

BAUGRUND- UND GRÜNDUNGSBEURTEILUNG

PROJEKT: FAHRRINNENANPASSUNG UNTER-
UND AUSSENELBE
22113 HAMBURG-MOORFLEET

TIDEANSCHLUSS BILLWERDER INSEL
ALS KOHÄRENZMASSNAHME



HIER: HERSTELLUNG TIDEBECKEN

AUFTRAGGEBER: HAMBURG PORT AUTHORITY AÖR
NEUER WANDRAHM 4
20457 HAMBURG

PLANUNG: WKC HAMBURG GMBH
PLANUNGEN IM BAUWESEN
TEMPOWERKRING 1 B
21079 HAMBURG

PROJ. NR.: 7644

DATUM: 30.01.2018

**BAUGRUNG- UND
GRÜNDUNGSBEURTEILUNG:**

**FAHRRINNENANPASSUNG UNTER- UND
AUSSENELBE
22113 HAMBURG-MOORFLEET
TIDEANSCHLUSS BILLWERDER INSEL
ALS KOHÄRENZMASSNAHME
HERSTELLUNG TIDEBECKEN
FÜR DIE ELBVERTIEFUNG**

HIER:

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Planung der Kohärenzmaßnahme	8
3. Beschreibung und Aufbau der Becken im Bestand	10
4. Baumaßnahme	13
5. Baugrundverhältnisse	
5.1 Baugrundaufbau	15
5.2 Grundwasserverhältnisse	
5.2.1 Tidewasserstände	16
5.2.2 Grundwasserstände	18
5.2.3 Bemessungswasserstände	21
5.2.4 Stauwasserstände	22
5.3 Bodenkenwerte	24
6. Tidebecken	
6.1 Auftriebssicherheit	25
6.2 Hydraulische Grundbruchsicherheit	28
6.3 Standsicherheit Beckendämme	31
7. Auswirkungen auf Stauwasserstände	33
8. Geländeerhöhung südöstlicher Rand Becken A	36
9. Zusammenfassung	39

Anlagen

Lageplan	Anl.	11A
Bodenprofile		12-16
Ausbau Grundwassermessstellen		17
Isolinien UK Weichschicht		18
Isolinien Dicke sandige Auffüllungen		19
Isolinien zulässiger Wasserdruck		
Endzustand für Aushubtiefe +0.8 mNHN (WSp +3.5 mNHN) .		20
Ganglinie Schöpfstelle, Grundwassermessstellen		
August - Oktober 2017		21
November - Dezember 2017		22
Zulässige Wasserdrücke		23
Bodenprofile Altaufschlüsse		2C-8C

1. Einleitung

Vorbemerkung

Alle im Gutachten genannten Höhenangaben aus der Bauzeit (1893) und Umbaumaßnahmen bis 1992 sind auf den Amsterdamer Pegel bezogen und mit Normalnull (NN) angegeben. Für die Höhenangaben der aktuellen Planungen wurde das neu eingeführte Deutsche Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016, Höhenstatus 170), bezeichnet als Normalhöhen-Null (NHN), verwendet.

Veranlassung

Die Billwerder Insel war bis zum Jahr 1990 ein wesentlicher Bestandteil des Elbwasserfiltrierwerkes Kaltehofe der Hamburger Wasserwerke (HamburgWasser). Die Absetzbecken, die südlich der heutigen Bundesautobahn 1 liegen, dienten der ersten Sedimentation des zugeführten Elbwassers, bevor es nach Kaltehofe zur weiteren Sandfiltration geleitet wurde. In seinem Urteil vom 09.02.2017 zur Klage von Umweltverbänden gegen die Fahrrinnenanpassung hat das BVerwG entschieden, dass die Schaffung des Flachwasserbereiches Spadenlander Busch/Kreetsand nicht als Kohärenzmaßnahme (Ökologische Ausgleichsmaßnahme für europäische Natura 2000 Gebiet) anrechenbar ist. Deshalb ist eine weitere Kohärenzmaßnahme zu planen und in das Kohärenzprogramm der Fahrrinnenanpassung aufzunehmen.

Teile der Billwerder Insel sollen deshalb als Kohärenzmaßnahme für die Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe entwickelt werden. Hierfür werden die zwei nördlichen Absetzbecken über den Entleerungsgraben (Abb. 1), den Holzhafengraben und den Holzhafen an die Tide der Norderelbe angeschlossen.



Abb. 1: Absetzbecken der Billwerder Insel. Becken A-D

(1) Schöpfwerk, (2) Zuführungskanal, (3) Abflusshäuser,
(4) Entleerungsgraben, Holzhafengraben, BAB A1, Durchlass BAB A1,
öffentliche Hochwasserschutzanlage hinter einem Sperrwerk

Auftrag

Wir wurden beauftragt, eine Baugrund- und Gründungsbeurteilung für den Umbau der Tidebecken auszuarbeiten. Der vorliegende Bericht basiert auf projektbezogenen Aufschlüssen, die nach Abschluss der Brutzeit durchgeführt wurden.

Unterlagen

Für die Bearbeitung stehen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

Schichtenverzeichnisse von 65 Altbohrungen aus den Jahren
1961 bis 1990

(Geologisches Landesamt Hamburg)

Stellungnahme (Nachtrag zum Gutachten), vom 13.06.1963

Baugrund- und Gründungsbeurteilung und Profilgestaltung,
vom 20.03.1963

(Erdbaulaboratorium Dr.-Ing. Karl Steinfeld,
Beratender Ingenieur VBI)

Geotechnische Stellungnahme, 1. Bericht, vom 11.06.2002

Baugrundbeurteilung (ohne Anlagen 1 + 4), 10. Bericht,
vom 09.01.2002

Orientierende Schadstoffuntersuchung, 38. Bericht,
vom 29.11.2004

Baugrundbeurteilung und Angaben zum Deichbau,
42. Bericht, vom 24.03.2005

Geotechnischer Bericht, 63. Bericht, vom 17.03.2008

(Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR)

Fotos aus der Bauzeit, Datum unbekannt

(übergeben durch die HPA)

Bohrplan 12-Ost, M = 1:2500 (Blattgröße A3)

Bohrprofile von sechs Altbohrungen

Vorhabensbeschreibung Fahrrinnenanpassung Unter- und Außenelbe, Tideanschluss Billwerder Insel, vom 19.07.2017

Loggerdaten von Grundwasserstandsmessungen und Tidewasserständen vom Pegel St. Pauli sowie der Schöpfstelle, GWM I/1790 Messzeitraum August bis Dezember 2017, GWM I/1818 sowie GWM I/18198 vom Oktober bis Dezember 2017

(HPA)

Bericht Hydraulische Machbarkeit Grundlagenuntersuchungen,
vom 01.09.2014

(Consulaqua Hamburg Beratungsgesellschaft mbH)

Erläuterungsbericht zur technischen Planung, Tideanschluss
Billwerder Insel, Stand 24.01.2018

(WKC Hamburg GmbH)

Untersuchungsbericht Sedimentbeprobung, vom 23.01.2015

(Wartig Nord GmbH)

Lageplan, Regelquerschnitt, Bohrprofile, M = 1:250/1:100
Zeichnungs-Nr. LP_02, vom 24.06.2005

Lageplan, Regelquerschnitt, Bohrprofile, M = 1:250/1:100
Zeichnungs-Nr. LP_03, vom 24.06.2005

Lageplan, Regelquerschnitt, Bohrprofile, M = 1:250/1:100
Zeichnungs-Nr. LP_04, vom 24.06.2005

Lageplan, Regelquerschnitt, Bohrprofile, M = 1:250/1:100
Zeichnungs-Nr. LP_05, vom 24.06.2005

Lageplan, Regelquerschnitt, Bohrprofile, M = 1:250/1:100
Zeichnungs-Nr. LP_06, vom 24.06.2005

Sondierprofile, Blatt-Nr. 12.06.2, M = 1:100,
vom 28.06.1958

Übersichtsplan Deichsetzung, M = 1:1000, ohne Datum

(FHH Freie und Hansestadt Hamburg)

Gefahrenerkundung / Luftbildauswertung, ,
vom 01.04.2014 Geschäftszeichen: BIS/F046-14/00272_1,
vom 28.06.2017 Geschäftszeichen: BIS/F046-17/03281_1

(FHH Feuerwehr Hamburg)

Lageplan und Schnitte, M = 1:100 / 1:2000, vom 10.07.1957

Lageplan Steuerkabeltrasse, M = 1:5000, vom 28.10.1968

Lageplan Erweiterung der Brunnenfassung, M = 1:5000,
vom 28.08.1969

Lageplan Brunnen 28 und 29, M = 1:1000, vom 26.08.1965

Lageplan Brunnenleitung und Kabelführung, M = 1:1000 /
1:50 / 1:25, vom 03.04.1975

Übersichtsplan Betriebsbrunnen- u. leitungen, M = 1:5000,
vom 26.05.1987

Lageplan Pachtflächen von der FHH, M = 1:1000,
vom 07.04.1992

Pumpversuch Vogelschutzgebiet, Jahr 1961

Brunnenprofile Flachbrunnen 1-6, vom 01.02.1961

Brunnenprofile Flachbrunnen 19-27, vom 09.01.1968

Brunnenprofile Flachbrunnen 31-35, 1. Fassung,
vom 08.01.1971

Brunnenprofile Flachbrunnen 36-40, vom 12.02.1971

Brunnenprofile Flachbrunnen 41-46, 2. Fassung,
vom 10.03.1971

Brunnenprofile Flachbrunnen 47-52, 2. Fassung,
vom 30.03.1971

Brunnenprofile Flachbrunnen 1a-6a und 28-29,
vom 18.08.1972

Brunnenprofile Flachbrunnen 12a-14a und 18a,
vom 29.01.1974

Brunnenprofile Flachbrunnen 19a-25a und 27a,
vom 21.06.1973

Brunnenprofile Beobachtungsbrunnen Mo1 - Mo16,
vom 10.03.1970

Brunnenausbauezeichnungen Flachbrunnen 1a-6a,
vom 16.11.1972

Lageplan Brunnenleitung - Wassermessanlage und Auslauf,
M = 1:100, vom 30.01.1962

Rohrführung Brunnenfassung I, M = 1:1000, vom 15.10.1969

Geologischer Schnitt, M = 1:100 / 1:1000 / 1:5000,
vom 25.09.1961

Sondierprofile, vom 24.03.1960, vom 24.03.1960
vom 29.06.1961, aus dem Jahre 1961

Probebohrungen im Entwässerungsgraben, M = 1:25 / 1:5000,
vom 30.11.1960

Bohrprofile von 21 Förderbrunnen, vom Juni 2014

(Hamburger Wasserwerke GmbH)

Schichtenverzeichnis und gestörte Bodenproben von drei zu
Grundwassermessstellen ausgebauten Bohrungen, ausgeführt am
18.07. (GWM I/1790) und 17.10. sowie 18.10.2017 (GWM I/1818,
GWM I/1819)

Schichtenverzeichnisse und gestörte Bodenproben von 21 Ramm-
kernsondierungen (Kleinbohrung DIN EN ISO 22475-1), ausge-
führt vom 04.09. bis 08.09.2017

(Rösch Baugrunduntersuchungen GmbH)

2. Planung der Kohärenzmaßnahme

Naturschutz

Die Absetzbecken sind Teil des Naturschutzgebietes Auenlandschaft Norderelbe. Es sind die Regelungen des Artenschutzes zu beachten. So ist in der Zeit von März bis August Hauptbrutzeit, in der nur begrenzt Untersuchungen und Bauarbeiten in dem Gebiet durchgeführt werden können.

Wuchsbedingungen für den Schierlings-Wasserfenchel

Um die Becken C und D (Abb. 2) als Wuchsfläche für den Schierlings-Wasserfenchel (Abb. 3) herrichten zu können, müssen die aus einer Ziegelsteinlage auf Stampfbeton bestehenden Beckensohlen zum größten Teil entfernt werden. Der Rückbau der Beckensohlen ist erforderlich, weil gute Wuchsbedingungen für den Schierlings-Wasserfenchel insbesondere in Höhenlagen von 20 cm bis 130 cm unter MThw bestehen. Im Bereich der Billwerder Insel entspricht das Geländehöhen von +0.92 mNHN bis +2.02 mNHN. Die Beckensohlen liegen auf einem Niveau von +1.46 mNN bis +1.66 mNN und machen somit eine naturnahe Gestaltung des Wuchsbereiches unmöglich.

Ziel der Planungen ist, Priele mit einer Tiefe von +80 cm NHN zu modellieren. Seitlich der Priele sollen Wälle und Inseln modelliert werden, auf denen Auwald wachsen kann. Vor allem in den vom Auwald beschatteten Bereichen soll und kann sich dann der Schierlings-Wasserfenchel ansiedeln.

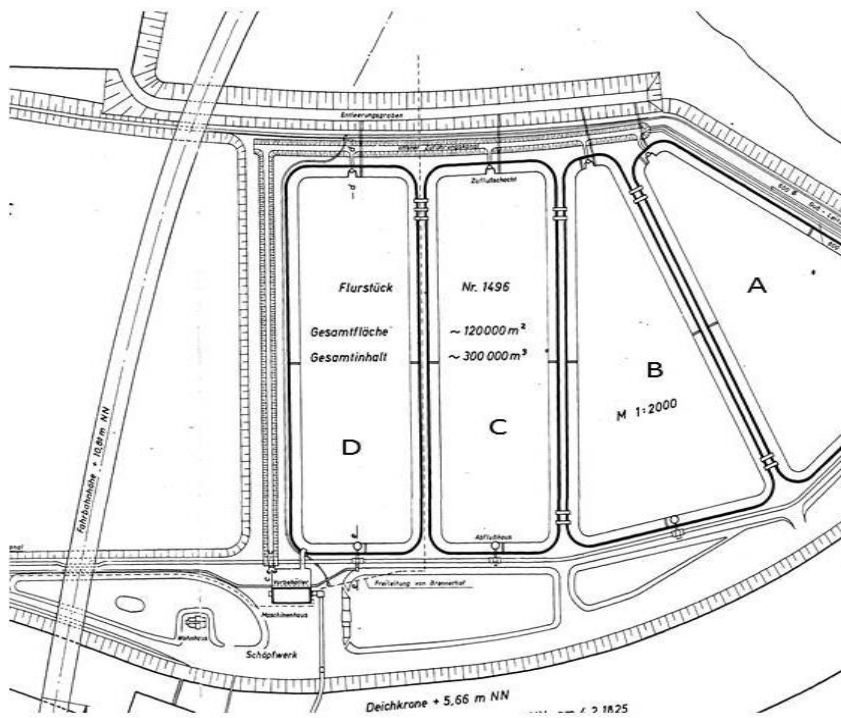
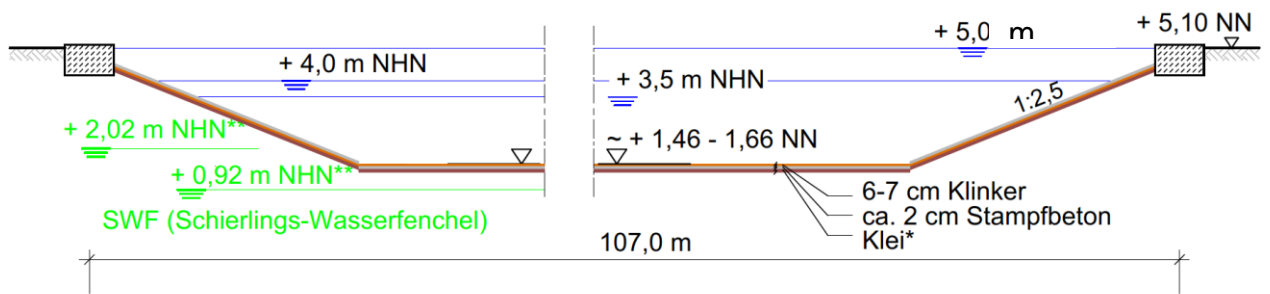


Abb. 2: Lageplan von den Absetzbecken A, B, C, und D



* Ob an der angegebenen Stelle wirklich Klei vorhanden ist, ist noch unklar!

Abb. 3: Schnitt durch ein Becken mit Darstellung der Beckensohle und dem Wuchsbereich (Komfortzone) des Schierlings-Wasserfenchels

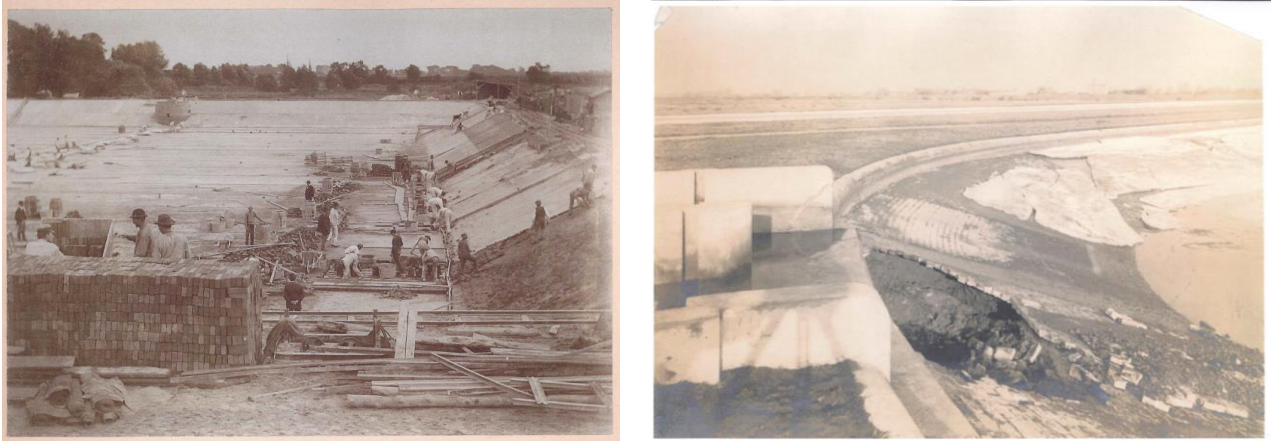


Abb. 5: Fotos aus der Bauzeit von den Becken in Kaltehofe

Auf dem Gelände sind Absetzbecken, Gebäude, Grundwasserentnahmebrunnen sowie technische Einrichtungen (Pumpenkammern, Leitungen etc.) des ehemaligen Wasserwerks Billwerder-Insel vorhanden (s. Lageplan in Abb. 6). Sie dienten zur Trinkwasserversorgung von Hamburg. Die Anlage wurde um 1893 fertiggestellt. Mit ihr wurde zunächst Wasser aus der Elbe, später aus Brunnengalerien entnommen und in den Absetzbecken von Sand und Schwebstoffen befreit, um anschließend in den weiter nördlich gelegenen Filterbecken im Elbwasserwerk Kaltehofe für Trinkwasser aufbereitet zu werden.

Die vier Becken weisen eine Gesamtfläche von etwa 120.000 m² und ein Speichervolumen von ca. 300.000 m³ auf. Die Sohle der Becken liegt in Tiefen zwischen +1.46 mNN und +1.66 mNN (s. Schnitte in Abb. 7 und 8). Der Wasserspiegel liegt in den Becken bei etwa +5.1 mNN. Die Geländeoberfläche befindet sich um +5.5 mNN.

Der Holzhafen wird bei einem prognostizierten Wasserstand über +3.5 mNHN durch das Sperrwerk Billwerder Bucht abgesperrt.

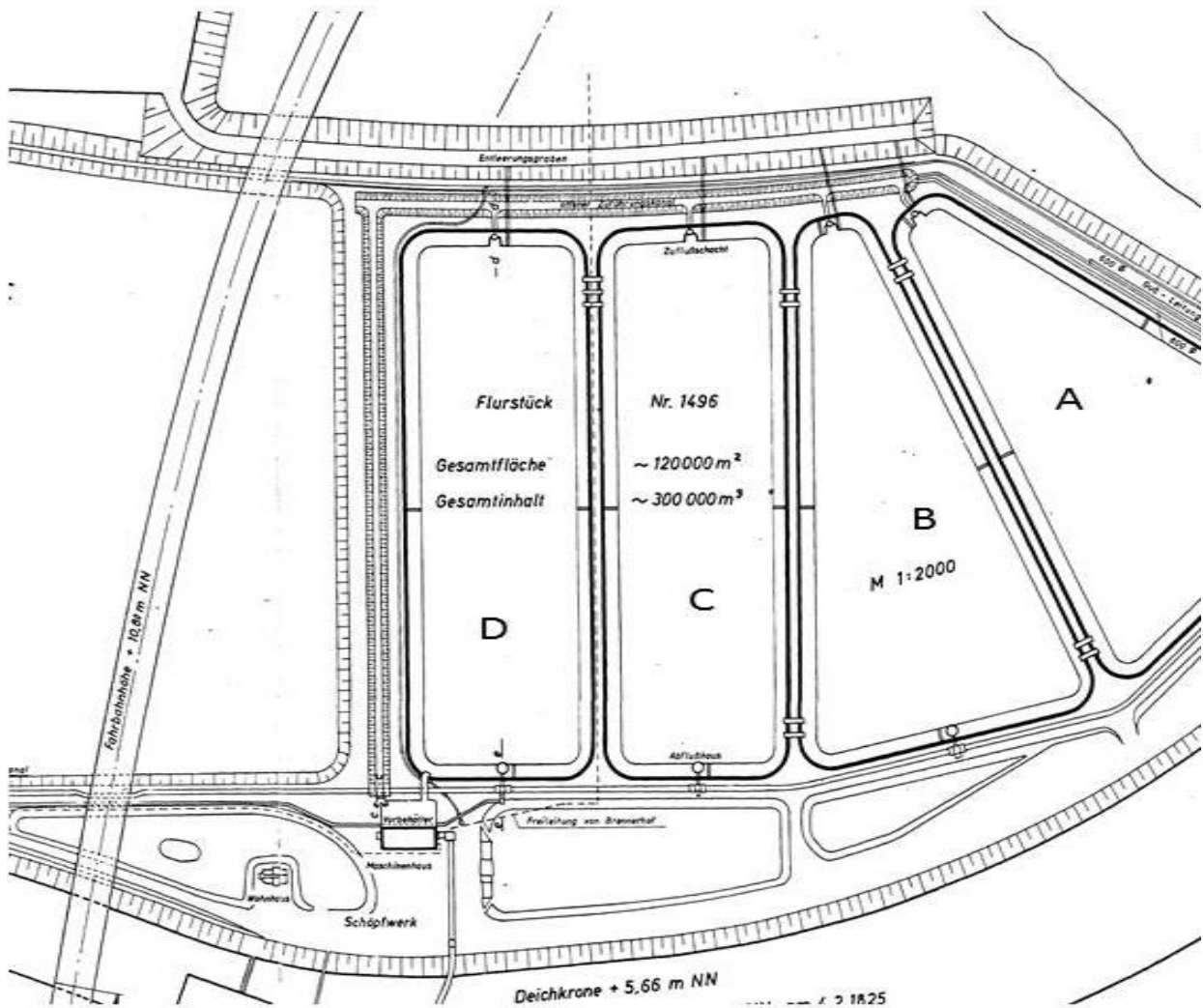


Abb. 6: Lageplan Bestand

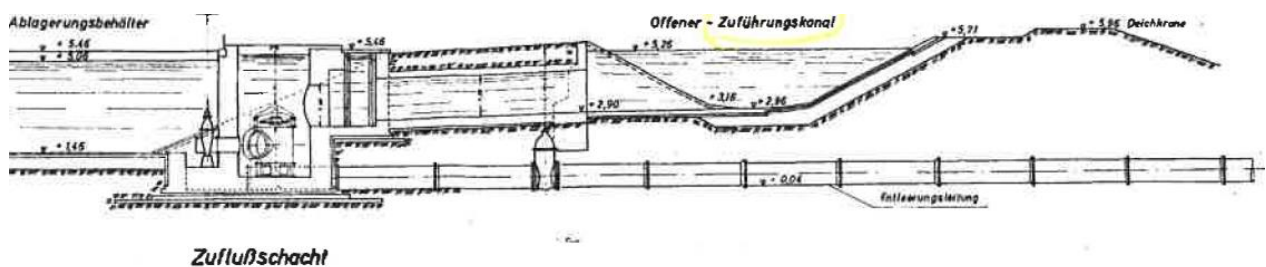


Abb. 7: Schnitt durch den Ablagerungsbehälter (Sohlhöhe +1.46 mNN), den Zuflussschacht und den offenen Zuführungskanal

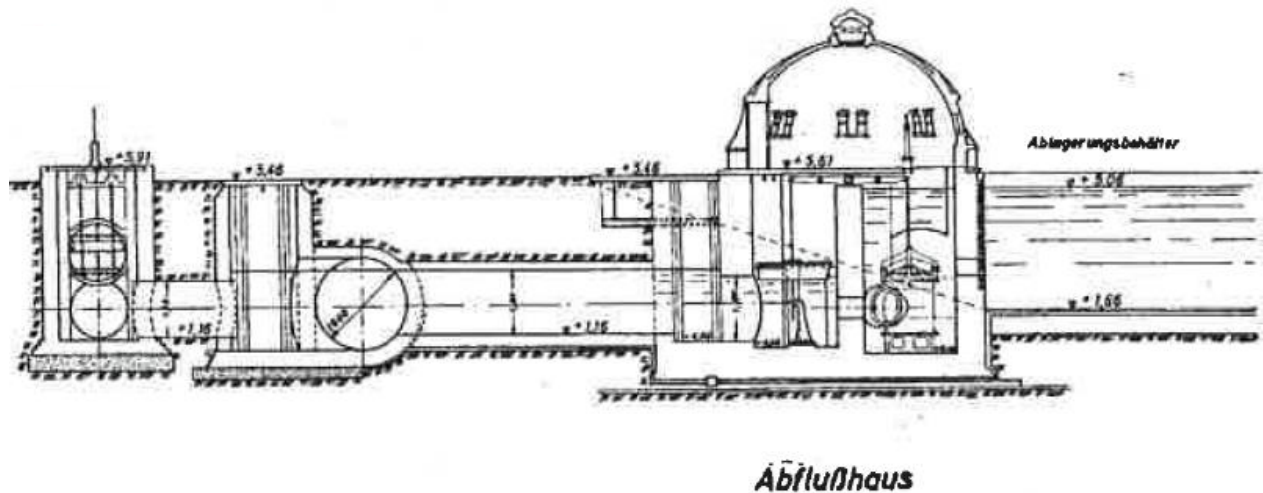


Abb. 8: Schnitt durch die Sammelleitung, das Abflusshaus und den Ablagerungsbehälter (Sohlhöhe +1.66 mNN)

4. Baumaßnahme

Auf der Billwerder Insel sind vier ehemalige, nicht mehr genutzte Absetzbecken der Hamburger Wasserwerke vorhanden. Die Becken C und D werden mit einem Durchstich verbunden und erhalten einen Zulauf über den Entleerungsgraben und den Holzhafen. Aus dem Lageplan der Abb. 9 ist der geplante Umbau der Absetzbecken ersichtlich.

Über den Zulauf soll in den Becken das Wasser ein- und ausströmen können. Dazu sind Priele mit Sohlhöhen bis +0.8 mNHN vorgesehen. Durch Wälle und Inseln mit Höhen bis ca. +2.6 mNHN werden tideabhängige Lebensräume geschaffen (s. Abb. 10).

Die vorhandenen südlich angrenzenden Absetzbecken A und B mit einem Wasserspiegel von etwa +5.1 mNN sind durch die Baumaßnahmen nicht betroffen und sollen im derzeitigen Zustand erhalten bleiben.



Abb. 9: Lageplan

Die Absetzbecken liegen hinter den "Hochwasserschutzanlagen hinter Sperrwerken" (+5.70 mNN) die mit dem Zulauf unterbrochen werden soll. Zur Wiederherstellung der HWS-Linie ist eine Geländeerhöhung südlich von Becken A geplant.

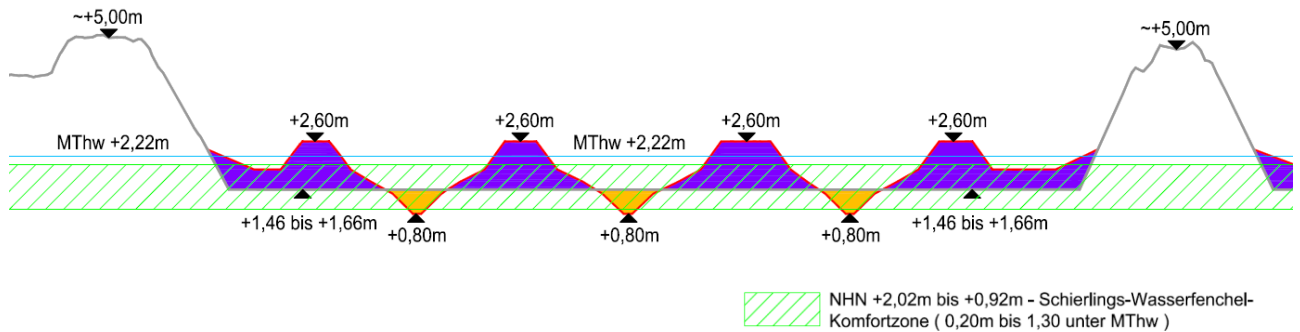


Abb. 10: Schnitt durch ein geplantes Becken
(Überhöhte Darstellung)

5. Baugrundverhältnisse

5.1 Baugrundaufbau

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden im September 2017 insgesamt 26 Rammkernsondierungen ausgeführt. Im Juli 2017 wurde im Westen von Becken D eine Grundwassermessstelle und im Oktober 2017 zwei weitere Messstellen nördlich von Becken D ausgeführt. Außerdem liegen Altaufschlüsse vom Geologischen Landesamt Hamburg, Brunnenausbauzeichnungen der Hamburger Wasserwerke und Aufschlüsse aus dem Archiv der Hamburg Port Authority vor. Die Lage aller Aufschlüsse ist dem Lageplan in Anl. 11A zu entnehmen.

Der Baugrundaufbau ist anhand der Angaben in den Schichtenverzeichnissen und nach unserer bodenphysikalischen Klassifizierung der Bodenproben auf den Anlagen 12 bis 16 in Form von Bodenprofilen höhengerecht dargestellt. Die Bodenprofile und der Ausbau der Grundwassermessstellen können der Anlage 17 entnommen werden. In den Anlagen 2C bis 8C liegen die Bodenprofile der Altaufschlüsse bei.

Ab Geländeoberkante wurden anthropogene **Auffüllungen** aus schluffigen und humosen Sanden sowie umgelagerte bindige Böden aus Geschiebelehm und Klei erkundet. Die sandigen Auffüllungen enthalten unterschiedliche Anteile von Bauschutt- und Wurzelresten und weisen ab Geländeoberkante Dicken zwischen 0.4 m und 4.0 m auf. Die in der Regel unterlagernden bindigen Auffüllungen enthalten Sandbänder und Sandschichten.

Unter den Auffüllungen folgt **Klei**, der örtlich noch von **Torf** und **Mudde** unterlagert wird. Die Basis dieser organischen Weichschichten ist in Tiefen zwischen -1.30 mNHN (RKS I/1795) und -5.6 mNHN (RKS I/1802) erkundet worden. Bereichsweise sind den organischen Böden Sandschichten bis zu 1.4 m Dicke eingelagert.

Tiefer führend sind gewachsene **Sande** angetroffen worden, die örtlich noch Schluffeinlagerungen aufweisen.

Mit zunehmender Tiefe werden die Sande gröber und können Steine und Findlinge enthalten.

Details der Bodenschichtungen sind den Bodenprofilen auf den Anlagen 12 bis 16 zu entnehmen.

Nach den Altaufschlüssen wird das Liegende von **Geschiebemergel**, **Beckenschluff** und **Beckenton** gebildet, das in Tiefen zwischen -19.2 mNN und -27.0 mNN angetroffen und mit Aufschlusstiefen bis -30 mNN nicht durchteuft wurde.

5.2 Grundwasserverhältnisse

5.2.1 Tidewasserstände

Die Elbwasserstände des Elbpegels Hamburg-St. Pauli und der Schöpfstelle sind in der Gewässerkundlichen Information der HPA für das Jahr 2016 zusammengefasst. Die Extremwerte (HHThw, NNTnw)

sowie die Tidewasserstandsschwankungen der Jahresreihe 2016 sowie der 5-Jahresreihe 2011 bis 2015 können der Zusammenstellung in Tab. 1 entnommen werden.

	Jahresreihe Pegel-St. Pauli		Jahresreihe Pegel-Schöpfstelle		Bedeutung der Abkürzungen
	2016	5-Jahresreihe 2011 - 2015	2016	5-Jahresreihe 2011 - 2015	
HThw	+5.15 mNHN	+6.08 mNN	+5.22 mNHN	+6.10 mNHN	Höchster Wert des Tidehochwassers eines bestimmten Zeitraumes
MThw	+2.15 mNHN	+2.13 mNN	+2.24 mNHN	+2.22 mNHN	Arithmetischer Mittelwert der eingetretenen Tidehochwasserstände bzw. Tideniedrigwasserstände eines bestimmten betrachteten Zeitraumes
MThb	3.83 m	3.75 m	3.83 m	3.71 m	Mittlerer Tidehub, arithmetischer Mittelwert der Tidehübe
MTnw	-1.68 mNHN	-1.62 mNN	-1.59 mNHN	-1.49 mNHN	Arithmetischer Mittelwert der eingetretenen Tidehochwasserstände bzw. Tideniedrigwasserstände eines bestimmten betrachteten Zeitraumes
NTnw	-2.75 mNHN	-3.18 mNN	-2.51 mNHN	-2.65 mNHN	Niedrigster Wert des Tideniedrigwassers eines bestimmten betrachteten Zeitraumes
HHThw	+6.45 mNHN	(03.01.1976)			Überhaupt bekannter höchster Tidehochwasserstand
NNTnw	-3.48 mNHN	(02.03.1987)			Überhaupt bekannter niedrigster Tideniedrigwasserstand
Bezogen auf die 5-Jahresreihe 2011 - 2015 wurden nach statistischer Auswertung folgende Tidehochwasserstände erreicht oder überschritten:					
	+4.0 mNHN	3.2 mal			
	+3.0 mNHN	23.4 mal			
	+2.0 mNHN	461.4 mal			

Tab. 1: Tidewasserstände

Sturmfluten sind in der Zeit zwischen dem 15. September und 31. März zu erwarten.

Des Weiteren sind auch im Sommerhalbjahr erhöhte Wasserstände (+5.0 mNHN, Bemessungshochwasser, Sommer, gem. BHFU) nicht auszuschließen.

5.2.2 Grundwasserstände

Das Grundwasser steht gespannt in den Sanden unterhalb der organischen Weichschichten an. Die Druckhöhe ist abhängig von den Tidewasserständen in der benachbarten Norderelbe. Sie folgen diesen leicht phasenverschoben und gedämpft. Der mittlere Grundwasserstand ist bei ca. +0.5 mNHN zu erwarten.

Für die Ermittlung der Dämpfung der im Projektbereich auftretenden Druckhöhen des Grundwassers in Bezug auf die Wasserstände der Norderelbe liegen Messungen aus den Grundwassermessstellen vor (Lage s. Anl. 11A, Ausbau s. Anl. 17):

PB I/1790 vom August bis Dezember 2017

PB I/1818, PB I/1819 vom Oktober bis Dezember 2017

Die Ganglinien des Pegels Schöpfstelle und der Grundwassermessstellen sind den Anlagen 21 und 22 zu entnehmen (s. auch Abb. 11 und 12).

Die einzelnen Werte der Hochwasserstandsmessungen wurden von uns hinsichtlich der zeitlichen Phasenverschiebung und der Dämpfung des Wasserdruckes ausgewertet.

Es ergibt sich eine zeitliche Phasenverschiebung des Hochwassers des Pegels Schöpfstelle bis zum Eintreten des höchsten Grundwasserdruckes in der Messstelle PB I/1790 zwischen 0 Minuten und 40 Minuten (Messintervall 10 Minuten).

Die gemessenen Druckhöhen des Grundwassers in der Grundwassermessstelle PB I/1790 sind in Abhängigkeit des Wasserstandes vom Pegel Schöpfstelle in der Abbildung 12 dargestellt.

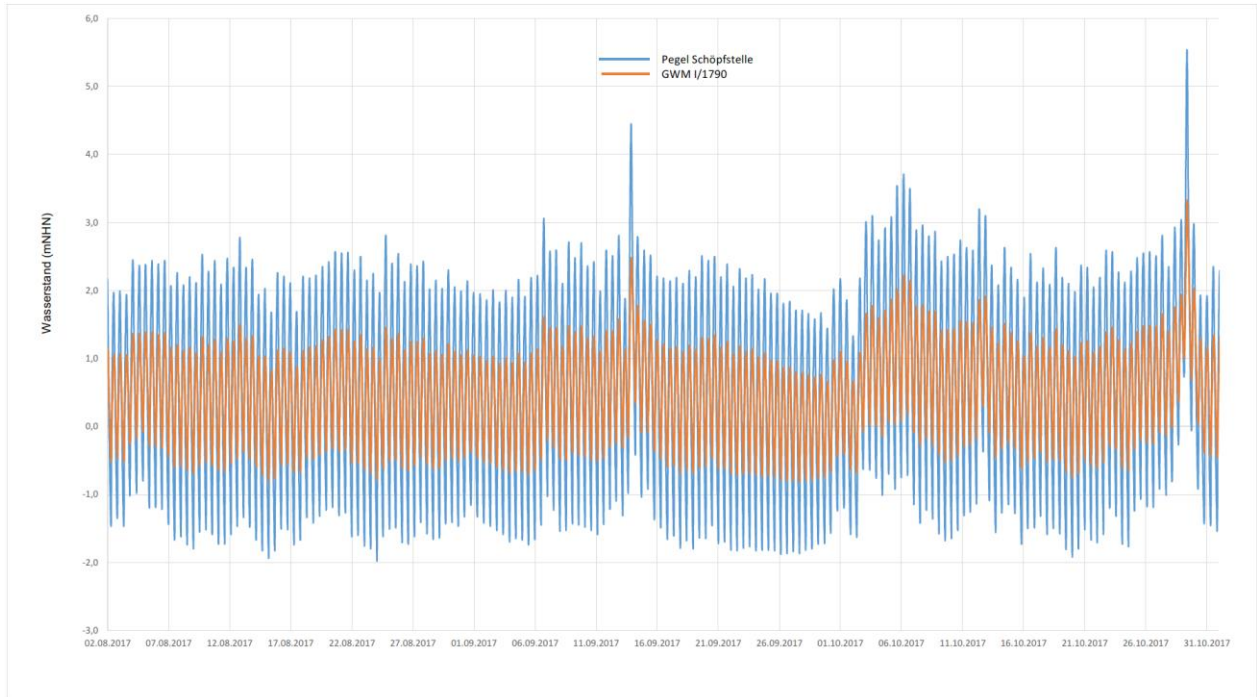


Abb. 11: Ganglinien August – Oktober 2017 (s. auch Anl. 21)

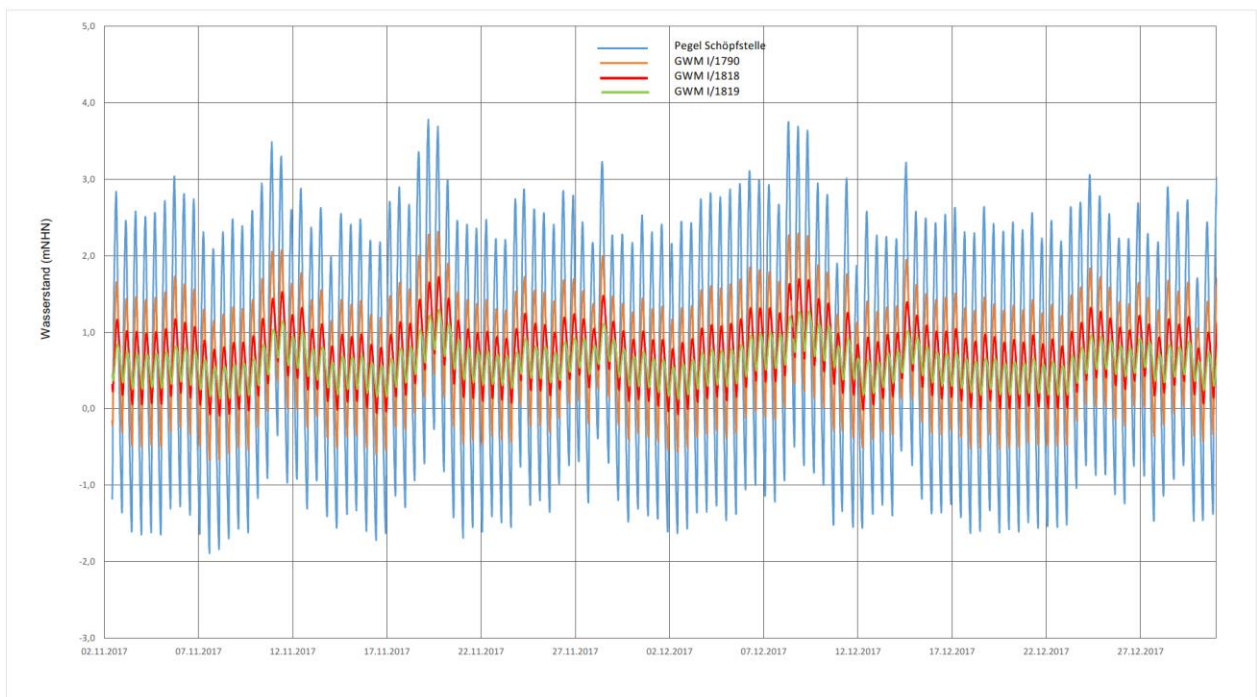


Abb. 12: Ganglinien November – Dezember 2017 (s. auch Anl. 22)

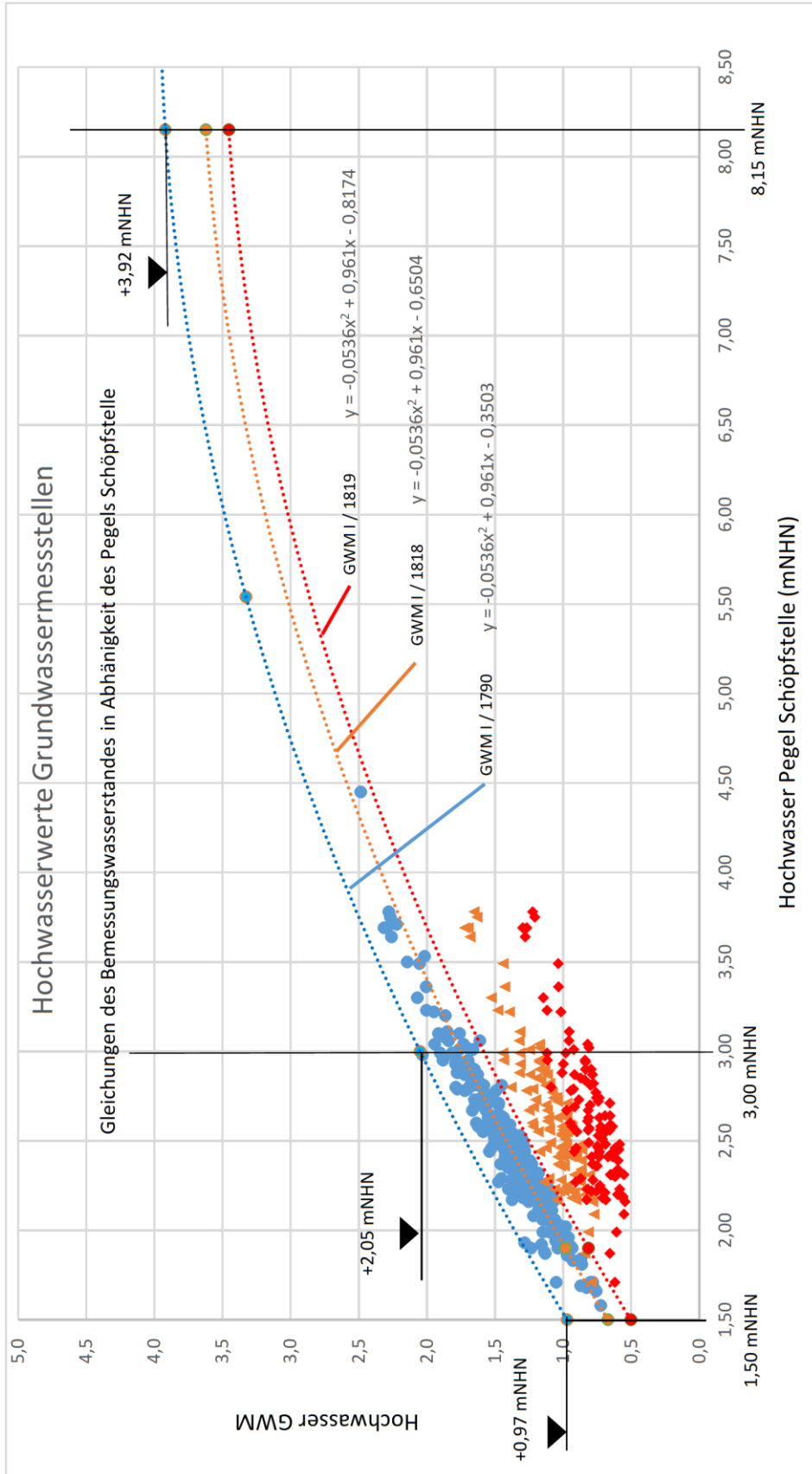


Abb. 13: Druckhöhe des Grundwassers in Abhängigkeit des Wasserstandes vom Pegel Schöpfstelle

5.2.3 Bemessungswasserstände

Die Abbildung 13 zeigt den Grundwasserdruck unter den Weichschichten am westlichen Rand des Beckens D. Zur Elbe betragen die Abstände der Grundwassermessstellen:

GWM I/1790: Abstand 120 m

GWM I/1818: Abstand 260 m

GWM I/1819: Abstand 490 m

Der Grafik ist zu entnehmen, dass mit zunehmendem Abstand zur Elbe der Wasserdruck unter den Weichschichten abnimmt. Der Einfluss durch das Schließen des Sperrwerks bei Elbwasserständen von +3.5 mNHN vom Holzhafens auf die Druckwasserstände kann anhand der Messungen noch nicht hergeleitet werden, da im Messzeitraum der Wasserstand von +3.5 mNHN einige Male nur knapp überschritten wurde.

Aus den Extremwerten der Messstelle GWM I/1790 ist für den Wasserdruck unter den Weichschichten folgende quadratische Gleichung bestimmt:

$$Y = -0.0536 \times X^2 + 0.961 \times X - 0.3503$$

mit

Y = Druckhöhe unter den Weichschichten in GWM I/1790 (mNHN)

X = Wasserstand Pegel Schöpfstelle (mNHN)

Da die Dämpfung für die Grundwassermessstellen GWM I/1818 und GWM I/1819 für Elbwasserstände oberhalb von +3.50 mNHN noch nicht ermittelt werden kann sind für diese Messstellen die gleichen Steigungen in Ansatz gebracht worden, wobei der Schnittpunkt mit der Y-Achse sich nach dem Extremwert der jeweiligen Messwerte bestimmt wurde. Die Gleichungen für die Druckhöhen der Grundwassermessstellen unterscheiden sich daher nur für den Wert mit $X = 0$:

$$\text{GWM I/1790: } Y = -0.0536 \times X^2 + 0.961 \times X - 0.3503$$

$$\text{GWM I/1818: } Y = -0.0536 \times X^2 + 0.961 \times X - 0.6504$$

$$\text{GWM I/1819: } Y = -0.0536 \times X^2 + 0.961 \times X - 0.8174$$

Um die Druckhöhe unter den Weichschichten auch in Abhängigkeit vom Abstand zur Elbe berechnen zu können, wurde für die Werte mit $X = 0$ ebenfalls eine quadratische Gleichung ermittelt und in obige Formel eingesetzt.

Bemessungswasserstand für den Wasserdruck im Baufeld unter den Weichschichten:

$$W_{x,y} = -0.0536 * X^2 + 0.961 * X + 0.0001 * Y^2 - 0.0036 * Y + 0.0257 \quad (\text{Gl. 1})$$

mit

X = Wasserstand Pegel Schöpfstelle (mNHN)

Y = Abstand zur Elbe (m)

In der Abbildung 14 ist der Wasserdruck unter den Weichschichten im Baufeld in Abhängigkeit des Wasserstandes vom Pegel Schöpfstelle und dem Abstand zur Elbe grafisch aufgetragen.

5.2.4 Stauwasserstände

Weiterhin treten auf den nahezu wasserundurchlässigen organischen Weichschichten Stauwasserstände auf.

Das Stauwasser unterliegt starken niederschlagsabhängigen Schwankungen und kann nach langen und starken Niederschlägen bis an die Geländeoberkante reichen. Ebenso ist nach längeren Trockenzeiten und bei hoch anstehendem wasserstauendem aufgefülltem Klei ein austrocknen der oberen Sandauffüllungen möglich.

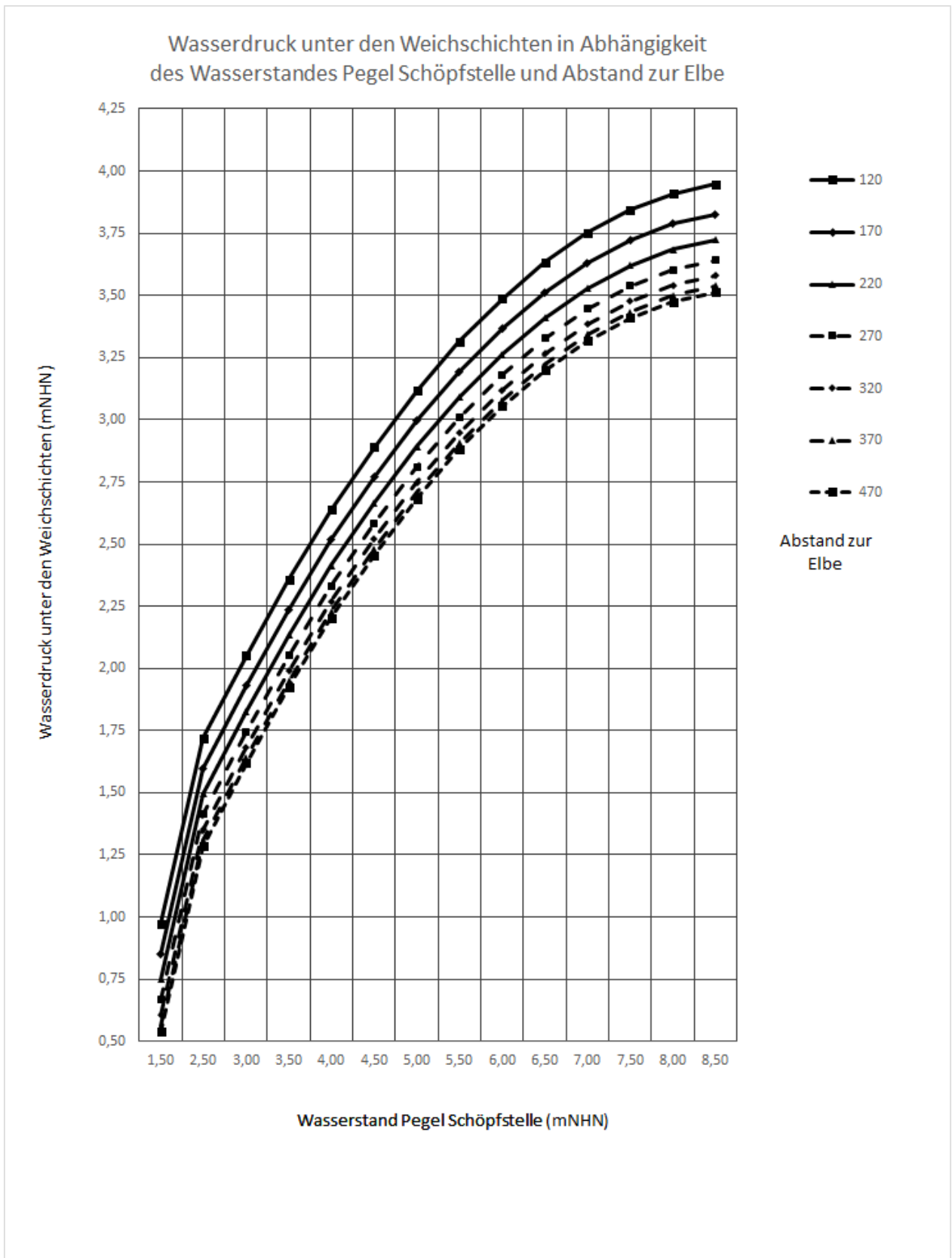


Abb. 14: Druckhöhe des Grundwassers in Abhängigkeit des Wasserstandes vom Pegel Schöpfstelle und Abstand zur Elbe

5.3 Bodenkennwerte

Die zur Beurteilung der Gründung erforderlichen Bodenkennwerte sind nach bekannten Versuchsergebnissen vergleichbarer Bodenarten ausreichend sicher festgelegt und in Tab. 2 zusammengestellt worden.

Für geohydrologische Berechnungen können die in Tab. 3 angegebenen Wasserdurchlässigkeiten angesetzt werden. Diese sind nach bekannten Versuchsergebnissen vergleichbarer Bodenarten festgelegt worden.

Bodenart	Raumgewicht		Scherfestigkeit			Steife- modul	Boden- gruppe
	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ'_k (Grad)	c'_k (kN/m ²)	$c_{u,k}$ (kN/m ²)	$E_{s,k}$ (MN/m ²)	DIN 18196
Auffüllungen							
sandig, locker	18	10	30.0	-	-	10	[SE-SW] *
sandig, mind. mitteldicht	19	11	35.0	-	-	40	[SE-SW] *
organisch	15	5	15.0	10	20	1	F, OH *
Schlick, sandig	16	6	22.5	5	-	2	OH
Klei	16	6	17.5	10	25	1.5	OU-OT
Torf	11	1	15	10	25	0.5	H-HZ
untere Sande	19	11	35	0	-	50	SE-SW**
Geschiebemergel	22	12	30	10	250	80	SU-ST**
Beckenschluff	20	10	27.5	10	100	35	UL-UM
Beckenton	20	10	22.5	20	100	35	TL-TM

* mit Bauschutt und Bauwerksresten ist zu rechnen

** Gerölllage, Steine und Findlingen können enthalten sein

Tab. 2: Charakteristische Bodenkennwerte, Bodengruppen

Bodenart	Wasserdurchlässigkeit	
	gesättigte Bodenzone	ungesättigte Bodenzone
	k_f (m/s)	k_u (m/s)
Feinsand, schluffig	1.0×10^{-5}	5.0×10^{-6}
Feinsand	5.0×10^{-5}	2.5×10^{-5}
Mittelsand	5.0×10^{-4}	2.5×10^{-4}
Grobsand	8.0×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Sand-Kies	5.0×10^{-3}	2.5×10^{-3}
Schlick, sandig, Torf	$\leq 1.0 \times 10^{-8}$	$\leq 5.0 \times 10^{-9}$
Klei	$\leq 1.0 \times 10^{-8}$	$\leq 5.0 \times 10^{-9}$
Geschiebemergel	$\leq 1.0 \times 10^{-9}$	$\leq 5.0 \times 10^{-10}$
Beckenschluff	$\leq 1.0 \times 10^{-9}$	$\leq 5.0 \times 10^{-10}$
Beckenton	$\leq 1.0 \times 10^{-10}$	$\leq 5.0 \times 10^{-11}$

Tab. 3: Wasserdurchlässigkeiten

6. Tidebecken

6.1 Auftriebssicherheit

Mit dem Absenken der Fläche bis auf eine Tiefe von maximal +0.8 mNHN und dem Begrenzen des Wasserstandes in den Becken auf +3.5 mNHN liegen zukünftig ungünstigere Verhältnisse vor als derzeit vorhanden (Beckensohle +1.46 mNN, Wasserspiegel +5.1 mNN).

Bei über +3.5 mNHN prognostizierten Hochwasserständen wird das Sperrwerk der Billwerder Bucht geschlossen, sodass für Tidewasserstände oberhalb von +3.5 mNHN Auftriebsuntersuchungen durchzuführen sind.

Die Becken werden tideoffen umgebaut, sodass im Bauzustand die Auftriebssicherheit der Beckensohlen ebenfalls erst für Tidewasserstände oberhalb von +3.5 mNHN durchzuführen sind.

Um die Auftriebssicherheit im Bau- und Endzustand zu überprüfen sind Berechnungen nach DIN 1054 durchzuführen.

Bauzustände

Da die Herrichtung der Becken 'tideoffen' erfolgt, d.h. die Tidewasserstände der Elbe können in die Becken bis zu einer Höhe von +3.5 mNHN einlaufen, dann schließt das Sperrwerk Billwerder Bucht, brauchen Bauzustände nicht untersucht zu werden.

Endzustand

Die Bodenprofile der Altaufschlüsse B 44 und B 45 sowie B 71, B 76 und B 77 bleiben bei der Betrachtung unberücksichtigt, da sie entweder unterhalb des BAB-Straßendamms bzw. östlich des Entleerungsdamms liegen.

Für den Endzustand sind für jedes Bodenprofil der zulässige Wasserdruck unterhalb der Weichschicht und des nach Gleichung 1 in Abschnitt 5.2.3 ermittelten Wasserdrucks in Abhängigkeit unterschiedlicher Elbwasserstände und Abständen zur Elbe ermittelt worden. Dazu sind folgende Lastfälle gewählt worden:

Lastfall BS-P

regelmäßig auftretende Elbwasserstände von maximal +4.50 mNHN

Lastfall BS-T

temporär auftretende Elbwasserstände von maximal +6.45 mNHN

Lastfall BS-A

außergewöhnliche Elbwasserstände von maximal +8.15 mNHN

Die Teilsicherheitsbeiwerte sind nach DIN 1045 wie folgt anzusetzen:

Destabilisierende veränderliche Einwirkungen

Lastfall BS-P $\gamma_{G,des} = 1.05$

Lastfall BS-T $\gamma_{G,des} = 1.05$

Lastfall BS-A $\gamma_{G,des} = 1.00$

Stabilisierende ständige Einwirkungen

Lastfall BS-P $\gamma_{G,des} = 0.95$

Lastfall BS-T $\gamma_{G,des} = 0.95$

Lastfall BS-A $\gamma_{G,des} = 0.95$

Die stabilisierenden Einwirkungen (E_{stb}) sind das Wassergewicht in den Becken zuzüglich des Bodeneigengewichts bis zu Unterkante der Weichschichten.

Destabilisierende Einwirkungen (E_{des}) sind der sich ergebende Wasserdruck in den Sanden unter den Weichschichten, der abhängig ist vom Abstand zur Elbe und dem Elbwasserstand.

Eine ausreichende Auftriebssicherheit ist gegeben, wenn unter Ansatz der Teilsicherheitsbeiwerte sich ein Ausnutzungsgrad von

$$f = E_{des} \times \gamma_{des} / E_{stb} \times \gamma_{stb} \leq 1.00$$

ergibt.

Die Ausnutzungsgrade sind für die oben genannten Lastfälle für jedes Bodenprofil ermittelt worden. Die Eingabedaten und Rechenergebnisse können der Tabelle in der Anlage 23 entnommen werden.

Es ergeben sich folgende ungünstigste Ausnutzungsgrade:

Lastfall BS-P	Bodenprofil I/1802	$f = 0.00 < 1.00$
Lastfall BS-T	Bodenprofil I/1802	$f = 0.94 < 1.00$
Lastfall BS-A	Bodenprofil I/1802	$f = 0.93 < 1.00$

Die Auftriebssicherheit ist für die angesetzten Lastfälle rechnerisch gegeben.

6.2 Hydraulische Grundbruchsicherheit

Für das ungünstigste Bodenprofil des Aufschlusses I/1802 werden nachfolgend Nachweise gegen hydraulischen Grundbruch für eine Beckensohle von +0.8 mNHN und folgende Grundwasserstände durchgeführt:

Lastfall BS-T

temporär auftretende Elbwasserstände von maximal +6.45 mNHN

Lastfall BS-A

außergewöhnliche Elbwasserstände von maximal +8.15 mNHN

Eine ausreichende Sicherheit gegen Aufschwimmen und hydraulischen Grundbruch liegt vor, wenn Ausnutzungsgrade von $\mu \leq 1.0$ nachgewiesen werden.

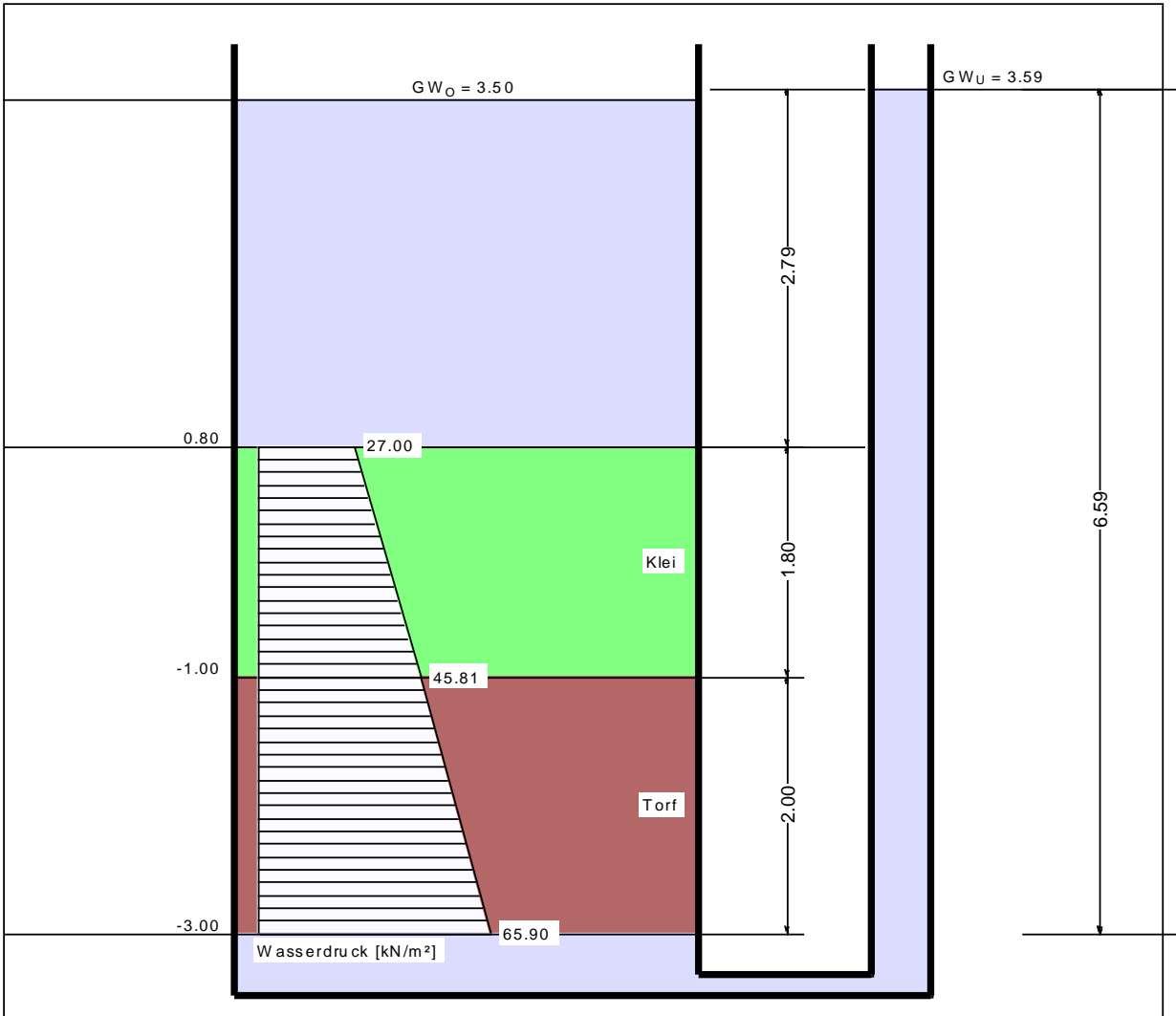
Die erforderlichen Eingabedaten und die Ergebnisse können den Abbildungen 15 und 16 entnommen werden. Die maßgebenden Daten sind in Tab. 4 zusammengestellt.

Bemessungs- situation	Becken- sohle mNHN	Wasserstände		UK	Tide-	Ausnutzungsgrad		Abb.
		Becken	GW- Druck	Weich- schicht	wasser- stand	Auf- trieb	hydr. Grundbruch	
		mNHN	mNHN	mNHN	mNHN	mNHN		
BS-T	+0.8	+3.50	+3.59	-3.0	+6.45	0.936	0.107	15
BS-A	+0.8	+3.50	+3.90	-3.0	+8.15	0.934	0.474	16

Tab. 4: Ergebnisse Auftriebsnachweise

Norm: EC 7
 Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.050$
 $\gamma_{G,stab} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.350$
 Datei: 7644- Auftrieb-1802-BS-T.aft

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	16.00	6.00	$1.0 \cdot 10^{-8}$	Klei
	11.00	1.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Torf </td



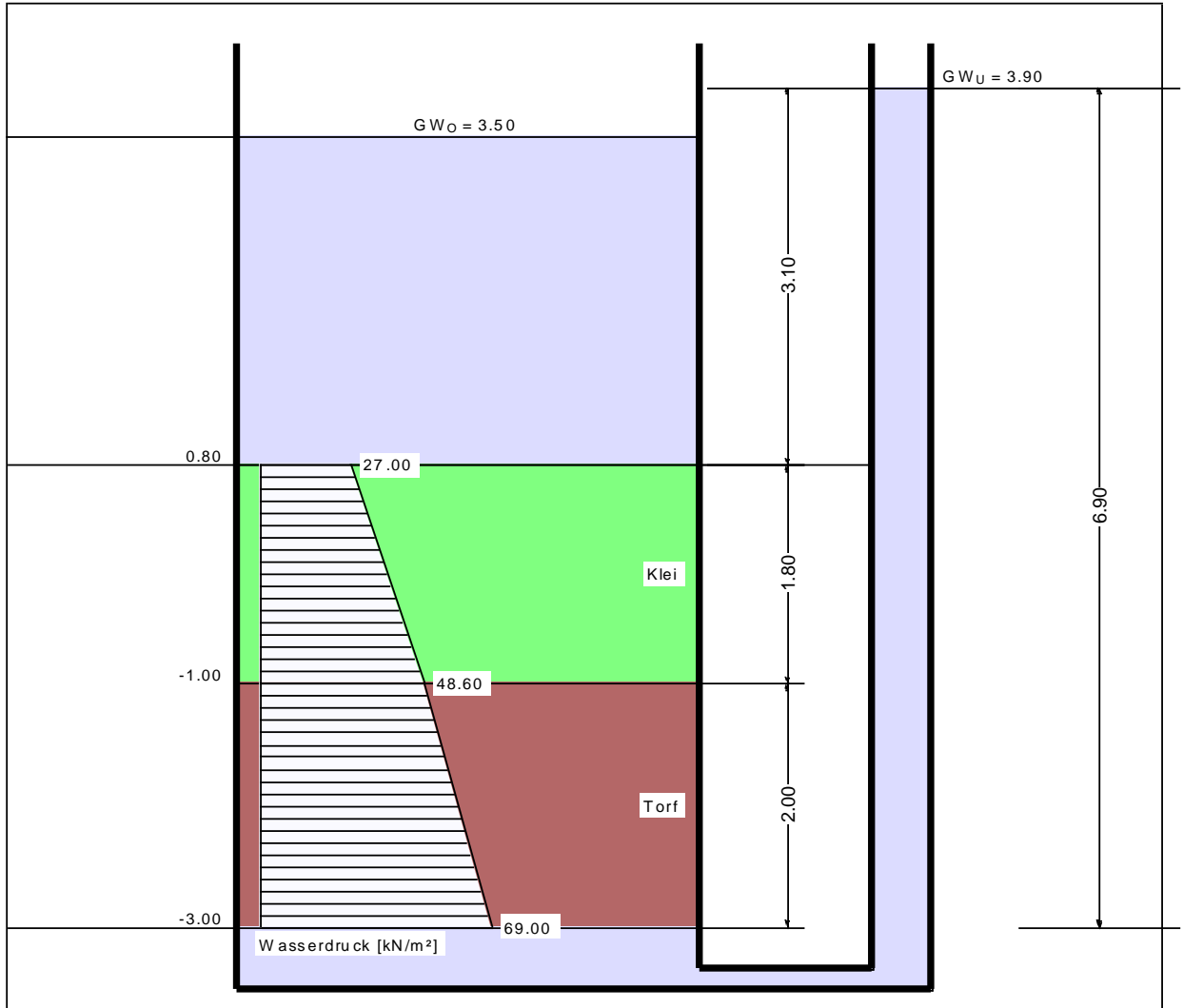
Auftriebssicherheit
 Ausnutzungsgrad $\mu = 0.936$
 bei = -3.000 m
 Gewicht = 77.800 kN/m²
 $\gamma_{G,stab} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
 PW-Druck = 65.900 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.050
 $\mu = 1.050 \cdot 65.900 / (0.950 \cdot 77.800)$

Hydraulische Grundbruchsicherheit
 Ausnutzungsgrad $\mu = 0.107$
 bei = -1.000 m
 Gewicht = 10.800 kN/m²
 $\gamma_{G,stab} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
 Strömungskraft = 0.810 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.350
 $\mu = 1.350 \cdot 0.810 / (0.950 \cdot 10.800)$

Abb. 15: Auftriebsnachweis, BS-T, Beckensohle +0.80 mNHN
 Grundwasser +3.59 mNHN, Beckenwasserstand +3.50 mNHN

Norm: EC 7
 Teilsicherheiten:
 $\gamma_{G,dst} = 1.000$
 $\gamma_{G,stab} = 0.950$
 $\gamma_H = 1.350$
 Datei: 7644- Auftrieb-1802-BS-A.aft

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	k [m/s]	Bezeichnung
	16.00	6.00	$1.0 \cdot 10^{-8}$	Klei
	11.00	1.00	$1.0 \cdot 10^{-7}$	Torf



Auftriebssicherheit
 Ausnutzungsgrad $\mu = 0.934$
 bei = -3.000 m
 Gewicht = 77.800 kN/m²
 $\gamma_{G,stab} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
 PW-Druck = 69.000 kN/m²
 $\gamma_{G,dst} = \gamma$ (PW-Druck) = 1.000
 $\mu = 1.000 \cdot 69.000 / (0.950 \cdot 77.800)$

Hydraulische Grundbruchsicherheit
 Ausnutzungsgrad $\mu = 0.474$
 bei = -1.000 m
 Gewicht = 10.800 kN/m²
 $\gamma_{G,stab} = \gamma$ (Gewicht) = 0.950
 Strömungskraft = 3.600 kN/m²
 $\gamma_H = \gamma$ (Strömungskraft) = 1.350
 $\mu = 1.350 \cdot 3.600 / (0.950 \cdot 10.800)$

Abb. 16: Auftriebsnachweis, BS-A, Beckensohle +0.80 mNHN
 Grundwasser +3.90 mNHN, Beckenwasserstand +3.50 mNHN

Es liegen ausreichende Sicherheiten gegen Aufschwimmen und hydraulischen Grundbruch vor.

6.3 Standsicherheit Beckendämme

Der Nachweis der Geländebruchsicherheit der Böschungen bzw. Dämme zwischen den Becken B-C und C-D (im Bauzustand) wird mit dem GGU-Programm 'Stability' auf Grundlage des Bodenprofils des Aufschlusses RKS I/1804 (s. Anl. 14), bei dem die ungünstigste Bodenschichtung mit maximaler Weichschichtunterkante und maximale Dicke des Torf erkundet wurde, und der Bodenkennwerte gem. Tab. 2 geführt. Untersucht wird der ungünstigste Zustand mit gefülltem Absetzbecken und leerem Tidebecken.

Die Berechnung erfolgt nach dem Teilsicherheitskonzept. Verkehrslasten werden nicht berücksichtigt.

Eine ausreichende Geländebruchsicherheit ist gegeben, wenn der Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1.0$ beträgt.

Die Grundlagen des rechnerischen Nachweises sowie dessen Ergebnisse können der Abbildung 17 entnommen werden.

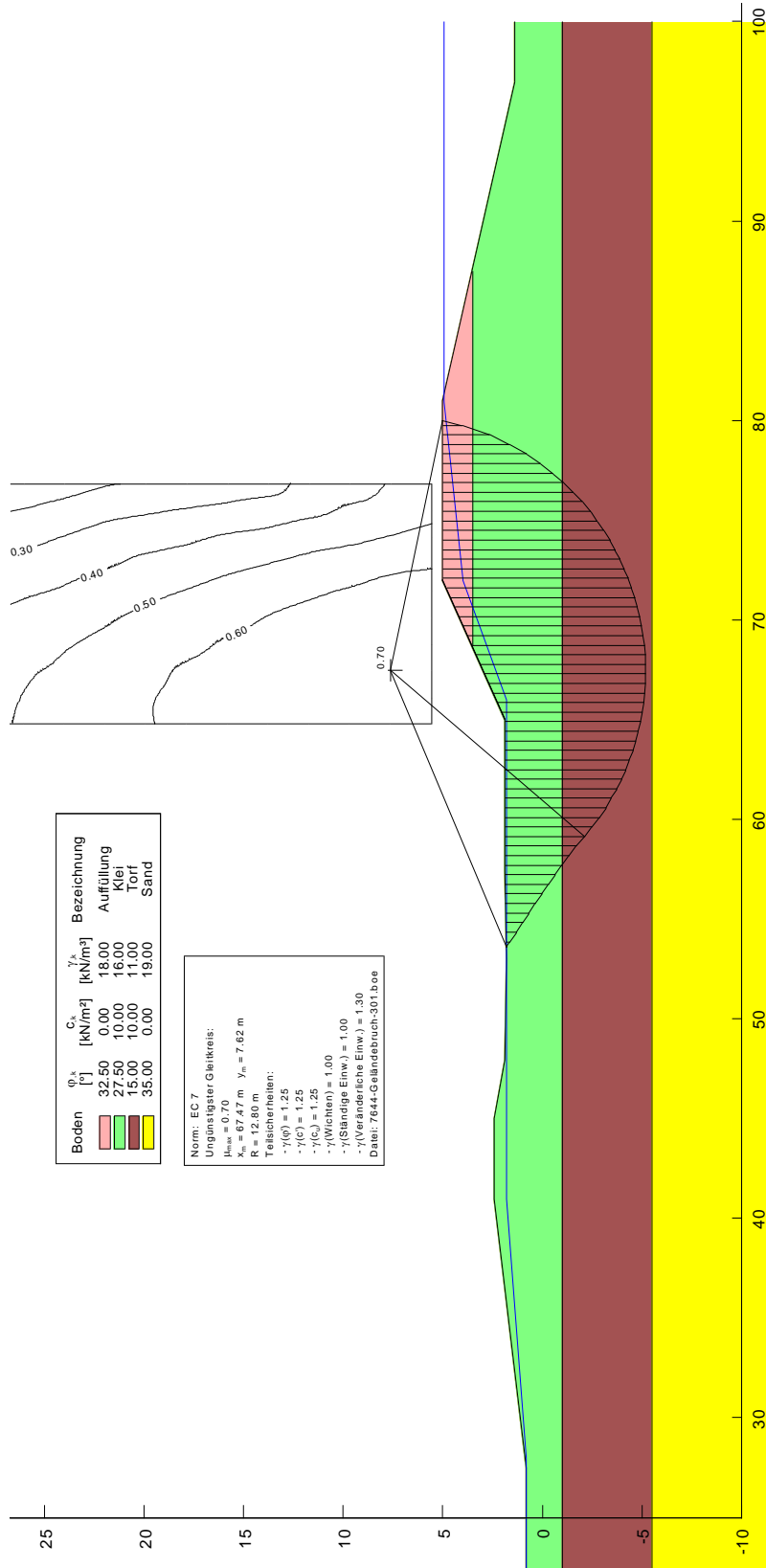


Abb. 17: Böschung zwischen leerem Tidebecken C (linkes) und gefülltem Absetzbecken B (rechts)

Es ergibt sich eine ausreichende Geländebruchsicherheit bei einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 0.70 < 1.00$.

7. Auswirkungen auf Stauwasserstände

Inwieweit sich durch das Anlegen und Öffnen der Becken für die Tidewasserstände der Elbe langfristige Auswirkungen auf die Stauwasserstände in der Umgebung auswirken, wird nachfolgend untersucht. Eine Veränderung tritt dabei nördlich des Beckens D und westlich der Becken C und D über eine Strecke von 600 m auf.

Stauwasserstände bilden sich in wasserdurchlässigen Böden (Sande) oberhalb von gering wasserdurchlässigen Böden (hier Klei, aufgefüllte Geschiebeböden). Nach den Ergebnissen der vorliegenden Baugrundaufschlüsse beträgt die Dicke der oberen sandigen Deckschicht über gering wasserdurchlässigen Böden im Norden und Westen der Becken C und D zwischen etwa 1.0 m und 4.0 m (s. auch Anl. 18). Bei einem Porenvolumen von etwa 30 % und einem ca. 100 m breiten Geländestreifen nördlich des Beckens D und westlich der Becken C und D (entspricht etwa dem Abstand zum Damm der BAB und zum Deich) ergibt sich bei Sättigung bis zur Geländeoberfläche ein mögliches maximales Stauwasservolumen von:

$$V_{SW} = 0.3 \times 100 \text{ m} \times 600 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} = 45.000 \text{ m}^3$$

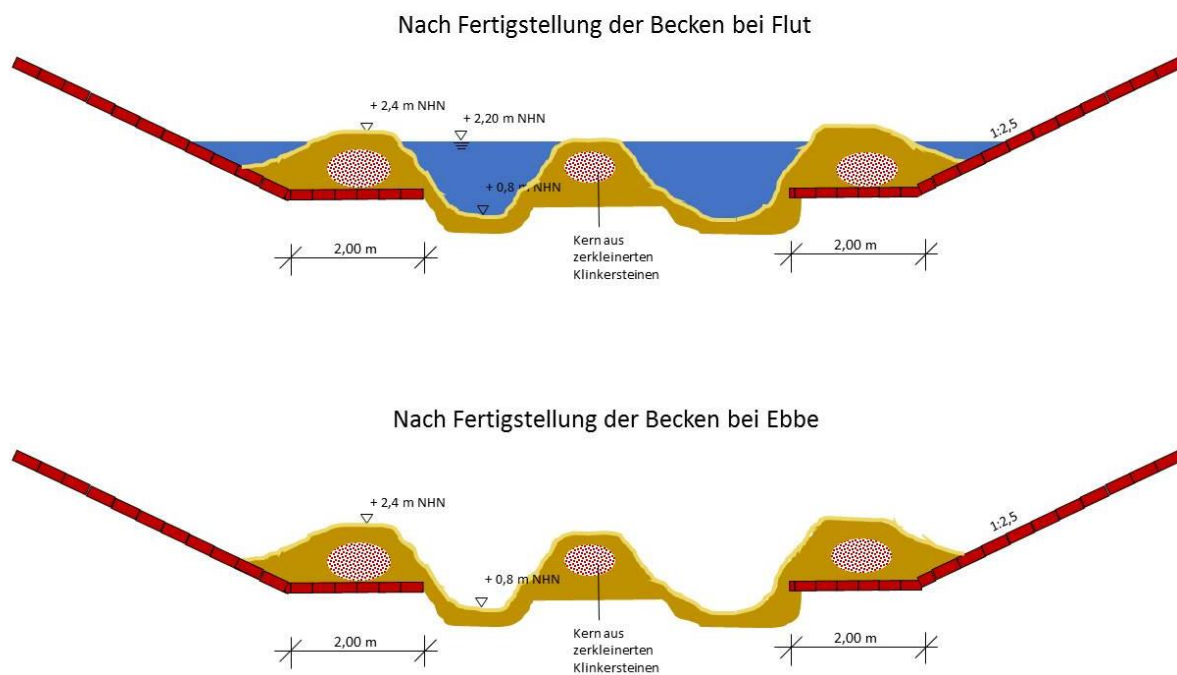
Bei einer jährlichen mittleren Niederschlagsmenge von 840 mm/m² würde ohne Berücksichtigung der Evapotranspiration eine Wassermenge im Boden versickern von:

$$V_N = 60.000 \text{ m}^2 \times 0.84 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 50.400 \text{ m}^3/\text{a},$$

die größer ist als das mögliche Stauvolumen in den sandigen Auffüllungen nördlich und westlich der Becken.

Von den bestehenden Becken bleiben die Beckenumrandungen und die unter 1:2.5 geneigten Böschungen bestehen, die aus einer Umrän-

dung aus Beton und der Sohlendichtung aus einer Klinkerlage auf Stampfbeton bestehen (s. Abb. 18). Es ist anzunehmen, dass darunter als natürliche Dichtungsschicht entweder der im Gelände anstehende Klei vorhanden ist oder eine künstliche Dichtung aus Klei eingebaut wurde.



**Abb. 18: Schematische Schnitte der hergerichteten Becken
bei Flut und Ebbe**

Der untere Rand der 1:2.5 geneigten Böschung liegt auf einer Höhe zwischen +1.46 mNN und +1.66 mNN (mit Gefälle zum Entleerungsgraben), im Mittel bei +1.56 mNN.

Infolge des Tidehubs ($M_{Thw} = +2.22$ mNHN, $M_{Tnw} = -1.49$ mNHN) wird über die geöffneten Böschungsflächen der Wälle, Inseln und Priele der Tidebecken Stauwasser zusickern, das mit dem Tidehub in den Becken abgeführt wird. Es wird angesetzt, dass für das Abfließen des Stauwassers ein mittleres Niveau zwischen dem tiefsten Punkt

der Priele und dem mittleren Tidehochwasser maßgebend wird. Es errechnet sich so eine Abflusshöhe von:

$$(+0.80 \text{ mNHN} + +2.22 \text{ mNHN}) / 2 = +1.51 \text{ mNHN}$$

Aus den umliegenden Flächen kann so Sickerwasser unterhalb der verbliebenen Beckenbefestigung (im Mittel +1.56 mNN) und dem oben genannten Niveau von +1.51 mNHN in die Priele austreten und mit der Tide abfließen.

Die ablaufende Stauwassermenge wird nach Darcy berechnet mit:

$$Q = A \times k_f \times I \quad \begin{array}{l} (A = \text{Fließquerschnitt} \\ k_f = \text{Wasserdurchlässigkeit} \\ I = \text{Gefälle}) \end{array}$$

Es wird die Nordseite des Beckens D sowie die Westseiten der Becken D und C mit einer Gesamtlänge von $L \approx 600 \text{ m}$, aus dem Stauwasser den Tidebecken zuströmen kann, in Ansatz gebracht.

Für die Wasserdurchlässigkeit wird ein ungünstiger Wert von $5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (wasserdurchlässige Sande) angesetzt.

Das Gefälle errechnet sich zu:

$$\begin{aligned} I &= \Delta H / \Delta L \\ &= (+5.0 \text{ mNN} - +1.51 \text{ mNHN}) / ((+5.0 \text{ mNN} - +1.51 \text{ mNHN}) \times 2.5) \\ &= 0.40 \end{aligned}$$

Der Fließquerschnitt beträgt:

$$A = 600 \text{ m} \times (+1.56 \text{ mNN} - +1.51 \text{ mNHN}) = 30 \text{ m}^2$$

Es ergibt sich eine rechnerische ablaufende Stauwassermenge von:

$$Q = 30 \text{ m}^2 \times 5 \times 10^{-5} \text{ m/s} \times 0.4 = 0.0006 \text{ m}^3/\text{s} = 2.16 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Aus der oben errechneten mittleren Niederschlagsmenge von 50.400 m³ errechnet sich eine mittlere Versickerungsrate von:

$$Q = 50.400 \text{ m}^3/\text{a} / 365 \text{ d/a} / 24 \text{ h/d} = 5.8 \text{ m}^3/\text{h},$$

die größer ist als die mögliche ablaufende Stauwassermenge in die Becken.

Da der Stauwasserstand stark von den Niederschlagsereignissen abhängig ist und somit natürlichen starken Schwankungen unterliegt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass in längeren Trockenperioden das Stauwasser in der Umgebung infolge des Abflusses über die Becken mit der Tide zeitweise absinkt.

Da jedoch das Porenvolumen, in dem sich Stauwasser bilden kann, und die abfließende Stauwassermenge kleiner sind als die mittlere jährliche Niederschlagsmenge, sind keine nennenswerten Einflüsse auf die Tümpel, Kleingewässer und Sumpfbereiche in der Umgebung zu erwarten. In Abhängigkeit von den Niederschlagsereignissen wird die Umgebung weiterhin durch Vernässungen geprägt sein.

8. Geländeerhöhung südöstlicher Rand Becken A

Einleitung

Entlang des südöstlichen Rand vom Becken A ist, zur Einhaltung der zweiten Hochwasserschutzlinie, eine Geländeerhöhung bis in eine Höhe von +5.4 mNHN geplant. Dazu wird mit kleinem Gerät die Grasnarbe abgetragen und das Gelände bis 5.4 mNHN aufgehört und soweit befestigt, dass es mit leichten Fahrzeugen befahren werden kann.

Vorhandene Geländehöhen

Nach den im September 2017 ausgeführten Baugrundaufschlüssen und den Vermessungsergebnissen liegt die Geländeoberkante auf Höhen zwischen +4.9 mNHN und +5.3 mNHN (s. Anl. 16).

Bodenschichtung

In den im September 2017 ausgeführten 3.0 m tiefen Baugrundaufschlüssen wurden lediglich **Auffüllungen** angetroffen. Sie setzen sich zunächst bis in Tiefen zwischen 0.8 m und 2.0 m aus schluffigen und humosen Sanden zusammen, die Ziegel- und Wurzelreste enthalten. Darunter folgt aufgefüllter Klei, der nur in der Rammkernsondierung RKS I/1816 in 1.6 m Tiefe durchteuft wurde. Hier folgen bis zur Endbohrtiefe von 3.0 m wieder sandige Auffüllungen.

Nach den Altaufschlüssen (s. Anl. 4C und 5C) steht tiefer führend **Klei** als organische Weichschicht an, dessen Basis in Tiefen zwischen +0.9 mNN und -0.8 mNN liegt. **Sande** unterlagern den Klei, die z.T. noch Kleieinlagerungen aufweisen.

Wasserstände

In den im September 2017 ausgeführten 3.0 m tiefen Baugrundaufschlüssen ist Stauwasser nur in zwei Aufschlüssen in Tiefen von +3.0 mNHN und +2.7 mNHN angetroffen worden. In den übrigen Aufschlüssen, auch in unter aufgefülltem Klei anstehenden Sandauffüllungen, wurde kein Wasser angetroffen.

Das Stauwasser unterliegt starken niederschlagsabhängigen Schwankungen und kann nach langen und starken Niederschlägen bis an die Geländeoberkante reichen. Ebenso ist nach längeren Trockenzeiten und bei hoch anstehendem wasserstauendem aufgefülltem Klei ein austrocknen der oberen Sandauffüllungen möglich.

Die Grundwasserverhältnisse sind ausführlich in Abschnitt 5.2 beschrieben.

Setzungen

Infolge der Geländeerhöhung bis auf eine Höhe von +5.4 mNHN (Dicke zwischen 0.6 m und 0.1 m) erhöhen sich die Bodenspannungen, die zu Geländesetzungen führen werden.

Die voraussichtlichen Geländesetzungen wurden für schlaffe Lasteintragung in den Baugrund für einen 5.0 m breiten und 20 m langen Abschnitt unter Ansatz der erkundeten minimalen Sandauffüllung und maximalen Kleidicke mit dem GGU-Programm SETTLE berechnet. Es wurde außerdem ungünstig eine Lasteinflusstiefe bis UK Berechnungsprofil angesetzt. Es ergeben sich rechnerische Setzungen von $s_M \leq 3.0$ cm (s. Abb. 19).

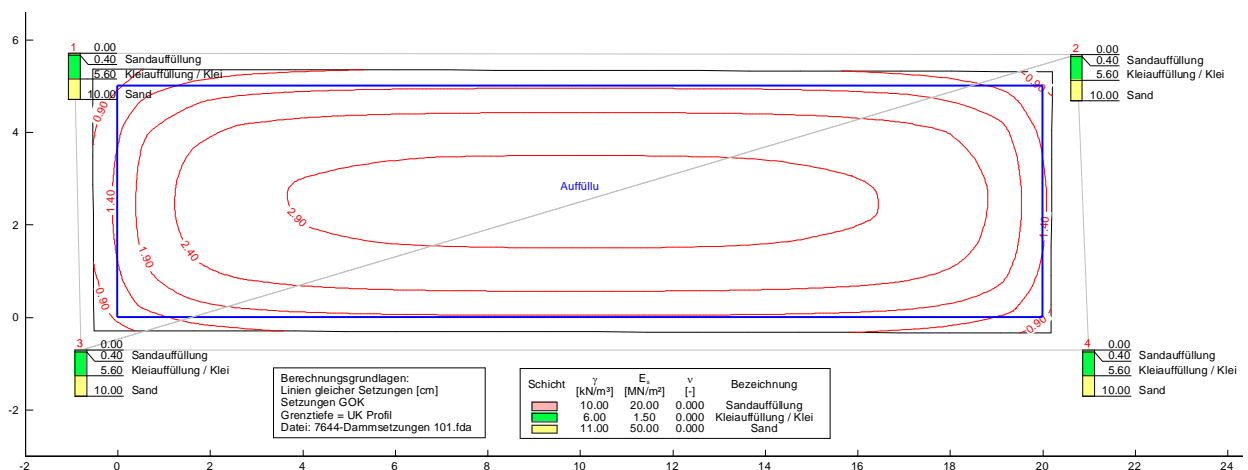


Abb. 19: Setzungen südöstlicher Rand Becken A

Wir empfehlen, die Geländeerhöhung bis +5.45 mNHN aufzubringen, um mögliche Setzungen auszugleichen.

Hinweise zu den Erdarbeiten

Wir empfehlen, mit leichtem Gerät die vorhandene Grasnarbe rückschreitend abzutragen (geschätzte Dicke ca. 20 cm).

Für die Geländeerhöhung können gemischtkörnige Böden verwendet werden.

Da auch Sande im Bereich des Beckenrandes anstehen, kann u.E. für die Geländeerhöhung auch ein schwach schluffiger Sand mit einem Schluffanteil von weniger als 10 Gew.-% verwendet werden.

Um Erschütterungen und Schwingungsausbreitungen im Baugrund zu vermeiden, empfehlen wir die Auffüllungen mit einer kleinen Schafffußwalze statisch zu verdichten. Die einzubauende Lagendicke der Auffüllungen ist auf das Gewicht der Walze abzustimmen.

Die Oberfläche sollte umgehend mit einer Ansaat bzw. einem Oberbodenauftrag geschützt werden.

9. Zusammenfassung

Die Billwerder Insel war bis zum Jahr 1990 ein wesentlicher Bestandteil des Elbwasserfiltrierwerkes Kaltehofe der Hamburger Wasserwerke (HamburgWasser). Die Absetzbecken, die südlich der heutigen Bundesautobahn 1 liegen, dienten der ersten Sedimentation des zugeführten Elbwassers. Teile dieser Anlage sollen als Kohärenzmaßnahme für den Schierlings-Wasserfenchel entwickelt werden. Hierfür sollen die zwei nördlichen Absetzbecken über den Entleerungsgraben, den Holzhafengraben und den Holzhafen an die Tide der Norderelbe angeschlossen werden.

Im Baugebiet sind nach den Alt- und Neuaufschlüssen unter anthropogenen Auffüllungen organische Weichschichten aus überwiegend Klei, auch Torf und Schlick vorhanden. Tieferführend stehen gewachsene Sande an. Das Liegende wird von Beckenschluff und -ton

sowie Geschiebemergel gebildet, die ab -19.2 mNN angetroffen wurden.

Grundwasser steht druckhaft unter den organischen Weichschichten an. Die Druckhöhe ist abhängig von den Tidewasserständen der Nordelbe. Weiterhin sind auf den nahezu wasserundurchlässigen Weichschichten Stauwasserstände zu erwarten, die bis nahe an die Geländeoberfläche reichen können.

Mit dem Anschluss der Becken an die Tidewasserstände der Elbe werden die vorliegenden Verhältnisse hinsichtlich der Auftriebsicherheit und des Eintretens eines hydraulischen Grundbruchs verändert. Die rechnerischen Nachweise haben ausreichende Sicherheiten ergeben (s. Abschnitte 6.1 und 6.2).

Die Geländebruchsicherheit der Dämme zwischen dem bestehen bleibenden Becken B und den neuen Tidebecken (C und D) ist gegeben (s. Abschnitt 6.3).

Infolge der Öffnung der Becken und Anschluss an die wechselnden Wasserstände der Elbe (maximales Hochwasser +3.5 mNHN) können sich die Stauwasserverhältnisse ändern. Nach den Untersuchungen in Abschnitt 7 werden die Einflüsse als gering eingeschätzt.

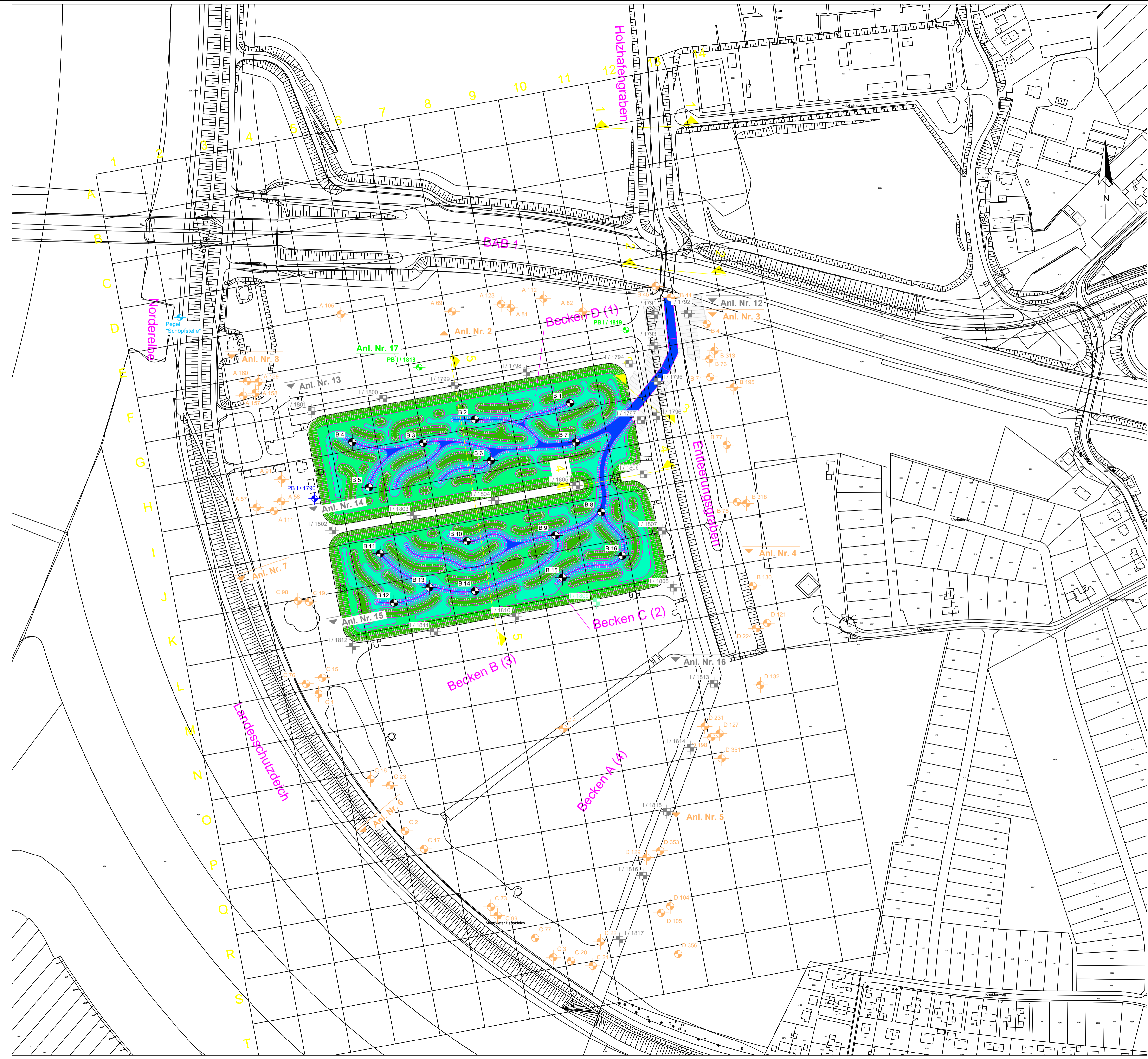
Angaben zur Herrichtung des Geländes südöstlich des Beckens A enthält der Abschnitt 8.

Mit der weiteren Bearbeitung sind noch chemische Untersuchungen an Wasser- und Bodenproben durchzuführen, um Aussagen zu der weiteren Verwendung des Bodenaushubs für die Bauausführung machen zu können.

BURMANN, MANDEL + PARTNER

Ingenieurbüro für Grundbau und Umwelttechnik

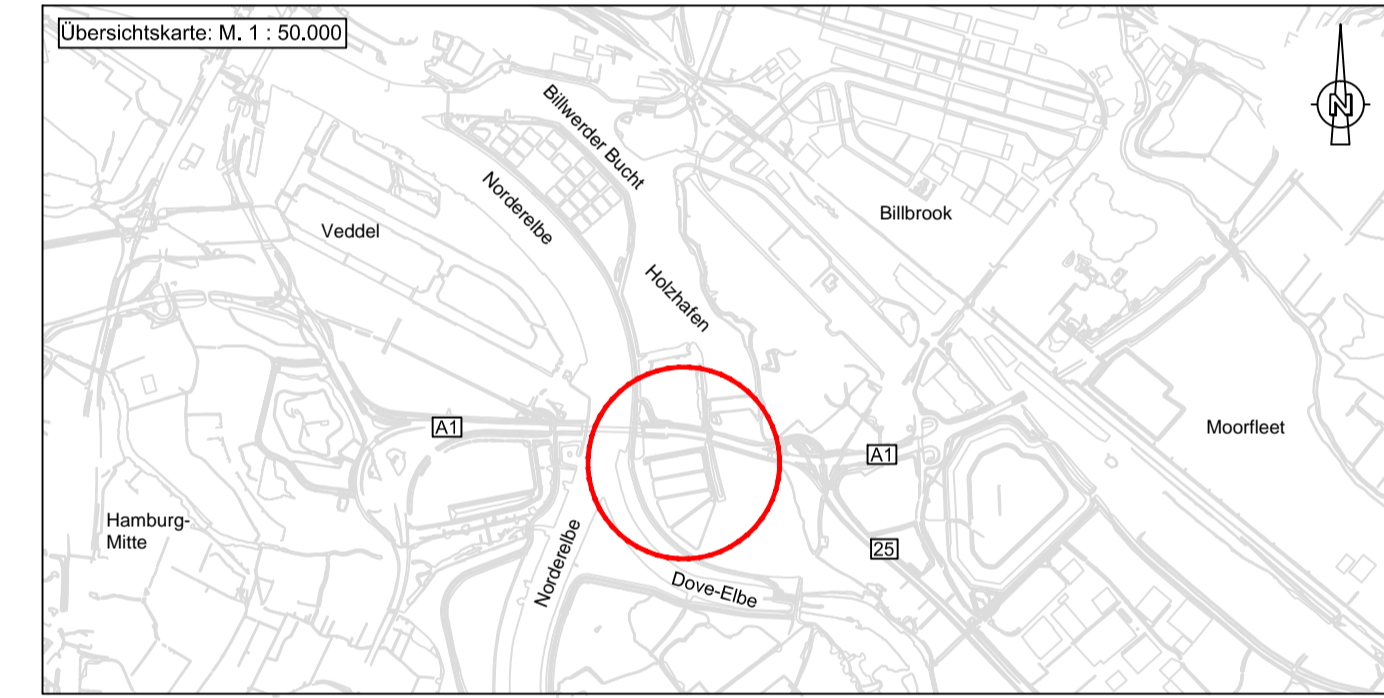




Legende

- 1. Landesschutzdeich
- 2. Hochwasserschutzanlage hinter Sperrwerk
- Fläche von NHN +0,80m bis NHN -0,10m
- Fläche von NHN -0,10m bis NHN +2,10m
- Fläche von NHN +2,10m bis NHN ~+5,00m
- Kleidichtung

Lagestatus: ETRS 1989 UTM Zone 32N (LS 310)
 Höhenstatus: NHN (HS 160)



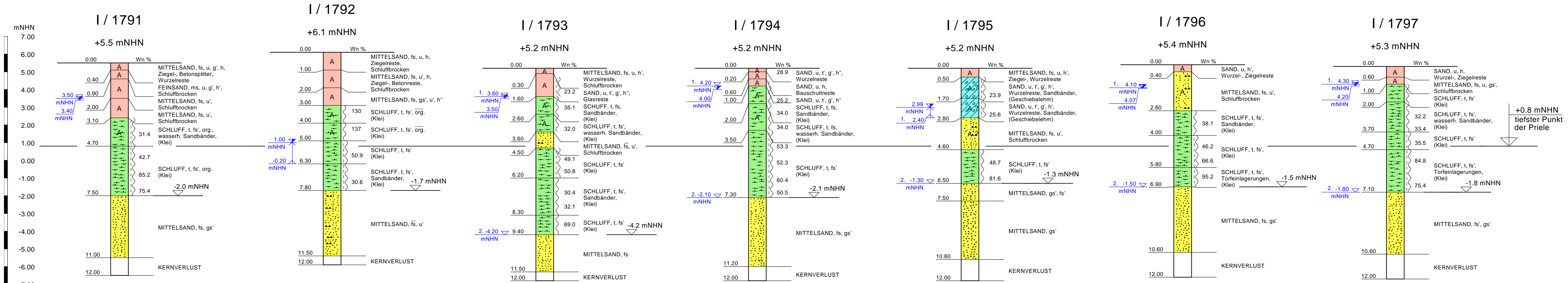
ANL. NR. 7644 - 11A

Legende:

- Neuaufschluss
 - Pegelbrunnen 6"
- Zusatzaufschlüsse
noch nicht ausgeführt
 - Bohrung
- Altaufschluss
 - Kleinrammbohrung (BMP Okt. 2017)
 - Pegelbrunnen 4"
 - Kleinrammbohrung entfallen
 - Pegelbrunnen 4" (vorhanden)
 - Bohrungen (BUE)

Index	Datum	Änderungen
A	18.01.2018	Pegelbrunnen I/1818 und I/1819 neu hinzu

FAHRRIENANPASSUNG UNTER- UND AUSSENELBEE
 22113 HAMBURG - MOORFLEET
 TIDEANSCHLUSS BILLWERDER INSEL
 ALS KOHÄRENZMASSNAHME
 LAGEPLAN M = 1 : 2000
 PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: KI DATUM: 20.10.2017
 BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESSELLSCHAFT mbH
 DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
 GASSTRASSE 18 HAUS 6B 22761 HAMBURG
 TEL: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE



+0.8 mNHN tiefster Punkt der Priele

M = 1 : 100

Legende

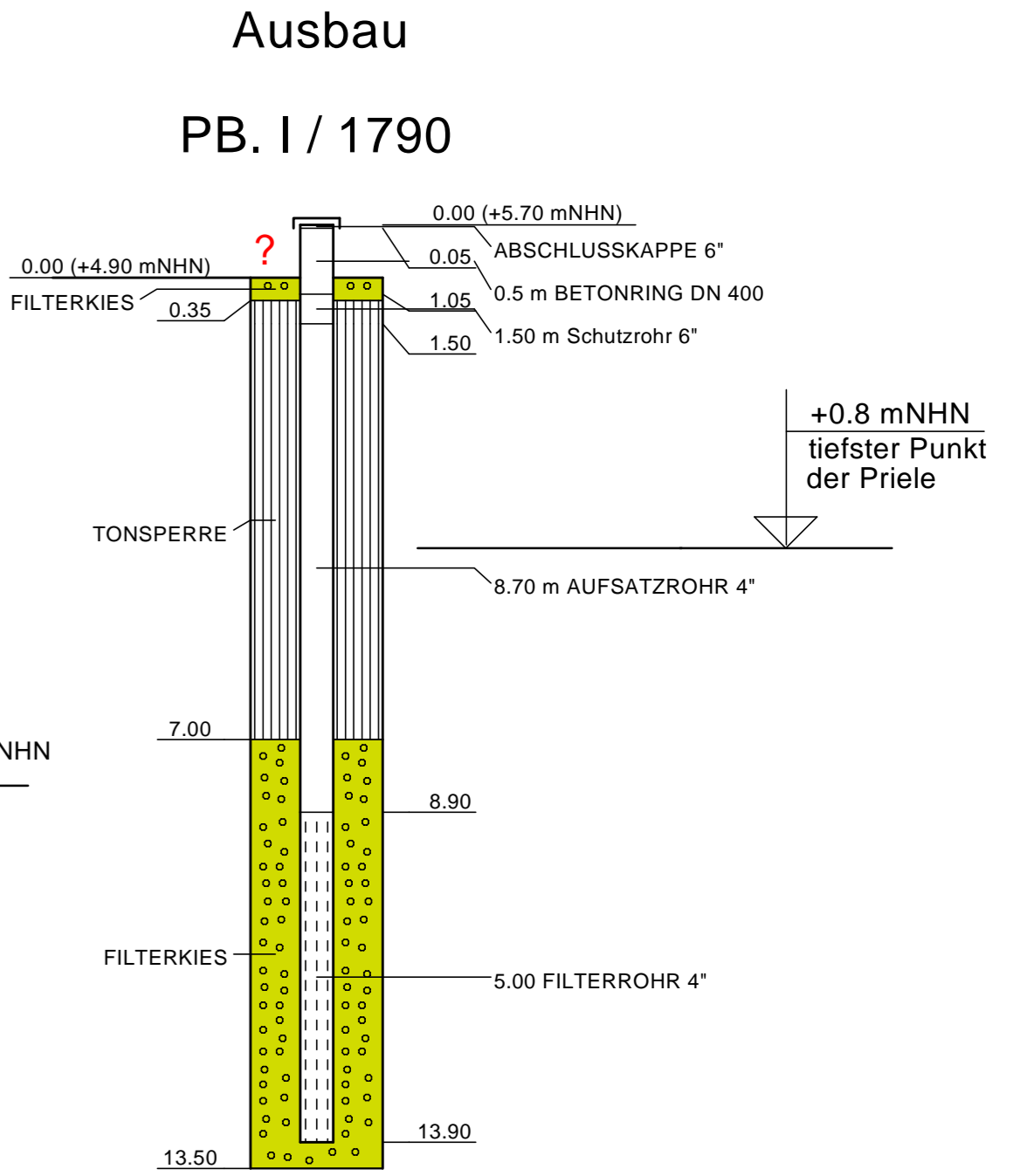
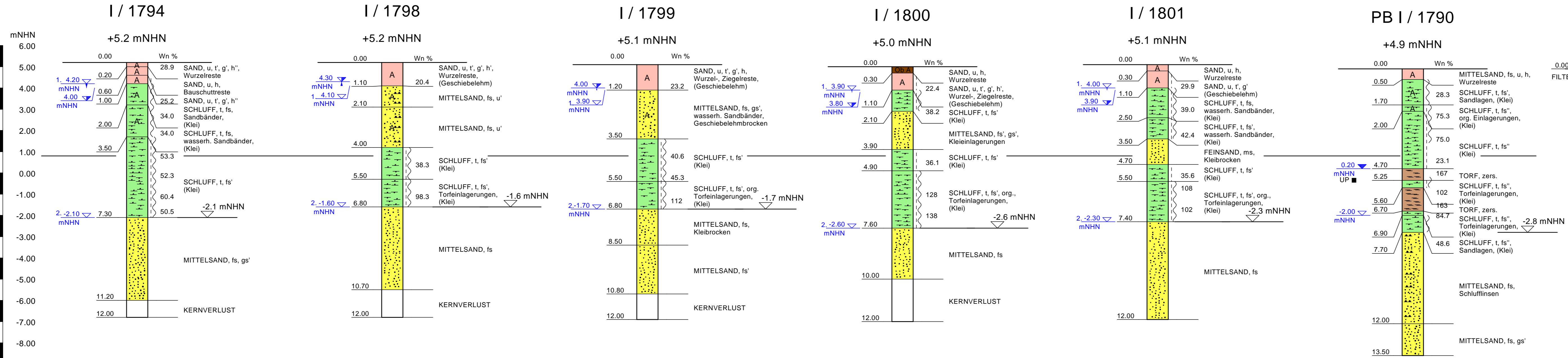
- steif
- weich - steif
- weich
- A = Auffüllung
- Wasserstand, angetroffen
- Wasserstand bei Bohrung, nicht ausgepegelt

LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 11

BILLWERDER INSEL
22113 HAMBURG - MOORFLEET
TIDEÖFFNUNG ALS AUSGLEICHSLÄCHE FÜR DIE ELBVERTIEFUNG
BODENPROFILE

PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: KI DATUM: 20.10.2017

BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT mbB
DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE



M = 1 : 100

Legende

	steif	Ob = Oberboden
	weich - steif	A = Auffüllung
	weich	■ = Ungestörte Bodenprobe
	Wasserstand, angetroffen	
	Wasserstand bei Bohrende, nicht ausgepegelt	

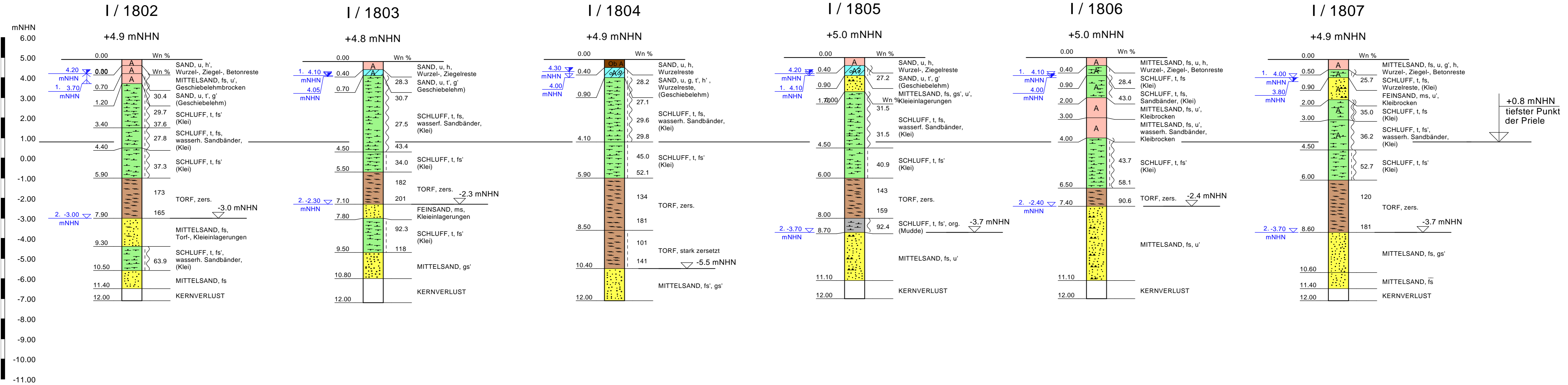
A: AUFSCHLUSS ERGÄNZT / UP 18.01.2018

LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 11

BILLWERDER INSEL
22113 HAMBURG - MOORFLEET
TIDEÖFFNUNG ALS AUSGLEICHSLÄCHE FÜR DIE ELBVERTIEFUNG
BODENPROFILE / PEGELBRUNNEN

PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: KI DATUM: 20.10.2017

BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT mbB
DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE



Legende

- steif
- weich - steif
- weich
- breiig
- Ob = Oberboden
- A = Auffüllung
- Wasserstand, angetroffen
- Wasserstand bei Bohrende, nicht ausgegelt

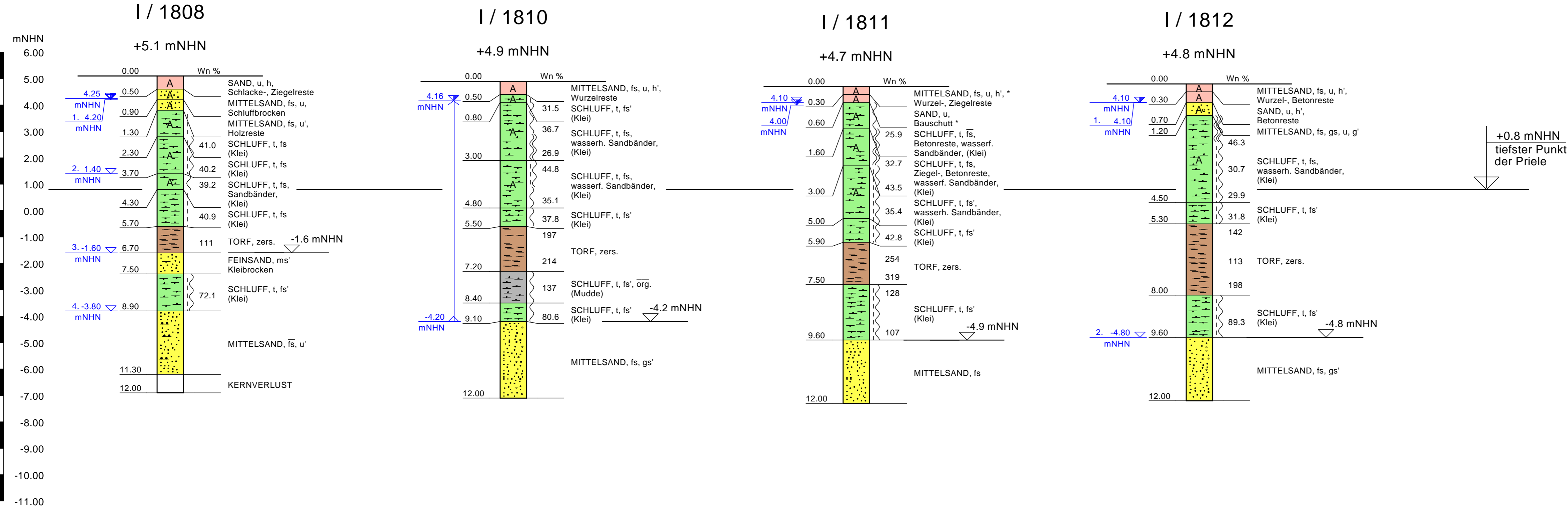
M = 1 : 100

LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 11

BILLWERDER INSEL
 22113 HAMBURG - MOORFLEET
 TIDEÖFFNUNG ALS AUSGLEICHSFLÄCHE
 FÜR DIE ELBVERTIEFUNG
 BODENPROFILE

PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: KI DATUM: 20.10.2017

BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT mbB
 DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
 GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
 TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE



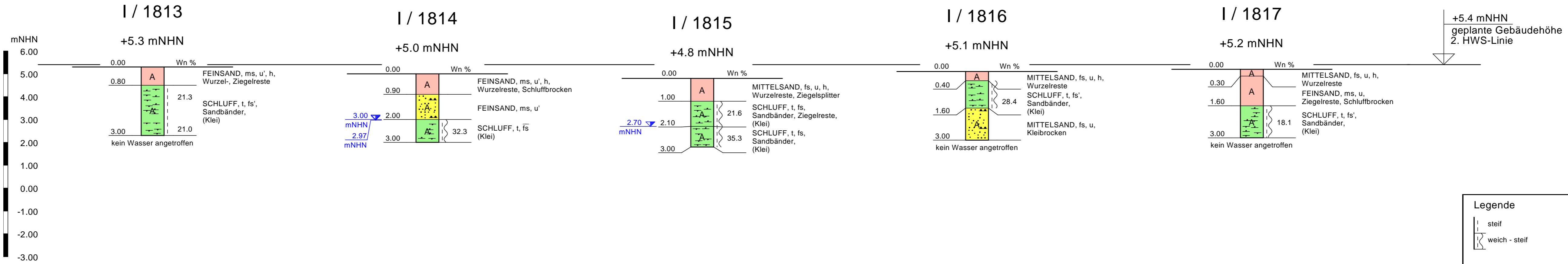
M = 1 : 100

LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 11

BILLWERDER INSEL
22113 HAMBURG - MOORFLEET
TIDEÖFFNUNG ALS AUSGLEICHSFLÄCHE
FÜR DIE ELBVERTIEFUNG
BODENPROFILE

PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: KI DATUM: 20.10.2017

BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT mbB
DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTTECHNIK
GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE



Legende

- steif
- weich - steif
- A = Auffüllung
- Wasserstand, angetroffen
- Wasserstand bei Bohrende, nicht ausgepegelt

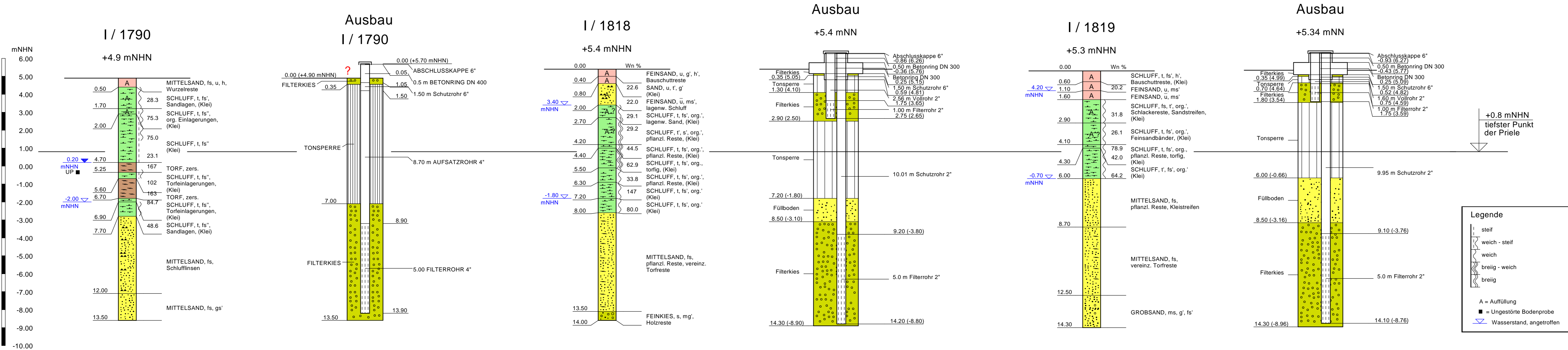
LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 11

BILLWERDER INSEL
22113 HAMBURG - MOORFLEET
TIDEÖFFNUNG ALS AUSGLEICHSFLÄCHE
FÜR DIE ELBVERTIEFUNG
BODENPROFILE

PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: KI DATUM: 20.10.2017

BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT mbB
DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE

M = 1 : 100



M = 1 : 100

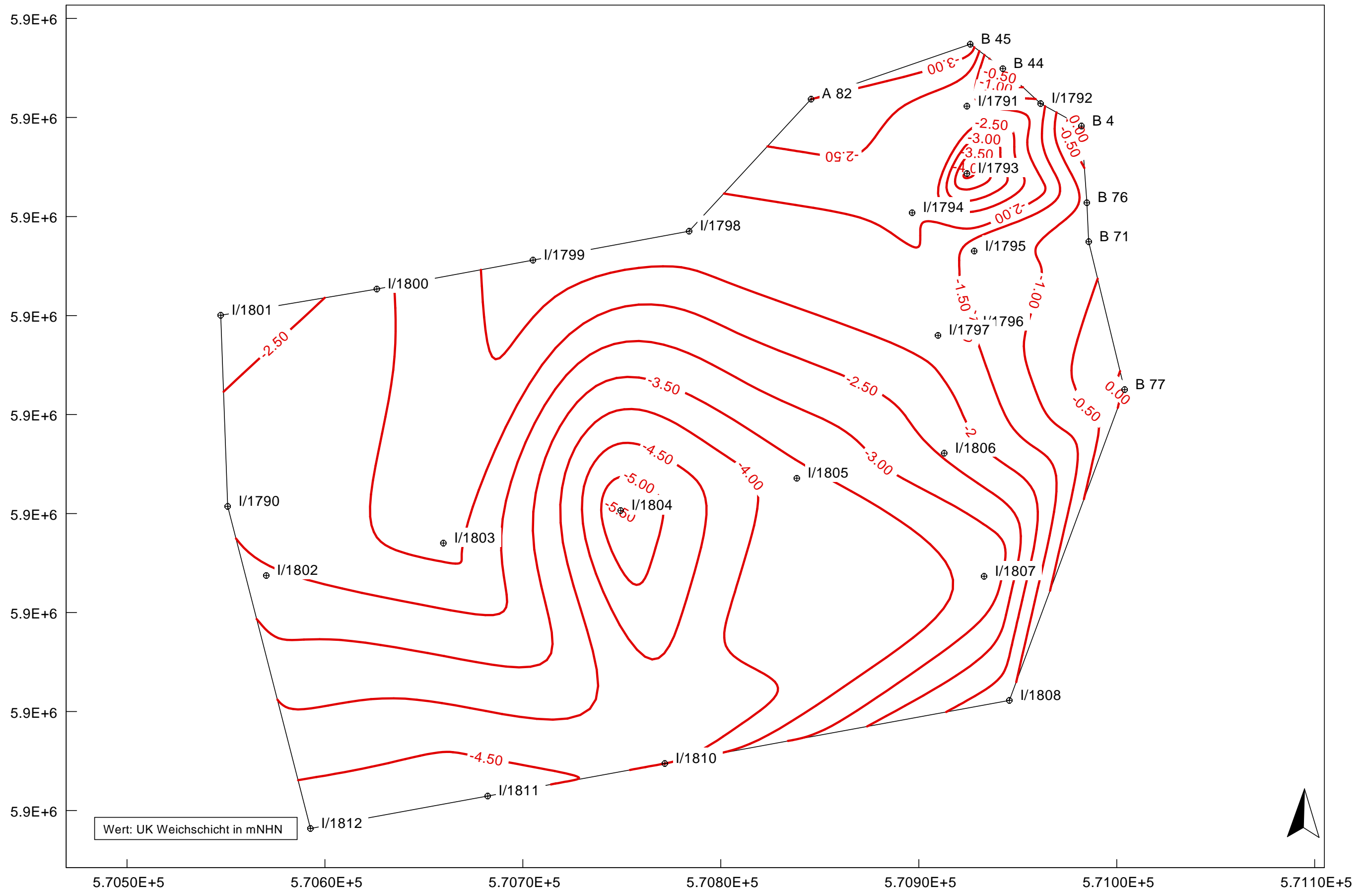
LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 11A

BILLWERDER INSEL
 22113 HAMBURG - MOORFLEET
 TIDEÖFFNUNG ALS AUSGLEICHSLÄCHE
 FÜR DIE ELBVERTIEFUNG
 PEGELBRUNNEN I / 1790, I / 1818, I / 1819

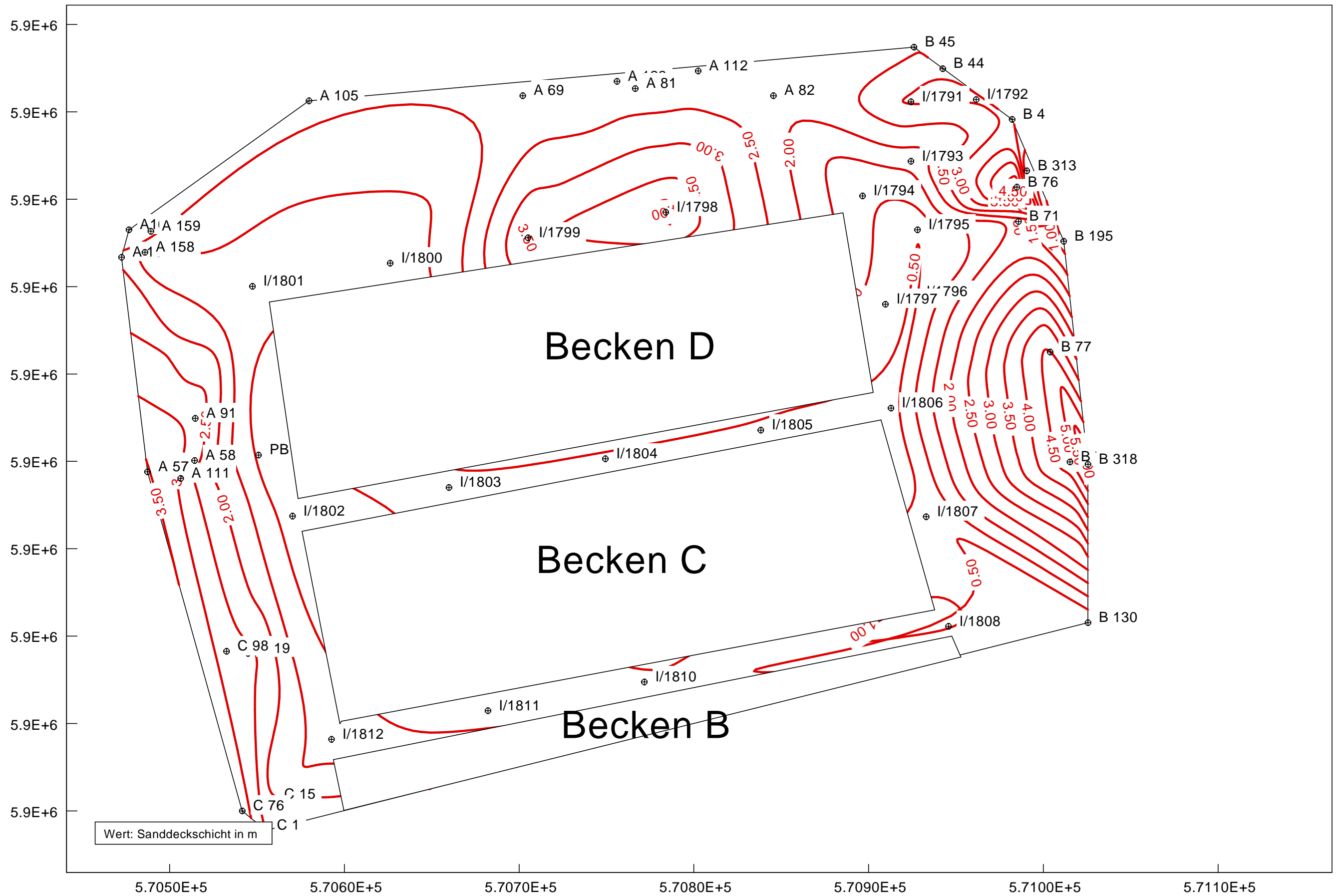
PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: KI DATUM: 18.01.2018

BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT mbB
 DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
 GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
 TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE

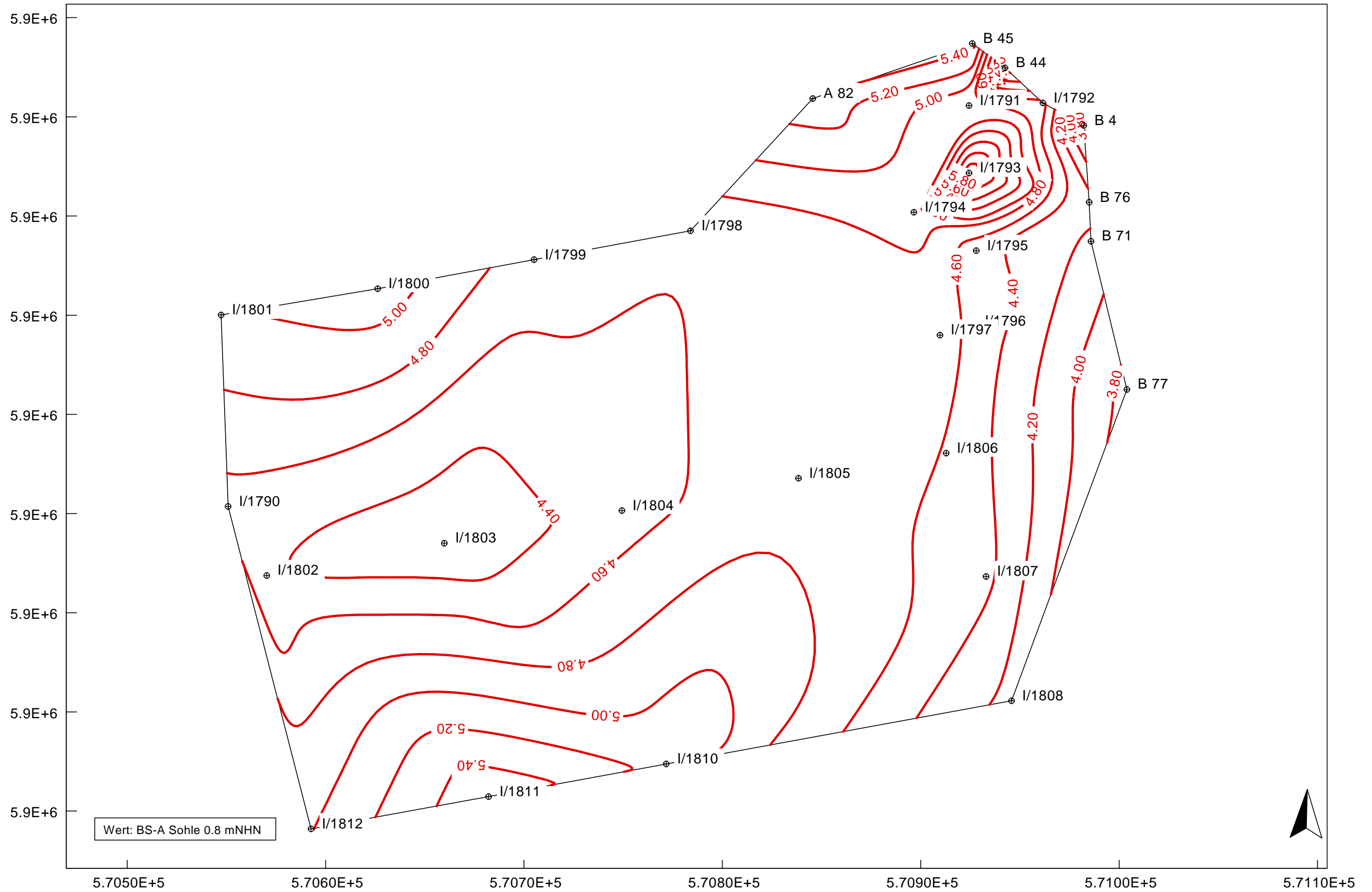
UK-Weichschicht (mNHN)

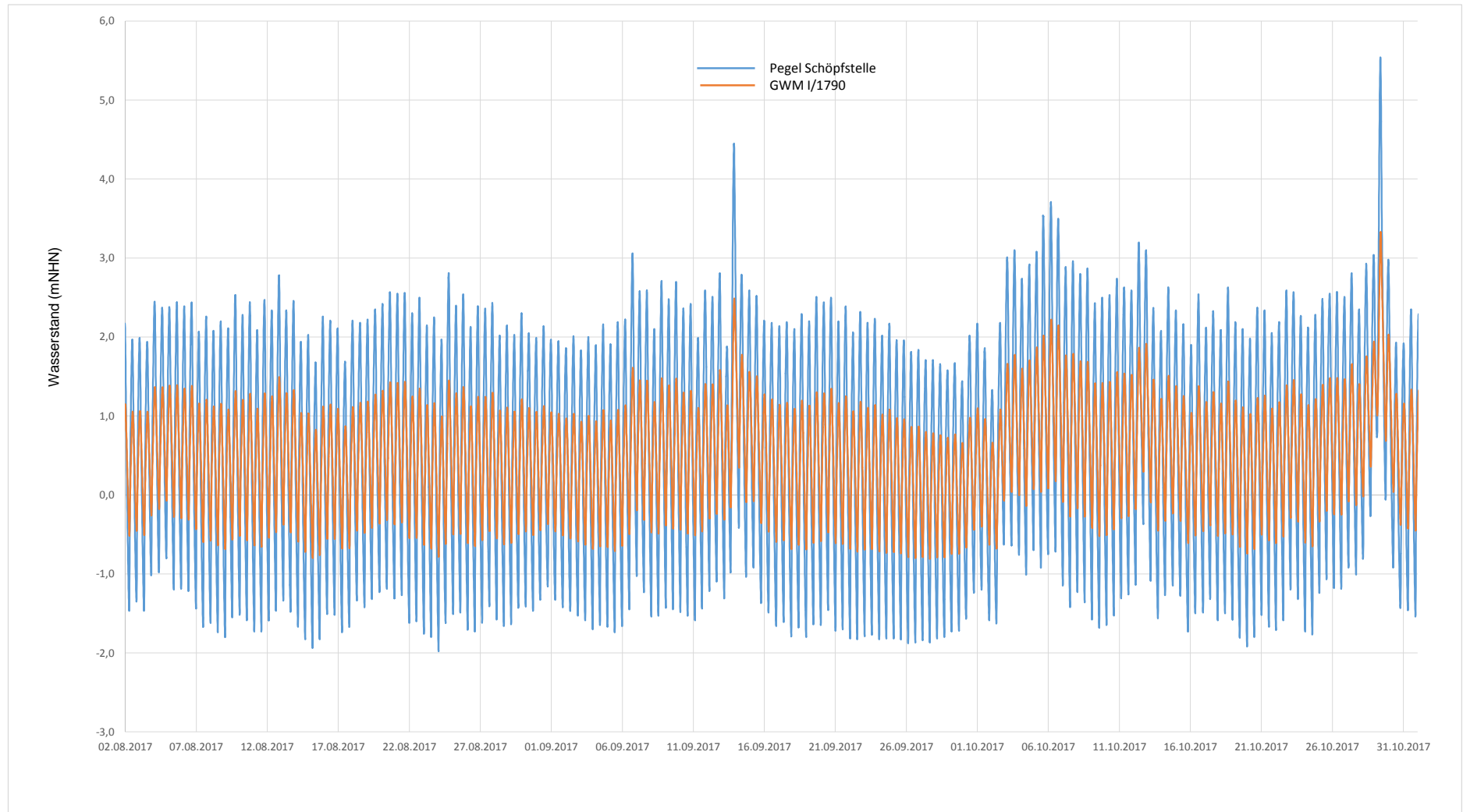


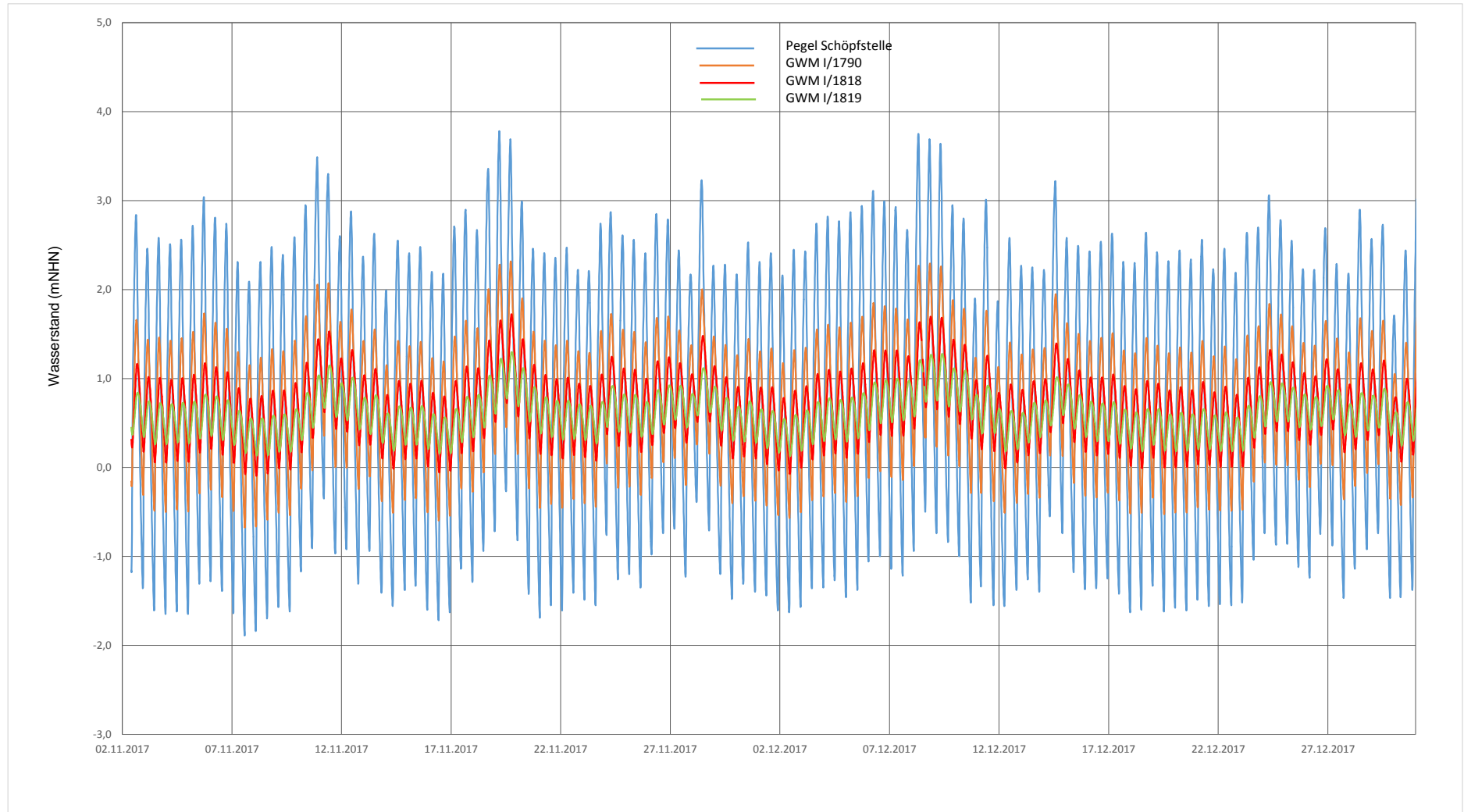
Dicke sandige Deckschicht



Zulässiger Wasserdruck (m) im Endzustand für Aushubtiefe +0.8 mNHN

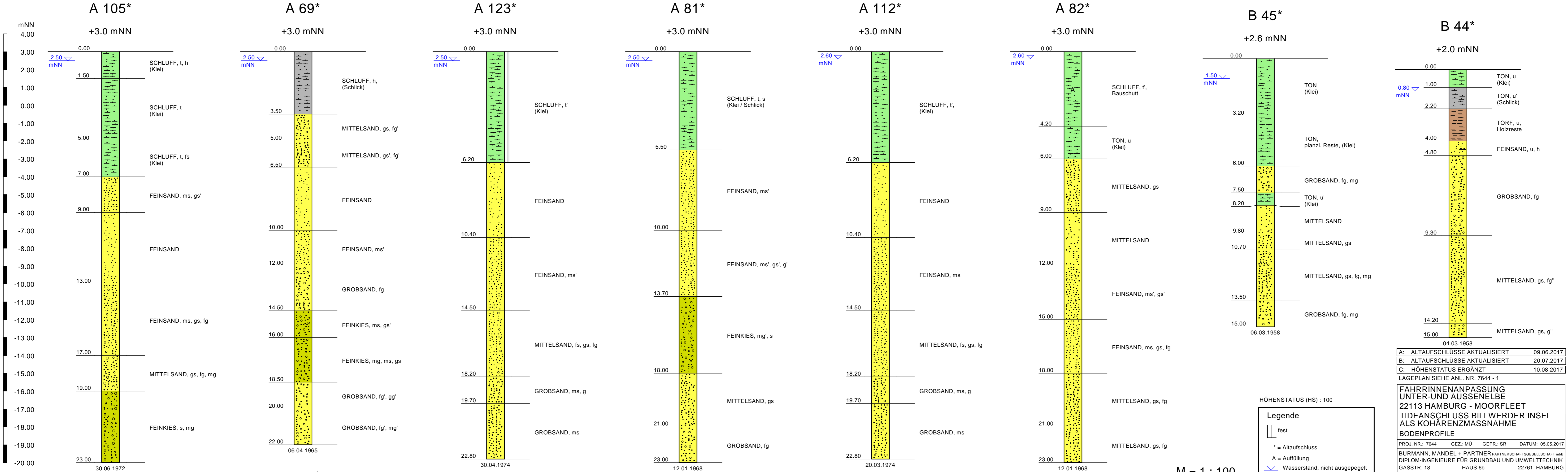






ZULÄSSIGE WASSERDRÜCKE

Teilsicherheitsbeiwerte		BS-P	BS-T	BS-A			Endzustand				Elb-Wasserstand		Elb-Wasserstand		Elb-Wasserstand			
Destabilisierend		1,05	1,05	1,00			geflutetes Becken (mNHN)		3,50		4,50 mNHN		6,45 mNHN		8,15 mNHN			
Stabilisierend		0,95	0,95	0,95			Beckensohle (mNHN)		0,80		Wasserdruck (charak.) ***		Wasserdruck (charak.) ***		Wasserdruck (charak.) ***			
Wichte Wasser		10 kN/m ³					(BS-P, T, A)				Ausnutzungsgrad (BS-P) f		Ausnutzungsgrad (BS-T) f		Ausnutzungsgrad (BS-A) f			
Wichte Klei		16 kN/m ³					charakteristische zulässiger				***		***		***			
Wichte Torf		11 kN/m ³					Auflastspannung p _k (kN/m ²)				(-)		(-)		(-)			
Aufschluss I /	Abstand Elbe m	GOK (mNHN)	UK Klei (m)	UK Torf (m)	UK Klei (mNHN)	UK Torf (mNHN)	Dicke Klei (m)	Dicke Torf (m)	Auflastspannung p _k (kN/m ²)	Wasserstand (des.) (mNHN)	(mNHN)	(-)	(mNHN)	(-)	(mNHN)	(-)		
B 44 *		2,00	2,20	2,20	-0,20	-0,20	1,00	0,00	43,00	3,89								
B 45 *		2,60	6,00	6,00	-3,40	-3,40	4,20	0,00	94,20	5,55								
B 4 **		1,90	1,80	1,80	0,10	0,10	0,70	0,00	38,20	3,73								
B 76 **		5,00	6,00	6,00	-1,00	-1,00	1,80	0,00	55,80	4,30								
B 71 **		5,00	5,70	5,70	-0,70	-0,70	1,50	0,00	51,00	4,15								
B 77 **		5,50	5,40	5,40	0,10	0,10	0,70	0,00	38,20	3,73								
A 82	450	3,00	6,00	6,00	-3,00	-3,00	3,80	0,00	87,80	5,34	2,45	0,00	3,18	0,00	3,49	0,00		
1791	525	5,50	7,50	7,50	-2,00	-2,00	2,80	0,00	71,80	4,82	2,48	0,00	3,21	0,00	3,51	0,81		
1792	560	6,10	7,80	7,80	-1,70	-1,70	2,50	0,00	67,00	4,67	2,50	0,00	3,23	0,00	3,54	0,82		
1793	525	5,20	9,40	9,40	-4,20	-4,20	5,00	0,00	107,00	5,97	2,48	0,00	3,21	0,00	3,51	0,76		
1794	495	5,20	7,30	7,30	-2,10	-2,10	2,90	0,00	73,40	4,87	2,46	0,00	3,19	0,00	3,50	0,00		
1795	520	5,20	6,50	6,50	-1,30	-1,30	2,10	0,00	60,60	4,46	2,47	0,00	3,20	0,00	3,51	0,84		
1796	510	5,40	6,90	6,90	-1,50	-1,50	2,30	0,00	63,80	4,56	2,47	0,00	3,20	0,00	3,50	0,83		
1797	490	5,30	7,10	7,10	-1,80	-1,80	2,60	0,00	68,60	4,72	2,46	0,00	3,19	0,00	3,49	0,00		
1798	380	5,20	6,80	6,80	-1,60	-1,60	2,40	0,00	65,40	4,61	2,47	0,00	3,20	0,00	3,51	0,82		
1799	300	5,10	6,80	6,80	-1,70	-1,70	2,50	0,00	67,00	4,67	2,54	0,00	3,27	0,00	3,58	0,83		
1800	220	5,00	7,60	7,60	-2,60	-2,60	3,40	0,00	81,40	5,13	2,67	0,00	3,40	0,00	3,70	0,81		
1801	190	5,10	7,40	7,40	-2,30	-2,30	3,10	0,00	76,60	4,98	2,73	0,00	3,45	0,00	3,76	0,83		
1790	120	4,90	6,20	7,70	-1,30	-2,80	2,10	1,50	77,10	4,52	2,89	0,00	3,62	0,92	3,92	0,92		
1802	130	4,90	5,90	7,90	-1,00	-3,00	1,80	2,00	77,80	4,39	2,86	0,00	3,59	0,94	3,90	0,93		
1803	220	4,80	5,50	7,10	-0,70	-2,30	1,50	1,60	68,60	4,22	2,67	0,00	3,40	0,00	3,70	0,92		
1804	310	4,90	5,90	10,40	-1,00	-5,50	1,80	4,50	105,30	4,50	2,53	0,00	3,26	0,00	3,57	0,91		
1805	400	5,00	6,70	8,70	-1,70	-3,70	2,50	2,00	89,00	4,76	2,46	0,00	3,19	0,00	3,50	0,00		
1806	530	5,00	6,50	7,40	-1,50	-2,40	2,30	0,90	73,70	4,60	2,48	0,00	3,21	0,00	3,51	0,84		
1807	530	4,90	6,00	8,60	-1,10	-3,70	1,90	2,60	86,00	4,47	2,48	0,00	3,21	0,00	3,51	0,88		
1808	520	5,10	5,70	6,70	-0,60	-1,60	1,40	1,00	60,40	4,14	2,47	0,00	3,20	0,00	3,51	0,89		
1810	290	4,90	7,40	9,10	-2,50	-4,20	3,30	1,70	98,50	5,16	2,56	0,00	3,29	0,00	3,59	0,83		
1811	200	4,70	8,00	9,60	-3,30	-4,90	4,10	1,60	110,20	5,57	2,70	0,00	3,43	0,00	3,74	0,83		
1812	110	4,80	6,90	9,60	-2,10	-4,80	2,90	2,70	103,10	4,99	2,92	0,00	3,65	0,91	3,95	0,89		
*	Lage unterhalb des BAB Straßendamms						***	in Abhängigkeit des Elbwasserstandes				f _{max} (-) = 0,00		f _{max} (-) = 0,94		f _{max} (-) = 0,93		
**	Lage östlich des Entleerungsgrabens																	



M = 1 : 100

A: ALTAUFSCHLÜSSE AKTUALISIERT	09.06.2017
B: ALTAUFSCHLÜSSE AKTUALISIERT	20.07.2017
C: HÖHENSTATUS ERGÄNZT	10.08.2017

LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 1

**FAHRRINNENANPASSUNG
UNTER-UND AUSSENELBE
22113 HAMBURG - MOORFLEET
TIDEANSCHLUSS BILLWERDER INSEL
ALS KOHÄRENZMASSNAHME
BODENPROFILE**

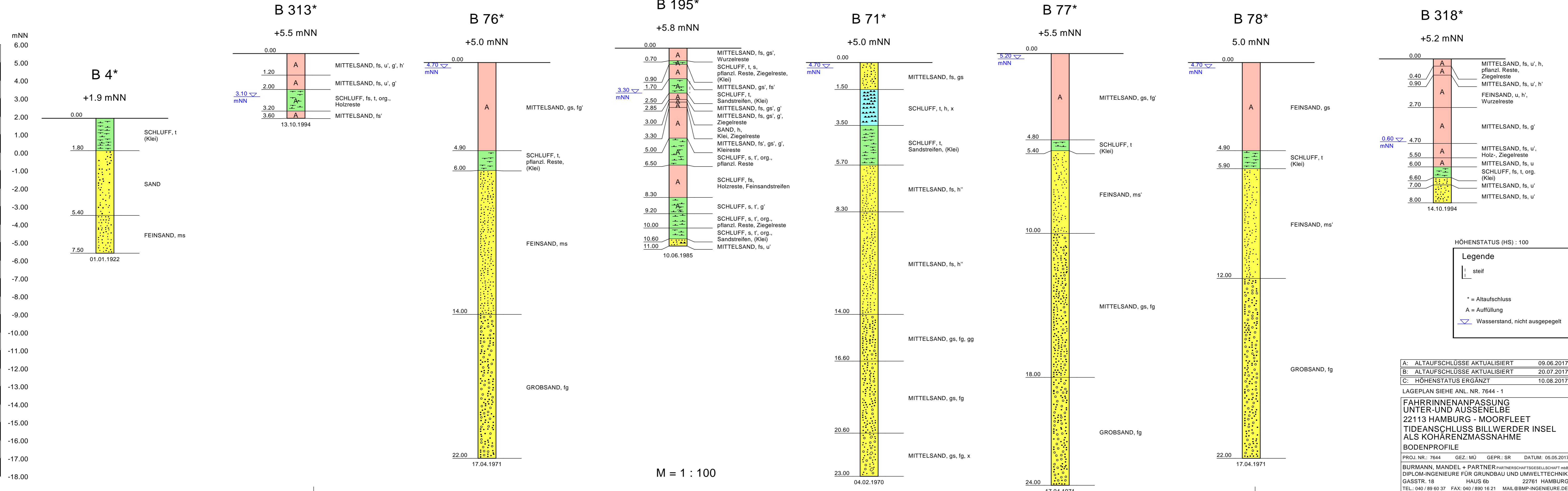
PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: SR DATUM: 05.05.2017

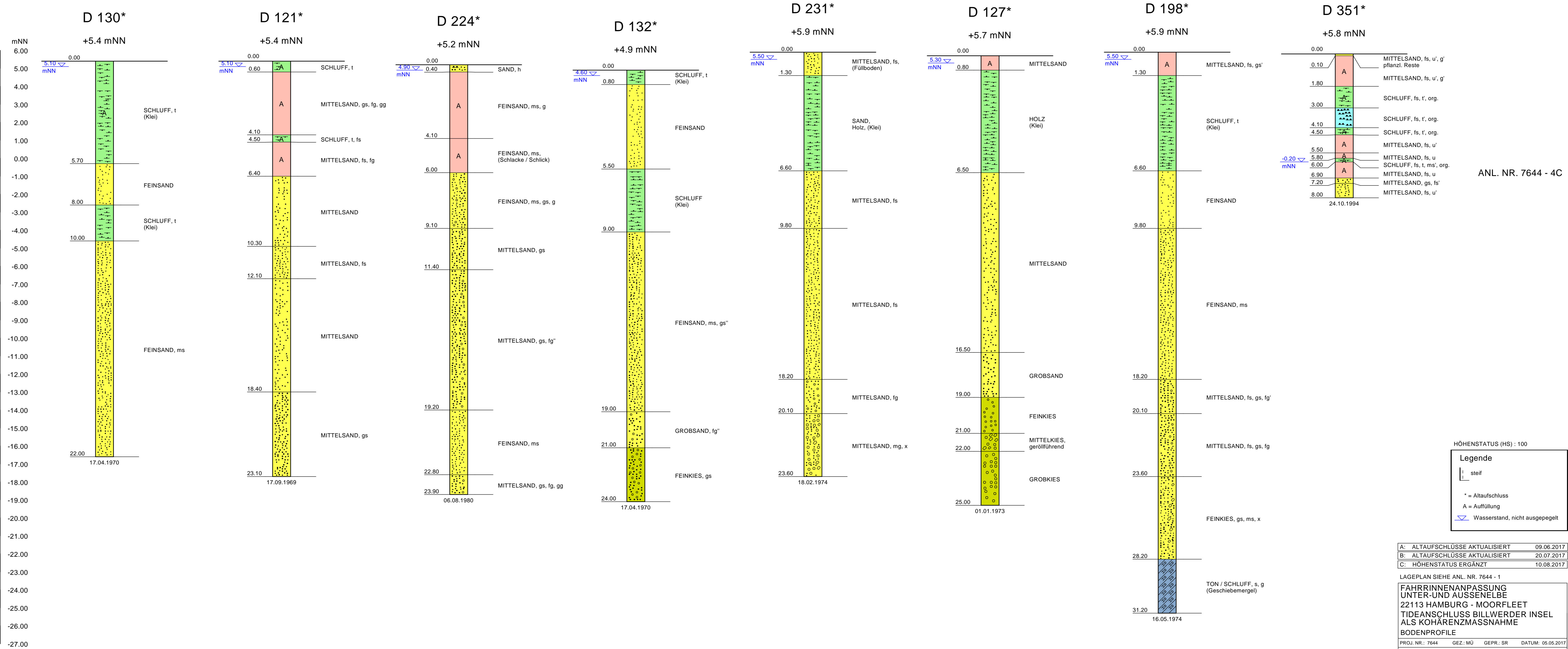
BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT mbB
DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE

HÖHENSTATUS (HS) : 100

Legende

- fest
- * = Altaufschluss
- A = Auffüllung
- Wasserstand, nicht ausgepegelt





ANL. NR. 7644 - 4C

HÖHENSTATUS (HS) : 100

Legende

- steif
- * = Altaufschluss
- A = Auffüllung
- Wasserstand, nicht ausgepegelt

A: ALTAUFSCHLÜSSE AKTUALISIERT	09.06.2017
B: ALTAUFSCHLÜSSE AKTUALISIERT	20.07.2017
C: HÖHENSTATUS ERGÄNZT	10.08.2017

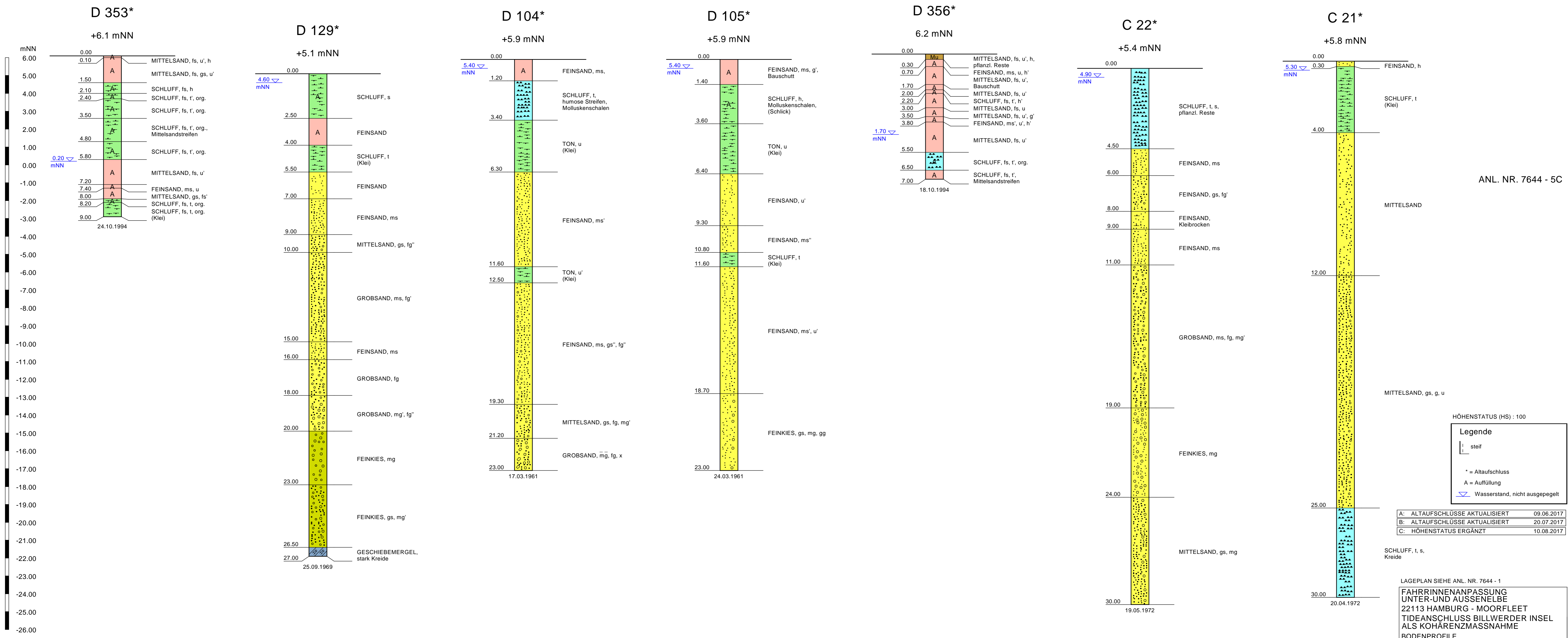
LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 1

**FAHRRINNENANPASSUNG
UNTER-UND AUSSELNBE
22113 HAMBURG - MOORFLEET
TIDEANSCHLUSS BILLWERDER INSEL
ALS KOHÄRENZMASSNAHME
BODENPROFILE**

PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: SR DATUM: 05.05.2017

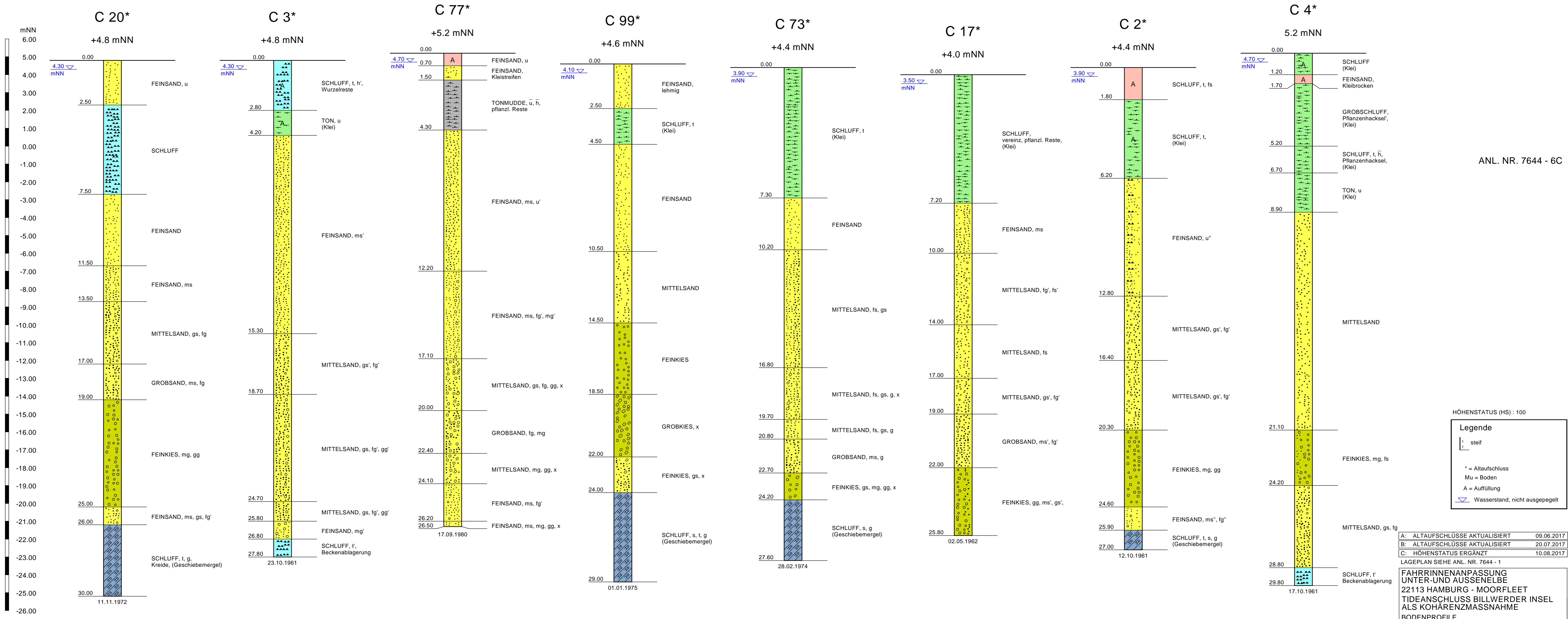
BURMANN, MÄNDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESSELLSCHAFT mbH
DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE

M = 1 : 100



M = 1 : 100

Moorfleeter Hauptdeich



ANL. NR. 7644 - 6C

HÖHENSTATUS (HS) : 100

Legende

- steif
- * = Altaufschluss
- Mu = Boden
- A = Auffüllung
- Wasserstand, nicht ausgepegelt

A: ALTAUFSCHLÜSSE AKTUALISIERT	09.06.2017
B: ALTAUFSCHLÜSSE AKTUALISIERT	20.07.2017
C: HÖHENSTATUS ERGÄNZT	10.08.2017

LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 1

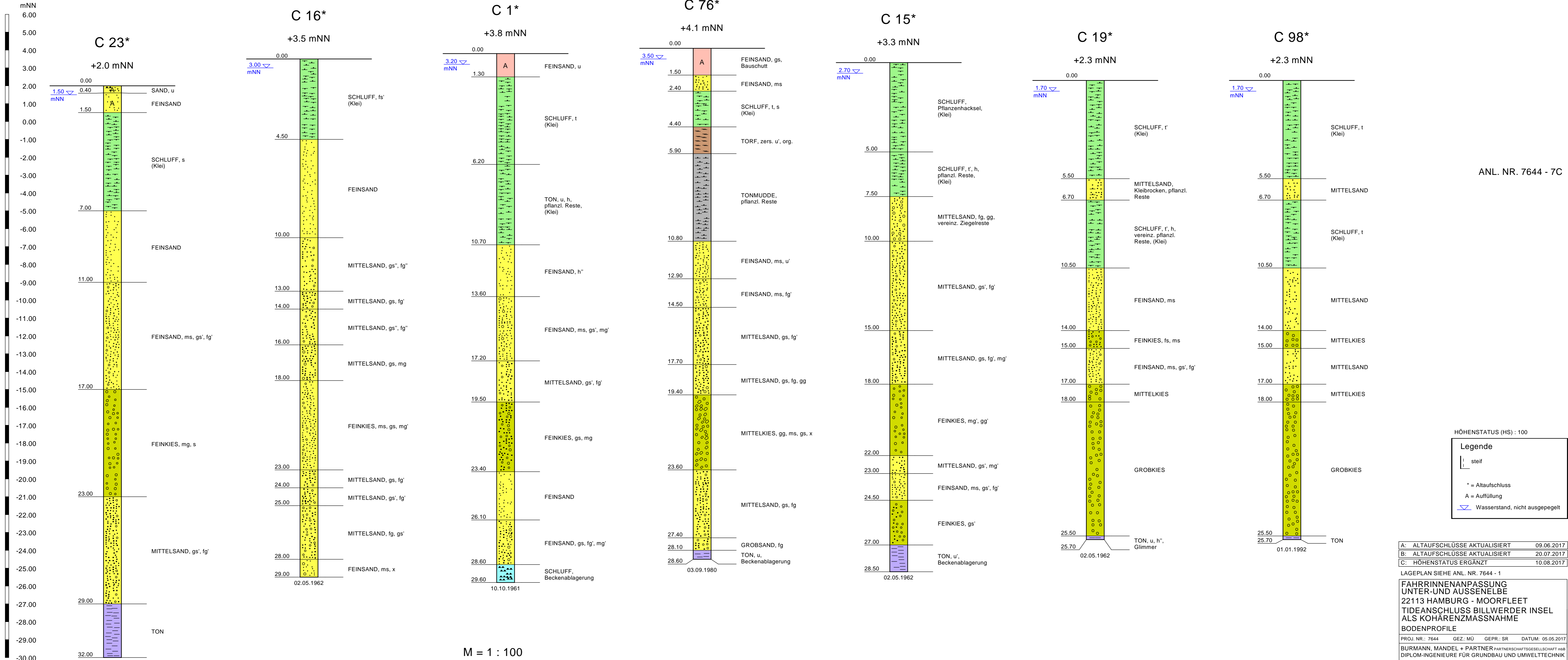
**FAHRRIFFENANPASSUNG
UNTER-UND AUSSENELBE
22113 HAMBURG - MOORFLEET
TIDEANSCHLUSS BILLWERDER INSEL
ALS KOHÄRENZMASSNAHME
BODENPROFILE**

PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: SR DATUM: 05.05.2017

BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESSELLSCHAFT mbB
DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE

M = 1 : 100

Moorfleeter Hauptdeich



ANL. NR. 7644 - 7C

HÖHENSTATUS (HS) : 100

Legende

i | steif

* = Altaufschluss

A = Auffüllung

▽ Wasserstand, nicht ausgepegelt

A: ALTAUFSCHLÜSSE AKTUALISIERT	09.06.2017
B: ALTAUFSCHLÜSSE AKTUALISIERT	20.07.2017
C: HÖHENSTATUS ERGÄNZT	10.08.2017

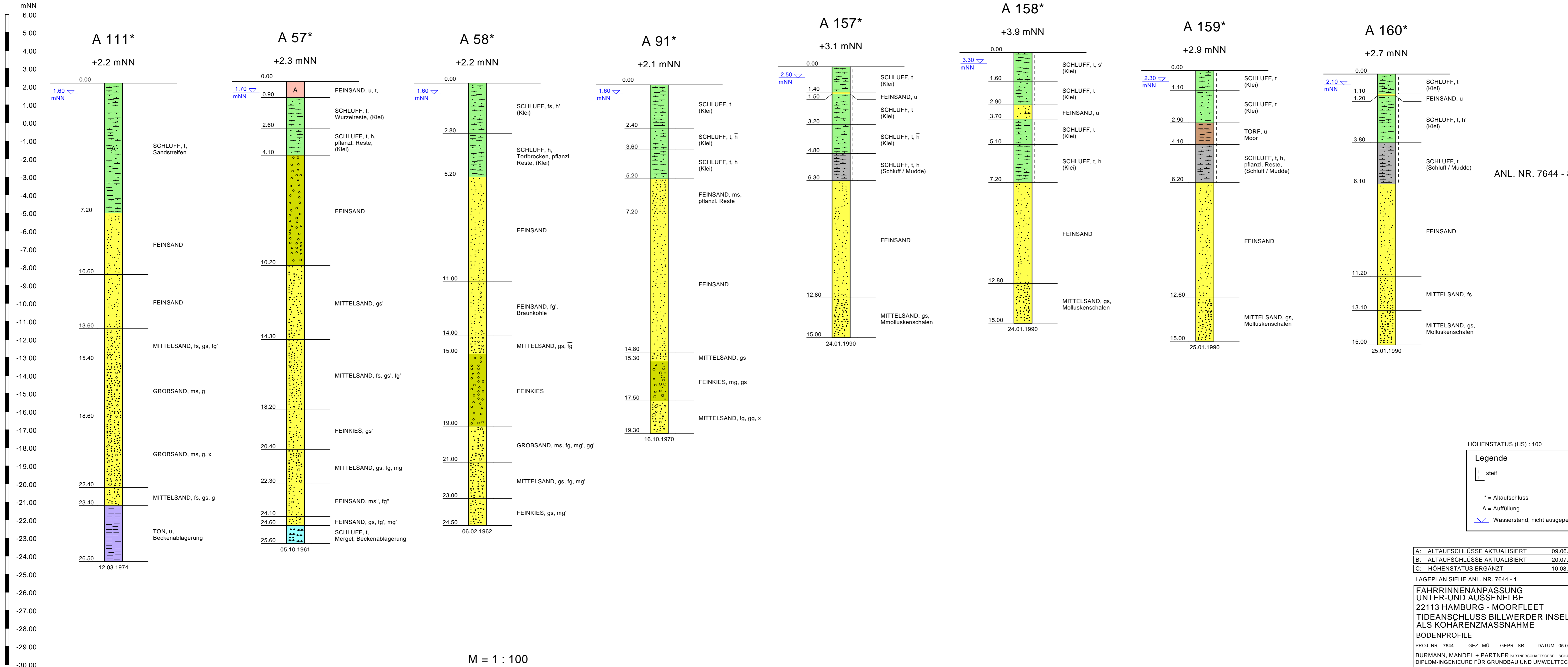
LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 1

**FAHRRIFFENANPASSUNG
 UNTER-UND AUSSENELBE
 22113 HAMBURG - MOORFLEET
 TIDEANSCHLUSS BILLWERDER INSEL
 ALS KOHÄRENZMASSNAHME
 BODENPROFILE**

PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: SR DATUM: 05.05.2017

BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESSELLSCHAFT mbH
 DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
 GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
 TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE

Moorfleeter Hauptdeich



ANL. NR. 7644 - 8C

HÖHENSTATUS (HS) : 100

Legende

- steif
- * = Altaufschluss
- A = Auffüllung
- Wasserstand, nicht ausgepegelt

A: ALTAUFSCHLÜSSE AKTUALISIERT	09.06.2017
B: ALTAUFSCHLÜSSE AKTUALISIERT	20.07.2017
C: HÖHENSTATUS ERGÄNZT	10.08.2017

LAGEPLAN SIEHE ANL. NR. 7644 - 1

**FAHRRINNENANPASSUNG
UNTER-UND AUSSENELBE
22113 HAMBURG - MOORFLEET
TIDEANSCHLUSS BILLWERDER INSEL
ALS KOHÄRENZMASSNAHME
BODENPROFILE**

PROJ. NR.: 7644 GEZ.: MÜ GEPR.: SR DATUM: 05.05.2017

BURMANN, MANDEL + PARTNER PARTNERSCHAFTSGESSELLSCHAFT mbH
DIPLOM-INGENIEURE FÜR GRUNDBAU UND UMWELTECHNIK
GASSTR. 18 HAUS 6b 22761 HAMBURG
TEL.: 040 / 89 60 37 FAX: 040 / 890 16 21 MAIL@BMP-INGENIEURE.DE

M = 1 : 100