



**Z 10.4 Elbe Deich Torgau Elbbrücke bis Siel
Zwethau I, rechts, km 2+600 bis km 3+760**

Deichinstandsetzung

Bericht zur Tragwerksberechnung

Projekt-Nr.: **116796**

Bericht-Nr.: **01-A**

Erstellt im Auftrag von:
**Landestalsperrenverwaltung
des Freistaates Sachsen
Betrieb Elbaue / Mulde / Untere Weiße Elster
Gartenstraße 34
04571 Rötha**

Dipl.-Ing. Michael Brunner, M.Sc. Martin Lehmann,
B.Eng. Anja Blatt

2023-03-07

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1	VORBEMERKUNG 4
2	UNTERLAGEN 6
3	AUFGABENSTELLUNG 8
4	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN 8
4.1	Geometrische Randbedingungen 8
4.2	Baugrundmodell 10
4.3	Bemessungssituationen 12
5	ERGEBNISSE 13
5.1	Spundwanddimensionen im regulären Deichquerschnitt 13
5.2	Spundwanddimensionen in BQ1-Ltg, BQ2-Ltg und BQ5-Siel 14
5.3	Bauzeitlicher Hochwasserschutz 16
5.4	Berücksichtigung der Abrostung 17
5.5	Untersuchung des Deichverteidigungsweges DVW 18

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Berechnungsergebnisse BQ 1, km 2+600
Anlage 2	Berechnungsergebnisse BQ 2, km 3+059
Anlage 3	Berechnungsergebnisse BQ 3, km 3+250
Anlage 4	Berechnungsergebnisse BQ 4, km 3+628
Anlage 5	Berechnungsergebnisse BQ 5, km 3+715
Anlage 6	Berechnungsergebnisse BQ 5, km 3+715, Untersuchungen Böschungsstandsicherheit
Anlage 7	Berechnung DVW
Anlage 7.1	Böschung, 2+800
Anlage 7.2	Böschung, 3+058.799
Anlage 7.3	Böschung, 3+220
Anlage 7.4	Böschung, 3+268.813
Anlage 7.5	Böschung, 3+315.923
Anlage 7.6	Böschung, 3+356.856
Anlage 7.7	Böschung, 3+400
Anlage 7.8	Böschung, 3+628.290
Anlage 7.9	Böschung, 3+665
Anlage 7.10	Böschung, 3+715
Anlage 7.11	Maßgeb. Schnitt mit Geotextil
Anlage 8	Berechnungsergebnisse BQ 6 und BQ 7, km 3+735 Bauzeitlicher Hochwasserschutz

1 VORBEMERKUNG

Im Zuge der Hochwasserereignisse im Jahr 2002 wurde der Deichabschnitt Z 10.4 einer Prüfung hinsichtlich seiner Normkonformität und Standsicherheit unterzogen. Die Untersuchungen ergaben, dass seine Stand- und Funktionssicherheit in seinem jetzigen Zustand gefährdet sind und er in seiner Geometrie nicht den aktuellen Vorgaben der DIN entspricht.

Im Jahr 2006 wurde aufgrund einer akuten Hochwassergefahr eine landseitige Auflastfilterschüttung auf den Deichfuß aufgebracht, die als Deichverteidigungsweg genutzt wird. Die Standsicherheit des Deiches wies jedoch auch nach Auftrag des Auflastfilters Defizite auf. Des Weiteren wurden die Anforderungen der Norm an die Querschnittsgeometrie (Deichkronenbreite, Böschungsneigung, Freibord) nicht erfüllt.

Als Vorzugsvariante für die Instandsetzung des Deiches wurde in [U3] für die standortspezifischen Umstände im Deichbereich Z 10.4 das Einbringen einer statisch wirksamen Innendichtung (Spundwand) unter Einhaltung eines Freibords von 0,2 m gewählt.

Mit der Überführung der Genehmigungs- in die Ausführungsplanung erfolgte nochmals eine Erhöhung der Deichkrone durch Berücksichtigung eines Freibords von 1,0 m und der Anordnung eines Deichverteidigungsweges auf der Landseite des Deiches. Nach Überprüfung der statischen Berechnungen in [U3] unter Berücksichtigung der geplanten Deichkronenerhöhung wurde deutlich, dass die dort gewählten Spundwandprofile nicht ausreichen die Standsicherheit der Hochwasserschutzanlage im Hochwasserfall zu gewährleisten.

Die statischen Nachweise für die geplante statisch wirksame Innendichtung (Spundwand) waren daher vollständig zu überarbeiten.

Der vorliegende Bericht beinhaltet die statischen Nachweise für die geplante Innendichtung (Spundwände) mit Erhöhung der Deichkrone zur Gewährleistung eines Freibords von 1,0 m.

Zusätzlich erfolgten Standsicherheitsuntersuchungen der landseitigen Böschung des Deichverteidigungsweges.

Anmerkung zur Revision:

Durch Auflagen des Denkmalschutzes und weiterführenden Abstimmungen mit Medienträgern werden 3 Bereiche der ursprünglichen Planung geändert und es bedarf erneuter statischer Untersuchungen. Diese Bereiche betreffen:

- Die Querung der Gasleitung und der Steuerkabel bei Station 2+650
- Das Queren des Fernmeldekabels an Station 3+212
- Die denkmalgerechte Sanierung des Siels an Station 3+735

Im Bereich des Siels wird während der denkmalgerechten Sielinstandsetzung zudem ein bauzeitlicher Hochwasserschutz erforderlich und wasserseitig mittels Spundwänden vorgesehen.

REVISIONSVERZEICHNIS

Index	Datum	geänderte Kapitel	Beschreibung der Änderung	bearbeitet	geprüft
0		1 – 5	Erstellung statische Berechnung		
a		4.1, 5.2	Anpassung Geometrie im BQ1, BQ5, BQ2 für FM; BQ 6+BQ7 neu für BHWS	01.02.2023	
b					
c					
d					
e					

2 UNTERLAGEN

- [U1] Lageplan, Längsschnitt und Regelprofile, Ausführungsplanung, CDM Smith Consult GmbH, 11/2017
- [U2] Geotechnischer Bericht, Z 10.4 – Elbe, Deich Torgau Elbbrücke bis Siel Zwethau I, Deich rechts, km 2+600 bis 3+760, Baugrunduntersuchungen und Tragsicherheitsnachweise: Arbeitsgemeinschaft IKP/GGL, Institut Dr. Körner & Partner/ Geophysik und Geotechnik Leipzig GmbH, 02.03.2012
- [U3] Erläuterungsbericht Fachplanung, Z 10.4 – Elbe, Deich Torgau Elbbrücke bis Siel Zwethau I, Deich rechts, km 2+600 bis 3+760, Planungsgesellschaft Scholz + Lewis mbH, 2012
- [U4] DIN 19712: Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern; Januar 2013
- [U5] DIN EN 1997-1: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; September 2009
- [U6] DIN EN 1997-1/NA: Nationaler Anhang Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Dezember 2010
- [U7] DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1; Dezember 2010
- [U8] DIN 4084: Baugrund – Geländebruchberechnungen; Januar 2009
- [U9] DIN 4085: Baugrund – Berechnung des Erddrucks; Mai 2011
- [U10] EAU 2004: Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasserstraßen; 10. Auflage 2004

- [U11] EAB 2012: Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“; Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V.; 5. Auflage 2012
- [U12] Bericht zur Tragwerksplanung, Deichinstandsetzung, CDM Smith Consult GmbH, 12/2017
- [U13] Lageplan, Längsschnitt und Regelprofile, Ausführungsplanung, CDM Smith Consult GmbH, 01/2023

3 AUFGABENSTELLUNG

Im Rahmen der Ausführungsplanung für die Instandsetzung des Deiches Torgau Elbbrücke bis Siel Zwethau I von km 2+600 bis 3+760 sind die Stand- und Funktionssicherheit der geplanten technischen Lösung der Instandsetzung des Deiches mittels Einbringen einer statisch wirksamen Spundwand nachzuweisen. Hierbei sind verschiedene, in Abschnitt 4.3 näher erläuterte Bemessungssituationen zu beachten. Es sind geeignete Spundwandtypen für die geplante Maßnahme sowie ihre nötige Einbringtiefe auszuweisen. Die Errichtung des Deichverteidigungsweges erfordert darüber hinaus Betrachtungen zur Standsicherheit dessen landseitiger Böschung.

4 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

Die Berechnungen der Spundwände wurden mit den Programmen GGU RETAIN, Version 8.29 und DC-Baugrube, Version 9.2 (BHWS) durchgeführt.

4.1 Geometrische Randbedingungen

Die geometrischen Randbedingungen wurden aus den Planungsunterlagen [U13] abgeleitet. Für die Nachweisführung in Anlehnung an [U3] wurden die in Tabelle 4.1 aufgeführten Berechnungsquerschnitte gewählt. Diese sind jeweils stellvertretend für einen größeren Deichabschnitt.

Tabelle 4.1: Berechnungsquerschnitte

Berechnungsquerschnitt (BQ)	Station	Gültig für Deichabschnitt	Zeichnung
BQ1	km 2+600	km 2+600 bis 2+880	Lageplan Planzustand, Blatt 1, Zg.-Nr. 5-01-005 Regelquerschnitt Stat. 2+600, Zg.-Nr. 5-04-001
BQ1-Ltg	km 2+650	km 2+650	Lageplan Planzustand, Blatt 1, Zg.-Nr. 5-01-005 Querung Gasleitung, Zg.-Nr. 5-06-001
BQ2	km 3+059	km 2+880 bis 3+210	Lageplan Planzustand, Blatt 2, Zg.-Nr. 5-01-006 Querschnitte / Querprofile, Blatt 1, Zg.-Nr. 5-03-001
BQ2-Ltg	km 3+210	km 3+210	Lageplan Planzustand, Blatt 2, Zg.-Nr. 5-01-006 Querung FM-Leitung, Zg.-Nr. 5-17-003

BQ3	km 3+250	km 3+210 bis 3+330	Lageplan Planzustand, Blatt 2, Zg.-Nr. 5-01-006 Querschnitte / Querprofile, Blatt 2, Zg.-Nr. 5-03-002
BQ4	km 3+628	km 3+330 bis 3+665	Lageplan Planzustand, Blatt 3, Zg.-Nr. 5-01-007 Querschnitte / Querprofile, Blatt 3, Zg.-Nr. 5-03-003
BQ5	km 3+715	km 3+665 bis 3+760	Lageplan Planzustand, Blatt 3, Zg.-Nr. 5-01-007 Regelquerschnitt Station 3+715.0, Zg.-Nr. 5-04-008
BQ5-Siel	km 3+735	km 3+735	Lageplan Planzustand, Blatt 3, Zg.-Nr. 5-01-007 Querung Siel, Zg.-Nr. 5-06-002
BQ6	km 3+735,7	km 3+665 bis 3+760	Lageplan Planzustand, Blatt 3, Zg.-Nr. 5-01-007 Abwicklung Verbauplan BHWS, Zg.-Nr. 5-06-003
BQ7	km 3+735,7	km 3+665 bis 3+760	Lageplan Planzustand, Blatt 3, Zg.-Nr. 5-01-007 Abwicklung Verbauplan BHWS, Zg.-Nr. 5-06-003

In den Berechnungsmodellen wurde vereinfacht OK Deich = OK Spundwand angenommen. Die geringe Neigung der Deichoberkante wurde ebenfalls vernachlässigt. Beides ist programmbedingt notwendig, da das verwendete Programm GGU-RETAIN nur horizontale Schichtungen bis maximal zur Oberkante Spundwand berücksichtigen kann. Die angesetzten Geometrien sind in den Berechnungsdarstellungen in Anlage 1 bis Anlage 6 und Anlage 8 ersichtlich.

Für BQ1 im Bereich der Leitungsquerungen bei Station 2+650 (im folgenden BQ1-Ltg genannt) sind zusätzliche Berechnungen erforderlich. In diesem Bereich wird die Spundwand von einer Hochdruckgasleitung DN 800 im Schutzrohr DN 1200 und zwei Steuerkabeln gequert. Nach Angaben des Netzbetreibers sind folgende Randbedingungen für den Bau der Spundwand zu beachten:

- 1 m lichter Abstand um die Steuerkabel. Kürzere Spundbohlen oberhalb des Schnittpunktes können durch Rammen / Vibrieren eingebracht werden.
- 2 m lichter Abstand zum Hüllrohr DN 1200 der HD-Gasleitung DN 800. Spundbohlen oberhalb dürfen zur Vermeidung unzulässiger Schwingbeanspruchung nur eingedrückt werden. Bodenanschüttung erfolgt ausschließlich nachträglich.

In den Schutzbereichen können die Spundwände nicht auf das erforderliche Maß abgesetzt werden.

Somit ist geplant, entgegen der ursprünglichen Planung von 2017 [U1], dass die Spundwand im ersten Schritt mit der planmäßigen Länge gerammt und die Öffnung für die Leitungs- und Kabelquerungen nachträglich durch Ausbrennen realisiert wird. [U13] Die Einwirkungen aus Erd- und Wasserdruck müssen somit auf die benachbarten Spundbohlen mittels Gurtungen übertragen werden.

Ebenso wie im BQ1 wird im Bereich BQ2 eine Leitungsquerung mit einem Fernmeldekabel erforderlich. Für das FM-Kabel wird von einem Schutzraum von 1 m ausgegangen. Es wird analog wie im BQ1 verfahren.

Im Bereich BQ5 wird zur Sanierung des Siels die Öffnung des Deiches zur Deichüberfahrt und zum Freilegen der bestehenden Durchlassröhre vorgesehen. Danach kann die Bestandsdurchlassröhre abgerissen werden und anschließend durchgespundet werden, außer im Querungsbereich des Sieldurchlasses. Die für die Rohbarabreiten am Sieldurchlass erforderliche technologische Öffnung beträgt 2,30 m.

Der geänderte Deichquerschnitt bedingt z.T. steile Böschungen des Deichverteidigungsweges und der Bauwerkszuwegung. Hierfür werden ebenfalls statische Berechnungen durchgeführt.

Für die denkmalgerechte Aufbereitung des Sielbestandes wird ein bauzeitlicher Hochwasserschutz erforderlich. Hierfür werden Spundwände wasserseitig um die Sielöffnung eingebracht. Es werden zwei neue Berechnungsschnitte am Tiefpunkt des Geländes und am Hochpunkt des Deiches durchgeführt.

4.2 Baugrundmodell

Für die Berechnungen wurden die folgenden bodenmechanischen Kennwerte entsprechend des Baugrundgutachtens [U2] angesetzt:

Tabelle 4.2: Bodenmechanische Kennwerte [U2]

Bodenschicht		γ_k	$\gamma_{k'}$	$\varphi_{k'}$	$c_{k'}$	k_f
Nr.	Bezeichnung	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	m/s
3a	Deichkörper, bindig	18	8	25	2	$1,0 \cdot 10^{-8}$
4a	Auelehm, bindig	18	8	22.5	2	$5,0 \cdot 10^{-9}$
4c	Auelehm, tonig	20	10	25	10	$1,0 \cdot 10^{-9}$
5	Grundwasserleiter, Sand, Kies	19	11	32.5	0	$7,0 \cdot 10^{-4}$

Die Bodenschichten treten in den Berechnungsschnitten gemäß den in [U2] enthaltenen Rammkernsondierungen (RKS) und Deichquerschnitten (DQ) folgendermaßen auf:

- BQ1: 3a, 4a, 4c und 5 (RKS 93/11 und DQ13)
- BQ2: analog BQ1 (RKS 114/11, RKS 121/11 und DQ17)
- BQ3: 3a, 4a und 5 (RKS 129/11 und DQ18)
- BQ4: 3a, 4a und 5 (DQ19 und DQ20)
- BQ5: 3a, 4a, 4c und 5 (RKS 150/11 und DQ21)
- BQ6+7: 4a, 4c und 5 (RKS 150/11 und DQ21) Lastansatz

Eigengewicht:

- Entsprechend der gewählten Profile wird das Eigengewicht im Programm automatisch berücksichtigt.

Erddruck:

- In den Berechnungen wurde aktiver Erddruck angesetzt. Nach EAB 2012 wurden folgende Wandreibungswinkel angesetzt:
 - in den bindigen Schichten 3a, 4a und 4c, $\delta_{a/p} = 0$
 - im Kies (Schicht 5), $\delta_{a/p} = -2/3 \varphi$

Wasserdruck:

- Der Wasserdruck wurde ohne Berücksichtigung der Durchlässigkeiten der Bodenschichten angesetzt. Die jeweils maßgebenden Wasserstände wurden entsprechend den Bemessungssituationen gewählt. Die Bemessungswasserstände sind in Tabelle 4.3 stationsbezogen analog [U3] zusammengefasst.

Tabelle 4.3: Bemessungswasserstände

Berechnungsquerschnitt	Station [km]	BHW (HQ100) [m NHN]
BQ 1	2+600	83,60
BQ 2	3+059	83,39
BQ 3	3+250	83,37
BQ 4	3+628	83,36
BQ 5	3+715	83,36
BQ 6+7	3+735	83,36

In BQ1-Ltg müssen die Lasten aus Erd- und Wasserdruck über einen Höhenbereich zwischen 84,60 mNHN und 80,90 mNHN und über eine Breite von 4,40 m oberhalb der HD-Gasleitung und der Steuerkabel in die benachbarten Spundbohlen eingeleitet werden. In den Berechnungsausdrücken wird dies durch den Ansatz von Zusatzdrücken berücksichtigt.

In BQ2-Ltg müssen die Lasten aus Erd- und Wasserdruck über einen Höhenbereich zwischen 84,40 mNHN und 80,70 mNHN und über eine Breite von 2,30 m oberhalb der Fernmeldeleitung in die benachbarten Spundbohlen eingeleitet werden. In den Berechnungsausdrücken wird dies durch den Ansatz von Zusatzdrücken berücksichtigt.

In BQ-Siel müssen die Lasten aus Erd- und Wasserdruck über einen Höhenbereich zwischen 84,36 mNHN und 79,75 mNHN und über eine Breite von 2,30 m oberhalb der Durchlassröhre in

die benachbarten Spundbohlen eingeleitet werden. In den Berechnungsausdrücken wird dies durch den Ansatz von Zusatzdrücken berücksichtigt.

Weitere Betrachtungen bzgl. der Zusatzdrücke werden in Abschnitt 5.2 vorgenommen.

4.3 Bemessungssituationen

Die Berechnungen wurden für Bemessungssituationen entsprechend der DIN 19712 durchgeführt. Folgende Bemessungssituationen sind projektrelevant:

BSP – P.1 – BHW

Aufgrund des landseitigen Baumbestandes im Bereich 2+600 bis 3+665 ist davon auszugehen, dass der Bestand der landseitigen Böschung nicht gesichert ist. Die landseitige Deichböschung wird deshalb nicht angesetzt. Für den Bereich BQ1 bis BQ4 gilt:

- wasserseitig: aktiver Erddruck, HQ100, Verkehrslast auf der Deichkrone $p_v = 5 \text{ kN/m}^2$
- landseitig: passiver Erddruck, GW = GOK, Entfall der Böschung

Im Deichabschnitt 3+665 bis 3+760 ist kein Gehölzbewuchs vorhanden. Am Rechenquerschnitt BQ 5 wurde die lokale Standsicherheit der Böschungen des Deiches durch Berechnungen der Böschungsstandsicherheit mit dem Programm GGU STABILITY, Version 10.33 überprüft (Anlage 6). Für die landseitige Böschung ergibt sich eine ausreichende Sandsicherheit, sodass die Böschung im Schnitt BQ5 angesetzt werden kann. Der Deichverteidigungsweg wird hierbei nicht berücksichtigt. Dessen Standsicherheit wird gesondert untersucht.

BSP – P.2 – fallender Wasserspiegel nach BHW

Die wasserseitige Deichböschung ist bei fallendem Wasserspiegel nicht ausreichend standsicher. In der Nachweisführung der Spundwand wird sie deshalb nicht angesetzt. Der wasserseitige Wasserspiegel wird auf GOK angesetzt, da der Erdwiderstand dabei die niedrigsten Werte annimmt. Höhere wasserseitige Wasserstände werden aufgrund ihrer stützenden Wirkung nicht berücksichtigt. Die Wasserspiegeldifferenz zum landseitigen Wasserspiegel beträgt 1 m, um ein schnelleres Absinken des abfließenden Hochwassers gegenüber dem absickernden landseitigen Wasserstand zu berücksichtigen. In den Berechnungsquerschnitten BQ1 bis BQ5 gilt:

- wasserseitig: passiver Erddruck, ohne Ansatz der wasserseitigen Böschung, fallender Wasserspiegel von HQ100 bis zum Deichfuß
- landseitig: aktiver Erddruck, Wasserstand im Deich 1 m über dem fallenden HQ, Verkehrslast / Auflast auf Deichkrone $p_v = 5 \text{ kN/m}^2$, Verkehrslast auf Deichverteidigungsweg $p_v = 33 \text{ kN/m}^2$

BSA – A.1 – bordvoll (Wasserstand bis OK Spundwand)

Gemäß der Vorgabe des AG LTV ist ein Freibord von 1 m geplant. Im Falle einer möglichen Überströmung ist die landseitige Böschung nicht erosionssicher und wird deshalb nicht angesetzt. Es gilt:

- wasserseitig: aktiver Erddruck, Wasserstand = OK Spundwand
- landseitig: passiver Erddruck ohne Ansatz der landseitigen Böschung, Wasserstand = GOK

BSA – A.2 – BHW und Windwurf auf der Landseite

Dieser Lastfall ist nur für die Berechnungsquerschnitte BQ1 bis BQ4 aufgrund des dort vorhandenen Baumwuchses maßgebend. Für den möglichen Wurzelkrater wurde eine Tiefe = 2,0 m am Baumstandort mit einer Ausdehnung von 15 m ausgehend von der unteren Böschungskante der Deichböschung ausgegangen. Die Neigung des verbleibenden Restkörpers nach Windwurf entspricht dem minimalen Reibungswinkel des anstehenden Bodens ($\phi = 22,5^\circ$).

Im Abschnitt BQ1-Ltg wird die Bemessungssituation BSA-A.2 aufgrund des fehlenden Gehölzbewuchses nicht untersucht.

5 ERGEBNISSE

5.1 Spundwanddimensionen im regulären Deichquerschnitt

Die Berechnungsergebnisse sind in Anlage 1 bis Anlage 6 enthalten. Die Berechnungen wurden mit den Querschnittswerten für Doppelbohlen (für U-Profile) durchgeführt. In Tabelle 5.1 sind die Spundwände hinsichtlich ihrer Länge und ihres Profiltyps in den jeweiligen Deichabschnitten aufgelistet.

Tabelle 5.1: Spundwanddimensionen

	Länge [m]	BSP-P1	η	BSP-P2	η	BSA-A1	η	BSA-A2	η	Stahl
BQ1	13	L605	0.863	L604n	0.742	L605	0.954	L606n	0.722	S240
BQ2	15.7	AZ46	0.768	L606n	0.957	AZ46	0.729	L607n	0.954	S240
BQ3	13.7	L607n	0.717	L604n	0.836	L606n	0.901	L604n	0.919	S240
BQ4	14.2	L607n	0.81	L607n	0.515	L606n	0.986	L607n	0.496	S240
BQ5	16.5	L601	0	AZ46	0.342	AZ46	0.69	-	-	S355

Für den Übergang eines Längenbereichs zum nächsten werden die Spundwände paarweise abgestuft eingebracht. Die Abstufung beträgt 1 m. Aufgrund der räumlichen Erddruckwirkung ist diese Vorgehensweise ohne Nachweis zulässig.

5.2 Spundwanddimensionen in BQ1-Ltg, BQ2-Ltg und BQ5-Siel

Im Bereich der Leitungs- und Kabelquerungen ist geplant, dass die Spundwand im ersten Schritt mit der planmäßigen Länge gerammt und die Öffnung für die Leitungs- und Kabelquerungen nachträglich durch Ausbrennen realisiert wird. Die maßgebende Bemessungssituation ist BSA-A.1, da BSA-A.2 wie erläutert nicht betrachtet werden muss.

Im Bereich der Gasleitung und der 2 Steuerkabel ergibt sich im BSA-A.1 ein zu überbrückender Abstand von 4,40 m.

Folgende Zusatzbelastung ist zu berücksichtigen:

Tabelle 5.2: Zusatzbelastung, BQ1-Ltg, Gasleitung

Zone	Wasser- druck	Erddruck	Öffnung [m]	4,4	Boh- len/Seite	3
oberhalb	w/m	e/m	1/2 w	1/2 e	zus w	zus e
Leitungsque- rung	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
OK mNN]	84.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UK [mNN]	80.90	37.00	38.80	81,40	85,36	27,13
						28,45

Die Einwirkungen werden mittels Gurten HEB 300 (beidseitig im Kopf und Fußbereich der Füll-Spundbohlen) übertragen. Folgende Dimensionen ergeben sich für die jeweils 3 benachbarten Spundbohlen:

Tabelle 5.3: Erforderliche Spundbohlen, BQ1-Ltg, Gasleitung

	Deichabschnitt	BSA-A1	η	Länge	Stahl
BQ1-Ltg, Gas	2+650	AZ46	0.67	15,5	S355

Im Bereich des Fernmeldekabels ergibt sich im BSA-A.1 unter Berücksichtigung eines lichten Abstandes zum Kabel von 1 m und eines Sicherheitszuschlages ein zu überbrückender Abstand von 2,30 m. Folgende Zusatzbelastung ist zu berücksichtigen:

Tabelle 5.4: Zusatzbelastung, BQ2-Ltg, Fernmeldekabel

Zone		Wasser- druck	Erddruck	Öffnung [m]	2.3	Bohlen/Seite	2
oberhalb		w/m	e/m	1/2 w	1/2 e	zus w	zus e
Leitungsquerung		[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
OK mNN]	84.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UK [mNN]	80.60	37.00	38.80	42.55	44.62	21.85	22.31

Die Einwirkungen werden mittels Gurten HEB 300 (beidseitig im Kopf und Fußbereich der Füll-Spundbohlen) übertragen. Folgende Dimensionen ergeben sich für die jeweils 2 benachbarten Spundbohlen:

Tabelle 5.5: Erforderliche Spundbohlen, BQ2-Ltg, Fernmeldekabel

	Deichabschnitt	BSA-A1	η	Länge	Stahl
BQ2-Ltg, FM.-Kabel	3+210	AZ46	0.88	16,7	S355

Genauso wie bei den Leitungsquerungen ist für das Siel geplant, dass die Spundwand im ersten Schritt mit der planmäßigen Länge gerammt und die Öffnung mit einer Breite von 2,30 m für den Rohrdurchlass mit einem Durchmesser von ca. 2,0 m nachträglich im Zuge der Herstellung des Siels durch Ausbrennen realisiert wird. Folgende Zusatzbelastung ist zu berücksichtigen:

Tabelle 5.6: Zusatzbelastung, BQ5-Siel

Zone		Wasser- druck	Erddruck	Öffnung [m]	2.3	Bohlen/Seite	4
oberhalb		w/m	e/m	1/2 w	1/2 e	zus w	zus e
Sielrohr		[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
OK mNN]	84.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UK [mNN]	79.75	46.10	38.80	50.71	42.68	13,25	11,16

Die Einwirkungen werden mittels Gurten HEB 300 (beidseitig im Kopf und Fußbereich der Füll-Spundbohlen) übertragen. Folgende Dimensionen ergeben sich für die jeweils 4 benachbarten Spundbohlen:

Tabelle 5.7: Erforderliche Spundbohlen, BQ5-Siel

	Deichabschnitt	BSA-A1	η	Länge	Stahl
--	----------------	--------	--------	-------	-------

BQ5-Ltg, Siel	Siel, 3+735	AZ46	0.90	17.5	S355
---------------	-------------	-------------	-------------	------	------

5.3 Bauzeitlicher Hochwasserschutz

Im Bereich Siel Station 3+735 werden 2 neue Berechnungsquerschnitte BQ6 und BQ7 geführt.

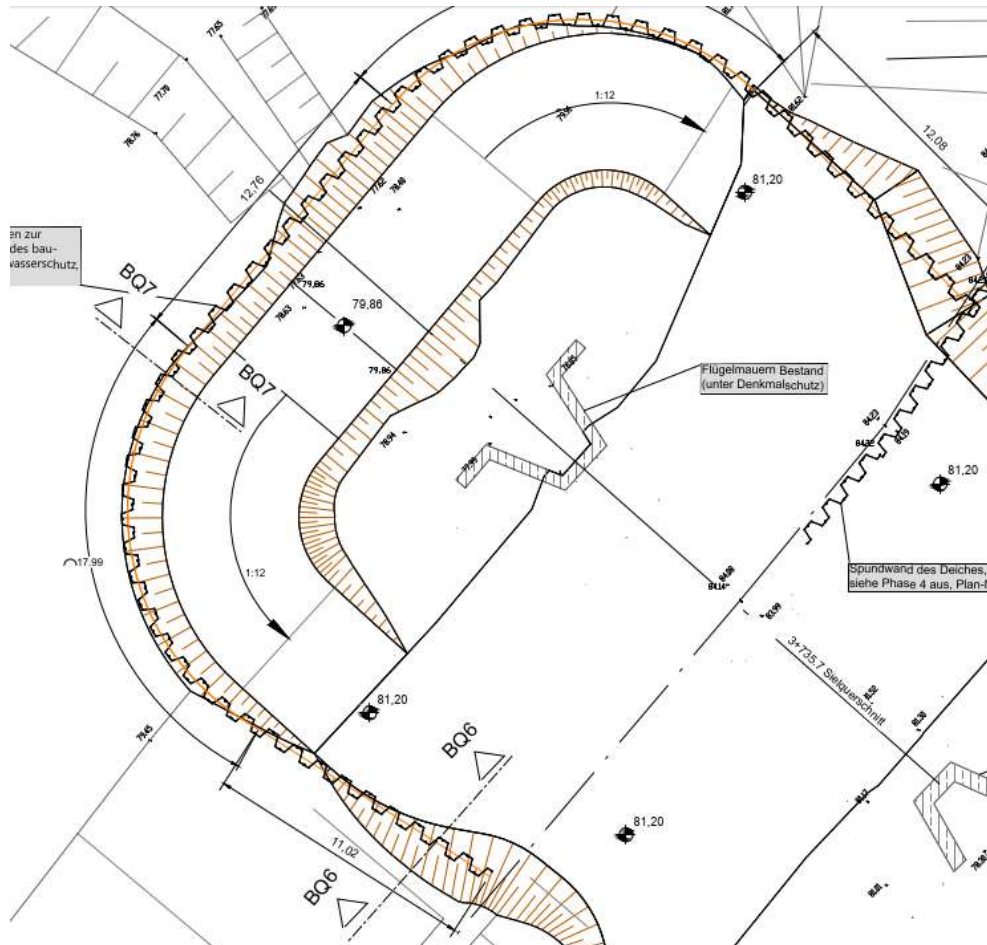


Abbildung 5-1: Auszug aus Lageplan 5-08-005 mit Darstellung Berechnungsschnitte

Es wird der Hochwasserfall HQ100 bei 83,36 mNHN angesetzt und im Deichvorland wird für Anprall aus Schwimmgut eine horizontale Last von 1 kN/m auf Höhe HQ100 angesetzt.

Die Statischen Berechnungen werden mit dem Programm DC-Baugrube geführt.

Folgende Dimensionen ergeben sich für die zwei Bemessungsschnitte:

Tabelle 5.8: Spundwanddimensionen

Länge [m]	BSA-A1	η	Stahl
-----------	--------	--------	-------

BQ6	12,0	AZ46	0.89	S240
BQ7	15,0	AZ46	0.29	S240

Die Nachweise sind in der Anlage 8 zusammengefasst.

5.4 Berücksichtigung der Abrostung

Für die Spundwand im Deichquerschnitt wird von einer Nutzungsdauer von 100 Jahren ausgegangen. Der Abrostungszuschlag von 1,2 mm pro Querschnittseite entsprechend der Empfehlungen der DIN EN 1993-5 wird vor dem Hintergrund der als gering bis sehr gering bewerteten Korrosion [U2] als zu konservativ angesehen. Da die größte Biegebeanspruchung der Spundbohlen im gewachsenen Boden (mit ausreichender Verdichtung) stattfindet, werden die Werte der Tabelle 4-1 der DIN EN 1993-5 um 50% reduziert. Die Abrostungsrate wird somit auf 0,6 mm pro Querschnittseite festgelegt. In den Berechnungen wurden Ausnutzungsgrade von $\eta < 1,0$ für die ungünstigsten Einwirkungen nachgewiesen. Die sich daraus ergebende Reserve wird als Abrostungszuschlag angesetzt. Für die Nachweisführung wird die kleinste Profildicke der jeweiligen Querschnitte herangezogen. Durch Multiplikation der kleinsten Profildicke eines Querschnittes mit dem rechnerischen Ausnutzungsgrad ergibt sich die theoretisch mögliche Profildicke, bei der der Ausnutzungsgrad $\eta = 1,0$ beträgt. Diese Betrachtung basiert auf der linearen Abhängigkeit des Widerstandsmomentes eines Stahlquerschnittes zur Materialstärke – insbesondere da sich die Abstände der Teilquerschnitte eines Profils (Rücken, Steg) zur Schwerachse bzw. Spannungsnulllinie durch die Abrostung nicht ändern.

Tabelle 5.9: Nachweis Abrostungszuschlag

Berechnungs- schnitt	Profil	η	t_{\min} [mm]	t nach 1,2mm Abrostung [mm]	t_{mgl} bei $\eta = 1,0$ [mm]
BQ1	L606n	0.72	9.2	8	6.6
BQ1-Ltg, Gas+SK	AZ46	0.67	14	12.8	9,4
BQ2	AZ46	0.73	14	12.8	10.2
BQ2-Ltg, FM-K	AZ46	0.88	14	12.8	12.3
BQ3	L607n	0.72	10	8.8	7.2
BQ4	L607n	0.81	10	8.8	8.1
BQ5	AZ46	0.69	14	12.8	9.7
BQ5-Ltg, Siel	AZ46	0.90	14	12.8	12.6

Es ist davon auszugehen, dass die rechnerischen Kopfbewegungen in den Bemessungssituationen BSP-P.1 und BSP.P.2 sich nicht einstellen werden, da bei einem Versagen der Deichböschung kein vollständiges Abrutschen dieser eintreten wird und somit ein Stützkörper erhalten bleibt. In den Bemessungssituationen BSA.A1 und BSA.A2 wurde die Tragfähigkeit der Spundwände ebenfalls nachgewiesen.

Die im Bericht angegebenen Profile wurden exemplarisch für die Berechnungen gewählt. Im Rahmen der Ausführung können abweichende Profile verwendet werden, sofern die Widerstandsmomente mindestens denen der hier aufgeführten Profile entsprechen.

5.5 Untersuchung des Deichverteidigungsweges DVW

Für die Berechnung wurden alle Querprofile des Deiches untersucht. Die verwendeten bodenmechanischen Kennwerte des DVW sind: $\varphi = 35^\circ$, $c = 0$ (1) kN/m^2 , $\gamma/\gamma' = 20 / 10 \text{ kN/m}^2$

Als Verkehrslast wurde $p = 33 \text{ kN/m}^2$ mit einem Abstand zur Böschungsschulter von 0,30 m entsprechend der geringsten Bankettbreite angesetzt. Die Berechnung wurde in der Bemessungssituation BSP analog der Betrachtung für die Spundwand durchgeführt. Die Untersuchung einer außergewöhnlichen Bemessungssituation BSA ist für den DVW nicht maßgebend. Die Böschungsberechnungen wurden zunächst unter Ansatz einer Kohäsion $c = 1 \text{ kN/m}^2$ durchgeführt, um die Gleitkreise der Hautrutschungen auszuschließen. Mit dem so ermittelten Gleitkreisen wurde im Anschluss Berechnungen ohne Ansatz der Kohäsion ausgeführt.

Tabelle 5.10: Ergebnisse der Standsicherheitsuntersuchung der Böschungen des DVW

Station		Neigung	Winkel	η mit $c = 0$
2+600	1	: 1.00	45.0	>1.13
2+648.991	1	:	1.00	>1.22
2+701.230	1	:	1.25	>1.07
2+760.814	1	:	1.00	>1.22
2+800	1	: 2.80	19.7	0.82
2+877.720	1	:	1.00	>1.2
2+940.002	1	:	1.00	>1.36
3+000	1	: 1.00	45.0	>1.28
3+058.799	1	:	1.40	0.85
3+116.529	1	:	1.10	>1.22
3+168.708	1	:	1.00	>1.36
3+220	1	: 2.40	22.6	0.87
3+268.813	1	:	2.60	0.79
3+315.923	1	:	3.15	0.7
3+343.9	1	:	1.66	1.05
3+356.856	1	:	2.50	0.8
3+400	1	: 2.10	25.5	0.97
3+464.730	1	:	1.70	1.05
3+519.735	1	:	1.72	1.06
3+600	1	: 1.70	30.5	1.06

3+628.290	1	:	2.00	26.6	0.96
3+665	1	:	2.10	25.5	0.96
3+685.671	1	:	1.53	33.2	>1.01
3+715	1	:	2.00	26.6	0.93

Alle Bereiche in denen Ausnutzungsgrade von $\eta > 1$ errechnet wurden, müssen im Zuge der Erhöhung des DVW auf das geplante Maß mit Geogitter ertüchtigt werden. Dessen Dimensionierung wurde am ungünstigsten Schnitt bei Station 2+940 vorgenommen. Mit dem Geogitter Fortrac 55/30-20 oder einem gleichwertigen Produkt wird eine ausreichende Standsicherheit erreicht.

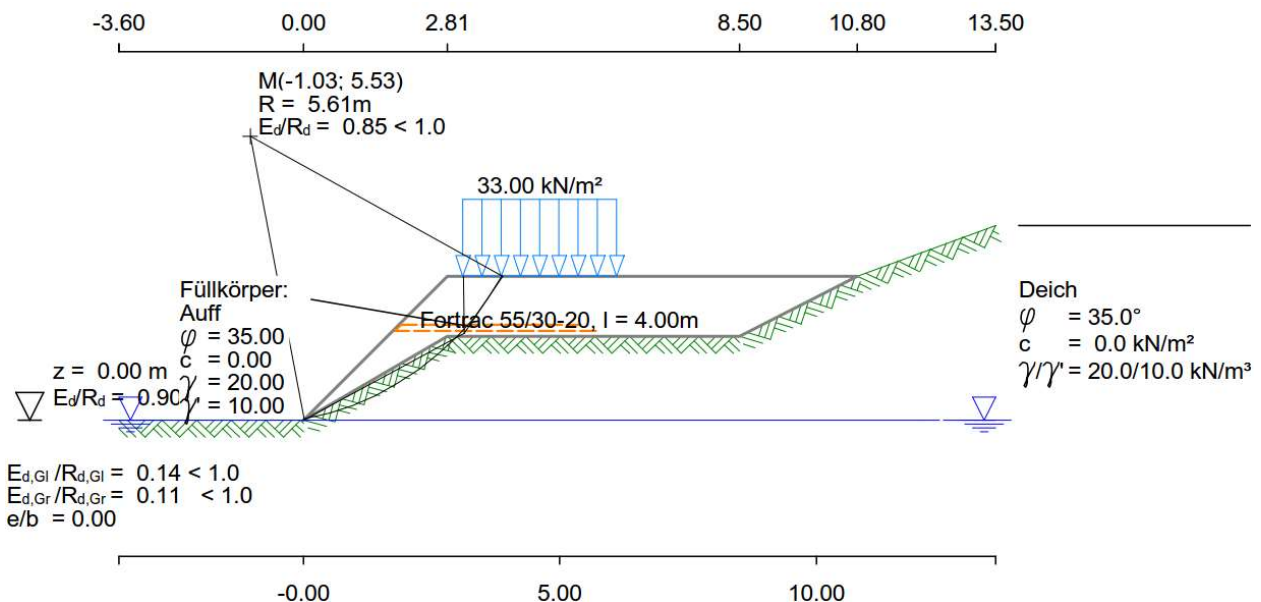


Abbildung 5-2: DVW mit Geotextil bei Station 2+940.002

Im Rahmen der Ausführung sind mindestens die in Tabelle 5.10 angezeigten Bereiche mit Ausnutzungsgraden von $\eta > 1$ mit Geogittern zu sichern. Für den Einbau ist zu beachten, dass das Geogitter lagenweise verdichtet mit mindestens 20 cm Höhe überbaut wird, bevor der Umschlag erfolgt und das Gelände bis zur planmäßigen Höhe aufgebaut wird. Die Geogitter sind über die gesamte Breite des DVW zu verlegen. Die Ergebnisausdrucke der Standsicherheitsberechnungen der Böschungen mit $\eta < 1,0$ und des maßgebenden Schnittes für die mit Geogitter zu sichernden Bereiche sind in Anlage 7 hinterlegt.

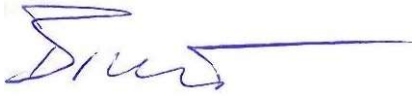
CDM Smith Consult GmbH
2023-03-07

erstellt:

Proj.-Nr.: **116796**, Bericht-Nr. 01-A: Statische Nachweise
20230307_TWP_SPW



Seite 19/20



Dipl.-Ing. Michael Brunner

M.Sc. Martin Lehmann

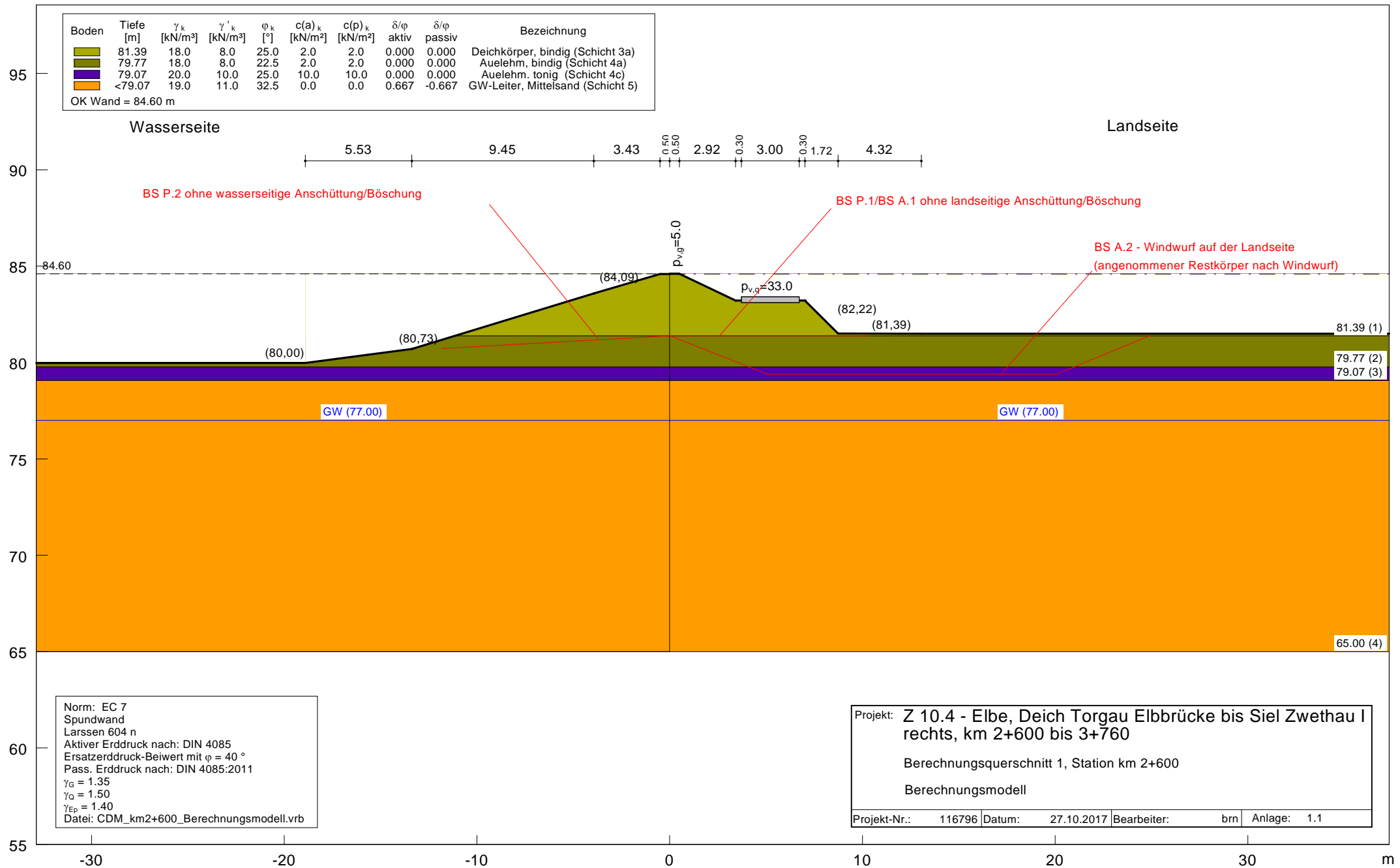


B.Eng. Anja Blatt

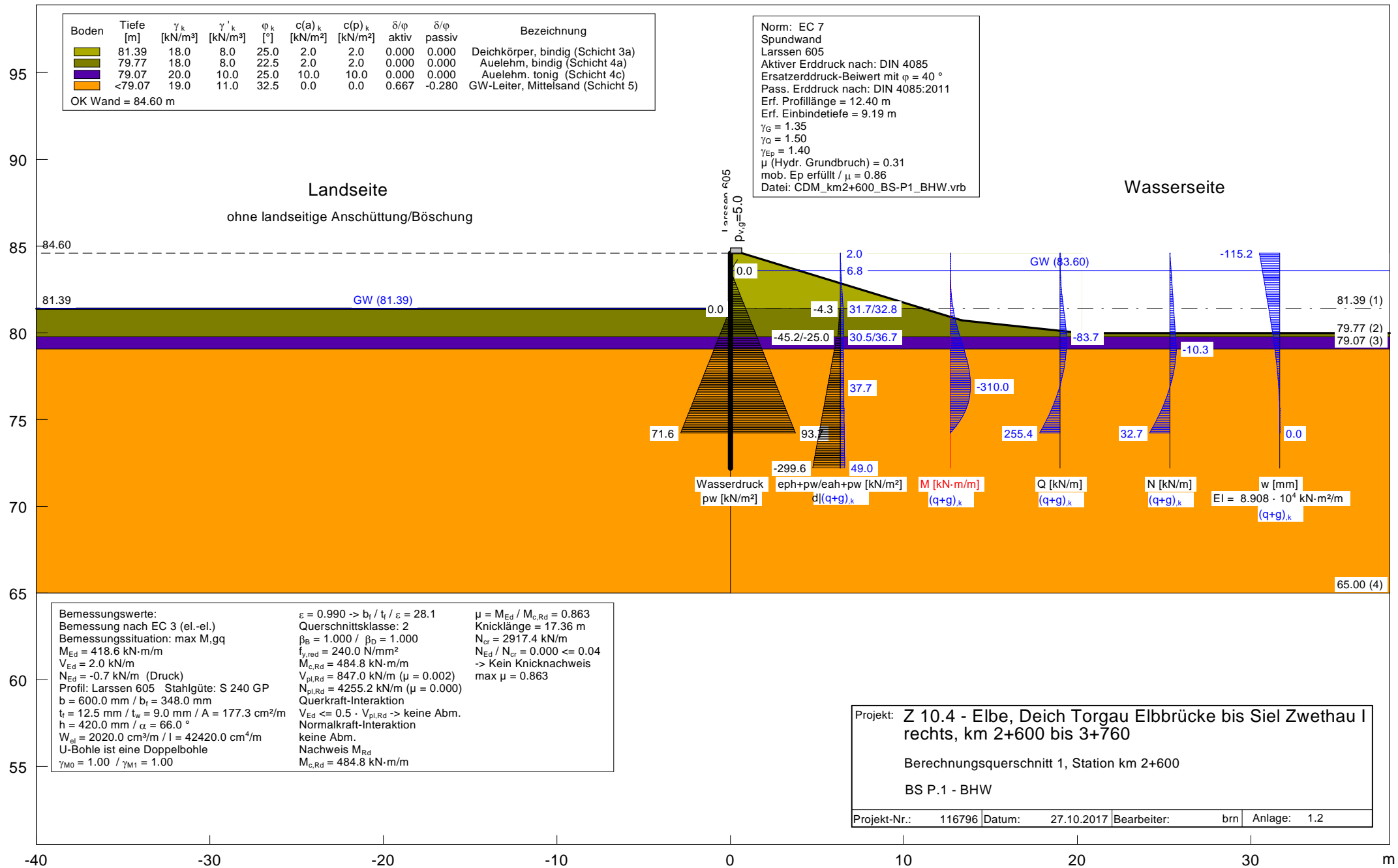
ANLAGE 1 BERECHNUNGSERGEBNISSE

BQ 1, KM 2+600

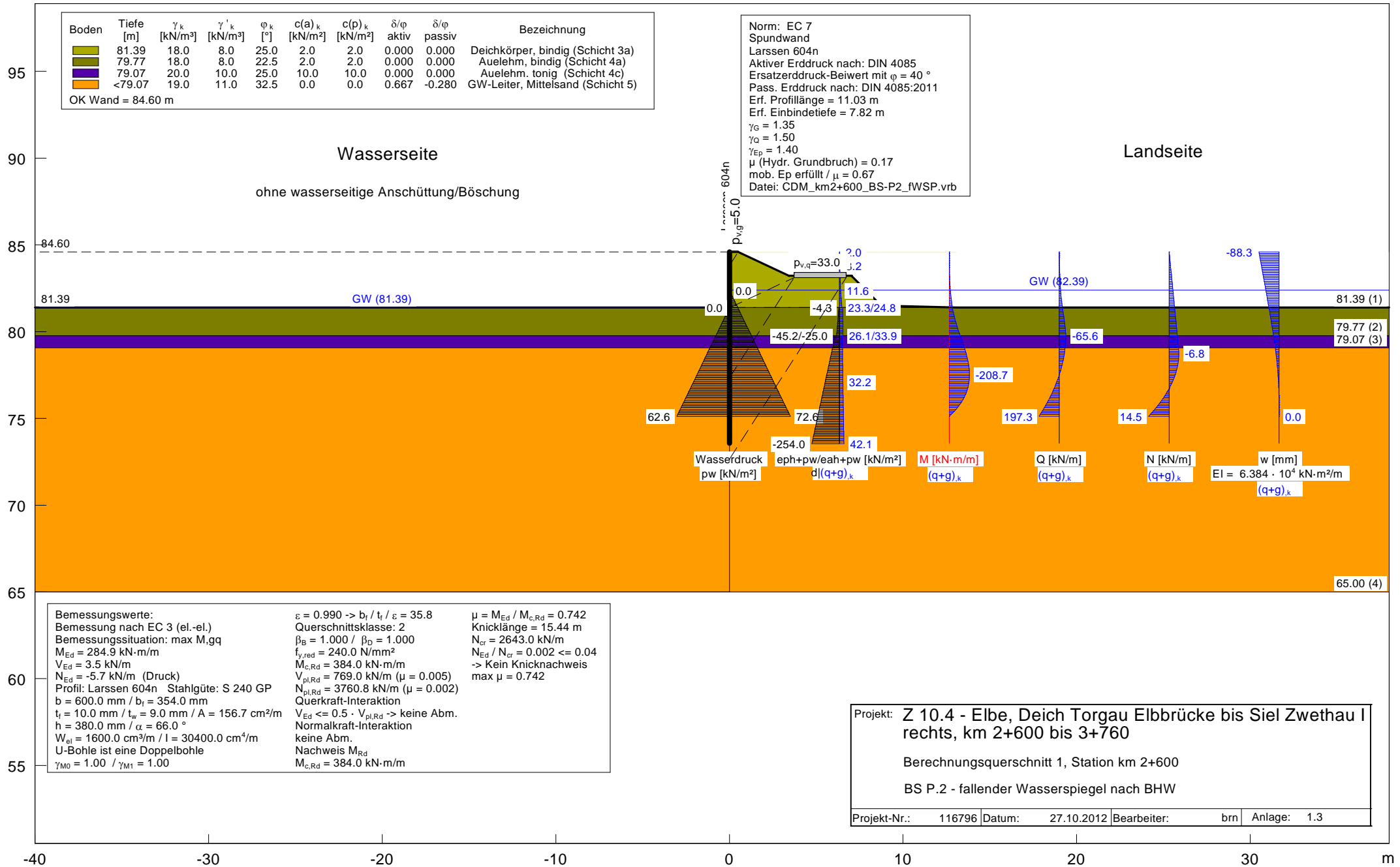
m NHN



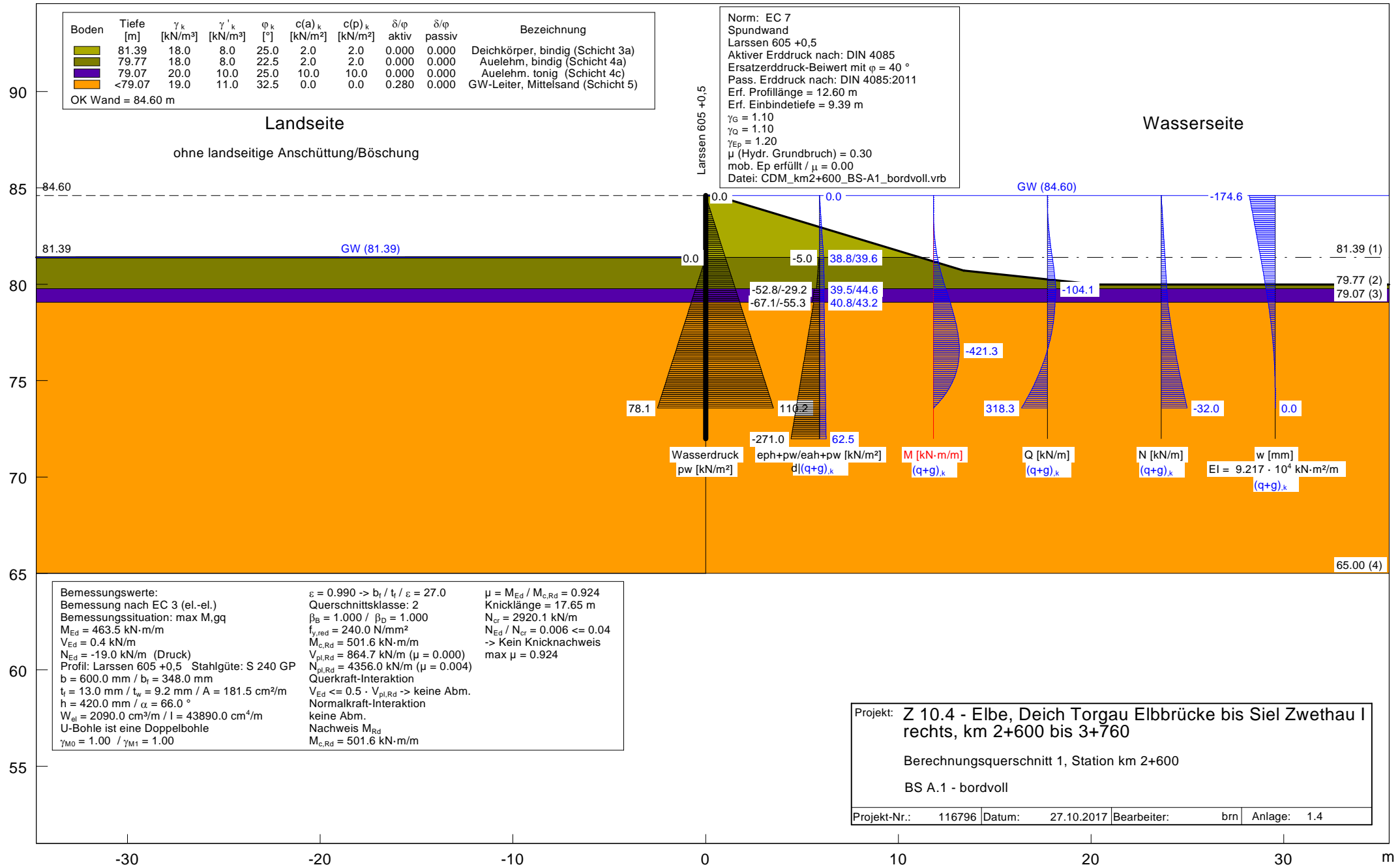
m NHN



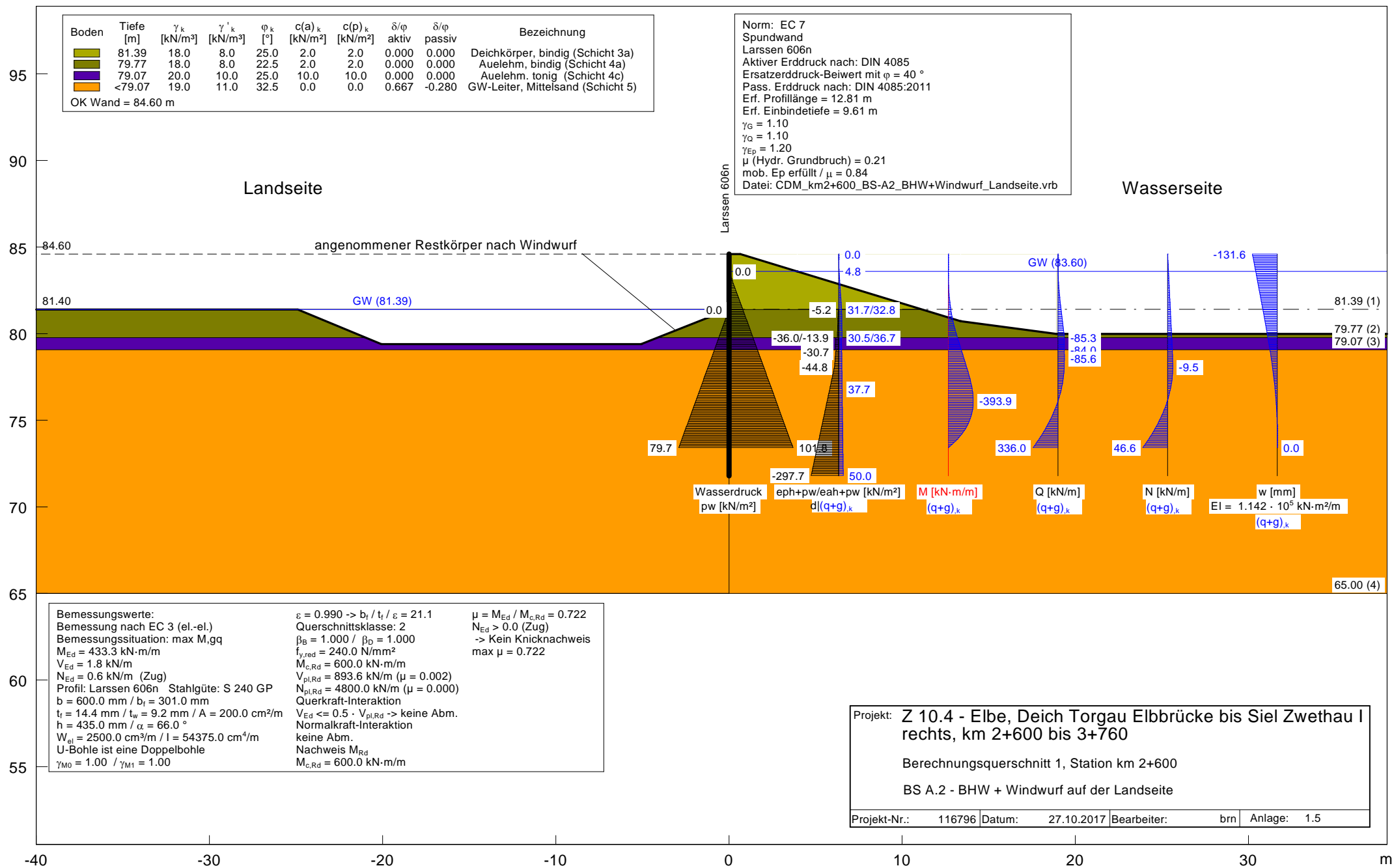
m NHN



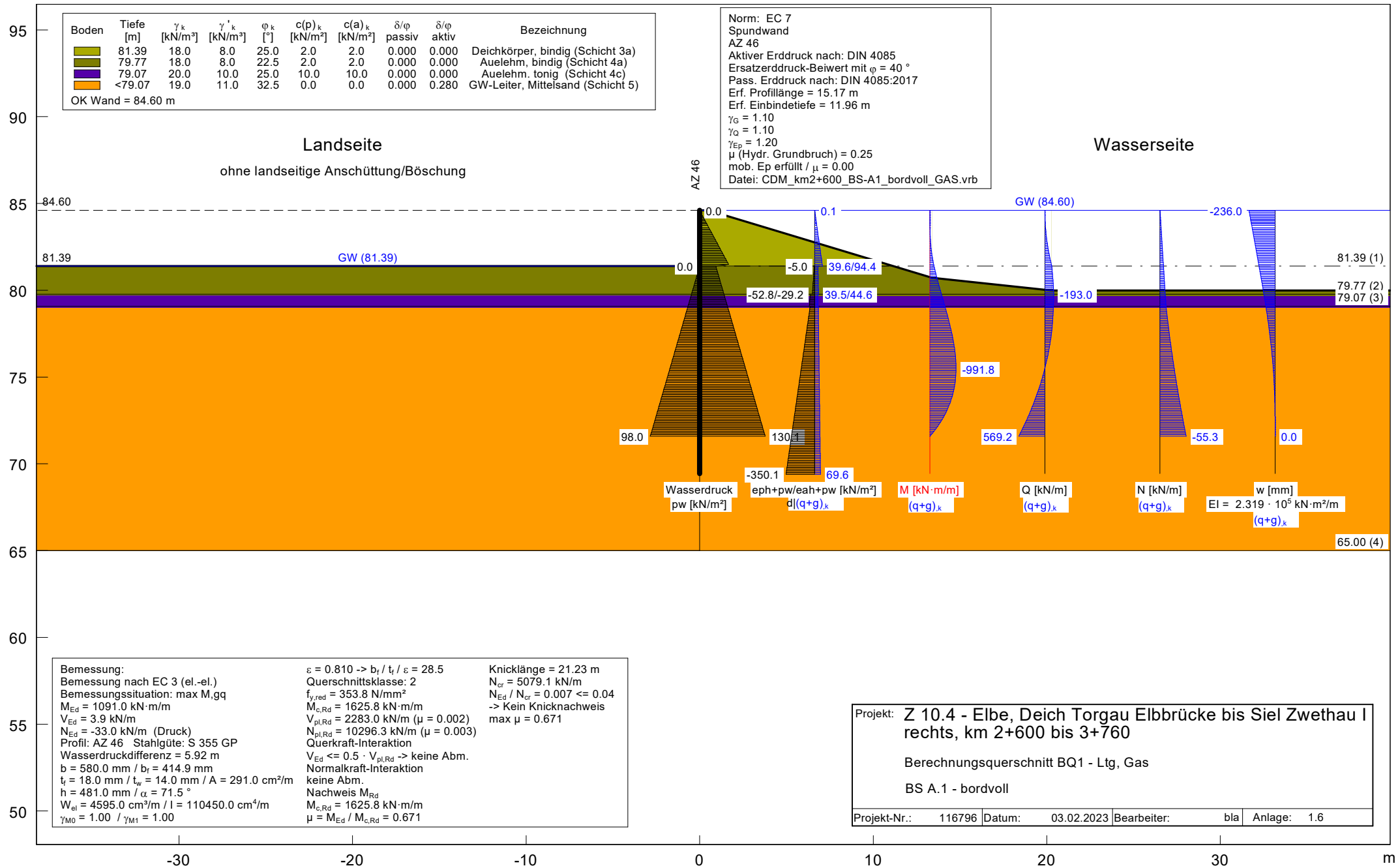
m NHN



m NHN



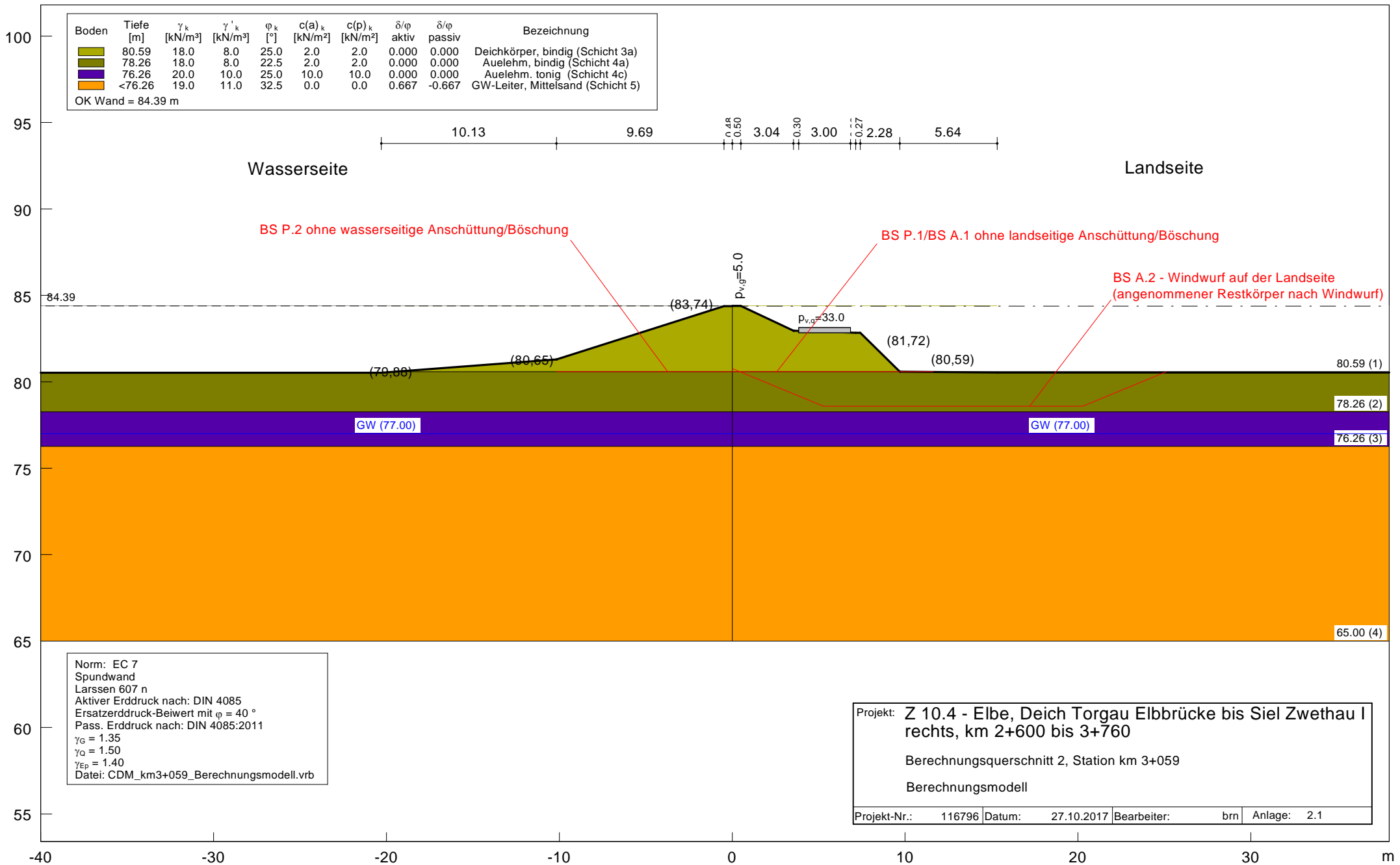
m NHN



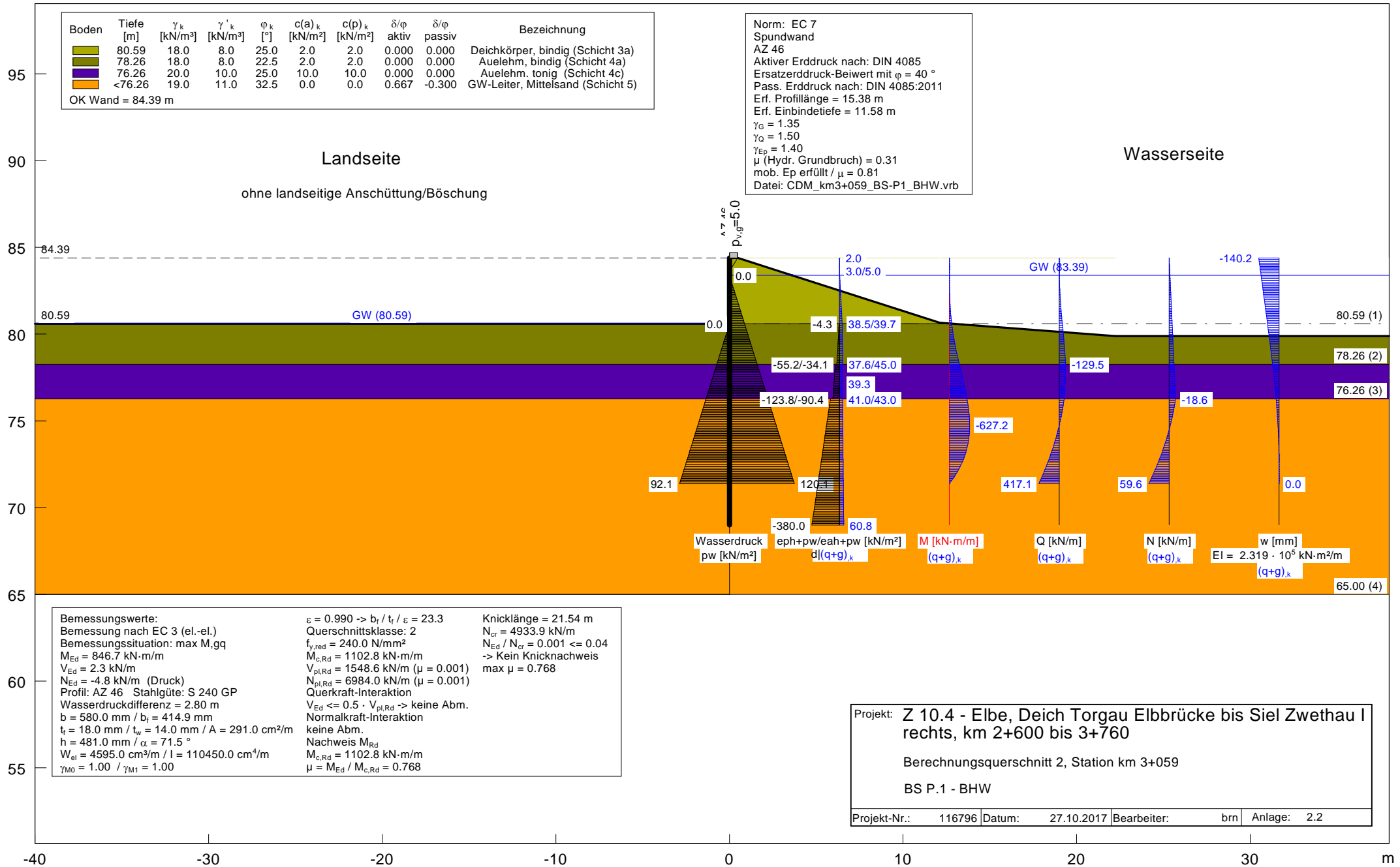
ANLAGE 2 BERECHNUNGSERGEBNISSE

BQ 2, KM 3+059

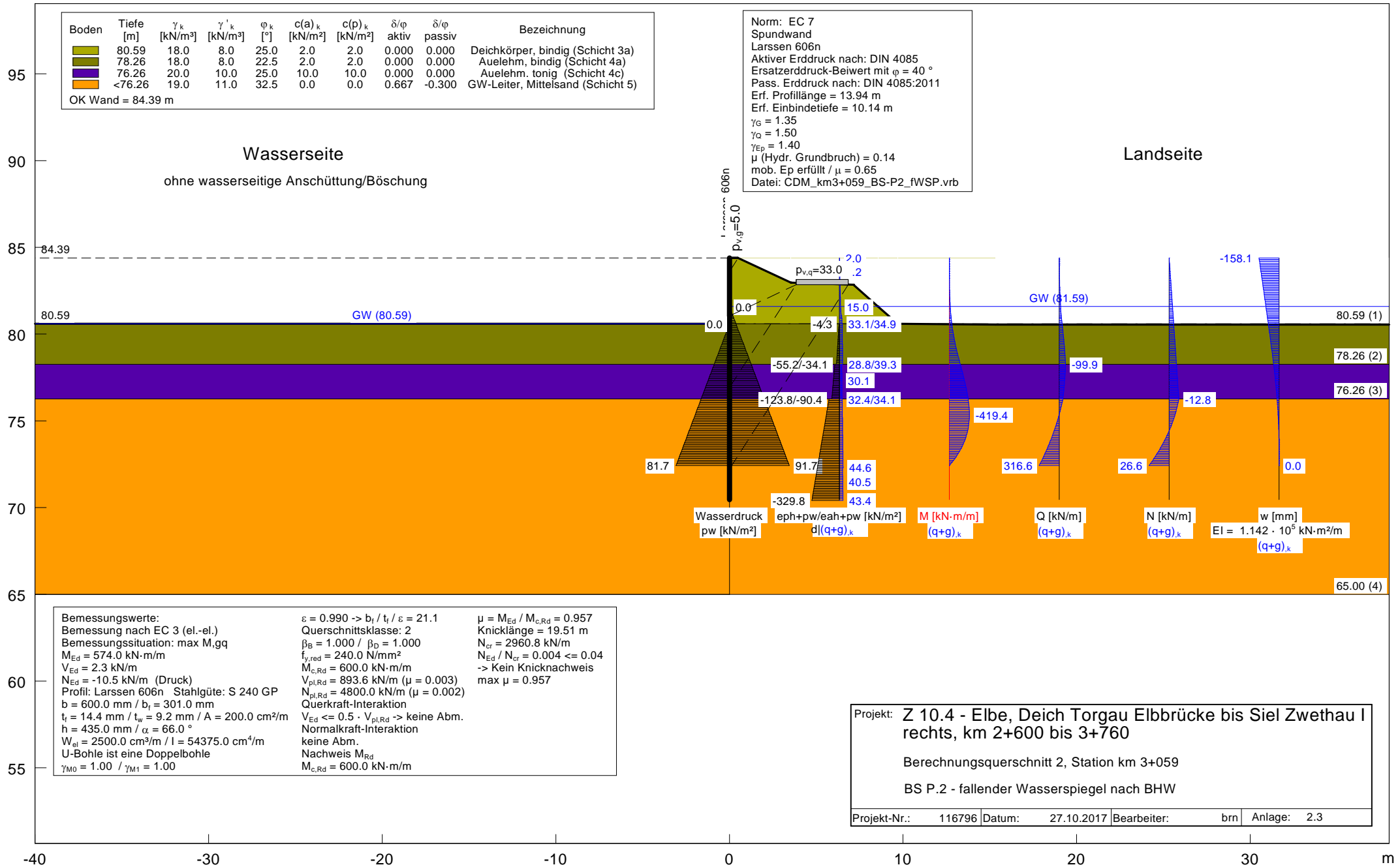
m NHN



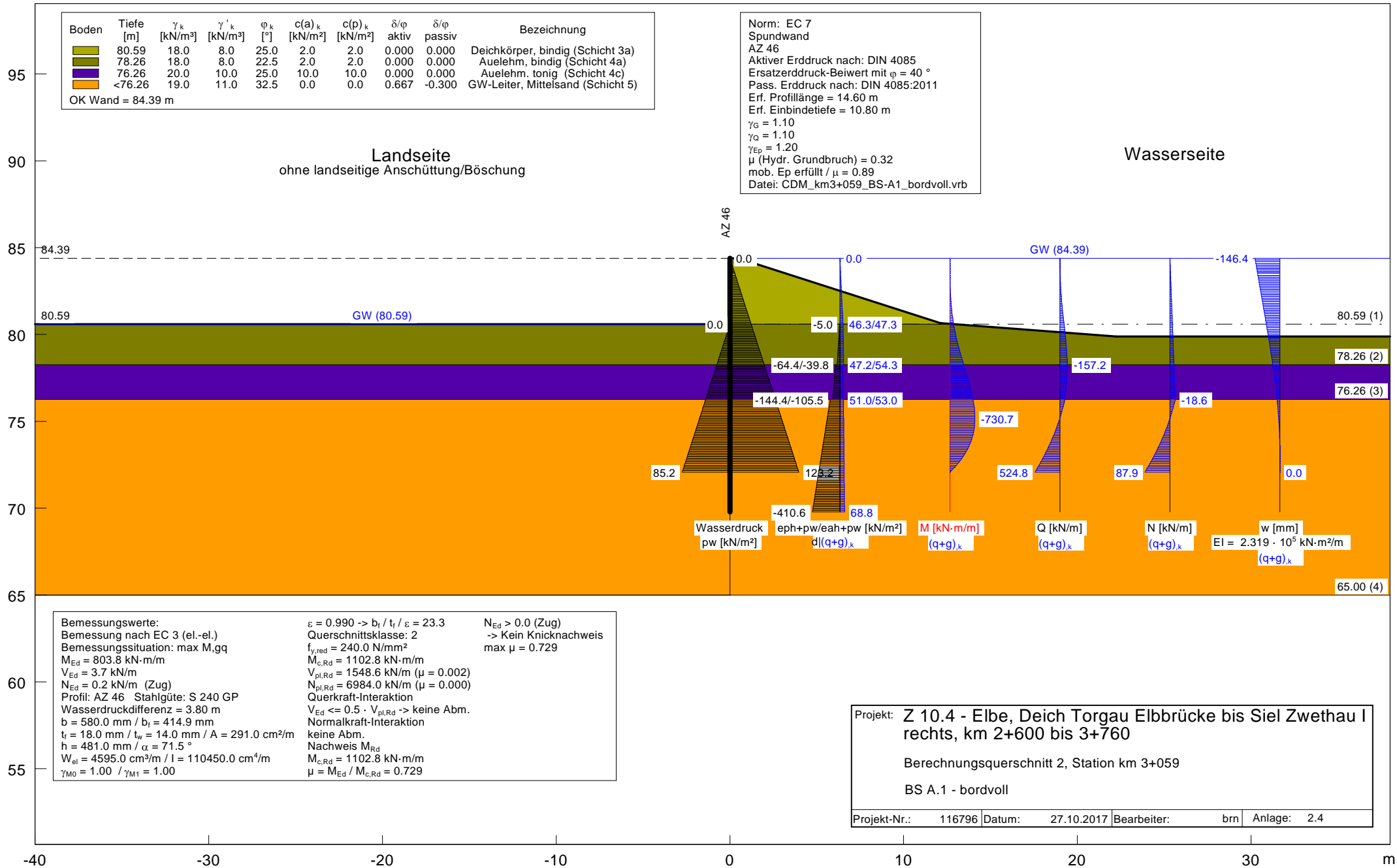
m NHN



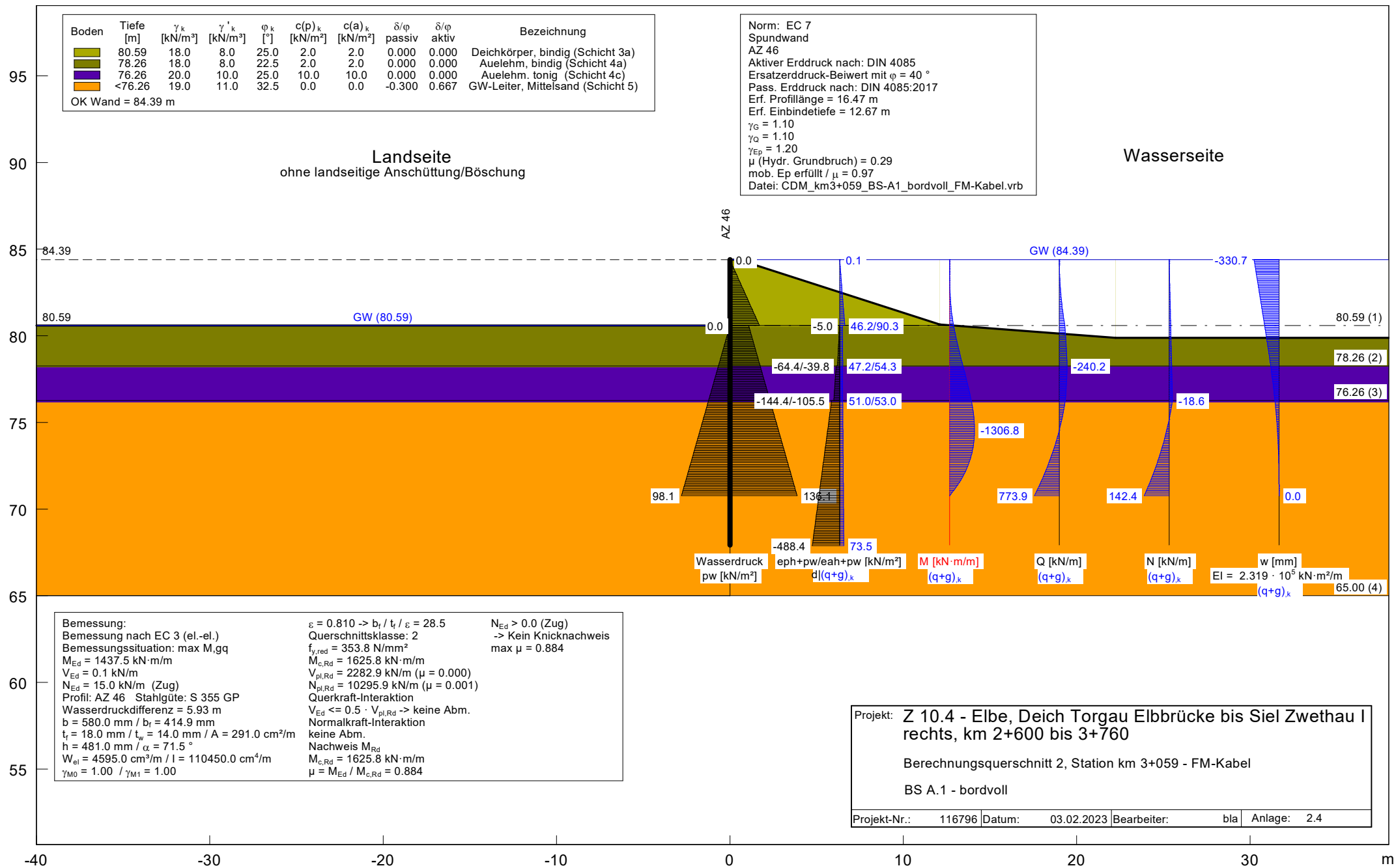
m NHN



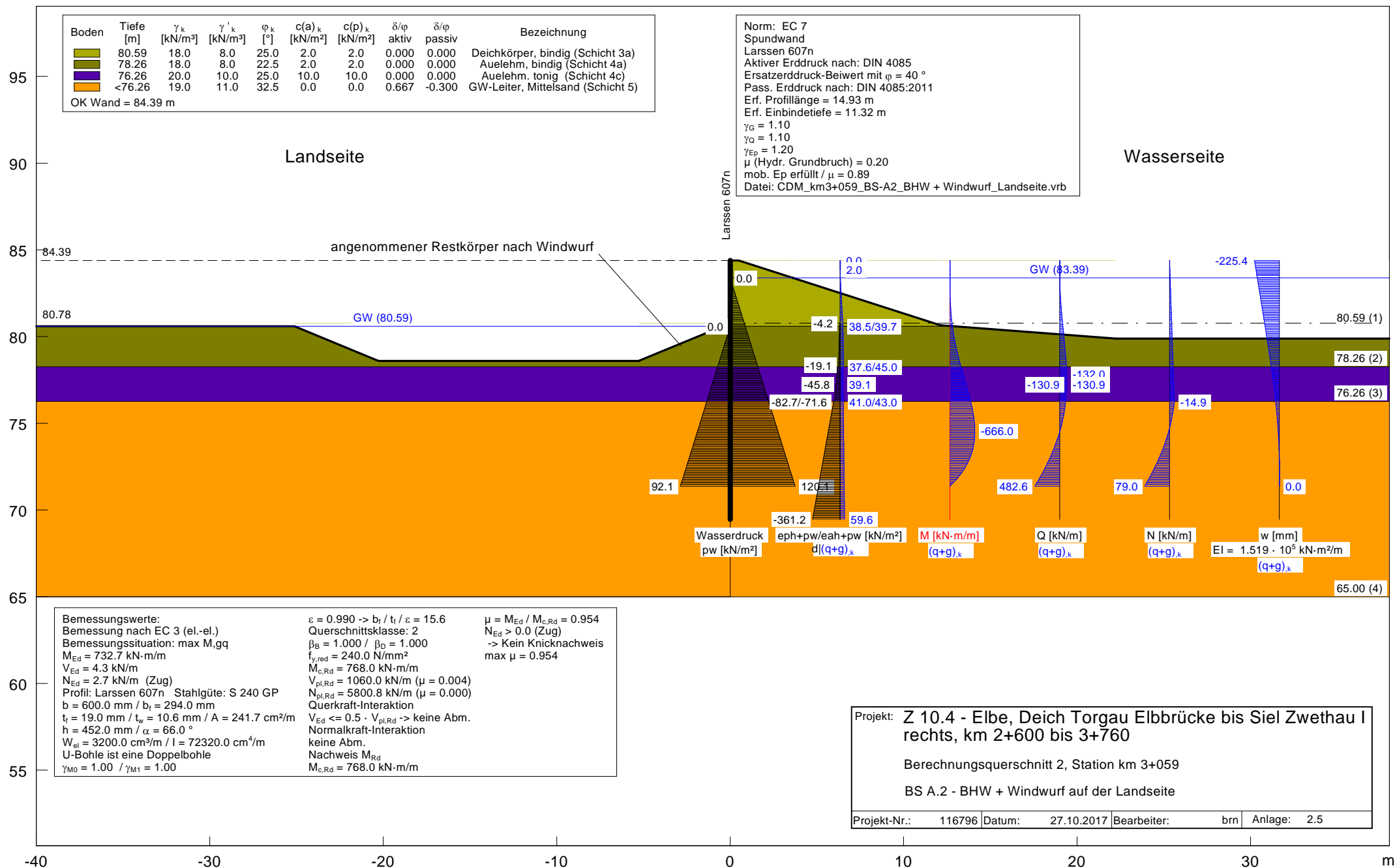
m NHN



m NHN



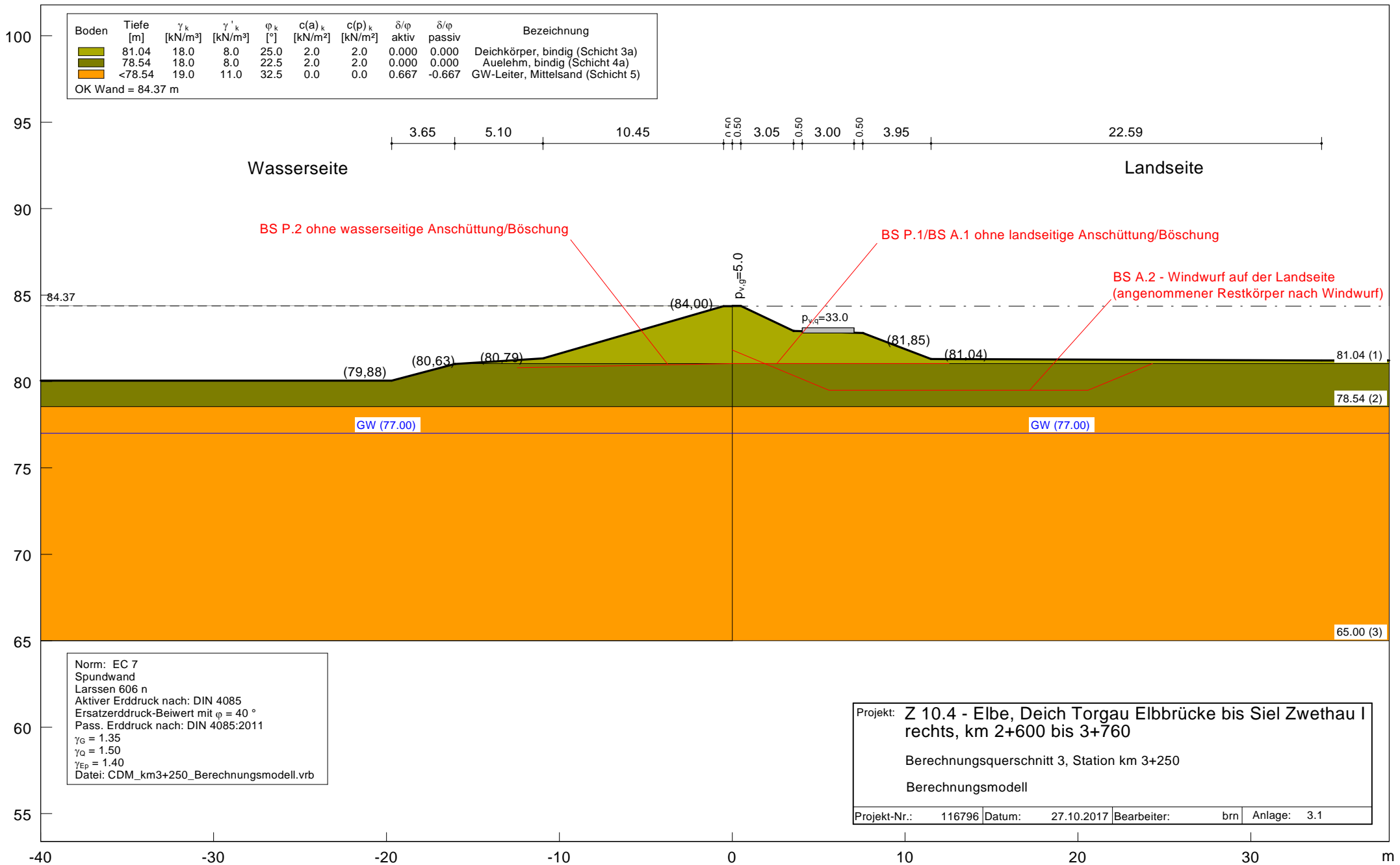
m NHN



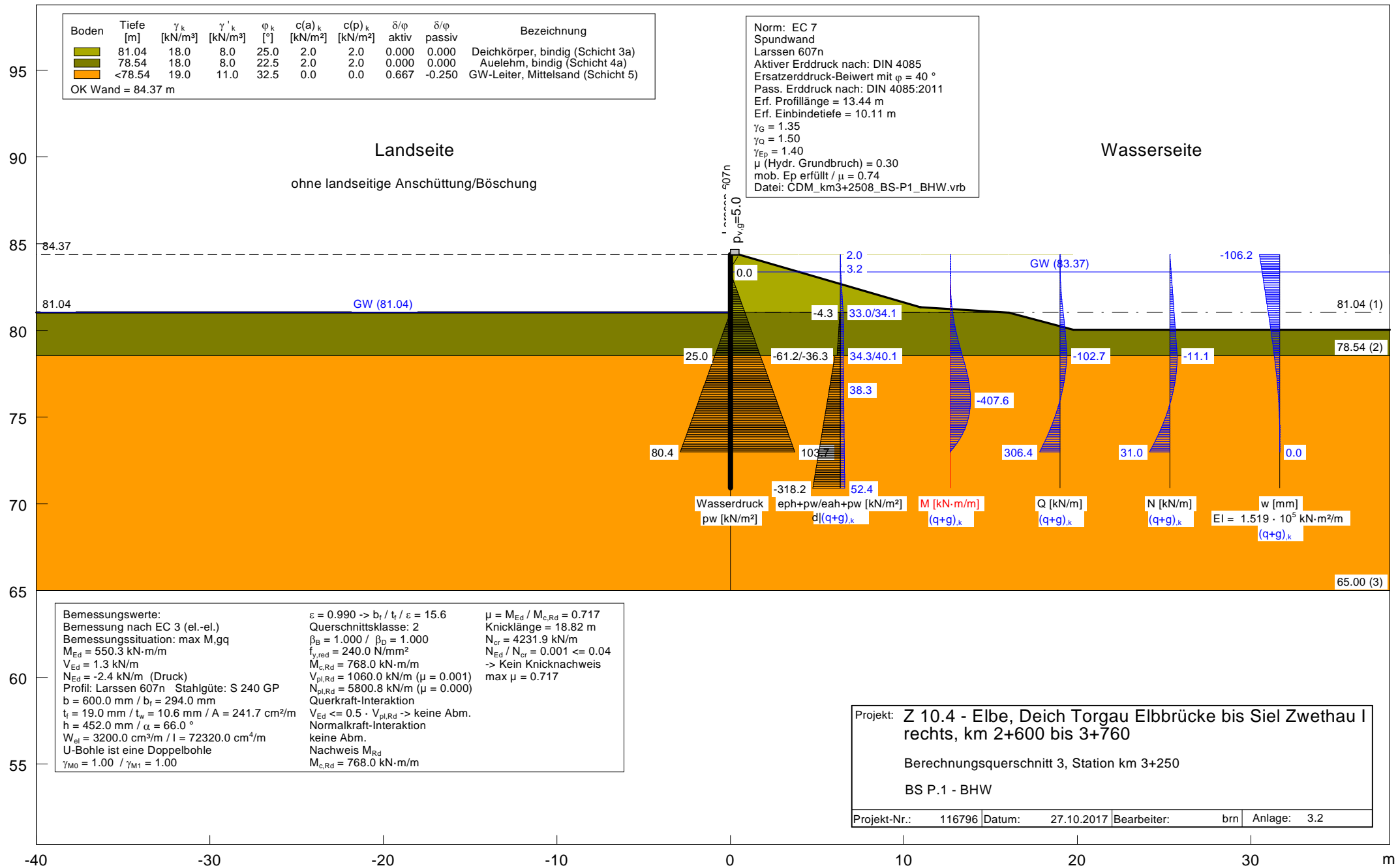
ANLAGE 3 BERECHNUNGSERGEBNISSE

BQ 3, KM 3+250

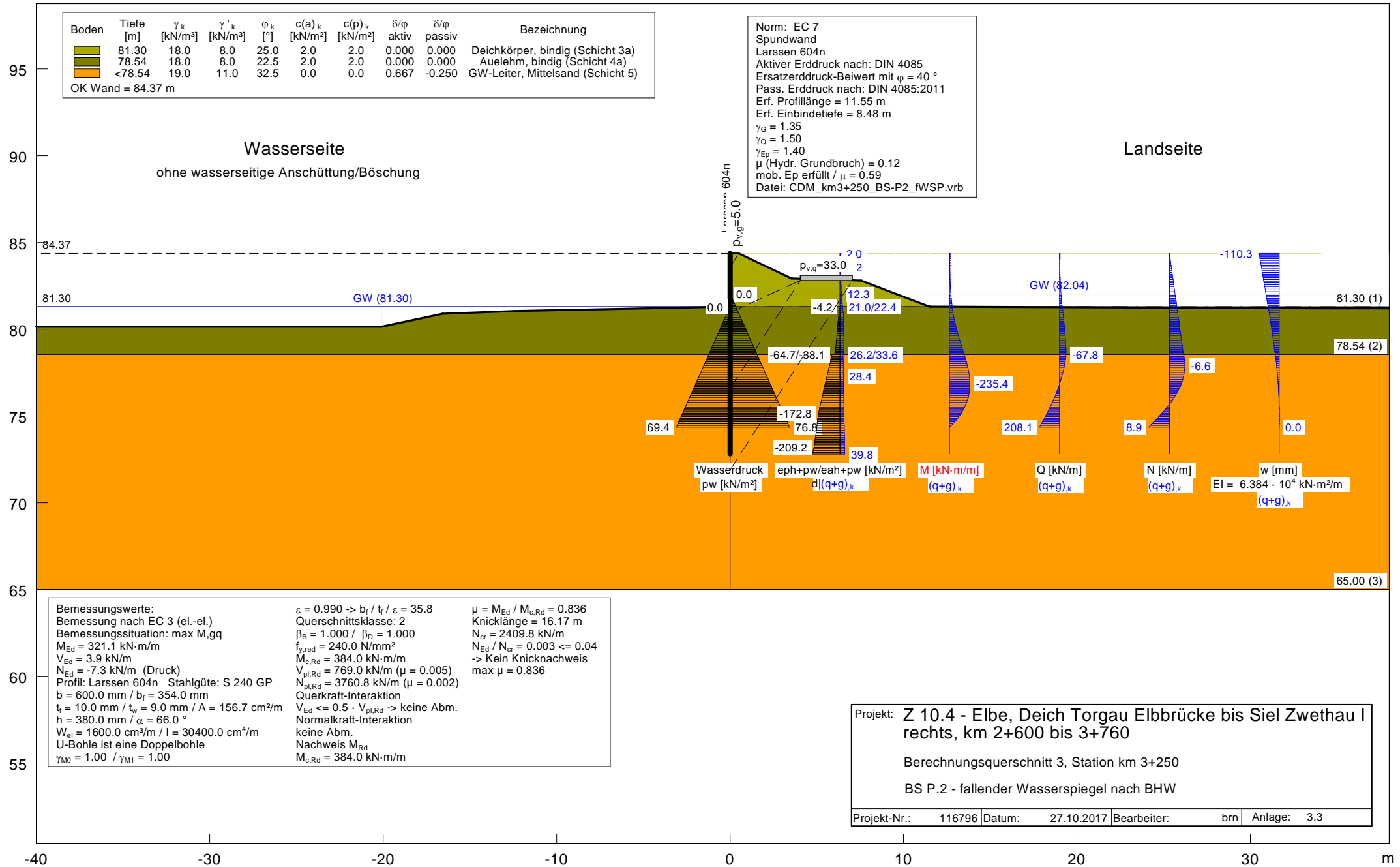
m NHN



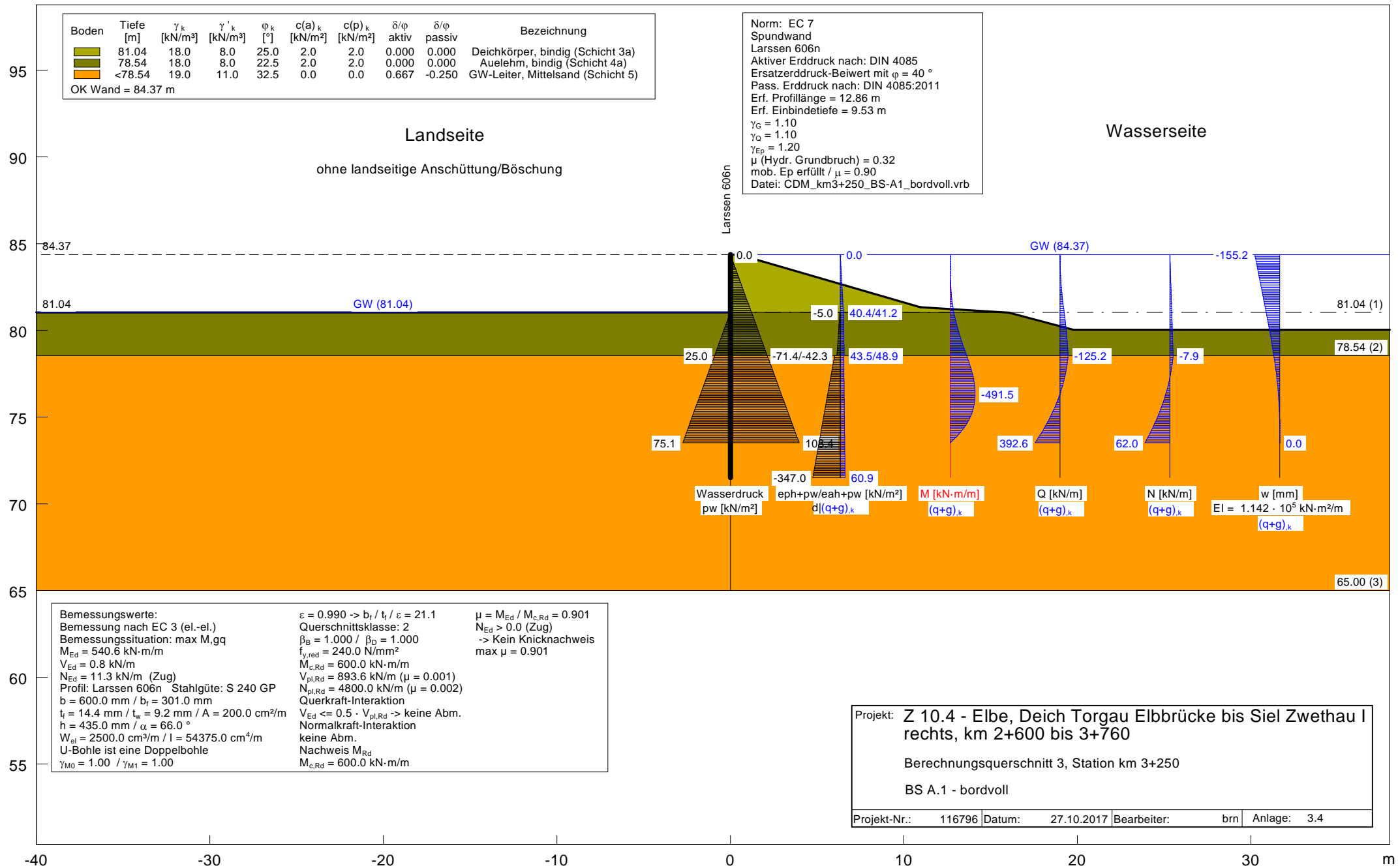
m NHN



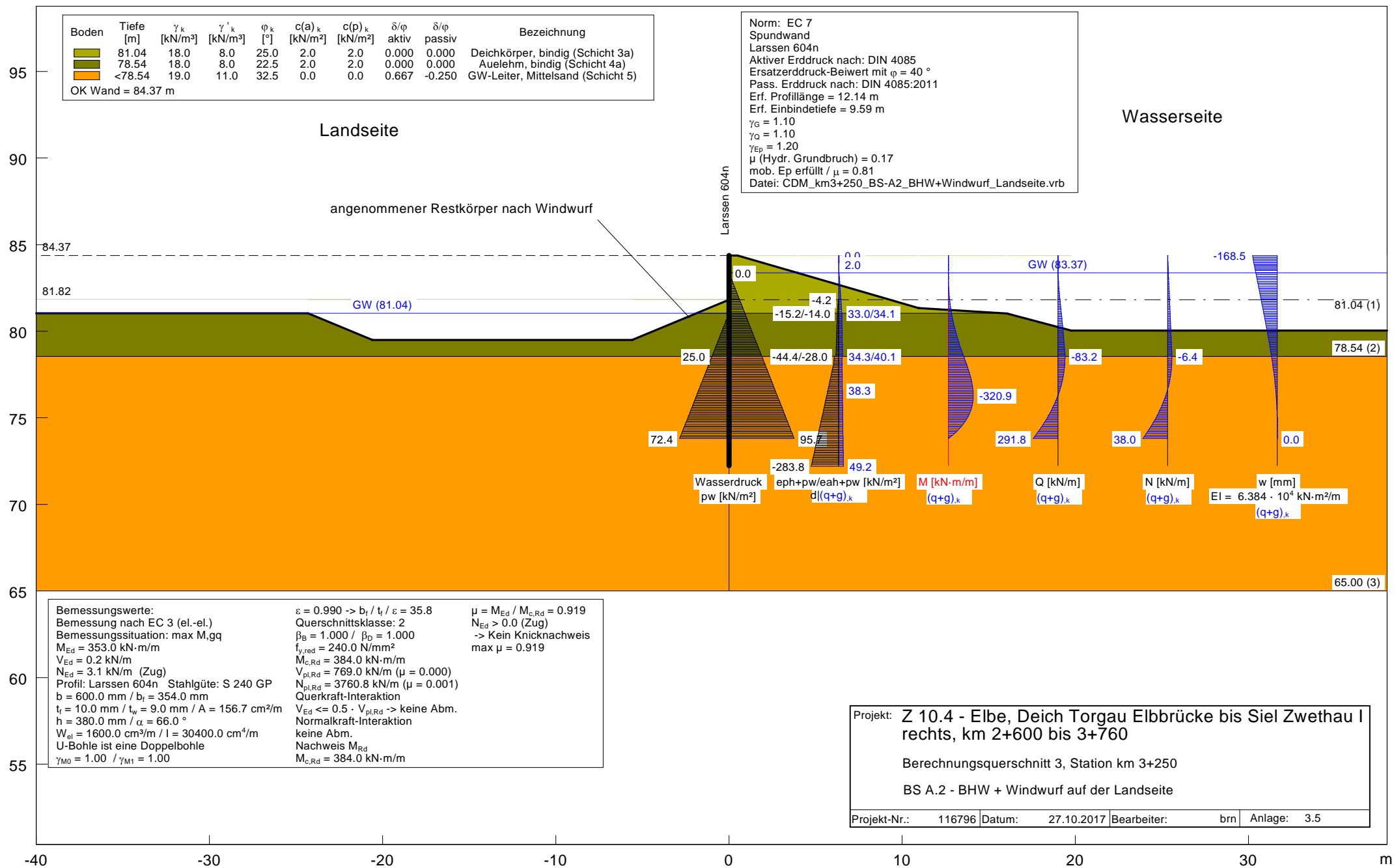
m NHN



m NHN

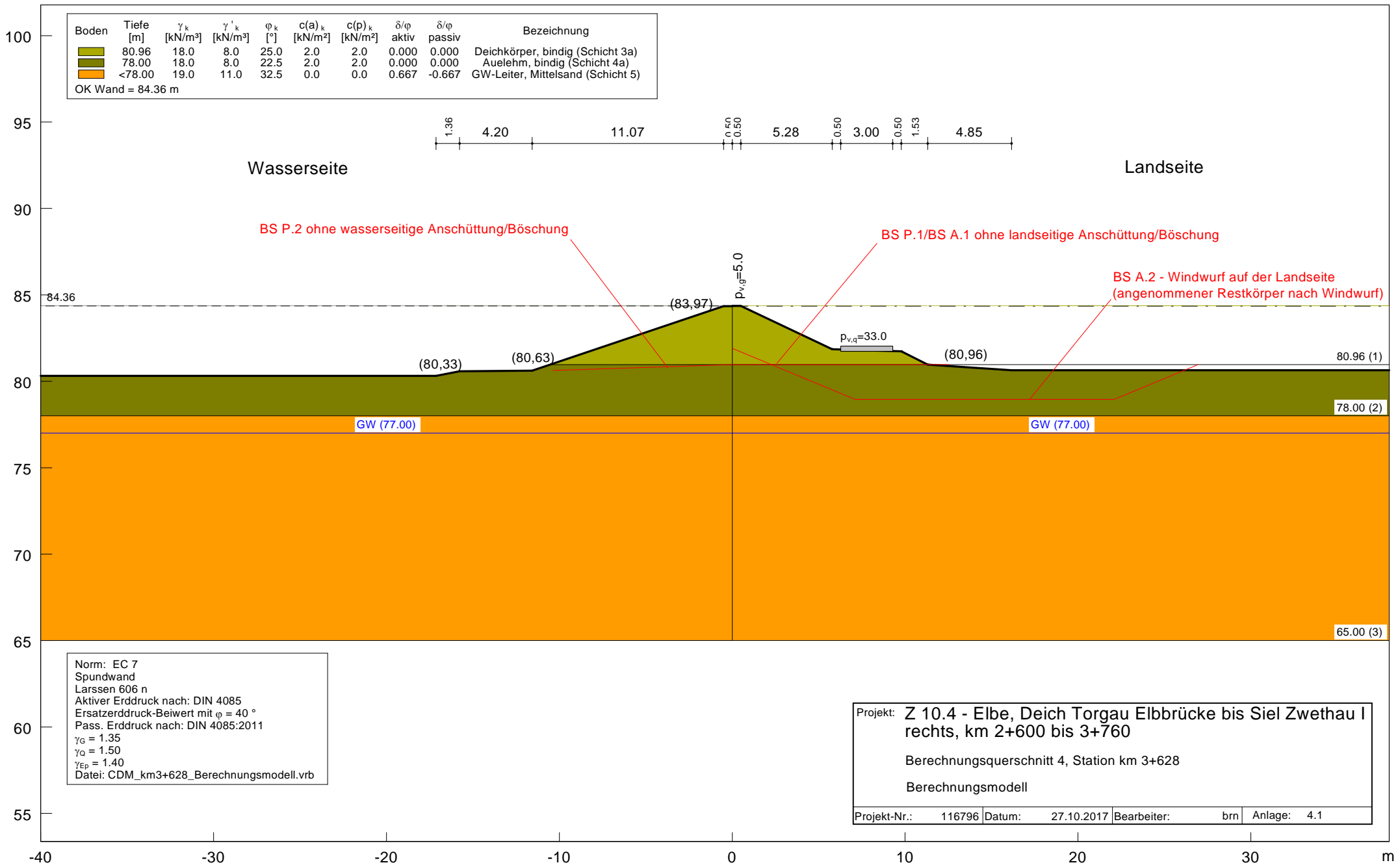


m NHN

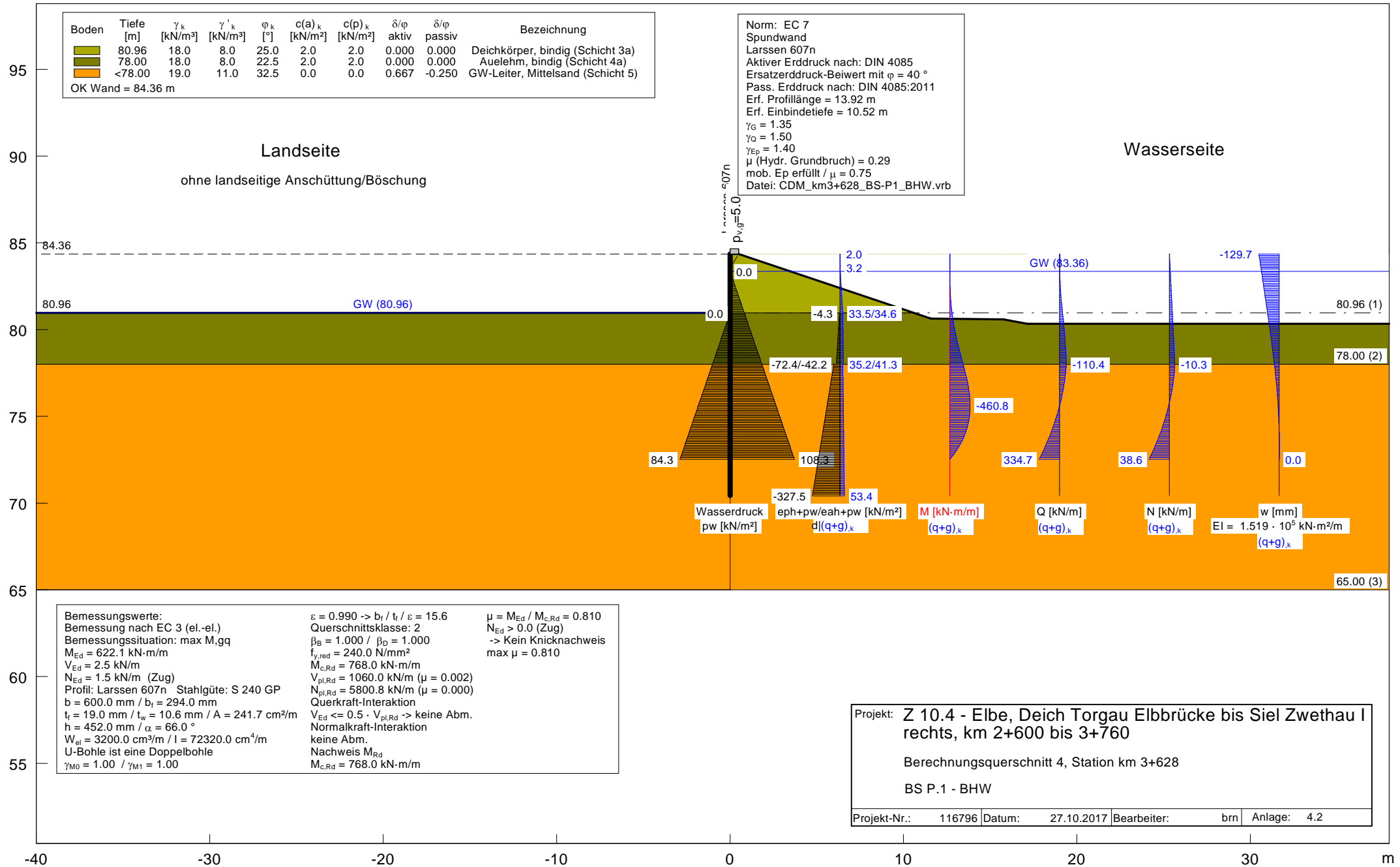


ANLAGE 4 BERECHNUNGSERGEBNISSE
BQ 4, KM 3+628

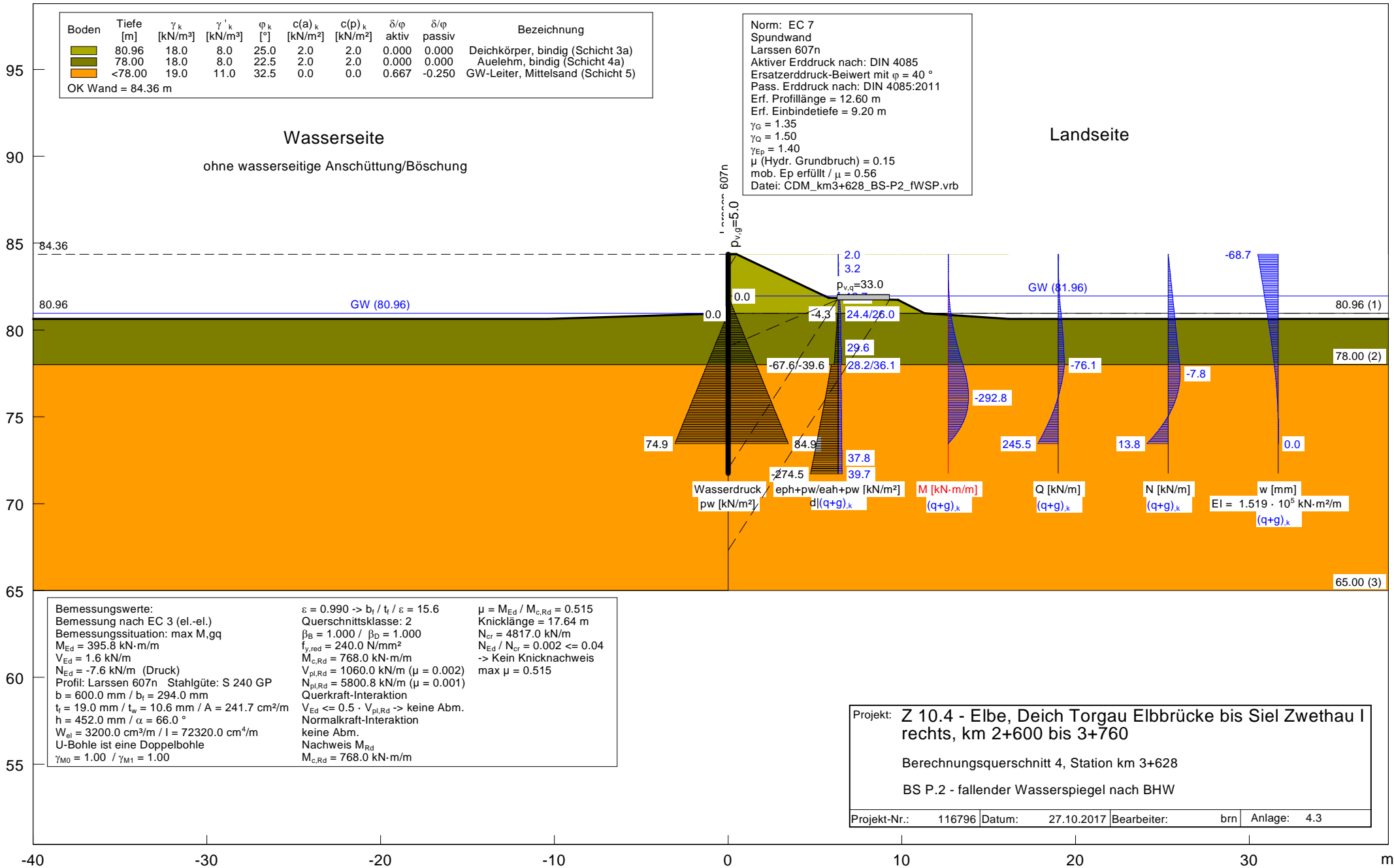
m NHN



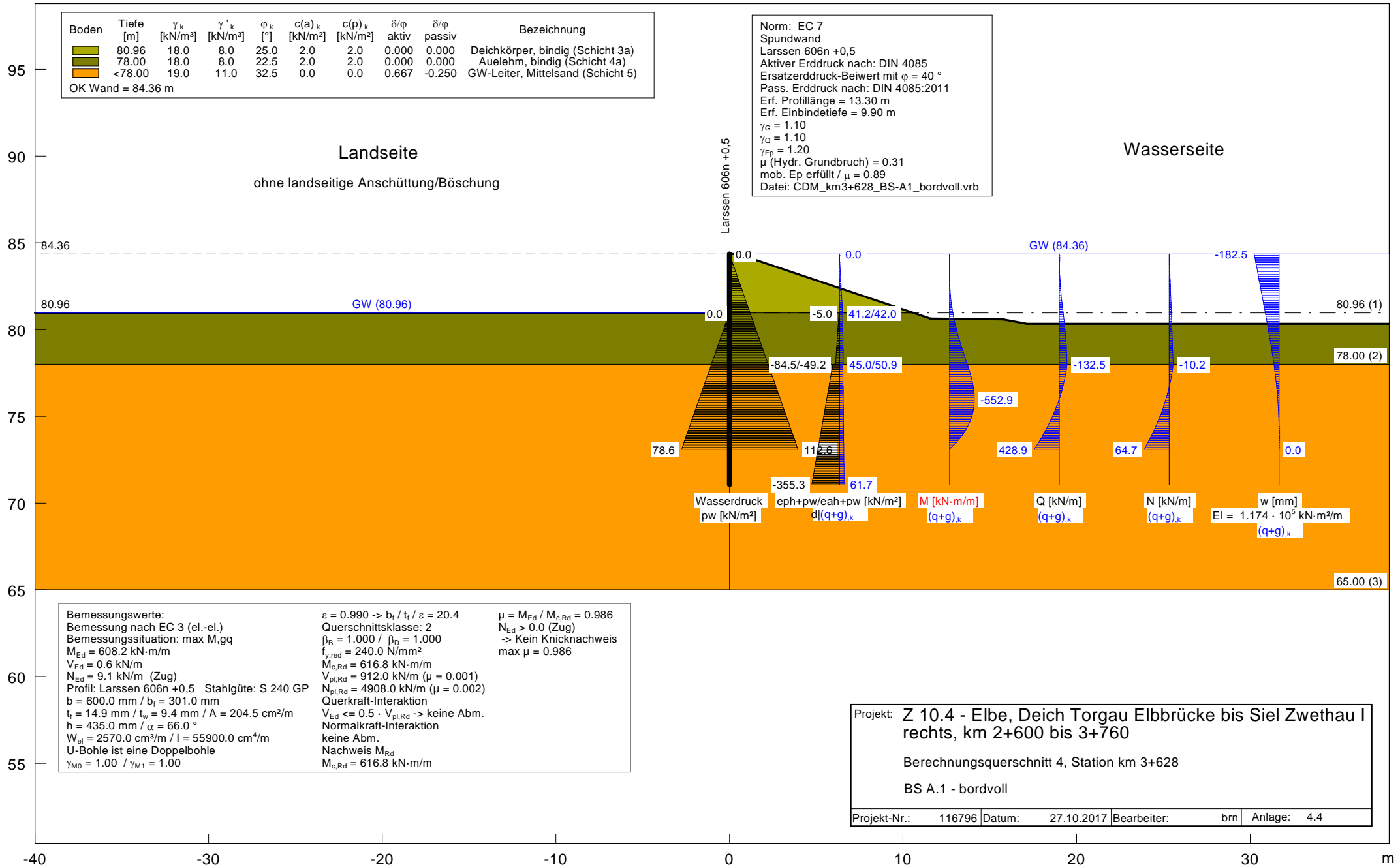
m NHN



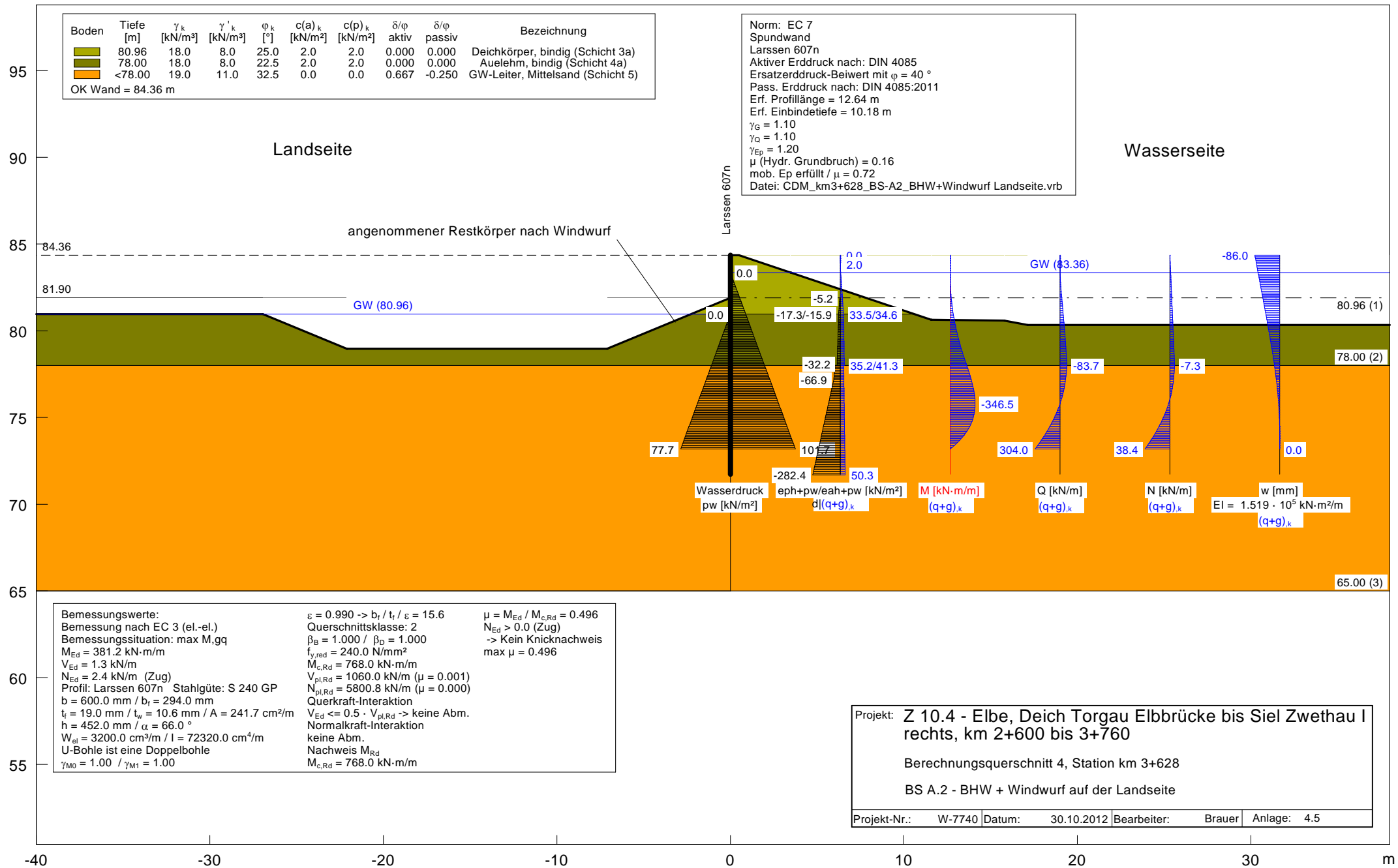
m NHN



m NHN

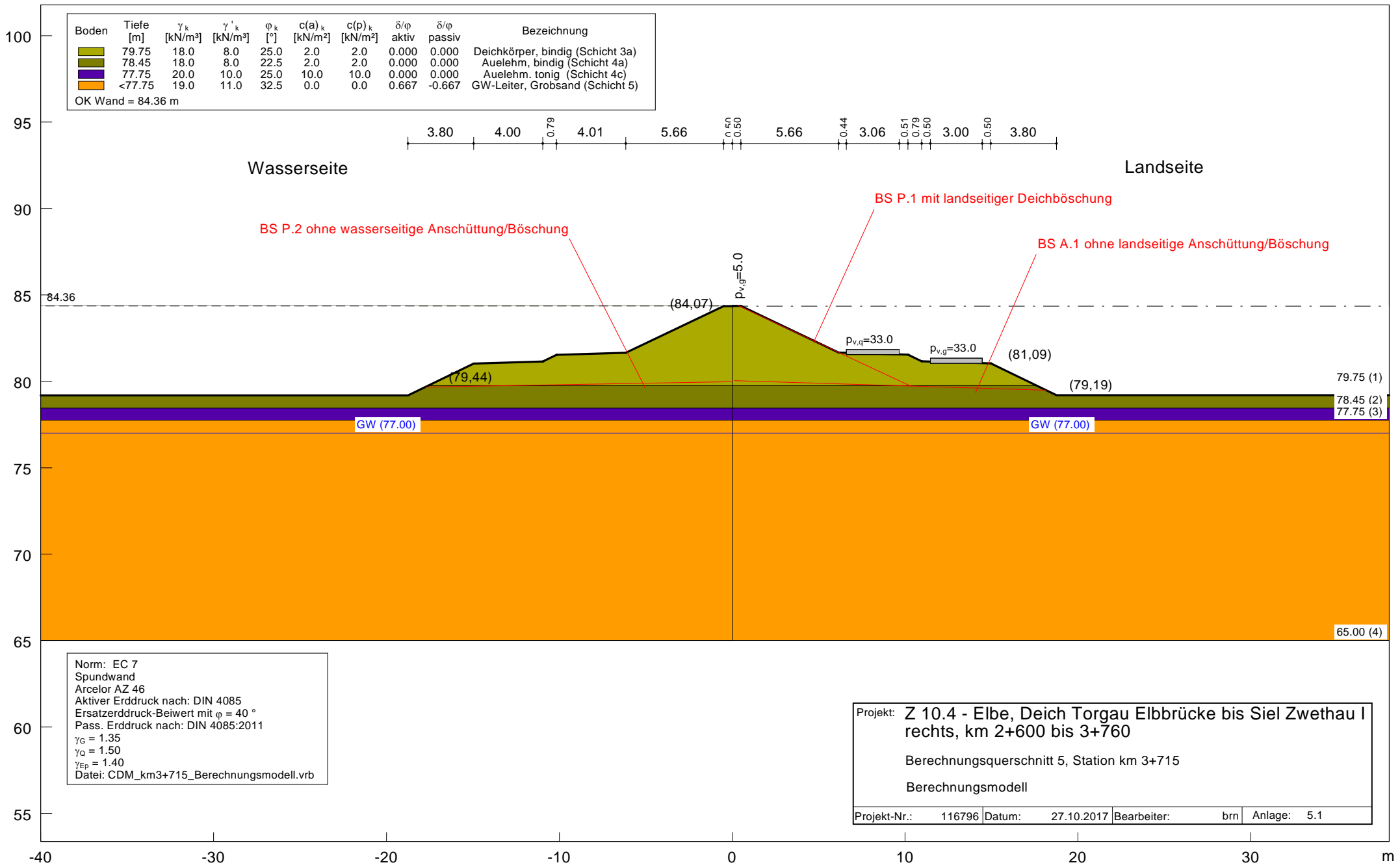


m NHN

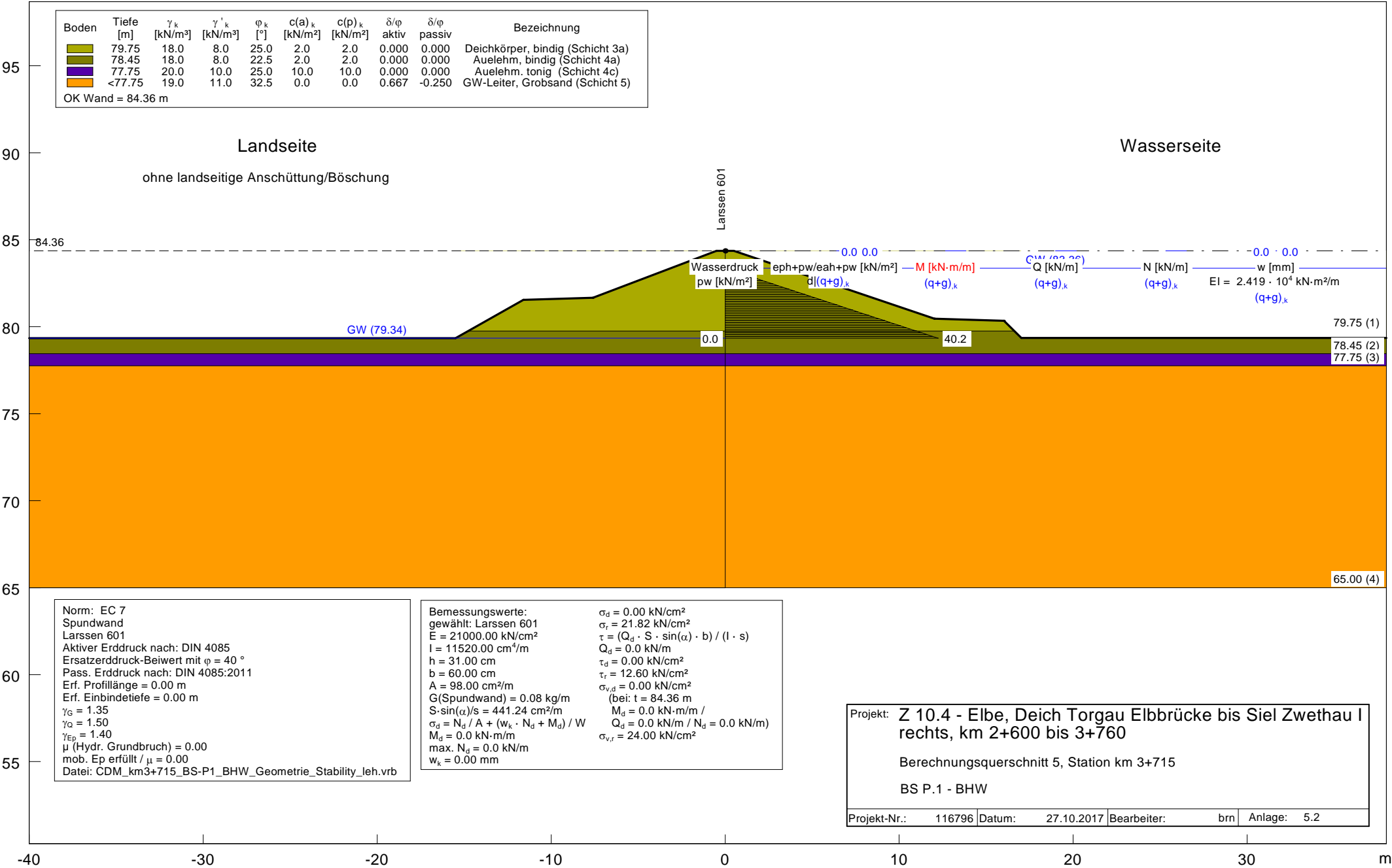


ANLAGE 5 BERECHNUNGSERGEBNISSE
BQ 5, KM 3+715

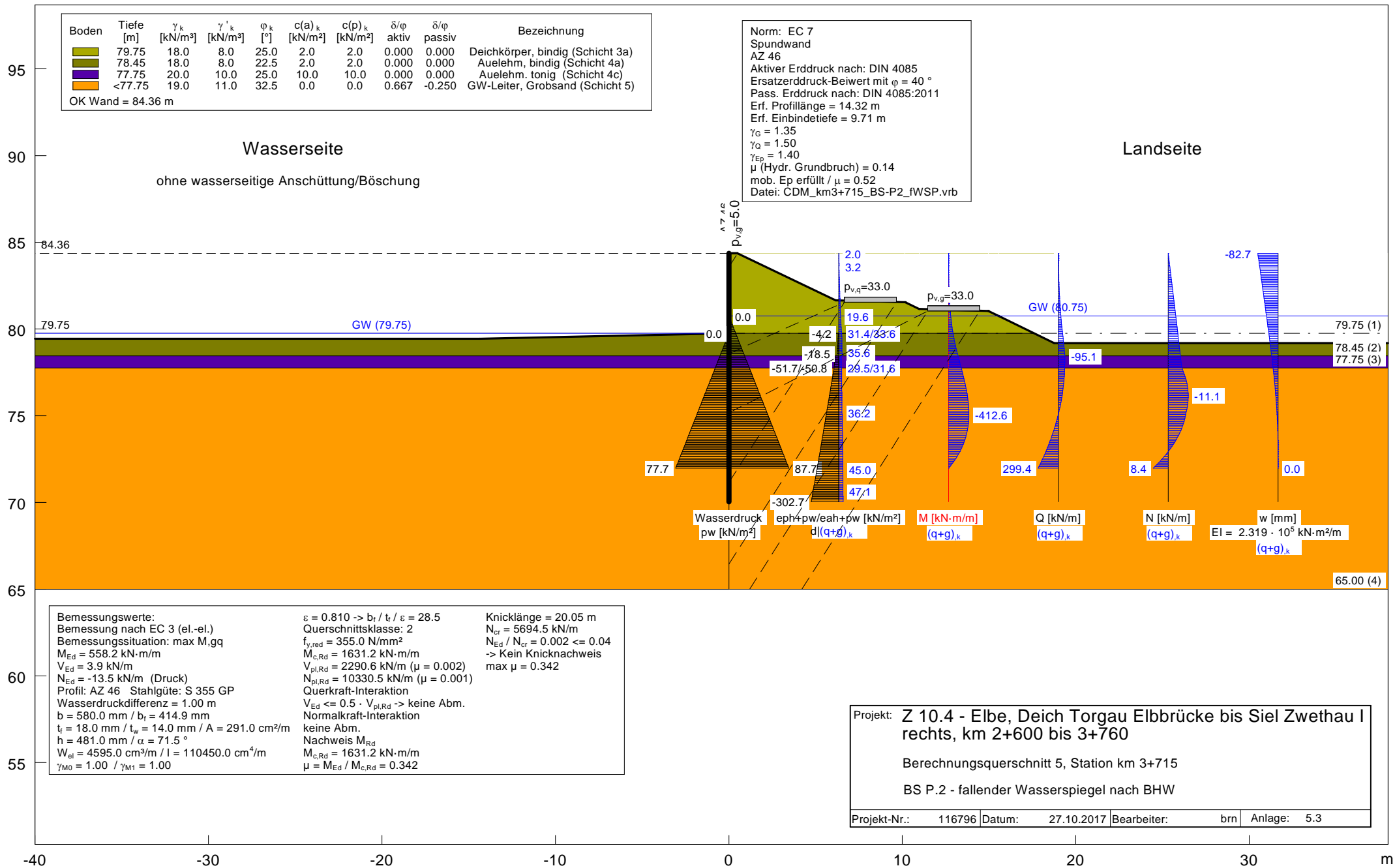
m NHN



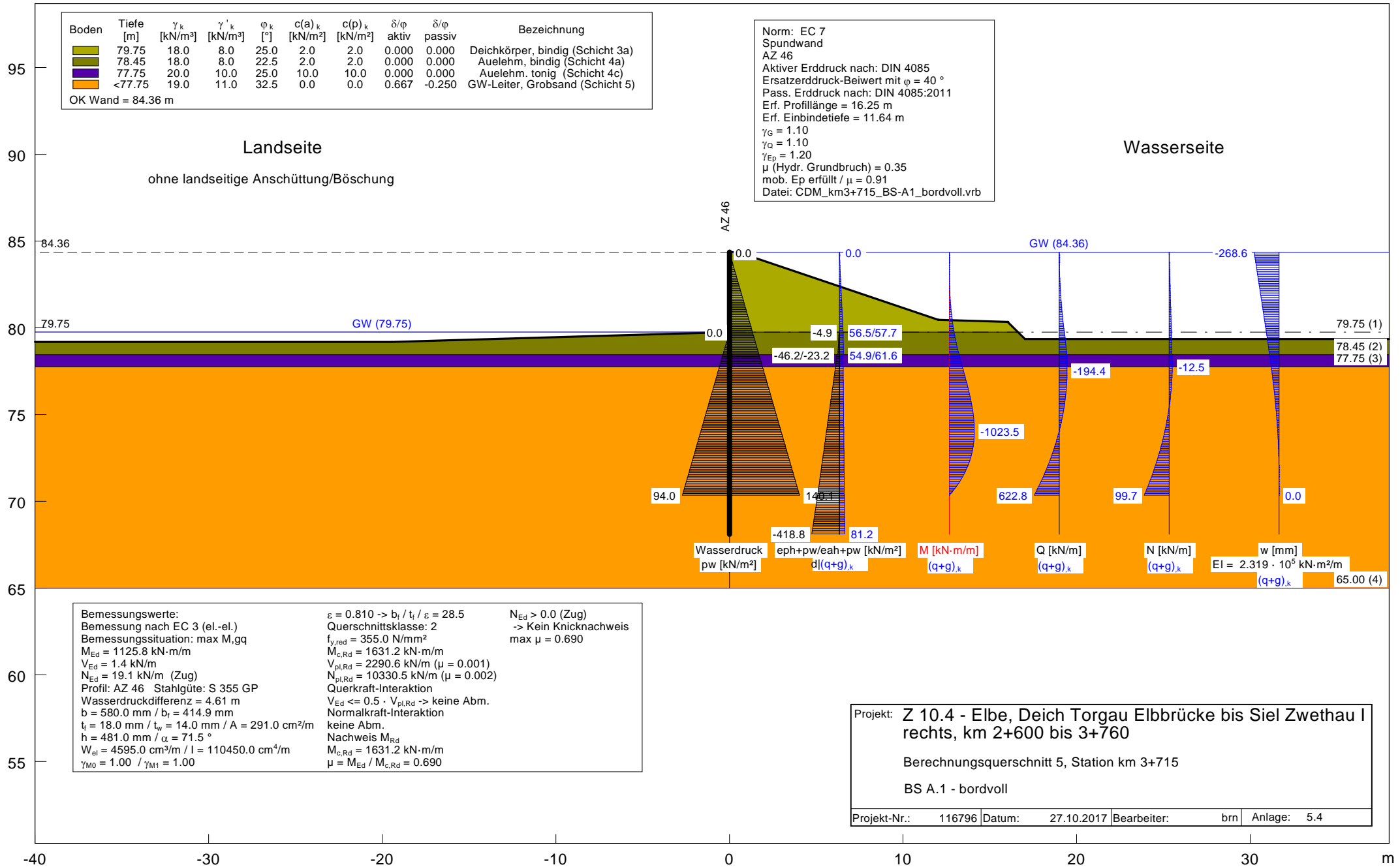
m NHN



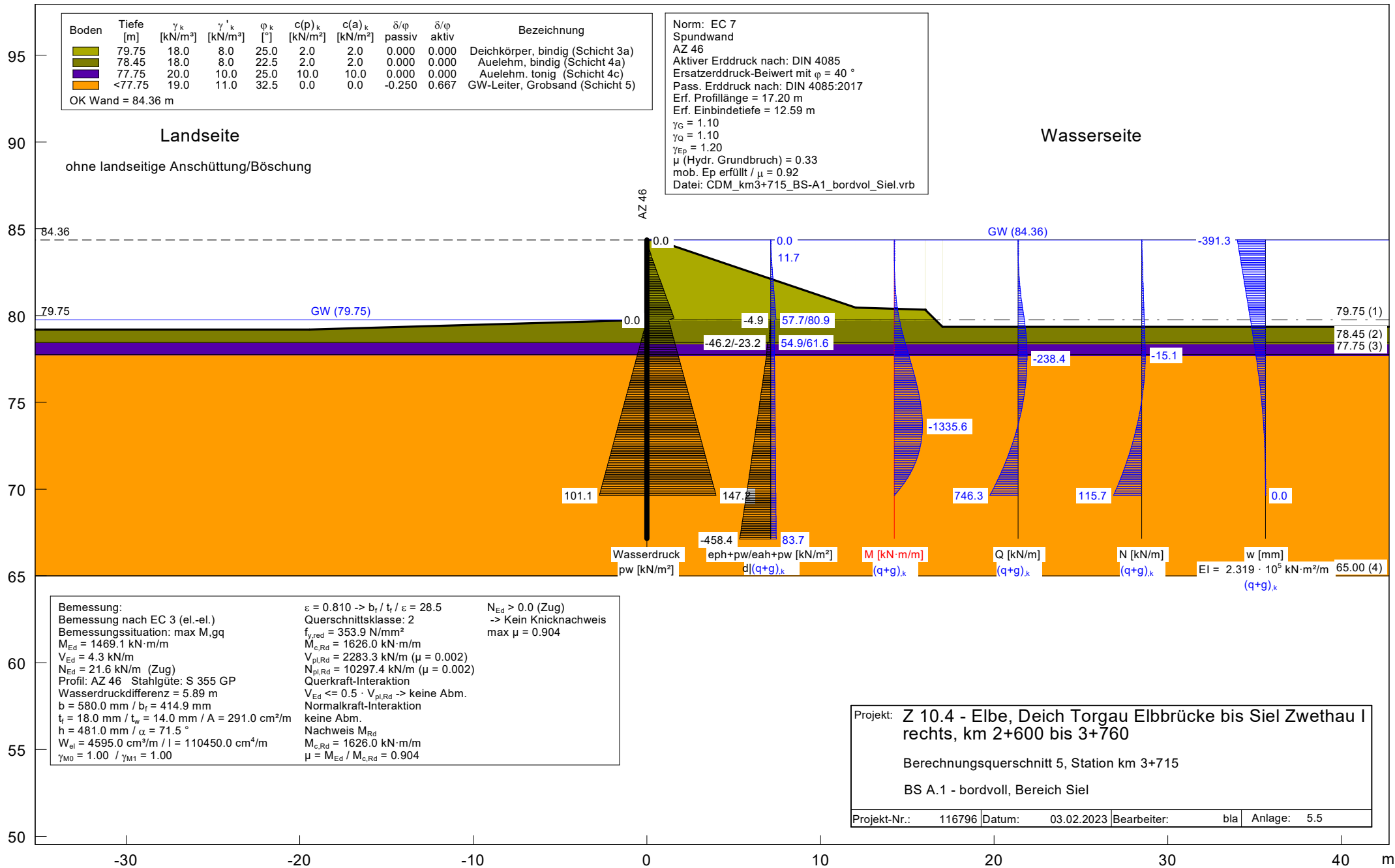
m NHN



m NHN

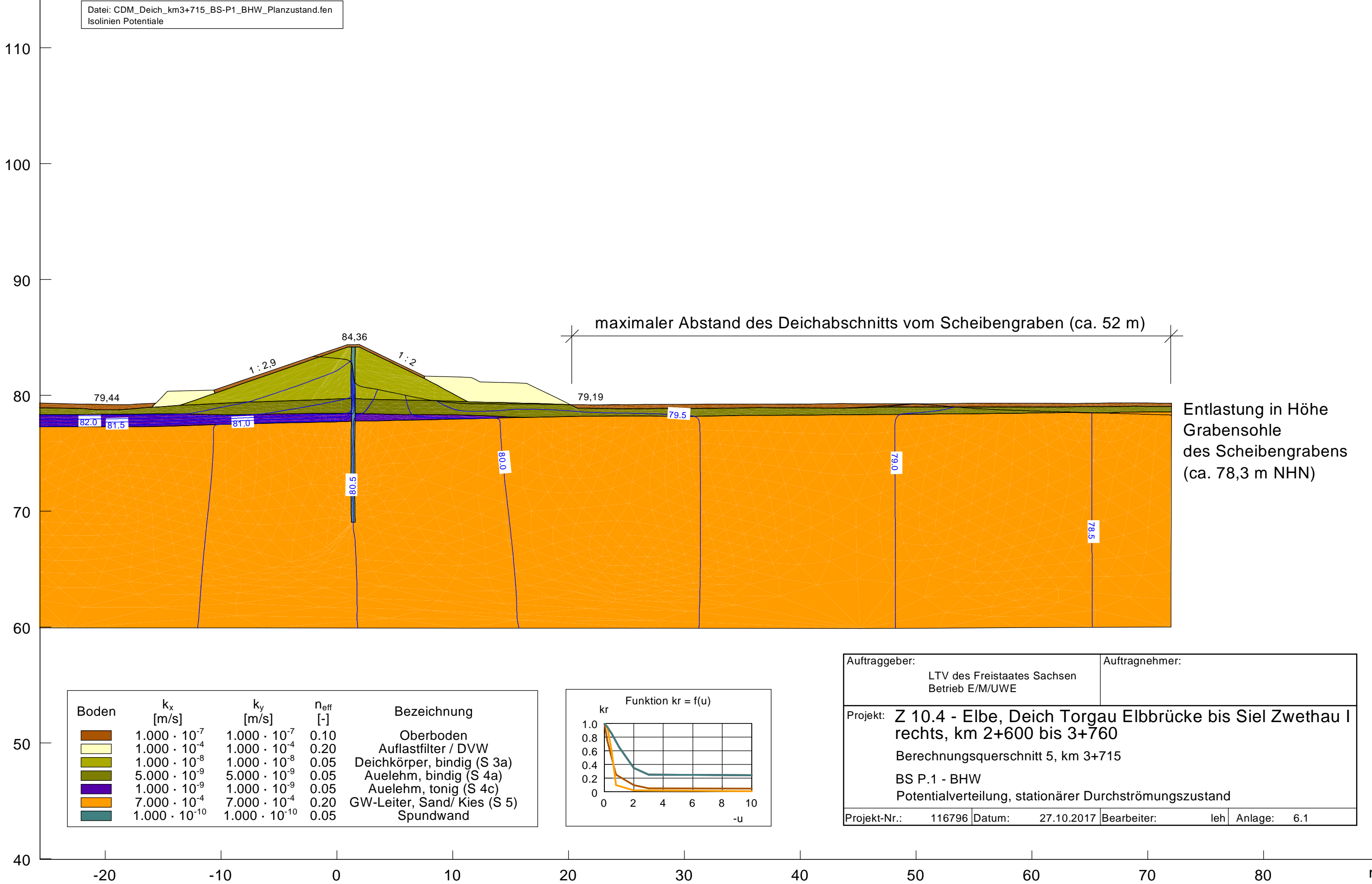


m NHN



**ANLAGE 6 BERECHNUNGSERGEBNISSE
BQ 5, KM 3+715,
UNTERSUCHUNGEN
BÖSCHUNGSSTANDSICHER-
HEIT**








m NHN

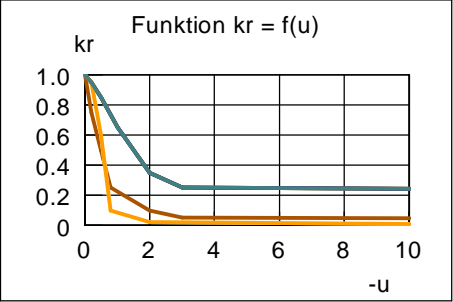


Datei: CDM_Deich_km3+715_BS-P1_BHW_Planzustand.fen
 Isolinien Potentiale

maximaler Abstand des Deichabschnitts vom Scheibengraben (ca. 52 m)

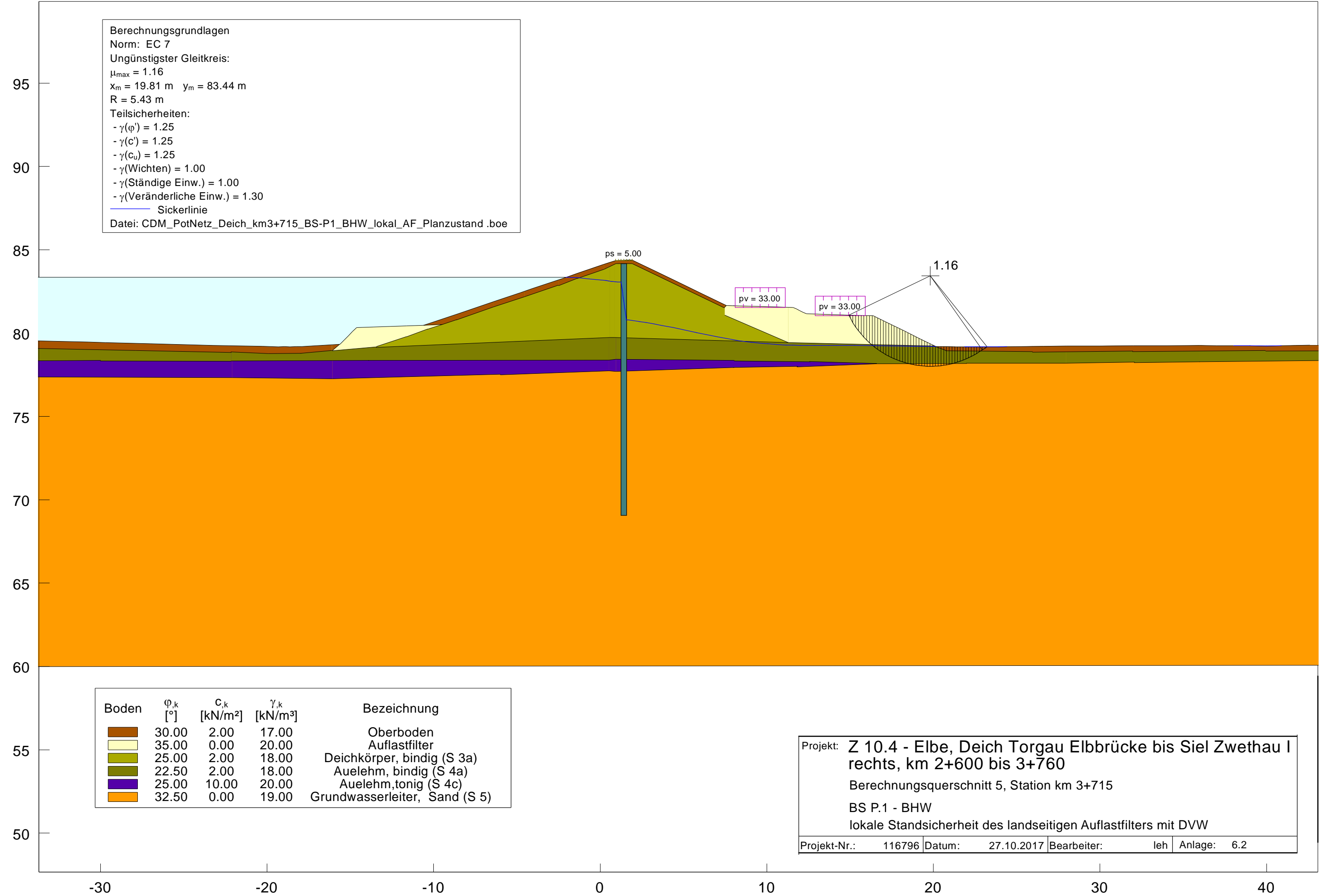
Entlastung in Höhe
 Grabensohle
 des Scheibengrabens
 (ca. 78,3 m NHN)







Boden	k_x [m/s]	k_y [m/s]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$1.000 \cdot 10^{-7}$	$1.000 \cdot 10^{-7}$	0.10	Oberboden
	$1.000 \cdot 10^{-4}$	$1.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	Auflastfilter / DVW
	$1.000 \cdot 10^{-8}$	$1.000 \cdot 10^{-8}$	0.05	Deichkörper, bindig (S 3a)
	$5.000 \cdot 10^{-9}$	$5.000 \cdot 10^{-9}$	0.05	Auelehm, bindig (S 4a)
	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.05	Auelehm, tonig (S 4c)
	$7.000 \cdot 10^{-4}$	$7.000 \cdot 10^{-4}$	0.20	GW-Leiter, Sand/ Kies (S 5)
	$1.000 \cdot 10^{-10}$	$1.000 \cdot 10^{-10}$	0.05	Spundwand



Auftraggeber: LTV des Freistaates Sachsen Betrieb E/M/UWE		Auftragnehmer:	
Projekt: Z 10.4 - Elbe, Deich Torgau Elbbrücke bis Siel Zwethau I rechts, km 2+600 bis 3+760 Berechnungsquerschnitt 5, km 3+715 BS P.1 - BHW Potentialverteilung, stationärer Durchströmungszustand			
Projekt-Nr.:	116796	Datum:	27.10.2017
Bearbeiter:	leh	Anlage:	6.1

m NHN



Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m ²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	2.00	17.00	Oberboden
	35.00	0.00	20.00	Auflastfilter
	25.00	2.00	18.00	Deichkörper, bindig (S 3a)
	22.50	2.00	18.00	Auelehm, bindig (S 4a)
	25.00	10.00	20.00	Auelehm, tonig (S 4c)
	32.50	0.00	19.00	Grundwasserleiter, Sand (S 5)

Projekt: Z 10.4 - Elbe, Deich Torgau Elbbrücke bis Siel Zwethau I rechts, km 2+600 bis 3+760 Berechnungsquerschnitt 5, Station km 3+715 BS P.1 - BHW lokale Standsicherheit des landseitigen Auflastfilters mit DVW				
Projekt-Nr.:	116796	Datum:	27.10.2017	Bearbeiter: leh Anlage: 6.2

m NHN

Berechnungsgrundlagen

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.95$

$x_m = 15.01\text{ m}$ $y_m = 83.07\text{ m}$

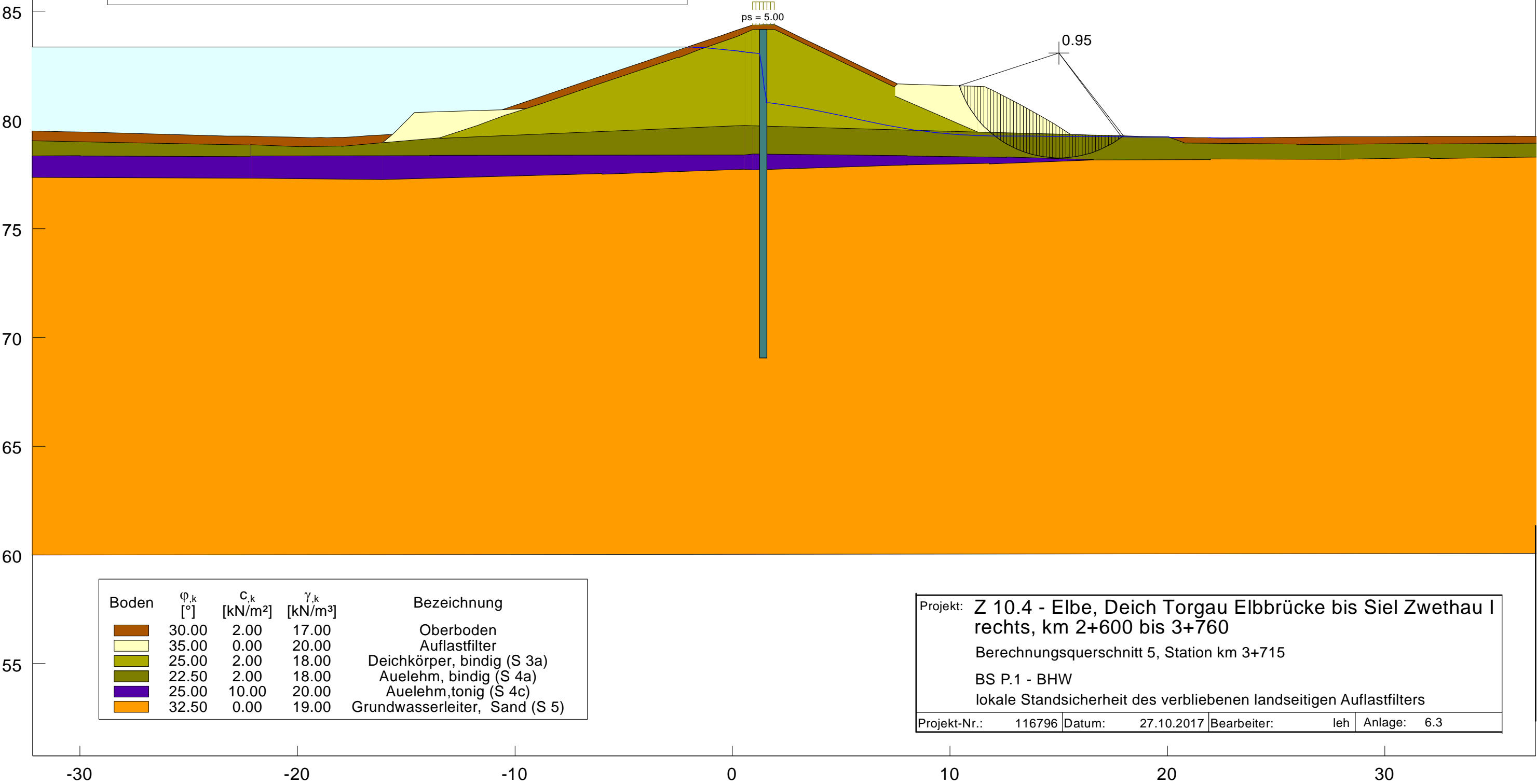
$R = 4.82\text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

— Sickerlinie

Datei: CDM_PotNetz_Deich_km3+715_BS-P1_BHW_lokal_AF_Planzustand_zweiter_Schritt.boe



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	30.00	2.00	17.00	Oberboden
	35.00	0.00	20.00	Auflastfilter
	25.00	2.00	18.00	Deichkörper, bindig (S 3a)
	22.50	2.00	18.00	Auelehm, bindig (S 4a)
	25.00	10.00	20.00	Auelehm, tonig (S 4c)
	32.50	0.00	19.00	Grundwasserleiter, Sand (S 5)

Projekt: **Z 10.4 - Elbe, Deich Torgau Elbbrücke bis Siel Zwethau I**
rechts, km 2+600 bis 3+760

Berechnungsquerschnitt 5, Station km 3+715

BS P.1 - BHW

lokale Standsicherheit des verbliebenen landseitigen Auflastfilters

Projekt-Nr.:	116796	Datum:	27.10.2017	Bearbeiter:	leh	Anlage:	6.3
--------------	--------	--------	------------	-------------	-----	---------	-----

m NHN

Berechnungsgrundlagen

Norm: EC 7

Ungünstigster Gleitkreis:

$\mu_{\max} = 0.82$

$x_m = 7.34\text{ m}$ $y_m = 89.43\text{ m}$

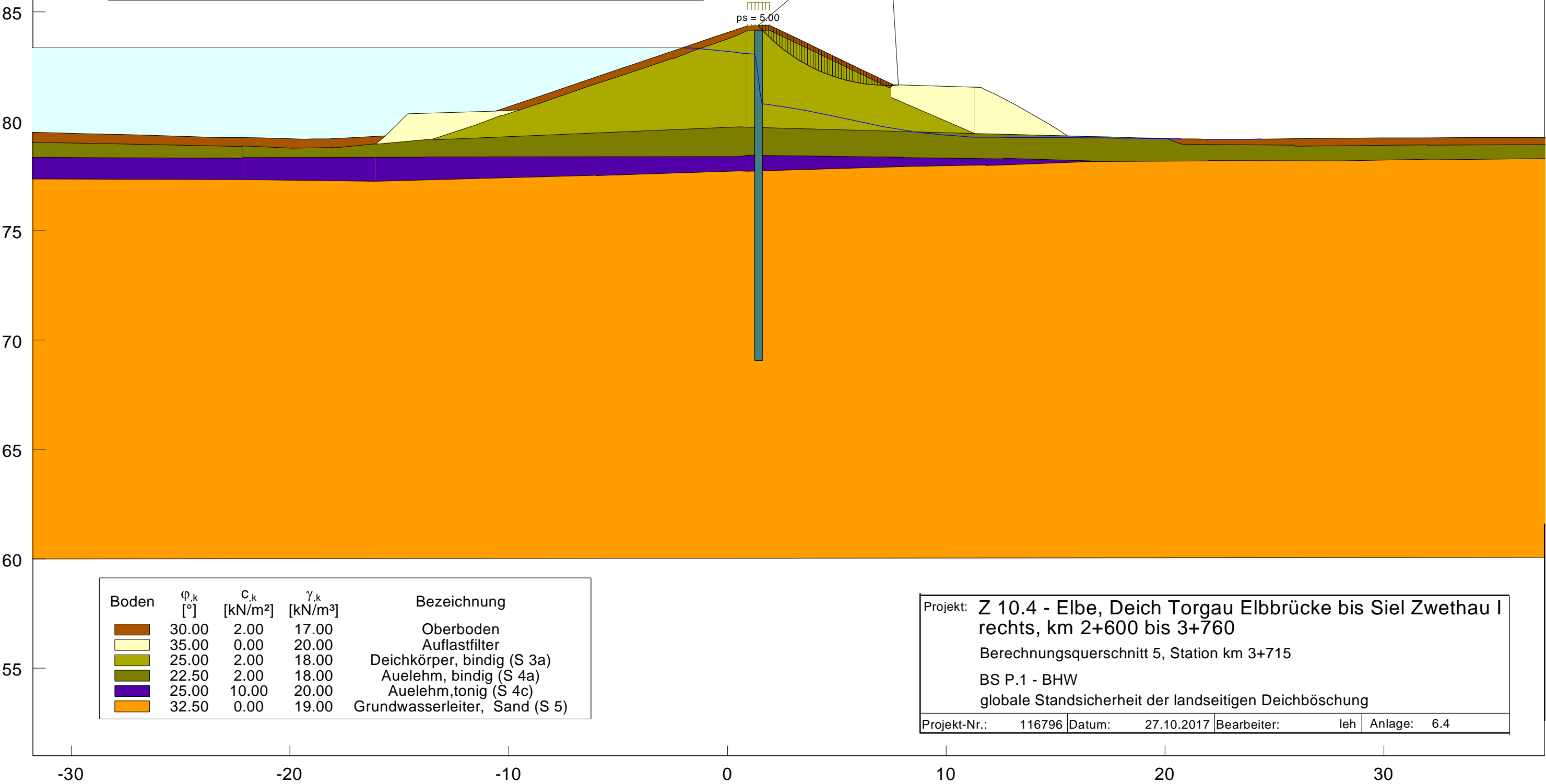
$R = 7.79\text{ m}$

Teilsicherheiten:

- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$

— Sickerlinie

Datei: CDM_PotNetz_Deich_km3+715_BS-P1_BHW_global_DB_Planzustand_dritter_Versuch.boe



Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m ²]	γ_k [kN/m ³]	Bezeichnung
	30.00	2.00	17.00	Oberboden
	35.00	0.00	20.00	Auflastfilter
	25.00	2.00	18.00	Deichkörper, bindig (S 3a)
	22.50	2.00	18.00	Auelehm, bindig (S 4a)
	25.00	10.00	20.00	Auelehm, tonig (S 4c)
	32.50	0.00	19.00	Grundwasserleiter, Sand (S 5)

Projekt: **Z 10.4 - Elbe, Deich Torgau Elbbrücke bis Siel Zwethau I rechts, km 2+600 bis 3+760**

Berechnungsquerschnitt 5, Station km 3+715

BS P.1 - BHW

globale Standsicherheit der landseitigen Deichböschung

Projekt-Nr.:	116796	Datum:	27.10.2017	Bearbeiter:	leh	Anlage:	6.4
--------------	--------	--------	------------	-------------	-----	---------	-----

m NHN

95
90
85
80
75
70
65
60
55
50

Berechnungsgrundlagen
Norm: EC 7
Ungünstigster Gleitkreis:
 $\mu_{\max} = 1.19$
 $x_m = -8.54 \text{ m}$ $y_m = 88.83 \text{ m}$
 $R = 8.87 \text{ m}$
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi') = 1.25$
- $\gamma(c') = 1.25$
- $\gamma(c_u) = 1.25$
- $\gamma(\text{Wichten}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Ständige Einw.}) = 1.00$
- $\gamma(\text{Veränderliche Einw.}) = 1.30$
Datei: CDM_Deich_km3+715_BS-P2_fWSP_global_DB_Planzustand.boe

1.19

ps = 5.00

pv = 33.00

pv = 33.00

Boden	φ_k [°]	c_k [kN/m²]	γ_k [kN/m³]	Bezeichnung
	30.00	2.00	17.00	Oberboden
	35.00	0.00	20.00	Auflastfilter
	25.00	2.00	18.00	Deichkörper, bindig (S 3a)
	22.50	2.00	18.00	Auelehm, bindig (S 4a)
	25.00	10.00	20.00	Auelehm,tonig (S 4c)
	32.50	0.00	19.00	Grundwasserleiter, Sand (S 5)

Projekt: Z 10.4 - Elbe, Deich Torgau Elbbrücke bis Siel Zwethau I				
rechts, km 2+600 bis 3+760				
Berechnungsquerschnitt 5, Station km 3+715				
BS P.2 - fallender Wasserspiegel nach BHW				
globale Standsicherheit der wasserseitigen Deichböschung				
Projekt-Nr.:	116796	Datum:	27.10.2017	Bearbeiter: leh
Anlage:	6.5			

m

ANLAGE 7	BERECHNUNG DVW
Anlage 7.1	Böschung, 2+800

Eingabedatei: \\cdmeu.internal.cdm.com\Region\Germany\Offices\Leipzig\Projects\116500-116999\116796\400 Bearbeitung\420 - Tragwerksplanung\Berechnungen CDMSmith\Erg_DVW\Böschu

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3
 Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		DVW
Innere Reibung cal φ'	[Grad]	35.00
Kohäsion cal c'	[kN/m ²]	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0

Geländeverlauf und Schichten					
x [m]		0.00	0.90	3.67	10.00
z Gelände		0.00	0.00	0.99	0.99
z Schicht	DVW	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels	
x [m]	z [m]
-0.70	0.00
8.60	0.00
10.00	0.00

Streckenlasten							
Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge							
Lastfall	q	x_A	x_E	z_Q	γ	ψ	
1	Q	33.0	4.0	7.0	0.99	1.30	1.00

Lamellenbreiten		
Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	1.00

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3									
γ -	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.10	1.25

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränirt c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Fester Gleitkreis: $x_M = 1.90$ m, $z_M = 3.16$ m, $R = 3.60$ m

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

Gleitkörper von $x = 0.18$ bis 4.77 m

Gleitkreis: $x_M = 1.90$ m, $z_M = 3.16$ m, $R = 3.60$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
0.62	0.76	2.98	0.00	0.00	35.00	0.0	-20.85
1.50	1.00	12.29	0.00	0.00	35.00	0.0	-6.38
2.50	1.00	18.87	0.00	0.00	35.00	0.0	9.59
3.50	1.00	19.12	1.29	0.00	35.00	0.0	26.39
4.39	0.77	6.26	33.14	0.00	35.00	0.0	43.68
x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu					
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]					
0.62	2.04	0.00			$R \cdot T_i$		$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
					[kNm/m]		[kNm/m]
0.62	2.04	0.00			3.73		-3.82
1.50	4.18	0.00			17.36		-4.91
2.50	3.90	0.00			28.39		11.32
3.50	0.65	0.00			36.15		32.65
4.39	0.00	0.00			76.14		97.96

Summen:

161.78

133.19

Ansatz des Erdwiderstands bei $x = 0.24$ m:

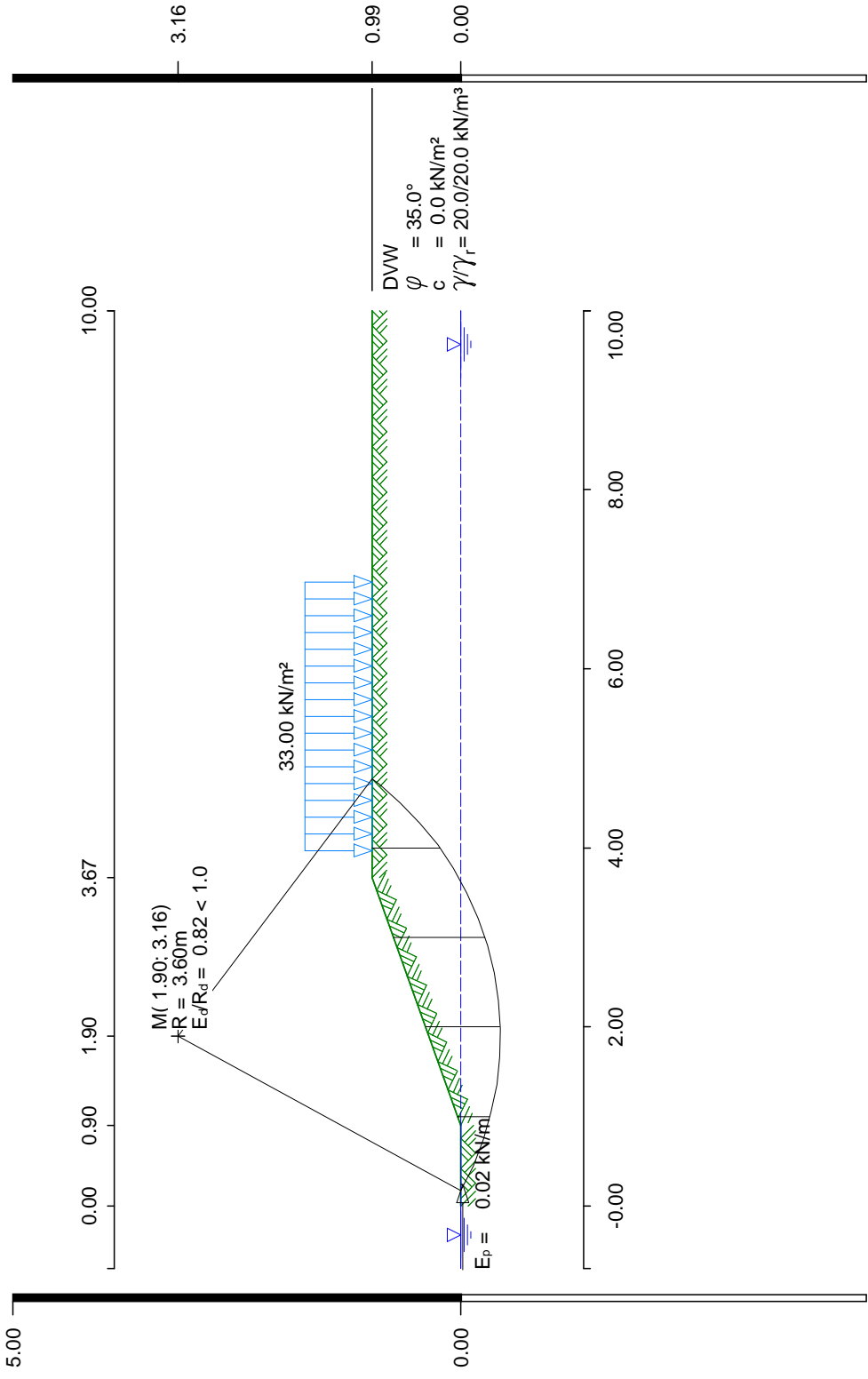
Kraft E_p	Hebelarm	Wasserdruck W	Hebelarm	$M_{rückh.}$	$M_{abtr.}$
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.02	3.18	0.01	3.18	0.05	-0.02

Einwirkungen $E_d = 133.17$ kN

Widerstände $R_d = 161.83$ kN

$E_d/R_d = 0.82 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***



Anlage 7.2 Böschung, 3+058.799

Eingabedatei: \\cdmeu.internal.cdm.com\Region\Germany\Offices\Leipzig\Projects\116500-116999\116796\400 Bearbeitung\420 - Tragwerksplanung\Berechnungen CDMSmith\Erg_DVW\Bösch

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3
 Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		DVW
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	35.00
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0

Geländeverlauf und Schichten					
x [m]		0.00	0.90	4.05	10.00
z Gelände		0.00	0.00	2.25	2.25
z Schicht	DVW	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels	
x [m]	z [m]
-0.70	0.00
8.60	0.00
10.00	0.00

Streckenlasten							
Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge							
Lastfall	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ	
1	Q	33.0	4.4	7.4	2.25	1.30	1.00

Lamellenbreiten		
Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.50

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3									
γ-	G	Q	W	E	φ	c	c _u	R _a	R _b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.10	1.25

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
c _u	Kohäsion undränirt c _u
R _a	Anker
R _b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Fester Gleitkreis: $x_M = 2.21$ m, $z_M = 4.54$ m, $R = 4.91$ m

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

Gleitkörper von $x = 0.34$ bis 6.55 m

Gleitkreis: $x_M = 2.21$ m, $z_M = 4.54$ m, $R = 4.91$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
0.42	0.16	0.10	0.00	0.00	35.00	0.0	-21.38
0.75	0.50	1.52	0.00	0.00	35.00	0.0	-17.30
1.25	0.50	5.22	0.00	0.00	35.00	0.0	-11.28
1.75	0.50	9.52	0.00	0.00	35.00	0.0	-5.38
2.25	0.50	13.31	0.00	0.00	35.00	0.0	0.47
2.75	0.50	16.58	0.00	0.00	35.00	0.0	6.31
3.25	0.50	19.34	0.00	0.00	35.00	0.0	12.23
3.75	0.50	21.54	0.00	0.00	35.00	0.0	18.28
4.25	0.50	21.71	0.00	0.00	35.00	0.0	24.55
4.75	0.50	19.07	0.00	0.00	35.00	0.0	31.15
5.25	0.50	15.59	20.32	0.00	35.00	0.0	38.25
5.75	0.50	11.03	21.45	0.00	35.00	0.0	46.14
6.25	0.50	4.83	21.45	0.00	35.00	0.0	55.37
6.53	0.05	0.05	2.29	0.00	35.00	0.0	61.54

x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.42	0.32	0.00	0.18	-0.18
0.75	1.48	0.00	2.64	-2.22
1.25	2.75	0.00	11.92	-5.01
1.75	3.48	0.00	22.52	-4.38
2.25	3.70	0.00	31.40	0.53
2.75	3.40	0.00	39.10	8.96
3.25	2.59	0.00	45.98	20.11
3.75	1.22	0.00	52.31	33.18
4.25	0.00	0.00	53.80	44.28
4.75	0.00	0.00	47.47	48.43
5.25	0.00	0.00	91.18	109.18
5.75	0.00	0.00	85.88	114.97
6.25	0.00	0.00	74.93	106.16
6.53	0.00	0.00	7.15	10.09

Summen:

566.46

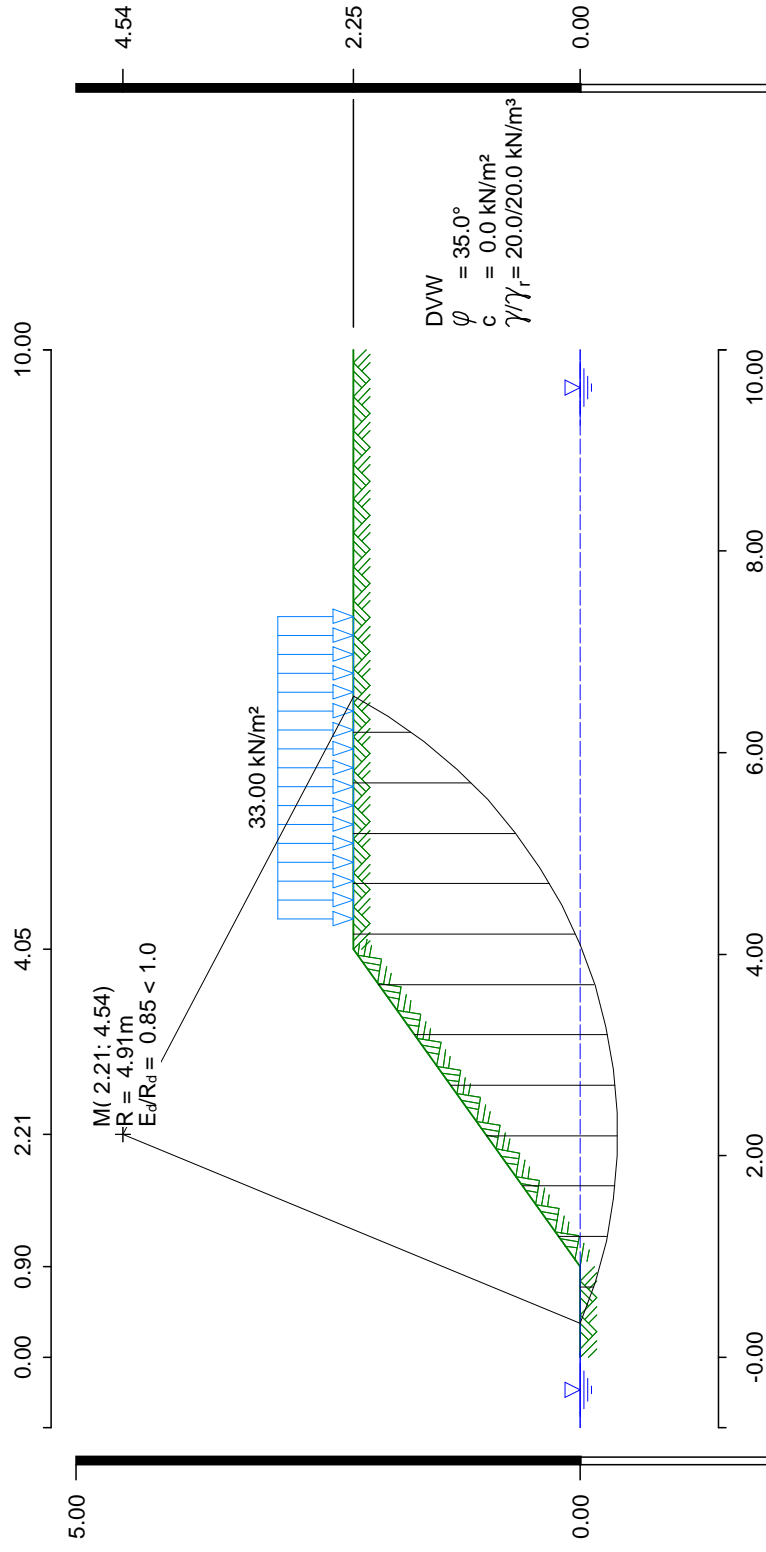
484.10

Einwirkungen $E_d = 484.10$ kN

Widerstände $R_d = 566.46$ kN

$E_d/R_d = 0.85 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***



Anlage 7.3 Böschung, 3+220

Eingabedatei: \\cdmeu.internal.cdm.com\Region\Germany\Offices\Leipzig\Projects\116500-116999\116796\400 Bearbeitung\420 - Tragwerksplanung\Berechnungen CDMSmith\Erg_DVW\Bösch

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3
 Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		DVW
Innere Reibung cal φ'	[Grad]	35.00
Kohäsion cal c'	[kN/m ²]	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0

Geländeverlauf und Schichten						
x [m]		-0.45	0.00	0.90	2.87	10.00
z Gelände		0.00	0.00	0.00	0.82	0.82
z Schicht	DVW	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-0.70	0.00
8.60	0.00
10.00	0.00

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

Lastfall	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ
1 Q	33.0	3.2	6.2	0.82	1.30	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ -	G	Q	W	E	φ	c	c _u	R _a	R _b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.10	1.25

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
c _u	Kohäsion undränirt c _u
R _a	Anker
R _b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Fester Gleitkreis: $x_M = 1.15 \text{ m}$, $z_M = 3.16 \text{ m}$, $R = 3.54 \text{ m}$

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

Gleitkörper von $x = -0.45$ bis 3.81 m

Gleitkreis: $x_M = 1.15 \text{ m}$, $z_M = 3.16 \text{ m}$, $R = 3.54 \text{ m}$

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
-0.35	0.20	0.18	0.00	0.00	35.00	0.0	-25.03
-0.13	0.25	0.71	0.00	0.00	35.00	0.0	-21.11
0.13	0.25	1.14	0.00	0.00	35.00	0.0	-16.83
0.38	0.25	1.46	0.00	0.00	35.00	0.0	-12.65
0.63	0.25	1.70	0.00	0.00	35.00	0.0	-8.53
0.88	0.25	1.88	0.00	0.00	35.00	0.0	-4.46
1.12	0.25	2.36	0.00	0.00	35.00	0.0	-0.40
1.38	0.25	2.85	0.00	0.00	35.00	0.0	3.64
1.62	0.25	3.24	0.00	0.00	35.00	0.0	7.71
1.87	0.25	3.55	0.00	0.00	35.00	0.0	11.82
2.12	0.25	3.76	0.00	0.00	35.00	0.0	15.99
2.37	0.25	3.87	0.00	0.00	35.00	0.0	20.25
2.63	0.25	3.87	0.00	0.00	35.00	0.0	24.62
2.88	0.25	3.69	0.00	0.00	35.00	0.0	29.16
3.13	0.25	2.98	2.98	0.00	35.00	0.0	33.91
3.38	0.25	2.06	10.72	0.00	35.00	0.0	38.94
3.63	0.25	0.94	10.72	0.00	35.00	0.0	44.36
3.78	0.06	0.04	2.42	0.00	35.00	0.0	47.94

x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm/m]	[kNm/m]
-0.35	0.48	0.00	0.25	-0.27
-0.13	1.42	0.00	0.92	-0.90
0.13	2.28	0.00	1.37	-1.16
0.38	2.94	0.00	1.67	-1.14
0.63	3.41	0.00	1.83	-0.89
0.88	3.69	0.00	1.99	-0.52
1.12	3.80	0.00	2.81	-0.06
1.38	3.73	0.00	3.69	0.64
1.62	3.48	0.00	4.45	1.54
1.87	3.05	0.00	5.12	2.57
2.12	2.43	0.00	5.70	3.66
2.37	1.61	0.00	6.20	4.74
2.63	0.58	0.00	6.64	5.71
2.88	0.00	0.00	6.58	6.37
3.13	0.00	0.00	10.71	11.78
3.38	0.00	0.00	23.33	28.44
3.63	0.00	0.00	21.86	28.87
3.78	0.00	0.00	4.70	6.44

Summen:

109.81

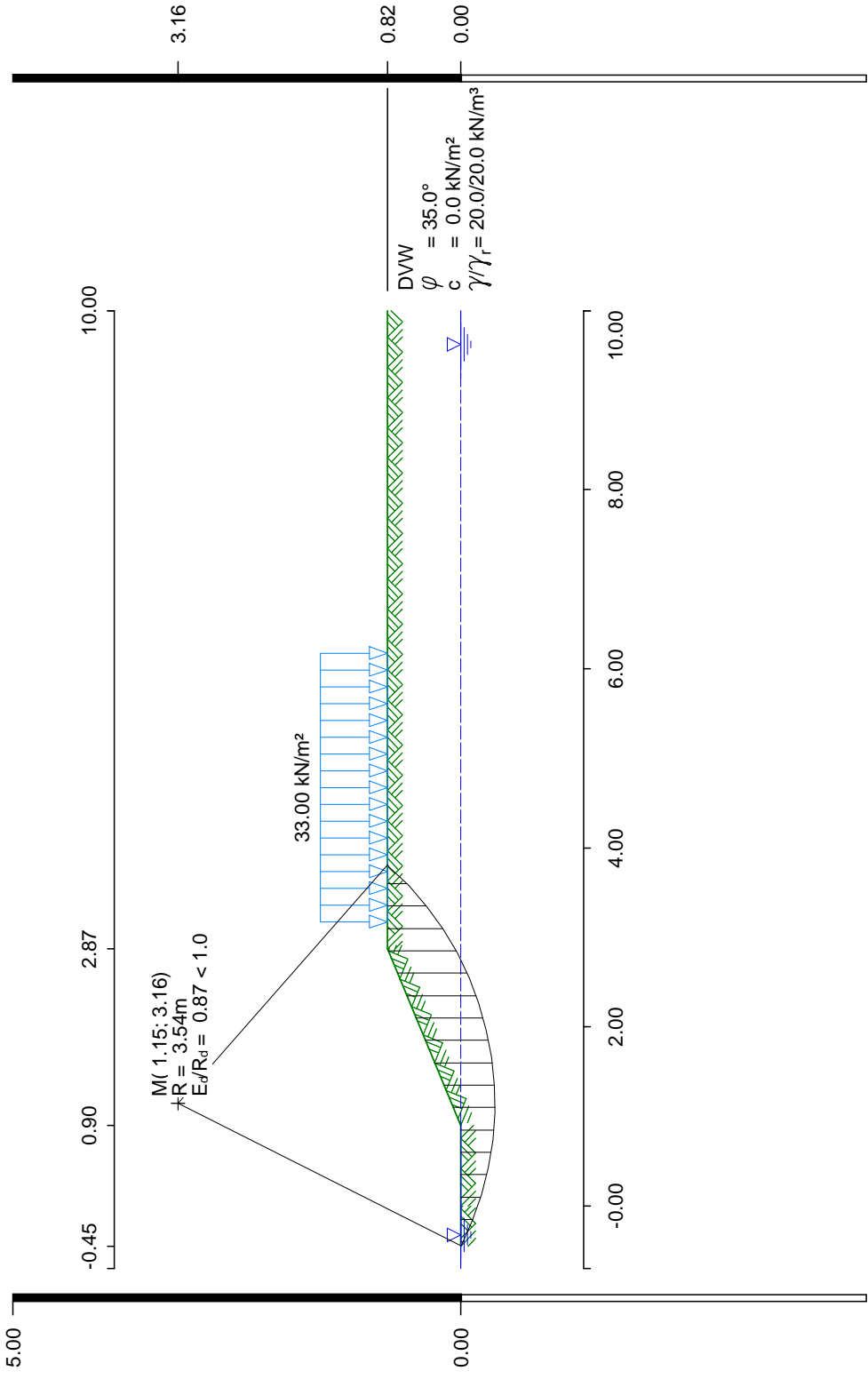
95.82

Einwirkungen $E_d = 95.82 \text{ kN}$

Widerstände $R_d = 109.81 \text{ kN}$

$E_d/R_d = 0.87 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***



Anlage 7.4 Böschung, 3+268.813

Eingabedatei: \\cdmeu.internal.cdm.com\Region\Germany\Offices\Leipzig\Projects\116500-116999\116796\400 Bearbeitung\420 - Tragwerksplanung\Berechnungen CDMSmith\Erg_DVW\Böschu

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3
 Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		DVW
Innere Reibung cal φ'	[Grad]	35.00
Kohäsion cal c'	[kN/m ²]	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0

Geländeverlauf und Schichten					
x [m]		0.00	0.90	4.83	10.00
z Gelände		0.00	0.00	1.51	1.51
z Schicht	DVW	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels	
x [m]	z [m]
-0.70	0.00
8.60	0.00
10.00	0.00

Streckenlasten							
Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge							
Lastfall	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ	
1	Q	33.0	5.1	8.1	1.51	1.30	1.00

Lamellenbreiten		
Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	1.00

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3									
γ -	G	Q	W	E	φ	c	c _u	R _a	R _b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.10	1.25

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
c _u	Kohäsion undränirt c _u
R _a	Anker
R _b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Fester Gleitkreis: $x_M = 2.21$ m, $z_M = 4.54$ m, $R = 4.91$ m

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

Gleitkörper von $x = 0.34$ bis 6.07 m

Gleitkreis: $x_M = 2.21$ m, $z_M = 4.54$ m, $R = 4.91$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
0.67	0.66	1.58	0.00	0.00	35.00	0.0	-18.28
1.50	1.00	10.72	0.00	0.00	35.00	0.0	-8.31
2.50	1.00	19.27	0.00	0.00	35.00	0.0	3.39
3.50	1.00	23.65	0.00	0.00	35.00	0.0	15.23
4.50	1.00	23.30	0.00	0.00	35.00	0.0	27.80
5.50	1.00	11.66	37.32	0.00	35.00	0.0	42.07
6.04	0.07	0.07	3.16	0.00	35.00	0.0	51.20
x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu				$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]				[kNm/m]	[kNm/m]
0.67	1.22	0.00				2.62	-2.43
1.50	3.18	0.00				22.40	-7.61
2.50	3.61	0.00				42.02	5.59
3.50	1.98	0.00				55.07	30.50
4.50	0.00	0.00				58.64	53.36
5.50	0.00	0.00				129.32	161.14
6.04	0.00	0.00				9.10	12.34

Summen:

319.16

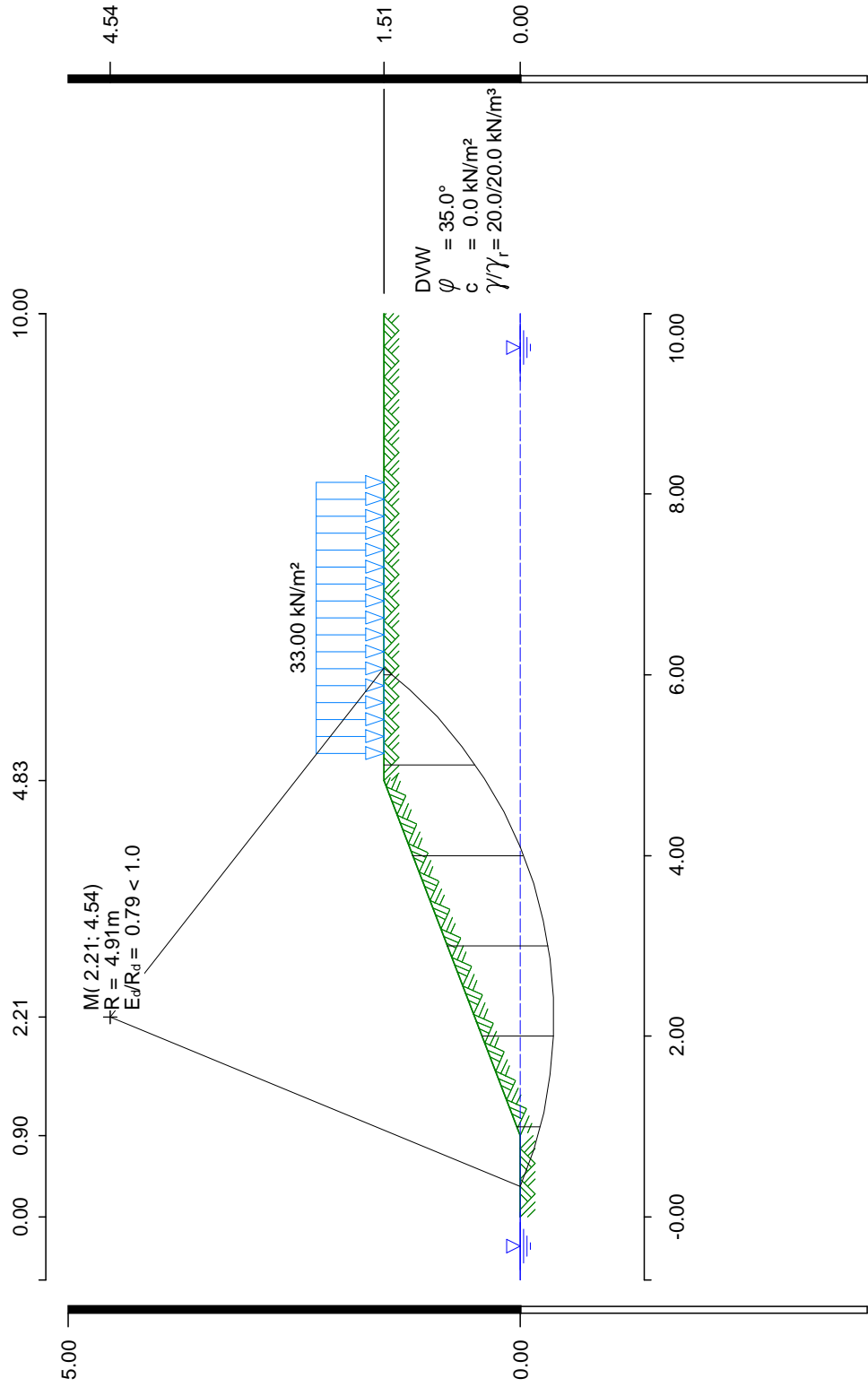
252.90

Einwirkungen $E_d = 252.90$ kN

Widerstände $R_d = 319.16$ kN

$E_d/R_d = 0.79 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***



Anlage 7.5 Böschung, 3+315.923

Eingabedatei: \\cdmeu.internal.cdm.com\Region\Germany\Offices\Leipzig\Projects\116500-116999\116796\400 Bearbeitung\420 - Tragwerksplanung\Berechnungen CDMSmith\Erg_DVW\Bösch

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten

Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	DVW
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	35.00
Wichte Boden	[kN/m ³]	0.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	20.0
		10.0

Geländeverlauf und Schichten

x [m]	0.00	0.90	5.81	10.00
z Gelände	0.00	0.00	1.56	1.56
z Schicht	DVW	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-0.70	0.00
8.60	0.00
10.00	0.00

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

Lastfall	q	x_A	x_E	z_Q	γ	ψ
1 Q	33.0	6.1	9.1	1.56	1.30	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	1.00

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.10	1.25

γ	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränirt c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Fester Gleitkreis: $x_M = 2.90$ m, $z_M = 4.85$ m, $R = 5.60$ m

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

Gleitkörper von $x = 0.10$ bis 7.43 m

Gleitkreis: $x_M = 2.90$ m, $z_M = 4.85$ m, $R = 5.60$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
0.66	0.69	3.81	0.00	0.00	35.00	0.0	-23.61
1.50	1.00	15.01	0.00	0.00	35.00	0.0	-14.48
2.50	1.00	24.66	0.00	0.00	35.00	0.0	-4.10
3.50	1.00	30.65	0.00	0.00	35.00	0.0	6.15
4.50	1.00	32.95	0.00	0.00	35.00	0.0	16.60
5.50	1.00	31.04	0.00	0.00	35.00	0.0	27.66
6.50	1.00	19.49	38.09	0.00	35.00	0.0	40.01
7.22	0.43	2.33	18.52	0.00	35.00	0.0	50.42

x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.66	2.81	0.00	7.76	-8.54
1.50	5.72	0.00	33.48	-21.01
2.50	7.36	0.00	55.97	-9.86
3.50	7.18	0.00	71.05	18.39
4.50	5.17	0.00	81.44	52.72
5.50	1.10	0.00	87.98	80.71
6.50	0.00	0.00	177.45	207.29
7.22	0.00	0.00	69.64	89.99

Summen:

584.77 409.69

Ansatz des Erdwiderstands bei $x = 0.31$ m:

Kraft E_p	Hebelarm	Wasserdruck W	Hebelarm	$M_{rückh.}$	$M_{abtr.}$
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.20	4.93	0.07	4.93	0.99	-0.34

Einwirkungen $E_d = 409.35$ kN

Widerstände $R_d = 585.76$ kN

$E_d/R_d = 0.70 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***

Anlage 7.6 Böschung, 3+356.856

Eingabedatei: \\cdmeu.internal.cdm.com\Region\Germany\Offices\Leipzig\Projects\116500-116999\116796\400 Bearbeitung\420 - Tragwerksplanung\Berechnungen CDMSmith\Erg_DVW\Böschu

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3
 Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		DVW
Innere Reibung cal φ'	[Grad]	35.00
Kohäsion cal c'	[kN/m ²]	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0

Geländeverlauf und Schichten					
x [m]		0.00	0.90	4.90	10.00
z Gelände		0.00	0.00	1.60	1.60
z Schicht	DVW	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels	
x [m]	z [m]
-0.70	0.00
8.60	0.00
10.00	0.00

Streckenlasten							
Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge							
Lastfall	q	x_A	x_E	z_Q	γ	ψ	
1	Q	33.0	5.2	8.2	1.60	1.30	1.00

Lamellenbreiten		
Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.50

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3									
γ -	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.10	1.25

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränirt c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Fester Gleitkreis: $x_M = 2.15$ m, $z_M = 4.72$ m, $R = 5.10$ m

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

Gleitkörper von $x = 0.22$ bis 6.18 m

Gleitkreis: $x_M = 2.15$ m, $z_M = 4.72$ m, $R = 5.10$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
0.36	0.28	0.30	0.00	0.00	35.00	0.0	-20.56
0.75	0.50	1.85	0.00	0.00	35.00	0.0	-15.93
1.25	0.50	4.37	0.00	0.00	35.00	0.0	-10.16
1.75	0.50	7.01	0.00	0.00	35.00	0.0	-4.50
2.25	0.50	9.16	0.00	0.00	35.00	0.0	1.12
2.75	0.50	10.81	0.00	0.00	35.00	0.0	6.76
3.25	0.50	11.97	0.00	0.00	35.00	0.0	12.46
3.75	0.50	12.59	0.00	0.00	35.00	0.0	18.28
4.25	0.50	12.64	0.00	0.00	35.00	0.0	24.32
4.75	0.50	11.99	0.00	0.00	35.00	0.0	30.65
5.25	0.50	9.24	12.87	0.00	35.00	0.0	37.43
5.75	0.50	4.84	21.45	0.00	35.00	0.0	44.90
6.09	0.18	0.42	7.91	0.00	35.00	0.0	50.62

x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.36	0.55	0.00	0.55	-0.55
0.75	1.84	0.00	3.18	-2.59
1.25	3.00	0.00	9.06	-3.93
1.75	3.64	0.00	15.42	-2.80
2.25	3.79	0.00	20.57	0.92
2.75	3.45	0.00	24.82	6.49
3.25	2.60	0.00	28.37	13.16
3.75	1.23	0.00	31.34	20.14
4.25	0.00	0.00	32.88	26.53
4.75	0.00	0.00	31.39	31.19
5.25	0.00	0.00	59.04	68.53
5.75	0.00	0.00	73.03	94.64
6.09	0.00	0.00	24.15	32.83

Summen:

353.80

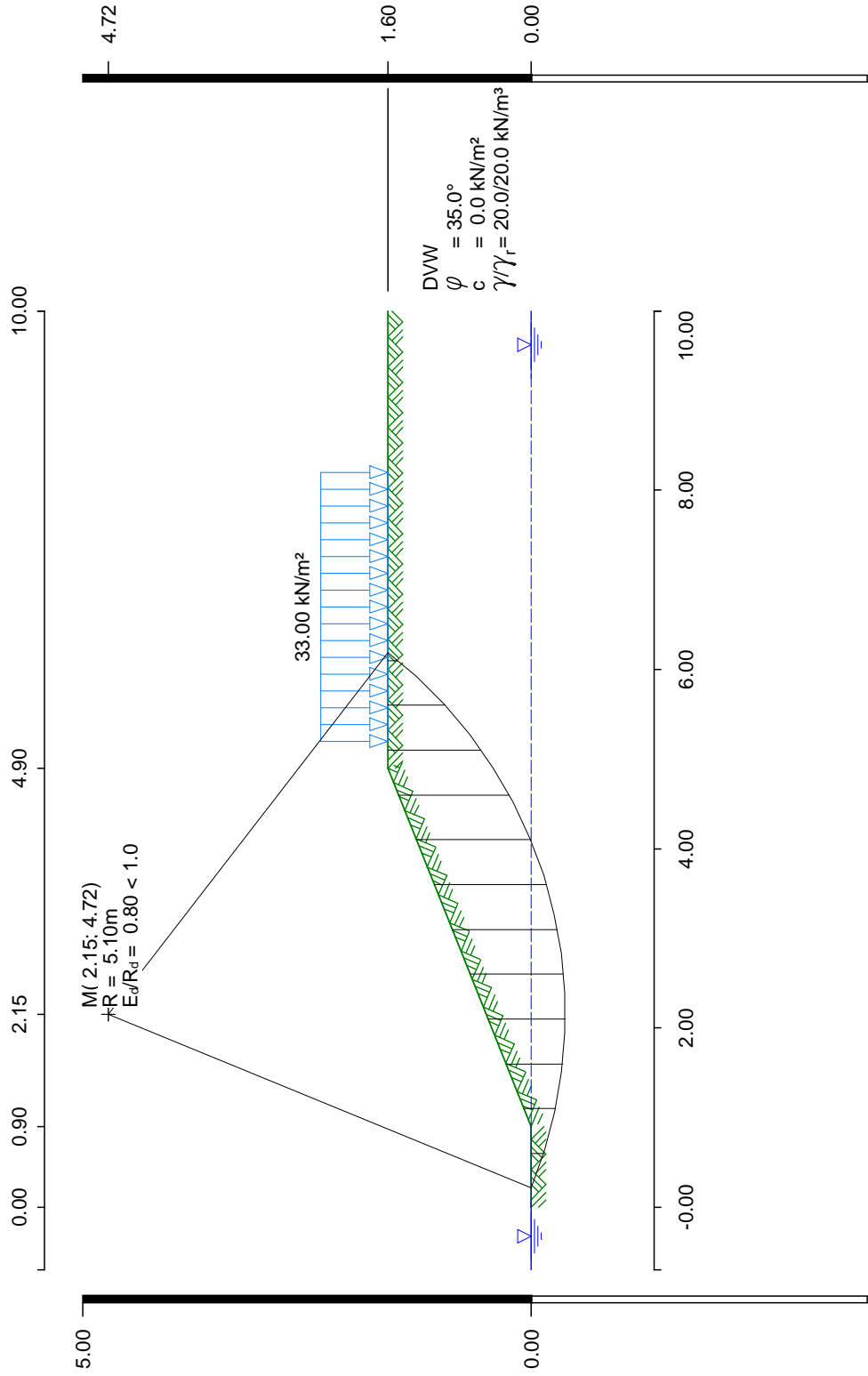
284.55

Einwirkungen $E_d = 284.55$ kN

Widerstände $R_d = 353.80$ kN

$E_d/R_d = 0.80 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***



Anlage 7.7 Böschung, 3+400

Eingabedatei: \\cdmeu.internal.cdm.com\Region\Germany\Offices\Leipzig\Projects\116500-116999\116796\400 Bearbeitung\420 - Tragwerksplanung\Berechnungen CDMSmith\Erg_DVW\Bösch

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3
 Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		DVW
Innere Reibung cal φ'	[Grad]	35.00
Kohäsion cal c'	[kN/m ²]	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0

Geländeverlauf und Schichten					
x [m]		0.00	0.90	2.73	10.00
z Gelände		0.00	0.00	0.87	0.87
z Schicht	DVW	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels	
x [m]	z [m]
-0.70	0.00
8.60	0.00
10.00	0.00

Streckenlasten							
Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge							
Lastfall	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ	
1	Q	33.0	3.0	6.0	0.87	1.30	1.00

Lamellenbreiten		
Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3									
γ -	G	Q	W	E	φ	c	c _u	R _a	R _b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.10	1.25

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
c _u	Kohäsion undränirt c _u
R _a	Anker
R _b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Fester Gleitkreis: $x_M = 1.53$ m, $z_M = 2.35$ m, $R = 2.54$ m

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

Gleitkörper von $x = 0.57$ bis 3.59 m

Gleitkreis: $x_M = 1.53$ m, $z_M = 2.35$ m, $R = 2.54$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
0.66	0.18	0.13	0.00	0.00	35.00	0.0	-20.08
0.88	0.25	0.56	0.00	0.00	35.00	0.0	-14.94
1.12	0.25	1.31	0.00	0.00	35.00	0.0	-9.17
1.38	0.25	2.05	0.00	0.00	35.00	0.0	-3.50
1.62	0.25	2.66	0.00	0.00	35.00	0.0	2.14
1.87	0.25	3.14	0.00	0.00	35.00	0.0	7.81
2.12	0.25	3.50	0.00	0.00	35.00	0.0	13.55
2.37	0.25	3.72	0.00	0.00	35.00	0.0	19.43
2.63	0.25	3.80	0.00	0.00	35.00	0.0	25.54
2.88	0.25	3.36	0.00	0.00	35.00	0.0	31.97
3.13	0.25	2.47	9.44	0.00	35.00	0.0	38.90
3.38	0.25	1.30	10.72	0.00	35.00	0.0	46.58
3.55	0.09	0.12	4.04	0.00	35.00	0.0	52.57

x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu	$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm/m]	[kNm/m]
0.66	0.36	0.00	0.12	-0.11
0.88	1.04	0.00	0.52	-0.37
1.12	1.58	0.00	1.46	-0.53
1.38	1.85	0.00	2.34	-0.32
1.62	1.88	0.00	3.05	0.25
1.87	1.66	0.00	3.64	1.08
2.12	1.19	0.00	4.14	2.08
2.37	0.45	0.00	4.57	3.15
2.63	0.00	0.00	4.75	4.16
2.88	0.00	0.00	4.20	4.52
3.13	0.00	0.00	15.10	18.99
3.38	0.00	0.00	15.77	22.19
3.55	0.00	0.00	5.68	8.40

Summen:

65.33

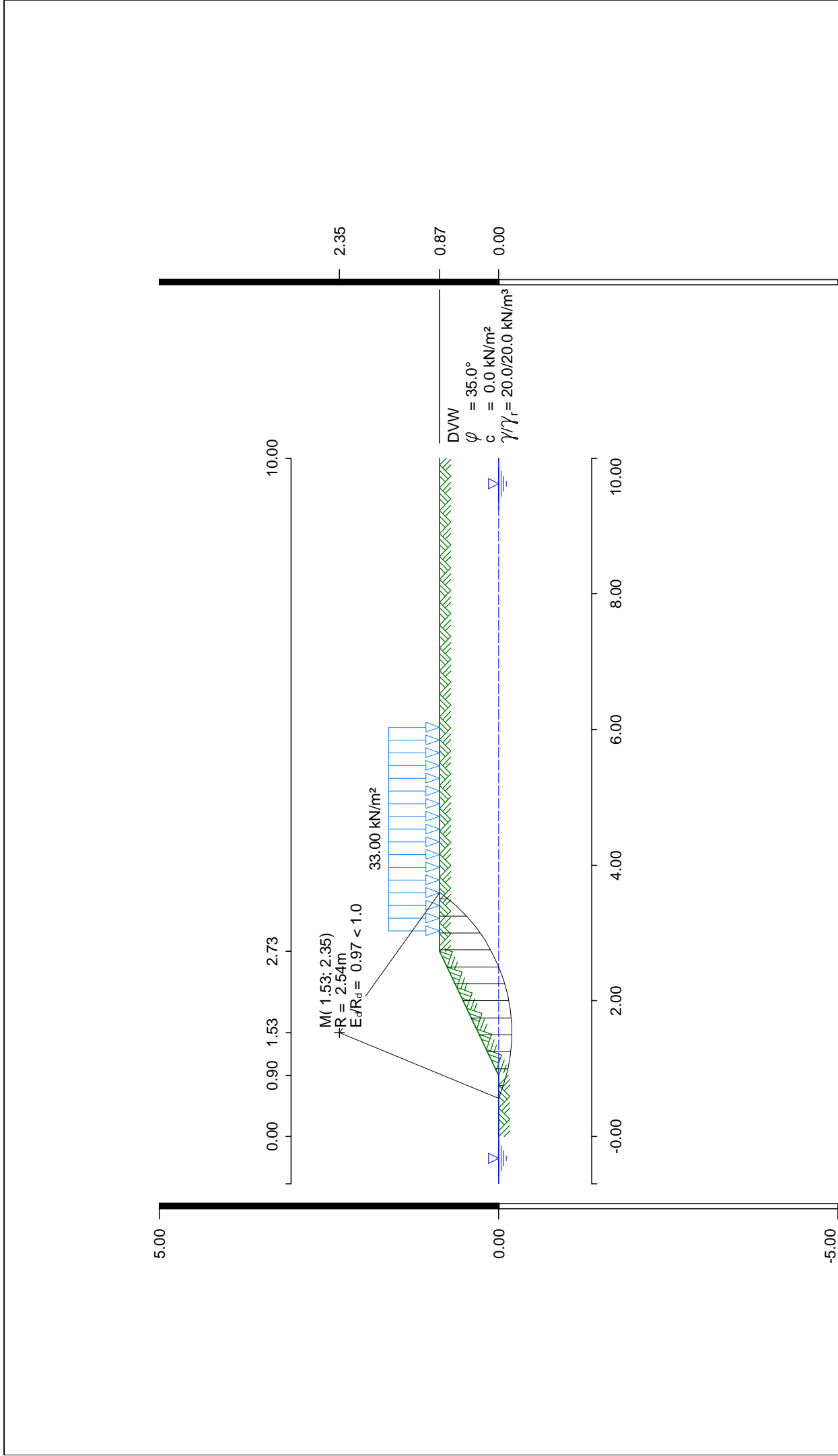
63.50

Einwirkungen $E_d = 63.50$ kN

Widerstände $R_d = 65.33$ kN

$E_d/R_d = 0.97 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***



Anlage 7.8 Böschung, 3+628.290

Eingabedatei: \\cdmeu.internal.cdm.com\Region\Germany\Offices\Leipzig\Projects\116500-116999\116796\400 Bearbeitung\420 - Tragwerksplanung\Berechnungen CDMSmith\Erg_DVW\Bösch

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3
 Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		DVW
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	35.00
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0

Geländeverlauf und Schichten						
x [m]		-10.89	0.00	0.90	4.34	10.00
z Gelände		0.00	0.00	0.00	1.72	1.72
z Schicht	DVW	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-10.89	0.00
-0.70	0.00
8.60	0.00
10.00	0.00

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

Lastfall	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ
1 Q	33.0	4.6	7.6	1.72	1.30	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ-	G	Q	W	E	φ	c	c _u	R _a	R _b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.10	1.25

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c _u	Kohäsion undränirt c _u
R _a	Anker
R _b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Fester Gleitkreis: $x_M = 2.79$ m, $z_M = 3.78$ m, $R = 3.11$ m

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

Gleitkörper von $x = 2.31$ bis 5.12 m

Gleitkreis: $x_M = 2.79$ m, $z_M = 3.78$ m, $R = 3.11$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
2.41	0.19	0.22	0.00	0.00	35.00	0.0	-7.08
2.63	0.25	0.93	0.00	0.00	35.00	0.0	-3.04
2.88	0.25	1.58	0.00	0.00	35.00	0.0	1.57
3.13	0.25	2.12	0.00	0.00	35.00	0.0	6.18
3.38	0.25	2.55	0.00	0.00	35.00	0.0	10.84
3.63	0.25	2.88	0.00	0.00	35.00	0.0	15.57
3.88	0.25	3.10	0.00	0.00	35.00	0.0	20.42
4.13	0.25	3.20	0.00	0.00	35.00	0.0	25.42
4.38	0.25	3.03	0.00	0.00	35.00	0.0	30.64
4.63	0.25	2.24	4.72	0.00	35.00	0.0	36.16
4.88	0.25	1.22	10.72	0.00	35.00	0.0	42.10
5.06	0.12	0.16	5.14	0.00	35.00	0.0	46.88
x_M						$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
2.41						0.41	-0.08
2.63						1.68	-0.15
2.88						2.71	0.13
3.13						3.50	0.71
3.38						4.10	1.49
3.63						4.53	2.41
3.88						4.80	3.37
4.13						4.91	4.27
4.38						4.65	4.80
4.63						10.76	12.77
4.88						18.83	24.91
5.06						8.56	12.03

Summen:

69.43

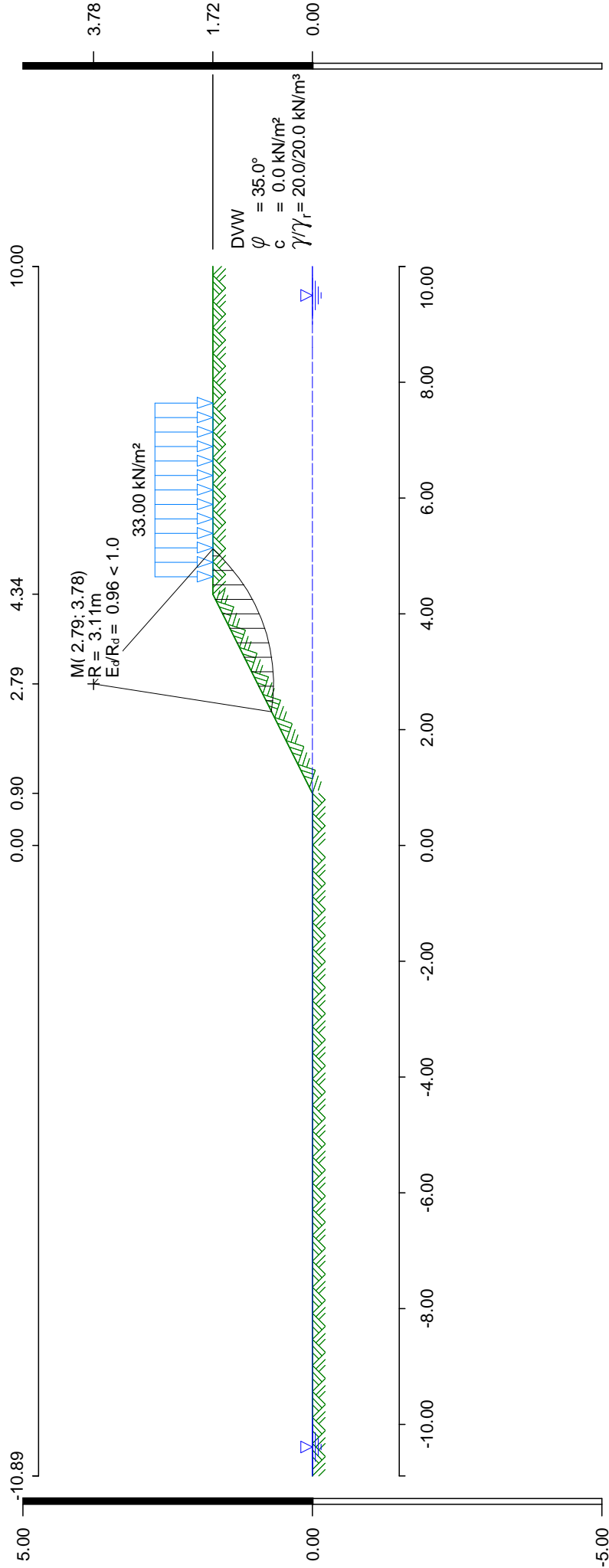
66.66

Einwirkungen $E_d = 66.66$ kN

Widerstände $R_d = 69.43$ kN

$E_d/R_d = 0.96 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***



Anlage 7.9 Böschung, 3+665

Eingabedatei: \\cdmeu.internal.cdm.com\Region\Germany\Offices\Leipzig\Projects\116500-116999\116796\400 Bearbeitung\420 - Tragwerksplanung\Berechnungen CDMSmith\Erg_DVW\Bösch

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3
 Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		DVW
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	35.00
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0

Geländeverlauf und Schichten						
x [m]		-10.89	0.00	0.90	3.99	10.00
z Gelände		0.00	0.00	0.00	1.47	1.47
z Schicht	DVW	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-10.89	0.00
-0.70	0.00
8.60	0.00
10.00	0.00

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

Lastfall	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ
1 Q	33.0	4.3	7.3	1.47	1.30	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ-	G	Q	W	E	φ	c	c _u	R _a	R _b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.10	1.25

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c _u	Kohäsion undränirt c _u
R _a	Anker
R _b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Fester Gleitkreis: $x_M = 3.10$ m, $z_M = 2.78$ m, $R = 2.05$ m

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

Gleitkörper von $x = 2.58$ bis 4.68 m

Gleitkreis: $x_M = 3.10$ m, $z_M = 2.78$ m, $R = 2.05$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
2.66	0.17	0.21	0.00	0.00	35.00	0.0	-12.29
2.88	0.25	0.98	0.00	0.00	35.00	0.0	-6.30
3.13	0.25	1.63	0.00	0.00	35.00	0.0	0.70
3.38	0.25	2.13	0.00	0.00	35.00	0.0	7.71
3.63	0.25	2.48	0.00	0.00	35.00	0.0	14.84
3.88	0.25	2.65	0.00	0.00	35.00	0.0	22.21
4.13	0.25	2.31	0.00	0.00	35.00	0.0	30.00
4.38	0.25	1.46	9.01	0.00	35.00	0.0	38.46
4.59	0.18	0.34	7.59	0.00	35.00	0.0	46.56
x_M						$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
2.66						0.28	-0.09
2.88						1.20	-0.22
3.13						1.86	0.04
3.38						2.30	0.59
3.63						2.57	1.30
3.88						2.69	2.06
4.13						2.33	2.37
4.38						10.72	13.34
4.59						8.41	11.80

Summen:

32.38

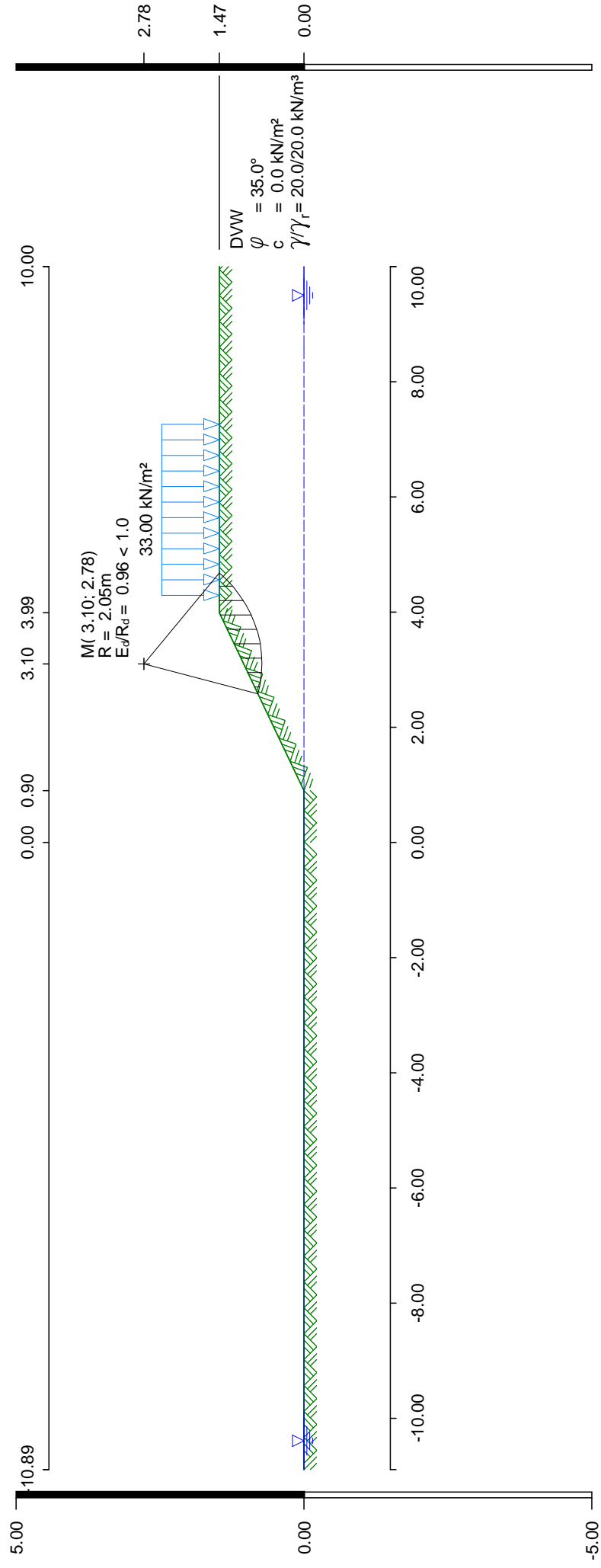
31.19

Einwirkungen $E_d = 31.19$ kN

Widerstände $R_d = 32.38$ kN

$E_d/R_d = 0.96 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***



Anlage 7.10 Böschung, 3+715

Eingabedatei: \\cdmeu.internal.cdm.com\Region\Germany\Offices\Leipzig\Projects\116500-116999\116796\400 Bearbeitung\420 - Tragwerksplanung\Berechnungen CDMSmith\Erg_DVW\Bösch

Berechnung nach: DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3
 Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten		DVW
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	35.00
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	0.0
Wichte Boden	[kN/m ³]	20.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	10.0

Geländeverlauf und Schichten						
x [m]		-10.89	0.00	0.90	4.60	10.00
z Gelände		0.00	0.00	0.00	1.85	1.85
z Schicht	DVW	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-10.89	0.00
-0.70	0.00
8.60	0.00
10.00	0.00

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

Lastfall	q	x _A	x _E	z _Q	γ	ψ
1 Q	33.0	4.9	7.9	1.85	1.30	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ-	G	Q	W	E	φ	c	c _u	R _a	R _b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.13	1.13	1.13	1.10	1.25

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
c _u	Kohäsion undränirt c _u
R _a	Anker
R _b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Fester Gleitkreis: $x_M = 1.85$ m, $z_M = 5.40$ m, $R = 5.11$ m

Lastfall 1 (Typ: BS-P)

Gleitkörper von $x = 1.50$ bis 5.53 m

Gleitkreis: $x_M = 1.85$ m, $z_M = 5.40$ m, $R = 5.11$ m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
1.63	0.25	0.33	0.00	0.00	35.00	0.0	-2.50
1.87	0.25	0.98	0.00	0.00	35.00	0.0	0.28
2.12	0.25	1.57	0.00	0.00	35.00	0.0	3.08
2.37	0.25	2.10	0.00	0.00	35.00	0.0	5.90
2.63	0.25	2.56	0.00	0.00	35.00	0.0	8.72
2.88	0.25	2.96	0.00	0.00	35.00	0.0	11.57
3.13	0.25	3.30	0.00	0.00	35.00	0.0	14.45
3.38	0.25	3.57	0.00	0.00	35.00	0.0	17.36
3.63	0.25	3.77	0.00	0.00	35.00	0.0	20.33
3.88	0.25	3.89	0.00	0.00	35.00	0.0	23.35
4.13	0.25	3.94	0.00	0.00	35.00	0.0	26.44
4.38	0.25	3.89	0.00	0.00	35.00	0.0	29.61
4.63	0.25	3.65	0.00	0.00	35.00	0.0	32.89
4.88	0.25	2.83	4.29	0.00	35.00	0.0	36.30
5.13	0.25	1.85	10.72	0.00	35.00	0.0	39.86
5.38	0.25	0.74	10.72	0.00	35.00	0.0	43.62
5.51	0.03	0.01	1.10	0.00	35.00	0.0	45.79
x_M						$R \cdot T_i$	$R \cdot G^* \sin(\vartheta)$
[m]						[kNm/m]	[kNm/m]
1.63						0.98	-0.07
1.87						2.81	0.02
2.12						4.38	0.43
2.37						5.73	1.10
2.63						6.87	1.99
2.88						7.82	3.04
3.13						8.60	4.21
3.38						9.20	5.44
3.63						9.63	6.69
3.88						9.90	7.88
4.13						9.98	8.95
4.38						9.88	9.83
4.63						9.30	10.13
4.88						18.28	21.55
5.13						32.65	41.20
5.38						30.25	40.41
5.51						2.94	4.04

Summen:

179.20

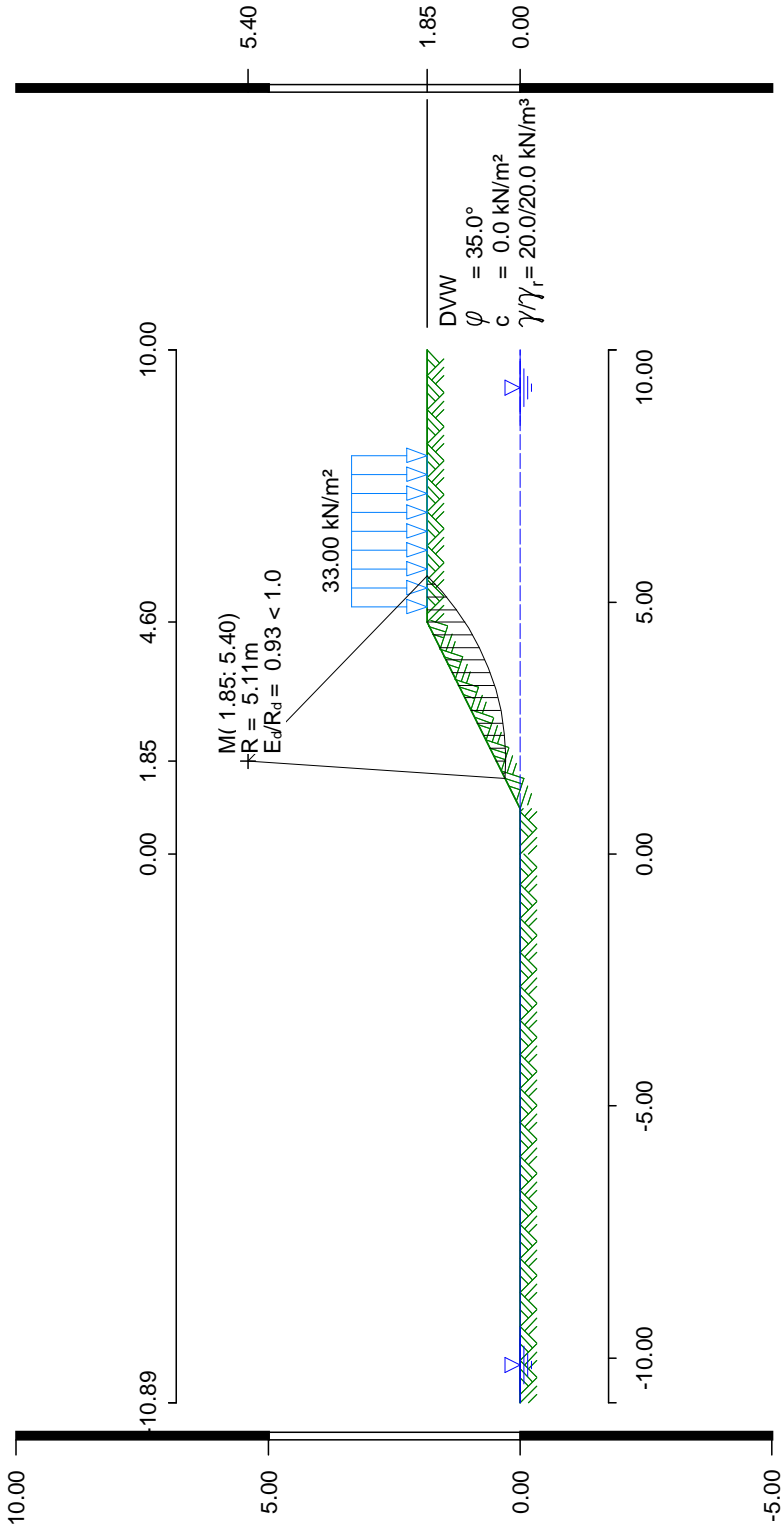
166.83

Einwirkungen $E_d = 166.83$ kN

Widerstände $R_d = 179.20$ kN

$E_d/R_d = 0.93 < 1.0$

*** Nachweis erfüllt ***



Anlage 7.11 Maßgeb. Schnitt mit Geotextil

Programm DC-Geotex *** Copyright DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München ***

Eingabedatei: 20171211_Geotex.dbt

Schichtsystem mit 2 Schichten

Erdschichtwerte (charakteristisch)

φ	wirksamer Reibungswinkel
c	wirksame Kohäsion
c _u	wirksame Kohäsion undränert
γ	Wichte
γ'	Wichte unter Auftrieb
δ_a	Wandreibungswinkel
δ_{EW}	Wandreibungswinkel auf die Ersatzwand
E _s	Steifemodul

Num.	Bezeichnung	φ [°]	c [kN/m ²]	c _u [kN/m ²]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	δ_a [°]	δ_{EW} [°]	E _s [MN/m ²]
Füllkörper:	Auff	35.0	0.00	-	20.0	10.0	23.33	23.33	-
1	Deich	35.0	0.00	-	20.0	10.0	23.33	35.00	-

Geländeverlauf:

x	z
[m]	[m]
-3.60	0.00
0.00	0.00
2.81	2.81
10.80	2.81
13.50	3.80

Verlauf Unterkante des Füllkörpers

x	z
[m]	[m]
-3.60	0.00
0.00	0.00
2.81	1.64
8.50	1.64
10.80	2.81
13.50	3.80

Füllkörper

5 Punkte:

Nr	x	z
	[m]	[m]
1	0.00	0.00
2	2.81	1.64
3	8.50	1.64
4	10.80	2.81
5	2.81	2.81

Fläche = 9.65 m²

Verlauf des Grundwasserspiegels :

x	z
[m]	[m]
-3.60	0.00
-3.06	0.00
-2.52	0.00
-1.98	0.00
-1.43	0.00
-0.89	0.00
-0.35	0.00
0.19	0.00

x	z
[m]	[m]
0.73	0.00
1.27	0.00
1.81	0.00
2.36	0.00
2.90	0.00
3.44	0.00
3.98	0.00
4.52	0.00
5.06	0.00
5.60	0.00
6.15	0.00
6.69	0.00
7.23	0.00
7.77	0.00
8.31	0.00
8.85	0.00
9.39	0.00
9.93	0.00
10.48	0.00
11.02	0.00
11.56	0.00
12.10	0.00

Streifenlasten

x_A	z_A	x_E	z_E	p_x	p_z	Art	Typ	Lastfall	γ_{1B}	γ_{1C}	ψ	α
[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]							
3.11	2.81	6.11	2.81	0.00	33.00	Verkehr	statisch	1	1.500	1.300	1.000	-

Lastfall	Typ
1	LF 1

Berechnung nach DIN 1054:2005

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ 1B:

γ	E	W	G	Q	R,h	St	B	Ep
LF 1	1.350	1.350	1.350	1.500	1.100	1.400	1.400	1.400
LF 2	1.200	1.200	1.200	1.300	1.100	1.300	1.300	1.300
LF 3	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.200	1.200	1.200
LF 2/3	1.150	1.150	1.150	1.200	1.100	1.250	1.250	1.250

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ 1C:

γ	E	W	G	Q	R,v	φ	c	St
LF 1	1.000	1.000	1.000	1.300	1.400	1.250	1.250	1.400
LF 2	1.000	1.000	1.000	1.200	1.300	1.150	1.150	1.300
LF 3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200	1.100	1.100	1.200
LF 2/3	1.000	1.000	1.000	1.100	1.250	1.125	1.125	1.250

γ	Teilsicherheitsbeiwert für...
G,stab	Günstige ständige Einwirkungen
G,dst	Ungünstige ständige Einwirkungen
Q,dst	Ungünstige veränderliche Einwirkungen
E	Erddruck
W	Wasserdruck
G	Ständige Lasten
Q	Verkehrslasten
R,v	Grundbruchwiderstand
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
R,h	Gleitwiderstand

St Herauszieh Widerstand Geokunststoff
 B Materialwiderstand Geokunststoffe
 Ep Passiver Erddruck

*** Hinweis: Mindesterddruck ($c=0$, $\Phi=40.0^\circ$) wird berücksichtigt.

*** Hinweis: Interne Sicherheit wird nach der Felleniusregel bestimmt (Φ -C-Reduktion).

Lastfall 1 (Typ LF 1)

Innere Standsicherheit

Standsicherheitsuntersuchung:

Berechnungen entsprechend (GZ 1C)

Materialsicherheiten Geokunststoffe entsprechend (GZ 1B)

Geokunststoffe werden (falls nötig) verlängert.

Neigung der Ersatzwand wird automatisch ermittelt.

Maßgebende Bruchfigur:

Zweikörpermechanismus: flache Hauptgleitlinie von $x= 0.00$ $z= 0.00$ bis $x= 3.13$ $z= 1.70$

$\vartheta_1= 28.57$ $\vartheta_2= 55.54$ $\vartheta_{12}= 90.00$ $W= 43.99$ $Q_1= 50.12$ $Q_{12}= 18.34$ $Z_{erf}= 16.68$ $Z_{vorh}= 23.52$

$E_d/R_{d,s}=0.90^* < 1.0$: Nachweis erfüllt.

*** Hinweis: Die mit '*' gekennzeichneten Sicherheiten bzw. Ausnutzungsgrade wurden entsprechend der Felleniusregel bestimmt (Φ -C-Reduktion).

Geokunststoffe

Geokunststoffe: Abminderungsfaktoren

A_1 : Zeitstandfestigkeit

A_2 : Einbaubeschädigung

A_3 : Verarbeitung

A_4 : Umgebung

A_5 : Entspr. Vorschrift Eisenbahnbauten

Lage	Bez.	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
1	Fortrac 55/30-20	1.59	1.02	1.00	1.03	1.00

Geokunststoffe: Festigkeiten

γ_M Sicherheitsbeiwert Bruch = 1.400

$R_{B,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit= $R_{B,k0}/(A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot A_5 \cdot \gamma_M)$ [kN/m]

F_{VAct} Zusätzliche aktive Verankerungskraft durch Umschlagen [kN/m]

L_{umsch} Umschlaglänge [m]

$R_{B,k0}$ char. Wert der Kurzzeitfestigkeit des Geokunststoffes [kN/m]

λ_1 Verbundbeiwert für Reibung: Übergang Geokunststoff->Boden für Herausziehwdst.[-]

λ_2 Verbundbeiwert für Reibung: Übergang Geokunststoff->Boden für Gleiten [-]

Die Einheit [kN/m] bedeutet kN je m senkrecht zur Bildebene.

Lage	Bez.	x-Kopf	z-Kopf	Neig	Länge	L_{umsch}	γ_M	$R_{B,k0}$	$R_{B,d}$	F_{VAct}	λ_1	λ_2
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[-]
1	Fortrac 55/30-20	1.70	1.70	0.0	4.00	3.50	1.400	55.00	23.52	23.52	1.00	1.00

Geokunststoffe: Errechnete Herauszieh Widerstandskräfte:

L_{Pass} Länge im passiven Bereich [m]

L_{Act} Länge im aktiven Bereich [m]

F_{Pass} Herausziehkraft passiver Bereich [kN/m]

F_{Act} Herausziehkraft aktiver Bereich [kN/m]

Maßgebend ist immer MIN(F_{Pass} , F_{Act})

Lage	Bez.	x-Kopf	z-Kopf	L_{Pass}	L_{Act}	F_{Pass}	F_{Act}
		[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]
1	Fortrac 55/30-20	1.70	1.70	2.59	1.41	23.52 *	23.52 *

Bei den mit '*' gekennzeichneten Werten ist die zul. Gebrauchszugkraft $R_{B,d}$ bzw. die zul. Verankerungskraft maßgebend.

Äußere Standsicherheit

Die Ersatzwand ist die Ausgleichsgerade durch die rechten Enden der Textillagen.

Sohldrucknachweis (klaffende Fuge, Kippen) (charakteristisch)

*** Hinweis: Positives M_y zu Null gesetzt, da Kippen im Uhrzeigersinn gegen das Gelände erfolgt.
Bitte prüfen Sie die Korrektheit dieser Annahme.

Nachweis für Gesamtlasten:

Fiktive Fundamentunterkante: $x_1=0.00$ $z_1=0.00$ $x_2=5.70$ $z_2=1.10$

Ersatzwand: (x_2, z_2) bis $x_3=5.70$ $z_3=2.81$ (Sohlneigung = -10.9°)

Lasten aus [kN/m]	horizontal	vertikal	M_y
Eigengewicht	0.0	-178.7	91.5
Linienlasten	0.0	0.0	0.0
Streifenlasten	0.0	-85.5	132.9
Erddruck	-12.4	-6.5	-0.3 (bei $x=5.70$, $z=2.07$, $\alpha=0.0^\circ$)

Summe der Kräfte $F_x = -12.4$ $F_z = -270.7$ $M_y = 0.0$

Breite $b = 5.81$ m, Ausmitte $e = 0.00 / -270.69 = 0.00$ m

Kippsicherheit: Last im Kern $e < b/6$ ($e < 0.97$)

$\sigma_{\text{Max}} = -46.63$ kN/m², $\sigma_{\text{Min}} = -46.63$ kN/m²

*** Hinweis: Positives M_y zu Null gesetzt, da Kippen im Uhrzeigersinn gegen das Gelände erfolgt.
Bitte prüfen Sie die Korrektheit dieser Annahme.

Nachweis für ständige Lasten:

Fiktive Fundamentunterkante: $x_1=0.00$ $z_1=0.00$ $x_2=5.70$ $z_2=1.10$

Ersatzwand: (x_2, z_2) bis $x_3=5.70$ $z_3=2.81$ (Sohlneigung = -10.9°)

Lasten aus [kN/m]	horizontal	vertikal	M_y
Eigengewicht	0.0	-178.7	91.5
Linienlasten	0.0	0.0	0.0
Streifenlasten	0.0	0.0	0.0
Erddruck	-6.3	-3.6	3.0 (bei $x=5.70$, $z=1.69$, $\alpha=0.0^\circ$)

Summe der Kräfte $F_x = -6.3$ $F_z = -182.2$ $M_y = 0.0$

Breite $b = 5.81$ m, Ausmitte $e = 0.00 / -182.23 = 0.00$ m

Kippsicherheit: Last im Kern $e < b/6$ ($e < 0.97$)

$\sigma_{\text{Max}} = -31.39$ kN/m², $\sigma_{\text{Min}} = -31.39$ kN/m²

Gleitnachweis (GZ 1B)

Nachweis für Gesamtlasten maßgebend:

Charakteristische Werte:

Fiktive Fundamentunterkante: $x_1=0.00$ $z_1=0.00$ $x_2=5.70$ $z_2=1.10$

Ersatzwand: (x_2, z_2) bis $x_3=5.70$ $z_3=2.81$ (Sohlneigung = -10.9°)

Lasten aus [kN/m]	horizontal	vertikal	M_y
Eigengewicht	0.0	-178.7	91.5
Linienlasten	0.0	0.0	0.0
Streifenlasten	0.0	-85.5	132.9
Erddruck	-12.4	-6.5	-0.3 (bei $x=5.70$, $z=2.07$, $\alpha=0.0^\circ$)

Summe der Kräfte $F_{p,d} = -69.5$ kN/m $F_n = -265.2$ kN/m

Ausnutzungsgrad Gleiten $T_d/R_{td} = 69.5 / (265.2 \cdot \tan(35.00)/1.100) = 0.41 < 1.0$: Nachweis erfüllt.

Gleitnachweis in horizontaler Ersatzgleitfuge (GZ 1B)

Nachweis für ständige Lasten maßgebend:

Charakteristische Werte:

Fiktive Fundamentunterkante: $x_1 = 0.00$ $z_1 = 0.00$ $x_2 = 5.70$ $z_2 = 0.00$

Ersatzwand: (x_2, z_2) bis $x_3 = 5.70$ $z_3 = 2.81$

Lasten aus [kN/m]	horizontal	vertikal	My
Eigengewicht	0.0	-241.4	151.1
Linienlasten	0.0	0.0	0.0
Streifenlasten	0.0	0.0	0.0
Erddruck	-16.4	-10.7	14.7 (bei $x = 5.70, z = 0.96, \alpha = 0.0^\circ$)

Summe der Kräfte $F_{x,d} = -22.2$ kN/m $F_{z,d} = -255.8$ kN/m

Ausnutzungsgrad Gleiten $T_d/R_{td} = 22.2 / (255.8 \cdot \tan(35.00)/1.100) = 0.14 < 1.0$: Nachweis erfüllt.

Grundbruchnachweis (GZ 1B) nach DIN 4017:2006

Belastung:			Charakteristisch	Bemessungswerte
Vertikal	V	=	270.69 kN/m	378.89 kN/m
Horizontal	H	=	-12.41 kN/m	-17.99 kN/m
Moment	My	=	0.00 kNm/m	0.00 kNm/m
*** Hinweis: My wird zu Null gesetzt, da Füllkörper in Kipprichtung auf dem Gelände aufliegt.				
Einbindetiefe t		=	0.00 m	
Ersatzbreite b'		=	5.70 m	
Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = T/N$		=	0.24	
Maßg. Bodenkennwerte:				
γ oberhalb Gründungssohle		=	0.00 kN/m ³	0.00 kN/m ³
γ unterhalb Gründungssohle		=	10.00 kN/m ³	10.00 kN/m ³
Reibungswinkel φ		=	35.00 °	35.00 °
Kohäsion c		=	0.00 kN/m ²	0.00 kN/m ²
Tragfähigkeitsbeiwerte N_{c0}, N_{d0}, N_{b0}	= 46.12	33.30	22.61	
Lastneigungsbeiwerte i_{c0}, i_{d0}, i_{b0}	= 0.56	0.58	0.44	
Geländeneigungsbeiwerte $\lambda_{c0}, \lambda_{d0}, \lambda_{b0}$	= 1.00	1.00	1.00	
Sohlneigungsbeiwerte $\xi_{c0}, \xi_{d0}, \xi_{b0}$	= 1.41	1.41	1.41	
Breite der Grundbruchfigur		=	29.38 m	
Tiefe der Grundbruchfigur		=	6.16 m	

Beanspruchung $N_d = 368.7$ kN

Grundbruchwiderstand $R_d = 3238.5$ kN

$N_d/R_d = 0.11 < 1.0$: Nachweis erfüllt.

Gleitkreisnachweis Lastfall 1 (GZ 1C)

Horizontale Verkehrslasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen.

Vertikale Verkehrslasten wirken nur, falls sie ein rechtsdrehendes Moment erzeugen und außerhalb $R \cdot \sin(\varphi)$ liegen.

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])

Mittelpunkt = (-1.03, 5.53), Radius = 5.61

Startpunkt = (0.02, 0.02), Endpunkt = (3.88, 2.81)

Iteration des Gleitkreises: Schnitte mit Frontseite wurden ausgeschlossen.

Anteile aus Geokunststoffen:

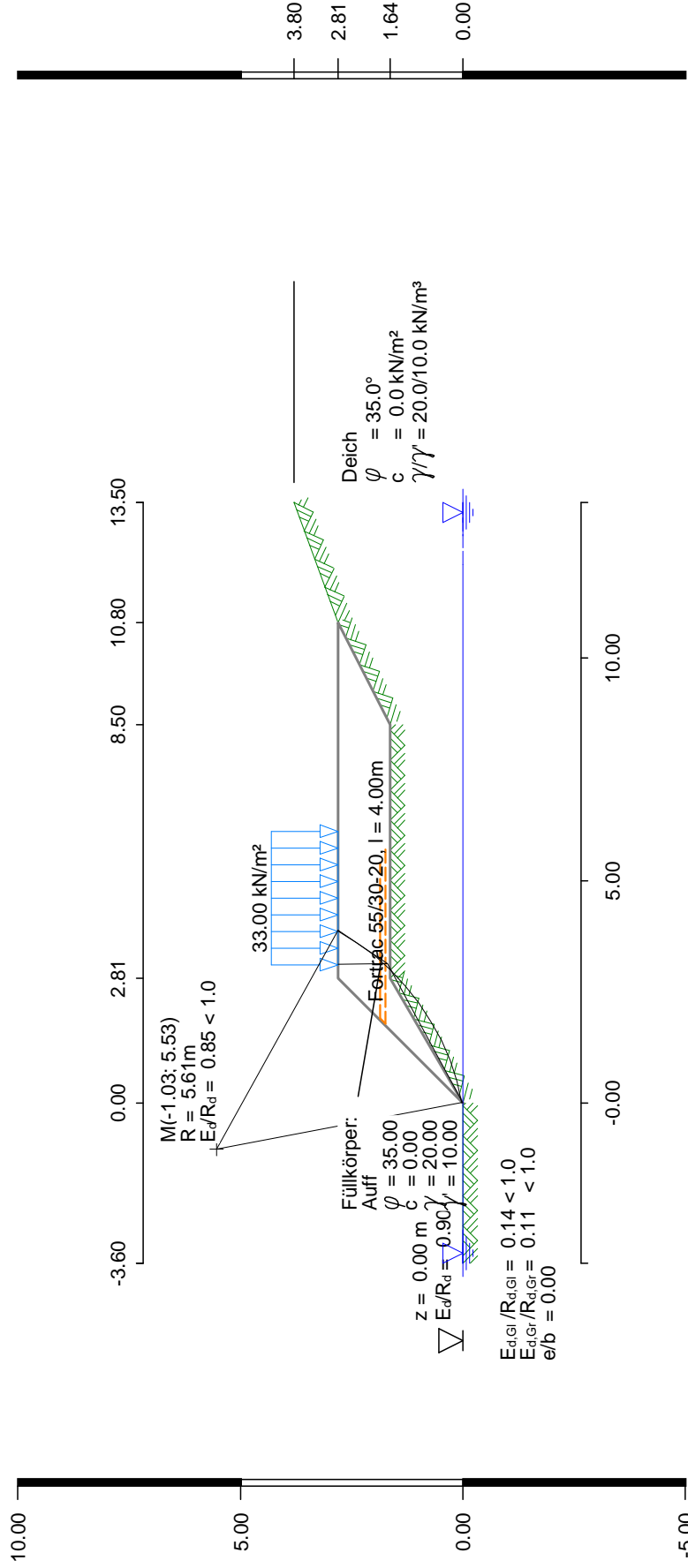
Lage	$M_{\text{rückhaltend}}$	= Abstand * Z_{vorh}	=
1		= 3.83 * 23.5	= 90.0 kNm/m

Summe $M_{\text{rückhaltend}}$: 90.0 kNm/m

Einwirkungen $E_d = 79.8 \cdot 5.6 + -0.0 + 0.0 + 0.0 + 0.0 = 447.4 \text{ kNm}$

Widerstände $R_d = 78.4 \cdot 5.6 + 90.0 = 529.6 \text{ kNm}$

$E_d/R_d = 0.85 < 1.0$: Nachweis erfüllt.



Zusammenfassung

Alle geführten Nachweise sind erfüllt.

ANLAGE 8 BERECHNUNG BAUZEITLI- CHER HOCHWASSERSCHUTZ

Anlage 8.1 BQ6 Hochpunkt Deichkopf

Eingabedatei: C:\Users\Blatta\Documents\CDM-Allgemein\116796\BQ6.dbw

Berechnung nach Eurocode 7-1 und DIN 1054:2021

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich
 Aktiver Erddruck
 Nichtbindiger Boden
 Geländeoberkante auf 84.36 m
 Grundwasserstand 83.36 m
 Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1 [m]	z_1 [m]	E [MN/m ²]	A [cm ² /lfm]	g [kN/m ³]
	Profilbez.	x_2 [m]	z_2 [m]	I [cm ⁴ /lfm]	d [cm]	
				EI [MN*m ²]		
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	291.20	78.50
	ARBED AZ 46	0.00	20.00	1.1045E+05	48.10	
	(Doppelbohlen)			231.94		

Erdschichtwerte

			Deichkö rper	Auelehm, bindig	Auelehm, tonig
Schichthöhe	h	[m]	4.61	2.89	3.00
Innere Reibung	φ'	[Grad]	25.00	22.50	25.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	16.67	15.00	16.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-16.67	-15.00	-16.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	2.0	2.0	10.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	2.0	2.0	10.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	18.0	18.0	20.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	8.0	8.0	10.0
Spitzendruck		[MN/m ²]	0.00	10.00	10.00

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.346	0.384	0.346
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.043	1.109	1.043
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.346	0.384	0.346
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.908	3.296	3.908
Koh.wid. Beiwert	K_{pch}	(passiv)	5.180	4.562	5.180
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.908	3.296	3.908

Erdschichtwerte

			Grobsand
Schichthöhe	h	[m]	89.50
Innere Reibung	φ'	[Grad]	32.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	21.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-21.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	0.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	11.0
Spitzendruck		[MN/m ²]	10.00

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.251
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.251
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	7.152
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	7.152

LF-Name Typ
 Std. BS-T

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ -	H	G, stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ -	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ -	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R, h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undrained
R, h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall Eigengewicht, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e _v	e _n -Summe	e _n -Boden+Großfl.	e _n -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.34	0.054	1.078	1.078	0.000
0.69	0.232	2.230	2.230	0.000

				Seite	4
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.211				Lastfall	Standard
Tiefe z	Summe-e _v	e _h -Summe	e _h -Boden+Großfl.	e _h -Auflast	
1.00	0.523	4.136	4.136	0.000	
1.00	0.523	4.136	4.136	0.000	
4.61	10.387	14.118	14.118	0.000	
4.61	10.387	15.778	15.778	0.000	
7.50	26.042	24.654	24.654	0.000	
7.50	26.042	13.765	13.765	0.000	
10.50	43.062	24.134	24.134	0.000	
10.50	43.062	25.064	25.064	0.000	
20.00	187.081	51.256	51.256	0.000	
20.00	187.081	51.256	51.256	0.000	
100.00	5321.051	271.819	271.819	0.000	
*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit $\varphi_{Ers} = 40.0^\circ$ berücksichtigt					

Aushub Nr. AH1

Wand kragt voll aus

Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Berme vor der Wand: $x_1 = 1.00$ m, $x_2 = 4.20$ m, $dh = 3.20$ m

*** Hinweis: Die Böschung vor der Wand wird abgeflacht, $\varphi = 25.0$ Grad

$x_1 = 0.00$ m, $x_2 = 4.20$ m, $dh = 1.96$ m

Neu angesetzte Aushubtiefe $z = 1.34$ m

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
1.84	5.25
2.84	20.61
5.84	140.73
8.84	129.40
9.74	-18.90
9.65	0.25
9.66	-1.83

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
1.000	-16.667	-8.197
4.610	-16.667	-8.197
7.500	-15.000	-7.378
10.500	-16.667	-8.197
20.000	-21.667	-10.657
100.000	-21.667	-10.657
Gesamtsumme V (char.)	-48.79 kN/m	5.41 kN/m

Passiver Erddruck

Tiefe z [m]	char. Wert $e_{ph,k}$ [kN/m ²]
0.000	0.000
1.341	0.000
1.341	-2.107
3.300	-31.135
3.871	-39.601
4.610	-80.536
4.610	-71.125
7.500	-133.703
7.500	-183.447
9.651	-249.666
Summe $E_{ph,k}$	-858.841 kN/m

Bemessungswert

Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000
1.341	0.000
1.341	-1.621
3.300	-23.950
3.871	-30.462
4.610	-61.951
4.610	-54.712
7.500	-102.848
7.500	-141.113
9.651	-192.051
Summe $E_{ph,d}$	-660.647 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{Erdseite}$ [kN/m ²]	$w_{Baugrube}$ [kN/m ²]	w_{Gesamt} [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	0.000	0.000	0.000
4.610	36.100	0.000	36.100
7.500	65.000	28.900	36.100
9.651	86.506	50.406	36.100

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = $0.2 \cdot 8.32 \text{ m} = 1.66 \text{ m}$
 Rammtiefenzuschlag nach EAU (E 56) = 0.96 m
 $= C_d / 2 \cdot \gamma_{Ep} / e_{phCk} = 207.24 / 2 \cdot 1.300 / 217.55 \geq 9.55 \cdot 1.000 / 10$
 Gesamtlänge der Wand: 11.31 m, Einbindetiefe t = 11.21 m
 (einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)
 Gesamtlänge der Wand: 10.61 m, Einbindetiefe t = 10.51 m
 (einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAU)

Aushubtiefe z = 1.34 m, Wasserstand = 4.61 m
 Fußstützkraft: $E_d = 660.75 \text{ kN} = R_d = 660.65 \text{ kN}$
 Ersatzkraft am Fuß: $C_d = -207.24 \text{ kN}$

Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch nach Aulbach, Ziegler 2013 im GZ HYD

Ebener Fall

Faktor A für räumliche Anströmung:	1.00
Faktor U für den Einfluss des Umfeldes:	1.00
Länge L der Baugrube:	10.00 m
Breite B der Baugrube:	5.00 m
Aquifermächtigkeit S:	95.39 m
Wasserspiegeldifferenz H:	3.61 m
Wichte unter Auftrieb	8.00 kN/m³
geforderte globale Sicherheit	2.000
Bemessungsbeiwert Be:	1.065
Erforderliche Einbindetiefe T:	5.20 m < vorh. = 11.21 m

*** Nachweis erfüllt ***

*** Hinweis: das Verfahren ist nur für nichtbindige Böden ausgelegt
 Für andere Fälle sollten genauere Untersuchungen durchgeführt werden.

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand

Charakteristische Schnittgrößen

Charakteristische Verformungen

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	19.5	0.00	0.00		
0.100	0.32	19.2	0.00	-0.02		
0.335	1.08	18.6	-0.02	-0.18		
0.694	2.23	17.5	-0.18	-0.77		
1.000	4.14	16.6	-0.55	-1.75		
1.341	8.48	15.6	-1.47	-3.90		
1.341	7.13					
1.587	7.94	14.9	-2.66	-5.75		
3.300	13.53	9.9	-26.89	-24.14		
3.871	15.40	8.4	-43.00	-32.41		
4.610	-1.42	6.4	-69.61	-37.58		
4.610	6.28					
7.222	-21.96	1.2	-157.06	-17.10		
7.500	-24.97	0.9	-160.93	-10.57		
7.500	-67.75					
7.653	-70.24	0.7	-161.74	0.00		
9.651	-102.77	0.0	0.00	172.78		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
 E=Erdaulager

Aushub Nr. AH1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	172.78	zugM	0.00
	minM	-161.74	zugQ	0.00,	minQ	-37.58	zugM	-69.61
	maxw	19.5 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	2.29	0.00
0.100	2.38	-0.23
0.335	2.61	-0.82
0.694	2.95	-1.82
1.000	3.52	-2.81
1.341	3.81	-4.06
1.341	3.61	-4.06
1.587	3.48	-4.93
3.300	2.55	-10.10
3.871	2.24	-11.47
4.610	-0.93	-11.95
4.610	0.61	-11.95
7.222	-1.94	-10.22
7.500	-2.21	-9.64
7.500	-10.54	-9.64
7.653	-10.81	-8.00
9.651	-14.43	17.20

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte

(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	9.65	156.86	44.76	(δ_a)
Wasserdruck:	1.00	9.65	296.55	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Fußersatzkraft:			207.24	30.36	(δ_c)
Summe:			660.65	75.11	
Erdwiderstand:	1.34	9.65	-660.65	-91.85	(*)
Wandengewicht:				26.47	
Auftriebskraft:				-2.39	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	7.34	(nach unten)

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:	V_k [kN/m]	
Erddruck:	37.30	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandengewicht:	22.06	
Auftriebskraft:	-1.99	
Fußersatzkraft:	12.65	(δ_c)
Summe:	70.02	
Erdwiderstand:	($B_v - 1/2 \cdot C_h \cdot \tan(\delta_p)$)	64.55

Nachweis: $V_k = 70.02 \text{ kN/m} \geq B_{vk} = 64.55 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

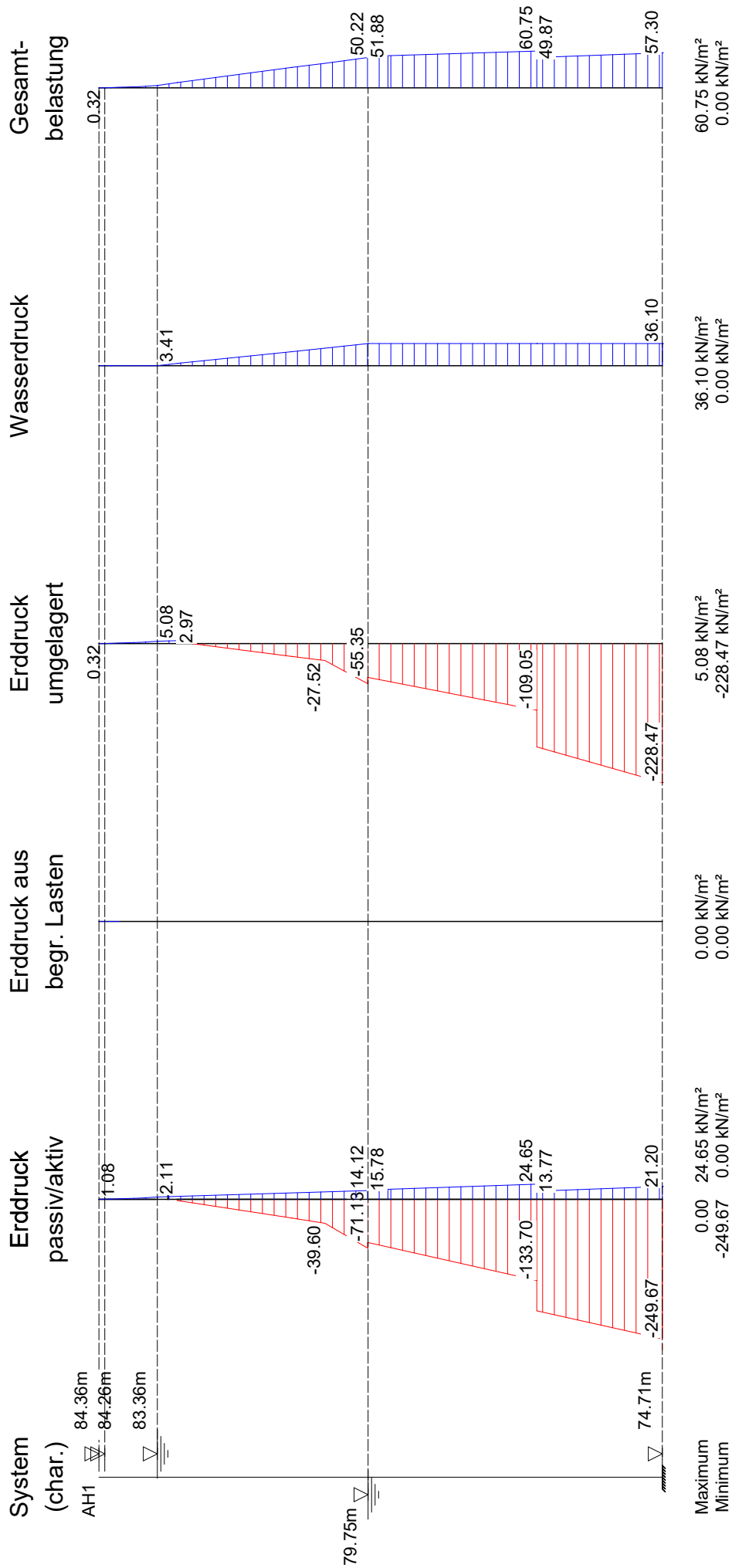
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:	V_d [kN/m]	
Erddruck:	44.76	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeigengewicht:	26.47	
Auftriebskraft:	-2.39	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	(δ_c)
Summe:	53.66	

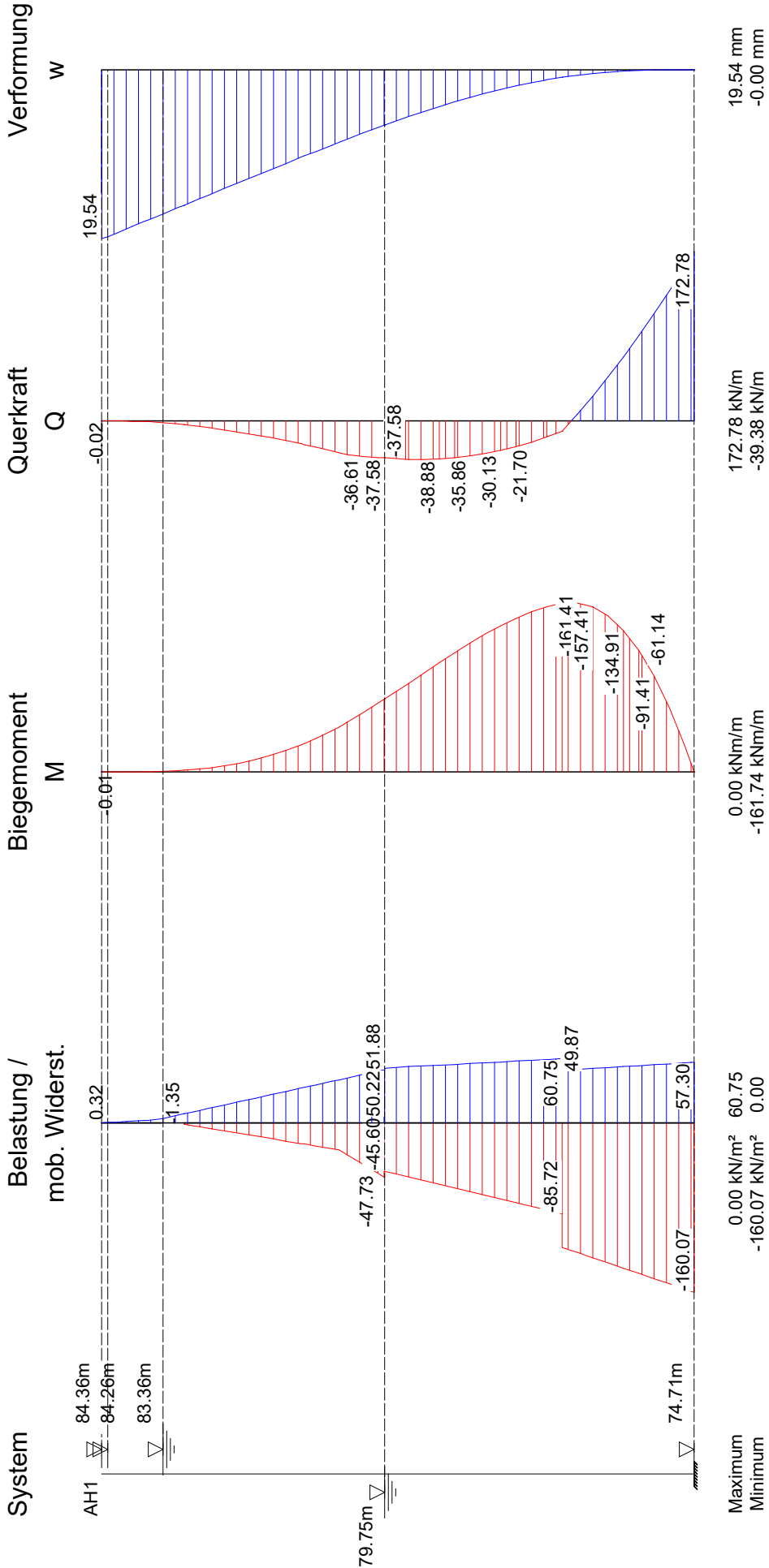
Widerstände:	R_d [kN/m]
Fußfläche für Spitzendruck (cm²/m):	291.2
(tatsächliche Querschnittsfläche - EAB 5. Auflage)	
Spitzendruck:	208.00
Erdwiderstand:	$(B_v - 1/2 \cdot C_h \cdot \tan(\delta_p))$
	49.65
Summe:	257.65

Nachweis: $V_d = 53.66 \text{ kN/m} \leq R_d = 257.65 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***



Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch



Geländebruch-Nachweis, Aushub AH1

Eingabedatei: C:\Users\Blatta\Documents\CDM-Allgemein\116796\
BQ6@AH1.dbb

Berechnung nach: (Eurocode 7) und DIN 1054:2010

Nachweis nach DIN 4084:2009

Berechnung mit Nachweisverfahren 3

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A2 + M2 + R3

Schichtdaten			Deichkörper Grobsand	Auelehm, bindig	Auelehm, tonig		
Innere Reibung	cal φ'	[Grad]	25.00 32.50	22.50	25.00		
Kohäsion	cal c'	[kN/m ²]	2.0 0.0	2.0	10.0		
Wichte Boden		[kN/m ³]	18.0 19.0	18.0	20.0		
Wichte wassergesättigt		[kN/m ³]	18.0 21.0	18.0	20.0		
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	8.0 11.0	8.0	10.0		
Geländeverlauf und Schichten							
x [m]			-5.90	-5.90	-5.90	-4.44	-1.24
			-0.24	-0.24	-0.24	-0.24	-0.24
			0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
			10.24				
z Gelände			-3.30	-3.30	-3.30	-3.30	-0.10
			-0.10	-4.61	-7.50	-10.50	-11.32
			-11.32	-10.50	-7.50	-4.61	0.00
			0.00				
z Schicht	Deichkörper		-4.61	-4.61	-4.61	-4.61	-4.61
			-4.61	-7.50	-10.50	-11.32	-11.32
			-11.32	-10.50	-7.50	-4.61	-4.61
			-4.61				
z Schicht	Auelehm, bindig		-7.50	-7.50	-7.50	-7.50	-7.50
			-7.50	-10.50	-11.32	-11.32	-11.32
			-11.32	-10.50	-7.50	-7.50	-7.50
			-7.50				
z Schicht	Auelehm, tonig		-10.50	-10.50	-10.50	-10.50	-10.50
			-10.50	-11.32	-11.32	-11.32	-11.32
			-11.32	-10.50	-10.50	-10.50	-10.50
			-10.50				
z Schicht	Grobsand		-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
			-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
			-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
			-1000.00				

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-5.90	-4.61
0.24	-4.61
0.24	-1.00
10.24	-1.00

Lage von Bauwerken

Nummer	x _{von} [m]	x _{bis} [m]	z _{von} [m]	z _{bis} [m]	Gewicht [kN/m]
1	-0.24	0.24	-11.32	0.00	25.87

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für NW-Verf. 3

γ-	G	Q	W	E	φ	c	c _u	R _a	R _b
BS-P	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40
BS-T	1.00	1.20	1.00	1.20	1.15	1.15	1.15	1.10	1.30
BS-A	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20
BS-T/A	1.00	1.10	1.00	1.10	1.12	1.12	1.12	1.10	1.25

γ-	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert tan(φ)
c	Kohäsion c
c _u	Kohäsion undränirt c _u
R _a	Anker
R _b	Bauteile

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Raster mit x von -7.24 m bis 2.76 m, z von -3.00 m bis 2.00 m
Δ x = 1.00 m, Δ z = 1.00 m,
mit Radius von R = 9.55 m bis 19.55 m, Δ R = 1.00 m

Lastfall Typ: BS-T

Gleitkörper von x = -12.89 bis 10.85 m
Gleitkreis: x_M = -1.36 m, z_M = 0.81 m, R = 12.24 m

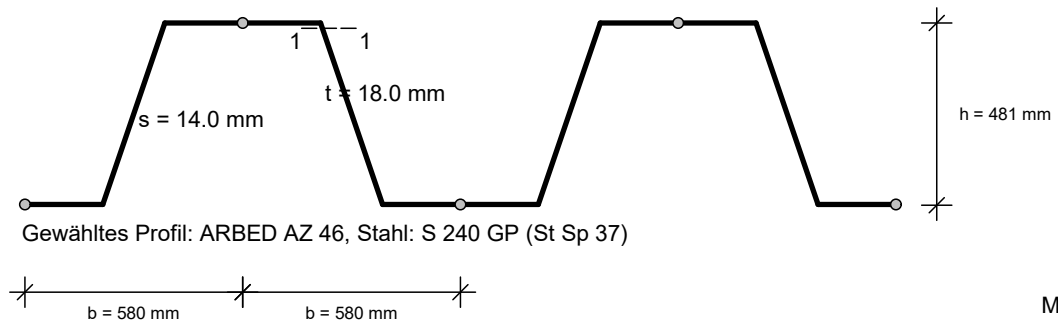
Bestimmung der Lamellen-Anteile

x _M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϕ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m²]	[Grad]
-7.85	0.19	22.25	0.00	0.00	25.00	10.0	-31.97
-7.63	0.25	29.91	0.00	0.00	25.00	10.0	-30.77
-7.38	0.25	30.64	0.00	0.00	25.00	10.0	-29.41
-7.13	0.25	31.32	0.00	0.00	25.00	10.0	-28.08
-6.88	0.25	31.97	0.00	0.00	25.00	10.0	-26.76
-6.63	0.25	32.58	0.00	0.00	25.00	10.0	-25.46
-6.38	0.25	33.16	0.00	0.00	25.00	10.0	-24.17
-6.13	0.25	33.70	0.00	0.00	25.00	10.0	-22.89
-5.88	0.25	34.23	0.00	0.00	32.50	0.0	-21.63
-5.63	0.25	34.74	0.00	0.00	32.50	0.0	-20.37
-5.38	0.25	35.21	0.00	0.00	32.50	0.0	-19.13
-5.13	0.25	35.65	0.00	0.00	32.50	0.0	-17.89

						Seite	15
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.211							
x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
-4.88	0.25	36.05	0.00	0.00	32.50	0.0	-16.67
-4.63	0.25	36.43	0.00	0.00	32.50	0.0	-15.45
-4.38	0.25	37.11	0.00	0.00	32.50	0.0	-14.24
-4.13	0.25	38.53	0.00	0.00	32.50	0.0	-13.03
-3.88	0.25	39.94	0.00	0.00	32.50	0.0	-11.84
-3.63	0.25	41.32	0.00	0.00	32.50	0.0	-10.64
-3.38	0.25	42.68	0.00	0.00	32.50	0.0	-9.45
-3.13	0.25	44.01	0.00	0.00	32.50	0.0	-8.27
-2.88	0.25	45.31	0.00	0.00	32.50	0.0	-7.09
-2.63	0.25	46.59	0.00	0.00	32.50	0.0	-5.91
-2.37	0.25	47.83	0.00	0.00	32.50	0.0	-4.73
-2.12	0.25	49.05	0.00	0.00	32.50	0.0	-3.56
-1.87	0.25	50.25	0.00	0.00	32.50	0.0	-2.39
-1.62	0.25	51.41	0.00	0.00	32.50	0.0	-1.22
-1.38	0.25	52.55	0.00	0.00	32.50	0.0	-0.05
-1.12	0.25	53.14	0.00	0.00	32.50	0.0	1.12
-0.88	0.25	53.10	0.00	0.00	32.50	0.0	2.29
-0.63	0.25	53.04	0.00	0.00	32.50	0.0	3.47
-0.38	0.25	52.94	0.00	0.00	32.50	0.0	4.64
-0.13	0.25	2.35	0.00	16.09	32.50	0.0	5.82
0.13	0.25	2.22	0.00	16.09	32.50	0.0	6.99
0.38	0.25	52.95	0.00	0.00	32.50	0.0	8.17
0.63	0.25	52.75	0.00	0.00	32.50	0.0	9.36
0.88	0.25	52.52	0.00	0.00	32.50	0.0	10.55
1.12	0.25	52.26	0.00	0.00	32.50	0.0	11.74
1.38	0.25	51.97	0.00	0.00	32.50	0.0	12.94
1.62	0.25	51.66	0.00	0.00	32.50	0.0	14.14
1.87	0.25	51.31	0.00	0.00	32.50	0.0	15.35
2.12	0.25	50.94	0.00	0.00	32.50	0.0	16.57
2.37	0.25	50.53	0.00	0.00	32.50	0.0	17.80
2.63	0.25	50.09	0.00	0.00	32.50	0.0	19.03
2.88	0.25	49.62	0.00	0.00	32.50	0.0	20.27
3.13	0.25	49.12	0.00	0.00	32.50	0.0	21.52
3.38	0.25	48.60	0.00	0.00	25.00	10.0	22.79
3.63	0.25	48.05	0.00	0.00	25.00	10.0	24.06
3.88	0.25	47.48	0.00	0.00	25.00	10.0	25.35
4.13	0.25	46.87	0.00	0.00	25.00	10.0	26.66
4.38	0.25	46.22	0.00	0.00	25.00	10.0	27.97
4.63	0.25	45.54	0.00	0.00	25.00	10.0	29.31
4.88	0.25	44.82	0.00	0.00	25.00	10.0	30.66
5.13	0.25	44.06	0.00	0.00	25.00	10.0	32.03
5.38	0.25	43.26	0.00	0.00	25.00	10.0	33.42
5.63	0.25	42.41	0.00	0.00	25.00	10.0	34.83
5.88	0.25	41.51	0.00	0.00	25.00	10.0	36.27
6.13	0.25	40.57	0.00	0.00	25.00	10.0	37.74
6.38	0.25	39.58	0.00	0.00	25.00	10.0	39.23
6.63	0.25	38.53	0.00	0.00	25.00	10.0	40.76
6.88	0.25	37.42	0.00	0.00	25.00	10.0	42.33
7.13	0.25	36.25	0.00	0.00	25.00	10.0	43.93
7.38	0.25	35.01	0.00	0.00	25.00	10.0	45.58
7.63	0.25	33.72	0.00	0.00	22.50	2.0	47.28
7.88	0.25	32.45	0.00	0.00	22.50	2.0	49.03
8.13	0.25	31.11	0.00	0.00	22.50	2.0	50.85
8.38	0.25	29.68	0.00	0.00	22.50	2.0	52.74
8.63	0.25	28.14	0.00	0.00	22.50	2.0	54.72
8.88	0.25	26.49	0.00	0.00	22.50	2.0	56.80
9.13	0.25	24.69	0.00	0.00	22.50	2.0	59.00
9.38	0.25	22.73	0.00	0.00	22.50	2.0	61.36

						Seite	16
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.211							
x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
9.63	0.25	20.55	0.00	0.00	25.00	2.0	63.90
9.88	0.25	18.10	0.00	0.00	25.00	2.0	66.71
10.13	0.25	15.26	0.00	0.00	25.00	2.0	69.87
10.38	0.25	11.82	0.00	0.00	25.00	2.0	73.61
10.63	0.25	7.17	0.00	0.00	25.00	2.0	78.46
10.80	0.10	0.86	0.00	0.00	25.00	2.0	83.66
x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu			R^*T_i		R^*G^* $\sin(\vartheta)$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]			[kNm/m]		[kNm/m]
-7.85	49.58	0.00			110.10		-144.16
-7.63	50.93	0.00			144.26		-187.24
-7.38	52.38	0.00			143.76		-184.12
-7.13	53.75	0.00			143.27		-180.41
-6.88	55.04	0.00			142.80		-176.15
-6.63	56.27	0.00			142.33		-171.38
-6.38	57.42	0.00			141.87		-166.13
-6.13	58.51	0.00			141.42		-160.43
-5.88	59.54	0.00			154.86		-154.39
-5.63	60.50	0.00			154.70		-147.97
-5.38	61.39	0.00			154.50		-141.18
-5.13	62.23	0.00			154.27		-134.03
-4.88	63.01	0.00			154.01		-126.55
-4.63	63.73	0.00			153.71		-118.77
-4.38	64.39	0.00			155.84		-111.71
-4.13	65.00	0.00			163.49		-106.33
-3.88	65.55	0.00			171.17		-100.25
-3.63	66.05	0.00			178.69		-93.39
-3.38	66.49	0.00			186.04		-85.79
-3.13	66.88	0.00			193.26		-77.46
-2.88	67.21	0.00			200.34		-68.42
-2.63	67.50	0.00			207.31		-58.70
-2.37	67.73	0.00			214.18		-48.31
-2.12	67.91	0.00			220.95		-37.28
-1.87	68.04	0.00			227.64		-25.63
-1.62	68.12	0.00			234.25		-13.37
-1.38	68.15	0.00			240.80		-0.53
-1.12	68.13	0.00			243.77		12.75
-0.88	68.05	0.00			242.68		26.02
-0.63	67.93	0.00			241.60		39.25
-0.38	67.75	0.00			240.53		52.41
-0.13	67.52	0.00			10.40		22.87
0.13	67.24	0.00			9.97		27.28
0.38	103.01	0.00			180.48		92.14
0.63	102.62	0.00			179.53		104.97
0.88	102.18	0.00			178.55		117.64
1.12	101.69	0.00			177.56		130.13
1.38	101.14	0.00			176.55		142.41
1.62	100.54	0.00			175.51		154.46
1.87	99.88	0.00			174.45		166.25
2.12	99.17	0.00			173.36		177.77
2.37	98.39	0.00			172.24		188.98
2.63	97.56	0.00			171.09		199.87
2.88	96.67	0.00			169.91		210.41
3.13	95.72	0.00			168.70		220.56
3.38	94.70	0.00			152.49		230.35
3.63	93.61	0.00			151.97		239.79
3.88	92.46	0.00			151.45		248.79

						Seite	17
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.211							
x _M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu			R*T _i	R*G* sin(ϕ)	
[m]	[kN/m²]	[kN/m²]			[kNm/m]	[kNm/m]	
4.13	91.24	0.00			150.92	257.32	
4.38	89.95	0.00			150.38	265.33	
4.63	88.59	0.00			149.84	272.79	
4.88	87.15	0.00			149.28	279.68	
5.13	85.62	0.00			148.71	285.94	
5.38	84.02	0.00			148.13	291.54	
5.63	82.32	0.00			147.53	296.43	
5.88	80.54	0.00			146.91	300.57	
6.13	78.65	0.00			146.27	303.89	
6.38	76.66	0.00			145.61	306.34	
6.63	74.57	0.00			144.92	307.85	
6.88	72.35	0.00			144.20	308.35	
7.13	70.01	0.00			143.45	307.77	
7.38	67.53	0.00			142.65	305.99	
7.63	64.90	0.00			104.92	303.11	
7.88	62.11	0.00			104.34	299.79	
8.13	59.14	0.00			103.80	295.20	
8.38	55.96	0.00			103.22	289.05	
8.63	52.55	0.00			102.59	281.14	
8.88	48.88	0.00			101.88	271.24	
9.13	44.90	0.00			101.09	259.03	
9.38	40.53	0.00			100.18	244.09	
9.63	35.70	0.00			107.29	225.85	
9.88	30.27	0.00			105.42	203.41	
10.13	23.99	0.00			102.96	175.35	
10.38	16.41	0.00			99.22	138.78	
10.63	6.36	0.00			91.44	85.94	
10.80	0.00	0.00			22.96	10.41	
Summen:					11582.71	6957.17	
Einfluss von Bauwerken							
Gewicht	Hebelarm		φ	ψ	M _{rückh.}	M _{abtr.}	
[kN/m]	[m]		[Grad]	[Grad]	[kNm/m]	[kNm/m]	
25.87	1.37		28.99	6.40	172.12	35.31	
Ansatz des Erdwiderstands bei x = -7.94 m:							
Kraft E _p	Hebelarm	Wasserdruck W	Hebelarm		M _{rückh.}	M _{abtr.}	
[kN/m]	[m]	[kN/m]	[m]		[kNm/m]	[kNm/m]	
563.81	8.13	119.98	8.25		4583.35	-989.99	
Wasserdruckkraft						M _{abtr.}	
[kN/m]						[kNm/m]	
-51.32						601.98	
Einwirkungen	E _d = 6604.46 kN						
Widerstände	R _d = 16338.19 kN						
E _d /R _d = 0.40 < 1.0			*** Nachweis erfüllt ***				

Bemessung der Spundwand (bis 74.71 m)**Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):**

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
 für Widerstände: $\gamma_M = 1.00$

Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment	max. $M_d = 0.00$ kNm im Aushub AH1
	zug. $N_d = 0.00$ kN
	$V_d = 0.00$ kN
	bei $z = 0.00$ m
maßgebendes Moment	min. $M_d = -194.19$ kNm im Aushub AH1
	zug. $N_d = -9.59$ kN
	$V_d = 0.00$ kN
	bei $z = 7.65$ m
maßgebende Querkraft	max. $V_d = 103.62$ kN im Aushub AH1
	zug. $M_d = -0.25$ kNm
	zug. $N_d = 20.62$ kN
	bei $z = 9.65$ m

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: ARBED AZ 46 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	= 228.60 kg/m
$W_{y,el}$	= 4595.00 cm ³
$W_{y,pl}$	= 5295.00 cm ³
A	= 291.20 cm ²
A_v	= 111.76 cm ²
EI	= 231.95 MNm ²
Streckgrenze	$f_{yk} = 240.00$ MN/m ²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):

Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 0.00)	Querschnittsklasse: 2			
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion NW ok
	0.00	1548.59	0.00	Nein Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$	
	0.00	6988.80	0.00	Nein Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$	
($\beta_B = 1.00$)	0.00	1270.80	0.00	- Ja

min. M (z = 7.65)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1548.59	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{c,Rd}$	$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		
	-9.59	6988.80	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung ($\beta_B = 1.00$)	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-194.19	1270.80	0.15	-	Ja
max. V (z = 9.65)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	103.62	1548.59	0.07	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	20.62	6988.80	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung ($\beta_B = 1.00$)	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-0.25	1270.80	0.00	-	Ja
Stegbeulwiderstand	c/t_w	72ε		NW ok	
	35.11	< 71.25		Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

$$\begin{aligned}
 L &= 9.65 \text{ m} \quad (z_1 = 0.00, z_2 = -9.65) \\
 N_{Ed} &= -14.58 \text{ kN} \\
 M_{Ed} &= -113.39 \text{ kNm} \\
 s_k &= 2.00 \cdot L = 19.30 \text{ m} \\
 N_{cr} &= 6144.92 \text{ kN} \\
 N_{Ed} / N_{cr} &= 0.002 < 0.04
 \end{aligned}$$

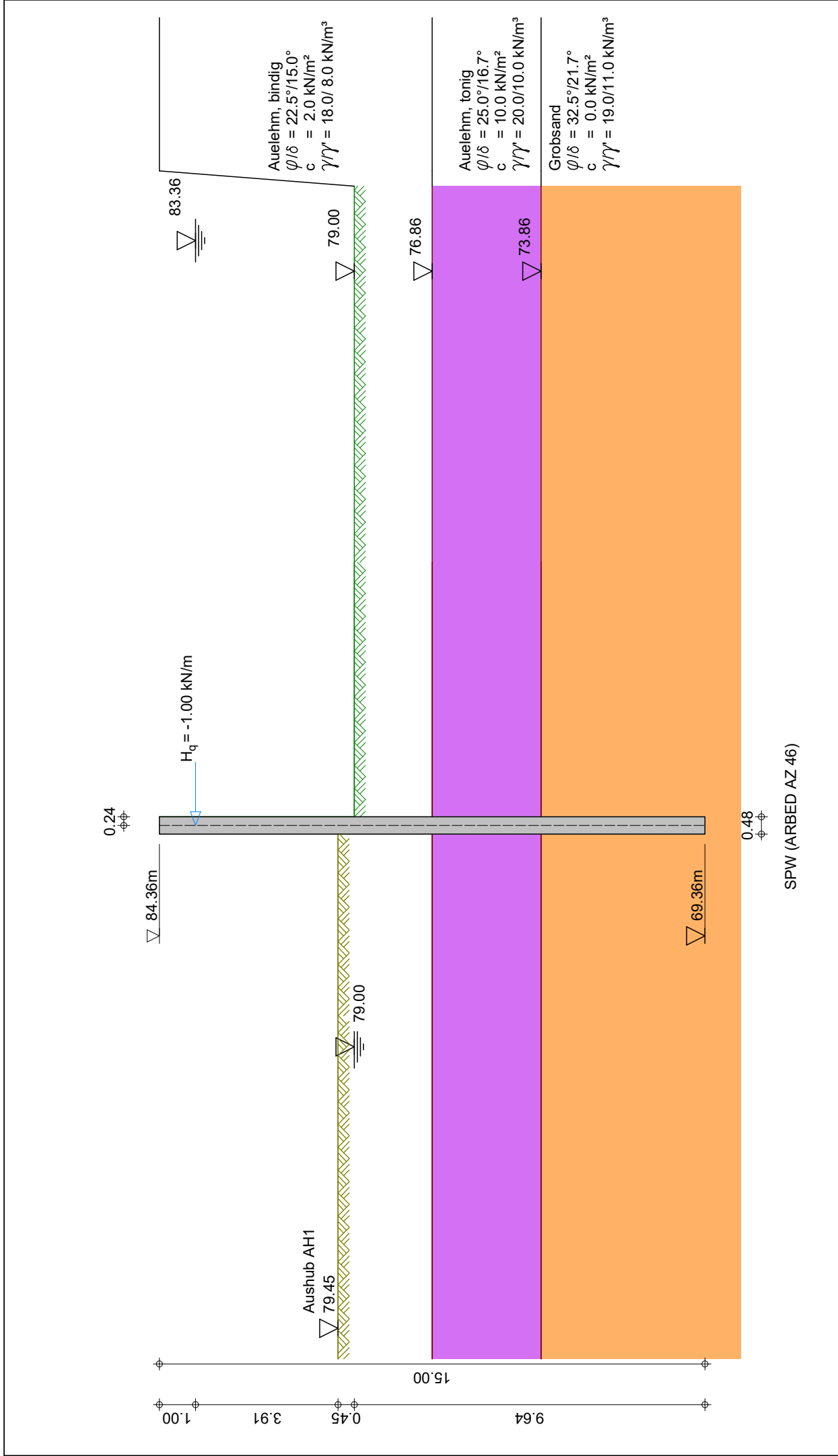
nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt

ANLAGE 8 BERECHNUNG BAUZEITLI- CHER HOCHWASSERSCHUTZ

Anlage 8.2 BQ7 Tiefpunkt Deichvorland



Eingabedatei: C:\Users\Blatta\Documents\CDM-Allgemein\116796\
BQ7_Tiefpunkt_BHWS_20230224.dbw

Berechnung nach Eurocode 7-1 und DIN 1054:2021

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich

Aktiver Erddruck

Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf 84.36 m

Grundwasserstand 83.36 m

1. Geländeböschung Anfang [m] 0.00
 Ende [m] 0.00
 Höhe [m] -5.36

Erddruckbeiwerte nach DIN 4085:2017 und EAB 2021

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp	x_1 [m]	z_1 [m]	E [MN/m ²]	A [cm ² /lfm]	g [kN/m ³]
	Profilbez.	x_2 [m]	z_2 [m]	I [cm ⁴ /lfm]	d [cm]	
				EI [MN*m ²]		
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	291.20	78.50
	ARBED AZ 46	0.00	6.00	1.1045E+05	48.10	
	(Doppelbohlen)			231.94		

Erdschichtwerte

			Auelehm, bindig	Auelehm, tonig	Grobsand
Schichthöhe	h	[m]	7.50	3.00	89.50
Innere Reibung	φ'	[Grad]	22.50	25.00	32.50
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	15.00	16.67	21.67
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-15.00	-16.67	-21.67
Kohäsion aktiv	c_a'	[kN/m ²]	2.0	10.0	0.0
Kohäsion passiv	c_p'	[kN/m ²]	2.0	10.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	18.0	20.0	19.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	8.0	10.0	11.0
Spitzendruck		[MN/m ²]	10.00	10.00	10.00

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K_{agh}	(aktiv)	0.384	0.346	0.251
Kohäsionsbeiwert	K_{ach}	(aktiv)	1.109	1.043	0.000
Beiwert Auflast	K_{aph}	(aktiv)	0.384	0.346	0.251
Erdwid. Beiwert	K_{pgh}	(passiv)	3.296	3.908	7.152
Koh.wid. Beiwert	K_{pch}	(passiv)	4.562	5.180	0.000
Beiwert Auflast	K_{pph}	(passiv)	3.296	3.908	7.152

LF-Name Typ
 LF1 BS-T

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Einzellasten auf die Baugrubenwand

LF-Name	H-Last	V-Last	Moment	x	z
LF1 Q	-1.0	0.0	0.0	0.00	1.00

Teilsicherheitsbeiwerte für Hydr. Grundbruch (GZ HYD)

γ_-	H	G, stb
BS-P	1.900	0.950
BS-T	1.900	0.950
BS-A	1.450	0.950
BS-T/A	1.675	0.950

Teilsicherheitsbeiwerte für Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Berechnung mit Nachweisverfahren 2

Kombination mit Teilsicherheitsbeiwerten der Gruppen A1 + M1 + R2

γ_-	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv
BS-P	1.350	1.200	1.350	1.350	1.350	1.500	1.500
BS-T	1.200	1.100	1.200	1.200	1.200	1.300	1.300
BS-A	1.100	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1.150	1.150	1.200	1.200

γ_-	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R, h	b	s
BS-P	1.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T	1.300	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-A	1.200	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400
BS-T/A	1.250	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.100	1.400	1.400

Ermittlung der Schnittgrößen (STR) mit gleichen Beiwerten wie Ermittlung der Wandlänge (GEO)

Ermittlung der Verformungen mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen (GEO) mit gleichen Beiwerten wie Ermittlung der Wandlänge (GEO)

γ_-	Teilsicherheitsbeiwert für...
H	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G, stb	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undrained
R, h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfall LF1, Typ BS-T

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe-e _v	e _h -Summe	e _h -Boden+Großfl.	e _h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
1.00	0.000	0.000	0.000	0.000
1.00	0.000	0.000	0.000	0.000
5.36	0.000	0.000	0.000	0.000
5.36	0.000	0.000	0.000	0.000

				Seite	4
Programm DC-Baugrube/Win Version 9.211				Lastfall	LF1
Tiefe z	Summe-e _v	e _h -Summe	e _h -Boden+Großfl.	e _h -Auflast	
6.00	0.078	0.914	0.914	0.000	
6.00	0.078	0.914	0.914	0.000	
6.08	0.100	1.032	1.032	0.000	
6.71	0.349	1.930	1.930	0.000	
7.50	1.014	4.353	4.353	0.000	
7.50	1.014	3.057	3.057	0.000	
8.81	2.664	5.389	5.389	0.000	
10.50	6.166	8.415	8.415	0.000	
10.50	6.166	11.810	11.810	0.000	
100.00	4812.901	258.565	258.565	0.000	
*** Hinweis: Im Bereich kohäsiver Schichten wurde nach EB 4.3 aktiver Mindesterddruck mit $\varphi_{Ers} = 40.0^\circ$ berücksichtigt					

Aushub Nr. AH1

Wand kragt voll aus
Wandfuß eingespannt (nach Blum)

Negativer Erddruck wirkt mit auf das statische System

Keine Umlagerung

Iteration der Wandlänge

Länge	Summe M
5.41	175.86
6.41	299.58
9.41	652.34
12.41	357.69
13.31	2.81
13.32	-2.03

*** Hinweis: der Wandreibungswinkel für den passiven Erddruck δ_p
wurde reduziert wegen abhebender V-Kräfte

Tiefe z [m]	δ_p [Grad] (urspr. Wert)	δ_p [Grad] (reduz. Wert)
1.000	-15.000	-5.301
5.360	-15.000	-5.301
6.000	-15.000	-5.301
7.500	-15.000	-5.301
10.500	-16.667	-5.890
100.000	-21.667	-7.657
Gesamtsumme V (char.)	-135.91 kN/m	1.68 kN/m

Passiver Erddruck		Bemessungswert	
Tiefe z [m]	char. Wert $e_{ph,k}$ [kN/m ²]	Tiefe z [m]	$e_{ph,d}$ [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
4.910	0.000	4.910	0.000
4.910	-6.896	4.910	-5.305
5.360	-27.690	5.360	-21.300
6.000	-40.834	6.000	-31.410
7.500	-71.639	7.500	-55.107
7.500	-109.981	7.500	-84.601
10.500	-196.731	10.500	-151.331
10.500	-235.126	10.500	-180.866
13.320	-367.209	13.320	-282.468
Summe $E_{ph,k}$	-1423.424 kN/m	Summe $E_{ph,d}$	-1094.941 kN/m

Angesetzter Wasserdruck

Tiefe z [m]	$w_{\text{Erdsseite}}$ [kN/m ²]	w_{Baugrube} [kN/m ²]	w_{Gesamt} [kN/m ²]
0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	0.000	0.000	0.000
5.360	43.600	0.000	43.600
6.000	50.000	6.400	43.600
7.500	65.000	21.400	43.600
10.500	95.000	51.400	43.600
13.320	123.200	79.600	43.600

Rammtiefenzuschlag nach EAB (EB26) = $0.2 \cdot 8.41 \text{ m} = 1.68 \text{ m}$
 Gesamtlänge der Wand: 15.00 m, Einbindetiefe $t = 10.09 \text{ m}$
 (einschl. Rammtiefenzuschlag nach EAB)

Aushubtiefe $z = 4.91 \text{ m}$, Wasserstand = 5.36 m
 Fußstützkraft: $E_d = 1094.18 \text{ kN} \leq R_d = 1094.94 \text{ kN}$
 Ersatzkraft am Fuß: $C_d = -484.81 \text{ kN}$

Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch nach Aulbach, Ziegler 2013 im GZ HYD

Ebener Fall

Faktor A für räumliche Anströmung:	1.00
Faktor U für den Einfluss des Umfeldes:	1.00
Länge L der Baugrube:	10.00 m
Breite B der Baugrube:	5.00 m
Aquifermächtigkeit S:	94.64 m
Wasserspiegeldifferenz H:	4.36 m
Wichte unter Auftrieb	8.00 kN/m³
geforderte globale Sicherheit	2.000
Bemessungsbeiwert Be :	1.065
Erforderliche Einbindetiefe T:	7.00 m < vorh. = 10.09 m

*** Nachweis erfüllt ***

*** Hinweis: das Verfahren ist nur für nichtbindige Böden ausgelegt
 Für andere Fälle sollten genauere Untersuchungen durchgeführt werden.

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand

Charakteristische Schnittgrößen

Charakteristische Verformungen

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	0.00	129.0	0.00	0.00		
1.000	0.00	115.1	0.00	0.00		
		115.1		-1.00		
4.910	39.10	60.8	-103.54	-77.44		
4.910	34.68					
5.360	25.87	54.7	-141.60	-91.07		
6.000	18.37	46.4	-204.67	-105.22		
6.082	17.40	45.3	-213.41	-106.70		
6.711	10.04	37.5	-283.41	-115.32		
7.500	2.08	28.4	-376.71	-120.10		
7.500	-23.76					
8.806	-45.61	15.7	-507.05	-74.81		
10.126	-67.70	6.5	-559.65	0.00		
10.500	-73.95	4.7	-554.77	26.48		
10.500	-95.14					
10.642	-99.02	4.1	-550.02	40.31		
13.320	-171.94	0.0	0.00	403.07		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
 E=Erdaulager

Aushub Nr. AH1	maxM	0.00	zugQ	0.00,	maxQ	403.07	zugM	0.00
	minM	-559.65	zugQ	0.00,	minQ	-120.10	zugM	-376.71
	maxw	129.0 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	2.29	0.00
1.000	2.29	-2.29
4.910	2.29	-11.22
4.910	1.88	-11.22
5.360	0.64	-11.79
6.000	0.11	-12.03
6.082	0.04	-12.03
6.711	-0.49	-11.89
7.500	-0.80	-11.38
7.500	-4.06	-11.38
8.806	-5.86	-4.90
10.126	-7.68	4.04
10.500	-8.19	7.00
10.500	-13.26	7.00
10.642	-13.68	8.92
13.320	-21.54	56.07

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte

(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	13.32	78.31	28.50	(δ_a)
Wasserdruck:	1.00	13.32	530.52	0.00	
Anker/Steifen:			0.00	0.00	(α)
Einzellasten:			1.30	0.00	
Fußersatzkraft:			484.81	92.77	(δ_c)
Summe:			1094.94	121.28	
Erdwiderstand:	4.91	13.32	-1094.94	-132.48	(*)
Wandeigengewicht:				36.54	
Auftriebskraft:				-3.54	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	21.80 (nach unten)	

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

Nachweis der Vertikalkomp. des mobilisierten Erdwiderstandes (EAB,EB 9)

Einwirkungen:	V_k [kN/m]	
Erddruck:	23.75	(δ_a)
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeigengewicht:	30.45	
Auftriebskraft:	-2.95	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	(δ_c)
Summe:	89.81	
Erdwiderstand:	($B_v - 1/2 \cdot C_h \cdot \tan(\delta_p)$)	88.01

Nachweis: $V_k = 89.81 \text{ kN/m} \geq B_{vk} = 88.01 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***

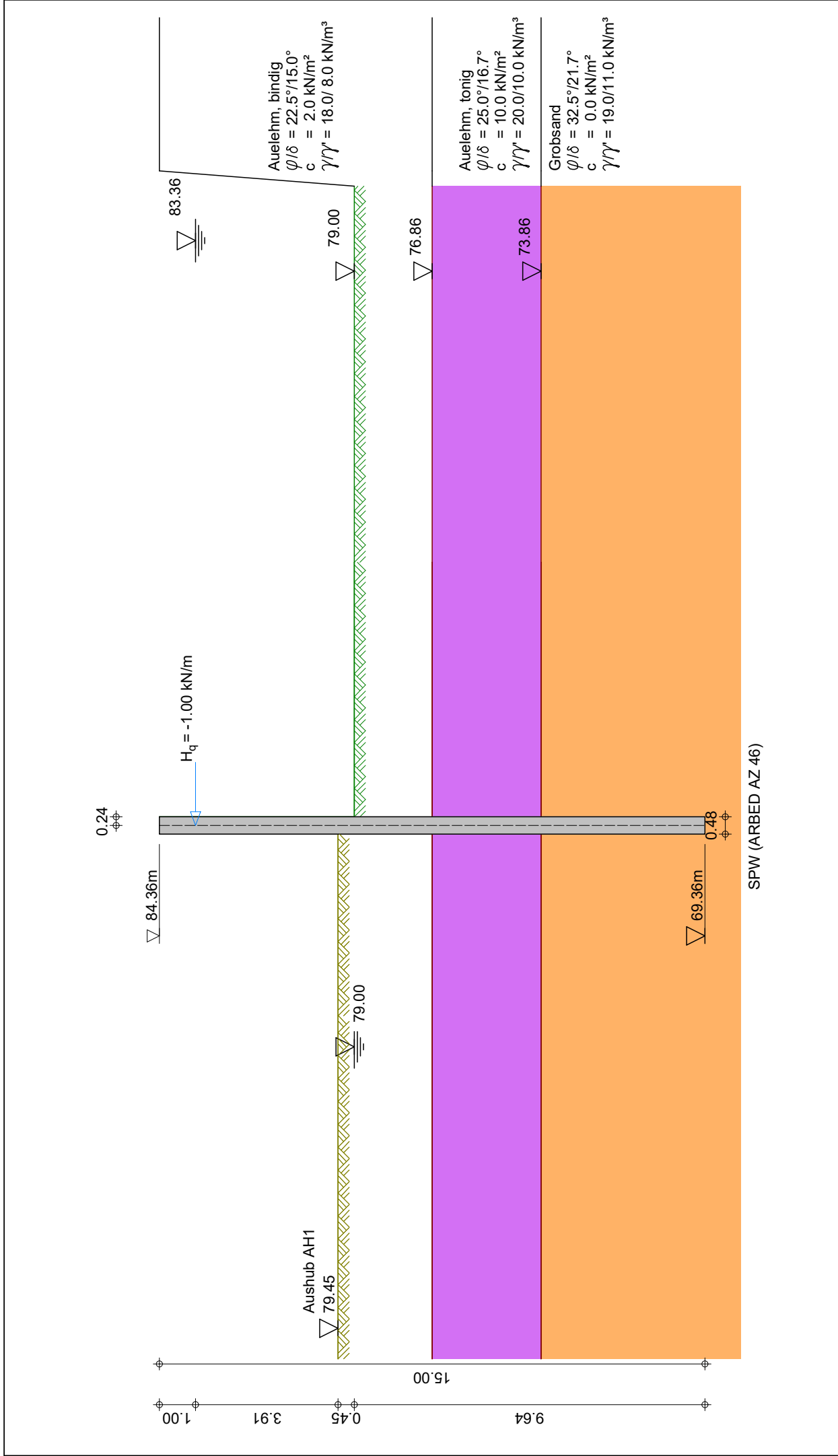
Nachweis der Abtragung von Vertikalkräften in den Untergrund (EAB,EB 84)

Einwirkungen:	V_d [kN/m]	
Erddruck:	28.50	(δ_a)
Wasserdruck:	0.00	
Anker/Steifen:	0.00	(α)
Wandeigengewicht:	36.54	
Auftriebskraft:	-3.54	
Fußersatzkraft:	(1/2 C_v)	(δ_c)
Summe:	15.11	

Widerstände:	R_d [kN/m]
Fußfläche für Spitzendruck (cm²/m):	291.2
(tatsächliche Querschnittsfläche - EAB 5. Auflage)	
Spitzendruck:	208.00
Erdwiderstand:	$(B_v - 1/2 \cdot C_h \cdot \tan(\delta_p))$
Summe:	275.70

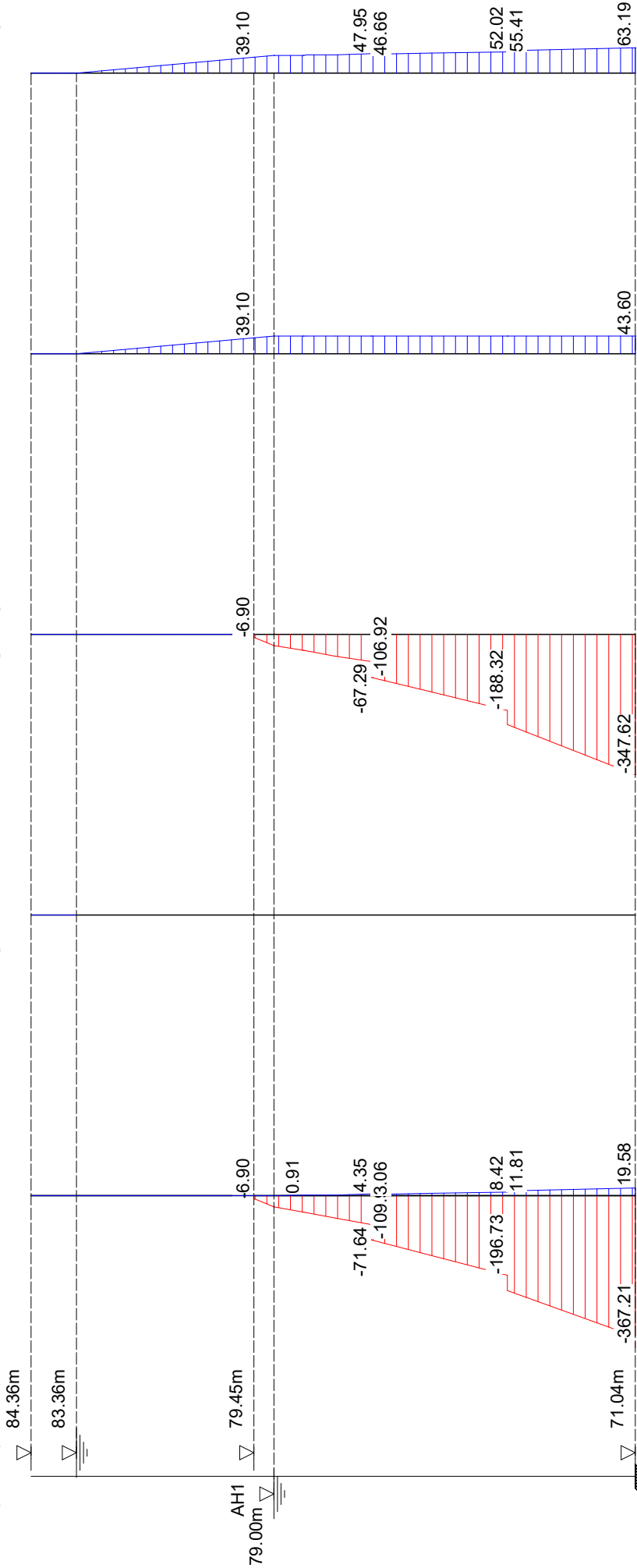
Nachweis: $V_d = 15.11 \text{ kN/m} \leq R_d = 275.70 \text{ kN/m}$

*** Nachweis erfüllt ***



Seite		9
Aushub		AH1
Lastfall		LF1
Maßstab		: 1: 140

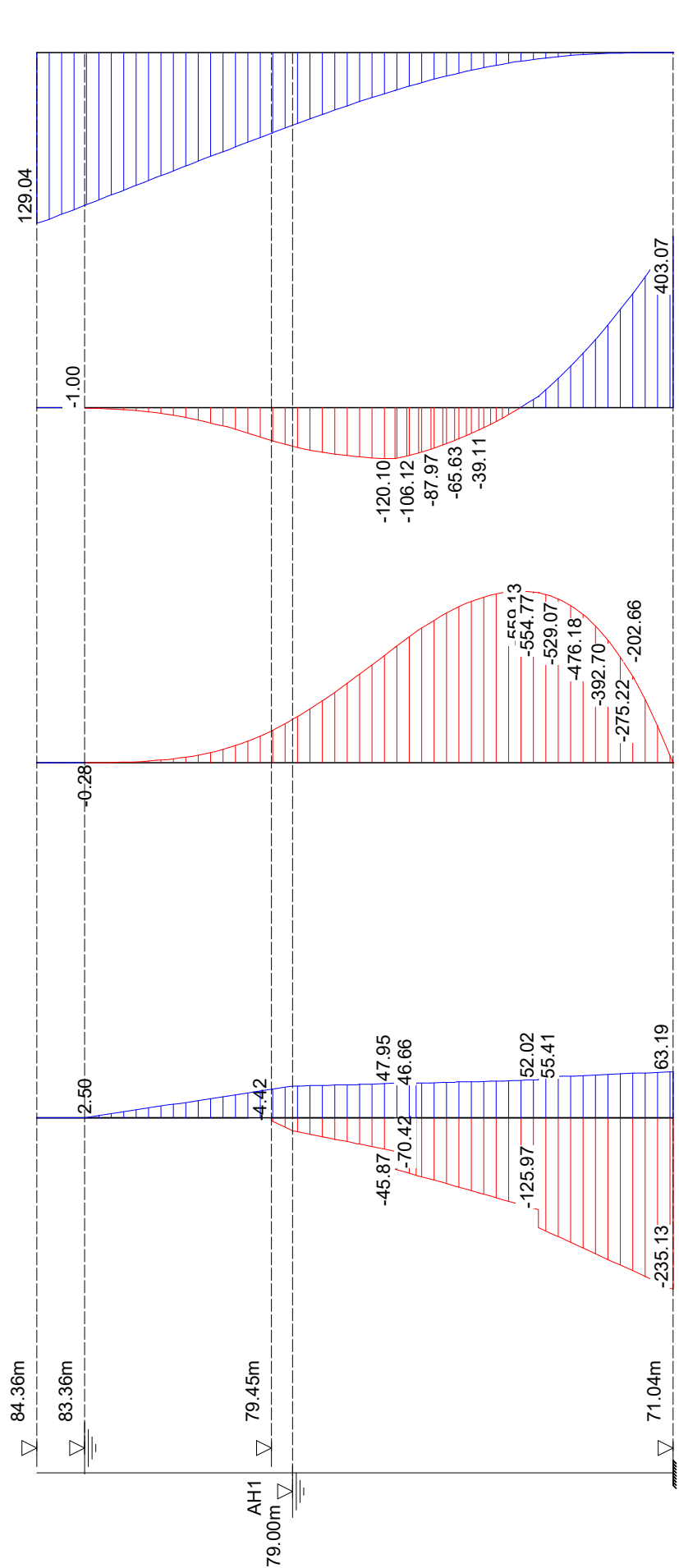
System (char.)	Erddruck passiv/aktiv	Erddruck aus begr. Lasten	Erddruck umgelagert	Wasserdruck	Gesamt- belastung
-------------------	--------------------------	------------------------------	------------------------	-------------	----------------------



Maximum	0.00	0.00 kN/m²	0.00 kN/m²	43.60 kN/m²	63.19 kN/m²
Minimum	-367.21	0.00 kN/m²	-347.62 kN/m²	0.00 kN/m²	0.00 kN/m²

Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch

System Belastung / mob. Widerst. Biegemoment M Querkraft Q Verformung w

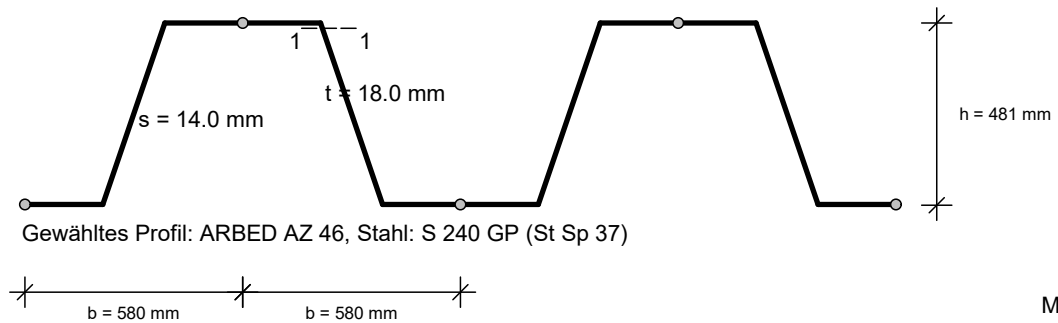


Maximum 0.00 kN/m² 63.19
Minimum -235.13 kN/m² 0.00

0.00 kNm/m
-559.65 kNm/m

403.07 kN/m
-120.10 kN/m

129.04 mm
-0.00 mm

Bemessung der Spundwand (bis 71.04 m)**Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):**

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach Nachweisverfahren 2
 für Widerstände: $\gamma_M = 1.00$

Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment	max. $M_d = 2.03$ kNm im Aushub AH1
	zug. $N_d = 67.43$ kN
	$V_d = 242.40$ kN
	bei $z = 13.32$ m
maßgebendes Moment	min. $M_d = -671.74$ kNm im Aushub AH1
	zug. $N_d = 4.86$ kN
	$V_d = 0.00$ kN
	bei $z = 10.12$ m
maßgebende Querkraft	max. $V_d = 242.40$ kN im Aushub AH1
	zug. $M_d = 2.03$ kNm
	zug. $N_d = 67.43$ kN
	bei $z = 13.32$ m

*** Hinweis: Die Ersatzkraft C bei Einspannung nach Blum wird nach Weißenbach mit dem halben Wert angesetzt.

Gewähltes Profil: ARBED AZ 46 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	= 228.60 kg/m
$W_{y,el}$	= 4595.00 cm ³
$W_{y,pl}$	= 5295.00 cm ³
A	= 291.20 cm ²
A_v	= 111.76 cm ²
EI	= 231.95 MNm ²
Streckgrenze	$f_{yk} = 240.00$ MN/m ²

Nachweise nach DIN EN 1993 (Eurocode 3):

Bemessung elastisch-plastisch

max. M (z = 13.32)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	242.40	1548.59	0.16	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	67.43	6988.80	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
($\beta_B = 1.00$)	2.03	1270.80	0.00	-	Ja

min. M (z = 10.12)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	0.00	1548.59	0.00	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	4.86	6988.80	0.00	Nein	Ja
Biegebeanspruchung ($\beta_B = 1.00$)	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	-671.74	1270.80	0.53	-	Ja
max. V (z = 13.32)	Querschnittsklasse:		2		
Querkraftbeanspruchung	V_{Ed}	$V_{pl,Rd}$	$V_{Ed}/V_{pl,Rd}$	Interaktion	NW ok
	242.40	1548.59	0.16	Nein	Ja
Normalkraftbeanspruchung	N_{Ed}	$N_{t,Rd}$	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$		
	67.43	6988.80	0.01	Nein	Ja
Biegebeanspruchung ($\beta_B = 1.00$)	M_{Ed}	$M_{pl,Rd}$	$M_{Ed}/M_{pl,Rd}$		
	2.03	1270.80	0.00	-	Ja
Stegbeulwiderstand	c/t_w	72ε		NW ok	
	35.11	< 71.25		Ja	

Stabilitätsnachweis nach EN 1993-1-1:

$$\begin{aligned}
 L &= 13.32 \text{ m} \quad (z_1 = 0.00, z_2 = -13.32) \\
 N_{Ed} &= -14.44 \text{ kN} \\
 M_{Ed} &= -256.58 \text{ kNm} \\
 s_k &= 2.00 * L = 26.64 \text{ m} \\
 N_{cr} &= 3225.64 \text{ kN} \\
 N_{Ed} / N_{cr} &= 0.004 < 0.04
 \end{aligned}$$

nach EN 1993-5, 5.2.3: Nachweis nicht erforderlich

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt