

Stand sicherheitsnachweis Absperrbauwerk

nach DIN 19700:2004-07

Vorhaben : Neubau
 Hochwasserrückhaltebecken „Kleine Striegis“

Auftraggeber : Stadtverwaltung Hainichen
 Herr BM D. Greysinger
 Am Markt 1
 09661 Hainichen

Planung : ARGE
 Ingenieur Consult Dr.-Ing. A. Kolbmüller GmbH /
 Ingenieurbüro Klemm & Hensen GmbH
 c/o Diezmannstraße 5
 04207 Leipzig

Tragwerksplanung : Ingenieurbüro Klemm & Hensen GmbH
 Fabrikstraße 18
 04178 Leipzig

Leipzig, den 22.05.2017

aufgestellt:

ARGE ICL / K&H

Dipl. Ing. (FH) T. Zander

Dipl. Ing. F. Grätsch;
qual. Tragwerksplaner Sachsen (60374)

Unterlage 1

Erläuterungsbericht

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung und Aufgabenstellung	1
1.1 Vorhabensträger und Entwurfsverfasser	1
1.2 Zweck und Umfang der Unterlage	1
2 Bestehende Verhältnisse, Berechnungsgrundlagen	2
2.1 Lage des Vorhabens	2
2.2 Geometrie und Gliederung des Berechnungsquerschnittes	3
2.3 Hydrologische und hydraulische Grundlagen	4
2.4 Geologische und bodenkundliche Grundlagen	4
3 Standsicherheitsnachweis Damm	6
3.1 Allgemeine Grundlagen zur Nachweisführung	6
4 Auswertung der Standsicherheitsberechnung / Ergebnisdarstellung	7
4.1 Tragsicherheitsnachweise	7
4.1.1 Allgemeine (globale) Tragsicherheit	7
4.1.2 Lokale Tragsicherheit der land- und wasserseitigen Böschungen	8
4.1.3 Lokale Tragsicherheit am Böschungsfuß (Spreizsicherheit)	8
4.1.4 Auftriebssicherheit und hydraulischer Grundbruch	9
4.1.5 Tragsicherheit von Böschungsdichtungen	11
4.2 Gebrauchstauglichkeitsnachweise	11
4.2.1 Lage der Sickerlinie/Sickerwassermengen	11
4.2.2 Sicherheit gegen Materialtransport	13
4.2.2.1 Oberflächenerosion	13
4.2.2.2 Sicherheit gegen Erosionsgrundbruch, Prüfung Untergrundabdichtung	15
4.2.2.3 Suffosionssicherheit	19
4.2.2.4 Sicherheitsbetrachtung zur Kontakterosion	26
4.2.2.5 Fugenerosion	28
4.2.3 Verformung	29
4.3 Aussagen zur Dauerhaftigkeit	29
5 Hinweise aus den Standsicherheitsberechnungen	31
6 Literaturverzeichnis/ Software	32

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Auszug Übersichtslageplan (o.M., Quelle: google maps)	2
Abb. 2: Übersichtplan Verlauf Berechnungsquerschnitt (o.M.)	3
Abb. 3: Übersicht Verlauf Berechnungsquerschnitt im Baugrundlängsschnitt (o.M.)	3
Abb. 4: Gesamter Dammquerschnitt BQ1: 0+214 aus Berechnungsmodell	4
Abb. 5: Dammquerschnitt BQ1: 0+214 aus Berechnungsmodell (Auszug)	4
Abb. 6: Skizze zur Auftriebssicherheit aus [6]	10
Abb. 7: Schema 1 zum Erosionsgrundbruch aus [14]	15
Abb. 8: Schema 2 zum Erosionsgrundbruch aus [14]	15
Abb. 9: Gefällegrenzwerte i_{krit} aus [1]	15
Abb. 10: Schema 1 zum Suffosionsvorgang aus [14]	19
Abb. 11: Schema 2 zum Suffosionsvorgang aus [7]	19
Abb. 12: Korngrößenverteilung Untergrund [16]	20
Abb. 13: Schema 1 zur Kontakterosion aus [14]	26
Abb. 14: Schema 2 zur Kontakterosion aus [7]	26

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Ergebnistabelle Standsicherheitsnachweise
Anlage 2	Rechnerausdrucke Absperrbauwerk (Auswahl)
Anlage 2.1	Stationäre / Instationäre Durchströmungsberechnung
Anlage 2.2	Böschungsbruchberechnung
Anlage 2.3	Hydraulischer Grundbruch/Auftriebsnachweis

Abkürzungen

(alphabetisch geordnet)

AG	Auftraggeber
ARGE	Arbeitsgemeinschaft Ingenieurbüro Klemm & Hensen GmbH / ICL Ingenieur Consult Dr.-Ing. A. Kolbmüller GmbH
BHQ	Bemessungshochwasser nach DIN 19700:2004-07
BS	Bemessungssituation
BQ	Berechnungsquerschnitt
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V.
GW	Grundwasser
HRB	Hochwasserrückhaltebecken
HQ(T)	Hochwasserabfluss (bestimmter Jährlichkeit)
HWE	Hochwasserentlastung
IB	Ingenieurbüro
PMF	probable maximum flood (maximal größtes Hochwasser)
TWB	Tragwiderstandsbedingung
UK	Unterkante
ZH1	Höhe beim BHQ1 (hier HQ500)
ZH2	Höhe bei BHQ2 (hier: HQ5000)
Zv	Höhe bei Vollstau (hier: HQ100)

Erläuterungen zum Standsicherheitsnachweis

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Um die Stadt Hainichen und weitere Unterlieger vor Hochwassergefahren und die damit verbundenen Schäden zu schützen, ist geplant, ein Hochwasserrückhaltebecken als Trockenbecken (Grünbecken) im Hauptschluss der „Kleinen Striegis“ (Gew. 2. Ord.) bei ca. Gewässer-km 14+690 zu errichten. Es soll ab Hochwasserereignissen $>12,75 \text{ m}^3/\text{s}$ (ca. HQ20) eingestaut werden und das Hochwasser gesteuert in den Unterlauf abgeben. Das Absperrbauwerk wird als Drei-Zonen-Damm mit einer Länge von ca. 275 m und einer maximalen Dammhöhe von 8,60 m geplant. Es erhält eine Hochwasserentlastung (HWE) als überströmbarer Dammbereich.

1.1 Vorhabensträger und Entwurfsverfasser

Vorhabensträgerin der Baumaßnahme ist die Stadtverwaltung Hainichen, vertreten durch Herrn Bürgermeister D. Greysinger, Markt 1 in 09661 Hainichen.

Die Standsicherheitsnachweise werden durch die Ingenieurbüro Klemm & Hensen GmbH mit Sitz in Leipzig als Teil der ARGE erbracht.

1.2 Zweck und Umfang der Unterlage

In dieser Unterlage sollen die nach DIN 19700 [2] erforderlichen Standsicherheitsnachweise für das geplante Absperrbauwerk (Drei-Zonen-Damm) erbracht werden.

Die hier betrachteten Nachweise erfolgen an einem maßgebenden BQ bei Dammsstation 0+214. Maßgebend, da hier einerseits aus geometrischer Sicht der Damm seine größte Höhe aufweist und gleichzeitig die geologischen Untergrundverhältnisse mit geringen bis gar keinen Auelehmdeckschichten sowie größten Mächtigkeiten des Grundwasserleiters (Schicht 3c -Flussschotter) vorliegen.

Ziel ist das Erstellen eines anerkannten Standsicherheitsnachweises für das HRB im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung (Planfeststellungsverfahren), welcher gleichzeitig im Weiteren als Grundlage für einen Probestau dient. Erst nach erfolgreichem Probestau kann die Funktionsfähigkeit des gesamten Hochwasserrückhaltebeckens attestiert werden und die uneingeschränkte Nutzung im Rahmen der wasserwirtschaftlichen Vorgaben erfolgen.

2 Bestehende Verhältnisse, Berechnungsgrundlagen

2.1 Lage des Vorhabens

Das geplante HRB Kleine Striegis befindet sich zwischen Chemnitz und Dresden unweit der BAB A 4 im Freistaat Sachsen. Das Absperrbauwerk kann über folgende Gauß-Krüger –Koordinaten beschrieben werden:

- H1/R1 = 5644377 / 4577213
- H2/R2 = 5643840 / 4577695

Die Lage kann der nachfolgender Abbildung entnommen werden.

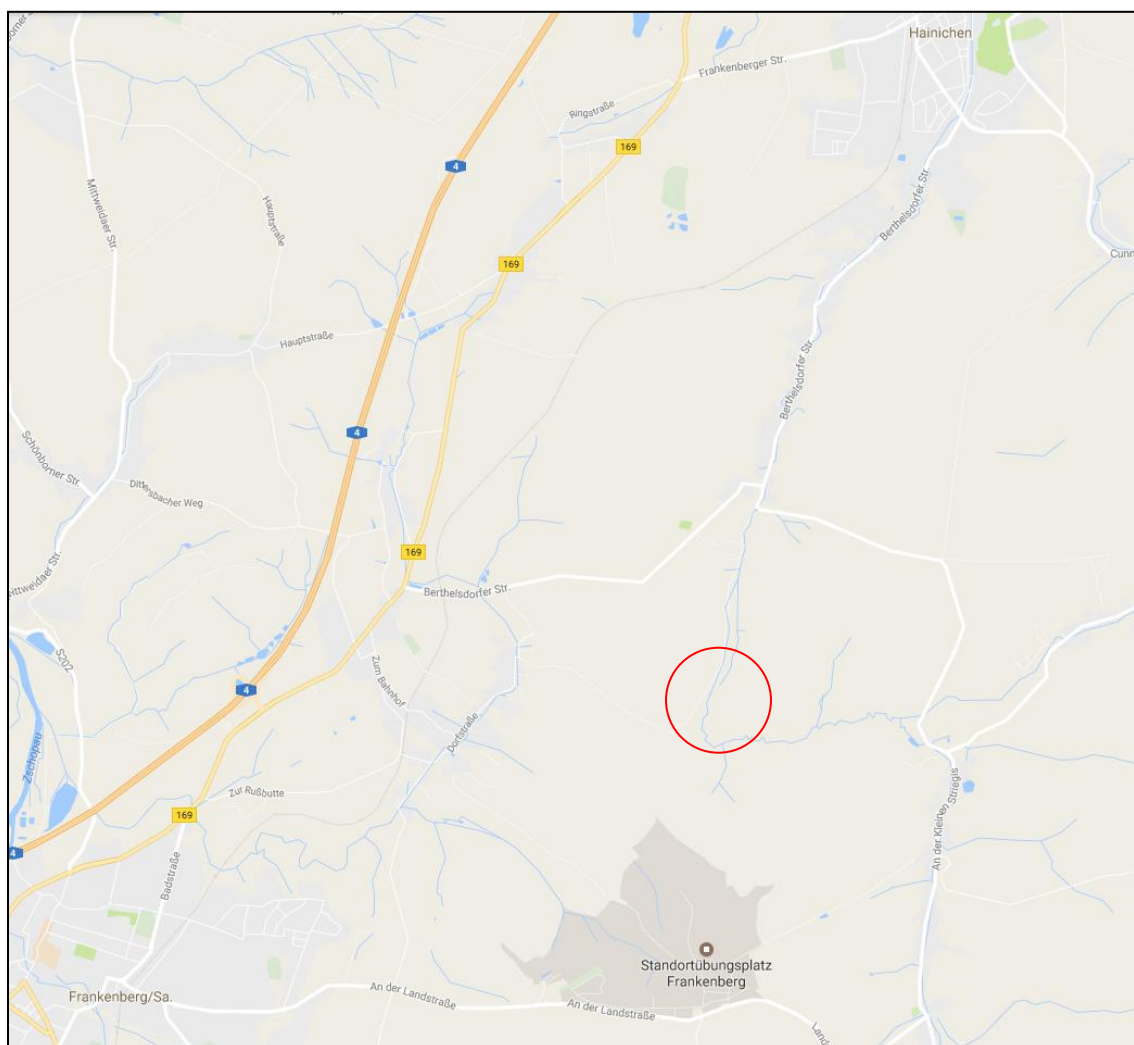


Abb. 1: Auszug Übersichtslageplan (o.M., Quelle: google maps)

2.2 Geometrie und Gliederung des Berechnungsquerschnittes

Der Lage des Berechnungsquerschnittes wurde nach geometrischen und geologischen Kriterien festgelegt und befindet sich bei Dammsstation 0+214. Der Verlauf des Berechnungsquerschnittes kann den Abbildungen Abb. 2 und Abb. 3 entnommen werden.



Abb. 2: Übersichtplan Verlauf Berechnungsquerschnitt (o.M.)

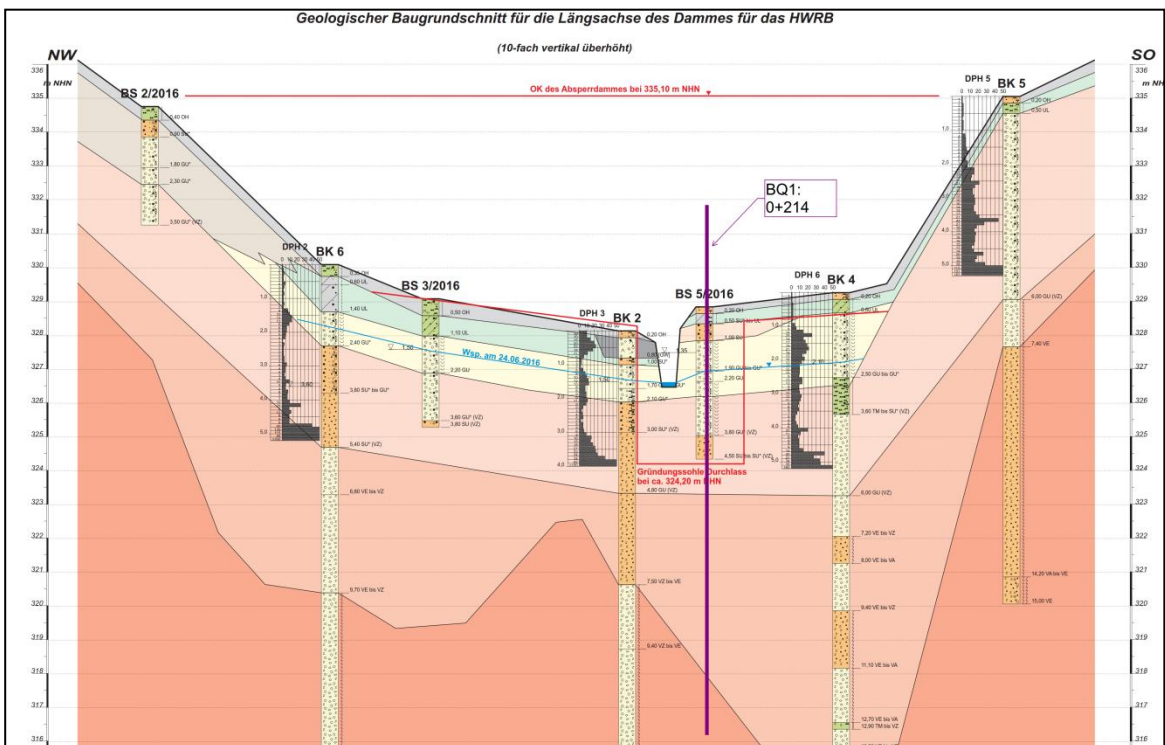


Abb. 3: Übersicht Verlauf Berechnungsquerschnitt im Baugrundlängsschnitt (o.M.)

Eine ausführliche Gliederung des Dammquerschnittes kann der Objektplanung entnommen werden

Den zusammengestellten, vielschichtigen Dammaufbau zeigt die nachfolgende Abbildung des Berechnungsmodells.

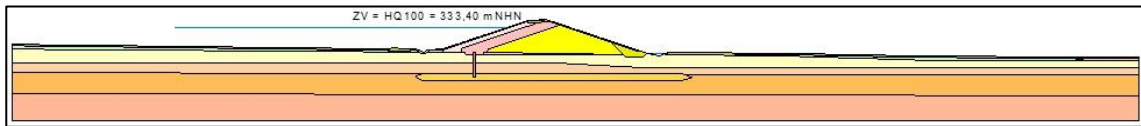


Abb. 4: Gesamter Dammquerschnitt BQ1: 0+214 aus Berechnungsmodell

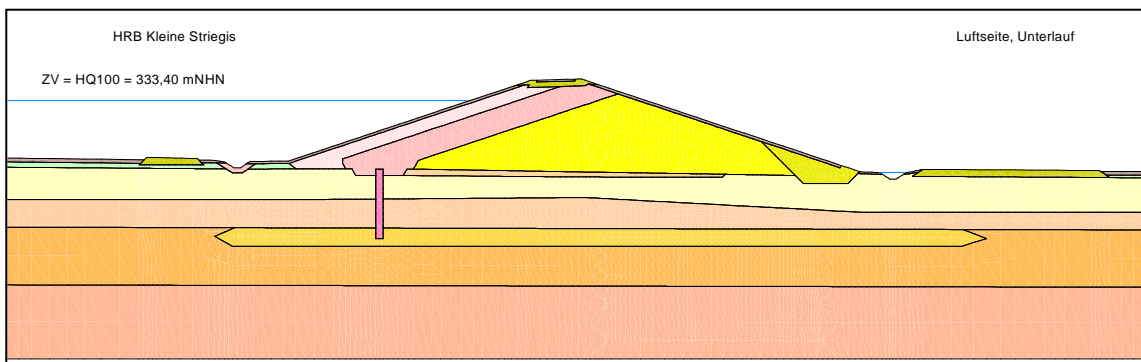


Abb. 5: Dammquerschnitt BQ1: 0+214 aus Berechnungsmodell (Auszug)

Das zur Berechnung zusammengestellte Gesamtmodell kann auch in den Anlagen eingesehen werden.

2.3 Hydrologische und hydraulische Grundlagen

Das HRB soll als Trockenbecken (Grünbecken) mit einem gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum von $I_{GHR} = 169\,307\text{ m}^3$ betrieben und im Hauptschluss von der Kleinen Striegis von Süd nach Nord durchflossen werden. Mit einer Dammhöhe von 8,60 m zählt es damit nach DIN 19700 -12 zu den „Mittleren Becken“.

Die hydrologischen- und hydraulischen Kennwerte zum geplanten HRB sind übersichtlich im Lastenheft zusammengestellt und werden nicht erneut wiedergegeben.

2.4 Geologische und bodenkundliche Grundlagen

Für den geplanten Standort des Absperrbauwerkes wurden 2015 - 2016 gezielte Baugrunderkundungen im Sinne einer Hauptuntersuchung nach DIN 4020 durch die Ingenieurgesellschaft „analytec Dr. Steinhau“ aus Chemnitz OT Mittelbach durchgeführt

und eine Ableitung entsprechender Bodenkennwerte nach Tragwiderstandsbedingungen vorgenommen.

Die Beschreibung der Bodenschichten sowie Schnittdarstellungen können der Baugrundunterlage (Anlage zur Planfeststellungsunterlage) entnommen werden.

Die für die Berechnung in Ansatz zu bringenden Bodenkennwerte, gegliedert nach Tragwiderstandsbedingungen, sind inhaltlich im Lastenheft dargestellt. Ergänzend zu den dortigen Kennwerten einzelner Schichten wurde im Berechnungsmodell entsprechend dem Hinweis im Bericht zur Baugrundhauptuntersuchung (S.62 f) eine hydraulisch durchlässigere Schwächezone innerhalb der stark verwitterten Festgesteinschicht (S5a) mittels kf-Wert $5 \cdot 10^{-5}$ für alle TWB berücksichtigt. Übrige Kennwerte entsprechen der Schicht 5a.

Weiterhin wurde auf Anfrage per Email am 16.05.2017 eine Aussage zum Porenanteil einzelner Bodenschichten durch den Baugrundgutachter abgeschätzt, welche als Grundlage für hydraulische Suffosionsnachweise dienen.

- Auesand SU - SU*: $n = 0,20 - 0,25$
- Flusskiese GU-GU*: $n = 0,25 - 0,30$
- Verwitterungszersatz (GU/GU* - SU/SU* (VZ): $n = 0,20 - 0,25$

3 Standsicherheitsnachweis Damm

3.1 Allgemeine Grundlagen zur Nachweisführung

Die Berechnungsgrundlagen, Nachweisformate sowie projektspezifischen Ansätze wurden bereits im Lastenheft dargestellt, abgestimmt und durch den Prüfenieur bestätigt. Auf eine erneute Darstellung soll daher verzichtet werden.

Ergänzend zu den Aussagen im zugehörigen Lastenheft wird nachfolgend auf den im Lastenheft noch offenen Punkt des „PMF“ eingegangen.

Da bis zur Abgabe des Standsicherheitsnachweises keine Wasserspiegellage für „PMF“ übergeben werden konnte, wurde das „PMF“ mit einer Wasserspiegellage von 334,55 m NHN in den Standsicherheitsnachweisen in Ansatz gebracht. Diese Höhe liegt knapp unterhalb der Dammkrone ($Z_k = 335,10$ m NHN) und entspricht der Oberkante der Dichtungsschicht. Ein darüber liegender Wasserstand hätte auf Grund des geplanten Wegeaufbaus eine rasche Durchsickerung und höchstwahrscheinlich eine Erosion der luftseitigen Böschung zur Folge.

4 Auswertung der Standsicherheitsberechnung / Ergebnisdarstellung

4.1 Tragsicherheitsnachweise

4.1.1 Allgemeine (globale) Tragsicherheit

Die Nachweise der globalen Tragsicherheit betrachten Böschungsbrüche auf zylindrischen oder gebrochenen Gleitflächen im Sinne der DIN 4084 [3], die im Dammkörper (Böschungsbruch) und auch bis in den Dammuntergrund (Böschungsgrundbruch) reichen. Entsprechend wurde der Suchbereich nicht nur auf mögliche Gleitkreise im Dammkörper beschränkt, sondern auch die Suche nach ungünstigeren Gleitkörpern, welche im Dammuntergrund verlaufen, zugelassen. Eine unzureichende Sicherheit (speziell kleiner 1,00) kann einen Dammbbruch zur Folge haben. Die Nachweise erfolgen nach dem Verfahren von *Bishop* für zylindrische Gleitkörper nach dem in DIN 19700 vorgeschriebenen Globalsicherheitsverfahren.

Für Nachweise zum Abschieben (Gleiten) des Dammes wird das Verfahren der *Starrkörperbruchmechanismen* genutzt. Dabei werden Bruchkörper nicht nur entlang der Dammbasis, sondern auch bis zur jeweiligen, beckenseitigen Wasserspiegellage untersucht, da diese Sicherheiten stets geringer sind. Die Ergebnisse liegen daher auf der sicheren Seite.

In Auswertung der ermittelten Sicherheiten für die globalen Böschungsnachweise zeigt sich, dass die maßgebenden Gleitkörper auf der luftseitigen Böschung auch geringfügig durch den Untergrund verlaufen und somit eher ein Böschungsgrundbruch erfolgen würde. Für die beckenseitige Böschung werden im maßgebenden Lastfall LF 2.2 keine Böschungsbrüche ermittelt.

Die geforderten Sicherheiten der einzelnen Bemessungssituationen werden sehr gut bis gut eingehalten. Ausreichende Sicherheitsreserven sind vorhanden. In den Lastfällen 2.2 unter TWB „B“ der „Schnellen Wasserspiegelabsenkung“ und 3.2 „Bemessungserdbeben“ werden für die beckenseitige Böschung und unter Berücksichtigung der Verkehrslasten mit Sicherheiten von 1,56 bzw. 1,79 die geringsten Abstände zur geforderten Sicherheit von 1,10 erreicht. Für die luftseitige Böschung wird die geringste globale Böschungsbruchsicherheit mit 1,68 im Lastfall 1.1a_C ermittelt.

Auf Grund der voluminösen Bauart des Dammes besteht keine Gefahr des Abschiebens des Dammkörpers. Maßgebend werden nur die Lastfälle mit Beckeneinstau. Anderenfalls kann kein Abschieben unter den definierten Lastfällen erfolgen. Die Sicherheiten bewegen sich mit Werten zwischen 2,71 und 3,66 deutlich über den erforderlichen Sicherheiten.

Sämtliche ermittelten Sicherheiten wurden tabellarisch aufbereitet und können Anlage 1 entnommen werden.

4.1.2 Lokale Tragsicherheit der land- und wasserseitigen Böschungen

Bei dem vorhandenen Dammkörper handelt es sich um einen neu zu errichtenden Drei-Zonen-Damm aus bindigen (Dichtung) und nichtbindigen Zonen (Stützkörper) mit luftseitig am Böschungsfuß angeordnetem Drainkörper.

Aus diesem Grund wird die lokale Tragsicherheit, den Empfehlungen in „MSD“ [8] folgend, durch oberflächennahe Gleitkreise mit dem Verfahren nach *Bishop* als auch parallel nach *Janbu* für gebrochene, polygonale Gleitkörper, da für schwach- oder nichtbindige Erdstoffe gemäß [8] vorrangig gebrochene Gleitkörper maßgebend werden und im vorliegenden Fall auch gemischtkörnige Böden luftseitig geplant werden. nach dem Globalsicherheitsverfahren untersucht.

Die Nachweise zur lokalen Tragsicherheit der Böschungen wurden untersucht, indem der Suchbereich auf oberflächennahe Gleitkreise/-körper beschränkt wurde.

Die Berechnungsergebnisse weisen ein gutes bis sehr gutes Sicherheitsniveau mit Sicherheiten von überwiegend größer 1,50 bis $> 2,00$ auf. Im Lastfall 2.2 der „Schnellen Wasserspiegelabsenkung“ unter TWB „B“ wurde eine Sicherheit von $1,58 > 1,10$ bei 1,5-fach schnellerem Maximalabstau als geplant für die beckenseitige Böschung ermittelt. Im Lastfall 1.1 unter TWB „C“ werden bei Berücksichtigung der Verkehrslast und voll ausgebildeter Sickerlinie die minimalsten Sicherheiten zum lokalen Böschungsbruch mit 1,45 bzw. $1,47 < 1,10$ ermittelt. Grund hierfür ist unter anderem auch der vergleichsweise ungünstige Ansatz der Bodenkennwerte, welche eine sehr hoch im Dammkörper liegende Sickerlinie und damit Strömungsbelastung bedingen.

Auch im LF 3.2 Bemessungserdbeben“ wird die geforderte Sicherheit von 1,10 mit Sicherheiten um 1,51 bis 1,91 sehr gut eingehalten.

Sämtliche ermittelten Sicherheiten können Anlage 1 entnommen werden.

4.1.3 Lokale Tragsicherheit am Böschungsfuß (Spreizsicherheit)

Die lokale Standsicherheit am Böschungsfuß ist bei weichem, bindigen Baugrund nachzuweisen, da durch die Dammschüttung hier Spreizspannungen entstehen. Im vorliegenden Fall ist der Damm auf einer mehr oder minder starken bindigen Auelehm-

deckschicht (S. 3b SU/SU*) aufgebaut, welche bei entsprechenden Witterungsvoraussetzungen oder längeren Einstaudauern eine weiche bis steife Konsistenz annehmen kann. Aus diesem Grund wird der Nachweis der Spreizsicherheit für alle untersuchten Lastfälle geführt. Der Nachweis erfolgt mit dem Programm GGU „Stability“ [17] über dreieckförmige Gleitkörper nach dem Verfahren von *Janbu*.

Sinn macht ein Nachweis nur auf der Böschungsseite, auf der kein Einstau erfolgt. Demnach ist der Nachweis der beckenseitigen Böschung für die Lastfälle 1.1, 2,1 und 3.1 entbehrlich.

Bis auf den Nachweis bei Lastfall 1.1 mit TWB „C“ können Sicherheiten von 1,84 bis > 2,50 ermittelt werden. Im Lastfall 1.1 „C“ wird die geforderte Sicherheit von 1,10 mit einer ermittelten Sicherheit von 1,14 noch eingehalten. Der Grund hierfür (sehr ungünstiger Bodenkennwertansatz) wurde unter Pkt. 4.1.2 bereits erläutert. Die stationäre Sickerlinie erzeugt im Böschungsfußpunkt mit seinem rechnerischen Austrittspunkt etwa 20 cm über dem Fußpunkt sehr große Strömungskräfte, welche die stabilisierenden Kräfte der Böschung reduzieren. Sollte widererwartend (da kein Dauerstau und voll ausgebildete Sickerlinie entstehen kann) ein Schaden auftreten, wird er lokal begrenzt und ohne Gesamtstandsicherheitsrelevanz für den Damm sein.

Die ermittelten Sicherheiten können Anlage 1 entnommen werden.

4.1.4 Auftriebssicherheit und hydraulischer Grundbruch

Für den luftseitigen Bereich um den geplanten Böschungsfuß erfolgen entsprechende Nachweise zum Auftrieb bzw. Hydraulischen Grundbruch mit den ermittelten Potentialen aus den jeweiligen, lastfallspezifischen Durchströmungsberechnungen. Dabei werden zwei Nachweisstellen betrachtet. Einerseits erfolgen Nachweise unmittelbar hinter dem luftseitigen Böschungsfuß am geplanten Entwässerungsgraben (Schweißgraben), da hier bereichsweise eine minimale Deckschichtdicke vorhanden ist, die mit Herstellung des Grabens durchstoßen werden wird. Dabei wird der unterlagernde Grundwasserleiter angeschnitten, so dass der Graben im Sinne eines Sickerschlitzes wirkt. Maßgebend sind an dieser Betrachtungsstelle daher die Nachweise zum Hydraulischen Grundbruch und nicht zum Auftrieb. Als zweite Nachweisstelle S 2 wird das unmittelbare Hinterland ca. 65 m nach dem neuen Böschungsfuß betrachtet. Hier liegt eine Deckschicht aus bindigem Erdstoff vor, so dass Auftriebsnachweise maßgebend werden. Die nicht maßgebenden Nachweisformate (Auftrieb bzw. Hydraulischer Grundbruch) wurden dennoch mit ausgegeben. Weiter im Hinterland liegende Bereiche wer-

den nicht untersucht und sind für die Standsicherheit des Dammes auch nicht interessant.

Die Nachweise erfolgen für die Lastfälle 1.1, 2.1, 3.1 und 4. In allen anderen Lastfällen liegt keine maßgebende Belastung für das Hinterland vor. Für die Nachweise werden die ungünstigen Baugrundkennwerte (Wichten, kf-Werte) sowie Grundwasserpotentiale aus den Durchströmungsberechnungen der jeweiligen Tragwiderstandsbedingung an jeweiliger Betrachtungsstelle angesetzt.

Die luftseitige Auftriebssicherheit eines Deckstauers erfolgt in Anlehnung an DIN 19712 mit Globalsicherheitskonzept nach Nachweismethodik DIN 1054 mit Programm „GGU Uplift“ [21] ohne zusätzlich stabilisierende Kräfte durch Kohäsion bindiger Erdstoffe.

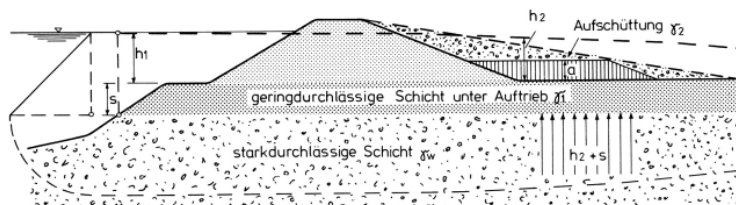


Abb. 6: Skizze zur Auftriebssicherheit aus [6]

$$\text{vorh} \eta = \frac{s^* \gamma_1 + a^* \gamma_2}{(h_2 + s)^* \gamma_w} \geq_{\text{erf}} \eta \quad \text{mit erf. } \eta \text{ entsprechend Bemessungssituation}$$

Die Sicherheit gegen Hydraulischen Grundbruch nach Globalsicherheitskonzept erfolgt ebenfalls mit dem Programm „GGU Uplift“ und folgt dem Nachweis:

$$\text{vorh} \eta = \frac{\sum (\gamma' * d)}{\Delta H_w * \gamma_w} \geq_{\text{erf}} \eta \quad \text{mit erf. } \eta = 1,50 \text{ über alle Bemessungssituation}$$

ΔH_w ist dabei die WSP-Differenz von Sohlwasserdruck zu luftseitigem, freien WSP

In allen Lastfällen werden die Sicherheiten mit Werten von 1,70 bis ca. 1,80 (Nachweisstelle 1, Auftrieb aber nicht maßgebend) bzw. als maßgebender Nachweis bei Nachweisstelle 2 mit 1,49 für die Auftriebssicherheit gut eingehalten. Durch den Abstand bei Nachweisstelle 2 sind keine entscheidenden Schwankungen im Untergrundpotential vorhanden, die zu unterschiedlichen Sicherheiten führen.

Die Sicherheiten bezüglich Hydraulischem Grundbruch, maßgebend für Nachweisstelle 1, liegen mit Sicherheiten > 5 bis > 9 deutlich über geforderten Werten. Wichtig ist, dass die bindige Deckschicht ab einer Dicke von kleiner 1,20 m durchstoßen wird und der Graben als Sickerschlitze ausgebildet wird. Dies haben Vergleichsrechnungen ergeben. Dickere Auelehmdeckschichten mit einer Unterkante bis 1,40 m unter OKG wur-

den linksseitig des Durchlassbauwerkes in Dammachse mit den Aufschlüssen BK6 und BS3/16 sowie im Hinterland bei BK3 mit Unterkante ca. 2,00 m unter OKG erkundet. Durch das geplante Ableitungsgerinne der HWE erfolgt ein Einschnitt in das Urgelände von mindestens 2 m. Damit wird die Auelehmdeckschicht vollständig durchstoßen und Auftriebsprobleme auf Grund dünner, bindiger Deckschichten bestehen nicht. Das Gerinne wird zudem mit schweren Wasserbausteinen balastiert. Sollten punktuell bindige Deckschichten bei Errichtung des Gerinnes in Folge wechselnder Schichtdicke bestehen bleiben, kann dies als unkritisch angesehen werden, solange im überwiegenden Abschnitt die Deckschicht durchstoßen wurde und ein Potentialabbau in den Entspannungsbereichen des Ableitungsgerinnes erfolgen kann.

Die erforderlichen Sicherheiten werden gut eingehalten, eine ausreichende Tragsicherheit bezüglich Auftrieb bzw. Hydraulischem Grundbruch wird gewährleistet.

Eine Zusammenstellung der ermittelten Sicherheiten ist als Anlage 1 beigefügt.

4.1.5 Tragsicherheit von Böschungsdichtungen

Separate Nachweise zur Tragsicherheit der beckenseitigen Böschungsdichtung sind nicht erforderlich, da mit den Untersuchungen zur lokalen Tragsicherheit (siehe Pkt. 4.1.3) Gleitkörper entlang der Böschungsdichtung einbezogen wurden. Maßgebend sind hier die Sicherheiten des Lastfalls 2.2 „Schnellen Wasserspiegelabsenkung“. Diese liegen mit mindestens 1,56 über der erforderlichen Sicherheit von 1,10 bei BS III. Der Nachweis der Tragsicherheit der Böschungsdichtung kann damit auch unter großer Strömungsbelastung als erfüllt angesehen werden.

4.2 Gebrauchstauglichkeitsnachweise

4.2.1 Lage der Sickerlinie/Sickerwassermengen

Die Grundlagen und Modellansätze zur Durchströmungsberechnung wurden im Lastenheft bereits erläutert und durch den Prüfstatiker bestätigt. Für die stationären Durchströmungsberechnungen der einzelnen Lastfälle (1.1, 2.1, 3.1, 4) mit den jeweiligen TWB kann festgestellt werden, dass der Beckenwasserstand bis zur eigentlichen Dichtungsebene mehr oder weniger konstant ansteht. Ein geringer Potentialabbau erfolgt bereits in der beckenseitigen Schutzschicht über der Dichtung. Erst in der Dichtungsebene erfolgt ein starker Potentialabbau. Im nachfolgenden Stützkörper verläuft

die Sickerlinie stetig annähernd horizontal bis auf Höhe der Unterkante des Drainprismas bis zum luftseitigen Böschungsfuß. Das Sickerlinienniveau steigt bei TWB „B“ und „C“ auf Grund der ungünstig kombinierten Bodenkennwerte mehr und mehr im Damm an. Da sich dies ungünstiger auf die Berechnungsergebnisse auswirkt kann geschlussfolgert werden, dass die Wahl der Bodenparameter (kf-Wert) auf der korrekten Seite des Streubereiches festgelegt wurde.

Die rechnerische, stationäre Sickerlinie tritt, bis auf Lastfall 1.1 mit TWB „C“ nicht über dem Dammfußpunkt aus. In zuvor genannter Bemessungssituation wird eine Höhe des Sickerlinienustrittes über Böschungsfuß von ca. 20 cm ermittelt. Dies ist den ungünstigen Bodenkennwerten zuzuschreiben, welche einen sehr ungünstigen Sickerlinienverlauf bedingen. Es kann geschlussfolgert werden, dass die Berechnungsergebnisse hierfür sehr ungünstig sind, auf Grund der neu einzubauenden Böden auf Basis eines Qualitätssicherheitsplanes die modellierte Kennwertkombination wahrscheinlich so nicht eintreten werden und die damit ermittelten Sicherheiten auf der sicheren Seite liegen.

Im Untergrund erfolgt ebenfalls ein erwartungsgemäß starker Abbau der Potentiale in den bindigen Deckschichten und der schwach durchlässigen Festgesteinszersatzschicht (S.4), während im Grundwasserleiter (S.3b, S.3c Kiese, Sande) kaum ein Potentialabbau erfolgt.

Auch im modellierten Fall einer Fehlstelle in der Untergrundabdichtung (Lastfall 1.1b) erfolgt ein sehr moderater Sickerlinienverlauf und Potentialverlauf im Untergrund.

Für die instationäre Berechnung, die Simulation des 1,5-fachen der maximal geplanten Abstaugeschwindigkeit des HRB Kleine Striegis ausgehend von stationären Verhältnissen bei Vollstau Z_v , zeigt sich ein deutliches Nachhängen der Sickerlinie in der Dichtungsebene, da die Sickerlinie dem Außenwasserstand auf Grund des geringen kf-Wertes nicht so schnell folgen kann. Die Sickerlinie verläuft daher annähernd böschungsparell zur beckenseitigen Geländeböschung in der Schicht zwischen Oberbodenabdeckung und Dichtung. Es zeigt sich sowohl im Verlauf der Sickerlinie als auch in den Nachweisen zur Böschungsstandsicherheit, dass die nochmals um das 1,5-fache Zunahme der geplanten Absenkgeschwindigkeit zur geplanten Maximalabstaugeschwindigkeit keinen gefährdenden Verlauf der Sickerlinie hervorruft.

Mit den Durchströmungsberechnungen wurden auch Sickerwassermengen am luftseitigen Böschungsfuß sowie im Bereich des Entwässerungsgrabens rechnerisch ermittelt. Die Wassermengen beziehen sich dabei auf den laufenden Meter Damm bei voll ausgebildeter (stationärer) Sickerlinie unter Ausbildung des Entwässerungsgrabens als

Sickerschlitz. In Bereichen mit hoher Auelehmdeckung (ca. Dammstation 0+075 bis 0+175; BS3/16, BK6, BK3) werden lokal geringere Wassermengen pro lfd.m erwartet.

Mit Wassermengen im Mittel von 0,60 bis 1,30 l/(min*ld m) kann praktisch keine erhebliche Wassermenge am luftseitigen Fußpunkt infolge Dammdurch- und unterströmung ermittelt werden. Unterstellt wird in den Berechnungen die Dichtigkeit und Durchgängigkeit des beckenseitigen Deckstauers. Mehr oder weniger große Perforationen im beckenseitigen Deckstauer bedingen auch eine Erhöhung der Dammunterströmung. Ansatzweise wurde dies bereits im Berechnungsmodell durch den offenen, voll mit dem Außenwasserstand des Beckens kommunizierenden, linken Modellrand berücksichtigt.

Die Ableitung des Dränge- und Drainagewassers erfolgt, so wie die Oberflächenwasserableitung, über den Entwässerungsgraben mit Einleitung unterhalb des Durchlassbauwerkes in die Kleine Striegis.

4.2.2 Sicherheit gegen Materialtransport

4.2.2.1 Oberflächenerosion

Erosionsvorgänge, speziell an der landseitigen Böschungsoberfläche, sind zu vermeiden, da sie die lokale Böschungsstandsicherheit stark herabsetzen sowie durch Materialaustrag auch Schäden im Dammkörper verursachen können. Besonders beim Austritt von Sickerwasser aus der Böschung (Hangquellen) liegt ein Gefährdungspotential vor. Daher schreiben die Normen vor, Sickerlinienaustritte in Böschungen möglichst zu vermeiden bzw. kritisch zu beurteilen. Besonders gefährdet sind hierbei Dammkörper aus grob- und gemischtkörnigen Böden. Besteht der Dammkörper aus bindigen Böden, ist die Gefahr von Erosionserscheinungen durch Sickerwasseraustritte als deutlich geringer einzuschätzen, da durch die Kohäsion der Böden eine innere Haftfestigkeit vorhanden ist.

Den Punkt 4.2.1 und die Durchströmungsberechnungen vergleichend wird ersichtlich, dass die rechnerische Sickerlinie lediglich im Lastfall 1.1 unter TWB „C“ merklich mit 20 cm über dem Böschungsfuß in der landseitigen Böschung austritt. Die Gründe hierfür wurden bereits unter Punkt 4.1.2 erörtert und abgewogen (sehr ungünstige Bodenkennwertkombination).

Der Dammkörper entspricht nach Errichtung aktuellen Herstellungsrichtlinien und nachweislich den Verdichtungsanforderungen, die Sickerlinie verläuft auch im Lastfall 1.1 TWB“C“ stetig durch den Dammkörper. Der Austrittspunkt erfolgt im ungünstigsten Fall 20 cm über Fußpunkt. Es wird empfohlen über eine Höhe von 80 cm ein Schotterband anzuordnen und keine Abdeckung mit vergleichsweise wasserundurchlässigem Oberboden vorzunehmen. Mit weiterführendem Materialaustrag ist nicht zu rechnen. Es wird eingeschätzt, dass der vorgenannte, rechnerisch ermittelte Sickerlinienaustritt oberhalb des Böschungsfußes keine Schädigung und Beeinflussung der Dammstandortsicherheit verursacht.

Auf der Beckenseite verläuft die Sickerlinie im maßgebenden Lastfall 2.2 der „Schnellen Wasserspiegelabsenkung“ zwischen Oberboden und Dichtungsschicht in der gemischtkörnigen Auffüllung und verursacht keine Hangquellen und damit keine Oberflächenerosion. Die Böschungsoberfläche wird außerdem von einer dichten und unterhaltenen Grasnarbe vor Erosion (Witterung, Wellenaufwurf) geschützt. Die Dichtung wiederum wird durch die überlagernde gemischtkörnige Auffüllung und den Oberboden vor Beschädigungen und Austrocknung geschützt.

Damit kann eine Gefährdung durch Oberflächenerosion am Berechnungsquerschnitt weitestgehend ausgeschlossen werden. Durch eine gut unterhaltene und geschlossene Grasnarbe kann die Gefahr von Oberflächenerosion grundsätzlich minimiert werden.

4.2.2.2 Sicherheit gegen Erosionsgrundbruch, Prüfung Untergrundabdichtung

Der Erosionsgrundbruch (rückschreitende Erosion) entsteht, wenn im Deichhinterland, meist unmittelbar hinter dem landseitigen Deichfuß, mit dem Austreten von Sickerwasser auch Bodenteilchen ausgetragen werden. Es entsteht ein sogenannter „Erosionstrichter“. Im weiteren Verlauf bildet sich in Richtung Wasserseite (rückschreitend) ein röhrenförmiger Erosionskanal unter dem Deich oder Baukörper aus. Im Endstadium ist ein direkter Zugang zur Wasserseite unter dem Deich hergestellt und es stellt sich eine freie Durchströmung mit sehr hohem Erosionspotential ein. Meist sind solche Vorgänge an Suffosionsvorgänge im Untergrund gekoppelt. Gefördert wird der Vorgang durch Imperfektionen unter dem Deichkörper oder in Bauwerksbereichen an stabilen Berandungen. Zu beachten ist, dass der Vorgang nach einem überstandenen Hochwasserereignis durch erneute hydraulische Beanspruchung reaktiviert werden kann und sich bereits teilweise ausgebildete Erosionsröhren fortentwickeln können.

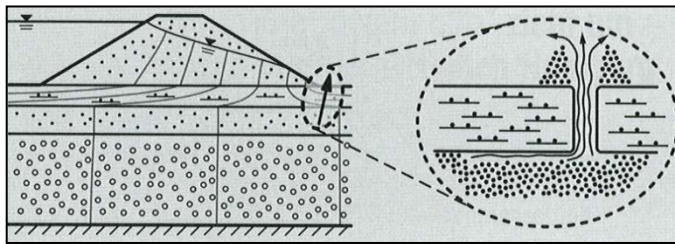


Abb. 7: Schema 1 zum Erosionsgrundbruch aus [14]

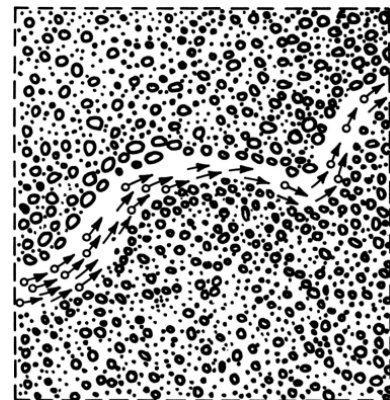


Abb. 8: Schema 2 zum Erosionsgrundbruch aus [14]

Der Nachweis zum Erosionsgrundbruch kann über ein vom Ungleichförmigkeitsgrad des Bodens abhängiges, kritisches Potentialgefälle unter dem Deich nach DIN 19712 [1], Bild 8 erfolgen. Der Gradient ist dabei als mittlerer Gradient der Strömung unter dem Staubauwerk zu verstehen.

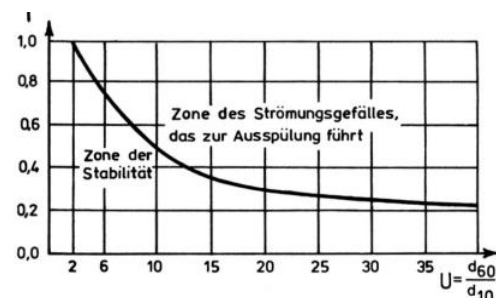


Abb. 9: Gefällegrenzwerte i_{krit} aus [1]

Dabei liegt i_{krit} mit 0,21 für $U > 40$ auf der sicheren Seite.

In DWA-M 507-1 [7] werden nach *CHUGAEV* für grobe Sande und Kiese ähnliche kritische Kontrollgradienten von $i_{krit} = 0,20$ bis $0,33$ und für dichte Tone Werte von $0,40$ bis $0,52$ angegeben. Bindige Erdstoffe mit $d_{10} < 0,002$ sind nach BAW „MSD“ [8] durch ihre innere Haftfestigkeit nicht gefährdet durch innere Erosion und bedürfen daher keiner gesonderten Betrachtung!

Der Nachweis nach Globalsicherheitsverfahren lautet:

$$\eta_{hydr} = i_{krit} / i_{vorh} \geq \eta_{hydr,erf} \quad \text{mit:} \quad \begin{aligned} \eta_{hydr,erf,*} &= 1,50 \\ i_{krit} &= 0,20 \\ i_{vorh} &= \Delta P / \min L \\ \Delta P &= \text{WSP Becken-WSP Hinterland} \\ \min L &= \text{kürzester Sickerweg Untergrund} \end{aligned}$$

Nachweise zum Erosionsgrundbruch

A) Nachweisformat H.Türke

$$\eta_{vorh} = \frac{\gamma'_i / \gamma_w}{Hw / \min L} \geq_{erf} \eta$$

$$\text{erf. } \eta = 1,50$$

Nachweis OHNE Untergrundabdichtung

$\gamma'_i =$	11 kN/m ³
$\gamma_w =$	10 kN/m ³
min L =	44,8 m
Hw =	lastfallabhängig

Lastfall	Sicherheit η_{vorh}	Sicherheit η_{erf}
1.1a_A	8,68	1,5
2.1a_A	7,96	1,5
3.1a_A	7,75	1,5
4.1a_A	7,22	1,5

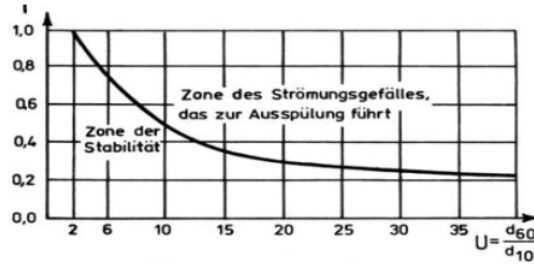
Nachweis MIT 5m langer Untergrundabdichtung

$\gamma'_i =$	11 kN/m ³
$\gamma_w =$	10 kN/m ³
min L =	54,8 m
Hw =	lastfallabhängig

Lastfall	Sicherheit η_{vorh}	Sicherheit η_{erf}
1.1a_A	10,61	1,5
2.1a_A	9,74	1,5
3.1a_A	9,48	1,5
4.1a_A	8,83	1,5

Sicherheit gegen Erosionsgrundbruch mit und ohne Untergrundabdichtung nach dem Nachweisformat ausreichend!

B) Nachweisformat DIN 19712:1997-11 „Flussdeiche“



$$\eta_{hydr.} = i_{krit} / i_{vorh} \geq \eta_{hyd,erf}$$

i_{krit} mit 0,20 für $U > 40$

CHUGAEV: grobe Sande/Kiese ähnliche
Kontrollgradienten von $i_{krit} = 0,20$ bis 0,33

$$i_{vorh} = \Delta H / \min L$$

Nachweis OHNE Untergrundabdichtung

Lastfall	i_{vorh} , mittl	Sicherheit η_{vorh}	Sicherheit η_{erf}
1.1a_A	0,127	1,6	1,5
2.1a_A	0,138	1,4	1,5
3.1a_A	0,142	1,4	1,5
4.1a_A	0,152	1,3	1,5

Nachweis MIT 5m langer Untergrundabdichtung

Lastfall	i_{vorh} , mittl	Sicherheit η_{vorh}	Sicherheit η_{erf}
1.1a_A	0,104	1,9	1,5
2.1a_A	0,113	1,8	1,5
3.1a_A	0,116	1,7	1,5
4.1a_A	0,125	1,6	1,5

Sicherheit gegen Erosionsgrundbruch nur mit 5m langer Untergrundabdichtung nach dem Nachweisformat ausreichend!

C) Prüfung zur Staffelung der Untergrundabdichtung

Dammstation 0+100:

OKG IST ca. 331,00 mNHN

OKG Plan ca. 330,50 mNHN

min L = 26,50 m (entspr. Lageplan)

Prüfung mit WSP bei PMF (sichere Seite)

334,55 mNHN - 330,30 mNHN = 4,05 m

ohne Untergrundabdichtung:

$$i_{vorh} = \Delta H / \min L = 0,153 > 0,20/1,5 = 0,133$$

mit 3 m Untergrundabdichtung:

$$i_{vorh} = \Delta H / \min L = 0,131 < 0,20/1,5 = 0,133$$

Dammstation 0+268:

OKG IST ca. 330,70 mNHN

OKG Plan ca. 330,20 mNHN

min L = 26,85 m (entspr. Lageplan)

Prüfung mit WSP bei PMF (sichere Seite)

334,55 mNHN - 330,20 mNHN = 4,35 m

ohne Untergrundabdichtung:

$$i_{\text{vorh}} = \Delta H / \text{minL} = 0,162 > 0,20/1,5 = 0,133$$

mit 3 m Untergrundabdichtung:

$$i_{\text{vorh}} = \Delta H / \text{minL} = 0,132 < 0,20/1,5 = 0,133$$

Mögliche Staffelung der Untergrundabdichtung:

von Station	bis Station	Länge ab UK
[m]	[m]	[m]
0+080	0+100	3
0+100	0+268	5
0+268	0+300	3

Unter Beachtung dieser Staffelung wird der Grundwasserleiter (Schicht 3c "Flusskiese") komplett sowie die Schicht 4 "Verwitterungsersatz der Sedimentgestein" sicher hydraulisch abgesperrt. Im Bereich des Taltiefsten werden mit den gewählten Tiefe auch wasserdurchlässigere Störungszonen der Schicht 5a "Festgestein, stark verwittert" abgesperrt.

Die gemittelten Gradienten unter dem Absperrbauwerk liegen ohne Untergrundabdichtung mit nur unzureichender Sicherheit über dem kritischen Potentialgefälle.

Erst eine Untergrundabdichtung mit einer Länge von 5 m ab Unterkante Dichtungssporn mit entsprechender Einbindung in die Böschungsdichtung stellt eine ausreichende Sickerwegsverlängerung im Taltiefsten dar, um die Gradienten ausreichend zu reduzieren und bei allen Einstauverhältnissen eine ausreichende Sicherheit zu gewährleisten. Mit der benötigten Tiefe werden auch lokale Schwächezonen mit höherer Wasserdurchlässigkeit in der Schicht S5a „Festgestein, stark verwittert“ zumindest teilweise erfasst und abgesperrt. Die Untergrundabdichtung ist auch im Bereich des Durchlassbauwerkes unter der Bodenplatte mit geeignetem Anschluss an die Bodenplatte vorzusehen. Für hydraulisch geringer belastete Randbereiche des Dammes kann eine Reduzierung der Einbindetiefe auf 3 m erfolgen. Auf Grund der Heterogenität der bindigen

Deckschicht sind jedoch die Flusskiese in jedem Fall mit der Untergrundabdichtung zu durchdringen. Dies ist mit der Baudurchführung der Untergrundabdichtung nachzuweisen.

Die Gradienten können durch die Untergrundabdichtung derart herabgesetzt werden, dass ein luftseitiger Materialaustrag im Entwässerungsgraben (Sickerschlitz) nicht erfolgen kann. Die diesbezüglichen Nachweise zum Auftrieb/Hydraulischen Grundbruch im standsicherheitsrelevanten Bereich hinter dem Dammfuß werden gut erfüllt.

4.2.2.3 Suffosionssicherheit

Unter Suffosion versteht man eine Umlagerung von feinen Bodenpartikeln eines Bodens durch Strömungsvorgänge in Poren des tragenden Kornskelettes größerer Kornfraktionen desselben Bodens. Das Volumen bleibt dabei zunächst konstant. Da sich die Stabilität des Bodens jedoch mit der Umlagerung verschlechtert und sich außerdem die hydraulischen Eigenschaften ungünstig verändern, ist eine Veränderung des Bodenvolumens im Endeffekt zu erwarten.

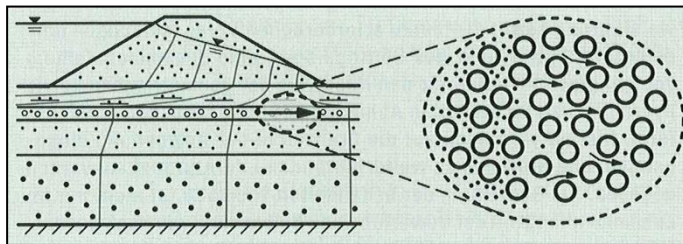


Abb. 10: Schema 1 zum Suffosionsvorgang aus [14]



Abb. 11: Schema 2 zum Suffosionsvorgang aus [7]

Die Gefahr der Suffosion besteht vor allem bei ungleichförmiger und intermittierend gestufter Korngrößenverteilung eines Bodens. Bindige Erdstoffe mit $d_{10} < 0,002$ sind nach BAW „MSD“ [8] durch ihre innere Haftfestigkeit nicht gefährdet durch innere Erosion und bedürfen daher keiner gesonderten Betrachtung!

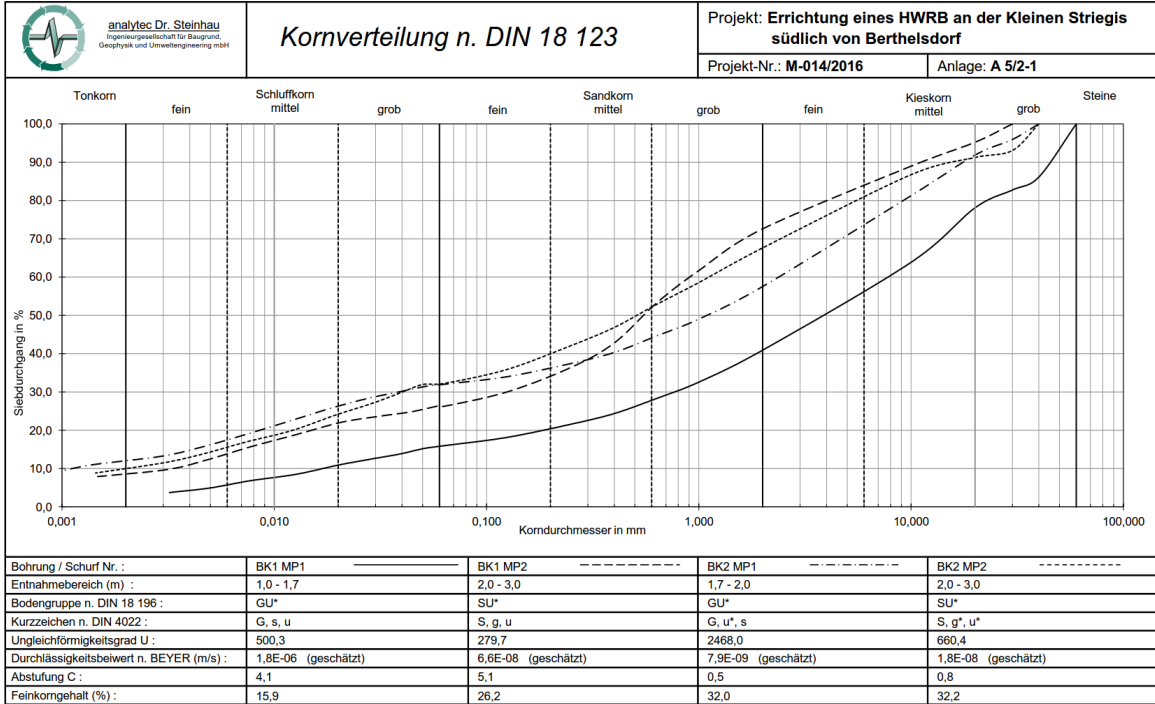


Abb. 12: Korngrößenverteilung Untergrund [16]

Für die feinkörnigen Böden des bindigen Deckstauers liegen keine Korngrößenverteilungen vor. Die ermittelten Körnungslinien der Böden im Untergrund (S3c „Flusskiese“, S4 „Verwitterungzersatz“) zeigen für die fein- und gemischtkörnigen Dammbaustoffe vom Körnungsband her einen suffusionsgefährdeten Boden an.

Es erfolgt eine Prüfung der geometrischen Suffosionssicherheit der beiden Böden nach dem Verfahren nach Witt (2013) sowie dem Merkblatt BAW „MMB“ [11].

1. Geometrische Sicherheit

BK1 MP1: Schicht 3c - Flussskiese GU - GU*

A) Kriterium nach Witt (2013)

Selbstfiltrationsindex Isf in den Grenzen von d(0) bis d(30)

$$I_{SF} = \frac{d_{y+15\%}}{d_y}$$

innere Stabilität $I_{SF} \leq 6 \rightarrow m \geq 0,193$
innere Instabilität $I_{SF} \geq 9 \rightarrow m \leq 0,157$

Isf(5) = d(20)/d(5) = 0,20mm/0,006mm = 33,3 > 9 --> suffosiv!

Isf(10) = d(25)/d(10) = 0,40mm/0,017mm = 23,5 > 9 --> suffosiv!

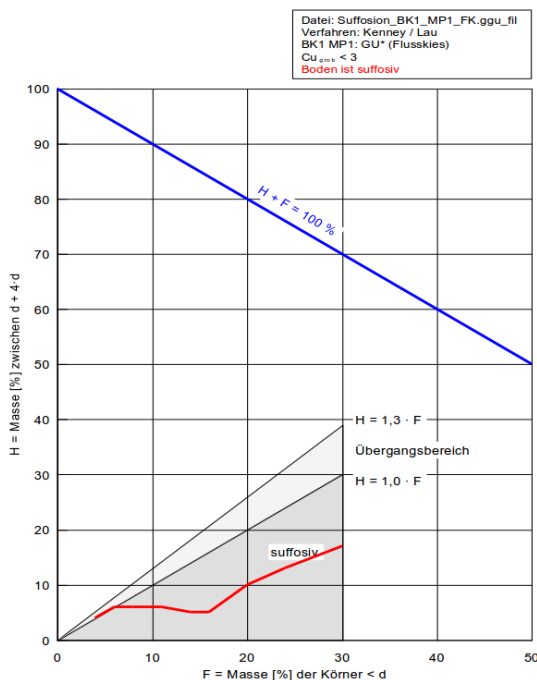
Isf(20) = d(35)/d(20) = 1,3mm/0,20mm = 6,5 > 9 --> indifferent!

Nach Kriterium von Witt ist für den vorliegenden Flussskies von einem geometrisch suffosionsgefährdeten Erdstoff auszugehen!

B) Kriterium von Kenney/Lau (z.B. in BAW "MMB" 2013)

Prüfung in den Grenzen von d(0) bis d(30) bzw. d(20))

d [mm]	F [%]	4d [mm]	H+F [%]	H [%]
0,004	4	0,016	8	4
0,006	6	0,024	12	6
0,01	8	0,04	14	6
0,02	11	0,08	17	6
0,04	14	0,16	19	5
0,06	16	0,24	21	5
0,2	20	0,8	30	10
0,4	24	1,6	37	13
0,8	30	3,2	47	17



BK1 MP2: Schicht 4 - Verwitterungsersatz GU/GU* - SU/SU* (VZ)

A) Kriterium nach Witt (2013)

Selbstfiltrationsindex Isf in den Grenzen von d(0) bis d(30)

$$I_{SF} = \frac{d_{y+15\%}}{d_y}$$

innere Stabilität $I_{SF} \leq 6 \rightarrow m \geq 0,193$
innere Instabilität $I_{SF} \geq 9 \rightarrow m \leq 0,157$

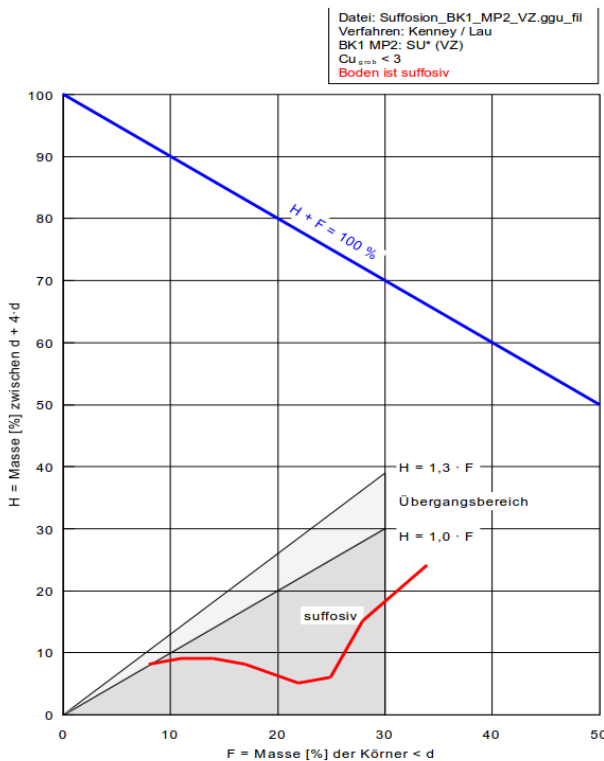
Isf(5) = d(20)/d(5) = 0,016mm/0,001mm = ca.16 > 9 --> suffosiv!
 Isf(10) = d(25)/d(10) = 0,05mm/0,0031mm = 16,1 > 9 --> suffosiv!
 Isf(20) = d(35)/d(20) = 0,21mm/0,016mm = 13,1 > 9 --> suffosiv!

Nach Kriterium von Witt ist für den vorliegenden Felsersatz von einem geometrisch suffosionsgefährdeten Erdstoff auszugehen!

B) Kriterium von Kenney/Lau (z.B. in BAW "MMB" 2013

Prüfung in den Grenzen von d(0) bis d(30) bzw. d(20))

d	F	4d	H+F	H
[mm]	[%]	[mm]	[%]	[%]
0,002	8	0,008	16	8
0,004	11	0,016	20	9
0,006	14	0,024	23	9
0,01	17	0,04	25	8
0,02	22	0,08	27	5
0,04	25	0,16	31	6
0,1	28	0,4	43	15
0,2	34	0,8	58	24



Es zeigt sich anhand beider Kriterien, dass beide Böden geometrisch zur Suffosionsgefahr neigen.

Daher ist im nachfolgenden Schritt das hydraulische Kriterium, hier nach dem Nachweisformat von Busch et al 1993, zur Prüfung der Suffosionsgefahr heranzuziehen. Sollte auch dieses Kriterium eine Suffosionsgefahr ausweisen, sind weiterführende baulich-konstruktive Maßnahmen zu ergreifen.

2. Hydraulische Sicherheit

BK1 MP1: Schicht 3c - Flusskiese GU - GU*

Suffosionssicherheit nach Busch et al (1993) Hydraulisches Kriterium

Eingabewerte:

d60	7,7
d17	0,07
d10	0,0155
Porosität n	0,25 (n= 0,25 - 0,30 gemäß Baugrundgutachter)
g	9,81 m/s ²
kinemat. Zähigkeit H2O	0,0000012 m ² /s
Schüttdichte trocken	1900 kg/m ³
Wasserdichte	1000 kg/m ³
kf (A)	5,00E-05 m/s
kf (B)	8,00E-05 m/s
kf (C)	1,00E-04 m/s
Strömungsrichtung α	90 ° (horizontale Strömung)
größtes gefährd. Korn ds	0,01773 mm
a*	3,419
φ	1,2173
ikrit_A	4,36
ikrit_B	3,45
ikrit_C	3,09

Der hydraulisch kritische Gradient ikrit für die Schicht liegt bei 3,09
vorh. hydraul. Gradienten in der Bodenschicht

Lastfall	max. ivorh	Sicherheit η_{vorh}	Sicherheit η_{erf}
1.1a_A	0,04	109,1	>> 2
1.1a_B	0,06	57,5	>> 2
1.1a_C	0,1	30,9	>> 2
1.1b_A	0,17	25,7	>> 2
4.1a_A	0,05	87,3	>> 2

Die Schicht ist aus hydraulischer Sicht suffosionssicher!

BK1 MP2: Schicht 4 - Verwitterungzersatz GU/GU* - SU/SU* (VZ)

Suffosionssicherheit nach Busch et al (1993)

Hydraulisches Kriterium

Eingabewerte:

d60	0,9	
d17	0,009	
d10	0,0033	
Porosität n	0,23	(n= 0,20 - 0,25 gemäß Baugrundgutachter)
g	9,81	m/s ²
kinemat. Zähigkeit H2O	0,0000012	m ² /s
Schüttdichte trocken	1900	kg/m ³
Wasserdichte	1000	kg/m ³
kf (A)	1,00E-06	m/s
kf (B)	5,00E-06	m/s
kf (C)	1,00E-05	m/s
Strömungsrichtung α	90	° (horizontale Strömung)
größtes gefährd. Korn ds	0,00185	mm
a*	2,065909091	
φ	0,7356	
ikrit_A	1,86	
ikrit_B	0,83	
ikrit_C	0,59	

Der hydraulisch kritische Gradient ikrit für die Schicht liegt bei 0,59
vorh. hydraul. Gradienten in der Bodenschicht

Lastfall	max. ivorh	Sicherheit η_{vorh}	Sicherheit η_{erf}
1.1a_A	0,78	2,4	≥ 2
1.1a_B	0,42	2,0	≥ 2
1.1a_C	0,30	2,0	≥ 2
1.1b_A	0,39	4,8	≥ 2
4.1a_A	0,93	2,0	≥ 2

Die Schicht ist aus hydraulischer Sicht suffosionssicher!

BK2 MP2: Schicht 4 - Verwitterungsersatz GU/GU* - SU/SU* (VZ)

Suffosionssicherheit nach Busch et al (1993)

Hydraulisches Kriterium

Eingabewerte:

d60	1,05
d17	0,007
d10	0,002
Porosität n	0,23 (n= 0,20 - 0,25 gemäß Baugrundgutachter)
g	9,81 m/s ²
kinemat. Zähigkeit H2O	0,0000012 m ² /s
Schüttdichte trocken	1900 kg/m ³
Wasserdichte	1000 kg/m ³
kf (A)	1,00E-06 m/s
kf (B)	5,00E-06 m/s
kf (C)	1,00E-05 m/s
Strömungsrichtung α	90 ° (horizontale Strömung)
größtes gefährd. Korn ds	0,00160 mm
a*	3,63
φ	1,2924
ikrit_A	2,84
ikrit_B	1,27
ikrit_C	0,90

Der hydraulisch kritische Gradient ikrit für die Schicht liegt bei 0,90
vorh. hydraul. Gradienten in der Bodenschicht

Lastfall	max. ivorh	Sicherheit η_{vorh}	Sicherheit η_{erf}
1.1a_A	0,78	3,6	≥ 2
1.1a_B	0,42	3,0	≥ 2
1.1a_C	0,30	3,0	≥ 2
1.1b_A	0,39	7,3	≥ 2
4.1a_A	0,93	3,1	≥ 2

Die Schicht ist aus hydraulischer Sicht suffosionssicher!

Wie zu erwarten besteht für die Flusskiese keine hydraulische Suffosionsgefährdung auf Grund der aus dem Durchströmungsmodell ermittelten maximalen Gradienten.

Die Flusskiese können bei jedem Einstaufall als ausreichend suffosionssicher angesehen werden.

Für die gemischtkörnige Festgesteinsersatzschicht liegen höhere Gradienten vor, die eine Sicherheit nahe der erforderlichen Sicherheit ermitteln lassen. Aus diesem Grund erfolgte die Prüfung auch an 2 Kornverteilungslinien dieser Bodenschicht. Letztendlich

kann aber auch für diese Bodenschicht eine ausreichende Suffosionssicherheit in allen Einstaufällen und Bemessungssituationen nachgewiesen werden.

Für die Lehmböden des Deckstauers (S2, Lehmboden „UL/TM-TL“) liegen keine Kornverteilungskurven vor, es ist aber bei der ausgewiesenen Bodenart von einem ausreichenden Fein- und Feinstkorngehalt mit $d_{10} < 0,002$ auszugehen, was den Boden in sich suffosionssicher macht.

Für die Festgesteine sind Suffosionsnachweise entbehrlich.

Für die neu einzubauenden Erdstoffe (Schutzschicht Dichtung, Stützkörper, Drainfilter) sind Suffosionsnachweise nach Kenntnis des jeweiligen Körnungsbandes zu führen. Die Dichtung ist bei $d_{10} < 0,002$ in sich suffosionssicher.

4.2.2.4 Sicherheitsbetrachtung zur Kontakterosion

Kontakterosion erfolgt durch entsprechende Strömungsvorgänge an Schichtgrenzen zwischen fein- und grobkörnigeren Böden. Dabei können die feineren Bestandteile eines Bodens in die Poren des gröberen Bodens „eingespült“ werden. Dies hat eine Änderung des Bodenvolumens zur Folge. Die Stützung für oberhalb gelegene Bauwerke kann verloren gehen oder es bilden sich Geländesenken aus.

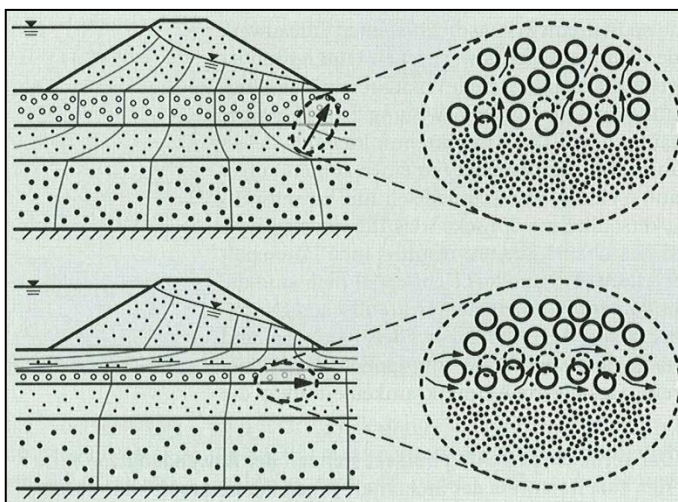


Abb. 13: Schema 1 zur Kontakterosion aus [14]

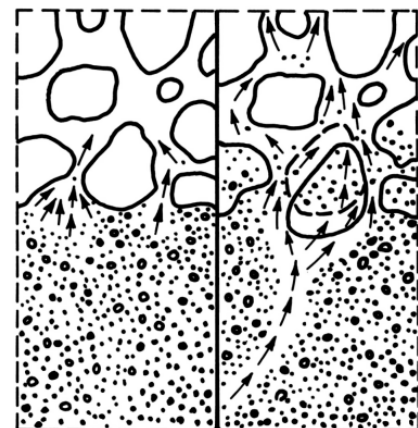


Abb. 14: Schema 2 zur Kontakterosion aus [7]

Wiederum soll erwähnt werden, dass bindige Böden mit $d_{10} < 0,002$ nach BAW „MSD“ [8] durch ihre innere Haftfestigkeit nicht gefährdet sind.

Die Prüfung kann hier nur an Hand der vorhandenen Kornverteilungen für Flusskiese und Verwitterungsersatz erfolgen. Eine Kontakterosionsgefahr zwischen bindigem Deckstauer und unterlagernden Flusskiesen ist auf Grund $d_{10} < 0,002$ sehr unwahrscheinlich und falls überhaupt lediglich auf eine porenverstopfende Übergangszone beschränkt.

1. Geometrische Sicherheit

BK1 MP2: Verwitterungsersatz - BK1 MP1: Flusskiese

Der Verlauf der Körnungsbänder ist vergleichsweise gleichartig.

Eine Gefahr der Kontakterosion ist generell unwahrscheinlich!

A) Kriterium nach Witt (1986)

Tabelle 5: Kriterium zur Filterbemessung nach WITT (1986)

	Ungleichförmigkeit des Filters		
	$U_F \leq 3$	$3 < U_F \leq 6$	$U_F > 6$
$d_{5F} < 0,5 \text{ mm}$	$\frac{\max d_{30F}}{\min d_{95B}} \leq 2,5$	$\frac{\max d_{10F}}{\min d_{95B}} \leq 2,5$	$\frac{\max d_{5F}}{\min d_{95B}} \leq 2,5$
$d_{5F} \geq 0,5 \text{ mm}$	$\frac{\max d_{30F}}{\min d_{85B}} \leq 2,5$	$\frac{\max d_{10F}}{\min d_{85B}} \leq 2,5$	$\frac{\max d_{5F}}{\min d_{85B}} \leq 2,5$
ANMERKUNGEN Versagenswahrscheinlichkeit eines Filterelementes $p_f = 10^{-3}$, Vertrauensbereich der Körnungsbänder $\geq 90 \%$. Für Filtererdstoffe mit $d_{5F} < 0,5 \text{ mm}$ wird die maximale Eindringtiefe des Basismaterials in den Filter mit $330 \times d_{5F}$ angegeben. Für Filtererdstoffe mit $d_{5F} \geq 0,5 \text{ mm}$ beträgt diese $52 \times d_{5F}$.			

Nachweisformat:
$$\frac{\max d_{5F}}{\min d_{95B}} \leq 2,5$$

$d_{5F} = 0,005 \text{ mm}$ (BK1-MP2)

$d_{95B} = 20 \text{ mm}$ (BK1-MP1)

Nachweis: $0,00025 < 2,5$

Keine Gefahr der Kontakterosion aus geometrischer Sicht!

B) Kriterium nach MMB (2013) -Verfahren Lafleur

Böden sind geometrisch nicht suffosionssicher!

Daher: $d_i = d_{30}$

Nachweisformat:
$$d_{F,15}/5 < d_i$$

$d_{F,15} = 0,05 \text{ mm}$ (BK1-MP1)

$d_i = d_{B,30} = 0,12 \text{ mm}$ (BK1-MP2)

Nachweis: $0,01 < 0,12$

Keine Gefahr der Kontakterosion aus geometrischer Sicht!

Die Nachweise zeigen, dass wie auf Grund des gleichartigen Körnungsbandverlaufes (siehe Abb. 12) vermutet keine Gefahr der Kontakterosion zwischen den Böden besteht.

Für die Schichtgrenzen an neu einzubauenden Erdstoffen (Stützkörper zu Drainfilter, Flusskiese zu Wasserbausteinen) sind Kontakterosionsnachweise nach Kenntnis des jeweiligen Körnungsbandes zu führen. Die angrenzenden Schichten zur Dichtung an sich sind bei $d_{10} < 0,002$ der Dichtung sicher vor Kontakterosion.

Empfohlen wird der Einsatz eines geotextilen Filters für den Drainkörper zur Abgrenzung gegenüber dem Stützkörper und unterlagernden Auesanden bzw. Flusskiesen sowie zwischen Wasserbausteinen der Ableitungsgerinnes HWE zu unterlagernden Auesanden bzw. Flusskiesen. Auf die jeweils erforderliche geotextile Robustheitsklasse sowie BAW-Prüfung für Schüttsteingrößen wird hingewiesen. Ein geotextiles Filtervlies Typ Huesker E 800/2 kann als erste Empfehlung dienen. Bei einem kv Wert von $3,3 \cdot 10^{-3}$ und einer Öffnungsweite O_{90} von 0,10 mm ermöglicht es eine gute Wasserdurchlässigkeit bei einer gleichzeitig sicheren Trennung der Erdstoffe.

Damit können die im Rahmen dieser Planungsphase möglichen Nachweise zur Kontakterosion als erfüllt angesehen werden. Für die neu einzubauenden Erdstoffe (s.o.) sind die Nachweise nach genauer Kenntnis noch zu führen.

4.2.2.5 Fugenerosion

Die Gefahr von gezielten Erosionen entlang glatter Bauwerkskonturen, hier Erdseite der Flügel- und Widerlagerwände des Durchlassbauwerkes kann durch konstruktive Maßnahmen begegnet werden. Die Rückwände sind dazu 10:1 bis 20:1 geneigt auszuführen, um im Falle von Setzungen ein Anpressen des Erdstoffes an die Bauwerkswand zu erwirken.

Die Dichtung ist im Bereich der Widerlagerwand in seiner Breite zu erhöhen, um eine größere Anpressfläche herzustellen. Konstruktive Hinweise hierzu sind in den BAW-Merkblättern sowie gängiger Fachliteratur (z.B. DWA-M512-1, BAW EAO 2002) zu finden.

Eine zusätzliche, rückwärtige Sickerwegsverlängerung wird unter Beachtung oben genannter Maßnahmen nicht als erforderlich gesehen, da der Sickerweg infolge schräg ausgestellter Flügelwände bereits vergrößert ist und über den durchlässigen Stütz- und Drainkörper ein schnelles Absinken potentiell eindringenden Wassers möglich wird.

Wie unter Pkt. 4.2.2.2 bereits benannt, ist unter der Bodenplatte die Untergrundabdichtung auszubilden und ein konstruktiver Anschluss an die Bodenplatte zu gewährleisten. Somit können auch hier Fugenerosionen ausgeschlossen werden.

4.2.3 Verformung

Eine analytische Setzungsabschätzung kann mit maximaler Dammhöhe in folgender Form vorgenommen werden.

$$\text{max. } S = \text{max } \sigma * d / E_s$$

mit: max σ : Bodenspannung auf Gründungsebene [kN/m²]

d : Dicke der relevanten, zusammendrückbaren Bodenschicht [m]

E_s: Steifemodul der relevanten, zusammendrückbaren Bodenschicht [kNm²]

$$\text{max. } S = (21 \text{ kN/m}^3 * (335,10\text{mNHN}-327,00\text{mNHN}) * 4 \text{ m} / (20000 \text{ bis } 35000 \text{ kN/m}^2)$$

$$\text{max. } S = 0,02 \text{ bis } 0,04 \text{ m}$$

Es treten maximale Setzungsbeträge von 20 bis 40 mm in der Lockergesteinsschicht (Flussschotter und Verwitterungszersatz, Deckstauer abgetragen) auf. Bei dem Ansatz ist jedoch zu beachten, dass bei der ermittelten Verformung davon ausgegangen wird, dass die gesamte Last (des Dammkörpers) direkt und unmittelbar auf die Gründungsoberkante der Lockergesteinsschicht aufgebracht wird, was auf Grund des lagenweisen Einbaus und der zeitlich gedehnten Errichtung des Dammes nicht derart eintreten wird. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die ermittelten Primärsetzungen bereits mit lagenweiser Errichtung des Dammes abgeklungen sind und keine maßgeblichen Differenzsetzungen zum Durchlassbauwerk entstehen. Die nicht tragfähigen bindigen Deckstauerschichten sind zuvor auszuräumen bzw. die Tragfähigkeit zu erhöhen. Weiterführende Hinweise kann das Baugrundgutachten [16] bzw. der Baugrundgutachter geben.

4.3 Aussagen zur Dauerhaftigkeit

Die Bemessung des Absperrbauwerkes erfolgt nach DIN 19700:2004-07. Als grundsätzliche Nutzungsdauer ist eine Zeitspanne von 80-100 Jahren für Neubauten anzusetzen. Durch eine Ertüchtigung kann die Nutzungsdauer weiter erhöht werden.

Aus wasserwirtschaftlicher und hydrologischer Sicht erfolgte die Bemessung des Hochwasserrückhaltebeckens und des zugehörigen Absperrbauwerkes für ein $BHQ_2 =$

HQ₅₀₀₀ sowie gewisser Anlagenteile (HWE) für ein $BHQ_1 = HQ_{500}$. Der Stauraum des HRB für Vollstau wurde für ein HQ₁₀₀ bemessen.

Durch Freibordberechnungen können ausreichende Freibordmaße bestimmt bzw. maximale Einstauhöhen (ZH₁, ZH₂) festgelegt werden. Ein Überströmen des Dammes kann damit bei den normativ vorgegebenen und in Ansatz gebrachten Parametern nicht eintreten.

Mit diesen Bemessungsrandbedingungen kann die Dauerhaftigkeit der Anlage aus wasserwirtschaftlicher und hydrologischer Sicht als gewährleistet angesehen werden.

Als zweiter Gesichtspunkt ist die Dauerhaftigkeit aus qualitativer Sicht der eingesetzten bzw. vorhandenen Baustoffe zu betrachten.

Für den vorhandenen Untergrund und die Baugrundsichten des Dammes wurden auf Basis der zur Verfügung stehenden Erkenntnisse Betrachtungen zur Erosionssicherheit angestellt. Es kann festgestellt werden, dass für das Absperrbauwerk im hier betrachteten Bereich keine schädigenden Auswirkungen zu erwarten sind.

Für die Dammbaustoffe, die infolge der Errichtung verarbeitet werden, sind die Qualitäts- und Güteüberwachungen der einschlägigen Normen anzuwenden und zu dokumentieren, um eine ausreichende Dauerhaftigkeit zu erreichen. Ein Qualitätssicherungsplan ist aufzustellen.

An den luftseitigen Böschungsoberflächen und dem unmittelbaren Hinterland ist Baumbewuchs, welcher am technischen Bauwerk Damm zu Schwachstellen und Auflockerungserscheinungen führen kann, zu entfernen, so dass die Dauerhaftigkeit dadurch erhöht werden kann.

Mit Einhaltung der aufgeführten Punkte kann eine ausreichende Dauerhaftigkeit aus Sicht der einzusetzenden Baustoffe gewährleistet werden.

Mit regelmäßig durchgeführter Pflege der Dammböschung (Mahd) kann der Dammkörper auch weiterhin sicher vor äußeren Einwirkungen geschützt werden. Über Kontrollbesichtigungen, speziell nach Einstauereignissen, können entstehende Schwachstellen und Schäden frühzeitig erkannt und entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Speziell ein geplantes Drainageleitungssystem ist einer regelmäßigen Überwachung und ggf. Reinigung zu unterziehen, um die Funktionssicherheit zu gewährleisten. Über die Betriebsüberwachung und regelmäßige Sicherheitsberichte entsprechend DIN 19700-11:2004-07 kann die Zuverlässigkeit der wasserwirtschaftlichen Anlage ständig kontrolliert und die Dauerhaftigkeit werden.

5 Hinweise aus den Standsicherheitsberechnungen

- Der Auelehmdeckstauer ist aus Sicht der Auftriebssicherheit bei einer Stärke von < 1,20 m zu durchstoßen. Der Fakt wird baulich-konstruktiv mit der Planung bereits gewährleistet
- Die Rückwände des Massivbauwerkes sind 10:1 bis 20:1 geneigt auszuführen
- Zur Verhinderung der Fugenerosion ist die Dammdichtung am Bauwerk verbreitert auszuführen (Tonplombe), Weitere Hinweise zur Ausbildung des Anschlusses können der Fachliteratur entnommen werden.
- Es ist eine unvollkommene Untergrundabdichtung mit einer Länge von 5 m ab UK Dichtungssporn vorzusehen, welche auch unter dem Durchlassbauwerk hergestellt wird. In Randbereichen kann bei Gewährleistung der Durchdringung der Flusskiese eine Verkürzung auf bis zu 3 m erfolgen.
- Es ist ein Schotterband H=80 cm am luftseitigen Böschungsfuß auszubilden
- Beckenseitige Entwässerungsgräben sind mit mineralischer Dichtungsschicht zzgl. Schutzschicht auszubilden, um einer Kurzschlussströmung unter dem Damm vorzubeugen
- Entspannungsöffnungen in geplanten Winkelstützelementen hinter dem Drainkörper im Bereich Ableitungsgerinne HWE sind hydraulisch ausreichend zu dimensionieren
- Für Liefermaterialien der Dammbaustoffe sind Suffosions- und Kontakterosionsnachweise mit genauer Kenntnis der Zusammensetzung zu führen
- Empfohlen wird der Einsatz eines geotextilen Filters für den Drainkörper zur Abgrenzung gegenüber dem Stützkörper und unterlagernden Auesanden bzw. Flusskiesen sowie zwischen Wasserbausteinen der Ableitungsgerinnes HWE zu unterlagernden Auesanden bzw. Flusskiesen

6 Literaturverzeichnis/ Software

- [1] DIN 19712:1997-11 „Flussdeiche“
- [2] DIN 19700 2004-07 „Stauanlagen“
- [3] DIN 4084:1981-07 „Baugrund – Geländebruchberechnung“
- [4] E DIN 4084:2002-11 „Baugrund – Geländebruchberechnung“
- [5] DIN 1054:2005-01 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [6] DVWK-Merkblatt 210/1986 „Flussdeiche“, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. Bonn, 1986
- [7] Merkblatt DWA-M 507-1:2011-12 „Deiche an Fließgewässern, Teil 1: Planung, Bau, Betrieb“, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef
- [8] Merkblatt „Standortsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen“ (MSD) Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe, 1998, 2005, 2011
- [9] DWA-Themen „Dichtungssysteme in Deichen“, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef, 04.2005
- [10] Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Wasserstraßen“ (MAK), Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe, 2013
- [11] „Merkblatt Materialtransport im Boden“ (MMB), Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe, 2013
- [12] H. Türke „Statik im Erdbau“, 2.Aufl., E&S, 1990
- [13] E. Lattermann „Wasserbaupraxis–Band 1“, 2.Aufl., Bauwerk Verlag, 2005
- [14] DGGT e.V. „geotechnik“ 01.2006,
- [15] ARGE ICL Ingenieurconsult GmbH – Ingenieurbüro Klemm & Hensen GmbH „Entwurfsplanung HRB Kleine Striegis“ Leipzig/Dresden, 2016-2017
- [16] Analytec Ingenieurgesellschaft Dr. Steinhau GmbH „M-014/2016, Geotechnischer Bericht - Neubau eines Hochwasserrückhaltebeckens an der Kleinen Striegis südlich des Ortsteils Berthelsdorf der Stadt Hainichen mit dem Absperrdamm bei Fluss-km 14+694“ Chemnitz OT Mittelbach, 15.09.2016
- [17] GGU „Stability“ Version 12.02
- [18] GGU „SS Flow 2D“ Version 9.06
- [19] GGU „Transient“ Version 5.08
- [20] GGU „PLGW“ Version 7.33
- [21] GGU „Uplift“ Version 5.00
- [22] GGU „Filter-Stability“ Version 3.02
- [23] Microsoft „Word“, „Excel“

Unterlage 2

Anlagen

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Ergebnistabelle Standsicherheitsnachweise
Anlage 2	Rechnerausdrucke Absperrbauwerk (Auswahl)
Anlage 2.1	Stationäre / Instationäre Durchströmungsberechnung
Anlage 2.2	Böschungsbruchberechnungen
Anlage 2.3	Hydraulischer Grundbruch/Auftriebsnachweis

Anlage 1

Ergebnistabelle Standortsicherheitsnachweise

HRB Kleine Striegis, Anlage 1: Zusammenfassende Ergebnisdarstellung Standsicherheitsnachweise Absperrbauwerk

Bemessungsquerschnitt: **BQ 1**
Station : **0+214**

Nachweis	Lastfall	Zu untersuchende Lastfälle													
		1.1-a	1.1-a	1.1-a	1.1-b	1.2-a	1.2-a	1.2-a	2.1-a	2.1-a	2.2-a	2.2-a	3.1-a	3.2-a	4.1-a
		Vollstau (333,40 m NHN)				Leeres Becken			Zh1-Stau (333,91 m NHN)		Schneller Absink von Zv		Zh2-Stau (334,08 m NHN)	Bemessungserdbeben	PMF(334,55mNHN)
		Vollstau	Vollstau	Vollstau	Vollstau	GW-Stand	GW-Stand	GW-Stand	Zh1-WSP	Zh1-WSP	Zv->1/3 H_bösch	Zv->1/3 H_bösch	Zh2-Wsp	GW-Stand	PMF(HQ _{max})
		A	B	C	A	A	B	C	A	B	A	B	A	A	A
BS	I	II	III	III	I	II	III	II	III	II	III	III	III	-	
Funktions-tüchtigkeit bauliche Einrichtung	alle baulichen Einrichtungen intakt	alle baulichen Einrichtungen intakt	alle baulichen Einrichtungen intakt	Fehlstelle Untergrundabdichtung	alle baulichen Einrichtungen intakt	alle baulichen Einrichtungen intakt	alle baulichen Einrichtungen intakt	alle baulichen Einrichtungen intakt	alle baulichen Einrichtungen intakt	alle baulichen Einrichtungen intakt	alle baulichen Einrichtungen intakt	alle baulichen Einrichtungen intakt	alle baul. Einrichtungen intakt, Bemessungserdbeben	alle baulichen Einrichtungen intakt	
erf. γ	1,3	1,2	1,1	1,1	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1	
Beckenseite															
Globale Tragsicherheit-Böschungsbruch	2,38	2,22	1,93	2,45	2,01	1,72	1,64	2,61	2,39	1,83	1,56	2,88	1,79	-	
Globale Tragsicherheit-Böschungsgrundbruch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Globale Tragsicherheit-Abschieben	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lokale Tragsicherheit-Böschungsbruch Gleitkreise	1,98	1,77	1,55	2,01	2,05	1,77	1,6	1,93	1,79	1,86	1,65	1,86	1,91	1,79	
Lokale Tragsicherheit-Böschungsbruch Gleitkörper	1,63	1,5	1,35	1,76	1,73	1,59	1,35	1,68	1,61	1,75	1,58	1,59	1,51	1,58	
Lokale Tragsicherheit- Spreisicherheit am Fuß	-	-	-	-	2,79	2,46	2,02	-	-	2,56	1,84	-	2,62	-	
Luftseite															
Globale Tragsicherheit-Böschungsbruch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3)	3)	-	-	-	
Globale Tragsicherheit-Böschungsgrundbruch	2,02	1,85	1,68	2	2,16	2)	2)	2,02	1,85	3)	3)	2,01	1,92	2,01	
Globale Tragsicherheit-Gleiten	3,66	3,44	3,26	3,59	-	-	-	3,2	2,96	3)	3)	3	-	2,71	
Lokale Tragsicherheit-Böschungsbruch Gleitkreise	1,93	1,79	1,45	1,87	2,09	2)	2)	1,89	1,74	3)	3)	1,88	1,81	1,88	
Lokale Tragsicherheit-Böschungsbruch Gleitkörper	1,81	1,53	1,47	1,79	1,81	2)	2)	1,81	1,52	3)	3)	1,77	1,66	1,77	
Lokale Tragsicherheit- Spreisicherheit am Fuß	2,06	1,95	1,14	2,04	2,18	2)	2)	2,18	1,9	3)	3)	2,07	1,94	2,19	
Auftriebssicherheit Schweißgraben landseitig	1,81	1,78	1,7	1,79	-	-	-	1,8	1,78	3)	3)	1,8	-	1,8	
Auftriebssicherheit lands. Stauer Hinterland	1,49	1,49	1,46	1,49	-	-	-	1,49	1,49	3)	3)	1,49	-	1,49	
Erforderliche Sicherheit hydraul. Grundbruch	erf. γ	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	-	1,5	
Hydraul. Grundbruch Schweißgraben landseitig	9,61	8,48	5,65	8,73	-	-	-	9,3	8,23	3)	3)	9,01	-	9,01	
Hydraul. Grundbruch lands. Stauer Hinterland	5,74	4,71	4,55	5,36	-	-	-	4,47	4,45	3)	3)	5,02	-	4,73	
Ergebnisse Stationäre Durchströmungsberechnungen															
Sickerlinienaustritt über lands. Böschungsfuß	[m]	0	0	0,2 (praktisch 0)	0	-	-	0	0	-	-	0	-	0	
Rechnerische Sickerwassermenge Böschungsfuß	[l/(min*m)]	0,59	1,24	2,56	1,2	-	-	0,65	1,37	-	-	0,67	-	0,73	

Anmerkungen:

- ¹⁾ landseitiger Wasserstand UK Böschung (bis auf LF 1.2 - GW-Stand) bis OK Oberboden
- ²⁾ Ein detaillierter Nachweis ist für die Luftseite gemäß Lastenheft i.V.m. Nachweisen des LF 1.1a entbehrlich! Für LF 1.2-a A vergleichend dennoch ermittelt.
- ³⁾ auf Grund verminderter Strömungsbelastung im Vergleich zu LF 1.1-a bei gleichzeitig geringeren Sicherheitsanforderungen nicht maßgebend!

als Anlage beigefügt
insgesamt geringste, ermittelte Sicherheit; als Anlage beigefügt

Anlage 2.1

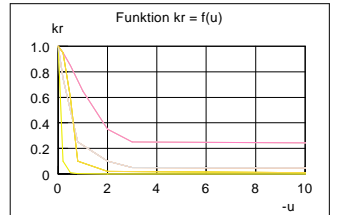
Stationäre / Instationäre Durchströmungsberechnung

Anlagen- nummer	Lastfall / TWB	Bezeichnung
2.1.a	LF1.1a-A	Stationäre Durchströmungsberechnung -Potentialverteilung
2.1.b	LF1.1a-B	Stationäre Durchströmungsberechnung -Potentialverteilung
2.1.c	LF1.1a-C	Stationäre Durchströmungsberechnung -Potentialverteilung
2.1.d	LF1.1b-A	Stationäre Durchströmungsberechnung –Potentialverteilung
2.1.e	LF2.1a-A	Stationäre Durchströmungsberechnung -Potentialverteilung
2.1.f	LF2.1a-B	Stationäre Durchströmungsberechnung -Potentialverteilung
2.1.g	LF2.2a-A	Instationäre Durchströmungsberechnung –Potentialverteilung
2.1.h	LF2.2a-B	Instationäre Durchströmungsberechnung –Potentialverteilung
2.1.i	LF3.1a-A	Stationäre Durchströmungsberechnung –Potentialverteilung
2.1.j	LF4.1a-A	Stationäre Durchströmungsberechnung –Potentialverteilung

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Stationäre Durchströmungsberechnung
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1a - A
 Potentialverteilung, Lage der Sickerlinie

Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.15	1-Oberboden
[Green]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	2-Lehmböden st (UL-TM)
[Orange]	$7.000 \cdot 10^{-6}$	$7.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	3b-Auesand (SU-SU*)
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.25	3c-Flussskies (GU-GU*)
[Light Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	4-Verwitterungszersatz (GU*)
[Dark Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.09	5a-Festgestein, stark verwittert
[Light Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	5b-Festgestein, mäßig verwittert
[Pink]	$5.000 \cdot 10^{-7}$	$5.000 \cdot 10^{-7}$	0.08	Abdeckung, gk(GU*/SU*)
[Light Pink]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
[Yellow-Orange]	$5.000 \cdot 10^{-4}$	$5.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Stützkörper (GW,GI,GU)
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.25	Drainkörper (GW,SW)
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	Untergrundabdichtung
[Light Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.10	Schotterrasen/FSS 0/45
[Light Blue]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	hydr. geb. Tragdeckschicht
[Orange]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.15	5a-lokale Schwächezone



Datei: BQ1_0+214_A_ZV.fen
 Isolinien Potentiale

350

340

330

320

310

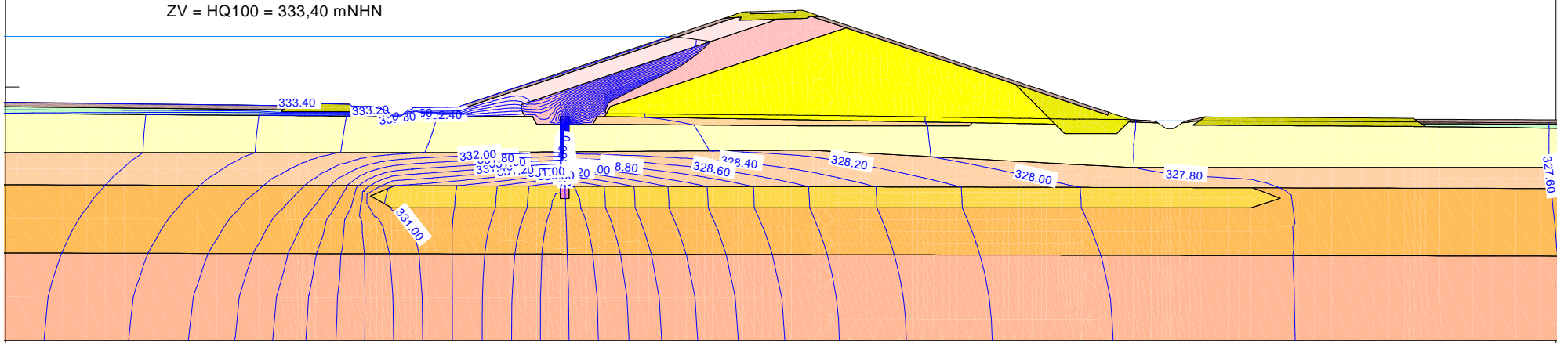
300

290

HRB Kleine Striegis

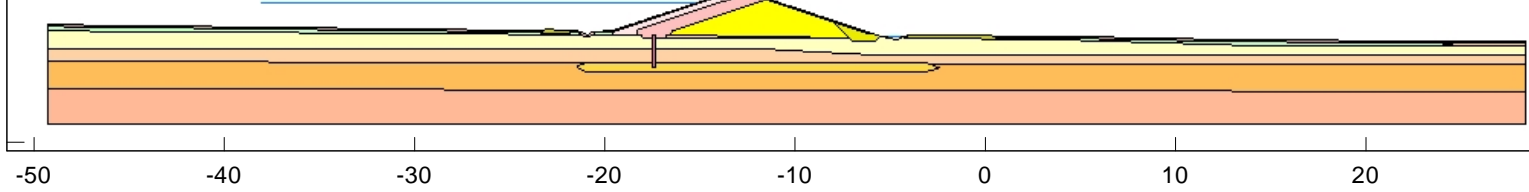
Luftseite, Unterlauf

ZV = HQ100 = 333,40 mNHN



Gesamtmodell:

ZV = HQ100 = 333,40 mNHN

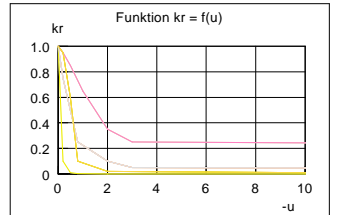


K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Stationäre Durchströmungsberechnung
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1a - B
 Potentialverteilung, Lage der Sickerlinie

Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$8.000 \cdot 10^{-6}$	$8.000 \cdot 10^{-6}$	0.15	1-Oberboden
[Light Green]	$5.000 \cdot 10^{-7}$	$5.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	2 -Lehmböden st (UL-TM)
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	3b-Auesand (SU-SU*)
[Yellow]	$8.000 \cdot 10^{-6}$	$8.000 \cdot 10^{-6}$	0.25	3c-Flussskies (GU-GU*)
[Light Orange]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	4 -Verwitterungzersatz (GU*)
[Orange]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.09	5a-Festgestein, stark verwittert
[Light Orange]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	5b-Festgestein, mäßig verwittert
[Pink]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.08	Abdeckung, gk(GU*/SU*)
[Light Pink]	$5.000 \cdot 10^{-8}$	$5.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
[Yellow-Orange]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Stützkörper (GW,GI,GU)
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-4}$	$5.000 \cdot 10^{-4}$	0.25	Drainkörper (GW,SW)
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	Untergrundabdichtung
[Yellow-Orange]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	Schotterrasen/FSS 0/45
[Light Green]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	hydr. geb.Tragdeckschicht
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.15	5a-lokale Schwächezone

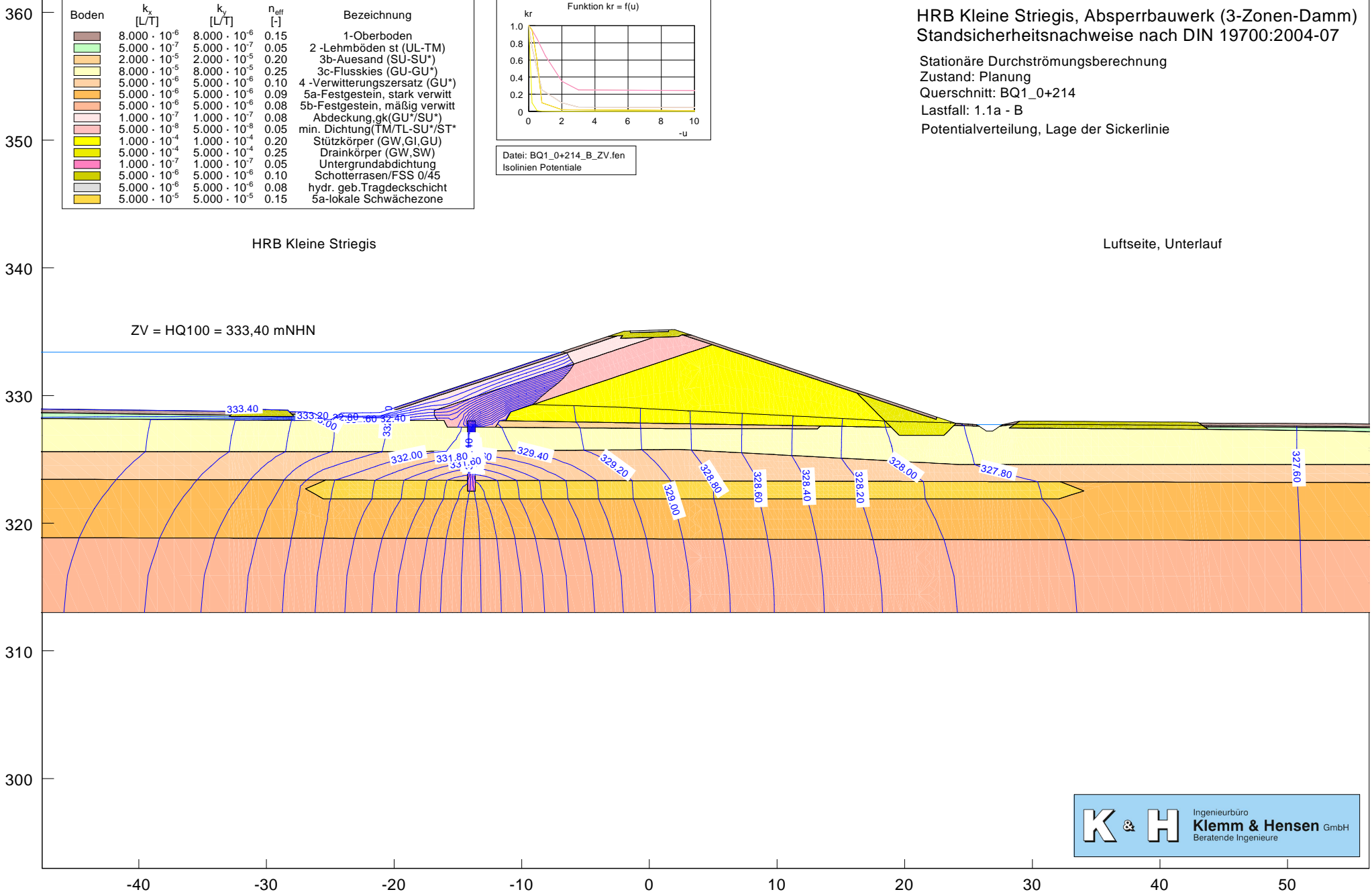


Datei: BQ1_0+214_B_ZV.fen
 Isolinien Potentiale

HRB Kleine Striegis

Luftseite, Unterlauf

ZV = HQ100 = 333,40 mNHN

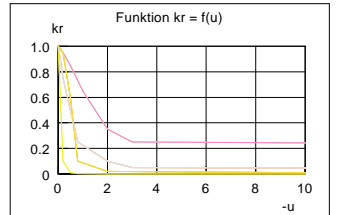


K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

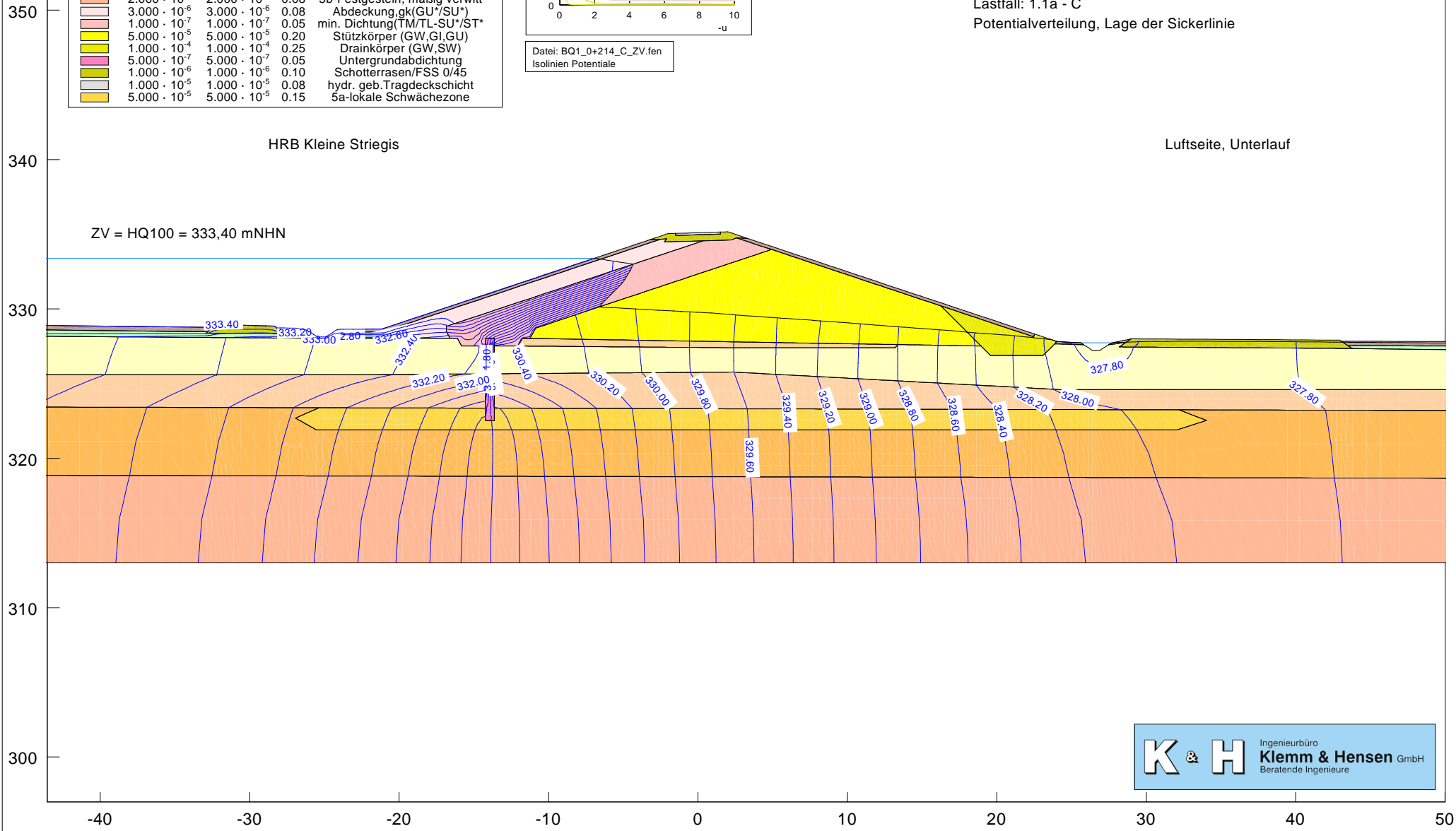
HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Stationäre Durchströmungsberechnung
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1a - C
 Potentialverteilung, Lage der Sickerlinie

Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.15	1-Oberboden
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.05	2 -Lehmböden st (UL-TM)
[Orange]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	3b-Auesand (SU-SU*)
[Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.25	3c-Flussskies (GU-GU*)
[Light Orange]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.10	4 -Verwitterungszersatz (GU*)
[Dark Orange]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.09	5a-Festgestein, stark verwittert
[Red-Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-5}$	0.08	5b-Festgestein, mäßig verwittert
[Pink]	$3.000 \cdot 10^{-6}$	$3.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	Abdeckung, gk(GU*/SU*)
[Light Pink]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
[Yellow-Green]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Stützkörper (GW,GI,GU)
[Light Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.25	Drainkörper (GW,SW)
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-7}$	$5.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	Untergrundabdichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	Schotterrasen/FSS 0/45
[Light Blue]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.08	hydr. geb.Tragdeckschicht
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.15	5a-lokale Schwächezone



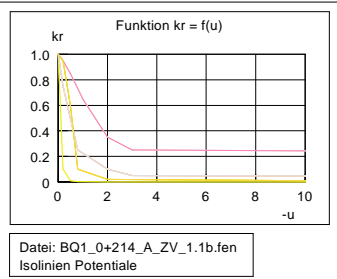
Datei: BQ1_0+214_C_ZV.fen
 Isolinien Potentiale



K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

360
350
340
330
320
310
300

Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.15	1-Oberboden
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	2-Lehmböden st (UL-TM)
	$7.000 \cdot 10^{-6}$	$7.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	3b-Auesand (SU-SU*)
	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.25	3c-Flusssies (GU-GU*)
	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	4-Verwitterungszersatz (GU*)
	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.09	5a-Festgestein, stark verwittert
	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	$5.000 \cdot 10^{-7}$	$5.000 \cdot 10^{-7}$	0.08	Abdeckung, gk(GU*/SU*)
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	$5.000 \cdot 10^{-4}$	$5.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Stützkörper (GW,GI,GU)
	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.25	Drainkörper (GW,SW)
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	Untergrundabdichtung
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.10	Schotterrasen/FSS 0/45
	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	hydr. geb. Tragdeckschicht
	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.15	5a-lokale Schwächezone



HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
Standortsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

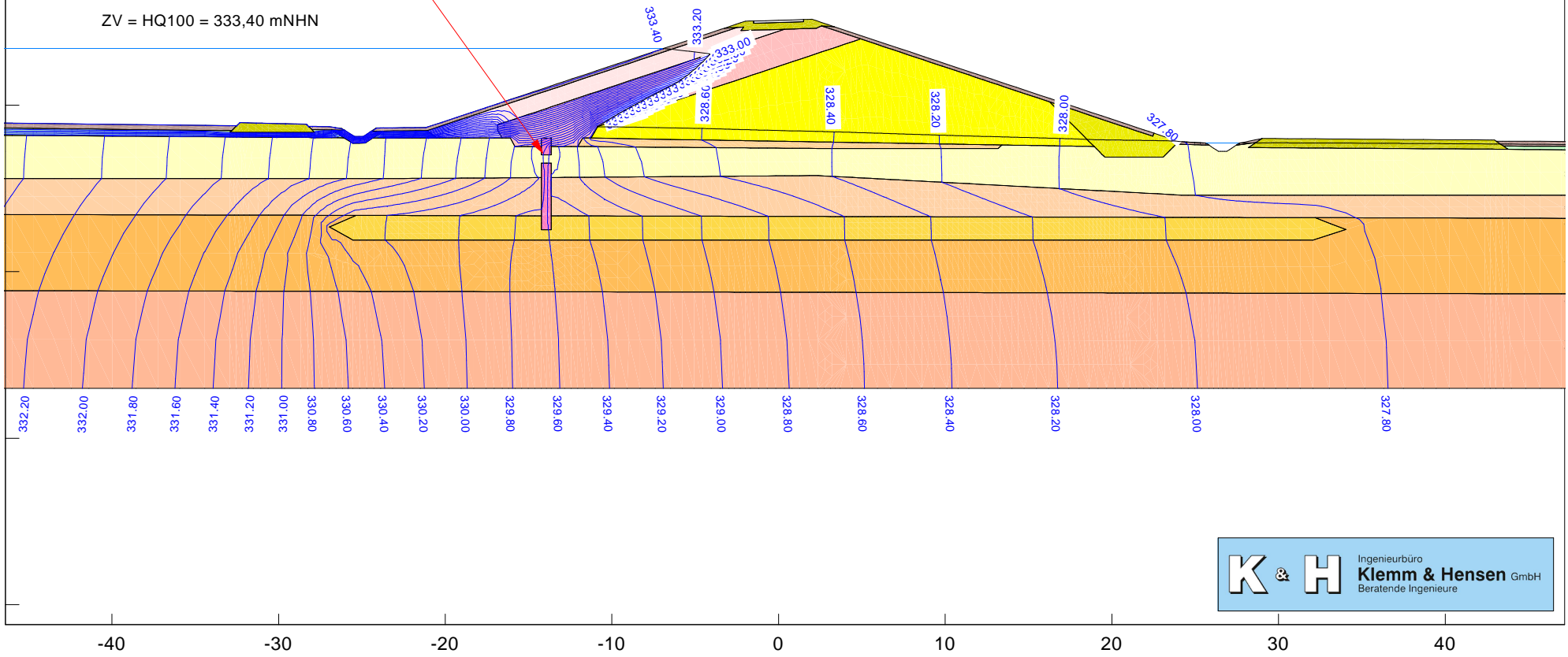
Stationäre Durchströmungsberechnung
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1b - C (bereichsweiser Ausfall Untergrundabdichtung)
 Potentialverteilung, Lage der Sickerlinie

HRB Kleine Striegis

Luftseite, Unterlauf

ZV = HQ100 = 333,40 mNHN

Fehlstelle Untergrundabdichtung

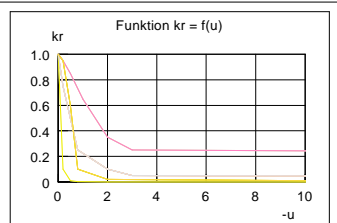


K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

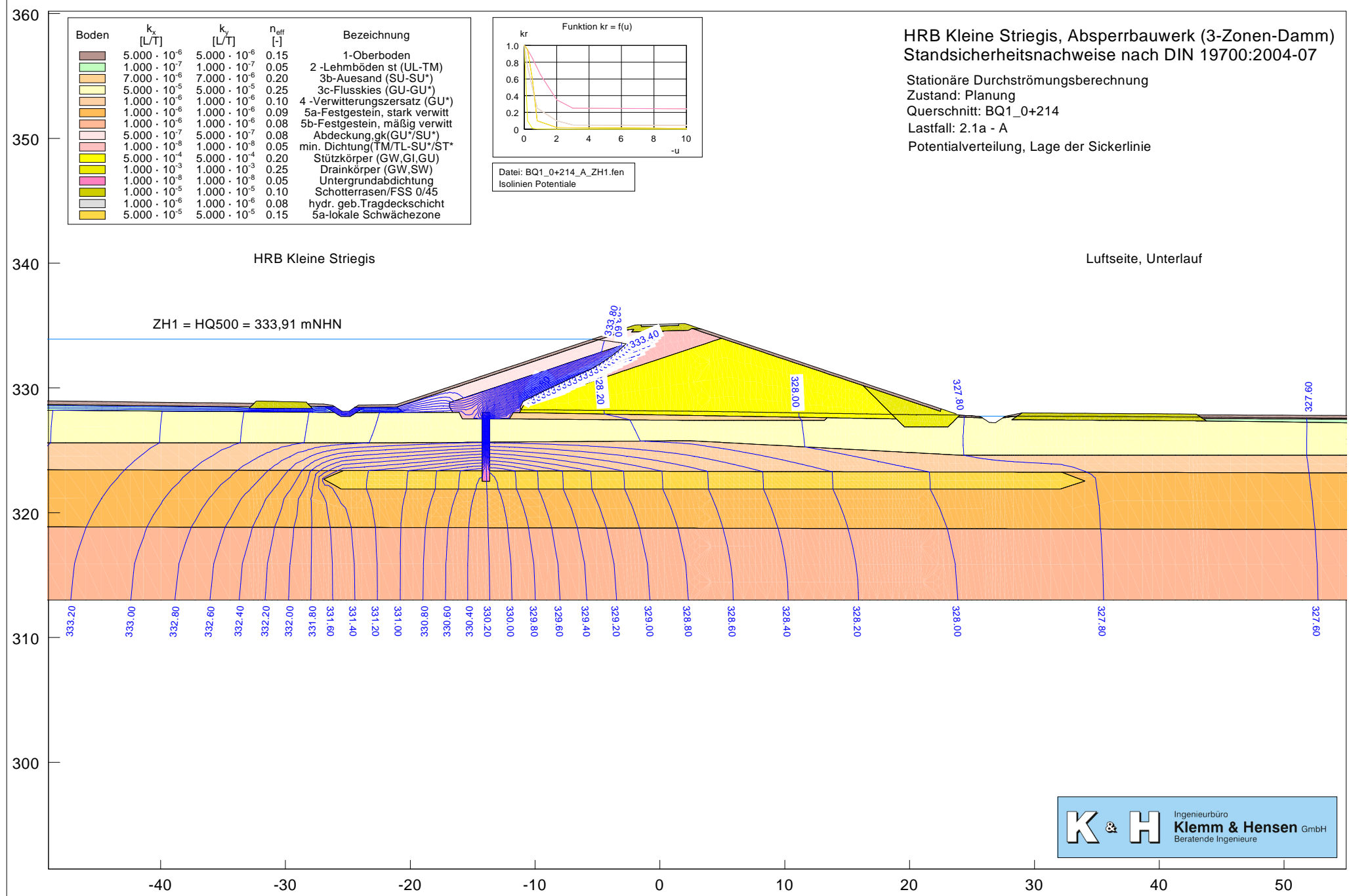
HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
Standortsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Stationäre Durchströmungsberechnung
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 2.1a - A
 Potentialverteilung, Lage der Sickerlinie

Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.15	1-Oberboden
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	2 -Lehmböden st (UL-TM)
[Orange]	$7.000 \cdot 10^{-6}$	$7.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	3b-Auesand (SU-SU*)
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.25	3c-Flussskies (GU-GU*)
[Light Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	4 -Verwitterungszersatz (GU*)
[Dark Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.09	5a-Festgestein, stark verwittert
[Light Brown]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	5b-Festgestein, mäßig verwittert
[Pink]	$5.000 \cdot 10^{-7}$	$5.000 \cdot 10^{-7}$	0.08	Abdeckung, gk(GU*/SU*)
[Light Pink]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
[Yellow-Green]	$5.000 \cdot 10^{-4}$	$5.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Stützkörper (GW,GI,GU)
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.25	Drainkörper (GW,SW)
[Pink]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	Untergrundabdichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.10	Schotterrasen/FSS 0/45
[Light Blue]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	hydr. geb. Tragdeckschicht
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.15	5a-lokale Schwächezone



Datei: BQ1_0+214_A_ZH1.fen
 Isolinien Potentiale

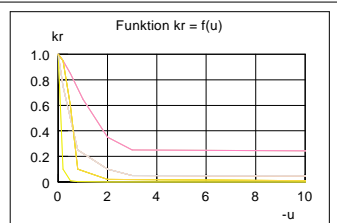


K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
Standortsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Stationäre Durchströmungsberechnung
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 2.1a - B
 Potentialverteilung, Lage der Sickerlinie

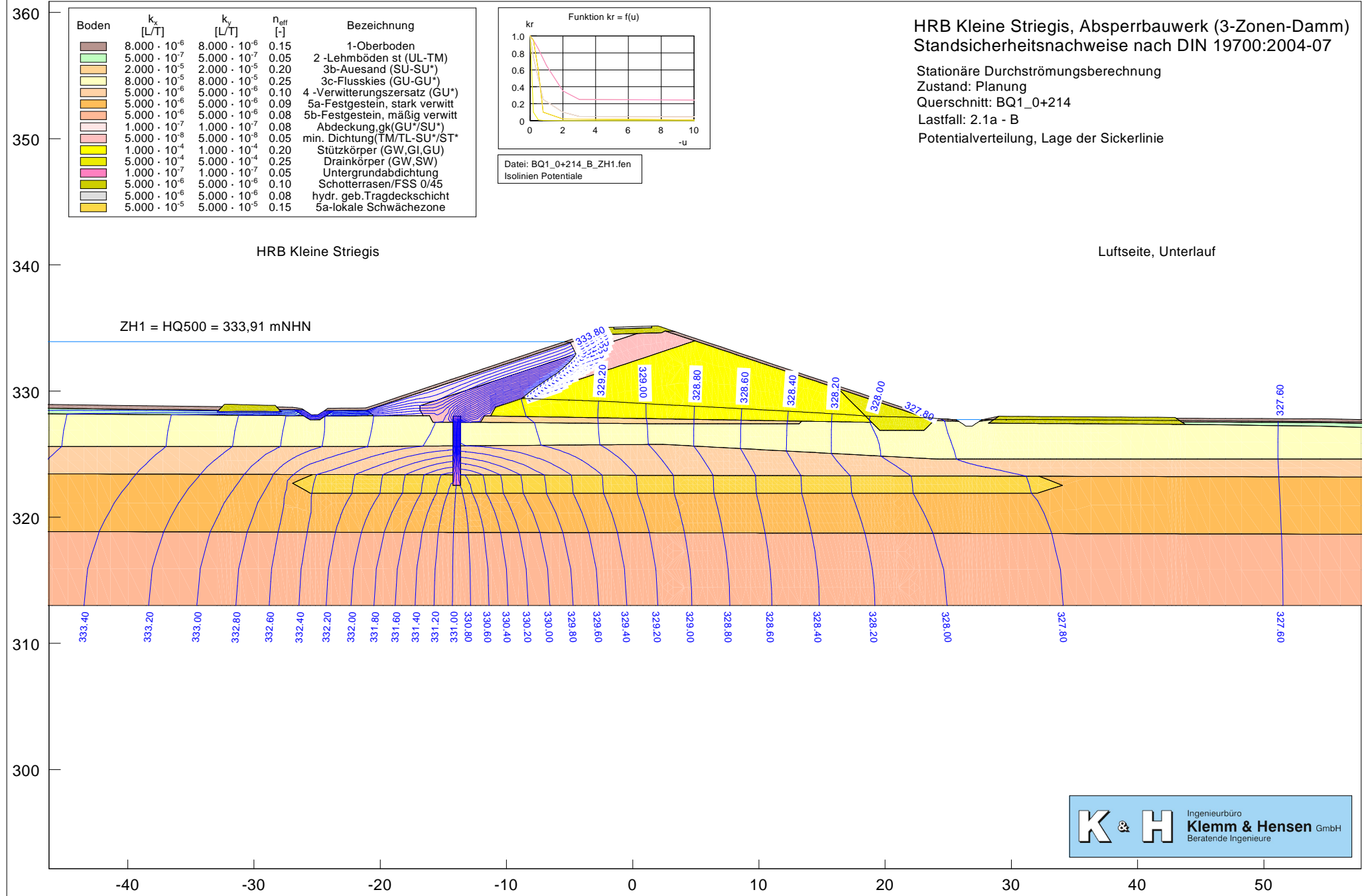
Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$8.000 \cdot 10^{-6}$	$8.000 \cdot 10^{-6}$	0.15	1-Oberboden
[Light Green]	$5.000 \cdot 10^{-7}$	$5.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	2 -Lehmböden st (UL-TM)
[Orange]	$2.000 \cdot 10^{-5}$	$2.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	3b-Auesand (SU-SU*)
[Yellow]	$8.000 \cdot 10^{-6}$	$8.000 \cdot 10^{-6}$	0.25	3c-Flussskies (GU-GU*)
[Light Orange]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	4 -Verwitterungszersatz (GU*)
[Dark Orange]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.09	5a-Festgestein, stark verwittert
[Light Brown]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	5b-Festgestein, mäßig verwittert
[Pink]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.08	Abdeckung, gk(GU*/SU*)
[Light Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-8}$	$5.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Stützkörper (GW,GI,GU)
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-4}$	$5.000 \cdot 10^{-4}$	0.25	Drainkörper (GW,SW)
[Light Orange]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	Untergrundabdichtung
[Light Green]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	Schotterrasen/FSS 0/45
[Light Blue]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	hydr. geb.Tragdeckschicht
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.15	5a-lokale Schwächezone



HRB Kleine Striegis

Luftseite, Unterlauf

ZH1 = HQ500 = 333,91 mNHN

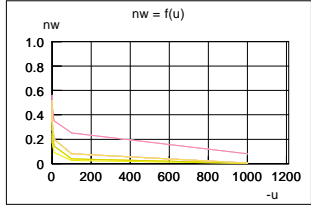
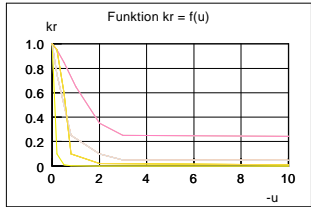


K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	S_s [1/m]	Bezeichnung
[Brown]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	1-Oberboden
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	2-Lehmböden st (UL-TM)
[Orange]	$7.000 \cdot 10^{-6}$	$7.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	3b-Auesand (SU-SU*)
[Light Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.25	$1.000 \cdot 10^{-5}$	3c-Flussskies (GU-GU*)
[Dark Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	$1.000 \cdot 10^{-5}$	4-Verwitterungsersatz (GU*)
[Red-Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.09	$1.000 \cdot 10^{-5}$	5a-Festgestein, stark verwittert
[Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	$1.000 \cdot 10^{-5}$	5b-Festgestein, mäßig verwittert
[Pink]	$5.000 \cdot 10^{-7}$	$5.000 \cdot 10^{-7}$	0.08	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Abdeckung, gk(GU*/SU*)
[Light Pink]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-4}$	$5.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Stützkörper (GW, GI, GU)
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.25	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Drainkörper (GW, SW)
[Pink]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.05	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Untergrundabdichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.10	$1.000 \cdot 10^{-5}$	Schotterrasen/FSS 0/45
[Light Yellow]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	$1.000 \cdot 10^{-5}$	hydr. geb. Tragdeckschicht
[Orange]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.15	$1.000 \cdot 10^{-5}$	5a-lokale Schwächezone

Zeit = 14240.0 Sekunden
 Datei: BQ1_0+214_A_Absunk_t.plw
 Isolinien
 Potentiale

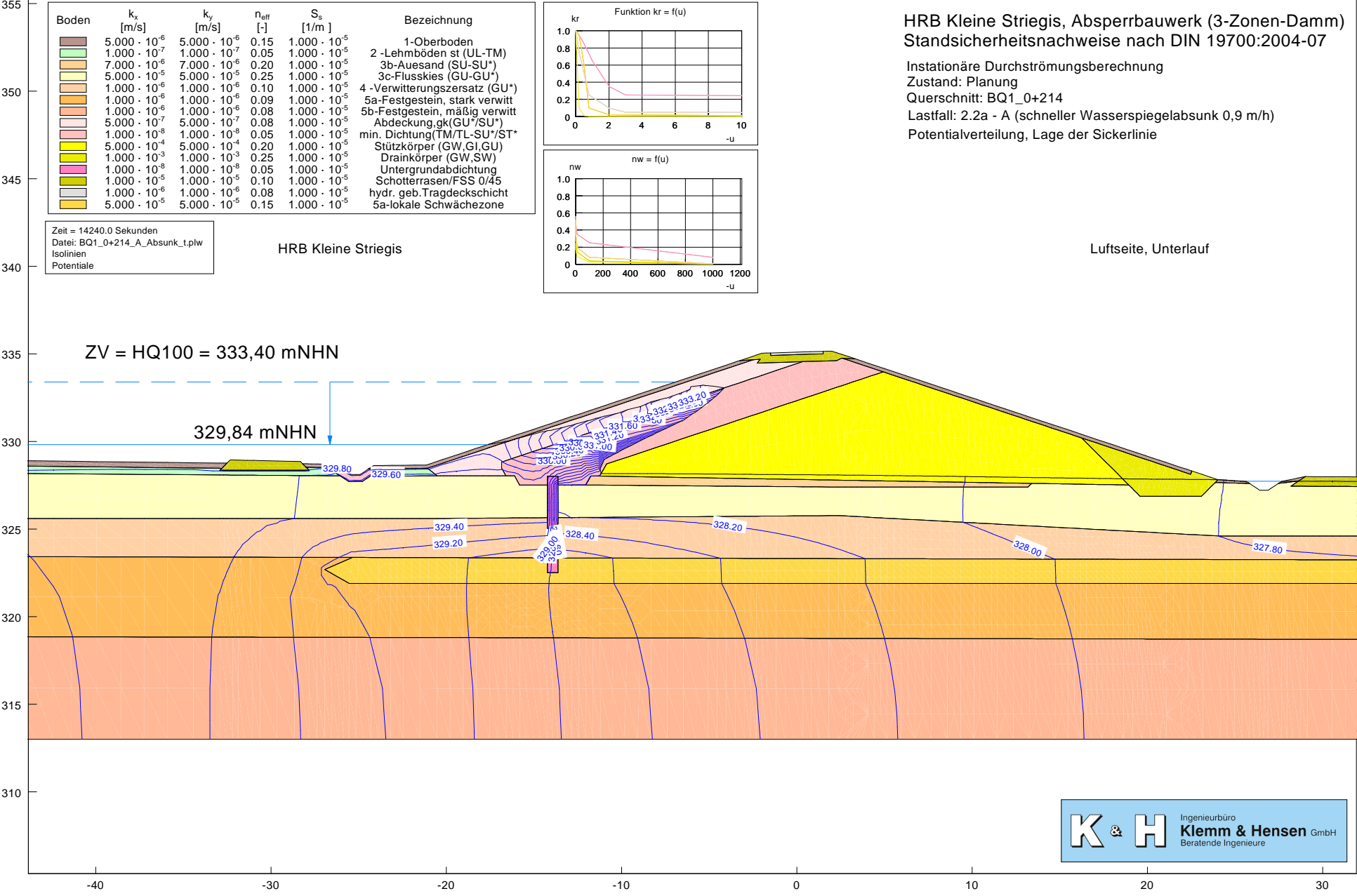
HRB Kleine Striegis



HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Instationäre Durchströmungsberechnung
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 2.2a - A (schneller Wasserspiegelabsenk 0,9 m/h)
 Potentialverteilung, Lage der Sickerlinie

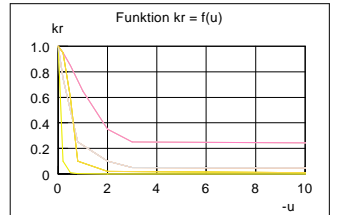
Luftseite, Unterlauf



HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Stationäre Durchströmungsberechnung
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 3.1a - A
 Potentialverteilung, Lage der Sickerlinie

Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.15	1-Oberboden
[Green]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	2-Lehmböden st (UL-TM)
[Orange]	$7.000 \cdot 10^{-6}$	$7.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	3b-Auesand (SU-SU*)
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.25	3c-Flussskies (GU-GU*)
[Light Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	4-Verwitterungszersatz (GU*)
[Dark Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.09	5a-Festgestein, stark verwittert
[Light Brown]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	5b-Festgestein, mäßig verwittert
[Pink]	$5.000 \cdot 10^{-7}$	$5.000 \cdot 10^{-7}$	0.08	Abdeckung, gk(GU*/SU*)
[Light Pink]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
[Yellow-Green]	$5.000 \cdot 10^{-4}$	$5.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Stützkörper (GW,GI,GU)
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.25	Drainkörper (GW,SW)
[Pink-Orange]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	Untergrundabdichtung
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.10	Schotterrasen/FSS 0/45
[Light Blue]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	hydr. geb. Tragdeckschicht
[Yellow-Orange]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.15	5a-lokale Schwächezone

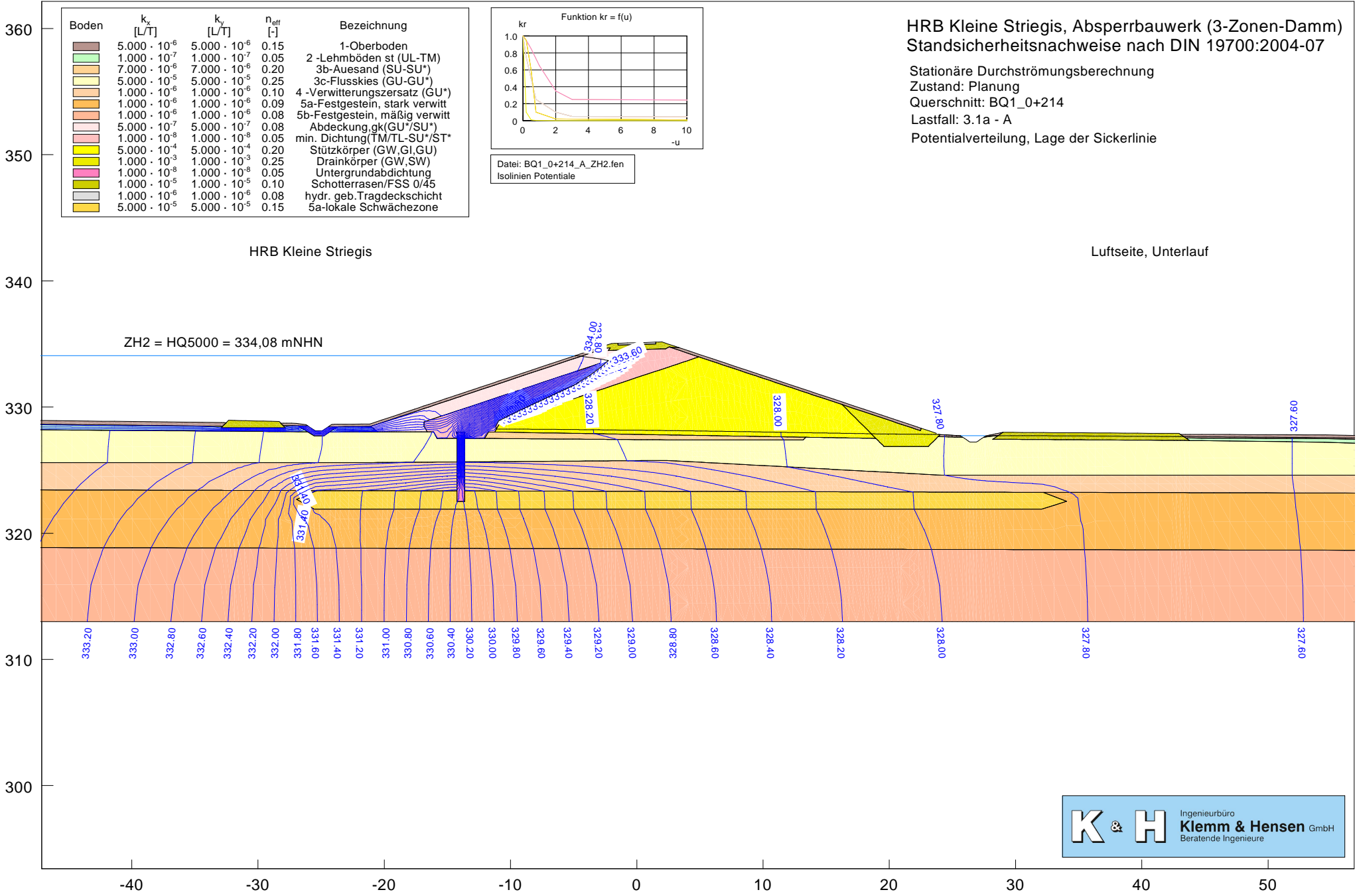


Datei: BQ1_0+214_A_ZH2.fen
 Isolinien Potentiale

HRB Kleine Striegis

Luftseite, Unterlauf

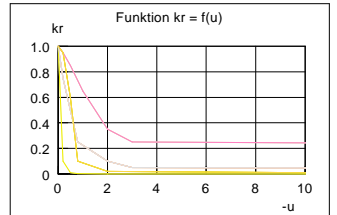
ZH2 = HQ5000 = 334,08 mNHN



K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

360
350
340
330
320
310
300

Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
[Brown]	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.15	1-Oberboden
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.05	2 -Lehmböden st (UL-TM)
[Orange]	$7.000 \cdot 10^{-6}$	$7.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	3b-Auesand (SU-SU*)
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.25	3c-Flussskies (GU-GU*)
[Light Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	4 -Verwitterungszersatz (GU*)
[Dark Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.09	5a-Festgestein, stark verwittert
[Red-Orange]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	5b-Festgestein, mäßig verwittert
[Pink]	$5.000 \cdot 10^{-7}$	$5.000 \cdot 10^{-7}$	0.08	Abdeckung, gk(GU*/SU*)
[Light Pink]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
[Yellow-Green]	$5.000 \cdot 10^{-4}$	$5.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Stützkörper (GW,GI,GU)
[Light Green]	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.25	Drainkörper (GW,SW)
[Orange]	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	Untergrundabdichtung
[Yellow-Orange]	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.10	Schotterrasen/FSS 0/45
[Light Blue]	$1.000 \cdot 10^{-6}$	$1.000 \cdot 10^{-6}$	0.08	hydr. geb.Tragdeckschicht
[Yellow]	$5.000 \cdot 10^{-5}$	$5.000 \cdot 10^{-5}$	0.15	5a-lokale Schwächezone



Datei: BQ1_0+214_A_PMF.fen
Isolinien Potentiale

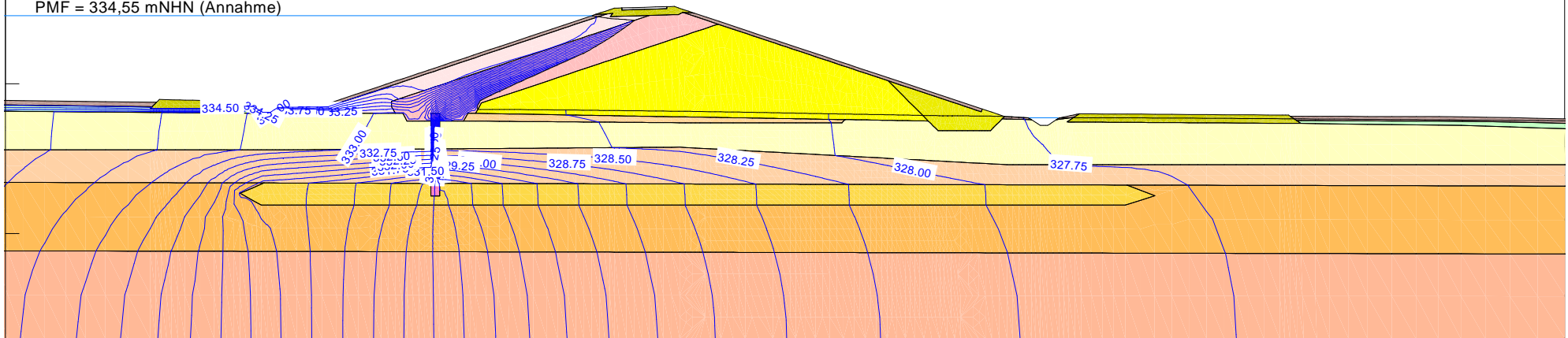
HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Stationäre Durchströmungsberechnung
Zustand: Planung
Querschnitt: BQ1_0+214
Lastfall: 4.1a - A
Potentialverteilung, Lage der Sickerlinie

HRB Kleine Striegis

Luftseite, Unterlauf

PMF = 334,55 mNHN (Annahme)



-40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50 60

K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
Beratende Ingenieure

Anlage 2.2

Böschungsbruchberechnung

Anlagen- nummer	Lastfall / TWB	Bezeichnung
2.2.1	LF1.1a-A	Globale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite
2.2.2	LF1.1a-B	Lokale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite, polygonal
2.2.3	LF1.1a-C	Globale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite
2.2.4	LF1.1a-C	Lokale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite, Gleitkreise
2.2.5	LF1.1a-C	Lokale Tragsicherheit Spreizsicherheit Luftseite
2.2.6	LF1.1a-C	Lokale Tragsicherheit Böschungsbruch Beckenseite, polygonal
2.2.7	LF1.1b-A	Globale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite
2.2.8	LF1.1b-A	Lokale Tragsicherheit Spreizsicherheit Luftseite
2.2.9	LF1.2a-A	Globale Tragsicherheit Böschungsbruch Beckenseite
2.2.10	LF1.2a-B	Lokale Tragsicherheit Böschungsbruch Beckenseite, polygonal
2.2.11	LF1.2a-C	Globale Tragsicherheit Böschungsbruch Beckenseite
2.2.12	LF2.1a-B	Globale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite
2.2.13	LF2.1a-B	Globale Tragsicherheit Gleitnachweis
2.2.14	LF2.1a-B	Lokale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite, polygonal
2.2.15	LF2.2a-B	Globale Tragsicherheit Böschungsbruch Beckenseite
2.2.16	LF2.2a-B	Lokale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite, polygonal
2.2.17	LF2.2a-B	Lokale Tragsicherheit Spreizsicherheit Luftseite
2.2.18	LF3.1a-A	Lokale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite, polygonal
2.2.19	LF3.2a-A	Globale Tragsicherheit Böschungsbruch Beckenseite
2.2.20	LF3.2a-A	Lokale Tragsicherheit Böschungsbruch Beckenseite, polygonal
2.2.21	LF3.2a-A	Lokale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite, polygonal
2.2.22	LF4.1a-A	Globale Tragsicherheit Böschungsbruch Luftseite

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	2.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	5.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	30.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	35.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	5.00	20.00	4-Verwitterungszersatz (GU*)
	35.00	15.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	20.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	30.00	3.00	19.50	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	27.50	5.00	20.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	34.00	0.00	20.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
	33.00	0.00	19.00	Drainkörper (GW,SW)
	30.00	3.00	21.00	Untergrundabdichtung
	34.00	0.00	19.50	Schotterrasen/FSS 0/45
	35.00	5.00	22.00	hydr. geb.Tragdeckschicht
	35.00	15.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

62 Mittelpunkte definiert.
 2941 Gleitkreise untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 2.02$
 $x_m = 20.60\text{ m}$ $y_m = 358.54\text{ m}$
 $R = 31.90\text{ m}$
 Sickerlinie
 Datei: BQ1_0+214_1.1a_A_L_global.boe

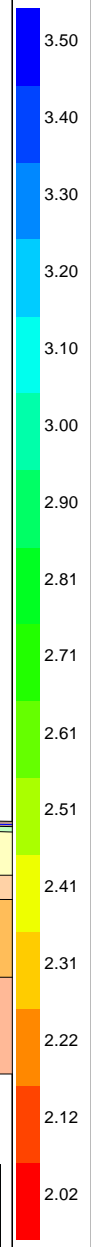
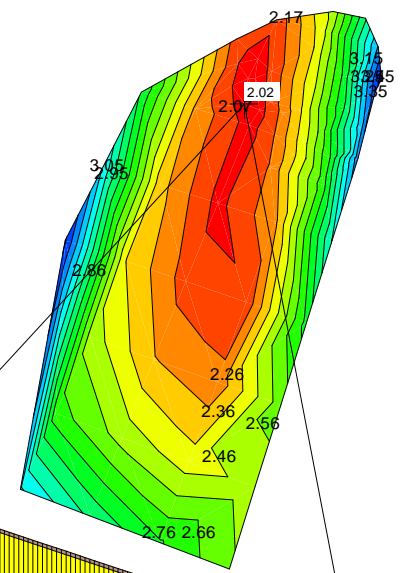
HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1a - A
 ungünstigster Gleitkörper

370
360
350
340
330
320
310

HRB Kleine Striegis

Luftseite, Unterlauf



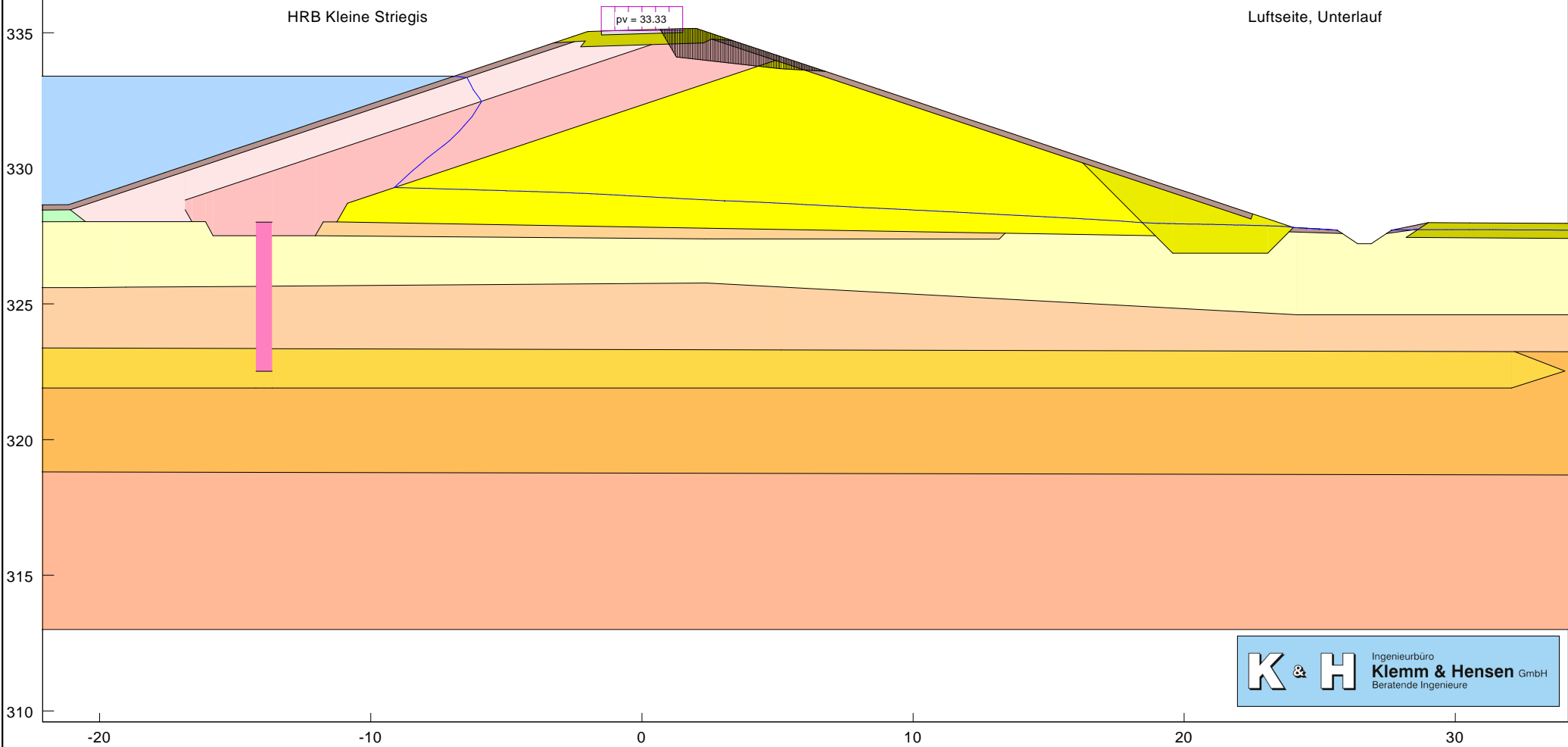
-60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50

K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	2.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	29.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	33.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	2.00	20.00	4-Verwitterungszersatz (GU*)
	35.00	10.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	15.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	29.00	2.00	20.00	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	25.00	3.00	20.00	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	33.00	0.00	20.50	Stützkörper (GW,GI,GU)
	32.00	0.00	19.50	Drainkörper (GW,SW)
	28.00	2.00	21.50	Untergrundabdichtung
	32.00	0.00	20.00	Schotterrasen/FSS 0/45
	34.00	3.00	22.50	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	10.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

4 Gleitkörper untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 — Sickerlinie
 Gleitkörper Nr. 4: $\eta = 1.53$
 Datei: BQ1_0+214_1.1a_B_L_lo_poly.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07
 Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1a - B
 ungünstigster Gleitkörper

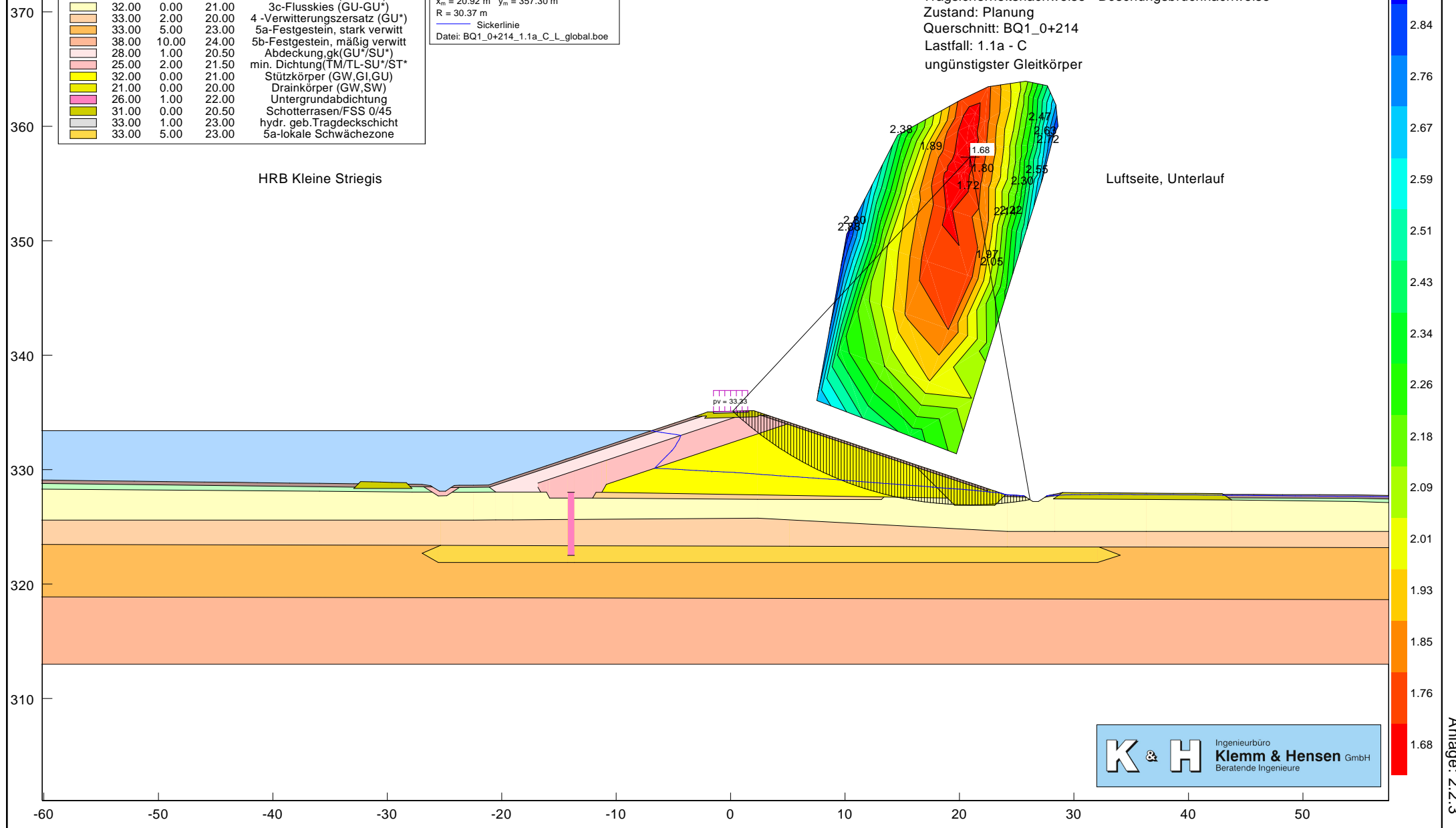


Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	15.00	1-Oberboden
	23.00	3.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	28.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	32.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	33.00	2.00	20.00	4-Verwitterungsersatz (GU*)
	33.00	5.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	38.00	10.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	28.00	1.00	20.50	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	25.00	2.00	21.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	32.00	0.00	21.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
	21.00	0.00	20.00	Drainkörper (GW,SW)
	26.00	1.00	22.00	Untergrundabdichtung
	31.00	0.00	20.50	Schotterrasen/FSS 0/45
	33.00	1.00	23.00	hydr. geb. Tragdeckschicht
	33.00	5.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

73 Mittelpunkte definiert.
 3049 Gleitkreise untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 1.68$
 $x_m = 20.92\text{ m}$ $y_m = 357.30\text{ m}$
 $R = 30.37\text{ m}$
 Sickerlinie
 Datei: BQ1_0+214_1.1a_C_L_global.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1a - C
 ungünstigster Gleitkörper



K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

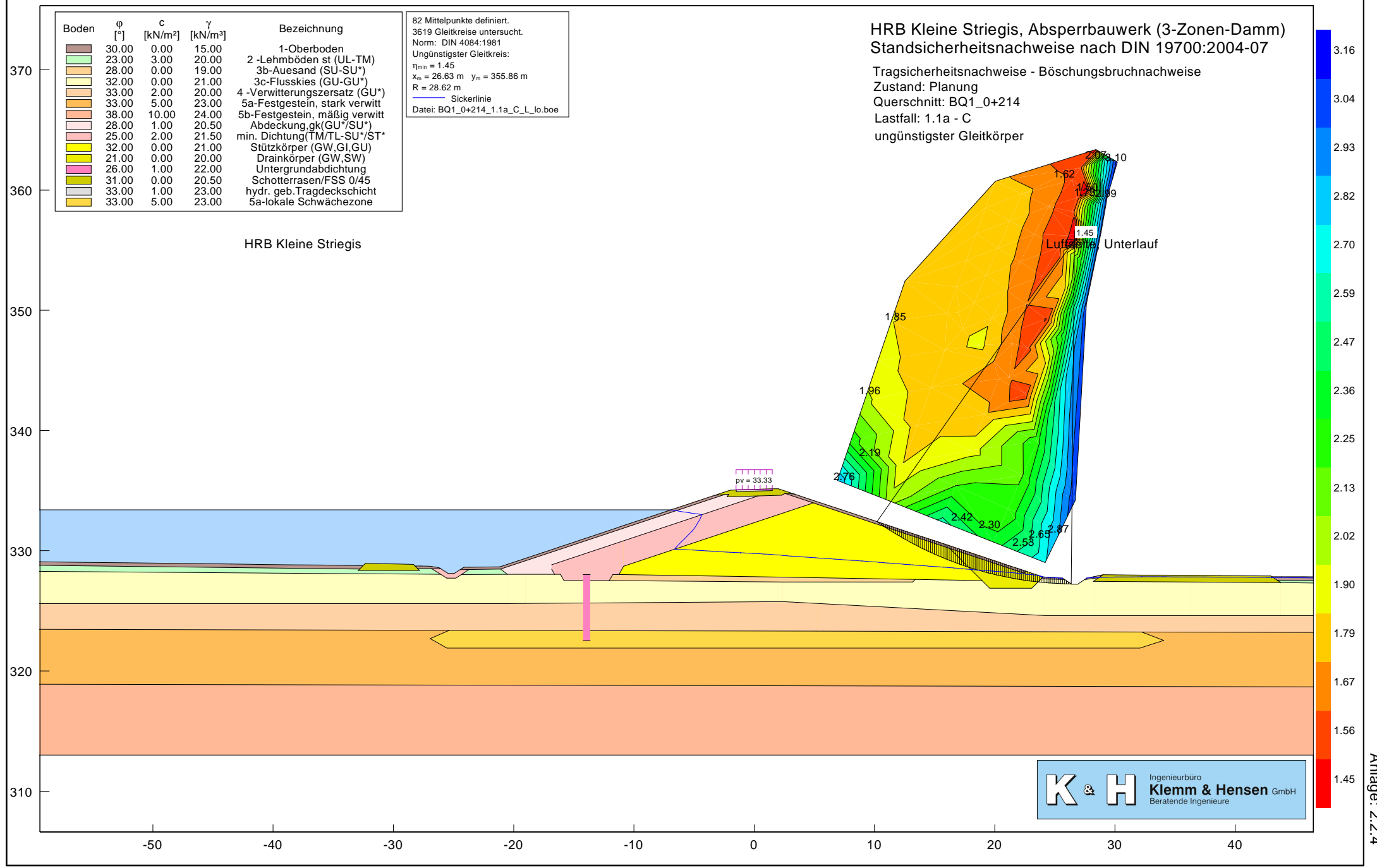
Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	15.00	1-Oberboden
	23.00	3.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	28.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	32.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	33.00	2.00	20.00	4-Verwitterungsersatz (GU*)
	33.00	5.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	38.00	10.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	28.00	1.00	20.50	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	25.00	2.00	21.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	32.00	0.00	21.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
	21.00	0.00	20.00	Drainkörper (GW,SW)
	26.00	1.00	22.00	Untergrundabdichtung
	31.00	0.00	20.50	Schotterrasen/FSS 0/45
	33.00	1.00	23.00	hydr. geb. Tragdeckschicht
	33.00	5.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

82 Mittelpunkte definiert.
 3619 Gleitkreise untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 1.45$
 $x_m = 26.63 \text{ m}$ $y_m = 355.86 \text{ m}$
 $R = 28.62 \text{ m}$
 Sickerlinie
 Datei: BQ1_0+214_1.1a_C_L_lo.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1a - C
 ungünstigster Gleitkörper

HRB Kleine Striegis



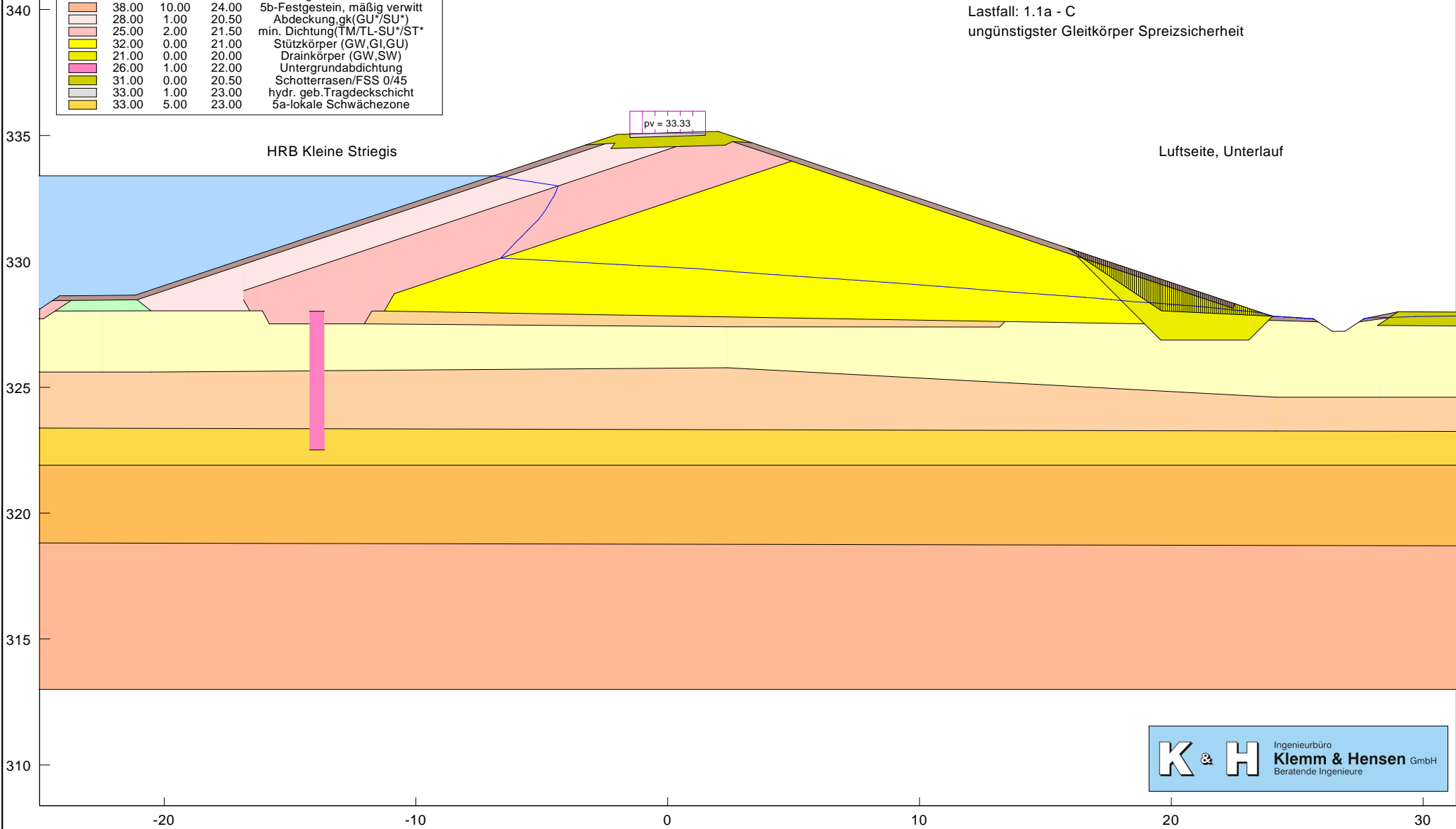
K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	15.00	1-Oberboden
	23.00	3.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	28.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	32.00	0.00	21.00	3c-Flusskies (GU-GU*)
	33.00	2.00	20.00	4-Verwitterungszersatz (GU*)
	33.00	5.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	38.00	10.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	28.00	1.00	20.50	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	25.00	2.00	21.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	32.00	0.00	21.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
	21.00	0.00	20.00	Drainkörper (GW,SW)
	26.00	1.00	22.00	Untergrundabdichtung
	31.00	0.00	20.50	Schotterrasen/FSS 0/45
	33.00	1.00	23.00	hydr. geb.Tragdeckschicht
	33.00	5.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

1 Gleitkörper untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 — Sickerlinie
 Gleitkörper Nr. 4: $\eta = 1.14$
 Datei: BQ1_0+214_1.1a_C_L_Spreiz.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1a - C
 ungünstigster Gleitkörper Spreizsicherheit



345
340
335
330
325
320
315
310

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
30.00	0.00	15.00		1-Oberboden
23.00	3.00	20.00		2-Lehmböden st (UL-TM)
28.00	0.00	19.00		3b-Auesand (SU-SU*)
32.00	0.00	21.00		3c-Flussskies (GU-GU*)
33.00	2.00	20.00		4-Verwitterungszersatz (GU*)
33.00	5.00	23.00		5a-Festgestein, stark verwittert
38.00	10.00	24.00		5b-Festgestein, mäßig verwittert
28.00	1.00	20.50		Abdeckung,gk(GU*/SU*)
25.00	2.00	21.50		min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
32.00	0.00	21.00		Stützkörper (GW,GI,GU)
21.00	0.00	20.00		Drainkörper (GW,SW)
26.00	1.00	22.00		Untergrundabdichtung
31.00	0.00	20.50		Schotterrasen/FSS 0/45
33.00	1.00	23.00		hydr. geb. Tragdeckschicht
33.00	5.00	23.00		5a-lokale Schwächezone

1 Gleitkörper untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Sickerlinie
 Gleitkörper Nr. 1: $\eta = 1.35$
 Datei: BQ1_0+214_1.1a_C_W_lo_poly.boe

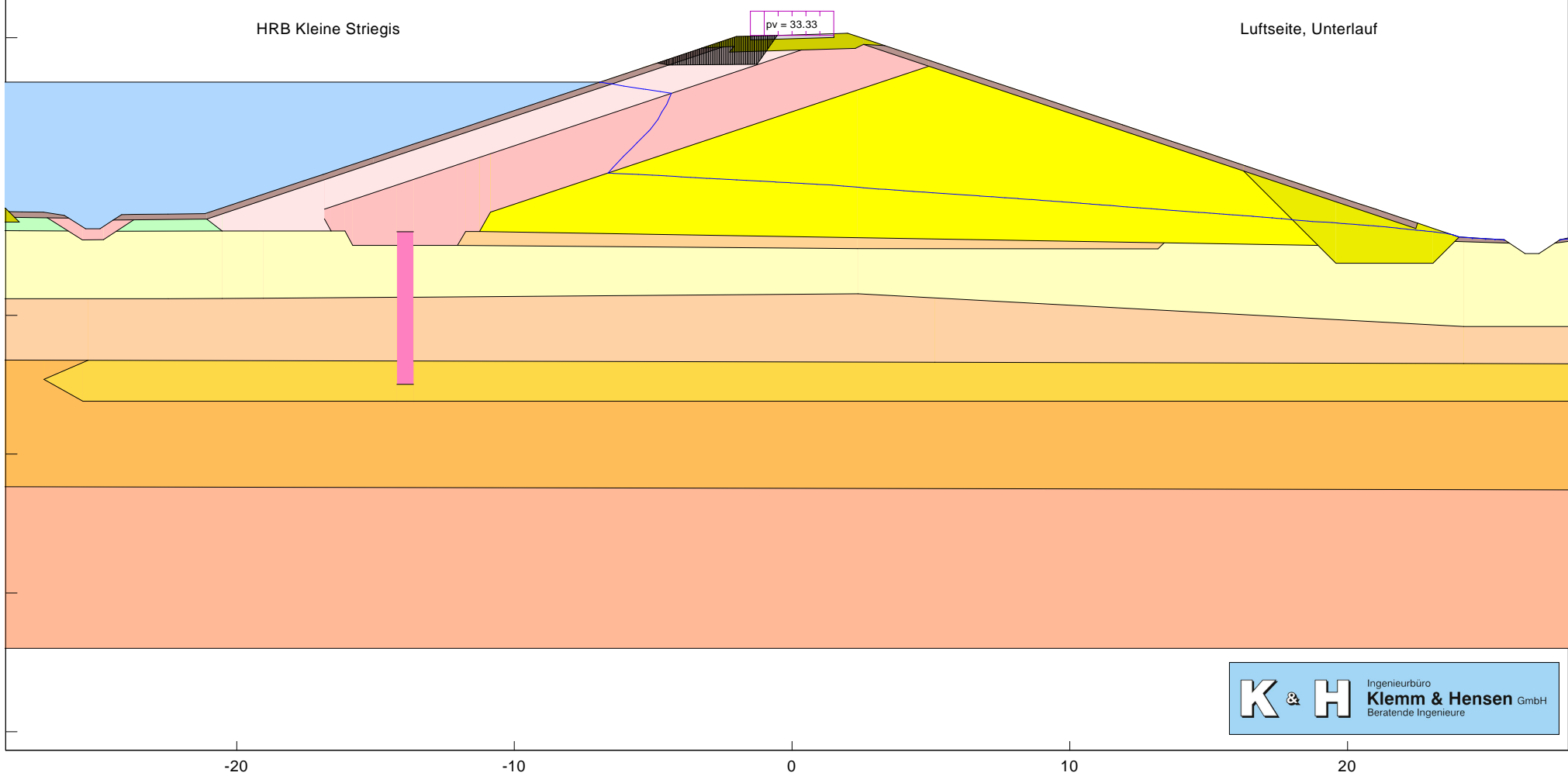
HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1a - C
 ungünstigster Gleitkörper

HRB Kleine Striegis

pv = 33.33

Luftseite, Unterlauf



K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	2.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	5.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	30.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	35.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	5.00	20.00	4-Verwitterungsersatz (GU*)
	35.00	15.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	20.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	30.00	3.00	19.50	Abdeckung_gk(GU*/SU*)
	27.50	5.00	20.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	34.00	0.00	20.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
	33.00	0.00	19.00	Drainkörper (GW,SW)
	30.00	3.00	21.00	Untergrundabdichtung
	34.00	0.00	19.50	Schotterrasen/FSS 0/45
	35.00	5.00	22.00	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	15.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

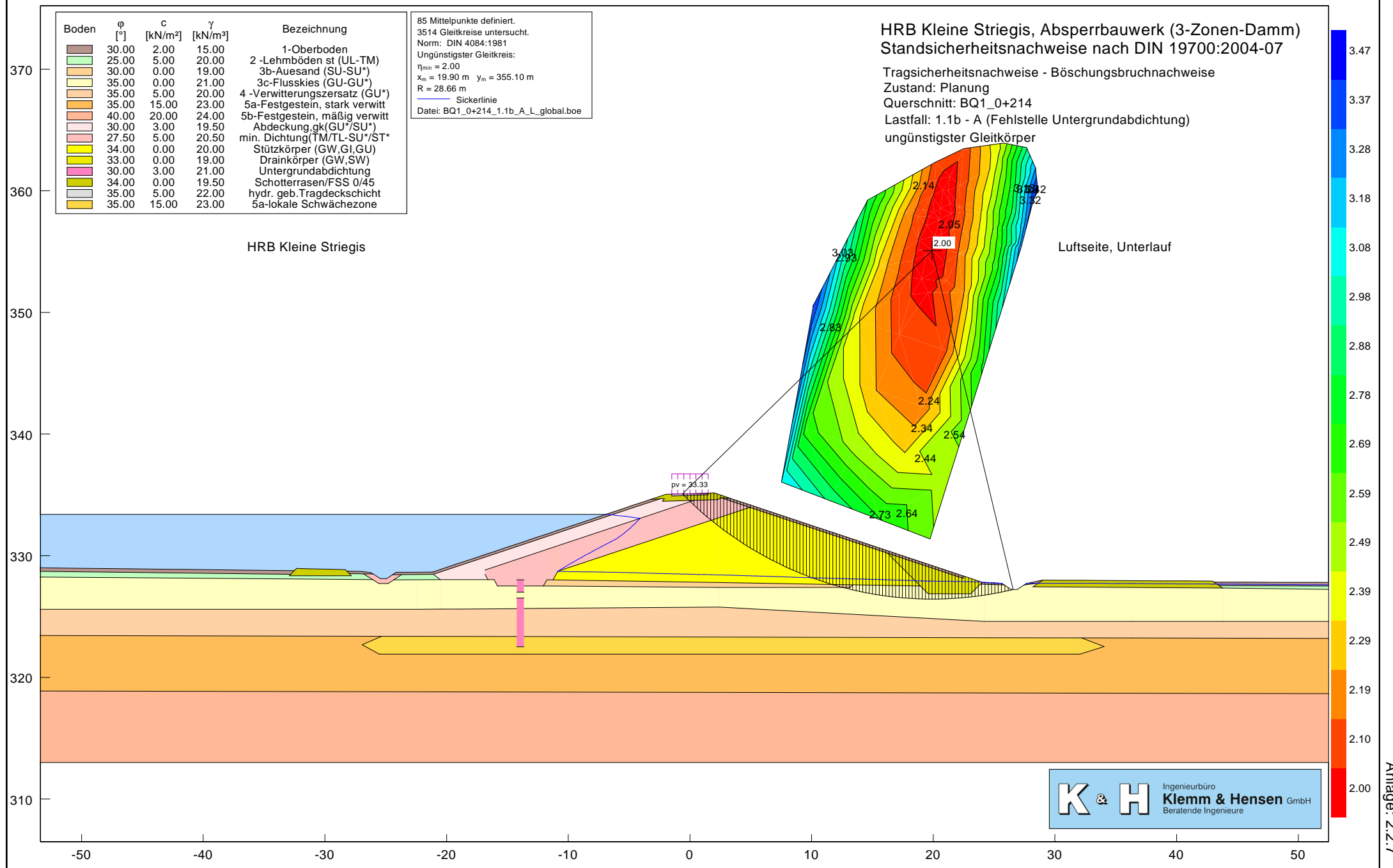
85 Mittelpunkte definiert.
 3514 Gleitkreise untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 2.00$
 $x_m = 19.90 \text{ m}$ $y_m = 355.10 \text{ m}$
 $R = 28.66 \text{ m}$
 Sickerlinie
 Datei: BQ1_0+214_1.1b_A_L_global.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.1b - A (Fehlstelle Untergrundabdichtung)
 ungünstigster Gleitkörper

HRB Kleine Striegis

Luftseite, Unterlauf



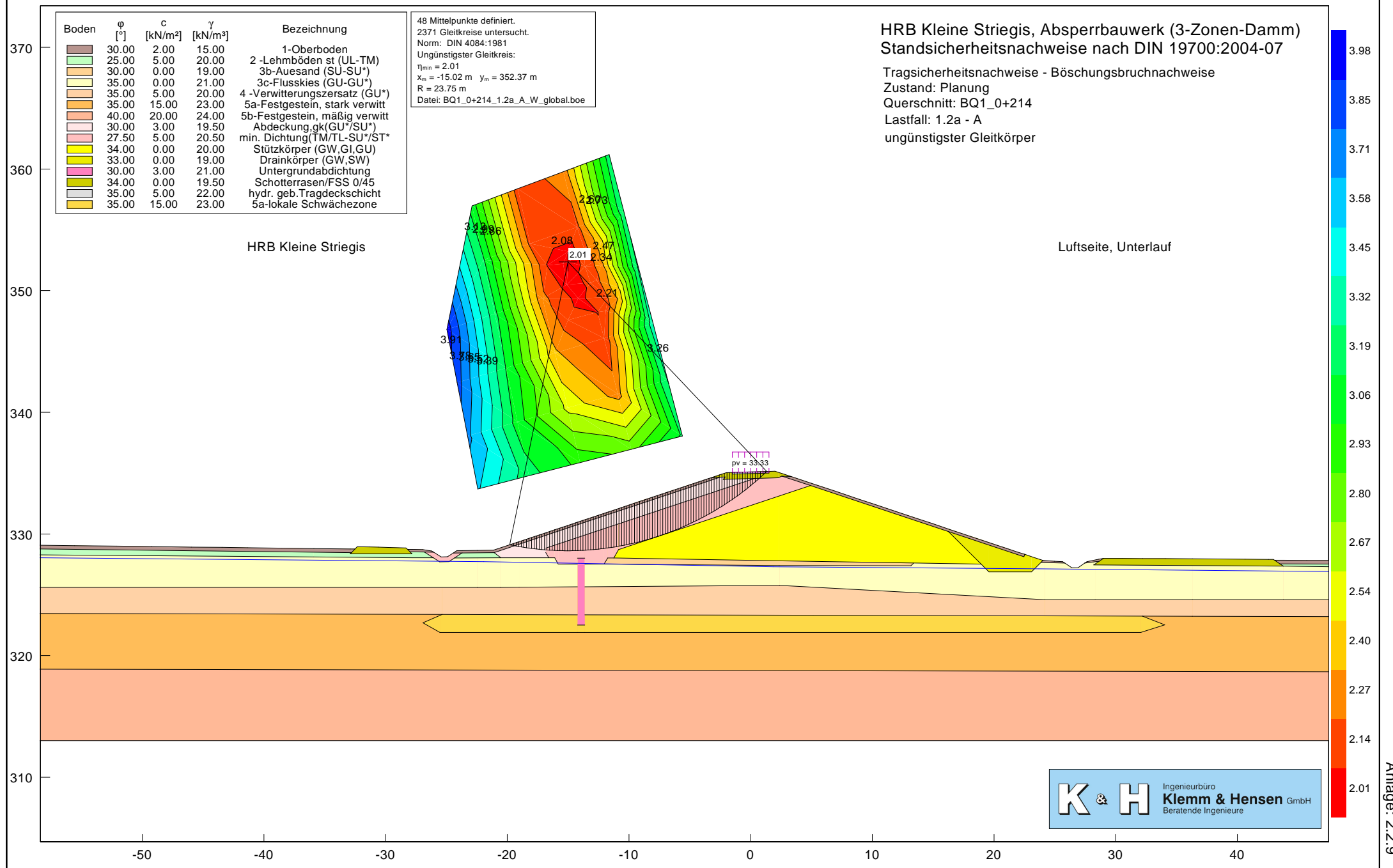
K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	2.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	5.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	30.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	35.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	5.00	20.00	4-Verwitterungsersatz (GU*)
	35.00	15.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	20.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	30.00	3.00	19.50	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	27.50	5.00	20.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	34.00	0.00	20.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
	33.00	0.00	19.00	Drainkörper (GW,SW)
	30.00	3.00	21.00	Untergrundabdichtung
	34.00	0.00	19.50	Schotterrasen/FSS 0/45
	35.00	5.00	22.00	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	15.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

48 Mittelpunkte definiert.
 2371 Gleitkreise untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 2.01$
 $x_m = -15.02\text{ m}$ $y_m = 352.37\text{ m}$
 $R = 23.75\text{ m}$
 Datei: BQ1_0+214_1.2a_A_W_global.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.2a - A
 ungünstigster Gleitkörper



HRB Kleine Striegis

Luftseite, Unterlauf

pv = 33.33

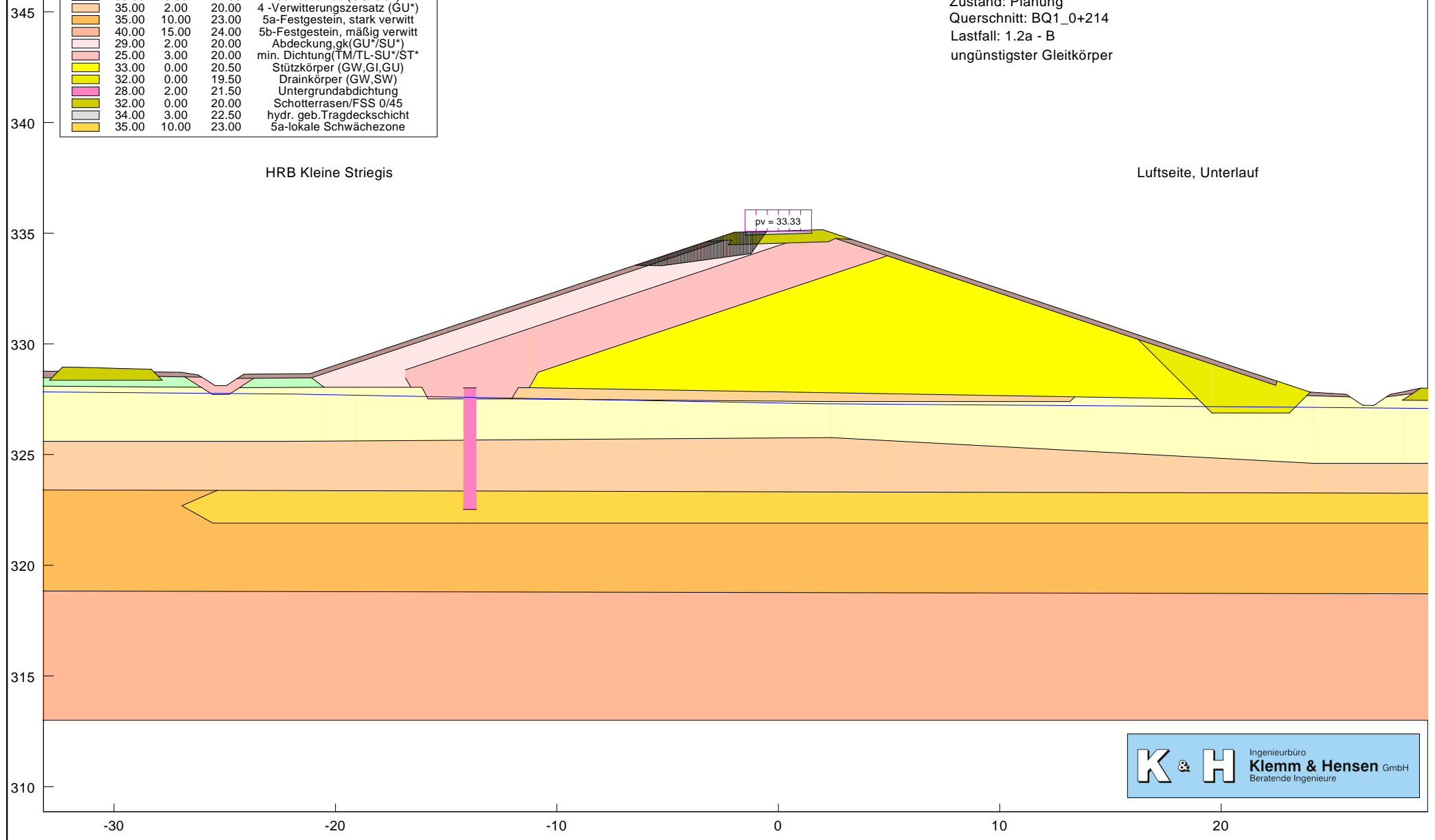
K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	2.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	29.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	33.00	0.00	21.00	3c-Flusskies (GU-GU*)
	35.00	2.00	20.00	4-Verwitterungszersatz (GU*)
	35.00	10.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	15.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	29.00	2.00	20.00	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	25.00	3.00	20.00	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	33.00	0.00	20.50	Stützkörper (GW,GI,GU)
	32.00	0.00	19.50	Drainkörper (GW,SW)
	28.00	2.00	21.50	Untergrundabdichtung
	32.00	0.00	20.00	Schotterrasen/FSS 0/45
	34.00	3.00	22.50	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	10.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

3 Gleitkörper untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Gleitkörper Nr. 3: $\eta = 1.59$
 Datei: BQ1_0+214_1.2a_B_W_lo_poly.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.2a - B
 ungünstigster Gleitkörper

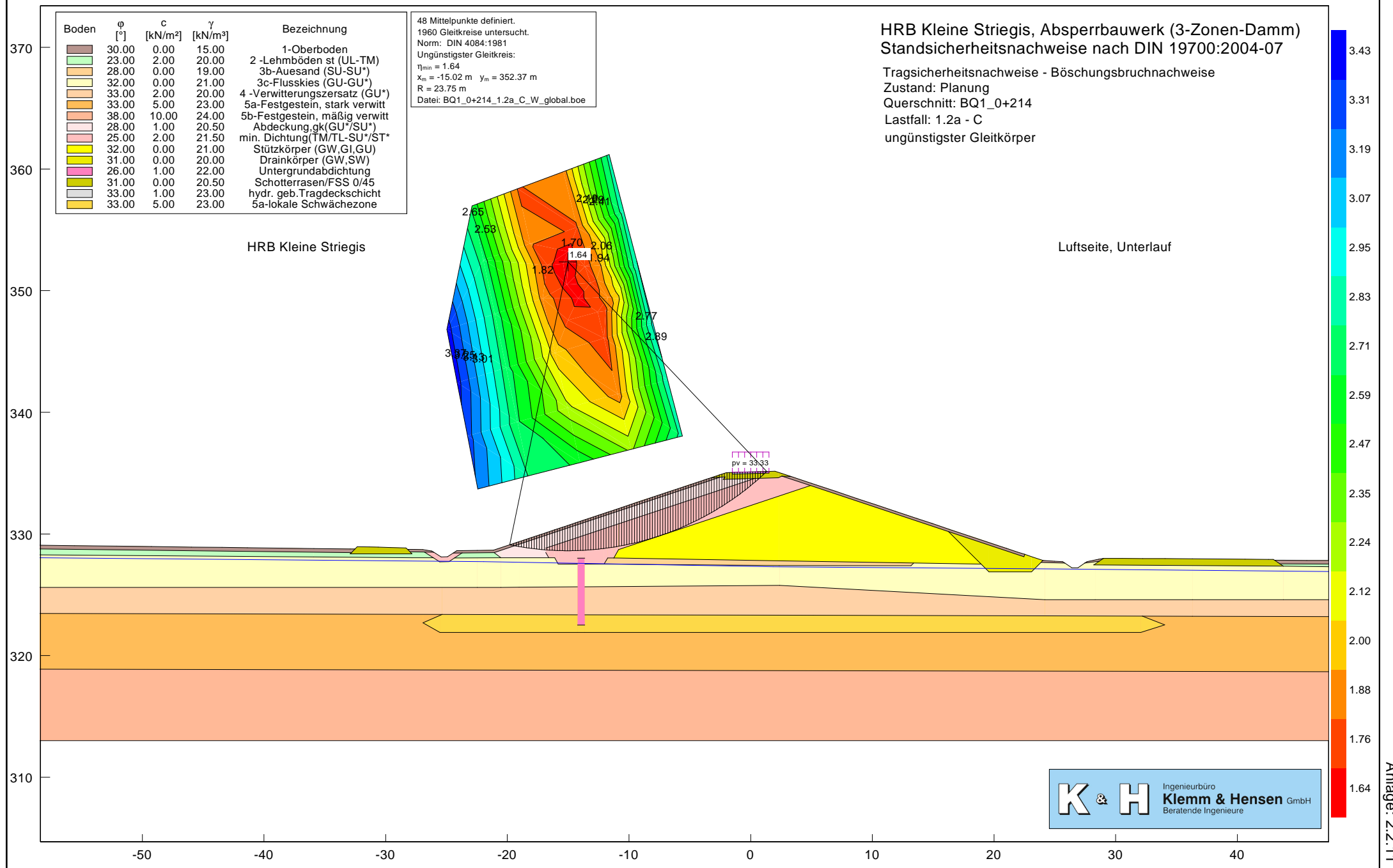


Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	15.00	1-Oberboden
	23.00	2.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	28.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	32.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	33.00	2.00	20.00	4-Verwitterungsersatz (GU*)
	33.00	5.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	38.00	10.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	28.00	1.00	20.50	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	25.00	2.00	21.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	32.00	0.00	21.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
	31.00	0.00	20.00	Drainkörper (GW,SW)
	26.00	1.00	22.00	Untergrundabdichtung
	31.00	0.00	20.50	Schotterrasen/FSS 0/45
	33.00	1.00	23.00	hydr. geb. Tragdeckschicht
	33.00	5.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

48 Mittelpunkte definiert.
 1960 Gleitkreise untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 1.64$
 $x_m = -15.02 \text{ m}$ $y_m = 352.37 \text{ m}$
 $R = 23.75 \text{ m}$
 Datei: BQ1_0+214_1.2a_C_W_global.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 1.2a - C
 ungünstigster Gleitkörper



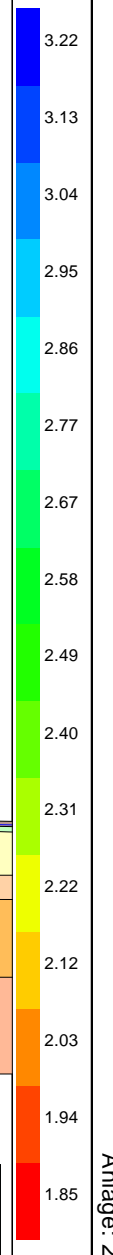
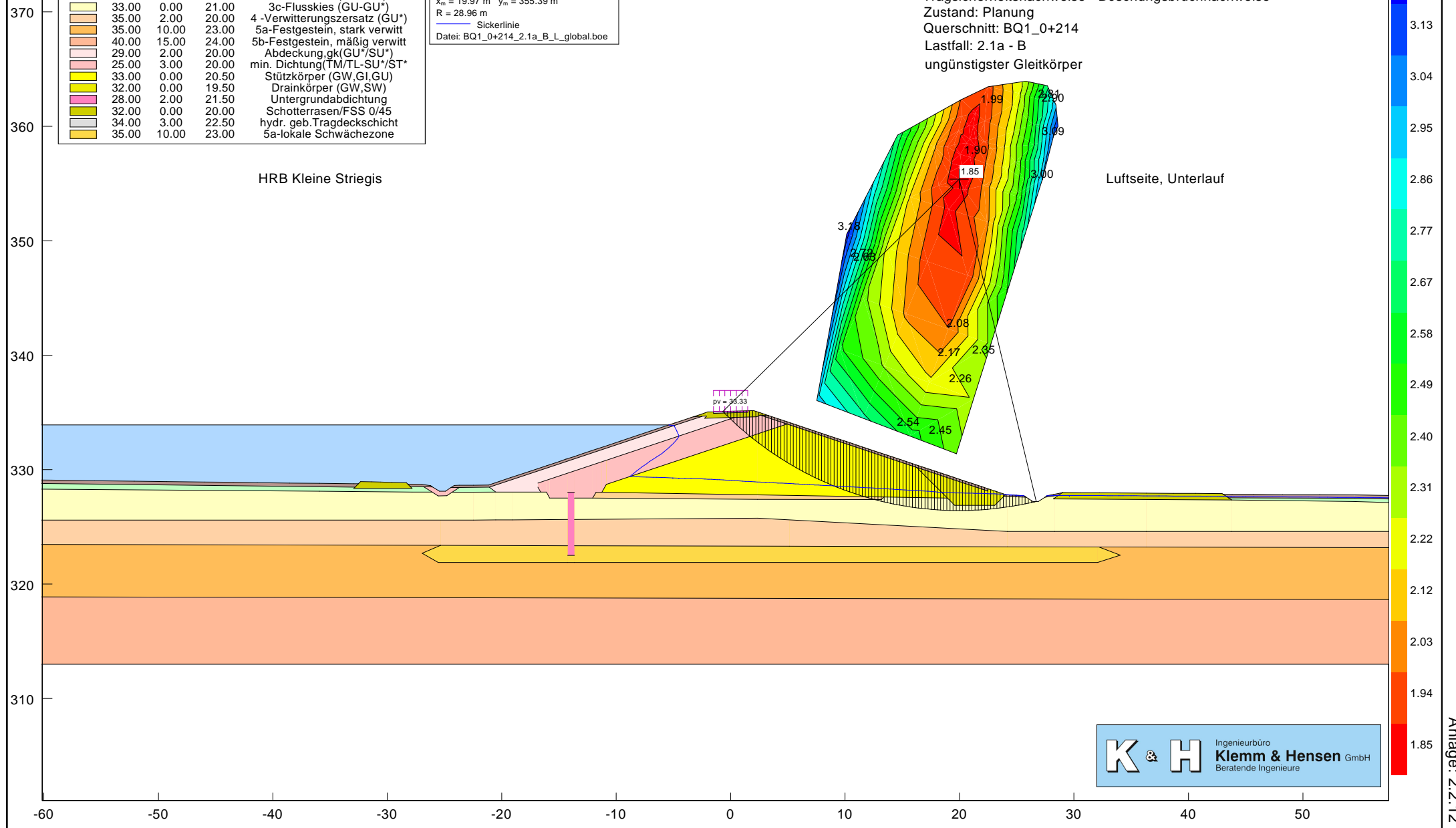
K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	2.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	29.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	33.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	2.00	20.00	4-Verwitterungszersatz (GU*)
	35.00	10.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	15.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	29.00	2.00	20.00	Abdeckung_gk(GU*/SU*)
	25.00	3.00	20.00	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	33.00	0.00	20.50	Stützkörper (GW,GI,GU)
	32.00	0.00	19.50	Drainkörper (GW,SW)
	28.00	2.00	21.50	Untergrundabdichtung
	32.00	0.00	20.00	Schotterrasen/FSS 0/45
	34.00	3.00	22.50	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	10.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

73 Mittelpunkte definiert.
 3047 Gleitkreise untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 1.85$
 $x_m = 19.97\text{ m}$ $y_m = 355.39\text{ m}$
 $R = 28.96\text{ m}$
 Sickerlinie
 Datei: BQ1_0+214_2.1a_B_L_global.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 2.1a - B
 ungünstigster Gleitkörper



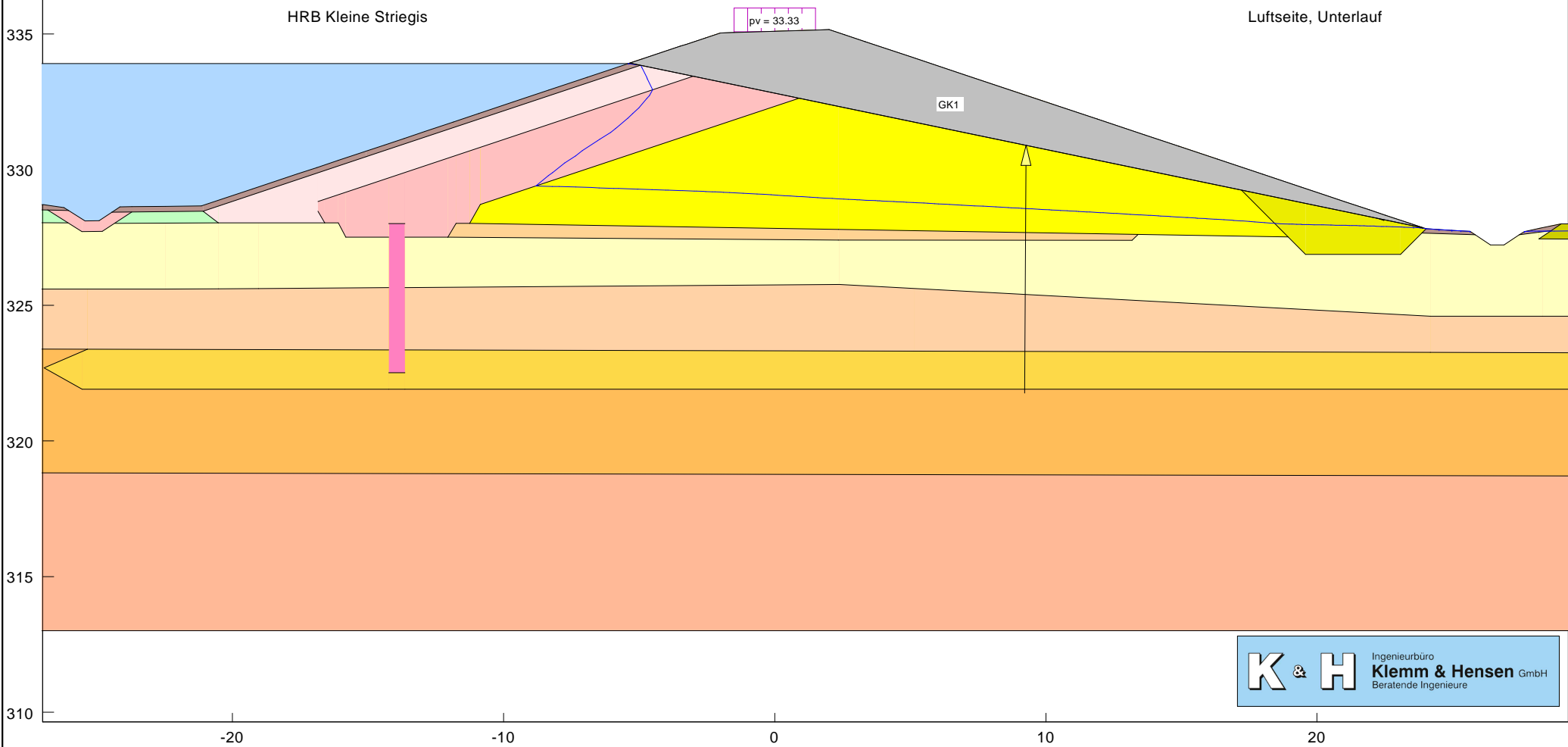
K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	2.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	29.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	33.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	2.00	20.00	4-Verwitterungszersatz (GU*)
	35.00	10.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	15.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	29.00	2.00	20.00	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	25.00	3.00	20.00	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	33.00	0.00	20.50	Stützkörper (GW,GI,GU)
	32.00	0.00	19.50	Drainkörper (GW,SW)
	28.00	2.00	21.50	Untergrundabdichtung
	32.00	0.00	20.00	Schotterrasen/FSS 0/45
	34.00	3.00	22.50	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	10.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

3 Gleitkörper untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 — Sickerlinie
 Gleitkörper Nr. 3: $\eta = 2.96$
 mit Scherfestigkeit auf Zwischengleitlinien
 Datei: BQ1_0+214_2.1a_B_L_Gleiten.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 2.1a - B
 ungünstigster Gleitkörper Gleitsicherheit

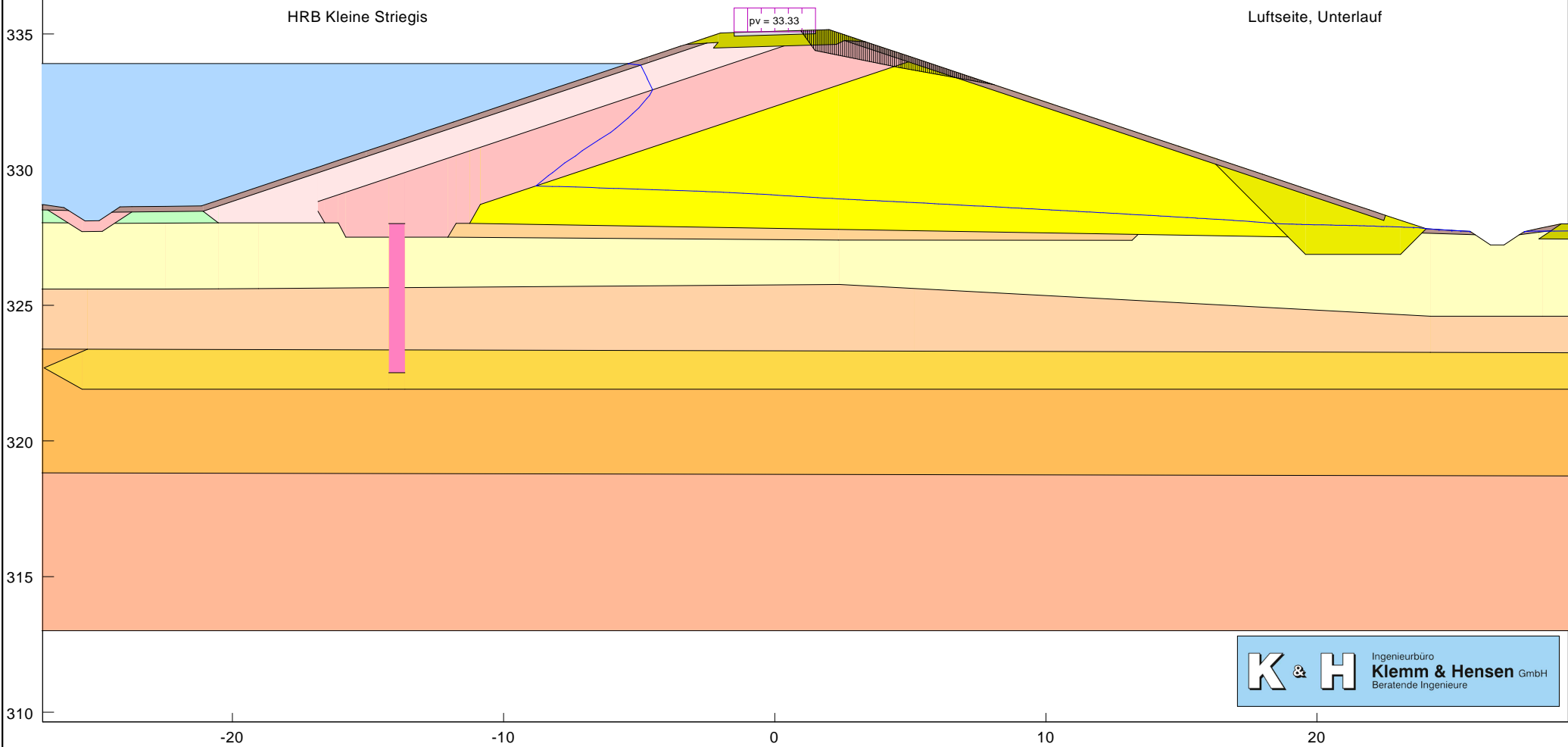


Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
30.00	0.00	15.00		1-Oberboden
25.00	2.00	20.00		2-Lehmböden st (UL-TM)
29.00	0.00	19.00		3b-Auesand (SU-SU*)
33.00	0.00	21.00		3c-Flussskies (GU-GU*)
35.00	2.00	20.00		4-Verwitterungszersatz (GU*)
35.00	10.00	23.00		5a-Festgestein, stark verwittert
40.00	15.00	24.00		5b-Festgestein, mäßig verwittert
29.00	2.00	20.00		Abdeckung,gk(GU*/SU*)
25.00	3.00	20.00		min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
33.00	0.00	20.50		Stützkörper (GW,GI,GU)
32.00	0.00	19.50		Drainkörper (GW,SW)
28.00	2.00	21.50		Untergrundabdichtung
32.00	0.00	20.00		Schotterrasen/FSS 0/45
34.00	3.00	22.50		hydr. geb. Tragdeckschicht
35.00	10.00	23.00		5a-lokale Schwächezone

3 Gleitkörper untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Sickerlinie
 Gleitkörper Nr. 3: $\eta = 1.52$
 Datei: BQ1_0+214_2.1a_B_L_lo_poly.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

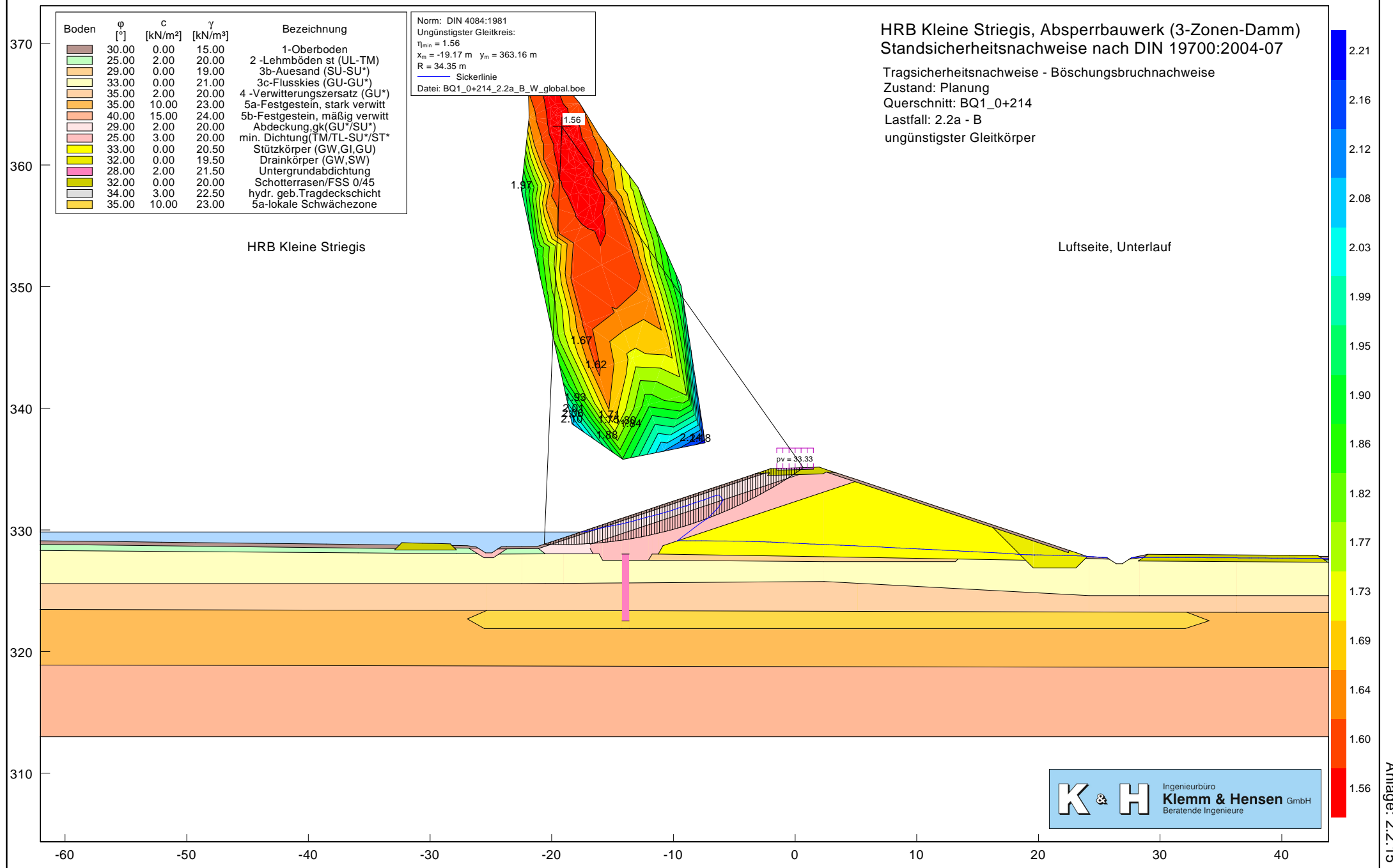
Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 2.1a - B
 ungünstigster Gleitkörper



Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	2.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	29.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	33.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	2.00	20.00	4-Verwitterungszersatz (GU*)
	35.00	10.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	15.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	29.00	2.00	20.00	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	25.00	3.00	20.00	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	33.00	0.00	20.50	Stützkörper (GW,GI,GU)
	32.00	0.00	19.50	Drainkörper (GW,SW)
	28.00	2.00	21.50	Untergrundabdichtung
	32.00	0.00	20.00	Schotterrasen/FSS 0/45
	34.00	3.00	22.50	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	10.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 1.56$
 $x_m = -19.17 \text{ m}$ $y_m = 363.16 \text{ m}$
 $R = 34.35 \text{ m}$
 — Sickerlinie
 Datei: BQ1_0+214_2.2a_B_W_global.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07
 Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 2.2a - B
 ungünstigster Gleitkörper



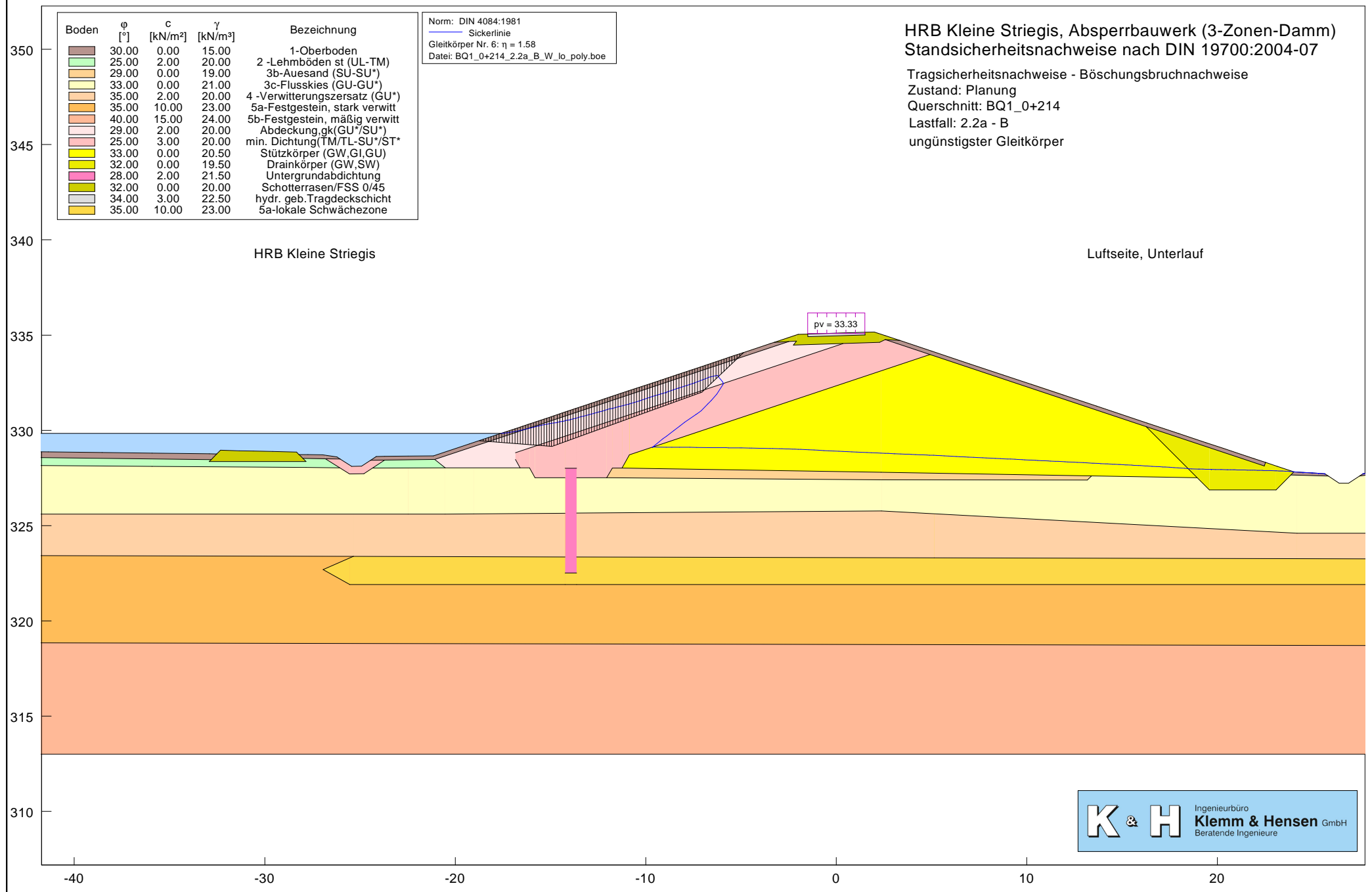
K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	0.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	2.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	29.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	33.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	2.00	20.00	4-Verwitterungszersatz (GU*)
	35.00	10.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	15.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	29.00	2.00	20.00	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	25.00	3.00	20.00	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	33.00	0.00	20.50	Stützkörper (GW,GI,GU)
	32.00	0.00	19.50	Drainkörper (GW,SW)
	28.00	2.00	21.50	Untergrundabdichtung
	32.00	0.00	20.00	Schotterrasen/FSS 0/45
	34.00	3.00	22.50	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	10.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

Norm: DIN 4084:1981
 Sickerlinie
 Gleitkörper Nr. 6: $\eta = 1.58$
 Datei: BQ1_0+214_2.2a_B_W_lo_poly.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 2.2a - B
 ungünstigster Gleitkörper



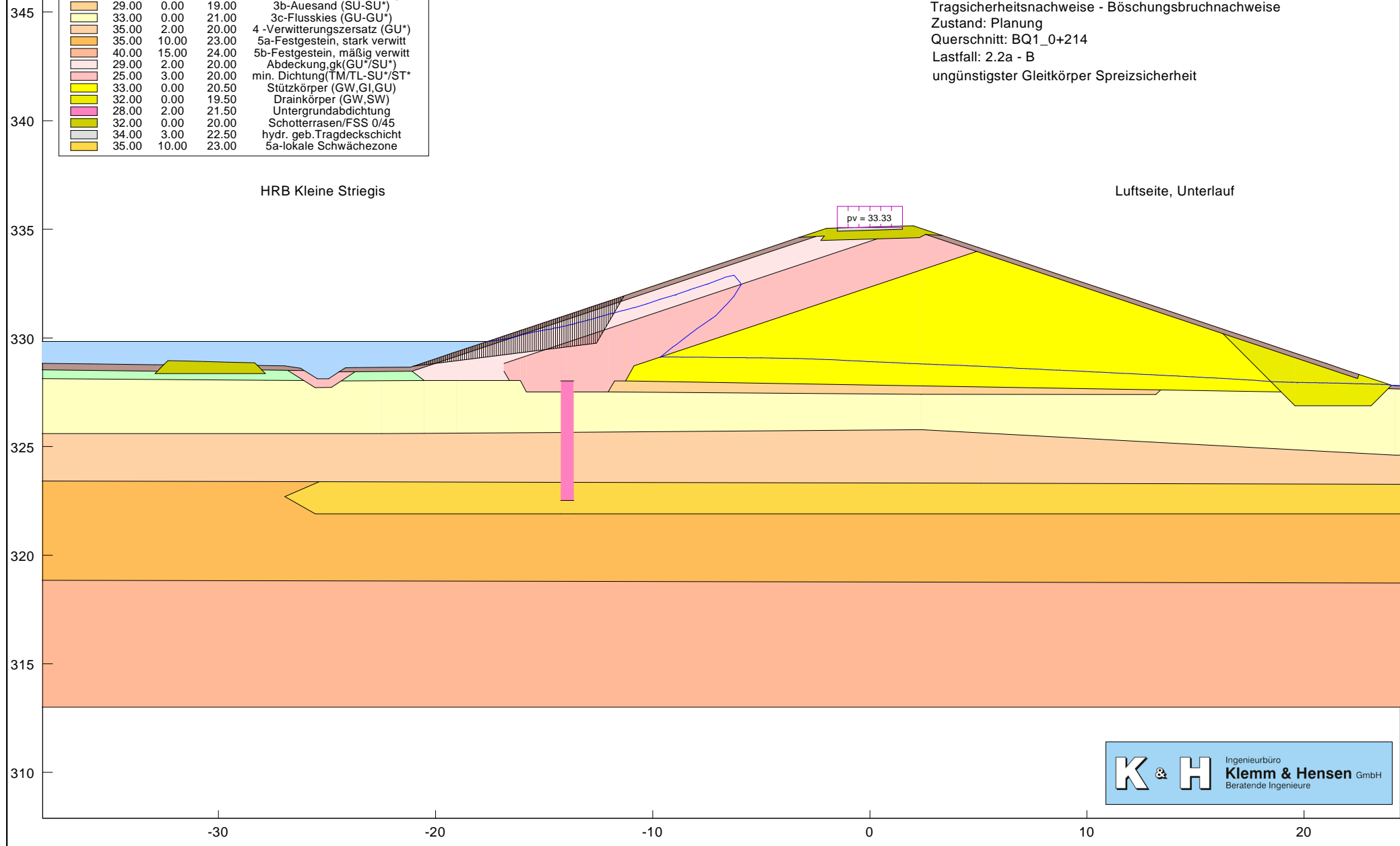
K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
30.00	0.00	15.00		1-Oberboden
25.00	2.00	20.00		2-Lehmböden st (UL-TM)
29.00	0.00	19.00		3b-Auesand (SU-SU*)
33.00	0.00	21.00		3c-Flussskies (GU-GU*)
35.00	2.00	20.00		4-Verwitterungszersatz (GU*)
35.00	10.00	23.00		5a-Festgestein, stark verwittert
40.00	15.00	24.00		5b-Festgestein, mäßig verwittert
29.00	2.00	20.00		Abdeckung,gk(GU*/SU*)
25.00	3.00	20.00		min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
33.00	0.00	20.50		Stützkörper (GW,GI,GU)
32.00	0.00	19.50		Drainkörper (GW,SW)
28.00	2.00	21.50		Untergrundabdichtung
32.00	0.00	20.00		Schotterrasen/FSS 0/45
34.00	3.00	22.50		hydr. geb. Tragdeckschicht
35.00	10.00	23.00		5a-lokale Schwächezone

Norm: DIN 4084:1981
 Sickerlinie
 Gleitkörper Nr. 4: $\eta = 1.84$
 Datei: BQ1_0+214_2.2a_B_W_Spreiz.boe

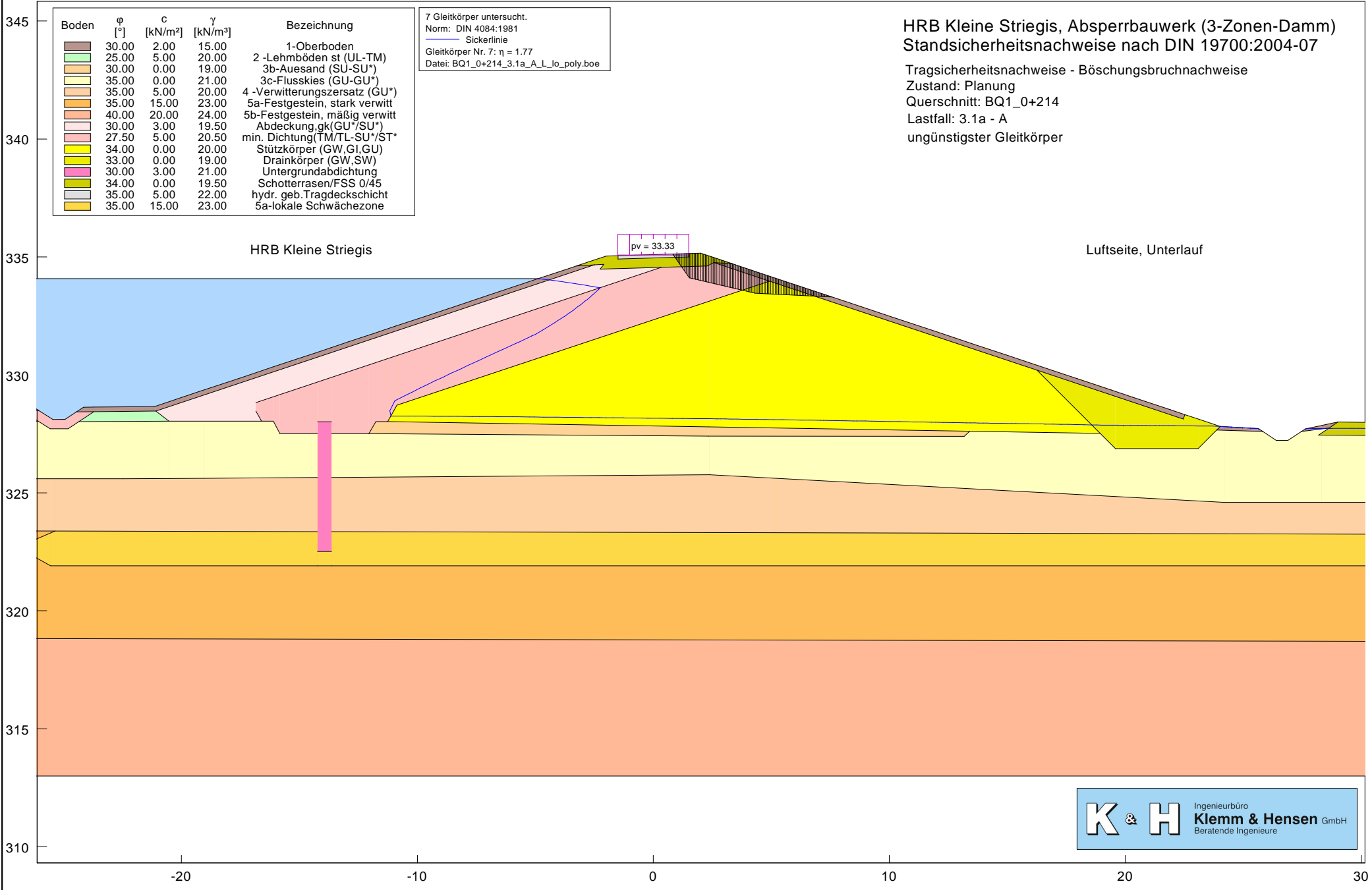
HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

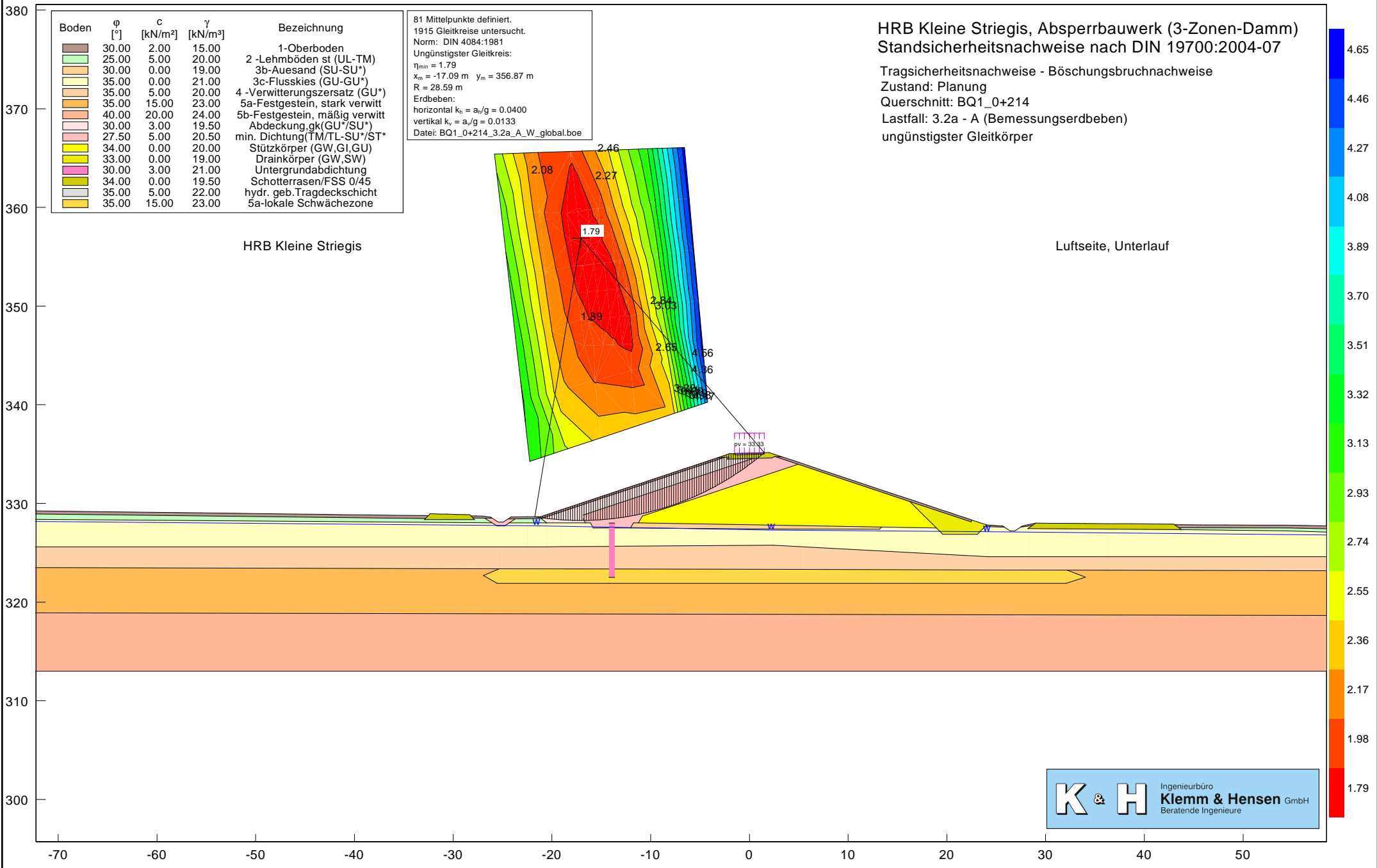
Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 2.2a - B
 ungünstigster Gleitkörper Spreizsicherheit



HRB Kleine Striegis

Luftseite, Unterlauf

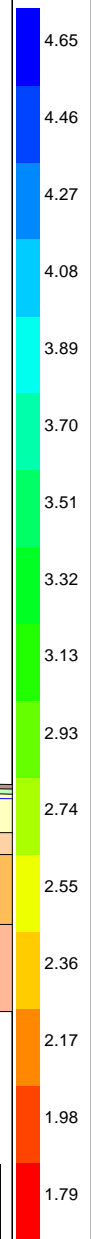




Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
30.00	2.00	15.00	15.00	1-Oberboden
25.00	5.00	20.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
30.00	0.00	19.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
35.00	0.00	21.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
35.00	5.00	20.00	20.00	4-Verwitterungsersatz (GU*)
35.00	15.00	23.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
40.00	20.00	24.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
30.00	3.00	19.50	19.50	Abdeckung_gk(GU*/SU*)
27.50	5.00	20.50	20.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
34.00	0.00	20.00	20.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
33.00	0.00	19.00	19.00	Drainkörper (GW,SW)
30.00	3.00	21.00	21.00	Untergrundabdichtung
34.00	0.00	19.50	19.50	Schotterrasen/FSS 0/45
35.00	5.00	22.00	22.00	hydr. geb. Tragdeckschicht
35.00	15.00	23.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

81 Mittelpunkte definiert.
 1915 Gleitkreise untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 1.79$
 $x_m = -17.09$ m $y_m = 356.87$ m
 $R = 28.59$ m
 Erdbeben:
 horizontal $k_h = a_h/g = 0.0400$
 vertikal $k_v = a_v/g = 0.0133$
 Datei: BQ1_0+214_3.2a_A_W_global.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07
 Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 3.2a - A (Bemessungserdbeben)
 ungünstigster Gleitkörper



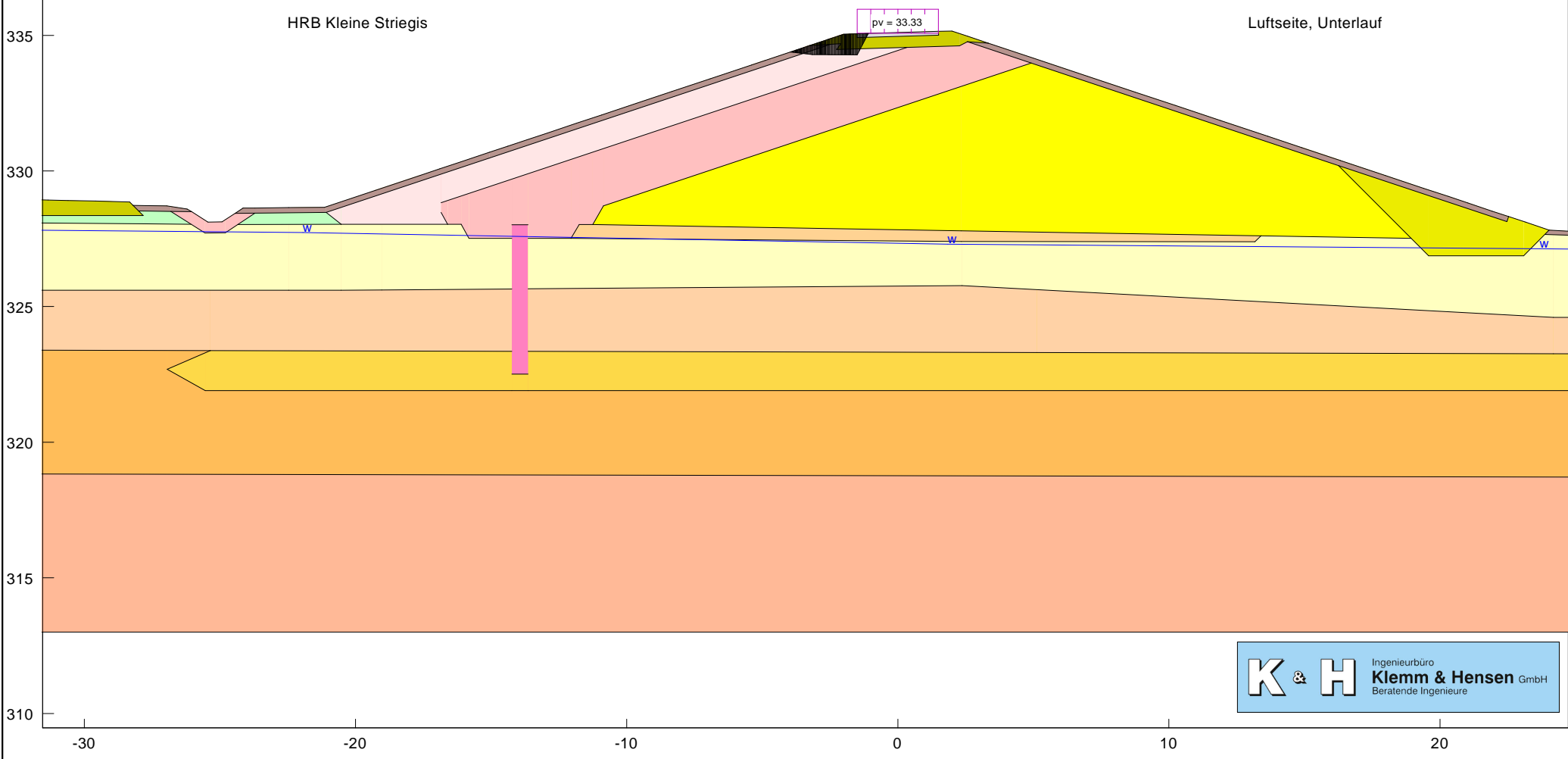
K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	2.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	5.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	30.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	35.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	5.00	20.00	4-Verwitterungszersatz (GU*)
	35.00	15.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	20.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	30.00	3.00	19.50	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	27.50	5.00	20.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	34.00	0.00	20.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
	33.00	0.00	19.00	Drainkörper (GW,SW)
	30.00	3.00	21.00	Untergrundabdichtung
	34.00	0.00	19.50	Schotterrasen/FSS 0/45
	35.00	5.00	22.00	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	15.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

6 Gleitkörper untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Erdbeben:
 horizontal $k_h = a_h/g = 0.0400$
 vertikal $k_v = a_v/g = -0.0133$
 Gleitkörper Nr. 6: $\eta = 1.51$
 Datei: BQ1_0+214_3.2a_A_W_lo_poly.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 3.2a - A (Bemessungserdbeben)
 ungünstigster Gleitkörper

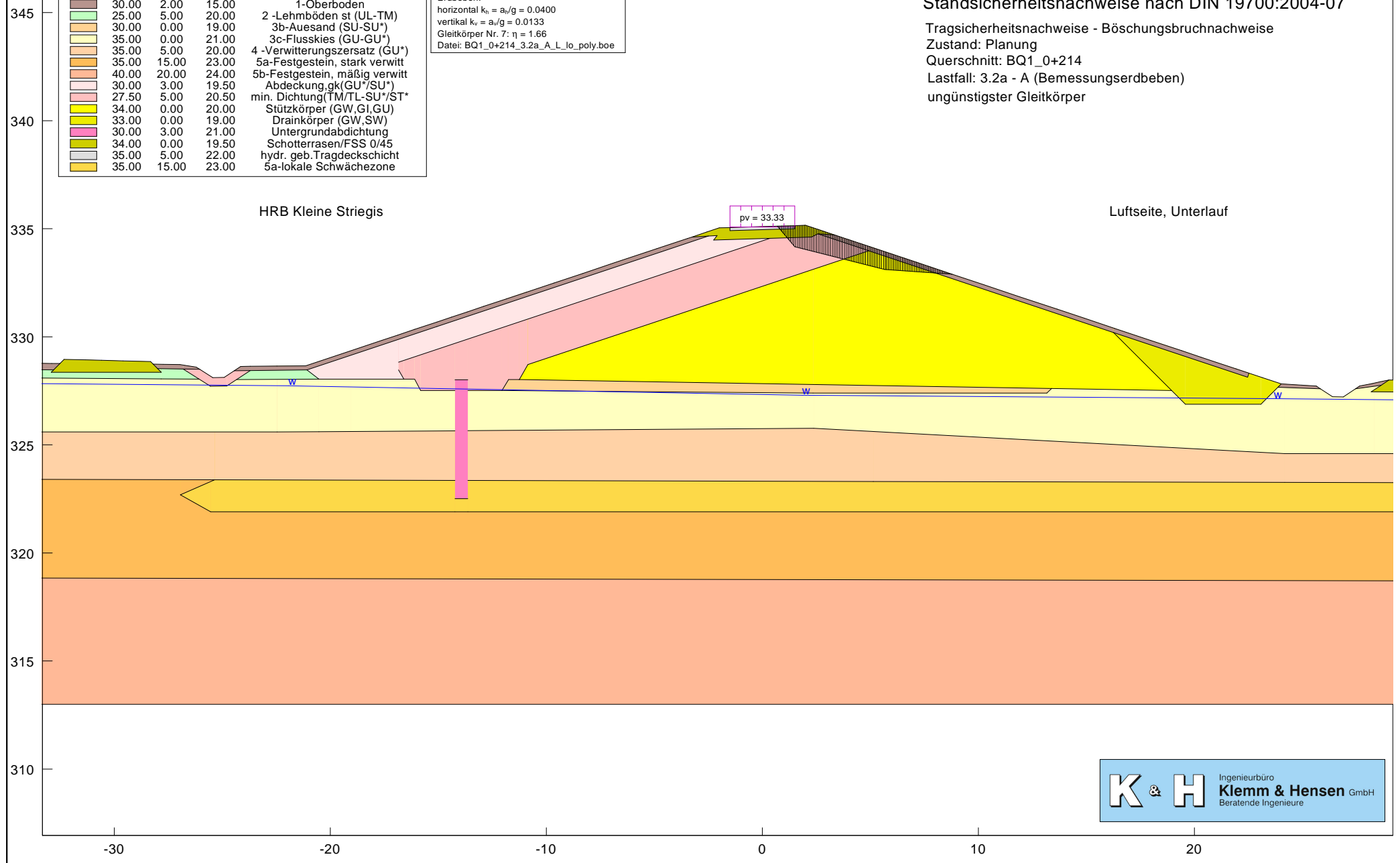


Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	2.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	5.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	30.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	35.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	5.00	20.00	4-Verwitterungsersatz (GU*)
	35.00	15.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	20.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	30.00	3.00	19.50	Abdeckung_gk(GU*/SU*)
	27.50	5.00	20.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	34.00	0.00	20.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
	33.00	0.00	19.00	Drainkörper (GW,SW)
	30.00	3.00	21.00	Untergrundabdichtung
	34.00	0.00	19.50	Schotterrasen/FSS 0/45
	35.00	5.00	22.00	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	15.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

6 Gleitkörper untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Erdbeben:
 horizontal $k_h = a_v/g = 0.0400$
 vertikal $k_v = a_v/g = 0.0133$
 Gleitkörper Nr. 7: $\eta = 1.66$
 Datei: BQ1_0+214_3.2a_A_L_lo_poly.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 3.2a - A (Bemessungserdbeben)
 ungünstigster Gleitkörper



K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Boden	ϕ [°]	c [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	2.00	15.00	1-Oberboden
	25.00	5.00	20.00	2-Lehmböden st (UL-TM)
	30.00	0.00	19.00	3b-Auesand (SU-SU*)
	35.00	0.00	21.00	3c-Flussskies (GU-GU*)
	35.00	5.00	20.00	4-Verwitterungsersatz (GU*)
	35.00	15.00	23.00	5a-Festgestein, stark verwittert
	40.00	20.00	24.00	5b-Festgestein, mäßig verwittert
	30.00	3.00	19.50	Abdeckung,gk(GU*/SU*)
	27.50	5.00	20.50	min. Dichtung(TM/TL-SU*/ST*)
	34.00	0.00	20.00	Stützkörper (GW,GI,GU)
	33.00	0.00	19.00	Drainkörper (GW,SW)
	30.00	3.00	21.00	Untergrundabdichtung
	34.00	0.00	19.50	Schotterrasen/FSS 0/45
	35.00	5.00	22.00	hydr. geb. Tragdeckschicht
	35.00	15.00	23.00	5a-lokale Schwächezone

76 Mittelpunkte definiert.
 3175 Gleitkreise untersucht.
 Norm: DIN 4084:1981
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\eta_{min} = 2.01$
 $x_m = 19.97\text{ m}$ $y_m = 355.86\text{ m}$
 $R = 29.41\text{ m}$
 Sickerlinie
 Datei: BQ1_0+214_4.1a_A_L_global.boe

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm) Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

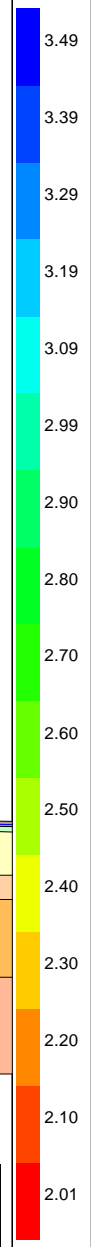
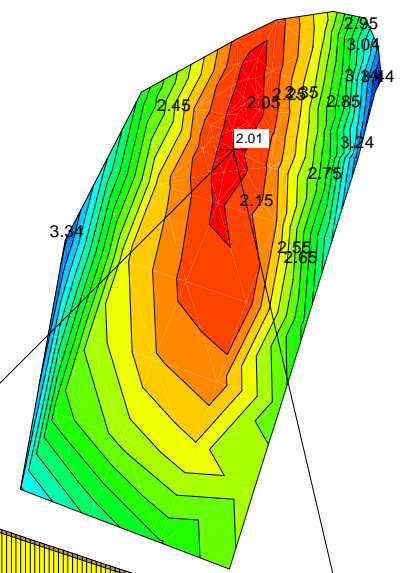
Tragsicherheitsnachweise - Böschungsbruchnachweise
 Zustand: Planung
 Querschnitt: BQ1_0+214
 Lastfall: 4.1a - A
 ungünstigster Gleitkörper

HRB Kleine Striegis

Luftseite, Unterlauf

370
360
350
340
330
320
310

-60 -50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50



K & H Ingenieurbüro
Klemm & Hensen GmbH
 Beratende Ingenieure

Anlage 2.3

Hydraulischer Grundbruch / Auftriebsnachweis

Anlagen- nummer	Lastfall / TWB	Bezeichnung
2.3.1	LF1.1a-A	Nachweis Auftrieb , Hinterland
2.3.2	LF1.1a-B	Nachweis Hydraulischer Grundbruch Böschungsfuß
2.3.3	LF1.1a-C	Nachweis Auftrieb , Hinterland
2.3.4	LF1.1a-C	Nachweis Hydraulischer Grundbruch Böschungsfuß
2.3.5	LF1.1b-A	Nachweis Auftrieb , Hinterland
2.3.6	LF4.1a-A	Nachweis Auftrieb , Hinterland

Norm: DIN 1054 (alt)




HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Station: 0+214

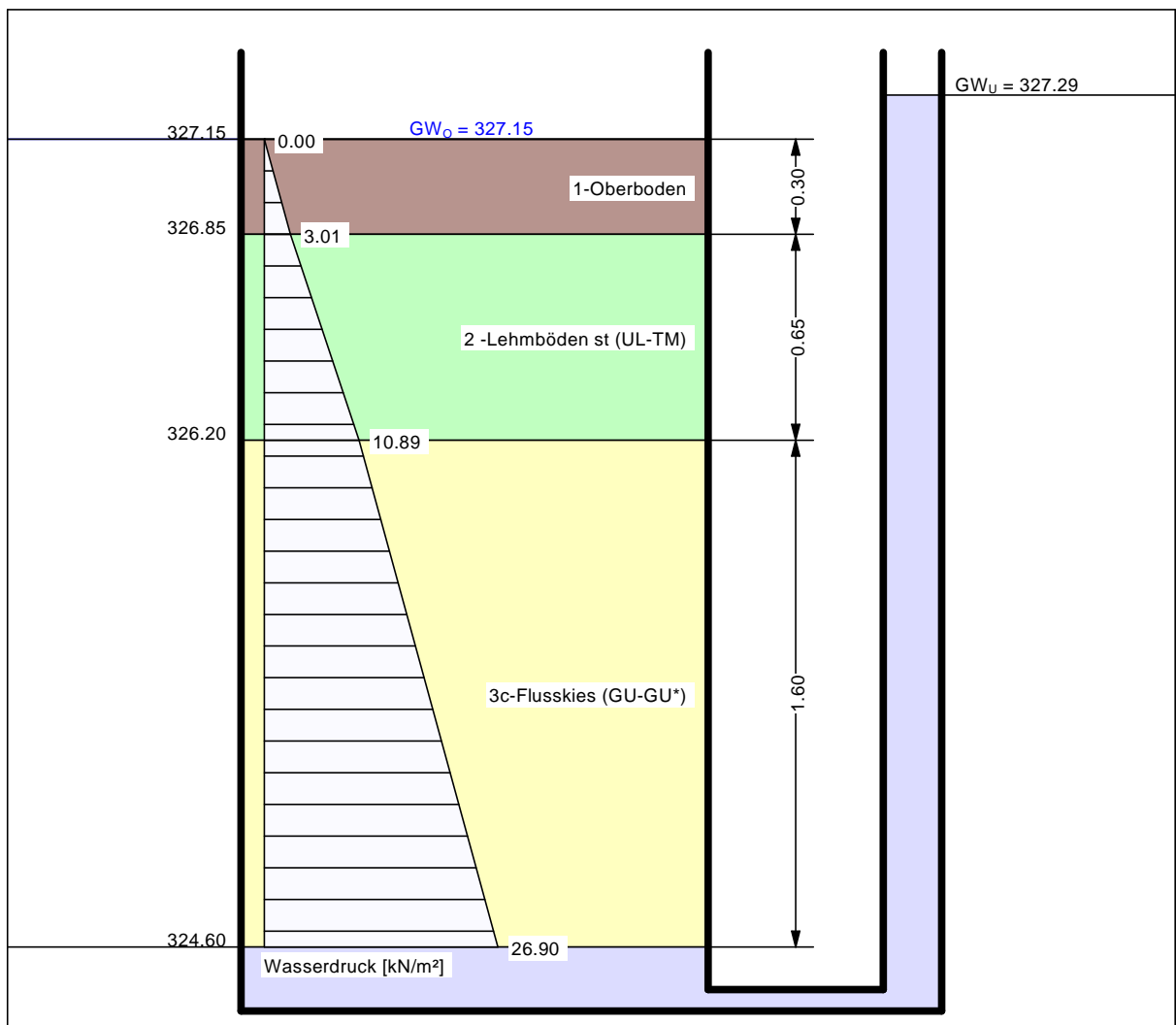
Zustand: Planung

Lastfall: 1.1a - A

Nachweisstelle: 2 (ca. 65m hinter Dammfuß)

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	326.85	15.00	5.00	$5.0 \cdot 10^{-6}$	1-Oberboden
	326.20	20.00	10.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	2 -Lehmböden st (UL-TM)
	<326.20	21.00	11.00	$5.0 \cdot 10^{-5}$	3c-Flussskies (GU-GU*)

OK Gelände = 327.15 m



Auftriebssicherheit

$\eta = 1.49$

bei = 326.850 m

Gewicht = 4.500 kN/m²

PW-Druck = 3.013 kN/m²

Hydraulische Grundbruchsicherheit

$\eta = 5.74$

bei = 326.200 m

Gewicht = 8.000 kN/m²

Strömungskraft = 1.393 kN/m²

Norm: DIN 1054 (alt)

HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)


Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

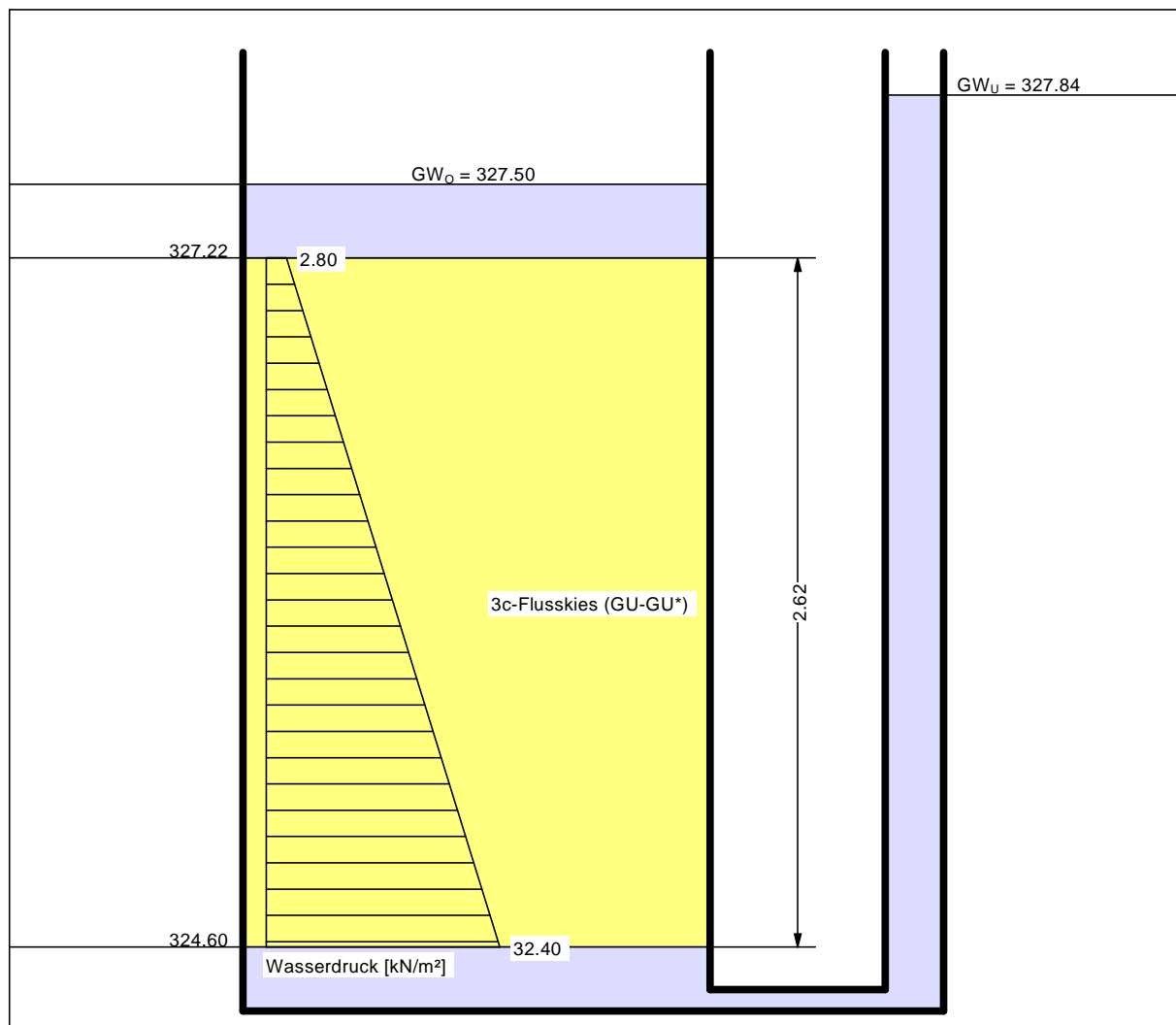
Station: 0+214

Zustand: Planung

Lastfall: 1.1a-B

Nachweisstelle: 1 (Dammfuß)

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	324.60	21.00	11.00	$2.0 \cdot 10^{-5}$	3c-Flusskies (GU-GU*)
OK Gelände = 327.22 m					

**Auftriebssicherheit**

$\eta = 1.78$

bei = 324.600 m

Gewicht = 57.820 kN/m²PW-Druck = 32.400 kN/m²**Hydraulische Grundbruchsicherheit**

$\eta = 8.48$

bei = 324.600 m

Gewicht = 28.820 kN/m²Strömungskraft = 3.400 kN/m²

Norm: DIN 1054 (alt)




HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Station: 0+214

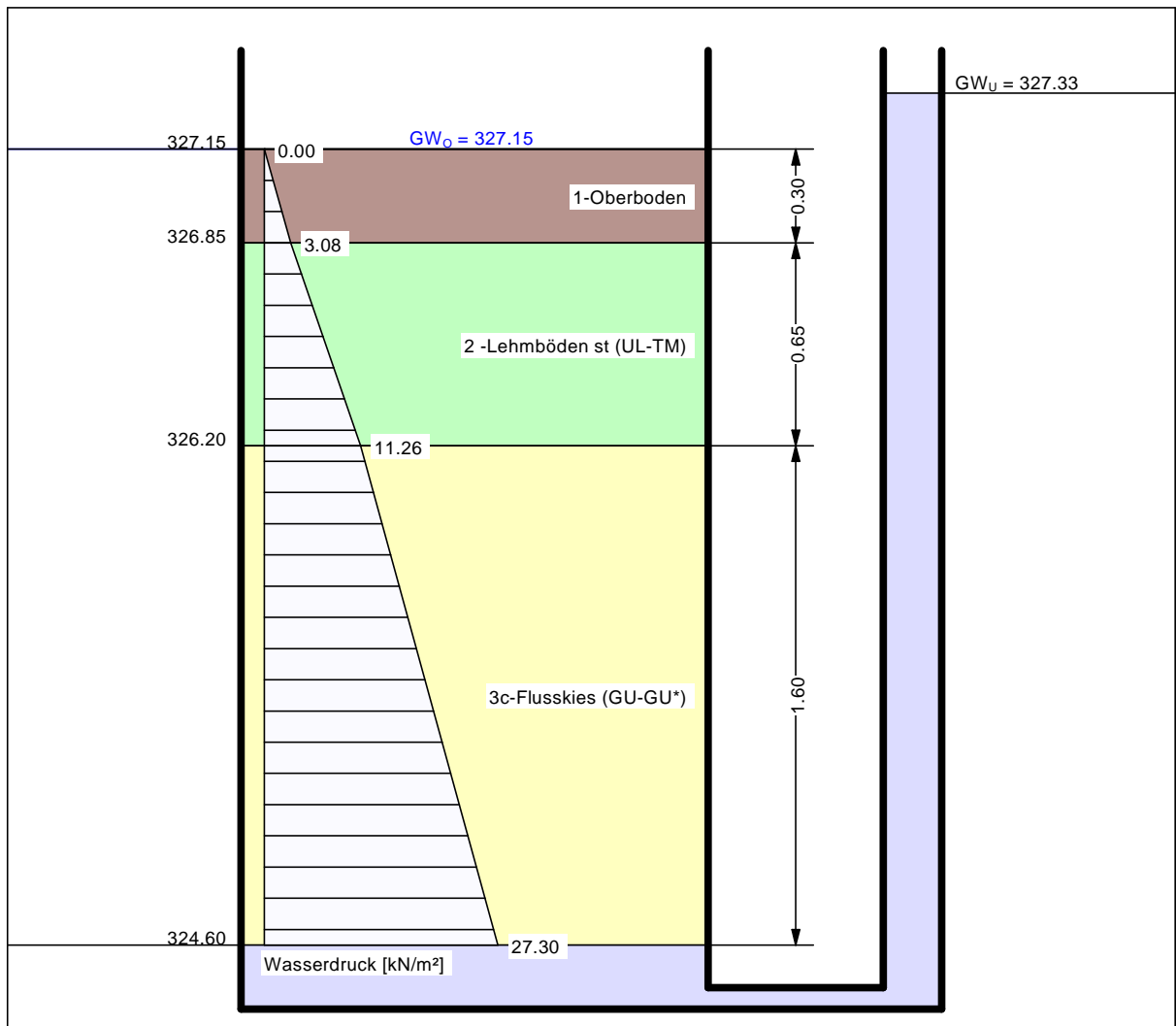
Zustand: Planung

Lastfall: 1.1a - C

Nachweisstelle: 2 (ca. 65m hinter Dammfuß)

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	326.85	15.00	5.00	$1.0 \cdot 10^{-5}$	1-Oberboden
	326.20	20.00	10.00	$1.0 \cdot 10^{-6}$	2 -Lehmböden st (UL-TM)
	<326.20	21.00	11.00	$1.0 \cdot 10^{-4}$	3c-Flusskies (GU-GU*)

OK Gelände = 327.15 m



Auftriebssicherheit

$\eta = 1.46$
 bei = 326.850 m
 Gewicht = 4.500 kN/m²
 PW-Druck = 3.078 kN/m²

Hydraulische Grundbruchsicherheit

$\eta = 4.55$
 bei = 326.200 m
 Gewicht = 8.000 kN/m²
 Strömungskraft = 1.759 kN/m²

Norm: DIN 1054 (alt)




HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Station: 0+214

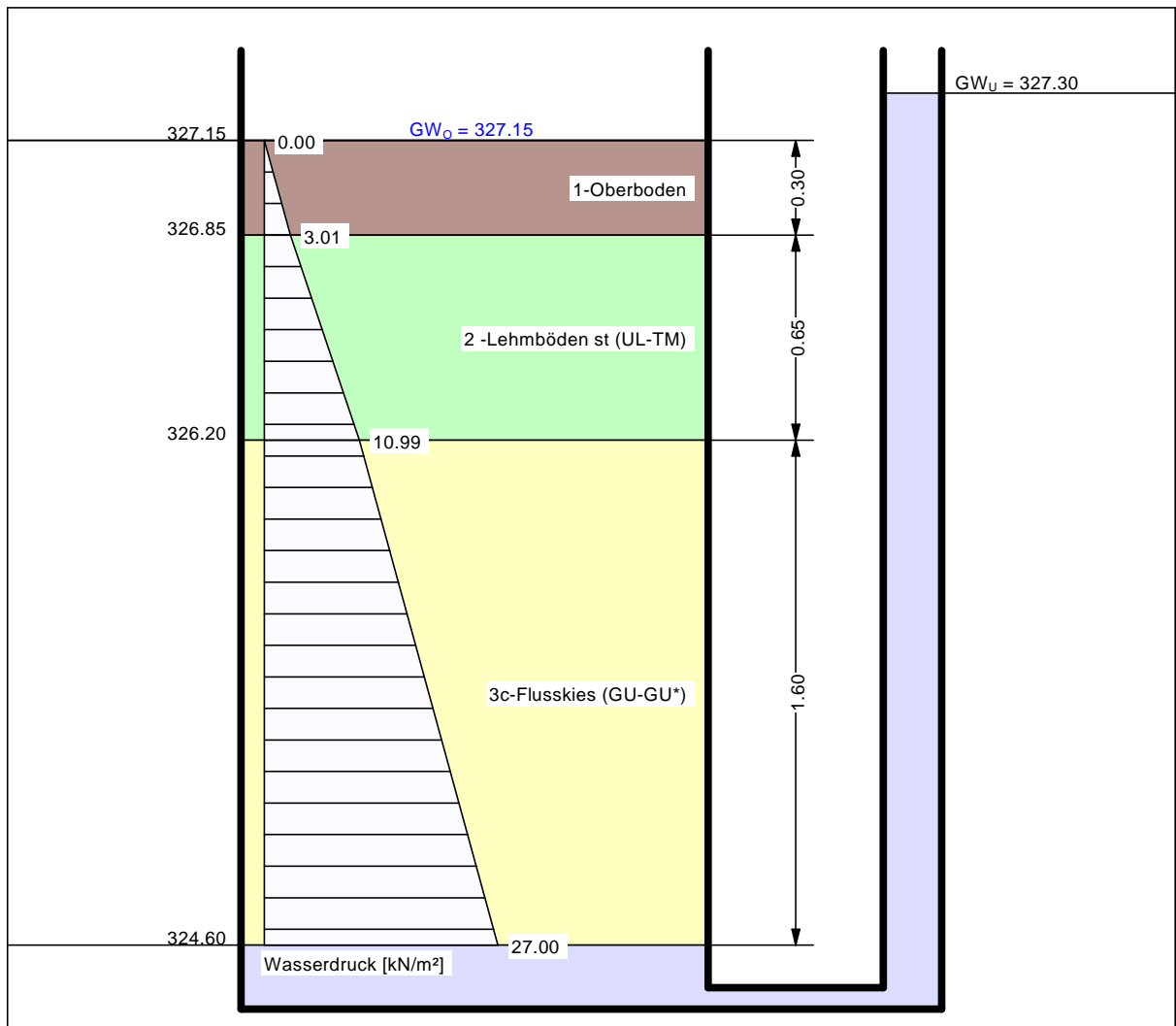
Zustand: Planung

Lastfall: 1.1b - A

Nachweisstelle: 2 (ca. 65m hinter Dammfuß)

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	326.85	15.00	5.00	$5.0 \cdot 10^{-6}$	1-Oberboden
	326.20	20.00	10.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	2 -Lehmböden st (UL-TM)
	<326.20	21.00	11.00	$5.0 \cdot 10^{-5}$	3c-Flusskies (GU-GU*)

OK Gelände = 327.15 m



Auftriebssicherheit

$\eta = 1.49$
 bei = 326.850 m
 Gewicht = 4.500 kN/m²
 PW-Druck = 3.014 kN/m²

Hydraulische Grundbruchsicherheit

$\eta = 5.36$
 bei = 326.200 m
 Gewicht = 8.000 kN/m²
 Strömungskraft = 1.493 kN/m²

Norm: DIN 1054 (alt)




HRB Kleine Striegis, Absperrbauwerk (3-Zonen-Damm)
 Standsicherheitsnachweise nach DIN 19700:2004-07

Station: 0+214

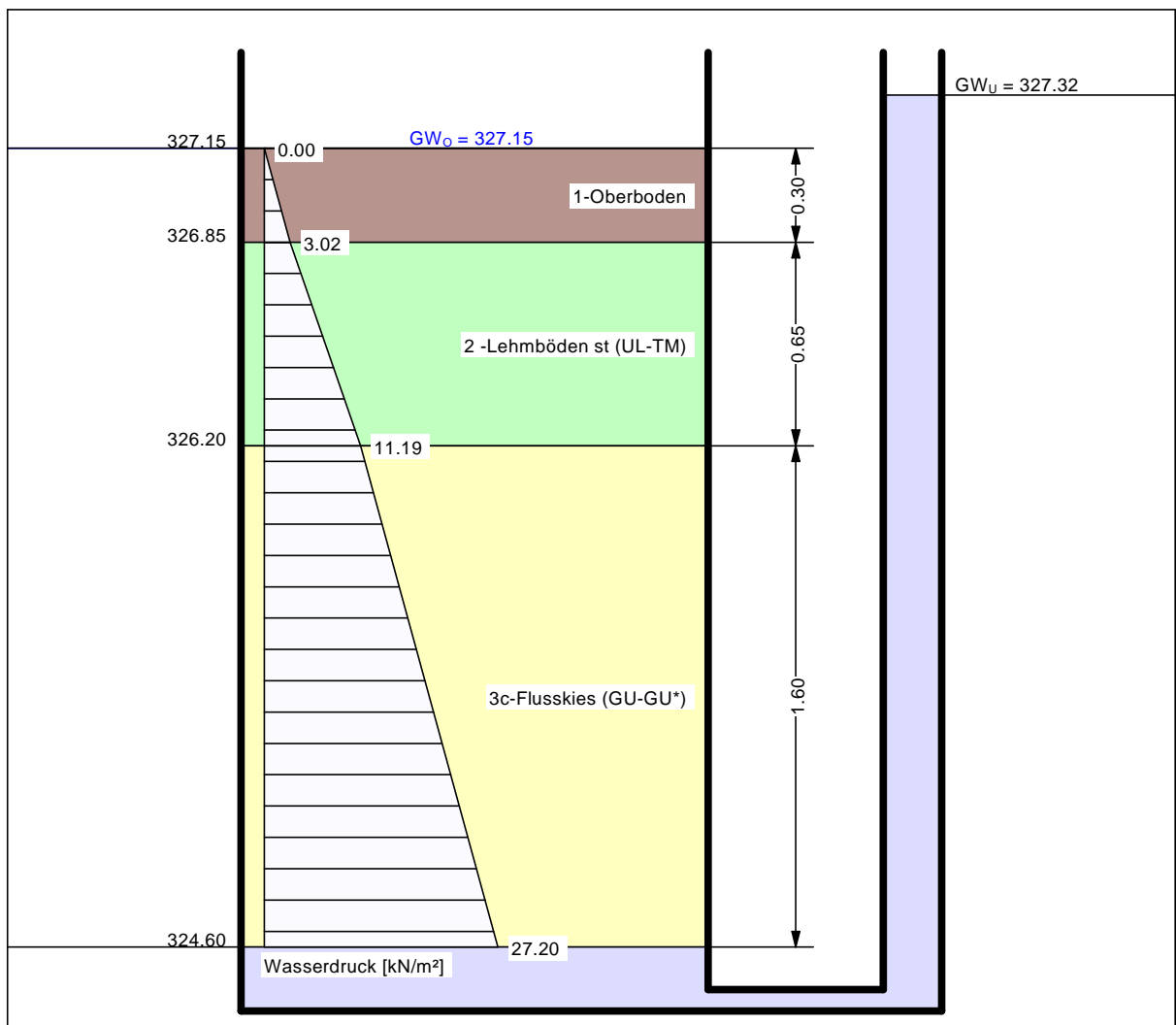
Zustand: Planung

Lastfall: 4.1a - A

Nachweisstelle: 2 (ca. 65m hinter Dammfuß)

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	326.85	15.00	5.00	$5.0 \cdot 10^{-6}$	1-Oberboden
	326.20	20.00	10.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	2 -Lehmböden st (UL-TM)
	<326.20	21.00	11.00	$5.0 \cdot 10^{-5}$	3c-Flusskies (GU-GU*)

OK Gelände = 327.15 m



Auftriebssicherheit

$\eta = 1.49$
 bei = 326.850 m
 Gewicht = 4.500 kN/m²
 PW-Druck = 3.015 kN/m²

Hydraulische Grundbruchsicherheit

$\eta = 4.73$
 bei = 326.200 m
 Gewicht = 8.000 kN/m²
 Strömungskraft = 1.692 kN/m²