Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH

GGU mbH • Am Hafen 22 • 38112 Braunschweig

Braunschweig
Telefon +49 (0)531 / 312895
Telefax +49 (0)531 / 313074
www.ggu.de
post-bs@ggu.de

Baugrund
Grundwasser
Umwelttechnik / Altlasten
Damm- und Deichbau
Straßen- und Erdbau
Spezialtiefbau
Deponiebau
Kunststofftechnik
Software-Entwicklung

Baugrunderkundung
Feldmesstechnik
Prüflabore für Boden
Prüflabor für Kunststoff
Inspektionsstelle

Braunschweig
Magdeburg
Öhringen
Schwerin

NLWKN
Betriebsstelle Süd
Rudolf-Steiner-Straße 5

38120 Braunschweig

10.05.2012

Talsperre Wendebach

Baugrunderkundungen im Bereich der neuen Hochwasserentlastungsanlage

Bericht: 6285.2/2012

Verteiler:	NLWKN Amadeus.Meinhardt@nlwkn-bs.niedersachsen.de	1-fach 1-fach digital
	Ingenieurgesellschaft Heidt & Peters mbH Sprengerstraße 38 c 29223 Celle Frank.Gries@heidt-peters.de	2-fach 1-fach digital
	grbv Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG j.melzer@grbv.de	1-fach digital

Bearbeiter: Dr.-Ing. C. Stoewahse

Beratende Ingenieure VBI,
BDB, DWA, DGGT, ITVA, BWK
Sachverständige für
Erd- und Grundbau
Vereidigte Sachverständige

Amtsgericht Braunschweig
HRB 9354
Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Joachim Schmidt
Prof. Dr.-Ing. Johann Buß
Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Peter Grubert, M.Sc.

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-IS-11147-01-00
DAP-PL-3299.99

Inhalt

1 Vorbemerkung 3

2 Unterlagen 3

3 Bauwerk 4

4 Untergrund -und Grundwasserverhältnisse 4

4.1 Erkundungen 4

4.2 Bodenverhältnisse 5

4.3 Grundwasser 6

4.4 Laborversuche 6

4.5 Bodenklassen 6

5 Bodenkenngrößen 8

6 Grundbautechnische Auswertung 9

6.1 Gründung 9

6.2 Baugrube im Damm 10

6.3 Baugrube Tosbecken 11

6.4 Tosbecken 12

7 Chemische Analysen 13

8 Zusammenfassung 14

Anlagen

Anlage 1 Lagepläne

Anlage 1.1 Übersichtslageplan

Anlage 1.2 Lageplan

Anlage 2 Bodenprofile

Anlage 2.1 Bodenprofil I

Anlage 2.2 Bodenprofil II

Anlage 2.3 Bodenprofil B 1/2012

Anlage 3 Körnungslinien

Anlage 4 Einbauklassen LAGA

Anlage 4.1 Zusammenstellung Dichtung

Anlage 4.2 Zusammenstellung Stützkörper

Anlage 4.3 Prüfbericht UCL 12-06243/2

1 Vorbemerkung

Die Talsperre Wendebach soll umgebaut werden. Die vorhandene Hochwasserentlastungsanlage wird dabei durch eine ungeregelte Hochwasserentlastung in Dammmitte ersetzt. Der Damm wird im Bauwerksbereich teilweise abgetragen.

Die GGU wurde beauftragt, Proben aus dem Damm zu entnehmen und hinsichtlich ihrer Einbauklassen chemisch zu analysieren. Die Ergebnisse sind in diesem Bericht zusammengestellt. Weiterhin werden Angaben zur Gründung der neuen Hochwasserentlastung und zur Herstellung der Baugruben gemacht.

2 Unterlagen

Folgende Unterlagen standen für die Bearbeitung zur Verfügung:

[1] Gutachten über geologische, hydrogeologische und ingenieurgeologische Untersuchungen im Wendebach-Gebiet zwischen Niedernjesa und Reinhausen bei Göttingen, NLfB, 15.11.1960

[2] Ergänzungsbericht zum Ingenieurgeologischen Gutachten für den Abschlußdamm des Hochwasser-Rückhaltebeckens Wendebach, NLfB, 05.06.1967

[3] Staudamm Wendebach - Standsicherheit des Dammes, 2. Bericht Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Hamburg, 01.12.1976

[4] Hochwasserrückhaltebecken Wendebach - Geotechnische Beratung - Beurteilung der Standsicherheit des Dammes mit Fußfilterschaden, Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Hamburg, 27.02.2003

[5] 2. Bericht zur Bestandaufnahme der Geologie und Hydrogeologie des Wendebachgebietes sowie der zum Hochwasserrückhaltebecken gehörenden Bauwerke, Auswertung der Probestau und Beschreibung denkbarer Sanierungsmöglichkeiten, Ing.-Büro Dipl.-Ing. J. Lübbers, Lutter am Barenberge, 08.08.1992

[6] Lageplan, Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters, Celle, E-Mail, 16.02.2012

[7] Lageplan und Schnitte, Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters, Celle, E-Mail, 01.03.2012

[8] Statische Vorberechnung (Entwurfsplanung), grbv Ingenieure im Bauwesen, 17.04.2012

3 Bauwerk

Die Talsperre Wendebach liegt südlich von Göttingen im Lauf des Wendebachs. Sie wird im Dauerstau bei 171,00 m NN betrieben. Als Sperrbauwerk dient ein etwa 15 m hoher und rd. 200 m langer Erddamm mit einem Auslaufbauwerk und einer Hochwasserentlastung. Die wasserseitige und luftseitige Böschung sind 1 : 2,5 geneigt.

Der Damm besteht aus gebrochenem Kalkstein (Ceratitenschichten) als Stützkörper. Wasserseitig ist eine Dichtung aus bindigem Boden aufgebaut. Am luftseitigen Dammfuß ist eine Dränage angeordnet.

Wegen Umläufigkeiten am Damm und im angrenzenden Gebirge wurden verschiedene Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen wie Belastungsfilter, Injektionsschleier, Spundwände ausgeführt, die hier nicht weiter erläutert werden.

Der Abschlussdamm soll teilweise zurückgebaut und mit einer ungeregelten Hochwasserentlastung in Dammmitte versehen werden. Das Dauerstauziel bleibt bei 171,00 m NN erhalten. Bauzeitlich wird der Wasserstand in der Talsperre auf bis zu 166,50 m NN abgesenkt. Der „Regelwasserstand“ während der Bauzeit liegt bei rd. 168 m NN. Unter Berücksichtigung von Niederschlagereignissen wurde der bauzeitliche Beckenwasserstand auf 169,00 m NN festgelegt. Der Wasserstand für 10-jährliches Hochwasserereignis während der Bauphase ist mit 171,79 m NN angegeben.

Die Sohle des neuen Auslaufbauwerks liegt zwischen 169,00 und 167,00 m NN. Am Dammfuß mündet der Auslauf in ein Tosbecken, dessen Sohle auf 162,65 m NN liegt.

Der Damm wird im Bereich des Bauwerks von ehemals 182,00 auf 175,00 m NN abgetragen.

4 Untergrund -und Grundwasserverhältnisse

4.1 Erkundungen

Die Untergrundverhältnisse wurden in der 8. KW 2012 durch

9 Kleinrammbohrungen (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1) bis 7,0 m und
1 Trockenbohrung bis 15,0 m

erkundet. Weiterhin wurden in [3] dokumentierte Bohrungen mit ausgewertet.

Im Lageplan in Anlage 1.2 ist die Lage der Bohransatzpunkte dargestellt. Die Bodenansprache erfolgte vor Ort durch Fingerprobe und durch ergänzende Untersuchungen im bodenmechanischen Labor der GGU.

Die Bohrlöcher wurden verrohrt und nach Abschluss der Feldarbeiten die Grundwasserstände mit dem Lichtlot gemessen. Die Ansatzpunkte wurden höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezugspunkte wurden das Ein- und das Auslaufbauwerk gewählt.

4.2 Bodenverhältnisse

Die Ergebnisse der Baugrunderkundungen sind als Bodenprofile in Anlage 2.1 und Anlage 2.2 dargestellt. Es ergibt sich ein verhältnismäßig gleichartiger Baugrundaufbau.

Der **Damm** ist auf der Wasserseite mit einer Deckschicht (Dichtung) aus

tonigem Schluff

mit einer Dicke von bis zu 4,4 m versehen. Darunter folgen eine bis zu 1 m dicke Schicht

Sand,

bei dem es sich um einen Zwischenfilter handelt [3], und der Stützkörper aus

kiesig, sandigem Schluff,

der auch Steinanteile enthält, die jedoch mit dem verwendeten Bohrverfahren nicht geborgen werden konnten. Das Stützkörpermaterial ist der gebrochene und verdichtet eingebaute **Ceratitenkalk**, der auch im Untergrund des Wendebachtals ansteht.

Im Bereich des **Tosbeckens** steht

Schluff (teilweise aufgefüllt)

über

Sand

an. Bei dem Sand handelt es sich um den in den Altunterlagen als „Fließerde“ bezeichneten Boden. Bei 163 bis 161 m NN liegt der Übergang zum

Festgestein.

Nach den Archivunterlagen [1] steht in der Talsohle **umgelagerter Keuper** an, der aus rotgrauem, vorwiegend tonigem Material besteht. In [2] wird der Verwitterungshorizont als „schwerer Boden“ bis „leichter Fels“ eingestuft.

In der im April 2012 im Bereich des geplanten Tosbeckens abgeteuften Bohrung B 1/2012 wurde der Keuper in einer Tiefe von 5 bis 7 m unter Gelände angetroffen. Bodenmechanisch wurde er als sandig, kiesiger Schluff in steifer bis halbfester Konsistenz angesprochen. Die Sand- und Kiesanteile werden aus Tonsteinstückchen gebildet.

Darunter folgen die **Ceratitenschichten**, die aus Wechselfolgen aus Ton- und Mergelstein und dünnbankigem Kalkstein bestehen. In einer Tiefe von 12,25 bis 13,25 m unter Gelände wurde eine Schicht aus kalkhaltigem Sand angetroffen. Darunter folgt wiederum Kalkstein.

4.3 Grundwasser

Im Damm wurde Wasser nur in der luftseitigen Böschung als Sickerwasser bei rd. 168,5 m NN in KRB 6 angetroffen.

Am Dammfuß steht das Grundwasser gespannt in den Sanden etwa in Höhe des Wasserstands des Wendebachs bei rd. 165,3 m NN an.

4.4 Laborversuche

An ausgewählten Bodenproben wurden im Erdbaulabor der GGU die Körnungslinien durch kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse ermittelt. Sie sind in Anlage 3 dargestellt.

Bei der Körnungslinie des Stützkörpermaterials ist zu beachten, dass wegen des geringen Bohrdurchmessers der Kleinrammbohrungen Kieskörner nur im Feinkies- und begrenzt Mittelkiesbereich entnommen werden konnten. Steine können nicht geborgen werden, da sie größer als der Bohrdurchmesser sind.

4.5 Bodenklassen

Die angetroffenen Böden werden nach

DIN 18196 Erdbau, Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke
DIN 18300 Erdarbeiten, Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (VOB Teil C)
ZTV E-StB 09 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

wie folgt klassifiziert:

Tabelle 1: Bodenklassifikation

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300	Frostempfind-lichkeit nach ZTV E-StB 09
Dichtung	A [TL, TM]	4 (2)	F 3
Stützkörper	A [GU*]	3 - 4	F 3
Schluff (Tosbecken)	TL	4 (2)	F 3
Sand (Tosbecken)	SE, SU	3	F 1 - F 2
Keuper, umgelagert	TL, TM	4	F 2
Ceratitenschichten	—	6 - 7	—

Erläuterung der Bodengruppen nach DIN 18196

A	Auffüllungen aus Fremdbestandteilen
[ ]	Auffüllungen aus natürlichen Böden
SE	Eng gestufte Sande
SU	Sand-Schluff-Gemische mit 5 bis 15 Gew.-% ≤ 0,06 mm
GU*	Kies-Schluff-Gemische mit 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,06 mm
TL	Leicht plastische Tone
TM	Mittelplastische Tone

Erläuterung der Bodenklassen nach DIN 18300

2	Fließende Bodenarten
3	Leicht lösbare Bodenarten
4	Mittelschwer lösbare Bodenarten
5	Schwer lösbare Bodenarten
6	Leicht lösbarer Fels
7	Schwer lösbarer Fels

Klassifikation der Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 09

F 1	nicht frostempfindlich
F 2	mittel bis gering frostempfindlich
F 3	sehr frostempfindlich

Bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung neigen das Dichtungsmaterial und der Schluff zu Aufweichungen und Strukturverlust und sind dann der Bodenklasse 2 zuzuordnen.

Die Ceratitenschichten sind bis rd. 155 m NN als leicht lösbarer Fels einzustufen. Darunter steht das Gestein kompakter an und ist dann schwer lösbar.

5 Bodenkenngrößen

Nach [3] und den Feststellungen der hier durchgeführten Erkundungen können folgende charakteristische Bodenkenngrößen angesetzt werden.

Damm

Reibungswinkel	φ'_k	=	30°
Kohäsion	c'_k	=	5 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	20 / 10 kN/m³

Dichtung

Reibungswinkel	φ'_k	=	25°
Kohäsion	c'_k	=	5 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	19,5 / 9,5 kN/m³

Auelehm
(168,5 - 166,0 m NN)

Reibungswinkel	φ'_k	=	25°
Kohäsion	c'_k	=	5 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	19,5 / 9,5 kN/m³

Sand (Fließerde)
(166,0 - 164,0 m NN)

Reibungswinkel	φ'_k	=	30°
Kohäsion	c'_k	=	0 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	19 / 11 kN/m³

Keuper, umgelagert
(164,0 - 161,5 m NN)

Reibungswinkel	φ'_k	=	27,5°
Kohäsion	c'_k	=	5 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	20 / 10 kN/m³

In dem Keuper sollte wegen der unvermeidlichen Störungen beim Aushub nur eine Kohäsion von c‘ = 5 kN/m² angesetzt werden.

Ceratitenschichten
(161,5 - 156,5)

Reibungswinkel	φ'_k	=	30°
Kohäsion	c'_k	=	10 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	20 / 10 kN/m³

Sand
(156,5 - 155,5)

Reibungswinkel	φ'_k	=	30°
Kohäsion	c'_k	=	10 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	20 / 10 kN/m³

Ceratitenschichten
(unter 155,5)

Reibungswinkel	φ'_k	=	30°
Kohäsion	c'_k	=	20 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	22 / 12 kN/m³

6 Grundbautechnische Auswertung

6.1 Gründung

Die neue Hochwasserentlastungsanlage wird im Damm in den verdichtet eingebauten Ceratitenkalken und am Dammfuß im Sand bzw. im Verwitterungshorizont des Keupers gegründet. Die Böden sind gut bis ausreichend tragfähig. Durch die Aushubentlastung infolge des Abtrags des alten Dammes und das geringe Eigengewicht des Bauwerks kommt es in der Gründungssohle zu keiner nennenswerten Lasterhöhung. Die Setzungen sind vernachlässigbar und die Lasten aus dem Bauwerk können vom Untergrund aufgenommen werden.

Wird die Sohlplatte des Auslaufs nach dem Bettungsmodulverfahren bemessen, ist zu beachten, dass der Wert des Bettungsmoduls keine Bodenkonstante ist, sondern wesentlich von den Lastgrößen und den Laststellungen abhängt. Der Einfluss des Bettungsmoduls auf die für die Bemessung der Bodenplatte maßgebenden Momente ist allerdings gering. Somit ist es zulässig, die statische Bemessung der Bodenplatte mit folgenden Bettungsmoduln durchzuführen:

Gründung im Dammkörper (Ceratitenkalk): **k_s = 15 MN/m³**

Gründung Tosbecken (Keuper): **k_s = 10 MN/m³**

6.2 Baugrube im Damm

Nach den Schnitten in [7] liegt die Sohle des Gerinnes bei 167,8 m NN und die Baugrubensohle damit bei rd. 167 m NN etwa in Höhe des Übergangs zwischen Damm und gewachsenem Boden. Die Oberkante des Gerinnes ist mit rd. 175,0 m NN angegeben. Der bestehende Damm wird bis auf dieses Niveau abgetragen. Die Böschungen werden mit Neigungen von 1:3 profiliert.

Bei der vorhandenen Dammgeometrie und den Abgrabungstiefen ist eine geböschte Baugrube nach einer hier nicht dokumentierten Böschungsbruchberechnung nur mit Zwischenbermen standsicher herzustellen. Damit würde die Aushubkubatur zu groß werden.

Nach den Schnitten [7] ist eine Spundwand als Baugrubenverbau vorgesehen. Diese muss bei der geplanten Baugrubentiefe verankert oder ausgesteift werden.

Unter Berücksichtigung von Niederschlagereignissen wurde der bauzeitliche Beckenwasserstand auf 169,00 m NN festgelegt. Der Wasserstand für 10-jährliches Hochwasserereignis während der Bauphase ist mit 171,90 m NN angegeben. Im Unterwasser ist von bordvollem Abfluss bei 167,0 m NN auszugehen.

Der Sickerwasserstände im Damm können zwischen diesen Werten linear interpoliert werden.

Der Lastfall „Hochwasser während der Bauphase“ kann als außergewöhnliche Bemessungssituation (LF 3 bzw. BS-A) betrachtet werden.

Im Endzustand ist im Damm abhängig von der Lage der Berechnungsquerschnitte ein Sickerwasserstand zwischen 172,92 m NN (HW_{5000}) auf der Wasserseite und 168,00 m NN am luftseitigen Dammfuß anzusetzen. Zwischenwerte können linear interpoliert werden.

Eine Rückverankerung ist im Dammmaterial möglich. Wegen der abfallenden Böschungen und der uneinheitlichen Spannungszustände im Damm müssen die Verankerungskörper möglichst tief angeordnet werden. Die Verpresskörper dürfen aber nicht im Auelehm (unterhalb 168,0 m NN) liegen. Für 5 m lange Verpresskörper kann für Vorbemessungen ein

Grenzwert der Mantelreibung: τ_{mf} **= 100 kN/m²**

angesetzt werden. Damit werden sich voraussichtlich unwirtschaftliche Ankerabmessungen ergeben.

Alternativ kann auch mit einer Ankerwand rückverankert werden.

Technisch einfacher und kostengünstiger ist eine Aussteifung der Baugrube. Zur Begrenzung der Verformungen sind zwei Steifenlagen sinnvoll. Damit lässt sich auch die Rammtiefe der Spundwände deutlich begrenzen. Für die Rückbauzustände kann die aussteifende Wirkung der Bodenplatte angesetzt werden.

6.3 Baugrube Tosbecken

Die Gründungssohle des Tosbeckens liegt bei rd. 162 m NN im Verwitterungshorizont des Keupers.

Eine geschlossene Wasserhaltung ist nicht möglich, da die Dicke der Sandschicht nicht ausreicht. Zur Trockenhaltung der Baugrube für das Tosbecken sollte daher ein wasserundurchlässiger Verbau mit einer Spundwand hergestellt werden. Die Baugrube muss allseitig umschlossen sein. Ansonsten kommt es zu Wasserzutritten von den Stirnseiten, wenn beim Aushub die wasserführenden Fließsandschichten zwischen rd. 166 und 164 m NN angeschnitten werden. In den tiefer liegenden bindigen Schichten ist dann eine offene Wasserhaltung ausreichend.

Die Aushubsohle muss unverzüglich und direkt mit einer Magerbetonschicht versiegelt werden. Es darf keine Kiessandschicht als Sauberkeitsschicht eingebaut werden, da diese wegen ihrer höheren Wasserdurchlässigkeit eine unzulässige Wasserwegigkeit unter dem Bauwerk bewirkt.

Um von unten nachdrückendes Wasser zu fassen, kann unter der Magerbetonschicht eine Horizontaldränage verlegt werden. Diese muss nach Abschluss der Arbeiten verdämmt werden, da ansonsten ebenfalls eine unzulässige Wasserwegigkeit unter dem Bauwerk entsteht.

Die in der Aushubsohle anstehenden bindigen Böden sind bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung strukturempfindlich und neigen zum Aufweichen. Sie müssten dann ausgetauscht werden. Die Aushubsohle darf nur mit kettenbetriebenen Fahrzeugen befahren werden.

Da eine Absenkung des Grundwassers nicht möglich ist, muss in der statischen Berechnung der Spundwand der bauzeitliche Bemessungswasserstand bei bordvollem Abfluss im Unterwasser auf

Bemessungswasserstand im Bauzustand: 167,00 m NN

angesetzt werden. In der Baugrube sollte der Wasserstand 0,5 m unter Baugrubensohle angesetzt werden.

Bei einer Rückverankerung der Spundwand müssen die Verpresskörper in den Ceratitenschichten, also unterhalb 161,5 m NN liegen. In diesen Schichten kann der

Grenzwert der Mantelreibung: τ_{mf} **= 100 kN/m²**

angesetzt werden. Eine Verankerung in den darüber liegenden Schichten ist wegen der wechselnden Schichtdicken und des unterschiedlichen Tragverhaltens nicht möglich.

Bei einer einfachen Verankerung ergeben sich Spundwandlängen von rd. 12,5 m. Der Spundwandfuß liegt damit in den oberen Ceratitenschichten. Die im Hangenden der Ceratitenschichten vorhandenen Kalksteinlagen sind relativ dünnbankig. Eine Rammung der Spundwände wäre in diesen Schichten noch möglich. Es ist jedoch von einer schweren Rammung auszugehen und die Spundwandprofile sind entsprechend zu wählen. Bei Profillängen über 11 m sollte in der Ausschreibung vorsorglich ein Vorbohren als Bedarfsposition enthalten sein.

Zur Begrenzung der Rammtiefe und der Wandverformungen sollte die Spundwand mehrfach ausgesteift werden. Nach einer hier nicht dargestellten Vorbemessung ergibt sich bei zweifacher Aussteifung eine Spundwandlänge von rd. 10 m. Je nach Lage der unteren Steife kann die Einbindetiefe weiter reduziert werden. Maßgebend wird dann die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch. Am Spundwandfuß kann ein Potential von 164,0 m NN angesetzt werden. Für den Rückbau- bzw. Endzustand sollte die aussteifende Wirkung der Sohlplatte berücksichtigt werden.

6.4 Tosbecken

Das Tosbecken ist im Endzustand gegen Auftrieb zu sichern.

Bei Hochwasserabfluss ergeben sich die höchsten Wasserdrücke unter Sohle. Für das Hochwasser HW_{5000} liegt der Wasserstand im Unterwasser bei:

Bemessungswasserstand HW_{5000}: **168,0 m NN**

Dieser Lastfall wird aber nicht maßgebend, da das Gerinne dann ebenfalls mit Wasser gefüllt ist. Maßgebend wird der Revisionszustand bei gelenztem Gerinne, für den der

Bemessungswasserstand im Bauzustand: **167,0 m NN**

angesetzt werden kann.

Die Vorplanung sieht vor, die Auftriebskräfte über die Spundwände abzuleiten. In dem Keuper und im Verwitterungshorizont der Ceratitenschichten oberhalb 156,5 m NN kann an den Spundwänden nur eine geringe Mantelreibung von 15 kN/m² aktiviert werden. Damit können die Auftriebskräfte voraussichtlich nicht abgetragen werden. In größeren Tiefen sind die Spundwände nicht mehr rammbar.

Es wird empfohlen, das Tosbecken mit verpressten Mikropfählen oder Verpressankern als Daueranker gegen Auftrieb zu sichern. Die Verankerungskörper müssen in den Ceratitenschichten unter 155,5 m NN liegen. Bei verpressten Mikropfählen kann dann im Verwitterungshorizont (oberhalb 155,5 m NN) keine Mantelreibung angesetzt werden, da die Schichten ein unterschiedliches Tragverhalten zeigen.

Für Vorbemessungen können folgende charakteristische Mantelreibungen angesetzt werden:

Verpresster Mikropfahl	**$q_{s\,1,k}$ = 100 kN/m²**
Verpressanker:	**τ_{mf} = 200 kN/m²**

Die tatsächliche Tragfähigkeit der Verankerungselemente ist durch Probebelastungen nachzuweisen.

7 Chemische Analysen

Zur Bewertung der Belastung des Aushubmaterials und der damit zusammenhängenden Verbringung wurden die Böden aus der Dichtung und aus dem Stützkörper zu Mischproben vereinigt und nach der TR Boden 2004 (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Bodenmaterial) untersucht. Die Analysen wurden von der UCL Umwelt Control Labor GmbH, Niederlassung Edemissen, durchgeführt.

Die Mischproben wurden wie folgt zusammengestellt:

MP 1 Dichtung:	KRB 1	0,3 - 1,5 m und 1,5 - 3,0 m
	KRB 2	0,3 - 1,5 m und 1,5 - 4,4 m
MP 2 Stützkörper:	KRB 3	2,8 - 7,0 m
	KRB 4	3,0 - 7,0 m
	KRB 5	0,6 - 3,0 m

In Anlage 4.1 und Anlage 4.2 sind die Analysenergebnisse den Richtwerten der TR Boden (2004) gegenübergestellt. Die vollständigen Analysenergebnisse enthält Anlage 4.3. An beiden Böden wurden keine auffälligen Parameter festgestellt. Die Böden der Dichtung und des Stützkörpers werden in die Einbauklassen

Dichtung: **Z 0**
Stützkörper: **Z 0**

eingeordnet. Danach ist ein uneingeschränkter Einbau möglich.

8 Zusammenfassung

Die Talsperre Wendebach soll umgebaut werden. Die vorhandene Hochwasserentlastung wird dabei durch eine ungeregelte Hochwasserentlastung in Dammmitte ersetzt. Der Damm wird im Bauwerksbereich teilweise abgetragen.

Der Damm ist auf der Wasserseite mit einer Dichtung aus bindigem Boden versehen. Der Stützkörper ist aus gebrochenem Ceratitenkalk aufgebaut. In den chemischen Analysen wurden im Dichtungs- und im Stützkörpermaterial keine auffälligen Parameter festgestellt. Beide Böden sind in die Einbauklasse Z 0 einzuordnen.

Im Untergrund steht Auelehm über Sand, umgelagertem Keuper und den Ceratitenschichten an. Der Damm ist aus gebrochenem Kalkstein aufgebaut und wasserseitig mit einer Dichtung aus bindigem Boden versehen. Chemische Analysen der Dammbaustoffe ergaben keine schädlichen Verunreinigungen.

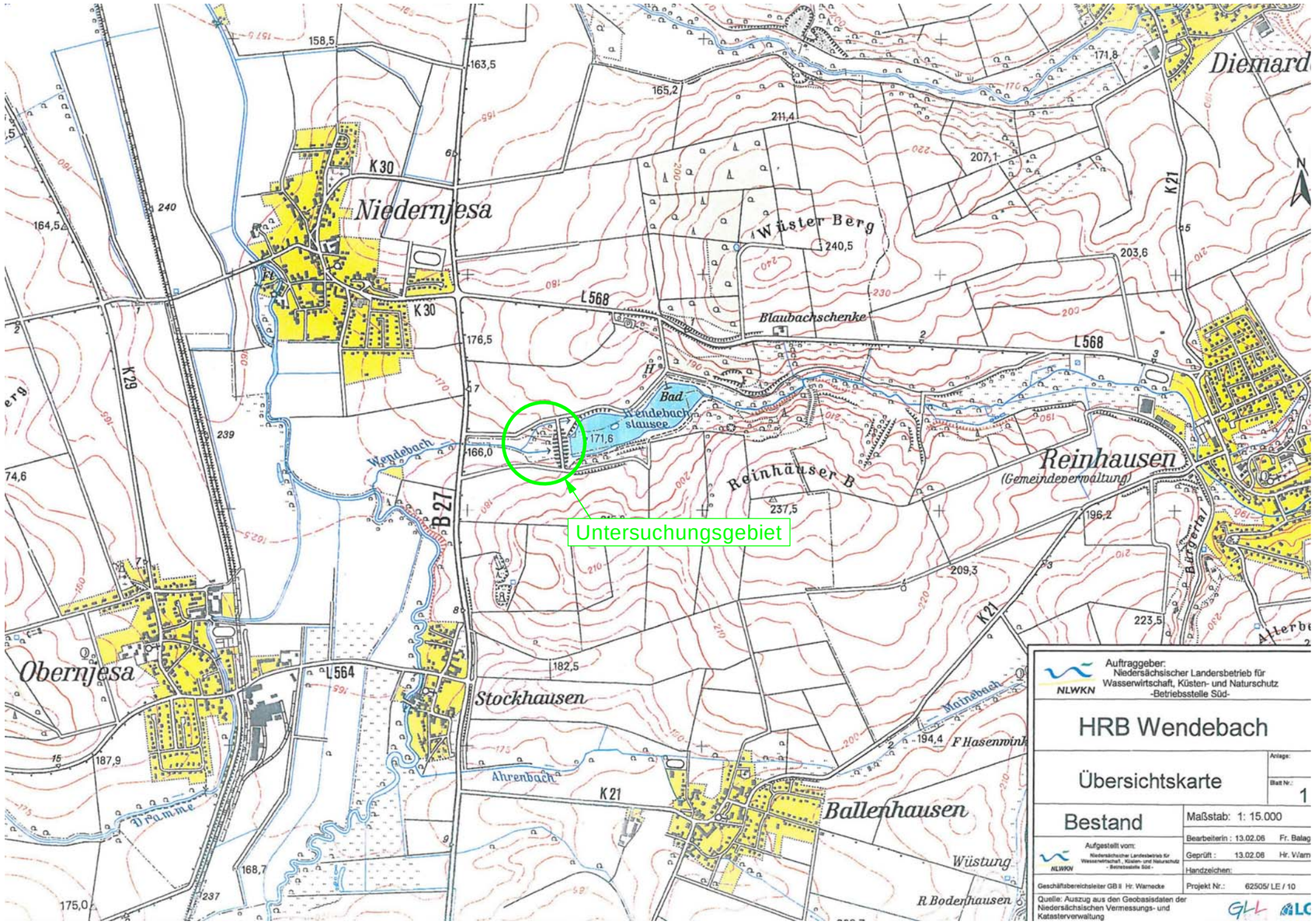
Die Gründung des neuen Auslaufbauwerks kann in den anstehenden Böden bzw. im Damm erfolgen. Die Baugruben werden mit Spundwänden verbaut. Angaben zur Herstellung des Verbaus und zur Verankerung bzw. Aussteifung werden gemacht. Bemessungsgrundwasserstände für den Bauzustand und den Endzustand werden benannt.

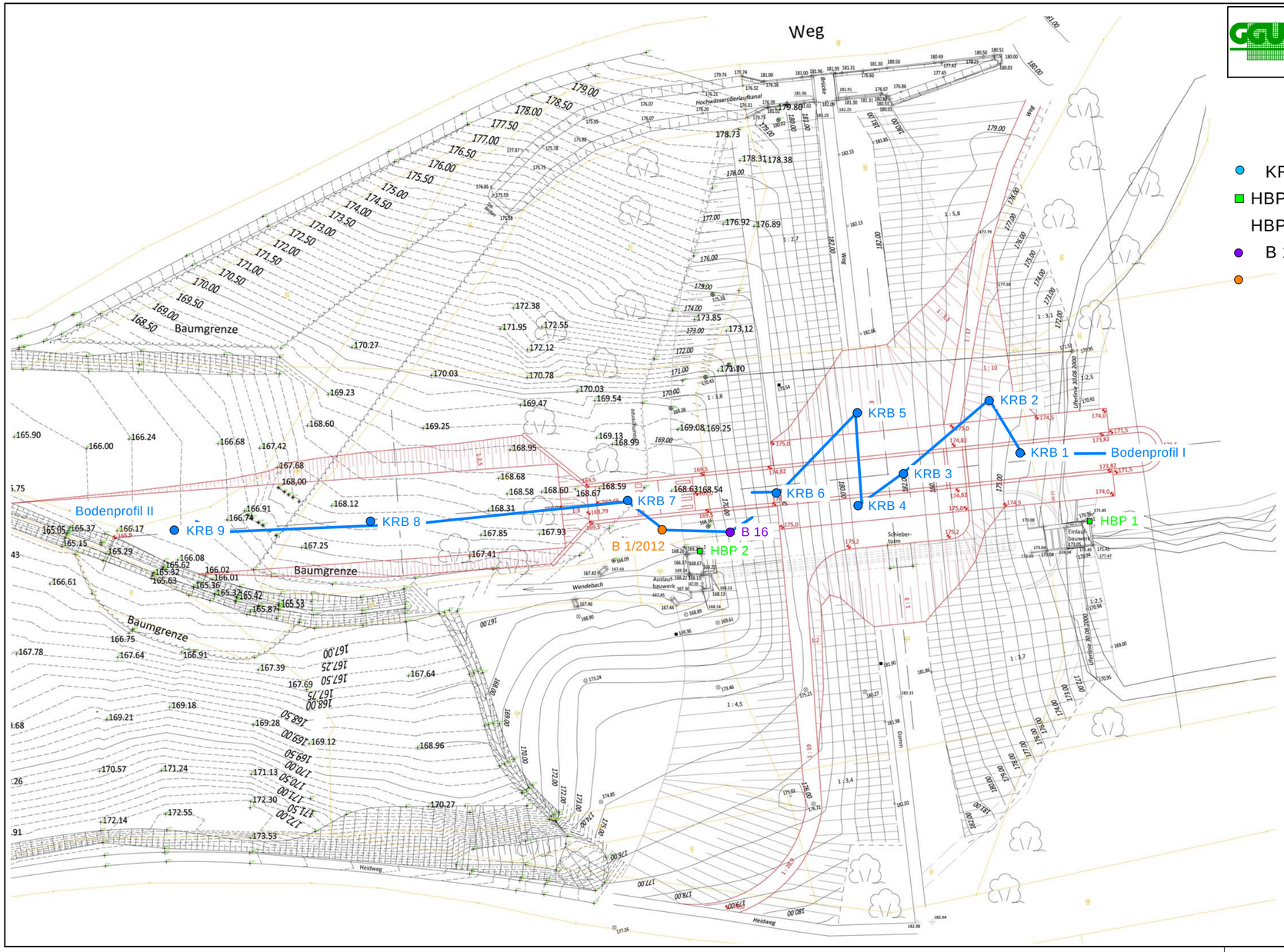
Dr.-Ing. Carl Stoewahse
Von der Ingenieurkammer Niedersachsen anerkannter Sachverständiger für Erd- und Grundbau
Braunschweig

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895	Talsperre Wendebach	Bericht Nr.	6285.2/2012
		Anlage Nr.	1.1

Übersichtslageplan

Maßstab 1 : 20000





Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Talsperre Wendebach	Bericht Nr. 6285.2/2012
	Anlage Nr. 1.2

Lageplan

Maßstab 1 : 1000

- KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
- HBP 1 = Höhenbezugspunkt OK Einlaufbauwerk (171,45 mNN)
- HBP 2 = Höhenbezugspunkt OK Einlaufbauwerk (169,22 mNN)
- B 16 = Bohrung übernommen aus [4]
- B = Bohrung (Fa. Wöltjen GmbH, Großalmerode)

GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

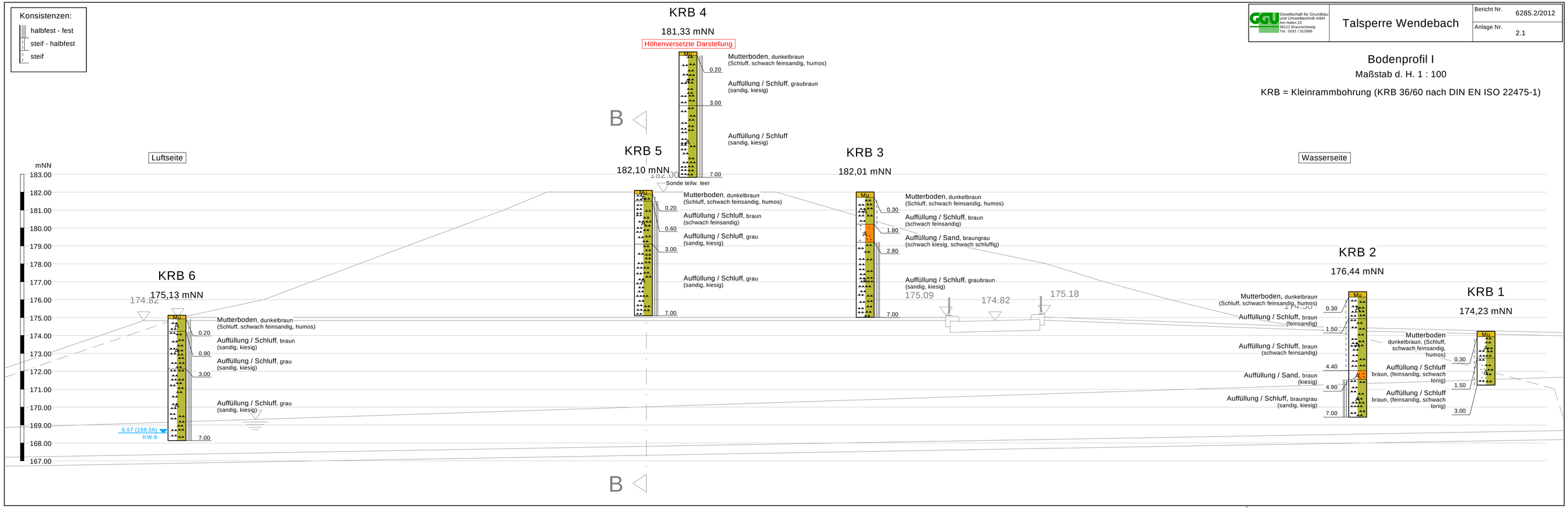
Talsperre Wendebach

Bericht Nr.	6285.2/2012
Anlage Nr.	2.1

Bodenprofil I

Maßstab d. H. 1 : 100

KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)



GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

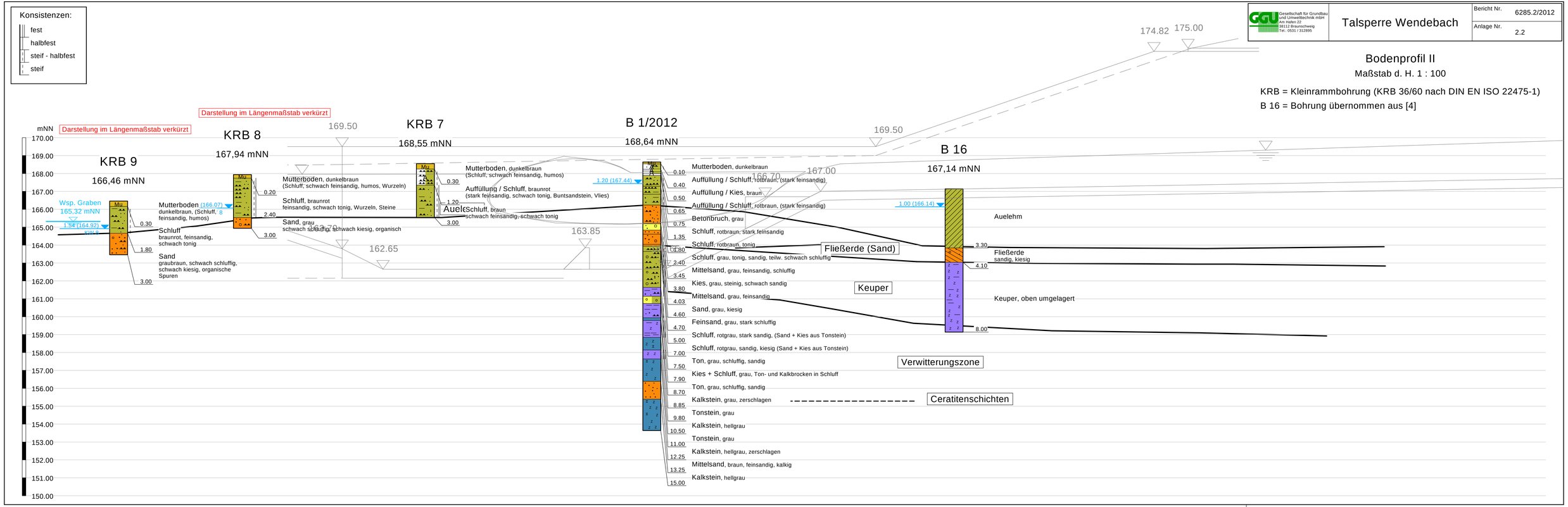
Talsperre Wendebach

Bericht Nr. 6285.2/2012
Anlage Nr. 2.2

Bodenprofil II

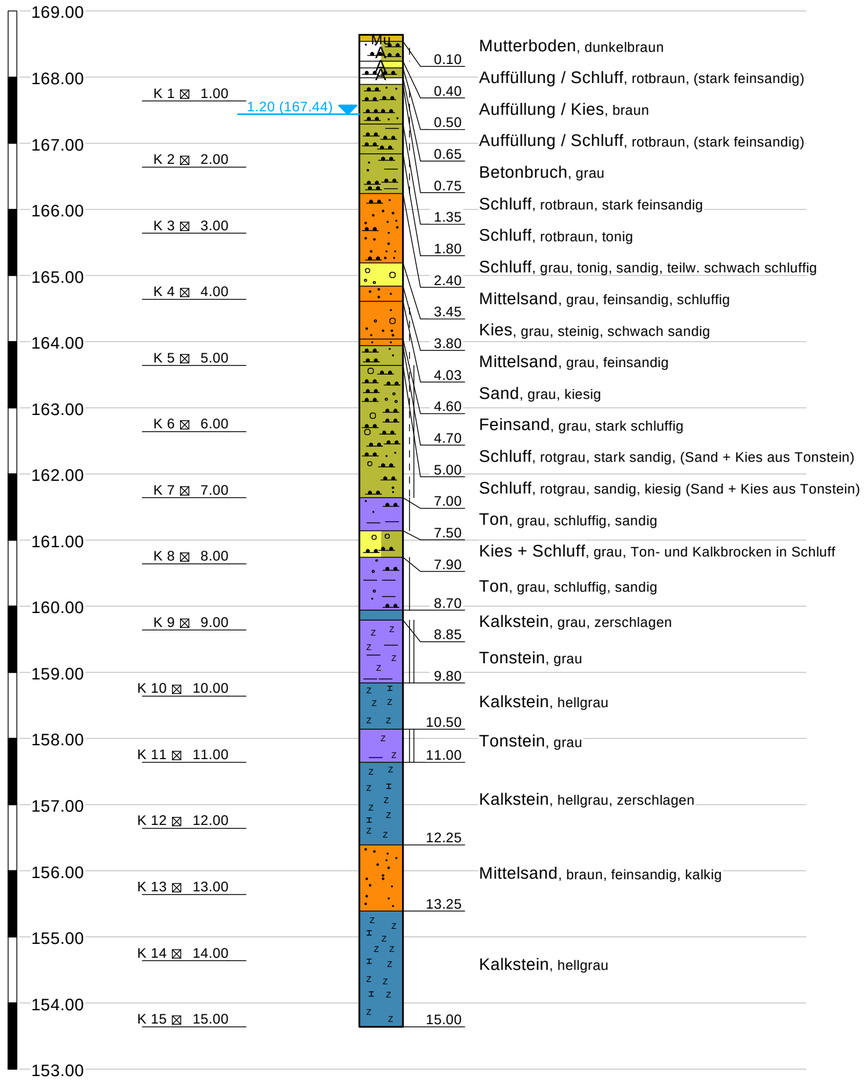
Maßstab d. H. 1 : 100

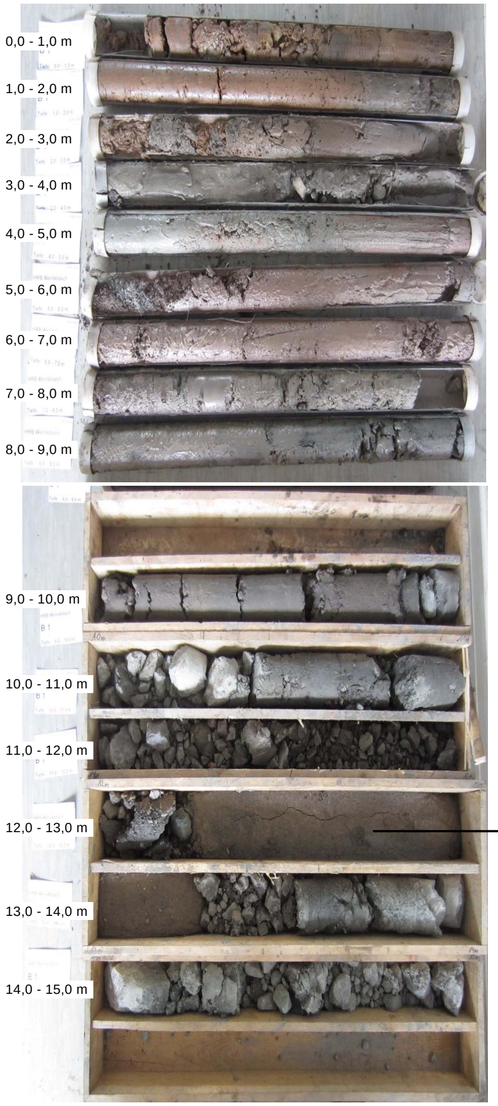
KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
B 16 = Bohrung übernommen aus [4]



B 1/2012

168,64 mNN





Konsistenzen:

- fest
- halbfest
- steif - halbfest
- steif

Bodenprofil III

Maßstab d. H. 1 : 66

B = Bohrung (Fa. Wöltjen GmbH, Großalmerode)

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Talsperre Wendebach

Bericht Nr.	6285.2/2012
Anlage Nr.	2.3

Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Bearbeiter: Kö/Ol Datum: 27.02.2012

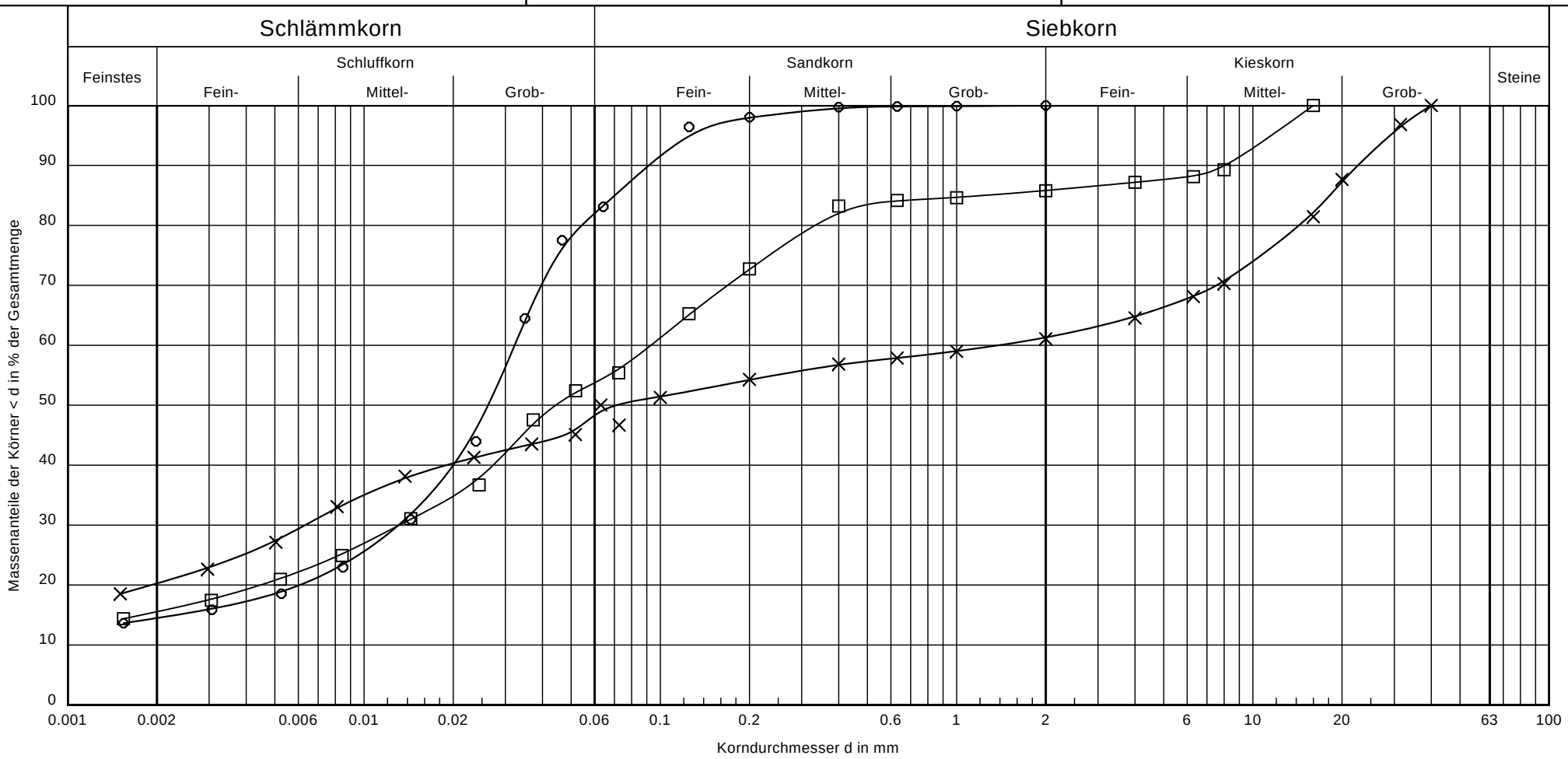
Körnungslinie

Talsperre Wendebach

Probe entnommen am: 20./22.02.2012

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse,Nasssiebung



Kurve:	○——○	×——×	□——□
Entnahmestelle:	MP KRB 1+2	MP KRB 4+5	KRB 8
Tiefe:	0,3 - 4,4 m	0,2 - 7,0 m	0,2 - 2,4 m
Bodenart:	U, s, t	U, t, s, g	U, $\bar{s}$, t
U/Cc:	-/-	-/-	-/-
k [m/s] (Beyer):	-	-	-

Bemerkungen:

Bericht: 6285.2/2012
Anlage: 3

HRB Wendebach

Mischprobe MP 1 Dichtung

Bohrung:	KRB 1	KRB 1	KRB 2	KRB 2
Tiefe:	0,3 – 1,5 m	1,5 - 3,0 m	0,3 - 1,5 m	1,5 - 4,4 m
Bodenart:	Schluff, feinsandig, schwach tonig			

Parameter		Maßeinheit	Z 0 Lehm Schluff	Z 0*	Z 1		Z 2	Probe MP 1 Dichtung
					Z 1.1	Z 1.2		
Feststoff	TOC	in Gew-% TM		0,5	1,5		5	0,46
	EOX	mg/kg	1	1	3		10	< 1
	Kohlenwasserstoffe			400	600		2.000	< 50
	mobiler Anteil bis C 22		100	200	300		1.000	< 50
	Summe BTEX		1	1	1	1	1	< 0,05
	Summe LCKW		1	1	1	1	1	< 0,05
	Summe PCB		0,05	0,1	0,1	0,15	1	< 0,01
	PAK	mg/kg	3	3	3 (9)[1]		30	< 0,05
	Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,6	0,9		3	< 0,05
	Arsen	mg/kg	15	15	45		150	5,3
	Blei	mg/kg	70	140	210		700	8,6
	Cadmium	mg/kg	1	1	3		10	0,11
	Chrom ges.	mg/kg	60	120	180		600	22,2
	Kupfer	mg/kg	40	80	120		400	10,5
	Nickel	mg/kg	50	100	150		500	19,1
	Quecksilber	mg/kg	0,5	1	1,5		5	< 0,1
	Thallium	mg/kg	0,7	0,7	2,1		7	< 0,4
	Zink	mg/kg	150	300	450		1.500	33,3
	Cyanid, gesamt	mg/kg			3		10	< 0,05
Eluat	pH-Wert (Elu.)		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9		5,5 - 12	8,2
	el. Leitfähigkeit	µS/cm	250	250	250	1500	2000	87
	Cl^-	in mg/l	30	30	30	560	100	< 1
	SO_4^{2-}	in mg/l	20	20	20	50	200	2,3
	Cyanide	in µg/l	5	5	5	10	20	< 5
	Phenolindex	in µg/l	20	20	20	40	100	< 10
	Arsen	in µg/l	14	14	14	20	60	< 10
	Blei	in µg/l	40	40	40	80	200	< 10
	Cadmium	in µg/l	1,5	1,5	1,5	3	6	< 1
	Chrom ges.	in µg/l	12,5	12,5	12,5	25	60	< 10
	Kupfer	in µg/l	20	20	20	60	100	< 10
	Nickel	in µg/l	15	15	15	20	70	< 10
	Quecksilber	in µg/l	< 0,5	< 0,5	0,5	1	2	< 0,2
	Zink	in µg/l	150	150	150	200	600	< 10
					Einbauklasse nach LAGA			Z 0

HRB Wendebach

Mischprobe MP 2 Stützkörper

Bohrung:	KRB 3	KRB 4	KRB 5
Tiefe:	2,8 - 7,0 m	3,0 - 7,0 m	0,6 - 3,0 m
Bodenart:	Schluff, kiesig, sandig		

	Parameter	Maßeinheit	Z 0 Lehm Schluff	Z 0*	Z 1		Z 2	Probe MP 2 Stützkörper
					Z 1.1	Z 1.2		
Feststoff	TOC	in Gew-% TM		0,5	1,5		5	0,44
	EOX	mg/kg	1	1	3		10	< 1
	Kohlenwasserstoffe			400	600		2.000	< 50
	mobiler Anteil bis C 22		100	200	300		1.000	< 50
	Summe BTEX		1	1	1	1	1	< 0,05
	Summe LCKW		1	1	1	1	1	< 0,05
	Summe PCB		0,05	0,1	0,1	0,15	1	< 0,01
	PAK	mg/kg	3	3	3 (9)[1]		30	< 0,05
	Benzo(a)pyren	mg/kg	0,3	0,6	0,9		3	< 0,05
	Arsen	mg/kg	15	15	45		150	3,9
	Blei	mg/kg	70	140	210		700	12,2
	Cadmium	mg/kg	1	1	3		10	< 0,1
	Chrom ges.	mg/kg	60	120	180		600	33,6
	Kupfer	mg/kg	40	80	120		400	22,8
	Nickel	mg/kg	50	100	150		500	41,4
	Quecksilber	mg/kg	0,5	1	1,5		5	< 0,1
	Thallium	mg/kg	0,7	0,7	2,1		7	< 0,4
	Zink	mg/kg	150	300	450		1.500	39,6
	Cyanid, gesamt	mg/kg			3		10	0,078
Eluat	pH-Wert (Elu.)		6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9		5,5 - 12	8,2
	el. Leitfähigkeit	µS/cm	250	250	250	1500	2000	94
	Cl^-	in mg/l	30	30	30	560	100	< 1
	SO_4^{2-}	in mg/l	20	20	20	50	200	1,6
	Cyanide	in µg/l	5	5	5	10	20	< 5
	Phenolindex	in µg/l	20	20	20	40	100	< 10
	Arsen	in µg/l	14	14	14	20	60	< 10
	Blei	in µg/l	40	40	40	80	200	< 10
	Cadmium	in µg/l	1,5	1,5	1,5	3	6	< 1
	Chrom ges.	in µg/l	12,5	12,5	12,5	25	60	< 10
	Kupfer	in µg/l	20	20	20	60	100	< 10
	Nickel	in µg/l	15	15	15	20	70	< 10
	Quecksilber	in µg/l	< 0,5	< 0,5	0,5	1	2	< 0,2
	Zink	in µg/l	150	150	150	200	600	< 10
					Einbauklasse nach LAGA			Z 0

Talsperre Wendebach

Bericht: 6285.2/2012

Anlagen 4.3

Analysenergebnisse

UCL Umwelt Control Labor GmbH
Edemissen

(6 Seiten)

UCL Umwelt Control Labor GmbH · Eddesser Straße 1 · 31234 Edemissen

GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH
- Herr C. Stoewahse -
Am Hafen 22
38112 Braunschweig

Ansprechpartner: Karsten Goldbach
Telefon: 05176-989751
Telefax: 05176989744
E-Mail: karsten.goldbach@ucl-labor.de

Prüfbericht - Nr.: 12-06243/2

Probe-Nr.: 12-06243-001
Prüfgegenstand: Boden
Auftraggeber / KD-Nr.: GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig / 51932
Projektbezeichnung: Projekt: 6285 HRB Wendebach
Probeneingang am / durch: 24.02.2012 / Paketdienst
Prüfzeitraum: 24.02.2012 - 15.03.2012

Parameter / Probenbezeichnung / Probe-Nr.	Einheit	MP 1- Dichtung 12-06243-001	Bestimmungsgrenze	Methode
Analyse der Originalprobe				
spezifische Bodenart		nicht spezifisch*		*DIN 19682-2;L*
Trockenrückstand 105°C	%	86,4	0,1	*DIN EN 12880 (S2a);L*
Analyse bez. auf den Trockenrückstand				
Cyanid gesamt	mg/kg	< 0,05	0,05	*E DIN ISO 11262;L*
Arsen	mg/kg	5,3	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Blei	mg/kg	8,60	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Cadmium	mg/kg	0,11	0,1	*DIN EN ISO 17294;L*
Chrom gesamt	mg/kg	22,2	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Kupfer	mg/kg	10,5	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Nickel	mg/kg	19,1	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	0,1	*DIN EN 1483;L*
Thallium	mg/kg	< 0,4	0,4	*DIN EN ISO 17294;L*
Zink	mg/kg	33,3	1	*DIN EN ISO 17294;L*
EOX	mg/kg	< 1	1	*DIN 38414 S17;L*
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg	< 50	50	*LAGA KW04;L*
KW-Index, mobil	mg/kg	< 50	50	*LAGA KW04;L*
KW-Typ		keine Zuordnung		*LAGA KW04;L*
TOC, s	%	0,46	0,01	*DIN ISO 10694;L*
BTX				
Benzol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Toluol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Ethylbenzol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
m- und p-Xylol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
o-Xylol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*

UCL Umwelt Control Labor GmbH · Josef-Rethmann-Str. 5 · 44536 Lünen · Telefon: 0 23 06 / 24 09-0 · Telefax: 0 23 06 / 24 09-10 · E-Mail: info@ucl-labor.de
St.-Nr.: 316/5957/0038 · USt-ID-Nr.: DE 811145308 · Commerzbank Münster · BLZ 400 400 28 · Konto 4000154 · HRB 17247 · Amtsgericht Dortmund
Geschäftsführer: Jürgen Cornelissen, Oliver Koenen, Martin Langkamp

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14026-01-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium mit der Erfüllung der Anforderungen der Verwaltungsvereinbarung BAM / OFD Hannover. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.
Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen- auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.

Parameter / **Probenbezeichnung** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 1- Dichtung** 12-06243-001	Bestimmungsgrenze	*Methode*
*Summe BTEX	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
LHKW				
Dichlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Trichlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,2-Dichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Tetrachlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Trichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Tetrachlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1-Dichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Summe LHKW	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
PAK				
Naphthalin	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,5	0,5	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Acenaphthen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Fluoren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Phenanthren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Fluoranthen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[a]anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Chrysen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[b]fluoranthen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[k]fluoranthen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[ghi]perylen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Indeno[1,2,3-cd]pyren*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Summe PAK nach EPA	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
*PAK nach TVO	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
PCB				
PCB-028	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-052	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-101	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-138	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-153	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-180	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
Summe PCB-6	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*

Parameter / **Probenbezeichnung** / Probe-Nr. / Einheit	**MP 1- Dichtung** 12-06243-001	Bestimmungsgrenze	*Methode*
Analyse vom Eluat			
pH-Wert	8,2	1	*DIN 38404 C5;L*
Temperatur (pH-Wert) °C	18		*DIN 38404 C4;L*
Leitfähigkeit bei 25°C µS/cm	87		*DIN EN 27888;L*
Chlorid mg/l	< 1	1	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Cyanid gesamt µg/l	< 5	5	*DIN 38405 D13/14-1;L*
Sulfat mg/l	2,3	1	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Arsen µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Blei µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Cadmium µg/l	< 1	1	*DIN EN ISO 11885;L*
Chrom gesamt µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Kupfer µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Nickel µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Quecksilber µg/l	< 0,2	0,2	*DIN EN 1483;L*
Zink µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Phenol-Index µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 14402;L*
Hinweise zur Probenvorbereitung			
Säureaufschluß	-		*DIN EN 13346 (S7a);L*
Elution nach DEV S4	-		*DIN 38414-4 (S4);L*

n.n. = kleiner Bestimmungsgrenze n.b. = nicht bestimmbar - = nicht bestimmt ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, W=Westerrönfeld

Kommentare
DIN 19682-2
* Für die Bodenart "nicht spezifisch" gelten entsprechend der LAGA im Feststoff die Zuordnungswerte Z0 Tab.II 1.2.-2 für Lehm/Schluff sowie im Eluat die Zuordnungswerte Z0 Tab.II 1.2.-3.
KW-Typ LAGA KW04
keine Zuordnung möglich

Probe-Nr.: **12-06243-002**
Prüfgegenstand: **Boden**
Auftraggeber / KD-Nr.: **GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig / 51932**
Projektbezeichnung: **Projekt: 6285 HRB Wendebach**
Probeneingang am / durch: **24.02.2012 / Paketdienst**
Prüfzeitraum: **24.02.2012 - 15.03.2012**

Parameter / **Probenbezeichnung** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 2- Stützkörper** 12-06243-002	Bestimmungsgrenze	*Methode*
Analyse der Originalprobe				
spezifische Bodenart		nicht spezifisch*		*DIN 19682-2;L*
Trockenrückstand 105°C	%	85,4	0,1	*DIN EN 12880 (S2a);L*
Analyse bez. auf den Trockenrückstand				
Cyanid gesamt	mg/kg	0,078	0,05	*E DIN ISO 11262;L*
Arsen	mg/kg	3,9	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Blei	mg/kg	12,2	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Cadmium	mg/kg	< 0,1	0,1	*DIN EN ISO 17294;L*
Chrom gesamt	mg/kg	33,6	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Kupfer	mg/kg	22,8	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Nickel	mg/kg	41,4	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	0,1	*DIN EN 1483;L*
Thallium	mg/kg	< 0,4	0,4	*DIN EN ISO 17294;L*
Zink	mg/kg	39,6	1	*DIN EN ISO 17294;L*
EOX	mg/kg	< 1	1	*DIN 38414 S17;L*
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg	< 50	50	*LAGA KW04;L*
KW-Index, mobil	mg/kg	< 50	50	*LAGA KW04;L*
KW-Typ		keine Zuordnung		*LAGA KW04;L*
TOC, s	%	0,44	0,01	*DIN ISO 10694;L*
BTX				
Benzol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Toluol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Ethylbenzol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
m- und p-Xylol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
o-Xylol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
*Summe BTEX	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
LHKW				
Dichlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Trichlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,2-Dichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Tetrachlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Trichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Tetrachlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*

Parameter / **Probenbezeichnung** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 2- Stützkörper** 12-06243-002	Bestimmungsgrenze	*Methode*
1,1-Dichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Summe LHKW	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
PAK				
Naphthalin	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,5	0,5	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Acenaphthen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Fluoren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Phenanthren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Fluoranthen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[a]anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Chrysen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[b]fluoranthen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[k]fluoranthen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[ghi]perylen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Indeno[1,2,3-cd]pyren*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Summe PAK nach EPA	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
*PAK nach TVO	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
PCB				
PCB-028	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-052	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-101	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-138	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-153	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-180	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
Summe PCB-6	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
Analyse vom Eluat				
pH-Wert		8,2	1	*DIN 38404 C5;L*
Temperatur (pH-Wert)	°C	19		*DIN 38404 C4;L*
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	94		*DIN EN 27888;L*
Chlorid	mg/l	< 1	1	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Cyanid gesamt	µg/l	< 5	5	*DIN EN ISO 14403;L*
Sulfat	mg/l	1,6	1	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Arsen	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Blei	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Cadmium	µg/l	< 1	1	*DIN EN ISO 11885;L*
Chrom gesamt	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Kupfer	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Nickel	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*

Probenbezeichnung **Parameter** Probe-Nr. Einheit		**MP 2- Stützkörper** 12-06243-002	Bestimmungsgrenze	*Methode*
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,2	*DIN EN 1483;L*
Zink	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Phenol-Index	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 14402;L*
Hinweise zur Probenvorbereitung				
Säureaufschluß		-		*DIN EN 13346 (S7a);L*
Elution nach DEV S4		-		*DIN 38414-4 (S4);L*

n.n. = kleiner Bestimmungsgrenze n.b. = nicht bestimmbar - = nicht bestimmt ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, W=Westerrönfeld

Kommentare
DIN ISO 10694
ca 2 Wochen gelagert zwischen 1. und 2. Messung
DIN 19682-2
* Für die Bodenart "nicht spezifisch" gelten entsprechend der LAGA im Feststoff die Zuordnungswerte Z0 Tab.II 1.2.-2 für Lehm/Schluff sowie im Eluat die Zuordnungswerte Z0 Tab.II 1.2.-3.
KW-Typ LAGA KW04
keine Zuordnung möglich

i. A. Esser-Mönning

Hannover, den 16.03.2012 Dr. Dipl.-Agrar-Ing. Katrin Esser-Mönning (Kundenbetreuer)

Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH

GGU mbH • Am Hafen 22 • 38112 Braunschweig

Braunschweig
Telefon +49 (0)531 / 312895
Telefax +49 (0)531 / 313074
www.ggu.de
post-bs@ggu.de

Baugrund
Grundwasser
Umwelttechnik /Altlasten
Damm- und Deichbau
Straßen- und Erdbau
Spezialtiefbau
Deponiebau
Kunststofftechnik
Software-Entwicklung

Baugrunderkundung
Feldmesstechnik
Prüflabore für Boden
Prüflabor für Kunststoff
Inspektionsstelle

Braunschweig
Magdeburg
Öhringen
Schwerin

NLWKN
Betriebsstelle Süd
Rudolf-Steiner-Straße 5

38120 Braunschweig

26.04.2012

Talsperre Wendebach

Sedimentanalysen

Bericht: 6285.3/2012

Verteiler:

NLWKN	1-fach
Amadeus.Meinhardt@nlwkn-bs.niedersachsen.de	1-fach digital
Ingenieurgesellschaft Heidt & Peters mbH	2-fach
Sprengerstraße 38 c	1-fach digital
29223 Celle	
Frank.Gries@heidt-peters.de	

Bearbeiter: Dr.-Ing. C. Stoewahse

Beratende Ingenieure VBI,
BDB, DWA, DGGT, ITVA, BWK
Sachverständige für
Erd- und Grundbau
Vereidigte Sachverständige

Amtsgericht Braunschweig
HRB 9354
Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Joachim Schmidt
Prof. Dr.-Ing. Johann Buß
Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Peter Grubert, M.Sc.

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-IS-11147-01-00
DAP-PL-3299.99

Inhalt

1 Vorbemerkung 3

2 Unterlagen 3

3 Bauwerk 3

4 Erkundungen 3

5 Bodenmechanische Klassifikation 4

6 Chemische Analysen 5

7 Zusammenfassung 9

Anlagen

Anlage 1 Lagepläne

Anlage 1.1 Übersichtslageplan

Anlage 1.2 Lageplan - Ermittlung von Sedimentmassen

Anlage 1.3 Lageplan - Probenentnahme

Anlage 2 Körnungslinien

Anlage 3 Prüfbericht UCL 12-10607/1

1 Vorbemerkung

Die Talsperre Wendebach soll umgebaut werden. Das eventuell anfallende Seesediment ist in Hinblick auf etwaige Belastungen bzw. eine landwirtschaftliche oder sonstige Verwertung zu untersuchen.

Die GGU wurde beauftragt, Sedimentproben zu entnehmen und chemisch zu analysieren. Die Ergebnisse sind in diesem Bericht zusammengestellt.

2 Unterlagen

Folgende Unterlagen standen für die Bearbeitung zur Verfügung:

[1] Ermittlung der Sedimentmassen - Lagepläne, Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters, Celle, E-Mail, 02.03.2012

3 Bauwerk

Das HRB Wendebach liegt südlich von Göttingen im Lauf des Wendebachs (s. Übersichtslageplan Anlage 1.1). Es wird im Dauerstau bei 171,00 m NN betrieben.

Der Einlauf des Wendebachs liegt im Osten des Beckens. Die Gewässersohle ist im Einlaufbereich verschlammt. Nach einer Sonarvermessung aus dem Jahre 2006 ist der Schlamm bis zu 170 cm dick. Einen Isolinienplan mit den Sedimentdicken enthält Anlage 1.2.

4 Erkundungen

Aus dem östlichen Beckenbereich wurden am 20.03.2012

9 Sedimentproben

entnommen. Im Lageplan in Anlage 1.3 ist die ungefähre Lage der Probenentnahmepunkte dargestellt. Die Entnahmestellen wurden mit einem Boot angefahren. Die bereits verlandete Uferzone wurde nicht beprobt.

Die Lage der Probenentnahmepunkte wurde mit einem GPS-Gerät eingemessen. Die Koordinaten, die Wassertiefen und die Tiefen der Probenentnahmen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Bei den Koordinaten ist eine Messunsicherheit des GPS-Geräts zu berücksichtigen.

Tabelle 1: Probenentnahmepunkte

	Breite	Länge	Wassertiefe	Tiefe Probennahme
1	N 51 28'16,48"	E 9 56'50,07"	0,92 m	0,92 - 1,02 m
2	N 51 28'16,46"	E 9 56'51,41"	0,55 m	0,55 - 0,75 m
3	N 51 28'16,31"	E 9 56'51,67"	0,20 m	0,20 - 0,27 m
4	N 51 28'16,18"	E 9 56'51,84"	0,22 m	0,22 - 0,30 m
5	N 51 28'14,89"	E 9 56'53,43"	0,35 m	0,35 - 0,60 m
6	N 51 28'14,06"	E 9 56'52,62"	0,85 m	0,85 - 1,30 m
7	N 51 28'13,91"	E 9 56'52,42"	1,03 m	1,03 - 1,44 m
8	N 51 28'14,22"	E 9 56'49,92"	1,10 m	1,10 - 1,58 m
9	N 51 28'15,29"	E 9 56'51,32"	0,97 m	0,97 - 1,42 m

Aus den 9 Sedimentproben wurden drei Mischproben wie folgt zusammengestellt:

MP 1: Proben 1, 8, 9
MP 2: Proben 2, 3, 4
MP 2: Proben 5, 6, 7

und hinsichtlich ihrer bodenmechanischen Klassifikation sowie chemisch analysiert.

5 Bodenmechanische Klassifikation

An den Mischproben wurden die Korngrößenverteilungen, die Wassergehalte und die Glühverluste bestimmt. Die Körnungslinien sind in Anlage 2 zusammengestellt. Danach handelt es sich um einen feinsandigen Schluff bzw. stark schluffigen, mittelsandigen Feinsand.

Die Böden rochen moderig und wiesen eine flüssige Konsistenz auf. Teilweise waren Blätter und weitere Pflanzenreste enthalten. In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche zusammengestellt. Die Wassergehalte sind erwartungsgemäß sehr groß. Die Glühverluste liegen zwischen 3,3 und 7,3 % und sind niedriger als nach der olfaktorischen Ansprache zu erwarten war.

Tabelle 2: Bodenmechanische Klassifikation

	MP 1	MP 2	MP 3
Bodenart	U, fs	fS, ū, ms	U, fs
Wassergehalt [%]	94	59	111
Glühverlust [%]	5,5	3,3	7,3

6 Chemische Analysen

Chemische Analysen erfolgten auf Schwermetalle, Nährstoffe und nach TR Boden. Die vollständigen Analysenergebnisse enthält Anlage 2. Die Analysen wurden von der UCL Umwelt Control Labor GmbH, Niederlassung Edemissen, durchgeführt.

Die Sedimente aus dem Wendebachstausee sollen auf Ackerflächen aufgebracht werden. Maßgebend wird in diesem Fall § 12 (4) der Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV). Danach dürfen im Hinblick auf künftige unvermeidliche Schadstoffeinträge die Schadstoffgehalte der entstandenen durchwurzelbaren Schicht - also vorhandener Ackerboden plus Seesediment - 70 % der Vorsorgewerte der BBodSchV nicht überschreiten.

Über den vorhandenen Ackerboden liegen noch keine Informationen vor. In Tabelle 3 sind daher zunächst „nur“ die Analysenergebnisse an den Seesedimenten zusammengestellt.

Tabelle 3: Vorsorgewerte (VW) nach Anhang 2, Nr. 4 BBodSchV

[mg/kg]	MP 1	MP 2	MP 3	**VW**	**70 % VW**
As	3,9	3,1	4,5	k.A.	k.A.
Cd	0,16	0,14	0,22	1	0,7
Pb	12,1	8,4	15,4	70	49
Cr	13,9	12,3	16,5	60	42
Cu	10,6	11,1	13,5	40	28
Hg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5	0,35
Ni	10,4	7,3	12,6	50	35
Zn	55,5	38,7	71,2	150	105
PAK_{16}	< 0,05	< 0,05	< 0,05	10	7
B(a)P	< 0,05	< 0,05	< 0,05	1,0	0,7
PCB_6	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,1	0,07

Um zu überprüfen, ob die 70%-Vorsorgewerte vom entstandenen Ackerboden eingehalten werden, sind die Frachten, bzw. die prozentualen Anteile aus Seesediment und Ursprungsboden zu addieren und mit den 70%-Vorsorgewerten zu vergleichen.

Die im Seesediment ermittelten Gehalte an Schwermetallen und organischen Stoffen sind deutlich geringer als die 70%-Vorsorgewerte nach BBodSchV. Es kann davon ausgegangen werden, dass es bei Aufbringung des Seesediments auf Ackerflächen nicht zu einer Schadstoffanreicherung kommt.

An den drei Mischproben wurden die Nährstoffgehalte ermittelt. Die Werte sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Die Nährstoffzufuhr durch das Aufbringen der Seesedimente ist nach Menge und Verfügbarkeit der Folgevegetation anzupassen. Begrenzend für die Aufbringungsmenge und -höhe ist der Gesamtstickstoffgehalt. Je Hektar Ackerfläche sollten nicht mehr als 3 t Gesamtstickstoff aufgebracht werden[1, 2].

Tabelle 4: Nährstoffgehalte

		MP 1	MP 2	MP 3
Phosphor	[mg/kg]	310	260	410
Kalium	[mg/kg]	1680	1070	1990
Magnesium	[mg/kg]	2900	2000	3400
Ammonium	[mg/kg]	< 100	< 100	< 100
Nitrat	[mg/kg]	< 250	< 250	< 250
Gesamt-N	[%]	< 0,1	< 0,1	0,15
Gesamt-C	[%]	2,7	1,8	3,6
Trockenrückstand	[%]	57,3	69,1	51,9
pH	[-]	7,9	8,1	8,0

Kann das Seesediment nicht auf Ackerflächen verbracht werden, sondern ist anderweitig zu verbringen, ist die Abfallrelevanz zu bewerten. Die Mischproben wurden daher zusätzlich nach TR Boden 2004 (Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Bodenmaterial) untersucht. In den nachstehenden Tabellen sind die ermittelten Gehalte den Richtwerten der TR Boden (2004) gegenübergestellt:

[1] Gutser, R., Hafner, C. (1996) „Strategien zur landwirtschaftlichen Verwertung von Rübenerden unter besonderer Berücksichtigung des Nitrat-Stickstoffs“, Agribiological Research

[2] Schneider, J., Severin, K., Göttlicher, U., Heinicke, D., Pellegrini, A. „Leitfaden für die landbauliche Verwertung von Rübenerden - Bodenauftrag in der Landwirtschaft“, NLfB, Geofakten 13, Juli 2004

Tabelle 5: Bodenanalysen (Feststoff)

[mg/kg]	Z 0	Z 0*	Z 1	Z 2	**MP 1**	**MP 2**	**MP 3**
As	15	15	45	150	3,9	3,1	4,5
Pb	70	140	210	700	12,1	8,4	15,4
Cd	1	1	3	10	0,16	0,14	0,22
Cr	60	120	180	600	13,9	12,3	16,5
Cu	40	80	120	400	10,6	11,1	13,5
Ni	50	100	150	500	10,4	7,3	12,6
Hg	0,5	1	1,5	5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tl	0,7	0,7	2,1	7	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Zn	150	300	450	1500	55,5	38,7	71,2
TOC[1)]	0,5 (1,0)[2)]	0,5 (1,0)[2)]	1,5	5	2,0	1,4	3,1
EOX	1	1	3	10	< 1	< 1	< 1
$KW_{ges.}$	100	400	600	2000	< 50	< 50	< 50
$KW_{bis\ C22}$	100	200	300	1000	< 50	< 50	< 50
BTEX	1	1	1	1	< 0,05	< 0,05	< 0,05
LHKW	1	1	1	1	< 0,05	< 0,05	< 0,05
PCB	0,05	0,1	0,15	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PAK	3	3	3 (9)[4)]	30	< 0,05	< 0,05	< 0,05
B(a)P	0,3	0,6	0,9	3	< 0,05	< 0,05	<0,05
CN	k.A.	k.A.	3	10	<0,05	<0,05	<0,05

[1)] Angabe in Masse - %

[2)] Bei einem C : N Verhältnis > 25

[3)] Gesamtgehalt C_{10} bis C_{40}, kleinerer Wert gilt für C_{10} bis C_{22}

[4)] Bei Einbau in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten

Tabelle 6: Bodenanalysen (Eluat)

[µg/l]	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	**MP 1**	**MP 2**	**MP 3**
pH[1)]	6,5-9,5	6,5-9,5	6,0-12,0	5,5-12,0	7,8	8,6	8,4
Lf[2)]	250	250	1500	2000	301	291	333
Cl [mg/l]	30	30	50	100[4)]	1,7	1,6	2,2
SO_4 [mg/l]	20	20	50	200	46,4	56,1	35,1
CN	5	5	10	20	< 5	< 5	< 5
As	14	14	20	60[5)]	< 10	< 10	16
Pb	40	40	80	200	< 10	< 10	< 10
Cd	1,5	1,5	3	6	< 1	< 1	< 1
Cr	12,5	12,5	25	60	< 10	< 10	< 10
Cu	20	20	60	100	< 10	< 10	< 10
Ni	15	15	20	70	< 10	< 10	< 10
Hg	0,5	0,5	1	2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Zn	150	150	200	600	< 10	< 10	< 10
Phenolindex	20	20	40	100	< 10	< 10	< 10

Das Seesediment ist wegen seines hohen Anteils an organischem Kohlenstoff (TOC) in

Einbauklasse Z 2

zu stellen. Danach ist ein eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen erforderlich.

Es ist zu beachten, dass das Seesediment wegen seiner flüssigen bis bestenfalls breiigen Konsistenz erst nach Aufbereitung und Trocknung als Erdbaustoff verwendet werden kann.

7 Zusammenfassung

Die Talsperre Wendebach soll umgebaut werden. Das eventuell anfallende Seesediment wurde in Hinblick auf eine landwirtschaftliche oder sonstige Verwertung bzw. etwaige Belastungen untersucht.

Die im Seesediment ermittelten Gehalte an Schwermetallen und organischen Stoffen sind deutlich geringer als die 70%-Vorsorgewerte nach BBodSchV. Es kann davon ausgegangen werden, dass es bei Aufbringung des Seesediments auf Ackerflächen nicht zu einer Schadstoffanreicherung kommt. Das Material kann landwirtschaftlich verwertet werden.

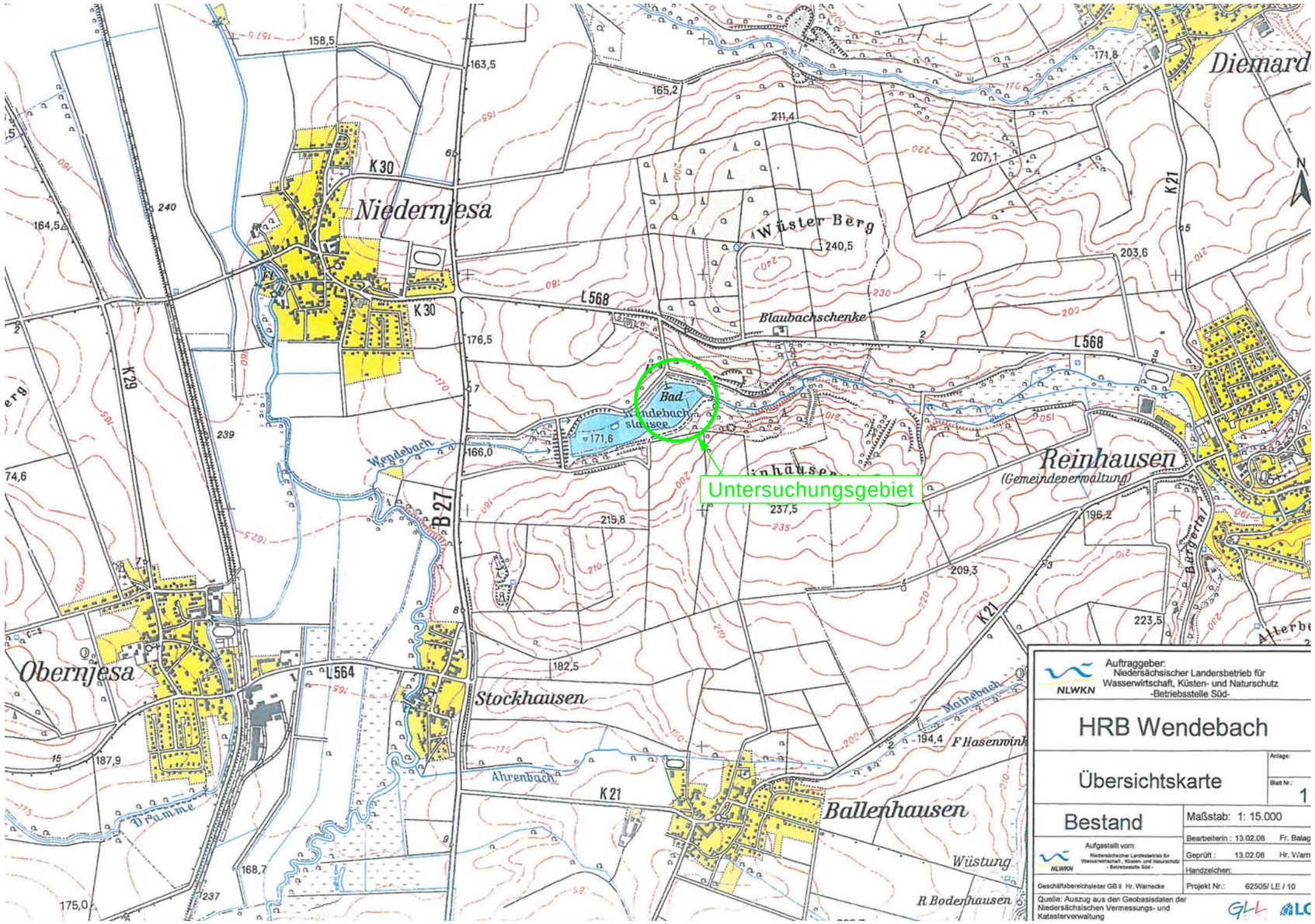
Kommt eine landwirtschaftliche Verwertung nicht in Frage und das Seesediment muss entsorgt werden, ist ein eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen in der Einbauklasse Z 2 erforderlich. Das Seesediment ist erst nach Trocknung als Erdbaustoff geeignet.

Dr.-Ing. Carl Stoewahse
Von der Ingenieurkammer Niedersachsen anerkannter Sachverständiger für Erd- und Grundbau
Braunschweig

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895	HRB Wendebach	Bericht Nr.	6285.3/2012
		Anlage Nr.	1.1

Übersichtslageplan

Maßstab 1 : 20000



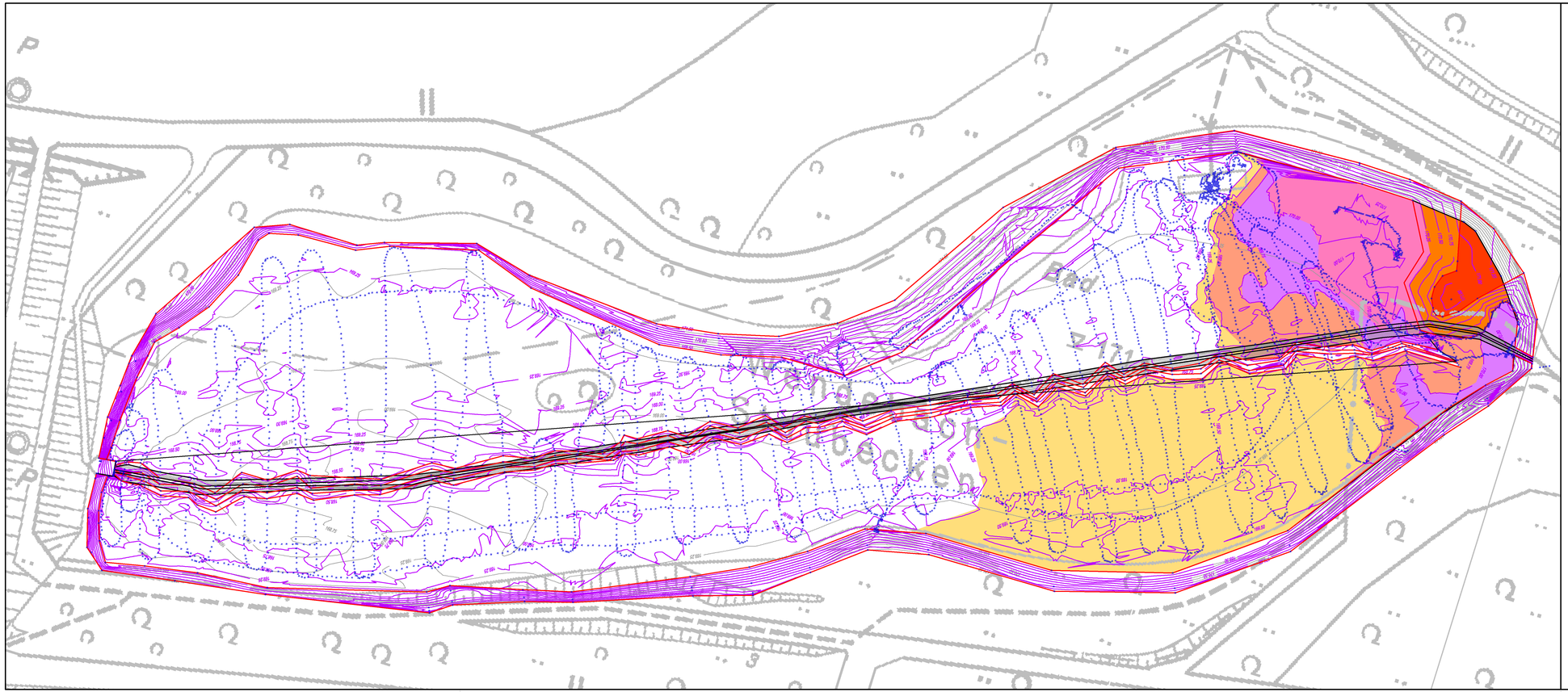
HRB Wendebach

Bericht: 6285.3/2012

Anlage 1.2

Lageplan - Ermittlung von Sedimentmassen

(1 Seite)



Legende

- Messpunkte Sonarmessung

Nr.	Änderung	Datum	gezeichnet

NLWKN - Betriebsstelle Süd

HRB Wendebach
Ermittlung von Sedimentmassen

Lageplan

aufgestellt:
Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz - Betriebsstelle Süd -

Maßstab: 1 : 1.000

bearbeitet: F. Gries

Ingenieurgesellschaft
Heidt & Peters mbH
Sprengerstraße 38 c, 29223 Celle
Fon (0 51 41) 93 88-0
Fax (0 51 41) 93 88-88
info@heidt-peters.de

Celle, 29. November 2006

gezeichnet: A. Ballüer

Blatt:

Registrier-Nr.: 06023-1/0

Plotstiltabelle: keine

Dateipfad: p:\2006\06023\Plaene\Lageplan\01_02_0LP_Aufmaß.dwg

Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

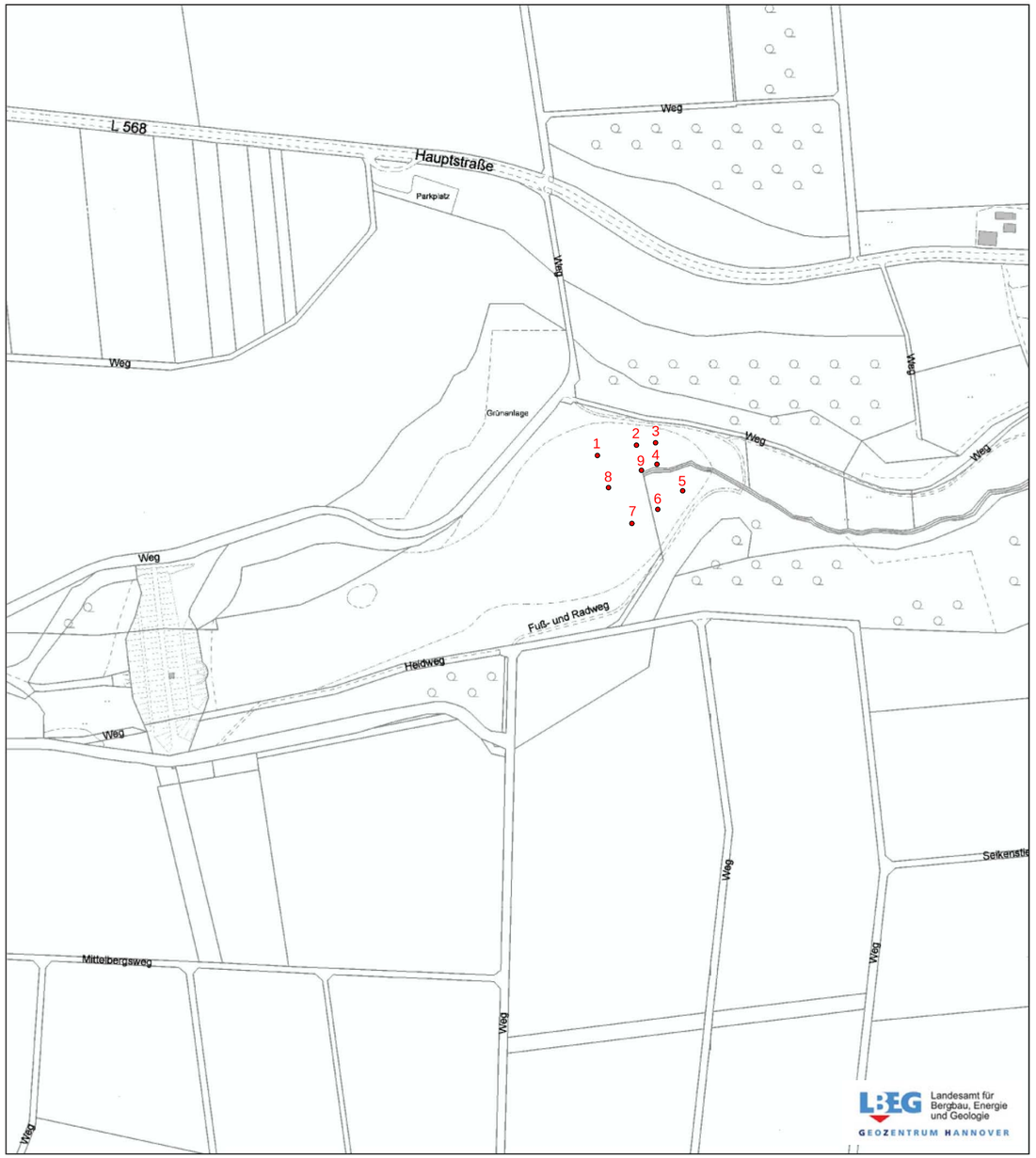
HRB Wendebach

Bericht Nr.	6285.3/2012
Anlage Nr.	1.3

Lageplan - Probenentnahme

Maßstab 1 : 5000

● = Probenentnahmepunkte



0 100 200 300 400 m

Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Bearbeiter: Kö

Datum: 16.04.2012

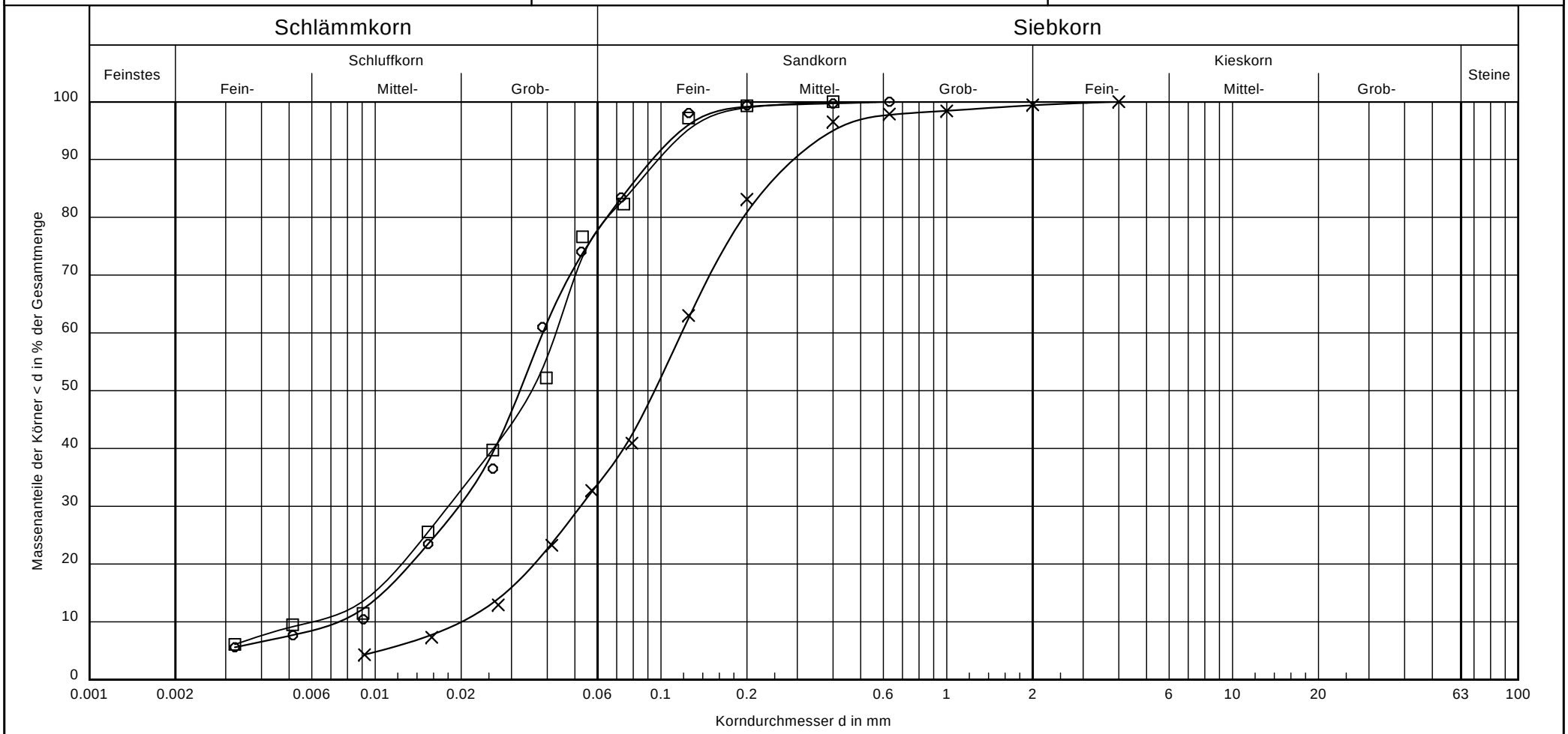
Körnungslinie

HRB Wendebach

Probe entnommen am: 20.03.2012

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse



Kurve:	○—○	×—×	□—□
Entnahmestelle:	MP 1 (KRB 1,8,9)	MP 2 (KRB 2,3,4)	MP 3 (KRB 5,6,7)
Tiefe:			
Bodenart:	U, fs	fS, $\bar{u}$, ms	U, fs
U/Cc:	5,2/1,3	5,9/1,2	7,1/1,3
k [m/s] (Beyer):	-	-	-

Bemerkungen:

Bericht: 6285.3/2012
Anlage: 2

HRB Wendebach

Bericht: 6285.3/2012

Anlagen 3

Analysenergebnisse

UCL Umwelt Control Labor GmbH
Edemissen

(9 Seiten)

UCL Umwelt Control Labor GmbH · Eddesser Straße 1 · 31234 Edemissen

GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH
- Herr C. Stoewahse -
Am Hafen 22
38112 Braunschweig

Ansprechpartner: Karsten Goldbach
Telefon: 05176-989751
Telefax: 05176989744
E-Mail: karsten.goldbach@ucl-labor.de

Prüfbericht - Nr.: 12-10607/1

Probe-Nr.: **12-10607-001**
Prüfgegenstand: **Boden**
Auftraggeber / KD-Nr.: **GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig / 51932**
Projektbezeichnung: **Projekt: 6285 HRB Wendebach**
Probeneingang am / durch: **23.03.2012 / Paketdienst**
Prüfzeitraum: **23.03.2012 - 03.04.2012**

Probenbezeichnung / **Parameter** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 1 (1.8.9)** 12-10607-001	Bestimmungsgrenze	*Methode*
Analyse der Originalprobe				
spezifische Bodenart		nicht spezifisch*		*DIN 19682-2;L*
Trockenrückstand 105°C	%	57,3	0,1	*DIN EN 12880 (S2a);L*
Analyse bez. auf den Trockenrückstand				
Cyanid gesamt	mg/kg	< 0,05	0,05	*E DIN ISO 11262;L*
Nitrat	mg/kg	< 250	250	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Phosphor	mg/kg	310	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Schwefel gesamt	mg/kg	1010	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Ammonium (NH4)	mg/kg	< 100	100	*DIN 38406 E5-2;L*
Aluminium	mg/kg	8960	10	*DIN EN ISO 17294;L*
Arsen	mg/kg	3,9	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Blei	mg/kg	12,1	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Cadmium	mg/kg	0,16	0,1	*DIN EN ISO 17294;L*
Calcium	mg/kg	18000	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Chrom gesamt	mg/kg	13,9	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Kalium	mg/kg	1680	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Kupfer	mg/kg	10,6	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Magnesium	mg/kg	2900	10	*DIN EN ISO 17294;L*
Natrium	mg/kg	150	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Nickel	mg/kg	10,4	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	0,1	*DIN EN 1483;L*
Thallium	mg/kg	< 0,4	0,4	*DIN EN ISO 17294;L*
Zink	mg/kg	55,5	1	*DIN EN ISO 17294;L*
EOX	mg/kg	< 1	1	*DIN 38414 S17;L*
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg	< 50	50	*LAGA KW04;L*

20120403-5074724

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium mit der Erfüllung der Anforderungen der Verwaltungsvereinbarung BAM / OFD Hannover. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.
Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte sowie deren Verwendung zu Werbezwecken bedürfen- auch auszugsweise - unserer schriftlichen Genehmigung.

Parameter / **Probenbezeichnung** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 1 (1.8.9)** 12-10607-001	Bestimmungsgrenze	*Methode*
KW-Index, mobil	mg/kg	< 50	50	*LAGA KW04;L*
KW-Typ		keine Zuordnung		*LAGA KW04;L*
TOC, s	%	2,0	0,01	*DIN ISO 10694;L*
BTX				
Benzol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Toluol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Ethylbenzol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
m- und p-Xylol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
o-Xylol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
*Summe BTEX	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
LHKW				
Dichlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Trichlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,2-Dichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Tetrachlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Trichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Tetrachlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1-Dichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Summe LHKW	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
PAK				
Naphthalin	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,5	0,5	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Acenaphthen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Fluoren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Phenanthren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Fluoranthen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[a]anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Chrysen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[b]fluoranthen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[k]fluoranthen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[ghi]perylen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Indeno[1,2,3-cd]pyren*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Summe PAK nach EPA	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
*PAK nach TVO	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*

Parameter / **Probenbezeichnung** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 1 (1.8.9)** 12-10607-001	Bestimmungsgrenze	*Methode*
PCB				
PCB-028	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-052	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-101	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-138	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-153	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-180	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
Summe PCB-6	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
Analyse vom Eluat				
pH-Wert		7,8	1	*DIN 38404 C5;L*
Temperatur (pH-Wert)	°C	19		*DIN 38404 C4;L*
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	301		*DIN EN 27888;L*
Chlorid	mg/l	1,7	1	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Cyanid gesamt	µg/l	< 5	5	*DIN 38405 D13/14-1;L*
Sulfat	mg/l	46,4	1	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Arsen	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Blei	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Cadmium	µg/l	< 1	1	*DIN EN ISO 11885;L*
Chrom gesamt	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Kupfer	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Nickel	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,2	*DIN EN 1483;L*
Zink	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Phenol-Index	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 14402;L*
Hinweise zur Probenvorbereitung				
Säureaufschluß		-		*DIN EN 13346 (S7a);L*
Soda-Auszug		-		*SOP-264-UCL;L*
Elution nach DEV S4		-		*DIN 38414-4 (S4);L*

n.n. = kleiner Bestimmungsgrenze n.b. = nicht bestimmbar - = nicht bestimmt ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, W=Westerrönfeld

Kommentare
DIN 19682-2
* Für die Bodenart "nicht spezifisch" gelten entsprechend der LAGA im Feststoff die Zuordnungswerte Z0 Tab.II 1.2.-2 für Lehm/Schluff sowie im Eluat die Zuordnungswerte Z0 Tab.II 1.2.-3.
KW-Typ LAGA KW04
keine Zuordnung möglich

Probe-Nr.: **12-10607-002**
Prüfgegenstand: **Boden**
Auftraggeber / KD-Nr.: **GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig / 51932**
Projektbezeichnung: **Projekt: 6285 HRB Wendebach**
Probeneingang am / durch: **23.03.2012 / Paketdienst**
Prüfzeitraum: **23.03.2012 - 03.04.2012**

Probenbezeichnung / **Parameter** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 2 (2.3.4)** 12-10607-002	Bestimmungsgrenze	*Methode*
Analyse der Originalprobe				
spezifische Bodenart		nicht spezifisch*		*DIN 19682-2;L*
Trockenrückstand 105°C	%	69,1	0,1	*DIN EN 12880 (S2a);L*
Analyse bez. auf den Trockenrückstand				
Cyanid gesamt	mg/kg	< 0,05	0,05	*E DIN ISO 11262;L*
Nitrat	mg/kg	< 250	250	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Phosphor	mg/kg	260	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Schwefel gesamt	mg/kg	730	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Ammonium (NH4)	mg/kg	< 100	100	*DIN 38406 E5-2;L*
Aluminium	mg/kg	5690	10	*DIN EN ISO 17294;L*
Arsen	mg/kg	3,1	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Blei	mg/kg	8,40	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Cadmium	mg/kg	0,14	0,1	*DIN EN ISO 17294;L*
Calcium	mg/kg	14600	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Chrom gesamt	mg/kg	12,3	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Kalium	mg/kg	1070	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Kupfer	mg/kg	11,1	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Magnesium	mg/kg	2000	10	*DIN EN ISO 17294;L*
Natrium	mg/kg	150	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Nickel	mg/kg	7,3	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	0,1	*DIN EN 1483;L*
Thallium	mg/kg	< 0,4	0,4	*DIN EN ISO 17294;L*
Zink	mg/kg	38,7	1	*DIN EN ISO 17294;L*
EOX	mg/kg	< 1	1	*DIN 38414 S17;L*
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg	< 50	50	*LAGA KW04;L*
KW-Index, mobil	mg/kg	< 50	50	*LAGA KW04;L*
KW-Typ		keine Zuordnung		*LAGA KW04;L*
TOC, s	%	1,4	0,01	*DIN ISO 10694;L*
BTX				
Benzol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Toluol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Ethylbenzol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
m- und p-Xylol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
o-Xylol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
*Summe BTEX	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*

Parameter / **Probenbezeichnung** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 2 (2.3.4)** 12-10607-002	Bestimmungsgrenze	*Methode*
LHKW				
Dichlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Trichlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,2-Dichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Tetrachlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Trichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Tetrachlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1-Dichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Summe LHKW	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
PAK				
Naphthalin	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,5	0,5	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Acenaphthen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Fluoren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Phenanthren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Fluoranthen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[a]anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Chrysen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[b]fluoranthen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[k]fluoranthen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[ghi]perylen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Indeno[1,2,3-cd]pyren*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Summe PAK nach EPA	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
*PAK nach TVO	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
PCB				
PCB-028	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-052	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-101	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-138	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-153	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-180	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
Summe PCB-6	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*

Parameter / **Probenbezeichnung** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 2 (2.3.4)** / 12-10607-002	Bestimmungsgrenze	*Methode*
Analyse vom Eluat				
pH-Wert		8,6	1	*DIN 38404 C5;L*
Temperatur (pH-Wert)	°C	19		*DIN 38404 C4;L*
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	291		*DIN EN 27888;L*
Chlorid	mg/l	1,6	1	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Cyanid gesamt	µg/l	< 5	5	*DIN 38405 D13/14-1;L*
Sulfat	mg/l	56,1	1	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Arsen	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Blei	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Cadmium	µg/l	< 1	1	*DIN EN ISO 11885;L*
Chrom gesamt	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Kupfer	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Nickel	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,2	*DIN EN 1483;L*
Zink	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Phenol-Index	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 14402;L*
Hinweise zur Probenvorbereitung				
Säureaufschluß		-		*DIN EN 13346 (S7a);L*
Soda-Auszug		-		*SOP-264-UCL;L*
Elution nach DEV S4		-		*DIN 38414-4 (S4);L*

n.n. = kleiner Bestimmungsgrenze n.b. = nicht bestimmbar - = nicht bestimmt ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, W=Westerrönfeld

Kommentare
DIN 19682-2
* Für die Bodenart "nicht spezifisch" gelten entsprechend der LAGA im Feststoff die Zuordnungswerte Z0 Tab.II 1.2.-2 für Lehm/Schluff sowie im Eluat die Zuordnungswerte Z0 Tab.II 1.2.-3.
KW-Typ LAGA KW04
keine Zuordnung möglich

Probe-Nr.: **12-10607-003**
Prüfgegenstand: **Boden**
Auftraggeber / KD-Nr.: **GGU Gesellschaft für Umwelttechnik mbH, Am Hafen 22, 38112 Braunschweig / 51932**
Projektbezeichnung: **Projekt: 6285 HRB Wendebach**
Probeneingang am / durch: **23.03.2012 / Paketdienst**
Prüfzeitraum: **23.03.2012 - 03.04.2012**

Probenbezeichnung / **Parameter** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 3 (5.6.7)** 12-10607-003	Bestimmungsgrenze	*Methode*
Analyse der Originalprobe				
spezifische Bodenart		nicht spezifisch*		*DIN 19682-2;L*
Trockenrückstand 105°C	%	51,9	0,1	*DIN EN 12880 (S2a);L*
Analyse bez. auf den Trockenrückstand				
Cyanid gesamt	mg/kg	< 0,05	0,05	*E DIN ISO 11262;L*
Nitrat	mg/kg	< 250	250	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Phosphor	mg/kg	410	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Schwefel gesamt	mg/kg	1140	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Ammonium (NH4)	mg/kg	< 100	100	*DIN 38406 E5-2;L*
Aluminium	mg/kg	10700	10	*DIN EN ISO 17294;L*
Arsen	mg/kg	4,5	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Blei	mg/kg	15,4	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Cadmium	mg/kg	0,22	0,1	*DIN EN ISO 17294;L*
Calcium	mg/kg	12600	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Chrom gesamt	mg/kg	16,5	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Kalium	mg/kg	1990	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Kupfer	mg/kg	13,5	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Magnesium	mg/kg	3400	10	*DIN EN ISO 17294;L*
Natrium	mg/kg	170	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Nickel	mg/kg	12,6	1	*DIN EN ISO 17294;L*
Quecksilber	mg/kg	< 0,1	0,1	*DIN EN 1483;L*
Thallium	mg/kg	< 0,4	0,4	*DIN EN ISO 17294;L*
Zink	mg/kg	71,2	1	*DIN EN ISO 17294;L*
EOX	mg/kg	< 1	1	*DIN 38414 S17;L*
Kohlenwasserstoffindex	mg/kg	< 50	50	*LAGA KW04;L*
KW-Index, mobil	mg/kg	< 50	50	*LAGA KW04;L*
KW-Typ		keine Zuordnung		*LAGA KW04;L*
TOC, s	%	3,1	0,01	*DIN ISO 10694;L*
BTX				
Benzol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Toluol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Ethylbenzol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
m- und p-Xylol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
o-Xylol*	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
*Summe BTEX	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*

Parameter / **Probenbezeichnung** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 3 (5.6.7)** 12-10607-003	Bestimmungsgrenze	*Methode*
LHKW				
Dichlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Trichlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,2-Dichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1,2-Trichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Tetrachlormethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Trichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Tetrachlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1-Dichlorethan	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
1,1-Dichlorethen	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
Summe LHKW	mg/kg	< 0,05	0,05	*DIN ISO 22155;L*
PAK				
Naphthalin	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Acenaphthylen	mg/kg	< 0,5	0,5	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Acenaphthen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Fluoren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Phenanthren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Fluoranthen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[a]anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Chrysen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[b]fluoranthen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[k]fluoranthen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[a]pyren	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Dibenz[ah]anthracen	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Benzo[ghi]perylen*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Indeno[1,2,3-cd]pyren*	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
Summe PAK nach EPA	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
*PAK nach TVO	mg/kg	< 0,05	0,05	*LUA Merkbl. Nr.1 NRW;L*
PCB				
PCB-028	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-052	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-101	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-138	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-153	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
PCB-180	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*
Summe PCB-6	mg/kg	< 0,01	0,01	*DIN ISO 10382;L*

Parameter / **Probenbezeichnung** / Probe-Nr. / Einheit		**MP 3 (5.6.7)** 12-10607-003	Bestimmungsgrenze	*Methode*
Analyse vom Eluat				
pH-Wert		8,4	1	*DIN 38404 C5;L*
Temperatur (pH-Wert)	°C	19		*DIN 38404 C4;L*
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	333		*DIN EN 27888;L*
Chlorid	mg/l	2,2	1	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Cyanid gesamt	µg/l	< 5	5	*DIN 38405 D13/14-1;L*
Sulfat	mg/l	35,1	1	*DIN EN ISO 10304-1;L*
Arsen	µg/l	16	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Blei	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Cadmium	µg/l	< 1	1	*DIN EN ISO 11885;L*
Chrom gesamt	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Kupfer	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Nickel	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,2	*DIN EN 1483;L*
Zink	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 11885;L*
Phenol-Index	µg/l	< 10	10	*DIN EN ISO 14402;L*
Hinweise zur Probenvorbereitung				
Säureaufschluß		-		*DIN EN 13346 (S7a);L*
Soda-Auszug		-		*SOP-264-UCL;L*
Elution nach DEV S4		-		*DIN 38414-4 (S4);L*

n.n. = kleiner Bestimmungsgrenze n.b. = nicht bestimmbar - = nicht bestimmt ° = nicht akkreditiert FV = Fremdvergabe
Standortkennung (Der Norm nachgestellte Buchstabenkombination): H=Hannover, KI=Kiel, L=Lünen, W=Westerrönfeld

Kommentare
DIN 19682-2
* Für die Bodenart "nicht spezifisch" gelten entsprechend der LAGA im Feststoff die Zuordnungswerte Z0 Tab.II 1.2.-2 für Lehm/Schluff sowie im Eluat die Zuordnungswerte Z0 Tab.II 1.2.-3.
KW-Typ LAGA KW04
keine Zuordnung möglich

i. A. Esser-Mönning

Hannover, den 03.04.2012 Dr. Dipl.-Agrar-Ing. Katrin Esser-Mönning (Kundenbetreuer)

Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH

GGU mbH • Am Hafen 22 • 38112 Braunschweig

Braunschweig
Telefon +49 (0)531 / 312895
Telefax +49 (0)531 / 313074
www.ggu.de
post-bs@ggu.de

Baugrund
Grundwasser
Umwelttechnik / Altlasten
Damm- und Deichbau
Straßen- und Erdbau
Spezialtiefbau
Deponiebau
Kunststofftechnik
Software-Entwicklung

NLWKN
Betriebsstelle Süd
Rudolf-Steiner-Straße 5

38120 Braunschweig

18.06.2012

Baugrunderkundung
Feldmesstechnik
Prüflabore für Boden
Prüflabor für Kunststoff
Inspektionsstelle

Braunschweig
Magdeburg
Öhringen
Schwerin

Talsperre Wendebach

Damm: Erdstatische Nachweise nach DIN 19 700

Bericht: 6285.4/2012

Verteiler:

NLWKN Betriebsstelle Süd Amadeus.Meinhardt@nlwkn-bs.niedersachsen.de	1-fach 1-fach digital
NLWKN Direktion GB VI, Talsperrenaufsicht Rudolf-Steiner-Straße 5 38120 Braunschweig Maike.Lindemann@nlwkn-bs.niedersachsen.de	1-fach 1-fach digital
Ingenieurgesellschaft Heidt & Peters mbH Sprengerstraße 38 c 29223 Celle Frank.Gries@heidt-peters.de	1-fach 1-fach digital

Bearbeiter: Dr.-Ing. C. Stoewahse

Beratende Ingenieure VBI,
BDB, DWA, DGGT, ITVA, BWK
Sachverständige für
Erd- und Grundbau
Vereidigte Sachverständige

Amtsgericht Braunschweig
HRB 9354
Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Joachim Schmidt
Prof. Dr.-Ing. Johann Buß
Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Peter Grubert, M.Sc.

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-IS-11147-01-00
DAP-PL-3299.99

Inhalt

1 Vorbemerkung 4

2 Unterlagen 4

3 Bauwerk 5

4 Untergrund -und Grundwasserverhältnisse 5

4.1 Bodenverhältnisse 5

5 Bodenkenngrößen 7

6 Sicherheitskonzept 8

6.1 Allgemeines 8

6.2 Standsicherheit 10

6.3 Untergrundhydraulik 11

6.4 Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch 11

6.5 Materialtransport 12

7 Nachweise Staudamm 13

7.1 Allgemeines 13

7.2 Untergrundhydraulik 14

7.3 Globale Standsicherheit 14

7.4 Lokale Standsicherheit 15

7.5 Materialtransport 15

7.6 Lagesicherheit der Deckschicht am Dammfuß 17

8 Zusammenfassung 17

Anlagen

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan
Anlage 1.2	Lageplan
Anlage 1.3	Schnitt A-A
Anlage 2	Untergrundhydraulik
Anlage 2.1	System und Randbedingungen
Anlage 2.2	BS-P.1: Dauerstauziel
Anlage 2.3	BS-A.1: Ausfall Dichtung
Anlage 2.4	BS-A.2: Kronenstau
Anlage 3	Standsicherheit
Anlage 3.1	BS-P: Normalstau
Anlage 3.2	BS-T.1: Ausfall Dichtung
Anlage 3.3	BS-T.2: Schnelle Wasserspiegelabsenkung
Anlage 3.4	BS-A: Kronenstau
Anlage 4	Körnungslinien
Anlage 5	Lagesicherheit Dammfuß

1 Vorbemerkung

Die Talsperre Wendebach soll umgebaut werden. Die vorhandene Hochwasserentlastungsanlage wird dabei durch eine ungeregelte Hochwasserentlastung in Dammmitte ersetzt. Der Damm wird im Bauwerksbereich teilweise abgetragen.

Standsicherheitsnachweise für den vorhandenen Damm wurden 1976 geführt. Seitdem sind verschiedene Baumaßnahmen zur Ertüchtigung des Bauwerks durchgeführt worden. Neue Standsicherheitsnachweise nach den aktuellen Vorschriften wurden nicht geführt.

Die GGU wurde mit den Standsicherheitsnachweisen für den geplanten Damm beauftragt. Die Ergebnisse sind in diesem Bericht zusammengestellt.

2 Unterlagen

Folgende Unterlagen standen für die Bearbeitung zur Verfügung:

[1] Gutachten über geologische, hydrogeologische und ingenieurgeologische Untersuchungen im Wendebach-Gebiet zwischen Niedernjesa und Reinhausen bei Göttingen, NLfB, 15.11.1960

[2] Hochwasserrückhaltebecken Wendebach - Zwischenbericht über den Stand der Injektions- und Bohrarbeiten und deren Ergebnisse, Geotechnisches Büro Olpe, 22.12.1975

[3] Ergänzungsbericht zum Ingenieurgeologischen Gutachten für den Abschlußdamm des Hochwasser-Rückhaltebeckens Wendebach, NLfB, 05.06.1967

[4] Staudamm Wendebach - Standsicherheit des Dammes, 2. Bericht Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Hamburg, 01.12.1976

[5] Hochwasserrückhaltebecken Wendebach - Geotechnische Beratung - Beurteilung der Standsicherheit des Dammes mit Fußfilterschaden, Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Hamburg, 27.02.2003

[6] Hochwasserrückhaltebecken Wendebach - Geotechnische Beratung - Ergebnisse des Probestaus Mai 2004, Grundbauingenieure Steinfeld und Partner, Hamburg, 30.11.2004

[7] 2. Bericht zur Bestandaufnahme der Geologie und Hydrogeologie des Wendebachgebietes sowie der zum Hochwasserrückhaltebecken gehörenden Bauwerke, Auswertung der Probestau und Beschreibung denkbarer Sanierungsmöglichkeiten, Ing.-Büro Dipl.-Ing. J. Lübbers, Lutter am Barenberge, 08.08.1992

[8] Lageplan, Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters, Celle, E-Mail, 16.02.2012

[9] Lageplan und Schnitte, Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters, Celle, E-Mail, 01.03.2012

[10] Talsperre Wendebach - Baugrunderkundungen im Bereich der neuen Hochwasserentlastungsanlage, Bericht 6285.2/2012, GGU Braunschweig, 10.05.2012

3 Bauwerk

Die Talsperre Wendebach liegt südlich von Göttingen im Lauf des Wendebachs. Sie wird im Dauerstau bei 171,00 m NN betrieben. Als Sperrbauwerk dient ein etwa 15 m hoher und rd. 200 m langer Erddamm mit einem Auslaufbauwerk und einer Hochwasserentlastung. Die wasserseitige und luftseitige Böschung sind 1: 3,5 bzw. 1 : 2,5 geneigt.

Der Damm besteht aus gebrochenem Kalkstein (Ceratitenschichten) als Stützkörper. Wasserseitig ist eine Dichtung aus bindigem Boden aufgebaut. Am luftseitigen Dammfuß ist eine Dränage angeordnet.

Wegen Umläufigkeiten am Damm und im angrenzenden Gebirge wurden verschiedene Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen wie Belastungsfilter, Injektionsschleier, Spundwände ausgeführt, die hier nicht weiter erläutert werden. Die Einzelmaßnahmen sind z. B. in [5] beschrieben.

Der Abschlussdamm soll teilweise zurückgebaut und mit einer ungeregelten Hochwasserentlastung in Dammmitte versehen werden. Das Dauerstauziel bleibt bei 171,00 m NN erhalten. Der Damm wird im Bereich des Bauwerks von ehemals 182,00 auf 175,00 m NN abgetragen.

Der Damm verfügt mit der Außendichtung über ein Sicherungselement. Unter der Dichtung befindet sich im Übergang zum Stützkörper ein Flächenfilter.

Die Dammfußdränage ist nach den Feststellungen in [4] und [5] nicht filterstabil aufgebaut. Sie wird daher in den Berechnungen nicht als Sicherungselement berücksichtigt.

Lagepläne und ein Längsschnitt sind in Anlage 1.1 bis Anlage 1.3 enthalten.

4 Untergrund -und Grundwasserverhältnisse

4.1 Bodenverhältnisse

Die Ergebnisse der Baugrunderkundungen sind in den oben genannten Unterlagen umfassend dargestellt.

Der **Damm** ist auf der Wasserseite mit einer Deckschicht (Dichtung) aus

tonigem Schluff

mit einer Dicke von bis zu 4,4 m versehen. Darunter folgen eine bis zu 1 m dicke Schicht

Sand,

bei dem es sich um den Zwischenfilter handelt [4], und der Stützkörper aus

kiesigem und sandigem Schluff,

der auch Steinanteile enthält, die jedoch mit dem verwendeten Bohrverfahren nicht geborgen werden konnten. Das Stützkörpermaterial ist der gebrochene und verdichtet eingebaute **Ceratitenkalk**, der auch im Untergrund des Wendebachtals ansteht.

Im Dammlager steht

Schluff (teilweise aufgefüllt)

über

Sand

an. Bei dem Sand handelt es sich um den in den Altunterlagen als „Fließerde“ bezeichneten Boden. Bei 163 bis 161 m NN liegt der Übergang zum

Festgestein.

Nach den Archivunterlagen [1] steht in der Talsohle **umgelagerter Keuper** an, der aus rotgrauem, vorwiegend tonigem Material besteht. In [3] wird der Verwitterungshorizont als „schwerer Boden“ bis „leichter Fels“ eingestuft. In der im April 2012 im Bereich des geplanten Tosbeckens abgeteuften Bohrung B 1/2012 wurde der Keuper in einer Tiefe von 5 bis 7 m unter Gelände angetroffen. Bodenmechanisch wurde er als sandiger und kiesiger Schluff in steifer bis halbfester Konsistenz angesprochen. Die Sand- und Kiesanteile werden aus Tonsteinstückchen gebildet.

Darunter folgen die **Ceratitenschichten**, die aus Wechselfolgen aus Ton- und Mergelstein und dünnbankigem Kalkstein bestehen. In einer Tiefe von 12,25 bis 13,25 m unter Gelände wurde eine Schicht aus kalkhaltigem Sand angetroffen. Darunter folgt wiederum Kalkstein.

Zu den Talflanken hin läuft die Keuperscholle aus. Hier steht unter den nichtbindigen Fließerden der Verwitterungshorizont der Ceratitenschichten an.

5 Bodenkenngrößen

Nach [1], [3], [2], [4] und [7] können folgende charakteristische Bodenkenngrößen angesetzt werden.

Damm

Reibungswinkel	φ'_k	=	30°
Kohäsion	c'_k	=	5 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	20 / 10 kN/m³
Wasserdurchlässigkeit	k	=	$5 \cdot 10^{-6}$ m/s

Dichtung

Reibungswinkel	φ'_k	=	25°
Kohäsion	c'_k	=	5 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	19,5 / 9,5 kN/m³
Wasserdurchlässigkeit	k	=	$1 \cdot 10^{-8}$ m/s

Auelehm
(168,5 - 166,0 m NN)

Reibungswinkel	φ'_k	=	25°
Kohäsion	c'_k	=	5 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	19,5 / 9,5 kN/m³
Wasserdurchlässigkeit	k	=	$1 \cdot 10^{-8}$ m/s

Sand (Fließerde)
(166,0 - 164,0 m NN)

Reibungswinkel	φ'_k	=	30°
Kohäsion	c'_k	=	0 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	19 / 11 kN/m³
Wasserdurchlässigkeit	k	=	$1 \cdot 10^{-8}$ m/s
Wasserdurchlässigkeit	k	=	$1 \cdot 10^{-5}$ m/s

Keuper, umgelagert
(164,0 - 161,5 m NN)

Reibungswinkel	φ'_k	=	27,5°
Kohäsion	c'_k	=	5 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	20 / 10 kN/m³
Wasserdurchlässigkeit	k	=	$1 \cdot 10^{-7}$ m/s

Ceratitenschichten
(161,5 - 156,5)

Reibungswinkel	φ'_k	=	30°
Kohäsion	c'_k	=	10 kN/m²
Wichte	γ / γ'	=	20 / 10 kN/m³
Wasserdurchlässigkeit	k	=	$1 \cdot 10^{-4}$ m/s

6 Sicherheitskonzept

6.1 Allgemeines

Tabelle 1 der DIN 19700-11 „Talsperren“ vom Juli 2004 enthält die bei Staudämmen nachzuweisenden Lastfälle.

Tabelle 1: Lastfälle bei Staudämmen DIN 19 700-11:2004-07

Einwirkungen		Lastfälle (Einwirkungskombinationen)							
		LF 1		LF 2				LF 3	
		1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2
Gruppe 1	Eigenlast	x	x	x	x	x	x	x	x
	Verkehrs- und Auflast	x	x	x	x	x	x	x	x
	Wasser- und Strömungsdruck bei Vollstau	x				x	x		x
Gruppe 2	Wasser- und Strömungsdruck bei Hochwasserstauziel 1 (Z_{H1})			x					
	schnellstmögliche Wasserspiegelabsenkung				x[b]				
	außerplanmäßige Betriebszustände					x			
	Betriebserdbeben						x		
Gruppe 3	Wasser- und Strömungsdruck bei Hochwasserstauziel 1 (Z_{H2})							x	
	Bemessungserdbeben								x
	Gesamtsicherheitsbeiwert nach DIN 19700-11:2004-07	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1

a Bau- und Konsolidierungszustände bis zum ersten Einstau sowie Zustand leeres Becken
b beginnend vom Vollstau

Die Norm gibt für die Sicherheitsnachweise von Tragwerk und Untergrund Gesamtsicherheitsbeiwerte an. Die Nachweisführung nach dem Teilsicherheitskonzept nach DIN 1054 oder EC 7 ist noch nicht berücksichtigt aber zulässig. Es wird jedoch empfohlen, im Zuge von Nachweisführungen beide Konzepte vergleichend anzuwenden.

Hier werden die Nachweise nach dem Teilsicherheitskonzept geführt.

DIN 1054:2010-12 definiert die vormaligen Lastfälle als Bemessungssituationen.

Die **Bemessungssituation BS-P** ist die ständige Bemessungssituation und entspricht dem Lastfall LF 1.

Die **Bemessungssituation BS-T** beschreibt die vorübergehende Bemessungssituation für Bau- und Revisionszustände und wurde bisher als Lastfall LF 2 bezeichnet.

Die **Bemessungssituation BS-A** ist eine außergewöhnliche Bemessungssituation, bei der zusätzlich zu den Bemessungssituationen BS-P bzw. BS-T eine außergewöhnliche Einwirkung zu berücksichtigen ist. Hierbei handelt es sich um den ehemaligen Lastfall LF 3.

Der Situation infolge von Erdbeben wird die **Bemessungssituation BS-E** zugeordnet. Das Bauwerk liegt in der Erdbebenzone 0. Der Nachweis dieser Bemessungssituation kann entfallen.

Folgende Teilsicherheitsbeiwerte sind für den Grenzzustand GEO-3 (vormals GZ 1C) anzusetzen. In der Bemessungssituation BS-E werden keine Teilsicherheitsbeiwerte angesetzt.

Tabelle 2: Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen im Grenzzustand GEO-3

		BS-P	**BS-T**	**BS-A**	**BS-E**
Ständige Einwirkungen	γ_G	1,00	1,00	1,00	1,00
Ungünstig veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,30	1,20	1,00	1,00

Tabelle 3: Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände im Grenzzustand GEO-3

		BS-P	**BS-T**	**BS-A**	**BS-E**
Reibungsbeiwert tanφ'	γ_φ				
Kohäsion c'	γ_c	1,25	1,15	1,10	1,00
undränierte Scherfestigkeit c_u	γ_{cu}				

Gegenüber dem „alten“ Globalsicherheitskonzept werden die Einwirkungen und Widerstände mit Teilsicherheiten beaufschlagt. Die Größe dieser Sicherheitsbeiwerte ist abhängig vom

Lastfall bzw. der Bemessungssituation (siehe obige Tabellen). Der Standsicherheitsnachweis ist erbracht, wenn die Summe der Widerstände größer ist als die Summe der Einwirkungen. Dieser Ausnutzungsgrad μ ist bei einem standsicheren System kleiner oder gleich 1,0. Analog zur alten Sicherheitsdefinition kann ein Ausnutzungsgrad μ als Quotient der γ-fachen Einwirkungen und der $1/\gamma$-fachen Widerstände ermittelt werden. Bei einem Wert größer als 1,0 ist das System nicht ausreichend standsicher. Beim Vergleich des Ausnutzungsgrades μ mit dem alten Sicherheitsbeiwert η ist zu beachten, dass im Ausnutzungsgrad bereits die Teilsicherheiten enthalten sind.

6.2 Standsicherheit

Der Damm verfügt mit der Außendichtung über ein Sicherungselement. Die Dammfußdränage ist nach den Feststellungen in [4] und [5] nicht filterstabil aufgebaut. Sie wird daher in den Berechnungen nicht als Sicherungselement berücksichtigt.

Nach DIN 1054:2010-12 und auch nach E DIN 19 712 „Flussdeiche“ sind Einwirkungen aus dem Ausfall von Betriebs- und Sicherungseinrichtungen - wie Dichtungen oder Dränagen - der Bemessungssituation BS-A zuzuordnen. Der Lastfall „Schnelle Wasserspiegelabsenkung“ ist hingegen nach E DIN 19 712 in die Bemessungssituation BS-P einzustufen.

Für die hier geführten Nachweise werden diese Lastfälle alle der Bemessungssituation BS-T zugewiesen, da diese Bemessungssituation in ihrem Sicherheitsniveau dem Lastfall LF 2 der der DIN 19 700 entspricht.

Folgende Bemessungssituationen werden betrachtet:

BS-P	Dauerstau
BS-T.1	Ausfall Dichtung
BS-T.2	Schnelle Wasserspiegelabsenkung
BS-A	Kronenstau

Die **lokale Standsicherheit** der Böschung kann durch den vereinfachten Ansatz böschungsparalleler Gleitflächen berechnet werden. Bei Dämmen aus nichtbindigen Böden wird eine ausreichende Sicherheit eingehalten, wenn gilt:

$\tan\beta \leq \tan\varphi'_d$ oberhalb der Sickerlinie

$\tan\beta \leq \frac{1}{2} \cdot \tan\varphi'_d$ unterhalb der Sickerlinie.

Hierbei sind φ'_d der Bemessungswert des Reibungswinkels und β der Böschungswinkel des Dammes.

Alternativ und bei bindigem Dammmaterial können flach einschneidende oberflächennahe Gleitfugen gemäß DIN 4084:2009-01 untersucht werden.

6.3 Untergrundhydraulik

Grundlage für diese Nachweise ist das untergrundhydraulische System, das als wesentliche Randbedingung in die Berechnungen eingeht. Untergrundhydraulische Modelle werden für die ortsspezifischen Randbedingungen an Hand der Baugrundaufschlüsse erstellt. Die DIN 19700-11 „Talsperren“ gibt keine Hinweise zur Ermittlung der Porenwasserverteilungen und Sickerlinien im Damm. Üblich sind untergrundhydraulische Berechnungen an vertikal ebenen Systemen nach der Methode der Finiten Elemente. Die Porenwasserdruckverteilungen sind für alle maßgebenden untergrundhydraulischen Lastfälle zu ermitteln.

Diese sind entsprechend den erdstatischen Lastfällen:

BS-P Dauerstau

BS-T.1 Ausfall Dichtung

BS-A Kronenstau

Die so berechneten Porenwasserdruckverteilungen werden über eine Schnittstelle in das Berechnungssystem für die Standsicherheit übertragen.

6.4 Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch

Die Nachweise erfassen den Verlust der Lagesicherheit einer Bodenschicht infolge der hydrostatischen Auftriebskraft von Wasser (Aufschwimmen) und das Anheben von Bodenschichten infolge des nach oben gerichteten Strömungsdrucks von strömendem Grundwasser (hydraulischer Grundbruch) im Sinne des Grenzzustandes GZ 1A der DIN 1054:2005-01 bzw. die Bemessungssituationen UPL und HYD nach DIN 1054:2010-12.

Beim Nachweis gegen Aufschwimmen wird davon ausgegangen, dass die unter Auftrieb stehende Schicht wasserundurchlässig ist bzw. die Unterschiede der Wasserdurchlässigkeiten

sehr groß sind. In diesem Fall ist die Eigenlast des wassergesättigten Bodens bzw. des Baukörpers dem vollen in der Schnittfläche wirkenden Wasserdruck gegenüberzustellen.

Beim Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch wird die Bodenschicht als wasserdurchlässig angesehen und der Mechanismus als Strömungsproblem betrachtet. Dann ist die Eigenlast des unter Auftrieb stehenden Bodens der Strömungskraft gegenüberzustellen.

Grundsätzlich sind für Bodenschichten beide Mechanismen nachzuweisen. Üblicherweise wird jedoch bei bindigen Deckschichten lediglich der Nachweis gegen Aufschwimmen geführt und bei nichtbindigen Böden der Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch.

6.5 Materialtransport

Die Sicherheit gegen Materialtransport ist nachzuweisen für die Mechanismen der Suffosion und der Kontakterosion sowie in Sonderfällen der Fugenerosion. Die folgenden Hinweise gelten nur für Erdstoffe mit d_{10} > 0,002 mm und dispersive Tone. Bei allen anderen Erdstoffen ist aufgrund der Haftfestigkeit der Bodenteilchen nicht mit Materialtransport zu rechnen.

Folgende Böden gelten ohne besonderen Nachweis als suffosionssicher:

- $U \approx 1$,
- $U < 10$ und eine Körnungslinie, die in halblogarithmischer Darstellung einer Geraden entspricht,
- $I_D > 0{,}6$ bei $U > 10$ und einer Körnungslinie, die in halblogarithmischer Darstellung einer Geraden entspricht, oder
- $U < 8$ und stetige Körnungslinie

Zum Nachweis der Sicherheit gegen Materialtransport infolge von Suffosion und Kontakterosion wird von der Bundesanstalt für Wasserbau[1] das geometrische Kriterium nach CISTIN und ZIEMS empfohlen. Ist dieses Verfahren nicht anwendbar- z. B. wegen zu großen Fein-

[1] Laursen, C., Kayer, J. “Suffosiver Materialtransport in durchströmten Böden”, Bundesanstalt für Wasserbau, o. Jg.

kornanteils - sind andere Verfahren z. B. KENNEY und LAU[2] in Kombination mit dem Ansatz nach BURENKOVA, ISTOMINA oder LUBOĆKOV anzuwenden

An Bauwerken in Dämmen ist die Sicherheit gegen konzentrierte Durchströmung bzw. rückschreitende Erosion in der Fuge zwischen Bauwerk und Boden nachzuweisen. Als maßgebliche Größe zur Abschätzung der Gefahr einer konzentrierten Durchströmung bzw. Fugenerosion wird von CHUGAEV[3] das mittlere Gefälle der Sickerströmung entlang der Bauwerksgrenze genannt, das sogenannte Kontrollgefälle.

Tabelle 4: Zulässiges Kontrollgefälle nach CHUGAEV

Bodenart	$(i_K)_{zul}$
Dichter Ton	0,40 – 0,52
Grobsand, Kies	0,25 – 0,33
Schluffiger Ton	0,20 – 0,26
Mittelsand	0,15 – 0,20
Feinsand	0,12 – 0,16

7 Nachweise Staudamm

7.1 Allgemeines

Der Damm wird im Bereich der neuen Hochwasserentlastung auf 175,0 m NN abgetragen. Daneben bleibt er mit seiner alten Höhe erhalten. Dieses Dammprofil mit einer Kronenhöhe von 182,00 m NN wird für die Standsicherheitsberechnungen maßgebend. Im Lastfall „Kronenstau“ wird allerdings die Höhe an der neuen Hochwasserentlastung maßgebend.

Folgende Wasserstände und Höhen sind maßgebend:

Dauerstauziel:	171,00 m NN
Stauziel Kronenstau:	175,20 m NN
Gewässersohle Talsperre:	169,00 m NN
GOK Dammfuß:	168,50 m NN

[2] Kenney, T. C. (1985) “Internal Stability of Granular Filters”, Can. Geot. Joum., 22, 215 - 225 und Discussion 23, 420 - 423
[3] Davidenkoff, R. (1970) „Unterläufigkeit von Stauwerken“, Werner Verlag, Düsseldorf

Wasserstand Unterwasser HQ_{5000}:	168,00 m NN
Dammkrone:	182,00 m NN
Böschungsneigung Wasserseite:	1 : 3,5
Böschungsneigung Luftseite:	1 : 2,5

7.2 Untergrundhydraulik

Die Porenwasserdruckverteilungen für die in Abschnitt 6.3 genannten Lastfällen wurden mit einem vertikal ebenen Finite-Elemente-Modell berechnet. Das System und die Randbedingungen sind in Anlage 2.1 dargestellt. Der Flächenfilter unter der Dichtung wurde ebenso wie der Dammfußdrän auf der sicheren Seite liegend nicht modelliert.

Die Ergebnisse sind in Anlage 2.2 bis Anlage 2.4 als Linien gleicher Wasserstände dargestellt. Der Damm ist für die geplanten Stauziele sehr breit. Es bildet sich eine fast lineare Sickerlinie aus. Der Dammfußdrän wurde wegen der mangelnden Filterstabilität nicht als Sicherungselement angesetzt. Dieses hat keine signifikanten Auswirkungen auf den Verlauf der Sickerlinie.

Die Porenwasserdruckverteilungen wurden als Randbedingung in die Standsicherheitsberechnungen übertragen.

7.3 Globale Standsicherheit

Die Ergebnisse der Standsicherheitsberechnungen sind in Anlage 3.1 bis Anlage 3.4 dargestellt. Ausgewertet wurden Gleitkreise, die für die Gesamtstandsicherheit kennzeichnend sind. In die Isoasphalienfelder sind jeweils die Gleitkreise mit den geringsten Sicherheiten eingetragen. An die Gleitkreise sind zusätzlich die Porenwasserdruckverteilungen angetragen.

Maßgebend für die Standsicherheit der wasserseitigen Böschung wird die Bemessungssituation „Schnelle Wasserspiegelabsenkung“. In Anlehnung an die Festlegungen in DIN 19 712 „Flussdeiche“ wird davon ausgegangen, dass der Wasserstand vom Dauerstau auf 1/3 der Wasserhöhe über dem Vorland absinkt.

Die nachfolgende Tabelle 5 enthält die Ausnutzungsgrade. Eine nicht dargestellte Vergleichsrechnung nach dem alten Globalsicherheitskonzept ergibt die in der Tabelle aufgeführten Sicherheiten η.

Tabelle 5: Globale Böschungsbruchsicherheit - Ausnutzungsgrade

Bemessungssituation	**Luftseite**	**Wasser-seite**
BS-P: Dauerstauziel	0,74	—
BS-T.1: Ausfall Dichtung	0,68	—
BS-T.2: Schnelle Wasserspiegelabsenkung	—	0,54
BS-A: Kronenstau	0,72	—

7.4 Lokale Standsicherheit

Die Sickerlinie tritt nicht aus der Böschung aus. Für böschungsparallele Gleitflächen ergibt sich die lokale Standsicherheit ohne Ansatz einer Kohäsion zu:

Böschungsneigung 1 : 2,5 (tan β = 0,40)

charakteristischer Reibungswinkel φ'_k = 30°

Teilsicherheitsbeiwert LF 1 γ_φ = 1,25

$$\tan\beta = 0{,}40 \leq \tan\varphi_d = \frac{\tan\varphi'_k}{1{,}25} = \frac{\tan 30}{1{,}25} = 0{,}46$$

Die lokale Standsicherheit der Böschung ist nachgewiesen.

7.5 Materialtransport

Der Damm ist aus verschiedenen Erdstoffen aufgebaut. Die Körnungslinien aus [4] und [10] sind in Anlage 4 dargestellt.

Die Dichtung ist aus bindigem Boden aufgebaut. Dieser Boden kann ohne weiteren Nachweis als suffosionssicher betrachtet werden.

Der Filter zwischen Dichtung und Stützkörper ist als Zweistufenfilter aufgebaut. Körnungslinien des Zwischenfilters liegen nicht vor. Nach den Bestandsunterlagen ist die erste Filterstufe aus stark feinsandigem Mittelsand und die zweite Filterstufe aus grobsandigem Feinkies aufgebaut.

Für das **bindige Dichtungsmaterial** kann die Kontakterosion in der Grenze zum **Filter** nach dem Ansatz von REHFELD

$$zul\ d_k = \frac{0{,}25 \cdot c_0}{1{,}1 \cdot i\gamma_w + \gamma' \cdot \cos\beta}$$

$$zul\ d_k \geq vorh\ d_k \leq 5\ bis\ 10\ mm$$

mit: d_k: Porenkanaldurchmesser
c_0: Zugfestigkeit des Bodens
β: Böschungswinkel
γ_w: Wichte des Wasser
γ': Wichte des Bodens unter Auftrieb

ermittelt werden. Der Ansatz untersucht das Herausbrechen von Aggregaten und betrachtet ein Kräftegleichgewicht zwischen der Zugfestigkeit des Bodens als rückhaltende Kraft und dem Eigengewicht und der Strömungskraft als treibende Kräfte.

In den untergrundhydraulischen Berechnungen wurde der Zwischenfilter nicht berücksichtigt. Ein detaillierter Nachweis der Kontakterosion kann somit entfallen. Erfahrungsgemäß sind Schichtgrenzen zwischen bindigem Dichtungsmaterial und Sand unkritisch.

Der Stützkörper ist aus gebrochenem Kalkstein der Ceratitenschichten aufgebaut. Körnungslinien des Dammmaterials sind in [4] und [10] enthalten und in Anlage 4 dargestellt. Die Körnungslinie aus [4] stellt den groben Rand des Körnungsbandes dar. Dieser Boden ist bindig und damit als suffosionssicher anzusehen.

Das in GGU-Bericht 6285.2/2012 untersuchte Dammmaterial ist grobkörniger und weit gestuft. Es hat einen Tonanteil von 20 % und einen Gesamtschlämmkornanteil von 50 %. Er ist auch als bindig einzustufen. Da der Damm kaum durchströmt ist und die hydraulischen Gradienten mit maximal $i \approx 0{,}1$ klein sind, kann das Dammmaterial ohne weiteren Nachweis als suffosionssicher angesehen werden.

Für den Nachweis der Fugenerosion an der neuen Hochwasserentlastung wird eine Fuge unter dem Bauwerk maßgebend. Der Abstand zwischen Oberwasser und Tosbecken beträgt rd. 105 m. Im Lastfall „Kronenstau“ beträgt das maximale Potentialgefälle am Bauwerk Δh = 175,2 - 168,0 = 7,2 m. Damit ergibt sich ein hydraulisches Gefälle von i = 7,2/105 = 0,069. Dieses ist deutlich kleiner als das kleinste Kontrollgefälle nach Tabelle 4. Der Nachweis gegen Fugenerosion am Bauwerk ist damit erbracht.

Unabhängig davon sollte Wasserwegigkeiten am Bauwerk durch in den benachbarten Boden einbindende Querwände unterbunden werden.

7.6 Lagesicherheit der Deckschicht am Dammfuß

Am Dammfuß wirken in der Sandschicht (Fließerde) unterhalb des Auelehms auftreibende Wasserdrücke. Nach der untergrundhydraulischen Berechnung für den Lastfall „Kronenstau“ beträgt das Potential am Dammfuß 169,6 m NN. In Anlage 5 sind die Nachweise gegen Aufschwimmen und hydraulischen Grundbruch der Auelehmschicht am Dammfuß enthalten. Die Berechnungen wurden auf der sicheren Seite liegend mit den Potentialen der BS-A „Kronenstau“ und den höheren Teilsicherheiten für die ständige Bemessungssituation BS-P durchgeführt.

Die Deckschicht ist sicher gegen Aufschwimmen und hydraulischen Grundbruch.

8 Zusammenfassung

Die Talsperre Wendebach soll umgebaut werden. Die vorhandene Hochwasserentlastungsanlage wird dabei durch eine ungeregelte Hochwasserentlastung in Dammmitte ersetzt. Der Damm wird im Bauwerksbereich teilweise abgetragen.

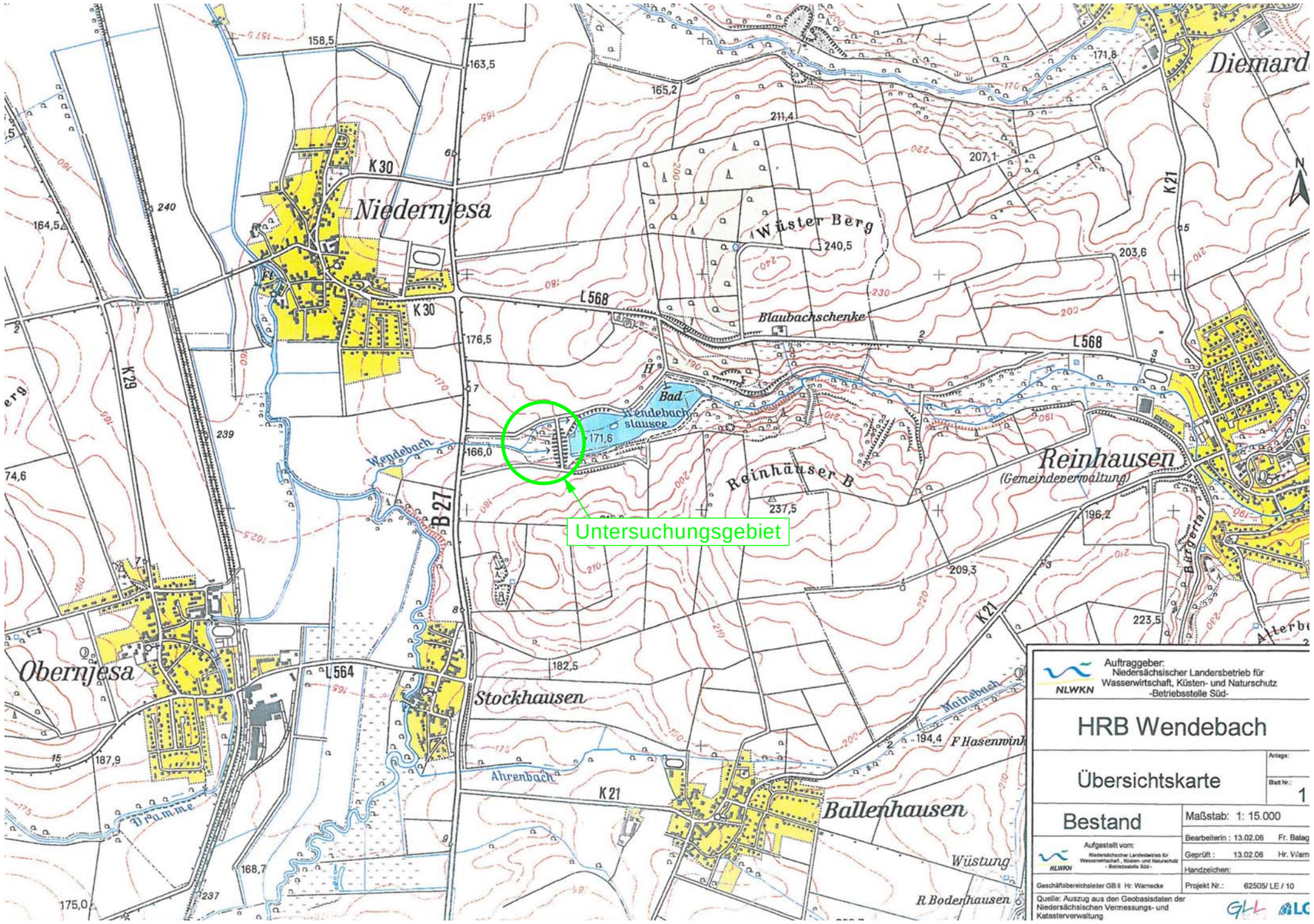
Standsicherheitsnachweise für den vorhandenen Damm wurden 1976 geführt. Seitdem sind verschiedene Baumaßnahmen zur Ertüchtigung des Bauwerks durchgeführt worden. Neue Standsicherheitsnachweise nach den aktuellen Vorschriften wurden nicht geführt.

In diesem Bericht sind die Standsicherheitsnachweise für den geplanten Damm zusammengestellt. Als Randbedingungen für die Standsicherheitsberechnungen wurden die Porenwasserdruckverteilungen im Damm für diese Lastfälle ermittelt. Die Sicherheiten gegen Materialtransport - Suffosion und Kontakterosion - konnten für alle Böden und Schichtgrenzen nachgewiesen werden. Die Standsicherheit des Dammes konnte für alle nach DIN 19 700 maßgebenden Lastfälle nachgewiesen werden.

GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895	Talsperre Wendebach	Bericht Nr.	6285.4/2012
		Anlage Nr.	1.1

Übersichtslageplan

Maßstab 1 : 20000



Talsperre Wendebach

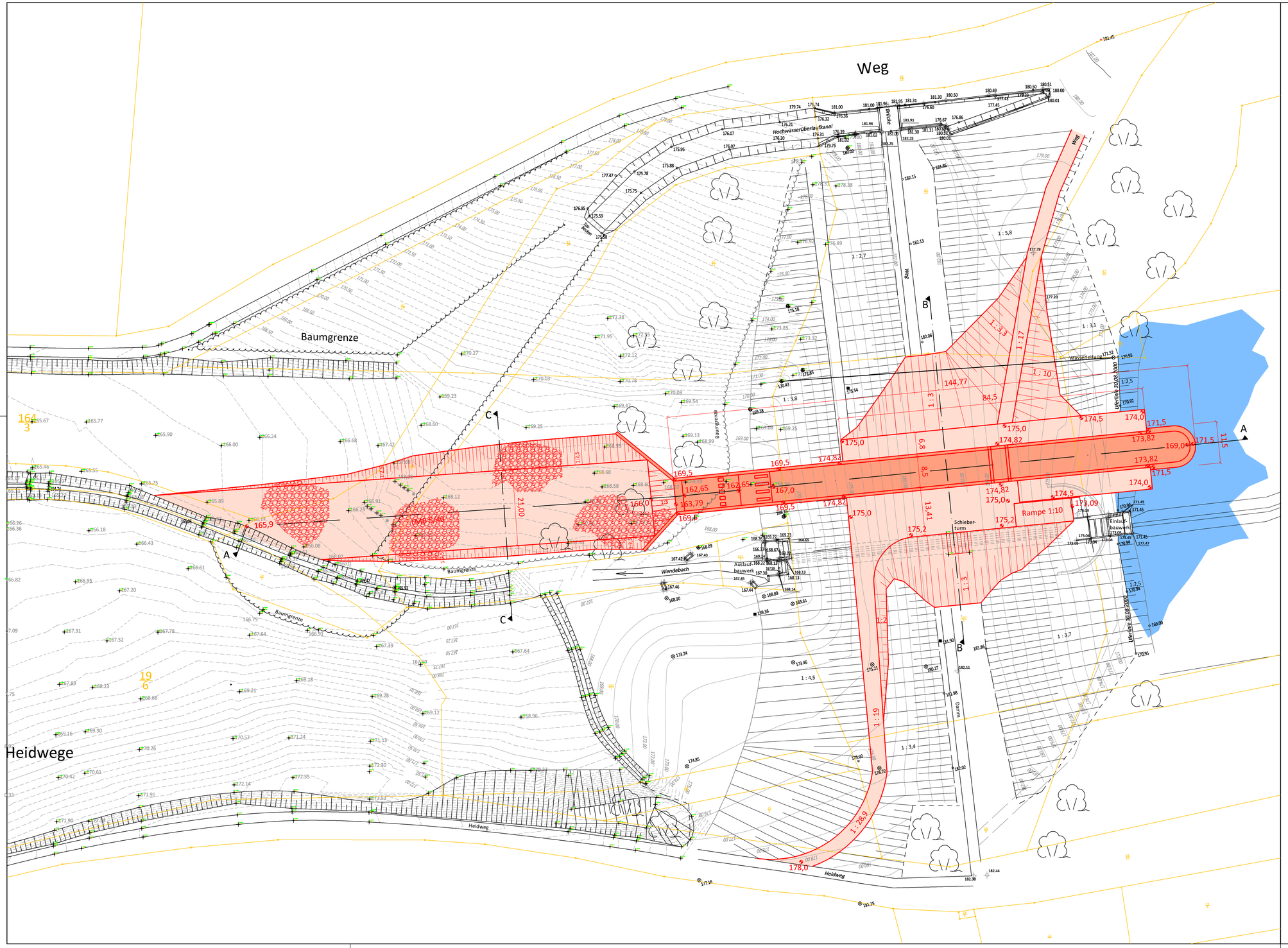
Bericht: 6285.4/2012

Anlage 1.2

Lageplan

Ingenieurgesellschaft
Heidt & Peters mbH Celle

(1 Seite)



Grundlage: Aufmaß und Bestandsplan vom NLWKN vom 16.02.2006
(Projektnr. 62505 / LE / 10; Plan: 05_02_01_WENDEBACH Höhenplan.dwg)

Nr.	Änderung	Datum	bearb./gez.

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
- Betriebsstelle Süd -

Teilrückbau des HRB Wendebach und Neubau einer ungeregelten HW-Anlage

Lageplan

VORABZUG

aufgestellt: NLWKN -Betriebsstelle Süd-	Maßstab: 1 : 500
	bearbeitet: F. Gries
Ingenieurgesellschaft Heidt & Peters mbH Sprengerstraße 38 c, 29223 Celle Fon (0 51 41) 93 88-0 Fax (0 51 41) 93 88-88 info@heidt-peters.de	gezeichnet: A. Ballüer
	Anlage
Celle, 31. Januar 2012	Registrier-Nr.: 11119-1
	Plotstiltabelle: 11119_1.ctb / Grundplan: NLWKN

P:\2011\11119\Plaene\Lageplan\01_LP_neues_Bauwerk.dwg

Talsperre Wendebach

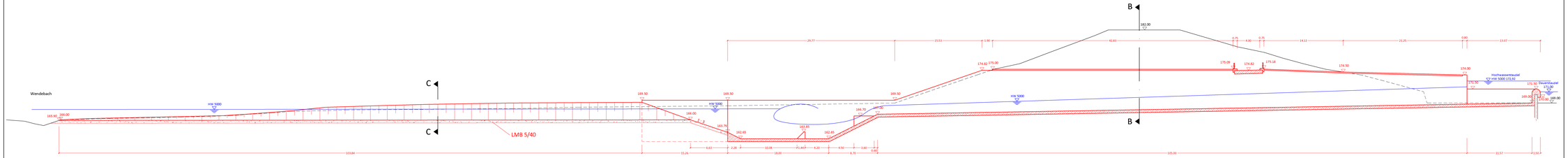
Bericht: 6285.4/2012

Anlage 1.3

Schnitt A - A

Ingenieurgesellschaft
Heidt & Peters mbH Celle

(1 Seite)



Nr.	Änderung	Datum	bearb./gez.

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
- Betriebsstelle Süd -

NLWKN

Teilrückbau des HRB Wendebach und Neubau einer ungeregelten HW-Anlage

Schnitt A-A

VORABZUG

aufgestellt:	**Maßstab: 1 : 200**
NLWKN -Betriebsstelle Süd-	**bearbeitet: F. Gries**
Ingenieurgesellschaft Heidt & Peters mbH Dankersstraße 59	**gezeichnet: A. Ballüer**
Fon (0 51 41) 93 88-0 Fax (0 51 41) 93 88-88 info@heidt-peters.de	**Anlage**
Celle, 31. Januar 2012	**Registrier-Nr.:** 11119-2
	Plotstilhalter: keine

P:\2011\11119\Planen\Schnitte\02_Schnitt_neues_Bauwerk.dwg

Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.10	Dichtung
	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	Damm
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.10	Auelehm
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Fließerde
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.15	Keuper
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Ceratitenschichten

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

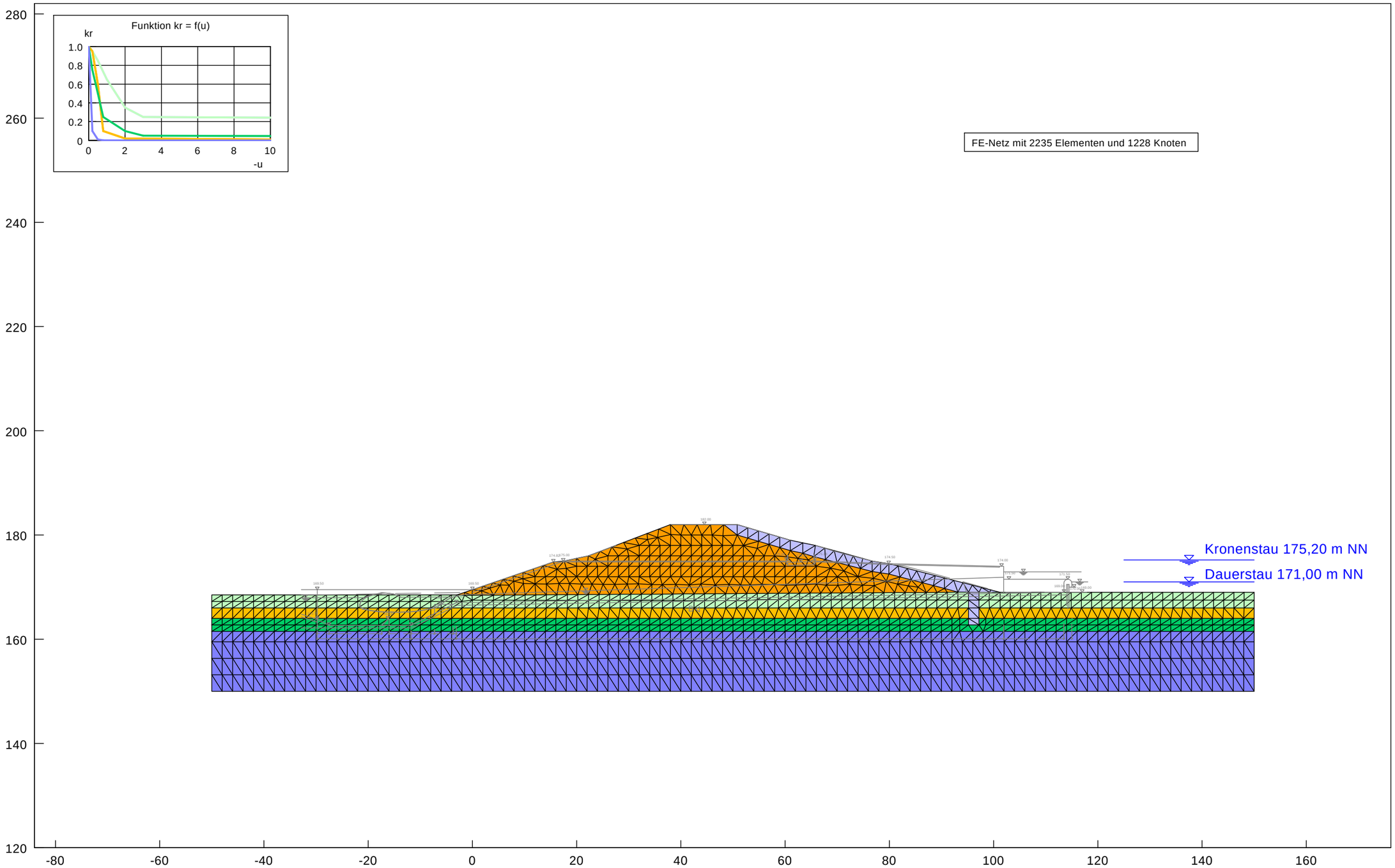
Talsperre Wendebach

Bericht Nr. 6285.4/2012

Anlage Nr. 2.1

Untergrundhydraulik

System und Randbedingungen



Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.10	Dichtung
	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	Damm
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.10	Auelehm
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Fließerde
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.15	Keuper
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Ceratitenschichten

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

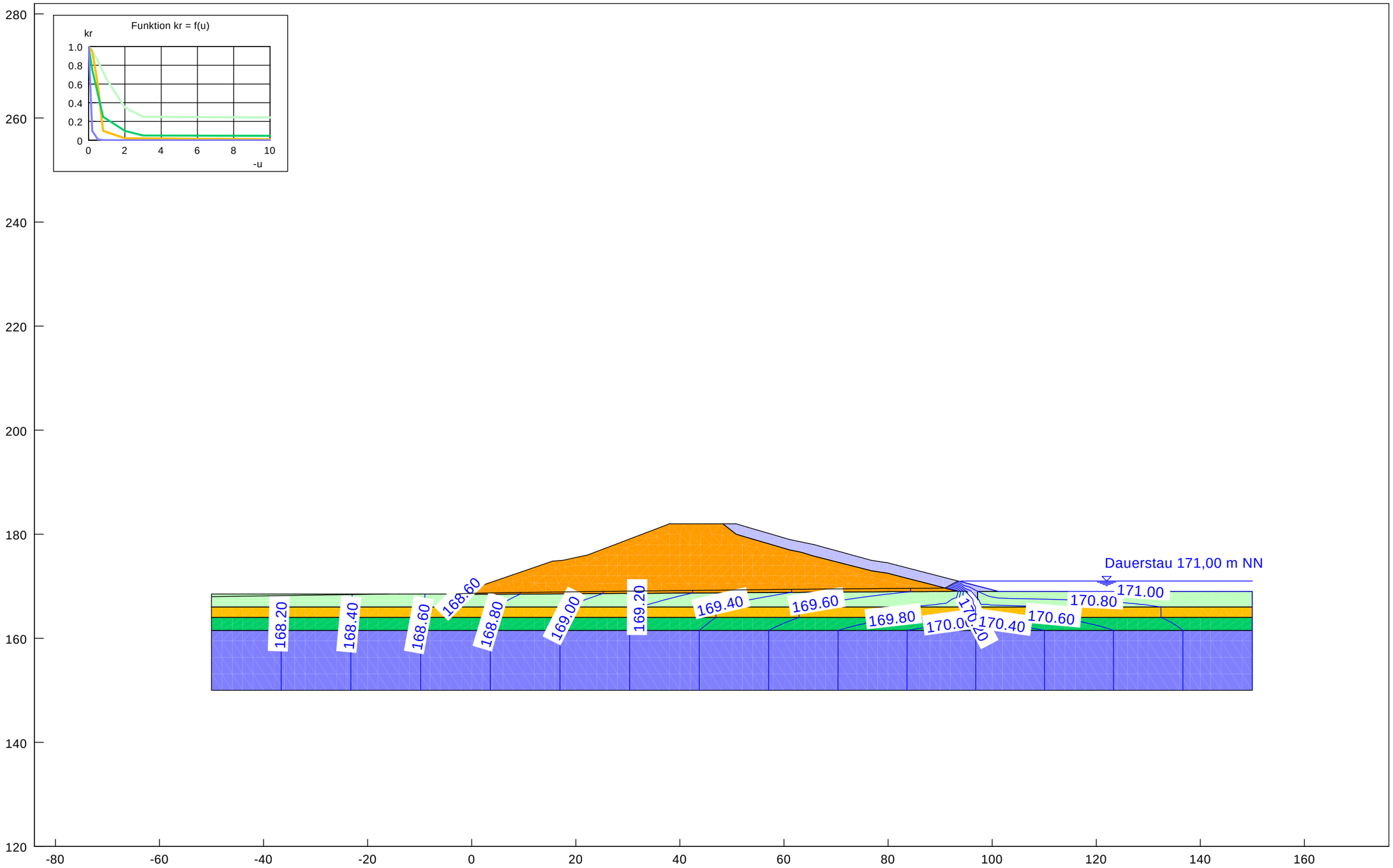
Talsperre Wendebach

Bericht Nr. 6285.4/2012

Anlage Nr. 2.2

Untergrundhydraulik

BS-P: Dauerstauziel



Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.10	Dichtung
	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	Damm
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.10	Auelehm
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Fließerde
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.15	Keuper
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Ceratitenschichten

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

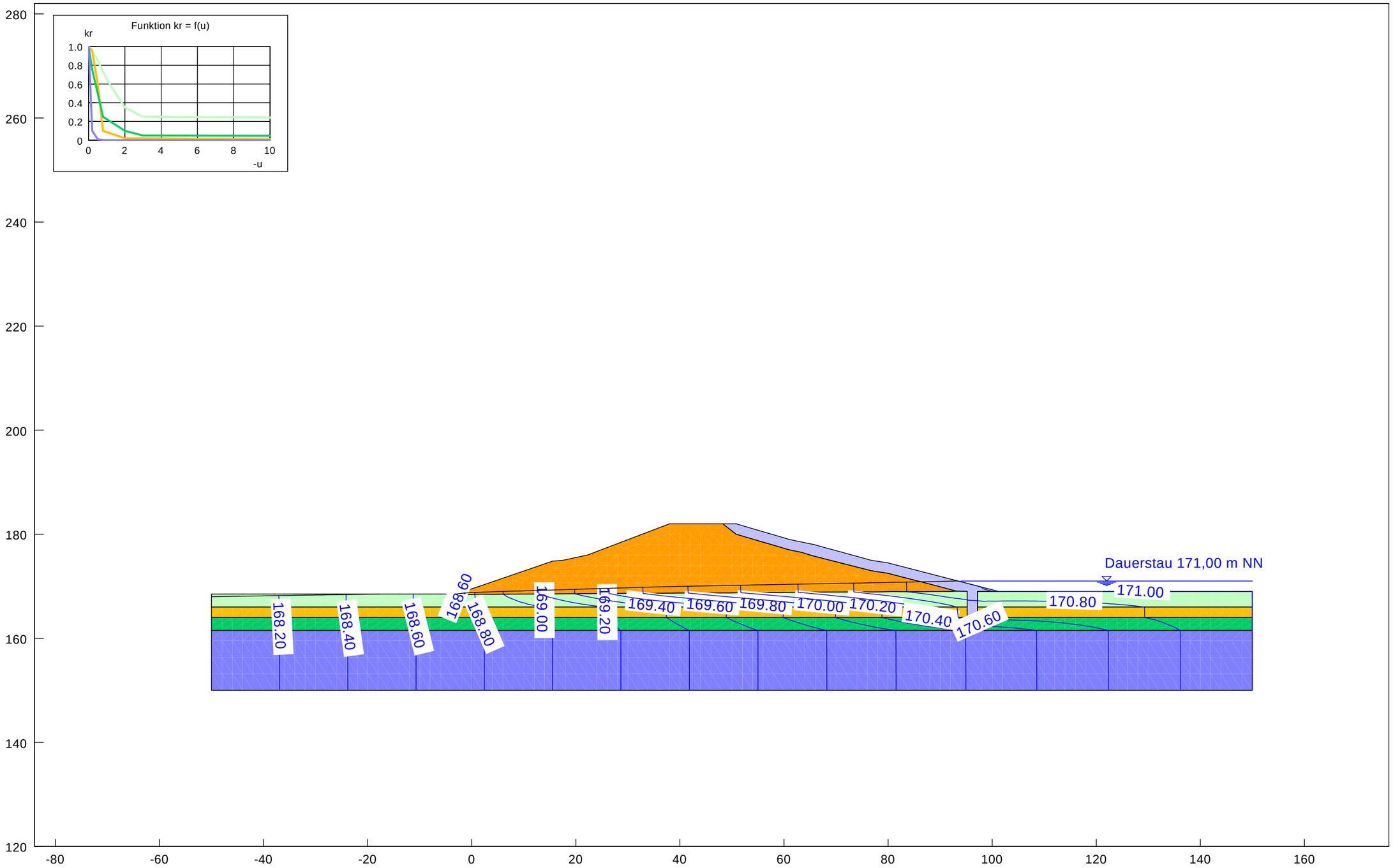
Talsperre Wendebach

Bericht Nr. 6285.4/2012

Anlage Nr. 2.3

Untergrundhydraulik

BS-T.1: Ausfall Dichtung

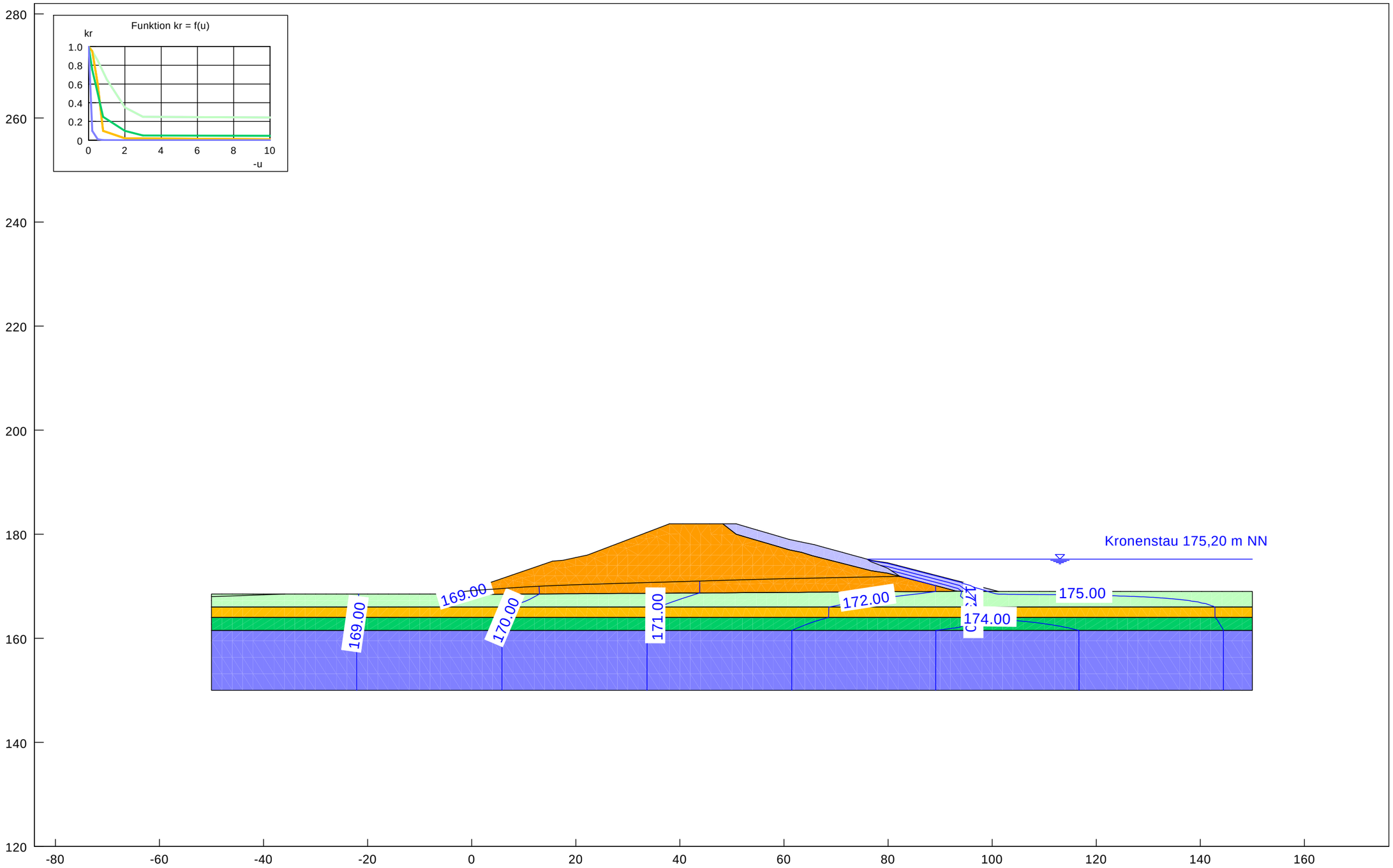


Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895	Talsperre Wendebach	Bericht Nr. 6285.4/2012 Anlage Nr. 2.4

Untergrundhydraulik

BS-A: Kronenstau

Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.10	Dichtung
	$5.000 \cdot 10^{-6}$	$5.000 \cdot 10^{-6}$	0.20	Damm
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.10	Auelehm
	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Fließerde
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.15	Keuper
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Ceratitenschichten



Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	5.00	19.50	Dichtung
	30.00	5.00	20.00	Damm
	25.00	5.00	19.50	Auelehm
	30.00	0.00	21.00	Fließerde
	27.50	5.00	20.00	Keuper
	30.00	10.00	20.00	Ceratitenschichten

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

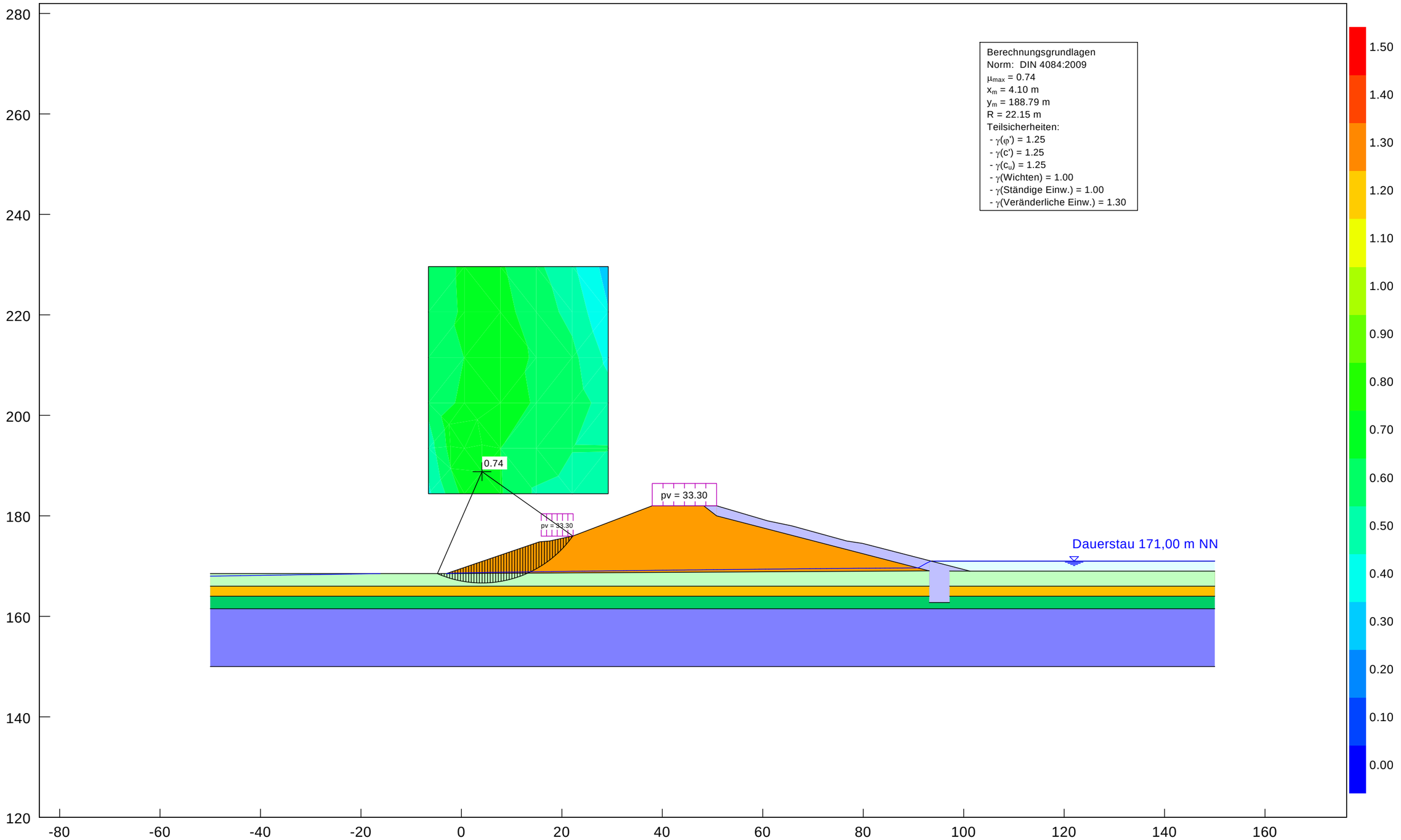
Talsperre Wendebach

Bericht Nr. 6285.4/2012

Anlage Nr. 3.1

Standsicherheit

BS-P: Dauerstauziel



Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	5.00	19.50	Dichtung
	30.00	5.00	20.00	Damm
	25.00	5.00	19.50	Auelehm
	30.00	0.00	21.00	Fließerde
	27.50	5.00	20.00	Keuper
	30.00	10.00	20.00	Ceratitenschichten

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

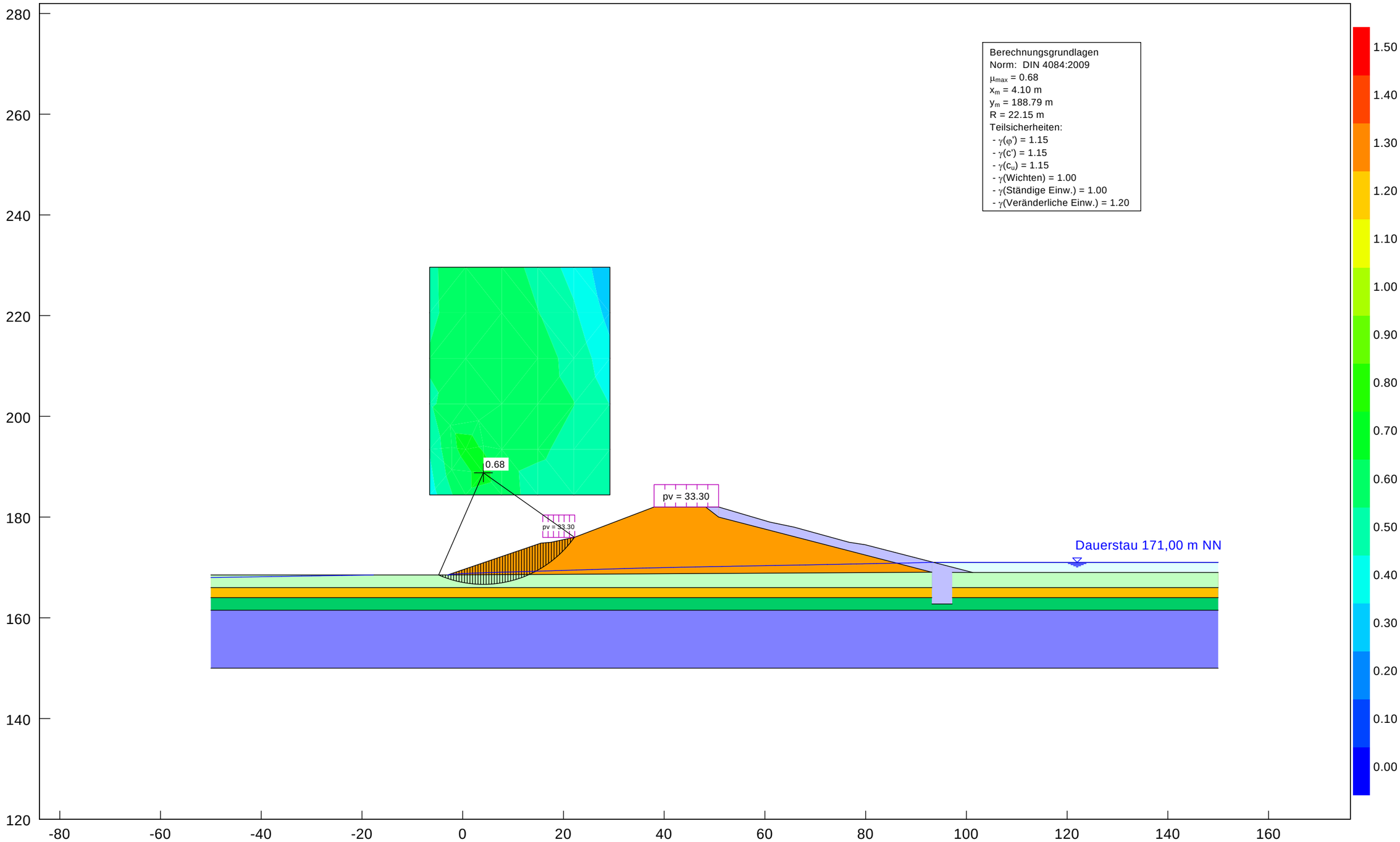
Talsperre Wendebach

Bericht Nr. 6285.4/2012

Anlage Nr. 3.2

Standsicherheit

BS-A.1: Ausfall Dichtung



Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	5.00	19.50	Dichtung
	30.00	5.00	20.00	Damm
	25.00	5.00	19.50	Auelehm
	30.00	0.00	21.00	Fließerde
	27.50	5.00	20.00	Keuper
	30.00	10.00	20.00	Ceratitenschichten

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

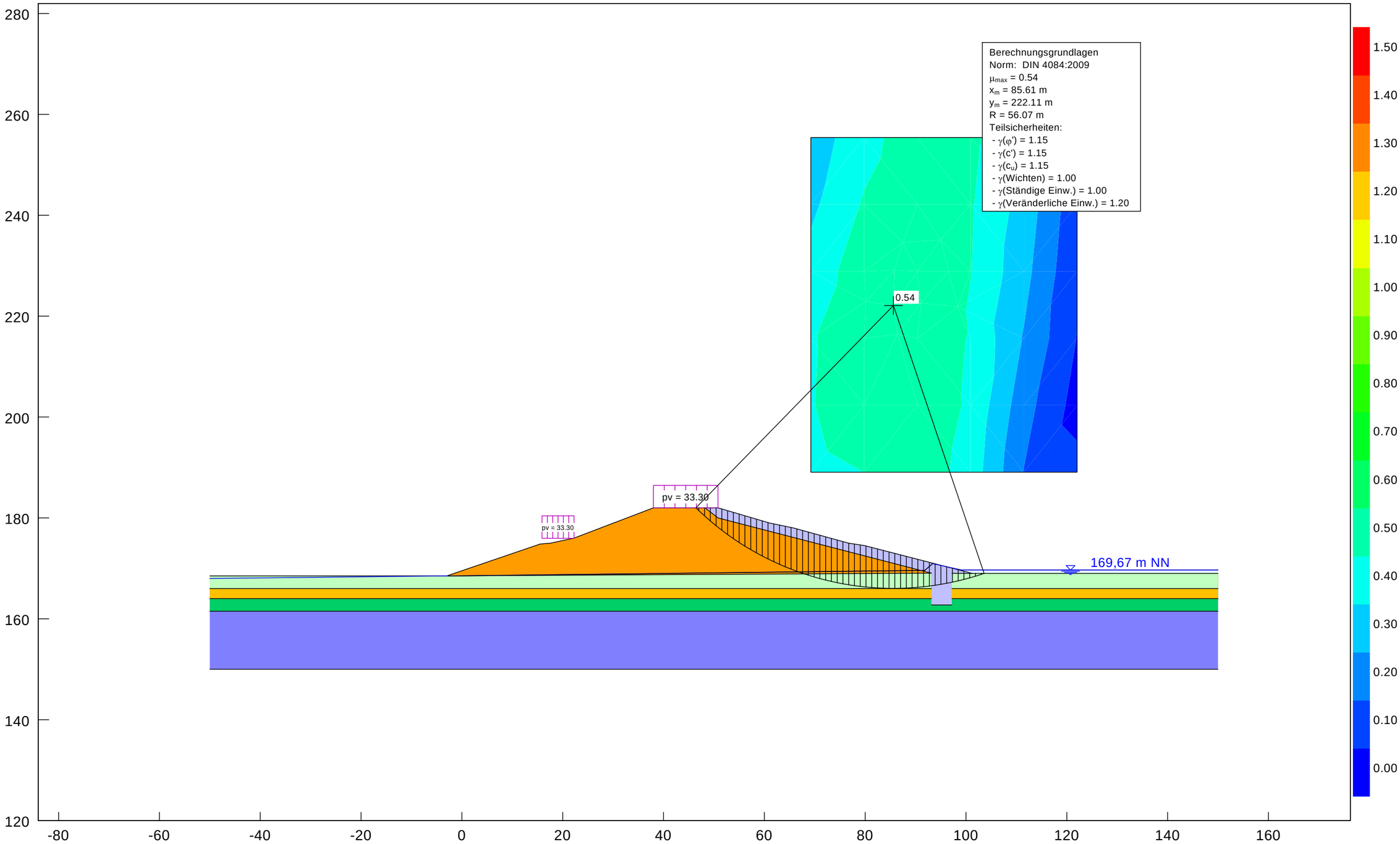
Talsperre Wendebach

Bericht Nr. 6285.4/2012

Anlage Nr. 3.3

Standsicherheit

BS-T.2: Schnelle Wasserspiegelabsenkung



Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	25.00	5.00	19.50	Dichtung
	30.00	5.00	20.00	Damm
	25.00	5.00	19.50	Auelehm
	30.00	0.00	21.00	Fließerde
	27.50	5.00	20.00	Keuper
	30.00	10.00	20.00	Ceratitenschichten

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

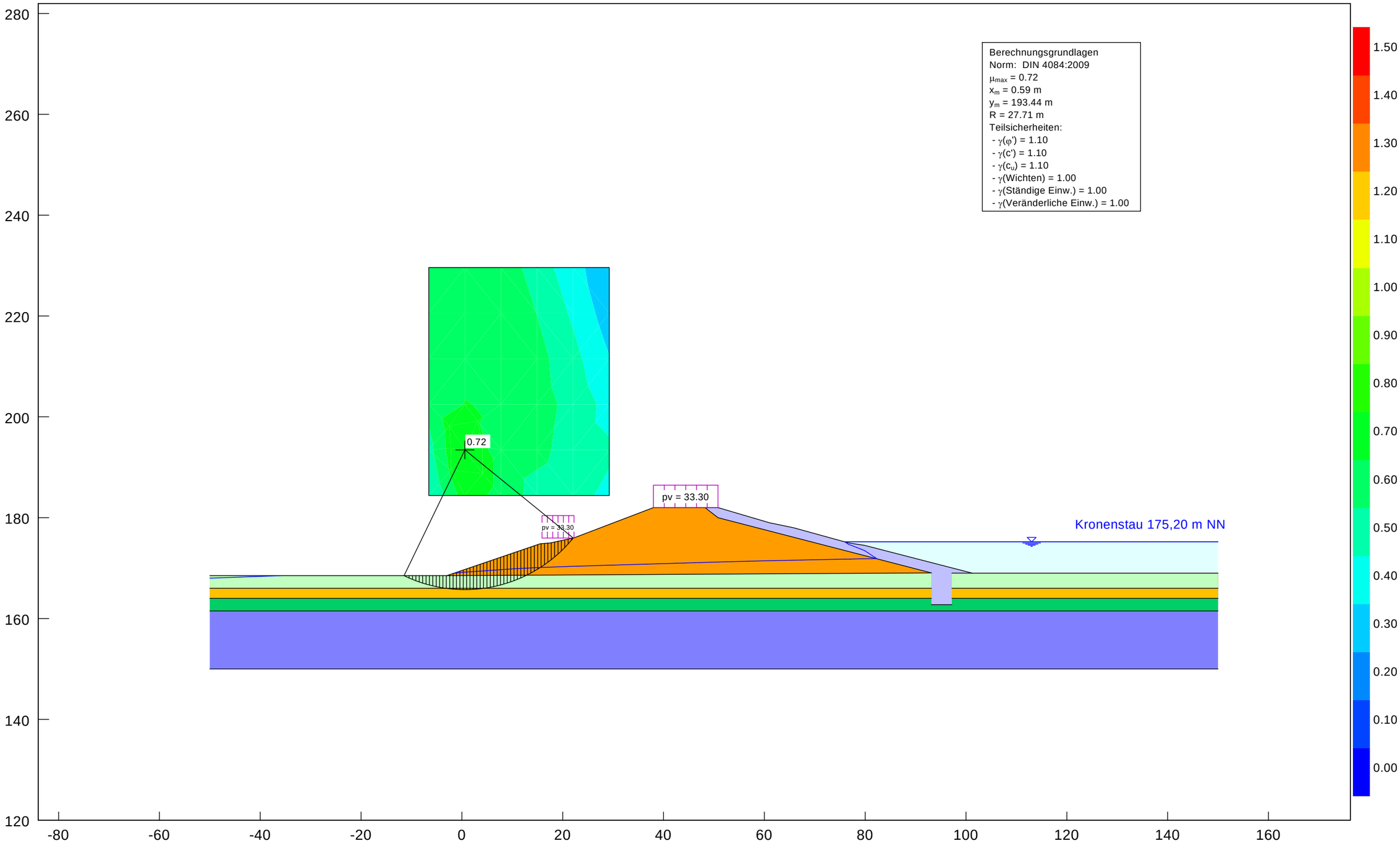
Talsperre Wendebach

Bericht Nr. 6285.4/2012

Anlage Nr. 3.4

Standsicherheit

BS-A: Kronenstau



Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Bearbeiter: Kö/Ol Datum: 27.02.2012

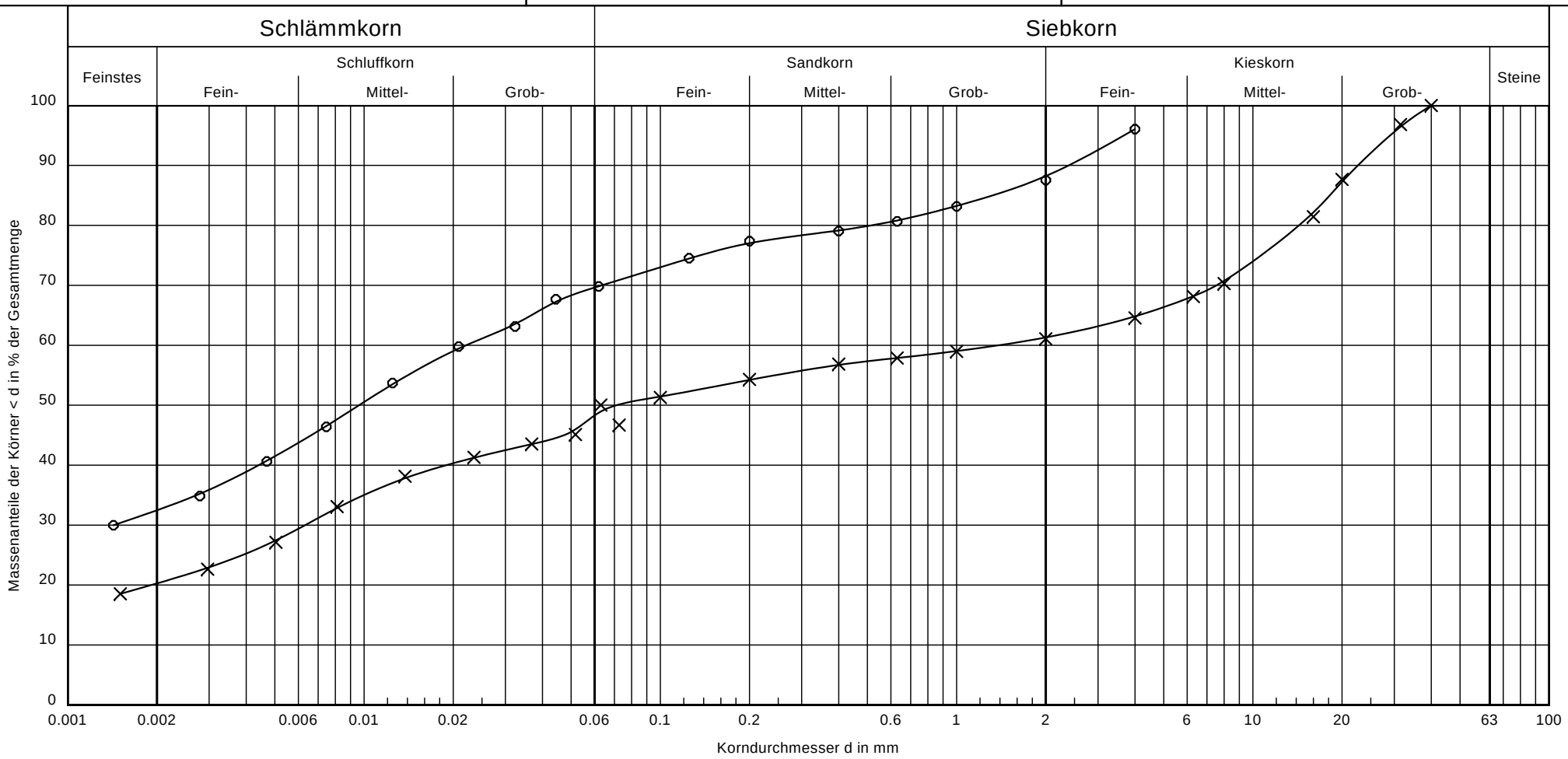
Körnungslinie

Talsperre Wendebach

Probe entnommen am:

Art der Entnahme:

Arbeitsweise:



Kurve:	○——○	×——×
Entnahmestelle:	DKB 2	MP KRB 4+5
Tiefe:	11,9 - 13,9	0,2 - 7,0 m
Bodenart:	T, u, s	U, t, s, g
T/U/S/G [%]:	32.5/37.5/18.3/11.8	20.3/28.7/12.4/38.7
Unterlage:	[4] Steinfeld, 1976	[10] GGU-Bericht 6285.2/2012

Bemerkungen:

Bericht: 6285.4/2012
Anlage: 4

Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Talsperre Wendebach

Bericht Nr. 6285.4/2012

Anlage Nr. 5

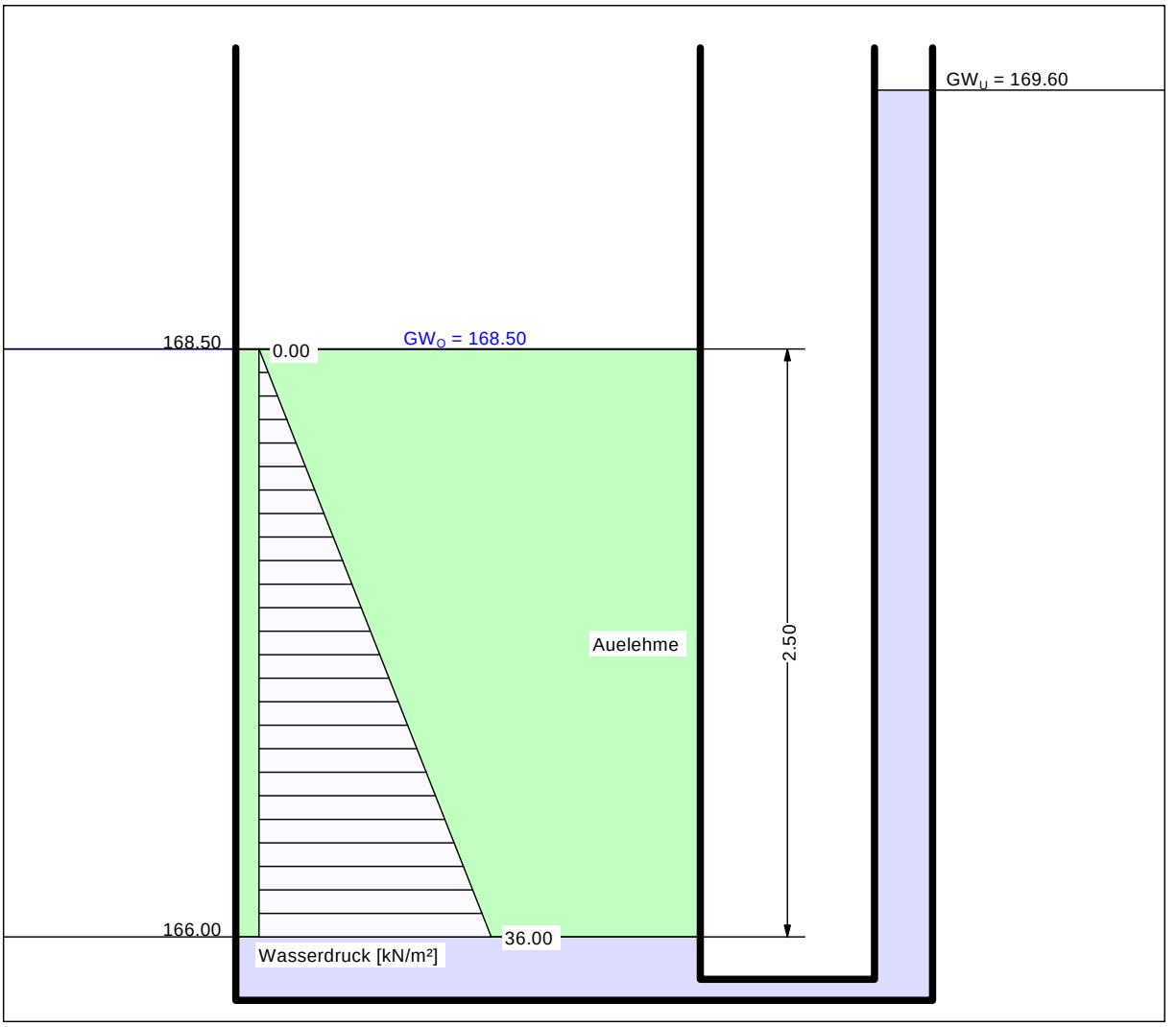
Lagesicherheit Dammfuß

BS-A: Kronenstau

Norm: DIN 1054:2005
Teilsicherheiten:
$\gamma_{G,dst}$ = 1.050
$\gamma_{G,stb}$ = 0.950
γ_H = 1.350

Boden	Tiefe [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	k [m/s]	Bezeichnung
	166.00	19.50	9.50	$1.0 \cdot 10^{-8}$	Auelehme

OK Gelände = 168.50 m



Auftriebssicherheit
Ausnutzungsgrad μ = 0.82
bei = 166.000 m
Gewicht = 48.750 kN/m²
$\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
PW-Druck = 36.000 kN/m²
$\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.050
$\mu = 1.050 \cdot 36.000 / (0.950 \cdot 48.750)$

Hydraulische Grundbruchsicherheit
Ausnutzungsgrad μ = 0.66
bei = 166.000 m
Gewicht = 23.750 kN/m²
$\gamma_{G,stb} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
Strömungskraft = 11.000 kN/m²
$\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.350
$\mu = 1.350 \cdot 11.000 / (0.950 \cdot 23.750)$