

Baugrundgutachten

- Stand: Februar 2022 -

<i>Auftrag-Nr.</i>	19.12227
<i>Objekt</i>	Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“ in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg
<i>Auftraggeber</i>	RAG Montan Immobilien GmbH Büro Saar Provinzialstraße 1 66806 Ensdorf
<i>Anlagen</i>	1.1 Bestimmungen des Wassergehaltes 1.2.1-1.2.9 Bestimmungen der Zustandsgrenzen 1.3 Analysenberichte Asphalt 2.0 Übersichtslageplan 2.1 Lageplan 2.2-2.5 Baugrundschnitte mit Bohr- und Sondierprofilen 3.1-3.3 Standsicherheitsberechnungen Damm RRB 4.1-4.3 Standsicherheitsberechnungen Einschnitt RRB
<i>Bearbeiter</i>	Dipl.-Ing. Frederik Bastgen [Bas / vj]
<i>Ort/ Datum</i>	Heusweiler, 9. Februar 2022

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorbemerkungen	1
2	Unterlagen	2
3	Bauplatz / Erkundungsprogramm.....	3
4	Baugrundsituation	9
5	Bodenwasserverhältnisse	13
6	Pechhaltigkeit der Asphaltdecken und Behandlung von Aushubmassen.....	14
6.1	Pechhaltigkeit der Asphaltdecken	14
6.2	Behandlung von Aushubmassen.....	15
6.2.1	Auffüllungen.....	15
6.2.2	Gewachsene Böden.....	16
7	Homogenbereiche / Boden und Felsklassen nach DIN 18300 (Erdarbeiten) ...	17
8	Bodenkennwerte	20
9	Geotechnische Beurteilungen.....	21
9.1	Straßenbau	21
9.2	Kanalbau.....	23
9.3	Bebaubarkeit.....	28
9.4	Versickerungsfähigkeit der Lockerböden.....	28
10	Regenrückhaltebecken RRB	29
10.1	Planung.....	29
10.2	Schüttmaterial / Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	30
10.3	Dammaufstandsfläche und Dammschüttung	31
10.4	Dammstatik	32
10.5	Beurteilung der Standsicherheit der Einschnittsböschung	32
11	Bergbau / Geologische Störungen	34

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

1 Vorbemerkungen

In der Hahnenstraße in Riegelsberg plant die RAG Montan Immobilien GmbH die Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“.

Zum Bauvorhaben liegen ein Untersuchungsbericht zur Überprüfung der allgemeinen Bebaubarkeit vom 17.01.2017 [4] und ein Untersuchungsbericht zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes vom 30.01.2020 [5] vor. Die hierbei punktuell durchgeführten Felduntersuchungen dienten der orientierenden Erkundung der örtlichen Baugrundsituation [4] bzw. zur Planung der Anlage eines Rückhalte- und Versickerungsbeckens [5].

Zwischenzeitlich liegt eine Vorplanung für das Wohngebiet vor [1]. Die Erdbaulaboratorium Saar GmbH wurde hierzu mit der Durchführung von verdichtenden/ergänzenden Baugrunduntersuchungen und der Erstellung eines Erschließungsgutachtens (2. Untersuchungsphase) beauftragt.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

2 Unterlagen

- [1] PJG Planungsteam Jakobs Gänssle GmbH, Saarbrücken:
Gemeinde Riegelsberg, OT Riegelsberg, „Wohngebiet Auf dem Hahn“
Vorplanung Stand 04/2020, mit
Lageplan Variante 1 Standort RRB, Stand 04/2020, M. = 1:500
Längsschnitt Schacht RW1 – Auslauf, Schacht SW1 – SW7, M. = 1:250/50
Längsschnitt Schacht RW4.6 – RW4, Schacht SW4.6 – SW4, M. = 1:250/50
Längsschnitt Schacht RW6.4 – RW6, Schacht RW5.1 – RW5, Schacht SW6.4 – SW6,
Schacht SW5.1 – SW5, M. = 1:250/50
Längsschnitt Schacht RW7.4 – RW7, Schacht SW7.4 – SW7, M. = 1:250/50
Regelquerschnitt, 03/2020, M. = 1:50
- [2] Geologische Karte des Saarlandes, Blatt 6607 Heusweiler, M. = 1:25.000
- [3] Topografische Übersichtskarte des Saarlandes CD25
- [4] Erdbaulaboratorium Saar:
Erschließung Wohnbaufläche Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg, hier: Vorerkundung
zur Prüfung der allgemeinen Bebaubarkeit; Untersuchungsbericht vom 17.01.2017
(Auftrag-Nr. 17.11250)
- [5] Erdbaulaboratorium Saar:
Wohngebiet „Hahnenstraße“ in 66292 Riegelsberg, hier: Untersuchungen zur Versi-
ckerungsfähigkeit des Untergrundes; Untersuchungsbericht Nr. 1 vom 30.01.2020
(Auftrag-Nr. 19.12227)
- [6] weitere Archivunterlagen ELS

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

3 Bauplatz / Erkundungsprogramm

Bauplatz

Der Bauplatz liegt zwischen zwei Talmulden in einer in etwa südwestlicher Richtung abfallenden Hangfläche. Das Wohngebiet liegt auf der Nordseite der Hahnenstraße. Dort sollen die noch bestehenden Baulücken Hahnenstraße 73, 77 bis 85 und 89 bis 97 geschlossen werden. Seine Ausdehnung in nordwestliche Richtung reicht bis an den Auenbereich des Vorfluters „Hahnhümes“.

Die Geländehöhen betragen zwischen rd. 297,5 mNN an der Ostecke des Baugebietes (in Nähe des Anwesens Hahnenstraße 99) und rd. 268 mNN in der Westecke des Baugebietes im Bereich des Auslaufes des geplanten RRB (Standort Variante 1).

Die Fläche wird derzeit als Wiese genutzt. Zum Teil bestehen Baum- und Strauchgruppen.

Die nachstehenden Bilder geben einen Überblick zum Bauplatz.

Bild 1 Blick von der Hahnenstraße (Höhe Anwesen Nr. 74) auf das Baufeld



Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Bild 2 Blick von der Hahnenstraße (Höhe Anwesen Nr. 76) auf das Baufeld



Bild 3 Blick von der Hahnenstraße (Höhe Anwesen Nr. 82) auf das Baufeld



Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Bild 4 Blick vom Standort RW/SW 6.4 nach Nordwesten



Bild 5 Blick von der Baufeld-Nordecke nach Südwesten



Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Bild 6 Blick von der Baufeld-Nordecke nach Süden



Bild 7 Blick von der Baufeld-Nordecke nach Südosten



Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Bild 8 Blick von der Baufeld-Westecke nach Nordosten



Bild 9 Blick von der Baufeld-Westecke nach Osten



Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Erkundungsprogramm

Im Rahmen der im Jahr 2017 durchgeführten Vorerkundung waren folgende Geländeuntersuchungen durchgeführt worden [4]:

- 5 Kleinrammbohrungen (B1 bis B5)

Im Rahmen der Untersuchungen zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes waren am Standort des RRB gemäß B-Plan am 20.01.2020 folgende weitere Untersuchungen durchgeführt worden [5]:

- 3 Kleinrammbohrungen (B/SV1 bis B/SV3)

Zur flächigen Erkundung des Wohngebietes wurden aktuell zwischen dem 19.05. und dem 28.05.2020 folgende zusätzliche Geländeuntersuchungen durchgeführt:

- 10 Kleinrammbohrungen (B6 bis B15)
- 13 schwere Rammsondierungen (DPH6 bis DPH18)
- 1 Handschurf (HSch1)

Der Handschurf diente zur Feststellung des Straßenaufbaus der Hahnenstraße im Bereich des geplanten Anschlusses von Regen- und Schmutzwasserkanal (neuer Schacht 43003.1).

Die Lage der Aufschlüsse ist im Lageplan der Anlage 2.1 eingezeichnet. Die Geländehöhen beziehen sich jeweils auf OK Gelände.

Mit Hilfe des Handschurfs HSch1 wurde Material der bestehenden Asphaltdecken der Hahnenstraße entnommen und dieses chemischen Untersuchungen zugeführt. Mit Hilfe der Bohrungen B6 bis B15 wurden Bodenproben gewonnen, von denen repräsentierende Proben bodenmechanischen Untersuchungen zugeführt wurden.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

4 Baugrundsituation

Die allgemeine geologische Situation wird von den Schichten des Karbons (hier: cstG2 – Mittlere Göttelborner Schichten) geprägt. Der Fels aus Tonsteinen, Schluffsteinen und Sandsteinen mit darin eingelagerten Kohleflözen ist von einer differenziert mächtigen Verwitterungszone überlagert. Darüber liegen bindige Hangablagerungen, die oben mit einer durchwurzelten Mutterbodenschicht abschließen.

Zusammenfassend kann folgendes Grundsatzprofil formuliert werden:

Tabelle 1 Schichtung

Schicht	Kurzbeschreibung	Konsistenz / Lagerungszustand bzw. Festigkeit bei Fels
Oberflächenbefestigungen Hahnenstraße:		
Asphalt	--	--
Naturschotter	Kies , sandig, schwach schluffig	dicht
Asphalt	--	--
HO-Schotter	Kies , sandig, schluffig	dicht
Oberboden	Schluff , wechselnd sandig, tonig, teils (schwach) kiesig, humos	--
Hanglehm	Ton-Schluff-Sand-Gemische , teilweise (schwach) kiesig, teilweise schwach humos	steif bis halbfest
Verwitterungszone Karbon	Ton/Schluff , sandig (Ton-/Schluffstein, entfestigt) Sand , schluffig, kiesig (Sandstein, entfestigt) Kies , sandig, schluffig (Störung?)	halbfest bis fest sehr mürbe mitteldicht bis dicht sehr mürbe locker bis mitteldicht
Fels (nicht aufgeschlossen)	Sand-/Ton-/Schluffstein/Steinkohle	mürbe bis fest (mitunter hart)

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Die Schichtgrenzen sind in den Anlagen 2.2 bis 2.5 enthaltenen Baugrundschnitten dargestellt. Zudem sind die Unterkanten der einzelnen Schichtglieder in den nachfolgenden Tabellen 2 bis 5 zusammengefasst.

Tabelle 2 Unterkanten der Schichtglieder (ca.-Angaben in Meter unter Ansatzpunkt)

Schichten	HSch1	B1/SV1	B2/SV2	B3/SV3
Asphaltdecke 1	0,07	--	--	--
Naturschotter	0,15			
Asphaltdecke 2	0,20			
HO-Schotter	0,40			
Natur-/HO-Schotter	0,55			
Oberboden	--	0,1	0,1	0,2
Hanglehm	> 0,62	0,5	0,9	1,5
Verwitterungszone	n.e.	> 2,1	> 2,2	> 3,0
Fels	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.

Tabelle 3 Unterkanten der Schichtglieder (ca.-Angaben in Meter unter Ansatzpunkt)

Schichten	B1	B2	B3	B4	B5
Oberboden	0,37	0,30	0,30	0,25	0,35
Hanglehm	1,0	0,8	1,0	1,2	0,9
Verwitterungszone	> 3,0	> 2,4	> 2,7	> 3,4	> 2,5
Fels	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.

Tabelle 4 Unterkanten der Schichtglieder (ca.-Angaben in Meter unter Ansatzpunkt)

Schichten	B6 (DPH6)	B7 (DPH7)	B8 (DPH8)	B9 (DPH9)	B10 (DPH10)
Oberboden	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2
Hanglehm	1,1	1,3	1,0	1,0	1,6
Verwitterungszone	> 2,1 (> 2,4)	> 1,6 (> 1,6)	> 3,0 (> 3,7)	> 2,0 (> 2,4)	> 4,0 (> 4,4)
Fels	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Tabelle 5 Unterkanten der Schichtglieder (ca.-Angaben in Meter unter Ansatzpunkt)

Schichten	B11 (DPH11)	B12 (DPH12)	B13 (DPH13)	B14 (DPH14)	B15 (DPH15)
Oberboden	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Hanglehm	0,9	0,7	1,1	0,5	1,2
Verwitterungszone	> 3,7 (> 5,5)	> 2,0 (> 3,5)	> 2,8 (> 2,7)	> 1,4 (> 2,6)	> 3,1 (> 3,4)
Fels	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.

Anmerkungen und Erläuterungen zu den Tabellen 2 bis 5:

- „>“ = Endtiefe der Aufschlüsse
- n.e. = Schicht wurde nicht erreicht
- „--“ = Schicht wurde nicht angetroffen

Bei den Kleinrammbohrungen ist eine scharfe Abgrenzung der Schichten nicht möglich. Die in den Tabellen 2 bis 5 enthaltenen Angaben sind deshalb nicht als zentimetergenaue Werte zu verstehen.

Straßenaufbau Hahnenstraße

Die Fahrbahn ist mit einer 7 cm dicken (jüngeren) Asphaltdecke befestigt. Darunter folgt eine 8 cm dicke Lage Naturschotter. Es schließt eine 5 cm dicke (ältere) Asphaltdecke an. Es folgt eine 20 cm dicke Lage aus HO-Schotter über einer 15 cm dicken Lage aus HO-/Naturschotter. Der Straßenoberbau besitzt demnach eine Gesamtdicke von 55 cm.

Im Planum steht Hanglehm an, der eine halbfeste Konsistenz besitzt.

Oberboden

Die Dicke der durchwurzelteten Oberbodenschicht wurde mit 0,15 – 0,37 m ermittelt.

Im Bereich des Strauch- und Baumbestandes ist mit entsprechend tiefer reichenden Durchwurzlungen und Wurzelstöcken zu rechnen.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Handlehm

Unter dem Oberboden stehen an allen Untersuchungsstellen zuoberst Handlehme an. Sie reichen bis in Tiefen zwischen 0,5 m und 1,6 m. Es handelt sich um Gemische aus Tonen, Schluffen und Sanden mit örtlichen Einlagerungen an Kieskorn. Die Lehme besitzen lokal schwach humose Bestandteile (Wurzeln). Den Handlehmen sind steife und halbfeste Konsistenzen zuzuweisen.

An 5 Proben aus den Handlehmen wurden die Wassergehalte und die Zustandsgrenzen bestimmt. Die Ergebnisse werden im Kapitel 10 – Dammschüttmaterial – mitgeteilt.

Verwitterungszone

Unter dem Handlehm schließen im Liegenden die Felsschichten des Karbons an. Dabei stehen zuoberst meist halbfeste bis feste Tone oder Schluffe (entfestigter Ton-/Schluffstein) bzw. untergeordnet mitteldicht bis dicht gelagerte Sande (entfestigter Sandstein) an. Zur Tiefe hin erfolgt der Übergang in stark verwitterten Ton-, Schluff- und Sandstein. Die Aufschlüsse enden allgemein in Tiefen zwischen 1,6 m und 4,0 m im mürben Fels.

Eine Ausnahme bildet die Bohrung B14. Unter der dort nur relativ dünn ausgebildeten Lehmaddeckung steht bis zur Endteufe der Bohrung bei 1,4 m kiesiger Felsbruch an. Die parallel ausgeführte Rammsondierung DPH14 weist bis in 1,2 m Tiefe eine nur lockere Lagerungsdichte der Kiese und darunter bis zur Endteufe von 2,6 m eine mittlere Lagerungsdichte nach. Die Geologische Karte [2] weist in etwa diesem Bereich eine Störung aus.

An 4 Proben aus den Tonen der Verwitterungszone wurden die Wassergehalte und die Zustandsgrenzen bestimmt. Die Ergebnisse werden im Kapitel 10 – Dammschüttmaterial – mitgeteilt.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Felszone

Es wird erwartet, dass unterhalb der Endteufen der Aufschlüsse, d. h. in Tiefen ab 1,6 – 5,5 m unter örtlicher Geländehöhe, der Übergang zum festen Fels erfolgt, wobei im Karbon erfahrungsgemäß eine Wechsellagerung von mürben und festen bis harten Ton-, Schluff- und Sandsteinschichten besteht. Darüber hinaus können auch Kohleschichten vorkommen (Gemäß Geologischer Karte [2] streicht im Baufeld ein Kohleflöz aus.).

5 Bodenwasserverhältnisse

Im Rahmen der im Januar 2017 [4], im Januar 2020 [5] und der im Mai 2020 durchgeführten Felduntersuchungen wurde lediglich in der Bohrung B13 in 2,0 m Tiefe ein Schichtwasserhorizont festgestellt. Dort stieg das Grundwasser bis zum Abschluss der Bohrarbeiten bis auf 1,2 m unter OK Gelände an.

Im Bereich der mutmaßlichen Störung bei B14 waren am Bohrgut keine Vernässungen festzustellen. Auch bei der DPH14 war kein Wasserzulauf festzustellen.

Grundsätzlich können in Abhängigkeit von der Jahreszeit und der Witterung in den Lockerböden Stau- und Sickerwässer auftreten. Allerdings sind die anstehenden bindigen Böden nur sehr wenig wasserwegsam. Dies zeigte sich auch bei den im Januar 2017 und im Januar 2020 durchgeführten Untersuchungen: Nach Regenereignissen waren auf der Geländeoberfläche großflächige Pfützen vorhanden. Ein Wassereintrag in die Hanglehne hinein konnte aber nicht beobachtet werden.

Im Karbonfels ist die Wasserführung an Klüfte gebunden (Kluftgrundwasser). Angaben zu Grundwasserständen im Fels liegen nicht vor.

Das Baufeld liegt außerhalb von festgesetzten oder derzeit geplanten Wasserschutzgebieten.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

6 Pechhaltigkeit der Asphaltdecken und Behandlung von Aushubmassen

6.1 Pechhaltigkeit der Asphaltdecken

Aus den beiden Asphaltsschichten der bestehenden Fahrbahndecken wurden mit Hilfe des Handschurfs HSch1 die Asphaltproben AK1 und AK2 entnommen.

Die beiden Proben wurden dem chemischen Labor BVU, Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH, Markt Rettenbach, zur Bestimmung der PAK-Gehalte überstellt. Die Analysenberichte Nr. 20/03077 und Nr. 20/03078 des Labors mit den chemischen Nachweisen sind als Anlage 1.1 beigefügt.

Bewertungsgrundlagen

Gemäß der aktuell im Saarland praktizierten Vorgehensweise (Stand April 2011) gilt der aktualisierte Grenzwert mit einem Gehalt an PAK $c_{PAK} > 100$ mg/kg als kohleenteerhaltig.

Danach ist für die Entsorgung/Verwertung des Straßenaufbruches als Entscheidungskriterium nur noch die Summe der PAK-Gehalte (Summenwert) einstufigsrelevant.

Tabelle 6 Ergebnisse der chemischen Analysen und Einstufung

Bezeichnung	Tiefe [m]	c_{PAK} [mg/kg]	Einstufung	Abfallschlüssel
AK1 (BVU-Probe 20/03077)	0,00-0,07	1,4	bitumenstämmig	17 03 02
AK2 (BVU-Probe 20/03078)	0,15-0,20	142	kohleenteerhaltig	17 03 01

Wie aus dem Untersuchungsergebnis abzulesen ist, ist die **obere, jüngere Asphaltdecke (AK1)** als **bitumenstämmig** einzustufen. Dieser Ausbauasphalt kann unter dem Abfallschlüssel 17 03 02 jeder dafür zugelassenen Ablagerungsstelle zugeführt werden. Eine gesonderte Transportgenehmigung ist nicht erforderlich.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Dagegen ist die **untere, ältere Asphaltdecke (AK2)** als kohlenteeerhaltig einzustufen. Es handelt sich bei diesem Ausbauasphalt um „**gefährlichen Abfall**“ (Abfallschlüssel 17 03 01), der mittels Entsorgungsnachweisverfahrens hierfür zugelassenen Anlagen zuzuführen ist. Zum Transport des Materials ist eine gesonderte Transporterlaubnis erforderlich.

Einstufung nach RuVA-StB 01

Da bei der Probe **AK2** der Gehalt an $C_{PAK} > 25$ mg/kg TM liegt, muss diese, vorbehaltlich des Phenolindex im Eluat, in die **Verwertungsklasse B** gemäß RuVA-StB 01, Fassung 2005, eingestuft werden. Eine Verwendung im Heißmischverfahren scheidet aus. Bei einer Deponierung gilt für die Probe AK2, dass diese auf einer hierfür zugelassenen Annahmestelle der **Deponieklasse DK I** zu entsorgen ist ($C_{PAK} > 30$ mg/kg TM).

Dagegen kann die Probe **AK1**, deren Gehalt bei $C_{PAK} \leq 25$ mg/kg TM liegt, vorbehaltlich des Phenolindex im Eluat, in die **Verwertungsklasse A** gemäß RuVA-StB 01 eingestuft werden. Dies bedeutet, dass dieser Asphaltaufruch in hierfür zugelassenen Asphaltmischanlagen aufbereitet werden kann. Bei einer Deponierung gilt für diese Probe die **Deponieklasse DK 0**.

6.2 Behandlung von Aushubmassen

6.2.1 Auffüllungen

Auffüllungen wurden lediglich im Oberbau der Hahnenstraße festgestellt. Chemische Untersuchungen wurden nicht durchgeführt. Beim Anschluss des SW-Kanals des Baugebietes an den Bestandskanal in der Hahnenstraße fällt nur wenig Aushubmaterial an.

Es wird empfohlen, eine Analyse und Abfalleinstufung am Gesamtaufwerk aus diesem Bereich vorzunehmen. Sofern möglich, sollte beim Aushub eine Separierung von Naturschotter und HO-Schotter erfolgen. Der Naturschotter kann in der Baumaßnahme wiederverwendet werden und die Analyse/Abfalleinstufung auf den HO-Schotter begrenzt werden.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

6.2.2 Gewachsene Böden

Das Schadstoffpotenzial der beim Aushub anfallenden Massen ist nicht bekannt. Chemische Untersuchungen wurden nicht durchgeführt. Die anstehenden, gewachsenen Böden sind organoleptisch unauffällig. Weder optisch noch geruchlich wurden Hinweise auf erhöhte Schadstoffkonzentrationen festgestellt. Nach derzeitiger Einschätzung, auf Grundlage punktueller, stichprobenhafter Aufschlüsse und angesichts der bisherigen Nutzung des Geländes (keine schadstoffbehaftete Vornutzung), ist vorab nicht von einem erhöhtem Aufwand zur Aushubbehandlung (Wiederverwertung, Entsorgung) auszugehen.

Gemäß LAGA M20 Boden bzw. Deponieverordnung § 8 sind für die Entsorgung der natürlich anstehenden Böden weitergehende analytische Untersuchungen nicht zwingend erforderlich. Falls die Aushubmassen nicht vor Ort verbleiben, wird deshalb für den Abtransport empfohlen, die Annahmemodalitäten mit der vorgesehenen Annahmestelle (Verwertung, Deponierung) frühzeitig abzustimmen. Sofern von dieser Seite auch für natürliche Böden Abfalleinstufungen gefordert werden (gutachterliche Beurteilungen, ggf. chemische Bestimmungen nach Deponieverordnung und/oder LAGA-Mitteilungen Nr. 20), steht das unterzeichnete Büro hierfür zur Verfügung.

Für Probennahmen zur Analyse im Zuge des Aushubes ist zu beachten, dass die Beprobung nach LAGA PN98 (Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen) an Haufwerken vorzusehen ist. Hierzu wird in der Regel eine Zwischenlagerung auf Mieten erforderlich. Zudem benötigen die chemischen Analysen eine entsprechende Bearbeitungszeit.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

7 Homogenbereiche / Boden und Felsklassen nach DIN 18300 (Erdarbeiten)

Die anstehenden Böden können in ihrem natürlichen Lagerungszustand hinsichtlich der Erdarbeiten zu nachfolgend genannten Homogenbereichen zusammengefasst werden:

Tabelle 7 Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09, Lockerboden

Homogenbereich	Schichten	Bodengruppe DIN 18196 ¹⁾	Konsistenz / Lagerungs- dichte	M.-Anteil ²⁾	
				> 63 mm	> 200 mm
I	Naturschotter HO-Schotter	GW, GU	dicht	gering	gering
II	Oberboden	OU, OT ³⁾	--	gering bis mittel	gering
III	Hanglehm	UL, TL, TM (SU*, ST*)	steif bis halbfest	gering	gering
IV	Verwitterungszone	UL, TL, TM (SU*, ST*, GU, GU*)	halbfest bis fest locker bis dicht	gering bis hoch	gering

(Klammerwerte) = untergeordnet möglich

- 1) Erfahrungswerte
- 2) gering: < 5 M.-%, mittel: 5 bis 20 M.-%, hoch: > 20 M.-% (Schätzwerte); Die Klassifizierungen von sehr grobkörnigen Böden erfordern sehr große Probemengen, die aus Kleinrammbohrungen (Durchmesser < 60 mm) nicht zu gewinnen sind.
- 3) Bodengruppe nach DIN 181915:2002-08: Bodengruppen 8 und 9

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Tabelle 8 Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09, Fels

Homogenbereich	Schichten	Veränderlichkeit	Druckfestigkeit ¹⁾	Trennflächen
IV	Verwitterungszone	stark veränderlich	außerordentlich bis sehr gering	unregelmäßig
V	Felszone²⁾	stark veränderlich (mürbe Zwischenlagen) bis nicht veränderlich (harte Schichten)	sehr gering (< 5 N/mm ²) gering bis hoch (5 – 75 N/mm ²)	Abstand: unregelmäßig Einfallen: NW ca. 25 – 30° (gem. [2])

- ¹⁾ Die Druckfestigkeit wurde nach EN ISO 14689-1 abgeschätzt. Eine genauere Eingrenzung ist bei Bedarf mittels einaxialer Druckversuche an Gesteinskernen möglich.
- ²⁾ In den Fels sind örtlich Flöze eingeschaltet, die Schwächezonen im Gebirge darstellen.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Nach der (mittlerweile zurückgezogenen) DIN 18300:2012-09 ist folgende Klassifizierung zu-
treffend:

Tabelle 9 Bodenklassen nach DIN 18300:2012-09

Schichten	Klasse nach DIN 18300:2012-09
Naturschotter/HO-Schotter	3, 4
Oberboden	1
Hanglehm	(2), 4
Verwitterungszone	3, 4, 5, 6
Fels	6, 7

- Beim Befahren und gleichzeitigem Wasserzutritt weichen die Hanglehme rasch auf, was zu einer Konsistenzverschlechterung zu weichen bis breiigen Böden führen kann. Breiige Zustandsformen sind ein Kriterium für die Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten).
- Mit Fels der Klasse 7 ist erst unterhalb der mit den Aufschlüssen erreichten Endtiefen, d. h. in Tiefen ab 1,6 – 5,5 m unter Gelände, zu rechnen.
- Die Lösbarkeit des Festgesteins wird maßgeblich vom Durchtrennungsgrad und der Druckfestigkeit bestimmt. Generell ist von einer stark wechselnden Gesteins- und Gebirgsfestigkeit auch bis in große Tiefe auszugehen. Der Wechsel in Gesteinsart und Gesteinsfestigkeit kann auf kurze Entfernungen erfolgen.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

8 Bodenkennwerte

Für die Hauptbodenarten werden folgende charakteristische Bodenkennwerte angegeben. Sie kennzeichnen das mechanische Verhalten der anstehenden Böden in der vorhandenen (ungestörten) Lagerung.

Tabelle 10 Charakteristische Bodenkennwerte

Schichten	Wichte γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ'_k [°]	Kohäsion c'_k [kN/m ²]	Steifemodul E_{sk} [MN/m ²]
Hanglehm, steif - halbfest	19	9	25	5 - 10	5 - 8
Verwitterungszone					
Ton/Schluff, halbfest-fest	20	10	25	10 - 20	15 - 30
Tonstein, entfestigt	21	11	25	> 20	> 30
Sand, mitteldicht - dicht	20	11	32,5	0	30 - 80
Sandstein, entfestigt	21	12	35	> 10	> 100
Steinkohle	14	4	15	5 - 10	10 - 20
Fels	22	12	25	> 50	> 60

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

9 Geotechnische Beurteilungen

9.1 Straßenbau

Frostempfindlichkeit

Die anstehenden Böden sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 zuzuordnen.

Tragfähigkeit des Planums/Aufbau

Gemäß [1] ist geplant, den Straßenoberbau nach RStO 12 auf die Belastungsklasse Bk1,0 auszulegen. Im **Fahrbahnbereich** ist dabei eine Bauweise mit Asphaltdecke gemäß Tafel 1, Zeile 1 der RStO 12 vorgesehen, wobei abweichend davon unter der Asphaltdecke eine Schottertragschicht angeordnet werden soll.

- Asphaltdeckschicht: 4 cm
- Asphalttragschicht: 14 cm
- Schottertragschicht (STS): 26 cm
- Frostschuttschicht (FSS): 22 – 28 cm
- Gesamtstärke: 66 – 72 cm *

* Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 60 cm gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO 12 wird damit eingehalten.

Bei dieser Bauweise sind folgende Kriterien einzuhalten:

- Tragfähigkeit an OK STS: $E_{V2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$
- Tragfähigkeit Planum: $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Im Untersuchungsbericht zur Überprüfung der allgemeinen Bebaubarkeit [4] wurden auf der Oberkante der Hanglehne dynamische Plattendruckversuche ausgeführt (B1 bis B5). Aus den dabei ermittelten Werten von $E_{vd} = 5 - 8 \text{ MN/m}^2$ lassen sich Tragwerte von $E_{V2} = 10 - 16 \text{ MN/m}^2$ ableiten. Damit wird der geforderte Mindestwert deutlich verfehlt, so dass eine Vergütung des Planums notwendig wird.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Als Untergrundverbesserung wird ein Bodenaustausch empfohlen. Dieser sollte mit ca. 30 cm eingeplant werden. Nach einem entsprechenden Mehraushub wird anschließend als Austauschmaterial eine 30 cm dicke Lage Schotter aufgebracht.

Im Bereich größerer Geländeabträge, in denen das Planum in den Böden der Verwitterungszone zu liegen kommt, kann das Maß der Ertüchtigung voraussichtlich verringert werden.

In der Achse 760, einem **Fußweg**, ist gemäß [1] ebenfalls ein Straßenoberbau nach RStO 12 auf die Belastungsklasse Bk1,0 geplant. Dort ist eine Bauweise mit Pflasterdecke mit folgendem Aufbau vorgesehen:

- Pflasterdecke: 10 cm
- Bettung: 4 cm
- Schottertragschicht (STS): 15 cm
- Frostschuttschicht (FSS): 36 cm
- Gesamtstärke: 65 cm *

* Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 60 cm gemäß den Tabellen 6 und 7 der RStO 12 wird damit eingehalten.

Bei dieser Bauweise sind folgende Kriterien einzuhalten:

- Tragfähigkeit an OK STS: $E_{V2} \geq 150 \text{ MN/m}^2$
- Tragfähigkeit an OK FSS: $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$
- Tragfähigkeit Planum: $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Hinsichtlich der Tragfähigkeit des Planums in den Hanglehmen gelten die oben gemachten Angaben. Entsprechend ist ein Defizit vorhanden, dass durch Bodenaustausch oder Bodenverbesserung zu beseitigen ist.

Im Zuge der Erdarbeiten ist eine geotechnische Überwachung (Abnahme der Planumsflächen und Verdichtungskontrollen) notwendig.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

9.2 Kanalbau

Planung

Die Rohrsohlen des geplanten Regenwasserkanals liegen zwischen etwa 1,5 m und 4,0 m und die des Schmutzwasserkanals zwischen etwa 2,0 m und 5,0 m unter dem aktuellen Geländeniveau.

Baugrund

Es ist davon auszugehen, dass die Kanalsohlen durchgehend in den ausreichend tragfähigen Böden der Verwitterungszone (Böden der Klassen 3 bis 5) und dabei überwiegend im Fels bzw. felsartigen Untergrund (Fels der Klassen 6 und 7) zu liegen kommen.

Im Bereich von in der Sohle ausstreichenden Kohleflözen ist die Kohle durch Beton zu ersetzen. Es ist eine Mindestüberdeckung von 30 cm vorzusehen.

Grundwasser

Aufschlüsse bis in den Fels hinein liegen nicht vor. Mit Grundwasserzutritten aus Klüften muss grundsätzlich gerechnet werden.

Rohrbettung

Die in der Rohrsohle anstehenden Verwitterungsböden bzw. der Fels sind im ungestörten Zustand ausreichend tragfähig. Im Fels bzw. im felsartigen Untergrund sollte generell eine Ausgleichsschicht von 150 mm Dicke nach DIN EN 1610 (Bettung Typ 1) vorgesehen werden.

Durch Tag- oder Kluftgrundwasser aufgeweichte Abschnitte sind auszubauen.

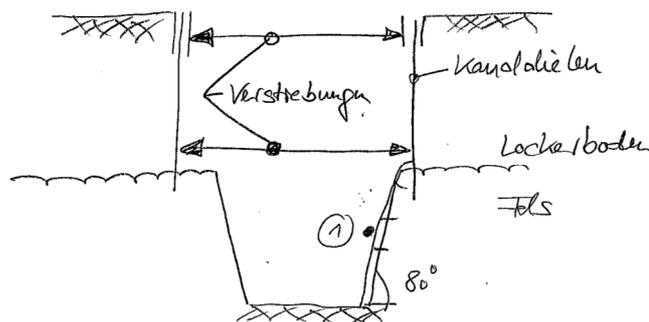
Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Grabensicherung / Wasserhaltung

Bei der Wahl und Ausführung der Grabensicherung ist die DIN 4124 zu beachten. Prinzipiell sind alle dort genannten Verbauarten möglich. Bei den vorgefundenen Baugrundbedingungen und einem ausreichenden Abstand zu vorhandener Bebauung reichen Verbauplatten aus, die im Absenkverfahren bis zum Fels herzustellen sind.

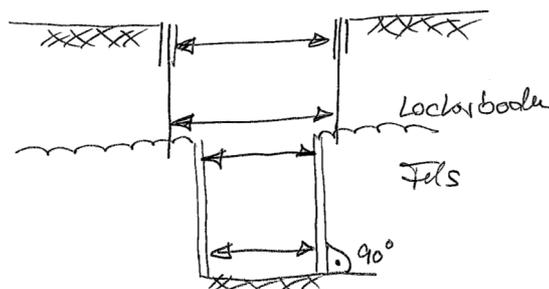
In der Felszone kann wie folgt vorgegangen werden: bei einer größeren zu wählenden Baugrubenbreite werden die Dielen oder Verbauboxen auf dem Fels abgesetzt und von einer Berme aus im Fels der weitere Graben ausgehoben (siehe nachstehende Skizzen):

a) Böschung unter 80° und Oberflächenschutz



① oberflächenschutz mit Maschendraht o.ä.

b) eingestellte Verbauplatten mit Steifen
(senkrechte Wände)



Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Grundsätzlich können im freien Gelände die Gräben auch frei geböscht angelegt werden, wobei folgende Neigungen möglich sind:

Hanglehm mit mind. steifer Konsistenz	$\beta \leq 60^\circ$
Verwitterungszone	$\beta \leq 60^\circ$
Fels (nur bei günstigem Schichteinfallen, ohne Flöze)	$\beta \leq 80^\circ$

Beim Anschnitt bzw. beim Austritt von Kluftgrundwasser sind nach Erfordernis Abschlauchungen und/oder Abflachungen und Auflastlastfilter (Dränschotter auf einem Geotextil) vorzusehen. Bei Bedarf ist eine Sohldränage (eine in ein Geotextil eingeschlagene Lage Dränschotter) anzulegen. Abflachungen können auch bei ungünstig einfallenden Schichten oder Flözen erforderlich werden.

Anfallendes Tagwasser ist über eine offene Wasserhaltung zu fassen und abzuleiten.

Wiederverfüllung

Für das Verfüllen und Verdichten der Kanalgräben innerhalb der Leitungs- und Verfüllzonen gelten die einschlägigen Vorschriften, insbesondere das Merkblatt "Verfüllen von Leitungsräben" der Forschungsgesellschaft für Straßenbau und die ZTV E-StB 17.

Leitungszone:

Die anstehenden Böden sind nicht als Baustoff für die Leitungszone geeignet. Es sind daher Fremdstoffe in Form von nicht bindigen bis schwach bindigen, grobkörnigen oder gemischtkörnigen Böden vorzusehen, wobei der Sandanteil überwiegen muss.

Beim Einbau ist ein geeigneter Wassergehalt einzustellen (je nach Situation können Wasser- oder Bindemittelzugaben erforderlich sein).

Hauptverfüllung:

Die anstehenden Böden können unter bestimmten Voraussetzungen für die Hauptverfüllung eingesetzt werden:

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

- Felsaushub ist auf eine geeignete Körnung zu zerkleinern. Das Größtkorn ist auf $\varnothing = 100$ mm zu begrenzen und die Gesamtkörnung sollte ausreichend gut abgestuft sein.
- Bindige Erdmassen mit mindestens steifer Konsistenz sind zu konditionieren, d. h. zu zerkrümeln und ggf. mit Bindemittel zu vergüten. Beim Einbau ist auf einen optimalen Wassergehalt zu achten.
- Bindige Erdmassen mit weicher Konsistenz sind durch Bindemittel zu vergüten.
- Sandige Erdmassen sind dann durch Bindemittel zu vergüten, wenn sie höhere Feinkornanteile besitzen.
- Sandige Erdmassen mit geringen Anteilen an Feinkorn und kiesige Erdmassen können, unter Einstellung des Wassergehaltes, ohne weitere Zusatzmaßnahmen eingebaut werden.

Baustraße

Bei normalen Witterungsverhältnissen (z. B. in trockenen Jahreszeiten ohne Intensivniederschlagsphasen) weist der obere Bodenhorizont in den Hanglehmen nach dem Abschieben des Oberbodens eine noch brauchbare, d. h. steife Konsistenz zur Herstellung von Baustraßen auf.

Dennoch richtet sich der zu betreibende Aufwand zur Herstellung und Erhaltung der Baustraße nach einer Vielzahl von Faktoren: Witterung zum Bauzeitpunkt, Häufigkeit der Baustraßennutzung, geplanter Baulastenverkehr und Platzangebot für die Baustraßenherstellung.

Grundsätzlich wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

Nach Abschieben der humosen Oberböden (mittlere Stärke ca. 30 cm) sollte auf das Baustraßenplanum ein Geotextil (z. B. Geotextilrobustheitsklasse GRK4, Flächengewicht $g \geq 250$ g/m²) ausgelegt werden, auf dem anschließend die Baustraßen

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Alternativ zur Verwendung von Geotextilien und Erhöhungen des Schotteraufbaus in Bereichen mit vernässten bzw. aufgeweichten Böden kann nach Abschieben des Oberbodens eine Lage aus größeren Steinen (Grobschlag bis $\varnothing = 200$ mm) in den Lehmboden eingedrückt werden (Herstellung eines Steinrostes). Auf die dadurch stabilisierte Planumsfläche kann der "normale" Baustraßenaufbau mit Schotter 0/56 mm (0,3 - 0,5 m stark) aufgebracht werden.

Bei extremen Witterungslagen kann der aufgeweichte Untergrund auch einer Bodenverbesserung mit Bindemittel (Kalk-Zement-Zugabe) unterzogen werden.

Ebenso ist die Anwendung von Bauplattensystemen (z. B. "E+S-Baustraßensystem") denkbar, die sogar unmittelbar auf die Oberböden aufgelegt werden können (vorausgesetzt, es bestehen keine Einwände der Bodenschutzbehörden).

In vernässten Bereichen sollten bei allen Baustraßenvarianten Drainagegräben angelegt werden, um die durch zusätzlichen Oberflächenwasseranstau bewirkten Untergrundaufweichungen zu vermeiden. Es wird grundsätzlich empfohlen, das Baustraßenplanum durch kleinere Quergräben zu entwässern.

Verdichtungsüberprüfungen

Die Überprüfung der Verdichtung sowohl im Leitungsrabenbereich als auch der künftigen Tragschichten innerhalb der Straßen kann gemäß Abschnitt 14.1.4 nach ZTV E-StB 09 erfolgen. Danach sollten

- für Leitungsräben alle 50 m pro m Grabentiefe Dichtebestimmungen vorgenommen werden,
- auf dem Planum für den Straßenbau jeweils eine Verdichtungskontrolle pro 100 m stattfinden.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

9.3 Bebaubarkeit

Für eine übliche Wohnbebauung sind die allgemein ab etwa 1,0 – 1,5 m Tiefe anstehenden Böden der Verwitterungszone als tragfähig einzustufen.

Bei nicht unterkellelter Bauweise werden daher Tieferführungen der Fundamente bzw. Bodenaustauschmaßnahmen für Flächengründungen erforderlich.

Bei unterkellelter Bauweise können lokal auch feste bis harte Felsschichten angeschnitten werden.

Die wirtschaftlich und technisch sinnvolle Gründung muss im Rahmen der Einzelbegutachtung festgelegt werden.

9.4 Versickerungsfähigkeit der Lockerböden

Die Überprüfung der Versickerungsfähigkeit der anstehenden Böden war bereits Gegenstand einer eigenen Untersuchung [5], die im Bereich des ursprünglich vorgesehenen Standortes eines Rückhalte- und Versickerungsbeckens durchgeführt worden ist. Dabei wurden Wasserdurchlässigkeiten in einer Größenordnung von $k_f = 1 \times 10^{-7}$ m/s bis 3×10^{-7} m/s ermittelt, wobei mit zunehmender Versuchsdauer eine tendenzielle Abnahme festgestellt wurde.

Der untere Grenzbereich des zur Berechnung von Versickerungseinrichtungen verwendeten Mindestwertes der ATV-DVWK-A 138 liegt bei $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s.

Demnach ist der anstehende Baugrund aus Hanglehmen, Verwitterungstonen und mürbem Ton- und Sandsteinfels nach ATV-DVWK-A 138 nicht für eine Versickerung geeignet. Der Untersuchungsbericht Nr. 1 vom 30.01.2020 [1] endet daher mit dem Hinweis, dass *„aufgrund der geringen zu erwartenden Sickerraten bei der Bemessung des Rückhaltebeckens eine Versickerung nicht zum Ansatz gebracht werden sollte.“*

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Da sich die Baugrundsituation im Bereich des in südwestliche Richtung verschobenen alternativen Standortes nicht von der des ursprünglichen Standortes unterscheidet, gilt die Aussage auch für den neuen Standort.

10 Regenrückhaltebecken RRB

10.1 Planung

Das geplante Regenrückhaltebecken soll durch Geländeabtrag auf der Bergseite und Geländeauftrag, d. h. durch Herstellen eines Dammbauwerkes auf der Talseite, realisiert werden.

Bei einer Beckensohle auf 271,30 mNN wird das Gelände bergseitig bis zu rd. 4 m tief eingeschnitten. Talseitig entsteht ein bis zu etwa 4,5 m hoher Damm. Für den umlaufenden, 4 m breiten Damm-/Kronenweg ist eine Höhe von 275,30 mNN vorgesehen. Die Einstauhöhe ist bei 274,40 mNN geplant. Bei einem max. Wasserspiegel von 274,70 mNN ist die Notentlastung geplant. Der Grundablass DN 500 PVC mündet in eine Raubettmulde, die in den Vorfluter „Hahnhümes“ entwässert.

Das Stauvolumen des RRB liegt bei rd. $V = 1.500 \text{ m}^3$ für eine Einstauhöhe von 274,40 mNN. Damit handelt es sich bei dem Regenrückhaltebecken gemäß DIN 19700, Teil 12, um eine kleine Stauanlage (Speicherbeckenvolumen $< 100.000 \text{ m}^3$, Höhe des Absperrbauwerks über dem tiefsten Punkt der Gründungssohle $< 6,0 \text{ m}$), die jeweils nur für kurze Zeiträume in Anspruch genommen wird.

Bei der relativ geringen Dammhöhe ist die einfachste Dammform, ein sogenannter homogener Damm, der mit einheitlichen, feinkörnigen Lockerböden bzw. gemischtkörnig bindigen Böden mit geringem Durchlässigkeitsbeiwert aufgebaut wird. Der Damm ist damit Stützkörper und Dichtungskörper in einem. Die Böschungsneigungen des Dammbauwerkes sind gemäß Planung [1] wasser- wie luftseitig mit 1:2 vorgesehen.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Ein solcher homogen aufgebauter Damm hat gegenüber den gegliederten Dämmen den Vorteil einer einfachen Technologie bei der Dammherstellung. Durch die einheitlichen Bedingungen beim Einbau ergeben sich ferner vereinfachte Gütekontrollen für die Verdichtung.

10.2 Schüttmaterial / Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

Für die Herstellung der Dammschüttung eignen sich insbesondere Materialien mit geringer Durchlässigkeit, dies sind insbesondere die Bodengruppen TM oder TA nach DIN 18196. Die Durchlässigkeit ist auf max. $k_f = 10^{-7}$ m/s zu beschränken.

Entsprechende Böden stehen im Baugebiet mit den Hanglehmen und den Tonen der Verwitterungszone an. Zur Einstufung der anfallenden Aushubböden wurden aus den im Rahmen der aktuell durchgeführten Bohraufschlüsse entnommenem Bodenmaterial 5 Proben aus den Hanglehmen und 4 Proben aus den Verwitterungstonen dem bodenmechanischen Labor des ELS überstellt.

An diesen Proben wurden die Wassergehalte und die Zustandsgrenzen ermittelt. Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen sind in den Anlagen 1.1 und 1.2 enthalten. Da sich die Ergebnisse der Hanglehme und der Verwitterungstone nicht signifikant voneinander unterscheiden, werden sie nachfolgend zusammengefasst:

Die Wassergehalte der 9 Bodenproben wurden von $w = 11,1$ % bis $w = 19,8$ % ermittelt. Die Bestimmung der Zustandsgrenzen ergab mit Fließgrenzen von $w_L = 29,0 - 43,5$ % und Plastizitätszahlen von $I_p = 6,5 - 18,6$ % gemäß DIN 18196 im Wesentlichen Zuordnungen in die Bodengruppe TM (mittelplastische plastische Tone). In je einem Fall ergaben sich die Bodengruppe UL (leicht plastische Schluffe) und TL (leicht plastische Tone). Des Weiteren lagen einige der Proben nahe des Grenzbereiches zur Bodengruppe UM (mittelplastische Schluffe). Die Konsistenzzahlen weisen mit $I_c = 1,27$ bis $I_c = 2,56$ halbfeste und feste Konsistenzen aus. Gegenüber der niedrigeren Einstufung gemäß örtlicher Bodenansprache ist dies damit zu begründen, dass die untersuchten Böden durchweg aus ungesättigten Bodenhorizonten entnommen worden sind.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Die untersuchten bindigen Böden sind aus geotechnischer Sicht für den Einbau in dem Dammbauwerk für das RRB als geeignet einzustufen. Auf der Grundlage dieser Laborergebnisse werden den Böden für einen Mindestverdichtungsgrad von $D_{Pr} = 97\%$ als Bodenkennwerte ein Reibungswinkel von $\varphi' = 25^\circ$ und eine Kohäsion von $c' = 10 \text{ kN/m}^2$ zugeordnet. Weiterhin wird den Böden eine Wasserdurchlässigkeit von $k_f = 10^{-7} - 10^{-9} \text{ m/s}$ zugewiesen.

Aufgrund der niedrigen Wassergehalte wird für den Einbau eine Wasserzugabe erforderlich.

Stehen aus dem Abtrag/Aushub nicht ausreichend große Erdmassen zur Verfügung, so ist ein geeignetes Fremdmaterial zu beschaffen. Die Eignung des Liefermaterials ist über eine entsprechende Eignungsuntersuchung nachzuweisen. Dabei sind die vorstehend angegebenen Bodenparameter einzuhalten.

10.3 Dammaufstandsfläche und Dammschüttung

Den Ergebnissen der Felduntersuchungen nach stehen in der Dammaufstandsfläche die Hanglehne an, die als Dichtsohle wirken.

Nach Abtrag des Oberbodens kann auf diesen Lehmen der Dammkörper hergestellt werden.

Der Damm ist lagenweise zu schütten und zu verdichten. Dabei ist zur Verdichtung beim Einbau ein Überstand von mind. 50 cm zu den planmäßigen Dammböschungen einzuhalten. Die Stärken der einzelnen Einbaulagen dürfen 30 cm nicht überschreiten. Der Einbau erfolgt unter Einhaltung des optimalen Wassergehaltes. Es wird der Einsatz von Stampffußwalzen zur Verdichtung empfohlen. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind Einbaulagen, die längere Zeit liegen bleiben, mit Quergefälle anzulegen und die Oberflächen sind mit der Glattmantelwalze zu glätten. Vor dem Einbringen der nächsten Lage ist die Oberfläche mit der Stampffußwalze wieder „aufzurauen“, damit die notwendige Verzahnung der Lagen untereinander sichergestellt wird.

Es ist eine Verdichtung von mind. 97 % der Proctordichte nachzuweisen. Der Porengehalt ist auf $n_a < 12 \text{ Vol.-%}$ zu beschränken.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

10.4 Dammstatik

In der Anlage 3 sind die Standsicherheitsnachweise beigelegt. Die rechnerischen Ausnutzungsgrade μ wurden wie folgt ermittelt:

Tabelle 11 Standsicherheitsberechnungen

Lastfall	Lastfall	Ausnutzungsgrad μ	Anlage
GZ 1C	Volleinstau, Luftseite	0,80	3.1
GZ 1C	Volleinstau, Wasserseite	0,42	3.2
GZ 1C	schnelle Wasserspiegelabsenkung, Wasserseite	0,58	3.3

Bei rechnerischen Ausnutzungsgraden von $\mu \leq 1,0$ herrschen ausreichende Standsicherheiten vor. Gemäß den Berechnungsergebnissen in den Anlagen 3.1 bis 3.3 ist mit dem vorgesehenen Einbaumaterial, den Einbaukriterien und den vorgesehenen Böschungsneigungen die Standsicherheit des Dammbauwerkes nachgewiesen.

10.5 Beurteilung der Standsicherheit der Einschnittsböschung

Aufgrund ihres kohäsiven Charakters sind die Böden der Lockerbodenzone (Hanglehme und Verwitterungstone) im ungestörten Zustand standfest. Ungeschützt, d. h. der Witterung und dem temporären Wassereinstau ausgesetzt, verlieren sie jedoch oberflächlich durch Rissbildungen infolge Austrocknung, Frost-Tau-Wechsel und Aufnahme von Wasser bei Einstau ihre Festigkeit. Es kommt zu Aufweichungen, Erosionen und Abbrüchen/Ausbrüchen.

Im geschichteten Tonstein, der an der Basis des Einschnittes ansteht, können sich, je nach Durchtrennungsgrad und Schichteinfallen Gleitflächen ausbilden, die bei gleichzeitigem Auftreten von Schichtwasser die Scherfestigkeiten erheblich reduzieren können ($\phi'_k = 20^\circ$ und $c'_k = 0$). Zudem ist hier gemäß Geologischer Karte [2] mit einem Schichteinfallen von ca. $25^\circ - 30^\circ$ in nordwestliche Richtung, d. h. in das Becken hinein, zu rechnen.

Ob die Einschnittsböschung unter einer Neigung von 1:2 (entsprechend ca. $26,6^\circ$) angelegt werden kann, bedarf daher einer Überprüfung. Empfohlen wird hierzu die Durchführung eines Baggerschurfs.

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

Die Auswirkung von ungünstig in die Baugrube einfallenden Flözen wurde in den Berechnungen der Anlagen 4.1-4.3 untersucht. Folgende Situationen wurde dabei untersucht:

Tabelle 12 Standsicherheitsberechnungen

Lastfall	Lastfall	Ausnutzungsgrad μ	Anlage
GZ 1C	Einschnitt ohne ungünstige Einflüsse	0,81	4.1
GZ 1C	Einschnitt mit ungünstig einfallenden Flözen	1,64	4.2
GZ 1C	Vorschüttung mit umgelagerten Aushubmassen Breite Vorschüttung = 5,5 m	1,01	4.3
GZ 1C	Vorschüttung mit Fremdmaterial (Schotter) Breite Vorschüttung = 5,0 m	0,97	4.4

Bei ungünstig einfallenden Flözen wären Maßnahmen zur Stabilisierung der Einschnittsböschung erforderlich. Die einfachste Variante stellt dabei ein Bodenaustausch dar. Dieser kann mit vor Ort gewonnenem Aushubmaterial hergestellt werden, das dann lagenweise in optimaler Verdichtung wieder einzubauen ist. Alternativ ist eine Herstellung mit Fremdmassen möglich, wobei sich aber keine nennenswerte Reduktion der erforderlichen Kubatur ergibt.

Bei den Berechnungen der Anlagen 4.3 und 4.4 wurden die Abmessungen eines Bodenaustauschs variiert bis sich rechnerisch eine ausreichende Sicherheit (Ausnutzungsgrad $\mu \approx 1$) ergab. Hierzu ist ein Bodenaustausch in folgenden Stärken notwendig:

- Wiedereinbau von Hanglehm: erforderliche Vorschüttung = 5,5 m (horizontal)
- Einbau von Schotter: erforderliche Vorschüttung = 5,0 m (horizontal)

Erschließung des Wohngebietes „Auf dem Hahn“
in der Hahnenstraße in 66292 Riegelsberg

11 Bergbau / Geologische Störungen

Bergbau

Zu den früheren Bergbautätigkeiten ist eine bergbauliche Stellungnahme einzuholen.

Störungen

Gemäß Geologischer Karte [2] verläuft im östlichen Baufeld zwischen den Untersuchungsstellen B/DPH14 und B/DPH15 eine etwa von SSW nach NNE verlaufende geologische Störung, worauf auch das Bohrprofil der B14 bzw. das Rammdiagramm der DPH14 hinweist.

Da hier ein Zerrüttungsbereich nicht ausgeschlossen werden kann, sollte der örtlichen Baugrundsituation in diesem Bereich durch einen Großschurf (Baggersuchschlitz) nachgegangen werden.

Heusweiler, den 9. Februar 2022



Dipl.-Ing. Frederik Bastgen

Sicherheit gegen Böschungsbruch

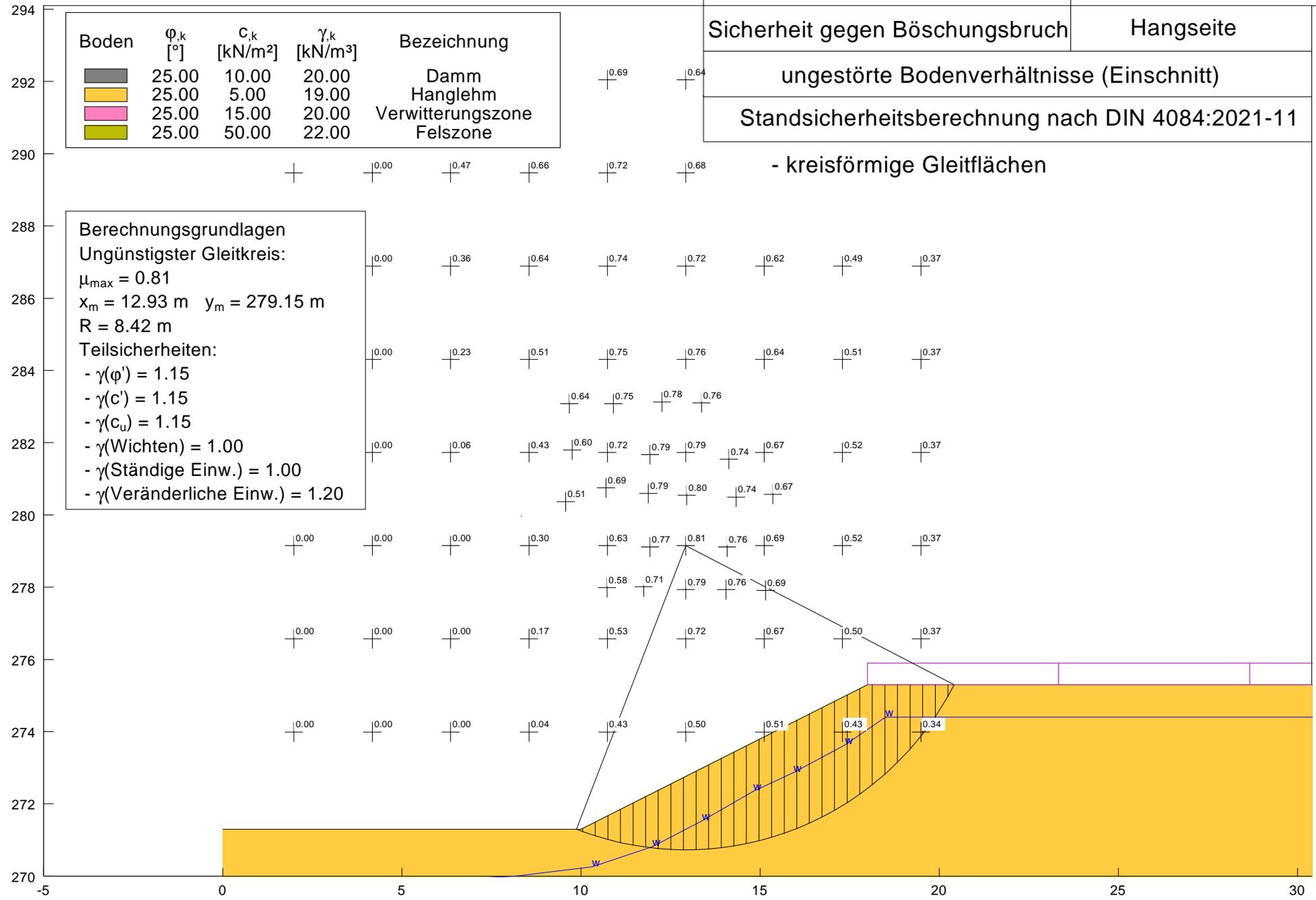
Hangseite

ungestörte Bodenverhältnisse (Einschnitt)

Standsicherheitsberechnung nach DIN 4084:2021-11

Boden	$\phi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m ²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m ³]	Bezeichnung
■	25.00	10.00	20.00	Damm
■	25.00	5.00	19.00	Hanglehm
■	25.00	15.00	20.00	Verwitterungszone
■	25.00	50.00	22.00	Felszone

Berechnungsgrundlagen
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.81$
 $x_m = 12.93 \text{ m}$ $y_m = 279.15 \text{ m}$
 $R = 8.42 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\phi') = 1.15$
 - $\gamma(c') = 1.15$
 - $\gamma(c_u) = 1.15$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.20$



Sicherheit gegen Böschungsbruch

Hangseite

ungestörte Bodenverhältnisse (Einschnitt)

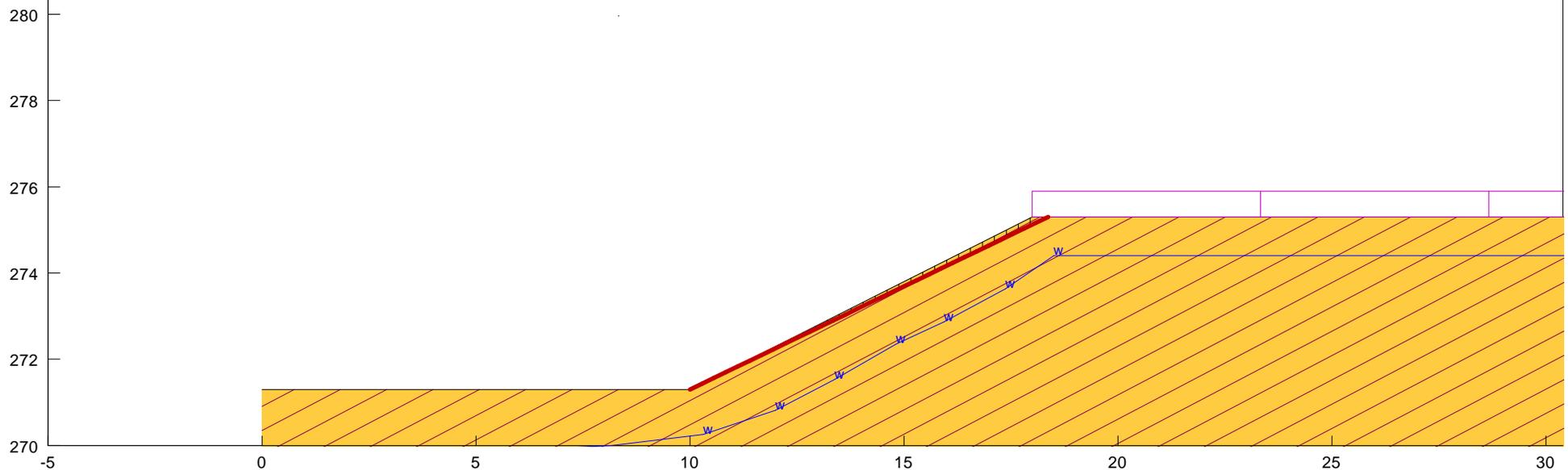
Standsicherheitsberechnung nach DIN 4084:2021-11

- gebrochene Gleitflächen
- ungünstig einfallendes Flöz

Berechnungsgrundlagen
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 ——— Kluffuge
 Gleitkörper Nr. 3: $\mu = 1.64$

Boden	$\varphi_{k,k}$ [°]	$c_{k,k}$ [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	$\varphi_{k,k}$ [°]	$c_{k,k}$ [kN/m ²]	w [°]	dw [°]	Bezeichnung
	25.00	10.00	20.00	-	-	-	-	Damm
	25.00	5.00	19.00	20.00	0.00	27.50	5.00	Hanglehm
	25.00	15.00	20.00	-	-	-	-	Verwitterungszone
	25.00	50.00	22.00	-	-	-	-	Felszone

$\varphi_{k,k}$ = Reibungswinkel (Kluft)
 $c_{k,k}$ = Kohäsion (Kluft)
 w = Winkel der Kluft
 dw = delta Winkel der Kluft



Sicherheit gegen Böschungsbruch

Hangseite

Stabilisierung Hangeinschnitt

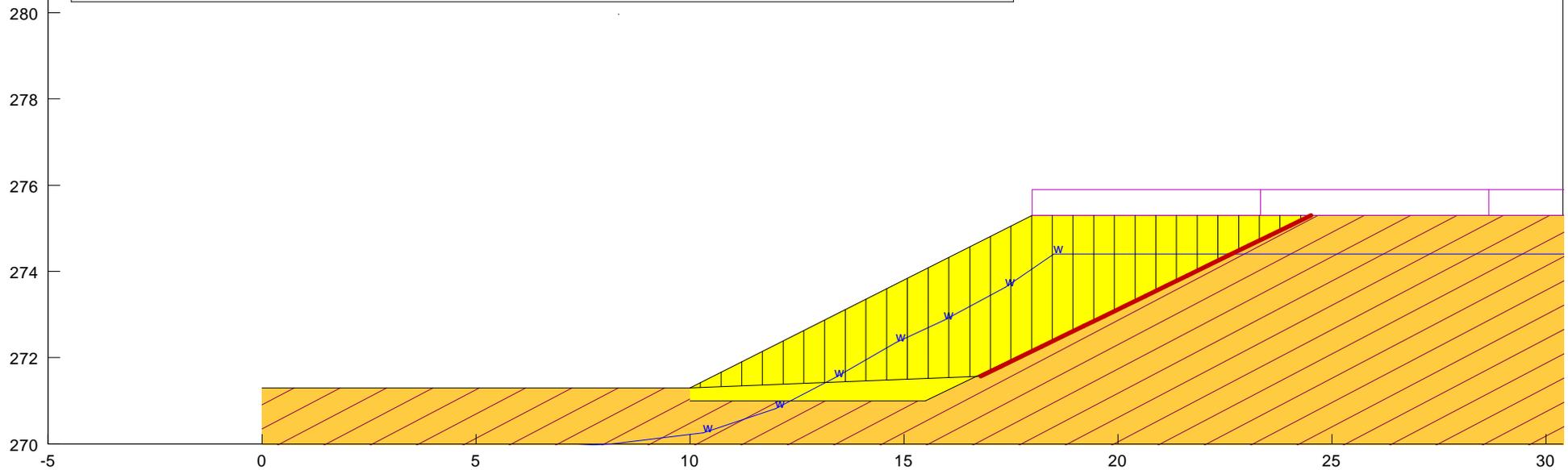
Standsicherheitsberechnung nach DIN 4084:2021-11

- gebrochene Gleitflächen
- ungünstig einfallendes Flöz
- Vorschüttung mit Hanglehm b = 5,5 m (horizontal)

Berechnungsgrundlagen
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 ——— Kluffuge
 Gleitkörper Nr. 18: $\mu = 1.01$

Boden	$\varphi_{k,k}$ [°]	$c_{k,k}$ [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	$\varphi_{k,k}$ [°]	$c_{k,k}$ [kN/m ²]	w [°]	dw [°]	Bezeichnung
	25.00	10.00	20.00	-	-	-	-	Damm
	25.00	5.00	19.00	20.00	0.00	27.50	10.00	Hanglehm
	25.00	15.00	20.00	-	-	-	-	Verwitterungszone
	25.00	50.00	22.00	-	-	-	-	Felszone
	25.00	5.00	19.00	-	-	-	-	Auffüllung Hanglehm

$\varphi_{k,k}$ = Reibungswinkel (Kluft)
 $c_{k,k}$ = Kohäsion (Kluft)
 w = Winkel der Kluft
 dw = delta Winkel der Kluft



- gebrochene Gleitflächen
- ungünstig einfallendes Flöz
- Vorschüttung mit Schotter $b = 5,0$ m (horizontal)

Berechnungsgrundlagen
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
 ——— Kluffuge
 Gleitkörper Nr. 22: $\mu = 0.97$

Boden	$\varphi_{k,k}$ [°]	$c_{k,k}$ [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	$\varphi_{k,k}$ [°]	$c_{k,k}$ [kN/m ²]	w [°]	dw [°]	Bezeichnung
■	25.00	10.00	20.00	-	-	-	-	Damm
■	25.00	5.00	19.00	20.00	0.00	27.50	10.00	Hanglehm
■	25.00	15.00	20.00	-	-	-	-	Verwitterungszone
■	25.00	50.00	22.00	-	-	-	-	Felszone
■	37.50	0.00	19.00	-	-	-	-	Auffüllung, Schotter

$\varphi_{k,k}$ = Reibungswinkel (Kluft)
 $c_{k,k}$ = Kohäsion (Kluft)
 w = Winkel der Kluft
 dw = delta Winkel der Kluft

