

Ingenieurgeologisches Gutachten

Projekt-Nr.:	150764
Projekt:	BV Erweiterung Regenrückhaltebecken Variante 7 Flurnr.: 1226, Gmrgk. Penzberg Östlich vom bestehenden, naturnahen Regenrückhaltebecken der Fa. Roche Diagnostics GmbH in 82377 Penzberg
Auftraggeber:	Fa. Roche Diagnostics GmbH Nonnenwald 2 82377 Penzberg
Planungsbüro:	Tauw GmbH Menzinger Straße 37 80638 München
Untersuchungsziel:	Untergrundverhältnisse, Standsicherheitsuntersuchungen und Angaben für den Bau des Damms
Umfang:	13 Seiten, 2 Tabellen und 8 Anlagen
Datum:	21.09.2015
Ausführung:	GHB Consult GmbH Dipl.-Geol. N. Kampik Moosstraße 7 82319 Starnberg

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass	3
2	Untergrundverhältnisse	4
2.1	Baugrunduntersuchung	4
2.2	Geologie	4
2.3	Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens	5
2.4	Grund- und Schichtwasser	6
2.5	Bodenklassen	6
2.6	Bodenkennwerte	6
3	Standsicherheitsuntersuchungen	7
3.1	Gleitsicherheit des Dammes	7
3.2	Gleitsicherheit am Gesamtdamm	7
3.3	Setzung	8
3.3.1	Eigensetzung des Dammes	8
3.3.2	Setzung des Dammuntergrundes	8
3.4	Standsicherheit der Dammböschung	9
4	Dammbau	10
5	Sicherheitstechnische Überprüfung	11
6	Zusammenfassung	12

Anlagen

1.1	Übersichtslageplan, ohne Maßstab
1.2	Lageplan mit Aufschlußpunkten, M 1 : 1.000
2.1-5	Bodenprofile der Bohrsondierungen BO402/3, BO402/4, BO402/5, BO40/5A und BO401/5 im M 1 : 25
3.1-3	Diagramme der Rammsondierungen DPH401/2, DPL402/13 und DPL 402/14 im M 1 : 25
4.1-3	Konsistenzgrenzenbestimmungen
5.1-2	Gleitsicherheit des Dammfuß und Gesamtsicherheit
6.1-2	Setzungsberechnungen
7.1-4	Standsicherheit des Damms bei Schnitt P 1
8.1-4	Standsicherheit des Damms bei Schnitt P 2

Unterlagen

/1/ Lageplan mit Schnitten 1:500 Variante 7 (Tauw GmbH – 08.05.2015)

1 Anlass

Die Fa. Roche Diagnostics GmbH hat unser Büro am 31.07.2015 beauftragt, für den Damm des geplanten Regenrückhaltebeckens, das eine Erweiterung des bisherigen naturnahen Regenrückhaltebeckens darstellt, eine Dammuntersuchung und eine Standsicherheitsbetrachtung durchzuführen sowie eventuelle Vorschläge für die Erweiterung und Ertüchtigung zu erarbeiten. Das Regenrückhaltebecken (RRB) ist ein künstlich angelegtes Erdbecken, um kurzfristig in großen Mengen anfallendes Niederschlagswasser vorübergehend zu speichern, damit es verlangsamt über einen Graben in die Loisach (Vorfluter) eingeleitet werden kann.

Die geplante Erweiterung des Regenrückhaltebeckens – Variante 7 – liegt in östlicher Verlängerung des Bestandsbeckens. Der Damm soll um ca. 300 m verlängert werden. Trotz dem Stauvolumen und der Höhe des Damms von max. 1,8 - 2,8 m ist das RRB einem sehr niedrigen Gefahrenpotenzial zuzuordnen, da sich im Anschluss von 600 m nach Osten nur Waldfläche bis zur Loisach befindet. Das Regenrückhaltebecken wird durch den bestehenden Verlauf zweigeteilt, wobei bei dem westlichen Teilbereich eine Stauhöhe von 603,0 m und beim östlichen Teilbereich eine Stauhöhe von 602,7 mNN geplant ist.

Die Lage des geplanten Regenüberlaufbeckens darf dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 entnommen werden. Für den Damm liegt ein Lageplan und Schnitt des Ingenieurbüros Tauw GmbH /1/ vor. Folgende relevante Grunddaten wurden ermittelt:

Grunddaten geplante Erweiterung RRB (Schnitt P 1)

- Dammlänge ca. 300 m – am Forstweg nördlich des Damms geringer Schwerlastverkehr
- Dammkrone = 603,30
- Dammhöhe Wasserseite in der Mitte ca. 3,4 m (Sohle RRB bei $\approx 599,9$ mNN)
- Dammhöhe Luftseite Mitte ca. 2,5 m (Luftseite: Sohle bei $\approx 600,8$ mNN)
- Dammneigung an der Wasserseite ca. 1 : 2,1
- Dammneigung an der Luftseite ca. 1 : 1,7
- Geplante Stauhöhe 602,7 (Höhenlinie 1)
- Wassersäule $h = 2,8$ m bei festgesetzter Stauhöhe

Grunddaten geplante Erweiterung RRB (Schnitt P 2)

- Dammlänge ca. 300 m – am Forstweg nördlich des Damms geringer Schwerlastverkehr
- Dammkrone = 603,30
- Dammhöhe Wasserseite in der Mitte ca. 1,4 m (Sohle RRB bei $\approx 601,9$ mNN)
- Dammhöhe Luftseite Mitte ca. 1,5 m (Luftseite: Sohle bei $\approx 601,8$ mNN)
- Dammneigung an der Wasserseite ca. 1 : 2,1
- Dammneigung an der Luftseite ca. 1 : 1,2,1
- Geplante Stauhöhe 602,7 (Höhenlinie 1)
- Wassersäule $h = 0,8$ m bei festgesetzter Stauhöhe

2 Untergrundverhältnisse

2.1 Baugrunduntersuchung

Zur Baugrunduntersuchung wurden am 01.08.2015 an den im Lageplan der Anlage 1.2 markierten Stellen

- zur Bestimmung der Bodenschichtung und zur Probenahme drei Kleinbohrungen mit Kern- $\varnothing$ 50-60 mm (BO402/3, BO402/4 und BO402/5) bis 2,3 – 3,0 m Tiefe ausgeführt.
- Ferner wurden 2 leichte Rammsondierungen DPL 402/13 und DPL 402/14 zur Bestimmung der Lagerungsdichte bis 3,0 – 3,9 m Tiefe ausgeführt.
- Im Lageplan sind ferner Untersuchungspunkte früherer Untersuchungen eingetragen: die Bohrungen BO40/5A und BO401/5 sowie die schwere Rammsondierung DPH 401/2.

Die Bohr- und Sondieransatzpunkte wurden nach Lage eingemessen. Eine Höhenvermessung war hier im Wald nicht möglich.

Die Ansprache der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgte nach DIN 4022-1. Zur Klassifizierung des Bodens wurden Proben entnommen und im bodenmechanischen Labor untersucht. Die Ergebnisse sind in der Anlage 4 des Gutachtens dokumentiert.

Zur Festlegung der Mindestanforderungen an Umfang, Qualität der geotechnischen Untersuchungen, Berechnungen und der Bauüberwachung wurde in Abhängigkeit von der Schwierigkeit der baulichen Anlage und des Baugrunds die geotechnische Kategorie GK 2 (mittlerer Schwierigkeitsgrad) gewählt.

2.2 Geologie

Nach der geologischen Karte von Bayern, Blatt Penzberg M 1:25.000 liegt das Untersuchungsgebiet im Bereich der tertiären Faltenmolasse. Durch tektonische Bewegungen fallen die tertiären Schichten steil nach Norden ein. Im Bereich von Penzberg steht nur selten die Faltenmolasse direkt an der Geländeoberfläche an. Meist werden die tertiären Sedimente von pleistozänen Geschiebelehm sowie nacheiszeitlichen Ablagerungen, wie Seeton, Kies und Torf überlagert.

Auch im Projektareal wird das Tertiär durch jüngere, quartäre Bildungen (Geschiebelehm, Seeton und Torf) überlagert. Durch mehrfachen Wechsel von Glazial- und Stadialzeiten stießen wiederholt Gletscher ins Vorland vor und räumten es tiefgründig aus. Dadurch entstand, besonders während des Würmglazials die gegenwärtige Beckenlandschaft.

Bereits im ausgehenden Hochglazial begann die Ablagerung von Seetonen und anderen Sedimenten in Becken auf den eiszeitlichen Geschiebelehmen, die teils verlandeten. Hier entstanden lokal ausgedehnte Torfgebiete.

2.3 Schichtenfolge und Lagerungsdichte des Bodens

Die neuen Untersuchungen wurden in Verlängerung des bestehenden Damms, der dann nach Süden umschwenkt, durchgeführt. Die Verlängerung nach Osten wurde in einer früheren Kampagne (Gutachten AZ 141145-1 vom 18.05.2015) ausgeführt. In der geplanten Dammverlängerung nach Süden wurde zuoberst eine 0,3 -0,5 m mächtige Torf und Oberbodenschicht angetroffen. Hier lag entweder reiner Torf oder Oberboden mit viel Torf vor. Darunter wurde bei BO402/3 eine Seetonbildung bis 1,5 m angetroffen. Die Konsistenz wurde mit steif (Anlage 4.1) ermittelt. Darunter folgt ein schwach kiesiger, sandiger, toniger Schluff. Er kann als Geschiebelehm interpretiert werden. Nach Süden zu taucht das Tertiär auf: so wurden bei den Bohrungen BO 402/4 und BO 402/5 ein erst steifer schluffiger Ton angetroffen, der zur Tiefe immer fester wird (Anlage 4.2-3). Die Farbe wechselt von beige, hellbraun und rötlich.

Bei den Bohrungen BO40/5A, BO 401/5 und BO 401/1 (Ostverlängerung) wurde ein aufgefüllter Kies bis 1,5 – 2,2 m angetroffen und darunter ein Geschiebelehm (Ton, schluffig, sandig, kiesig), der nach unten zu immer fester wird. Bei der Bohrung BO 401/5 dürfte es sich bei dem Kies unter der Auffüllung ebenfalls um einen aufgefüllten Kies handeln. Darunter wird sicherlich auch der Geschiebelehm angetroffen.

- Lagerungsdichte

In der geplanten Dammverlängerung nach Süden wurden leichte Rammsondierungen ausgeführt, da die Wegigkeit für schwere Rammsondierungen nicht gegeben war. Die leichten Rammsondierungen DPL 402/13 und DPL 402/14 zeigt geringe bis mittlere Schlagzahlwerte von $N_{10} = 1-6$ bis ca. 1,0 – 2,0 m Tiefe auf, was auf einer weiche bis maximal steife Konsistenz hinweist. Darunter werden mit Erreichen des Geschiebelehms und des Verwitterungshorizont des tertiären Felshorizontes Schlagzahlen von $N_{10} = 10-70$ Schläge aufgezeichnet, so dass die Schichten in steifer, halbfester bis fester Konsistenz auf dem Baufeld vorliegen. Bereits ab einem Teufenbereich zwischen 3,0 – 3,9 m Tiefe u. GOK war wegen der äußerst dichten Lagerung kein Weiterkommen mehr möglich.

In der Ostverlängerung zum bestehenden Damm wurde bei einer Kampagne am 03.12.2014 die schwere Rammsondierung DPH401/2 durchgeführt. Hier ist der aufgefüllte Kies bis 2,0 m gut an den doch relativ hohen Schlagzahlen von $N_{10} = 4-23$ Schlägen erkennbar. Darunter wurden bis in eine Tiefe von 3,5 m nur geringe Schlagzahlen von $N_{10} = 2-5$ gemessen. Erst ab 3,5 m steigen die Schlagzahlen langsam an. In der Endtiefe von 5,0 m wurden $N_{10} = 10-12$ Schläge erreicht.

2.4 Grund- und Schichtwasser

In den Bohrungen der neuerlichen Untersuchung wurde kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen. Mit Stauwasser muss aber gerechnet werden.

2.5 Bodenklassen

Die aufgeschlossenen Böden sind den folgenden Bodenklassen nach DIN 18300 zuzuordnen:

Bodenart	Bodenklassen nach DIN 18300
Torf und Mutterboden	Leicht lösbarer Boden Klasse 1, fließende Bodenarten Klasse 2 und mittelschwer lösbarer Böden Klasse 4
Schluff und Ton, steif	Mittelschwer lösbarer Böden Klasse 4*)
Schluff und Ton, halbfest	Schwer lösbarer Böden Klasse 5*)

Tab 1. Bodenklassen nach DIN 18300

*) Im Geschiebelehm können Steine, Blöcke oder schollenartige Bruchstücke von Felsblöcken mit Kubaturen bis Kubikmetergröße auftreten, die je nach Größe den Bodenklassen 5 und Felsklassen 6 und 7 zuzurechnen sind.

2.6 Bodenkennwerte

Für die Böden können die maßgeblichen mittleren Bodenkennwerte abgeschätzt werden:

Bodenkennwerte	Torf und Oberboden	Verwitterungslehm (Tertiär) und Geschiebelehm, Ton, Schluff, sandig, kiesig, steife Konsistenz	Verwitterungslehm (Tertiär) und Geschiebelehm, Ton, Schluff, sandig, kiesig, halbfeste Konsistenz
Wichte kN/m ³	12	19,0	20,0
Wichte unter Auftrieb kN/m ³	2	9,5	10,0
Reibungswinkel Grad	22,5	25,0	27,5
Kohäsion c' kN/m ²	5	10	10-15
Steifezahl Es (Erstb.) MN/m ²	0,2-1,0	6-10	30
Bodengruppe	H, OU	UL, TL	UL, TL, TM
Frostempfindlichkeit	F3	F3	F3

Tab 2. Bodenkennwerte

3 Standsicherheitsuntersuchungen

Für einen Erddamm sind in der Regel folgende Standsicherheitsnachweise zu führen:

- Gesamtdamm
 - Gleiten
 - Böschungsstandsicherheit
 - Setzung
 - Grundbruch
- Dammfuß
 - Gleiten durch Spreizwirkung

- Annahmen aus Kap. 1

Die nachfolgenden Standsicherheitsberechnungen werden für die Dammquerschnitte P 1 – bei 0+100,00 (Bohrung BS 401/1) und P 2 bei 0+180,00 (Bohrung BO402/4 und DPL 402/14) durchgeführt.

3.1 Gleitsicherheit des Dammes

Dammquerschnitt P 1:

Die Gleitsicherheit am Dammfuß ergab nach Abziehen des Torfs und beim Belassen des weichen Seetons keine ausreichende Sicherheit. Erst durch Verfestigung des Seetons mit Kalk, könnte der Reibungswinkel ϕ von $20,0^\circ$ auf 25° erhöht werden. Ferner muss der Böschungswinkel auf $\leq 26^\circ$ auf der Luftseite verringert werden. Dann läge eine ausreichende Sicherheit von $\eta = 1,5$ ($> 1,3$) vor. Siehe Anlage 5.1.

Dammquerschnitt P 2:

Die Gleitsicherheit am Dammfuß ergab nach Abziehen des Torfs und beim Belassen des steifen tertiären Verwitterungslehms eine ausreichende Sicherheit von $\eta = 1,7$ ($> 1,3$) vor. Siehe Anlage 5.2.

3.2 Gleitsicherheit am Gesamtdamm

Bei der Gleitsicherheitsberechnung wird angenommen, dass der Damm ‚praktisch dicht‘ ist. Die Berechnung ergab bei vollständiger Füllung des Beckens mit 2,8 m und 0,8 m Einstauhöhe eine Sicherheit gegen Gleiten am Gesamtdamm (Anlage 5.1 und 5.2) mit der $1 : 2,1 \approx 26^\circ$ steilen, wasserseitigen Böschung von $\eta = 8,2$ und $32,1 > 1,3$. Die Gleitsicherheit für den Gesamtdamm ist somit nachgewiesen.

3.3 Setzung

3.3.1 Eigensetzung des Dammes

Die Eigensetzungen eines Dammes sind wesentlich vom Baumaterial und den Einbaukriterien (Einbaulagen, Verdichtung usw.) abhängig. Aufgrund bisheriger Erfahrungswerte sind für geschüttete Dämme aus bindigem Material Setzungen infolge Eigenkonsolidierung des Schüttmaterials von ca. 2 - 4 % bei einer Verdichtung von D_{Pr} von 95 % des eingebauten Materials zu erwarten. Bei der max. Dammhöhe von $h = 3,4$ m und 1,5 m sind Eigensetzungen des Dammes bezogen auf die Endhöhe von ca. $s \approx 5 - 10$ cm zu erwarten. Gerechnet werden sollte mit mind. $s \approx 7,5$ cm.

3.3.2 Setzung des Dammuntergrundes

Die Setzung des Dammuntergrundes wurde rechnerisch mittels eines EDV-Programmes ermittelt, wobei ein 20 m langer und 13 m breiter Abschnitt des Dammes betrachtet wurde. Die Dammkrone und die beidseitigen Böschungen wurden jeweils als Fundamente mit entsprechender Lastbeaufschlagung (max. Dammhöhe 3,4 m ab OK Gelände in der Dammmitte) betrachtet.

Die Setzungen infolge Zusammendrückung des Untergrundes verlaufen erwartungsgemäß muldenförmig und betragen unter der Dammkrone bei P 1 ca. $s = 3,3$ cm (Anlage 6.1) und bei P1 ca. 0,6 cm (Anlage 6.2).

- Gesamtsetzungen des Dammes

Die Gesamtsetzungen des Dammes aus Eigenkonsolidierung und Zusammendrückung des Untergrundes sind also mit ca. 11 cm bei P 1 und 3 cm bei P 2 zu veranschlagen und beim Dammbau durch Überhöhung zu berücksichtigen.

- Sicherheit gegen Grundbruch am Dammfuß

Die Sicherheit gegen Grundbruch am Dammfuß hängt im Wesentlichen von der Beschaffenheit des Untergrundes ab. Bei der im vorliegenden Fall sehr unterschiedlichen Beschaffenheit des Untergrundes, teils weiche und teils steife Böden, ist eine Berechnung wenig aussagekräftig. Es muss bei der Herstellung des Dammplans darauf geachtet werden, dass weiche und breiige Böden im Bereich der Dammaufstandsfläche mit Überstand von 3 m mit verbessert werden. Organische Böden (Torf) müssen in diesem Überstand komplett entfernt werden.

3.4 Standsicherheit der Dammböschung

Es wurden für das Dammmaterial rechnerisch angesetzt:

- Reibungswinkel $\varphi' = 27,5^\circ$ ($\rightarrow$ entspricht einem steifen bis halbfesten Geschiebelehm)
- Kohäsion $c' = 6 \text{ kN/m}^2$
- Wichte $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

- Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchungen

Nach der DIN EN 1990:2010-12 und der DIN 1054: 2010-12 sind Bemessungssituationen (BS-P, BS-T, BS-A und BS-E) wichtig und sollten klassifiziert werden. Hier haben wir es mit vorübergehenden Situationen BS-T (Transient Situations) zu tun, die sich auf zeitlich begrenzte Zustände beziehen. Nach dem Eurocode EC 7 wird je nach Bemessungssituation bei Teilsicherheitswerten für Einwirkungen und Beanspruchungen bei Nachweisen differenziert.

Es wurden folgendes Szenario für den **Schnitt P 1** untersucht:

1. Anlage 7.1: Für die luftseitige (steilere) Böschung wurde ohne Wassereinstau eine Sicherheit $\mu_{\max} = 0,63$ errechnet. Der Wert liegt bei $\mu_{\max} < 1$ und ist somit standsicher.
2. Anlage 7.2: Nach dem Einstau bis in das Niveau 602,7 mNN verändert sich die Standsicherheit der luftseitigen Böschung nicht ($\mu_{\max} = 0,63$). Der Wert liegt bei $\mu_{\max} < 1$ und somit standsicher.
3. Anlage 7.3: Bei anhaltendem Einstau kann sich eine Sickerlinie im Damm einstellen. Die Standsicherheit verändert sich ebenfalls nicht ($\mu_{\max} = 0,63$). Der Wert liegt bei $\mu_{\max} < 1$ und ist somit standsicher.
4. Anlage 7.4: Nach Volleinstau hat sich eine Sickerlinie herausgebildet. Jetzt wird das Wasser schnell abgesenkt. Die Standsicherheit der Wasserseite des Damms wird immer noch mit $\mu_{\max} = 0,99$ errechnet. Der Wert liegt zwar bei $\mu_{\max} < 1$, ist aber grenzwertig. **Es sollte also kein schnelles Ablassen vorgenommen werden.**

Fazit:

Alle durchgespielten Fälle zeigen eine ausreichende Sicherheit. Dies funktioniert aber nur, wenn der weichkonsistente (lokal breiige) Seeton mit Kalk stabilisiert und somit verbessert wird. Ferner sollte das Dammbaumaterial im eingebauten Zustand eine mind. steife Konsistenz aufweisen.

Es sollte kein schnelles Ablassen vorgenommen werden.

Es wurden folgendes Szenario für den **Schnitt P 2** untersucht:

1. Anlage 8.1: Für die luftseitige (steilere) Böschung wurde ohne Wassereinstau eine Sicherheit $\mu_{\max} = 0,46$ errechnet. Der Wert liegt bei $\mu_{\max} < 1$ und ist somit standsicher.
2. Anlage 8.2: Nach dem Einstau bis in das Niveau 602,7 mNN verändert sich die Standsicherheit der luftseitigen Böschung kaum auf $\mu_{\max} = 0,45$. Der Wert liegt bei $\mu_{\max} < 1$ und ist somit standsicher.
3. Anlage 8.3: Bei anhaltendem Einstau kann sich eine Sickerlinie im Damm einstellen. Die Standsicherheit verändert sich nicht: $\mu_{\max} = 0,38$. Der Wert liegt bei $\mu_{\max} < 1$ und ist somit standsicher.
4. Anlage 8.4: Nach Volleinstau hat sich eine Sickerlinie herausgebildet. Jetzt wird das Wasser schnell abgesenkt. Die Standsicherheit der Wasserseite des Damms wird immer noch mit $\mu_{\max} = 0,43$ errechnet. Der Wert liegt bei $\mu_{\max} < 1$ und ist somit standsicher.

Fazit:

Alle durchgespielten Fälle zeigen eine ausreichende Sicherheit. Dies funktioniert aber nur, wenn der Torf gegen ein Dammbaumaterial ausgetauscht wird.

4 Dammbau

Folgende Dammbaukriterien sollten erfüllt werden:

- Es muss bei der Herstellung des Dammplans darauf geachtet werden, dass weiche und breiige Böden im Bereich der Dammaufstandsfläche mit Überstand von 3 m mit verbessert werden. Organische Böden (Torf) müssen in diesem Überstand komplett gegen einen sandigen, schluffigen bis stark schluffigen Kies ausgetauscht werden, um die Wasserdurchlässigkeit nicht zu beeinträchtigen.
- Auf den Böschungen ist der Bewuchs zu entfernen. Tiefreichende Durchwurzungen müssen generell entfernt werden.
- Zur Verdichtung kann z.B. eine Walze mit Noppen (Schafffußwalze) eingesetzt werden, die eine bessere Verzahnung der Einbaulagen ermöglicht.

- Als Materialanforderungen werden vorgeschlagen:

- Als Dammbaustoff kann z.B. örtlich anstehender Geschiebelehm verwendet werden, wobei jedoch darauf zu achten ist, dass der Boden mit dem optimalen Wassergehalt eingebaut werden muss. Der leichtplastische Boden hat einen sehr schmalen Bildsamkeitsbereich. Wenn der Boden zu nass oder zu trocken ist, wird seine Proctordichte nicht erreicht. Es ist erforderlich, am geplanten Dammbaustoff die maßgeblichen Einbaukriterien vorab laborativ zu ermitteln und auf dieser Grundlage die Einbauparameter festzulegen. Am besten eignet sich ein mind. halbfester bis fester Geschiebelehm bestehend aus Schluff, Ton als Hauptgemengenteil sowie Sand und Kies als Nebengemengenteil. Durch die Verdichtung zieht der Geschiebelehm Wasser und geht in die nächst höheren Konsistenz über (von halbfest zu steif). Darum sollte die Konsistenz mind. halbfest besser fest sein.
- Das bindige Dammbaumaterial sollte eine Durchlässigkeit in der Größenordnung $k_f \leq 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ bis $1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ besitzen. Es müsste also toniges, schluffiges Material verwendet werden.
- Die Einbaudichte sollte nach DIN 18125 eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 95 \%$ erreichen. Die Einbauanforderungen sowie die erforderlichen Verdichtungsnachweise sind vor Baubeginn materialbezogen in einem Prüffeld (Größe ca. 3 x 5 m) festzulegen.
- Überprüfung mittels Dichtemessungen über UP-Zylinder mit vorausgehenden Proctorversuchen.
- Bei der geotechnischen Kategorie GK 2 (mittlerer Schwierigkeitsgrad) ist eine Bauüberwachung notwendig. Die Sohle für den Aufbau sollte nach der Freilegung beurteilt werden und die erforderlichen erdbautechnischen Maßnahmen festgelegt werden.

5 Sicherheitstechnische Überprüfung

Folgende Mindestanforderungen sind an Betrieb und Pflege des Damms zu stellen:

- Regelmäßige Begehung und Kontrolle des Damms, Untersuchung auf Sickerwasseraustritte, Wühltiervorkommen, Beschädigungen
- Vegetationspflege auf der Luft- und Wasserseite als möglicherweise maßgebliches Element der ausreichenden Standfestigkeit
- Dokumentation

6 Zusammenfassung

Die Fa. Roche Diagnostics GmbH plant eine Dammerweiterung des vorhandenen Regenrückhaltebeckens. Die geplante Erweiterung des Regenrückhaltebeckens liegt in östlicher Verlängerung des Bestandsbeckens und biegt dann nach Süden um (Variante 7). Der Damm soll um ca. 300 m verlängert werden. Trotz dem Stauvolumen und der Höhe des Damms von max. 1,8 - 2,8 m ist das RRB einem sehr niedrigen Gefahrenpotenzial zuzuordnen, da sich im Anschluss von 600 m nach Osten nur Waldfläche bis zur Loisach befindet.

- Untergrundverhältnisse

Die neuen Untersuchungen wurden in Verlängerung des bestehenden Damms, der dann nach Süden umschwenkt, durchgeführt. Die Verlängerung nach Osten wurde in einer früheren Kampagne (Gutachten AZ 141145-1 vom 18.05.2015) ausgeführt. In der geplanten Dammverlängerung nach Süden wurde zuoberst eine 0,3 - 0,5 m mächtige Torf und Oberbodenschicht angetroffen. Darunter wurde im Norden eine steifkonsistente Seetonbildung bis 1,5 m angetroffen. Darunter folgt ein schwach kiesiger, sandiger, toniger Schluff (Geschiebelehm). Nach Süden zu taucht das Tertiär auf: so wurde hier ein erst steifer schluffiger Ton angetroffen, der zur Tiefe immer fester wird.

- Grund- und Sickerwasser

In den Bohrungen der neuerlichen Untersuchung wurde kein Grund- oder Schichtwasser angetroffen. Mit Stauwasser muss aber gerechnet werden.

- Gleitsicherheit

Die Gleitsicherheit am Dammfuß ergab nach Abziehen des Torfs und beim Belassen des weichen Seetons keine ausreichende Sicherheit. Erst durch Verfestigung des Seetons mit Kalk, läge eine ausreichende Sicherheit vor. Ferner muss der Böschungswinkel auf $\leq 26^\circ$ auf der Luftseite verringert werden.

Die Sicherheit gegen Gleiten am Gesamtdamm ist gegeben.

- Setzung

Die Gesamtsetzungen des Damms aus Eigenkonsolidierung und Zusammendrückung des Untergrundes sind also mit ca. 11 cm bei P 1 und 3 cm bei P 2 zu veranschlagen und beim Dammbau durch Überhöhung zu berücksichtigen.

- Sicherheit gegen Grundbruch am Dammfuß

Die Sicherheit gegen Grundbruch am Dammfuß hängt im Wesentlichen von der Beschaffenheit des Untergrundes ab. Bei der im vorliegenden Fall sehr unterschiedlichen Beschaffenheit des Untergrundes, teils breiige, teils weiche und teils steife Böden, ist eine Berechnung wenig aussagekräftig. Es muss bei der Herstellung des Dammplanums darauf geachtet werden, dass

weiche und breiige Böden im Bereich der Dammaufstandsfläche mit Überstand von 3 m mit verbessert werden. Organische Böden (Torf) müssen in diesem Überstand komplett entfernt werden.

- Standssicherheit der Dammböschung

Beim Dammquerschnitt P 1:

Für die verschiedenen Lastfälle wie luftseitige Böschung mit und ohne Wassereinstau ist die Böschung standssicher. Auch bei einem anhaltenden Einstau ist die Böschung trotz Sickerlinie standssicher. Nur bei einem schnellen Ablassen nach langanhaltendem Volleinstau ist die Standssicherheit grenzwertig. Es sollte also kein schnelles Ablassen vorgenommen werden.

Beim Dammquerschnitt P 2:

Bei allen Lastfälle ist hier der Damm bzw. die Böschung standssicher.

- Dammbau

Es muss bei der Herstellung des Dammplans darauf geachtet werden, dass weiche und breiige Böden im Bereich der Dammaufstandsfläche mit Überstand von 3 m mit verbessert werden. Organische Böden (Torf) müssen in diesem Überstand komplett gegen einen sandigen, schluffigen bis stark schluffigen Kies ausgetauscht werden, um die Wasserdurchlässigkeit nicht zu beeinträchtigen.

Auf den Böschungen ist der Bewuchs zu entfernen. Tiefreichende Durchwurzelungen müssen generell entfernt werden.

Als Dammbaustoff kann z.B. örtlich anstehender halbfester bis fester Geschiebelehm verwendet werden. Die Wasserdurchlässigkeit sollte in der Größenordnung $k_f \leq 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ bis $1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ liegen. Es müsste also toniges, schluffiges Material verwendet werden. Die Einbaudichte sollte nach DIN 18125 eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 95 \%$ betragen.

Für weitere Fragen stehen wir gern zur Verfügung.

Starnberg, 21.09.2015

N. Kampik, Dipl.-Geol. BDG

GHB Consult GmbH



Auftraggeber: Roche Diagnostics
Nonnenwald 2
82377 Penzberg

Projekt: Dammerhöhung RÜB
Variante 7

Planbezeichnung: Übersicht

Projektnummer: 150764

Maßstab: kein Maßstab

GHB Consult GmbH
N. Kampik, Dipl.-Geol.
Moosstraße 7
82319 Starnberg
Tel.: 08151 / 656 88 0
Fax: 08151 / 656 88 99

**GEO
HYDRO
BAU
CONSULT**

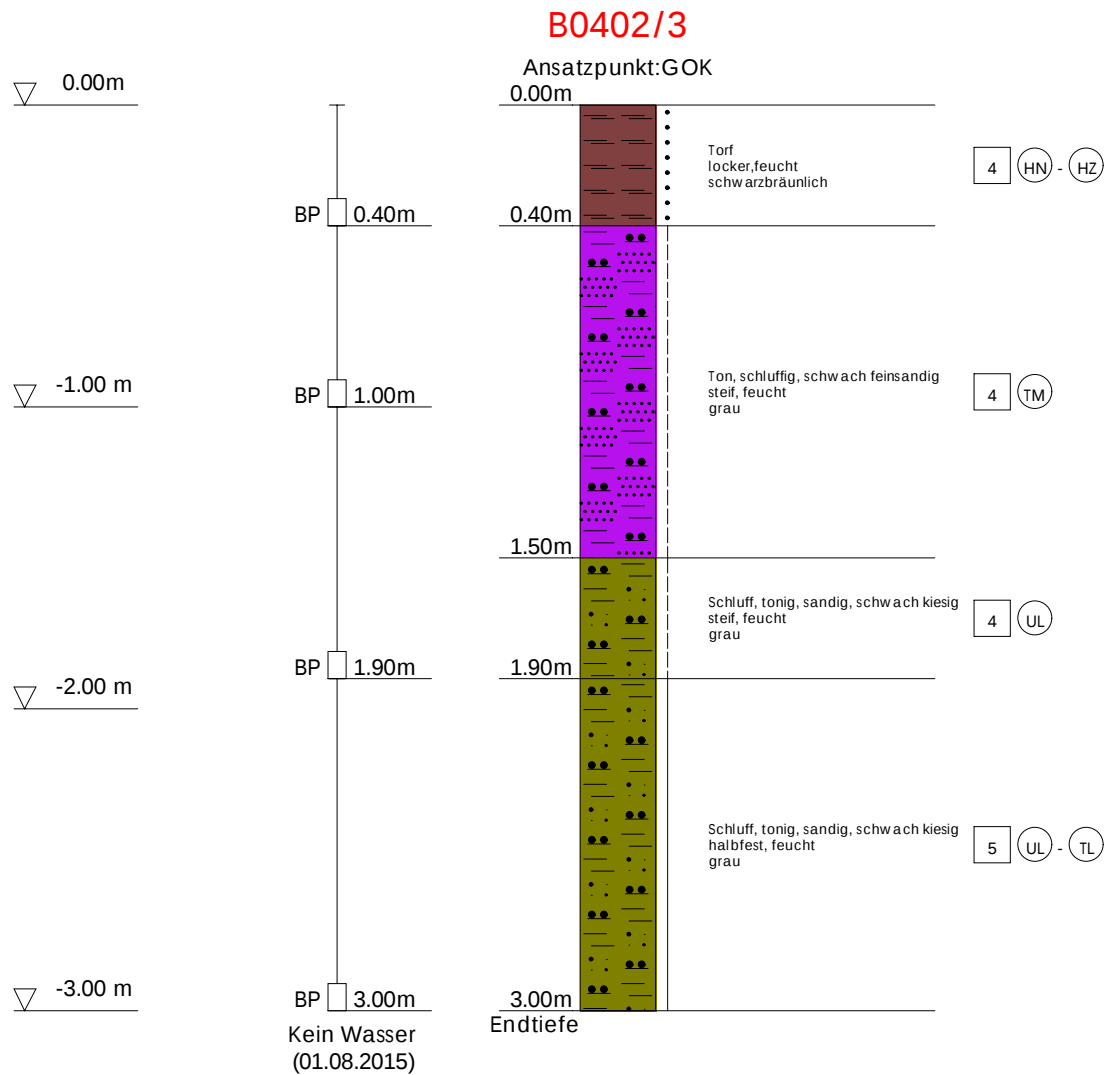
Bearbeiter: N. Kampik

Zeichner: M. Entchev

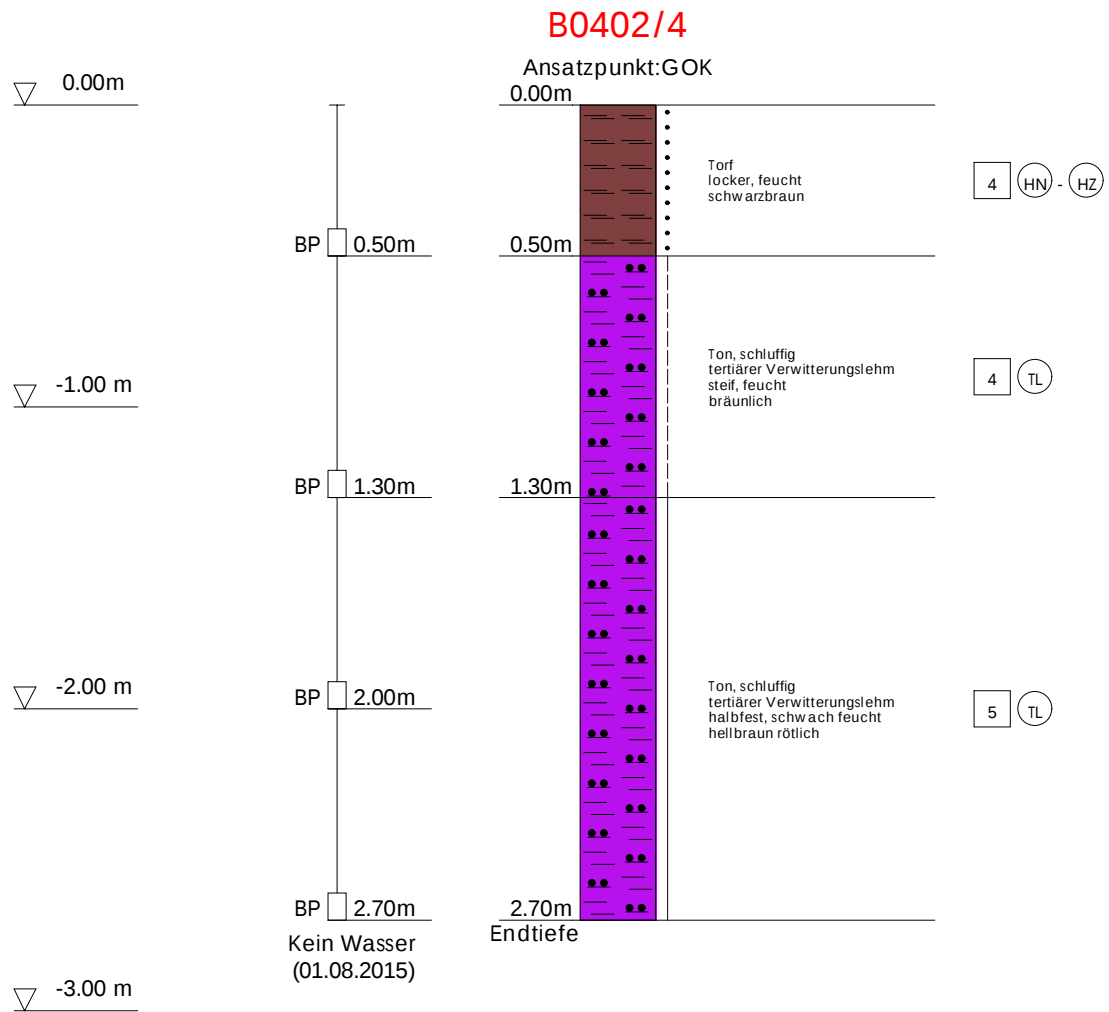
Datum: 25.08.2015

Anlage: 1.1

GHB Consult GmbH	Projekt Roche, Dammerhöhung RÜB Variante 7, Penzberg
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 150764
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.3
Tel:(08151) 656 88 -0, Fax: -99	Maßstab : 1: 25
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	



GHB Consult GmbH	Projekt Roche, Dammerhöhung RÜB Variante 7, Penzberg
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 150764
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.4
Tel:(08151) 656 88 -0, Fax: -99	Maßstab : 1: 25
Bohrprofil DIN 4023 DIN 4023	



GHB Consult GmbH	Projekt Roche, Dammerhöhung RÜB Variante 7, Penzberg
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 150764
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.1
Tel:(08151) 656 88 -0, Fax: -99	Maßstab : 1: 25

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023

BO40/5A

Ansatzpunkt: 603.58 mNN

0.00m

0.10m

A

Auffüllung, Mutterboden, Sand,
schluffig, kiesig
locker, schwach feucht
braun

(1) (OH)

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

Auffüllung, Kies, schluffig, sandig
locker bis mitteldicht, feucht
braun, grau

(3) (GU)

2.20m

A

BP 2.20m

2.20m

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

A

Ton, schluffig, sandig, kiesig
steif bis halbfest, schwach feucht
grau, Kein Weiterkommen möglich

4 TM

4.20m

A

BP 4.20m

Kein Wasser
(03.12.2014)

Endtiefe

▽ 603.00m

▽ 602.00m

▽ 601.00m

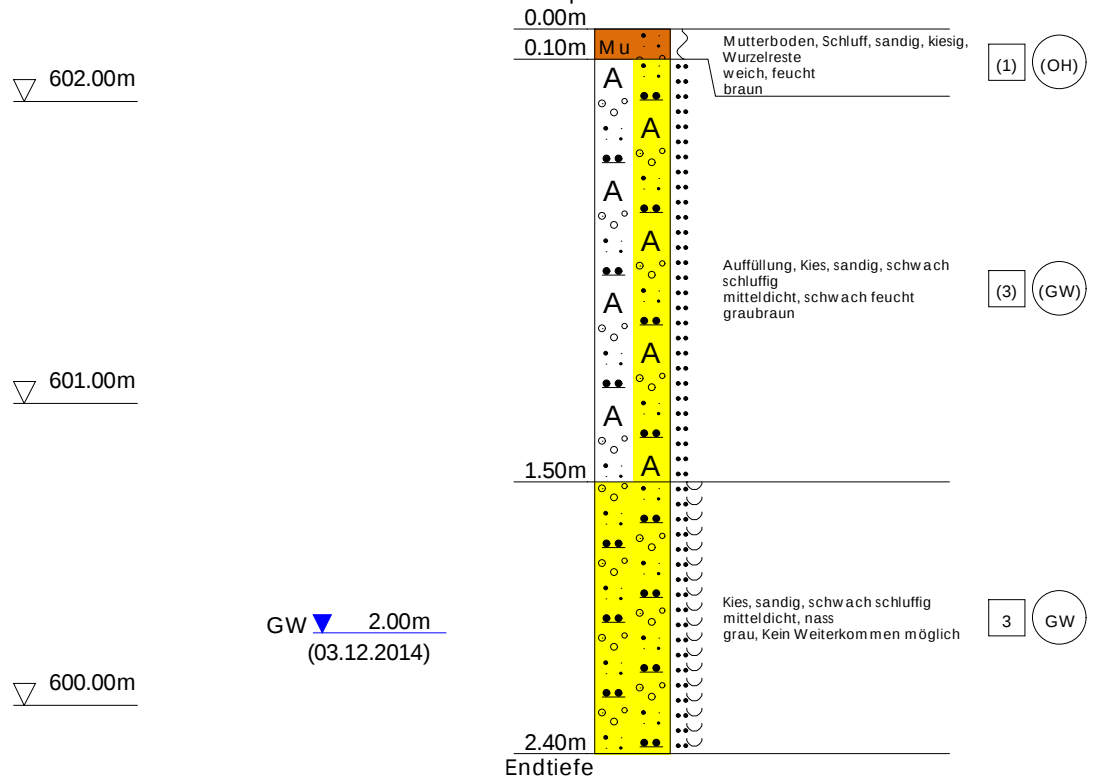
▽ 600.00m

GHB Consult GmbH	Projekt Roche, Dammerhöhung RÜB Variante 7, Penzberg
N. Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 150764
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 2.2
Tel:(08151) 656 88 -0, Fax: -99	Maßstab : 1: 25

Bohrprofil DIN 4023
DIN 4023

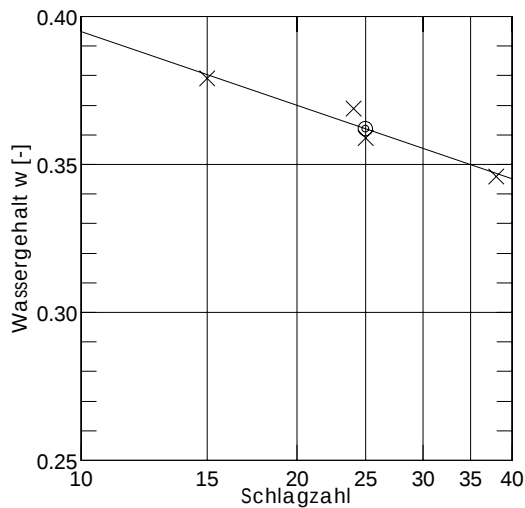
BO401/5

Ansatzpunkt: 602.24 mNN

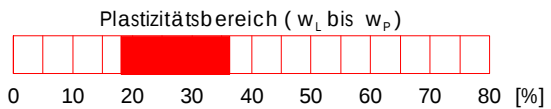


GHB Consult GmbH	Projekt : Roche Penzberg: Dammerhöhung RÜB Variante 7
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 150764
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.1
Tel:(08151)280-60/61, Fax:280-62	Datum : 20.08.2015
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer : BO 402/3-1.0
	Tiefe : 0,4 - 1,0 m
	Bodengruppe : TM
Entnahmestelle : BO 402/3	Art der Entn. : gestört
Ausgef. durch : Seebauer	Entn. am : 01.08.2015

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		38	25	24	15				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	144.27	145.01	135.77	147.62	111.19	113.60	109.44	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	128.61	128.71	121.67	129.92	107.02	108.98	105.38	
Behälter	m_B [g]	83.35	83.29	83.42	83.26	83.22	83.67	83.19	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	15.66	16.30	14.10	17.70	4.17	4.62	4.06	
Trockene Probe	m_t [g]	45.26	45.42	38.25	46.66	23.80	25.31	22.19	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[-]	0.346	0.359	0.369	0.379	0.175	0.183	0.183	0.180



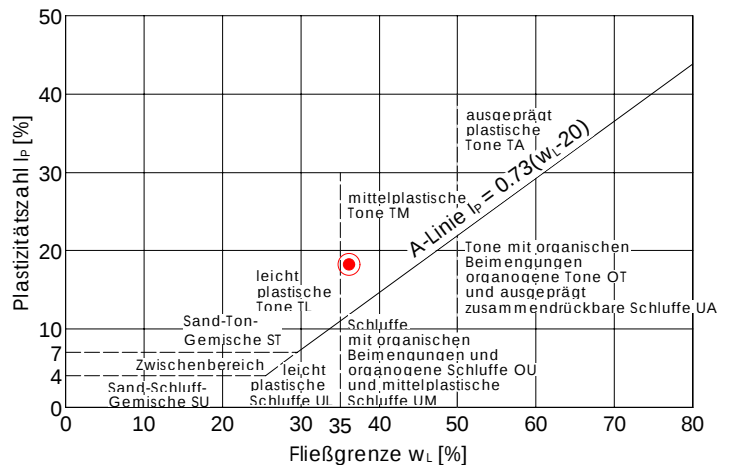
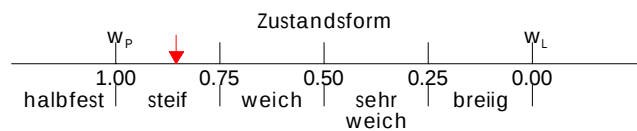
Wassergehalt $w_N = 0.206$
 Fließgrenze $w_L = 0.362$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.180$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.182$

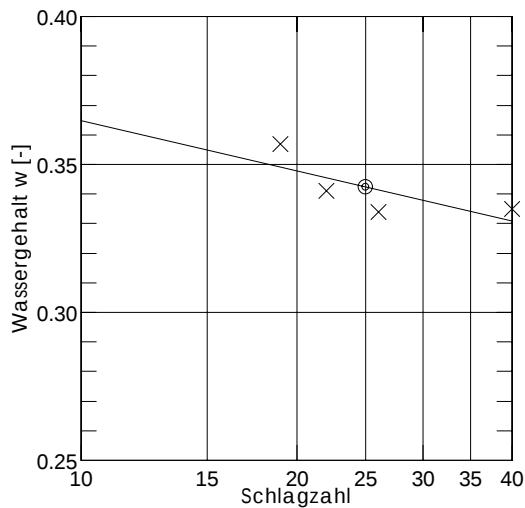
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.143$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.857$

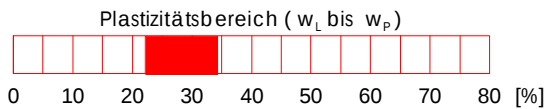


GHB Consult GmbH	Projekt : Roche Penzberg: Dammerhöhung RÜB Variante 7
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 150764
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.2
Tel:(08151)280-60/61, Fax:280-62	Datum : 20.08.2015
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer : BO402/4_2.0
	Tiefe : 1.3 - 2.0 m
	Bodengruppe : TL
Entnahmestelle : BO 402/4	Art der Entn. : gestört
Ausgef. durch : Seebauer	Entn. am : 01.08.2015

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		40	26	22	19				
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_b$ [g]	154.88	158.47	182.46	157.15	115.11	114.63	114.36	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_b$ [g]	137.79	139.69	163.07	137.72	109.97	108.89	108.76	
Behälter	m_b [g]	86.75	83.47	106.26	83.36	86.47	83.22	83.40	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	17.09	18.78	19.39	19.43	5.14	5.74	5.60	
Trockene Probe	m_t [g]	51.04	56.22	56.81	54.36	23.50	25.67	25.36	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[-]	0.335	0.334	0.341	0.357	0.219	0.224	0.221	0.221



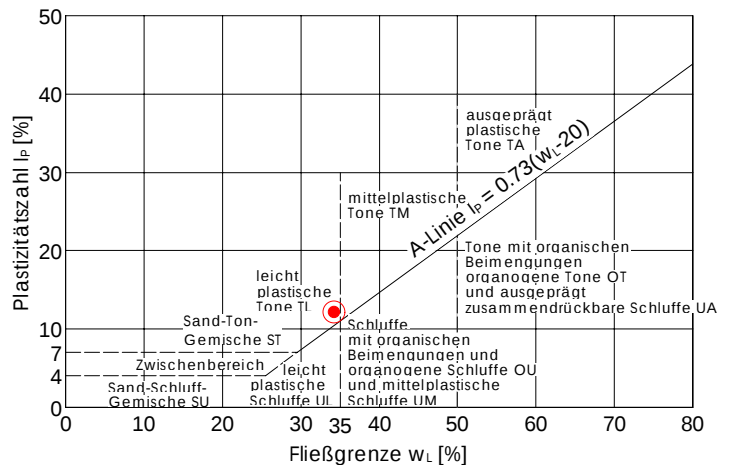
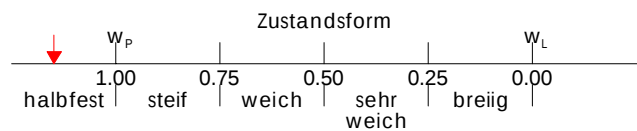
Wassergehalt $w_N = 0.203$
 Fließgrenze $w_L = 0.342$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.221$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.121$

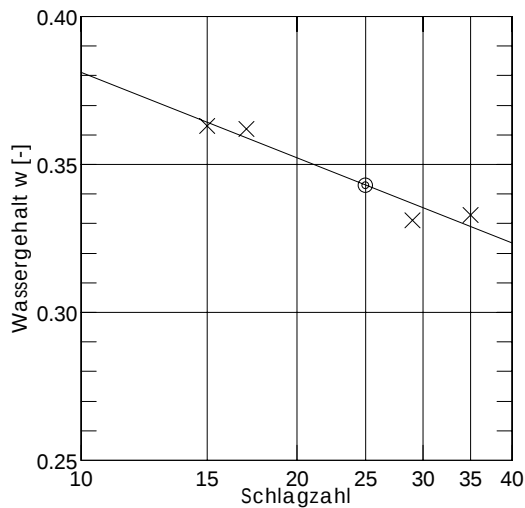
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = -0.149$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 1.149$

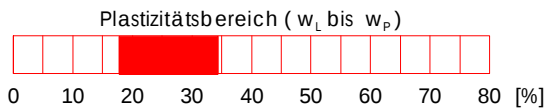


GHB Consult GmbH	Projekt : Roche Penzberg: Dammerhöhung RÜB Variante 7
N.Kampik, Dipl.-Geol.	Projektnr. : 150764
Moosstraße 7, 82319 Starnberg	Anlage : 4.3
Tel:(08151)280-60/61, Fax:280-62	Datum : 20.08.2015
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Labornummer : BO402/5-0.9
	Tiefe : 0,3 - 0,9 m
	Bodengruppe : TL-TM
Entnahmestelle : BO 402/5	Art der Entn. : gestört
Ausgef. durch : Seebauer	Entn. am : 01.08.2015

		Fließgrenze				Ausrollgrenze			
Behälter-Nr.									
Zahl der Schläge		35	29	17	15				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]		149.82	162.84	154.36	167.68	110.86	111.86	116.39	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]		133.18	143.04	135.52	145.28	106.85	107.63	111.25	
Behälter m_b [g]		83.24	83.21	83.45	83.61	83.78	83.54	83.50	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]		16.64	19.80	18.84	22.40	4.01	4.23	5.14	
Trockene Probe m_t [g]		49.94	59.83	52.07	61.67	23.07	24.09	27.75	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [-]		0.333	0.331	0.362	0.363	0.174	0.176	0.185	0.178



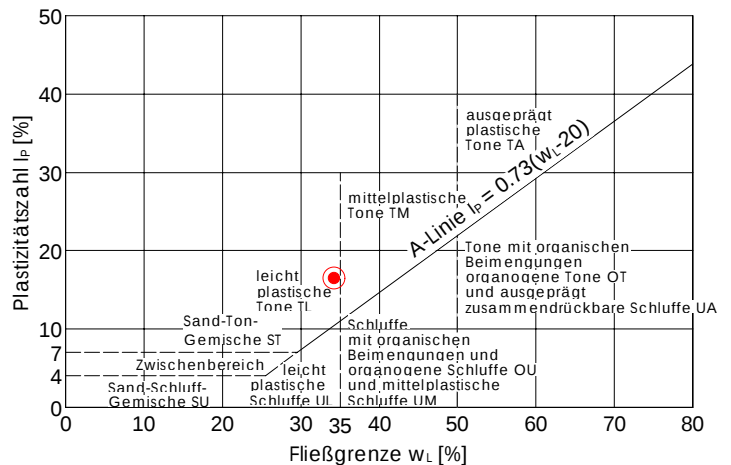
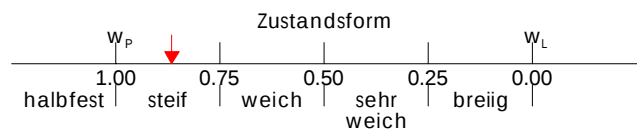
Wassergehalt $w_N = 0.200$
 Fließgrenze $w_L = 0.343$
 Ausrollgrenze $w_P = 0.178$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 0.165$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.133$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.867$



Projektnummer: 150764

Anlage 5.1

Schnitt P 1

EINGABEWERTE

φ' (Reibungswinkel Untergrund)	25 °	(Seeton, weich)
φ' (Reibungswinkel Damm)	27,5 °	(Dammbaumaterial - Lehm halbfest)
β_L (Böschung Luftseite)	26 °	
φ' (Damm)- β (Böschung)	1,5 °	
$\gamma_{(W)}$	10 kN/m ³	
H_W (Einstauhöhe)	2,8 m	
β_W (Böschung Wasserseite)	2 1 : 2,1	
$\gamma_{(Boden)}$	19 kN/m ³ im Mittel	
Dammhöhe	3,4 m	
Kronenbreite	3 m	
Fußbreite	16 m	

Gleitsicherheit am Dammfuß

$$\eta_{GL} = \frac{\tan \varphi' (\text{Untergrund})}{K_{ah} * \tan \beta' (\text{Böschung})} = \frac{\text{max. T}}{\text{vorh. T}}$$

K_{ah} = Erddruckbeiwert für Bodeneigengewicht

$$K_{ah} = \left[\frac{\cos \varphi' (\text{Damm})}{1 + \sqrt{\frac{\sin \varphi' (\text{Damm}) * \sin[\varphi' (\text{Damm}) - \beta (\text{Böschung})]}{\cos \beta_L (\text{Böschung})}}} \right]^2$$

$$K_{ah} = \underline{0,63}$$

$$\eta_{GL} = \underline{1,5} > \underline{1,3} \quad \underline{\text{standsicher}}$$

Sicherheit am Gesamtdamm

$$\eta = \frac{\text{max. T}}{\text{vorh. T}} = \frac{(G+W_V) * \tan \varphi' (\text{Untergrund})}{W_H}$$

$$G = \gamma_{(Boden)} * \text{Dammhöhe} * 1/2 * (\text{Kronenbreite} + \text{Fußbreite})$$

$$W_V = \gamma_{(W)} * \frac{H_W^2}{2} * \cot \beta_W$$

$$W_H = \gamma_{(W)} * \frac{H_W^2}{2}$$

$$W_V = \underline{78} \text{ kN/m}$$

$$W_H = \underline{39} \text{ kN/m}$$

$$G = 614 \text{ kN/m}$$

$$\eta = \underline{8,2} > \underline{1,3}$$

Projektnummer: 150764

Anlage 5.2

Schnitt P 2

EINGABEWERTE

φ' (Reibungswinkel Untergrund)	25 °	(tertiäre Verwitterungslehm, steif)
φ' (Reibungswinkel Damm)	27,5 °	(Dammbaumaterial - Lehm halbfest)
β_L (Böschung Luftseite)	25 °	
φ' (Damm)- β (Böschung)	2,5 °	
$\gamma_{(W)}$	10 kN/m ³	
H_W (Einstauhöhe)	0,8 m	
β_W (Böschung Wasserseite)	2 1 : 2,1	
$\gamma_{(Boden)}$	19 kN/m ³ im Mittel	
Dammhöhe	1,5 m	
Kronenbreite	3 m	
Fußbreite	12 m	

Gleitsicherheit am Dammfuß

$$\eta_{GL} = \frac{\tan \varphi' (\text{Untergrund})}{K_{ah} * \tan \beta' (\text{Böschung})} = \frac{\text{max. T}}{\text{vorh. T}}$$

K_{ah} = Erddruckbeiwert für Bodeneigengewicht

$$K_{ah} = \left[\frac{\cos \varphi' (\text{Damm})}{1 + \sqrt{\frac{\sin \varphi' (\text{Damm}) * \sin[\varphi' (\text{Damm}) - \beta (\text{Böschung})]}{\cos \beta_L (\text{Böschung})}}} \right]^2$$

$$K_{ah} = 0,60$$

$$\eta_{GL} = 1,7 > 1,3 \quad \text{standsicher}$$

Sicherheit am Gesamtdamm

$$\eta = \frac{\text{max. T}}{\text{vorh. T}} = \frac{(G+W_V) * \tan \varphi' (\text{Untergrund})}{W_H}$$

$$G = \gamma_{(Boden)} * \text{Dammhöhe} * 1/2 * (\text{Kronenbreite} + \text{Fußbreite})$$

$$W_V = \gamma_{(W)} * \frac{H_W^2}{2} * \cot \beta_W$$

$$W_H = \gamma_{(W)} * \frac{H_W^2}{2}$$

$$W_V = 6 \text{ kN/m}$$

$$W_H = 3 \text{ kN/m}$$

$$G = 214 \text{ kN/m}$$

$$\eta = 32,1 > 1,3$$

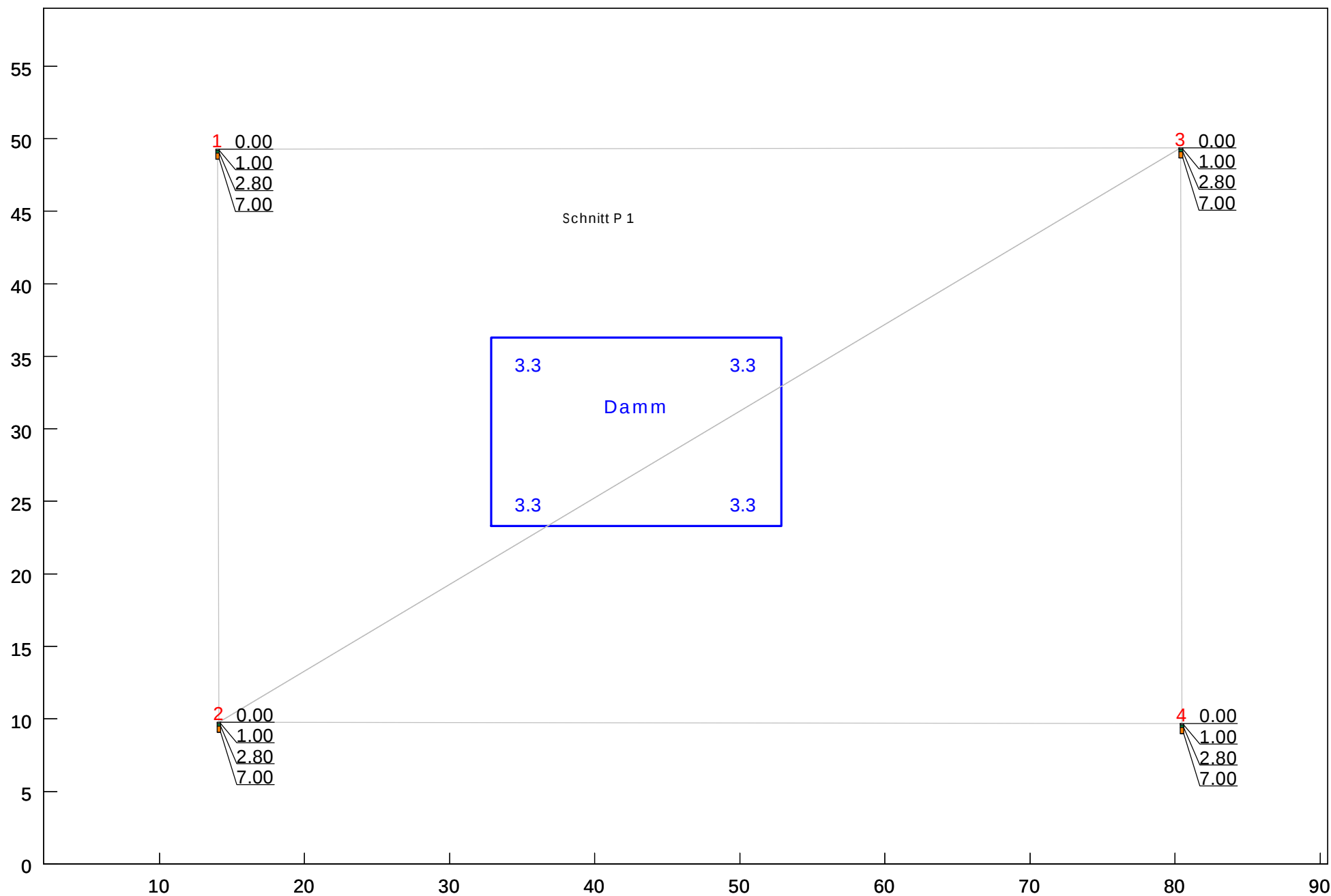
Schicht	γ [kN/m³]	E_s [MN/m²]	$E_{s(w)}$ [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.00	15.00	20.00	0.000	Seeton, verbessert mit Kalk 1 m
	19.00	4.00	5.00	0.000	Seeton, weich
	19.00	25.00	30.00	0.000	Geschiebelehm, steif

GHB Consult GmbH
Moosstr. 7
82319 Starnberg

Fa. Roche Diagnostics GmbH
Erweiterung RRB Variante 1C

Anlage 6.1

Datum 18.09.2015
AZ 150764



Setzungsberechnung nach DIN 4019

Roche Dammerhöhung Var. 7

Setzungen GOK

Grenztiefe mit 20.0 %

Globale Vorbelastung = 0.00 kN/m²

Grenzabstand = 500.000 m

Bodenkennwerte

Schicht	γ	E_s	$E_s(w)$	ν	Bezeichnung
[-]	[kN/m ³]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[-]	
1	19.00	15.00	20.00	0.000	Seeton, verbessert mit Kalk 1 m
2	19.00	4.00	5.00	0.000	Seeton, weich
3	19.00	25.00	30.00	0.000	Geschiebelehm, steif

Profile

Knoten: 1 x[m] = 14.012 y[m] = 49.292

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.00
2	1.00 - 2.80
3	2.80 - 7.00

Knoten: 2 x[m] = 14.099 y[m] = 9.777

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.00
2	1.00 - 2.80
3	2.80 - 7.00

Knoten: 3 x[m] = 80.393 y[m] = 49.379

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.00
2	1.00 - 2.80
3	2.80 - 7.00

Knoten: 4 x[m] = 80.481 y[m] = 9.690

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.00
2	1.00 - 2.80
3	2.80 - 7.00

Inzidenztafel

Dreieck	A	B	C
1	1	2	3
2	3	2	4

Fundament: Damm

x(links) = 32.853 m

y(unten) = 23.298 m

a = 20.000 m

b = 13.000 m

Neigung = 0.000 °

Fundamentspannung (links oben) = 60.000 kN/m²

Fundamentspannung (rechts oben) = 60.000 kN/m²

Fundamentspannung (links unten) = 60.000 kN/m²

Fundamentspannung (rechts unten) = 60.000 kN/m²

Aushubentlastung = 0.000 kN/m²

Gründungssohle = 0.000 m

Grenztiefe = 7.000 m

Setzung in Fundamentmitte = 3.94 cm

Setzungen in den Fundamentecken

links oben = 1.02 cm
rechts oben = 1.02 cm
links unten = 1.02 cm
rechts unten = 1.02 cm

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten

links oben = 3.26 cm
rechts oben = 3.26 cm
links unten = 3.26 cm
rechts unten = 3.26 cm

Mittlere Setzung der kennz. Punkte [cm] = 3.261

Verdrehung (KP) um Längsachse [-] = 0.00000

Verdrehung (KP) um Querschachse [-] = 0.00000

Setzungen an selbst gewählten Punkten

x	y	s
[m]	[m]	[cm]

Alle Setzungen

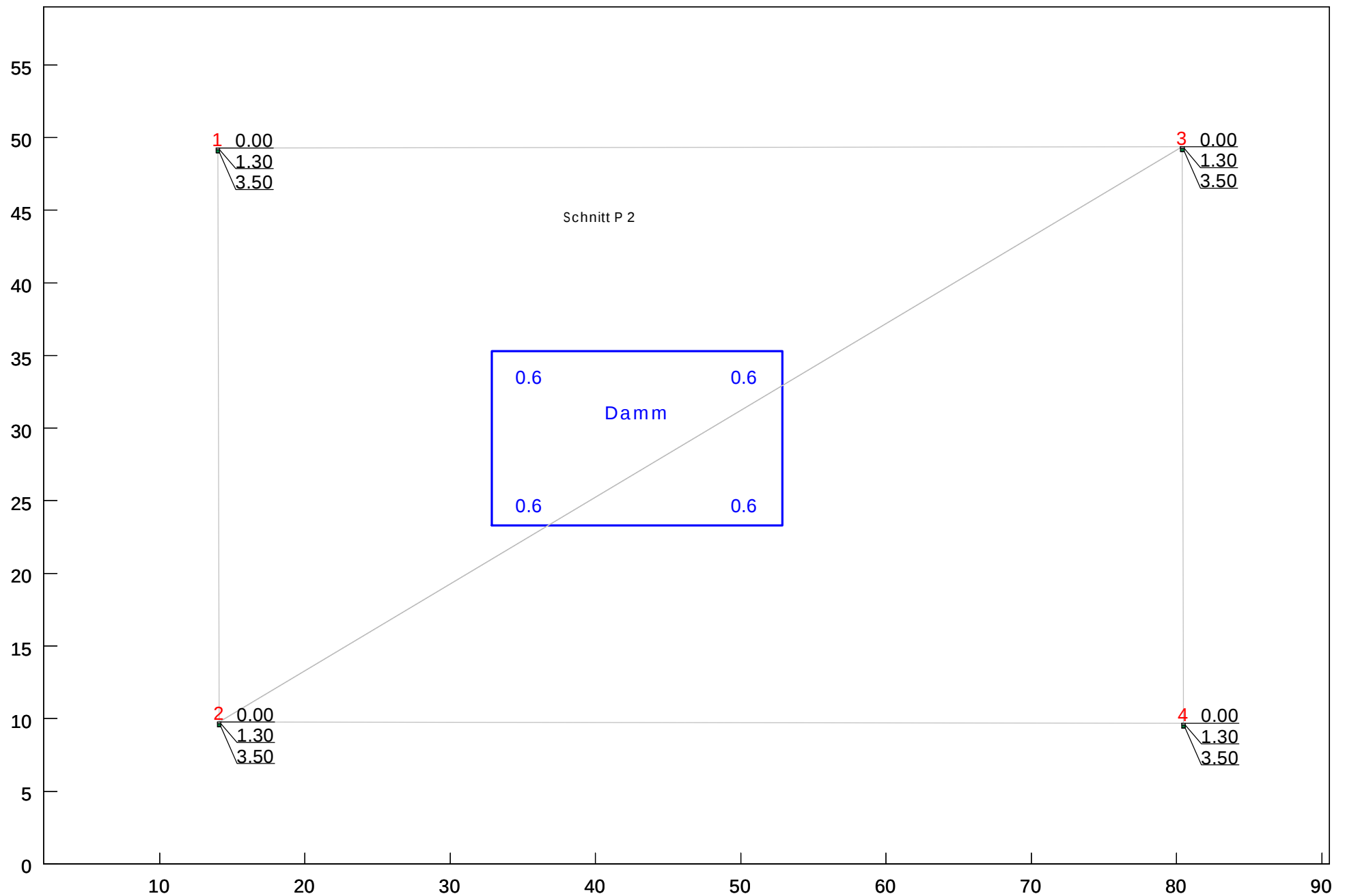
Name	x	y	Setzung
	[m]	[m]	[cm]
Damm	42.853	29.798	3.939
Damm	32.853	36.298	1.019
Damm	52.853	36.298	1.020
Damm	32.853	23.298	1.019
Damm	52.853	23.298	1.019
Damm	35.453	34.608	3.261
Damm	50.253	34.608	3.261
Damm	35.453	24.988	3.261
Damm	50.253	24.988	3.261

Schicht	γ [kN/m³]	E_s [MN/m²]	$E_{s(w)}$ [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	19.00	8.00	10.00	0.000	Tertiäre Verwitterungslehm, steif
	20.00	30.00	33.00	0.000	Übergang zum Fels

GHB Consult GmbH
Moosstr. 7
82319 Starnberg

Fa. Roche Diagnostics GmbH
Erweiterung RRB Variante 1C

Anlage	6.2
Datum AZ	18.09.2015 150764



Setzungsberechnung nach DIN 4019

Roche Dammerhöhung Var. 7

Setzungen GOK

Grenztiefe mit 20.0 %

Globale Vorbelastung = 0.00 kN/m²

Grenzabstand = 500.000 m

Bodenkennwerte

Schicht	γ	E_s	$E_s(w)$	ν	Bezeichnung
[-]	[kN/m ³]	[MN/m ²]	[MN/m ²]	[-]	
1	19.00	8.00	10.00	0.000	Tertiäre Verwitterungslehm, steif
2	20.00	30.00	33.00	0.000	Übergang zum Fels

Profile

Knoten: 1 x[m] = 14.012 y[m] = 49.292

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.30
2	1.30 - 3.50

Knoten: 2 x[m] = 14.099 y[m] = 9.777

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.30
2	1.30 - 3.50

Knoten: 3 x[m] = 80.393 y[m] = 49.379

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.30
2	1.30 - 3.50

Knoten: 4 x[m] = 80.481 y[m] = 9.690

Schicht	Tiefe [m u. GOK]
1	0.00 - 1.30
2	1.30 - 3.50

Inzidenztafel

Dreieck	A	B	C
1	1	2	3
2	3	2	4

Fundament: Damm

x(links) = 32.853 m

y(unten) = 23.298 m

a = 20.000 m

b = 12.000 m

Neigung = 0.000 °

Fundamentspannung (links oben) = 30.000 kN/m²

Fundamentspannung (rechts oben) = 30.000 kN/m²

Fundamentspannung (links unten) = 30.000 kN/m²

Fundamentspannung (rechts unten) = 30.000 kN/m²

Aushubentlastung = 0.000 kN/m²

Gründungssohle = 0.000 m

Grenztiefe = 3.500 m

Setzung in Fundamentmitte = 0.70 cm

Setzungen in den Fundamentecken

links oben = 0.18 cm

rechts oben = 0.18 cm

links unten = 0.18 cm

rechts unten = 0.18 cm

Setzungen in den kennzeichnenden Punkten

links oben = 0.65 cm

rechts oben = 0.65 cm

links unten = 0.65 cm

rechts unten = 0.65 cm

Mittlere Setzung der kennz. Punkte [cm] = 0.646

Verdrehung (KP) um Längsachse [-] = 0.00000

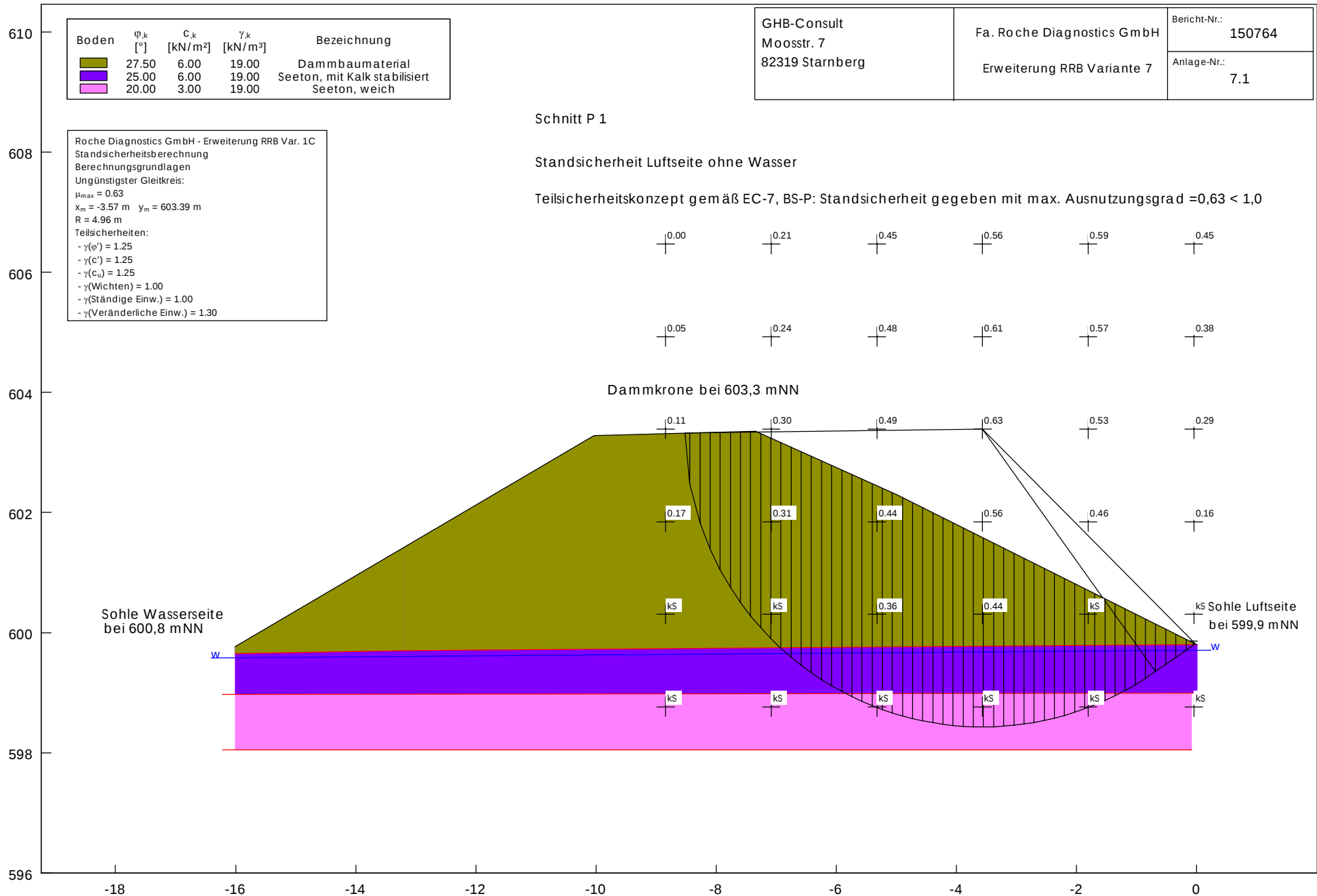
Verdrehung (KP) um Querachse [-] = 0.00000

Setzungen an selbst gewählten Punkten

x	y	s
[m]	[m]	[cm]

Alle Setzungen

Name	x	y	Setzung
	[m]	[m]	[cm]
Damm	42.853	29.298	0.700
Damm	32.853	35.298	0.177
Damm	52.853	35.298	0.177
Damm	32.853	23.298	0.177
Damm	52.853	23.298	0.177
Damm	35.453	33.738	0.646
Damm	50.253	33.738	0.646
Damm	35.453	24.858	0.646
Damm	50.253	24.858	0.646



GHB-Consult Moosstr. 7 82319 Starnberg	Fa. Roche Diagnostics GmbH	Bericht-Nr.: 150764
	Erweiterung RRB Variante 7	Anlage-Nr.: 7.2

Schnitt P 1

Standsicherheit Luftseite mit Wasser

Teilsicherheitskonzept gemäß EC-7, BS-P: Standsicherheit gegeben mit max. Ausnutzungsgrad $= 0,63 < 1,0$

