU*	-	-	-	0,4 - 1,7 m
Schicht 2	Tertiär: Ton, schwach feinsandig bis feinsandig	TA	0,4 - 3,9 m	0,4 - 3,3 m	0,4 - 2,8 m	1,7 - 3,3 m
Schicht 3	Tertiär: Sand, z.T. schwach schluffig bis schluffig	SE, SI, SU, SU*	3,9 - 8,0 m	3,3 - 7,0 m	2,8 - 3,0 m	3,3 - 4,0 m

Aus den Ergebnissen der Bohrungen, der Sondierung und der Laborversuche lassen sich auf der Grundlage der Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB 2006) Erfahrungswerte zu bodenmechanischen Eigenschaften ableiten.

Tabelle 7 a: Bodenmechanische Eigenschaften

Einheit	Boden Boden- gruppe	Lagerung Konsis- tenz	Wichte erd- feucht	Wichte wasser- gesättigt	Wichte unter Auftrieb	Reibungs- winkel	Steife- modul	Durchläs- sigkeit
			γ_k kN/m ³	$\gamma_{r,k}$ kN/m ³	γ'_k kN/m ³	φ'_k	E_s MN/m ²	k_f m/s
Schicht 1 Quartär, Sand	S, u' - u SU, SU*	locker	16,0 - 17,0	18,5 - 19,5	8,5 - 9,5	30,0° - 32,5°	10 - 20	1x10 ⁻⁴ bis 5x10 ⁻⁶
Schicht 2 Tertiär, Ton	T, fs'-fs TA	weich steif halbfest	17,5 18,5 19,5	17,5 18,5 19,5	7,5 8,5 9,5	15,0° - 25,0°	2 - 4 4 - 6 6 - 10	5x10 ⁻⁹ bis 1x10 ⁻¹¹
Schicht 3 Tertiär, Sand	S, z.T.u'-u SE, SU, SU*	dicht	18,0 - 19,0	20,5 - 21,5	10,5 - 11,5	35,0° - 40,0°	60 - 100	5x10 ⁻⁴ bis 1x10 ⁻⁶

Tabelle 7 b: Scherparameter bindiger Böden

Einheit	Bodenart Bodengruppe	Konsistenz	Kohäsion effektiv	Kohäsion undrännert
			c'_k kN/m ³	$c'_{u,k}$ kN/m ³
Schicht 2 Tertiär, Ton	T, fs'-fs TA	weich steif halbfest	5 - 15 15 - 20 15 - 25	5 - 60 20 - 150 50 - 300

Die Anwendung der angegebenen Bandbreiten für die Werte der Scherfestigkeit setzt voraus, dass der Fachplaner über Sachkunde und Erfahrung in der Geotechnik verfügt. Andernfalls dürfen nur die jeweils kleinsten bzw. ungünstigeren Werte verwendet werden.

Tabelle 8: Bodenklassen nach DIN 18300 (alt), Bautechnische Eignung / Eigenschaften

Einheit	Boden Boden- gruppe	Boden- klasse	Frostem- pfindlich- keitsklasse	Scherfes- tigkeit	Verdich- tungsfä- higkeit	Witterungs- u. Erosionsem- pfindlichkeit	Baugrund für Gründungen
Schicht 1 Quartär, Sand	S, u' - u SU, SU*	3, 4	F2, F 3	groß	mittel	groß	brauchbar
Schicht 2 Tertiär, Ton	T, fs'-fs TA	5	F 2	sehr gering	sehr schlecht	mittel	mäßig brauchbar
Schicht 3 Tertiär, Sand	S, z.T.u'-u SE, SU, SU*	4	F1, F2, F 3	sehr groß	gut bis mittel	groß	sehr gut geeignet

Tabelle 9: Homogenbereiche nach DIN 18300 (Körnungsänder Anlage 7)

Homogenbereich	Boden- gruppen	Bezeichnung	Massenanteil Steine, Blöcke	Dichte g/cm ³	Wassergehalt
B 1 Oberboden	OT, OU, OH	Mutterboden	< 5 %	1,3 - 1,8	-
B 2 Ton	TA	Lehm, Ton	< 1 %	1,7 - 2,0	18 - 45 %
B 3 Sand	SE, SI, SU, SU*	Sand	< 1 %	1,8 - 2,2	3 - 20 %

Homogenbereich	Lagerungs- dichte D	Organischer Anteil	Undränierete Scher- festigkeit KN/m ²	Plastizi- tätszahl	Konsistenzzahl
B 1 Oberboden	-	5 - 40 %	-	-	-
B 2 Ton	-	< 2 %	5 - 400	30 - 45 %	0,6 - 1,2
B 3 Sand	0,2 - 0,9	< 1 %	-	-	-

Für den Homogenbereich B 1 Oberboden ist die Angabe eines Körnungsbandes nicht sinnvoll und deshalb nicht angegeben.

4. Gründungsberatung

4.1. Eigenschaften und Eignung des Baugrunds

Die im geplanten Gebäudebereich anstehenden Tone der Schicht 2 (Bodengruppe TA) weisen eine geringe Scherfestigkeit und eine hohe Zusammendrückbarkeit auf. Sie können bei steifer bis halbfester Konsistenz als mäßig brauchbarer Baugrund angesehen werden. Zur Aufnahme hoher Lasten sollte ein Kieskoffer zur Untergrundverbesserung herangezogen werden. Die tiefer liegenden Sande der Schicht 3 sind mit großer Scherfestigkeit und sehr geringer Zusammendrückbarkeit sehr gut zur Lastabtragung geeignet.

4.2. Gründungsempfehlungen

Das Gebäude wird nicht unterkellert und mit Einzel- oder Streifenfundamenten gegründet. Die Oberkante der Bodenplatte (Nullhöhe EG) ist auf 445,5 m NN geplant.

Gründung auf Einzel- oder Streifenfundamenten

Zur Bemessung von Streifenfundamenten können die Tabellenwerte zu Tonböden der Bodengruppe TA aus dem Handbuch EC 7-1 (Tabelle A 6.8) verwendet werden (Regelfallbemessung). Diese Werte sind in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 10: Bemessungswerte des Sohlwiderstands auf tonig schluffigem Boden

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes in m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands in kN/m ² Mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,5	130	200	280
1,0	150	250	340
1,5	180	290	380
2,0	210	320	420

Die Anwendung dieser genannten Werte kann zu Setzungen in der Größe von 2 bis 4 cm führen.

Der Einbau eines Kieskoffers führt zu einer deutlichen Reduzierung der Setzungen. Es wurden beispielhafte Grundbruch- und Setzungsberechnungen für Einzelfundamente zu den Untergrundverhältnissen bei SB 1 und SB 2 vorgenommen. Diese sind als Anlage 6 beigefügt.

Bei einer Begrenzung der Setzungen auf 2,5 cm und den nachfolgenden Rechnungsgrundlagen ergeben sich folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstands:

OK Hallenboden 445,5 m

Einbindentiefe der Fundamente 1,0 m

Untergrund bei SB 1, Streifenfundament 10,0 x 1,0 m:

Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$: 170 kN/m²

Untergrund bei SB 1, Streifenfundament 10,0 x 2,0 m:

Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$: 130 kN/m²

Untergrund bei SB 2, Streifenfundament 10,0 x 1,0 m:

Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$: 205 kN/m²

Untergrund bei SB 2, Streifenfundament 10,0 x 2,0 m:

Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$: 160 kN/m²

Mit dem Einbau eines Kieskoffers von 70 cm Stärke unter den Fundamenten ergibt sich:

Untergrund bei SB 1 mit Kieskoffer, Streifenfundament 10,0 x 1,0 m:

Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$: 200 kN/m²

Untergrund bei SB 1 mit Kieskoffer, Streifenfundament 10,0 x 2,0 m:

Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$: 215 kN/m²

Untergrund bei SB 2 mit Kieskoffer, Streifenfundament 10,0 x 1,0 m:

Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$: 230 kN/m²

Untergrund bei SB 2 mit Kieskoffer, Streifenfundament 10,0 x 2,0 m:

Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$: 255 kN/m²

Ein Vergleich der jeweiligen Diagramme in der Anlage 6 mit und ohne Kieskoffer zeigt die deutliche Setzungsminderung durch den Einbau eines Kieskoffers. Damit werden auch die Setzungsunterschiede benachbarter Fundamente verringert. Für den Kieskoffer ist eine seitliche Lastausbreitung von 45° zu berücksichtigen. Der Kieskoffer ist entsprechend breit einzubauen.

Die nicht tragende Bodenplatte kann, soweit sie befahren wird, analog zu einer Straße der Belastungsklasse Bk1,0 mit Betondecke gemäß RStO 2012 ausgeführt werden. Die Hinweise aus Abschnitt 5 zu Parkplatz und Zufahrt sind entsprechend zu beachten.

5. Hinweise zu Planung und Bauausführung

Versickerung von Niederschlagswasser

Die Versickerung von Niederschlagswasser kann nur in den tertiären Sanden der Schicht 3 erfolgen, da der quartäre Sand der Schicht 1 auf einem Stauhorizont liegt. Zur Versickerung geeignet sind die tertiären Sande der Bodengruppen SE und SU, nicht geeignet bei der Bodengruppe SU*. Die Bohrung SB 4 wurde bei einer geplanten Sickerfläche ange-setzt. Hier muss eine hydraulische Verbindung zu den tertiären Sanden bei 3,3 m unter Gelände bzw. 441,45 m NN hergestellt werden. Für den Sand ergibt sich hier gemäß DWA-A 138 aus der Siebanalyse von Probe SB 4 / 3,5 - 4,0 m (Berechnung nach Beyer) und dem Korrekturfaktor von 0,2 ein Bemessungs- k_f -Wert von $1,7 \times 10^{-5}$ m/s.

Grundwasser, Entwässerung im Endzustand

Bei den Bohrarbeiten wurde bis zur Endteufe von 7 - 8 m kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen. Lokal und jahreszeitlich schwankendes Schichtwasser kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Zur Ableitung von Tagwasser ist eine offene Wasserhaltung vor-zusehen sowie ein hangseitiger Fanggraben.

Der Durchlässigkeitsbeiwert der anstehenden Böden ist $< 10^{-4}$ m/s. Laut DIN 18195-1 ist hier eine Abdichtung des Gebäudes gegen von außen drückendes Wasser und aufstauen-des Sickerwasser nach DIN 18195-6 erforderlich. Falls ein Aufstauen des Wassers durch eine Dränung nach DIN 4095 verhindert wird, kann das Gebäude alternativ nach DIN 18195-4 gegen Bodenfeuchte abgedichtet werden. Die Funktionsfähigkeit der Dränung muß in diesem Fall dauerhaft sichergestellt sein.

Böschungen und Verbau

Für die angetroffenen Böden gelten bis zu einer Höhe von 5 m die folgenden Böschungswinkel:

- Quartär, Sande (Schicht 1): $\beta_B = 45^\circ$
- Tertär Ton (Schicht 2), steif bis halbfest: $\beta_B = 60^\circ$
- Tertär Ton (Schicht 2), weich: $\beta_B = 45^\circ$
- Tertiär, Sand (Schicht 3): $\beta_B = 45^\circ$

Die Regelungen der DIN 4124 sind zu beachten.

Die tertiären Sande der Schichten 3 weisen sehr hohe Rammwiderstände auf. Falls Ver-bausträger oder Spundwände eingerammt werden müssen werden unterstützende Maß-nahmen wie beispielsweise Vorbohren erforderlich.

Aushub und Erdarbeiten

Die anstehenden Böden sind witterungsempfindlich und vor Vernässung, Frost und Auf-weichung zu schützen. Das Freilegen der Baugrubensohle sollte rückschreitend mit der Glattschaufel erfolgen. Eine Kiesschicht kann als Arbeitsschicht zum Schutz gegen ein Aufweichen der Böden durch die Baustellentätigkeit eingebaut werden.

Tone in weicher Konsistenz sind aus Gründungssohlen zu entfernen. Als Aufschüttmaterial und bei Bodenaustausch sind gut verdichtungsfähige Böden der Bodengruppen GW und GI zu verwenden (jeweils Einbaulagen von 30 cm, Verdichtung mit schweren Geräten).

Zufahrt, Parkplatz und Übungsbereich

Unter dem Oberboden liegt F 2 - Boden: Ton der Bodengruppe TA. Das Gebiet liegt in der Frosteinwirkungszone II. Analog zu Straßen der Belastungsklasse Bk3,2 bis Bk1,0 ist bei F2 Untergrund eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 50 cm zu wählen zuzüglich 5 cm aufgrund der Frosteinwirkungszone II, also 55 cm. Für das Erdplanum sind E_{v2} -Werte $< 45 \text{ MN/m}^2$ zu erwarten. Üblicherweise wird für das Erdplanum unter der Frostschutzschicht ein E_{v2} -Werte von 45 MN/m^2 gefordert. Je nach Konsistenz des anstehenden Tonbodens wird eine Untergrundverbesserung von 20 bis 40 cm zusätzlicher Tragschicht erforderlich. Zur Festlegung dieser Planumsverbesserung sollten Plattendruckversuche vorgenommen werden.

Verwertung von Erdaushub

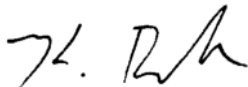
Die Ergebnisse der schadstofftechnischen Untersuchungen ergaben für die anstehenden Böden keine Auffälligkeiten (Einstufung als Z 0 -Material).

Falls Aushub mit Auffälligkeiten, Bauschuttanteilen oder sonstigen anthropogenen Belastungen angetroffen wird, so ist dieser zu separieren und zu beproben.

6. Sonstiges

Die Ergebnisse und Aussagen des Gutachtens beziehen sich auf die gewonnenen Erkenntnisse an den Untersuchungsstellen. Aufgrund der geologischen Verhältnisse sind Abweichungen von den in den Bohrungen festgestellten Bodenprofilen möglich. Daher sollten bei den Erdarbeiten die angetroffenen Schichten sorgfältig eingestuft und mit den im Gutachten beschriebenen verglichen werden, um auf Abweichungen reagieren zu können und im Zweifelsfall einen Bodengutachter einzuschalten.

München, den 16.08.2018



Klaus Deller
Diplom-Geologe