

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER

BERATENDE INGENIEURE mbB

Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wusseger

1. Bericht

Baugrundbeurteilung und
Beurteilung der Deichstandsicherheit

Hamburg, den 12. März 2019 - Auftr.-Nr. 022972

REIMERSBRÜCKE 5, D-20457 HAMBURG · TELEFON (040) 38 91 39-0 · TELEFAX (040) 380 91 70



Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Veranlassung.....	1
2. Unterlagen.....	2
3. Geplante Deichbaumaßnahme	3
3.1 Lage des Deichabschnitts	3
3.2 Bestandsdeich.....	3
3.3 Benachbarte bauliche Anlagen und Gewässer	4
3.4 Geplante Deicherhöhung und Deichverstärkung	5
4. Baugrund und Wasser im Baugrund	5
4.1 Geologischer Überblick.....	5
4.2 Baugrundaufschluss.....	6
4.3 Baugrundaufbau	6
4.3.1 Dünenbereich Dkm 0+000 bis 0+500	6
4.3.2 Bereich Dkm 0+500 bis 2+500	7
4.3.3 Bereich Dkm 2+500 bis 3+400	8
4.4 Wasser im Baugrund	9
5. Laborversuche und charakteristische Bodenkennwerte.....	9
5.1 Wassergehalte.....	9
5.2 Glühverluste	9
5.3 Korngrößenverteilungen.....	10
5.4 Charakteristische Bodenkennwerte	10
6. Homogenbereiche	10
7. Eignung des Auelehms für den Deichbau.....	11
8. Baugrundbeurteilung sowie Beurteilung des Verformungsverhaltens und der Standesicherheit des Deiches.....	13
8.1 Baugrundbeurteilung	13
8.2 Beurteilung des Zeitsetzungs- und Verformungsverhalten des Deiches	13
8.3 Beurteilung der Standesicherheit des Deiches	14
9. Hinweise für den Deichbau.....	16
10. Zusammenfassung	16



Anlagenverzeichnis

022972/1	Übersichtsplan
022972/2	Lagepläne
022972/2.1	Lageplan (1) - Dkm 0+000 bis 0+600
022972/2.2	Lageplan (2) - Dkm 0+700 bis 1+200
022972/2.3	Lageplan (3) - Dkm 1+300 bis 1+800
022972/2.4	Lageplan (4) - Dkm 1+900 bis 2+400
022972/2.5	Lageplan (5) - Dkm 2+500 bis 3+000
022972/2.6	Lageplan (6) - Dkm 3+100 bis 3+400
022972/3	Auftragungen Baugrundaufschlüsse
022972/3.1	Dkm 0+000 bis 0+600 - Bohrprofile und Rammsondierungen
022972/3.2	Dkm 0+700 bis 1+200 - Bohrprofile und Rammsondierungen
022972/3.3	Dkm 1+300 bis 1+800 - Bohrprofile und Rammsondierungen
022972/3.4	Dkm 1+900 bis 2+400 - Bohrprofile und Rammsondierungen
022972/3.5	Dkm 2+500 bis 3+000 - Bohrprofile und Rammsondierungen
022972/3.6	Dkm 3+100 bis 3+400 - Bohrprofile und Rammsondierungen
022972/4.1 bis 4.4	Korngrößenverteilungen
022972/5	Geländebruchberechnungen
022972/5.1	Querschnitt P25, Dkm 0+600
022972/5.2	Querschnitt P45, Dkm 1+100
022972/5.3	Querschnitt P17, Dkm 1+600
022972/5.4	Querschnitt P37, Dkm 2+100
022972/5.5	Querschnitt P57, Dkm 2+600
022972/5.6	Querschnitt P77, Dkm 3+100
022972/5.7	Querschnitt P92, Dkm 3+475



Dannenberger Deich- und Wasserverband
Am Schöpfwerk 1
29451 Dannenberg/Lüggau
über
Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Adolph-Kolping-Str. 6
21337 Lüneburg

Reimersbrücke 5
20457 Hamburg
Telefon: 040 389139-0
Telefax: 040 3809170
www.steinfeld-und-partner.de
Steuer-Nr.: 48/661/00263
USt-IdNr.: DE 117943142
DNV GL Zertifiziertes Management-
System mit dem Standard SCC**: 2011

Auftragsnummer

022972

12. März 2019
- Rö/El -

Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches
zwischen Penkefitz und Wussege
hier: Baugrundbeurteilung und Beurteilung der Deichstandsicherheit

Ihr Auftrag vom 20.03.2018

Anlagen: siehe Anlagenverzeichnis

1. Bericht

1. Veranlassung

Im Dannenberger Deich- und Wasserverband ist zwischen Penkefitz und Wussege im Rahmen des 3. Planungsabschnitts die Erhöhung und Verstärkung des südlichen Elbdeiches geplant.

Als geotechnische Grundlage für die geplante Deichbaumaßnahme wird mit dem vorliegenden 1. Bericht die Baugrundbeurteilung und Beurteilung der Deichstandsicherheit vorgelegt. Zudem enthält der 1. Bericht Angaben zur Deichbaufähigkeit des innerhalb des Bestandsdeichs erkundeten Auelehms.



2. Unterlagen

Für die Bearbeitung stehen uns die nachfolgend genannten Unterlagen zur Verfügung.

Vom NLWKN, Betriebsstelle Lüneburg:

- U 2.1 Planunterlagen zum Bauvorhaben Erhöhung und Verstärkung des vorhandenen Deiches zwischen Penkefitz und Wusseger, Elbe-km 517,0 und 519,7, 3. Planungsabschnitt, Planfeststellungsentwurf mit Stand vom Februar 2018
 - U 2.1.1 Übersichtslageplan, Anlage 2.1.2, M 1:10.000
 - U 2.1.2 Lageplan, Anlage 2.3.1, M 1:1.000
 - U 2.1.3 Lageplan, Anlage 2.3.2, M 1:1.000
 - U 2.1.4 Lageplan, Anlage 2.3.3, M 1:1.000
 - U 2.1.5 Lageplan, Anlage 2.3.4, M 1:1.000
 - U 2.1.6 Lageplan, Anlage 2.3.5, M 1:1.000
 - U 2.1.7 Lageplan, Anlage 2.3.6, M 1:1.000
 - U 2.1.8 Querschnitt P5, Deich-km 0+100, Anlage 2.4.2.1, M 1:100
 - U 2.1.9 Querschnitt P25, Deich-km 0+600, Anlage 2.4.2.2, M 1:100
 - U 2.1.10 Querschnitt P45, Deich-km 1+100, Anlage 2.4.2.3, M 1:100
 - U 2.1.11 Querschnitt P17, Deich-km 1+600, Anlage 2.4.2.4, M 1:100
 - U 2.1.12 Querschnitt P37, Deich-km 2+100, Anlage 2.4.2.5, M 1:100
 - U 2.1.13 Querschnitt P57, Deich-km 2+600, Anlage 2.4.2.6, M 1:100
 - U 2.1.14 Querschnitt P77, Deich-km 3+100, Anlage 2.4.2.7, M 1:100
 - U 2.1.15 Querschnitt P92, Deich-km 3+475, Anlage 2.4.2.8, M 1:100

Eingang am 22.02.2018

Von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg:

- U 2.2 Schichtenverzeichnisse und 332 gestört entnommene Bodenproben aus 67 Kleinbohrungen (BS 0+000A bis BS 3+400) nach DIN EN ISO 22476-1 bis in eine Tiefe von jeweils rd. 6,0 m unter Bohransatzpunkt, Kleinbohrungen ausgeführt im Zeitraum vom 14.05. bis 01.06.2018
- U 2.3 Rammsondierdiagramme von 35 leichten Rammsondierungen DPL-5 (RS 0+000 bis RS 3+400) nach TP BF-StB Teil B 15.1 bis in eine Tiefe von jeweils rd. 6,0 m unter Sondieransatzpunkt, Rammsondierungen ausgeführt im Zeitraum vom 14.05. bis 01.06.2018
- U 2.4 Lageaufmaß (UTM-Koordinaten) und Höhenaufmaß (mNHN) der ausgeführten Kleinbohrungen und Rammsondierungen

Eingang am 03.06.2018



Eigene Unterlagen:

- U 2.5 Boden- und Grundwassergleichenkarte aus dem NIBIS Kartenserver, Niedersächsisches Bodeninformationssystem, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover
- U 2.6 Biosphärenreservatsplan „Niedersächsische Elbtalaue“, Biosphärenreservatsverwaltung Niedersächsische Elbtalaue (Hrsg.)
 - U 2.6.1 Textband, Stand vom 17. März 2009
 - U 2.6.2 Textkarte 2: Geologie und Geomorphologie, M 1:200.000, Stand vom April 2008
- U 2.7 EAK 2007 - Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzwerken, Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (Hrsg.), Korrigierte Ausgabe 2007

3. Geplante Deichbaumaßnahme

3.1 Lage des Deichabschnitts

Der im Rahmen des 3. Planungsabschnitts zu erhöhende und zu verstärkende Deichabschnitt befindet sich im Dannenberger Deich- und Wasserverband zwischen rd. Elbe-km 517,0 bei Penkefitz und rd. Elbe-km 519,7 bei Wussege. Der Deichabschnitt weist eine Länge von rd. 3,5 km zwischen Dkm 0+000 bei Penkefitz und Dkm 3+516 bei Wussege auf (U 2.1.1).

Die Lage der Gesamtbaumaßnahme kann dem Übersichtsplan in Anlage 022972/1 (U 2.1.1) entnommen werden. Die genaueren Lageabmessungen und geometrischen Verhältnisse des Deichkörpers gehen aus den sechs Lageplänen in den Anlagen 022972/2.1 bis 2.6 (U 2.1.2 bis U 2.1.7) hervor.

Der Deichabschnitt befindet sich innerhalb des Biosphärenreservates Niedersächsische Elbtalaue (U 2.6).

3.2 Bestandsdeich

Nach den vorliegenden Deichquerschnitten (U 2.1.8 bis U 2.1.15) weist der Bestandsdeich Bestandskronenhöhen zwischen rd. NHN +17,0 m bei Dkm 1+600 und Dkm 2+100 (U 2.1.11 und U 2.1.12) und rd. NHN +16,3 m bei Dkm 3+475 (U 2.1.15) auf.



Zu Beginn des Deichabschnitts zwischen etwa Dkm 0+000 und etwa Dkm 0+500 im Bereich der Siedlung Strachauer Rad verläuft die Hochwasserschutzlinie durch einen Dünenbereich, der bisher teilweise nicht als Deich gewidmet ist. Dementsprechend ist hier bisher teilweise kein Deichprofil vorhanden (U 2.1.8). Im übrigen Bereich des Deichabschnitts weist der Bestandsdeich Gesamtbreiten von bis zu etwa 30 m auf (U 2.1.9 und U 2.1.15). Die Neigungen der Außenböschungen betragen etwa 1:3 und die der Innenböschungen etwa 1:3,5.

3.3 Benachbarte bauliche Anlagen und Gewässer

Im ersten Teilbereich des Deichabschnitts zwischen etwa Dkm 0+000 und Dkm 1+200 befindet sich landseitig der Deichlinie die Siedlung Strachauer Rad als Teil des etwas landeinwärts gelegenen Dorfes Penkefitz. Elbseitig der Deichlinie ist hier ein ausgedeilter Hof vorhanden. Die Gebäude der Siedlung weisen überwiegend einen größeren Abstand zum Deichkörper auf. Die Lage der Gebäude in Bezug auf die Deichlinie geht aus dem Übersichtsplan in Anlage 022972/1 und aus den Lageplänen in den Anlagen 022972/2.1 und 2.2 hervor.

Im übrigen Teilbereich des Deichabschnitts zwischen etwa Dkm 1+200 und etwa Dkm 3+500 verläuft binnendeichs innerhalb des Deichquerschnitts die Elbuferstraße, die hier gleichzeitig als Deichverteidigungsweg genutzt wird. Etwa zwischen Dkm 2+400 und Dkm 2+500 quert der Deich einen Altarm der Elbe, die Taube Elbe. Die Regulierung der Wasserstände zwischen Taube Elbe und Elbe erfolgt durch das Siel- und Schöpfwerk Taube Elbe. Die Lage der Taube Elbe in Bezug auf die Deichlinie und die Lage des Schöpfwerks gehen aus dem Übersichtsplan in Anlage 022972/1 und aus den Lageplänen in den Anlagen 022972/2.4 und 2.5 hervor.

Mit Ausnahme des Schöpfwerks sind zwischen etwa Dkm 1+200 und etwa Dkm 3+500 im Nahbereich des Deichkörpers keine land- oder elbseitigen Gebäude vorhanden. Bei etwa Dkm 3+500 endet der Deichabschnitt zu Beginn des Ortsteils Wussegerl der Stadt Hitzacker. Hier befinden sich der Parkplatz und das Gebäude des Restaurants & Cafés Elbtterrassen. Aufgrund des Gastronomiebetriebs ist hier etwa in Deichachse eine durchsichtige Hochwasserschutzwand vorhanden.



3.4 Geplante Deicherhöhung und Deichverstärkung

Im Rahmen der Deicherhöhung soll die Deichkrone um Maße zwischen rd. 0,4 m und rd. 1,1 m auf Sollkronenhöhen zwischen rd. NHN +17,7 m bei Dkm 0+100 (U 2.1.8) und rd. NHN +17,4 m bei Dkm 3+475 (U 2.1.15) aufgehört werden. Die Bemessungshochwasserstände liegen jeweils etwa 1,0 m unter OK Deichkrone entsprechend zwischen rd. NHN +16,5 m bei Dkm 0+100 (U 2.1.8) und rd. NHN +16,3 m bei Dkm 3+475 (U 2.1.15).

Die Neigungen der Außenböschungen von etwa 1:3 und der Binnenböschungen von etwa 1:3,5 sollen dabei in etwa beibehalten werden. Es ist eine Deichabdeckung aus Auelehm in einer Dicke von jeweils rd. 1,0 m vorgesehen.

Die Deichverstärkung ist überwiegend als Binnendeichverstärkung mit einer binnenseitigen Verschiebung der Deichachse vorgesehen. Aufgrund der binnenseitig erforderlichen Geländeangleichung wird auch eine Gradientenanhebung des Deichverteidigungswegs bzw. der Elbuferstraße erforderlich. Am Ende des Deichabschnitts zwischen etwa Dkm 3+400 und Dkm 3+516 erfolgt aufgrund der vorliegenden baulichen Randbedingungen und des erforderlichen Anschlusses an die vorhandene Hochwasserschutzwand im Bereich des Restaurants & Cafés Elbterrassen eine Außendeichverstärkung mit einer außenseitigen Verschiebung der Deichachse.

4. **Baugrund und Wasser im Baugrund**

4.1 Geologischer Überblick

Für eine Voreinschätzung der geologischen Verhältnisse im Bereich des Deichabschnitts und die Planung des Baugrundaufschlusses wurde vorab eine Baugrundrecherche durchgeführt. Hierzu wurden die geologischen Angaben im Kartenserver des LBEG (U 2.5) und im Biosphärenreservatsplan (U 2.6) herangezogen.

Danach war davon auszugehen, dass im Bereich der Deichlinie als natürliche Geländedeckschicht überwiegend holozäner Auelehm ansteht. Bei dem Auelehm handelt es sich um ein organisch ausgeprägtes Flusssediment aus überwiegend Schluff und Ton, das sich im Zuge der regelmäßigen Überschwemmungen der Flächen bei Elbhochwässern abgelagert hat. Im ersten Teilbereich des Deichabschnitts im Bereich der Siedlung Strachauer



Rad war zudem davon auszugehen, dass die Deichlinie innerhalb eines Flugsandfeldes bzw. einer Düne liegt (s. a. Abschn. 3.3).

4.2 Baugrundaufschluss

Für die Beurteilung der Baugrundverhältnisse im Bereich des Deichkörpers wurden von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg, im Zeitraum vom 14.05. bis 01.06.2018 insgesamt 67 Kleinbohrungen (BS 0+000A bis BS 3+400) nach DIN EN ISO 22476-1 bis in eine Tiefe von jeweils rd. 6,0 m unter Bohransatzpunkt ausgeführt. Zudem wurden im selben Zeitraum 35 leichte Rammsondierungen DPL-5 (RS 0+000 bis RS 3+400) nach TP BF-StB Teil B 15.1 bis in eine Tiefe von ebenfalls rd. 6,0 m unter Sondieransatzpunkt ausgeführt.

Die Lage aller Aufschlussansatzpunkte geht aus den Lageplänen in den Anlagen 022972/2.1 bis 2.6 hervor. Die Ansatzpunkte der Kleinbohrungen wurden jeweils in einem Abstand von etwa 100 m entlang der Deichachse am binnenseitigen Deichfuß sowie alternierend in der Deichkrone und am außenseitigen Deichfuß angeordnet. Die Ansatzpunkte der leichten Rammsondierungen liegen jeweils in der Deichkrone in einem Abstand von ebenfalls etwa 100 m entlang der Deichachse. Die zwischen Dkm 3+000 und Dkm 3+400 binnenseitig geplanten Kleinbohrungen wurden aufgrund der hier vorhandenen Starkstromleitung nicht ausgeführt (BS 3+000 I, BS 3+200 I, BS 3+400 I) bzw. in den Bereich der Deichkrone verlegt (BS 3+100, BS 3+300) (s. Lagepläne in den Anlagen 022972/2.5 und 2.6).

4.3 Baugrundaufbau

4.3.1 Dünenbereich Dkm 0+000 bis 0+500

Mit den im Dünenbereich zwischen Dkm 0+000 und 0+500 ausgeführten Baugrundaufschlüssen (s. Lageplan in Anlage 022972/2.1 und Aufschlussauftragungen in Anlage 022972/3.1) wurde unter Ansatzpunkt unterhalb einer teilweise vorhandenen Geländeschicht aus humosem Oberboden überwiegend eine Deichabdeckung aus Auelehm in Dicken zwischen rd. 0,4 m (BS 0+500 A) und rd. 2,4 m (BS 0+400) festgestellt. Die Auelehmabdeckung wurde in überwiegend weicher bis steifer und steifer Konsistenz



erkundet. Im direkten Dünenbereich (BS 0+100 I und BS 0+100 A) fehlt die Auelehmabdeckung. Hier stehen unter Ansatzpunkt die Dünensande an, die zur Tiefe hin von Auelehm, unterlagert werden. In den übrigen Bereichen sind unter der Auelehmabdeckung die aufgefüllten Sande des Deichkörpers vorhanden, die von Sanden mit Auelehmlagen und Auelehmstreifen sowie zur Tiefe hin teilweise von Geschiebelehm unterlagert werden.

Nach den Ergebnissen der ausgeführten Rammsondierungen ist für die aufgefüllten Sande überwiegend von einer lockeren ($3 \leq N_{10} < 7$) bis mitteldichten ($7 \leq N_{10} < 20$) Lagerung und für die gewachsenen Sande von einer mitteldichten ($7 \leq N_{10} < 20$) und dichten ($N_{10} \geq 20$) Lagerung auszugehen. Der Geschiebelehm wurde jeweils in weicher bis steifer Konsistenz erkundet.

Nach den Ergebnissen des vorliegenden Baugrundaufschlusses handelt es sich bei dem Bestandsdeich zwischen etwa Dkm 0+000 bis 0+500 mit Ausnahme des direkten Dünenbereichs bei etwa Dkm 0+100 um einen Deich mit Auelehmabdeckung und Sandkern.

4.3.2 Bereich Dkm 0+500 bis 2+500

Mit den im Bereich zwischen Dkm 0+500 und 2+500 ausgeführten Baugrundaufschlüssen (s. Lagepläne in den Anlagen 022972/2.1 bis 2.4 und Aufschlussauftragungen in den Anlagen 022972/3.1 bis 3.4) wurde im Deichkronenbereich jeweils eine Deichabdeckung aus Auelehm in Dicken zwischen rd. 0,6 m (z. B. BS 1+600) und rd. 2,5 m (BS 2+400) festgestellt. Die Auelehmabdeckung wurde in überwiegend steifer Konsistenz erkundet. Unter der Auelehmabdeckung wurden hier die aufgefüllten Sande des Deichkörpers erbohrt. In den am binnen- und außenseitigen Deichfuß ausgeführten Kleinbohrungen wurde teilweise keine Auelehmabdeckung angetroffen. Unter dem aufgefüllten Deichkörper wurden jeweils gewachsene Sande erbohrt, die teilweise Auelehmlagen und Auelehmstreifen enthalten.

Nach den Ergebnissen der ausgeführten Rammsondierungen ist für die aufgefüllten Sande überwiegend von einer lockeren ($3 \leq N_{10} < 7$) bis mitteldichten ($7 \leq N_{10} < 20$) und für die gewachsenen Sande von einer mitteldichten ($7 \leq N_{10} < 20$) und dichten ($N_{10} \geq 20$) Lagerung auszugehen.



Nach den Ergebnissen des vorliegenden Baugrundaufschlusses handelt es sich bei dem Bestandsdeich zwischen etwa Dkm 0+500 bis 2+500 ebenfalls um einen Deich mit Auelehmaddeckung und Sandkern.

4.3.3 Bereich Dkm 2+500 bis 3+400

In den im Bereich zwischen Dkm 2+500 und 3+400 im Deichkronenbereich ausgeführten Baugrundaufschlüssen (s. Lagepläne in den Anlagen 022972/2.5 und 2.6 und Aufschlussauftragungen in den Anlagen 022972/3.5 und 3.6) geht der aufgefüllte Auelehm der Deichabdeckung teilweise direkt in unterhalb davon anstehenden gewachsenen Auelehm über. Örtlich (z. B. BS 3+200) wurden unterhalb der Auelehmaddeckung auch aufgefüllte Sande mit Auelehmstreifen angetroffen. In den am binnen- und außenseitigen Deichfuß ausgeführten Kleinbohrungen gehen die Geländedeckschichten aus Oberboden und aufgefülltem Auelehm überwiegend in gewachsenen Auelehm über. Die Auelehmaddeckung wurde ebenso wie der gewachsene Auelehm in weicher bis steifer und steifer Konsistenz erkundet. Der gewachsene Auelehm wurde mit den im Deichkronenbereich ausgeführten Kleinbohrungen nicht durchteuft. In den am binnen- und außenseitigen Deichfuß ausgeführten Kleinbohrungen wurden unterhalb des Auelehms gewachsene Sande angetroffen, die teilweise lehmstreifig ausgeprägt sind.

Nach den Ergebnissen der ausgeführten Rammsondierungen ist für die aufgefüllten Sande des Deichkörpers teilweise von einer nur lockeren ($3 \leq N_{10} < 7$) überwiegend jedoch von einer mitteldichten ($7 \leq N_{10} < 20$) und teilweise auch von einer dichten ($N_{10} \geq 20$) Lagerung auszugehen. Die Lagerungsdichte der gewachsenen Sande konnte mit den im Deichkronenbereich ausgeführten Rammsondierungen aufgrund der zu geringen Aufschlusstiefe nicht ermittelt werden. Erfahrungsgemäß ist für die gewachsenen Sande jedoch von einer mindestens mitteldichten Lagerung auszugehen.

Nach den Ergebnissen des vorliegenden Baugrundaufschlusses handelt es sich bei dem Bestandsdeich zwischen etwa Dkm 2+500 bis 3+400 örtlich um einen Deich mit Auelehmaddeckung und Sandkern und überwiegend jedoch um einen vollständig aus Auelehm bestehenden Deich.



4.4 Wasser im Baugrund

Die während der Ausführung der Kleinbohrungen angetroffenen bzw. nach Bohrende gemessenen, verfahrensbedingt nicht ausgespiegelter Bohrwasserstände sind in den Anlagen 022972/3.1 bis 3.6 rechts neben den Bohrprofilen höhengerecht eingetragen. Es wurden Bohrwasserstände zwischen rd. NHN +8,5 m (BS 2+600 I und BS 2+800 I) und rd. NHN +12,6 m (BS 1+300 A) angetroffen.

Gemäß den uns vorliegenden Grundwassergleichenkarten (U 2.5) liegt die Grundwasseroberfläche im Bereich des Deichabschnitts zwischen etwa NHN +10,0 m und etwa NHN +12,5 m. Es ist daher davon auszugehen, dass es sich bei den angetroffenen Wasserständen jeweils um das Grundwasser handelt. Innerhalb des Deichkörpers sind nach lang anhaltenden ergiebigen Niederschlägen auch höhere Stauwasserstände möglich. Bei extremen Elbhochwässern sind Grundwasserstände bis zur Geländeoberkante und örtlich auch darüber möglich.

5. **Laborversuche und charakteristische Bodenkennwerte**

5.1 Wassergehalte

Zur allgemeinen und vergleichenden Beurteilung der bindigen Bodenschichten wurde in unserem Labor an insgesamt 62 ausgewählten Bodenproben aus dem aufgefüllten und gewachsenen Auelehm sowie aus dem Geschiebelehm der Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 durch Ofentrocknung bestimmt. Die Einzelwerte der ermittelten Wassergehalte sind in den Anlagen 022972/3.1 bis 3.6 rechts neben den Bohrprofilen, den Probeentnahmetiefen zugeordnet, eingetragen.

5.2 Glühverluste

In unserem Labor wurde an insgesamt 16 ausgewählten Bodenproben aus dem aufgefüllten Auelehm der Glühverlust nach DIN 18128 bestimmt. Die ermittelten Glühverluste wurden bei der Benennung der Bodenart in den Anlagen 022972/3.1 bis 3.6 berücksichtigt und sind links neben den Bohrprofilen, der Probeentnahmetiefe zugeordnet, angegeben.



5.3 Korngrößenverteilungen

An insgesamt 16 ausgewählten Bodenproben aus dem aufgefüllten Auelehm und aus dem Sand wurde in unserem Labor die Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 mittels Schlämmanalyse und kombinierter Sieb-Schlamm-Analyse bestimmt. Die ermittelten Körnungslinien sind in den Anlagen 022972/4.1 bis 4.4 dargestellt und wurden bei der Benennung der Bodenarten in den Bohrprofilen in den Anlagen 022972/3.1 bis 3.6 berücksichtigt.

5.4 Charakteristische Bodenkennwerte

Nach unserer manuellen und visuellen Beurteilung der Bodenproben, den durchgeführten bodenmechanischen Laborversuchen gemäß Abschn. 5.1 bis 5.3 sowie unseren Erfahrungen mit vergleichbaren Böden sind in erdstatischen Berechnungen die in Tabelle 1 angegebenen charakteristischen Bodenkennwerte anzusetzen.

Tabelle 1 Charakteristische Bodenkennwerte

Bodenart	Wichte γ/γ' [kN/m ³]	Scherfestigkeit			Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m ²]
		φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	
Auffüllungen					
Humoser Oberboden		Keine bautechnische Verwendung			
Auelehm, weich bis steif und steif	16/6	17,5	10	≥ 20	1,5 - 3,0
Sand, locker bis mitteldicht	18/10	32,5	0	--	20 - 40
Gewachsene Böden					
Auelehm, weich bis steif und steif	16/6	17,5	10	≥ 20	2,0 - 3,0
Sand mit Auelehmstreifen	18/9	25	0	--	5 - 10
Sand, mitteldicht	19/11	35	0	--	40 - 60
Sand, dicht	19/11	37,5	0	--	60 - 80
Geschiebelehm, weich bis steif	21/11	27,5	5	≥ 40	20 - 30

6. **Homogenbereiche**

Für die im Rahmen der geplanten Deicherhöhung und Deichverstärkung erforderlichen Erdbauarbeiten werden unter Berücksichtigung der DIN 18300:2016-09 Erdarbeiten die in Tabelle 2 angegebenen Homogenbereiche des Baugrunds (H 1 bis H 4) vorgeschlagen. Bei der Abschätzung der Bandbreite der bodenmechanischen Eigenschaften der Böden der einzelnen



Homogenbereiche werden neben den Ergebnissen der stichprobenartig durchgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen gemäß Abschn. 5.1 bis 5.3 auch unsere Erfahrungswerte für vergleichbare Böden herangezogen. Aufgrund natürlicher geogen bedingter Unregelmäßigkeiten sind jedoch Abweichungen davon möglich.

Tabelle 2 Homogenbereiche

	Homogenbereiche			
	H1	H2	H3	H4
Ortsübliche Bezeichnung	Humoser Oberboden, aufgefüllt	Auelehm, aufgefüllt	Sand, aufgefüllt	Auelehm
Bodengruppe nach DIN 18196	[OH]	[OU]	[SE, SW, SU]	OU
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4	Körnungsband nach Erfahrung T/U/S/G = < 5/0-15/70-90/ < 15 (Gew.-%)	Körnungsband T/U/S/G = 10-50/30-70/10- 55/< 5 (Gew.-%)	Körnungsband nach Erfahrung T/U/S/G = < 5/0-20/40-100/ < 15 (Gew.-%)	Körnungsband nach Erfahrung T/U/S/G = 10-50/30-70/10- 55/< 5 (Gew.-%)
Anteile Steine und Blöcke	Erfahrungswert < 5 %	---, Bauschutt- und Holzreste möglich	Erfahrungswert < 1 %	---, Holzreste möglich
Dichte/Wichte nach DIN 18125-1	Erfahrungswert $\gamma = 16 - 18 \text{ kN/m}^3$	Erfahrungswert: $\gamma = 15 - 17 \text{ kN/m}^3$	Erfahrungswert $\gamma = 17 - 19 \text{ kN/m}^3$	Erfahrungswert: $\gamma = 15 - 17 \text{ kN/m}^3$
Undränierete Scherfestigkeit nach DIN 18137	---	Erfahrungswert: $c_u = 15 - 60 \text{ kN/m}^2$	---	Erfahrungswert: $c_u = 15 - 50 \text{ kN/m}^2$
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	---	$w = 10 \% - 40 \%$	---	$w = 10 \% - 50 \%$
Konsistenzzahl nach DIN 18122-1	---	Erfahrungswert: $0,5 < I_c < 0,9$	---	Erfahrungswert: $0,5 < I_c < 0,9$
Plastizitätszahl nach DIN 18122-1	---	Erfahrungswert: $7 < I_p < 30 \%$	---	Erfahrungswert: $7 < I_p < 30 \%$
Lagerungsdichte auf der Grundlage von leichten Rammsondierungen	Erfahrungswert sehr locker bis locker	---	überwiegend locker bis mitteldicht	---
Organischer Anteil nach DIN 18128	Erfahrungswert $V_{gl} < 15 \%$	$5 \% < V_{gl} < 12 \%$	Erfahrungswert $V_{gl} = < 3 \%$	Erfahrungswert $5 \% < V_{gl} < 15 \%$

7. Eignung des Auelehms für den Deichbau

Für die Bewertung der Eignung des auszuhebenden Auelehms als Deichbaumaterial werden die Empfehlungen der EAK 2007 (U 2.7) zugrunde gelegt. Aufgrund der ähnlichen Entstehungsgeschichte und sehr ähnlichen bodenmechanischen Eigenschaften werden für die Beurteilung der



Deichbaufähigkeit des Auelehms im vorliegenden Fall die Grenzwerte für Klei nach EAK 2007 herangezogen.

Als Grundlage für die Bewertung nach EAK 2007 wurde an den Proben der Auelehmaddeckung aus den im Deichkronenbereich ausgeführten Kleinbohrungen jeweils die Korngrößenverteilung, der Wassergehalt und der Glühverlust ermittelt. Die entsprechenden Laborversuchsergebnisse (s. a. Abschn. 5.1 bis 5.3) sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3 Laborversuchsergebnisse an Proben der Auelehmaddeckung im Deichkronenbereich

Klein- bohrung	Entnahme- tiefe	Entnahme- tiefe	Korngrößenverteilung			Wasser- gehalt	Glühverlust
	[m u. GOK]	[m NHN]	Tonanteil	Schluffanteil	Sandanteil	w	V _{gl}
			[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
BS 0+400	2,4	14,3	40	36	24	33,6	8,5
BS 0+600	1,0	15,9	30	37	33	24,8	8,2
BS 0+800	1,8	15,0	31	34	35	28,2	8,3
BS 1+000	0,6	16,1	33	39	28	26,6	9,6
BS 1+200	0,8	15,9	24	52	24	16,6	5,7
BS 1+400	0,9	16,1	18	33	49	24,6	5,8
BS 1+600	0,6	16,3	27	50	23	22,9	6,3
BS 1+800	0,9	16,2	20	39	41	27,1	5,6
BS 2+000	0,7	16,1	37	46	17	17,8	6,4
BS 2+200	1,0	16,0	24	57	19	22,0	6,0
BS 2+600	1,9	14,9	18	47	35	31,1	6,9
BS 2+800	2,4	14,0	25	43	32	26,7	7,8
BS 3+000	1,5	14,9	27	35	38	26,4	7,5
BS 3+200	2,0	14,2	23	43	34	25,0	6,6
BS 3+400	1,6	14,7	20	64	16	22,9	8,3
Minimalwert:			18	33	16	16,6	5,6
Mittelwert:			26	44	30	25,1	7,2
Maximalwert:			40	64	49	33,6	9,6

Gemäß den ermittelten Korngrößenverteilungen weist der Auelehm einen Tonanteil zwischen rd. 18 % und rd. 40 % sowie von rd. 26 % im Mittel auf (s. Tabelle 3). Der Massenanteil an Ton liegt damit oberhalb des in der EAK geforderten Mindestwertes von 10 %. Die ermittelten Massenanteile an Sand liegen zwischen rd. 16 % und rd. 49 % sowie im Mittel bei rd. 30 %. Sie



liegen damit i. W. unterhalb des in der EAK geforderten zulässigen Maximalwertes von 40 %. Die Wassergehalte von $w = 16,6 \%$ bis $w = 33,6 \%$ sowie von im Mittel $w = 25,1 \%$ liegen i. W. unterhalb des in der EAK für Einbauwassergehalte angegebenen Bereichs von $30 \% < w < 80 \%$. Die geringen Wassergehalte der Auelehmabdeckung sind auf die zum Zeitpunkt der Probenahme sehr trockenen Witterungsverhältnisse zurückzuführen. Die ermittelten Glühverluste zwischen $V_{gl} = 5,6 \%$ und $V_{gl} = 9,6 \%$ sowie von $V_{gl} = 7,2 \%$ im Mittel liegen jeweils unterhalb des angegebenen Maximalwertes von $V_{gl} = 10 \%$.

Zusammenfassend wird daher festgestellt, dass der durch die untersuchten Proben repräsentierte Auelehm nach der Beurteilung der entnommenen Bodenproben und den durchgeführten bodenmechanischen Laborversuchen für eine Weiterverwendung als Deichabdeckung geeignet ist. In Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse kann eine Bewässerung/Befeuchtung des für den Wiedereinbau aufgehaldeten Auelehms erforderlich werden.

8. Baugrundbeurteilung sowie Beurteilung des Verformungsverhaltens und der Standsicherheit des Deiches

8.1 Baugrundbeurteilung

Der im Bereich der Deichbaumaßnahme flächig verbreitet erkundete Auelehm weist einen geringen Steifemodul und eine geringe Scherfestigkeit auf. Aufgrund des geringen Steifemoduls und des Kriechverhaltens ist der Auelehm als setzungsempfindlich zu beurteilen und wirkt sich entsprechend auf das Zeitsetzungs- und Verformungsverhalten des Deichkörpers aus. Die geringe Scherfestigkeit ist hinsichtlich der Gesamtstandsicherheit des Deichkörpers bzw. hinsichtlich des Auftretens von Böschungs- und Geländebrüchen zu beachten. Die aufgefüllten und gewachsenen Sande sind ebenso wie der örtlich erkundete Geschiebelehm als schieferfester und weniger setzungsempfindlich zu beurteilen.

8.2 Beurteilung des Zeitsetzungs- und Verformungsverhalten des Deiches

Im den beiden ersten Teilbereichen des Deichabschnitts von Dkm 0+000 bis Dkm 2+500 (s. Abschn. 4.3.1 und 4.3.2), in denen es sich bei dem Bestandsdeich um einen Deich mit Auelehmabdeckung und Sandkern handelt, ist aufgrund der geplanten Deicherhöhung mit geringen Setzungen von $s \leq 5 \text{ cm}$ im Kronenbereich und im Bereich der zu erhöhenden



Böschung zu rechnen. In dem dritten Teilbereich des Deichabschnitts von Dkm 2+500 bis Dkm 3+400 (s. Abschn. 4.3.3), in dem es sich bei dem Bestandsdeich um einen vollständig aus Auelemm bestehenden Deich handelt, ist mit höheren Setzungen von $s \leq 10$ cm im Kronenbereich und im Bereich der zu erhöhenden Böschung zu rechnen. Die Setzungen an den außen- und binnenseitigen Deichfüßen sind jeweils deutlich geringer als die im Kronen- bzw. Böschungsbereich.

Es ist daher zu empfehlen, den Deich mit entsprechenden Überhöhungsmaßen im Kronen- und Böschungsbereich auszuführen. Die planmäßigen Überhöhungen können hin zu den außen- und binnenseitigen Deichfüßen linear auslaufen.

Aufgrund des Konsolidierungsverhaltens des Auelehms ist davon auszugehen, dass die Setzungen im Bereich des vollständig aus Auelemm bestehenden Deiches erst nach einem Zeitraum von etwa 10 Jahren nach erfolgter Deicherhöhung weitgehend abgeschlossen sein werden.

8.3 Beurteilung der Standsicherheit des Deiches

Für die Beurteilung der Standsicherheit des Deiches wird die Durchführung von Geländebruchberechnungen nach EC 7 in Verbindung mit DIN 4084 erforderlich. Als Grundlage für die Durchführung von Geländebruchberechnungen liegen insgesamt acht Deichquerschnitte (U 2.1.8 bis U 2.1.15) vor. Für den im Dünenbereich gelegenen Querschnitt P5 (U 2.1.8) wird eine Untersuchung der Geländebruchsicherheit aufgrund des relativ flachen Reliefs nicht erforderlich. Für die übrigen sieben Querschnitte werden Geländebruchberechnungen mit dem Programm GGU-Stability, Version 12.02 vom 18.04.2017, durchgeführt.

Die Berechnungen erfolgen dabei ausschließlich für den Endzustand nach erfolgter Deicherhöhung und Deichverstärkung. Aufgrund ihrer Geringfügigkeit werden die erforderlichen Überhöhungsmaße (s. Abschn. 8.2) nicht berücksichtigt. Für die Querschnitte mit Auelehmaddeckung und Sandkern wird für die Berechnungen davon ausgegangen, dass die Auelehmaddeckung zunächst abgetragen und nach erfolgter Anpassung des Sandkerns in Sollstärke wieder eingebaut wird. Für die Querschnitte mit einem vollständig aus Auelemm



bestehenden Deich wird davon ausgegangen, dass der Deich mit Auelehm aufgehört und nicht durch einen Deich mit Auelehmabdeckung und Sandkern ersetzt wird.

Außendeichs wird ein Einstau bis in Höhe der in den Deichquerschnitten angegebenen Bemessungshochwasserstände rd. 1,00 m unter OK Deichkrone und binnendeichs ein Grundwasserstand im Hochwasserfall auf jeweils rd. NHN +12,5 m angenommen (s. a. Abschn. 3.4). Die sich ergebende Sickerlinie durch den Deichkörper wird anhand der Kenntnisse zum Aufbau des Deichkörpers abgeschätzt. Der Nachweis erfolgt jeweils für den Grenzzustand GEO-3 und auf der sicheren Seite liegend für die ständige Bemessungssituation BS-P.

Die Ergebnisse der Geländebruchberechnungen sind in den Anlagen 022972/5.1 bis 5.7 dargestellt. In der Tabelle 4 sind die Ausnutzungsgrade μ der untersuchten Querschnitte dargestellt.

Tabelle 4 Geländebruchberechnungen - Ausnutzungsgrade der untersuchten Querschnitte

Anlage	Querschnitt	Ausnutzungsgrad μ [-]
022972/5.1	Querschnitt P25, Dkm 0+600	0,52
022972/5.2	Querschnitt P45, Dkm 1+100	0,60
022972/5.3	Querschnitt P17, Dkm 1+600	0,52
022972/5.4	Querschnitt P37, Dkm 2+100	0,57
022972/5.5	Querschnitt P57, Dkm 2+600	0,51
022972/5.6	Querschnitt P77, Dkm 3+100	0,48
022972/5.7	Querschnitt P92, Dkm 3+475	0,54

Nach den Ergebnissen der ausgeführten Berechnungen ist jeweils eine ausreichende Geländebruchsicherheit gegeben. Die Querschnitte mit Auelehmabdeckung und Sandkern (Anlagen 022972/5.1 bis 5.4) weisen dabei ähnliche Ausnutzungsgrade wie die vollständig aus Auelehm bestehenden Querschnitte (Anlagen 022972/5.5 bis 5.7) auf. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die vollständig aus Auelehm bestehenden Deiche bei länger anhaltenden Hochwasserereignissen aufweichen können. Eine hieraus resultierende Minderung der Scherfestigkeit wurde in den Berechnungen nicht berücksichtigt.



9. Hinweise für den Deichbau

Es sollte geprüft werden, ob es deichbautechnisch und wirtschaftlich sinnvoll ist, den zwischen Dkm 2+500 bis Dkm 3+400 erkundeten Auelehmdeich (s. Abschn. 4.3.3) als Deich mit Auelehmabdeckung und Sandkern neu aufzubauen und den gewonnenen Auelehm für die Deichabdeckung auch in den übrigen Bereichen zu verwenden. Bei einem Deich vollständig aus Auelehm ist ein mögliches Aufweichen des Deichkerns bei länger anhaltenden Hochwasserereignissen als kritisch für die Standsicherheit zu beurteilen (s. a. Abschn. 8.3). Für den vorhandenen Auelehm des Deichkerns ist ebenso wie für den vorhandenen Auelehm der Deichabdeckung von einer guten Deichbaufähigkeit auszugehen (s. a. Abschn. 7).

10. Zusammenfassung

Als geotechnische Grundlage für die im Dannenberger Deich- und Wasserverband zwischen Penkefitz und Wusseger geplante Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches wird mit dem vorliegenden 1. Bericht die Baugrundbeurteilung und Beurteilung der Deichstandsicherheit vorgelegt.

Angaben zur Deichbaufähigkeit des innerhalb des Bestandsdeichs erkundeten Auelehms sind Abschn. 7 zu entnehmen. Nach den Ergebnissen der ausgeführten Geländebruchberechnungen (s. Abschn. 8.3) ist auch unter Berücksichtigung der geplanten Deicherhöhung eine ausreichende Standsicherheit des Deiches gewährleistet. Die Hinweise zum Deichbau gemäß Abschn. 9 sind bei der weiteren Planung zu beachten.

Bearbeiter:

(Römer)

Grundbauingenieure
Steinfeld und Partner
Beratende Ingenieure mbB

Verteiler:

NLWKN, Herr Schröder

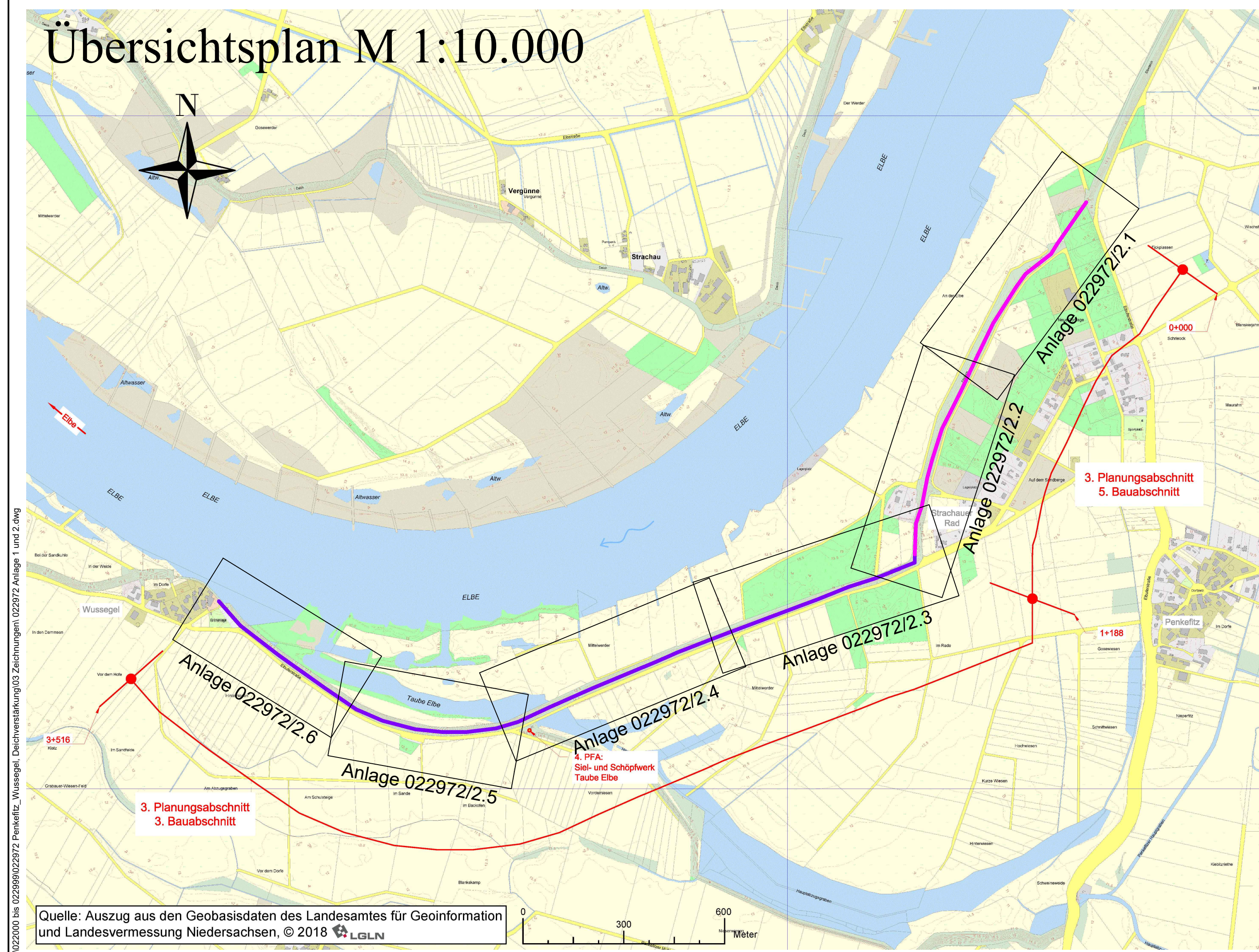
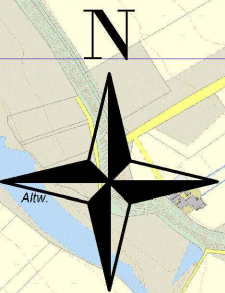
2fach und

per E-Mail: bernd.schroeder@nlwkn-ig.niedersachsen.de

NLWKN, Herr König

per E-Mail: heinrich.koenig@nlwkn-ig.niedersachsen.de

Übersichtsplan M 1:10.000



P:\022000 bis 022999\022972 Penkefitz_Wussegel_Deichverstärkung\03 Zeichnungen\022972 Anlage 1 und 2.dwg

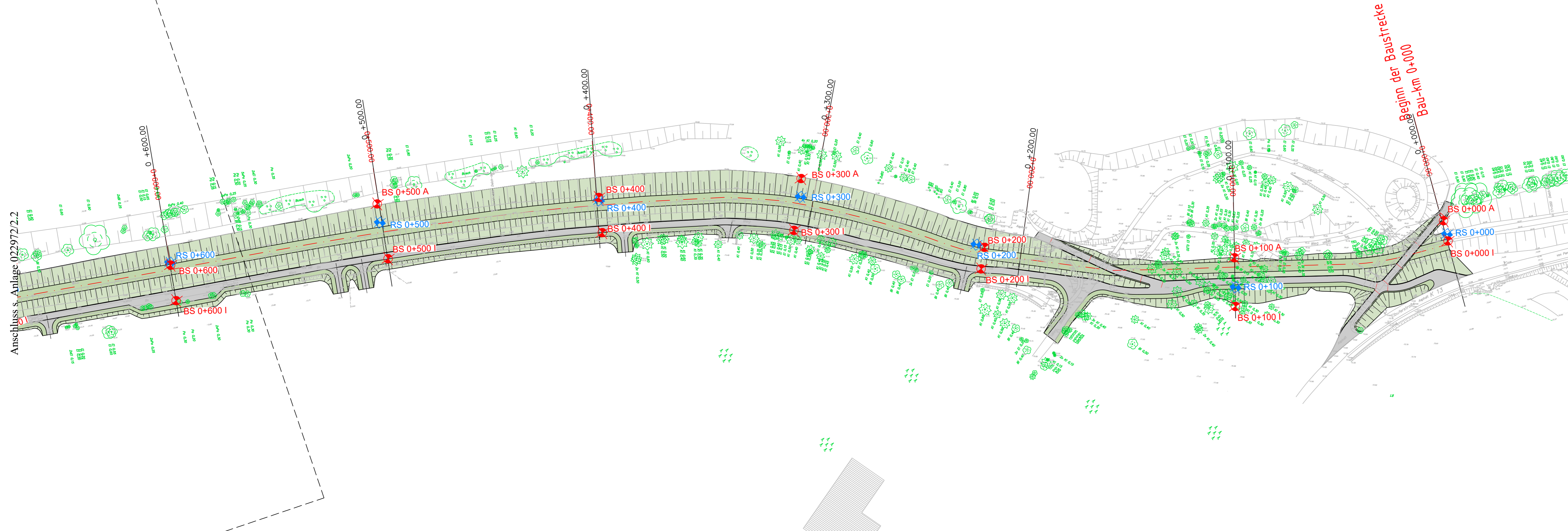
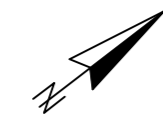
Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen, © 2018 LGLN



Anlage: 022972/1	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegel	Änderungen:
Maßstab: 1:10.000		
Übersichtsplan		Gepr.: RÖ
Gez.: He		Dat.: 12.03.2019
Dat.: 26.06.2018	GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER BERATENDE INGENIEURE mbB 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0	



Lageplan M 1:1000



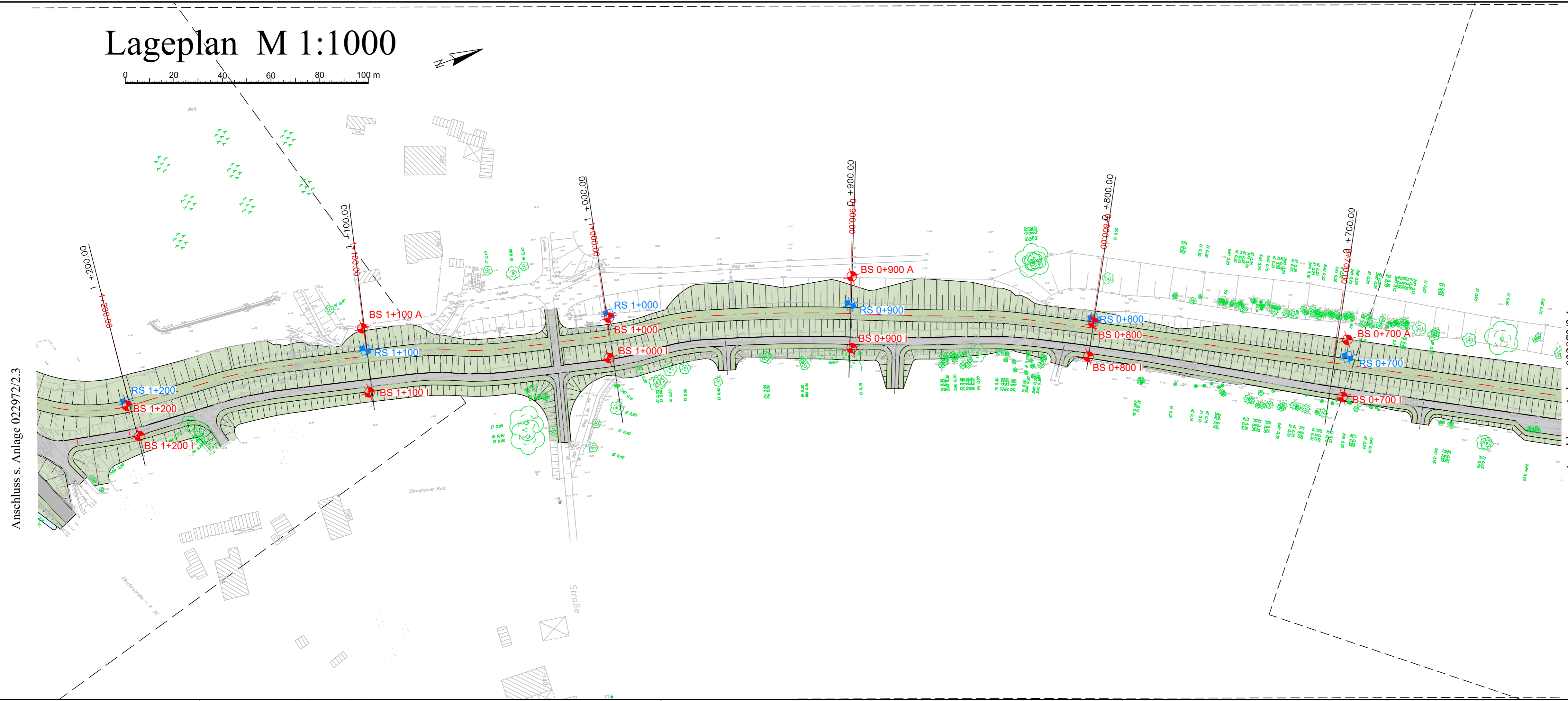
- Kleinbohrung
- Rammsondierung (DPL-5)

Anlage: 022972/2.1	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussege	Änderungen:
Maßstab: 1:1000	Lageplan (1) Dkm 0+000 bis 0+600	Gepr.: R6
Gez.: He Dat.: 26.06.2018		Dat.: 12.03.2019
GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER BERATENDE INGENIEURE mbB 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0		





P:\022000 bis 022999\022972 Penkefitz_Wussege\Deichverstärkung\03 Zeichnungen\022972 Anlage 1 und 2.dwg

Lageplan M 1:1000



Legende:

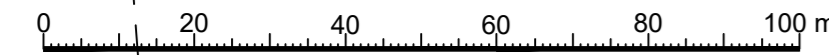
-  Kleinbohrung
-  Rammsondierung (DPL-5)

Anlage: 022972/2.2	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussege	Änderungen:
Maßstab: 1:1000		
Gez.: He	Lageplan (2)	Gepr.: R6
Dat.: 26.04.2018	Dkm 0+700 bis 1+200	Dat.: 12.03.2019
GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER BERATENDE INGENIEURE mbB 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0		

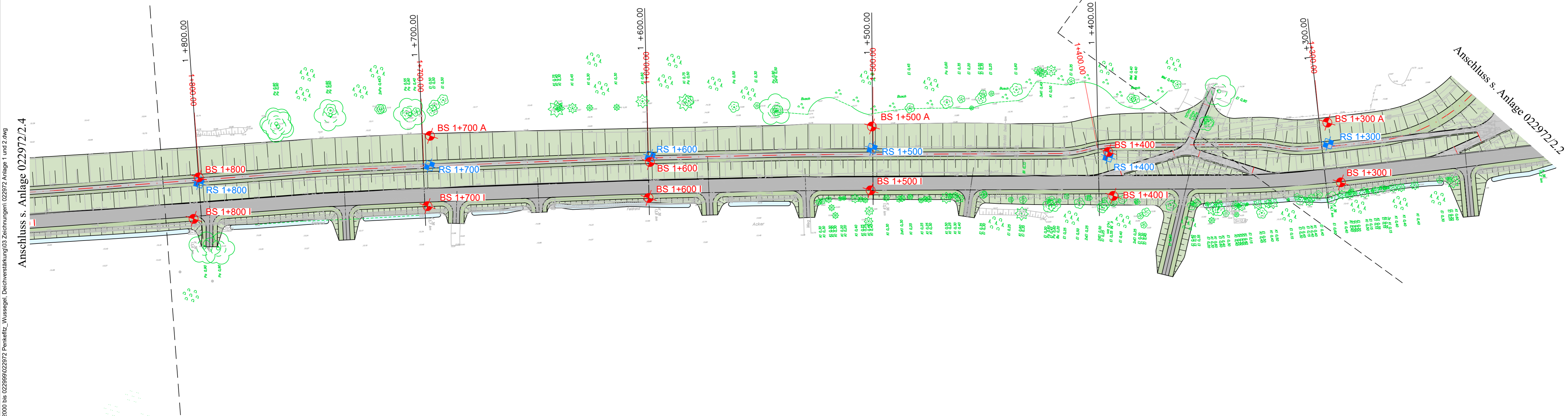


F:\022000 bis 022999\022972 Penkefitz_Wussege\Deichverstärkung\03 Zeichnungen\022972 Anlage 1 und 2.dwg

Lageplan M 1:1000



P:\022000 bis 022999\022972 Penkeitz_Wussegeel_Deichverstärkung\03 Zeichnungen\022972 Anlage 1 und 2.dwg



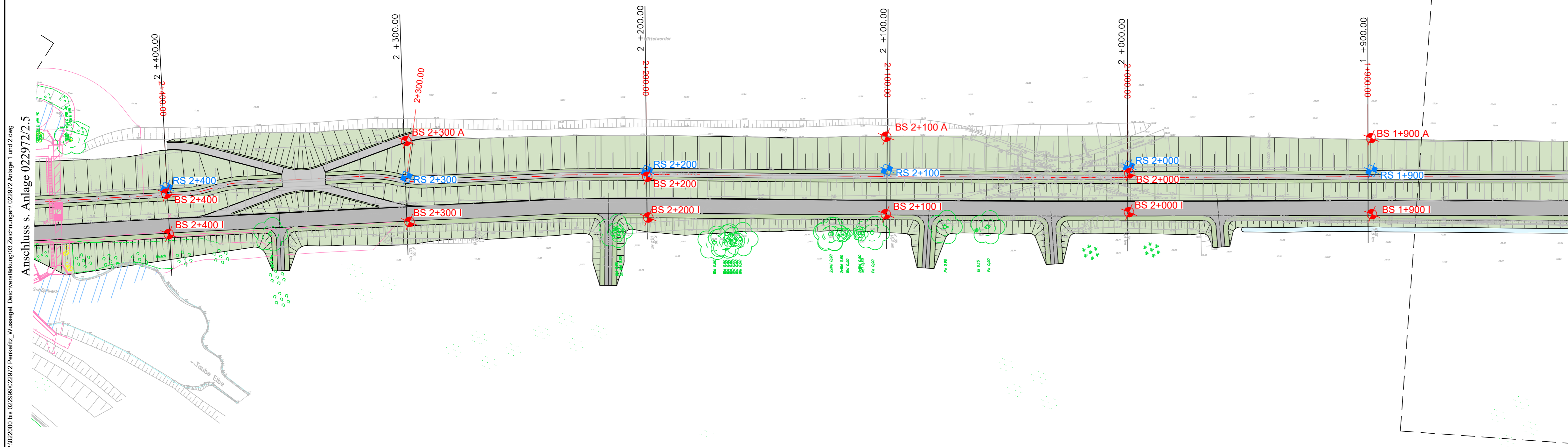
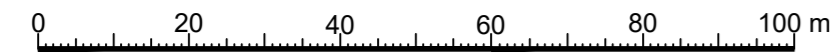
Legende:

- Kleinbohrung
- Rammsondierung (DPL-5)

Anlage: 022972/2.3	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegeel	Änderungen:
Maßstab: 1:1000	Lageplan (3) Dkm 1+300 bis 1+800	
Gez.: He		Gepr.: Rö
Dat.: 26.04.2018	GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER BERATENDE INGENIEURE mbB 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0	Dat.: 12.03.2019



Lageplan M 1:1000



Anschluss s. Anlage 022972/2.5

Anschluss s. Anlage 022972/2.3

- Legende:**
- Kleinbohrung
 - Rammsondierung (DPL-5)

Anlage: 022972/2.4	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussege	Änderungen:
Maßstab: 1:1000		
Gez.: He	Lageplan (4) Dkm 1+900 bis 2+400	Gepr.: Rö
Dat.: 26.06.2018	GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER BERATENDE INGENIEURE mbB 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0	Dat.: 12.03.2019



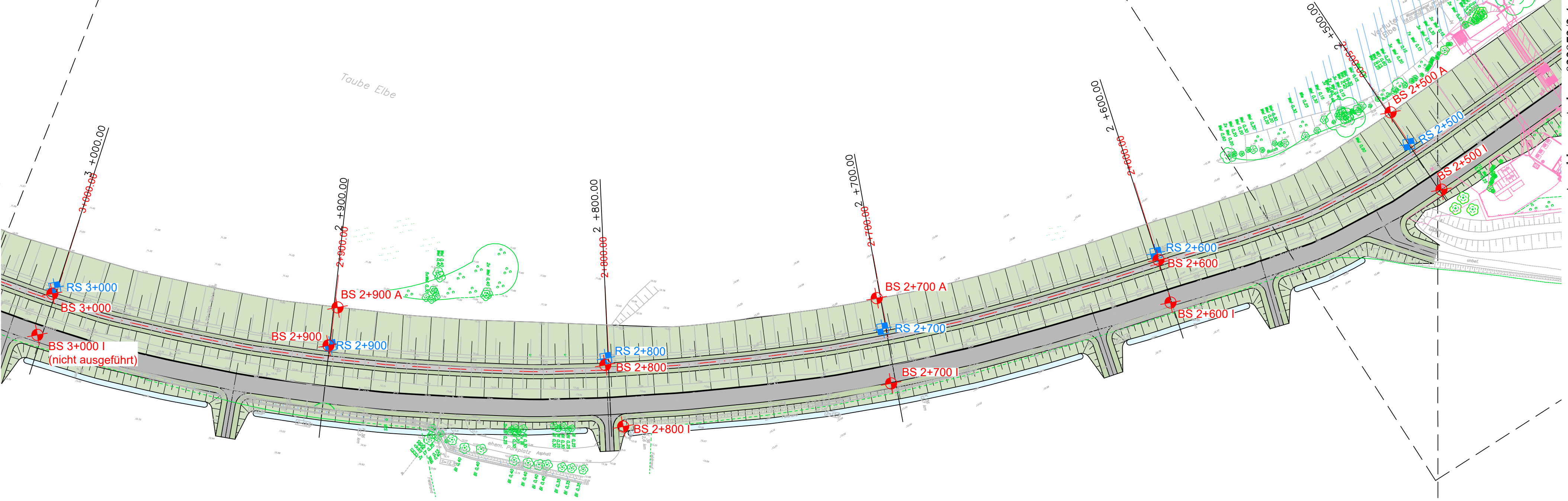
Lageplan M 1:1000

0 20 40 60 80 100 m



Anschluss s. Anlage 022972/2.6

P:\022000 bis 022999\022972 Penkefitz_Wussegele_Deichverstärkung\03 Zeichnungen\022972 Anlage 1 und 2.dwg



Anschluss s. Anlage 022972/2.4

Anlage: 022972/2.5	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegele	Änderungen:
Maßstab: 1:1000		
Gez.: He	Lageplan (5)	Gepr.: Rö
Dat.: 26.06.2018	Dkm 2+500 bis 3+000	Dat.: 12.03.2019
GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER BERATENDE INGENIEURE mbB 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0		



Lageplan M 1:1000

0 20 40 60 80 100 m



Ende der Bausfläche
Bau-km 3+516

3+500.00 3 +500.00

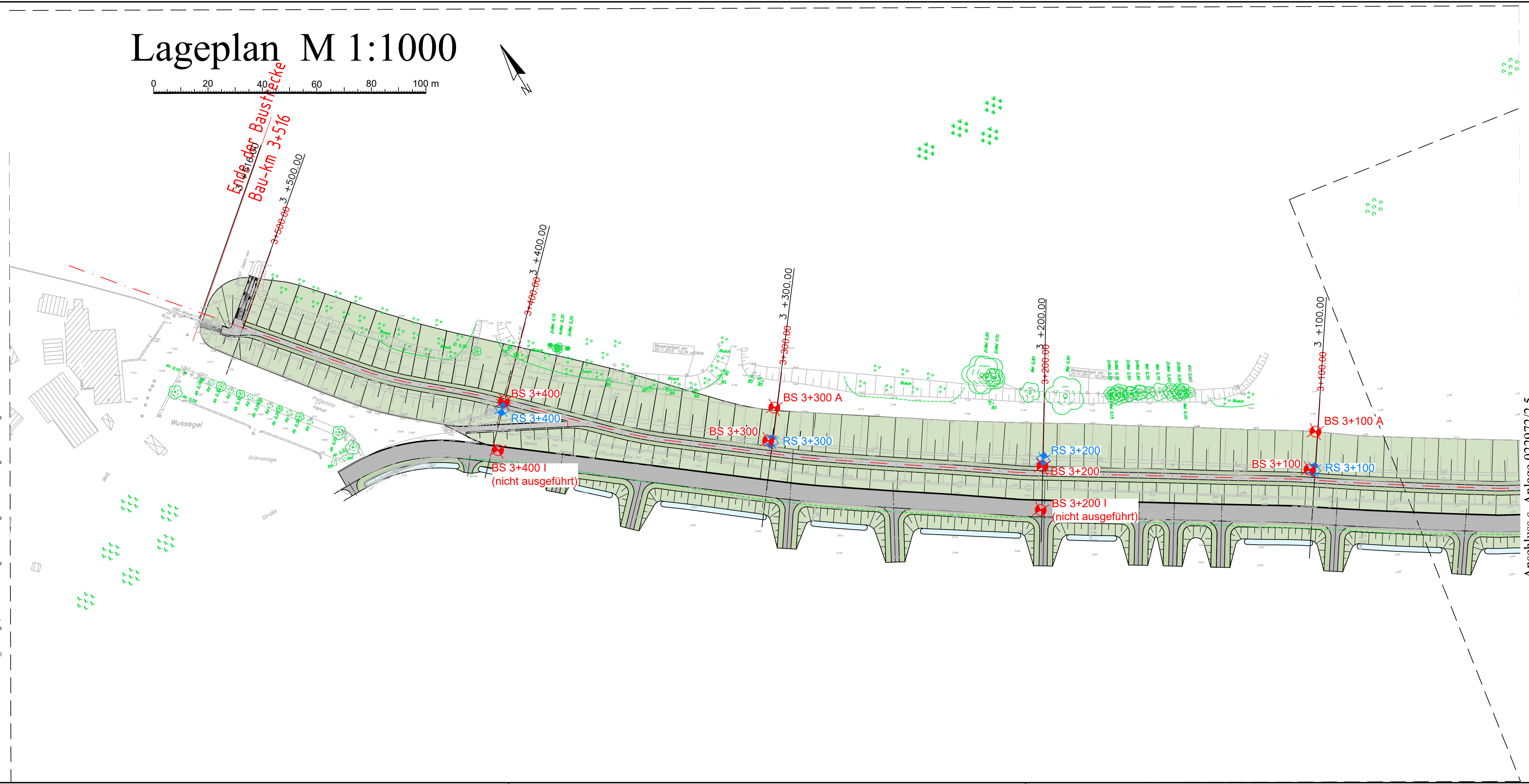
3+400.00 3 +400.00

3+300.00 3 +300.00



3+200.00 3 +200.00

3+100.00 3 +100.00

P:\022000 bis 022999\022972 Penkefitz_Wussegele_Deichverstärkung\03 Zeichnungen\022972 Anlage 1 und 2.dwg



Anschluss s. Anlage 022972/2.5

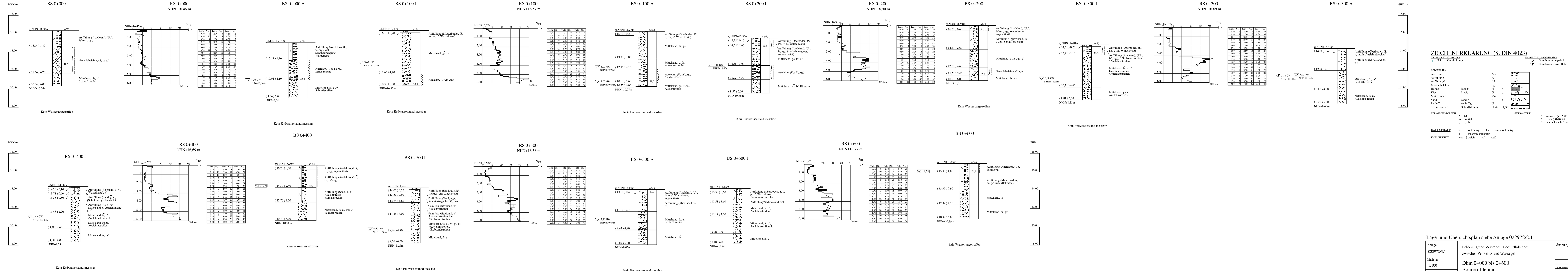
- Legende:**
-  Kleinbohrung
 -  Rammsondierung (DPL-5)

Anlage: 022972/2.6	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegele	Änderungen:
Maßstab: 1:1000		
Gez.: He	Lageplan (6) Dkm 3+100 bis 3+400	Gepr.: Rö
Dat.: 26.06.2018		Dat.: 12.03.2019
GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER BERATENDE INGENIEURE mbB 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0		



Bohrprofile und Rammsondierungen M 1:100

Kleinbohrungen und leichte Rammsondierungen DPL-5 ausgeführt von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg, im Zeitraum vom 14.05. bis 01.06.2018



* Bodensprache nach Schichtenverzeichnis

ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN
 BS Kleinbohrung
 RS Rammsondierung

WASSER UND GRUNDWASSER
 Grundwasser angebohrt
 Grundwasser nach Bohrende

BODENARTEN

Auelem	AL
Auffüllung	A
Geschiebelehm	Lg
Humus	H
Kies	G
Mutterboden	Mu
Sand	S
Schluff	U
Schluffstreifen	U Str

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	groß

NEBENANTEILE

- schwach (< 15%)
- stark (30-40%)
- sehr schwach: sehr stark

KALKGEHALT

k+	kalkhaltig
k++	stark kalkhaltig
k'	schwach kalkhaltig

KONSISTENZ

wch	weich
stf	stif
stf	stif

Lage- und Übersichtsplan siehe Anlage 022972.1

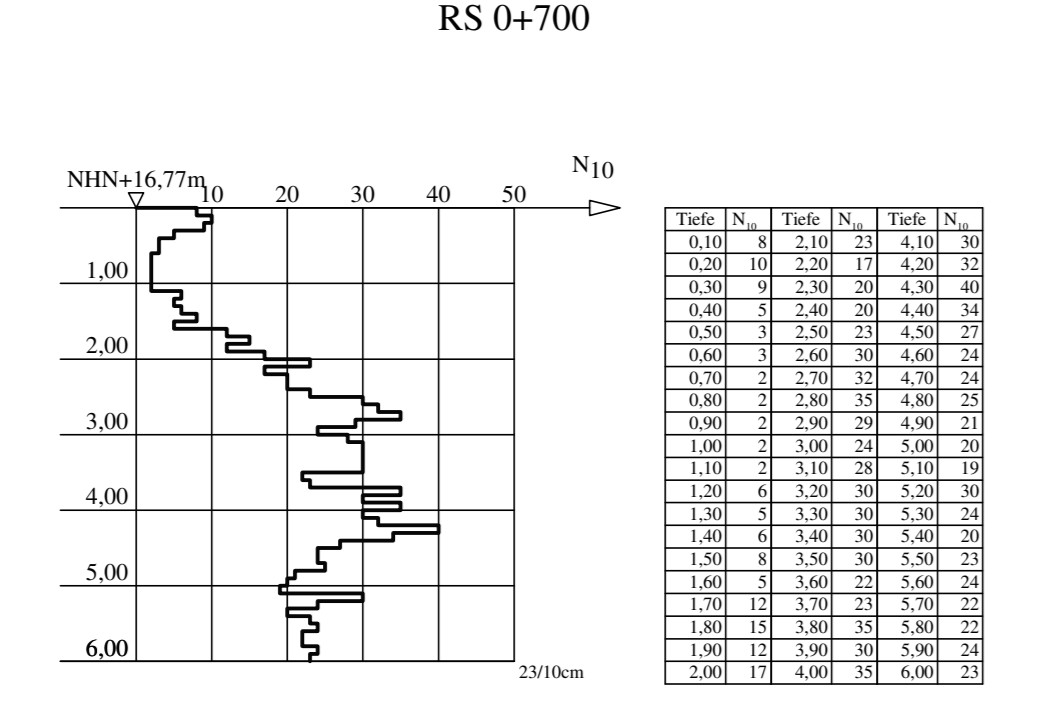
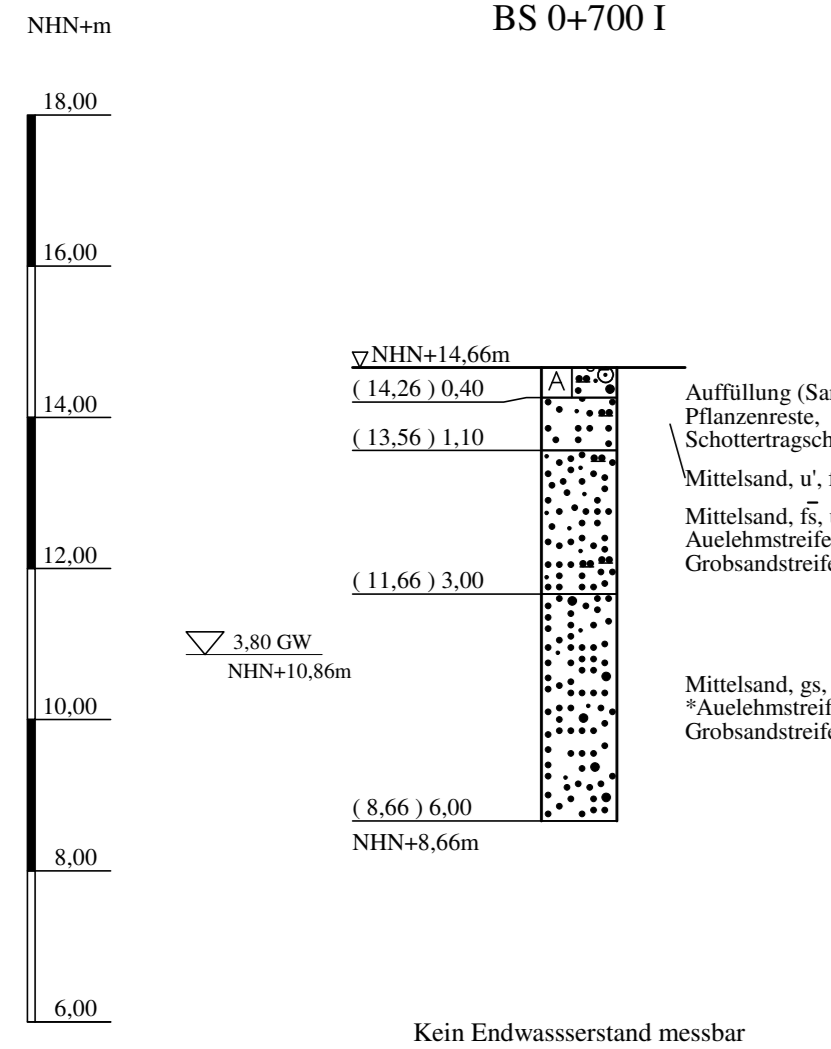
Anlage: 022972/3.1	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefz und Wussegel	Änderungen:
Maßstab: 1:100	Dkm 0+000 bis 0+600	
Gez.: NthHs	Bohrprofile und Rammsondierungen	
Dat.: 05.07.2018		

1757mm*380mm
 Gepr.: R0
 Dat.: 12.03.2019

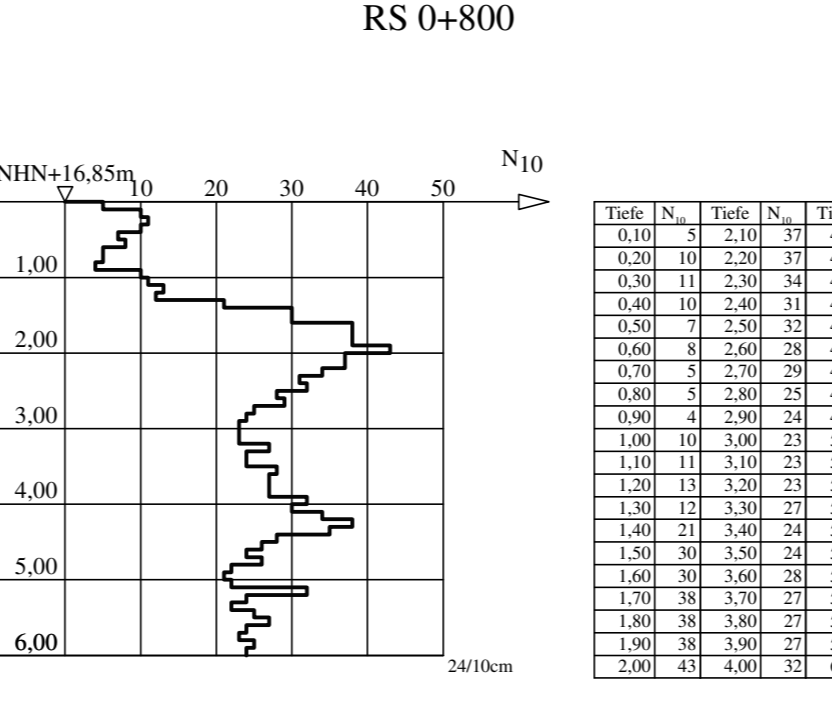
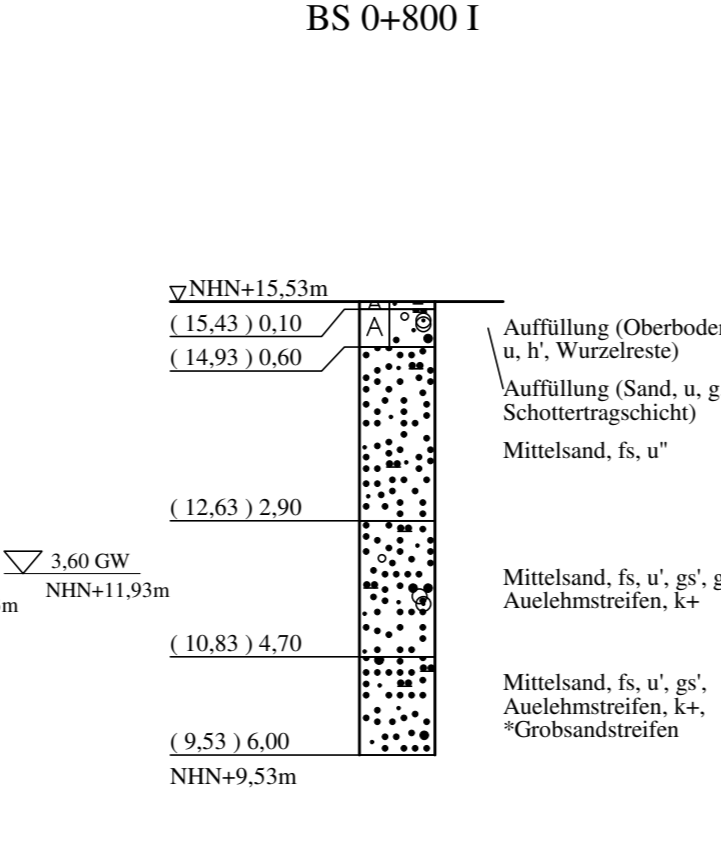
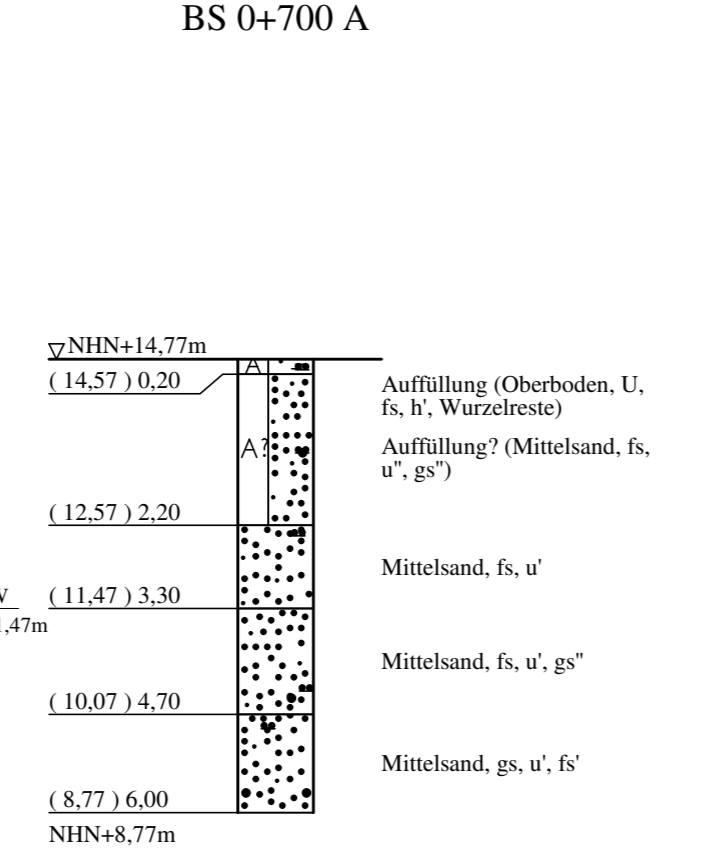
GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbB
 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 3891-39-0

Bohrprofile und Rammsondierungen M 1:100

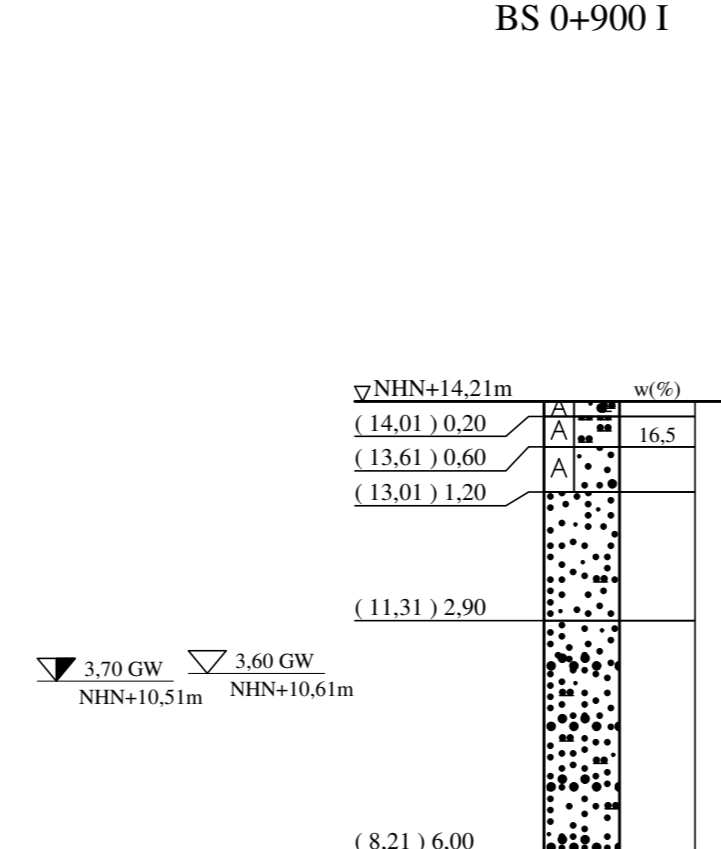
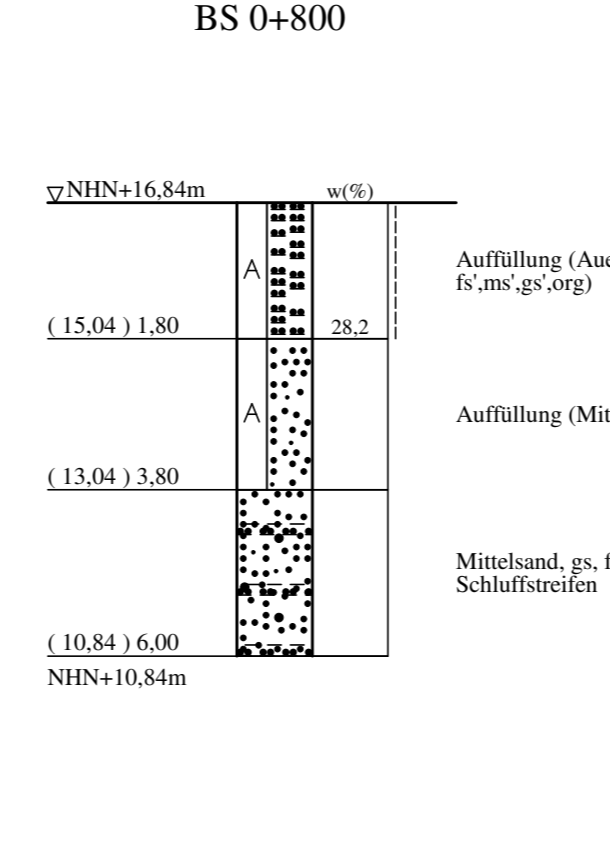
Keinbohrungen und leichte Rammsondierungen DPL-5 ausgeführt von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg, im Zeitraum vom 14.05. bis 01.06.2018



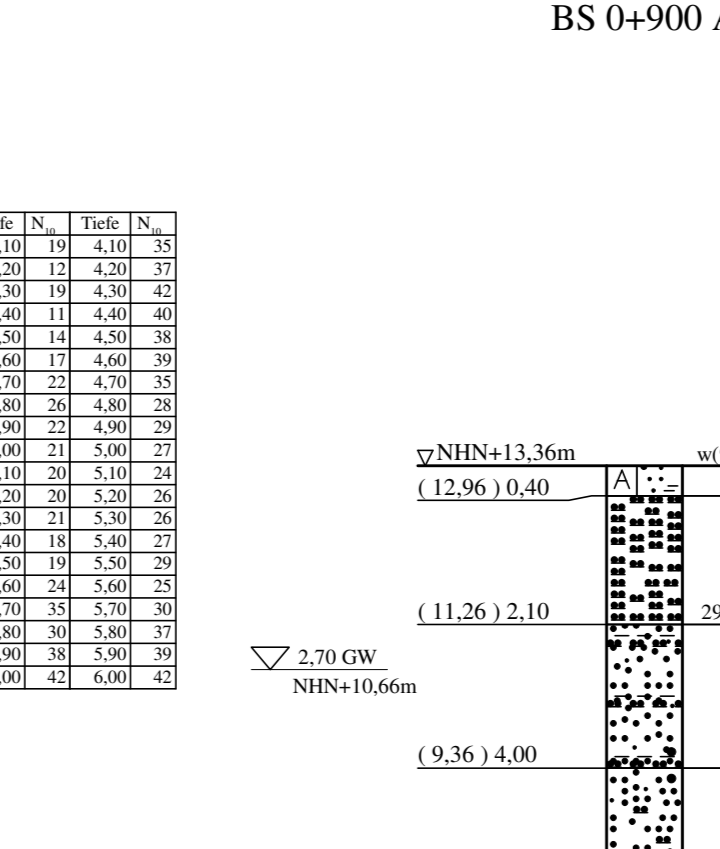
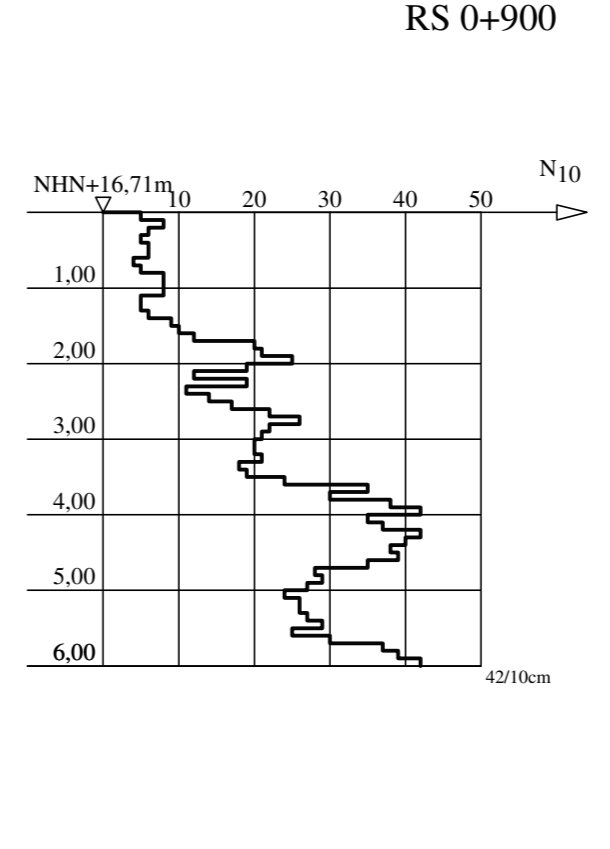
Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]
0,10	8	2,10	23
0,20	10	2,20	17
0,30	9	2,30	20
0,40	5	2,40	20
0,50	3	2,50	23
0,60	3	2,60	30
0,70	2	2,70	32
0,80	10	2,80	25
0,90	2	2,90	29
1,00	2	3,00	24
1,10	2	3,10	28
1,20	6	3,20	30
1,30	4	3,30	30
1,40	6	3,40	30
1,50	8	3,50	30
1,60	8	3,60	23
1,70	12	3,70	23
1,80	13	3,80	35
1,90	12	3,90	30
2,00	17	4,00	35



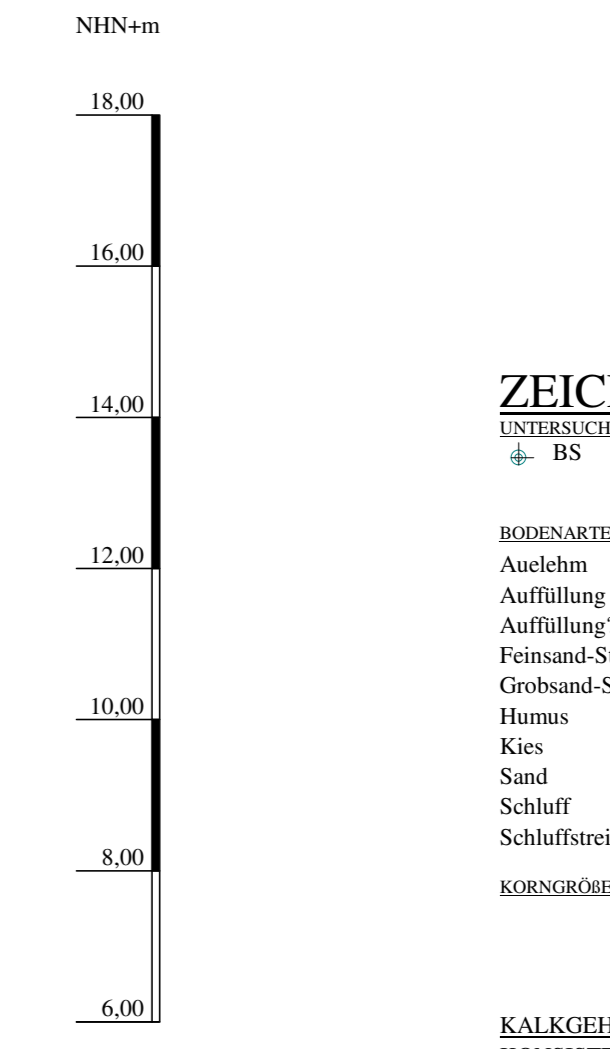
Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]
0,10	8	2,10	37
0,20	10	2,20	37
0,30	11	2,30	34
0,40	10	2,40	31
0,50	7	2,50	33
0,60	8	2,60	28
0,70	8	2,70	29
0,80	5	2,80	25
0,90	4	2,90	24
1,00	10	3,00	23
1,10	11	3,10	23
1,20	13	3,20	23
1,30	12	3,30	27
1,40	21	3,40	24
1,50	30	3,50	24
1,60	30	3,60	28
1,70	38	3,70	27
1,80	38	3,80	27
1,90	38	3,90	27
2,00	43	4,00	32



Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]
0,10	5	2,10	19
0,20	8	2,20	12
0,30	6	2,30	19
0,40	5	2,40	11
0,50	6	2,50	14
0,60	6	2,60	17
0,70	4	2,70	22
0,80	5	2,80	26
0,90	8	2,90	27
1,00	8	3,00	21
1,10	8	3,10	20
1,20	5	3,20	20
1,30	5	3,30	21
1,40	6	3,40	18
1,50	9	3,50	19
1,60	10	3,60	22
1,70	12	3,70	35
1,80	20	3,80	30
1,90	21	3,90	38
2,00	25	4,00	42



Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]
0,10	5	2,10	19
0,20	8	2,20	12
0,30	6	2,30	19
0,40	5	2,40	11
0,50	6	2,50	14
0,60	6	2,60	17
0,70	4	2,70	22
0,80	5	2,80	26
0,90	8	2,90	27
1,00	8	3,00	21
1,10	8	3,10	20
1,20	5	3,20	20
1,30	5	3,30	21
1,40	6	3,40	18
1,50	9	3,50	19
1,60	10	3,60	22
1,70	12	3,70	35
1,80	20	3,80	30
1,90	21	3,90	38
2,00	25	4,00	42



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN
 + BS Kleinbohrung
 ▽ Grundwasser angebohrt
 ▽ Grundwasser nach Bohrende

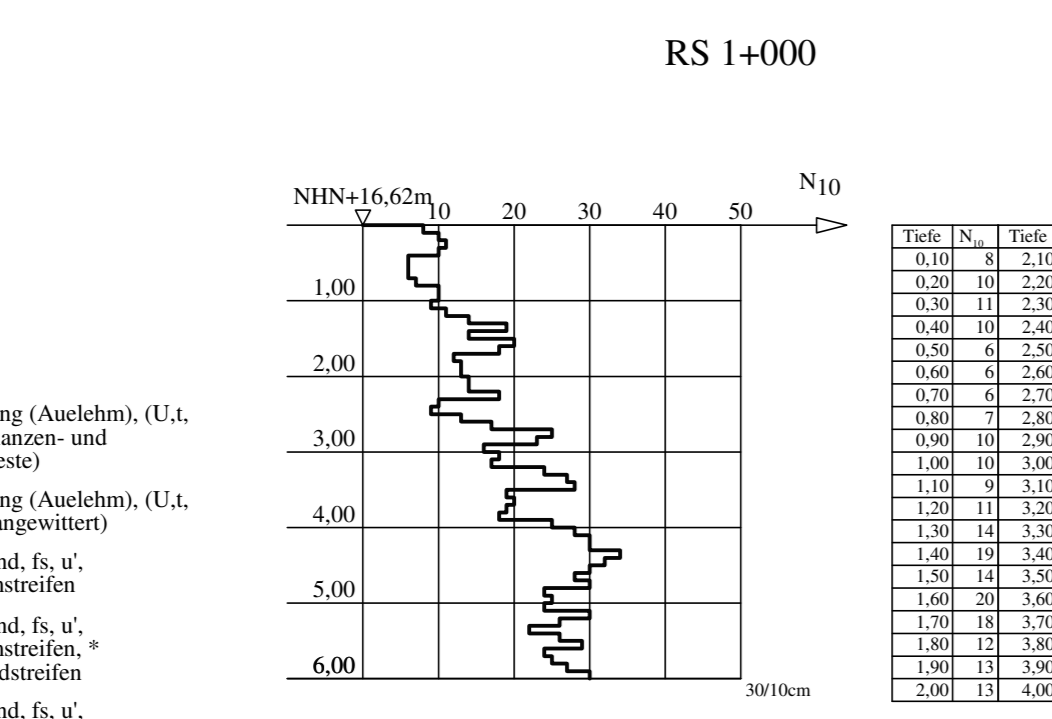
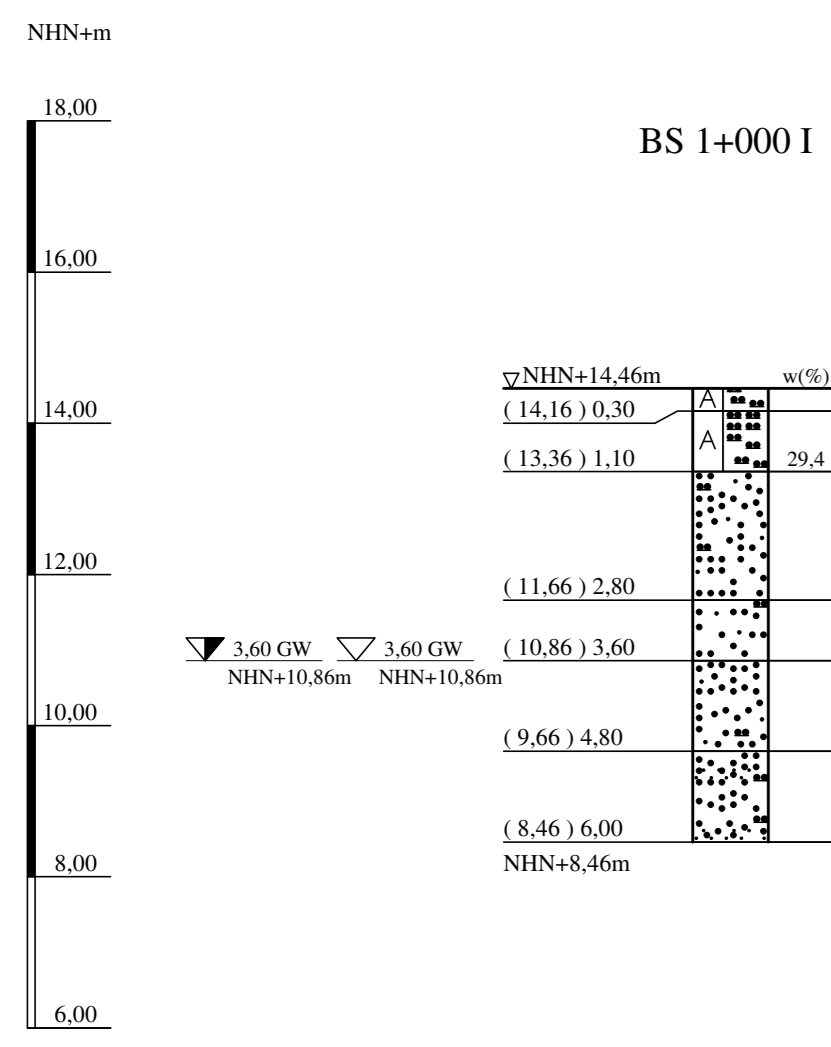
BOBENARTEN

Auelehm	AL	
Auffüllung	A	
Auffüllung?	A?	
Feinsand-Streifen	IS_Str	IS_Str
Grobsand-Streifen	GS_Str	GS_Str
Humus	h	
Kies	G	
Sand	s	
Schluff	u	
Schluffstreifen	U_Str	U_Str

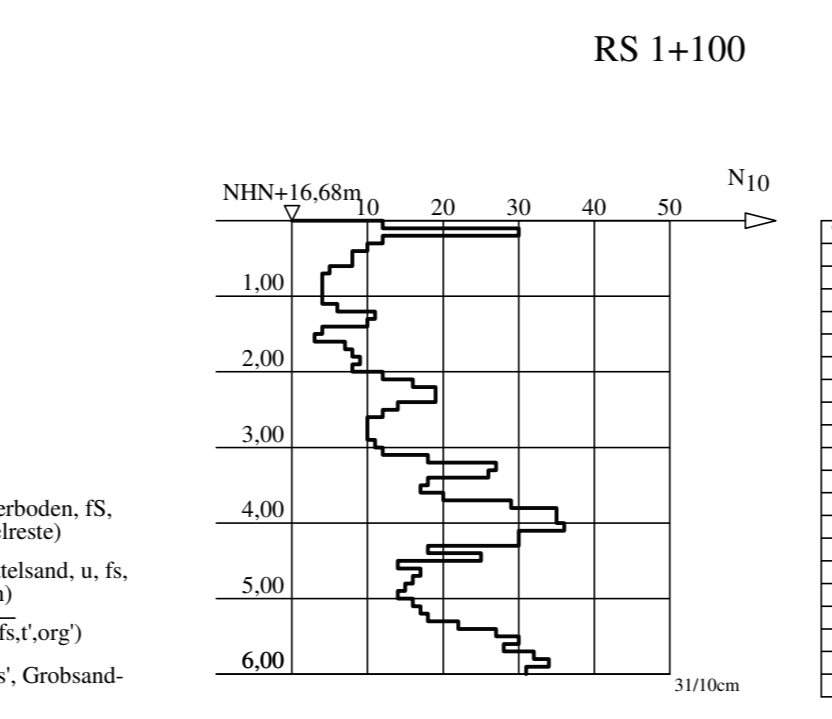
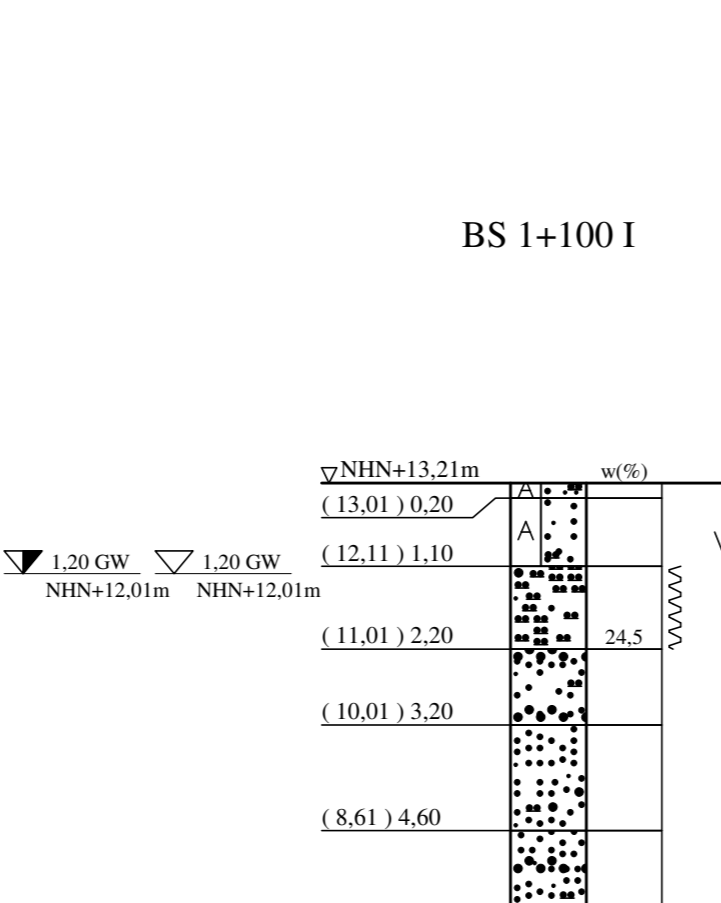
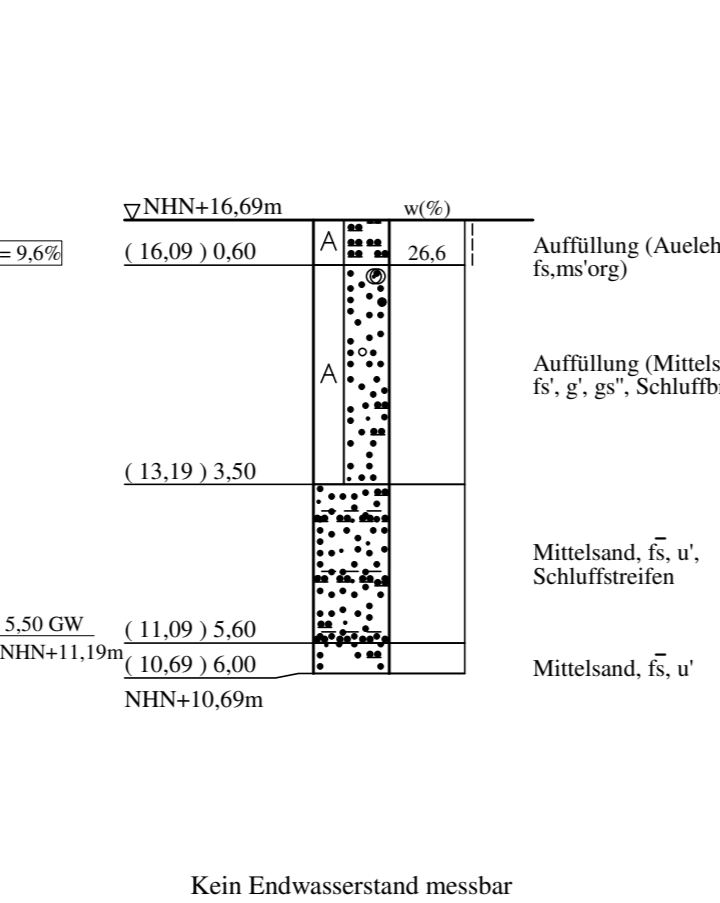
KORBGRÖßENBEREICH
 f fein
 m mittel
 g grob

KALKGEHALT
 k+ kalkhaltig
 k schwach kalkhaltig
 weh weich
 sf steif

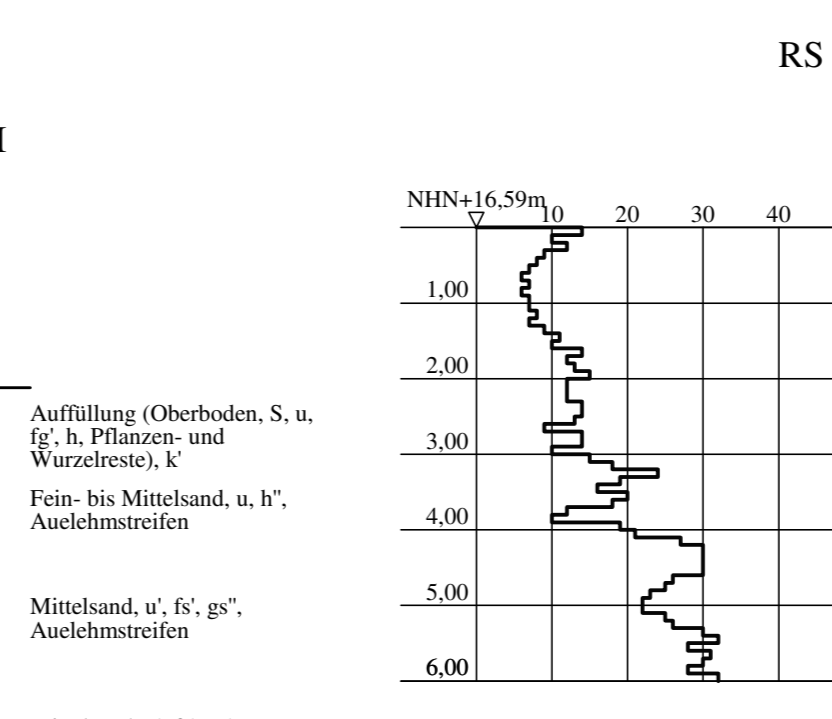
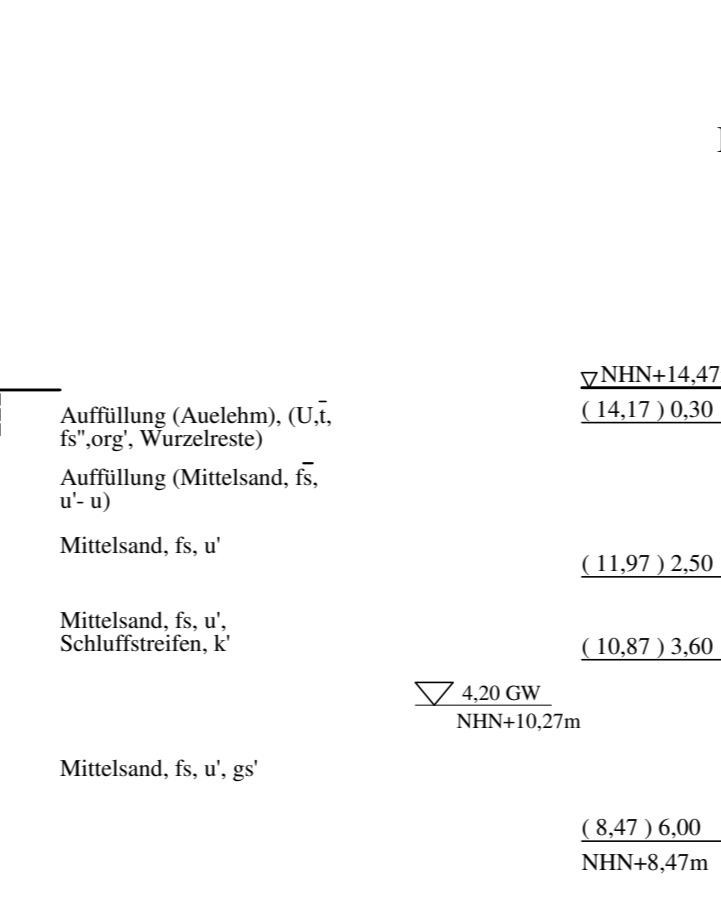
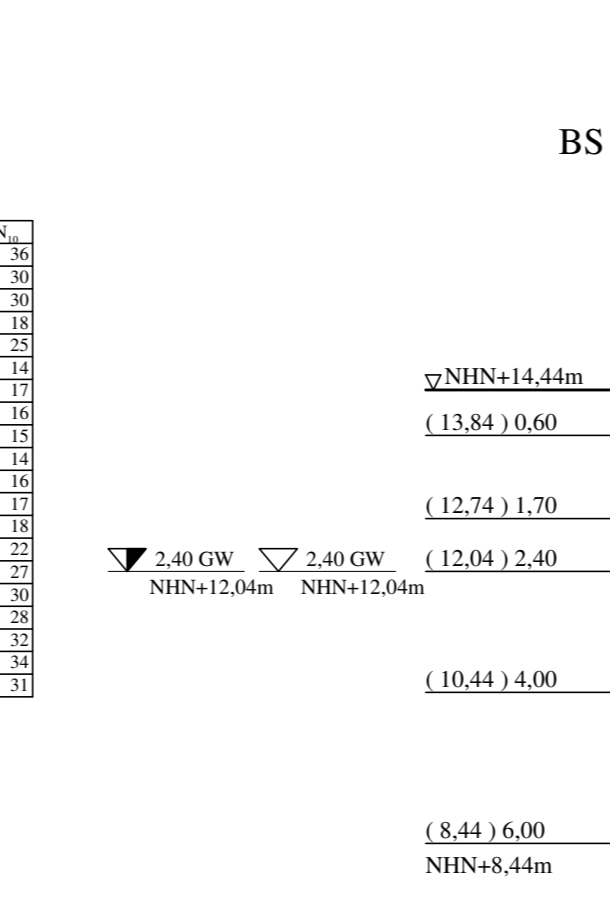
SEBENSANTEILE
 : schwach (< 15%)
 - stark (30-40%)
 ' sehr schwach; ' sehr stark



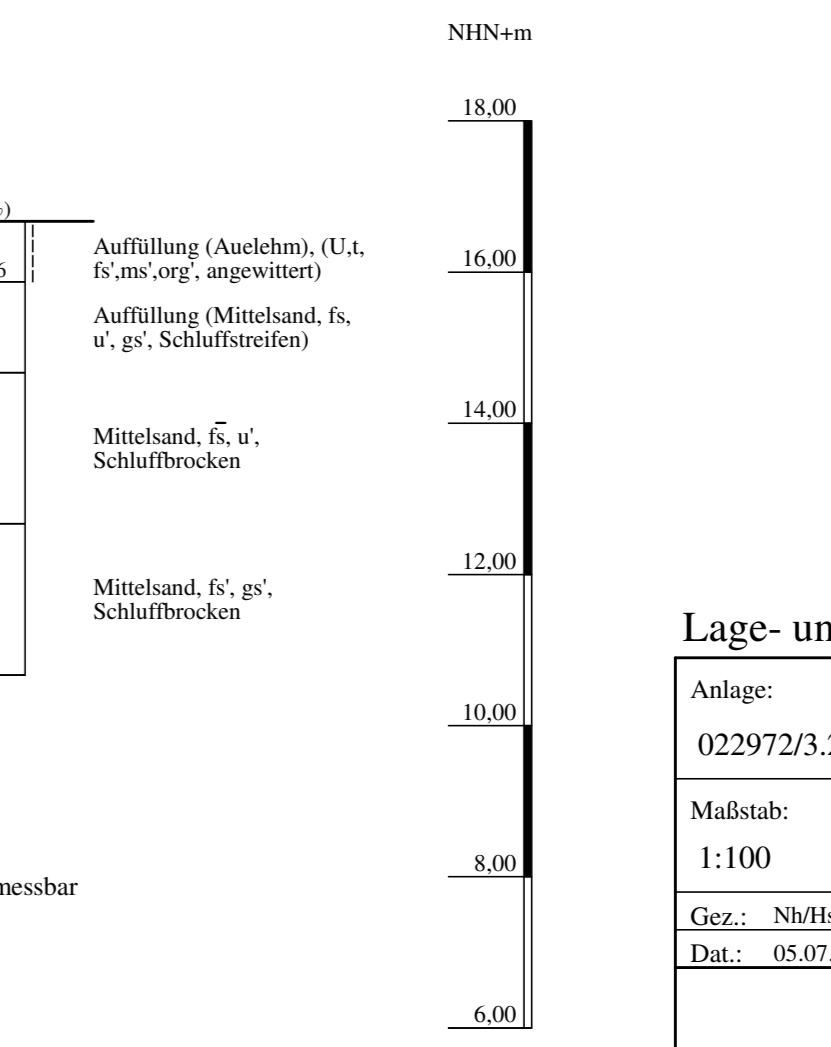
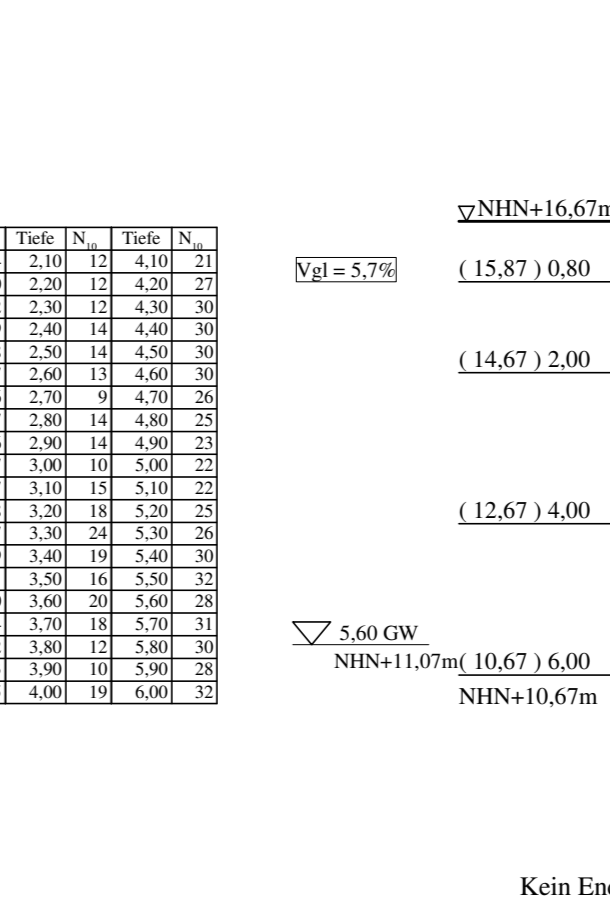
Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]
0,10	8	2,10	14
0,20	10	2,20	14
0,30	11	2,30	18
0,40	10	2,40	10
0,50	6	2,50	9
0,60	8	2,60	13
0,70	6	2,70	17
0,80	7	2,80	25
0,90	10	2,90	23
1,00	10	3,00	16
1,10	9	3,10	18
1,20	11	3,20	17
1,30	14	3,30	24
1,40	19	3,40	27
1,50	14	3,50	28
1,60	20	3,60	19
1,70	20	3,70	20
1,80	12	3,80	19
1,90	13	3,90	18
2,00	13	4,00	25



Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]
0,10	12	2,10	12
0,20	30	2,20	16
0,30	11	2,30	19
0,40	10	2,40	19
0,50	8	2,50	14
0,60	8	2,60	12
0,70	3	2,70	10
0,80	4	2,80	10
0,90	4	2,90	10
1,00	4	3,00	11
1,10	4	3,10	12
1,20	6	3,20	18
1,30	11	3,30	27
1,40	10	3,40	26
1,50	4	3,50	18
1,60	3	3,60	17
1,70	7	3,70	20
1,80	8	3,80	29
1,90	9	3,90	35
2,00	8	4,00	35



Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]	Tiefe [N]
0,10	14	2,10	12
0,20	10	2,20	12
0,30	12	2,30	12
0,40	9	2,40	14
0,50	8	2,50	14
0,60	7	2,60	13
0,70	6	2,70	9
0,80	7	2,80	14
0,90	6	2,90	14
1,00	7	3,00	10
1,10	7	3,10	15
1,20	8	3,20	18
1,30	7	3,30	24
1,40	9	3,40	19
1,50	11	3,50	16
1,60	10	3,60	20
1,70	14	3,70	18
1,80	12	3,80	12
1,90	13	3,90	10
2,00	15	4,00	19



* Bodensprache nach Schichtenverzeichnis

Lage- und Übersichtsplan siehe Anlage 022972/2.2

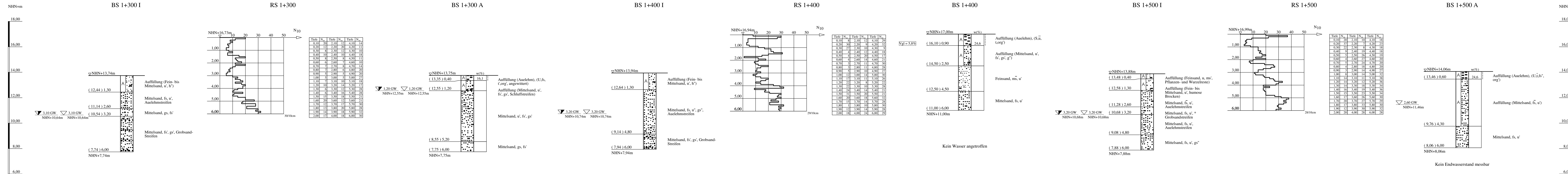
Anlage: 022972/3.2	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegel	Änderungen:
Maßstab: 1:100	Dkm 0+700 bis 1+200	
Gez.: NhhS	Bohrprofile und Rammsondierungen	
Dat.: 05.07.2018		

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbB
 20457 HAMBURG · REIMERSBRÜCKE 5 · TELEFON (040) 389139-0

Copyright © by IDT GmbH 1994 - 2017. P022972/3.2; 022999/022972 Penkefitz, Wussegel, Deckenverfestung03 Zeichnungsbild/AV/022972 Anlage 3.2/bp

Bohrprofile und Rammsondierungen M 1:100

Kleinbohrungen und leichte Rammsondierungen DPL-5 ausgeführt von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg, im Zeitraum vom 14.05. bis 01.06.2018



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN
 # BS Kleinbohrung

WASSER UND GRUNDWASSER
 ▽ Grundwasser angebohrt
 ▽ Grundwasser nach Bohrende

BODENARTEN

Auelehm	AL	
Auffüllung	A	
Feinsand-Streifen	fS Str	
Grobsand-Streifen	gS Str	
Humus	H	
Kies	G	
Mudde	F	
Sand	S	
Schluff	U	
Schluffstreifen	U Str	
Ton	T	

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

NEBENANZEIGEN

- schwach (< 15 %)
- stark (30-40 %)
- sehr schwach; · sehr stark

KONSISTENZ wch | weich stf | steif

* Bodenansprache nach Schichtenverzeichnis

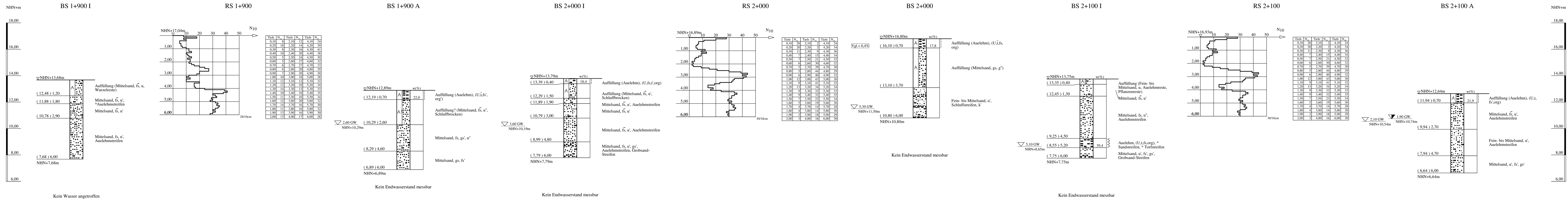
Lage- und Übersichtsplan siehe Anlage 022972/2.3

Anlage: 022972/3.3	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkfitz und Wussegel	Änderungen:
Maßstab: 1:100	Dkm 1+300 bis 1+800	—1468mm*380mm
Gez.: Nbh/HS	Bohrprofile und Rammsondierungen	Gepr.: R0
Dat.: 05.07.2018		Dat.: 12.03.2019

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbB
 20457 HAMBURG · REIMERSBRÜCKE 5 · TELEFON (040) 389139-0

Bohrprofile und Rammsondierungen M 1:100

Kleinbohrungen und leichte Rammsondierungen DPL-5 ausgeführt von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg, im Zeitraum vom 14.05. bis 01.06.2018



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN
 BS Kleinbohrung

WASSER UND GRUNDWASSER
 Grundwasser angebohrt
 Grundwasser nach Bohrende

BODENARTEN

Auelehm	AL
Auffüllung	A
Auffüllung?	A?
Grobsand-Streifen	gS Str
Humus	h
Kies	G
Sand	S
Schluff	U
Schluffstreifen	U Str
Ton	T

KORNGRÖßENBEREICH

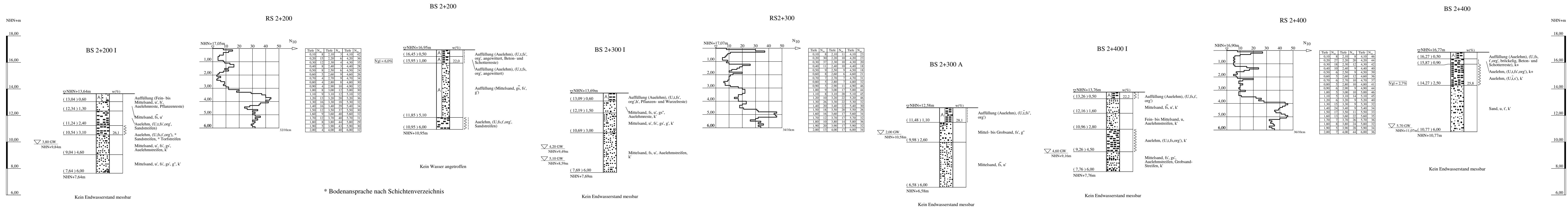
f	fein
m	mittel
g	grob

NEBENANTEILE

- schwach (< 15 %)
- stark (30-40 %)
- sehr schwach: sehr stark

KALKGEHALT
 k' schwach kalkhaltig

KONSISTENZ
 wch weich str | steif



* Bodenansprache nach Schichtenverzeichnis

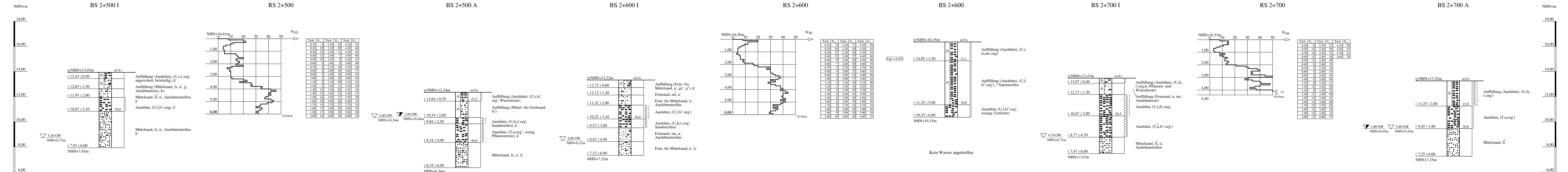
Lage- und Übersichtsplan siehe Anlage 022972/2.4

Anlage: 022972/3.4	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegel	Änderungen:
Maßstab: 1:100	Dkm 1+900 bis 2+400	1418mmx380mm
Gez.: Nh/Hs	Bohrprofile und Rammsondierungen	Gepr.: Rö
Dat.: 05.07.2018		Dat.: 12.03.2019

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbH
 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0

Bohrprofile und Rammsondierungen M 1:100

Kleinbohrungen und leichte Rammsondierungen DPL-5 ausgeführt von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg, im Zeitraum von 14.05. bis 01.06.2018



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN
 ☒ BS Kleinbohrung
 ▽ Grundwasser angebohrt
 ▽ Grundwasser nach Bohrende

BODENARTEN

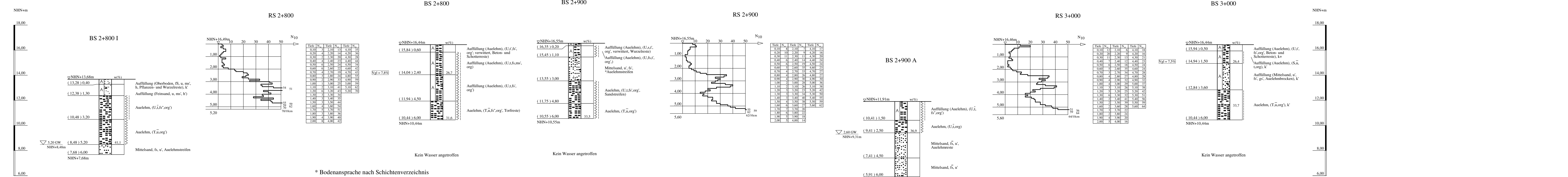
Auelehm	AL	
Auffüllung	A	
Humus	H	
Kies	G	
Sand	S	
Schluff	U	

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

KALKGEHALT
 k+ kalkhaltig k schwach kalkhaltig
KONSISTENZ
 wh weich sf steif

· schwach (< 15 %)
 - stark (30-40 %)
 * sehr schwach; * sehr stark



* Bodenansprache nach Schichtenverzeichnis

Lage- und Übersichtsplan siehe Anlage 022972/2.5

Anlage: 022972/3.5	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegel	Änderungen:
Maßstab: 1:100	Dkm 2+500 bis 3+000	
Gez.: Nhb/Hs	Bohrprofile und Rammsondierungen	
Dat.: 05.07.2018		

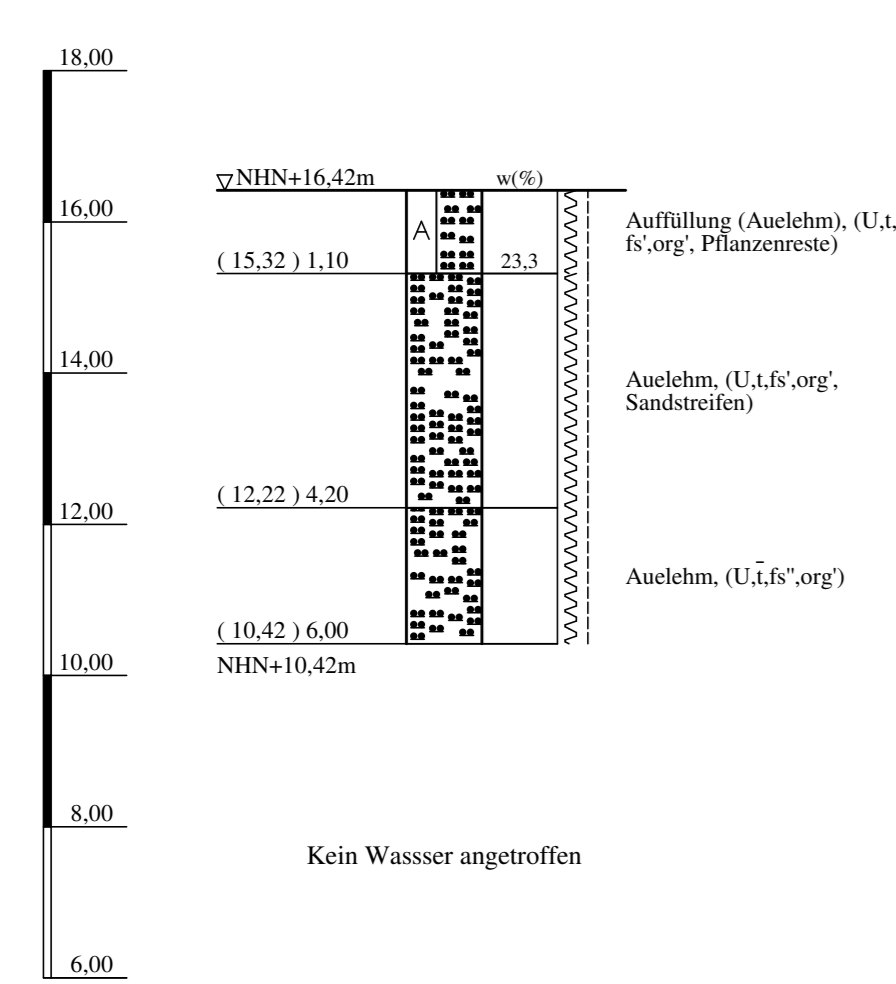
GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbB
 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0

Copyright © by IDDT GmbH 1984 - 2017, P-022972/00 bis 022999/02/2017 Penkefitz, Wussegel, Deichverstärkung 03 Zeichnungsmittel: DWT/2017/2 Anlage 3.5/30

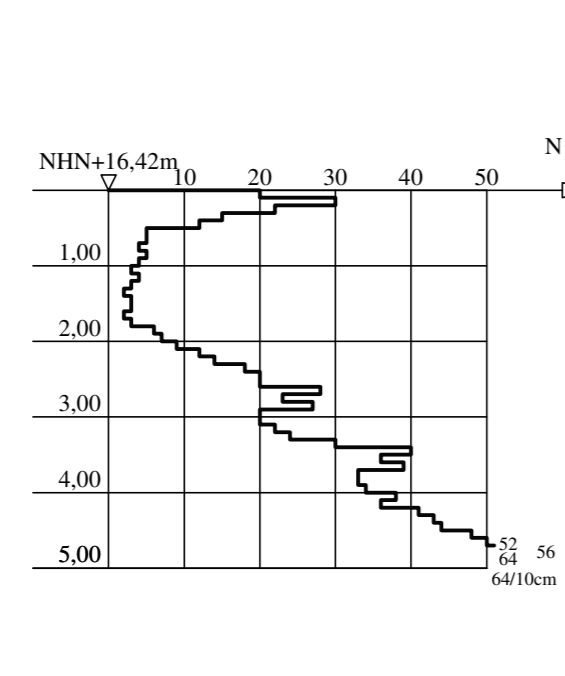
Bohrprofile und Rammsondierungen M 1:100

Kleinbohrungen und leichte Rammsondierungen DPL-5 ausgeführt von der Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg, im Zeitraum vom 14.05. bis 01.06.2018

NHN+m BS 3+100

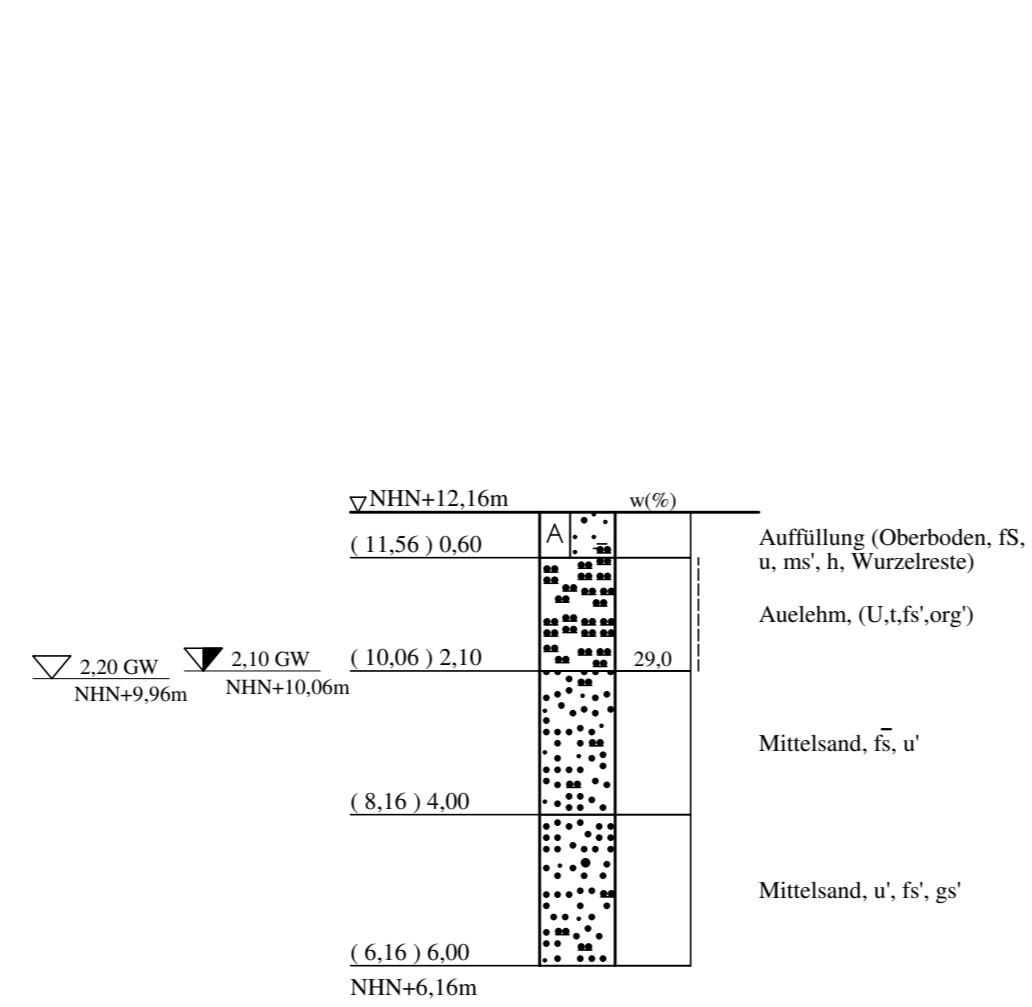


RS 3+100

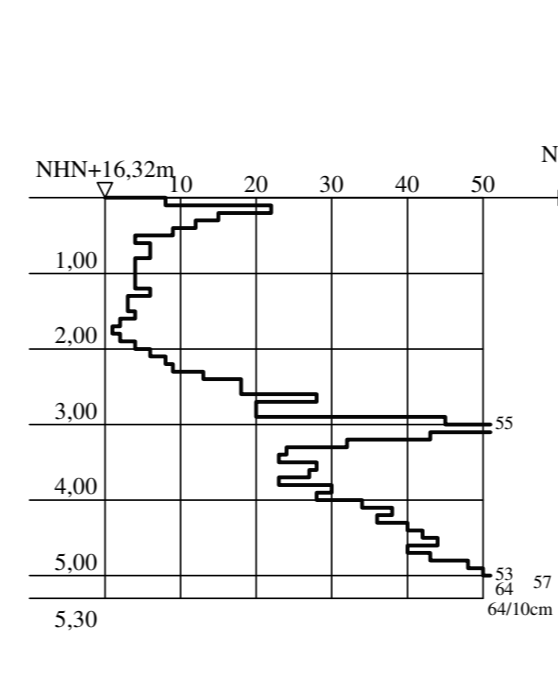


Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0,10	20	2,10	9	4,10	38
0,20	30	2,20	12	4,20	36
0,30	22	2,30	14	4,30	41
0,40	15	2,40	18	4,40	43
0,50	12	2,50	20	4,50	44
0,60	5	2,60	20	4,60	48
0,70	5	2,70	28	4,70	50
0,80	4	2,80	23	4,80	52
0,90	5	2,90	27	4,90	56
1,00	4	3,00	20	5,00	64
1,10	3	3,10	20		
1,20	4	3,20	22		
1,30	3	3,30	24		
1,40	2	3,40	30		
1,50	3	3,50	40		
1,60	3	3,60	36		
1,70	2	3,70	39		
1,80	3	3,80	33		
1,90	6	3,90	33		
2,00	7	4,00	34		

BS 3+100 A

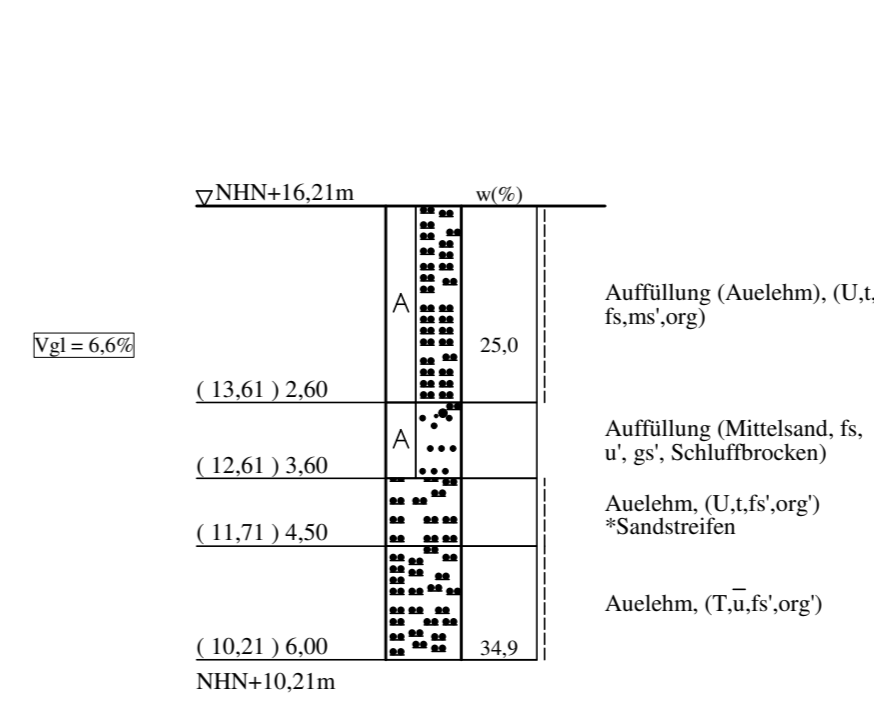


RS 3+200

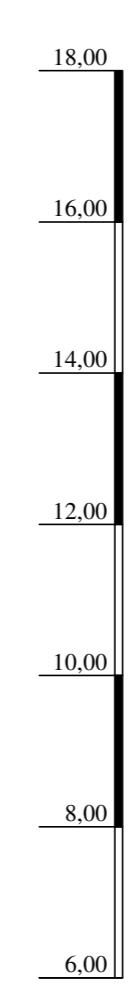


Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0,10	8	2,10	6	4,10	34
0,20	22	2,20	8	4,20	38
0,30	15	2,30	9	4,30	36
0,40	12	2,40	13	4,40	40
0,50	9	2,50	18	4,50	42
0,60	4	2,60	18	4,60	44
0,70	6	2,70	28	4,70	40
0,80	6	2,80	20	4,80	43
0,90	4	2,90	20	4,90	48
1,00	4	3,00	45	5,00	50
1,10	4	3,10	55	5,10	53
1,20	4	3,20	43	5,20	57
1,30	6	3,30	32	5,30	64
1,40	3	3,40	24		
1,50	3	3,50	23		
1,60	4	3,60	28		
1,70	2	3,70	27		
1,80	1	3,80	23		
1,90	2	3,90	30		
2,00	4	4,00	28		

BS 3+200



NHN+m



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

UNTERSUCHUNGSSTELLEN
 BS Kleinbohrung

WASSER UND GRUNDWASSER
 Grundwasser angehört
 Grundwasser nach Bohrende

BODENARTEN

Auelem	AL
Auffüllung	A
Humus	H
Sand	S
Schluff	U

humos
 sandig
 schluffig

KORNGRÖßENBEREICH

f	fein
m	mittel
g	grob

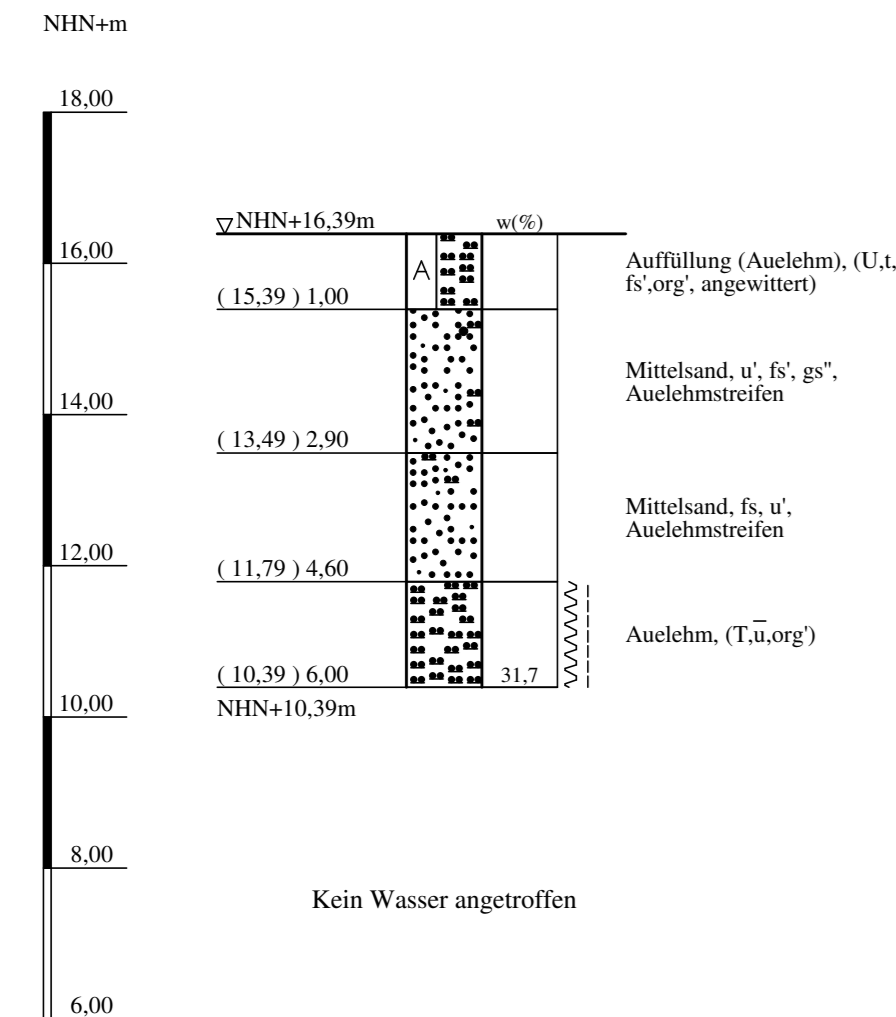
NEBENANTEILE

schwach (< 15 %)
 stark (30-40 %)
 sehr schwach; * sehr stark

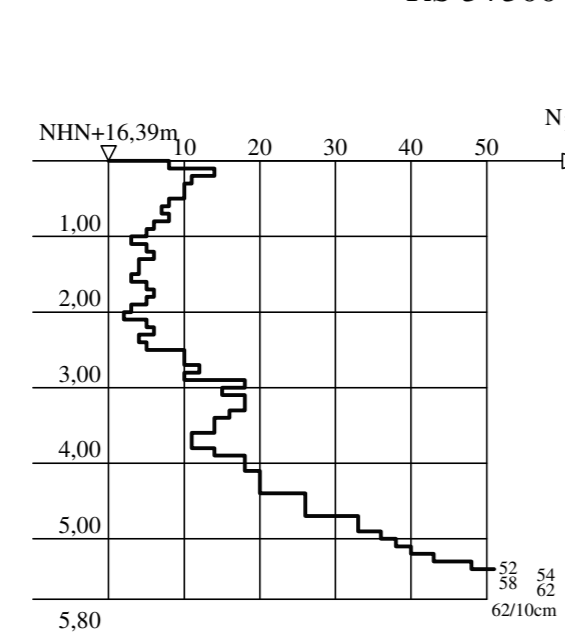
KONSISTENZ

wch	weich
stf	stif

BS 3+300 I

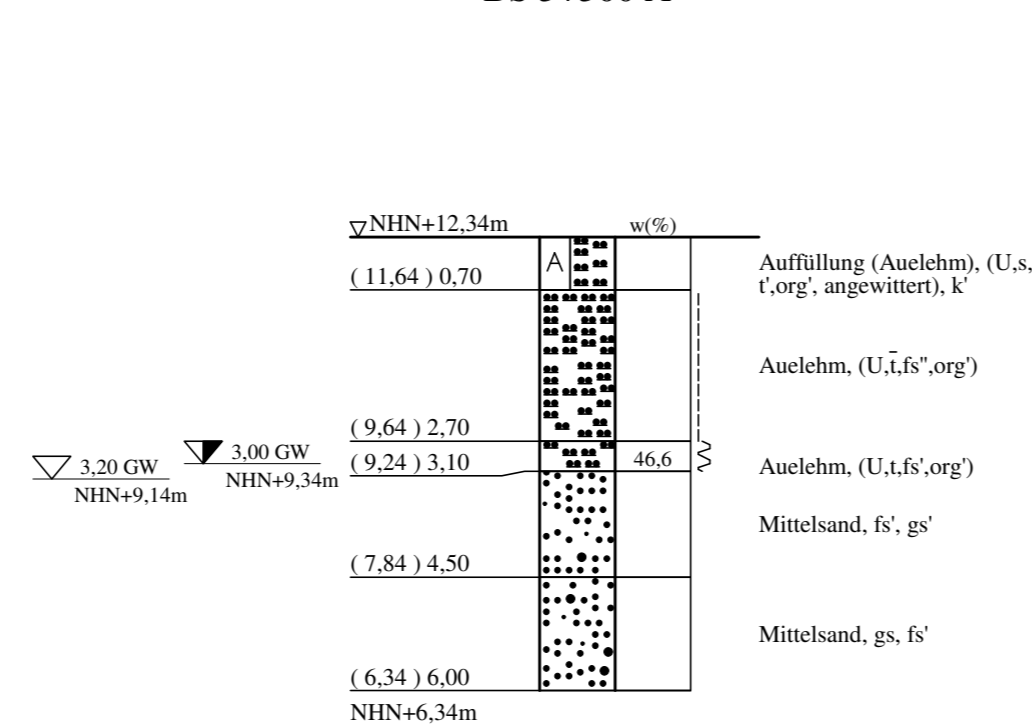


RS 3+300

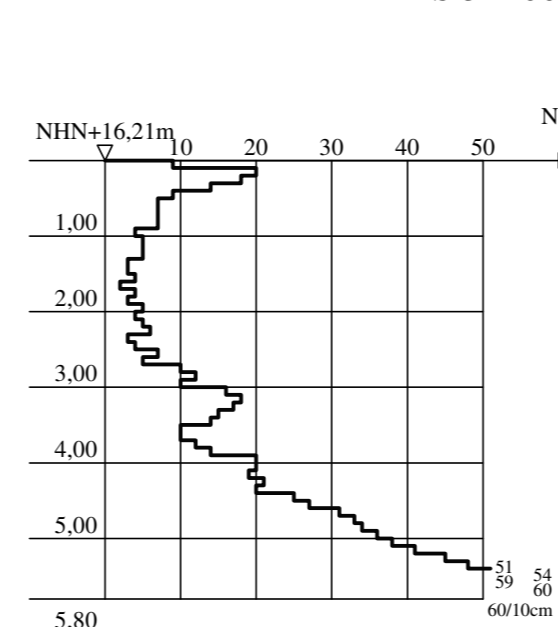


Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0,10	8	2,10	2	4,10	18
0,20	14	2,20	5	4,20	20
0,30	11	2,30	6	4,30	20
0,40	10	2,40	4	4,40	20
0,50	10	2,50	5	4,50	26
0,60	8	2,60	10	4,60	26
0,70	7	2,70	10	4,70	26
0,80	8	2,80	12	4,80	33
0,90	6	2,90	10	4,90	33
1,00	5	3,00	18	5,00	36
1,10	3	3,10	15	5,10	38
1,20	5	3,20	18	5,20	40
1,30	6	3,30	18	5,30	43
1,40	4	3,40	16	5,40	48
1,50	4	3,50	14	5,50	52
1,60	3	3,60	14	5,60	54
1,70	5	3,70	11	5,70	58
1,80	6	3,80	11	5,80	62
1,90	5	3,90	14		
2,00	3	4,00	18		

BS 3+300 A

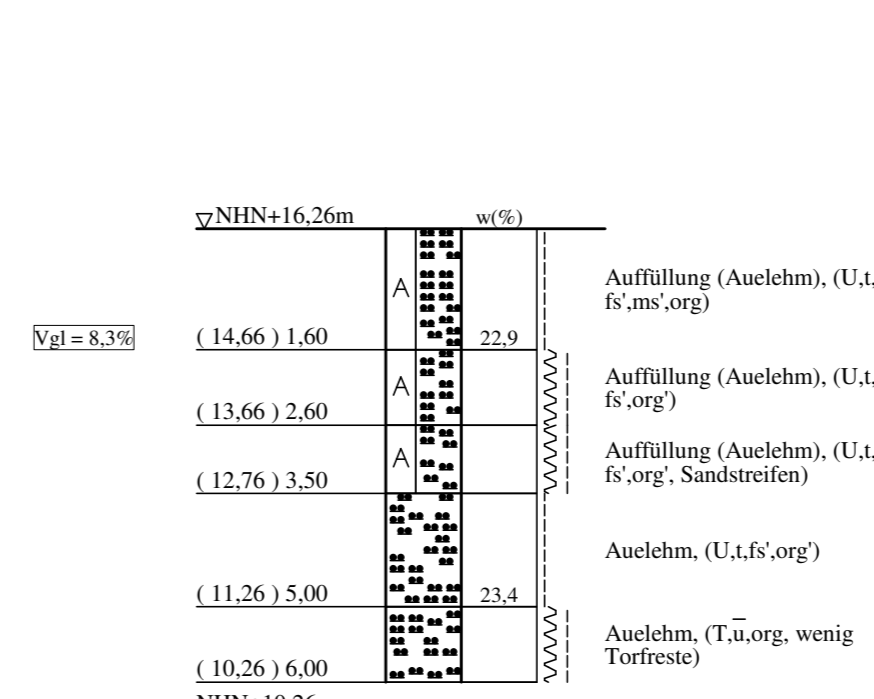


RS 3+400

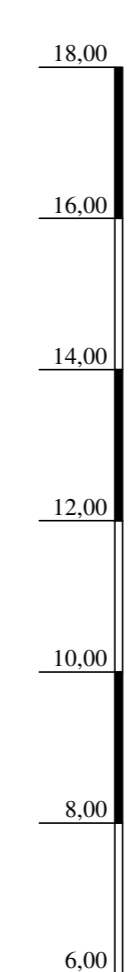


Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀	Tiefe	N ₁₀
0,10	9	2,10	4	4,10	20
0,20	20	2,20	5	4,20	19
0,30	18	2,30	6	4,30	21
0,40	14	2,40	3	4,40	20
0,50	9	2,50	4	4,50	25
0,60	7	2,60	7	4,60	27
0,70	7	2,70	5	4,70	31
0,80	7	2,80	10	4,80	33
0,90	7	2,90	12	4,90	34
1,00	4	3,00	10	5,00	36
1,10	5	3,10	16	5,10	38
1,20	5	3,20	18	5,20	41
1,30	5	3,30	17	5,30	45
1,40	3	3,40	15	5,40	48
1,50	3	3,50	14	5,50	51
1,60	4	3,60	10	5,60	54
1,70	2	3,70	10	5,70	59
1,80	4	3,80	12	5,80	60
1,90	3	3,90	14		
2,00	5	4,00	20		

BS 3+400



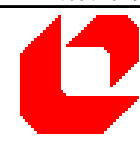
NHN+m



Lage- und Übersichtsplan siehe Anlage 022972/2.6

Anlage: 022972/3.6	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussege	Änderungen:
Maßstab: 1:100	Dkm 3+100 bis 3+400	
Gez.: Nhb/Hs	Bohrprofile und Rammsondierungen	Gepr.: R6
Dat.: 05.07.2018		Dat.: 12.03.2019

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbB
 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0



* Bodenansprache nach Schichtenverzeichnis



Korngrößenverteilung

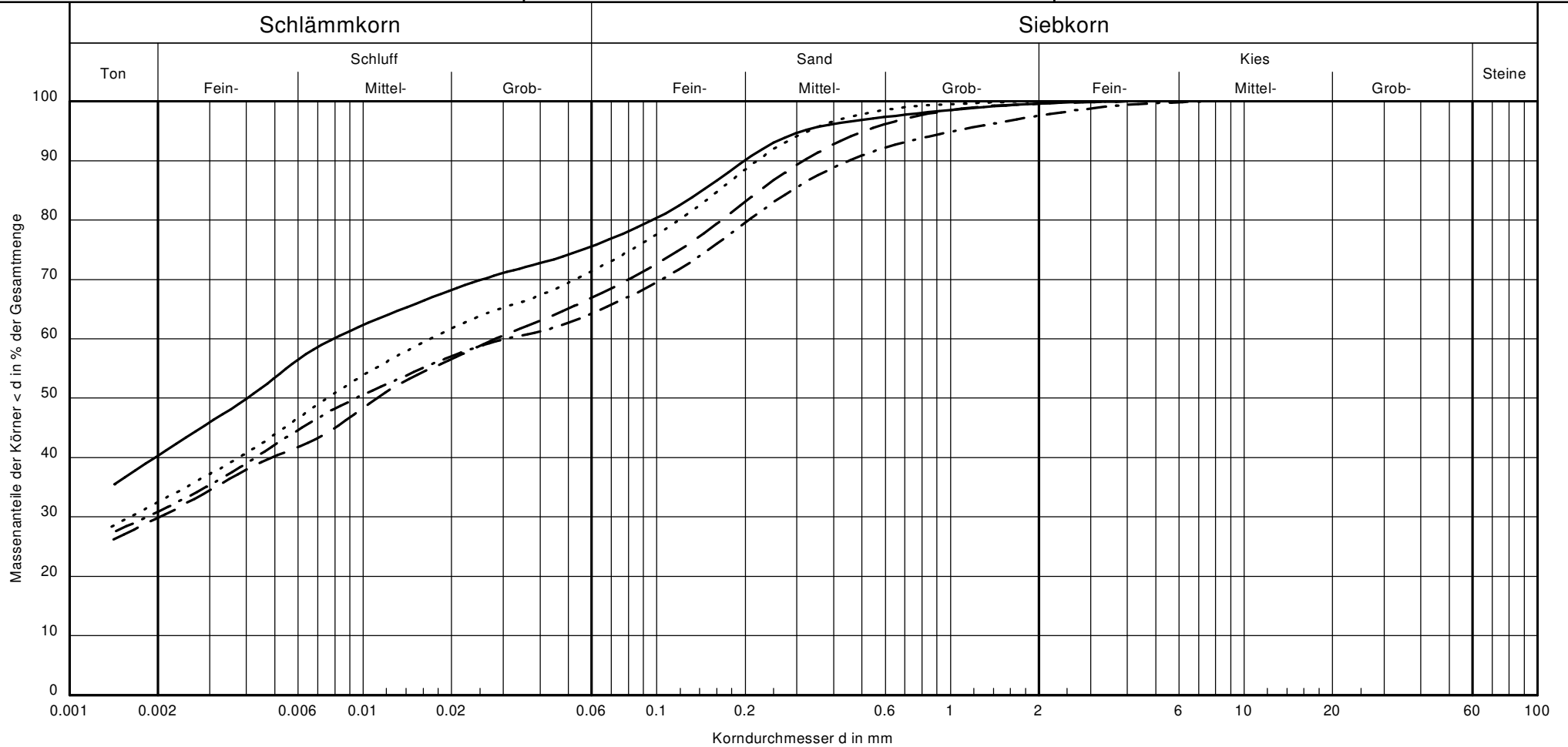
DIN EN ISO 17892-4

Auftragsnummer : 022972

Bauvorhaben : Penkefitz-Wusseger, Deichverstärkung

Datum : 06.07.18

Gez. : AK



Entnahmestelle:	BS 0+400	BS 0+600	BS 0+800	BS 1+000
Tiefe: [m]	2,40	1,00	1,80	0,60
Labornummer:	5	2	4	1
Geologische Bez.:	Auffüllung, Auelehm	Auffüllung, Auelehm	Auffüllung, Auelehm	Auffüllung, Auelehm
Bodenart:	T, \bar{u} , fs', ms'	U, t, fs, ms'	U, \bar{t} , fs', ms', gs'	U, \bar{t} , fs, ms'
Arbeitsweise:	Sieb - Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse
Signatur	—————	-----	- . - . -

Anlage:
022972/4.1



Korngrößenverteilung

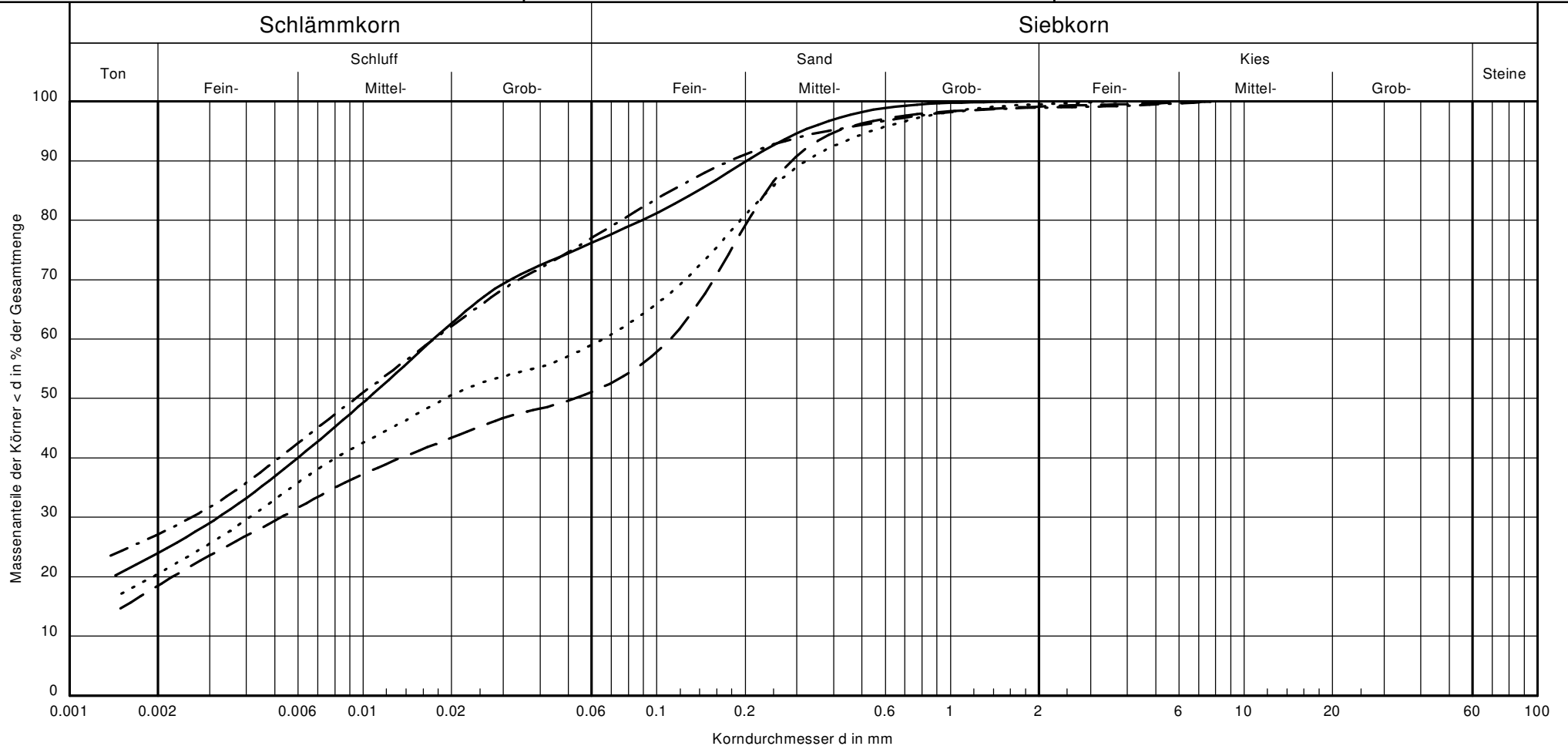
DIN EN ISO 17892-4

Auftragsnummer : 022972

Bauvorhaben : Penkefitz-Wusseger, Deichverstärkung

Datum : 06.07.18

Gez. : AK



Entnahmestelle:	BS 1+200	BS 1+400	BS 1+600	BS 1+800
Tiefe: [m]	0,80	0,90	0,60	0,90
Labornummer:	10	14	9	16
Geologische Bez.:	Auffüllung, Auelehm	Auffüllung, Auelehm	Auffüllung, Auelehm	Auffüllung, Auelehm
Bodenart:	U, t, fs', ms'	S, ü, t	U, t, fs', ms'	S, ü, t
Arbeitsweise:	Sieb - Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse
Signatur	—————	-----	- - - - -

Anlage:
022972/4.2



Korngrößenverteilung

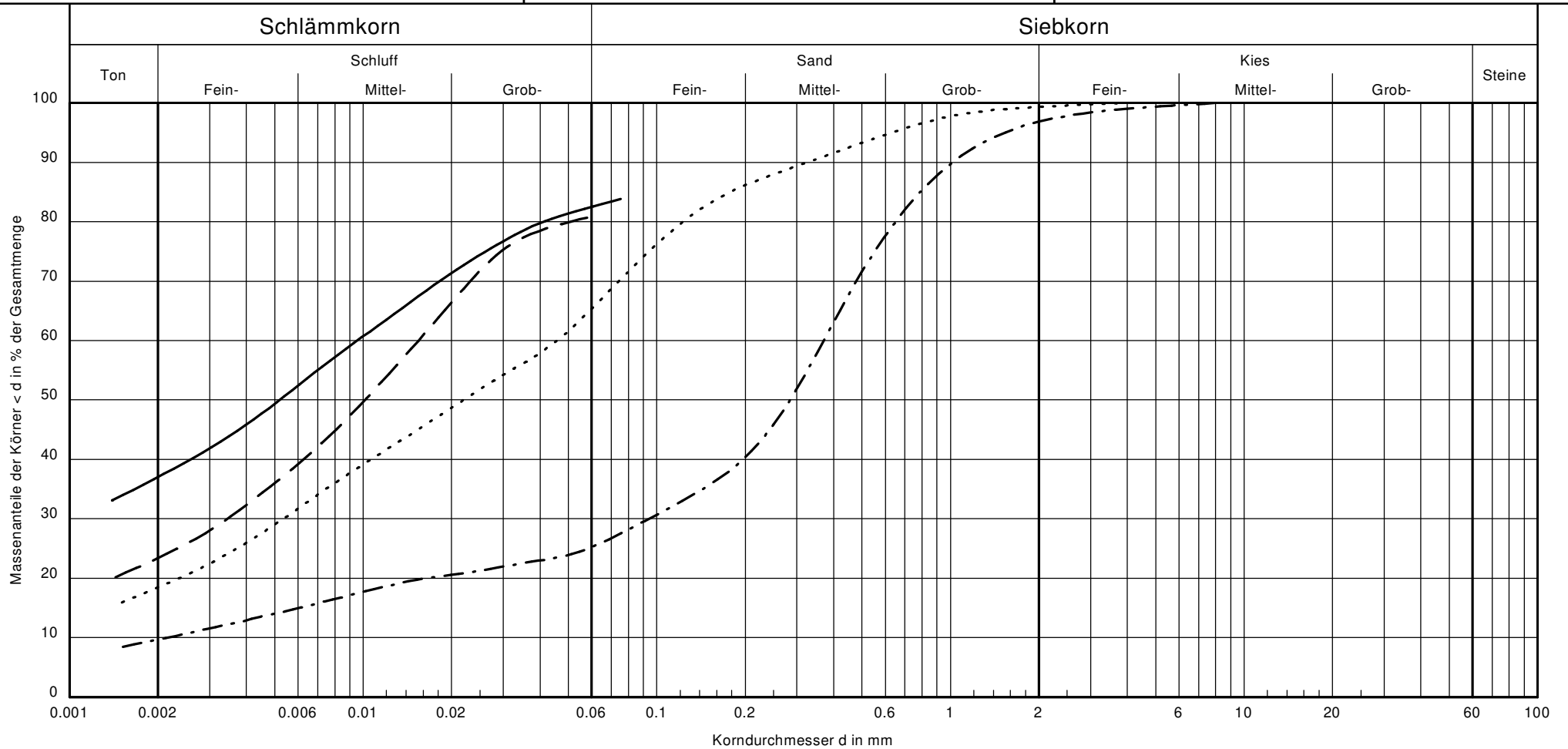
DIN EN ISO 17892-4

Auftragsnummer : 022972

Bauvorhaben : Penkefitz-Wusseger, Deichverstärkung

Datum : 06.07.18

Gez. : AK



Entnahmestelle:	BS 2+000	BS 2+200	BS 2+400	BS 2+600
Tiefe: [m]	0,70	1,00	2,90	1,90
Labornummer:	12	13	11	15
Geologische Bez.:	Auffüllung, Auelehm	Auffüllung, Auelehm	Sand	Auffüllung, Auelehm
Bodenart:	U, t, fs	U, t, fs	S, u, t'	U, t, fs, ms'
Arbeitsweise:	Schlämmanalyse	Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse
Signatur	—————	-----	- . - . -

Anlage:
022972/4.3



Korngrößenverteilung

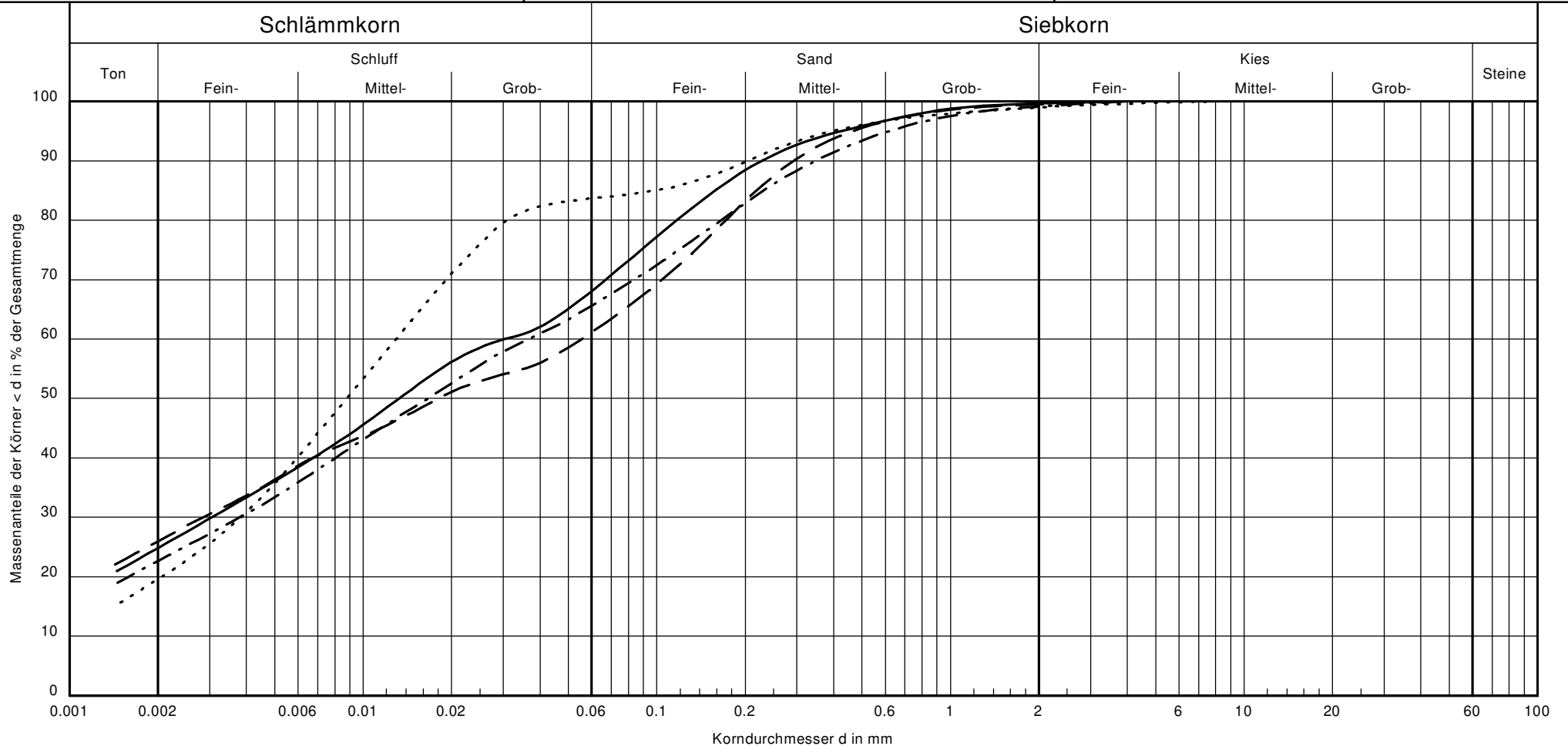
DIN EN ISO 17892-4

Auftragsnummer : 022972

Bauvorhaben : Penkefitz-Wusseger, Deichverstärkung

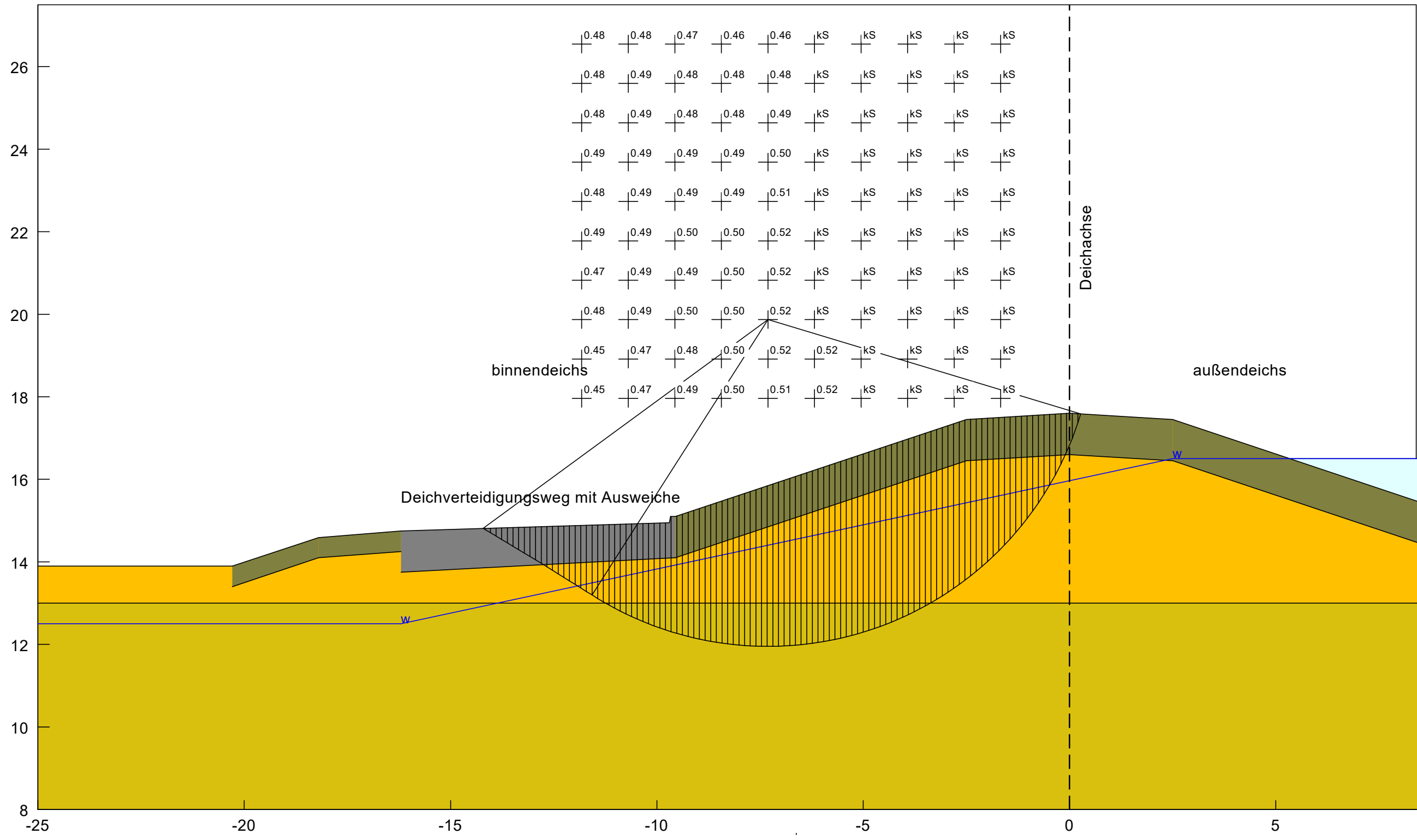
Datum : 06.07.18

Gez. : AK



Entnahmestelle:	BS 2+800	BS 3+000	BS 3+200	BS 3+400
Tiefe: [m]	2,40	1,50	2,00	1,60
Labornummer:	7	6	8	3
Geologische Bez.:	Auffüllung, Auelehm	Auffüllung, Auelehm	Auffüllung, Auelehm	Auffüllung, Auelehm
Bodenart:	U, t, fs, ms'	S, ü, t	U, t, fs, ms'	U, t, fs', ms'
Arbeitsweise:	Sieb - Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse	Sieb - Schlämmanalyse
Signatur	—————	-----	- . - . -

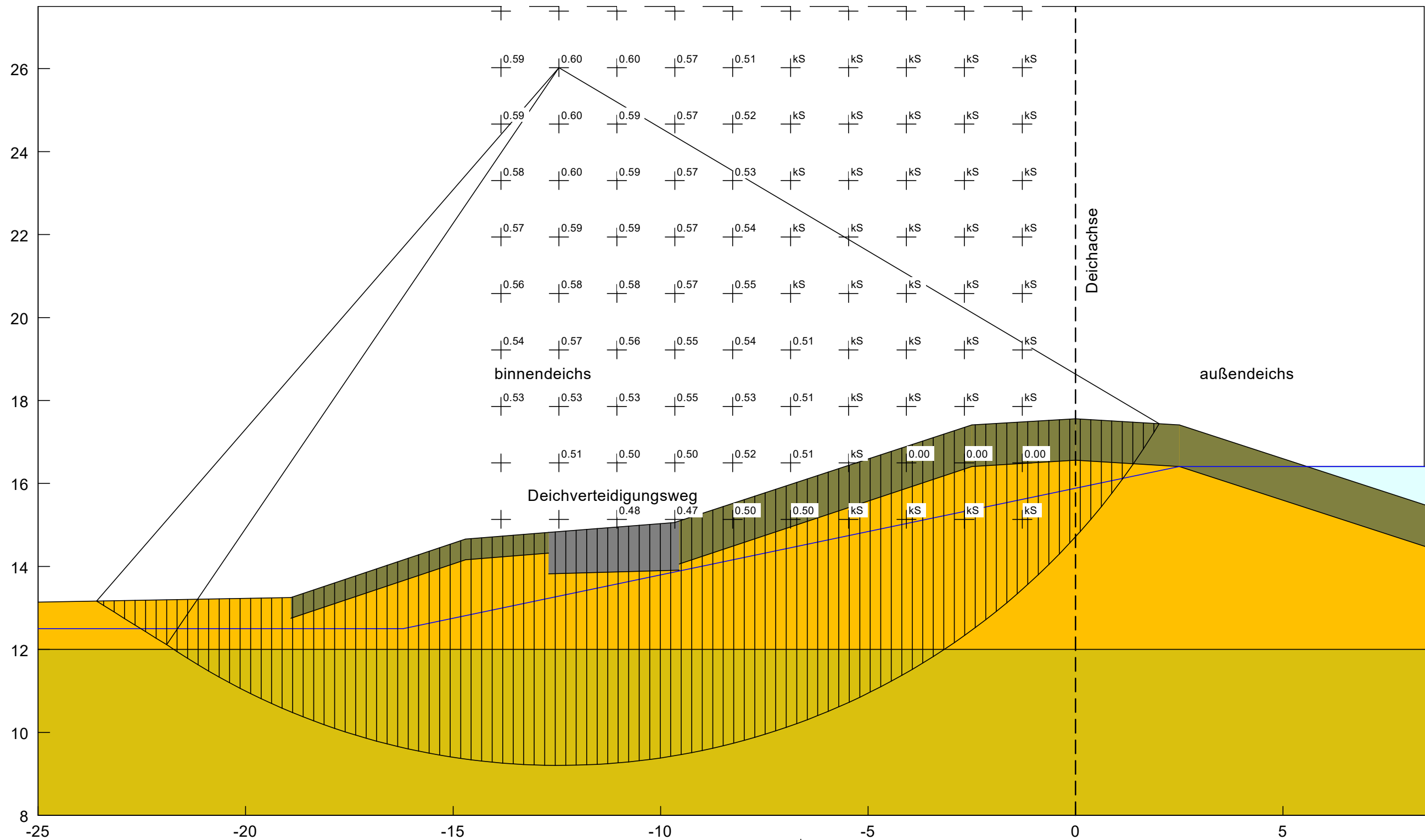
Anlage:
022972/4.4



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	17.50	10.00	16.00	Auffüllung Auelehm, weich bis steif und steif
	32.50	0.00	19.00	Auffüllung Sand, locker bis mitteldicht
	35.00	0.00	19.00	Straßenaufbau
	25.00	0.00	18.00	Sand mit Auelehmstreifen

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.52$
 $x_m = -7.31 \text{ m}$ $y_m = 19.87 \text{ m}$
 $R = 7.92 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Anlage: 022972/5.1	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegel	Änderungen:
Maßstab: 1:100		
Gez.: Rö	Geländebruchberechnung nach DIN 4084 Querschnitt P25, Deich-km 0+600	Gepr.: Rö
Dat.: 05.03.2019		Dat.: 05.03.2019
GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER BERATENDE INGENIEURE mbB 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0		



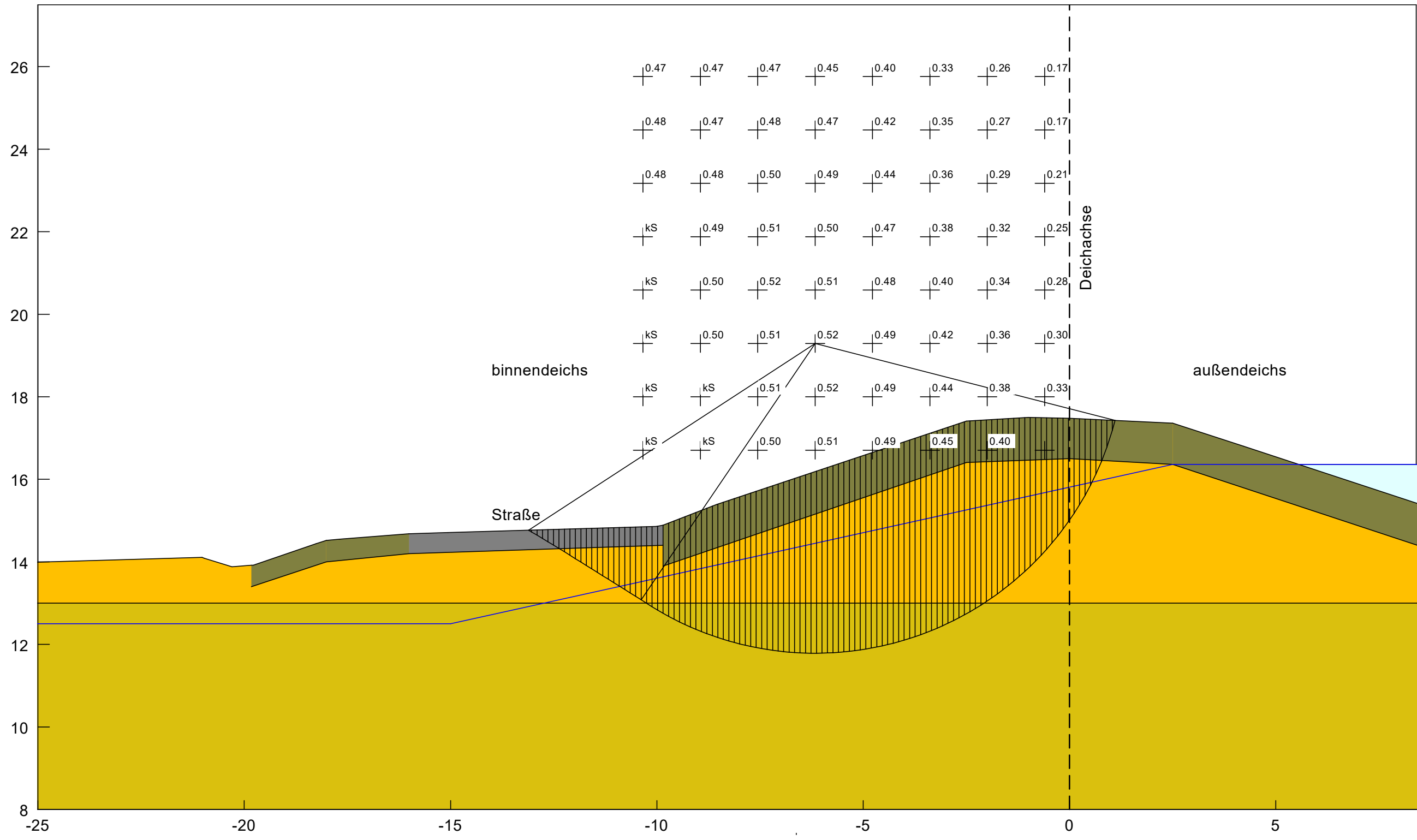
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	17.50	10.00	16.00	Auffüllung Auelehm, weich bis steif und steif
	32.50	0.00	19.00	Auffüllung Sand, locker bis mitteldicht
	35.00	0.00	19.00	Straßenaufbau
	25.00	0.00	18.00	Sand mit Auelehmstreifen

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.60$
 $x_m = -12.45 \text{ m}$ $y_m = 26.02 \text{ m}$
 $R = 16.82 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Anlage: 022972/5.2	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegel	Änderungen:
Maßstab: 1:100		
Gez.: Rö	Geländebruchberechnung nach DIN 4084 Querschnitt P45, Deich-km 1+100	Gepr.: Rö
Dat.: 05.03.2019		Dat.: 05.03.2019

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbB
 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0

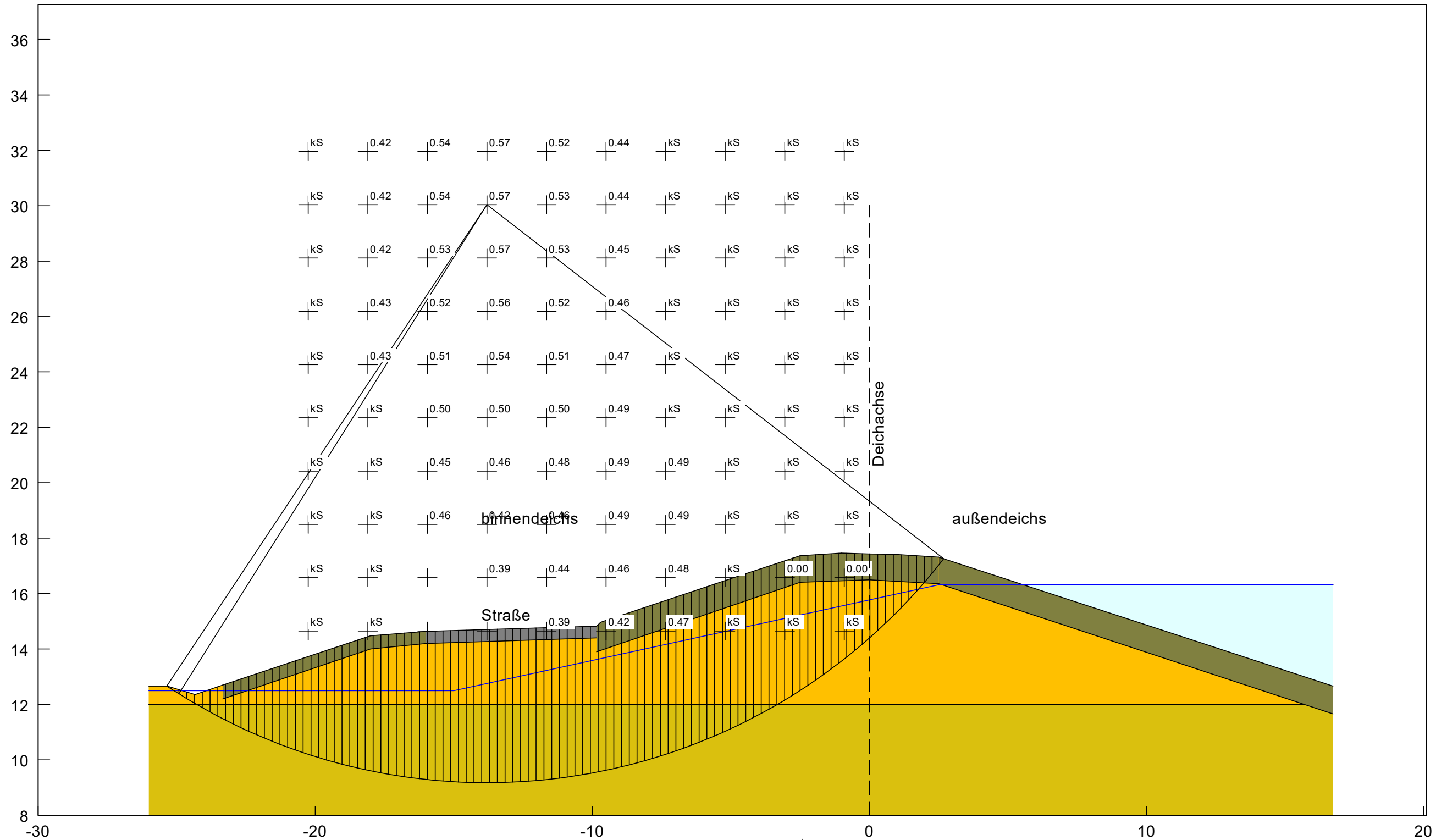




Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
█	17.50	10.00	16.00	Auffüllung Auelehm, weich bis steif und steif
█	32.50	0.00	19.00	Auffüllung Sand, locker bis mitteldicht
█	35.00	0.00	19.00	Straßenaufbau
█	25.00	0.00	18.00	Sand mit Auelehmstreifen

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.52$
 $x_m = -6.16 \text{ m}$ $y_m = 19.29 \text{ m}$
 $R = 7.50 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Anlage: 022972/5.3	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegel	Änderungen:
Maßstab: 1:100		
Gez.: Rö	Geländebruchberechnung nach DIN 4084 Querschnitt P17, Deich-km 1+600	Gepr.: Rö
Dat.: 05.03.2019		Dat.: 05.03.2019

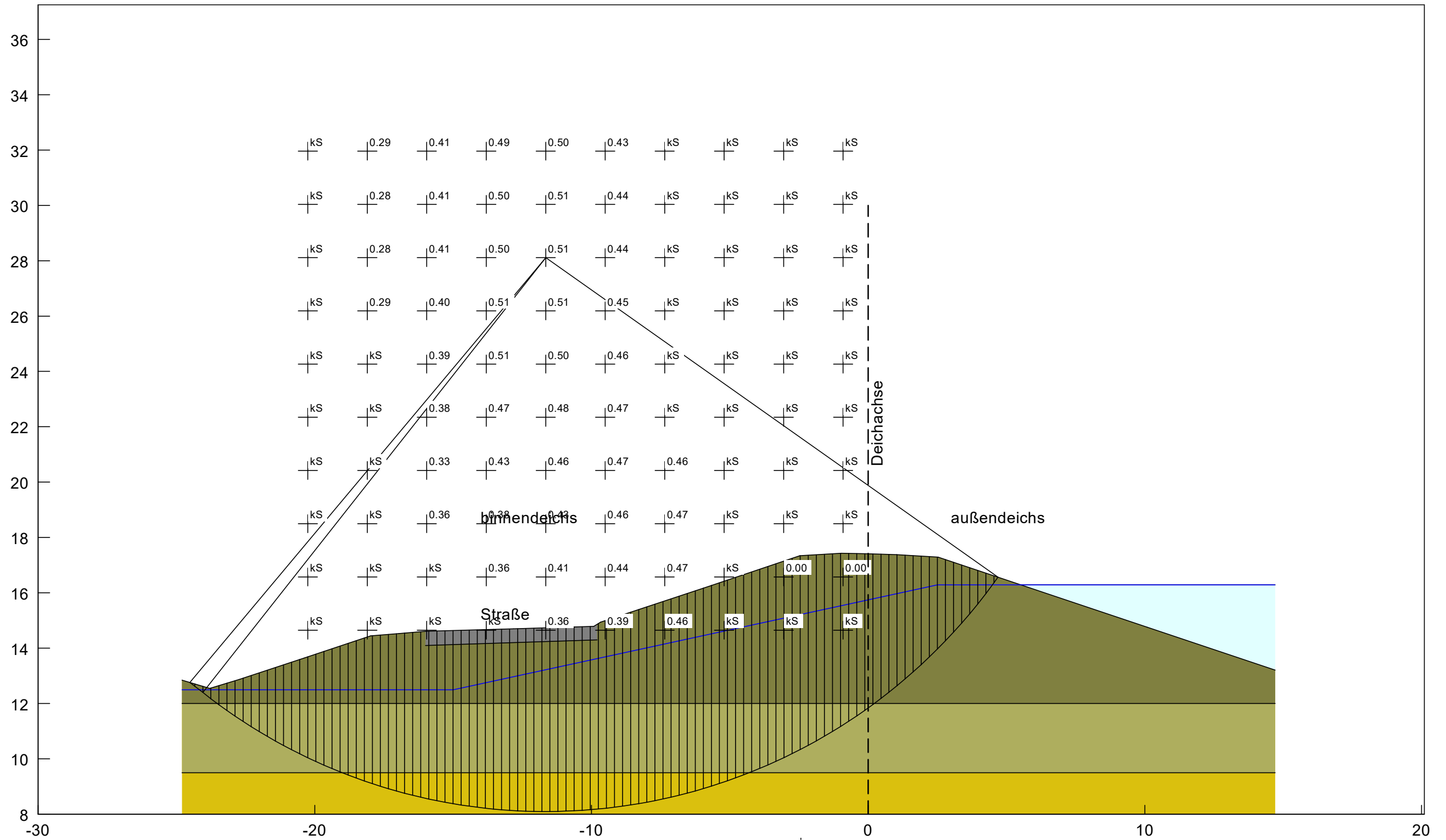


Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	17.50	10.00	16.00	Auffüllung Auelehm, weich bis steif und steif
	32.50	0.00	19.00	Auffüllung Sand, locker bis mitteldicht
	35.00	0.00	19.00	Straßenaufbau
	25.00	0.00	18.00	Sand mit Auelehmstreifen

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.57$
 $x_m = -13.80$ m $y_m = 30.03$ m
 $R = 20.86$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Anlage:
 022972/5.4
 Maßstab:
 1:150
 Gez.: Rö
 Dat.: 05.03.2019

Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches
 zwischen Penkefitz und Wussegel
 Geländebruchberechnung nach DIN 4084
 Querschnitt P37, Deich-km 2+100
 Gepr.: Rö
 Dat.: 05.03.2019



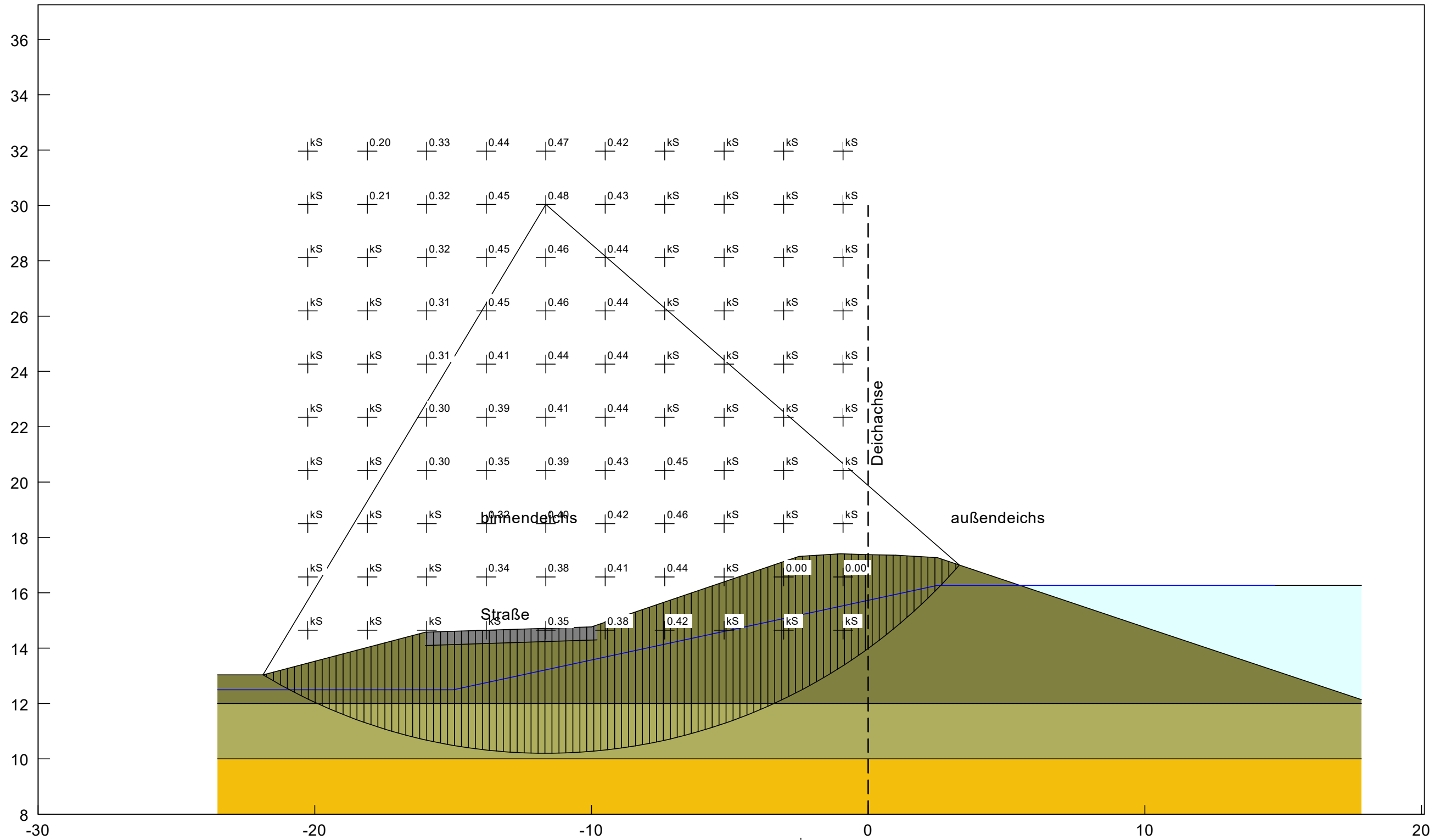
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	17.50	10.00	16.00	Auffüllung Auelehm, weich bis steif und steif
	17.50	10.00	16.00	Auelehm, weich bis steif und steif
	35.00	0.00	19.00	Straßenbau
	25.00	0.00	18.00	Sand mit Auelehmstreifen

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.51$
 $x_m = -11.65 \text{ m}$ $y_m = 28.11 \text{ m}$
 $R = 20.01 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Anlage: 022972/5.5	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wusseger	Änderungen:
Maßstab: 1:150		
Gez.: Rö	Geländebruchberechnung nach DIN 4084 Querschnitt P57, Deich-km 2+600	Gepr.: Rö
Dat.: 05.03.2019		Dat.: 05.03.2019

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbB
 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0





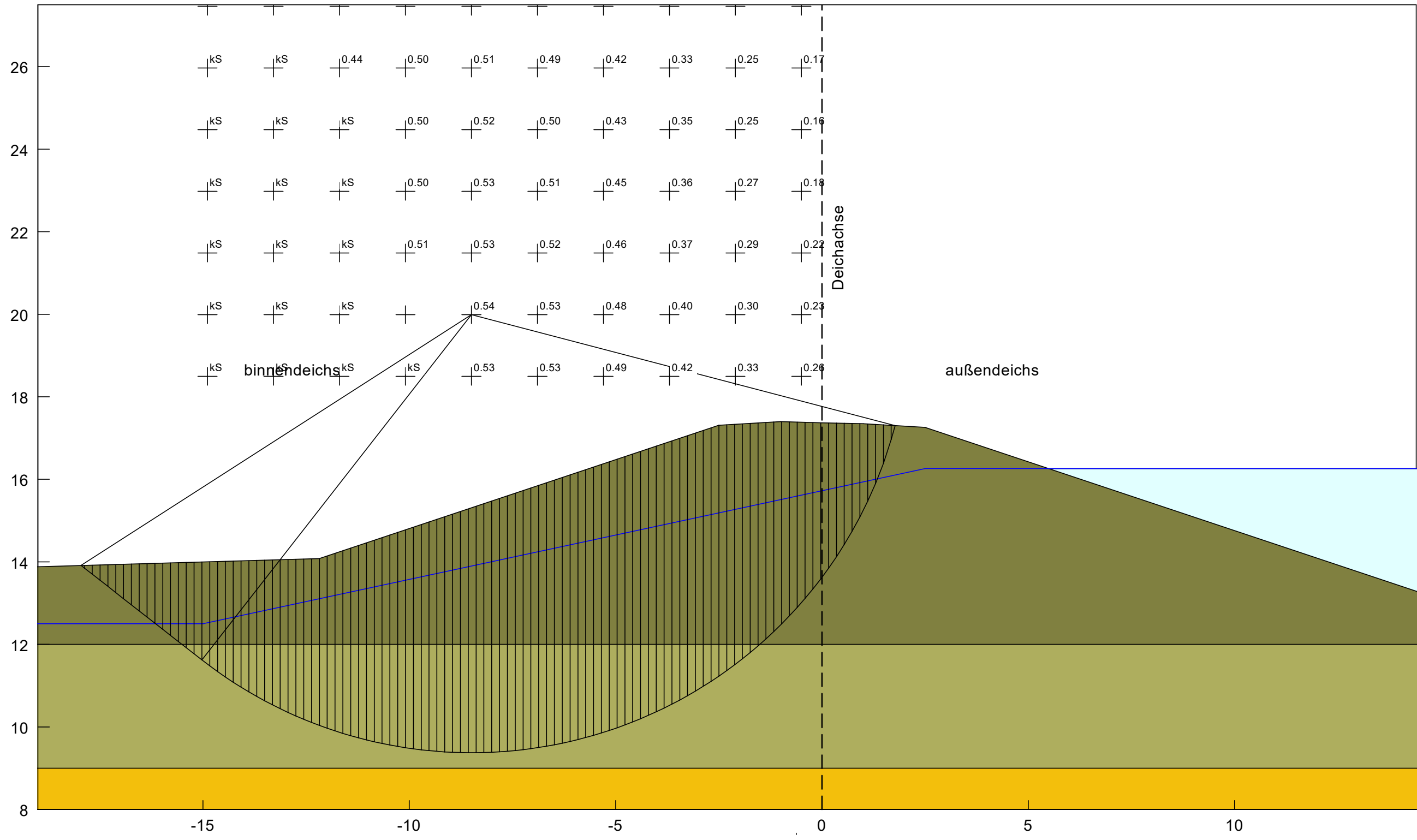
Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	17.50	10.00	16.00	Auffüllung Auelehm, weich bis steif und steif
	17.50	10.00	16.00	Auelehm, weich bis steif und steif
	35.00	0.00	19.00	Straßenaufbau
	35.00	0.00	19.00	Sand, mitteldicht

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.48$
 $x_m = -11.65 \text{ m}$ $y_m = 30.03 \text{ m}$
 $R = 19.83 \text{ m}$
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Anlage: 022972/5.6	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wusseger	Änderungen:
Maßstab: 1:150		
Gez.: Rö	Geländebruchberechnung nach DIN 4084 Querschnitt P77, Deich-km 3+100	Gepr.: Rö
Dat.: 05.03.2019		Dat.: 05.03.2019

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER
 BERATENDE INGENIEURE mbB
 20457 HAMBURG - REIMERSBRÜCKE 5 - TELEFON (040) 389139-0





Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
█	17.50	10.00	16.00	Auffüllung Auelehm, weich bis steif und steif
█	17.50	10.00	16.00	Auelehm, weich bis steif und steif
█	35.00	0.00	19.00	Sand, mitteldicht

Norm: EC 7
 Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{max} = 0.54$
 $x_m = -8.49$ m $y_m = 19.99$ m
 $R = 10.61$ m
 Teilsicherheiten:
 - $\gamma(\varphi') = 1.25$
 - $\gamma(c') = 1.25$
 - $\gamma(c_u) = 1.25$
 - $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
 - $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

Anlage: 022972/5.7	Erhöhung und Verstärkung des Elbdeiches zwischen Penkefitz und Wussegel	Änderungen:
Maßstab: 1:100		
Gez.: Rö	Geländebruchberechnung nach DIN 4084 Querschnitt P92, Deich-km 3+475	Gepr.: Rö
Dat.: 05.03.2019		Dat.: 05.03.2019