



Z.A.R.O. Steinfort

20100371-GC01

**Baugrunderkundung
INFRASTRUKTUREN GEWERBEGEBIET „ZARO“
GRASS / STEINFORT**

erstellt im
Februar 2010

GEOCONSEILS S.A.
Parc d'Activités Capellen,
85-87
B.P. 108
L-8303 Capellen
Grand-Duché de
Luxembourg

Tel.: (+352) 30 57 99-1
Fax: (+352) 30 57 99-500
E-mail: geoconseils@pt.lu

Inhaltsverzeichnis:

1	Auftrag und Situation	3
2	Verwendete Unterlagen und Kartenwerke	5
3	Allgemeine Geologie	5
4	Erkundung des Baugrundes	5
5	Beschreibung der Baugrundsichten	6
	5.1 Mutterboden	6
	5.2 Lehmige Deckschichten	6
	5.3 Verwitterungslehm	7
	5.4 Verwitterter Mergel	7
6	Wiederverwendbarkeit der Aushubmaterialien	7
7	Grundwasserverhältnisse	8
8	See & Regenrückhaltung	8
	8.1 Art der Versickerungsversuche	8
	8.1.1 Doppelring-Infiltrimeter	8
	8.1.2 „OPEN-END-Test“	9
	8.2 Auswertung der Versickerungsversuche	9
9	Bodenklassifizierung und Bodenkennwerte	10
10	Terrassierungsarbeiten	10
11	Baugruben-, Graben- und Böschungserstellung	10
12	Straßenbau	11
13	Wasserhaltung	12
14	Schlußbemerkungen	12



1 Auftrag und Situation

Das Ingenieurbüro GEOCONSEILS S.A. wurde mit der Baugrunderkundung im Bereich der geplanten Infrastrukturen, für das neu zu erschließende Gewerbegebiet „ZARO“ in Grass/ Gemeinde Steinfort, beauftragt. Das Gelände liegt nördlich der Ortschaft Grass, direkt an der Grenze zu Belgien, mit dem angrenzenden Gelände des IKEA-Marktes von Sterpenich. Aktuell erfolgt eine landwirtschaftliche Nutzung als Viehweide und Ackerland. Das Gelände besitzt ein Gefälle in südlicher Richtung. Der Hochpunkt liegt in der nordwestlichen Geländeecke, an der Grenze zu Belgien, bei 341 m NGL und der Tiefpunkt liegt im Süden, nahe der Straße (CR110), bei ca. 319 m NGL. Das Gelände wird entlang der Westseite von der CR110C „Rue de Sterpenich“ und entlang der Südseite von der CR 110 „Rue de Kleinbettingen“ begrenzt. In der südwestlichen Ecke befindet sich ein landwirtschaftlicher Betrieb. Dieser Bereich ist nicht Bestandteil des zukünftigen Gewerbegebietes „ZARO“, welches insgesamt eine Fläche von 270.000 m² umfasst.

Ziel der Studie war die Erkundung des Untergrundes im Bereich der zukünftigen Straßen und die Bestimmung der Durchlässigkeitsverhältnisse des Oberbodens, im Bereich des geplanten Sees, der auch als Retentionsbecken genutzt werden soll.

Zur Erkundung des Baugrundes wurden 12 Rammkernsondierungen (S1–S12) ausgeführt. Die Bohransatzpunkte wurden repräsentativ im Bereich der zukünftigen Straßen (S1-S10) und des geplanten Sees für die Rückhaltung des Oberflächenwassers (S11, S12) ausgeführt. Im Bereich des zukünftigen Rückhaltebeckens wurden auch Versickerungsversuche zur direkten Bestimmung der Durchlässigkeit des Oberbodens durchgeführt.

Als Planungsgrundlage diente der Plan: 20091558V_LP_V003_B“ der LUXPLAN S.A.

In der Anlage 20100371-GC01-001 sind der Lageplan mit den Bohransatzpunkten, die Einzeldarstellungen der Bohrprofile, 2 Geländeschnitte mit den projizierten Bohrungen und den interpolierten Baugrundsichten und ein Auszug der geologischen Karte mit Legende dargestellt. Die Schichtenverzeichnisse sind in der Anlage 20100371-GC01-002 und die Laborberichte, zu den bodenmechanischen Versuchen, in der Anlage 20100371-GC01-003 beigelegt.



Bild 1: Blick auf das Untersuchungs Gelände in Richtung Nord-West (mit Gebäude IKEA)



Bild 2: Blick auf das Untersuchungs Gelände in Richtung Süd-West mit der Ortschaft Grass

2 Verwendete Unterlagen und Kartenwerke

Zur Erstellung des vorliegenden Gutachtens wurden folgende Unterlagen verwendet:

- **U1:** Geologische Karte von Luxemburg Blatt 03 „Luxembourg“, Maßstab 1: 25.000, 1948
- **U2:** LUXPLAN S.A.: „Administration Communale de Steinfort/ ZONE ARTISANALE DE GRASS/ PLAN DE VOIRIE/ VUE EN PLAN“, Plannr.: 20091558-LP-V003, Echelle: 1/1000, 15.10.2010
- **U3:** LUXPLAN S.A.: „Administration Communale de Steinfort/ ZONE ARTISANALE DE GRASS/ AVANT PROJET SOMMAIRE/ VOIRIE/ PROFIL EN LONG- AXE1/-AXE2“, Plannr.: 20091558-LP-V101/-102/, Echelle: 1/100, 1/1000, 20.09.2010
- **U4:** Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: „Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen“, Ausgabe 2004

3 Allgemeine Geologie

Das Untersuchungsgelände befindet sich, gemäß der geologischen Karte von Luxemburg (**U1**), in den geologischen Einheiten des mittleren Lias. Es handelt sich um den sogenannten „Blättermergel (lm²)“. Die „Blättermergel“ sind feingeschichtete, schwach kalkhaltige, dunkelgraue Mergel mit mäßiger Gesteinsfestigkeit.

Diese geologischen Einheiten werden größtenteils von jungtertiären Ablagerungen überdeckt, welche als „Lehme der Hochflächen (d²)“ bezeichnet werden. In diesen Decklehmen treten häufig bis zu mehreren Zentimeter große, dunkelbraun-schwarze Eisenerzkonglomerate, sogenanntes „Bohnerz“, auf.

4 Erkundung des Baugrundes

Zur Untersuchung des Baugrundes wurden 12 Rammkernsondierungen mit Endtiefen von 4,0 m u. GOK bis 5,5 m u. GOK durchgeführt. Die Endtiefen lagen jeweils innerhalb des verwitterten Mergels.

Das Bohrgut wurde von einem Geologen unseres Hauses protokolliert und anschließend ausgewertet. Die Schichtenverzeichnisse sind als Anlage 20100371-GC01-002 dem Gutachten beigelegt. Vor Ort wurden repräsentative Bodenproben entnommen. An 15 Proben wurden bodenmechanische Laborversuche ausgeführt (Konsistenzgrenzenbestimmung & Wassergehalt). Die Versuchsergebnisse sind der Anlage 20100371-GC01-003 zu entnehmen.

Im Bereich des geplanten Rückhaltebeckens, bei den Bohrungen S11 & S12, wurden zusätzlich je 2 Versickerungsversuche (Doppelring-Infiltrationsmeter und OPEN-END-Test) ausgeführt (siehe Kapitel 8).

5 Beschreibung der Baugrundschichten

Durch die Bohrungen wurde die folgende Baugrundschichtung aufgeschlossen:

- Mutterboden
- Lehmige Deckschichten
- Verwitterungslehm
- Verwitterte Mergel

Die Baugrundschichtung ist schematisch in den beiden geologischen Schnitten dargestellt. Für die Interpolation der Schichten wurden die Bohrungen rechtwinklig auf die Schnittlinie projiziert. Die Höhe des Ansatzpunktes der Bohrung wurde auf die Geländehöhe des Schnittpunktes gesetzt.

5.1 Mutterboden

In allen Bohrungen wurde eine Mutterbodendeckschicht von 0,2 m – 0,4 m Dicke erbohrt. Sie ist dunkelbraun gefärbt, organisch und der Bodenklasse 1, nach DIN 18300, zuzuordnen. Der Mutterboden ist abzuschleppen und nur als Rekultivierungsschicht wiederverwendbar. Ansonsten ist er auf eine Bauschuttdeponie abzufahren.

5.2 Lehmige Deckschichten

Bei den lehmigen Deckschichten handelt es sich überwiegend um einen tonigen, schwach sandigen und schwach kiesigen Schluff von steifer bis halbfester Konsistenz. Bei diesen jungtertiären Lehmen der Hochflächen handelt es sich um umgelagertes Material des unterlagernden Verwitterungslehms. Der Kieskornanteil wird aus den dunkelbraun-schwarzen Eisenkonkretionen („Bohnerz“) gebildet.

Die erbohrte Mächtigkeit der lehmigen Deckschichten schwankt von 1,2 m bis zu 2,3 m. Die Einstufung erfolgt nach DIN 18196 überwiegend zu den feinkörnigen Böden mit den Bodengruppen **UM** (mittelpastische Schluffe), **TM** (mittelpastische Tone) und untergeordnet (Probe BP6.1) **TA** (ausgeprägt plastische Tone). Die darstellenden Punkte der untersuchten Proben liegen im Plastizitätsdiagramm nahe bei einander, in den jeweiligen Grenzbereichen der Bodengruppen, sodass die bodenmechanischen Eigenschaften, trotz unterschiedlicher Einstufung, nahezu gleich sind. Die Konsistenz ist überwiegend steif bis halbfest.

Nach DIN 18300 werden die Hochflächenlehme in die Bodenklasse 4 (mittelschwer lösbar Bodenarten) eingestuft. Diese Lehme sind witterungsanfällig und werden nach der ZTVE-StB 09 als "stark frostempfindlich" in die Frostempfindlichkeitsklasse 3 eingestuft. Sie sind nur gering wasserdurchlässig und wirken als Wasserstauer (siehe Kapitel 8).

Im Bereich der Bohrung S12, nahe dem Tiefpunkt des Geländes, zeigen die Decklehme teils einen höheren Grobanteil (Sand/Kies) und einen erhöhten Wassergehalt (Staunässe) auf. In der Probe BP 12.2 (0,8 m – 1,3 m) wurde die Konsistenz mit „weich“ bestimmt. Die Probe BP12.3 wird wegen des erhöhten Sand- und Kiesanteil (Bohnerze) nach DIN 18196 zu den gemischtkörnigen Böden mit der Bodengruppe **ST** (Sand-Ton-Gemische) eingestuft. Nach DIN 18300 erfolgt eine Einstufung in die Bodenklasse 3 (leicht lösbar Bodenarten). Nach ZTVE-StB 09 wird Material der Bodengruppe **ST** als "gering bis mittel frostempfindlich" in die Frostempfindlichkeitsklasse 2 eingestuft. Dieses Material zeigt gegenüber den übrigen

Bodenschichten eine leicht erhöhte Durchlässigkeit. Der Durchlässigkeitsbeiwert kann mit ca. $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s abgeschätzt werden.

5.3 Verwitterungslehm

Bei dem Verwitterungslehm handelt es sich um das Verwitterungsprodukt des unterlagernden Mergels. Das Material wurde nicht umgelagert und ist gut konsolidiert. Die Konsistenz ist halbfest. Die erbohrte Mächtigkeit dieser Schicht variiert von 0,4 m – 2,4 m. Die Einstufung erfolgt nach DIN 18196 zu den feinkörnigen Böden mit den Bodengruppen UM (mittelplastische Schluffe) und TM (mittelplastische Tone). Wie bei den Decklehm liegen die darstellenden Punkte im Plastizitätsdiagramm nahe der jeweiligen Grenzbereiche der Bodengruppen, sodass die bodenmechanischen Eigenschaften, trotz unterschiedlicher Einstufung, ebenfalls nahezu gleich sind. Nach DIN 18300 sind sie der Bodenklasse 4 (mittelschwer lösbarer Bodenarten) zuzuordnen. Diese Lehme sind witterungsanfällig und werden nach ZTVE-StB 09 als "stark frostempfindlich" in die Frostempfindlichkeitsklasse 3 eingestuft. Der Verwitterungslehm ist nur sehr gering wasserdurchlässig. Erfahrungsgemäß kann ihm ein Durchlässigkeitsbeiwert von etwa $k_f = 1 \cdot 10^{-8}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-9}$ m/s zugeordnet werden.

5.4 Verwitterter Mergel

Alle 12 Bohrungen wurden im Tiefenbereich des verwitterten Mergels beendet. Das Material war überwiegend schwer bohrbar und zeigt eine halbfeste bis feste Konsistenz. Es handelt sich um einen Tonmergel mit geringem Feinsandanteil.

Die Tonmergel werden nach DIN 18300 bei einer halbfesten Konsistenz noch in die Bodenklasse 4 (mittelschwer lösbarer Bodenarten) eingeteilt. Mit zunehmender Tiefe ist die Konsistenz fest und das Material zeigt eine geringe Gesteinsfestigkeit. Ab einer festen Konsistenz ist die Boden- bzw. Felsklasse 6 (leicht lösbarer Fels oder vergleichbare Bodenarten) anzusetzen.

Unter Witterungseinfluss zerfällt der verwitterte Mergel relativ schnell und verhält sich dann wie ein feinkörniger Boden. Die Atterbergversuche an den Proben BP2.4 und BP9.4 zeigten eine Einstufung in die Bodengruppe TM (mittelplastischer Ton) mit der Frostempfindlichkeitsklasse 3 („stark frostempfindlich“) nach ZTVE-StB 09.

6 Wiederverwendbarkeit der Aushubmaterialien

Eine Wiederverwendung von Aushubmaterial (lehmige Deckschichten/ Verwitterungslehm & verwitterter Mergel) kann für die Erstellung von lastfreien Aufschüttungen (z.B. zur Geländemodellierung) erfolgen.

Diese Böden zeigen eine mindestens steife-halbfeste Konsistenz mit natürlichen Wassergehalten nahe der Ausrollgrenze. Erfahrungsgemäß liegt somit der natürliche Wassergehalt ebenfalls nahe der optimalen Proctordichte. Sollte eine Zwischenlagerung erforderlich sein, ist eine Erhöhung des natürlichen Wassergehaltes zu vermeiden.

Wegen der plastischen Eigenschaften, der Witterungs- und Frostempfindlichkeit ist ein Wiedereinbau in zu überbauende Bereiche, ohne die Durchführung einer Bodenverfestigung oder -verbesserung, nicht empfehlenswert. Vor einer solchen Maßnahme ist eine Eignungsprüfung durchzuführen. Im Rahmen solcher Untersuchungen können die Art und Menge des erforderlichen Bindemittels bestimmt und optimiert werden.

Gemäß dem „Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln (U4)“ sind Böden der Bodengruppen TM & UM für eine Behandlung mit hydraulischen Bindemitteln geeignet, sofern eine ausreichende Zerkleinerung gewährleistet ist. Für eine Bodenverbesserung bzw. -verfestigung ist der verwitterte Mergel nur bedingt geeignet, da es sich um ein unvollständig zersetztes Gestein handelt (Eignungsprüfung, eventuell Wasserzugabe erforderlich). Durch die Tiefenlage des verwitterten Mergels wird voraussichtlich kaum Aushubmaterial aus dieser Schicht, im Rahmen des Straßenbaus, anfallen.

Prinzipiell ist eine Wiederverwendung von behandeltem Material nur unterhalb des frostsicheren Oberbaues möglich. Sofern mindestens eine qualifizierte Bodenverbesserung (Bindemittelzugabe >3%) ausgeführt wird, können die feinkörnigen Böden von der Frostempfindlichkeitsklasse 3 in die Klasse 2 heraufgestuft werden (siehe ZTVE-StB 09). Der frostsichere Oberbau kann entsprechend reduziert werden (-0,1 m).

7 Grundwasserverhältnisse

In keiner der Bohrungen konnte eine Grundwasserzulauf festgestellt werden. Die Bohrungen blieben trocken. In der Bohrung S12 war eine leichte Stauvernässung festgestellt worden. Nach stärkeren Niederschlägen ist ein geringer Schichtwasserzulauf an den Schichtgrenzen möglich.

8 See & Regenrückhaltung

Im südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes soll nahe dem Geländetiefstpunkt ein See angelegt werden, welcher auch zur Regenrückhaltung genutzt werden soll.

Zur Untersuchung der oberflächennahen Durchlässigkeiten wurden Versickerungsversuche nahe der Bohrungen S11 und S12 durchgeführt.

8.1 Art der Versickerungsversuche

Die Untersuchung wurde zum einen mit dem „Doppelring-Infiltrometer“ und zum anderen mit dem „OPEN-END-Test“ durchgeführt.

8.1.1 Doppelring-Infiltrometer



Bild 3) Versuchsaufbau „Doppelringinfiltrometer“

Bei der Untersuchung mit dem Doppelring-Infiltrometer wird zuerst der Mutterboden abgehoben. Dann werden ein äußerer und ein innerer Ring in den Boden eingeschlagen und mit Wasser befüllt. Die Messung der Wasserstandsänderung erfolgt in dem inneren Ring mittels eines Schwimmers. Sobald sich eine kontinuierliche Infiltrationsrate eingestellt hat, kann der Versuch

beendet werden. Die Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes erfolgt über die versickerte Wassermenge pro Zeiteinheit bezogen auf die Fläche des inneren Ringes.

8.1.2 „OPEN-END-Test“



Bild 4) Versuchsaufbau „OPEN-END-Test“

Für die Durchführung des „OPEN-END-Test“ wurde eine Kleinbohrung (\varnothing 50 mm) bis zu einer Tiefe von 0,5 m ausgeführt. In das Bohrloch wurde ein Rohr eingestellt und leicht in den anstehenden Boden eingeschlagen. Das Rohr wurde mit Wasser befüllt und die versickerende Wassermenge pro Zeiteinheit durch Auffüllen mittels Spritze ermittelt. Nach der Sättigungsphase stellt sich eine annähernd kontinuierliche Infiltrationsrate ein und der Versuch kann beendet werden. Die Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes erfolgt über die Fläche der Bodenöffnung und die gemessene Wassermenge pro Zeitintervall.

8.2 Auswertung der Versickerungsversuche

Die Versickerungsversuche bei der Bohrung S11, im nördlichen Bereich des geplanten Sees, zeigten leicht erhöhte Infiltrationsraten gegenüber des Bereiches bei der Bohrung S12.

Die Auswertung des Doppelring-Infiltrometer-Versuchs (-0,25 m u. GOK) im Bereich der Bohrung S11 zeigte einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 2,3 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Der OPEN-END-Test bei einer Tiefe von -0,5 m u. GOK ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,6 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Bei der Bohrung S12 zeigte der Doppelring-Infiltrometer-Versuch (-0,2 m u. GOK) einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,3 \cdot 10^{-8}$ m/s.

Der OPEN-END-Test bei -0,5 m u. GOK ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1,1 \cdot 10^{-8}$ m/s.

Der anstehende Oberboden, im Planungsbereich des Regenrückhaltebeckens (S11/S12), ist als schwach bis gering durchlässig zu bezeichnen. Im Bereich der S12 wurde ab in einer Tiefe von 1,3 m – 2,4 m u. GOK ein erhöhter Grobanteil festgestellt (siehe Kap.5.2). Dieser Schicht kann eine leicht erhöhte Durchlässigkeit zugeordnet werden. Sollte im Bereich des Sees diese Bodenschicht durch das Terrassement angeschnitten werden und eine leicht erhöhte Versickerungsrate nicht erwünscht sein, so kann eine Abdichtung mit dem vor Ort gewonnenen Lehmmaterial der Bodengruppen UM & TM erfolgen.

Die unterlagernden Verwitterungslehme und der verwitterte Mergel können hydraulisch als noch geringer durchlässig eingestuft werden, da keine Makroporen (Wurzelröhren etc.) vorhanden sind.

Zur Bemessung, Gestaltung und Betrieb des Rückhaltebeckens sind alle einschlägigen Regelwerke und Vorschriften zu beachten, sowie die Genehmigungen bei den zuständigen Behörden einzuholen.

Eine Versickerung von Oberflächenwasser ist in dem geplanten Baugebiet, wegen der geringen Durchlässigkeiten, nicht möglich.

9 Bodenklassifizierung und Bodenkennwerte

In Anlehnung an DIN 1055, T2/Tab. 2 und unter Heranziehung der Ergebnisse der durchgeführten Bestimmung von Bodengruppen nach DIN 18196 sowie der untersuchten bodenmechanischen Parameter, können die folgenden Bodenkenngrößen für erdstatische Berechnungen (Rechenwerte) herangezogen werden:

	Feuchtwichte cal γ (kN/m ³)	Reibungswinkel Cal ϕ' (°)	Kohäsion cal c' (kN/m ²)	Steifemodul Es (MN/m ²)
Lehmige Deckschichten	20,5	25	10	6-12
Verwitterungslehm	21	25	10	8-12
verwitterter Mergel	21	30	15	20-40

Tabelle 1: Aufstellung der Bodenkennwerte

10 Terrassierungsarbeiten

Der Mutterboden (Bodenklasse 1) ist im Bereich der Baufelder komplett abzuschleifen (z.B. Raupeneinsatz).

Es wird empfohlen die Arbeiten, im Rahmen von Aushub- und Terrassierung und Verfüllung, "Vor Kopf" auszuführen um ein zerfahren des Planums zu vermeiden. Das Planum im Straßenbau ist mit einer ausreichenden Querneigung zu erstellen. Für den Endzustand sind im Straßenbau in der ZTVE-StB eine Mindestneigung von $\geq 2,5$ % gefordert.

Oberflächenwasser ist mit einer offenen, dem Aushub vorausseilenden Wasserhaltung (Drängräben mit eventuellem Pumpensumpf) zu sammeln und abzuleiten. Für die Einleitung in die Kanalisation sind die entsprechenden Genehmigungen einzuholen.

Der größte Teil des Aushubs wird in der Bodenklasse 4 "mittelschwer lösbar Bodenarten" und eventuell lokal (Kanalbauarbeiten) in der Boden- bzw. Felsklasse 6 "leicht lösbarer Fels" stattfinden. Die Aushubarbeiten können mit einem herkömmlichen leistungsfähigen Hydraulikbagger mit gezahntem Tieflöffel erfolgen. Kurz vor Erreichen des Endniveaus ist ein Böschungslöffel mit gerader Schneide zu verwenden, um ein aufreißen der Planumsoberfläche zu vermeiden.

11 Baugruben-, Graben- und Böschungserstellung

Prinzipiell wird empfohlen die DIN 4124 „Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“ zu beachten.

Gemäß der Untersuchung der Konsistenzgrenzen handelt es sich im Untersuchungsgebiet ausschließlich um bindige Böden mit mindestens steifer Konsistenz. Für den kurzzeitigen Bauzustand, können Gräben und Böschungen ($\geq 1,25$ m und ≤ 5 m Höhe) unter einem Winkel von maximal **60°** ausgeführt werden. Die Mindestabstände und sonstige Vorgaben der DIN 4124 sind zu beachten. Bei Böschungen > 5 m Höhe ist der rechnerische Nachweis der Standsicherheit zu erbringen. Für den Endzustand sind die Böschungswinkel auf ein

Verhältnis von 1:1,5 (**33°**) abzumindern, sofern keine Sicherungsmaßnahmen für die Böschungsflächen getroffen werden.

Böschungsflächen sind während der Bauphase mit wasserdichten, windfest verankerten Planen abzudecken. Entlang von Böschungsoberkanten ist ein lastfreier Streifen von 2,0 m einzuhalten.

Gemäß der vorliegenden Planunterlagen ist für den Straßenbau nur eine oberflächennahes Terrassement auszuführen. Durch den Einsatz von geeignetem Grabenverbaugerät (z. B. Schlepp- oder Verbaubox) kann, im Rahmen des Terrassements für die Installation der Infrastrukturen, die kurzfristige Standsicherheit der bindigen Bodenschichten ausgenutzt und senkrecht geböscht werden, wenn der Verbau direkt anschließend erfolgt. Auf diese Weise können die Aushubmassen deutlich vermindert werden. Eine Betretung von ungesicherten Bereichen ist zu unterlassen!

12 Straßenbau

Welche Bauweise für den Straßenbau gewählt wird war zum Zeitpunkt der Gutachten-erstellung nicht bekannt. Da es sich bei dem Bauprojekt um ein Gewerbegebiet handelt erfolgt nach RStO 01, als Mindestanforderung die Zuordnung in die Bauklasse III. Die Einstufung erfolgt letztendlich durch den Straßenplaner.

In der Regel ist bei den feinkörnigen Bodenschichten die Filterstabilität gegenüber den grobkörnigen Tragschichten nicht gewährleistet. Daher muss vor dem Aufbringen von Schotterschichten ein Geotextil (z. B. Vliesstoff $\geq 250\text{g/m}^2$) auf dem Planum ausgelegt werden. Die anstehenden Bodenschichten werden nach ZTVE-StB 09 der Frostempfindlichkeitsklasse F3 "stark frostempfindlich" zugeordnet. Bei einer Zuordnung in Bauklasse III (Gewerbegebiet) ist eine Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues von 65 cm (Oberbau + Fahrbahndecke) auszuführen. Dabei ist ein Zuschlag von 5 cm für "Frosteinwirkungszone 2" berücksichtigt (RStO 01). Das Einbaumaterial (Frostschutzschicht und Tragschicht) ist lagenweise (Schichtstärke maximal 30 cm) einzubauen und zu verdichten. Der Verdichtungserfolg ist durch Lastplattendruckversuche (\varnothing 300 mm) nach DIN 18134 zu kontrollieren. Der erforderliche E_{v2} - Modul ist, in Abhängigkeit von der Bauweise und der zu prüfenden Schicht, der RStO 01 zu entnehmen. Der zu erreichende Verhältniswert „ E_{v2}/E_{v1} “ sollte $\leq 2,2$ betragen.

In der RStO 01 wird für das Planum im Straßenbau ein, durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 ermitteltes, E_{v2} -Modul von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ gefordert. Dies wird erfahrungsgemäß auf den anstehenden Böden nicht erreicht und es sind gesonderte Zusatzmaßnahmen notwendig.

Im folgenden werden 3 Alternativen beschrieben die unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten gegeneinander abgewogen werden sollten :

- Bodenverbesserung oder -verfestigung durch Einfräsen von Bindemittel (z.B. Kalkhydrat; ca. 2-8%), Einfrästiefe $\pm 0,4 \text{ m}$, Eignungsprüfung und Einbaukontrolle erforderlich => Behandlung „In Situ“ möglich, kein Mehraushub (siehe: Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln). Bei der Ausführung einer qualitativen Bodenverbesserung ($\geq 3 \%$ Bindemittelzugabe) kann eine Reduzierung des frostsicheren Aufbaues um 0,1 m erfolgen. Keine Befestigung von Baustraßen erforderlich.



- Mehraushub und Bodenaustausch gegen gut verdichtbares Material z.B. der Körnung 0/45 (etwa 30 cm, Testfelder erforderlich)
- Einbau eines knotensteifen Geogitters (z.B. TENSAR SS30 oder SS30G) auf dem Erdplanum => voraussichtlich kein Mehraushub, Testfeld vorab erforderlich (siehe Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogitter im Erdbau des Straßenbaus)

Für das Gesamtkonzept gilt:

Das Erdplanum ist mit einem Gefälle anzulegen, um ein Einstauen von Regenwasser zu vermeiden. Anfallendes Tagwasser ist in einer Baudränage am Rand des Baufeldes zu sammeln und abzuleiten. Eine Dränung im Endzustand ist gemäss RAS-Ew (Richtlinien für die Anlage von Strassen, Teil: Entwässerung) herzustellen.

13 Wasserhaltung

Durch die leichte Hanglage und die geringe Durchlässigkeit der Böden, ist mit Zulauf von Oberflächenwasser und in Anschnitten & Böschungen auch von Schichtwasser zu rechnen. Eventuell ist es sinnvoll auf der Hangseite an Böschungsschultern einen Drängraben anzulegen, um zufließendes Oberflächenwasser zu fassen. Für Gräben, Baugruben etc. ist eine Wasserhaltung während der Bauzeit vorzusehen. Aufgeweichte Bodenbereiche sind vor den Installations- und Verfüllarbeiten auszuheben und gegen gut verdichtbares, scherfestes Material (z.B. 0/45) oder Magerbeton auszutauschen.

14 Schlußbemerkungen

Das vorliegende Baugrundachten gilt in seiner räumlichen und inhaltlichen Abgrenzung ausschließlich für die, in den beigefügten Plänen, dargestellten Untersuchungsgebiete. Alle Empfehlungen und Forderungen sind auf die im Gutachten genannten Randbedingungen auszurichten. Änderungen und Abweichungen im Projekt können auch zu anderen Folgerungen der Fachberatung führen. Veränderungen im Projekt sind somit stets mit dem Baugrundgutachter abzustimmen. Diese Einschränkung ist in der Anwendung dieses Gutachtens zu beachten.

Der Baugrundaufschluss erfolgte nur an einzelnen Punkten. Sollte während der Bauausführung eine Abweichung von den beschriebenen Verhältnissen festgestellt werden, ist umgehend ein Ortstermin mit unserem Büro, zur Festlegung der dann notwendigen Maßnahmen, anzuberaumen. Während der Ausführung der Bauarbeiten hat der Unternehmer die erforderliche Sorgfalt, unter Berücksichtigung der aktuell geltenden, technischen Regelwerke und Normen, anzuwenden.

Capellen, den 15.02.2011

Markus KARST

Marc CZAPLA