



Baugeol. Büro Bauer GmbH, Domagkstraße 1 a, 80807 München

An die
Naabkies GmbH & Co. KG

Industriestraße 2
92269 Fensterbach

Baugeologisches Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1 a
D-80807 München

www.baugeologie.de

Bearbeiter: Tanja Sattler
Markus Bauer

Telefon: +49-89-36040-460

Fax: +49-89-36040-100

e-mail: Tanja.Sattler@baugeologie.de

***BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld
Fl.-Nr. 1656, 1657, 1659, 1660, 1661, 1676, 1677, 1677/1, 1678, 1679
(Gemarkung Schwarzenfeld)***

Hydrogeologischer Bericht mit Standsicherheitsanalysen

Projektnummer: 220796

Auftraggeber: Naabkies GmbH & Co. KG
Industriestraße 2
92269 Fensterbach

Datum: 06. Oktober 2022

Index: -

| Inhaltsverzeichnis | Seite |
|---|--------------|
| 1 Grundlagen und Untersuchungen | 5 |
| 1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung..... | 5 |
| 1.2 Verwendete Unterlagen..... | 5 |
| 1.3 Verwendete Normen | 6 |
| 1.4 Verwendete Empfehlungen und Richtlinien | 8 |
| 1.5 Durchgeführte Untersuchungen und Bestandsunterlagen | 9 |
| 1.5.1 Bestandsunterlagen | 9 |
| 1.5.2 Kleinrammbohrungen | 9 |
| 1.5.3 Rammpegel | 10 |
| 1.5.4 Feldversuche: Bestimmung hydrologischer Parameter (pH-Wert, Leifähigkeit, Temperatur) | 10 |
| 2 Auswertung der Untersuchungsergebnisse | 11 |
| 2.1 Geographisch-geologischer Überblick..... | 11 |
| 2.2 Schichtfolge..... | 11 |
| 2.2.1 Schicht 0: Mutterboden | 11 |
| 2.2.2 Schicht 1: Aueablagerungen..... | 11 |
| 2.2.3 Schicht 2: Quartäre Schotter..... | 12 |
| 2.2.4 Schicht 3: Tertiäre Ablagerungen | 12 |
| 2.2.5 Schicht 4: Kretazische Ablagerungen | 12 |
| 3 Bewertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse | 14 |
| 3.1 Erdbebenzone | 14 |
| 3.2 Baugrundmodell..... | 14 |
| 3.3 Charakteristische Bodenkennwerte | 14 |
| 4 Hydrologische Situation | 16 |
| 4.1 Oberflächengewässer..... | 16 |
| 4.2 Niederschlagssituation | 16 |
| 4.3 Wasserschutzgebiete/Überschwemmungsgebiete/wassersensible Bereiche..... | 16 |
| 4.4 Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes | 16 |
| 4.5 Grundwasserstände und hydrologische Situation bei Mittelwasser..... | 17 |
| 4.6 Wasserstände und hydrologische Situation im Hochwasserfall (HQ100) | 19 |
| 4.7 Wechselwirkung zwischen dem Grundwasserkörper und der Vorflut (basierend auf den Ergebnissen der Feldversuche)..... | 20 |
| 4.8 Auswirkungen des Nassabbaus auf die hydrologische Situation | 21 |
| 4.8.1 Grundwasserstand (stationär) | 21 |
| 4.8.2 Grundwasserstand (instationär) | 21 |
| 4.8.3 Hydraulische Berechnungen | 22 |
| 4.9 Auswirkungen auf umliegende Flächen / Betroffenheiten Dritter | 22 |
| 4.10 Auswirkungen des Nassabbaus auf das Trinkwasserschutzgebiet Pretzabrucker Gruppe | 23 |
| 5 Standsicherheitsbetrachtung der Böschung | 25 |
| 5.1 Eingangparameter | 25 |
| 5.1.1 Abbaubedingungen und dynamische Lasten | 25 |
| 5.1.2 Böschungsgeometrie..... | 25 |
| 5.1.3 Geologisch-geotechnische Bodenschichten..... | 26 |
| 5.1.4 Hydrologische Verhältnisse / Grundwasserstände | 26 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.1.5 | Verkehrslasten | 27 |
| 5.2 | Ergebnisse der Standsicherheitsbetrachtungen | 27 |
| 5.2.1 | Böschungsneigung 1:2,5 | 27 |
| 5.2.2 | Böschungsoptimierung | 28 |
| 5.2.3 | Böschungsneigung 1:2 | 29 |
| 5.2.4 | Böschungsneigung 1:2,2 | 29 |
| 5.3 | Bewertung der Standsicherheitsanalysen..... | 29 |
| 5.4 | Hinweise zum Einfluss von Grundwasserfließvorgängen auf die Standsicherheit..... | 31 |
| 5.5 | Rekultivierung | 32 |
| 6 | Zusammenfassung und Bewertung | 33 |
| 7 | Schlussbemerkung..... | 34 |

| Abbildungsverzeichnis | | Seite |
|------------------------------|--|--------------|
| Abb. 1: | Darstellung der Grundwasserverhältnisse vom 27.09.2019 im Bereich der geplanten Nassabbaufäche (siehe Anlage 2 für Details). Blaue Pfeile zeigen die Grundwasserfließrichtung und Entwässerung zur an das Gebiet angrenzenden Naab. | 18 |
| Abb. 2: | Beispielhafte Darstellung der Grundwasserverhältnisse an einem Baggersee. Grundwasserströmung generell von rechts nach links mit einem Gefälle von ca. 0,9 ‰. ... | 21 |
| Abb. 3: | Beispielhafte Darstellung der Böschungsbildung mit verschiedenen Zonen. | 28 |

| Tabellenverzeichnis | | Seite |
|----------------------------|---|--------------|
| Tab. 1: | Bestandsbohrungen im Bereich des BV Naabkies – Abbaufeld bei Schwarzenfeld (Bohrprogramm 2015). | 9 |
| Tab. 2: | Kleinrammbohrungen im Bereich des BV Naabkies – Abbaufeld bei Schwarzenfeld (Bohrprogramm 2019). | 9 |
| Tab. 3: | Rammpegel im Bereich des BV Naabkies – Abbaufeld bei Schwarzenfeld (Bohrprogramm 2019). | 10 |
| Tab. 4: | Zusammenstellung der durchgeführten hydrologischen Felduntersuchungen im Bereich des BV Naabkies, – Abbaufeld bei Schwarzenfeld (Bohrprogramm 2019). | 10 |
| Tab. 5: | Zusammenstellung der charakteristischen geotechnischen Bodenparameter der Lockergesteine. | 15 |
| Tab. 6: | Zusammenstellung der erbohrten Grundwasserstände vom 26./27.09.2019. | 17 |
| Tab. 7: | Zusammenstellung der Grundwasserstände der Rammpegel vom 31.10.2019..... | 19 |
| Tab. 8: | Zusammenstellung der Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen im Bereich der Abbauböschungen. | 30 |
| Tab. 9: | Zusammenstellung der charakteristischen geotechnischen Bodenparameter des Abraumaterials. | 32 |

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Geographischer Übersichtslageplan, M = 1 : 50.000
- Anlage 2 Detaillageplan mit den Aufschlusspunkten, M = 1 : 3.000 (zur Verfügung gestellt durch galileo-ip)
- Anlage 3 Geologisch-geotechnischer Längsschnitt, M.d.H. = 1 : 50; M.d.L. unmaßstäblich
- Anlage 4 Dokumentation der Aufschlüsse
- Anlage 4.1 Kleinrammbohrungen (KRB) (Bohrprofile, Kernfotos)
- Anlage 4.2 Rammpegel (RP) (Bohrprofile, Ausbau, Kernfotos)
- Anlage 4.3 Bestandsbohrungen (EKP 2015, zur Verfügung gestellt durch Auftraggeber)
- Anlage 5 Hydrologische Untersuchungen
- Anlage 5.1 Detaillagepläne hinterlegt mit Grundwasser-Isolinien - Stichtagsmessungen: 27.09.2019 und 31.10.2019; (Plangrundlage zur Verfügung gestellt durch: galileo-ip)
- Anlage 5.2 Detaillagepläne hinterlegt mit Leitfähigkeits-Isolinien - Stichtagsmessungen: 27.09.2019 und 31.10.2019; (Plangrundlage zur Verfügung gestellt durch: galileo ip)
- Anlage 6 Standsicherheitsbetrachtungen

1 Grundlagen und Untersuchungen

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Naabkies GmbH & Co. KG plant die Erschließung eines neuen Abbaufeldes bei Schwarzenfeld (Flurstücke 1656, 1657, 1659, 1660, 1661, 1676, 1677, 1677/1, 1678, 1679, Gemarkung Schwarzenfeld). Auf dem Abbaufeld soll zukünftig Kies im Nassabbauverfahren abgebaut werden.

Für die Genehmigung des Abbaus ist ein Planfeststellungsverfahren erforderlich.

Die Baugeologische Büro Bauer GmbH hat bereits Antragsunterlagen für eine wasserrechtliche Genehmigung für den östlichen Teil des Abbaubereiches erstellt ([U 15]). Nun wurde sie beauftragt, die hydrogeologischen Verhältnisse im Projektgebiet und die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen der geplanten Kiesgewinnung für das gesamte Abbaubereich zu untersuchen. Zur Bewertung der geologischen und hydrologischen Verhältnisse wurden Bestandsbohrungen aus dem Jahr 2015 [U 6] erhoben, Erkundungsbohrungen durchgeführt und ein Monitoringkonzept für relevante hydrogeologische Parameter ausgearbeitet und umgesetzt. Im vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der Erkundungs- und Monitoringmaßnahmen zusammengestellt. Die Ergebnisse dienen als Grundlage für die hydrologische und geotechnische Bewertung der Situation im Projektgebiet. Basierend auf dem erstellten geohydrologischen Modells wird die Standsicherheit der Abbauböschungen im Bereich des Nassabbaus untersucht.

1.2 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen fanden zur Erstellung dieses Berichtes vor allem Verwendung:

- [U 1] BGLA – Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.) (1996): Geologische Karte von Bayern, 1:500.000, mit Erläuterungen.– 4. Auflage; München.
- [U 2] BGLA – Bayerisches Geologisches Landesamt (Hrsg.) (1995): Geologische Karte von Bayern 1:25.000, Blatt 6638 Schwandorf.– München inkl. Erläuterungen.
- [U 3] LfU – Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2011): Karten zur Wasserwirtschaft: Mittlerer Jahresniederschlag / Mittlerer Jahresabfluss / Mittlere Jahresverdunstung in Bayern, Periode 1971-2000, 1:500.000.– Augsburg.
- [U 4] Rembold Landschaftsarchitekten (2020): Antrag auf wasserrechtliche Genehmigung Kiesabbau auf Flur-Nr. 1656, 1657 und 1162 (TF), Gemarkung Schwarzenfeld.– Abbauplan Vorentwurf; Maßstab 1 : 1000 / 200; gez. 23.03.2020. – **veralteter Stand**
- [U 5] Rembold Landschaftsarchitekten (2022): Lageplan. -**aktueller Stand**
- [U 6] Geotechnisches Büro Geyer (2015): Kiesabbau Schwarzenfeld – Flur-Nr 1657/0.– Ergebnisse von 8 Rammkernsondierungen, 27.04.2015.
- [U 7] Bode, G. (2005): Zur Ausbildung und Gestaltung von Unterwasserböschungen bei der Gewinnung von Sand und Kies – Entwicklung eines Planungssystems.– Dissertation an der

Universität Hannover.

- [U 8] Richwien, A. (2005): Untersuchungen zur Standsicherheit von Unterwasserböschungen aus nichtbindigen Bodenarten.– In: Wissenschaftliche Schriftenreihe Geotechnik und Markscheidewesen. TU Clausthal, Heft 10.
- [U 9] Horn, A. (1969): Der Gleichgewichtszustand von Kiesgruben unter Grundwasser. Zulässiger Grenzabstand bei Baggerungen.– Wasser und Boden 8/1969, S. 237-239.
- [U 10] Zweck, H. & Lehmann, G. (1971): Qualmwasserverhältnisse bei flussnahen Kiesgruben und Standsicherheit der Böschungen.– Die Bautechnik, 48. Jg., Heft 8.
- [U 11] DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hrsg.) (2017): DWA-Regelwerk - DWA-M 615: Gestaltung und Nutzung von Baggerseen.– Fassung Juni 2017; Hennef (DWA).
- [U 12] Böttger, M.; Hötzl, H. & Krämer, F. (1978): Die landschaftliche Gestaltung von Materialentnahmestellen – 2. Die Standsicherheit von Böschungen in Sand- und Kiesgruben.– Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landespflege in Baden-Württemberg Heft 13, Hrsg.: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Ökologie und Naturschutz, Karlsruhe.
- [U 13] Baugeologisches Büro Bauer GmbH (2013): Sensitivitätsanalyse zur Standsicherheit von Sand- und Kiesböschungen bei der Nassgewinnung, Abschlussbericht, Entwurf vom 06.05.2013.
- [U 14] Verwaltungsgemeinschaft Schwarzenfeld (Bauverwaltung) (2020): Brunnenprofil und Brunnenausbau (Brunnen 1 und 2); Auskunft zum Einzugsgebiet, per E-Mail am 30.07.2020.
- [U 15] Baugeologisches Büro Bauer (2020): BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld Fl.-Nr. 1656, 1657 (Gemarkung Schwarzenfeld).– Hydrogeologischer Bericht mit Standsicherheitsanalysen (Index A), gef. 03.12.2020.

1.3 Verwendete Normen

- DIN 1054:2010-12: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 1054/A1:2012-08: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1; Änderung A1.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 1054/A2:2015-11: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1. Änderung 2.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 1072:1985-12 (zurückgezogen): Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

- DIN 1054:2010-12: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 4084:2009-01: Baugrund - Geländebruchberechnungen.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 4084/A1:2017-08: Baugrund - Geländebruchberechnungen; Änderung 1.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 4084 Beiblatt 1:2012-07: Baugrund - Geländebruchberechnungen - Beiblatt 1: Berechnungsbeispiele.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN 18196:2011-05: Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1991-2:2010-12: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken; Deutsche Fassung EN 1991-2:2003 + AC:2010.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1997-1:2014-03: Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1997-1/NA:2010-12: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1997-2:2010-10: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1997-2/NA:2010-12: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1998-1:2010-12: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- DIN EN 1998-1/A1:2013-05: Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung

EN 1998-1:2004/A1:2013.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN EN 1998-1/NA:2011-01: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN EN 1998-1/NA:2021-07: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN EN ISO 14688-1:2018-05: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2018.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN EN ISO 14688-2:2018-05: Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen (ISO 14688-2:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14688-2:2018.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

DIN 18300:2019-09: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten.– Deutsches Institut für Normung e. V.; Berlin (Beuth Verlag GmbH).

1.4 Verwendete Empfehlungen und Richtlinien

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.) (1995): Richtlinien für Anlagen zur Gewinnung von Kies, Sand, Steinen und Erden.– Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen vom 9. Juni 1995 geändert durch Bekanntmachung vom 12. April 2002.

FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (Hrsg.) (2017): ZTV E-StB 17 – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau der Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“.– FGSV-Nr. 599; Köln (FGSV Verlag GmbH).

1.5 Durchgeführte Untersuchungen und Bestandsunterlagen

1.5.1 Bestandsunterlagen

Für die Erstellung des Berichts liegen die Ergebnisse von 8 Rammkernsondierungen vor, welche im Jahr 2015 durchgeführt wurden [U 6]. Da keine Informationen zur Höhenlage der Bohransatzpunkte vorliegen, wurden die Ergebnisse im geologisch-geotechnischen Längsschnitt mit einer aus dem Bayernatlas abgeschätzten Höhenlage dargestellt. Die Ergebnisse fließen in die Bewertung der geologisch-geotechnischen Schichten ein. Die Lage der Bohrungen ist aus dem Detaillageplan (Anlage 2) ersichtlich. Da keine Vermessungsdaten vorliegen, wurde die Lage gemäß eines Bestandslageplans übernommen.

Tab. 1: Bestandsbohrungen im Bereich des BV Naabkies – Abbaufeld bei Schwarzenfeld (Bohrprogramm 2015).

| Aufschluss- bezeichnung | Ansatzhöhe GOK (geschätzt) | Teufe | Endteufe (errechnet) |
|----------------------------|-------------------------------|-------|----------------------|
| | [m ü. NN] | [m] | [m ü. NN] |
| BS01/15 | 360 | 7,00 | 353 |
| BS02/15 | 360 | 8,00 | 352 |
| BS03/15 | 360 | 7,50 | 352,5 |
| BS04/15 | 360 | 8,00 | 352 |
| BS05/15 | 360 | 8,00 | 352 |
| BS06/15 | 360 | 9,00 | 351 |
| BS07/15 | 360 | 8,00 | 352 |
| BS08/15 | 360 | 8,00 | 352 |

1.5.2 Kleinrammbohrungen

Am 27. September 2019 wurden am geplanten Abbaustandort 2 Kleinrammbohrungen (KRB) mit einem Bohrdurchmesser von 80/60 mm durchgeführt. Die detaillierten Bohrprofile sowie die zugehörigen Bohrkernfotos der Bohrungen sind in der Anlage 4.1 zusammengestellt.

Eine Zusammenstellung der Koordinaten und Teufe der Kleinrammbohrungen zeigt die Tab. 2. Die Lage der Bohrungen ist dem Detaillageplan (Anlage 2) zu entnehmen.

Tab. 2: Kleinrammbohrungen im Bereich des BV Naabkies – Abbaufeld bei Schwarzenfeld (Bohrprogramm 2019).

| Aufschluss- bezeichnung | Ansatzhöhe GOK | Teufe | Endteufe | Koordinaten (Gauss-Krüger) | |
|----------------------------|-------------------|-------|-----------|-------------------------------|---------------|
| | [m ü. NN] | [m] | [m ü. NN] | Rechtswert | Hochwert |
| KRB01/19 | 359,79 | 5,20 | 354,59 | 4.510.468,098 | 5.470.985.536 |
| KRB02/19 | 359,80 | 5,00 | 354,80 | 4.510.268,937 | 5.471.057,397 |

1.5.3 Rammpegel

Am 26. und 27. September 2019 wurden zur Ermittlung der Grundwasserstände im Projektgebiet sowie zur Bestimmung von hydrologisch relevanten Parametern fünf Rammpegel errichtet. Die detaillierten Bohrprofile sowie die zugehörigen Bohrkernfotos der Bohrungen sind in der Anlage 4.2 zusammengestellt.

Eine Zusammenstellung der Koordinaten und Teufe der Rammpegel zeigt die Tab. 3. Die Lage der Rammpegel (RP) ist dem Detaillageplan (Anlage 2) zu entnehmen.

Tab. 3: Rammpegel im Bereich des BV Naabkies – Abbaufeld bei Schwarzenfeld (Bohrprogramm 2019).

| Aufschluss- bezeichnung | Ansatzhöhe GOK | Teufe [m] | Endteufe [m ü. NN] | Koordinaten (Gauss-Krüger) | |
|----------------------------|-------------------|--------------|-----------------------|-------------------------------|---------------|
| | [m ü. NN] | | | Rechtswert | Hochwert |
| RP01/19 | 359,14 | 4,6 | 354,54 | 4.510.393,238 | 5.471.084,585 |
| RP02/19 | 359,46 | 5 | 354,46 | 4.510.328,697 | 5.470.983.824 |
| RP03/19 | 359,7 | 4,7 | 355 | 4.510.176,563 | 5.471.040,383 |
| RP04/19 | 358,67 | 4 | 354,67 | 4.510.224,101 | 5.470.710,697 |
| RP05/19 | 360,04 | 5 | 355,04 | 4.510.432,781 | 5.470.985,536 |

1.5.4 Feldversuche: Bestimmung hydrologischer Parameter (pH-Wert, Leifähigkeit, Temperatur)

Zur Überprüfung der hydrologischen Annahmen sowie zur Beweissicherung wurden die Parameter pH-Wert, elektrische Leifähigkeit sowie Temperatur des Grundwassers in den errichteten Rammpegel gemessen. Die erste Messung wurde unmittelbar nach der Herstellung der Rammpegel durchgeführt, die zweite Messung etwa einen Monat später.

Eine Zusammenstellung der durchgeführten in-situ Untersuchungen zeigt die Tab. 4.

Tab. 4: Zusammenstellung der durchgeführten hydrologischen Felduntersuchungen im Bereich des BV Naabkies, – Abbaufeld bei Schwarzenfeld (Bohrprogramm 2019).

| Datum | Messstellen | Ermittelte Parameter |
|------------|-------------|---|
| 27.09.2019 | RP1 bis RP5 | Grundwasserstand, pH-Wert, Leifähigkeit, Temperatur |
| 31.10.2019 | RP1 bis RP5 | Grundwasserstand, pH-Wert, Leifähigkeit, Temperatur |

2 Auswertung der Untersuchungsergebnisse

2.1 Geographisch-geologischer Überblick

Das geplante Abbauvorhaben liegt etwa einen Kilometer südsüdöstlich von Schwarzenfeld im Landkreis Schwandorf. Die Region südlich von Schwarzenfeld ist vom Kiesabbau geprägt und in der unmittelbaren Umgebung des Projektgebiets liegt eine Vielzahl von Baggerseen. Der Projektstandort befindet sich östlich der Naab, im Bereich einer Mänderschleife der Naab, welche an drei Seiten an das Untersuchungsgebiet angrenzt.

Geologisch betrachtet liegt der Projektstandort im Bereich des Naabtals [U 2] und der tiefere Untergrund wird durch kretazische Sedimente aufgebaut, die von tertiären Sedimenten überlagert werden. Im Bereich der Entnahmebrunnen der Trinkwasserversorgung Pretzabrucker Gruppe wurden die kretazischen Sedimente aufgeschlossen [U 14]. Die tertiären Ablagerungen wurden im Zuge der Bestandsbohrungen erkundet [U 6], nicht jedoch im aktuellen Erkundungsprogramm (EKP 2019). Überlagert werden diese tertiären Ablagerungen von quartären Schottern (Naabtal-Schotter), die in zahlreichen Kiesgruben südlich von Schwarzenfeld abgebaut werden. Im Untersuchungsgebiet folgen über den quartären Schottern sandig-dominierte Aueablagerungen, die durch fluviatile Prozesse im Untersuchungsgebiet abgelagert wurden. Die natürliche Schichtfolge wird durch Mutterboden zur Geländeoberkante hin abgeschlossen.

2.2 Schichtfolge

2.2.1 Schicht 0: Mutterboden

Im Untersuchungsgebiet wurde eine 0,3 m bis 0,5 m mächtige Mutterbodenauflage durchteuft. Diese besteht bodenmechanisch aus einem stark schluffigen Sand der anhand des Bohrfortschritts als locker gelagert zu beschreiben ist. Er ist organisch und leicht durchwurzelt.

Der Mutterboden ist als nicht tragfähig und als äußerst frost- und verwitterungsanfällig einzustufen. Dieser darf nur für statisch nicht relevante Zwecke zur Geländeangleichung benutzt werden.

2.2.2 Schicht 1: Aueablagerungen

Unter der Mutterbodenauflage folgen im Bereich aller Bohrungen bis zu einer Tiefe zwischen 1,0 m u. GOK und 1,8 m u. GOK Aueablagerungen. Gemäß den Bestandsbohrungen [U 6] liegt die Unterkante der Aueablagerungen bei bis zu 2,9 m u. GOK. Bodenmechanisch handelt es sich zumeist um schwach schluffige bis stark schluffige Sande, die vereinzelt auch schwach kiesig bis kiesig auftreten. Untergeordnet treten vereinzelt schwach tonige, sandige bis stark sandige Schluffe auf, die laut der manuellen Ansprache des Bohrguts eine steife, gemäß [U 6] auch eine

weiche Konsistenz aufweisen. Vereinzelt wurden organische Beimengungen und Holzreste erkundet. Anhand des Bohrfortschritts sind die sandigen Deckschichten als locker bis mitteldicht gelagert zu beschreiben. Die Aueablagerungen sind aufgrund ihrer Lagerungsdichte als mäßig tragfähig zu beschreiben und sind gemäß ZTV E-StB 17 in die Frostempfindlichkeitsklasse F2/F3 („gering bis sehr frostempfindlich“) einzuordnen.

Die Aueablagerungen zeigten keine organoleptischen Auffälligkeiten im Hinblick auf Geruch und Farbe. Der fachtechnische Wiederverwertungs- bzw. Entsorgungsweg ist einzuhalten.

2.2.3 Schicht 2: Quartäre Schotter

Unter den Aueablagerungen folgen die quartären Schotter, die durch fluviatile Prozesse abgelagert wurden. Der Übergang zu den darüberliegenden Aueablagerungen ist fließend und die oberen Bereiche der quartären Schotter sind sandig dominiert, weisen jedoch einen geringeren Schluffanteil als die Aueablagerungen (Schicht 1) auf. Bodenmechanisch handelt es sich bei den quartären Schottern v.a. oberflächennah zumeist um vereinzelt schwach schluffige, schwach kiesige bis stark kiesige Sande. Diese gehen mit der Tiefe in teils schwach schluffige, sandige bis stark sandige Kiese über. Anhand des Bohrfortschritts („leicht bis schwer bohrbar“) sind die quartären Schotter als zumeist mitteldicht bis dicht gelagert zu beschreiben, wobei oberflächennah auch eine lockere Lagerung auftritt.

Die quartären Schotter sind aufgrund ihrer Zusammensetzung und Lagerungsdichte als bedingt tragfähig bis tragfähig zu bewerten und sind gemäß ZTV E-StB 17 in die Frostempfindlichkeitsklassen F1/F2 („nicht bis mittel frostempfindlich“) einzustufen.

Die quartären Schotter zeigten bei der Aufnahme keine organoleptischen Auffälligkeiten im Hinblick auf Geruch und Farbe. Der fachtechnische Wiederverwertungs- bzw. Entsorgungsweg ist einzuhalten.

2.2.4 Schicht 3: Tertiäre Ablagerungen

Unter den quartären Schottern wurden in einigen der Bestandsbohrungen (EKP 2015, siehe [U 6]) teils bindige Ablagerungen erkundet. Die Oberkante der tertiären Ablagerungen liegt zwischen 6,80 m u. GOK und mind. 7,60 m u. GOK. Bodenmechanisch handelt es sich laut den Bohrungen des EKP 2015 um fein- bis mittelsandige, schluffige Tone und vereinzelt auch sehr schwach tonige, stark schluffige Sande. Die bindigen Sedimente weisen eine halb feste Konsistenz auf und sind deshalb als tragfähig zu charakterisieren. Die tertiären Ablagerungen sind anhand der Bestandsbohrungen als „gering bis sehr frostempfindlich“ (Frostempfindlichkeitsklasse F2/F3) zu bewerten.

2.2.5 Schicht 4: Kretazische Ablagerungen

Die Unterkante der tertiären Ablagerungen wurde mit den Bestandsbohrungen und den Rammpegeln nicht erkundet. Gemäß den Bestandsunterlagen [U 14]/LfU Umweltatlas liegt die

Oberkreide im Brunnen 2 des Zweckverbands für Wasserversorgung ab einer Tiefe von 18 m u. GOK vor (= ca. 341 m ü. NN) vor. Es handelt sich bei den Ablagerungen primär um Sandsteine, mit zwischengelagerten Tonen, wobei in größeren Tiefen auch Schiefer und Kalksandsteine auftreten. Das Bohrprofil von Brunnen 1 der Pretzabrucker Gruppe weist keine stratigrafische Zuordnung der Schichten auf. Gemäß der Angaben im Umweltatlas liegen in Brunnen 1 bis 19,7 m u. GOK tertiäre Schichten vor, ab dieser Tiefe wird nicht zwischen Tertiär- und Kreidesedimenten differenziert.

3 Bewertung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse

3.1 Erdbebenzone

Nach der vormals gültigen Fassung der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (seit Juli 2021 zurückgezogen) befindet sich das Untersuchungsgebiet außerhalb von Erdbebenzonen, in einem Gebiet mit sehr geringer seismischer Gefährdung und in dem gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus rechnerisch die Intensität 6 nicht erreicht wird.

Mit der Neuauflage der DIN EN 1998-1/NA:2021-07 im Juli 2021 entfällt die bisherige Einteilung in Erdbebenzonen. Anstatt dessen muss zur Ermittlung der tatsächlich am Standort zu berücksichtigenden Beschleunigungen die spektrale Antwortbeschleunigung für Fels im Plateaubereich $S_{aP,R}$ aus der online verfügbaren interaktiven Karte (<http://www-app5.gfz-potsdam.de/d-eqhaz16/index.html>) für den Standort herausgelesen werden.

Für den Standort (Lon: 12.14°E; Lat: 49.37°N) wird in der interaktiven Karte keine spektrale Antwortbeschleunigung $S_{aP,R}$ angegeben. Somit ist der Standort auch nach DIN EN 1998-1/NA:2021-07 als ein Gebiet mit sehr geringer Seismizität einzustufen.

3.2 Baugrundmodell

Der Untergrund im Bereich der geplanten Erweiterungsfläche lässt sich nach Abtrag des Mutterbodens und der Auffüllungen als ein 3-Schichten-Modell darstellen.

Unter den mäßig tragfähigen Aueablagerungen (Schicht 1) folgen ab etwa 1,0 m u. GOK bzw. 1,8 m u. GOK quartäre Schotter (Schicht 2), die als bedingt tragfähig bis tragfähig zu charakterisieren sind. Darunter folgen tertiäre Ablagerungen (Schicht 3), die gemäß den Bestandsbohrungen [U 6] eine halb feste Konsistenz aufweisen und deshalb als tragfähig zu bewerten sind.

Eine Korrelation der angetroffenen Schichten in den Aufschlüssen wurde im geologisch-geotechnischen Längsschnitt (Anlage 3) vorgenommen.

3.3 Charakteristische Bodenkennwerte

Auf Grundlage der Erkundungsergebnisse sowie Erfahrungswerten ergeben sich für bodenmechanische Berechnungen folgende Spannweiten und charakteristische geotechnische Parameter der Lockergesteine (Tab. 5). Die dargestellten Kennwerte stellen gemäß DIN 1054:2010-12 vorsichtige Schätzungen der charakteristischen Werte (Mittelwert) dar.

Der Mutterboden (Schicht 0) wird zu Beginn der Baumaßnahme entfernt, so dass für dieses Schichtglied keine Kennwerte angegeben werden.

Tab. 5: Zusammenstellung der charakteristischen geotechnischen Bodenparameter der Lockergesteine.

| Bezeichnung | Schicht 2 (Aueablagerungen) | Schicht 3 (Quartäre Schotter) | Schicht 4 (Tertiäre Ablagerungen) ¹⁾ |
|---|---|-------------------------------------|--|
| Wichte γ , γ_k [kN/m ³] | 17-19 18 | 19-21 20 | 18-21 20 |
| Wichte unter Auftrieb γ' , γ'_{k} [kN/m ³] | 7-9 8 | 10-12 11 | 8-11 10 |
| Reibungswinkel φ' , φ'_{k} [°] | 22,5-32,5 27,5; 25,0²⁾ | 30-35 32,5 | 20,0-30,0 22,5 |
| Kohäsion c' , c'_{k} [kN/m ²] | 0-20 0,5; 5²⁾ | 0-2 0 | 0-30 10 |
| undrainierte Kohäsion c_u , $c_{u,k}$ [kN/m ²] | 0-40 0; 15²⁾ | - | 20-100 40 |
| Steifemodul E_s , $E_{s,k}$ [MN/m ²] | 4-12 12; 8²⁾ | 20-90 70; 40³⁾ | 10-60 30 |

¹⁾ Angaben basieren auf Bodenansprache der Bestandsbohrungen

²⁾ bindige Aueablagerungen

³⁾ sandige Bereiche (Bodengruppe SU/SU*)

4 Hydrologische Situation

4.1 Oberflächengewässer

Das Gelände südlich von Schwarzenfeld ist vom Kiesabbau geprägt und in der unmittelbaren Umgebung des Projektgebiets liegt eine Vielzahl von Baggerseen. Die Naab grenzt an drei Seiten an das Projektgebiet, da sich das Arbeitsgebiet östlich eines Mäanders der Naab befindet.

4.2 Niederschlagssituation

Nach den Karten zur Wasserwirtschaft des Bayerischen Landesamts für Wasserwirtschaft [U 3] liegt der Ausbauabschnitt in Bezug auf den Mittleren Jahresniederschlag im Bereich einer Niederschlagshöhe von 650 mm bis 750 mm (Periode 1971-2000). Für die Mittlere Jahresverdunstung (Periode 1971-2000) ergibt sich eine Verdunstungshöhe von 400 mm bis 500 mm.

4.3 Wasserschutzgebiete/Überschwemmungsgebiete/wassersensible Bereiche

Der online verfügbare „Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt weist im Bereich der Erweiterungsfläche ein festgesetztes Überschwemmungsgebiet, sowie Hochwassergefahrenflächen HQ_{100} und HQ_{extrem} aus. Zudem liegt das Projektgebiet in einem wassersensiblen Bereich. Das bedeutet, dass die Fließgewässer zeitweise über die Ufer treten können sowie zeitweise hoch anstehendes Grundwasser vorkommen kann. Im Unterschied zu den Überschwemmungsgebieten kann bei diesen Bereichen kein definiertes Risiko (Jährlichkeit des Hochwasserabflusses) angegeben werden.

Etwa 60 m östlich des Untersuchungsgebiets befindet sich das Trinkwasserschutzgebiet „Pretzabruck - Asbach“. Die Naab ist als wasserabhängiges FFH Gebiet (Flora-Fauna-Habitat) ausgewiesen, und die Erweiterungsfläche grenzt somit an dieses FFH-Gebiet („Naab unterhalb von Schwarzenfeld und Donau von Poikam bis Regensburg“). Die Erweiterungsfläche befindet sich zudem im Naturpark „Oberpfälzer Wald“.

4.4 Wasserdurchlässigkeit des Baugrundes

Basierend auf den geringen Feinkornanteilen verfügen die quartären Schotter erfahrungsgemäß über hohe Durchlässigkeiten mit k_f -Werten zwischen $1 \cdot 10^{-2}$ m/s und $1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Die quartären Schotter sind somit als „sehr stark durchlässig“ bis „durchlässig“ zu klassifizieren. Für die

hydraulischen Berechnungen sowie die Standsicherheitsnachweise wird ein k_f -Wert von $5 \cdot 10^{-3}$ m/s angesetzt.

Die darüberliegenden Aueablagerungen enthalten deutlich höhere Feinkornanteile und weisen üblicherweise Durchlässigkeitsbeiwerte im Bereich von $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-9}$ m/s auf. Die Aueablagerungen sind als „durchlässig“ bis „sehr schwach durchlässig“ zu klassifizieren.

4.5 Grundwasserstände und hydrologische Situation bei Mittelwasser

In allen Kleinrammbohrungen sowie Rammpegel des EKP 2019 wurde Grundwasser (GW) angetroffen, in Tab. 6 sind die erbohrten sowie die Ruhepegel aufgelistet. Die Ruhewasserstände weichen bei den Bohrungen teils geringfügig von den angebohrten Wasserständen ab, was auf den Bohrvorgang zurückzuführen ist. Den Grundwasserleiter im Projektgebiet stellen die quartären Schotter dar. Aufgrund der Nähe zur Naab, korrespondieren die gemessenen Grundwasserstände vermutlich mit dem Wasserpegel der Naab.

Da für die Bestandsbohrungen [U 6] keine Angaben zur absoluten Höhe des Bohransatzpunkts vorliegen, wird auf die Ergebnisse an dieser Stelle nicht genauer eingegangen.

Tab. 6: Zusammenstellung der erbohrten Grundwasserstände vom 26./27.09.2019.

| Aufschlussbezeichnung | Ansatzhöhe [m ü. NN] | Pegeloberkante [m ü. NN] | GW angebohrt [m u. GOK] | GW Ruhe [m u. GOK] | GW angebohrt [m ü. NN] | GW Ruhe [m ü. NN] |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|-------------------|
| KRB01/19 | 359,79 | - | 3,00 | - | 356,79 | - |
| KRB02/19 | 359,80 | - | 3,00 | - | 356,80 | - |
| RP01/19 | 359,14 | 360,86 | 2,50 | 2,42 | 356,64 | 356,72 |
| RP02/19 | 359,46 | 360,99 | 3,00 | 2,71 | 356,46 | 356,75 |
| RP03/19 | 359,70 | 359,70 | 3,00 | 3,03 | 356,70 | 356,67 |
| RP04/19 | 358,67 | 358,67 | 1,50 | 1,98 | 357,17 | 356,69 |
| RP05/19 | 360,04 | 360,04 | 3,20 | 3,23 | 356,84 | 356,81 |

Anhand der Messdaten der Stichtagsmessung am 27.09.2019 wurde eine Isohypsenkarte des Projektgebiets erstellt (siehe Anlage 5.1). Ein Ausschnitt aus dem Grundwassergleichenplan ist in Abb. 1 dargestellt. Die Fließrichtung im Projektgebiet ist ESE-WNW, also in Richtung auf, den an das Untersuchungsgebiet grenzenden Vorfluter, die Naab, gerichtet. In den nördlichen und südlichen Randbereichen variiert die Fließrichtung aufgrund der Nähe zur Naab und stellt somit den kürzesten Weg zur Vorflut dar. Anhand der Grundwassergleichen wurde das hydraulische Gefälle ermittelt. Das höchste Grundwassergefälle tritt dabei im Bereich zwischen RP03/19 und RP02/19 auf (siehe roter Pfeil in Abb. 1) und beträgt etwa 0,9 ‰.

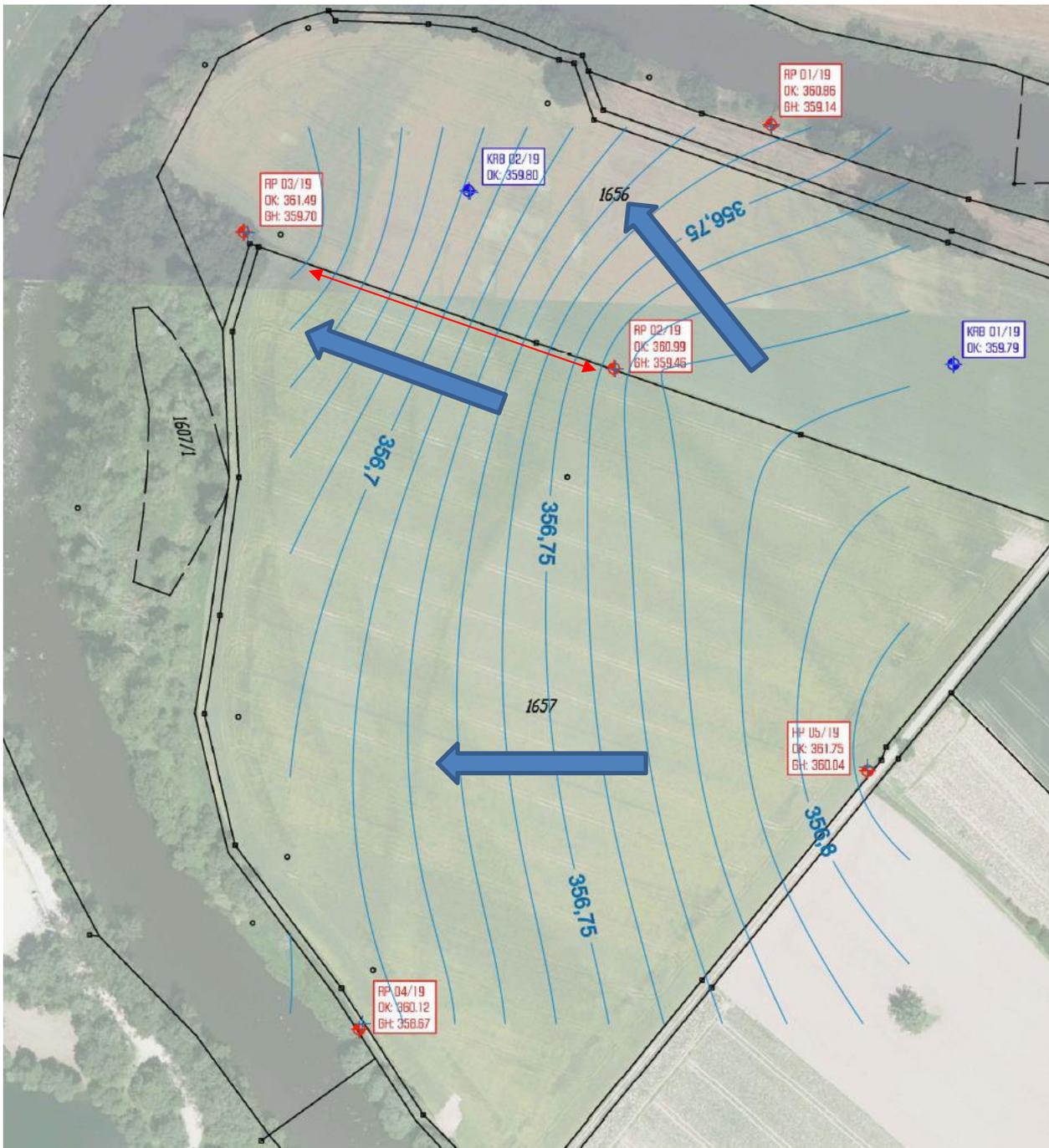


Abb. 1: Darstellung der Grundwasserverhältnisse vom 27.09.2019 im Bereich der geplanten Nassabbaufäche (siehe Anlage 2 für Details). Blaue Pfeile zeigen die Grundwasserfließrichtung und Entwässerung zur an das Gebiet angrenzenden Naab.

In der Umgebung der geplanten Abbaufäche liegen keine Messstellen vor, welche zur Modellierung der Grundwasserverhältnisse herangezogen werden können. Die Daten der nächstgelegenen Messstelle der Naab in Schwandorf (Messstellen-Nr. 14004708; Entfernung ca. 5 km), deren Daten online beim Gewässerkundlichen Dienst Bayern verfügbar sind, wurden zur Kalibrierung der Stichtagsmessung herangezogen.

Der Wasserstand in der Pegelmessstelle der Naab bei Schwandorf (Messstellen-Nr. 14004708; Entfernung ca. 5 km) lag am 27.09.2019 bei 353,74 m ü. NN. Der Mittelwasserstand der Messstelle (Zeitraum 2013-2017) liegt bei 353,90 m ü. NN. Folglich lag der Wasserspiegel in der Messstelle am Tag der Stichtagsmessung knapp unter Mittelwasserstand (0,16 m u. MW).

Da das geplanten Abbaufeld ebenfalls im Einfluss- bzw. Einzugsgebiet der Naab liegt, kann somit übertragen auf die Erkundungsergebnisse festgehalten werden, dass die gemessenen Grundwasserstände ebenfalls knapp unter Mittelwasserstand lagen.

Etwa einen Monat nach Herstellung der Rammpegel wurden die Grundwasserstände erneut gemessen (siehe Tab. 7). Die gemessenen Grundwasserstände liegen geringfügig höher (< 15 cm) als bei der Messung am 27.09.2019 und bestätigen die obigen Ergebnisse. Lediglich der Pegel RP02/19 zeigt eine größere Schwankung. Die Grundwasserfließrichtung im Projektgebiet ist bei der zweiten Stichtagsmessung (31.10.2019), analog zur ersten Stichtagsmessung (27.09.2019), in Richtung des angrenzenden Vorfluters, der Naab, gerichtet.

Tab. 7: Zusammenstellung der Grundwasserstände der Rammpegel vom 31.10.2019.

| Aufschluss- bezeichnung | Ansatzhöhe [m ü. NN] | Pegeloberkante [m ü. NN] | GW Höhe [m u. POK] | GW Ruhe [m ü. NN] |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| RP01/19 | 359,14 | 360,86 | 4,06 | 356,80 |
| RP02/19 | 359,46 | 360,99 | 4,12 | 356,87 |
| RP03/19 | 359,70 | 361,49 | 4,86 | 356,63 |
| RP04/19 | 358,67 | 360,12 | 3,33 | 356,79 |
| RP05/19 | 360,04 | 361,75 | 4,85 | 356,90 |

4.6 Wasserstände und hydrologische Situation im Hochwasserfall (HQ100)

Da in der unmittelbaren Umgebung des Projektgebiets keine Grundwassermessstellen vorliegen, werden zur Ermittlung der Hochwassertiefen die online verfügbaren Daten des Informationsdiensts Überschwemmungsgefährdete Gebiete (IÜG) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt herangezogen.

Im Falle eines HQ100 tritt die Naab über die Ufer und die geplante Erweiterungsfläche wird komplett überschwemmt. Die Wassertiefe auf den Flurstücken beträgt dann gemäß des IÜG bis zu 1,0 m, im tieferliegenden westlichen Bereich bis zu 4,0 m.

Basierend auf der Geländehöhe (Bemessungsgrundlage RP02; Grundstücksmitte), beträgt die Wasserhöhe im HQ100-Fall somit etwa **360,5 m ü. NN** (359,46 m ü. NN +1,0 m).

Eine Angabe zur Grundwasserfließrichtung im Hochwasserfall (HQ100) ist anhand der vorliegenden Unterlagen nur schwer möglich. Aufgrund des Verlaufs des halbkreisförmig angrenzenden Flussmäanders und der Überschwemmung des Flurstücks ist davon auszugehen,

dass das Wasser aus nördlicher Richtung kommend Richtung Süden/Südsüdwesten fließt und im Hochwasserfall die Erweiterungsfläche überströmt.

4.7 Wechselwirkung zwischen dem Grundwasserkörper und der Vorflut (basierend auf den Ergebnissen der Feldversuche)

Im Zuge der Herstellung der Rammpegel sowie bei einer weiteren Messung am 31.10.2019 wurden vor Ort der pH-Wert, die Temperatur und die spezifische elektrische Leitfähigkeit des Grundwassers untersucht (siehe Kap. 1.5.4).

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit ist ein Maß für die Konzentration der in einer Wasserprobe gelösten Ionen und lässt somit Rückschlüsse auf den Mineralisationsgrad des Wassers zu. Aufgrund der Interaktion des Grundwassers mit dem Aquifer, ist Grundwasser üblicherweise höher mineralisiert und weist deshalb eine höhere Leitfähigkeit auf als Flusswasser, welches zu einem großen Anteil von Regenwasser, mit einem niedrigen Mineralisierungsgrad gespeist ist.

Im Projektgebiet ist anhand der Isohypsenkarte der Leitfähigkeit (siehe Anlage 5.2) sichtbar, dass der Pegel mit größtem Abstand zur Vorflut (RP05/19), die höchste Leitfähigkeit aufweist. Die Leitfähigkeit nimmt dann (mit Ausnahme des RP03/19) zur Vorflut hin ab. Dies zeigt, dass im Nahbereich der Vorflut eine Durchmischung des Flusswassers mit niedrigerem Mineralisierungsgrad, mit dem höher mineralisierten Grundwasser stattfindet. Ufernah dominiert das Leitfähigkeitssignal der Naab, uferfern das Leitfähigkeitssignal des Grundwassers.

Eine Beeinflussung des Grundwassers im Projektareal durch das Uferfiltrat der Naab konnte somit bereits im unveränderten, noch nicht abgegrabenen Zustand nachgewiesen werden.

Die anhand der Leitfähigkeitsuntersuchung nachgewiesene Durchmischungszone sowie der bereits vorhandene Einfluss der Naab auf das Grundwasser kann als Indikator für weitere hydrochemische Parameter herangezogen werden. Im Hinblick auf den Nährstoffgehalt ist im Naabwasser eine hohe Nährstofffracht zu erwarten, die im Grundwasser mit zunehmender Entfernung von der Vorflut abnimmt. Diese Abnahme beruht einerseits auf der Durchmischung des Naabwassers mit dem Grundwasser, andererseits auch auf der Filterwirkung des Untergrundes. Da bei dem geplanten Kiesabbau ein mind. 10 m breiter Damm mit unveränderter Filterwirkung bzw. -kapazität zwischen Naab und Baggersee erhalten bleibt, ist mit keiner Veränderung bzw. Verstärkung des Nährstoffeintrags in das Grundwasser zu rechnen.

4.8 Auswirkungen des Nassabbaus auf die hydrologische Situation

4.8.1 Grundwasserstand (stationär)

Der quasi stationäre Grundwasserfall stellt sich bei Nassabbauen an den Böschungen ein, die in etwa parallel zur Grundwasserströmung liegen. In diesen Bereichen ist der Grundwasserstand in etwa mit dem Seespiegelstand im Baggersee gleichzusetzen und es treten keine erhöhten Fließgeschwindigkeiten auf.

4.8.2 Grundwasserstand (instationär)

Da sich der Seespiegel im Baggersee immer in etwa waagrecht einstellt, ergibt sich gegenüber dem normalen Grundwassergefälle sowohl oberstromig als auch unterstromig eine Höhendifferenz. Die Höhendifferenz ist vor allem abhängig von der Seegröße und dem Grundwassergefälle. Oberstromig fließt das Grundwasser mit einem deutlich höherem Gefälle dem See zu, während es unterstromig mit einem deutlichen höheren Gefälle in die Böschung strömt (Abb. 2). Es wurde für die Standsicherheitsberechnungen von einem Grundwassergefälle in gut durchlässigen Kiesen von ca. 0,9 ‰ (siehe Kap. 4.4) und einem max. 850 m langen See ausgegangen. Die Höhendifferenz für die Berechnungen ergibt sich demnach zu ca. **0,77 m**.

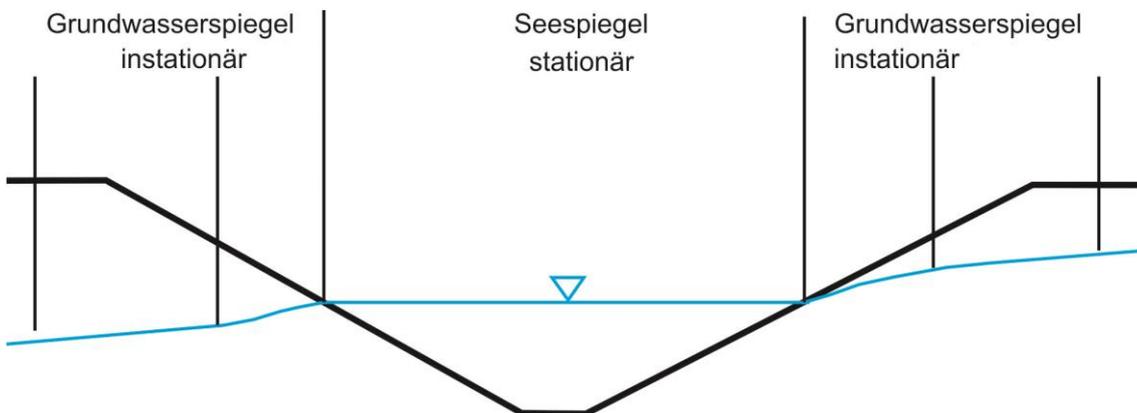


Abb. 2: Beispielhafte Darstellung der Grundwasserverhältnisse an einem Baggersee. Grundwasserströmung generell von rechts nach links mit einem Gefälle von ca. 0,9 ‰.

4.8.3 Hydraulische Berechnungen

Zur Berechnung hydraulischer Prozesse wurde auf allgemein bekannte und verwendete Formeln zurückgegriffen, die im Folgenden kurz aufgelistet sind:

Höchstmögliche GW-Standsänderung in Folge der Anlage eines Baggersees (nach [U 11])

$$s = 0,5 * L_{\text{See}} * i$$

$$i = (h_1 - h_2)/l$$

s = höchstmögliche GW-Standsänderung [m];

L_{See} = größte Seelänge in GW-Stromrichtung [m];

i = hydraulisches Gefälle bzw. ursprüngliches Grundwassergefälle [dimensionslos];

h_1, h_2 = GW-Stand an zwei Orten [m];

l = Abstand zwischen den beiden Orten [m].

Gemäß der vorliegenden Planungsunterlagen [U 5], wird im Folgenden eine Seelänge von 850 m (parallel zur Grundwasserfließrichtung) angesetzt. Unter Berücksichtigung eines maximalen Grundwassergefälles von 0,9 ‰ beträgt die höchstmögliche Grundwasserstandsänderung 0,38 m.

Reichweite der Absenkung bzw. Aufhöhung nach SICHARDT:

$$R = 3000 * s * k_f^{1/2}$$

R = Reichweite der Absenkung bzw. Aufhöhung [m];

s = höchstmögliche GW-Standsänderung [m];

k_f = Durchlässigkeitsbeiwert des durchströmten Bodens [m/s].

Die Reichweite der Absenkung bzw. Aufhöhung für eine Seelänge in GW-Fließrichtung von 850 m beträgt 81 m. Die ermittelte Wasserstandsänderung durch den Nassabbau sowie deren Reichweite ist als gering einzustufen.

4.9 Auswirkungen auf umliegende Flächen / Betroffenheiten Dritter

Basierend auf den obigen Berechnungen ist mit keiner Beeinflussung der Autobahn A93 zu rechnen, da der Abstand zur Autobahn > 100 m beträgt und somit außerhalb des Einflussbereichs der Ausspiegelung des Grundwassers durch den Baggersee liegt (= 81 m gemäß Berechnung).

Die angegebene Reichweite ist für die Bewertung relevant, welche umliegenden Flächen durch das Abbauvorhaben beeinflusst werden können. Angrenzende Flächen die im Einflussbereich (ca. 81 m ab der Grenze des Abbauvorhabens) liegen, können potenziell beeinflusst werden. Die Flächen auf der anderen Uferseite der Naab (westliches Ufer) sind davon nicht betroffen, da durch die Naab eine natürliche Regulierung des Wasserstandes stattfindet und somit die Flächen auf der gegenüberliegenden Uferseite voraussichtlich nicht beeinflusst werden. Somit beschränkt sich die Betroffenheit auf die landwirtschaftlichen Flächen östlich des geplanten

Abbaufeldes. Da die errechneten Beträge der Grundwasserausspiegelung im Rahmen von natürlich auftretenden Grundwasserschwankungen liegen, ist mit keiner negativen Beeinflussung zu rechnen.

Aus hydrogeologischer Sicht ist bei einer Betrachtung der Gesamtheit der bereits bestehenden Abbauvorhaben und des geplanten Bauvorhabens ebenfalls eine getrennte Bewertung der beiden Naabseiten zielführend. Für die westliche Uferseite ist mit keiner Beeinträchtigung zu rechnen. Östlich der Naab liegen in unmittelbarer Umgebung des geplanten Nassabbaus zwei weitere Baggerseen vor. Zusätzlich liegen viele Kiesabbau östlich der Autobahn und liegen somit nicht im Einflussbereich des Abbauvorhabens. Folglich sind hinsichtlich der Ausspiegelung die zwei südöstlich anschließenden Abbauvorhabens betrachtungsrelevant. Da der Feldweg/Zuwegung zwischen vor Abbauvorhaben erhalten bleibt und zusätzlich ein Sicherheitsabstand eingehalten wird, ist davon auszugehen, dass im Bereich mit ungestörtem Untergrund eine Regulierung des Wasserspiegels stattfinden kann.

4.10 Auswirkungen des Nassabbaus auf das Trinkwasserschutzgebiet Pretzabrucker Gruppe

Das Trinkwasserschutzgebiet „Pretzabruck - Asbach“ befindet sich etwa 60 m östlich des geplanten Abbaufeldes. Gemäß den Angaben der Verwaltungsgemeinschaft Schwarzenfeld [U 14] reicht das Einzugsgebiet des Trinkwasserschutzgebiets im unterstromigen Bereich bis knapp westlich des Flurstücks 1675 und somit etwa 20 m in das geplante Abbaugbiet hinein.

Zur Bewertung des Einflusses der Baumaßnahme auf das Trinkwasserschutzgebiet wurden die Ausbauprofile der für die Trinkwassergewinnung genutzten Brunnen an unser Büro übermittelt [U 14]. Die Entnahmebrunnen sind gemäß der Bohrprofile und der Ausbaupläne [U 14] in den kreidezeitlichen Schichten verfiltert. Im Bohrprofil des Brunnens 1 ist die stratigraphische Gliederung der Schichten nicht dokumentiert, die Oberkante der Filterstrecke liegt hier im Übergangsbereich zwischen den tertiären und kretazischen Schichten, in einer Tiefe von ca. 21 m u. GOK. In Brunnen 2 liegt die Filterstrecke komplett in den kreidezeitlichen Schichten, und beginnt in einer Tiefe von 26 m u. GOK. Folglich erfolgt die Grundwasserentnahme in tieferliegenden Grundwasserstockwerken (Kreide; untergeordnet Tertiär), nicht jedoch in den für den Kiesabbau relevanten quartären Kiesen, welche den Grundwasserleiter des oberen Grundwasserstockwerks darstellen. Da es sich um unterschiedliche Grundwasserleiter handelt, ist eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Maßnahmen somit nicht zu erwarten.

Natürlicherweise ist das obere, quartäre Grundwasserstockwerk von den tiefer gelegenen, Grundwasserstockwerken durch Grundwasserstauer hydraulisch getrennt. Aufgrund der Erosionsprozesse und die dadurch erfolgte morphologische Ausgestaltung des Naabtals bzw. des Urnaab-Rinnensystems ist das Vorhandensein eines Wasserstauers in Form bindiger tertiärer Sedimente möglicherweise nicht überall flächendeckend gewährleistet. Gemäß den

Bestandsbohrungen im Bereich des geplanten Abbaufeldes [U 6] allerdings, liegen unter den quartären Schottern tonige, nahezu undurchlässige Molassesedimente vor. Die Bohrprofile der Brunnen 1 und 2 der Pretzabrucker Gruppe [U 14] bestätigen dies. Dabei wurden unter den quartären Kiesen ebenfalls tertiäre Tone erkundet. Basierend auf dem Vorhandensein einer grundwasserstauenden Schicht zwischen den abzubauenen quartären Kiesen und den zur Wassergewinnung genutzten tertiären/kretazischen Schichten, ist mit einer Beeinflussung des Trinkwasserschutzgebietes bzw. auch dessen Einzugsgebiets durch das Kiesabbauvorhaben nicht zu rechnen. Zusätzlich ist die natürliche Fließrichtung, in Richtung des Vorfluters der Naab mit in die Betrachtung einzubeziehen. Dadurch ist die generelle Grundwasserfließrichtung in Richtung der Naab, also vom Trinkwasserschutzgebiet weg, gerichtet.

Anhand der obigen Ausführungen kann mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit eine Beeinflussung des zur Wassergewinnung genutzten tieferliegenden Grundwasserleiters ausgeschlossen werden. Dennoch sollten im Bereich des Einzugsgebietes der Trinkwasserversorgung keine Abbautätigkeiten stattfinden.

5 Standsicherheitsbetrachtung der Böschung

Für die Standsicherheitsnachweise wurde das Berechnungsprogramm GGU Stability® (Version 12.16) verwendet. Die Berechnungen wurden auf Grundlage des Eurocode 7 durchgeführt. Es wurde die Bemessungssituation BS-P (persistent), für einen dauerhaften Zustand, betrachtet. Zusätzlich wurde die Bemessungssituation BS-T (temporary) für zeitlich begrenzte Hochwasserereignisse angewendet. Da es sich hierbei um eine außergewöhnliche Beanspruchung handelt, die jedoch über die Lebensdauer des Projekts voraussichtlich mehrmals auftreten kann, wurde auf der sicheren Seite die Bemessungssituation BS-T (temporary) gewählt. Hierbei gehen höhere Teilsicherheitsbeiwerte ein, als dies in der Bemessungssituation BS-A (accidental), für außergewöhnliche Ereignisse (z.B. extreme Hochwasserereignisse) der Fall ist. Die entsprechenden Teilsicherheiten für die beiden Bemessungssituationen sind Anlage 6 zu entnehmen. Bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu \leq 1$ ist die Böschung als rechnerisch standsicher nachgewiesen.

5.1 Eingangparameter

5.1.1 Abbaubedingungen und dynamische Lasten

Im vorliegenden Bericht wird der Endzustand der Abbauböschungen nach der Gewinnung betrachtet. Abbaubedingte Einflüsse (dynamische Lasten) sind nach dem Ende der Gewinnung nicht mehr vorhanden und müssen demnach in den Standsicherheitsberechnungen nicht berücksichtigt werden.

5.1.2 Böschungsgeometrie

Gemäß den vorliegenden Planungsunterlagen [U 4] werden die Abbauböschungen mit einer Neigung von 1 : 2,5 hergestellt. Auf Bitten des Auftraggebers wird die Option einer Böschungsoptimierung untersucht, sofern dies basierend auf den Ergebnissen der Standsicherheitsbetrachtungen möglich ist. Die entsprechenden Nachweise für die steileren Böschungen werden ebenfalls geführt.

Für die Standsicherheitsberechnungen wird, basierend auf den Erkundungsergebnissen derzeit davon ausgegangen, dass die Gewinnungstiefe bis zur Oberkante der tertiären Schichten, ca. 7-8 m u. GOK (ca. 352 m ü. NN-353 m ü. NN) reicht. Da die Böschungshöhe ein maßgebender Eingangsparameter in der Standsicherheitsbetrachtung ist, wird auf der sicheren Seite von einer 8 m hohen Böschung ausgegangen.

Bei vorliegendem Abbauvorhaben wird in die der Naab zugewandten Böschung (Außenböschung) nicht eingegriffen bzw. wird diese nicht verändert. Zudem ist der verbleibende Damm zwischen Außen- und Innenböschung bei weitem breit genug, dass es zu keinerlei gegenseitigen Beeinflussung kommen kann (vgl. Untersuchungen in [U 13]). Deshalb wird diese Bestandsböschung in den folgenden Standsicherheitsbetrachtungen nicht näher behandelt.

5.1.3 Geologisch-geotechnische Bodenschichten

Basierend auf den Erkundungsergebnissen wurde von einer mittleren Mächtigkeit des Mutterbodens und der Deckschichten von 1,5 m (RP01/19) ausgegangen. Da die Deckschichten meist sandig ausgebildet sind, wurden die Kennwerte (aus Tab. 5) für sandige Deckschichten angesetzt.

Bei den quartären Kiesen wird davon ausgegangen, dass diese im Zuge des Abbaus komplett ausgehoben werden und somit die gesamte Böschung aus diesem Schichtglied aufgebaut ist. Es wurden die Kennwerte aus Tab. 5 für den Standsicherheitsnachweis herangezogen. Um den modellierungsbedingten Effekt des Aufzeigens von sehr oberflächennahen Gleitkreisen zu verhindern, wurde gemäß DIN 4084:2009-01 der Bemessungswert des Reibungswinkels der quartären Schotter bis in eine Tiefe von 1 m normal zur Böschungsoberfläche um 15 % erhöht.

In der Baugrubensohle stehen dann die tertiären Böden an. Die entsprechenden Kennwerte wurden aus Tab. 5 entnommen.

5.1.4 Hydrologische Verhältnisse / Grundwasserstände

Aufgrund der Nähe zur Naab wird das Projektgebiet von deren Wasserständen bzw. Wasserstandsschwankungen beeinflusst. Die Auswertung der hydrologischen Parameter (v.a. Leitfähigkeit) belegt den Einfluss (siehe Kap. 4.7). Basierend auf den hohen k_f -Werten und der damit verbundenen engen Wechselwirkung und raschen Kommunikation zwischen dem Grundwasserstand mit dem Pegel der Naab ist davon auszugehen, dass sich Grundwasserschwankungen der Naab schnell auf die Grundwasserstände im Bereich des neuen Abbaufeldes auswirken.

Gemäß den beiden Stichtagsmessungen (27.09.2019 und 31.10.2019) konnte ein Gefälle des Grundwassers zur Naab hin bestätigt werden (siehe detailliertere Informationen in Kap. 4.5 und 4.6). Es ist davon auszugehen, dass die Wasserstände im Abbaufeld eng mit den Pegelständen der Naab korrespondieren und es sich um ein dynamisches System handelt, bei dem sich die Grundwasserfließrichtung, je nach Pegelstand der Naab (vor allem bei Hochwasserständen), auch zeitweise umkehrt. Aufgrund der Lage des Abbaufeldes in der Mäanderschleife und der damit verbundenen Kommunikation zwischen der Naab und dem Grundwasser auf drei Seiten des Abbaufeldes, wirken sich diese Pegelschwankungen der Naab stark und mit geringer Zeitverzögerung auf das Abbaufeld aus.

Diese Gegebenheit ist für die Standsicherheitsanalysen relevant, da ein Gefälle zur Naab hin, mit höheren Wasserständen im Bereich des Abbaufeldes als in der Naab, die rückhaltenden Kräfte erhöht und einen stabilisierenden Einfluss auf die Böschung hat. Im Gegensatz dazu hat ein Grundwassergefälle von der Naab zum Abbaufeld hin eine Erhöhung der treibenden Kräfte und somit eine Erhöhung des Ausnutzungsgrades der Böschungen zur Folge. Diese Situation tritt

erfahrungsgemäß bei steigendem Flusspegel, v.a. in Hochwasserfällen auf, da die Naab in diesem Fall rascher als der Grundwasserspiegel der Umgebung ansteigt. Um diesem Sachverhalt Rechnung zu tragen, wurden auf der sicheren Seite liegend in den Standsicherheitsberechnungen für den dauerhaften Zustand (Bemessungssituation BS-P) ein Grundwassergefälle von der Naab zum Abbaufeld hin implementiert (Potentialdifferenz: 0,5 m).

Dabei wurden jeweils 3 verschiedene Fälle betrachtet:

- Niedrigwasser (Naab 356 m ü. NN; Abbaufeld: 355,5 m ü. NN)
- Mittelwasser (Naab: 357 m ü. NN; Abbaufeld: 356,5 m ü. NN)
- Hochwasser (Naab: 360,0 m ü. NN; Abbaufeld 359,5 m ü. NN)

Im Falle von extremen Hochwasserereignissen ist ein rapides Ansteigen des Wasserspiegels in der Naab möglich. Dabei können temporär, vermutlich für mehrere Stunden, größere Potentialdifferenzen ($> 0,5$ m) zwischen der Naab und dem Grundwasserkörper im Bereich des Abbaufeldes auftreten, bevor sich erneut weitestgehend ein Gleichgewicht einstellt. Aufgrund der hohen Durchlässigkeitsbeiwerte der quartären Schotter sind diese Zustände zeitlich stark begrenzt und die Standsicherheitsanalysen wurden mit der Bemessungssituation BS-T (temporary) durchgeführt. Basierend auf dem hydrologischen Modell wird für derartige rapide Wasserspiegelanstiege von einer maximalen Potentialdifferenz zwischen Naab und Grundwasser im Abbaufeld von 2,5 m ausgegangen.

Die Porenwasserdrucklinie bzw. die Potentiale wurde für alle betrachteten Zustände mithilfe des Finite-Element-Programms GGU SSFlow2D® (Version 11.11) berechnet und in das Berechnungsprogramm für Böschungsstandsicherheiten GGU Stability® implementiert.

5.1.5 Verkehrslasten

Zum momentanen Zeitpunkt liegen keine Informationen zu auftretenden Lasten bzw. Verkehrslasten vor. Zur Vorbemessung wurde eine Verkehrslast in Form einer Ersatzstreifenlast nach der nun zurückgezogenen Norm DIN 1072:1985-12 angesetzt. Es wurde der Lastfall SLW 30 berücksichtigt, bei dem eine Ersatzstreifenlast von $p' = 16,7 \text{ kN/m}^2$ auf 3 m Breite aufgebracht wird. Die Verkehrslast wurde mit einem Abstand von 1 m zur Böschungskante implementiert.

5.2 Ergebnisse der Standsicherheitsbetrachtungen

5.2.1 Böschungsneigung 1:2,5

Die Böschung mit einer Neigung von 1:2,5 (Böschungswinkel $21,8^\circ$) wurde unter den vorgegebenen Rahmenbedingungen und unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen betrachtet. Aus den Berechnungen ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,97$ im HHW-Fall und ein Ausnutzungsgrad $\mu = 0,85$ bei Mittelwasser bzw. $\mu = 0,84$ bei Niedrigwasser. Bei

temporären hohen Wasserspiegeldifferenzen zwischen der Naab und dem Grundwasserspiegel im Abbaufeld (Differenz: 2,5 m; Bemessungssituation BS-T) ergeben die Standsicherheitsanalysen einen Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,89$. Somit ist die Anforderung an die Standsicherheit von $\mu \leq 1,0$ für die untersuchten und maßgebenden Fälle eingehalten.

Auf Wunsch des Auftraggebers wird basierend auf den Ergebnissen der Standsicherheitsbetrachtungen eine Böschungsoptimierung durchgeführt.

5.2.2 Böschungsoptimierung

Während der Gewinnung und im frischen Zustand können die Abbauböschungen temporär relativ steil stehen. In der Literatur werden hierfür Böschungsneigungen $>1 : 1,5$ (z.B. siehe [U 9]) angegeben. Als Endzustände und auf lange Sicht gesehen stellen sich nach den Literaturangaben in Kiesen meist Böschungsneigungen von ca. $1 : 2$ (z.B. [U 10]) ein. In der geringmächtigen Wasserwechselzone verflacht sich die Böschungsneigung auf ca. $1 : 5$ (z.B. [U 12]).

Anhand der Literaturangaben und unserer Erfahrungen werden im Folgenden zwei mögliche Varianten für eine Böschungsoptimierung untersucht. Die Berechnungen wurden einerseits mit einer mittleren Böschungsneigung von $1 : 2,0$ ($26,6^\circ$) durchgeführt. Um mögliche, verschiedene Neigungen in der Böschung (Überwasser, Wasserwechselzone und Unterwasser) zu begegnen, wurden die Berechnungen ebenfalls mit einer flacheren mittleren Böschungsneigung von $1 : 2,2$ ($24,6^\circ$) durchgeführt. Dies entspricht bei einem 8 m tiefen Abbau in etwa einer Böschung von $26,6^\circ$ im Bereich der Über- und Unterwasser mit einer $11,3^\circ$ geböschten Wechselzone von 0,5 m Höhe (siehe Abb. 3).

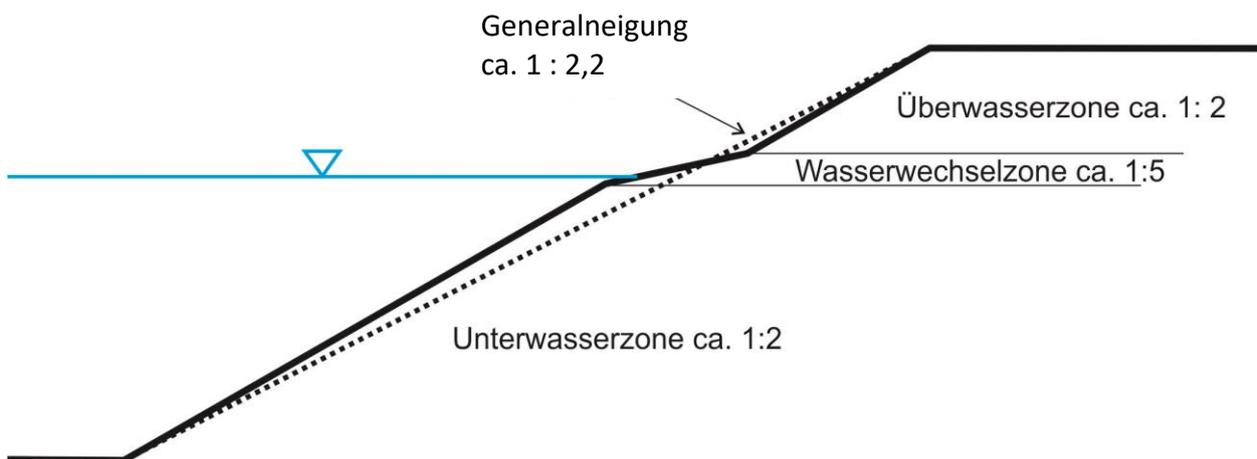


Abb. 3: Beispielhafte Darstellung der Böschungsausbildung mit verschiedenen Zonen.

Die Standsicherheitsbetrachtungen wurden unter gleichbleibenden Rahmenbedingungen durchgeführt.

5.2.3 Böschungsneigung 1:2

Bei einer Versteilung der geplanten Böschung auf 1:2 und der Betrachtung der Böschungssicherheit im HHW-Fall sowie im Mittelwasser-Fall ergibt sich aus den Berechnungen ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,04$ (HHW-Fall) bzw. $\mu = 1,02$ (Mittelwasser-Fall). Im Niedrigwasser-Fall beträgt der Ausnutzungsgrad $\mu = 1,02$. Die Standsicherheitsanalysen zeigen im Falle von temporären größeren Wasserspiegeldifferenzen zwischen Naab und Abbaufeld (Differenz=2,5 m; Bemessungssituation BS-T) einen Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,06$. Die detaillierten Berechnungen sind in Anlage 6 dargestellt. Somit ist die Anforderung an die Standsicherheit von $\mu \leq 1,0$ für alle vier betrachteten Fälle nicht eingehalten und die Böschung ist rechnerisch nicht standsicher. Die Herstellung der Böschungen mit einer Neigung von 1:2 ist somit nur mit Zusatzmaßnahmen möglich (siehe Kap. 5.3)

5.2.4 Böschungsneigung 1:2,2

Bei einer Versteilung der geplanten Böschung auf 1:2,2 und der Betrachtung der Böschungssicherheit im HHW-Fall sowie im Mittelwasser-Fall ergibt sich aus den Berechnungen ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,94$ (MW- sowie NW-Fall) bzw. $\mu = 1,02$ (HHW-Fall). Im HHW-Fall befindet sich der kritische Gleitkreis innerhalb der Aueablagerungen und der maßgebende Einfluss durch die Verkehrslast ist dabei sichtbar. Bei einer Berechnung der Standsicherheit im HHW-Fall ohne Verkehrslast ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,94$ und die Böschung ist rechnerisch standsicher. Bei außergewöhnlich hohen Wasserspiegelschwankungen zwischen Naab und Abbaufeld (Differenz: 2,5 m; Bemessungssituation BS-T) zeigen die Standsicherheitsanalysen einen Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,98$. Die Anforderungen an die Standsicherheit sind somit grundsätzlich erfüllt, wobei im Hochwasserfall Einschränkungen notwendig sind (siehe Kap. 5.3). Die detaillierten Berechnungen sind in Anlage 6 dargestellt.

5.3 Bewertung der Standsicherheitsanalysen

Nachfolgend sind in Tab. 8 alle Standsicherheitsnachweise und deren Rahmenbedingungen nochmals aufgelistet.

Tab. 8: Zusammenstellung der Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen im Bereich der Abbauböschungen.

| Böschungs- neigung | Bemessungs- situation | Wasserstand /sonstige Sonderbedingungen | Ausnutzungs- grad μ_{\max} | Nachweis $\mu \leq 1,0$ |
|-----------------------|--------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
| 1 : 2,5 | BS-P | NW | 0,84 | erbracht |
| | BS-P | MW | 0,85 | erbracht |
| | BS-P | HHW | 0,97 | erbracht |
| | BS-T | Potentialdifferenz Naab – Abbaufeld 2,5 m (Naab: 358,0 m ü. NN; Abbaufeld: 355,5 m ü. NN) | 0,89 | erbracht |
| 1 : 2,2 | BS-P | NW | 0,94 | erbracht |
| | BS-P | MW | 0,94 | erbracht |
| | BS-P | HHW /mit Verkehrslast | 1,02 | nicht erbracht |
| | BS-P | HHW / ohne Verkehrslast | 0,94 | erbracht |
| | BS-T | Potentialdifferenz Naab – Abbaufeld 2,5 m (Naab: 358,0 M ü. NN; Abbaufeld: 355,5 m ü. NN) | 0,98 | erbracht |
| 1 : 2,0 | BS-P | NW | 1,02 | nicht erbracht |
| | BS-P | MW | 1,02 | nicht erbracht |
| | BS-P | HHW | 1,04 | nicht erbracht |
| | BS-T | Potentialdifferenz Naab – Abbaufeld 2,5 m (Naab: 358,0 M ü. NN; Abbaufeld: 355,5 m ü. NN) | 1,06 | nicht erbracht |

Die Ergebnisse zeigen, dass die Böschungen mit einer Neigung von 1:2,5 und 1:2,2 für die verschiedenen implementierten Wasserstände als standsicher gelten und der Nachweis wurde jeweils erbracht. Lediglich im HHW-Fall ergeben sich bei einer Neigung von 1:2,2 an der Böschungskrone geringmächtige Böschungsnachbrüche, bei der Implementierung einer Verkehrslast. Die Berechnung ohne eine entsprechende Verkehrslast zeigt, dass die Böschung bei dieser Variante standsicher ist. Wir empfehlen daher bei hohen Wasserständen keine zusätzlichen Lasten an der Böschungskrone (z.B. durch Verkehr) aufzubringen bzw. einen größeren Abstand von der Böschungskante einzuhalten. Zudem bestätigen die Standsicherheitsbetrachtungen, dass die Böschungen auch im Falle von starken Wasserspiegeldifferenzen (BS-T; Wasserspiegeldifferenz von 2,5 m) zwischen Naab und Abbaufeld, wie dies bei raschen Wasseranstiegen (z.B. Starkregenereignissen, extreme Hochwasser) möglich ist, ebenfalls standsicher sind.

Bei steileren Böschungen (Neigung 1:2) wurde der Nachweis nicht erbracht und eine Ausführung der Böschungen mit dieser Neigung ist nur mit Zusatzmaßnahmen ausführbar.

Eine Herstellung der Böschungen mit einer Neigung von 1:2 ist in Anlehnung an Literaturangaben im frischen Zustand grundsätzlich möglich (siehe [U 9]). Auf lange Sicht ist dem Einfluss aus Wasserspiegelschwankungen durch wechselnde Grundwasserstände sowie wechselnde

Flusswasserstände und damit verbundene Sickerwasseraustritte aus den Böschungen Rechnung zu tragen, die langfristig zu einer lokalen Abflachung der Böschungen führen. Näherungsweise kann diese Abflachung basierend auf den für Wasserwechselzonen üblichen Neigungen quantifiziert werden. Die generierten Porenwasserdrucklinien (Anlage 6) bestätigen, dass sich diese Wasserwechselzone bei temporären größeren Wasserspiegeldifferenzen zwischen Naab und Abbaufeld ausbildet. Dieser Bereich neigt zu oberflächlichen Böschungsinstabilitäten die eine lokal begrenzte Abflachung der Böschung zur Folge haben. Ausgehend von einer Abflachung eines 0,5 m hohen Böschungsabschnitt von einer Neigung von 1 : 2 auf eine Neigung von 1 :5 beträgt der zusätzliche Platzbedarf ca. 1,5 m. Sofern die Böschungen mit einer Neigung von 1:2 hergestellt werden, empfehlen wir daher einen zusätzlichen Sicherheitsabstand von 2 m an der Oberkante der Böschung einzuplanen, um der natürlichen Abflachung der Böschung bzw. lokal begrenzten geringen Böschungsnachbrüchen durch die Einwirkung des Wassers Rechnung zu tragen. Diese natürliche Abflachung der Böschung wirkt sich langfristig stabilisierend auf die Böschung aus. Somit empfehlen wir für eine Böschungsneigung von 1:2 den Mindestabstand von dem angrenzenden Naabufer von 10 m (gemäß Planungsunterlagen [U 4]) auf 12 m zu erhöhen.

Der unberührte Abschnitt zwischen dem Naabufer und der Abbaukante („Dammkrone“) muss eine Mindestbreite von 10 m besitzen. Dieser Abstand ist unabhängig von der Grundstücksgrenze oder dem öffentlichen Weg. Der Abstand zwischen dem öffentlichen Weg bzw. der Grundstücksgrenze und der Abbaukante kann aus geotechnischer Sicht temporär auf 3 m reduziert werden, sofern der Mindestabstand zur Naab von mind. 10 m weiterhin eingehalten wird. Gemäß den obigen Ausführungen gilt dieser Mindestabstand für Böschungsneigungen von max. 1:2,2, bei steileren Böschungen ist gemäß den obiger Ausführung der zusätzliche Sicherheitsabstand von 2 m einzuplanen.

Zusätzlich ist zu beachten, dass durch die Vergrößerung der geplanten Abbaufäche im nördlichen Teil der Abbaufäche auf der Naab-zugewandten Seite eine Prallhangsituation vorliegt, bei der im Laufe der Zeit weitere fluviatile Erosionsprozesse möglich sind. Wir empfehlen daher entlang der Nordseite des Abbaubereiches eine Erhöhung des Mindestabstandes auf 15 m zu einzuplanen, um diesen Sachverhalt zu berücksichtigen.

Im Zuge der Rekultivierung (siehe Kap. 5.5) ist das Abraummateriale so aufzubringen, dass der Abstand zur Abbaukante („Dammkrone“) zur Grundstücksgrenze im Endzustand mind. 10 m beträgt.

5.4 Hinweise zum Einfluss von Grundwasserfließvorgängen auf die Standsicherheit

Bei den Berechnungen wurde aufgrund den Limitierungen bei den Eingangsparameter die Erosion durch das fließende Wasser nicht berücksichtigt. Dieser Faktor hat jedoch im HHW-Fall einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Standsicherheit.

Die Durchströmung in Folge einer Potenzialdifferenz zwischen der Naab und dem Baggersee führt hauptsächlich zu einem Austrag der Feinfraktion aus der Böschung (Suffosion; siehe ebenfalls Informationen zur Wasserwechselzone in Kap. 5.2.2). In den Standsicherheitsnachweisen wurde diesem Sachverhalt Rechnung getragen, indem für die quartären Schotter keine Kohäsion ($c=0 \text{ kN/m}^2$) angesetzt wurde. Die Böschungen weisen somit auch nach einem Auswaschen des Feinkornanteils nachweislich eine ausreichende Standsicherheit auf.

5.5 Rekultivierung

Nach Beendigung des Kiesabbaus wird das Abraummateriale im Zuge der Rekultivierung an die Böschungen angeschüttet. Die bodenmechanischen Kennwerte für vorliegendes Bauvorhaben wurden anhand der Kornfraktionen nach Entfernung des Kiesanteils abgeleitet. Es handelt sich voraussichtlich um einen schluffigen Sand und die entsprechenden Kennwerte sind in Tab. 9 enthalten. Im Zuge der Ausführung sind diese angesetzten Kennwerte anhand der tatsächlichen Zusammensetzung des Abraummateriale durch einen geotechnischen Sachverständigen zu verifizieren.

Tab. 9: Zusammenstellung der charakteristischen geotechnischen Bodenparameter des Abraummateriale.

| Bezeichnung | Abraummaterial |
|--|--------------------------|
| Wichte γ , $\gamma_k \text{ [kN/m}^3\text{]}$ | 18-20 19 |
| Wichte unter Auftrieb γ' , $\gamma'_k \text{ [kN/m}^3\text{]}$ | 8-10 9 |
| Reibungswinkel φ' , $\varphi'_k \text{ [}^\circ\text{]}$ | 27,5-32,5 30,0 |
| Kohäsion c' , $c'_k \text{ [kN/m}^2\text{]}$ | 0-5 0 |
| undrainierte Kohäsion c_u , $c_{u,k} \text{ [kN/m}^2\text{]}$ | 0-20 - |
| Steifemodul E_s , $E_{s,k} \text{ [MN/m}^2\text{]}$ | 2-15 6 |

Für den Rekultivierungszustand wurde eine Standsicherheitsbetrachtung durchgeführt und dabei eine Böschungsneigung von 1 : 3 betrachtet. Es ergibt sich ein Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,88$ und die Standsicherheit der Böschungen nach der Rekultivierung konnte somit nachgewiesen werden (siehe Anlage 6).

6 Zusammenfassung und Bewertung

Auf Grundlage der Erkundungs- und Monitoringmaßnahmen konnte für das geplante Abbaufeld ein adäquates hydrologisches und geotechnisches Modell entwickelt und validiert werden.

Durch Untersuchungen der Fließrichtung und hydrophysikalischer Parameter (Leitfähigkeit) konnte gezeigt werden, wie groß der Einfluss des Uferfiltrats der Naab schon im natürlichen Zustand auf den flussnahen Grundwasserkörper ist. Eine relevante Änderung der hydraulischen Verhältnisse zwischen Grundwasser und Naabwasser ist nicht zu erwarten. Aufgrund der im Bereich des Dammes zwischen der Naab und der Abbaufäche unveränderten Filterwirkung der Böden, ist ein über das vorhandene Maß hinausgehender, verstärkter Nährstoffeintrag in das Grundwasser nicht zu erwarten.

Auf dieser Basis wurden geomechanische Berechnungen zur Standsicherheit der Innenböschungen unter Einbeziehung der hydrologischen Wechselbeziehungen mit der Naab sowie weiteren Einflussfaktoren durchgeführt. Die geplanten Böschungen sind für Neigungen von 1:2,5 und 1:2,2 als standsicher zu bewerten. Die Standsicherheit der Innenböschungen wurde für den Niedrig- und Mittelwasserfall sowie den ungünstigen Fall eines Naab-Hochwassers nachgewiesen. Der in den Planungsunterlagen angegebene Sicherheitsabstand ist aus geotechnischer für diese Böschungsneigungen als ausreichend zu bewerten. Der Sicherheitsabstand ist sowohl von Grundstücksgrenzen, Wegen als auch der Außenböschung zur Naab einzuhalten. Bei steileren Böschungen (z.B. Neigung 1:2,0) sowie im Bereich des Prallhangs der Naab ist ein erhöhter Sicherheitsabstand vom Naabufer einzuplanen.

Die Außenböschung (auf der Naab zugewandten Seite) wurde nicht betrachtet, da diese unverändert bleibt und in die Bestandsböschung nicht eingegriffen wird. Bei Einhaltung der empfohlenen Sicherheitsabstände ist keine Beeinflussung der Außenböschung durch das Abbauvorhaben zu erwarten.

7 Schlussbemerkung

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von den gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können auf Grund der Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Es ist laufende visuelle Überwachung der Böschungen v.a. der Böschungskrone durchzuführen und Auffälligkeiten (Risse, Nachbrüche, größere Mengen austretendes Wasser) sind umgehend dem geotechnischen Sachverständigen zu melden.

Das vorliegende Gutachten bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung vorliegenden Planungsstand. Die Ergebnisse gelten für die beschriebene Geometrie und den beschriebenen Aufbau der Abbauböschungen. Nachträgliche Änderungen des Planungsstandes sind mit dem Gutachter abzustimmen.

Für Rückfragen und/oder weitere Beratungen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Tanja Sattler
Ing.-Geol., M. Sc.



Markus Bauer
Dipl.-Geol. TUM
Sachverständiger Geotechnik (Baylka Bau)

BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Geographischer Übersichtslageplan, M = 1 : 50.000
- Anlage 2 Detaillageplan mit den Aufschlusspunkten, M = 1 : 3.000 (zur Verfügung gestellt durch galileo-ip)
- Anlage 3 Geologisch-geotechnischer Längsschnitt, M.d.H. = 1 : 50; M.d.L. unmaßstäblich
- Anlage 4 Dokumentation der Aufschlüsse
- Anlage 4.1 Kleinrammbohrungen (KRB) (Bohrprofile, Kernfotos)
- Anlage 4.2 Rammpegel (RP) (Bohrprofile, Ausbau, Kernfotos)
- Anlage 4.3 Bestandsbohrungen (EKP 2015, zur Verfügung gestellt durch Auftraggeber)
- Anlage 5 Hydrologische Untersuchungen
- Anlage 5.1 Detaillagepläne hinterlegt mit Grundwasser-Isolinien - Stichtagsmessungen: 27.09.2019 und 31.10.2019; (Plangrundlage zur Verfügung gestellt durch: galileo-ip)
- Anlage 5.2 Detaillagepläne hinterlegt mit Leitfähigkeits-Isolinien - Stichtagsmessungen: 27.09.2019 und 31.10.2019; (Plangrundlage zur Verfügung gestellt durch: galileo ip)
- Anlage 6 Standsicherheitsbetrachtungen

BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

**Anlage 1 Geographischer Übersichtslageplan,
M = 1 : 50.000**

Geographischer Übersichtslageplan

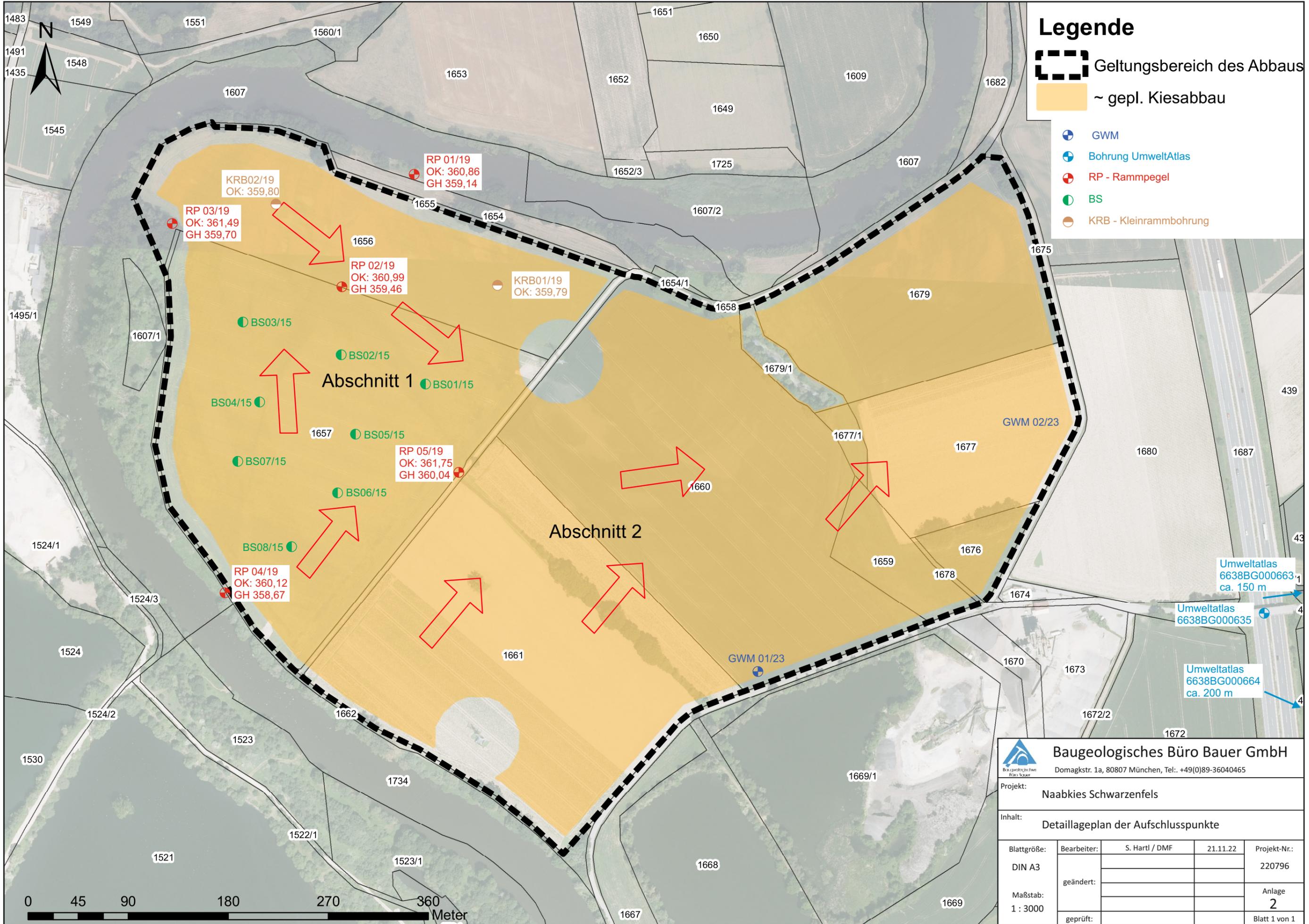
Kartengrundlage: Topo 50 Bayern Süd, Herausgegeben vom bayerischen Landesvermessungsamt,
Maßstab: ca. 1 : 50.000



BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

Anlage 2 **Detaillageplan mit den Aufschlusspunkten,
M = 1 : 3.000 (zur Verfügung gestellt durch
galileo-ip)**



BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

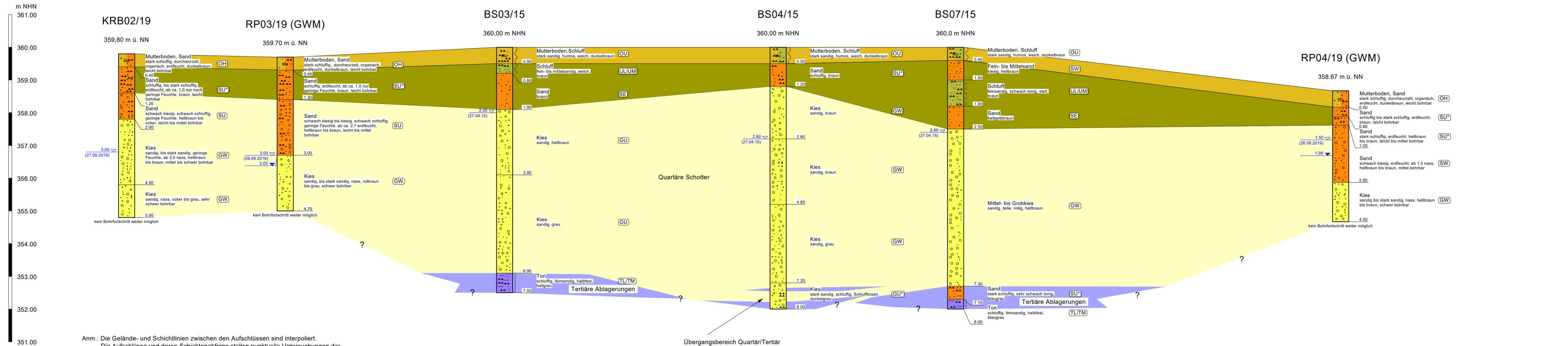
**Anlage 3 Geologisch-geotechnischer Längsschnitt,
M.d.H. = 1 : 50; M.d.L. unmaßstäblich**

Geologisch-geotechnischer Längsschnitt, LS01

M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich

N

S



Legende

| | | | | | |
|---|---------|---------|-------------|---|-----|
| — | halfest | Mu | Mutterboden | — | Ton |
| — | steif | S | Sand | — | |
| — | weich | Schluff | Schluff | — | |
| — | | Kies | Kies | — | |

Interpretation der geologisch-geotechnischen Schichten

| | | | |
|---|-----------------|---|-----------------------|
| — | Mutterboden | — | Quartäre Schotter |
| — | Aueablagerungen | — | Tertiäre Ablagerungen |

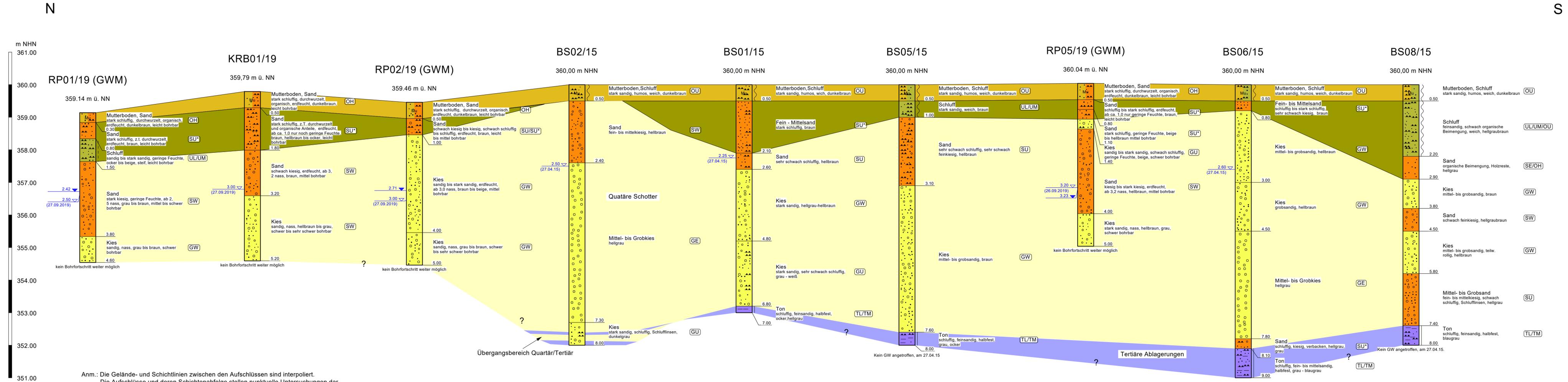
| | | | |
|-----------------------------|---|--|-------------------------|
| Projekt | | BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld | |
| Planinhalt | | geologisch-geotechnischer Längsschnitt, LS01 | |
| Auftraggeber | Naabkies GmbH & Co. KG Industriestraße 2 93369 Fensterbach | Anlagennr. : 3 | Blattnr. : 1 von 2 |
| | Datum: Unterschrift: | Maßstab: 1 : 150, unmaßstäblich | Blattformat: 297 x 1189 |
| Auftragnehmer/Planverfasser | Baugeologisches Büro Bauer GmbH Domagkstraße 1a, 80807 München | Index: - | Höhensystem: DHHN 12 |
| | Datum: Unterschrift: | Koordinatensystem: Gauß - Krüger | Projektnummer: 220796 |
| | | Projektnummer: 220796 | |
| | | Datum | Name |
| | | 19.07.2022 | FH |
| | | gepr. 20.09.2022 | TS |
| | Datum: Unterschrift: | | |

Anm.: Die Gelände- und Schichtlinien zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert. Die Aufschlüsse und deren Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar. Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die dargestellten Schichtgrenzen bei der Sondierung als vorsichtige Interpretation der Schlagzahlen zu sehen.

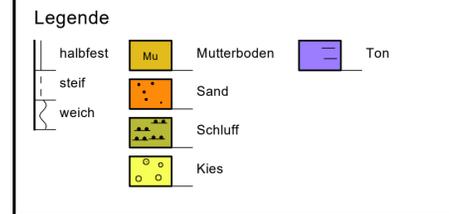
Übergangsbereich Quartär/Tertiär

Geologisch-geotechnischer Längsschnitt, LS02

M. d. H. 1:50, M. d. L. unmaßstäblich



Anm.: Die Gelände- und Schichtlinien zwischen den Aufschlüssen sind interpoliert. Die Aufschlüsse und deren Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar. Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die dargestellten Schichtgrenzen bei der Sondierung als vorsichtige Interpretation der Schlagzahlen zu sehen.



Interpretation der geologisch-geotechnischen Schichten

| | | | |
|--|-----------------|--|-----------------------|
| | Mutterboden | | Quaternäre Schotter |
| | Aueablagerungen | | Tertiäre Ablagerungen |

| | | | |
|-----------------------------|---|--|----------------------|
| Projekt | | BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld | |
| Planinhalt | | geologisch-geotechnischer Längsschnitt, LS02 | |
| Auftraggeber | Naabkies GmbH & Co. KG Industriestraße 2 93369 Fensterbach | Anlagennr.: | 3 |
| | Datum: _____ Unterschrift: _____ | Blattnr.: | 2 von 2 |
| | | Maßstab: | 1:150, unmaßstäblich |
| | | Blattformat: | 297 x 1189 |
| Auftragnehmer/Planverfasser | Baugewissenschaftliches Büro Bauer GmbH Domagkstraße 1a, 80807 München | Index: | - |
| | Datum: _____ Unterschrift: _____ | Höhensystem: | DHHN 12 |
| | | Koordinatensystem: | Gauß - Krüger |
| | | Projektnummer: | 220796 |
| | | | |
| | | Datum | Name |
| bearb. | 19.07.2022 | | FH |
| gepr. | 20.09.2022 | | TS |
| | | Datum | Unterschrift |

BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

Anlage 4 Dokumentation der Aufschlüsse

BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

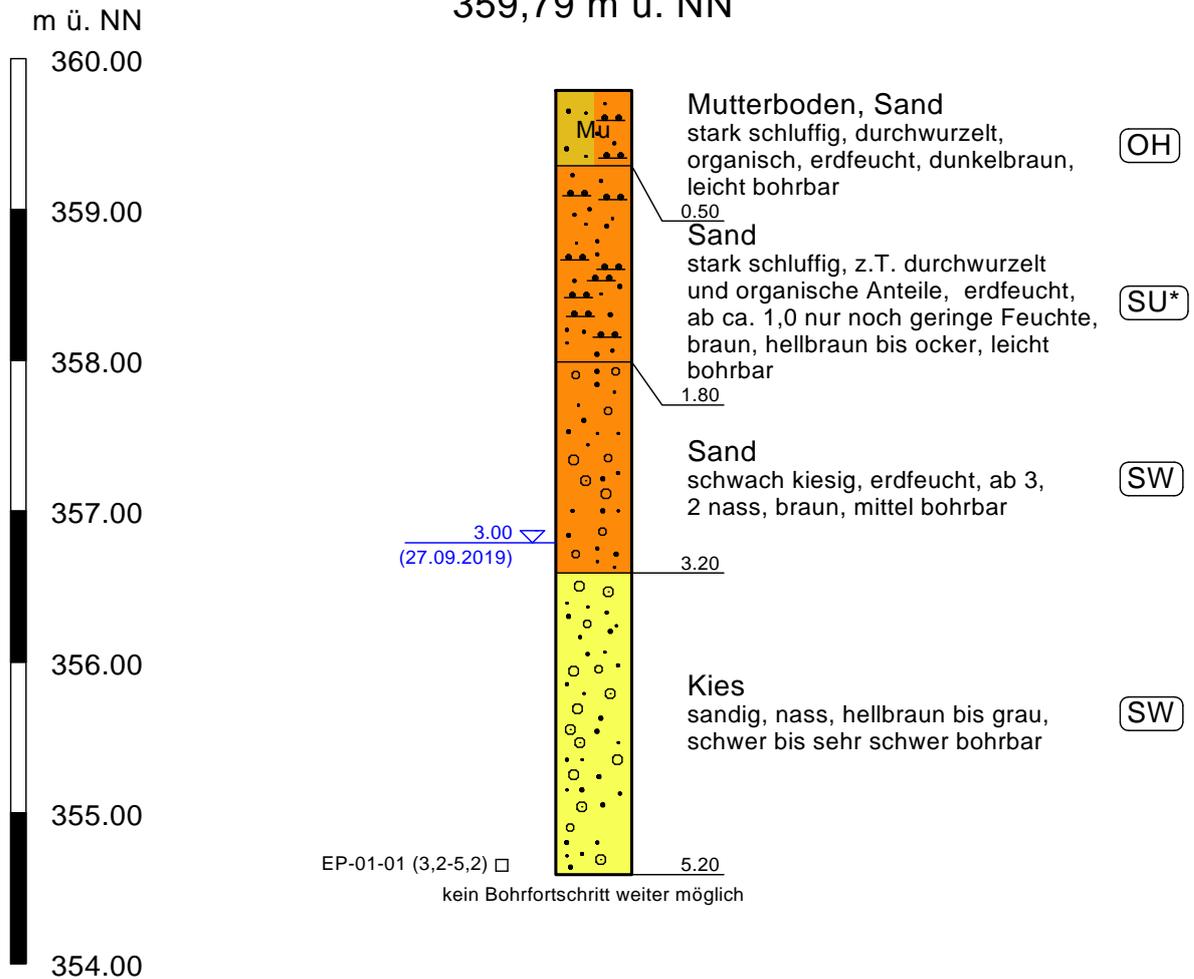
Anlage 4.1 Kleinrammbohrungen (Bohrprofile, Kernfotos)



M 1:50

KRB01/19

359,79 m ü. NN



KRB01/19

ET.: 5,20 m

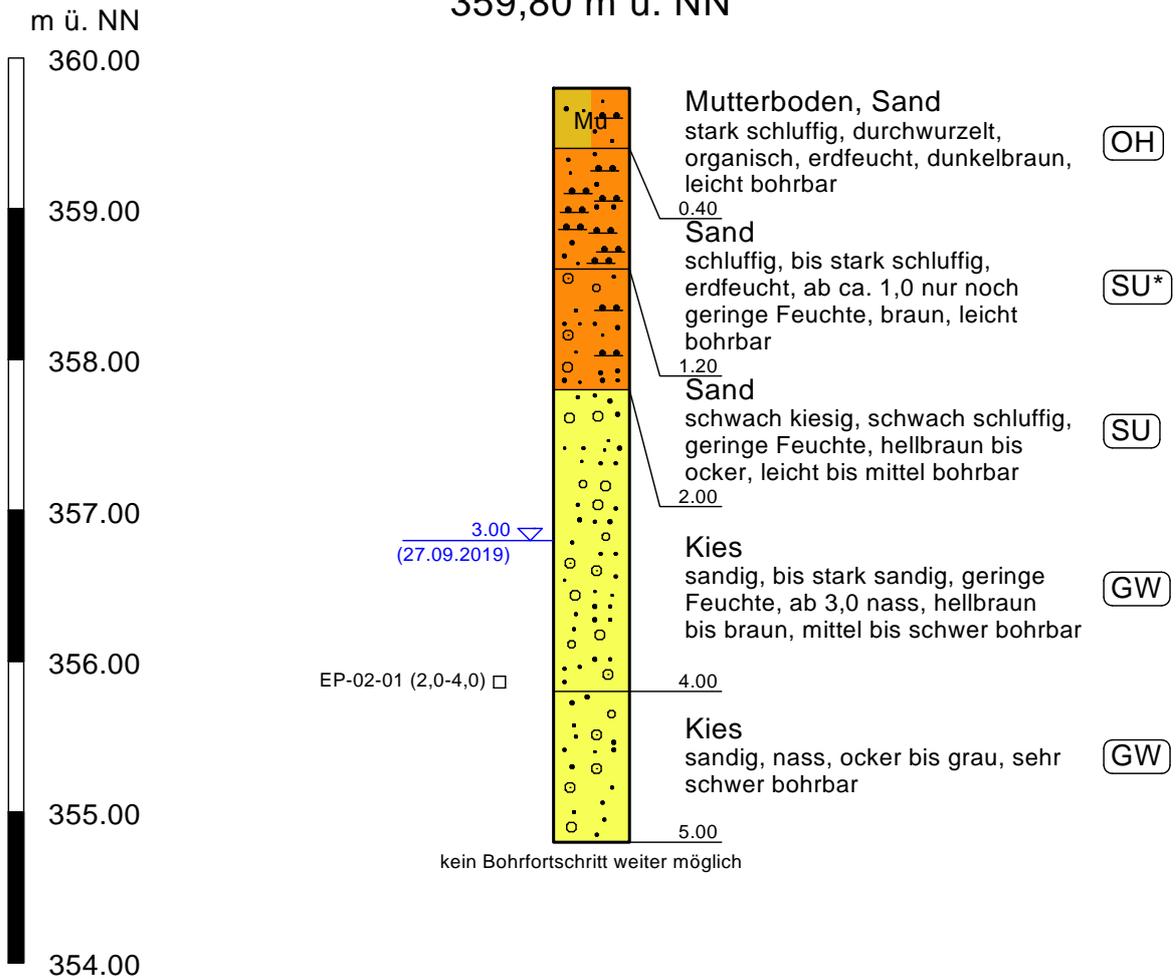




M 1:50

KRB02/19

359,80 m ü. NN



KRB02/19

ET.: 5,00 m



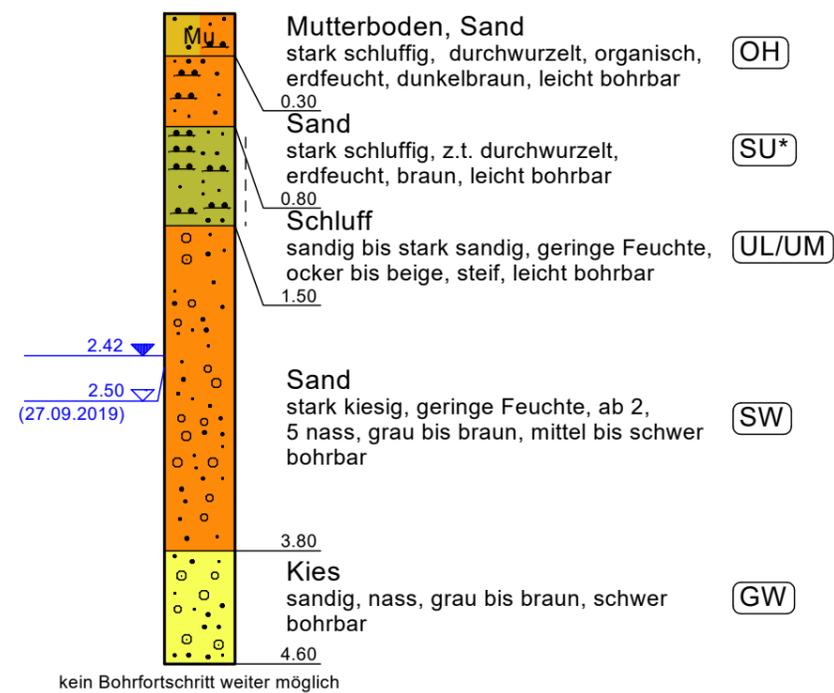
BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

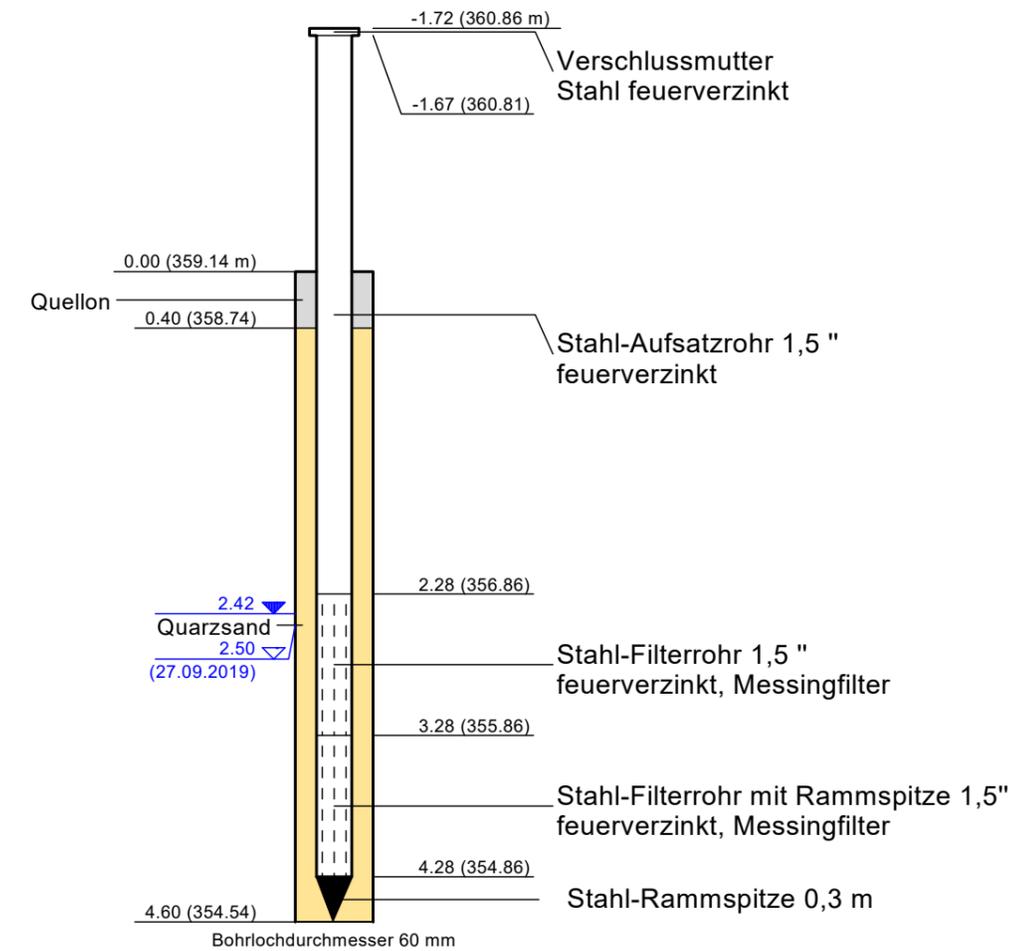
**Anlage 4.2 Rammpegel (RP) (Bohrprofile, Ausbau,
Kernfotos)**

RP01/19 (GWM)

359.14 m ü. NN



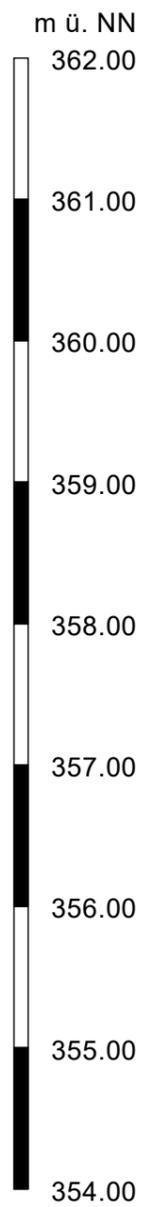
RRP01/19 (1,5")



RP01/19

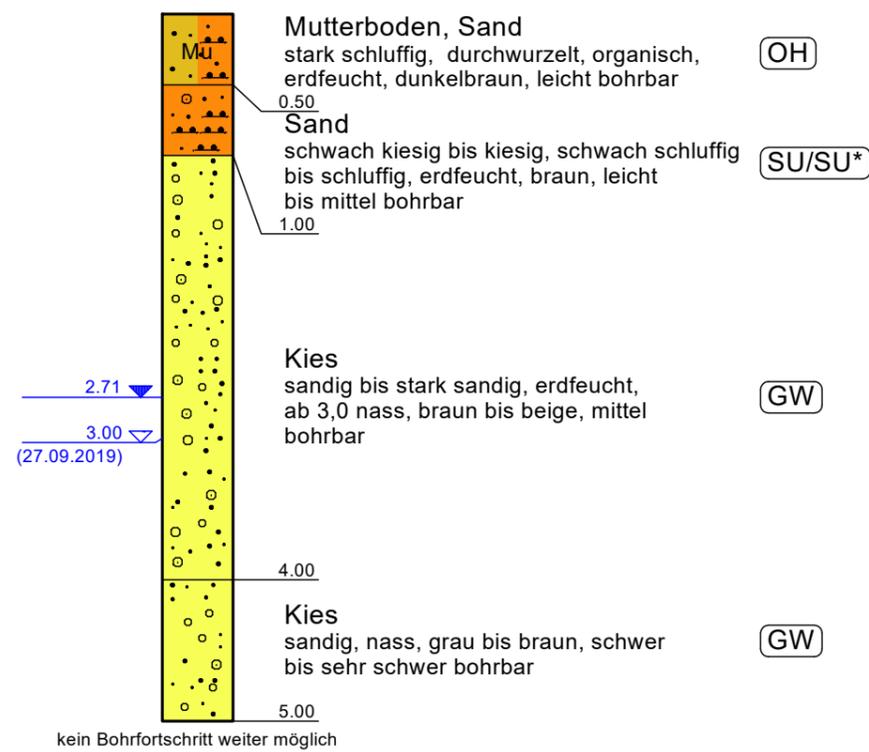
ET.: 4,60 m



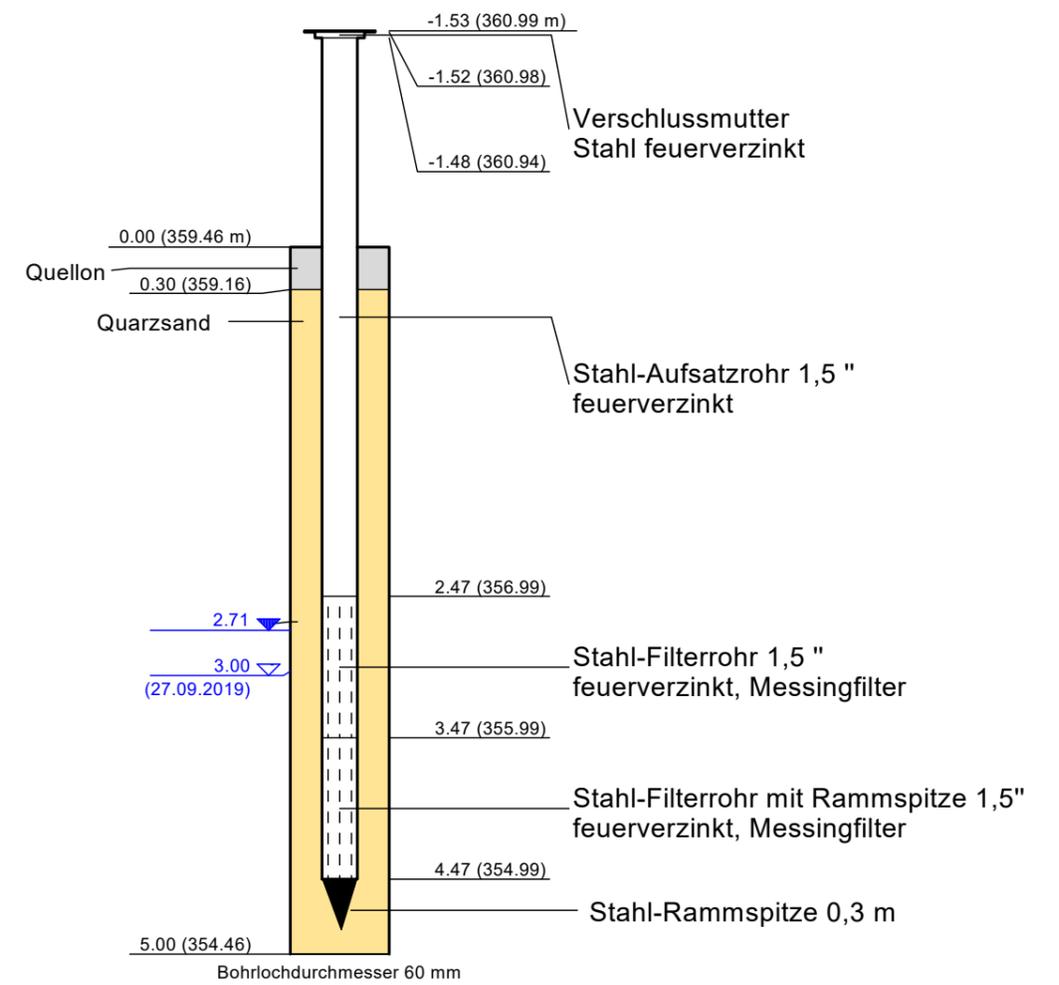


RP02/19 (GWM)

359.46 m ü. NN



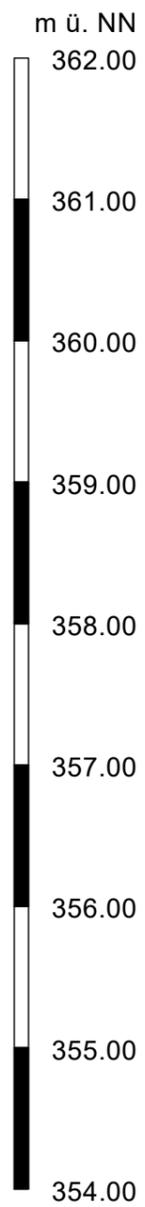
RP02/19 (GWM) 1,5"



RP02/19

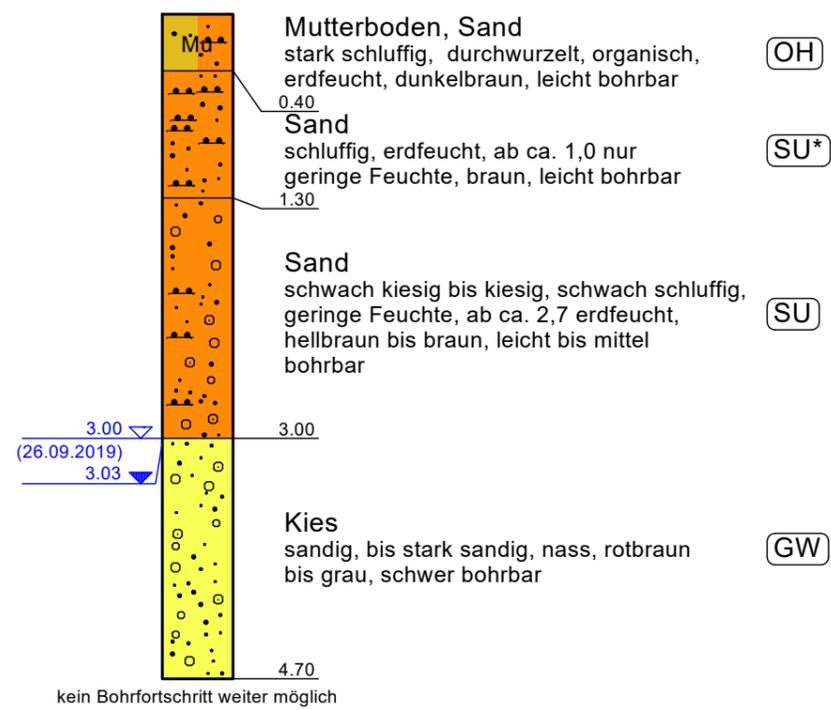
ET.: 5,00 m



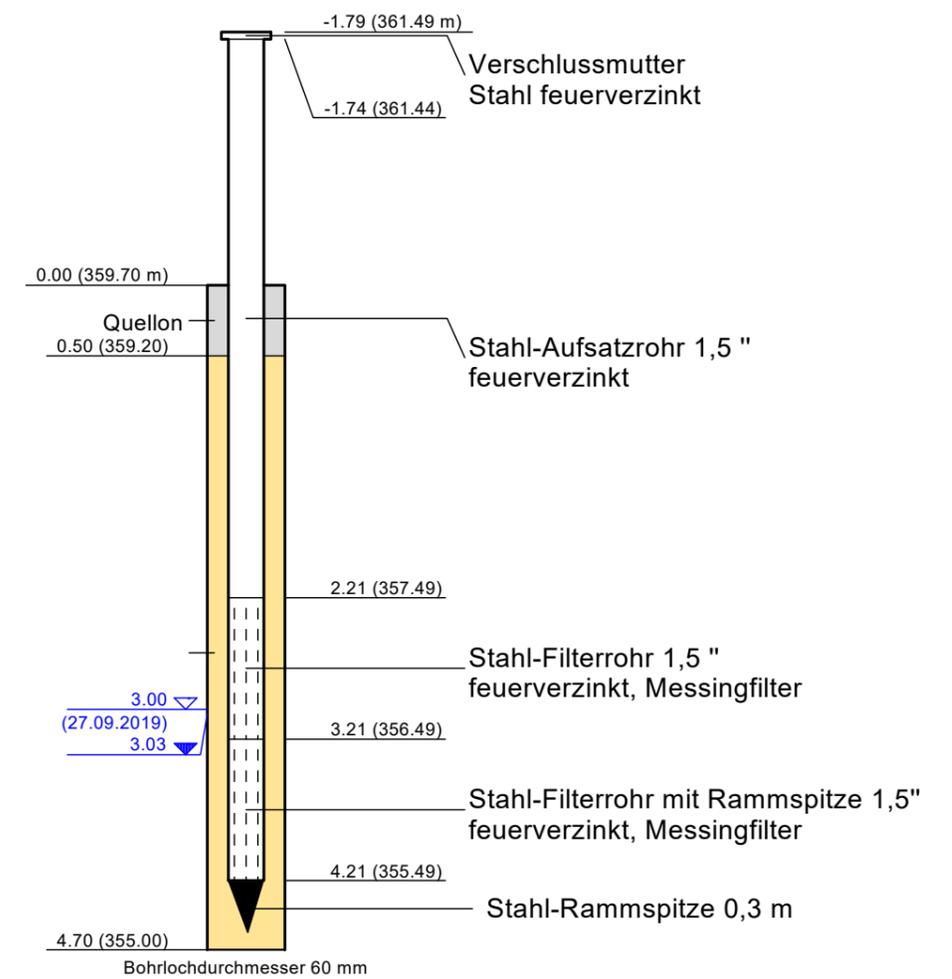


RP03/19 (GWM)

359.70 m ü. NN



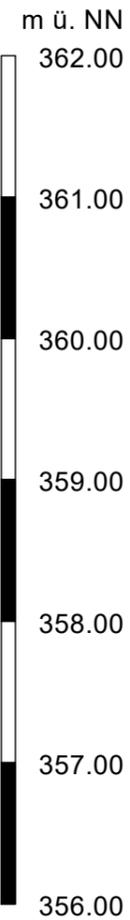
RP03/19 (GWM) 1,5"



RP03/19

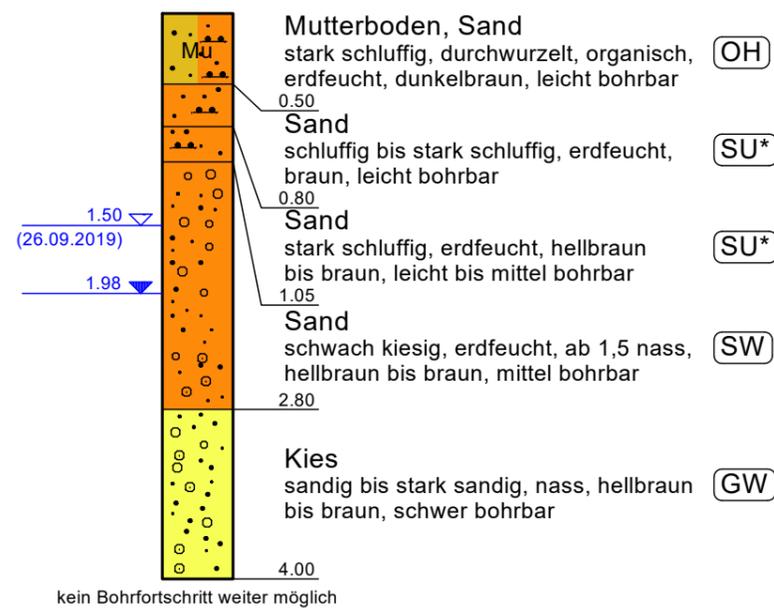
ET.: 4,70 m



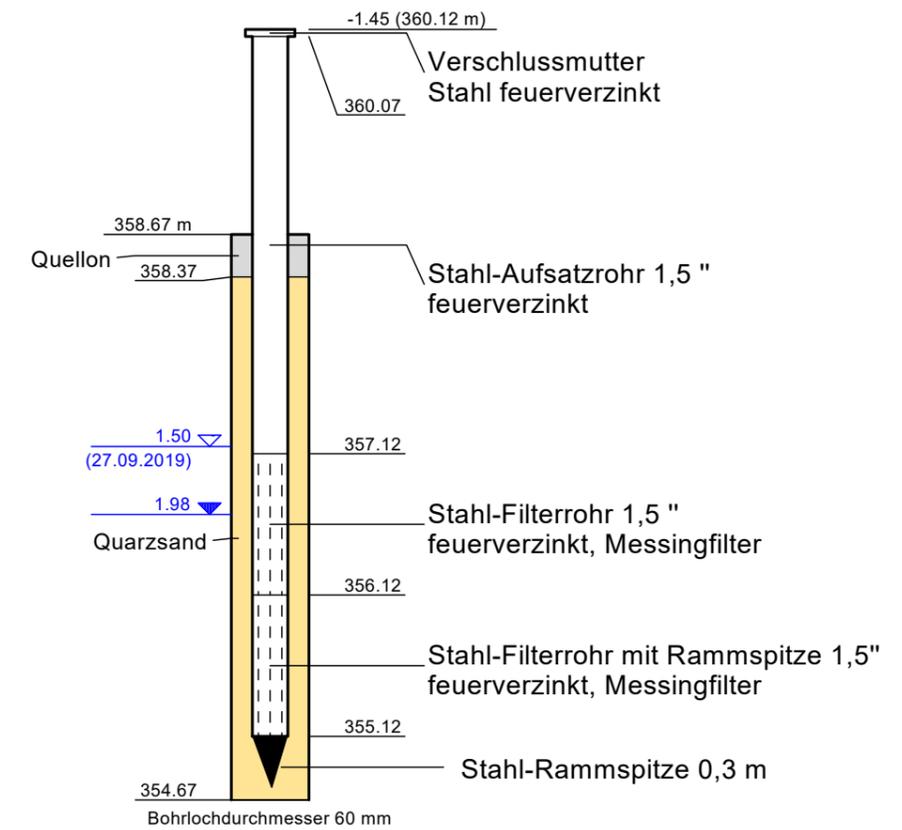


RP04/19 (GWM)

358.67 m ü. NN



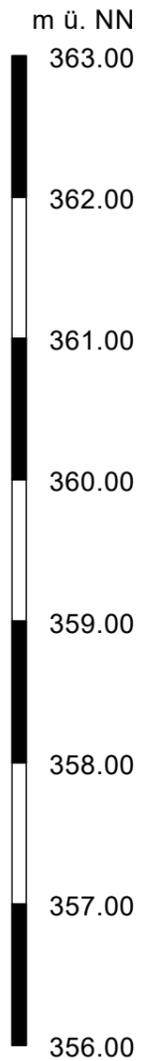
RP04/19 (GWM) 1,5"



RP04/19

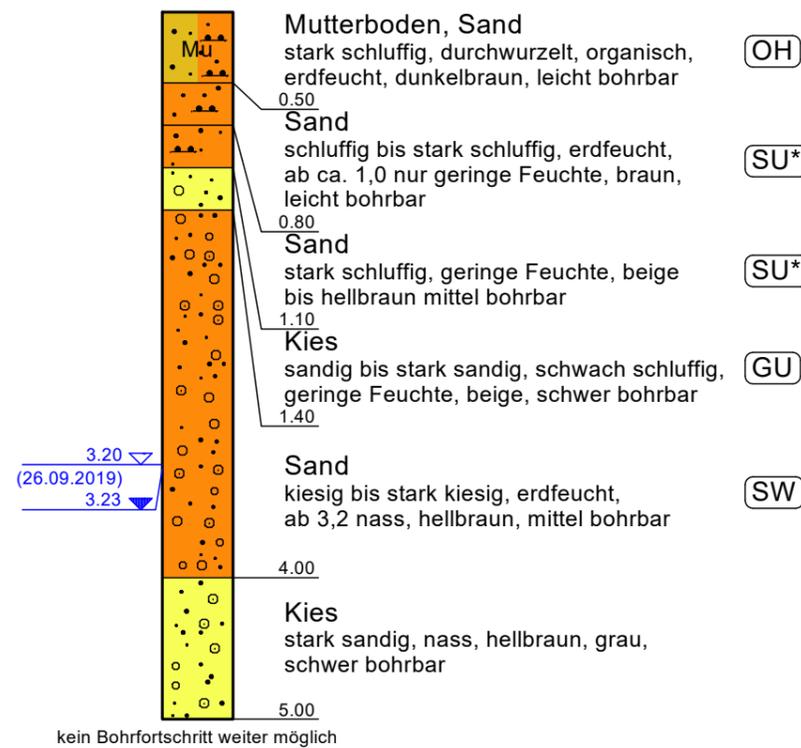
ET.: 4,00 m



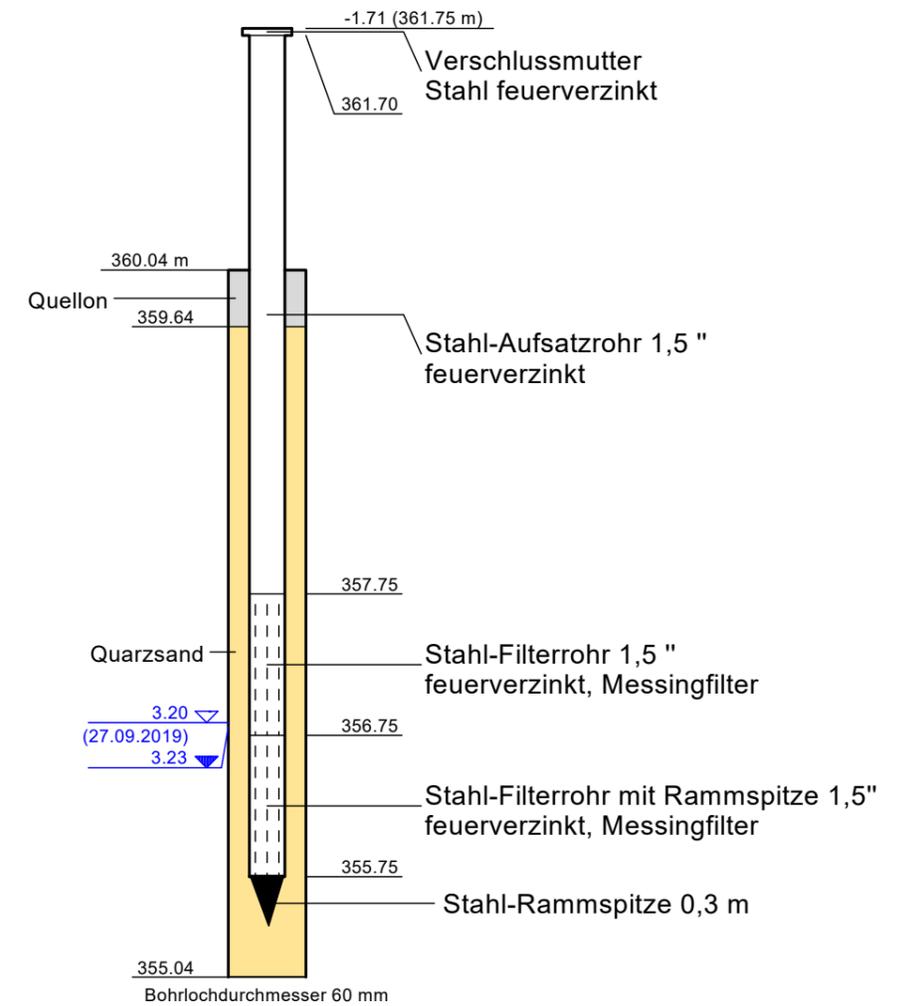


RP05/19 (GWM)

360.04 m ü. NN



RP05/19 (GWM) 1,5"



RP05/19

ET.: 5,00 m



BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

**Anlage 4.3 Bestandsbohrungen (EKP 2015, zur
Verfügung gestellt durch Auftraggeber)**



gbg - Fritz Geyer - Wöllwirgasse 7 - 93047 Regensburg

Naabkies GmbH & Co. KG
Industriestr. 1

Regensburg, den 27.04.2015

92269 Fensterbach

Kiesabbau Schwarzenfeld - Flur-Nr 1657/0
Ergebnisse 8 Rammkernsondierungen

| | | |
|----------------|---|-------------------------------------|
| Auftrag: | Durchführung von 8 Rammkernsondierungen zu Erkundung der Untergrundverhältnisse Flur-Nr. 1657/0 - Schwarzenfeld | |
| Ausführung: | 27.04.2015 | |
| | Bohrstandorte durch Kieswerk angegeben | |
| Dokumentation: | Anlage 1 | Lageplan |
| | Anlage 2 | Bohrprofile, Schichtenverzeichnisse |

Mit freundlichen Grüßen

gbg – Dipl.-Geol. Fritz Geyer



1250_150427aB_Kiesabbau Schwarzenfeld Bericht.docx

ges. 27 Seiten

Geotechnisches Büro Geyer
 Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg
 Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169

Kopfblatt nach DIN 4022 zum Schichtenverzeichnis
 für Bohrungen
 Baugrundbohrung

Archiv-Nr:
 Aktenzeichen:

Anlage: **2.0**
 Bericht: **12/50**

1 Objekt **Kiesabbau**
Naabkies

Anzahl der Seiten des Schichtenverzeichnisses: **25**
 Anzahl der Testberichte und ähnliches:

2 Bohrung Nr. **BS 1 - 8**

Zweck: **Erkundung Kiesvorkommen**

Ort: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Lage (Topographische Karte M = 1 : 25000):

Nr:

Rechts:

Hoch:

Lotrecht

Richtung:

Höhe des a) zu NN

m

Ansatzpunktes b) zu

m gleich Gelände

3 Lageskizze (unmaßstäblich)

Bemerkung:

Auftraggeber: **Naabkies GmbH & Co. KG, Industriestr. 1, 92269 Fensterbach**
 Fachaufsicht:

5 Bohrunternehmen: **Block Umweltberatung, Lappersdorf**

gebohrt am: **27.04.2015**

Tagesbericht-Nr:

Projekt-Nr:

Geräteführer: **Block**

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

Geräteführer:

Qualifikation:

6 Bohrgerät Typ: **Makita Bohrsonde**

Baujahr:

Bohrgerät Typ:

Baujahr:

7 Messungen und Tests im Bohrloch:

| 8 Probenübersicht: | Art - Behälter | Anzahl | Aufbewahrungsort |
|---------------------------|----------------|--------|------------------|
| Bohrproben | | | |
| Bohrproben | | | |
| Bohrproben | | | |
| Sonderproben | | | |
| Wasserproben | | | |

| | | |
|---|--|--|
| 9 Bohrtechnik | BP = Bohrung mit durchgehender Gewinnung nichtgekernter Proben | BKR= BK mit richtungsorientierter Kernentnahme |
| 9.1 9.1 Kurzzeichen | | BKB= BK mit beweglicher Kernumhüllung |
| 9.1.1 Bohrverfahren | BuP= Bohrung mit Gewinnung unvollständiger Proben | BKF= BK mit fester Kernumhüllung |
| 9.1.1.1 Art: | BS = Sondierbohrungen | ... = |
| BK = Bohrung mit durchgehender Gewinnung gekernter Proben | ... = | |

| | | |
|-----------------------|------------------|--------------------|
| 9.1.1.2 Lösen: | ram = rammend | schlag = schlagend |
| rot = drehend | druck = drückend | greif = greifend |

| | | | |
|---------------------------|---------------------|--------------------|-------|
| 9.1.2 Bohrwerkzeug | HK = Hohlkrone | Schn = Schnecke | ... = |
| 9.1.2.1 Art: | VK = Vollkrone | Spi = Spirale | ... = |
| EK = Einfachkernrohr | H = Hartmetallkrone | Kis = Kiespumpe | ... = |
| DK = Doppelkernrohr | D = Diamantkrone | Ven = Ventilbohrer | |
| TK = Dreifachkernrohr | Gr = Greifer | Mei = Meißel | |
| S = Seilkernrohr | Schap = Schappe | SN = Sonde | |

| | | |
|-------------------------|--------------|----------------|
| 9.1.2.2 Antrieb: | HA = Hand | DR = Druckluft |
| G = Gestänge | F = Freifall | HY = Hydraulik |
| SE = Seil | V = Vibro | |

| | | |
|---------------------------|------------------|---------------|
| 9.1.2.3 Spülhilfe: | SS = Sole | d = direkt |
| WS= Wasser | DS = Dickspülung | id = indirekt |
| LS = Luft | Sch = Schaum | |

| 9.2 Bohrtechnische Tabellen | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|---------------|-------|--------------|------|---------|----------------|---------------|---------------|-------------|------------|
| Tiefe in m Bohrlänge in m von | | Bohrverfahren | | Bohrwerkzeug | | | Verrohrung | | | Bemerkungen | |
| | bis | Art | Lösen | Art | ø mm | Antrieb | Spül- hilfe | Außen ø mm | Innen ø mm | | Tiefe m |
| 0 | 1 | BS | ram | Schap | 60 | elektro | - | - | - | - | - |
| 1 | ET | BS | ram | Schap | 50 | elektro | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

| 9.3 Bohrkronen | | | | 9.4 Geräteführer-Wechsel | | | | | | |
|----------------|-----|----------------|---|--------------------------|----------------------------|---------|-------|-----------------------------|--------|-------|
| Nr | Nr: | ø Außen/Innen: | / | Nr | Datum Tag/Monat Jahr | Uhrzeit | Tiefe | Name Geräteführer für | Ersatz | Grund |
| 1 | Nr: | ø Außen/Innen: | / | 1 | | | | | | |
| 2 | Nr: | ø Außen/Innen: | / | 2 | | | | | | |
| 3 | Nr: | ø Außen/Innen: | / | 3 | | | | | | |
| 4 | Nr: | ø Außen/Innen: | / | 4 | | | | | | |
| 5 | Nr: | ø Außen/Innen: | / | | | | | | | |
| 6 | Nr: | ø Außen/Innen: | / | | | | | | | |

| 10 Angaben über Grundwasser, Verfüllung und Ausbau | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|-------|---------|-----|-----------------|-------|-------|---------------|--------------|-----|--|--|
| Wasser erstmals angetroffen bei _____ m, Anstieg bis _____ m unter Ansatzpunkt | | | | | | | | | | | | |
| höchster gemessener Wasserstand gleich Ansatzpunkt bei _____ m Bohrtiefe | | | | | | | | | | | | |
| Verfüllung: _____ m bis _____ m Art: _____ von: _____ m bis: _____ m Art: _____ | | | | | | | | | | | | |
| Nr | Filterrohr | | | Art | Filterschüttung | | | Körnung mm | Sperrschicht | | | OK Peilrohr m über/unter Ansatzpunkt |
| | von m | bis m | ø mm | | von m | bis m | von m | | bis m | Art | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
| 11 Sonstige Angaben | | | | | | | | | | | |
| Datum: 27.04.2015 Firmenstempel: gbg Unterschrift: _____ | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | DC |

Legende

| | |
|--|---|
| | Bd, Betondecke, Ads Asphaltdeckschicht |
| | Mu, Mutterboden |
| | H, Torf |
| | T, t, t', t-bar, Ton, tonig, schwach tonig, stark tonig |
| | U, u, u', u-bar, Schluff, schluffig, schwach schluffig, stark schluffig |
| | S, s, s', s-bar, Sand, sandig, schwach sandig, stark sandig |
| | G, g, g', g-bar, Kies, kiesig, schwach kiesig, stark kiesig |
| | Gr, Kies, kantig |
| | f fein-, m mittel-, g grob- (körnig) |
| | X, Y, Steine, Blöcke |
| | Z, Fels |
| | Zv, Fels, verwittert |
| | Kst, Kalkstein |
| | Sst, Sandstein |
| | Tst, Tonstein |
| | Ust, Schluffstein |
| | Ma, Granit |
| | A, Auffüllung |
| | Zb, Ziegelbruch, Be, Betonreste, Sd, Schwarzdeckenreste, Sl, Schlacke, Sr, Schrott, PI, Plastik |
| | M, Müll / Abfall |
| | Konsistenz breiig |
| | Konsistenz weich |
| | Konsistenz steif |
| | Konsistenz halbfest |
| | Konsistenz fest |
| | Lagerungsdichte locker |
| | Lagerungsdichte mitteldicht |
| | Lagerungsdichte dicht |
| | klüftig |
| | nass |
| | Wasser ausgespiegelt |
| | Wasser angebohrt |
| | Bodenprobe gestört |
| | Bodenprobe ungestört |
| | Wasserprobe |

GW ▼ 7.80m

GW ▽ 8.10m

□ 8.40m

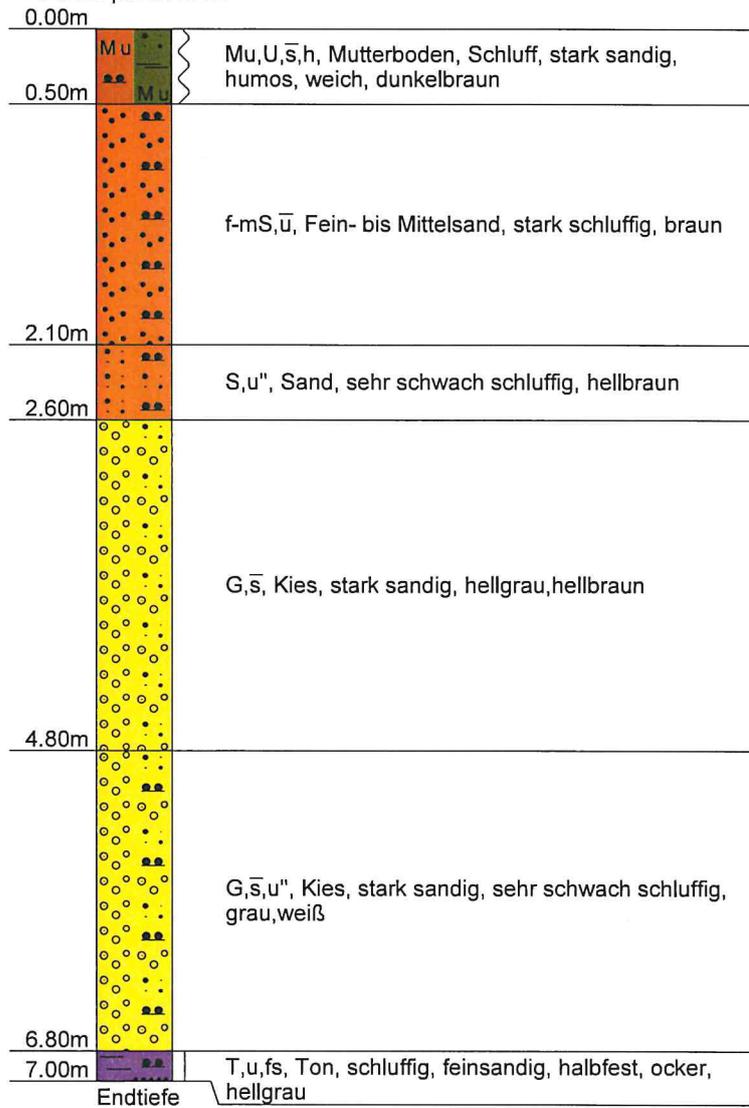
■ 8.70m

△ 8.90m

BS 1

Ansatzpunkt: GOK

GW ∇ 2.25m
(27.04.15)



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 1

Blatt 3

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
|--|--|--------------------------|------------------------------------|---------------|---|-------------------|----|------------------------------------|-------------------------------|--|
| Bis ...m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | | | | | | e) Farbe | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalkgehalt | | | | | | |
| 50 | a) Mutterboden, Schluff, stark sandig, humos | | | | Bohrsonde DN 60 - 50 | | | | | |
| | b) | | | | | | | | | |
| | c) weich | | d) leicht | | | | | | e) dunkelbraun | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | | | |
| 2.10 | a) Fein- bis Mittelsand, stark schluffig | | | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | | | |
| | c) | | d) leicht | | | | | | e) braun | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | | | |
| 2.60 | a) Sand, sehr schwach schluffig | | | | Grundwasser 2.25m u. AP 27.04.15 | | | | | |
| | b) | | | | | | | | | |
| | c) | | d) leicht | | | | | | e) hellbraun | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | | | |
| 4.80 | a) Kies, stark sandig | | | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | | | |
| | c) | | d) mittelschwer | | | | | | e) hellgrau, hellbraun | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | | | |
| 6.80 | a) Kies, stark sandig, sehr schwach schluffig | | | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | | | |
| | c) | | d) sehr schwer | | | | | | e) grau, weiß | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | | | |

Geotechnisches Büro Geyer
Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg
Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169

Anlage 2.1
Bericht: 12/50
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 1

Blatt 4

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|------------------------------------|---------------------------|---------------|---|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalkgehalt | | | | |
| .00 Endtiefe | a) Ton, schluffig, feinsandig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) sehr schwer | e) ocker, hellgrau | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |

BS 2

Ansatzpunkt: GOK

0.00m



Mu,U,s,h, Mutterboden, Schluff, stark sandig, humos, weich, dunkelbraun

0.50m

S,f-mg, Sand, fein- bis mittelkiesig, hellbraun

2.40m

GW ∇ 2.50m
(27.04.15)

m-gG, Mittel- bis Grobkies, hellgrau

7.30m



G,s,u, Kies, stark sandig, schluffig, Schlufflinsen, dunkelgrau

8.00m

Endtiefe

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 2

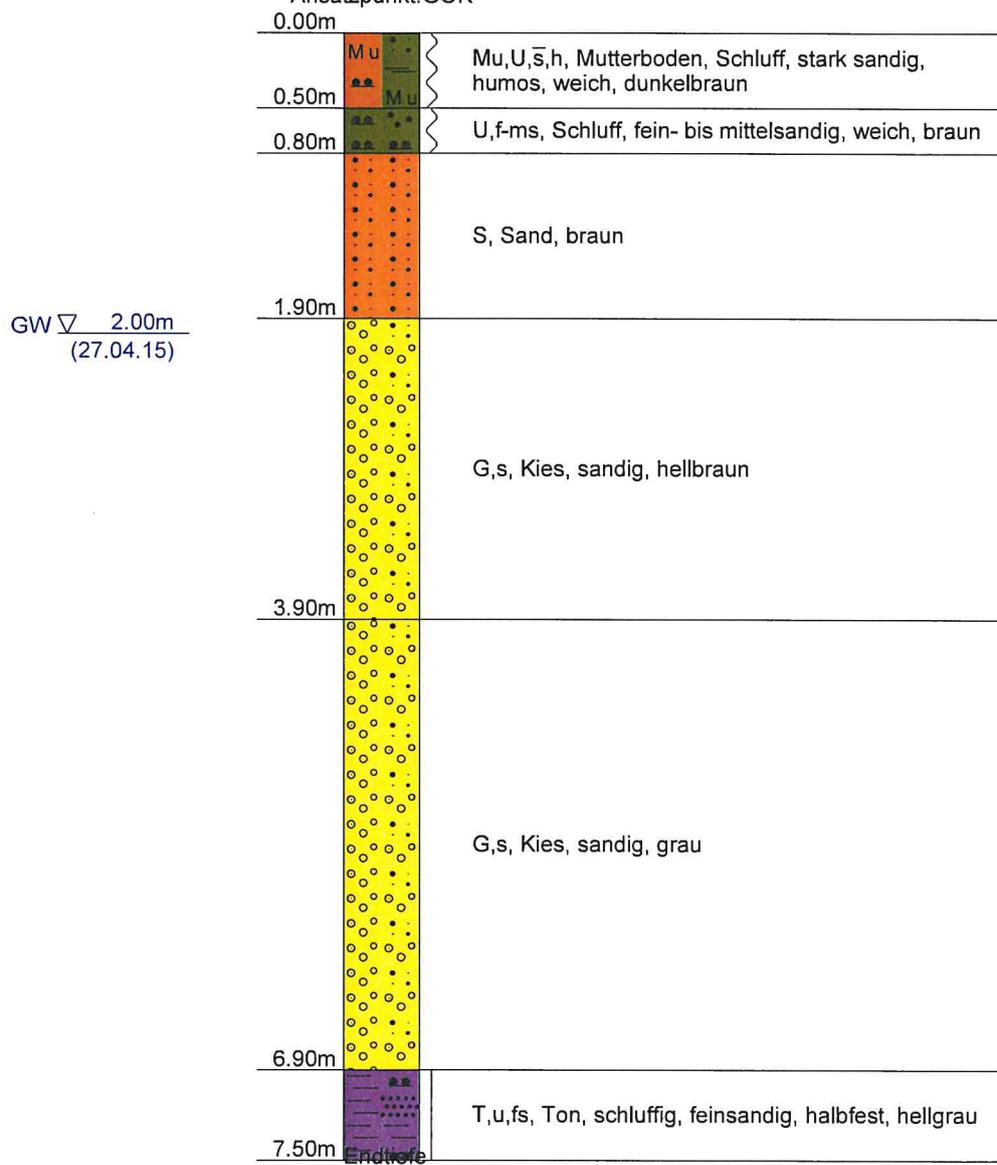
Blatt 3

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|---------------|---|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalkgehalt | | | | |
| .50 | a) Mutterboden, Schluff, stark sandig, humos | | | | Bohrsonde DN 60 - 50 | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht | e) dunkelbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 2.40 | a) Sand, Fein- bis Mittelkies | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | e) hellbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 7.30 | a) Mittel- bis Grobkies | | | | Grundwasser 2.50m u. AP 27.04.15 | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) sehr schwer | e) hellgrau | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 8.00 | a) Kies, stark sandig, schluffig | | | | | | | |
| | b) Schlufflinsen | | | | | | | |
| | c) | d) sehr schwer | e) dunkelgrau | | | | | |
| Endtiefe | f) | g) | h) | i) | | | | |

BS 3

Ansatzpunkt: GOK



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 3

Blatt 3

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | |
|---|---|------------------------------------|--|----|---|-----|----|------------------------------|
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | Entnommene Proben | | | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | | | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | e) Farbe | | | | | | | |
| | h) Gruppe | | | | | | | |
| | i) Kalk- gehalt | | | | | | | |
| .50 | a) Mutterboden, Schluff, stark sandig, humos | | Bohrsonde DN 60 - 50 | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht | | | | | | |
| | e) dunkelbraun | | | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 0.80 | a) Schluff, fein- bis mittelsandig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht | | | | | | |
| | e) braun | | | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 1.90 | a) Sand | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | | | | | | |
| | e) braun | | | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 3.90 | a) Kies, sandig | | Grundwasser 2.00m u. AP 27.04.15 | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | | | | | | |
| | e) hellbraun | | | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 6.90 | a) Kies, sandig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) schwer | | | | | | |
| | e) grau | | | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |

Geotechnisches Büro Geyer
Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg
Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169

Anlage 2.3

Bericht: 12/50

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 3

Blatt 4

Datum:

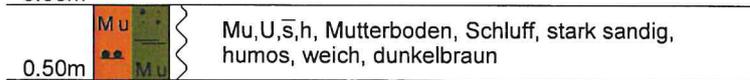
27.04.2015

| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | 5 | 6 | |
|---|---|---------------------------------------|--------------------|---|--|----------------------|----|------------------------------------|----|
| Bism unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | | Entnommene Proben | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | |
| Endtiefe | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalk- gehalt | | | | | |
| .50 | a) Ton, schluffig, feinsandig | | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) sehr schwer | e) hellgrau | | | | | | |
| | f) | g) | h) | | | | | | i) |

BS 4

Ansatzpunkt: GOK

0.00m



0.50m

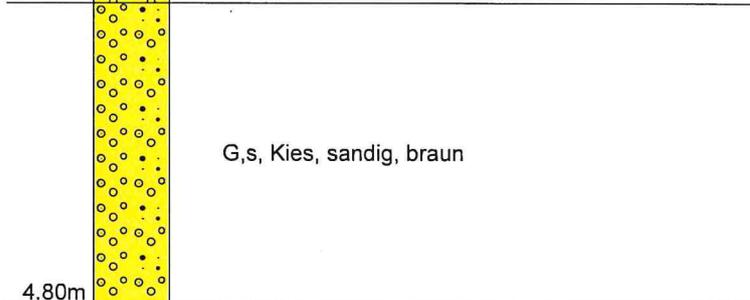


1.20m

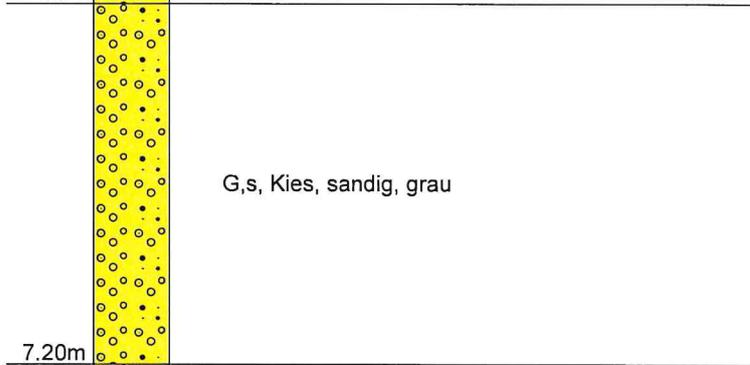


2.80m

GW ∇ 2.80m
(27.04.15)



4.80m



7.20m



8.00m

Endtiefe

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 4

Blatt 3

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|------------------------------------|-----------------------|---------------|---|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalkgehalt | | | | |
| .50 | a) Mutterboden, Schluff, stark sandig, humos | | | | Bohrsonde DN 60 - 50 | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht | e) dunkelbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 1.20 | a) Sand, schluffig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 2.80 | a) Kies, sandig | | | | Grundwasser 2.80m u. AP 27.04.15 | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) schwer | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 4.80 | a) Kies, sandig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 7.20 | a) Kies, sandig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) schwer | e) grau | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |

Geotechnisches Büro Geyer
Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg
Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169

Anlage 2.4

Bericht: 12/50

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 4

Blatt 4

Datum:

27.04.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|------------------------------------|----------------------|---------------|---|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalkgehalt | | | | |
| .00 Endtiefe | a) Kies, stark sandig, schluffig | | | | | | | |
| | b) Schlufflinsen | | | | | | | |
| | c) | d) sehr schwer | e) dunkelgrau | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |

BS 5

Ansatzpunkt: GOK

0.00m



Mu,U,s,h, Mutterboden, Schluff, stark sandig, humos, weich, dunkelbraun

0.50m

1.00m

U,s, Schluff, stark sandig, weich, braun

S,u",fg", Sand, sehr schwach schluffig, sehr schwach feinkiesig, hellbraun

3.10m

G,m-gs, Kies, mittel- bis grobsandig, braun

7.60m

T,u,fs, Ton, schluffig, feinsandig, halbfest, grau, ocker

8.00m

Endtiefe

Kein Wasser
(27.04.15)

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 5

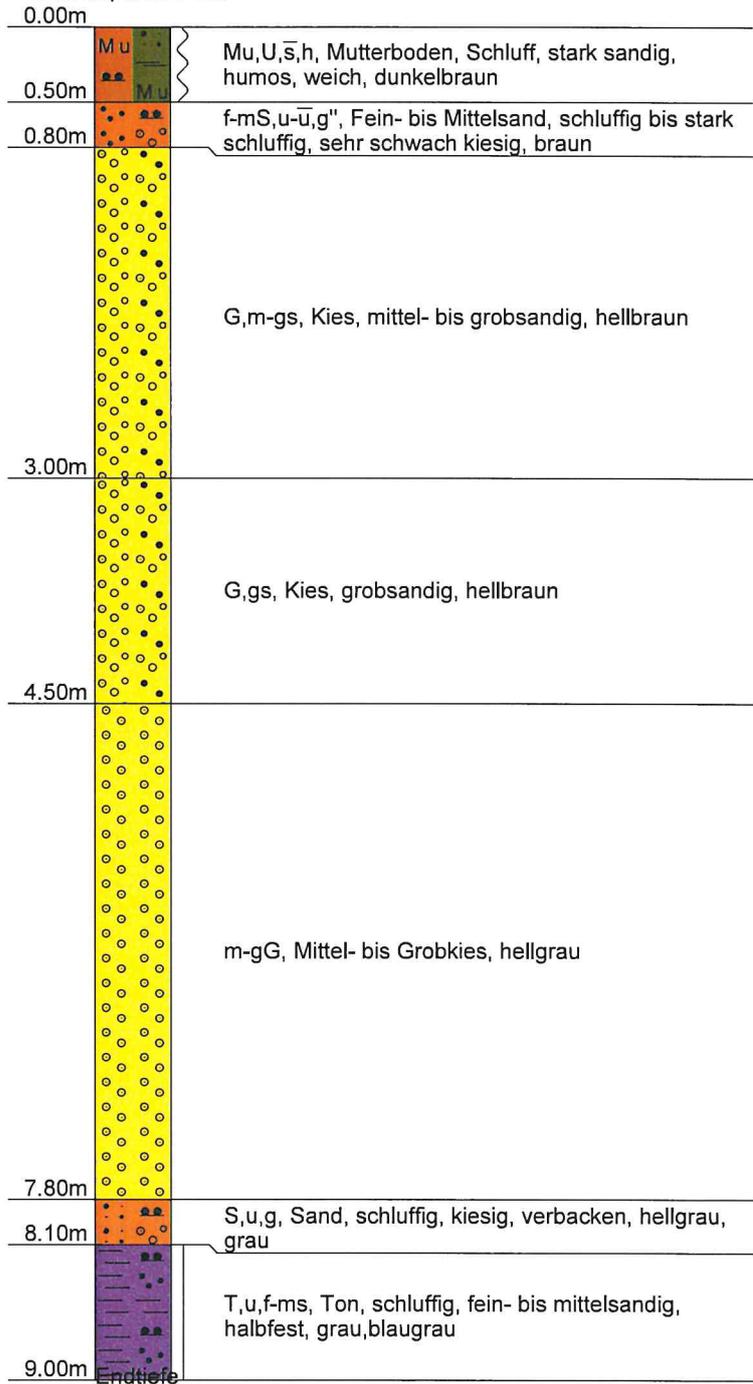
Blatt 3

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | | | 3 | | 4 | 5 | 6 | |
|---|---|---------------------------------------|-----------------------|---|--|--------------------|----|------------------------------------|----|
| Bism unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | | Entnommene Proben | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | | | i) Kalk- gehalt | | | |
| .50 | a) Mutterboden, Schluff, stark sandig, humos | | | Bohrsonde DN 60 - 50 | | | | | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht | e) dunkelbraun | | | | | | |
| | f) | g) | h) | | | | | | i) |
| 1.00 | a) Schluff, stark sandig | | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht | e) braun | | | | | | |
| | f) | g) | h) | | | | | | i) |
| 3.10 | a) Sand, sehr schwach schluffig, sehr schwach feinkiesig | | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) | d) mittelschwer | e) hellbraun | | | | | | |
| | f) | g) | h) | | | | | | i) |
| 7.60 | a) Kies, mittel- bis grobsandig | | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | e) braun | | | | | | |
| | f) | g) | h) | | | | | | i) |
| 8.00 Endtiefe | a) Ton, schluffig, feinsandig | | | kein Wasser 27.04.15 | | | | | |
| | b) | | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) sehr schwer | e) grau, ocker | | | | | | |
| | f) | g) | h) | | | | | | i) |

BS 6

Ansatzpunkt: GOK



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 6

Blatt 3

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|------------------------------------|-----------------------|---------------|---|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalkgehalt | | | | |
| 1.50 | a) Mutterboden, Schluff, stark sandig, humos | | | | Bohrsonde DN 60 - 50 | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht | e) dunkelbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 0.80 | a) Fein- bis Mittelsand, schluffig bis stark schluffig, sehr schwach kiesig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 3.00 | a) Kies, mittel- bis grobsandig | | | | Grundwasser 2.60m u. AP 27.04.15 | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) mittelschwer | e) hellbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 4.50 | a) Kies, grobsandig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | e) hellbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 7.80 | a) Mittel- bis Grobkies | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) schwer | e) hellgrau | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |

Geotechnisches Büro Geyer
Wollwirkergrasse 7 - 93047 Regensburg
Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169

Anlage **2.6**
Bericht: **12/50**
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 6

Blatt 4

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | |
|---|--|------------------------------------|---|-------------------|----|------------------------------------|-----------|---------------|
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) | | |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | | | | | e) Farbe | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | | | | | h) Gruppe | i) Kalkgehalt |
| .10 | a) Sand, schluffig, kiesig | | | | | | | |
| | b) verbacken | | | | | | | |
| | c) | d) schwer | | | | e) hellgrau, grau | | |
| | f) | g) | | | | h) | i) | |
| 9.00 Endtiefe | a) Ton, schluffig, fein- bis mittelsandig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) sehr schwer | | | | e) grau, blaugrau | | |
| | f) | g) | | | | h) | i) | |

BS 7

Ansatzpunkt: GOK



Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 7

Blatt 3

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---|------------------------------------|-------------------------|---------------|---|-------------------|----|------------------------------------|
| Bism unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalkgehalt | | | | |
| 0.40 | a) Mutterboden, Schluff, stark sandig, humos | | | | Bohrsonde DN 60 - 50 | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht | e) dunkelbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 1.00 | a) Fein- bis Mittelsand, kiesig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | e) hellbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 1.80 | a) Schluff, feinsandig, schwach tonig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) steif | d) mittelschwer | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 2.50 | a) Sand | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | e) hellgelbbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 7.30 | a) Mittel- bis Grobkies, sandig | | | | Grundwasser 2.60m u. AP 27.04.15 | | | |
| | b) teilw. rollig | | | | | | | |
| | c) | d) mittelschwer | e) hellbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |

Geotechnisches Büro Geyer
Wollwirkergasse 7 - 93047 Regensburg
Tel: 0941/9467168 - Fax: 0941/9467169

Anlage 2.7
Bericht: 12/50
Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 7

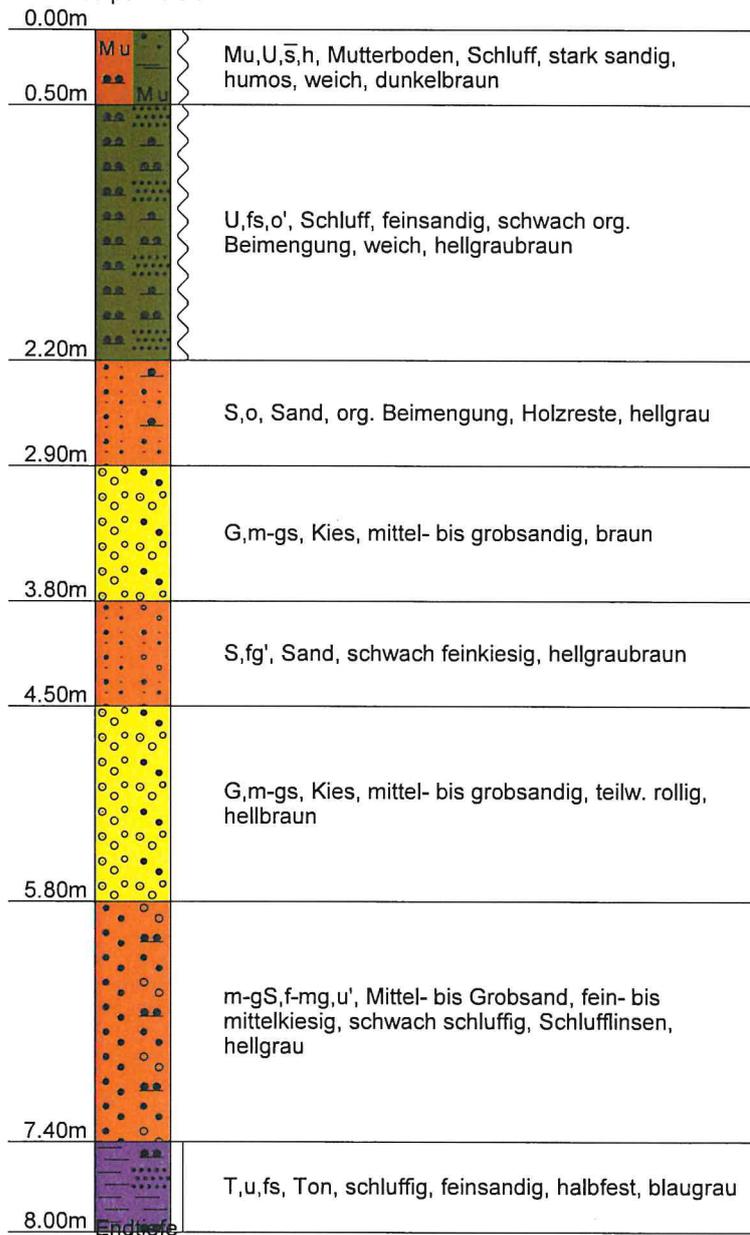
Blatt 4

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|------------------------------------|--------------------|---------------|---|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalkgehalt | | | | |
| 7.70 | a) Sand, stark schluffig, sehr schwach tonig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) schwer | e) blaugrau | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 8.00 Endtiefe | a) Ton, schluffig, feinsandig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) halbfest | d) sehr schwer | e) blaugrau | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |

BS 8

Ansatzpunkt:GOK



Kein Wasser
(27.04.15)

Endtiefe

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Bauvorhaben: **Kiesabbau Fl.Nr. 1657/0, Gmk. Schwarzenfeld**

Bohrung Nr. BS 8

Blatt 3

Datum:
27.04.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|------------------------------------|-------------------------|---------------|---|-------------------|----|------------------------------------|
| Bis m unter Ansatz- punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkungen | | | | | Art | Nr | Tiefe in m (Unter- kante) |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe | i) Kalkgehalt | | | | |
| .50 | a) Mutterboden, Schluff, stark sandig, humos | | | | Bohrsonde DN 60 - 50 | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht | e) dunkelbraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 2.20 | a) Schluff, feinsandig, schwach org. Beimengung | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) weich | d) leicht | e) hellgraubraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 2.90 | a) Sand, org. Beimengung | | | | | | | |
| | b) Holzreste | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | e) hellgrau | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 3.80 | a) Kies, mittel- bis grobsandig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) mittelschwer | e) braun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |
| 4.50 | a) Sand, schwach feinkiesig | | | | | | | |
| | b) | | | | | | | |
| | c) | d) leicht | e) hellgraubraun | | | | | |
| | f) | g) | h) | i) | | | | |

BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

Anlage 5 Hydrologische Untersuchungen

BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

Anlage 5.1 Detaillageplan hinterlegt mit Grundwasser-
Isolinien - Stichtagsmessungen: 27.09.2019 und
31.10.2019; (Plangrundlage zur Verfügung gestellt
durch: galileo-ip)

Y+4510020.000
X+5471139.000

Y+4510730.000
X+5471139.000



Y+4510020.000
X+5470625.000

Y+4510730.000
X+5470625.000

| | | | |
|--|-------------|------------|--------------------|
| Baugeologisches Büro Bauer GmbH Domagkstr. 1a, 80807 München, Tel.: +49(0)89-36040465 | | | |
| Projekt: Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld Fl.-Nr. 1656, 1657 (Gemarkung Schwarzenfeld) | | | |
| Inhalt: Lageplan mit Isolinen der Grundwasserberfläche am 27.09.2019 | | | |
| Blattgröße: | Bearbeiter: | M. Bauer | 04.12.2019 |
| DIN A0 | geändert: | | |
| Maßstab: | geprüft: | T. Sattler | 15.04.2020 |
| 1 : 2.000 | | | |
| | | | Projekt-Nr.: 06119 |
| | | | Anlage 5.1 |
| | | | Blatt 1 von 1 |

| Pegel: | Rechtswert | Hochwert | Höhe: |
|------------|-------------|-------------|--------|
| RP 01/19 | 4510393.238 | 5471084.585 | 360.86 |
| RP 02/19 | 4510328.697 | 5470983.824 | 360.99 |
| RP 03/19 | 4510176.563 | 5471040.383 | 361.49 |
| RP 04/19 | 4510224.101 | 5470710.697 | 360.12 |
| RP 05/19 | 4510432.781 | 5470817.732 | 361.75 |
| KRAB 01/19 | 4510468.098 | 5470985.536 | 359.79 |
| KRAB 02/19 | 4510268.937 | 5471057.397 | 359.80 |

- Rammpegel (RP), 1,5 Zoll, ca. 5m (OK = DK Pegel / GH = Geländehöhe)
- Kleinrammpiegel (KRPI), DN 60/80, ca. 8m

| INDEX | DATUM | NAME | BESCHREIBUNG |
|-------|-------|------|--------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Auftraggeber / Ausführende Firma
Naabkies GmbH & Co. KG - Werk Schwarzenfeld
 Verlängerung Morgenlandstraße
 92521 Schwarzenfeld
 Telefon: 09435 307719, Fax: 09435 307724

Projekt / Bauvorhaben
Kiesabbau Frotzersricht
 Fl.Nr. 1656 und 1657

Darstellung / Planart
Lageplan Pegel - Stand: 10.10.2019



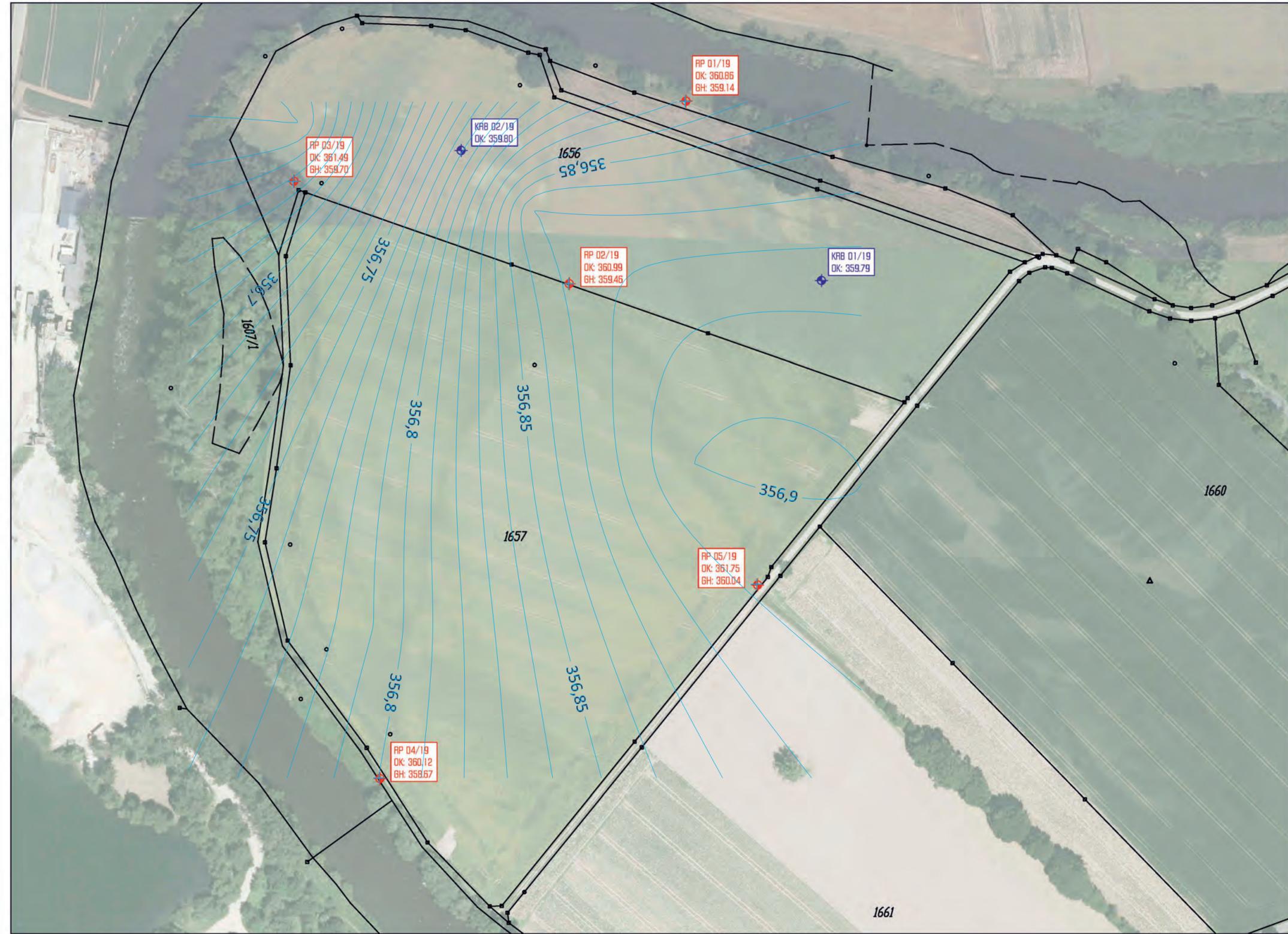
galileo-ip Ingenieure GmbH
 Auf der Haide 2
 92565 Altenstadt a.d.Waldnaab
 Tel. +49 9602 94407-0
 Fax. +49 9602 94407-30
 e-Mail info@galileo-ip.de
 web www.galileo-ip.de

| | | | |
|-----------------|---|---------|------------|
| Maßstab: | 1 : 2000 | | |
| Projektnr.: | 14-194 | Planr.: | 167 |
| Lagesystem: | DX Koordinaten im amtl. Gauß-Krüger-System I.1 Koordinaten im örtlichen System | | |
| Höhensystem: | DX Höhen in DHHN2016 I.1 Höhen im örtl. System | | |
| gezeichnet von: | A. Klier | Datum: | 17.10.2019 |
| geprüft durch: | | Datum: | |
| Datnr.: | 191010_Aufnahme_Rammpegel_SUD.dwg | | |

Dieser Plan ist urheberrechtlich geschützt. Bei Wiederverwendung - auch nur auszugsweise - ist das Ingenieurbüro galileo-ip Ingenieure GmbH als Urheber zu vermerken.

Y+4510020.000
X+5471139.000

Y+4510730.000
X+5471139.000



Y+4510020.000
X+5470625.000

Y+4510730.000
X+5470625.000

| | | | |
|--|-------------|------------|--------------------|
| Baugeologisches Büro Bauer GmbH Domagkstr. 1a, 80807 München, Tel.: +49(0)89-36040465 | | | |
| Projekt: Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld Fl.-Nr. 1656, 1657 (Gemarkung Schwarzenfeld) | | | |
| Inhalt: Lageplan mit Isolinen der Grundwasserberfläche am 31.10.2019 | | | |
| Blattgröße: | Bearbeiter: | M. Bauer | 04.12.2019 |
| DIN A0 | geändert: | | |
| Maßstab: | geprüft: | T. Sattler | 15.04.2020 |
| 1 : 2.000 | | | |
| | | | Projekt-Nr.: 06119 |
| | | | Anlage 5.1 |
| | | | Blatt 1 von 1 |

| Pegel: | Rechtswert | Hochwert | Höhe: |
|------------|-------------|-------------|--------|
| RP 01/19 | 4510393.238 | 5471084.585 | 360.86 |
| RP 02/19 | 4510328.697 | 5470983.824 | 360.99 |
| RP 03/19 | 4510176.563 | 5471040.383 | 361.49 |
| RP 04/19 | 4510224.101 | 5470710.697 | 360.12 |
| RP 05/19 | 4510432.781 | 5470817.732 | 361.75 |
| KRAB 01/19 | 4510468.098 | 5470985.536 | 359.79 |
| KRAB 02/19 | 4510268.937 | 5471057.397 | 359.80 |

- Rammpegel (RP), 1,5 Zoll, ca. 5m (OK = DK Pegel / GH = Geländehöhe)
- Kleinrammpiegel (KRAB), DN 60/80, ca. 8m

| INDEX | DATUM | NAME | BESCHREIBUNG |
|-------|-------|------|--------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Auftraggeber / Ausführende Firma
Naabkies GmbH & Co. KG - Werk Schwarzenfeld
 Verlängerung Morgenlandstraße
 92521 Schwarzenfeld
 Telefon: 09435 307719, Fax: 09435 307724

Projekt / Bauvorhaben
Kiesabbau Frotzersricht
 Fl.Nr. 1656 und 1657

Darstellung / Planart
Lageplan Pegel - Stand: 10.10.2019

| | | | |
|---|---|--|-------------------|
| galileo-ip Das Maß aller Dinge! | galileo-ip Ingenieure GmbH Auf der Haide 2 92565 Altenstadt a.d.Waldnaab Tel. +49 9602 94407-0 Fax. +49 9602 94407-30 e-Mail info@galileo-ip.de web www.galileo-ip.de | | Maßstab: 1 : 2000 |
| | Projektnr.: | 14-194 | Planm.: 167 |
| | Legesystem: | (X) Koordinaten im amtl. Gauß-Krüger-System (.) Koordinaten im örtlichen System | |
| | Höhensystem: | (X) Höhen in DHHN2016 (.) Höhen im örtl. System | |
| | gezeichnet von: | A. Klier | Datum: |
| geprüft durch: | | Datum: | |
| Datam: | 191010_Aufnahme_Rammpegel_SUD.dwg | | |

Dieser Plan ist urheberrechtlich geschützt. Bei Wiederverwendung - auch nur auszugsweise - ist das Ingenieurbüro galileo-ip Ingenieure GmbH als Urheber zu vermerken.

BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

Anlage 5.2 Detaillageplan hinterlegt mit Leitfähigkeits-
Isolinien - Stichtagsmessungen: 27.09.2019 und
31.10.2019; (Plangrundlage zur Verfügung gestellt
durch: galileo-ip)

Y+4510020.000
X+54.71139.000

Y+4510730.000
X+54.71139.000



Y+4510020.000
X+54.70625.000

Y+4510730.000
X+54.70625.000

| | | | |
|--|-------------|------------|--------------------|
| Baugewiss. Büro Bauer GmbH Domagkstr. 1a, 80807 München, Tel.: +49(0)89-36040465 | | | |
| Projekt: Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld Fl.-Nr. 1656, 1657 (Gemarkung Schwarzenfeld) | | | |
| Inhalt: Lageplan mit Isolinen der elektrischen Leitfähigkeit am 27.09.2019 | | | |
| Blattgröße: | Bearbeiter: | M. Bauer | 04.12.2019 |
| DIN A0 | geändert: | | |
| Maßstab: | geprüft: | T. Sattler | 15.04.2020 |
| 1 : 2.000 | | | |
| | | | Projekt-Nr.: 06119 |
| | | | Anlage 5.2 |
| | | | Blatt 1 von 1 |

| Pegel: | Rechtswert | Hochwert | Höhe: |
|------------|-------------|-------------|--------|
| RP 01/19 | 4510393.238 | 5471084.585 | 360.86 |
| RP 02/19 | 4510328.697 | 5470983.824 | 360.99 |
| RP 03/19 | 4510176.563 | 5471040.383 | 361.49 |
| RP 04/19 | 4510224.101 | 5470710.697 | 360.12 |
| RP 05/19 | 4510432.781 | 5470817.732 | 361.75 |
| KRAB 01/19 | 4510468.098 | 5470985.536 | 359.79 |
| KRAB 02/19 | 4510268.937 | 5471057.397 | 359.80 |

- Rammpegel (RP), 1,5 Zoll, ca. 5m (OK = DK Pegel / GH = Geländehöhe)
- Kleinrammpiegel (KRPI), DN 60/80, ca. 8m

| INDEX | DATUM | NAME | BESCHREIBUNG |
|-------|-------|------|--------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Auftraggeber / Ausführende Firma
Naabkies GmbH & Co. KG - Werk Schwarzenfeld
 Verlängerung Morgenlandstraße
 92521 Schwarzenfeld
 Telefon: 09435 307719, Fax: 09435 307724

Projekt / Bauvorhaben
Kiesabbau Frotzersricht
 Fl.Nr. 1656 und 1657

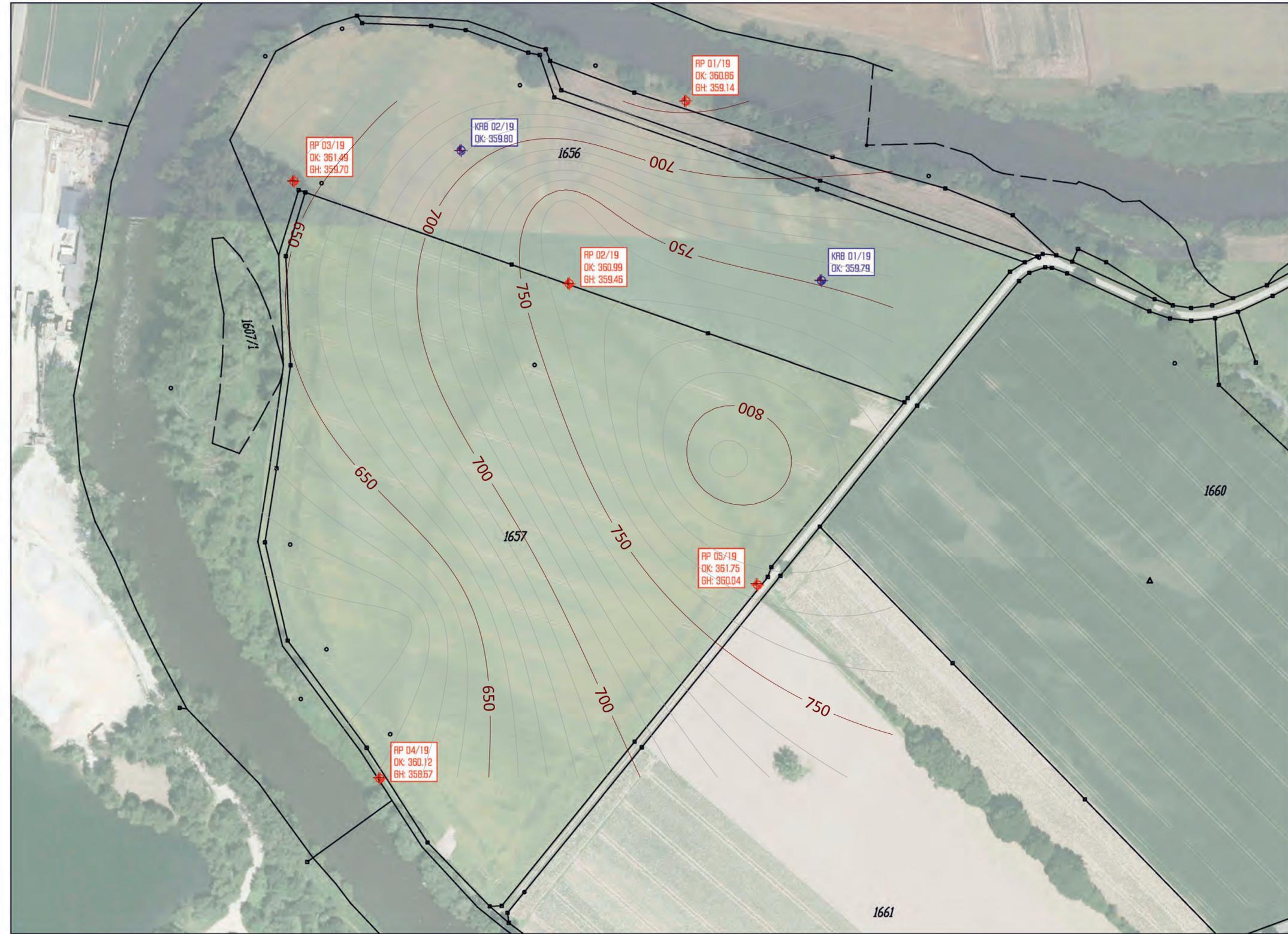
Darstellung / Planart
Lageplan Pegel - Stand: 10.10.2019

| | | | | |
|--|---------------------------------|---|-------------|------------|
| galileo-ip ingenieurbüro Das Maß aller Dinge! | Maßstab: | 1 : 2000 | | |
| | Projektnr.: | 14-194 | Planr.: 167 | |
| | Lagesystem: | DX Koordinaten im amtl. Gauß-Krüger-System I.1 Koordinaten im örtlichen System | | |
| | Höhensystem: | DX Höhen in DHHN2016 I.1 Höhen im örtl. System | | |
| | gezeichnet von: | A. Klier | Datum: | 17.10.2019 |
| | geprüft durch: | | Datum: | |
| Datnr.: | 191010_Aufnahme_Rammpegel_SUDwg | | | |

Dieser Plan ist urheberrechtlich geschützt. Bei Wiederverwendung - auch nur auszugsweise - ist das Ingenieurbüro galileo-ip Ingenieure GmbH als Urheber zu vermerken.

Y+4510020.000
X+5471139.000

Y+4510730.000
X+5471139.000



Y+4510020.000
X+5470625.000

Y+4510730.000
X+5470625.000

| | | | |
|---|-------------|------------|--------------------|
| Baugewissenschaftliches Büro Bauer GmbH Domagkstr. 1a, 80807 München, Tel.: +49(0)89-36040465 | | | |
| Projekt: Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld Fl.-Nr. 1656, 1657 (Gemarkung Schwarzenfeld) | | | |
| Inhalt: Lageplan mit Isolinen der elektrischen Leitfähigkeit am 31.10.2019 | | | |
| Blattgröße: | Bearbeiter: | M. Bauer | 04.12.2019 |
| DIN A0 | geändert: | | |
| Maßstab: | geprüft: | T. Sattler | 15.04.2020 |
| 1 : 2.000 | | | |
| | | | Projekt-Nr.: 06119 |
| | | | Anlage 5.2 |
| | | | Blatt 1 von 1 |

| Pegel: | Rechtswert | Hochwert | Höhe: |
|------------|-------------|-------------|--------|
| RP 01/19 | 4510393.238 | 5471084.585 | 360.86 |
| RP 02/19 | 4510328.697 | 5470983.824 | 360.99 |
| RP 03/19 | 4510176.563 | 5471040.383 | 361.49 |
| RP 04/19 | 4510224.101 | 5470710.697 | 360.12 |
| RP 05/19 | 4510432.781 | 5470817.732 | 361.75 |
| KRAB 01/19 | 4510468.098 | 5470985.536 | 359.79 |
| KRAB 02/19 | 4510268.937 | 5471057.397 | 359.80 |

- Rammpegel (RP), 1,5 Zoll, ca. 5m (OK = DK Pegel / GH = Geländehöhe)
- Kleinrammpiegel (KRPI), DN 60/80, ca. 8m

| INDEX | DATUM | NAME | BESCHREIBUNG |
|-------|-------|------|--------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Auftraggeber / Ausführende Firma
Naabkies GmbH & Co. KG - Werk Schwarzenfeld
 Verlängerung Morgenlandstraße
 92521 Schwarzenfeld
 Telefon: 09435 307719, Fax: 09435 307724

Projekt / Bauvorhaben
Kiesabbau Frotzersricht
 Fl.Nr. 1656 und 1657

Darstellung / Planart
Lageplan Pegel - Stand: 10.10.2019

| | | | |
|--|---|--|-------------------|
| galileo-ip ingenieurvermessung Das Maß aller Dinge! | galileo-ip Ingenieure GmbH Auf der Haide 2 92565 Altenstadt a.d.Waldnaab Tel. +49 9602 94407-0 Fax. +49 9602 94407-30 e-Mail info@galileo-ip.de web www.galileo-ip.de | | Maßstab: 1 : 2000 |
| | Projektnr.: | 14-194 | Planm.: 167 |
| | Legesystem: | (X) Koordinaten im amtl. Gauß-Krüger-System (.) Koordinaten im örtlichen System | |
| | Höhensystem: | (X) Höhen in DHHN2016 (.) Höhen im örtl. System | |
| | gezeichnet von: | A. Klier | Datum: 17.10.2019 |
| | geprüft durch: | | Datum: |
| Datam: | 191010_Aufnahme_Rammpegel_SJJ.dwg | | |

Dieser Plan ist urheberrechtlich geschützt. Bei Wiederverwendung - auch nur auszugsweise - ist das Ingenieurbüro galileo-ip Ingenieure GmbH als Urheber zu vermerken.

BV Naabkies: Neues Abbaufeld bei Schwarzenfeld

Geologisch-geotechnischer Bericht

Anlage 6 Standsicherheitsbetrachtungen



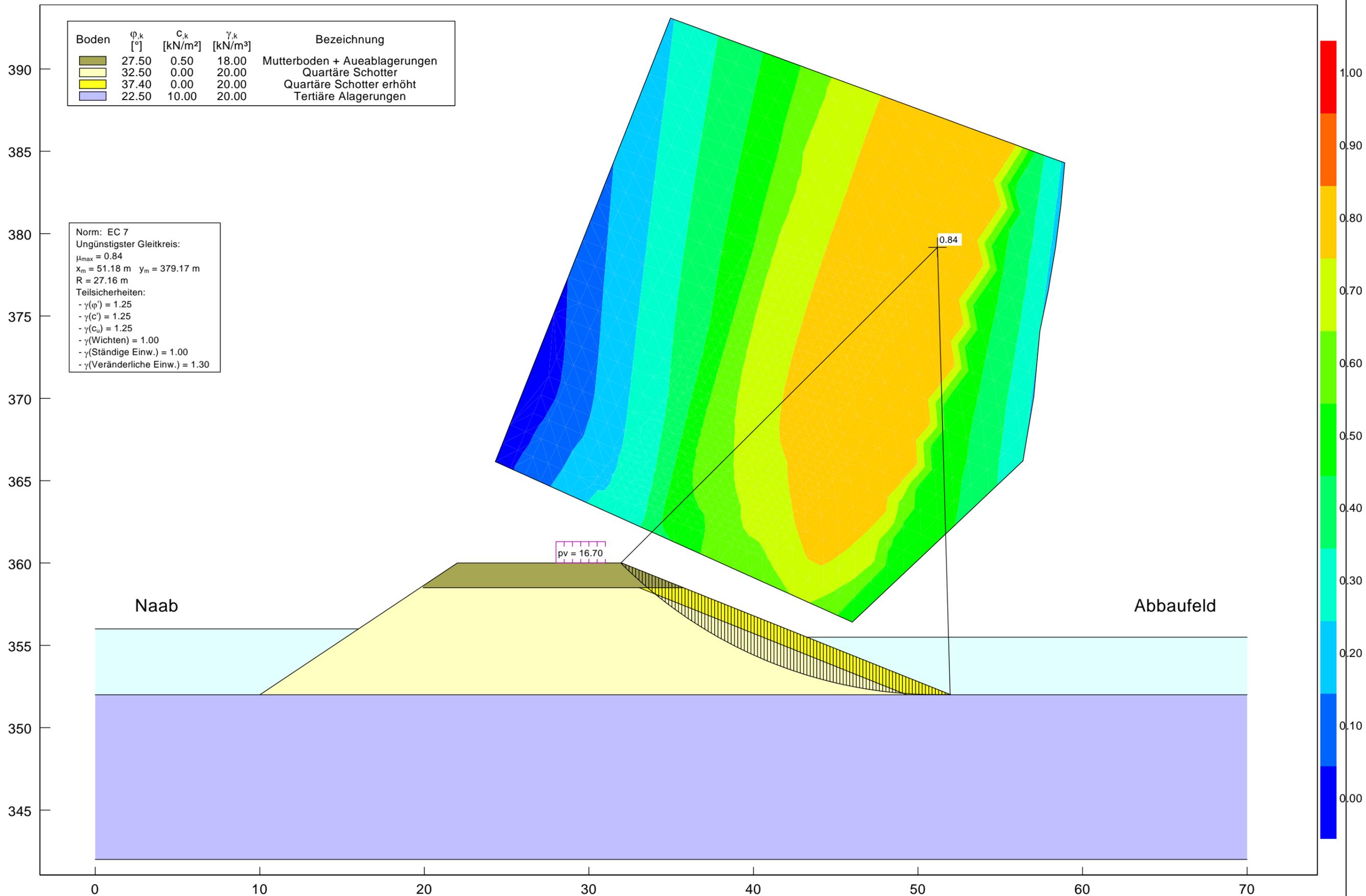
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld

Flur-Nr. 1656, 1657
NW-Fall; n = 1 : 2,5

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6





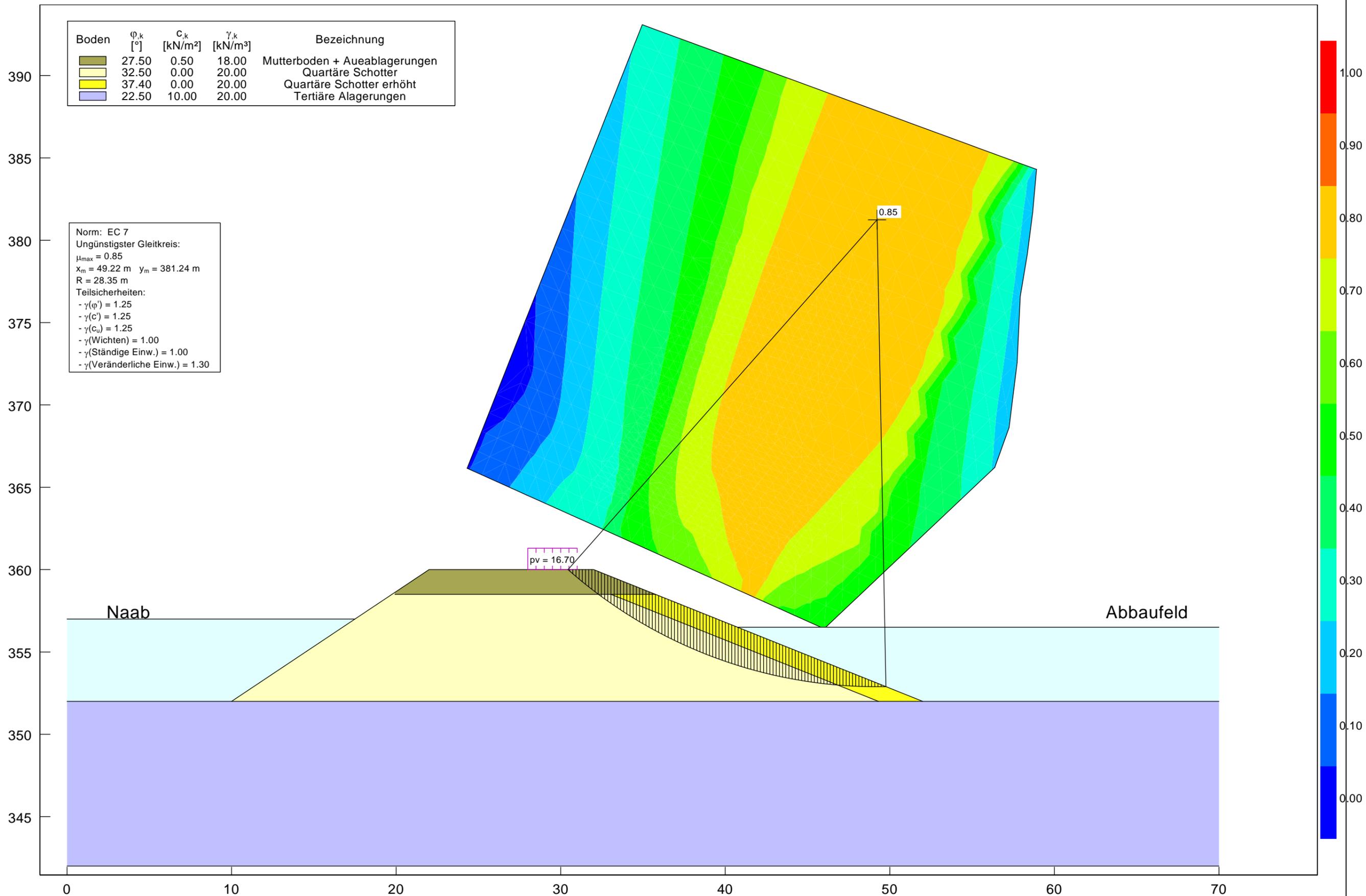
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld

Flur-Nr. 1656, 1657
MW-Fall; n = 1 : 2,5

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6



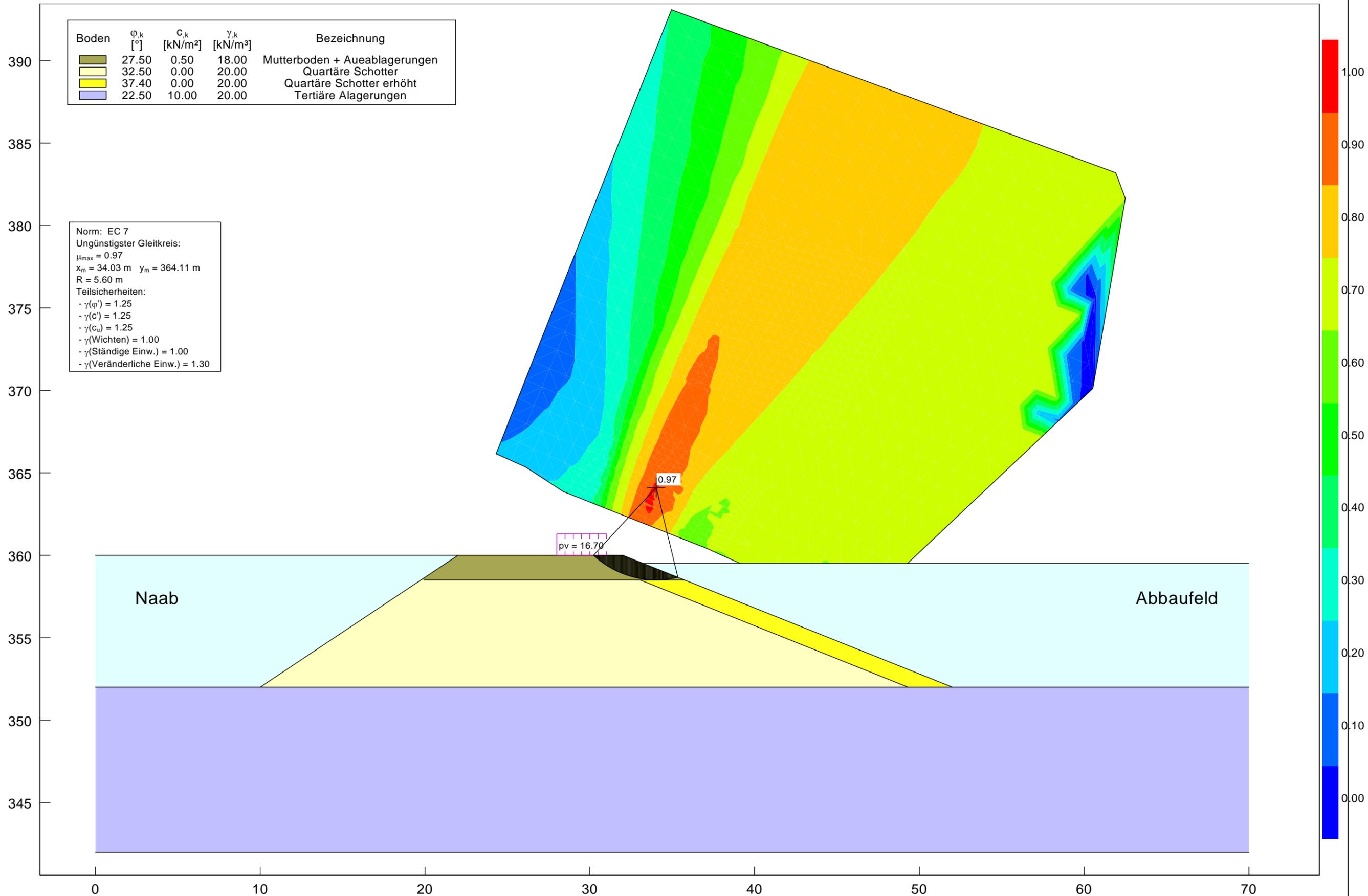


Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld
Flur-Nr. 1656, 1657
HHW-Fall; n = 1 : 2,5

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6





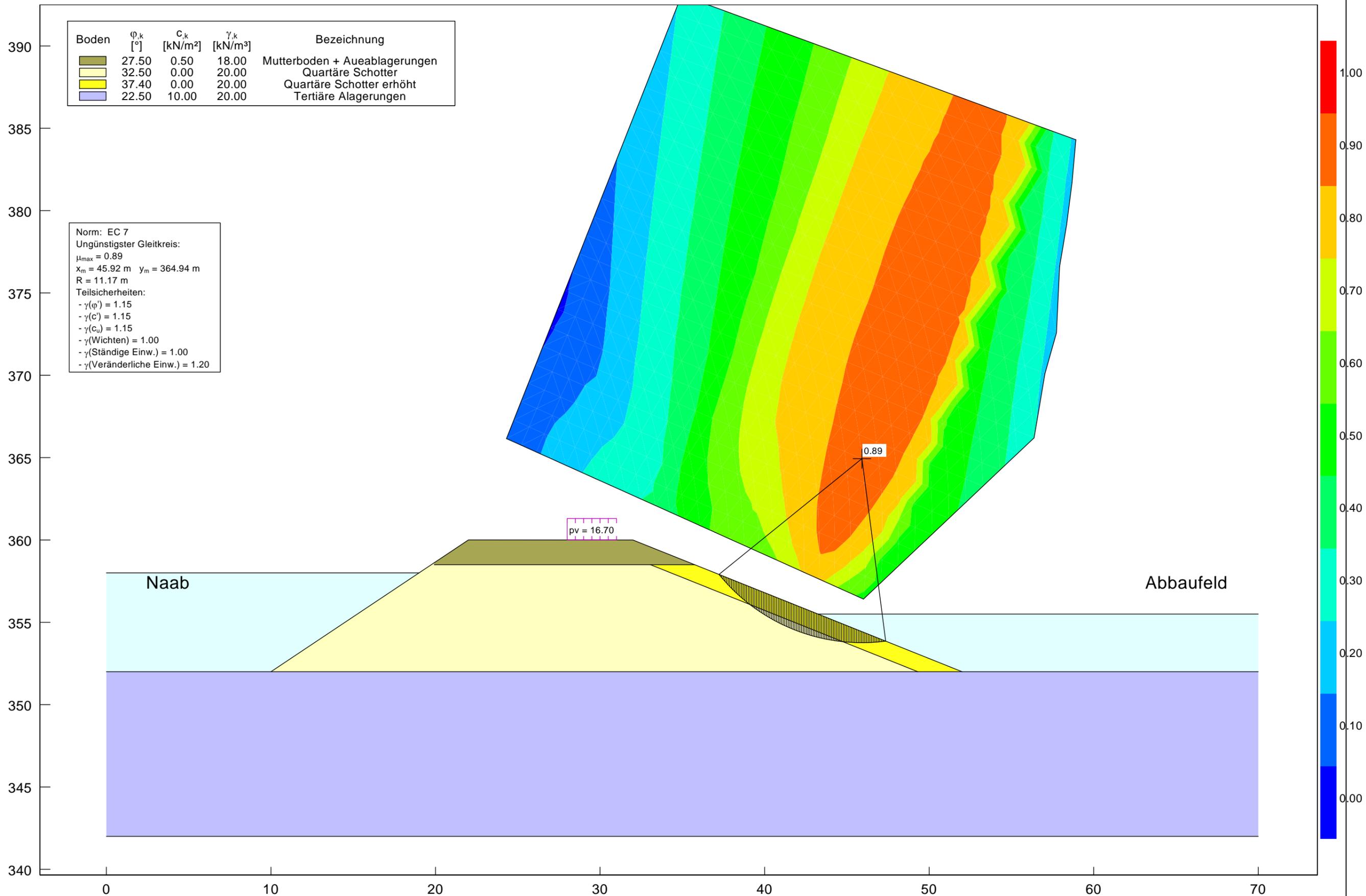
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

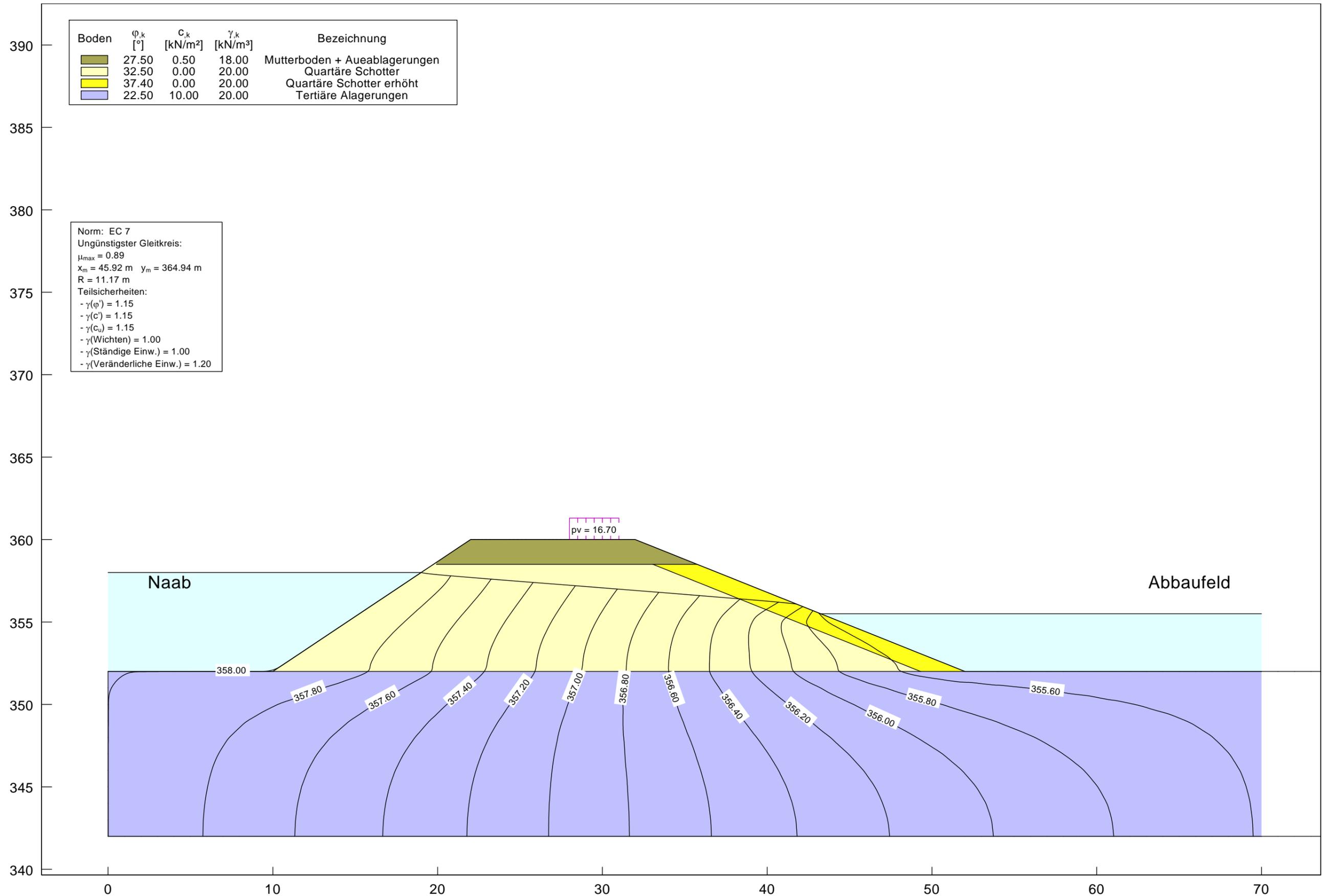
BV Naabkies: Schwarzenfeld

Flur-Nr. 1656, 1657
HW (BS-T); n = 1 : 2,5

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6







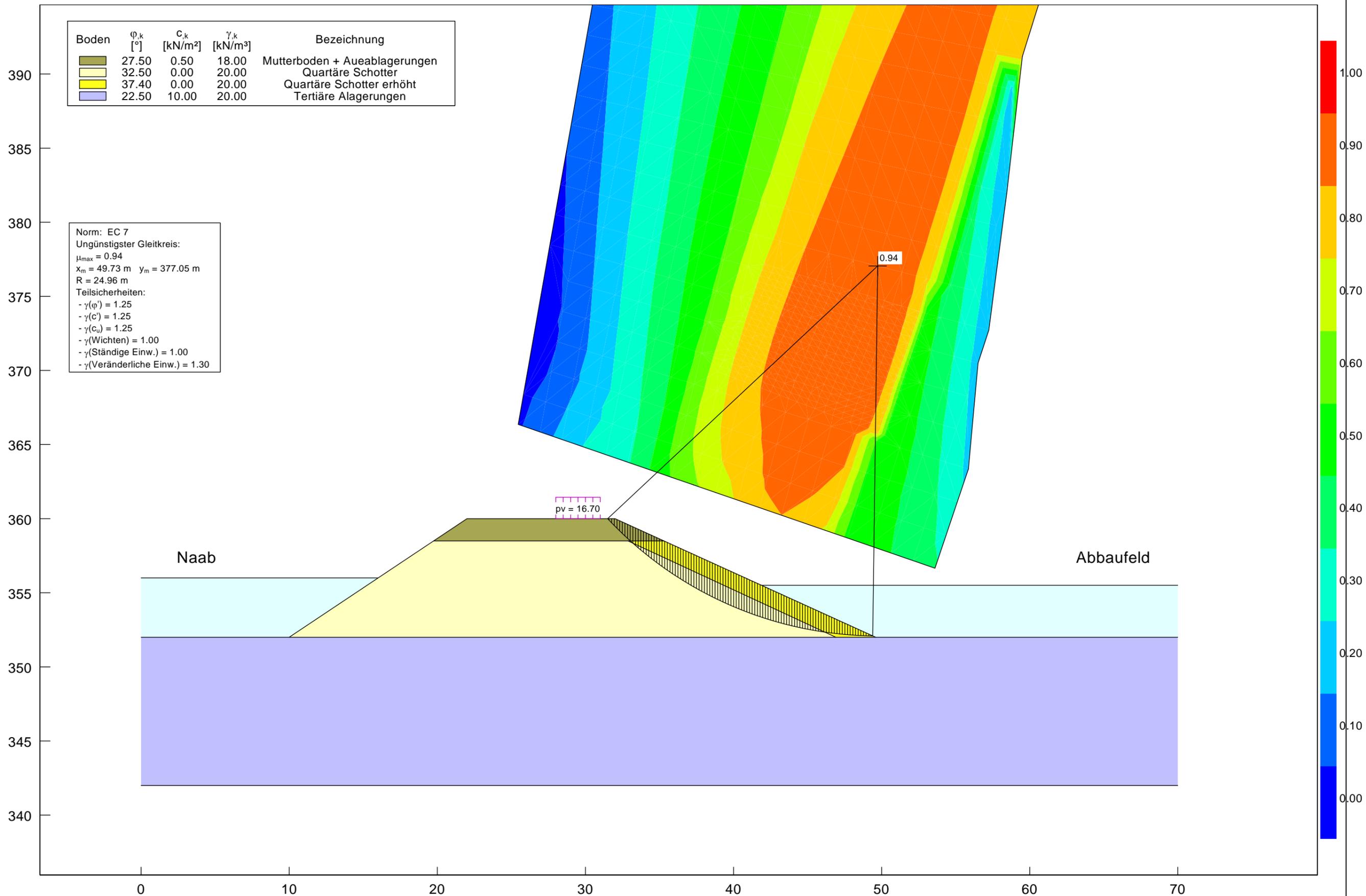
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld

Flur-Nr. 1656, 1657
NW-Fall; n = 1 : 2,2

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6





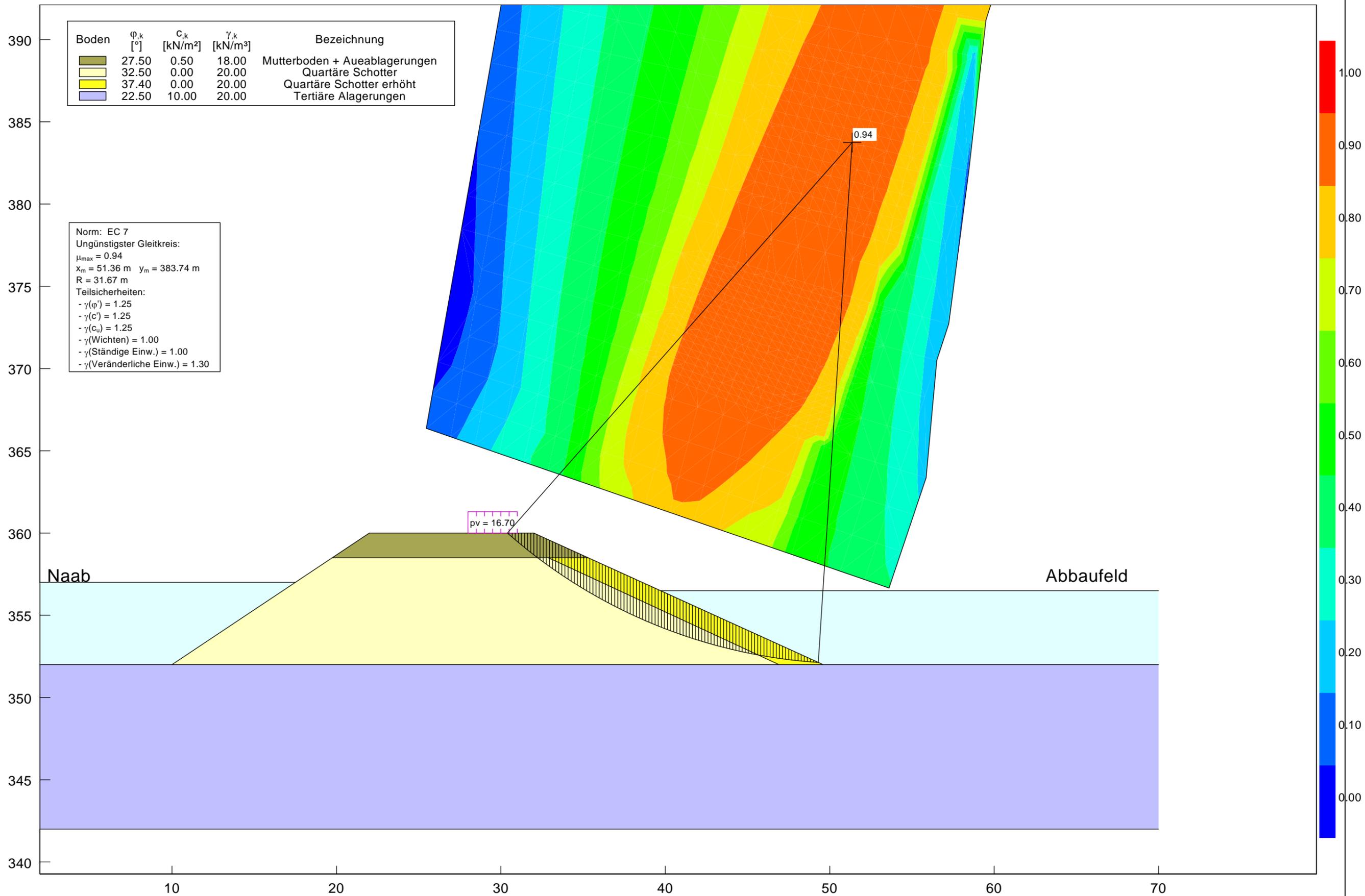
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld

Flur-Nr. 1656, 1657
MW-Fall; n = 1 : 2,2

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6





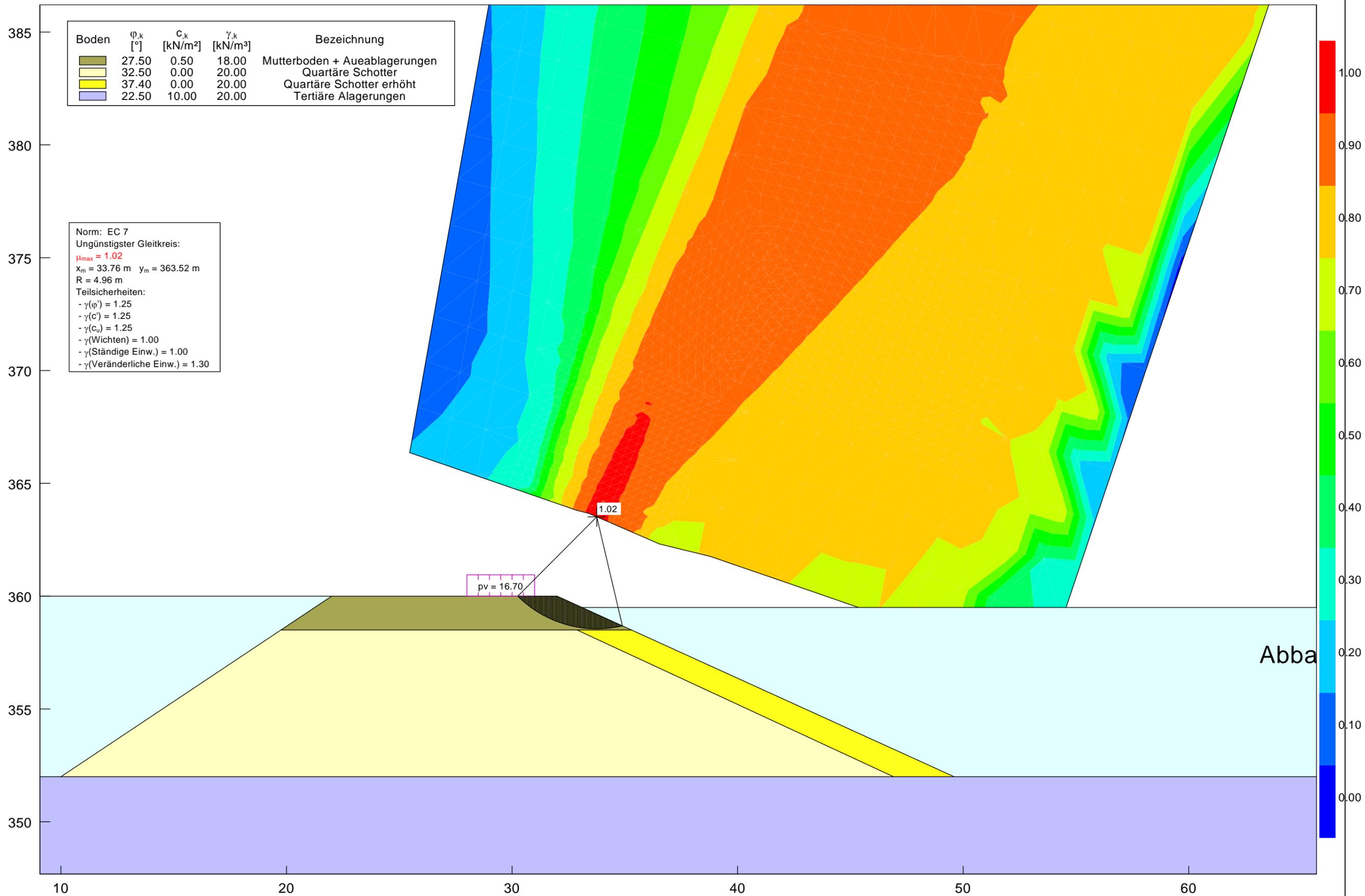
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld

Flur-Nr. 1656, 1657
HHW-Fall; n = 1 : 2,2

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6





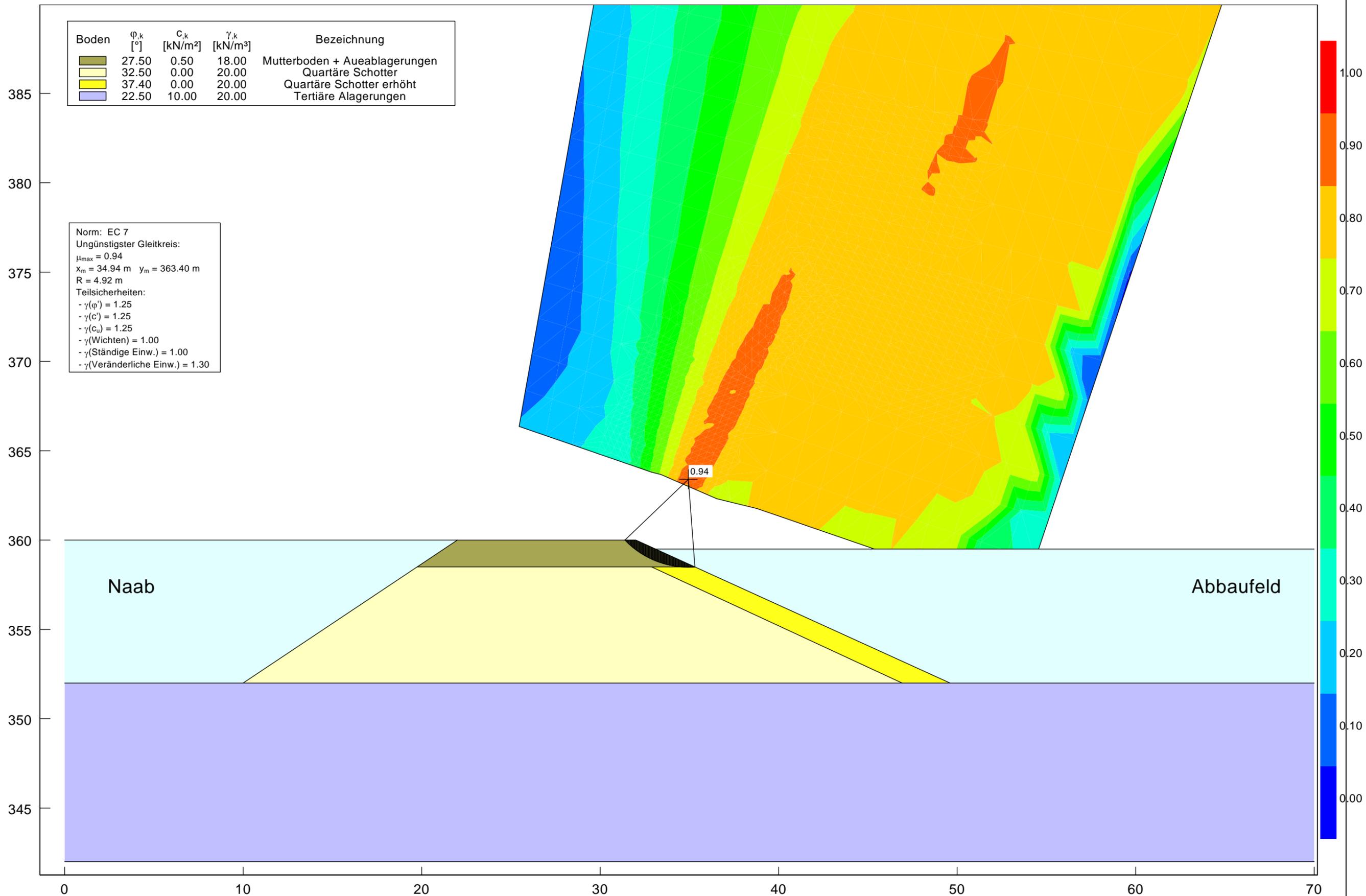
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld

Flur-Nr. 1656, 1657
HHW-Fall; n = 1 : 2,2

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6



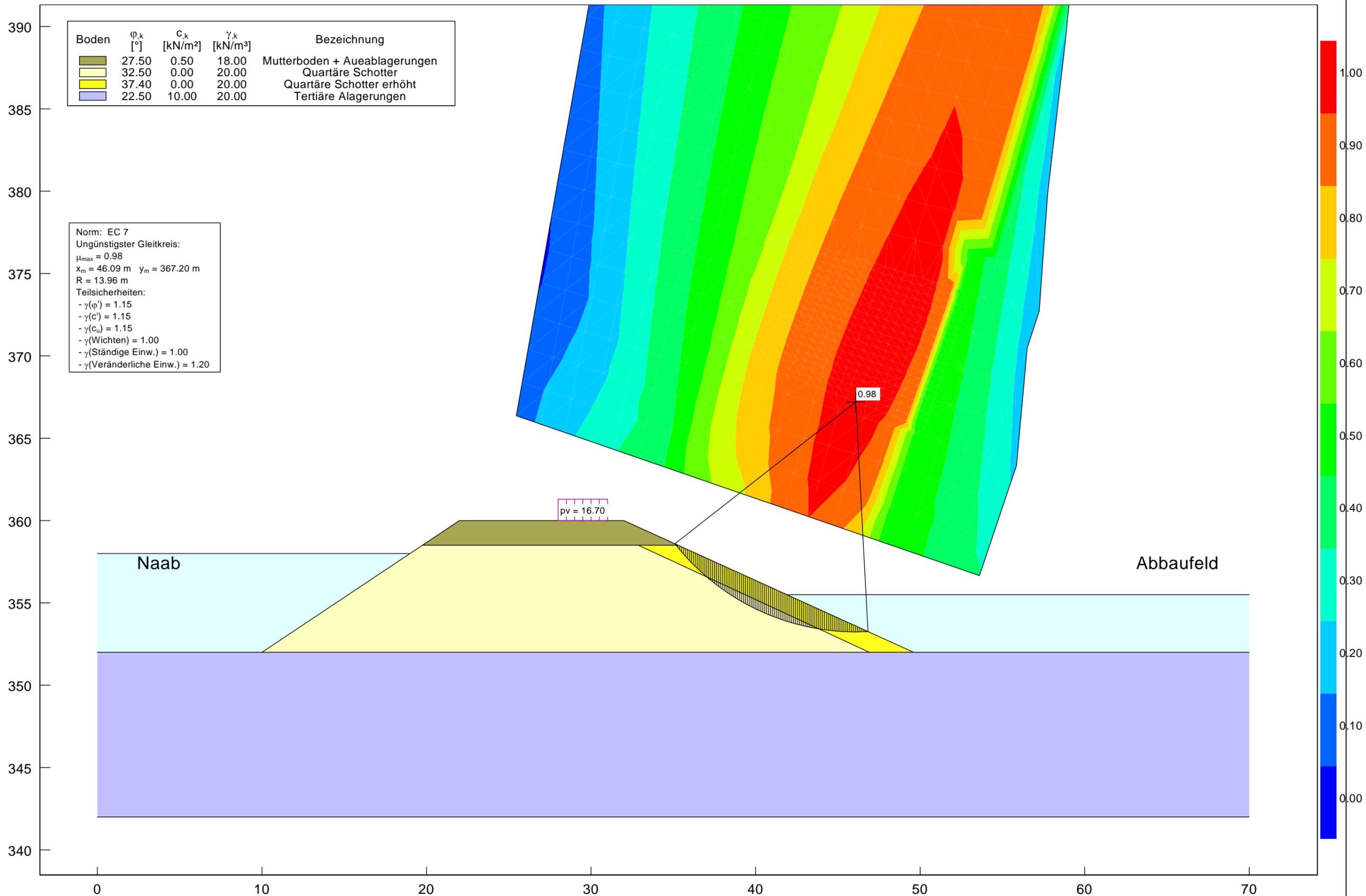


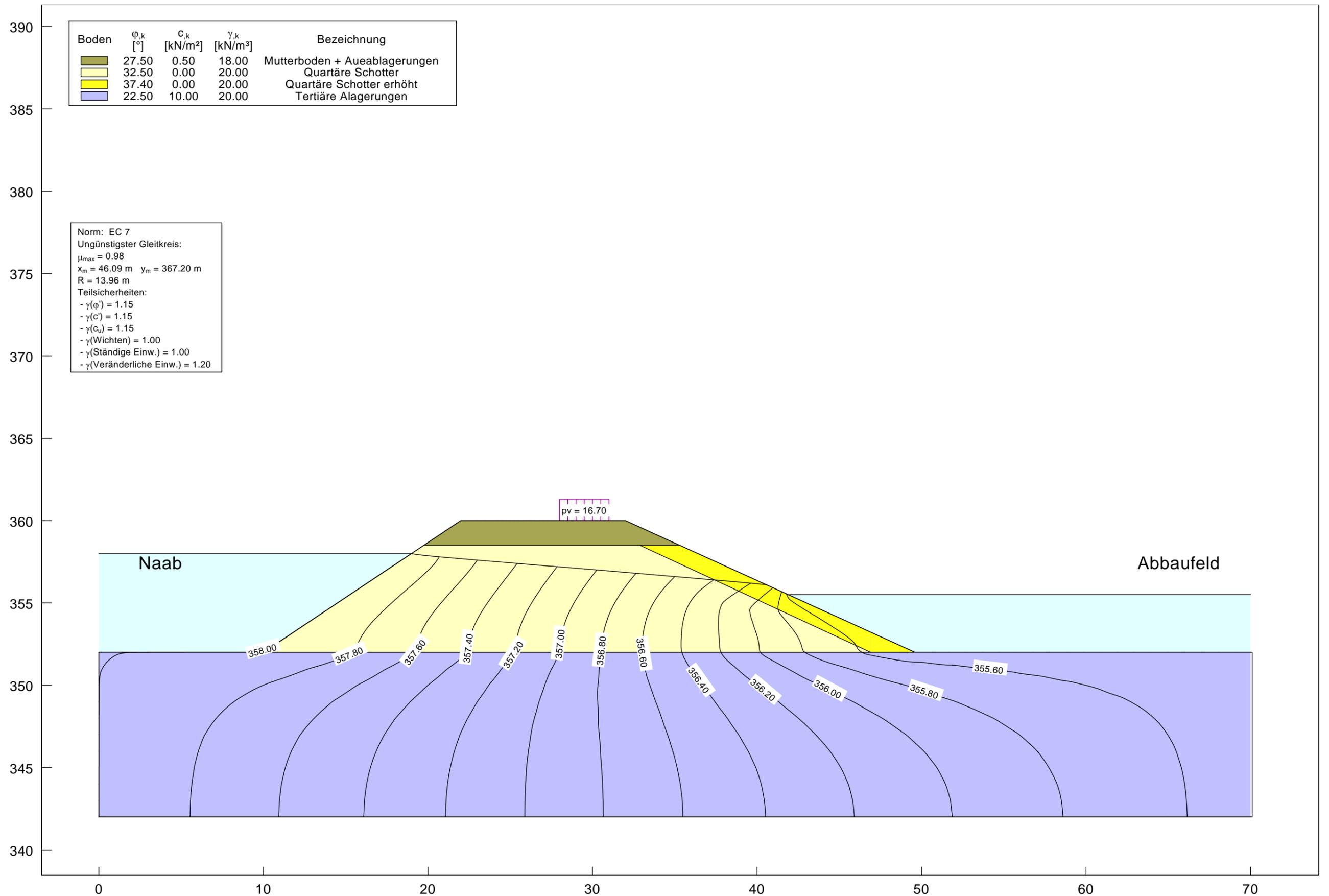
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld
Flur-Nr. 1656, 1657
HW (BS-T); n = 1 : 2,2

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6







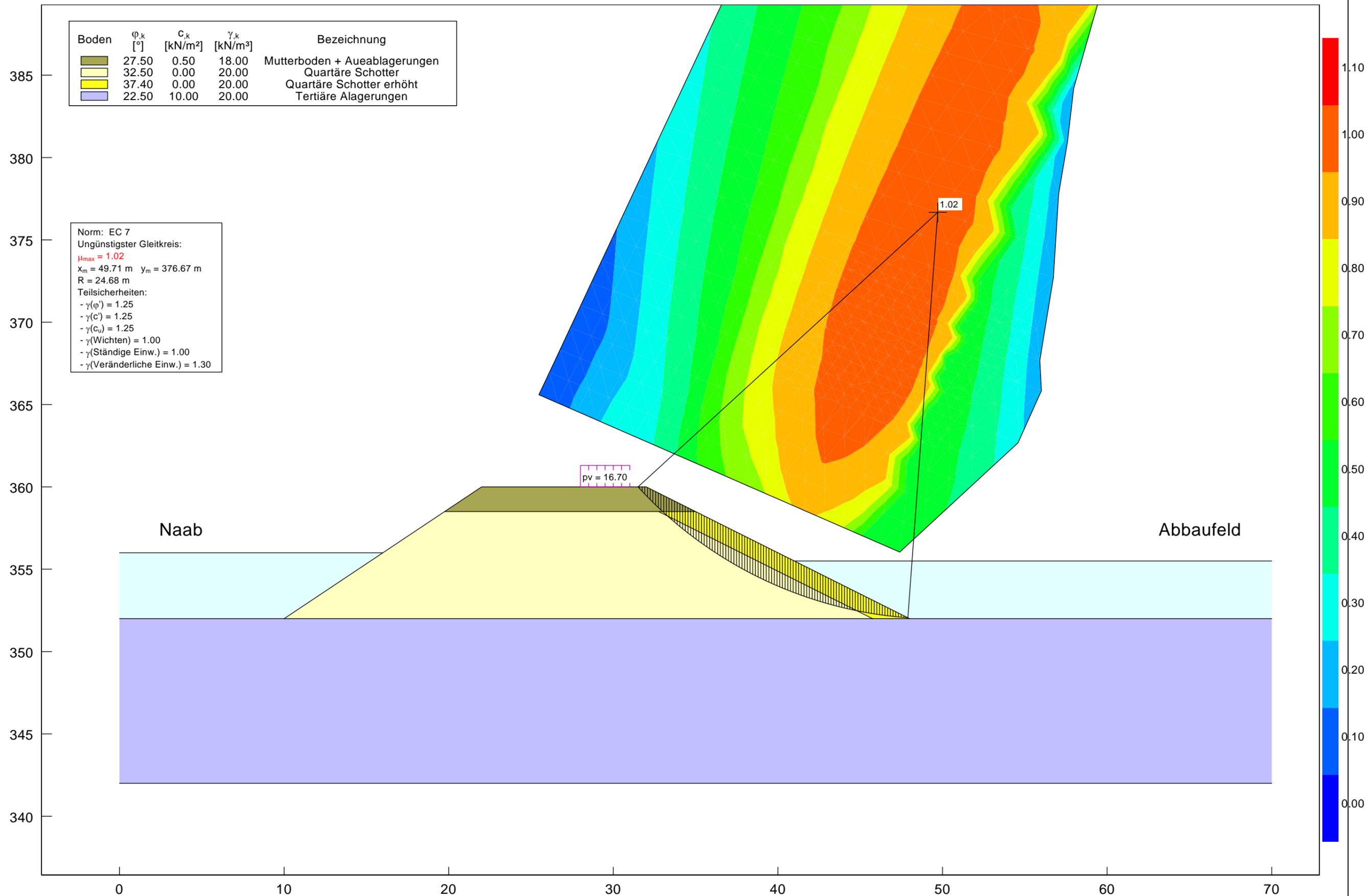
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld

Flur-Nr. 1656, 1657
NW-Fall; n = 1 : 2

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6





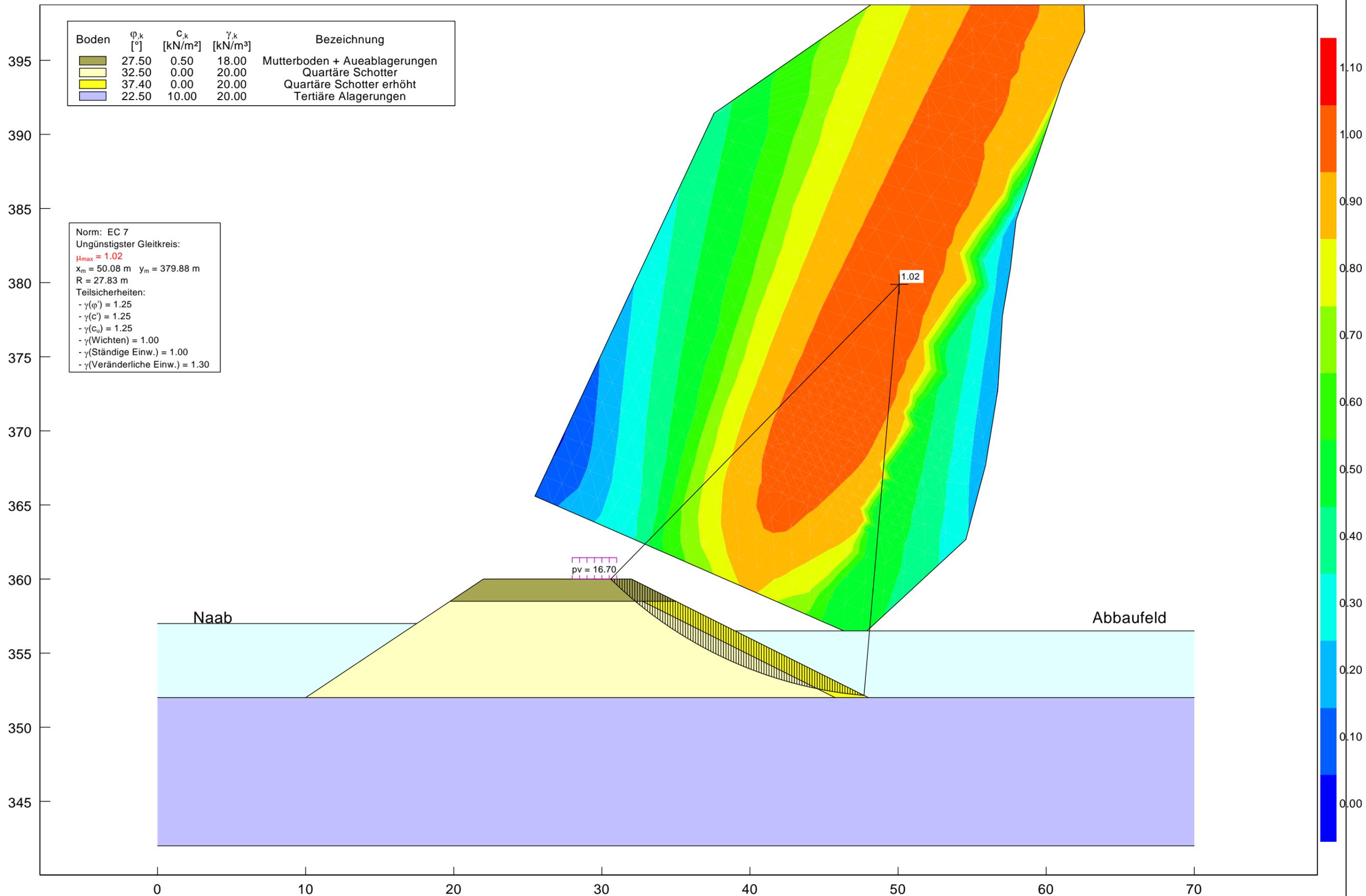
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld

Flur-Nr. 1656, 1657
MW-Fall; n = 1 : 2

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6



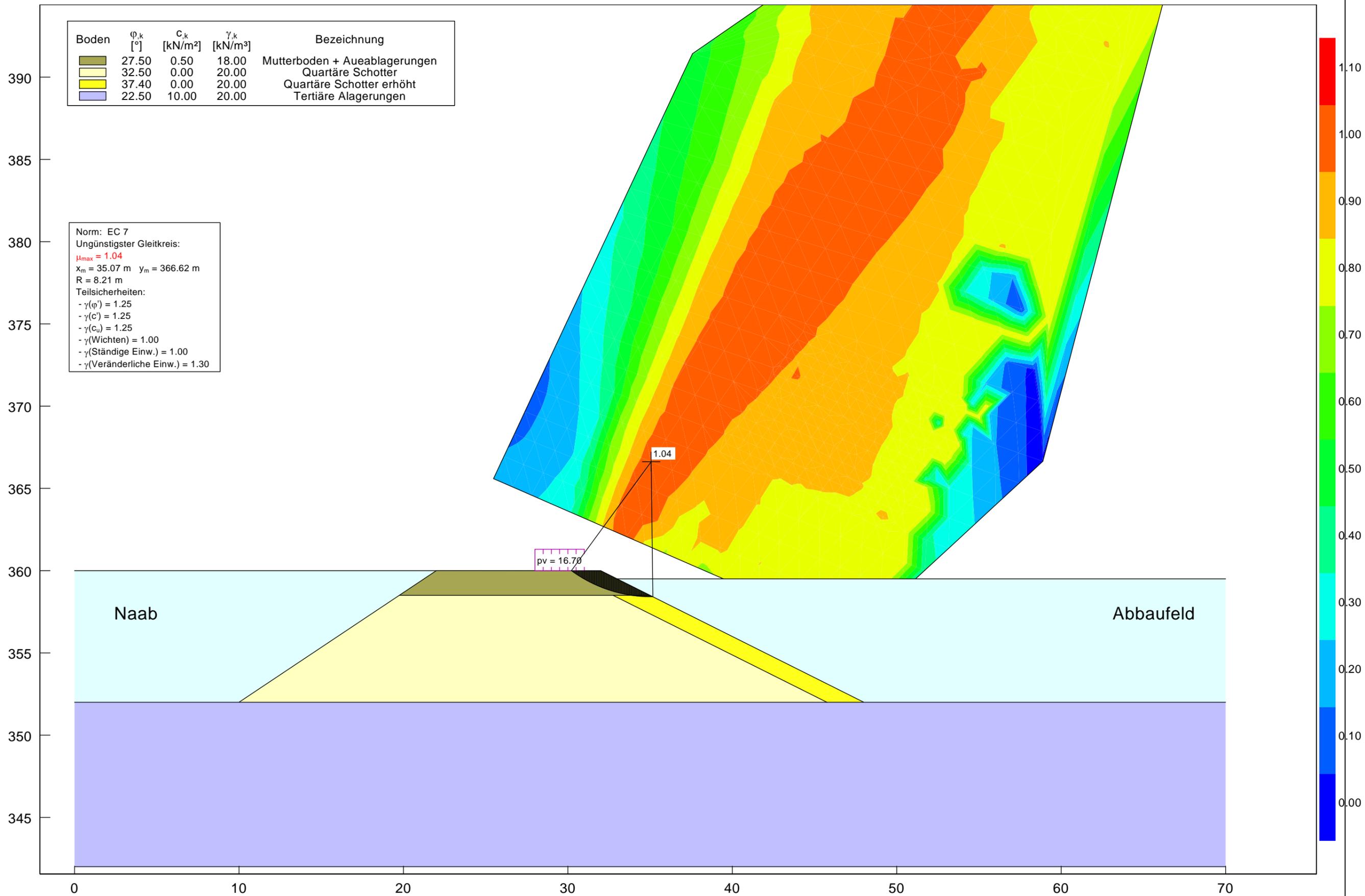


Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld
Flur-Nr. 1656, 1657
HHW-Fall; n = 1 : 2

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6





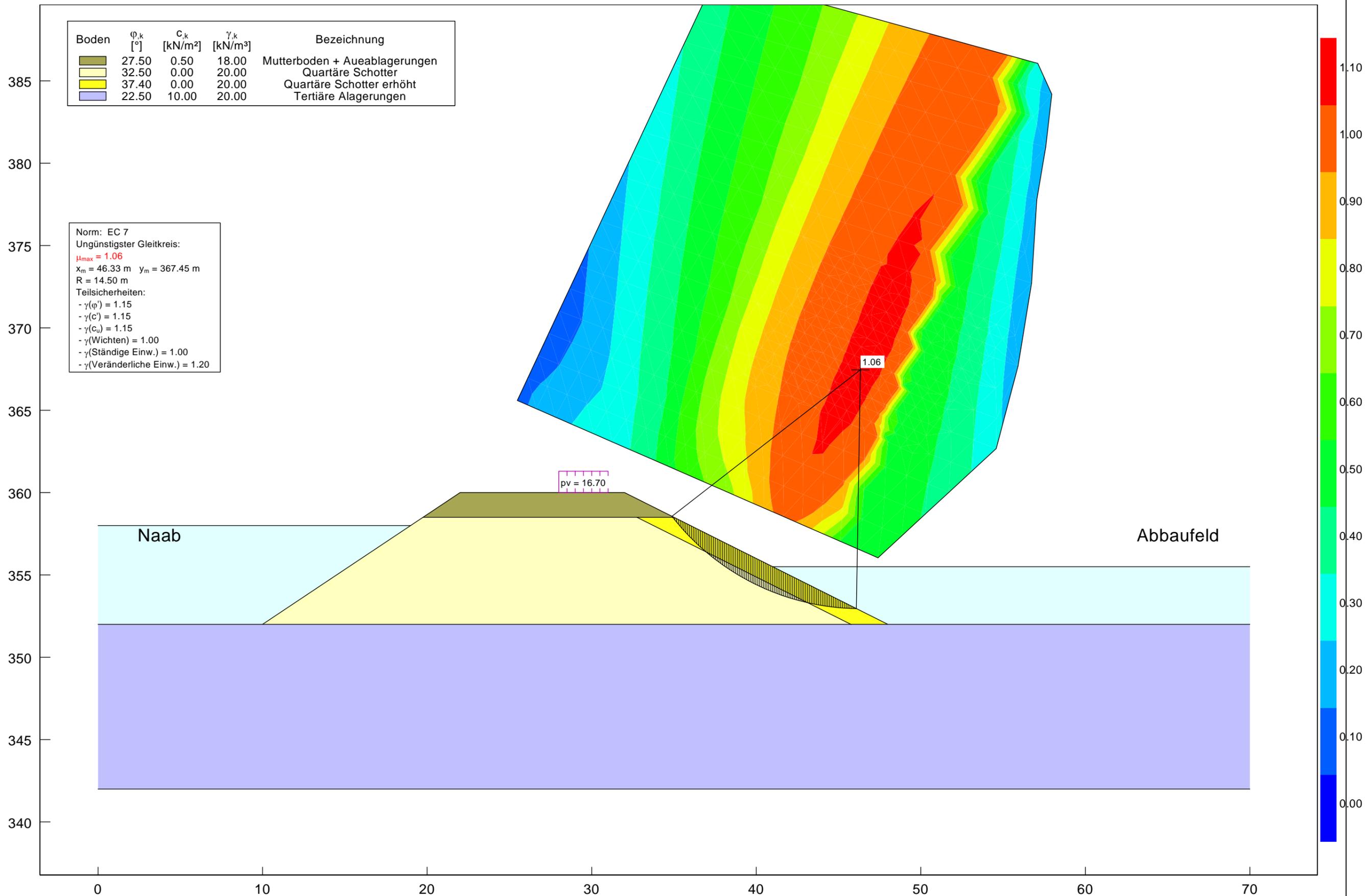
Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

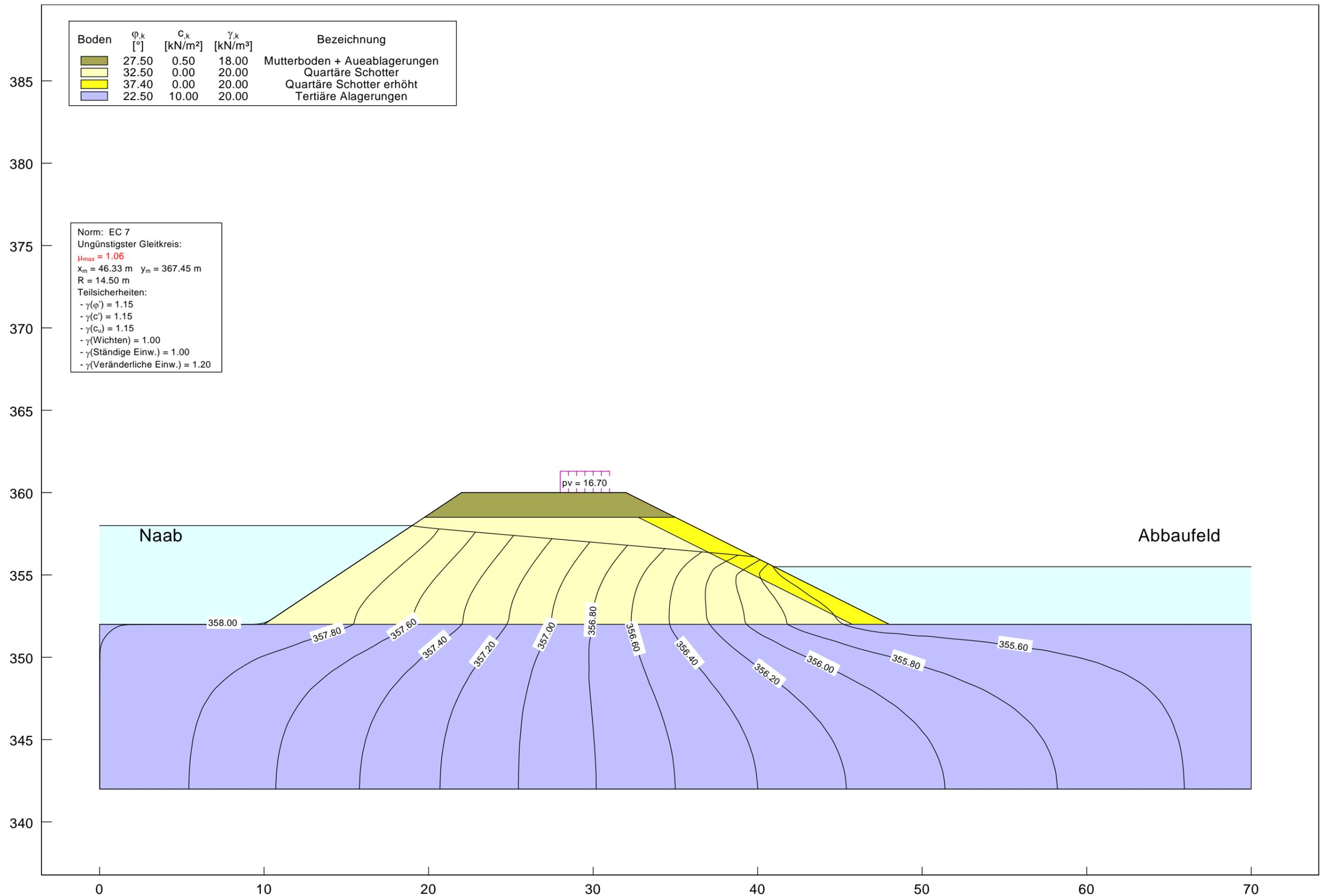
BV Naabkies: Schwarzenfeld

Flur-Nr. 1656, 1657
HW (BS-T); n = 1 : 2

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6







Baugeologisches
Büro Bauer GmbH
Domagkstraße 1a
80807 München

BV Naabkies: Schwarzenfeld
Flur-Nr. 1656, 1657
MW-Fall; n = 1 : 2,2 / 1:3 (Rekultiv.)

Projektnummer 06119

Anlage Nr. 6

