

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH Hauptstraße 152 · 76744 Wörth-Schaidt

REGIOPLAN INGENIEURE Salzburg GmbH  
Siezenheimer Straße 39A

A – 5020 Salzburg

Anerkanntes Institut  
nach DIN 1054  
Beratende Ingenieure

Dr. techn. K. Kärcher  
Dipl.-Ing. K.-M. Gottheil  
Dipl.-Geol. D. Kläiber  
Dipl.-Ing. J. Santo

Baugrunduntersuchungen  
Erd- und Grundbau  
Boden- und Felsmechanik  
Damm- und Deichbau  
Ingenieur- u. Hydrogeologie  
Deponietechnik  
Grundwasserhydraulik  
Bodenmechanisches Labor

Ihr Zeichen

Unser Zeichen  
E 8576c01G\_V1

Bearbeiter  
He ☎ 06340 / 50 80 70 - 7  
m.heckmann@kaercher-geotechnik.de

Datum  
30. April 2020

## GEOTECHNISCHE STELLUNGNAHME

### Kieswerk Rhinau, DMA Mineralaufbereitung GmbH

#### Vertiefung der Auskiesung

#### Standicherheit der Seeböschungen

<b>Projekt-Nr.:</b>	E 8576c01G_V1	
<b>Auftraggeber:</b>	REGIOPLAN SALZBURG GmbH Siezenheimer Straße 39a A – 5020 Salzburg	
<b>Angebot / Auftrag:</b>	Angebot E 8576b02H vom 03. Februar 2020	
<b>Anlagen</b>	Untergrundhydraulische und erdstatische Berechnungen Bestand	3.1a – 6.2b

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorbemerkungen</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Unterlagen</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Geplante Baumaßnahme</b>	<b>4</b>
3.1	Einstauwasserspiegel / Sinkgeschwindigkeiten	4
<b>4</b>	<b>Baugrund. Bodenmechanische Kennwerte. Grundwasser</b>	<b>6</b>
4.1	Geologische Gliederung des Untergrundes	6
4.2	Untergrundaufbau / Lagerungsdichten	6
4.3	Bodenmechanische und untergrundhydraulische Kennwerte	7
<b>5</b>	<b>Untergrundhydraulische und erdstatische Berechnungen</b>	<b>9</b>
5.1	Untergrundhydraulische Nachweise	9
5.2	Stand sicherheitsnachweise	10
5.3	Erdbebensicherheit	11
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>13</b>

### **1 Vorbemerkungen**

Im Oktober 2017 war vom Büro des Unterzeichners eine erste geotechnische Stellungnahme E 8576a02G [U2] zur Standsicherheit der Seeböschungen der Auskiesung Rhinau bei einer Vergrößerung der Auskiesungstiefe auf ein Niveau von 60 m+NHN vorgelegt worden. Grundlage des damaligen geotechnischen Gutachtens [U2] waren charakteristische Böschungsprofile, wie sie im älteren Standsicherheitsgutachten [U1] des Ingenieurbüros Herzog + Partner, Wörth, angesetzt worden waren. Die Standsicherheitsberechnungen der Auskiesungsböschungen im geotechnischen Gutachten [U2] wurden bei konstanten Wasserspiegellagen durchgeführt.

Nach Sichtung des geotechnischen Gutachtens [U2] durch das Wasserstrassen- und Schifffahrtsamt Freiburg sowie das Regierungspräsidium Freiburg wurden weitere Standsicherheitsnachweise der zukünftigen Auskiesungsböschung bei einer Absenkung des rhein- bzw. stauhaltungsseitigen Wasserspiegels infolge eines Notabstaus gefordert. Diese Standsicherheitsnachweise waren in die geotechnische Stellungnahme E 8576b01G [U3] vom 19. Juli 2019 eingearbeitet worden, ausreichende Standsicherheiten der Seeböschungen konnten auf der Grundlage der Böschungsprofile nach [U1] hierbei nicht nachgewiesen werden.

Zwischenzeitlich wurden vom aktuellen Betreiber der Auskiesung Rhinau, der DMA Mineralaufbereitung GmbH, Kappel – Grafenhausen, aktuelle Ergebnisse einer Seevermessung mit 2 Profilschnitten [U4] übersandt. Die Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH, Wörth – Schaidt, wurde mit der Erarbeitung weiterer Standsicherheitsnachweise sowie der hierfür notwendigen untergrundhydraulischen Berechnungen auf der Grundlage der aktuellen Seevermessung am Ostufer der Auskiesungsfläche beauftragt.

## 2 Unterlagen

Der vorliegenden Stellungnahme liegen folgende Unterlagen zugrunde:

- [U1] Böschungsstandsicherheitsberechnung Kiesabbau Rhinau, Heinrich Krieger KG, Bericht mit Anlagen, Ingenieurbüro Herzog + Partner, Wörth, August 1998
- [U2] Geotechnisches Gutachten E 8576a02G: „Standicherheit der Baggerseeböschung bei der Tiefenaus Kiesung Kieswerk Rhinau, Fa. Krieger, Kappel - Grafenhausen, Gem. Rhinau“, Ingenieurgesellschaft Kärcher GmbH & Co.KG, Wörth – Schaidt, 13. Oktober 2017
- [U3] Geotechnische Stellungnahme E 8576b01G: „Kieswerk Rhinau, Fa. Krieger, Standicherheit der Baggerseeböschung bei schneller Spiegelsenkung, Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH, Wörth – Schaidt, 19. Juli 2019
- [U4] Abbauplan „Kiessabbau Rhinau-Vertiefung“ REGIOPLAN INGENIEURE Salzburg GmbH, 05. Mai 2018  
  
2 Querprofilzeichnungen am östlichen Ufer der Auskiesungsfläche, generiert aus Seevermessungsdaten aus den Jahren 2018 und 2020, REGIOPLAN INGENIEURE Salzburg GmbH, Februar 2020
- [U5] Übersichtslageplan, aufgestellt durch HYDRO-DATA, Radolfzell, 2017  
  
Hydrogeologische Untersuchungen, Kurzpumpversuche, aufgestellt durch HYDRO-DATA, Radolfzell, 12. April 2017  
  
Schichtprofil und Fotodokumentation von zwei Tiefenbohrungen gebohrt durch die Fa. Hettmannsperger Bohrunternehmung, Ötigheim, 2017, aufgestellt durch HYDRO-DATA, Radolfzell, 2017  
  
Rammwiderstände von zwei Rammsondierung mit der Schweren Sonde (DPH), ausgeführt durch HYDRO-DATA, Radolfzell, 2017  
  
„Abschlussbericht zu den rohstoffgeologischen und hydrogeologischen Untersuchungen Rhinau - Vertiefung des Nass-Kiesabbaus, HYDRO-DATA, Radolfzell, 22. September 2017
- [U6] Protokoll des Besprechungstermins vom 05. März 2020 beim RP Freiburg, Referat 53.3, REGIOPLAN INGENIEURE Salzburg GmbH, März 2020
- [U7] Untergrundhydraulische und bodenmechanische Berechnungen der Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH, Wörth-Schaidt, April 2020

Weiterhin wurden die im o.g. geotechnischen Gutachten aufgeführten Unterlagen zur Ausarbeitung der vorliegenden Stellungnahme herangezogen.

### **3 Geplante Baumaßnahme**

Nach den Vermessungsunterlagen [U4] ist aktuell am Baggersee Rhinau ein Auskiesungsniveau von ca. 110 m+NHN (vgl. Profil 2 [U4]) erreicht. Das derzeit genehmigte Niveau zur Auskiesung beträgt 100 m+NHN.

Seitens des Betreibers der Auskiesung Rhinau, der DMA Mineralaufbereitung GmbH, Kappel-Grafenhausen, wird eine Vergrößerung der Auskiesungstiefe von 100 m+NHN auf 70 m+NHN erwogen. Die zukünftigen Böschungen unter Wasser sollen analog der bisherigen Auskiesungstätigkeit unter einer Neigung von 1 : 2,0 angelegt werden (vgl. geotechnisches Gutachten [U1]).

Entsprechend den Vereinbarungen des Besprechungstermins vom 05. März 2020 [U6] sind die neuerlichen Standsicherheitsuntersuchungen bei einer Absenkung des rhein- bzw. stauhaltungsseitigen Wasserspiegels infolge einer Notabsenkung an der Stauhaltung Gerstheim zu führen.

Als maßgebender Geländeschnitt für das östliche Seeufer kann nach [U6] das Profil 2 der aktuellen Seevermessung [U4] angrenzend zum Hochwasserdammes VI (nachfolgend HWD VI genannt) verwendet werden. Zwischen der Böschungsschulter der vorhandenen Böschung unter Wasser und dem Hochwasserdamm VI ist am Profil 2 ein Abstand von  $a \approx 30$  m vorhanden, wobei das Vorland des Dammes teilweise unterhalb des Mittelwasserstandes liegt.

Seeseitig der Böschungsschulter sind in der aktuellen Seevermessung [U4] unter Wasser Halden mit Böschungsneigungen von ca. 1 : 1,5 erkennbar, die nach Mitteilung der DMA Mineralaufbereitung GmbH aus verklapptem Überkornmaterial bestünden. Der Fußpunkt des verklappten Materials ist nach dem Geländeverlauf des untersuchten Profils 2 auf einem Niveau von ca. 110 m+NHN zu erwarten, was der aktuell vorhandenen Auskiesungstiefe entspricht.

#### **3.1 Einstauwasserspiegel / Sinkgeschwindigkeiten**

Seitens des RP Freiburg, Referat 53.3 wurden die Wasserstände am HWD VI bei Rheinabflüssen von  $Q = 2.800 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q = 4.500 \text{ m}^3/\text{s}$  und  $Q = 6.000 \text{ m}^3/\text{s}$  wie folgt angegeben (Angaben im DHHN 92, Höhensystem 160):

$Q = 2.800 \text{ m}^3/\text{s}$       Wsp. = 161,0 m+NHN

$Q = 4.500 \text{ m}^3/\text{s}$       Wsp. = 161,6 m+NHN

$Q = 6.000 \text{ m}^3/\text{s}$       Wsp. = 162,4 m+NHN

Bei den o.g. Wasserständen handelt es sich um Hochwasserstände des Rheins. Beim vorliegend untersuchten Profil 2 der aktuellen Seevermessung [U4] mit der rheinseitig des HWD VI gelegenen Auskiesungsböschung werden bei konstantem Wasserspiegel diese Hochwasserstände für die Böschungsstandsicherheit nicht maßgebend und wurden daher nachfolgend nicht weiter untersucht.

Maßgebend für die rheinseitige Böschungsstandsicherheit im Bereich des HWD VI werden anzusetzende Niedrigwasserstände im Rhein sowie ein schnelles Absenken des rheinseitigen Wasserspiegels.

Nach Vorgabe des RP Freiburg und des Wasserstrassen- und Schifffahrtsamtes Freiburg ist bis zu einem Rheinabfluss von  $Q = 2.800 \text{ m}^3/\text{s}$  infolge von Havarievorgängen an der Stauhaltung Gerstheim und den Stauhaltungsdämmen von einer Notentleerung mit den nachfolgend tabellarisch aufgelisteten Wasserständen und Absenkungsgeschwindigkeiten auszugehen:

Tab.1: Wasserspiegellagen und Absenkungsgeschwindigkeiten am HWD VI oberhalb der Staustufe Gerstheim

Entleerungs- Vorgang [-]	Bemessungs- situation n. DIN 1054 [-]	Ausgangs- wasserspiegel [müNHN]	Ziel- wasserspiegel [müNHN]	Absenkungs- geschwindigkeit $V_a$ [m/h]
Wartung	BS - P	161,0	159,0	-
Notentleerung I	BS - A	161,0	156,0	1,2
Notentleerung II	BS - A	156,0	154,0	2,0

Für die nachfolgenden Standsicherheitsnachweise wurden entsprechend der Auftretenswahrscheinlichkeit des Entleerungsvorganges die oben aufgeführten Zuordnungen zu den Bemessungssituationen der DIN 1054:2010-12 getroffen.

Für den Entleerungsvorgang infolge einer Wartung an der Staustufe Gerstheim liegen keine Absenkungsgeschwindigkeiten vor. Um den Aufwand der nachfolgenden, untergrundhydraulischen Berechnungen zu optimieren, wurde eine Absenkungsgeschwindigkeit analog der Notentleerung I von  $v_a = 1,2 \text{ m/s}$  angesetzt.

Die Übertragung der o.g. Absenkungsziele und Absenkungsgeschwindigkeiten auf die Auskiesungsböschung im Bereich des HWD VI setzen voraus, dass der Wasserspiegel im Bereich der Auskiesung mit der Absenkung des Wasserspiegels im Bereich der Stauhaltung korrespondiert, was durch die große Öffnung zum Rhein gegeben sein sollte.

Entsprechendes wäre auch im Hinblick auf die evtl. erforderliche Überprüfung der Standsicherheit des Leitdammes der Stauhaltung am südöstlichen Ufer der Auskiesung zu überprüfen.

## **4 Baugrund. Bodenmechanische Kennwerte. Grundwasser**

### **4.1 Geologische Gliederung des Untergrundes**

Die Auskiesung Rhinau liegt im Bereich der Rheinniederung.

Unter geringmächtigen, bindigen Deckschichten (Mächtigkeit ca. 4 m) holozänen Alters folgen Wechsellagerungen von pleistozänen Kiessanden der Neuenburg- und unterlagernden Breisgau – Formation. Nach der Hydrogeologischen Kartierung des Geologischen Landesamtes beträgt die Gesamtmächtigkeit der Neuenburg- und Breisgau-Formation am Standort der Auskiesung ca. 60 m.

Unterhalb eines Niveaus von ca. 100 m+NHN folgen pleistozäne Kiessande der Iffezheim-Formation, die von fluvialem Jungtertiär unterlagert werden.

Oligozäne Tone und Mergel (Tertiär) sind in einer Tiefe von 100 – 120 m u. GOK (ca. 40 - 50 m+NHN) zu erwarten.

### **4.2 Untergrundaufbau / Lagerungsdichten**

Nach den Erkundungsergebnissen der Bohrung B 1/2017 [U5] setzt sich der Untergrund im oberflächennahen Bereich aus aufgefüllten Kiesen (vermutlich Oberflächenbefestigung) und darunter anstehenden schluffigen Tonen zusammen. Diese reichen bis in eine Tiefe von ca. 4 m unter das Geländeniveau und geben den Aufbau der i.d.R. anstehenden bindigen Deckschichten wieder.

Darunter folgen bis zur Endtiefe der Bohrung (95,5 m u. GOK / 65 m+NHN) Wechsellagerungen von schwach sandigen bis sandigen, z.T. steinigen Kiesen. Hinsichtlich der Kornverteilung differenzieren sich die anstehenden Kiessande der o.g. Formationen nicht. Bindige Zwischenhorizonte, welche den Untergrund in verschiedenen Grundwasserstockwerke untergliedern, konnten nach den hydrogeologischen Untersuchungen der HYDR-DATA, Radolfzell [U5] ebenfalls nicht nachgewiesen werden.

Zur Überprüfung der Lagerungsdichte der anstehenden Kiessande wurden Schwere Rammsondierungen (DPH 1/2017 u. DPH 2/2017) bis in 20 m Tiefe ausgeführt, deren Ergebnisse in [U5] dargestellt sind. Entsprechend den Rammwiderständen der Schwere Rammsondierungen DPH 1 u. DPH 2 kann bis in 15 m Tiefe unter GOK (oberhalb 145m+NHN) von einer mitteldichten Lagerung der anstehenden Kiessande ausgegangen werden. Darunter steigt die Lagerungsdichte auf dicht an. Entsprechend dem Formationswechsel zur Iffezheim-Formation und der gegebenen Überlagerungsmächtigkeit kann unterhalb von 100 m+NHN von einer sehr dichten Lagerung der Kiessande ausgegangen werden.

### 4.3 Bodenmechanische und untergrundhydraulische Kennwerte

Die anstehenden Böden sind aus der Bearbeitung zahlreicher Projekte in der näheren Umgebung ausreichend bekannt; auf die Durchführung von bodenmechanischen Laborversuche konnten daher verzichtet werden.

Die für erdstatische und untergrundhydraulischen Berechnungen und Nachweise erforderlichen Kennwerte der angetroffenen Bodenschichten sind unter Einbeziehung der erforderlichen Sicherheiten in der nachfolgenden Rechenwerttabelle aufgeführt. Hierin bezeichnet  $E_s$  den Steifemodul,  $\varphi'$  den Reibungswinkel,  $c'$  die Kohäsion und  $\gamma/\gamma'$  die Wichte/Wichte unter Auftrieb der jeweils angetroffenen Bodenschicht. Es handelt sich dabei um charakteristische, mittlere Werte im Sinne der DIN 1054:2010-12.

Tab. 2: bodenmechanische Kennwerte

Homogenbereich	Dammkörper /Deckschicht	Verklappung	Kiessand >145 m+NH N	Kiessand >100 m+NH N	Kiessand <100 m+NH N
Lagerungsdichte / Konsistenz	weich - steif	locker	mitteldicht	dicht	sehr dicht
Wichte $\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20 / 11	20 / 11	20 / 11	21 / 12	21 / 12
Reibungswinkel $\varphi_k$ [°]	27,5	32,5	35,0	37,5	40
Kohäsion $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	4	0	0	0	0
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	8	30	50	70	100
Durchlässigkeit $k_{f,k}$ [m/s]	$< 1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$ *)	$3,3 \cdot 10^{-4}$ *)	$2,75 \cdot 10^{-4}$ *)

\*) : nach den Ergebnissen der Kurzzeitpumpversuche der HYDRO-DATA [U5]

Für die nachfolgenden untergrundhydraulische Nachweise wurden den anstehenden Kiessanden in vertikaler und horizontaler Richtung die auf der Grundlage von Kurzzeitpumpversuchen [U5] der HYDRO-DATA, Radolfzell, ermittelten, hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwerte zugeordnet.

Weiterhin wurde für den vorliegenden, ungespannten Kiessandaquifer ein Speicherkoeffizient  $S_s$  in der Größe des durchflusswirksamen Porenvolumens von

$$S_s \cong n_w$$

angesetzt.

Die Größe des durchflusswirksamen Porenvolumens  $n_w$  [-] der anstehenden Kiessande sowie die relative Durchlässigkeit  $k_r = k_u/k$  [-] ist abhängig vom Porenwasserunterdruck  $-u$  [mWS] (Saugspannung). Für den Funktionsverlauf  $n_w = f(u)$  sowie  $k_r = f(u)$  wurden folgende Typkurven angesetzt:

Tab.3: Typkurven:

$n_w = f(u)$  (durchflusswirksamer Porenanteil  $n_w$  [-] in Abhängigkeit des Porenwasserunterdruckes  $-u$  [mWS]) und

$k_r = f(u)$  (relative Wasserdurchlässigkeit  $k_r = k_u/k_f$  in Abhängigkeit des Porenwasserunterdruckes  $-u$  [mWS])

$n_w = f(u)$		$k_r = k_u/k_f = f(u)$ *	
$-u$ [mWS]	$n_w$ [-]	$-u$ [mWS]	$k_r = k_u/k_f$ [-]
0,001	0,300	0,0	1,000
0,010	0,300	0,01	0,949
0,025	0,200	0,03	0,562
0,05	0,080	0,047	0,225
0,1	0,035	0,06	0,093
1	0,015	0,09	0,011
10	0,012	100	0,000
1000	0,010	-	-

\* gemäß Angaben des BAW-Merkblattes Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen, Ausgabe 2011 - Anhang



## 5 Untergrundhydraulische und erdstatische Berechnungen

Folgende untergrundhydraulischen Berechnungen und Standsicherheitsnachweise wurden geführt:

Berechnungen der bestehenden Auskiesungsböschung:	Anlagen 3.ff
Berechnungen der genehmigten Auskiesung bis 100 m+NHN:	Anlagen 4.ff
Berechnungen der Tiefenerweiterung der Auskiesung auf 70 m+NHN:	Anlagen 5.ff
Berechnungen der Erdbebenstandsicherheit bei Tiefenerweiterung:	Anlagen 6.ff

### 5.1 Untergrundhydraulische Nachweise

Aufgrund der oben beschriebenen Absenkung des seeseitigen Wasserspiegels bei einer Wartung der Staustufe Gerstheim und anschließenden Notentleerungen variiert die Porenwasserdruckverteilung im Kiessandaquifer mit der Zeitspanne  $\Delta t$  [s], welche seit Beginn des Absenkungsvorganges vergangen ist.

Die Porenwasserdrücke im Kiessandaquifer zu verschiedenen Zeitpunkten des Absenkungsvorganges wurden mittels instationärer Finiter – Element – Methode bestimmt. Die verwendeten Modellnetze sind in den Anlage 3.0 / 4.0 und 5.0 zeichnerisch dargestellt.

Als Ausgangszustand der instationären Strömungsberechnung wurde ein stationärer Durchströmungszustand des Kiessandaquifers infolge des seeseitigen Einstaus des HWD VI auf HW = 161,0 m+NHN angesetzt. Luftseitig des HWD wurde hierbei der in den hydrogeologischen Untersuchungen der HYDRO – DATA [U5] prognostizierte maximale Grundwasserstand von GW = 158,75 m+NHN angenommen. Die resultierenden Porenwasserdruckverteilungen im Untergrund sind in den Anlagen 3.1a / 4.1a / 5.1a dargestellt.

Mit Beginn des Absenkungsvorganges ( $\Delta t = 0$  s) wurde entsprechend den Vorgaben des Regierungspräsidiums Freiburg (vgl. Kap. 3.1) ein Absinken des seeseitigen Wasserspiegels (linker Rand des FE – Netzes, vgl. Anl. 3.0 / 4.0 / 5.0) mit einer konstanten Absenkungsgeschwindigkeit von  $v_a = 1,2$  m/s angenommen. Dem rechten Rand des FE – Netzes wurde ein zeitlich konstantes Potentialniveau von GW = 158,75 m+NHN zugeordnet.

Der Revisionswasserspiegel von Wsp. = 159,0 m+NHN ist bei der o.g. Absenkgeschwindigkeit von  $v_a = 1,2$  m/s nach  $\Delta t \cong 6.000$  s (1 h 40 min) erreicht. Die Berechnungsergebnisse der Porenwasserdruckverteilung im Untergrund zum Zeitpunkt  $\Delta t \cong 6.000$  s sind in den Anlagen 3.2a / 4.2a / 5.2a dargestellt.

Bei einer Fortsetzung des Absenkungsvorganges mit der gleichbleibend, konstanten Absenkgeschwindigkeit von  $v_a = 1,2$  m/s (Notentleerung I, vgl. Kap. 3.1) ist das Absenkungsmaß des rheinseitigen Wasserspiegels von Wsp.  $\cong 156,0$  m+NHN nach insgesamt  $\Delta t \cong 15.000$  s (4 h 10 min) erreicht. Die Berechnungsergebnisse der Porenwasserdruckverteilung zu diesem Zeitpunkt von  $\Delta t \cong 15.000$  s sind in den Anlagen 3.3a / 4.3a / 5.3a dargestellt.

Bei einer anschließenden Erhöhung der Absenkungsgeschwindigkeit auf  $v_a = 2,0$  m/s (Notentleerung II, vgl. Kap. 3.1) ist nach insgesamt  $\Delta t \cong 18.600$  s (5 h 10 min) das Absenkungsmaß des seeseitigen Wasserspiegels von  $W_{sp.} \cong 154,0$  m+NN erreicht, die Berechnungsergebnisse der Porenwasserdruckverteilung sind in den Anlage 3.4a / 4.4a / 5.4a dargestellt.

## 5.2 Stand sicherheitsnachweise

Die Standsicherheit der zukünftigen Auskiesungsböschung bei den o.g. Entleerungsvorgängen der Staustufe Gerstheim wurde vereinbarungsgemäß [U6] am Profil 2 der aktuellen Seevermessung [U4] überprüft.

Eine ausgeprägte horizontale Untergrundsichtung ist in der Auskiesungsböschung nicht zu erwarten, der Nachweis der globalen Standsicherheit wird daher nach der DIN 4084 mit kreisförmigen Bruchflächen geführt. Dieser Nachweis ist entsprechend der DIN 1054: 2010-12 in die Grenzzustandsbedingung Geo-3 einzuordnen.

Maßgebend für die statischen Nachweise der Auskiesungsböschung sind die Strömungskräfte aus der Absenkung des rheinseitigen Wasserspiegels bei der Entleerung der Staustufe Gerstheim. Die aus den o.g. instationären FE - Berechnungen ermittelten Porenwasserdruckverteilungen wurden daher in die Standsicherheitsberechnungen der unterwasserseitigen Böschung übertragen.

Gemäß der DIN 19712:2013-01 (Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern) sowie den Vorgaben des RP Freiburg und des Wasserstrassen- und Schifffahrtsamtes Freiburg (vgl. Kap. 3.1) werden folgende Lastfälle untersucht:

### Bemessungssituation BS – P: Wartungsarbeiten an der Staustufe Gerstheim

Eine Absenkung des rheinseitigen Wasserspiegels von 161,0 müNHN auf 159,0 müNHN infolge von Wartungsarbeiten an der Staustufe Gerstheim wurde der Bemessungssituation BS – P nach DIN 1054:2010-12 zugeordnet.

Die Berechnungsergebnisse der Standsicherheitsnachweise nach DIN 4084 bei den verschiedenen Auskiesungstiefen sind in den Anlagen 3.2b / 4.2b / 5.2b für die o.g. kreisförmigen Bruchflächen dargestellt. Wie aus der Anlage 5.2b ersichtlich, wurden auch bei einer Vergrößerung der vorhandenen Auskiesungstiefe von 110,0 m+NNH auf 70 m+NNH ausreichende Ausnutzungsgrade von  $\mu = 0,61 \leq 1,0$  ermittelt, wobei der maßgebende Gleitkreis oberhalb des verklappten Überkornmaterials verläuft. Gleitkreise, welche am Fußpunkt der erweiterten Auskiesungsböschung austreichen und den HWD VI tangieren, weisen geringere Ausnutzungsgrade von  $\mu = 0,57 \leq 1,0$  (vgl. Anl. 5.2c) auf. Voraussetzung hierfür ist, dass bei der Tiefenerweiterung der Auskiesung auf einem Niveau von ca. 110 m+NNH zum Fußpunkt des verklappten Überkornmaterials ein horizontaler Abstand von  $a \geq 20$  m eingehalten wird.

Oberflächennahe Gleitkreise, welche innerhalb des verklappten Überkornmaterials verlaufen, weisen in Abhängigkeit der Größe des Absenkungsvorganges Ausnutzgrade von  $\mu = 1,32 - 1,47$  (vgl. Anl. 3.2c) auf, die oberhalb des Grenzgleichgewichtes des Versagens liegen. Oberflächennahe Böschungsnachbrüche im Bereich des verklappten Schüttmaterials unter Wasser können somit bei einer Absenkung des seeseitigen Wasserspiegels nicht ausgeschlossen werden, was jedoch aufgrund des Herstellungsverfahrens der Verklappung (keine Verdichtung unter Wasser, Einstellung des Schüttwinkels nahe dem Grenzgleichgewicht) ohnehin zu erwarten war. Nach den Ergebnissen der Standsicherheitsberechnungen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese oberflächennahen Nachbrüche unter Wasser die Standsicherheit des HWD VI nicht beeinflussen und die vorhandene Uferlinie der Auskiesungsfläche erhalten bleibt.

#### Bemessungssituation BS – A: Notentleerung I und II:

Absenkungen des seeseitigen Wasserspiegels von 161,0 m+NHN auf 156,0 m+NHN bzw. 154,0 m+NHN infolge von Havarievorgängen an der Staustufe Gerstheim wurden nach der DIN 19712:2013-01 der Bemessungssituation BS – A zugeordnet.

Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen bei der Notentleerung I sind in den Anlagen 3.3b / 4.3b / 5.3b dargestellt. Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen bei der Notentleerung II auf einen Wasserspiegel von 154,0 m+NHN sind in den Anlagen 3.4b / 4.4b / 5.4b dargestellt, welche die maßgebende Belastungssituation dargestellt:

Wie aus der Anlage 5.4b ersichtlich, wurden bei der Vergrößerung der Auskiesungstiefe auf 70 m+NHN gerade ausreichende Ausnutzgrade von  $\mu = 0,99 \leq 1,0$  ermittelt, wobei der maßgebende Gleitkreis auch bei der Notentleerung II oberhalb des verklappten Überkornmaterials verläuft. Voraussetzung hierfür ist auf hierbei die Einhaltung eines horizontalen Abstandes von  $a \geq 20$  m zum Fußpunkt der Verklappung auf einem Niveau von ca. 110 m+NHN. Wie aus der Anlage 5.4d ersichtlich, weisen dann oberflächennahe Gleitkreise, welche innerhalb der Verklappung und der Tiefenerweiterung der Auskiesung verlaufen, ein vergleichbares und ausreichendes Sicherheitsniveau von  $\mu = 0,99 \leq 1,0$  auf.

Gleitkreise, welche am Fußpunkt der erweiterten Auskiesungsböschung austreichen und den HWD VI tangieren, weisen auch bei der Notentleerung II (Absenkung auf Wsp. = 154,0 m+NHN) höhere, ausreichende Standsicherheiten auf, was durch Ausnutzgrade von  $\mu = 0,54 \leq 1,0$  (vgl. Anl. 5.4c) belegt wird.

### **5.3 Erdbebensicherheit**

Die Erdbebensicherheit der Auskiesungsböschung wurde entsprechend der DIN 19700, Teil 10 – 12, sowie der der Arbeitshilfe des Landes Baden – Württemberg für ein sogenanntes Bemessungserdbeben mit einer Jährlichkeit von  $T = 1.000$  a und ein „Betriebserdbeben“ mit einer Jährlichkeit von  $T = 500$  a geführt.

Basierend auf den Daten des Geoforschungszentrums Potsdam wurden der o.g. Erdbebenjährlichkeit von  $T = 1.000$  a eine Spitzenbodenbeschleunigung von  $a_{g0} = 1,26 \text{ m/s}^2$  und der Erdbebenjährlichkeit von  $T = 500$  a eine Spitzenbodenbeschleunigung von  $a_{g0} = 0,91 \text{ m/s}^2$  zugeordnet.

Der Nachweis des Betriebserdbebens erfolgte bei gleichzeitigem Ansatz der Porenwasserdruckverteilung durch einen Entleerungsvorgang an der Staustufe Gerstheim infolge von Wartungsarbeiten (Absenkung des seeseitigen Wasserspiegels von 161,0 m+NHN auf 159,0 m+NHN, vgl. Kap. 3.1). Der Nachweis des Betriebserdbebens wurde daher ebenfalls der Bemessungssituation BS-A nach der DIN 19712 zugeordnet.

Beim Nachweis des Bemessungserdbebens wurde entsprechend den Forderungen der DIN 19700, Teil 10 – 12, ein konstanter Einstau auf dem Niveau des Mittelwasserstandes von  $MW = 160,0 \text{ m+NHN}$  angesetzt, wobei nach der DIN 19712 bzw. DIN 19700, Teil 10 – 12, ebenfalls eine Zuordnung zur Bemessungssituation BS-A / BS III erfolgte.

Die Standsicherheitsnachweise unter Erdbebeneinwirkung wurden unter „quasistatischen Lastansätzen“ geführt, wobei die Größe der vertikalen Erdbebenbeschleunigung mit  $\frac{2}{3}$  der horizontalen Erdbebenbeschleunigung angesetzt wurde. Bodenverflüssigungsvorgänge sind bei den vorhandenen Lagerungsdichten der anstehenden, grobkörnigen Kiessande nicht zu erwarten, auf eine zusätzliche Abminderung der Bodenkennwerte wurde daher verzichtet.

Wie aus den Anlagen 6.1a und 6.2a ersichtlich, wurden sowohl beim Betriebserdbeben als auch beim Bemessungserdbeben ausreichende Ausnutzungsgrade von  $\mu = 0,89 - 0,99 \leq 1,0$  ermittelt, wobei der maßgebende Gleitkreis oberhalb des verklappten Überkornmaterials verläuft.

Tiefer reichende Gleitkreise, welche die gesamte Böschung bei einer Vergrößerung der Auskiesungstiefe auf 70 m+NHN erfassen, zeigen bei Einhaltung des o.g. horizontalen Abstandes von  $a \geq 20 \text{ m}$  zum Fußpunkt der Verklappung beim Betriebs- und Bemessungserdbeben ebenfalls ausreichende Ausnutzungsgrade von  $\mu = 0,80 - 0,88 \leq 1,0$  (vgl. Anlagen 6.1b und 6.2b).

## 6 Zusammenfassung

Zur besseren Übersicht sind die Ergebnisse der einzelnen Standsicherheitsberechnungen tabellarisch zusammengestellt:

Tab. 4: Ausnutzungsgrade n. DIN 1054 für die seeseitige Auskiesungsböschung am Profil 2 des HWD VI

Profil	Bemessungssituation n. DIN 1054	Anl.	Ausnutzungsgrad $\mu$ [-]
bestehende Auskiesungs- böschung	Dauerstau: BS-P	3.1b	0,47
	Entleerung BS-P / Fußpunkt HWD VI	3.2b	0,61
	Entleerung BS-P / Verklappung oberflächennah	3.2c	1,32
	Notentleerung I: BS-A / Fußpunkt HWD VI	3.3b	0,80
	Notentleerung II: BS-A / Fußpunkt HWD VI	3.4b	1,00
	Notentleerung II: BS-A / Verklappung oberflächennah	3.4c	1,47
genehmigte Auskiesung bis 100 m+NN	Dauerstau: BS-P	4.1b	0,48
	Entleerung BS-P / Fußpunkt HWD VI	4.2b	0,59
	Entleerung BS-P / Böschung gesamt	4.2c	0,48
	Notentleerung I: BS-A / Fußpunkt HWD VI	4.3b	0,78
	Notentleerung II: BS-A / Fußpunkt HWD VI	4.4b	0,94
	Notentleerung II: BS-A / Böschung Gesamt	4.4c	0,66
erweiterte Auskiesung bis 70 m+NHN	Dauerstau: BS-P	5.1b	0,51
	Entleerung BS-P / Fußpunkt HWD VI	5.2b	0,61
	Entleerung BS-P / Böschung gesamt	5.2c	0,57
	Notentleerung I: BS-A / Fußpunkt HWD VI	5.3b	0,79
	Notentleerung I: BS-A / Böschung gesamt	5.3c	0,56
	Notentleerung II: BS-A / Fußpunkt HWD VI	5.4b	0,99
	Notentleerung II: BS-A / Böschung Gesamt	5.4c	0,54
	Notentleerung II: BS-A / Böschung oberflächennah	5.4d	1,01
Erdbeben- nachweise	Bemessungserdbeben: BS-A / Fußpunkt HWD VI	6.1a	0,89
	Bemessungserdbeben: BS-A / Böschung gesamt	6.1b	0,88
	Betriebserdbeben: BS-A / Fußpunkt HWD VI	6.2a	0,99
	Betriebserdbeben: BS-A / Böschung gesamt	6.2b	0,80

Wie aus den Anlagen 3.1b – 6.2b und der vorstehenden Tabelle ersichtlich, zeigen die Gleitkreise, welche den Fußpunkt des HWD VI tangieren, bei sämtlichen Abstauvorgängen ausreichende Ausnutzungsgrade von  $\mu \leq 1,0$ . Die maßgebenden Gleitkreise befinden sich hierbei oberhalb des verklappten Überkornmaterials.

Gleitkreise, welche die gesamte Auskiesungsböschung durchlaufen und den Fußpunkt des HWD VI tangieren, weisen geringere Ausnutzungsgrade auf und besitzen somit ein höheres Sicherheitsniveau. Voraussetzung hierfür ist, dass zwischen dem Fußpunkt des verklappten Überkornmaterials und der Böschungsschulter der zukünftigen Tiefenerweiterung der Auskiesung ein horizontaler Abstand von  $a > 20$  m verbleibt. Gleitkreise, welche im Böschungsbereich der Tiefenerweiterung und dem verklappten Überkornmaterial verlaufen (vgl. Anl. 5.4d), weisen dann ebenfalls ausreichende Ausnutzungsgrade auf.

Die Böschungen des verklappten Überkornmaterials befinden sich herstellungsbedingt nahe dem Grenzgleichgewicht des Versagens, da sich der Schüttwinkel unter Wasser nahe dem Reibungswinkel  $\varphi_k$  des Schüttmaterials einstellt. Bei Auftreten von zusätzlichen, treibenden Kräften in der Böschung, was beispielsweise durch die Strömungskräfte bei den zu untersuchenden Absenkungsereignissen geschieht, sind oberflächennahe Böschungsnachbrüche im verklappten Schüttmaterial unter Wasser nicht auszuschließen. Nach den Ergebnissen der Standsicherheitsberechnungen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese oberflächennahen Nachbrüche unter Wasser die Standsicherheit des HWD VI nicht beeinflussen und die vorhandene Uferlinie der Auskiesungsfläche erhalten bleibt.



(Dipl.-Geol. M. Heckmann)







(Dipl.-Ing. J. Santo)

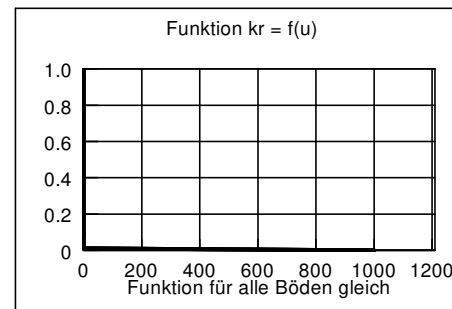
Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Bestand 2020, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.0	1 : 2500	16.04.2020	He	He

Boden	kx	ky	neff	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	Kiessandaquifer > 100 m+NHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

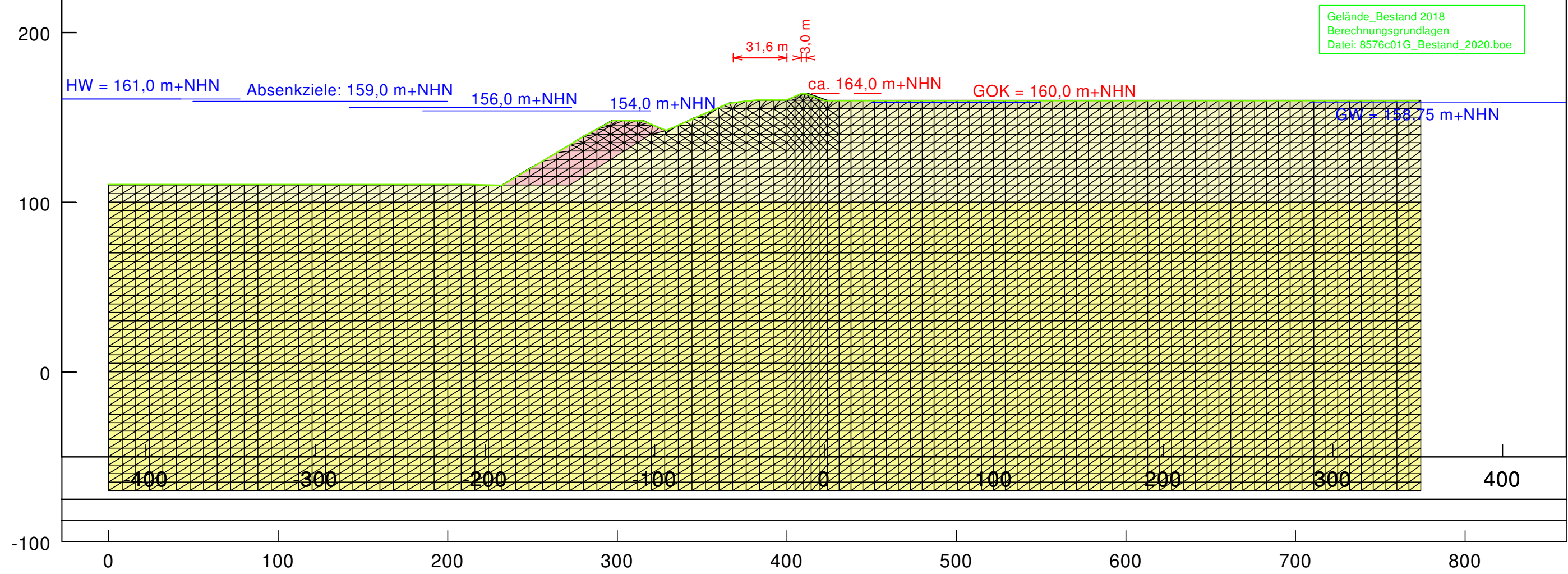
Profil 2, Bemessungssituation BS-P  
 Datei: 8576c01G\_Anl31.fen  
 FE-Netz mit 9169 Elementen und 4744 Knoten



### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Datei: 8576c01G\_Bestand\_2020.boe



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Bestand 2020, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.1a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
[Symbol]	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
[Symbol]	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
[Symbol]	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 m+NHN
[Symbol]	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

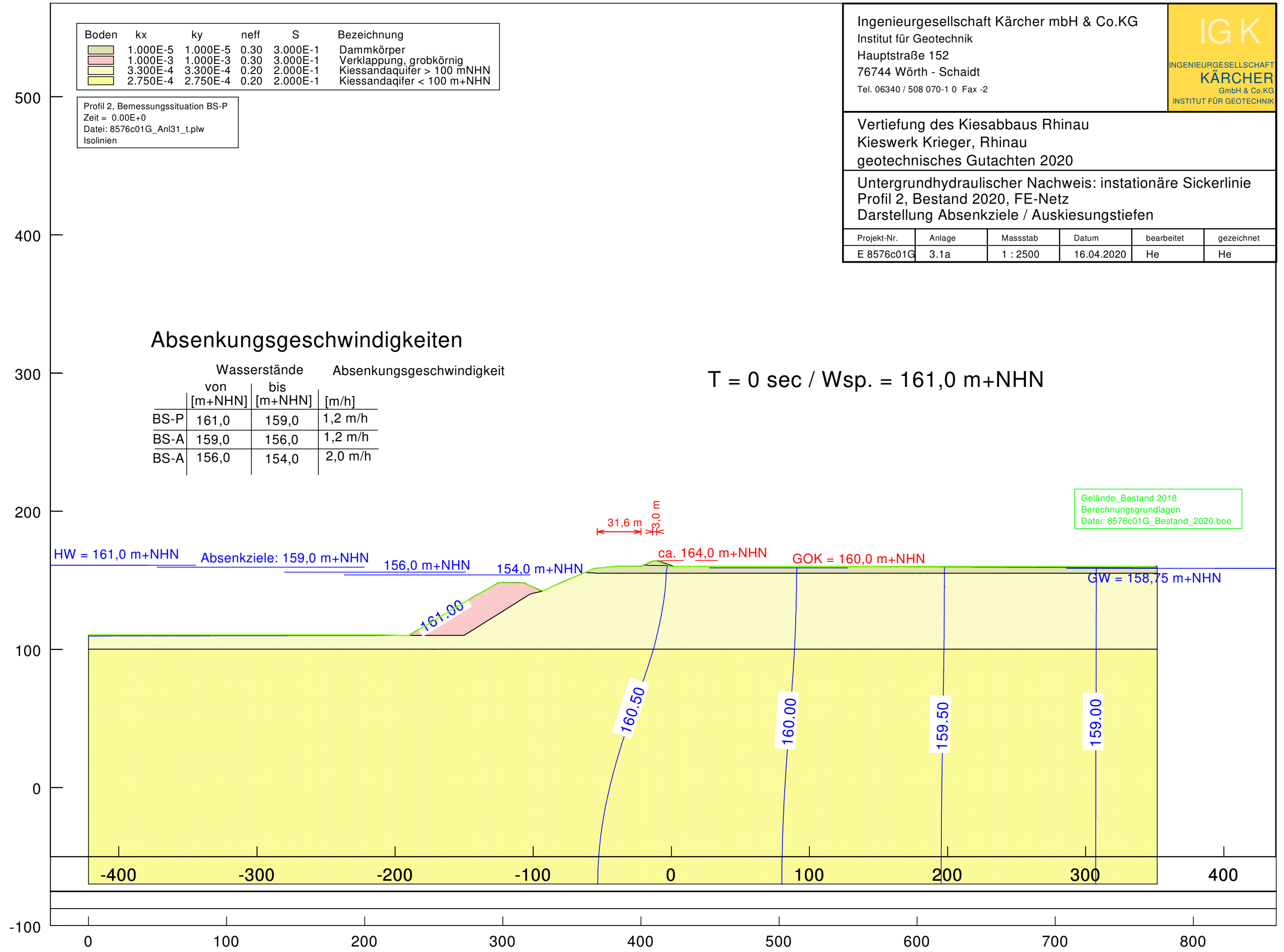
Profil 2, Bemessungssituation BS-P  
 Zeit = 0.00E+0  
 Datei: 8576c01G\_An131\_t.plw  
 Isolinien

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

T = 0 sec / Wsp. = 161,0 m+NHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Datei: 8576c01G\_Bestand\_2020.boe

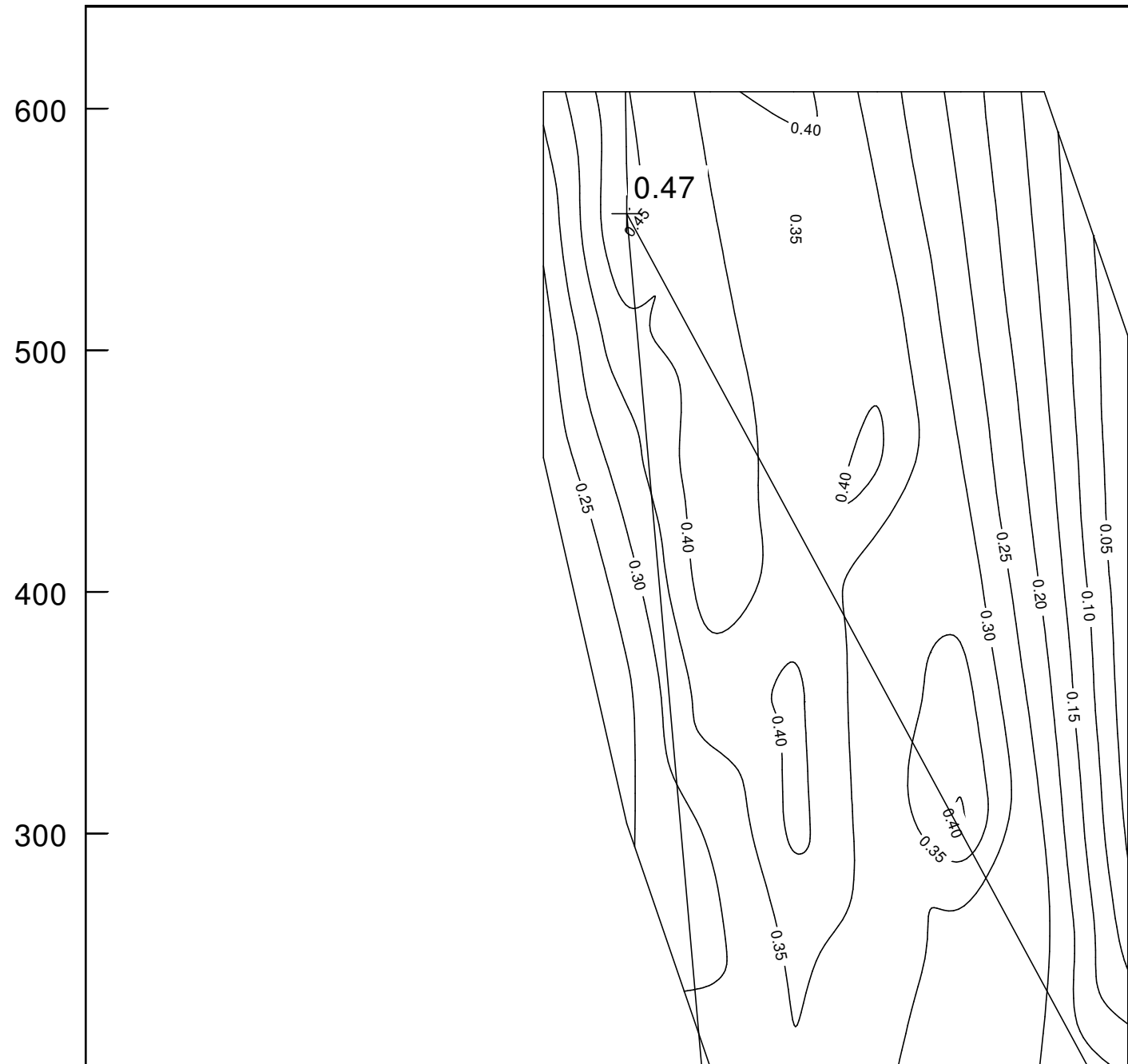




Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Bestand 2020, FE-Netz  
 Dauerstau, Wsp. = 161,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Masstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.1b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

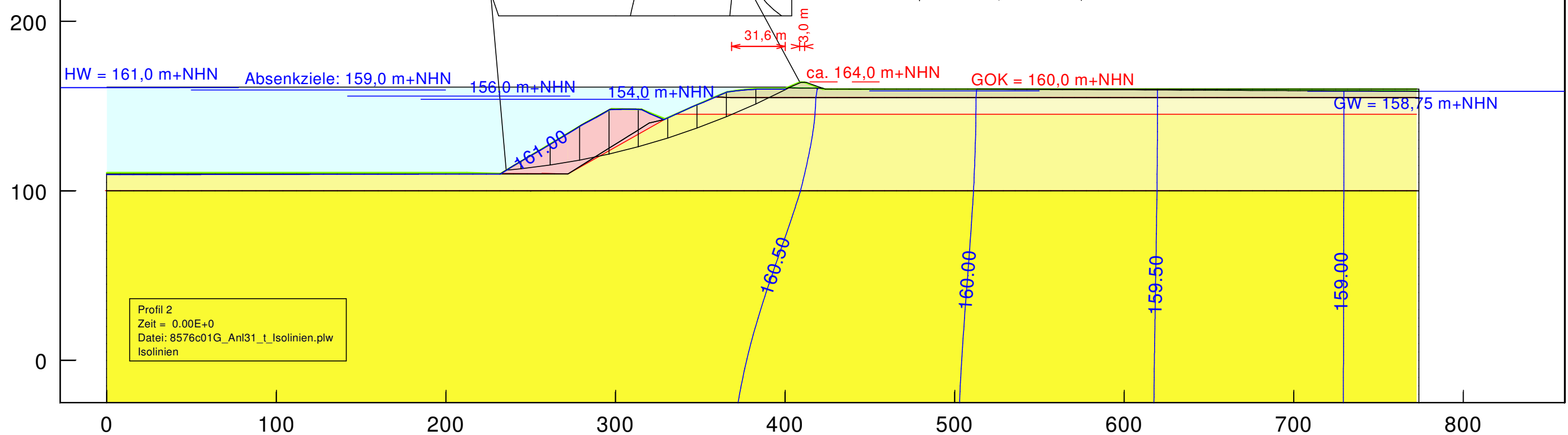


Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Light Yellow]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.47$   
 $x_m = 196.44 \text{ m}$   $y_m = 556.36 \text{ m}$   
 $R = 446.05 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c) = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: 8576c01G\_An131b.boe



Profil 2  
 Zeit = 0.00E+0  
 Datei: 8576c01G\_An131\_t\_Isolinien.plw  
 Isolinien

Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Bestand 2020, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.2a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
[Symbol]	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
[Symbol]	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
[Symbol]	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 m+NHN
[Symbol]	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

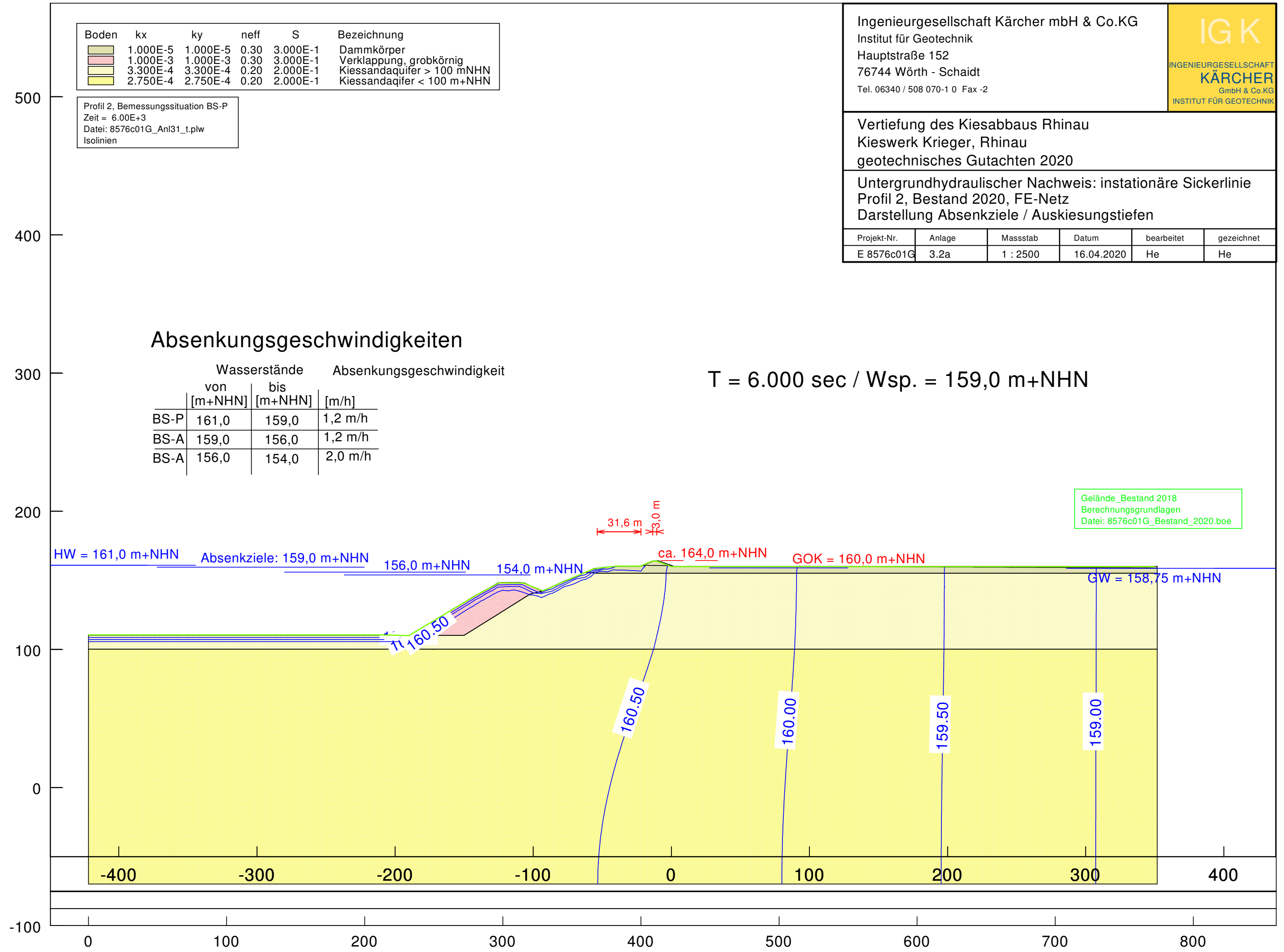
Profil 2, Bemessungssituation BS-P  
 Zeit = 6.00E+3  
 Datei: 8576c01G\_An131\_t.plw  
 Isolinien

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

T = 6.000 sec / Wsp. = 159,0 m+NHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Datei: 8576c01G\_Bestand\_2020.boe

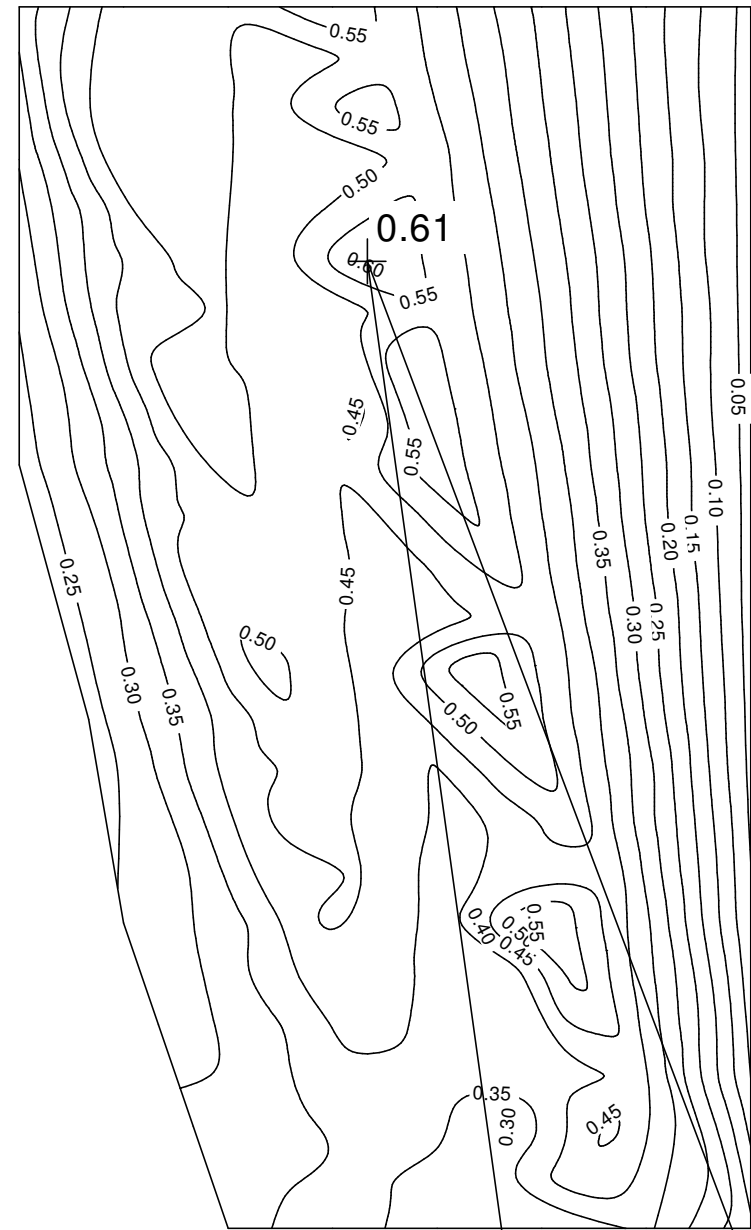


Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Bestand 2020, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 159,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.2b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

600  
500  
400  
300  
200  
100  
0

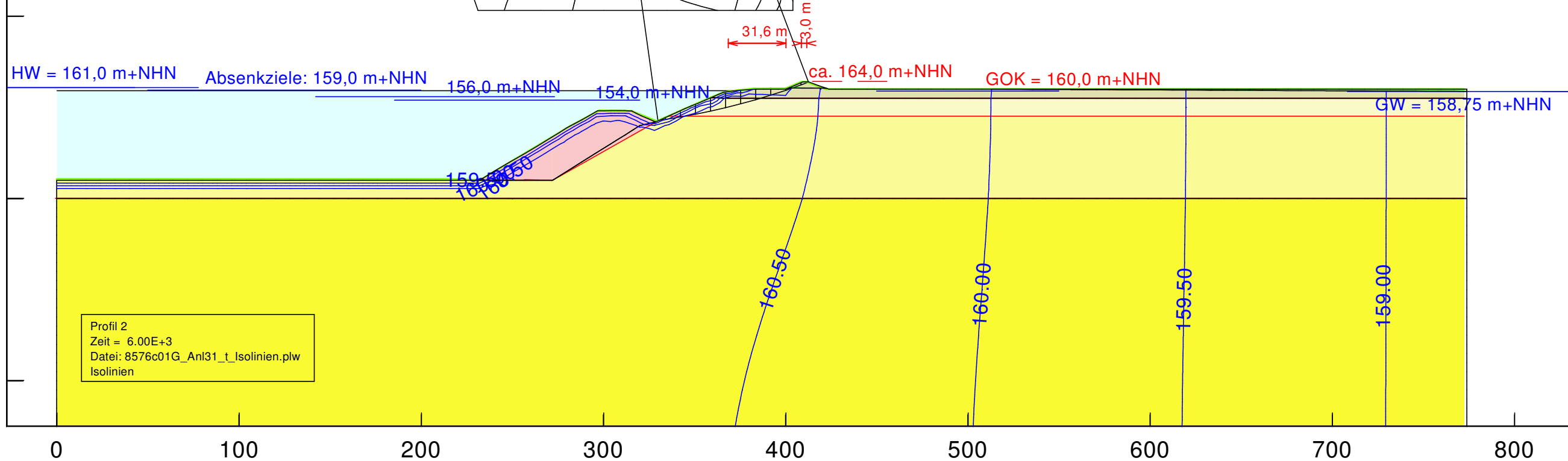


Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Light Yellow]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.61$   
 $x_m = 277.09$  m  $y_m = 522.71$  m  
 $R = 383.68$  m  
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: 8576c01G\_Anl32b.boe

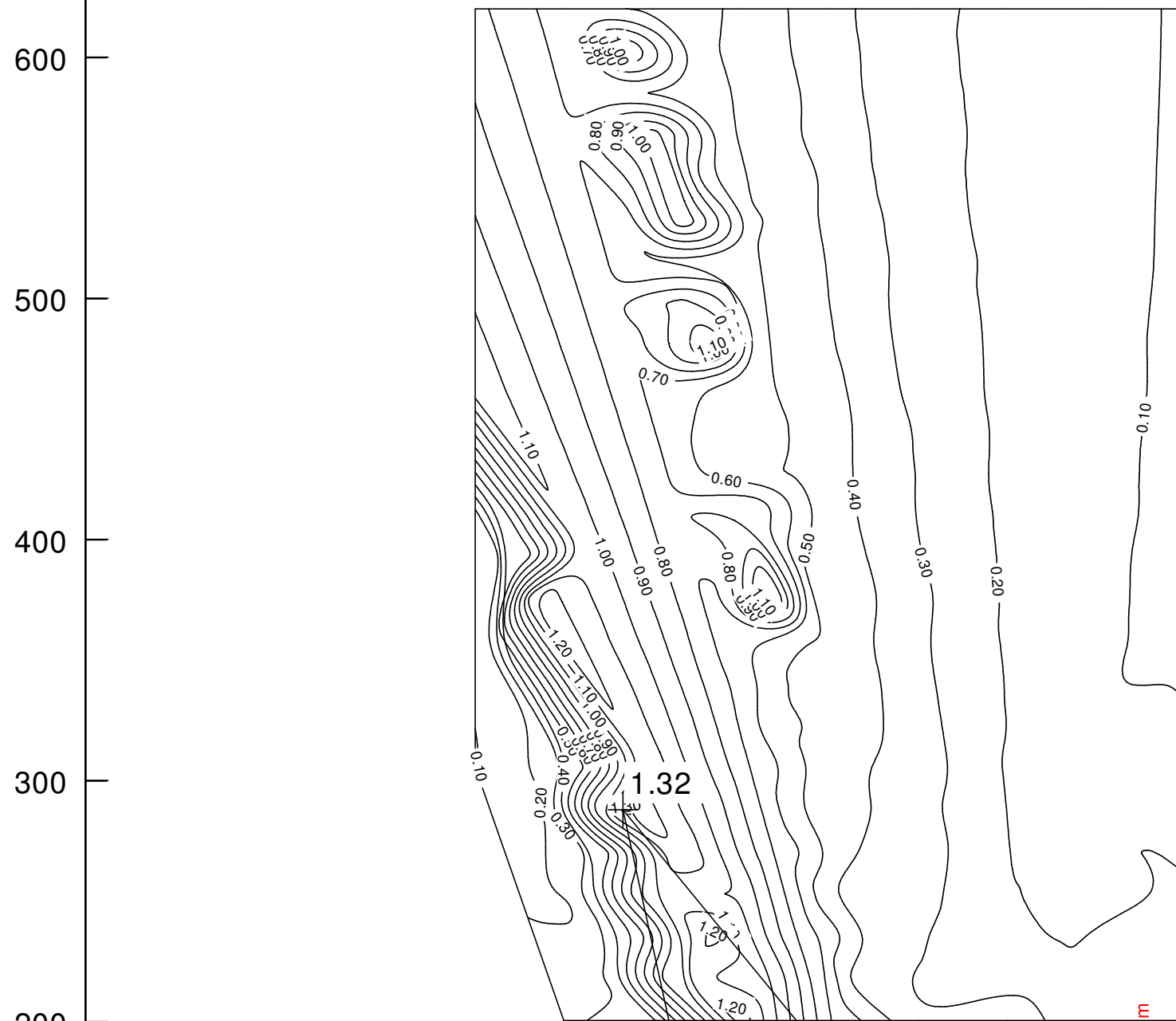


Profil 2  
 Zeit = 6.00E+3  
 Datei: 8576c01G\_Anl31\_t\_Isolinien.plw  
 Isolinien

Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Bestand 2020, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 159,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Masstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.2c	1 : 2500	16.04.2020	He	He

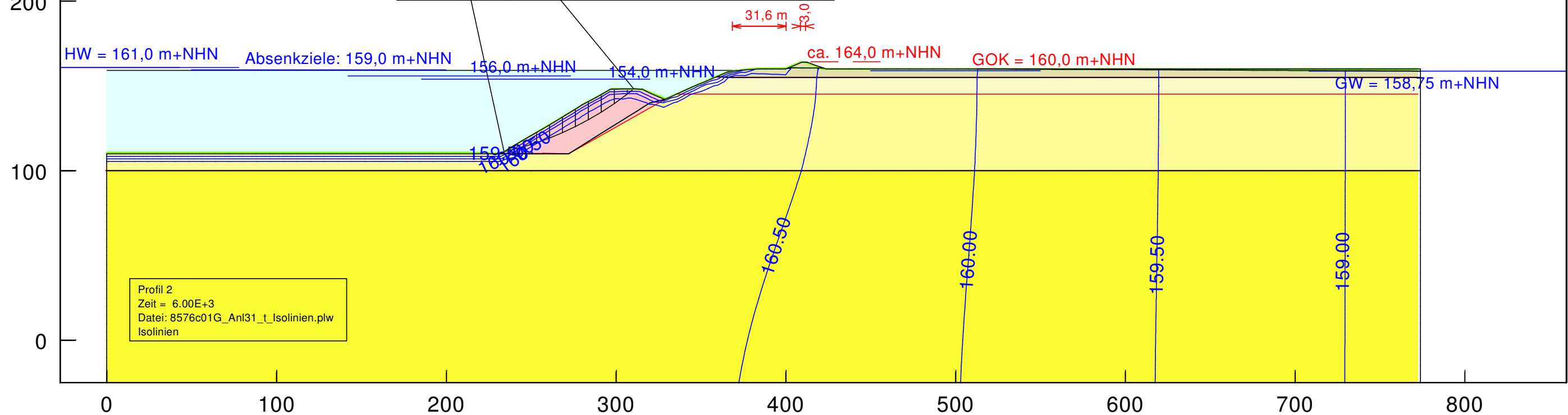


Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN





### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 1.32$   
 $x_m = 195.38 \text{ m}$   $y_m = 287.83 \text{ m}$   
 $R = 180.90 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi) = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: 8576c01G\_An132c.boe



Profil 2  
 Zeit = 6.00E+3  
 Datei: 8576c01G\_An131\_t\_Isolinien.plw  
 Isolinien

Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 m+NHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Bemessungssituation BS-P  
 Zeit = 1.50E+4  
 Datei: 8576c01G\_An131\_t.plw  
 Isolinien

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH & Co.KG  
 Institut für Geotechnik  
 Hauptstraße 152  
 76744 Wörth - Schaidt  
 Tel. 06340 / 508 070-1 0 Fax -2



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Bestand 2020, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

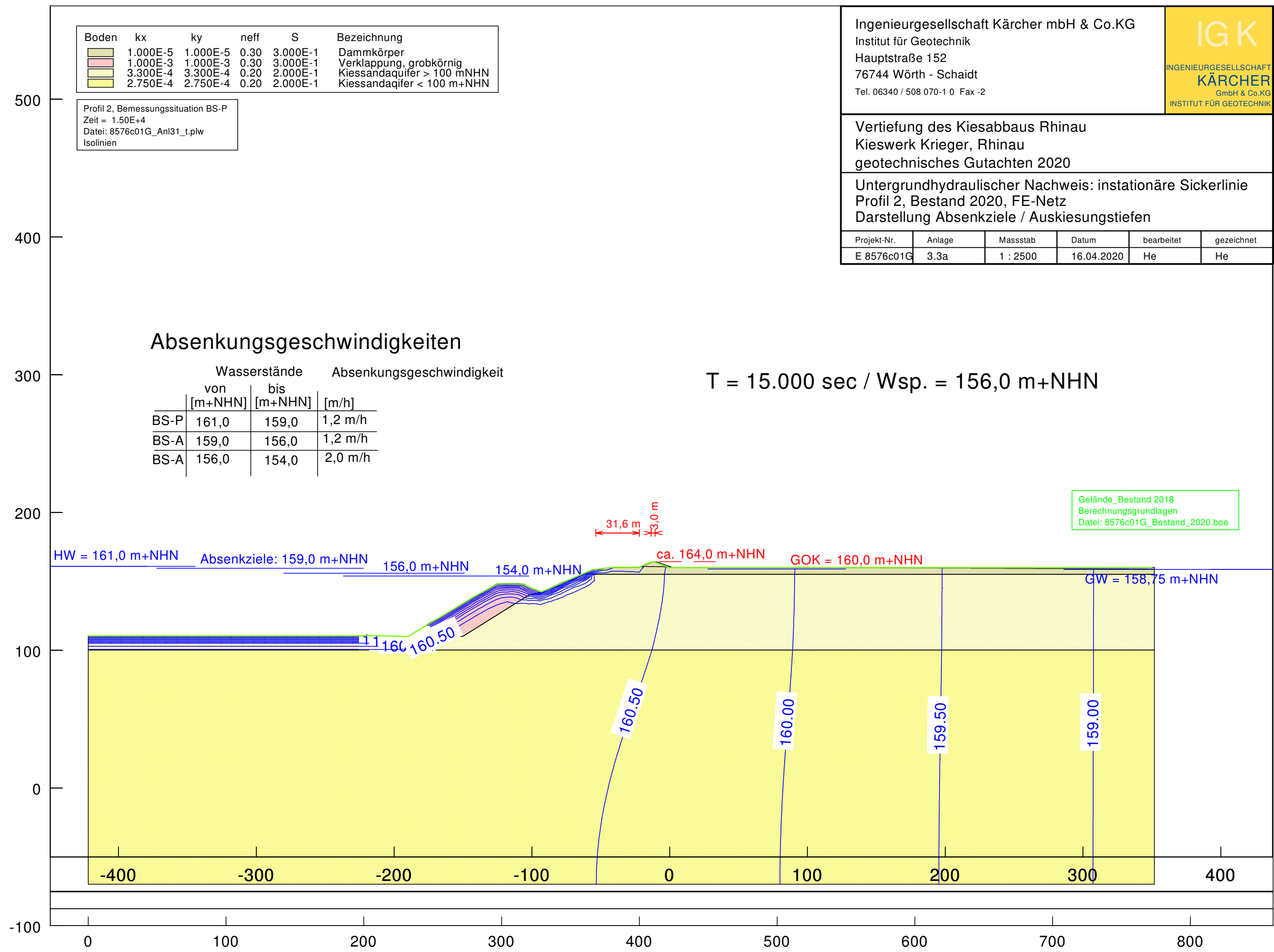
Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.3a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

T = 15.000 sec / Wsp. = 156,0 m+NHN

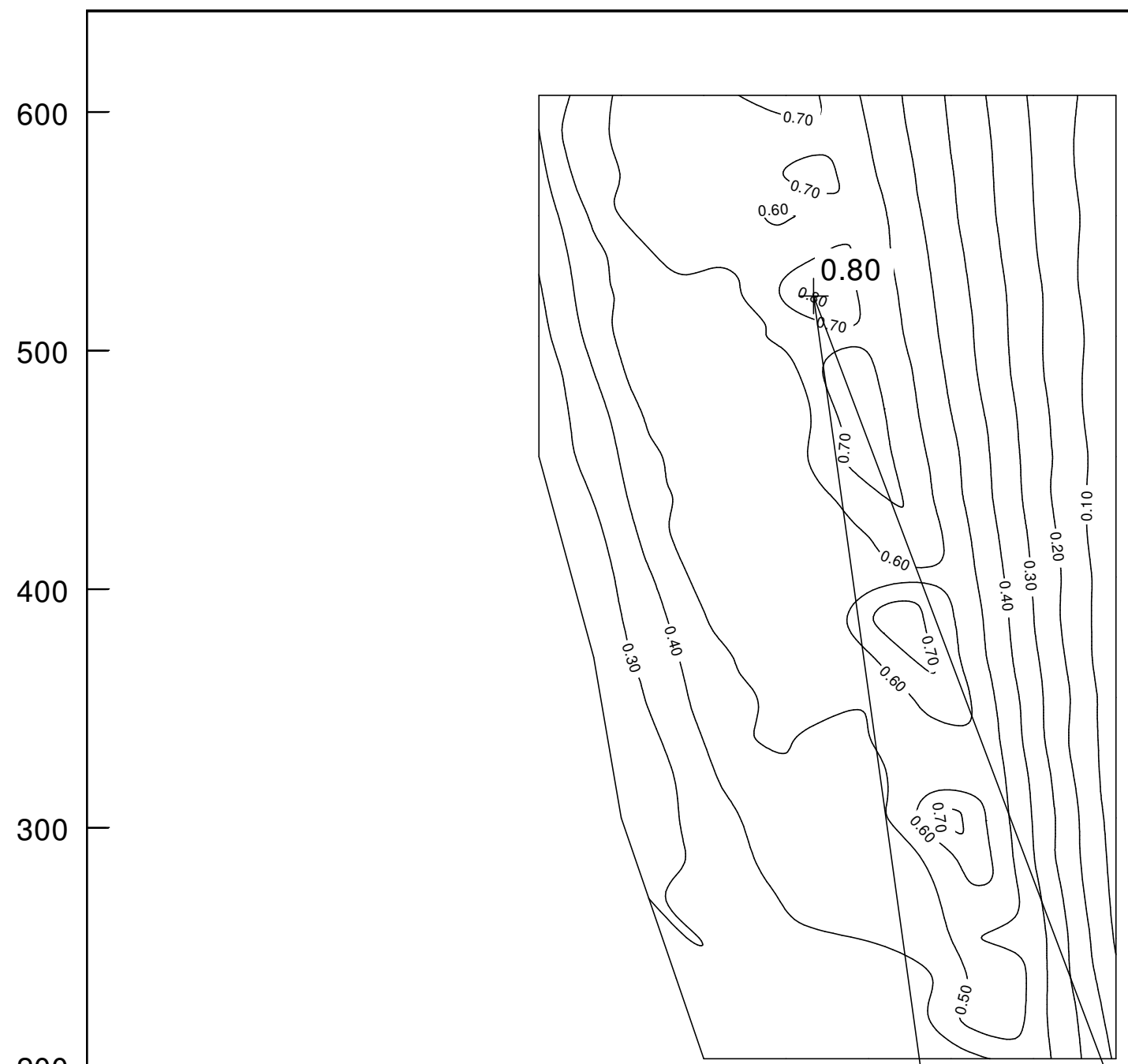
Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Datei: 8576c01G\_Bestand\_2020.boe



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Bestand 2020, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 156,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Masstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.3b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

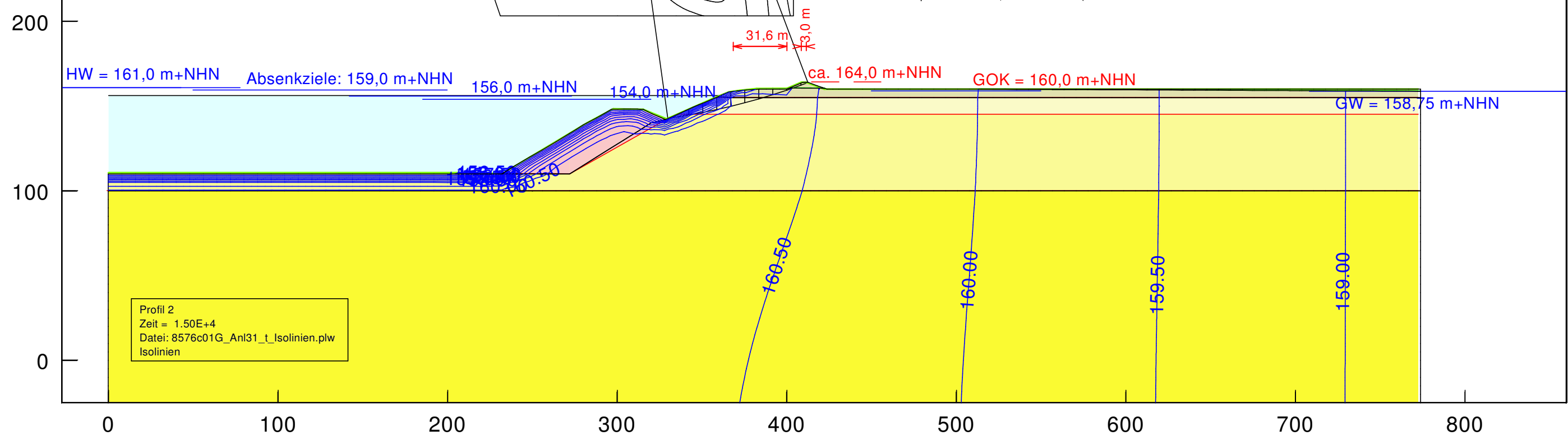


Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.80$   
 $x_m = 277.09 \text{ m}$   $y_m = 522.71 \text{ m}$   
 $R = 383.68 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_An133b.boe



Profil 2  
 Zeit = 1.50E+4  
 Datei: 8576c01G\_An131\_t\_Isolinien.plw  
 Isolinien

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.4a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
█	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
█	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
█	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 m+NHN
█	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Bemessungssituation BS-P  
 Zeit = 1.86E+4  
 Datei: 8576c01G\_An131\_t.plw  
 Isolinien

500

400

300

200

100

0

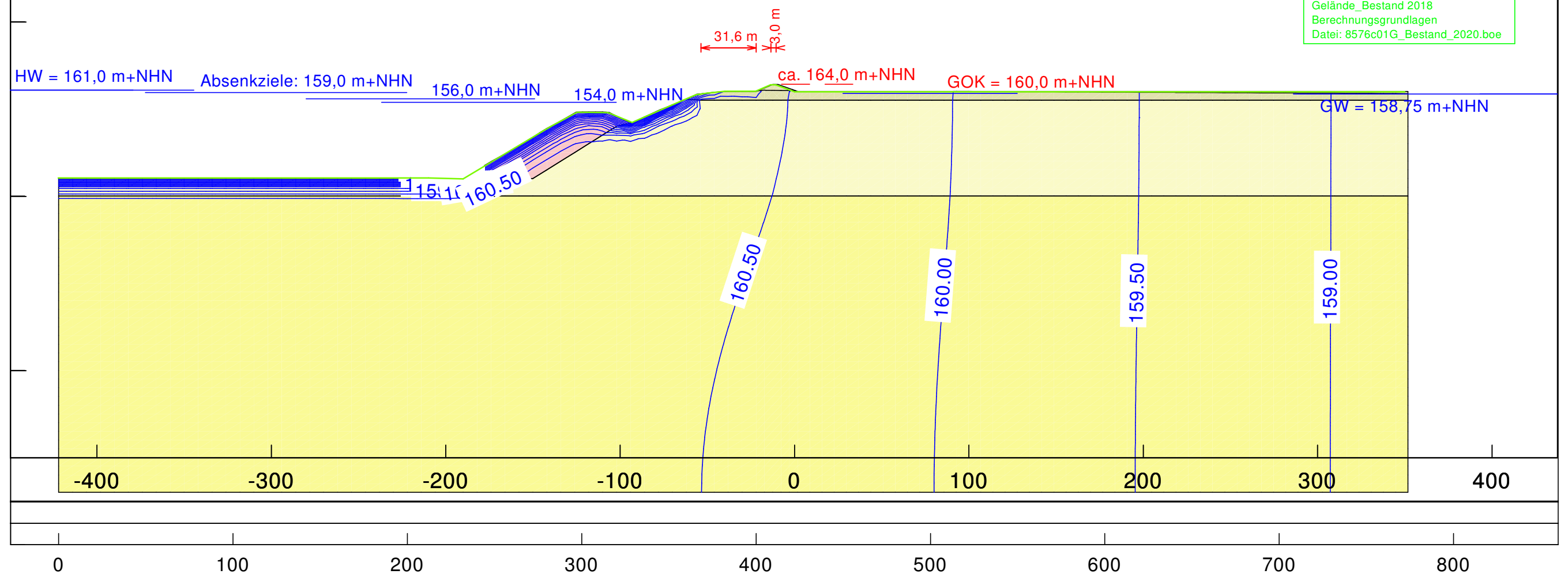
-100

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

$T = 18.600 \text{ sec} / W_{sp.} = 154,0 \text{ m+NHN}$

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Datei: 8576c01G\_Bestand\_2020.boe

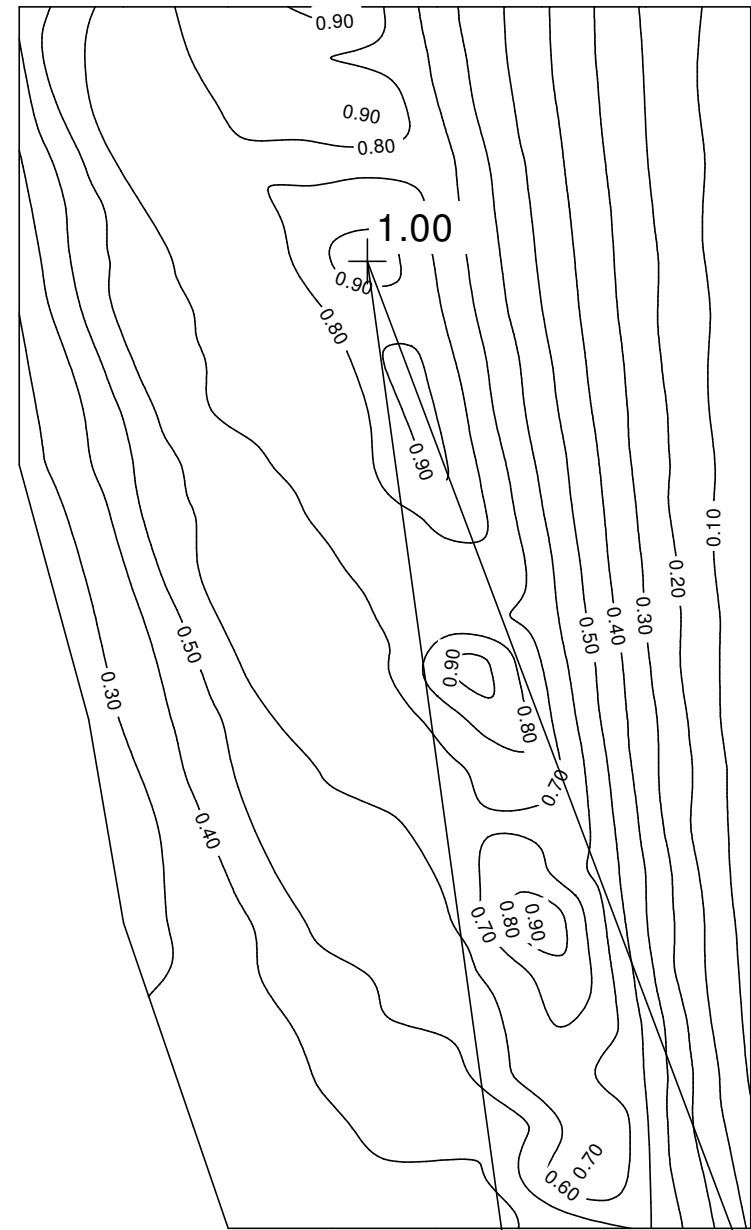


Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Bestand 2020, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 154,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Masstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.4b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

600  
500  
400  
300  
200  
100  
0



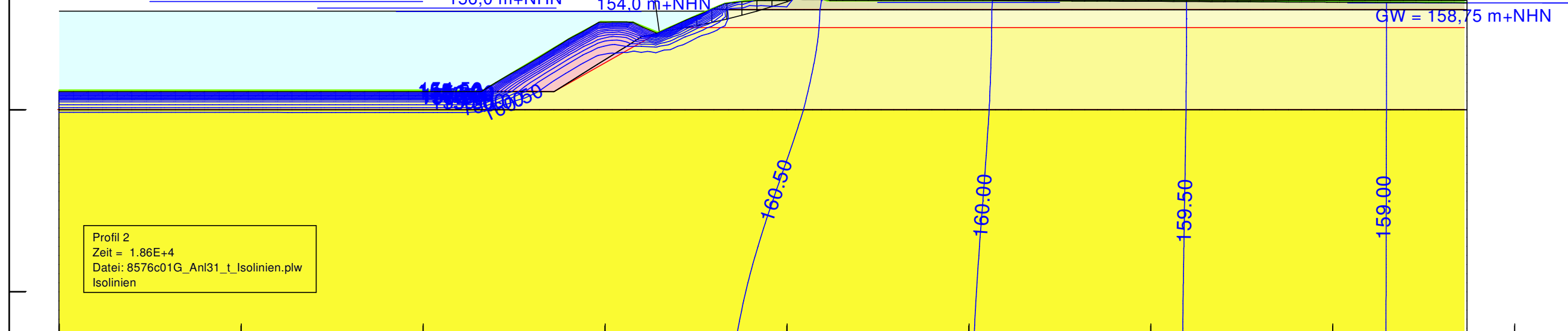
Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 1.00$   
 $x_m = 277.09 \text{ m}$   $y_m = 522.71 \text{ m}$   
 $R = 383.68 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.10$   
 -  $\gamma(c) = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_Anl34b.boe

HW = 161,0 m+NHN Absenkziele: 159,0 m+NHN 156,0 m+NHN 154,0 m+NHN ca. 164,0 m+NHN GOK = 160,0 m+NHN GW = 158,75 m+NHN



Profil 2  
 Zeit = 1.86E+4  
 Datei: 8576c01G\_Anl31\_t\_Isolinien.plw  
 Isolinien

0 100 200 300 400 500 600 700 800

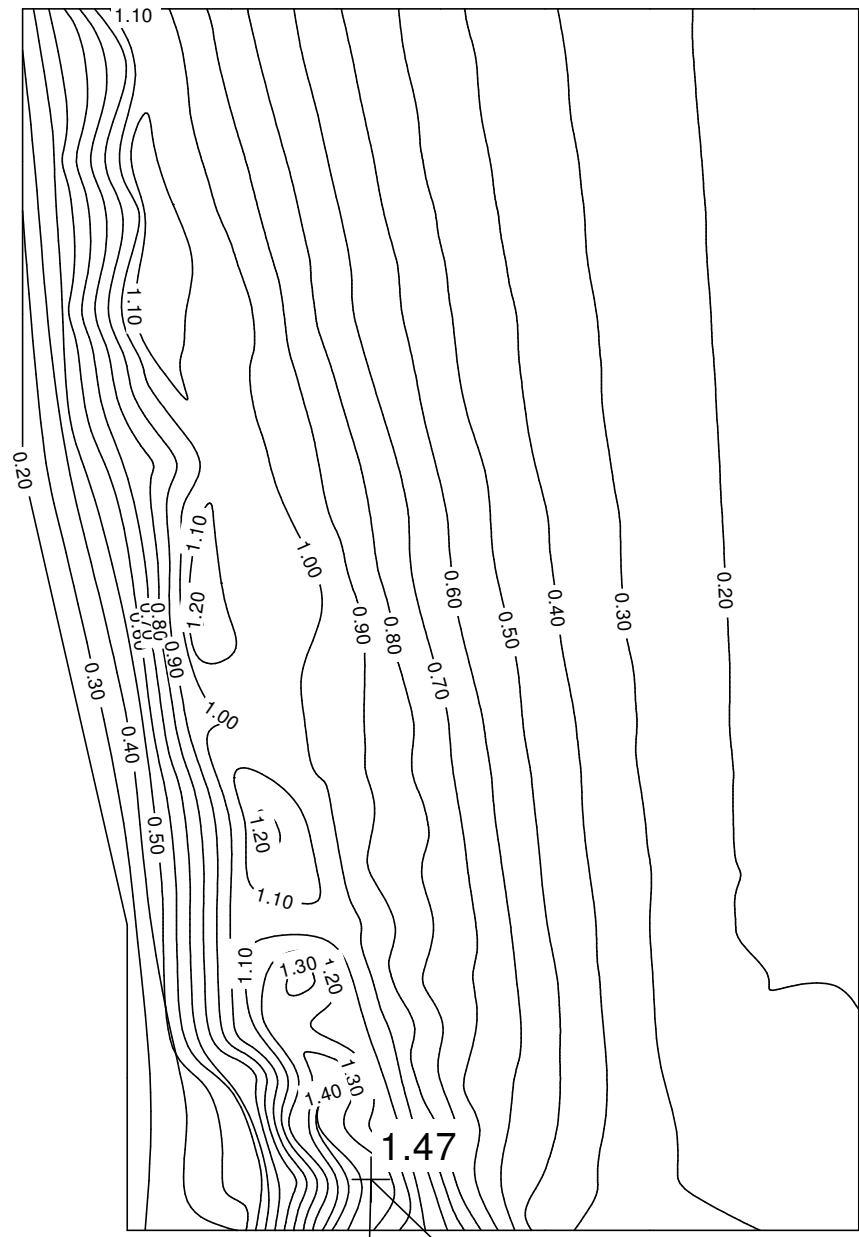


Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Bestand 2020, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 154,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	3.4c	1 : 2500	16.04.2020	He	He

600  
500  
400  
300  
200  
100  
0

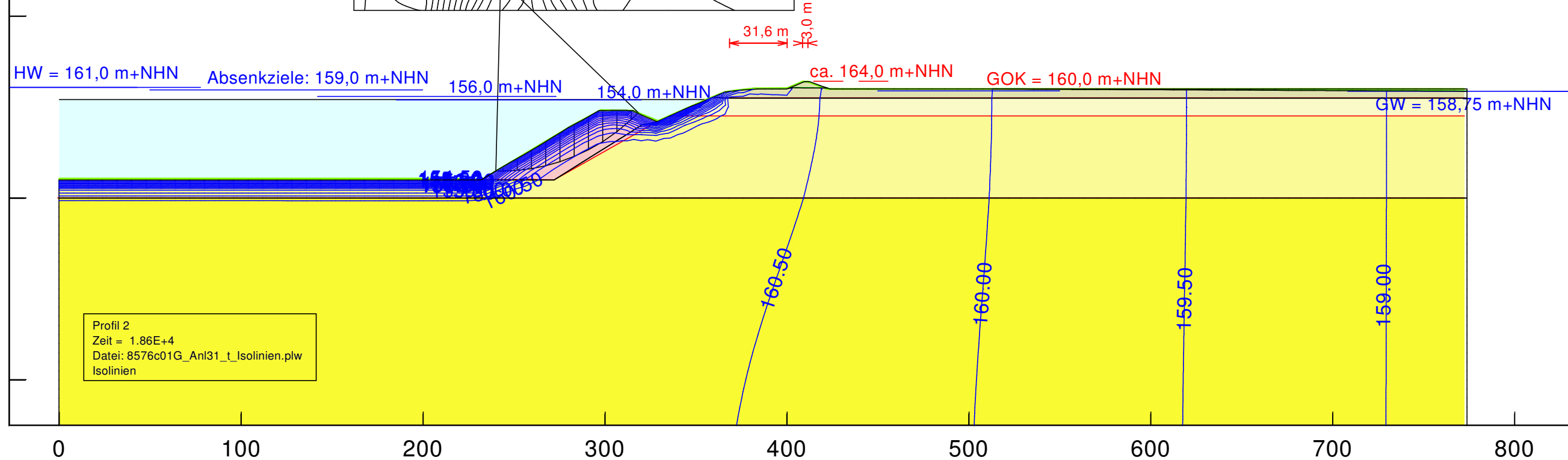


Boden	$\phi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

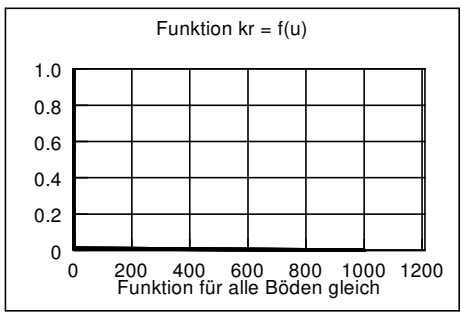
Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 1.47$   
 $x_m = 242.52 \text{ m}$   $y_m = 219.80 \text{ m}$   
 $R = 105.15 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi) = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_Anl34c.boe



Profil 2  
 Zeit = 1.86E+4  
 Datei: 8576c01G\_Anl31\_t\_Isolinien.plw  
 Isolinien

Boden	kx	ky	neff	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	Kiessandaquifer > 100 m+NHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Bemessungssituation BS-P  
 Datei: 8576c01G\_An141.fen  
 FE-Netz mit 9069 Elementen und 4693 Knoten



Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH & Co.KG  
 Institut für Geotechnik  
 Hauptstraße 152  
 76744 Wörth - Schaidt  
 Tel. 06340 / 508 070-1 0 Fax -2



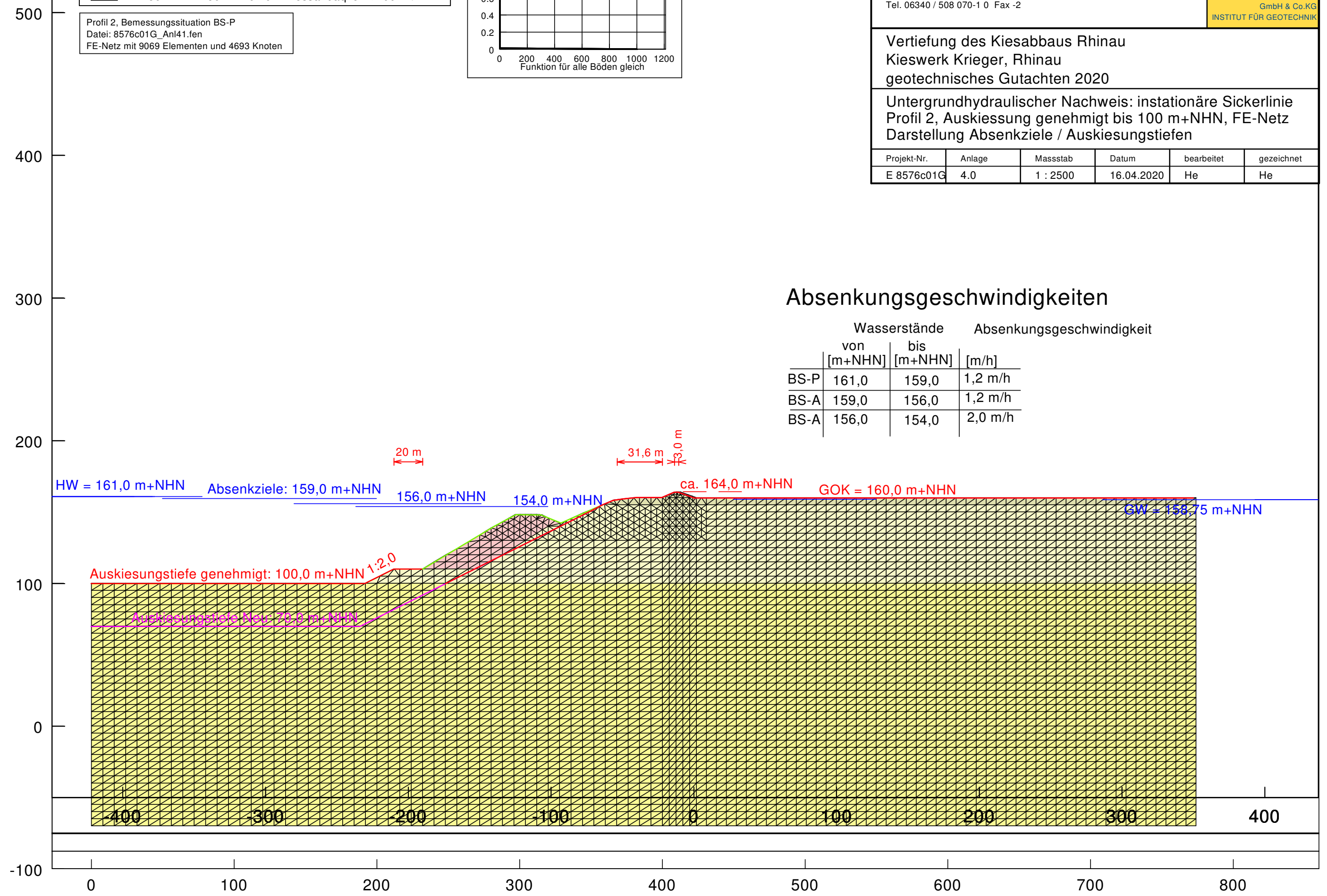
Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020





Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung genehmigt bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.0	1 : 2500	16.04.2020	He	He

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 mNHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN  
 Zeit = 0.00E+0  
 Datei: 8576c01G\_An141\_Druckversion\_t.plw  
 Isolinien

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH & Co.KG  
 Institut für Geotechnik  
 Hauptstraße 152  
 76744 Wörth - Schaidt  
 Tel. 06340 / 508 070-1 0 Fax -2



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung genehmigt bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

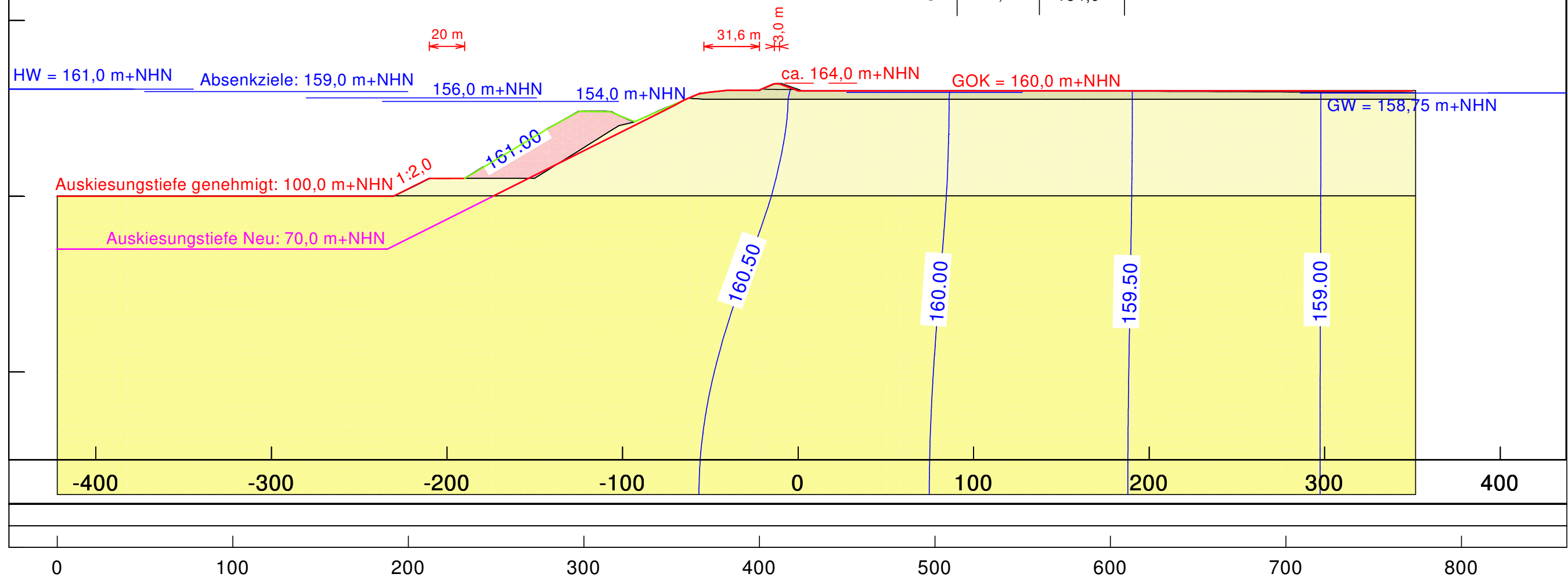
Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.1a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

500  
400  
300  
200  
100  
0  
-100

T = 0 sec / Wsp. = 161,0 m+NHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

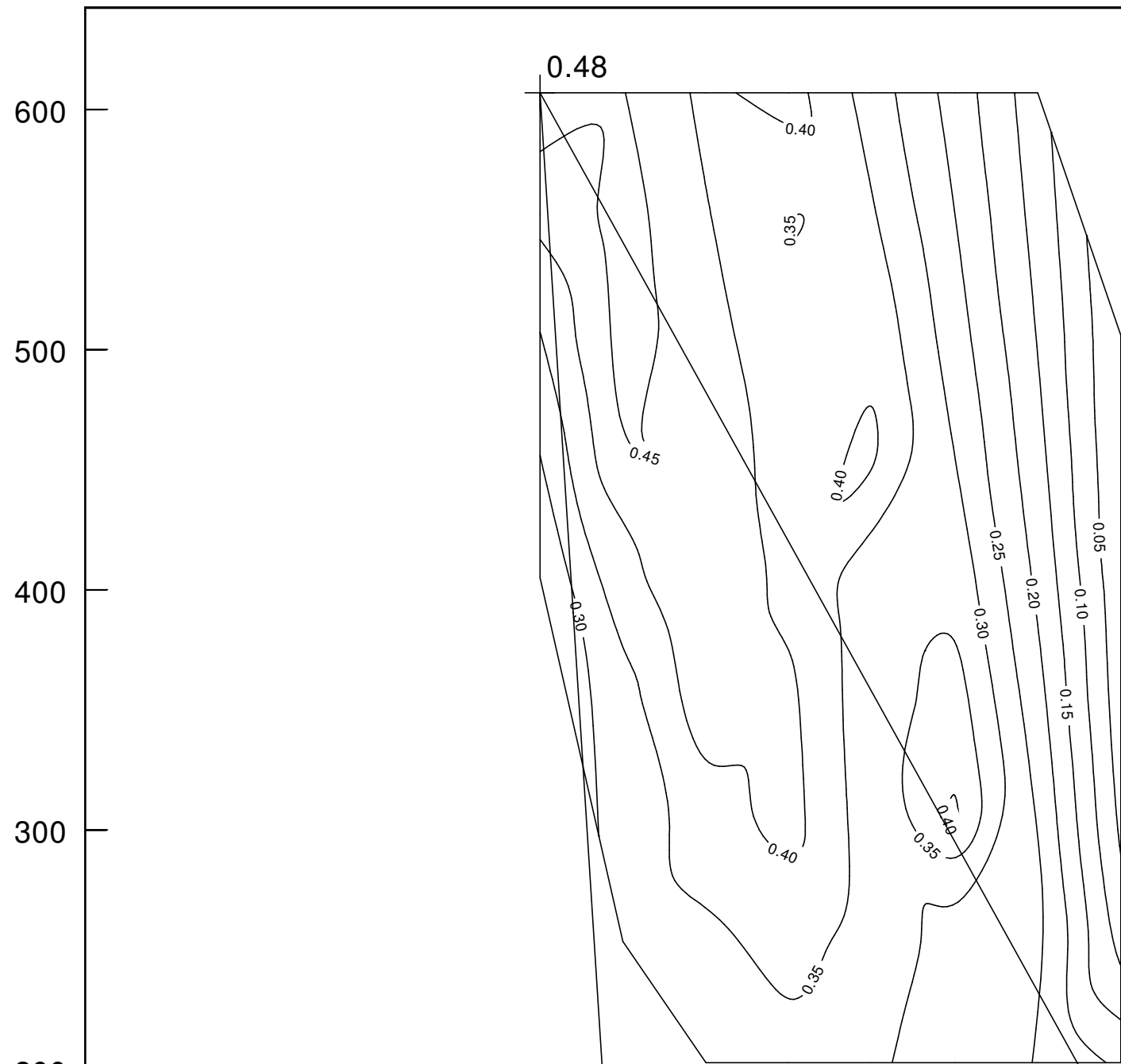
	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Dauerstau, Wsp. = 161,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.1b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

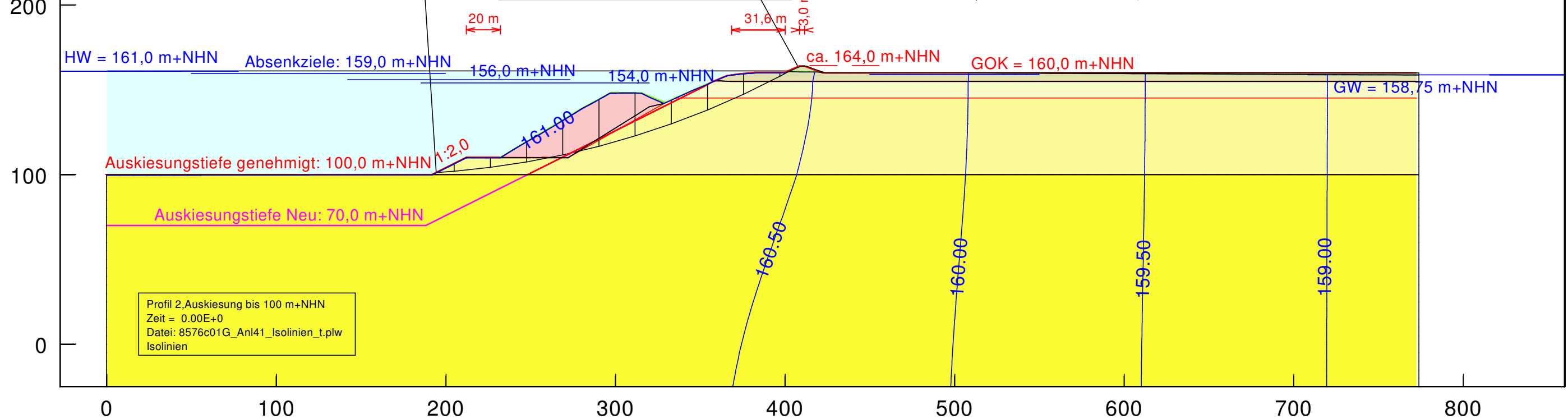


Boden	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN





Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.48$   
 $x_m = 161.87 \text{ m}$   $y_m = 606.85 \text{ m}$   
 $R = 506.79 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: 8576c01G\_Anl41b.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN  
 Zeit = 0.00E+0  
 Datei: 8576c01G\_Anl41\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 mNHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN  
 Zeit = 6.00E+3  
 Datei: 8576c01G\_An141\_Druckversion\_t.plw  
 Isolinien

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH & Co.KG  
 Institut für Geotechnik  
 Hauptstraße 152  
 76744 Wörth - Schaidt  
 Tel. 06340 / 508 070-1 0 Fax -2



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung genehmigt bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

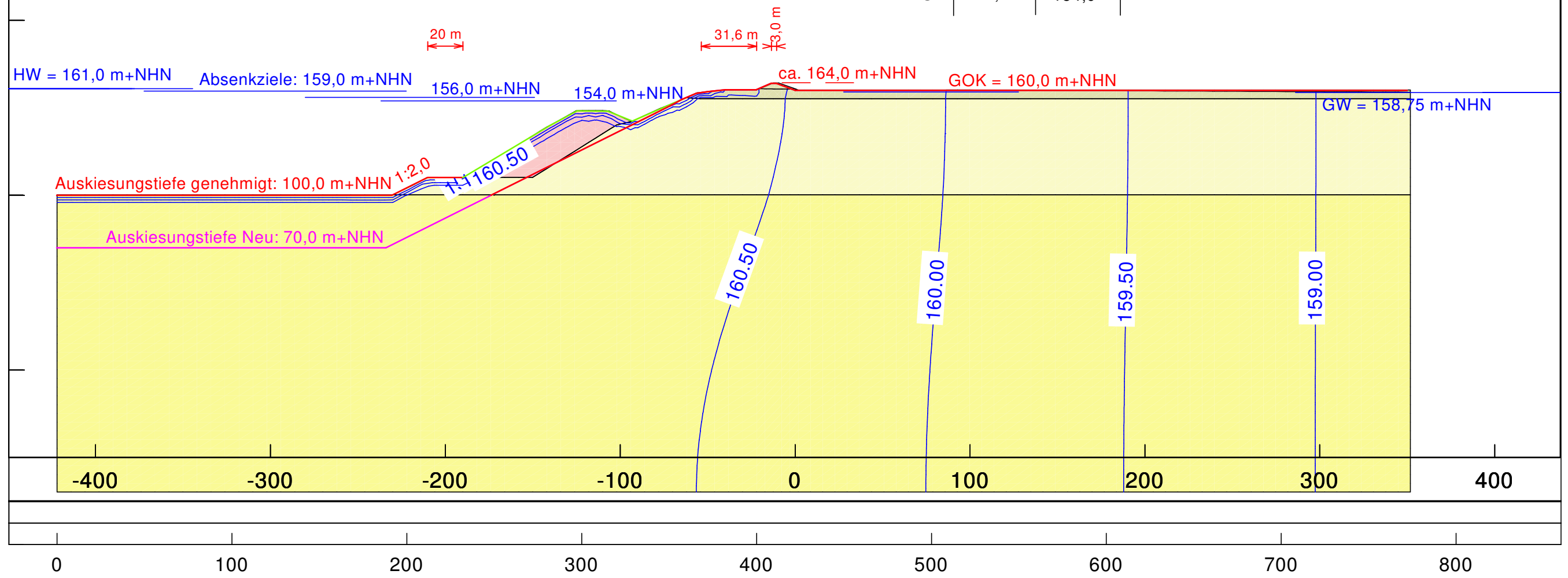
Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.2a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

500  
400  
300  
200  
100  
0  
-100

T = 6.000 sec / Wsp. = 159,0 m+NHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

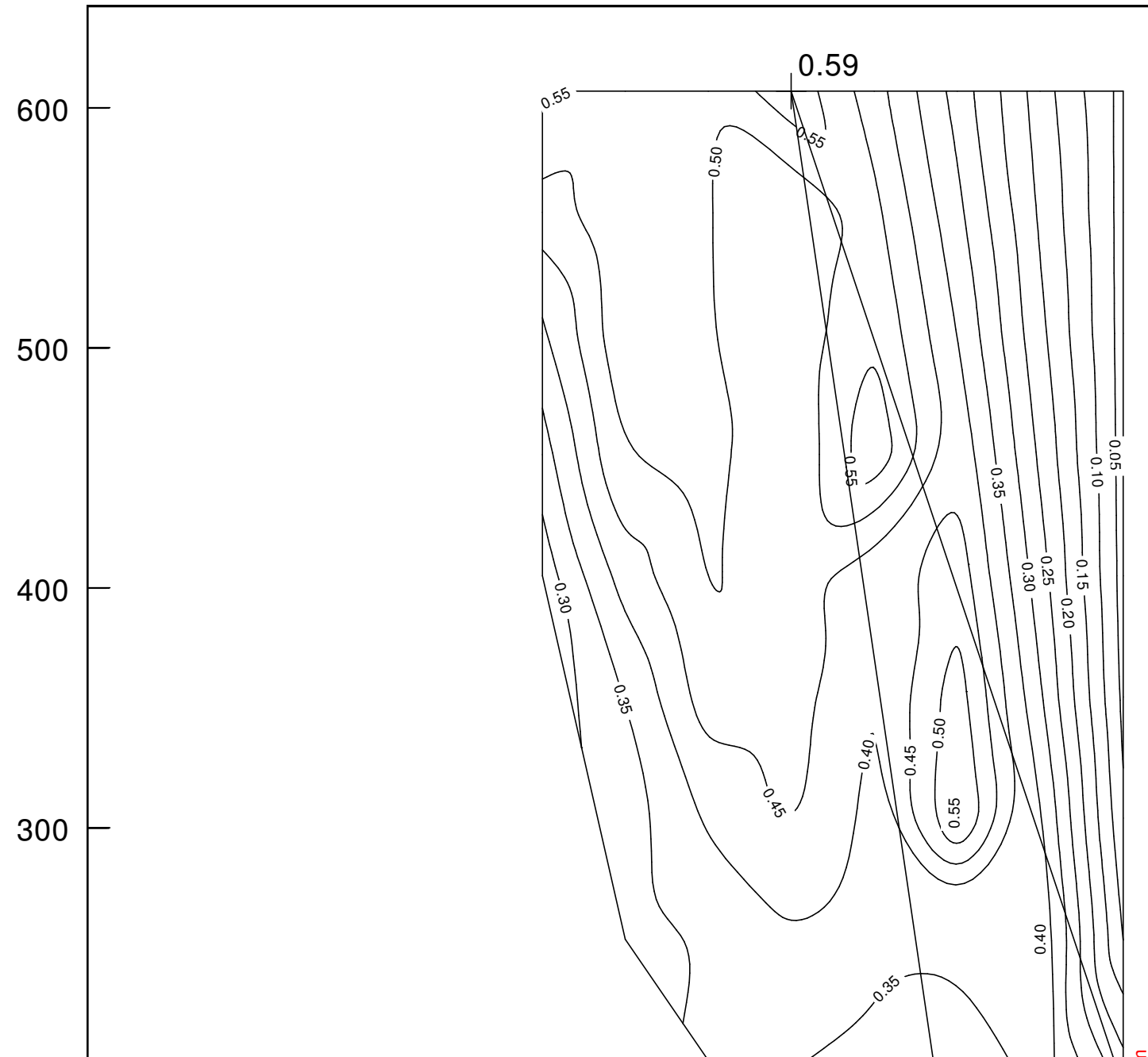
	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 159,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.2b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

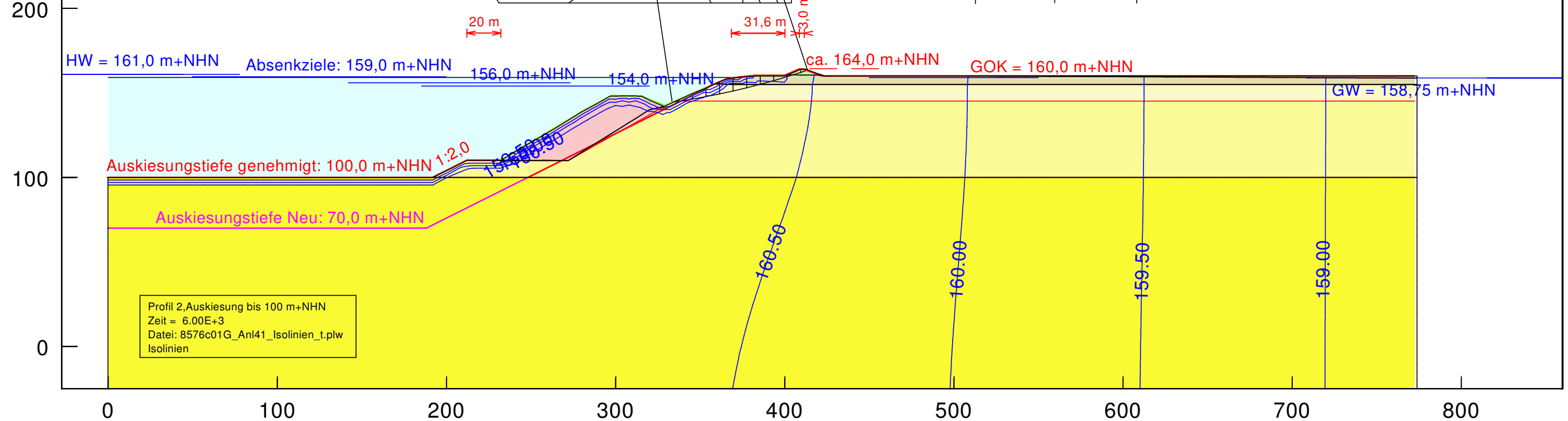


Boden	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.59$   
 $x_m = 265.57 \text{ m}$   $y_m = 606.85 \text{ m}$   
 $R = 467.52 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: 8576c01G\_Anl42b.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



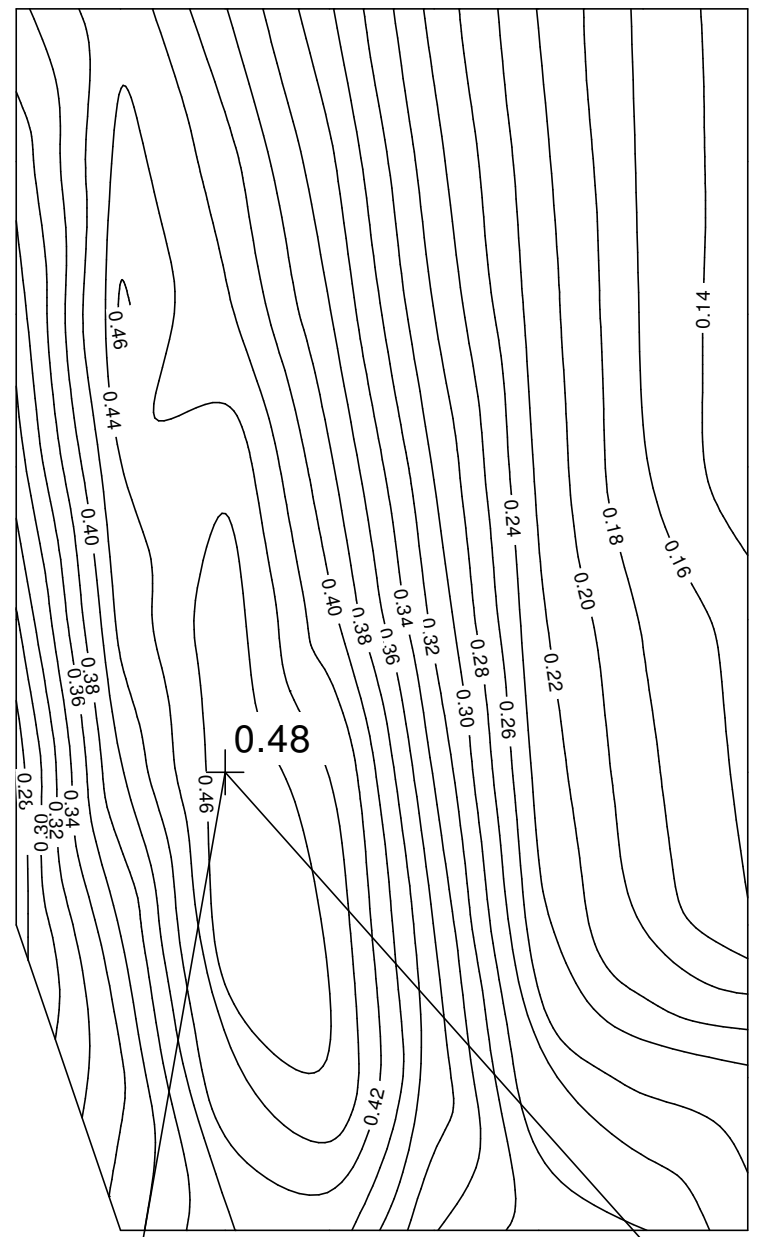
Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN  
 Zeit = 6.00E+3  
 Datei: 8576c01G\_Anl41\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 159,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Masstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.2c	1 : 2500	16.04.2020	He	He

600  
500  
400  
300  
200  
100  
0

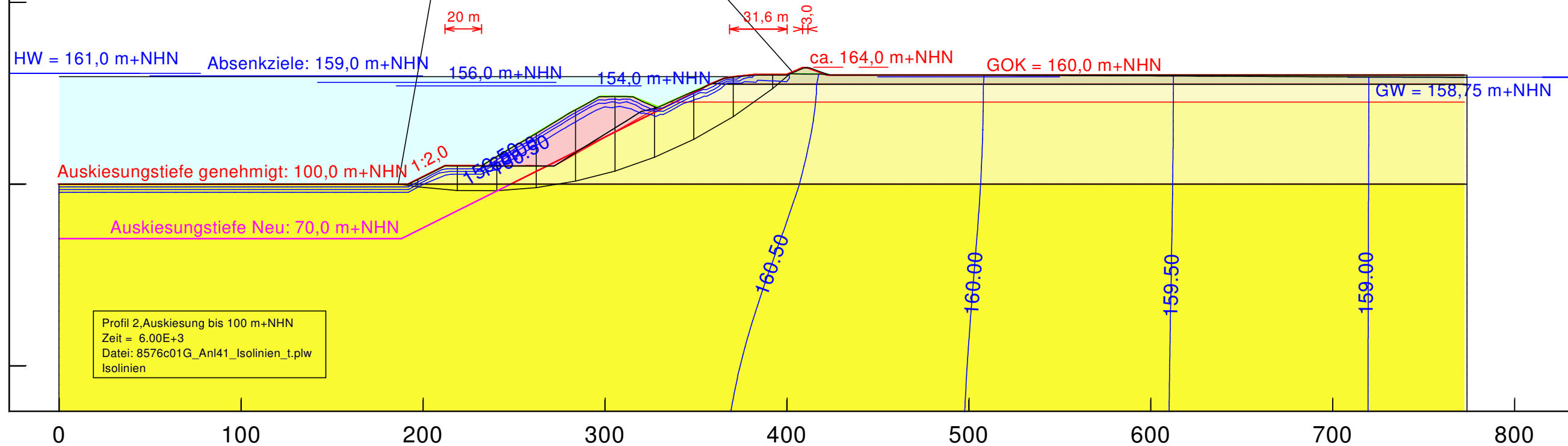


Boden	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN





Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.48$   
 $x_m = 231.00 \text{ m}$   $y_m = 354.43 \text{ m}$   
 $R = 258.33 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: 8576c01G\_Anl42c.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN  
 Zeit = 6.00E+3  
 Datei: 8576c01G\_Anl41\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 mNHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN  
 Zeit = 1.50E+4  
 Datei: 8576c01G\_An141\_Druckversion\_t.plw  
 Isolinien

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH & Co.KG  
 Institut für Geotechnik  
 Hauptstraße 152  
 76744 Wörth - Schaidt  
 Tel. 06340 / 508 070-1 0 Fax -2



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung genehmigt bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

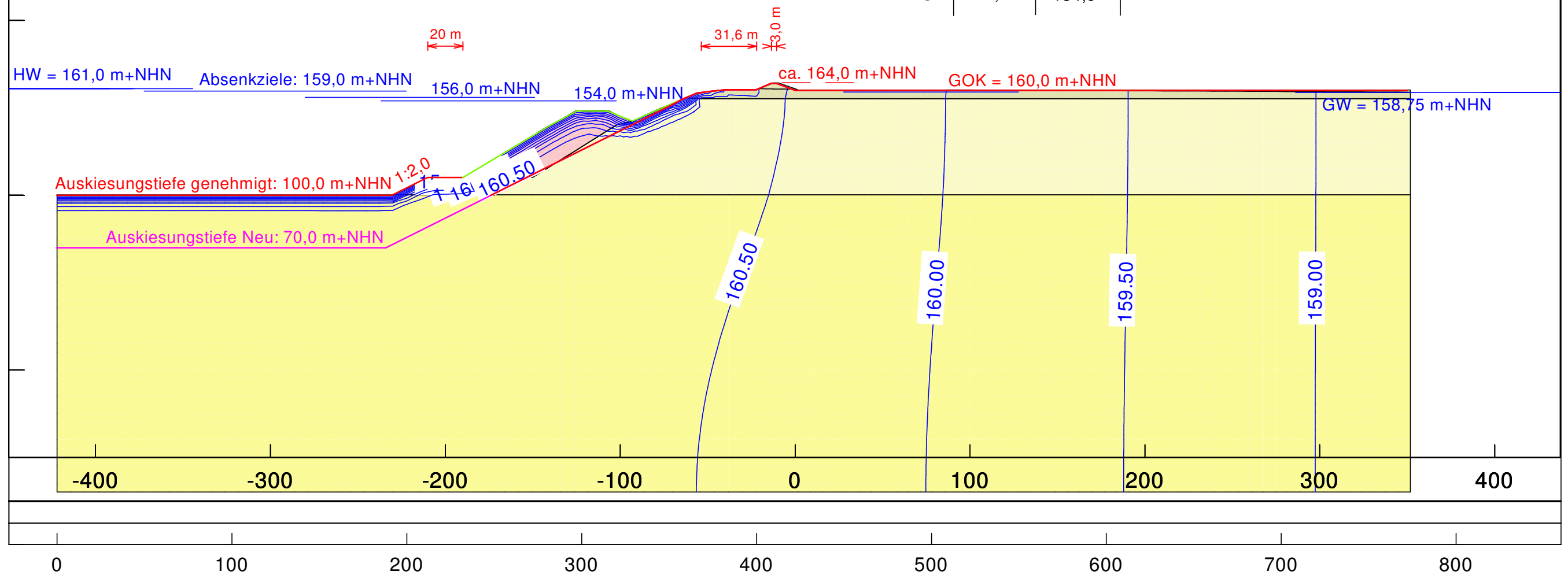
Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.3a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

500  
400  
300  
200  
100  
0  
-100

T = 15.000 sec / Wsp. = 156,0 m+NHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

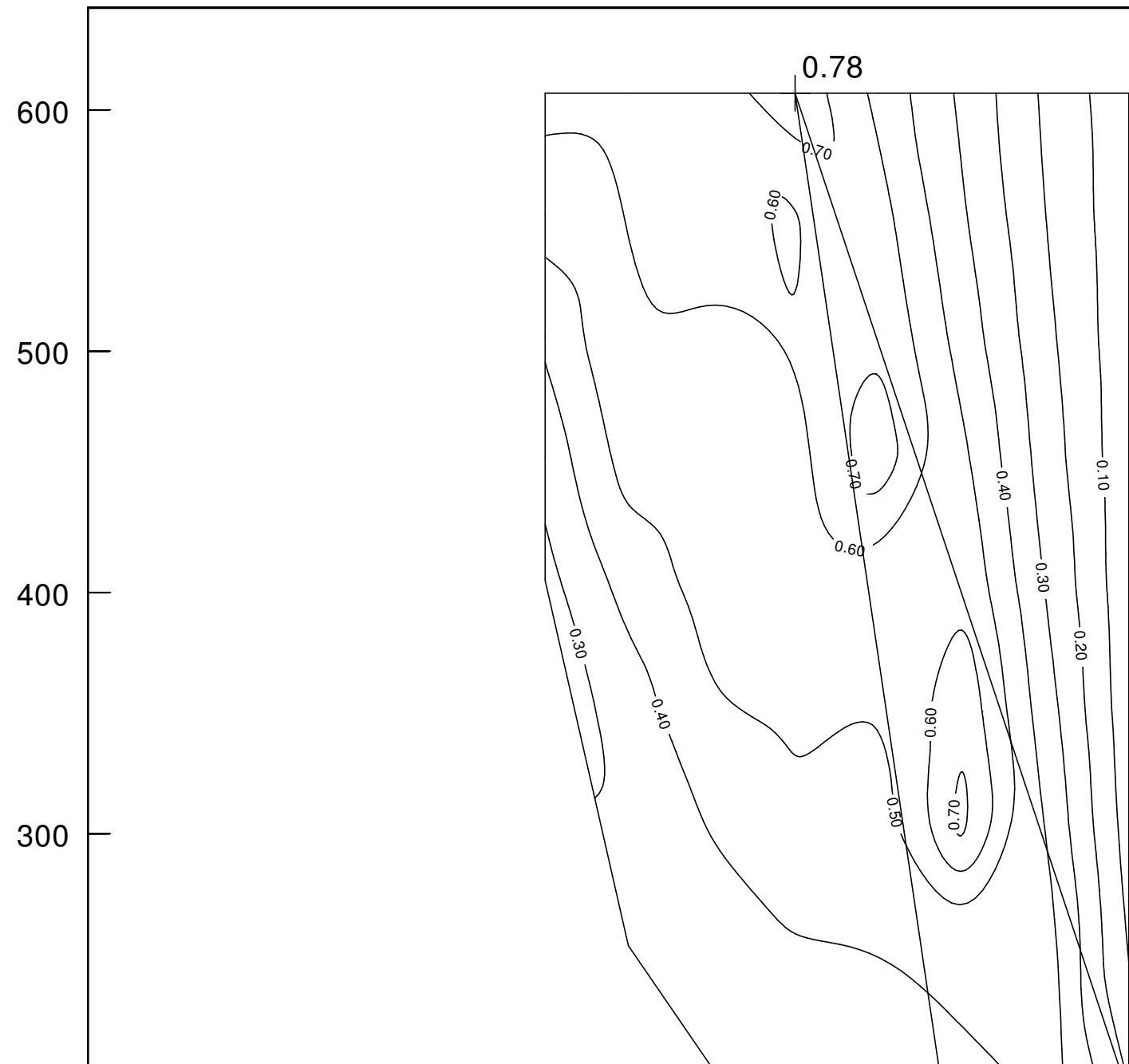




Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 156,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Masstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.3b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

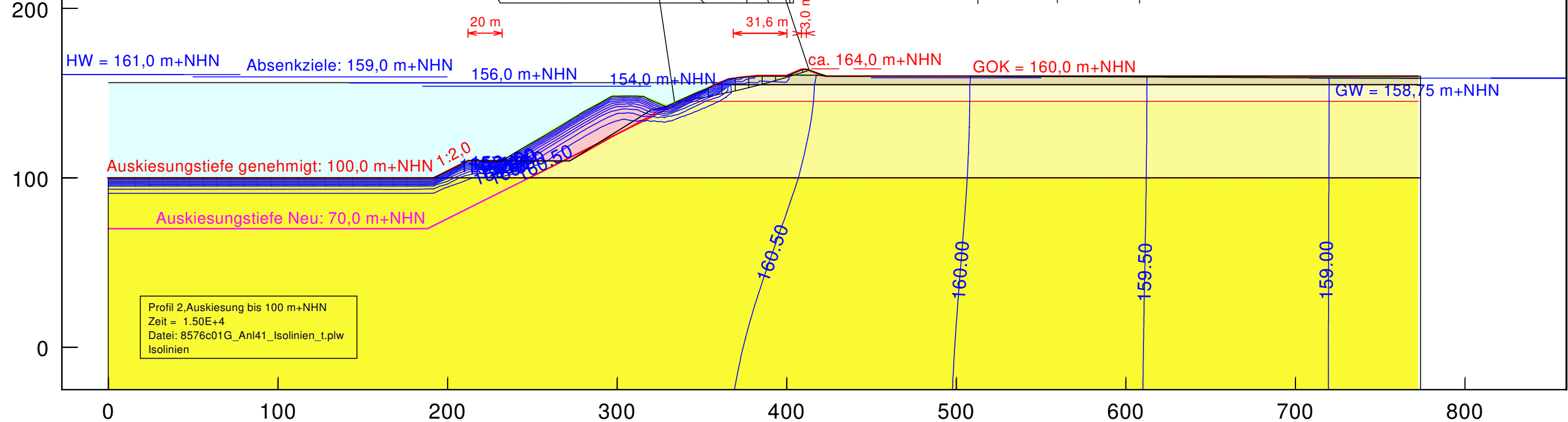


Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN





Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.78$   
 $x_m = 265.57 \text{ m}$   $y_m = 606.85 \text{ m}$   
 $R = 467.40 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_Anl43b.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN  
 Zeit = 1.50E+4  
 Datei: 8576c01G\_Anl41\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 mNHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN  
 Zeit = 1.86E+4  
 Datei: 8576c01G\_An141\_Druckversion\_t.plw  
 Isolinien

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH & Co.KG  
 Institut für Geotechnik  
 Hauptstraße 152  
 76744 Wörth - Schaidt  
 Tel. 06340 / 508 070-1 0 Fax -2



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung genehmigt bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

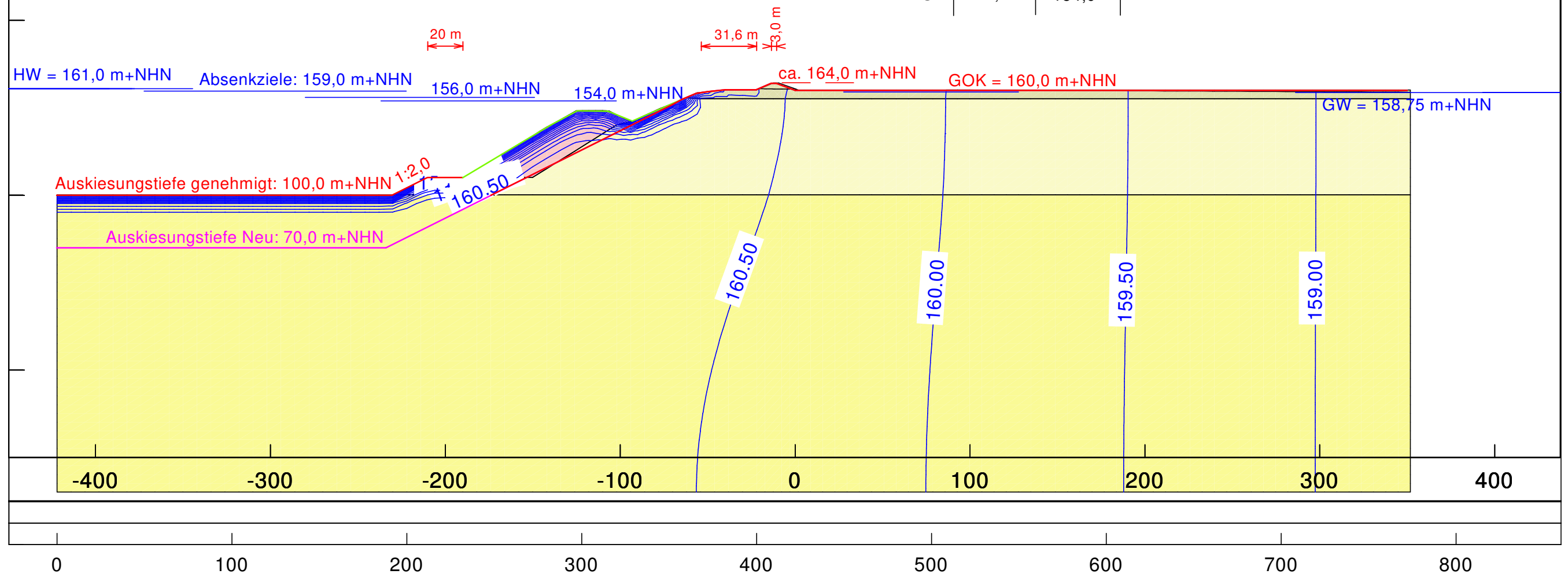
Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.4a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

500  
400  
300  
200  
100  
0  
-100

T = 18600 sec / Wsp. = 154,0 m+NHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

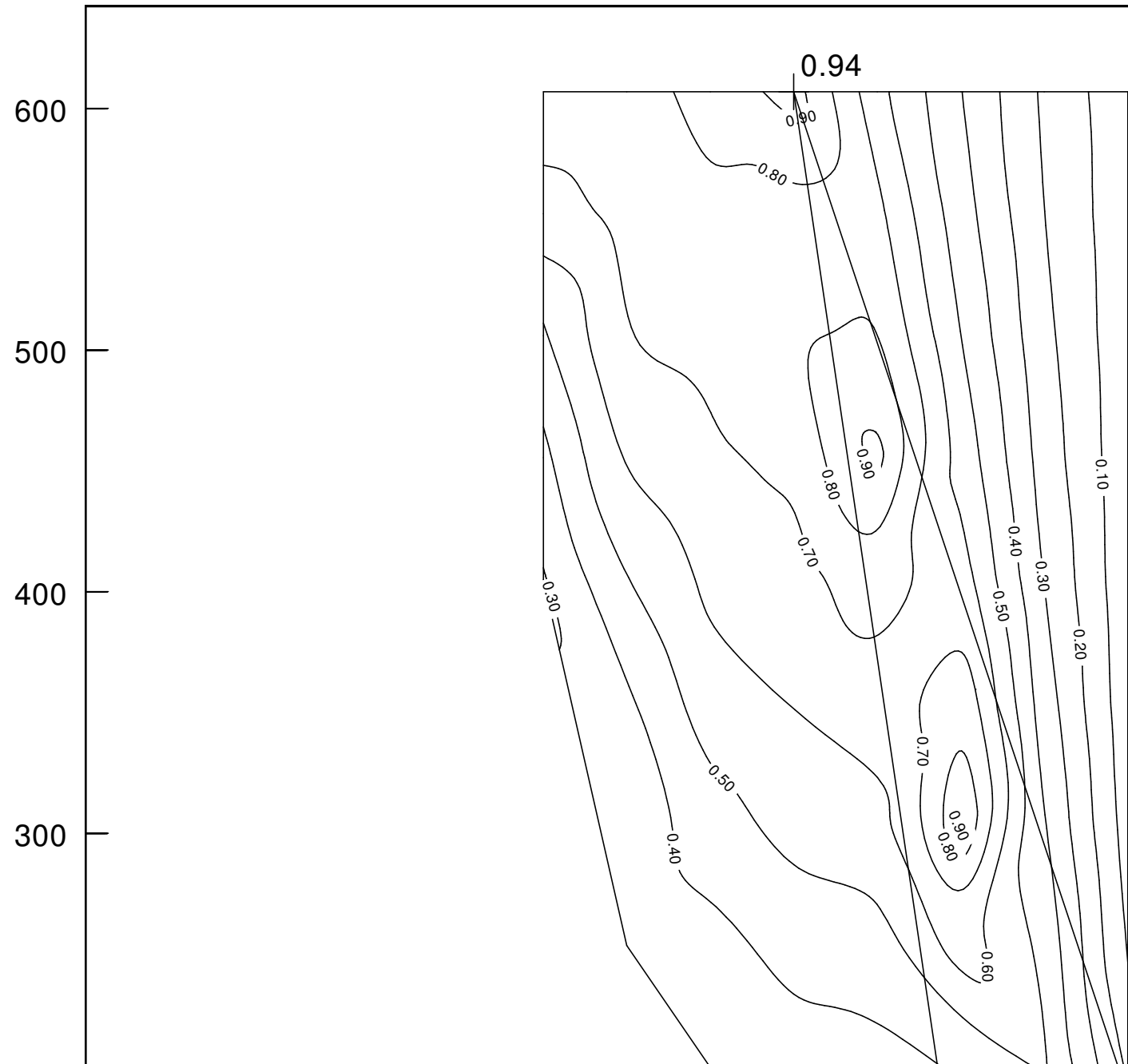
	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 154,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Masstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.4b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

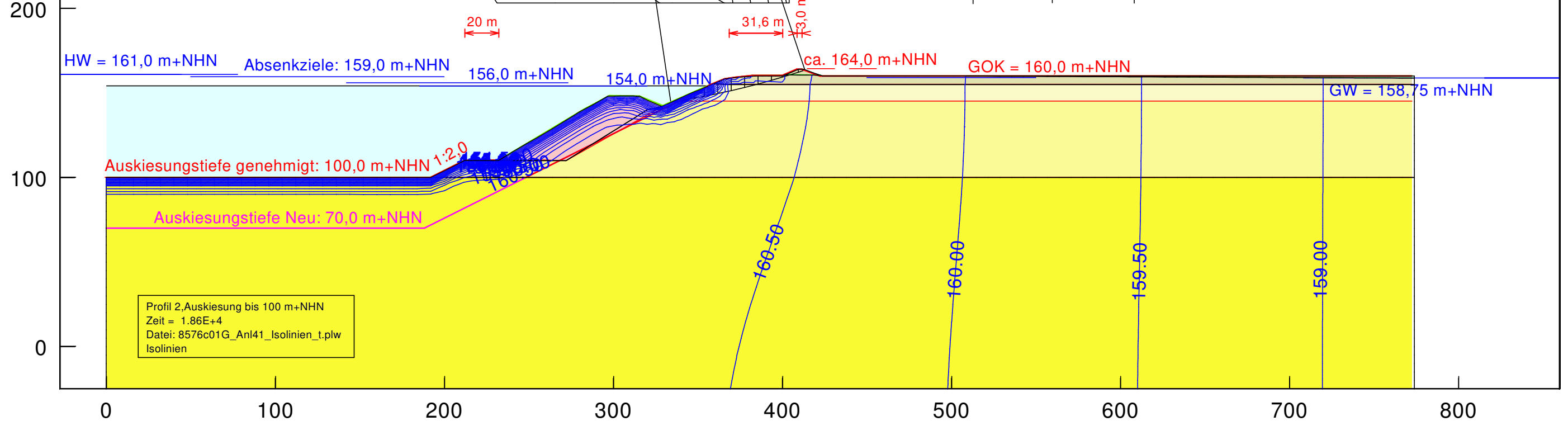


Boden	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Pink]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.94$   
 $x_m = 265.57 \text{ m}$   $y_m = 606.85 \text{ m}$   
 $R = 467.40 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_Anl44b.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



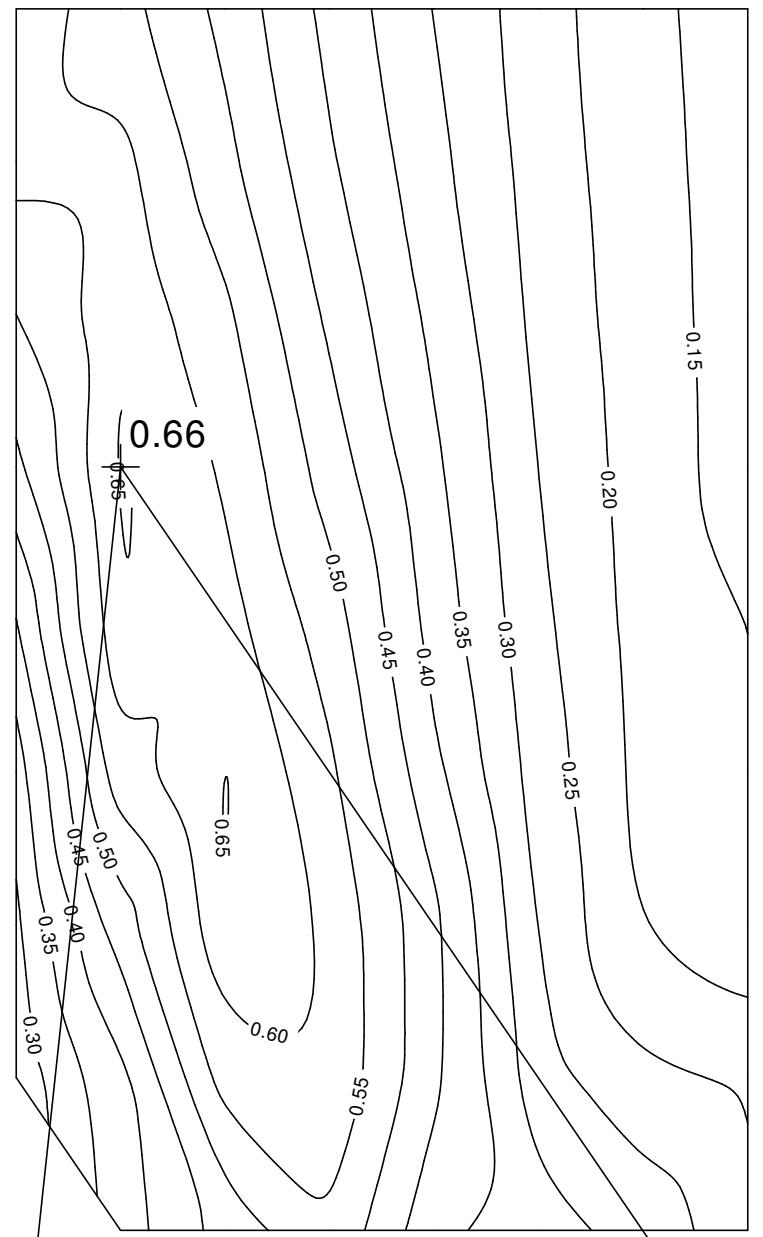
Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN  
 Zeit = 1.86E+4  
 Datei: 8576c01G\_Anl41\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 154,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Masstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	4.4c	1 : 2500	16.04.2020	He	He

600  
500  
400  
300  
200  
100  
0

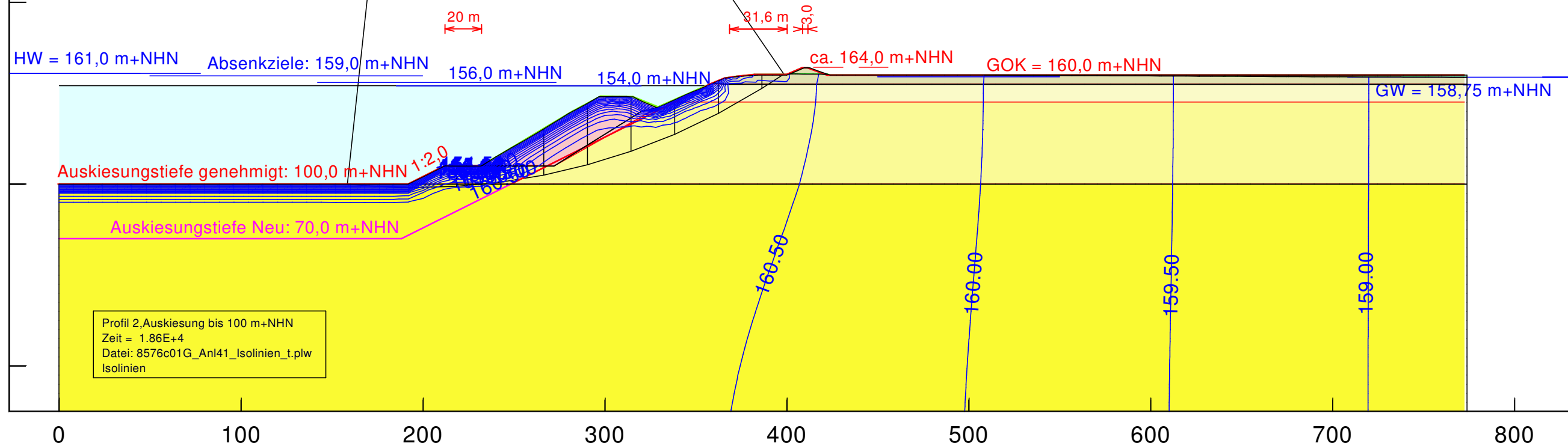


Boden	$\varphi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.66$   
 $x_m = 196.44 \text{ m}$   $y_m = 455.40 \text{ m}$   
 $R = 357.43 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_Anl44c.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

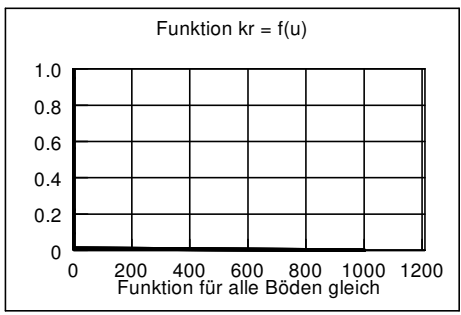
	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Profil 2, Auskiesung bis 100 m+NHN  
 Zeit = 1.86E+4  
 Datei: 8576c01G\_Anl41\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Boden	kx	ky	neff	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	Kiessandaquifer > 100 m+NHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Bemessungssituation BS-P  
 Datei: 8576c01G\_An151.fen  
 FE-Netz mit 8825 Elementen und 4568 Knoten



Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH & Co.KG  
 Institut für Geotechnik  
 Hauptstraße 152  
 76744 Wörth - Schaidt  
 Tel. 06340 / 508 070-1 0 Fax -2



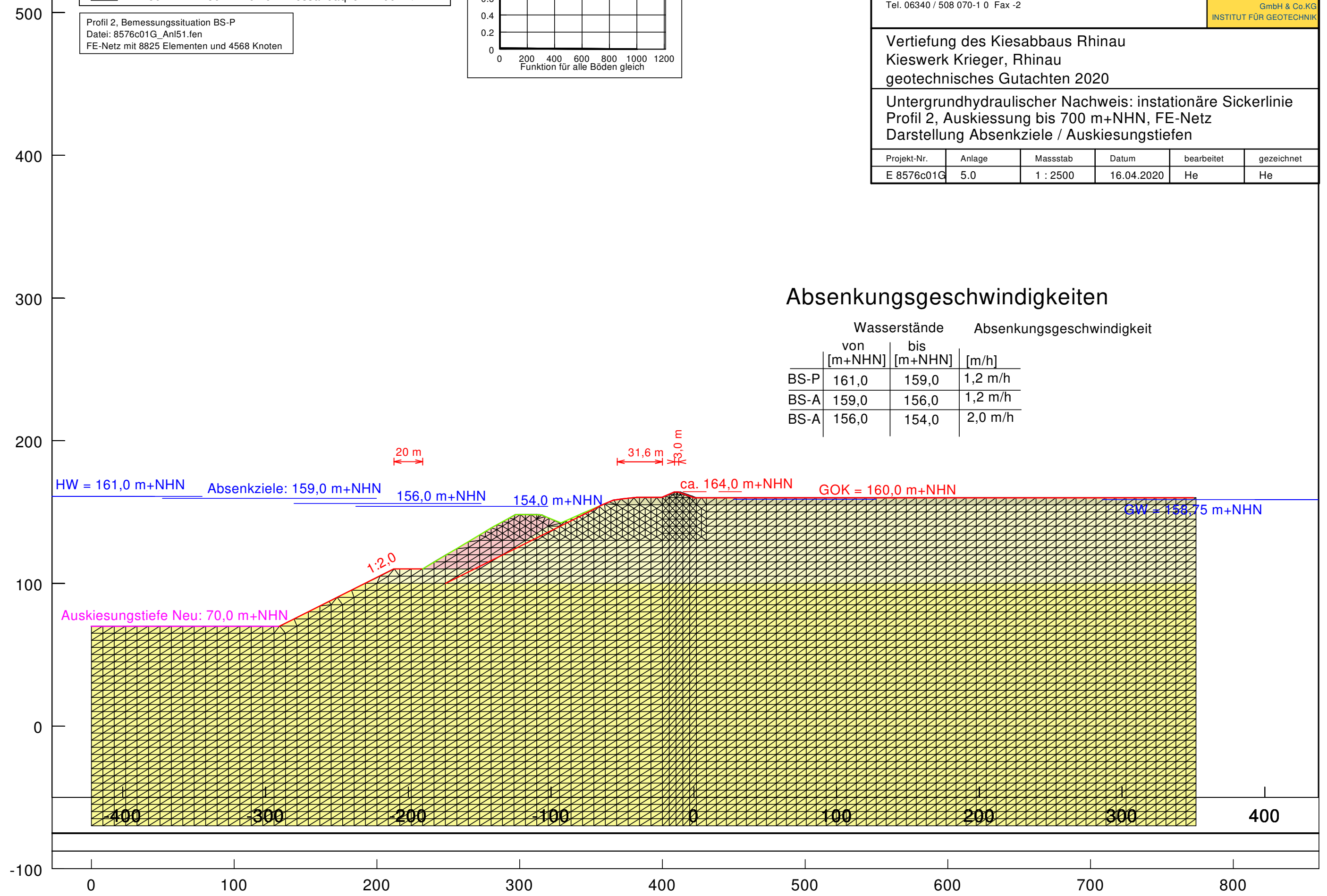
Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020





Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 700 m+NHN, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.0	1 : 2500	16.04.2020	He	He

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 mNHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 0.00E+0  
 Datei: 8576c01G\_An151\_Druckversion\_t.plw  
 Isolinien

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH & Co.KG  
 Institut für Geotechnik  
 Hauptstraße 152  
 76744 Wörth - Schaidt  
 Tel. 06340 / 508 070-1 0 Fax -2



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

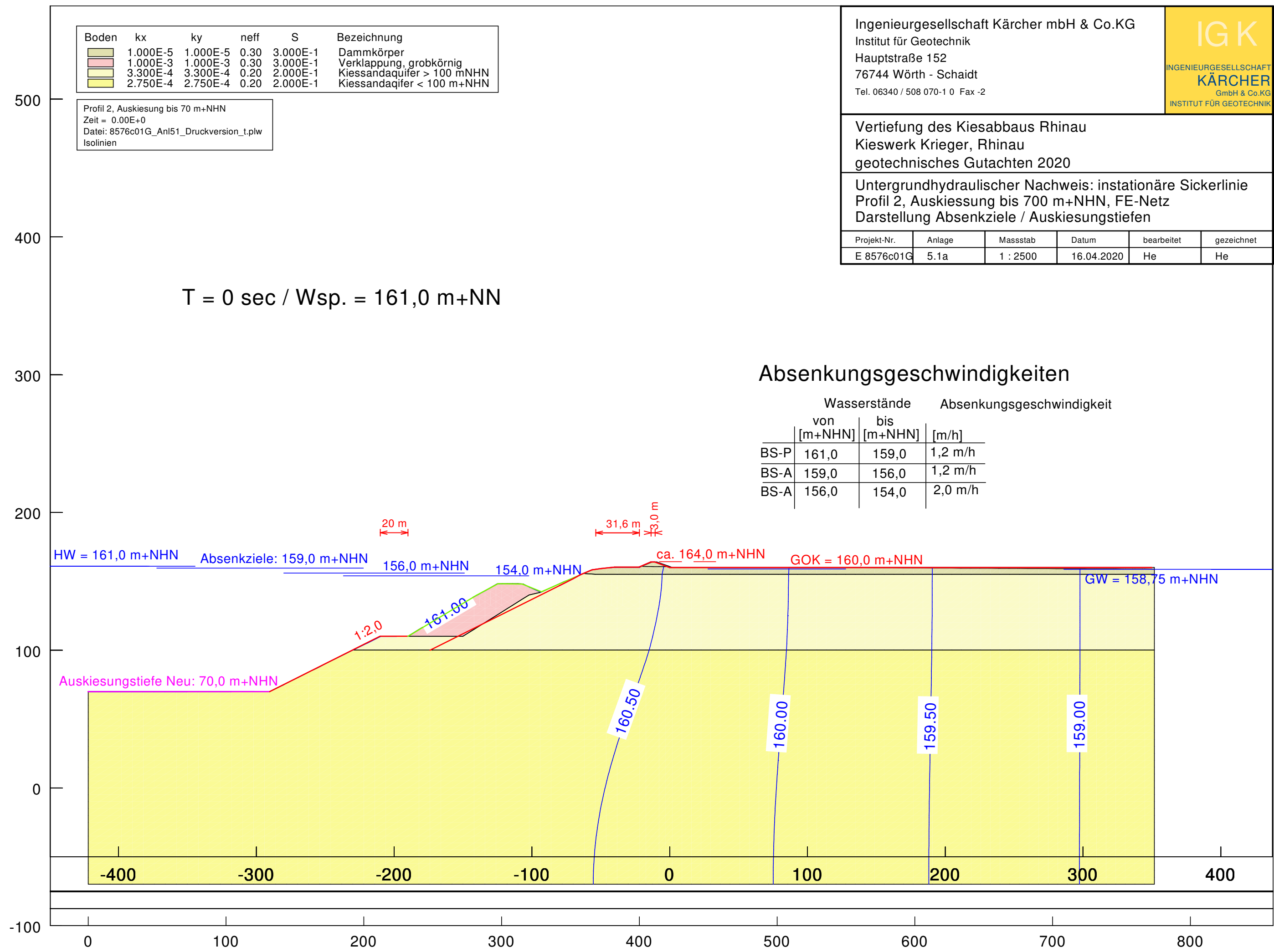
Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 700 m+NHN, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.1a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

T = 0 sec / Wsp. = 161,0 m+NHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

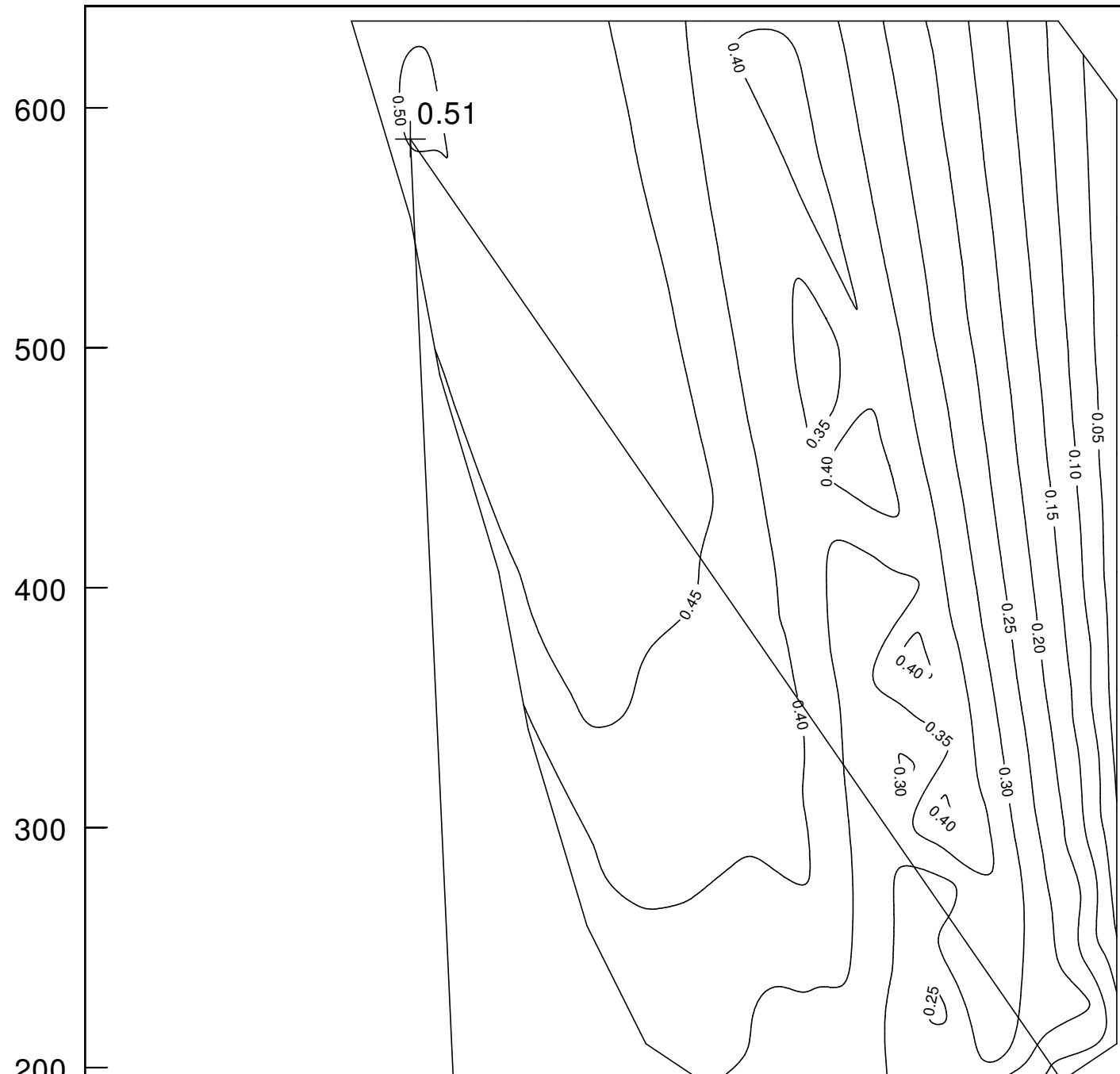
	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Dauerstau, Wsp. = 161,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Masstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.1b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

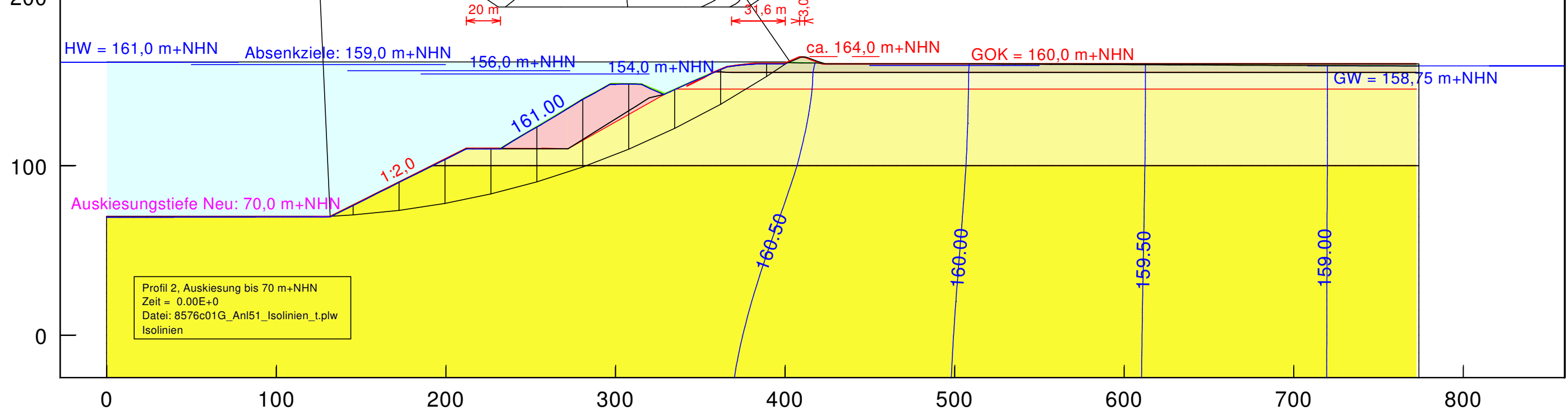


Boden	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.51$   
 $x_m = 108.09 \text{ m}$   $y_m = 586.85 \text{ m}$   
 $R = 517.38 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: 8576c01G\_Anl51b.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 0.00E+0  
 Datei: 8576c01G\_Anl51\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.2a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
[Light Green Box]	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
[Pink Box]	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
[Light Yellow Box]	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 mNHN
[Yellow Box]	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 6.00E+3  
 Datei: 8576c01G\_Anl51\_Druckversion\_t.plw  
 Isolinien

500

400

300

200

100

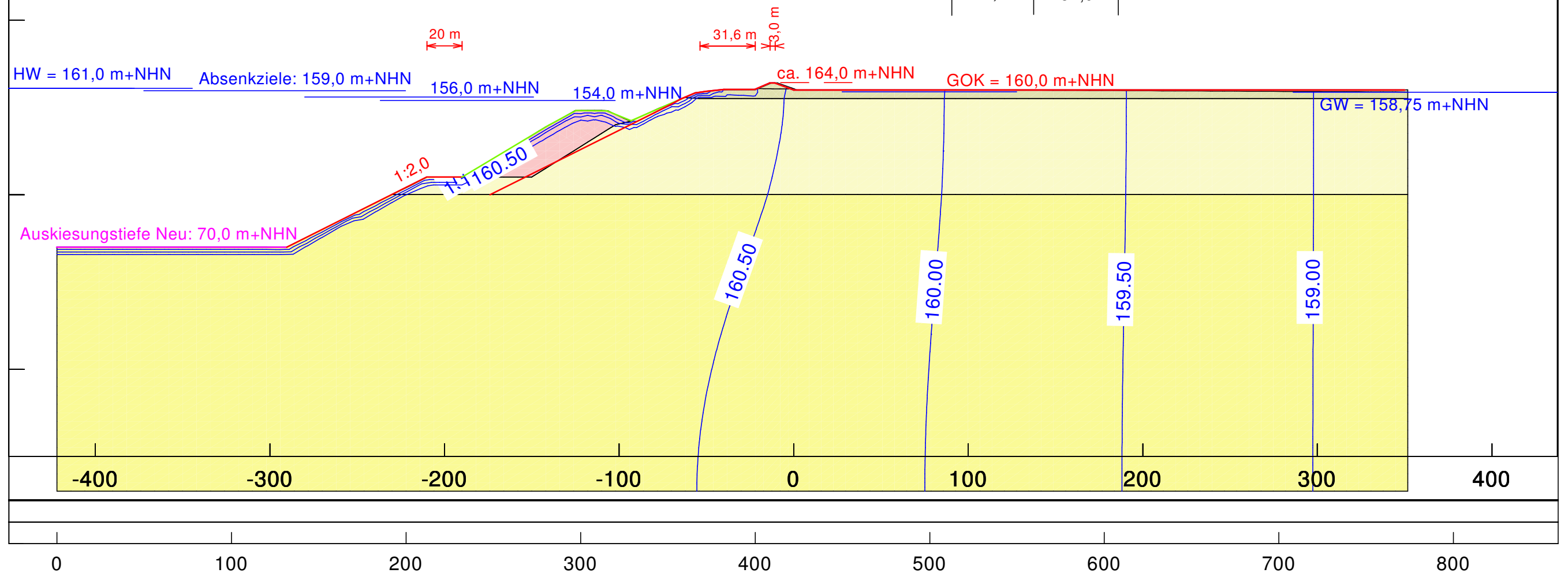
0

-100

T = 6.000 sec / Wsp. = 159,0 m+NHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

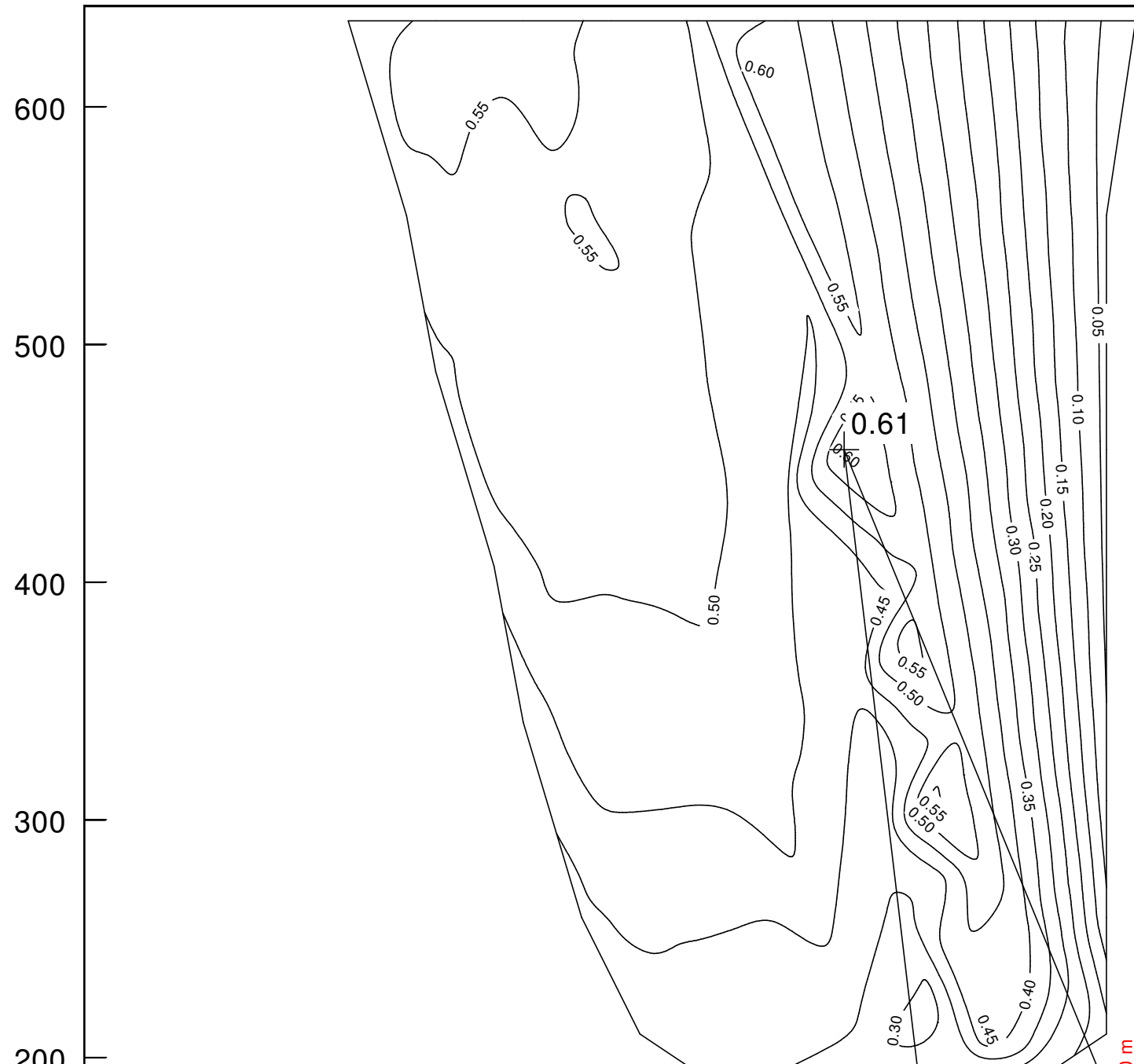




Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 159,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.2b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

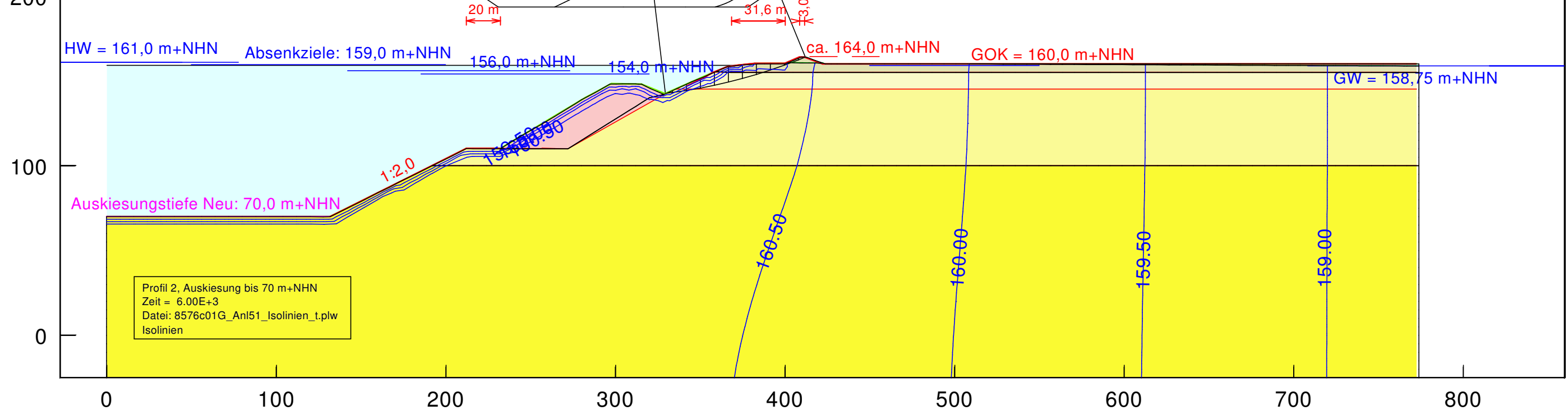


Boden	$\varphi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Light Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Pink]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Yellow]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Dark Yellow]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.61$   
 $x_m = 292.18 \text{ m}$   $y_m = 455.69 \text{ m}$   
 $R = 315.41 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: 8576c01G\_Anl52b.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 159,0 m+NHN

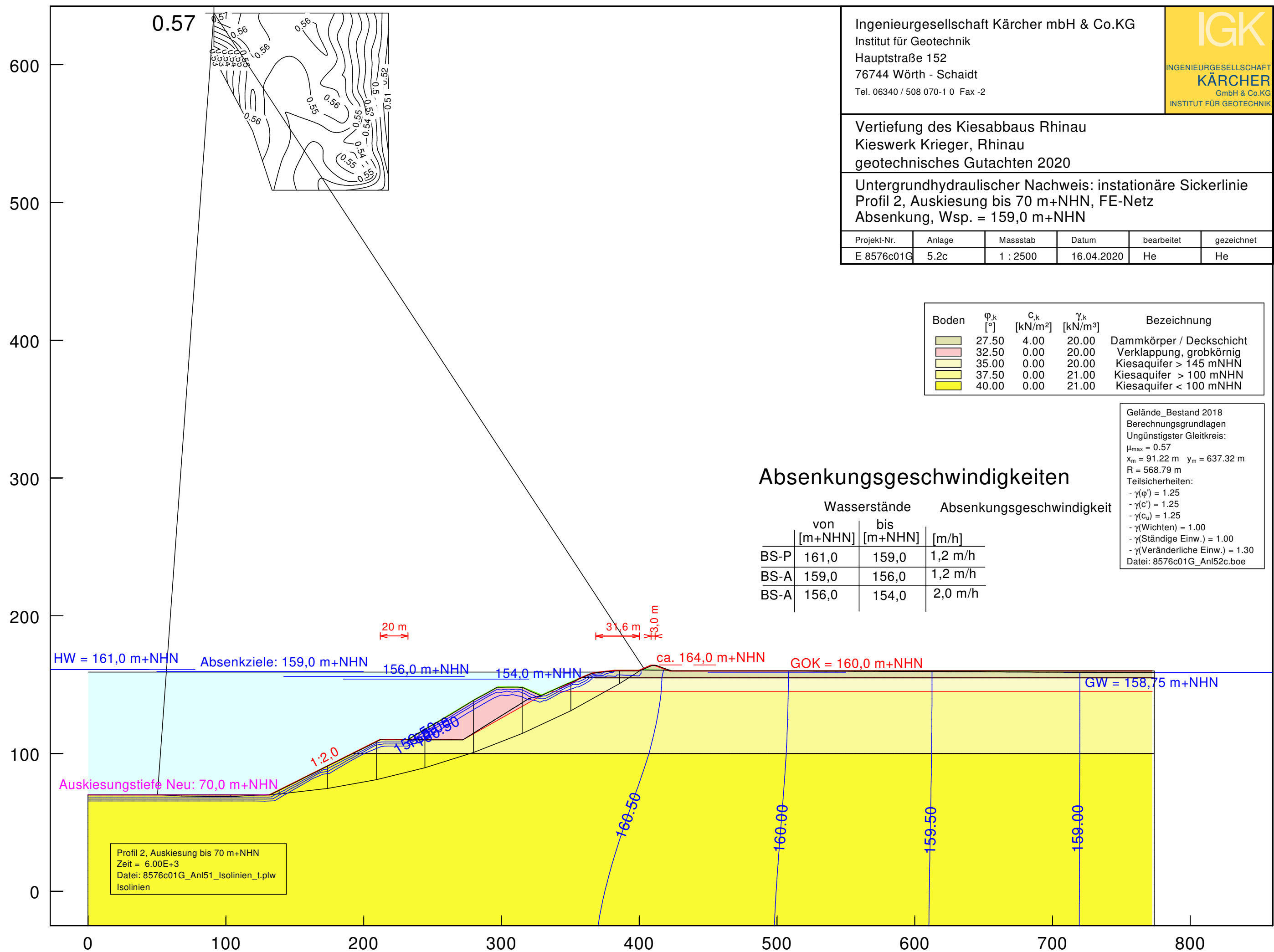
Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.2c	1 : 2500	16.04.2020	He	He

Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN





Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.57$   
 $x_m = 91.22 \text{ m}$   $y_m = 637.32 \text{ m}$   
 $R = 568.79 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.25$   
 -  $\gamma(c') = 1.25$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.25$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$   
 Datei: 8576c01G\_Anl52c.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 6.00E+3  
 Datei: 8576c01G\_Anl51\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 mNHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 1.50E+4  
 Datei: 8576c01G\_An151\_Druckversion\_t.plw  
 Isolinien

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH & Co.KG  
 Institut für Geotechnik  
 Hauptstraße 152  
 76744 Wörth - Schaidt  
 Tel. 06340 / 508 070-1 0 Fax -2



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

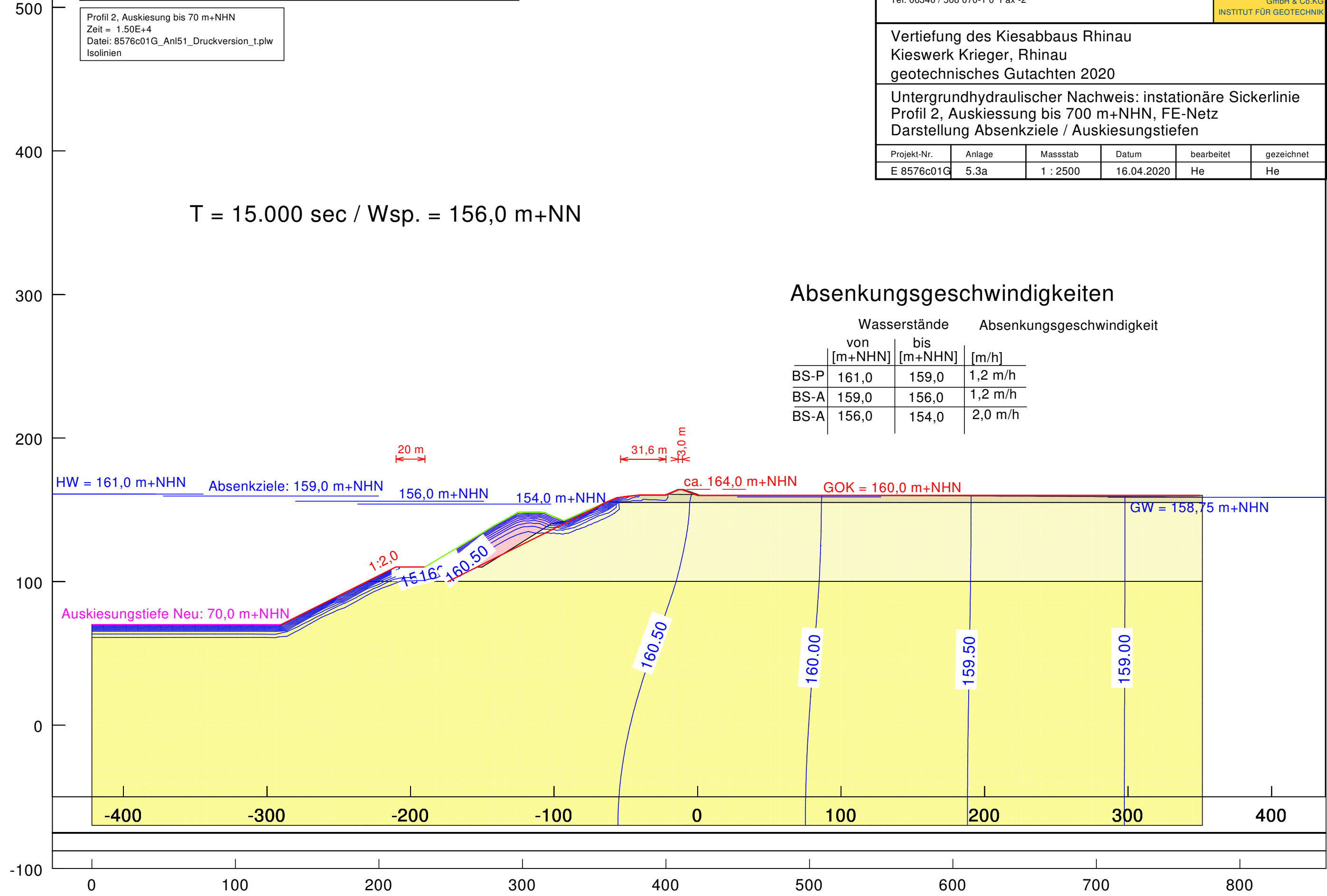
Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 700 m+NHN, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.3a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

T = 15.000 sec / Wsp. = 156,0 m+NHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

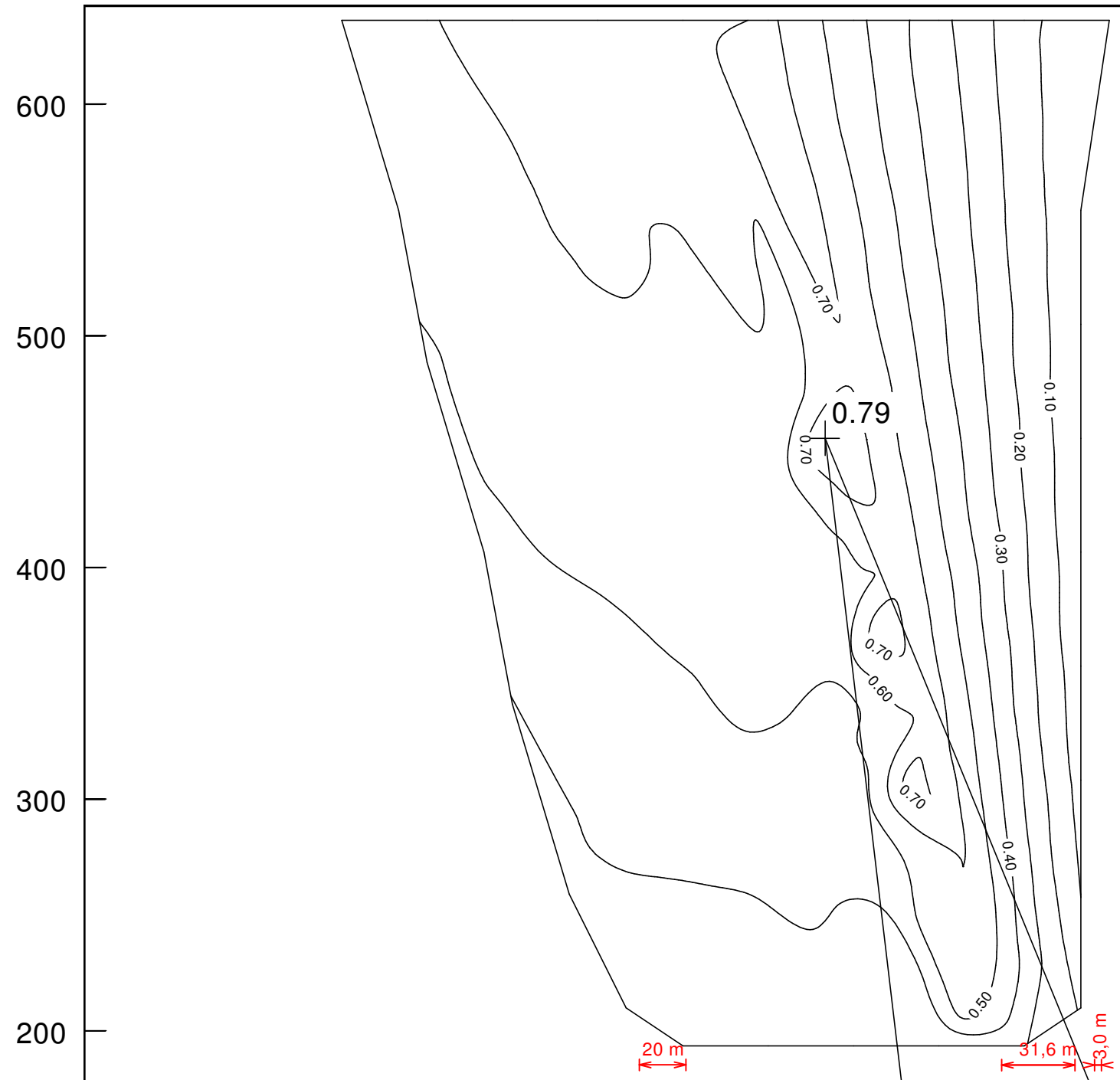
	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 156,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.3b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

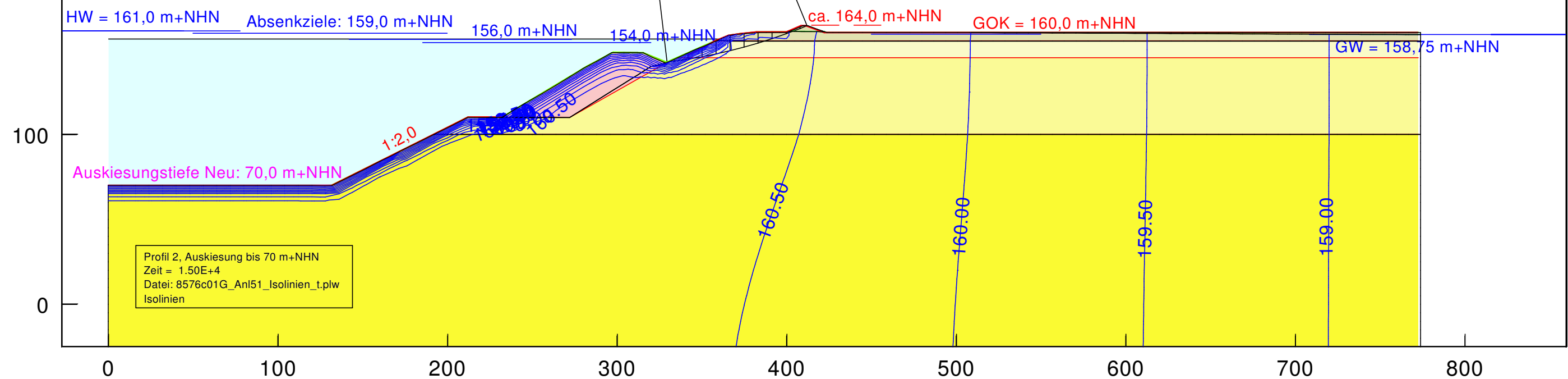


Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Pink]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.79$   
 $x_m = 292.18 \text{ m}$   $y_m = 455.69 \text{ m}$   
 $R = 315.41 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_Anl53b.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

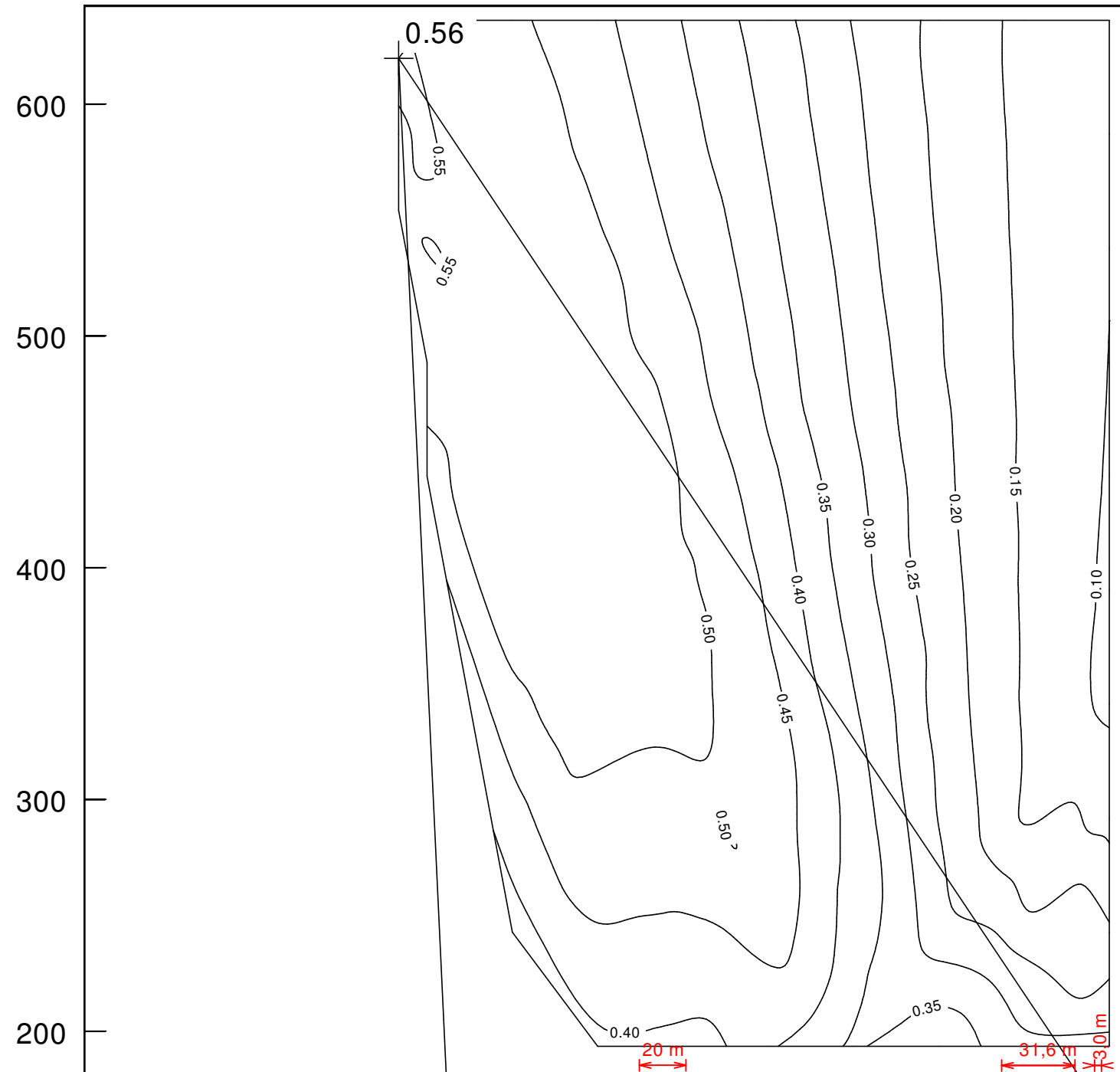


Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 1.50E+4  
 Datei: 8576c01G\_Anl51\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 156,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.3c	1 : 2500	16.04.2020	He	He

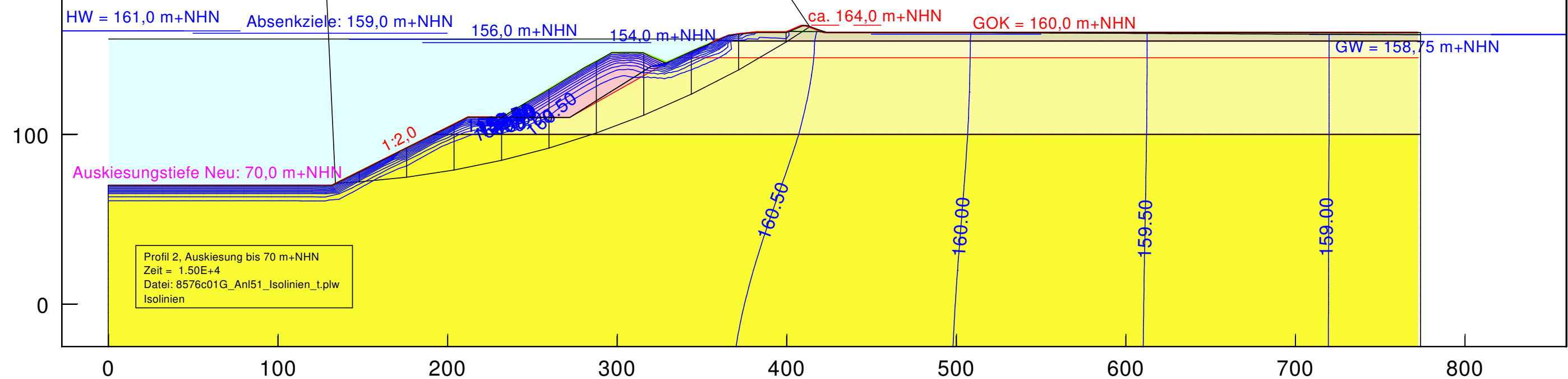


Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN





Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.56$   
 $x_m = 108.09 \text{ m}$   $y_m = 619.64 \text{ m}$   
 $R = 549.17 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_Anl53c.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 1.50E+4  
 Datei: 8576c01G\_Anl51\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Boden	kx	ky	neff	S	Bezeichnung
	1.000E-5	1.000E-5	0.30	3.000E-1	Dammkörper
	1.000E-3	1.000E-3	0.30	3.000E-1	Verklappung, grobkörnig
	3.300E-4	3.300E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer > 100 mNHN
	2.750E-4	2.750E-4	0.20	2.000E-1	Kiessandaquifer < 100 m+NHN

Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 1.86E+4  
 Datei: 8576c01G\_An151\_Druckversion\_t.plw  
 Isolinien

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH & Co.KG  
 Institut für Geotechnik  
 Hauptstraße 152  
 76744 Wörth - Schaidt  
 Tel. 06340 / 508 070-1 0 Fax -2



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

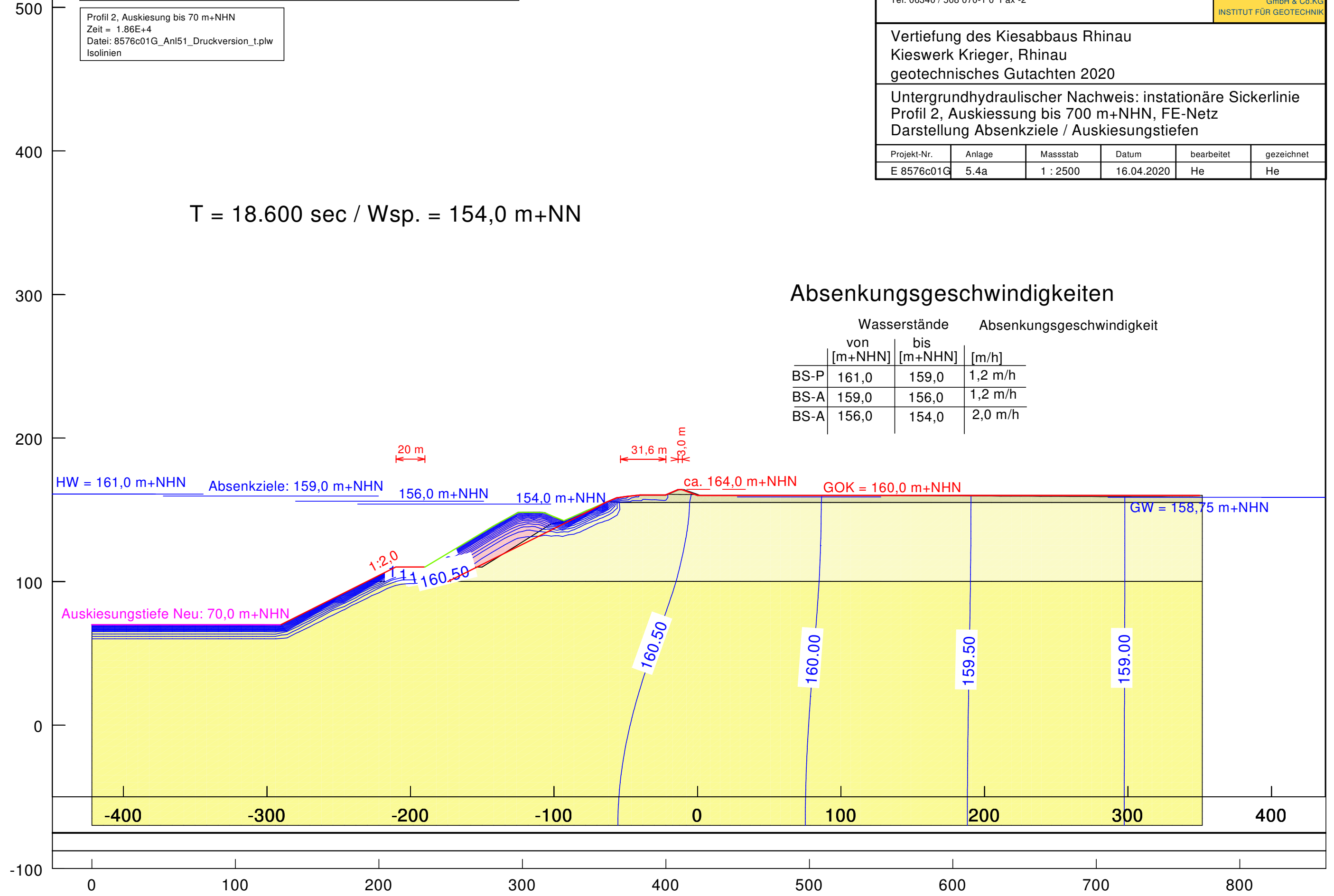
Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 700 m+NHN, FE-Netz  
 Darstellung Absenkziele / Auskiesungstiefen

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.4a	1 : 2500	16.04.2020	He	He

T = 18.600 sec / Wsp. = 154,0 m+NHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

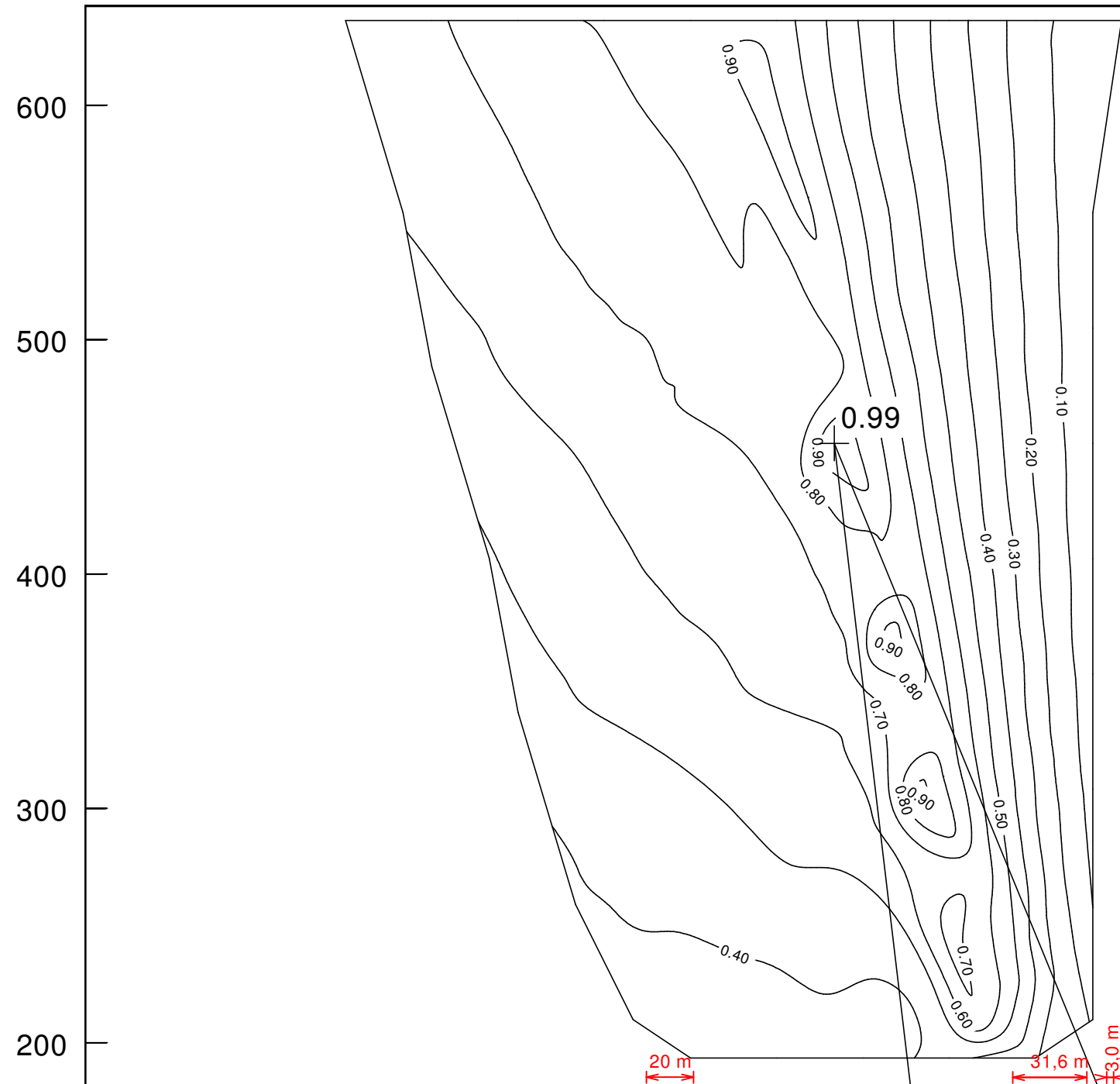
	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 154,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Masstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.4b	1 : 2500	16.04.2020	He	He

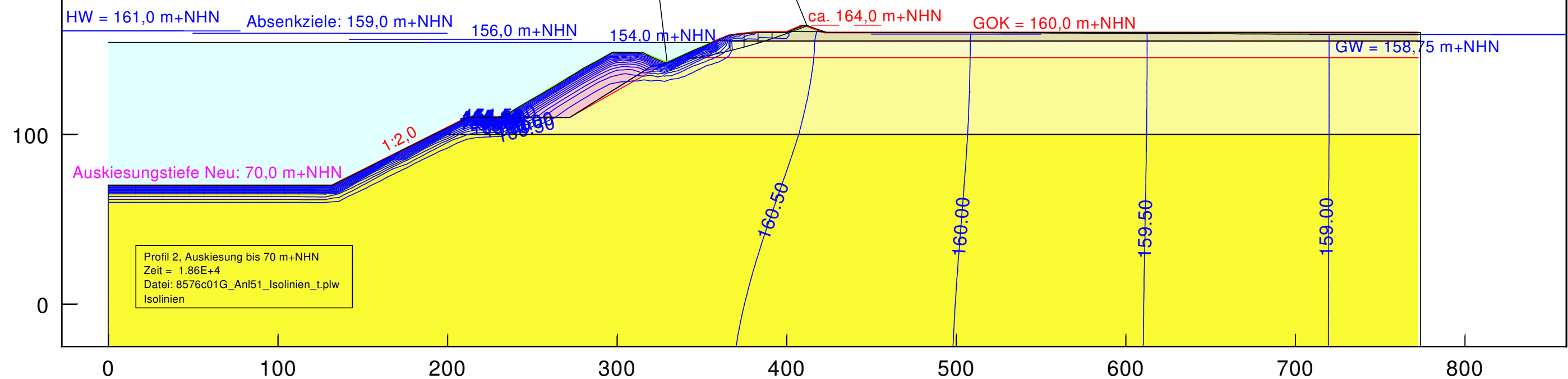


Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Pink]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.99$   
 $x_m = 292.18 \text{ m}$   $y_m = 455.69 \text{ m}$   
 $R = 315.41 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_Anl54b.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

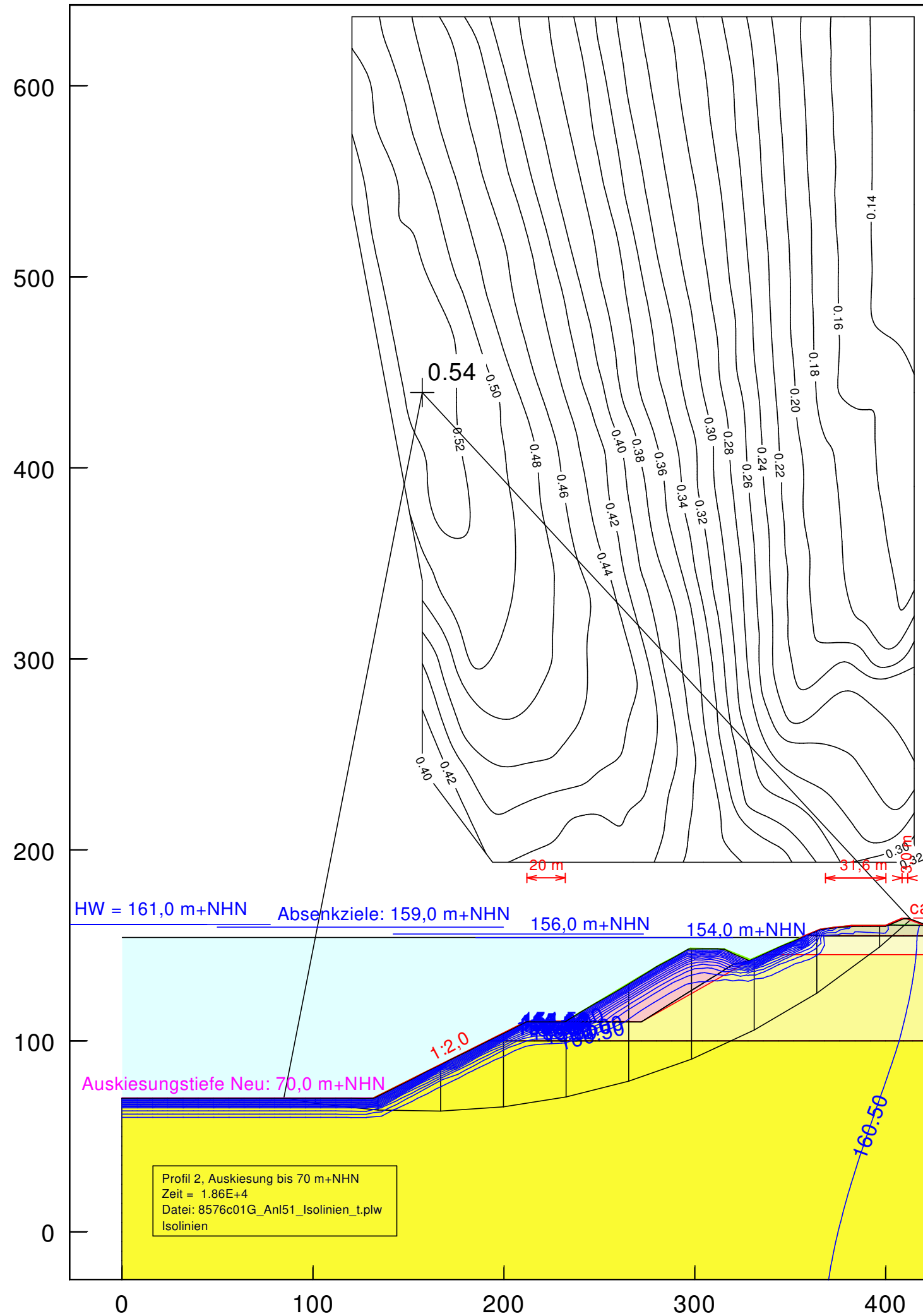


Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 1.86E+4  
 Datei: 8576c01G\_Anl51\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 154,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.4c	1 : 2500	16.04.2020	He	He



Boden	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Light Blue]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Pink]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Yellow]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Dark Yellow]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.54$   
 $x_m = 157.18 \text{ m}$   $y_m = 439.30 \text{ m}$   
 $R = 376.34 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_An154c.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

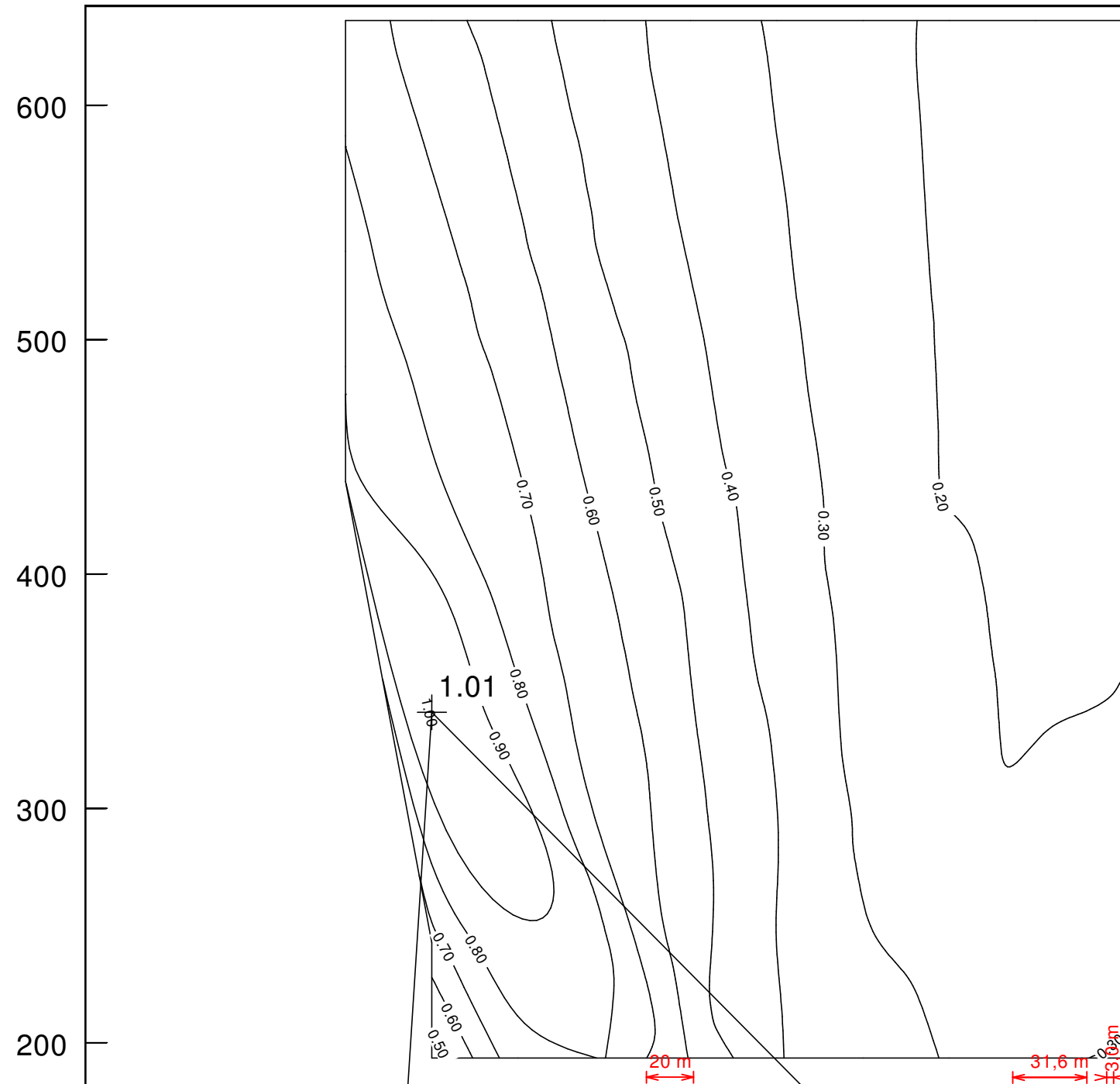
	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h



Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 154,0 m+NHN

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	5.4d	1 : 2500	16.04.2020	He	He

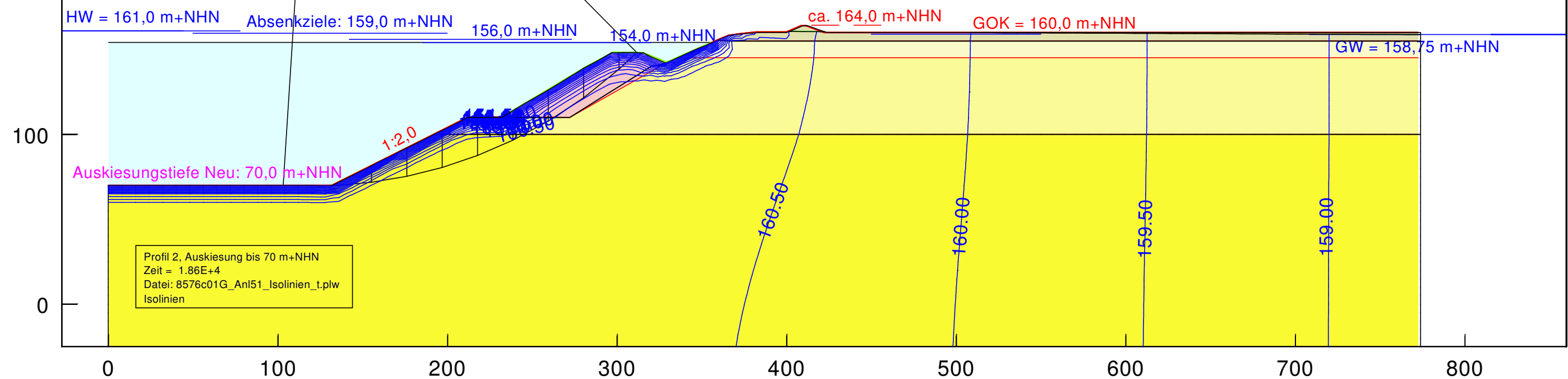


Boden	$\varphi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Pink]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 1.01$   
 $x_m = 120.36 \text{ m}$   $y_m = 340.93 \text{ m}$   
 $R = 271.49 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Datei: 8576c01G\_Anl54d.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

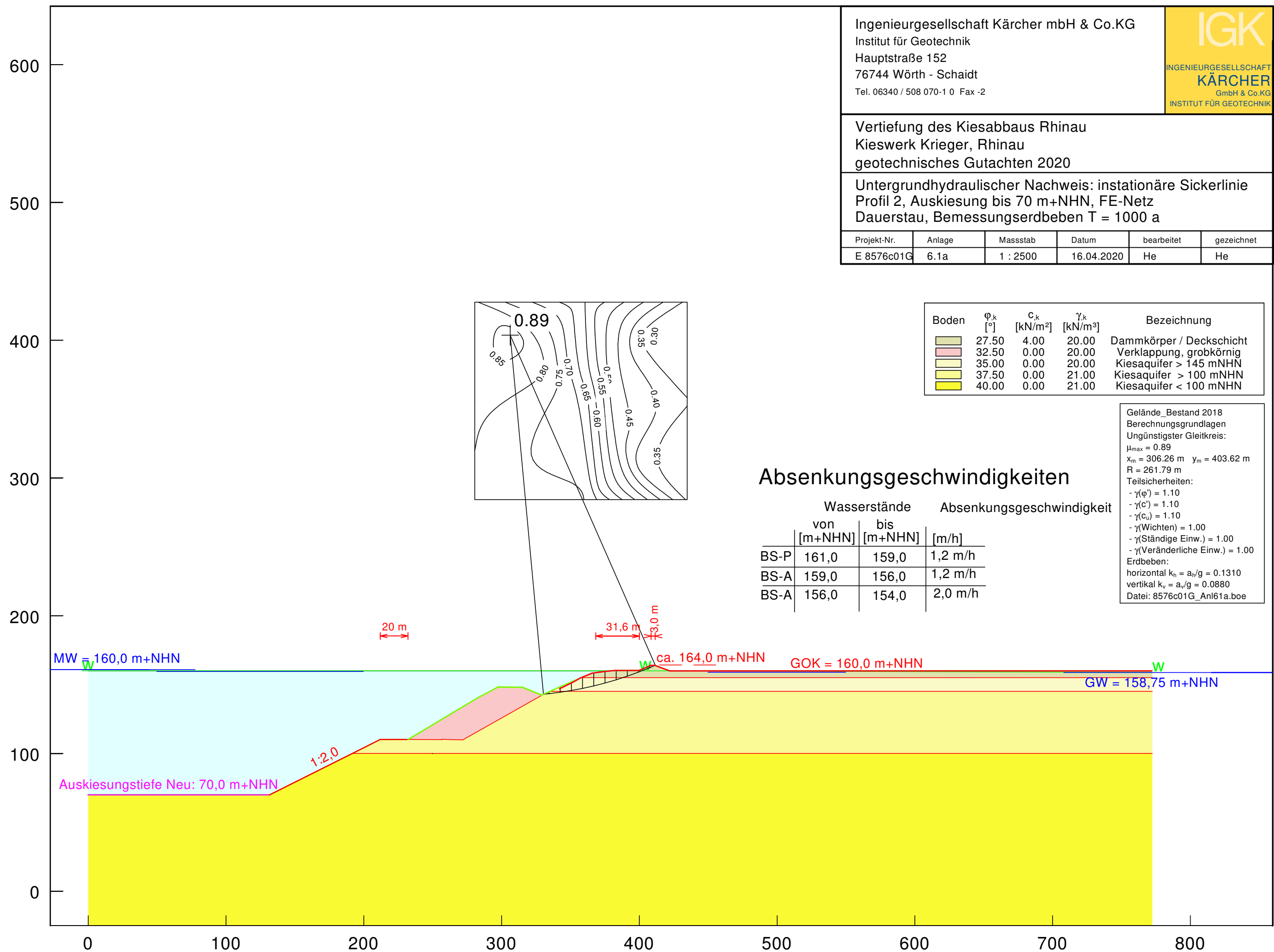


Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 1.86E+4  
 Datei: 8576c01G\_Anl51\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Dauerstau, Bemessungserdbeben T = 1000 a

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	6.1a	1 : 2500	16.04.2020	He	He



Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Light Blue]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Red]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Yellow]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Dark Yellow]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

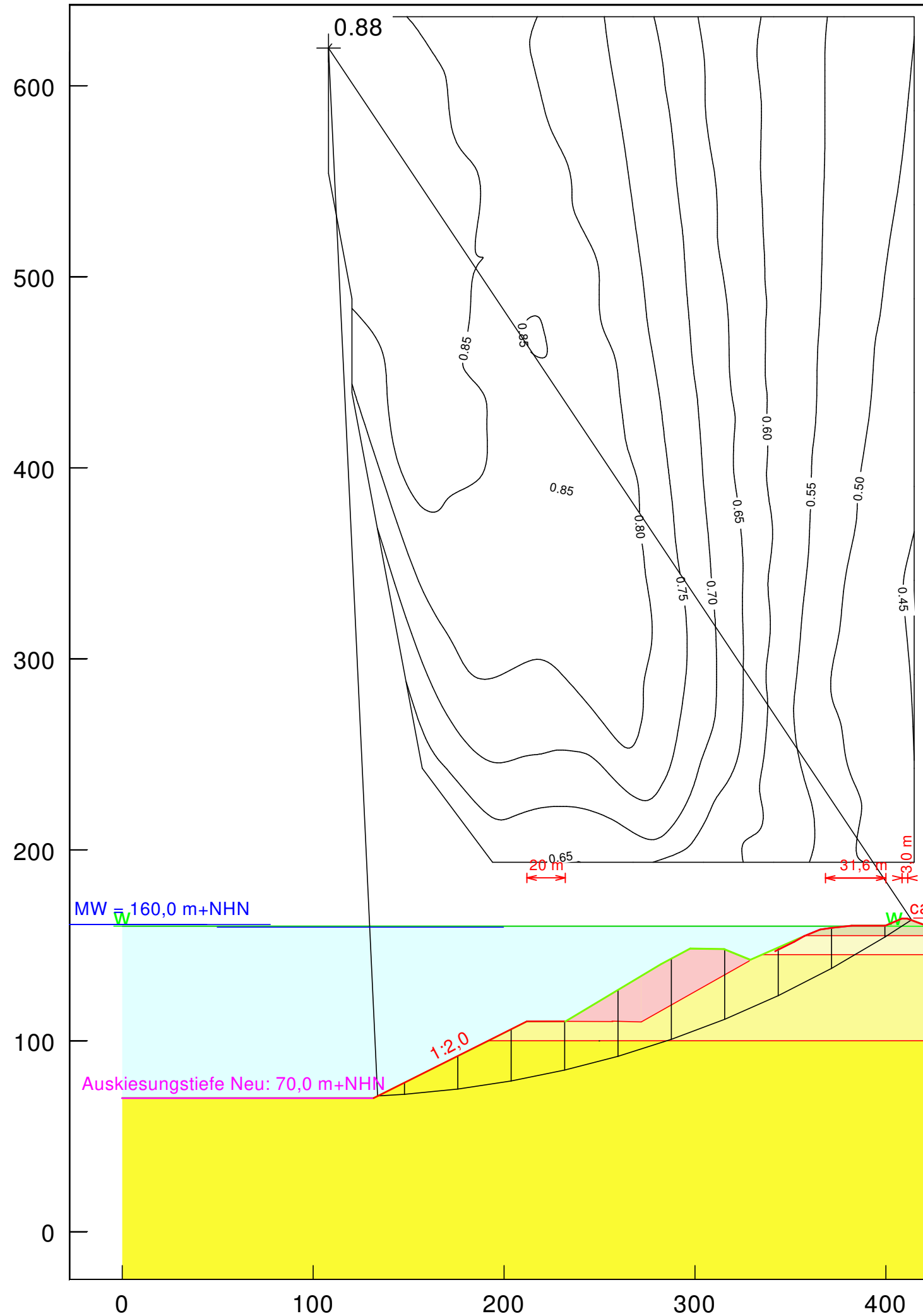
	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.89$   
 $x_m = 306.26 \text{ m}$   $y_m = 403.62 \text{ m}$   
 $R = 261.79 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Erdbeben:  
 horizontal  $k_h = a_h/g = 0.1310$   
 vertikal  $k_v = a_v/g = 0.0880$   
 Datei: 8576c01G\_An161a.boe

Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Dauerstau, Bemessungserdbeben T = 1000 a

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	6.1b	1 : 2500	16.04.2020	He	He



Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Pink]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.88$   
 $x_m = 108.09 \text{ m}$   $y_m = 619.64 \text{ m}$   
 $R = 549.17 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Erdbeben:  
 horizontal  $k_h = a_h/g = 0.1310$   
 vertikal  $k_v = a_v/g = 0.0880$   
 Datei: 8576c01G\_An161b.boe

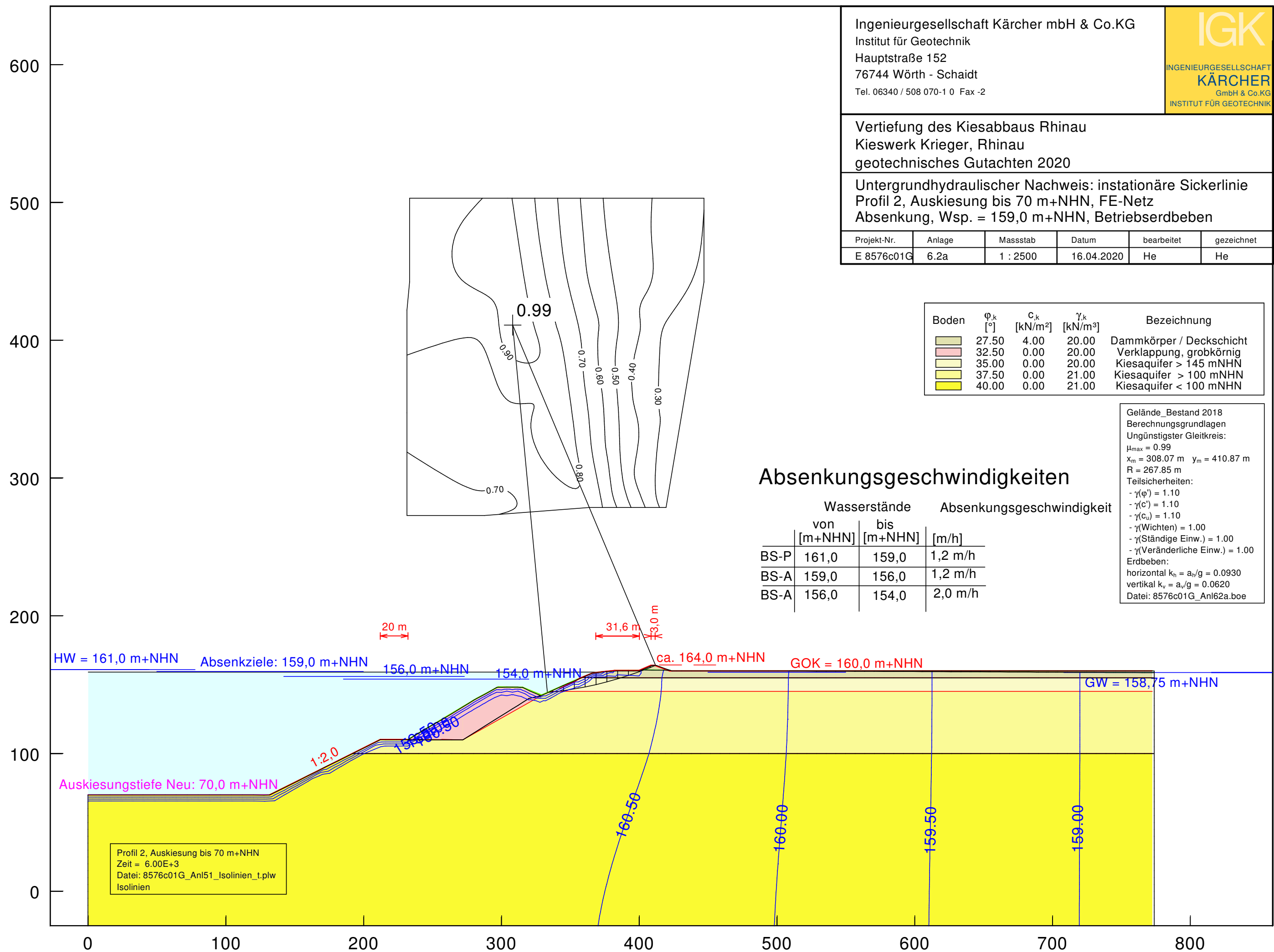
### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 159,0 m+NHN, Betriebserdbeben

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	6.2a	1 : 2500	16.04.2020	He	He



Boden	$\varphi_k$ [°]	$c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Pink]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h

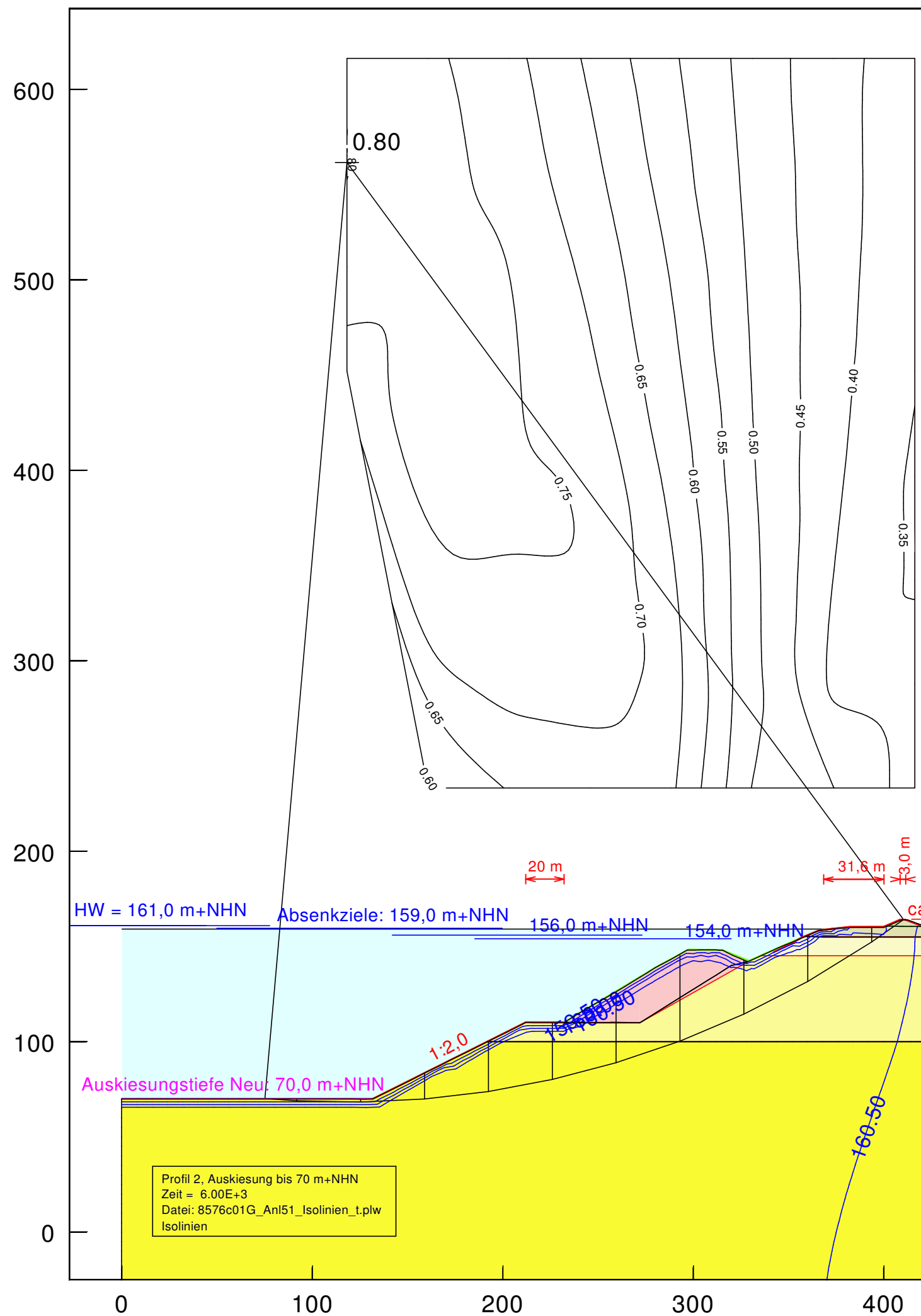
Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.99$   
 $x_m = 308.07 \text{ m}$   $y_m = 410.87 \text{ m}$   
 $R = 267.85 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\varphi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Erdbeben:  
 horizontal  $k_h = a_h/g = 0.0930$   
 vertikal  $k_v = a_v/g = 0.0620$   
 Datei: 8576c01G\_An162a.boe

Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN  
 Zeit = 6.00E+3  
 Datei: 8576c01G\_An151\_Isolinien\_t.plw  
 Isolinien

Vertiefung des Kiesabbaus Rhinau  
 Kieswerk Krieger, Rhinau  
 geotechnisches Gutachten 2020

Untergrundhydraulischer Nachweis: instationäre Sickerlinie  
 Profil 2, Auskiesung bis 70 m+NHN, FE-Netz  
 Absenkung, Wsp. = 159,0 m+NHN, Betriebserdbeben

Projekt-Nr.	Anlage	Massstab	Datum	bearbeitet	gezeichnet
E 8576c01G	6.2b	1 : 2500	16.04.2020	He	He



Boden	$\phi_k$ [°]	$C_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Bezeichnung
[Green]	27.50	4.00	20.00	Dammkörper / Deckschicht
[Pink]	32.50	0.00	20.00	Verklappung, grobkörnig
[Light Green]	35.00	0.00	20.00	Kiesaquifer > 145 mNHN
[Yellow]	37.50	0.00	21.00	Kiesaquifer > 100 mNHN
[Orange]	40.00	0.00	21.00	Kiesaquifer < 100 mNHN

Gelände\_Bestand 2018  
 Berechnungsgrundlagen  
 Ungünstigster Gleitkreis:  
 $\mu_{max} = 0.80$   
 $x_m = 118.09 \text{ m}$   $y_m = 561.47 \text{ m}$   
 $R = 493.35 \text{ m}$   
 Teilsicherheiten:  
 -  $\gamma(\phi') = 1.10$   
 -  $\gamma(c') = 1.10$   
 -  $\gamma(c_u) = 1.10$   
 -  $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$   
 -  $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.00$   
 Erdbeben:  
 horizontal  $k_h = a_h/g = 0.0930$   
 vertikal  $k_v = a_v/g = 0.0620$   
 Datei: 8576c01G\_An162b.boe

### Absenkungsgeschwindigkeiten

	Wasserstände		Absenkungsgeschwindigkeit [m/h]
	von [m+NHN]	bis [m+NHN]	
BS-P	161,0	159,0	1,2 m/h
BS-A	159,0	156,0	1,2 m/h
BS-A	156,0	154,0	2,0 m/h