

Projekt 2527.01

Hochwasserschutz Nittenau

**Freistaat Bayern, vertreten durch das
Wasserwirtschaftsamt Weiden**

Statische Berechnung Nr. 2527.01_3_16_01

Objekt 8
Baugruben Angerinsel



SCHLEGEL
Beratende Ingenieure

Bauherr:

Freistaat Bayern, vertreten durch das
WWA Weiden
Am Langen Steg 5
92637 Weiden i. d. OPf.

Tragwerksplaner:

Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG
Guntherstraße 29
80639 München

München, den 23.02.2021

ppa. R. Wach
(Projektleiter)

i.V. T. Simmnacher
(Projektingenieur)

Indextabelle:

Rev.	Datum	Art der Änderung
01	23.02.2021	Index wegen Änderung des Standorts und Erweiterung der Baugrubensicherung auf Einlaufbauwerk und Kopfbalken
02		
03		
04		
05		

Inhaltsverzeichnis Standsicherheitsberechnung

1	Vorbemerkungen	1
1.1	Veranlassung / Klären der Aufgabenstellung	2
1.2	Bauteilabmessungen Schöpfwerk	2
1.3	Verwendete Normen und Unterlagen	5
1.4	Randbedingungen der Planungen	6
1.5	Grundwasserstände	6
1.6	Geotechnische Gutachten / Bodenschichtung	7
2	Bauteileigenschaften	9
2.1	Baustoffe (allgemein)	9
3	Einwirkungen / Lastfälle	9
3.1	Erddruck	9
3.2	Wasserdruck	9
3.3	Erdbeben	9
3.4	Bemessungssituationen / Teilsicherheitsbeiwerte	9
4	Bemessung Schöpfwerk	10
4.1	Frei auskragende Spundwand	10
4.1.1	Randbedingungen	10
4.1.2	Ergebnis	10
4.2	Einfach gestützte Spundwand	11
4.2.1	Randbedingungen	11
4.2.2	Ergebnis	12
5	Bemessung Einlaufbauwerk	14
5.1	Frei auskragende Spundwand	14
5.1.1	Randbedingungen	14
5.1.2	Ergebnis	14
6	Bemessung Kopfbalken „Süd“ und „Nord“	15

6.1	Frei auskragende Spundwand	15
6.1.1	Randbedingungen	15
6.1.2	Ergebnis	15
7	Zusammenfassung / Abmessungen der Bauteile	16
8	Anlagenverzeichnis	18
8.1	Anlage 1: Baugrube Schöpfwerk „Frei auskragende Spundwand“	18
8.2	Anlage 2: Baugrube Schöpfwerk „Einfach gestützte Spundwand“	21
8.3	Anlage 3: Baugrube Einlaufbauwerk „Frei auskragende Spundwand“	24
8.4	Anlage 4: Baugrube Kopfbalken „Frei auskragende Spundwand“	27
8.5	Anlage 5: Bemessung der Aussteifungskonstruktion „Baugrube Schöpfwerk“	30

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau	1
Bild 2:	Lage Schöpfwerk	1
Bild 3:	Draufsicht.....	2
Bild 4:	Schnitt A-A	3
Bild 5:	Schnitt B-B	4
Bild 6:	Schnitt C-C.....	4
Bild 7:	RKS 5, DPH 6 und RKS 6	8
Bild 8:	Auszug aus einem Antwortschreiben des Baugrundgutachters v. 10.05.2017 [E3] ..	8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bauwerksabmessungen	2
Tabelle 2:	Bodenschichten gemäß Bodengutachten	7
Tabelle 3:	Bauteilabmessungen Baugrube Schöpfwerk	16
Tabelle 4:	Bauteilabmessungen Baugrube Einlaufbauwerk	17
Tabelle 5:	Bauteilabmessungen Baugrube Kopfbalken.....	17

1 Vorbemerkungen

Der Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Weiden, führt im Stadtgebiet Nittenau am Regen eine Hochwasserschutzmaßnahme über eine Gesamtlänge von ca. 2,3 km durch. Die vorliegende statische Berechnung beschränkt sich auf die Standsicherheit der Baugruben im Bereich Angerspitz.

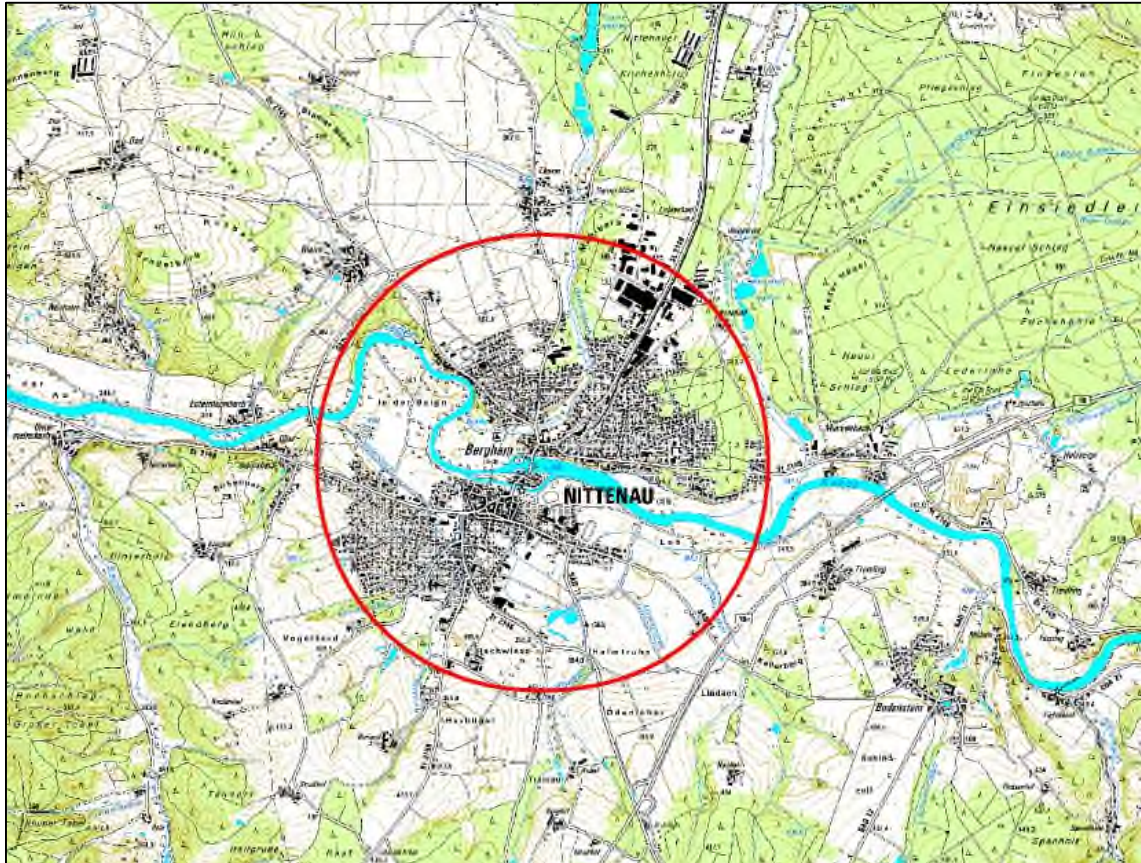


Bild 1: Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme Nittenau

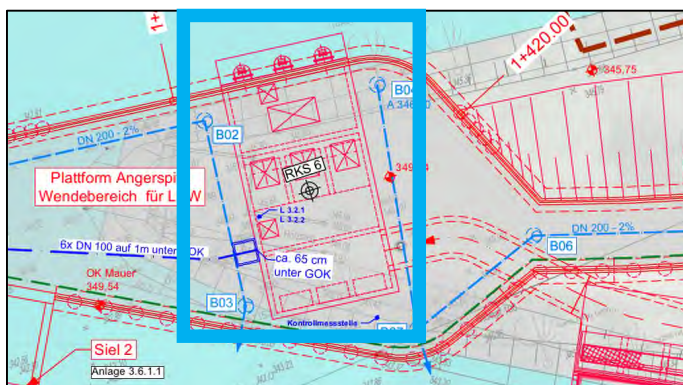


Bild 2: Lage Schöpfwerk

1.1 Veranlassung / Klären der Aufgabenstellung

Im Zuge der Hochwasserschutzmaßnahme in Nittenau werden zwei Sielbauwerke, zwei Schöpfwerke, drei Hochwasserschutzmauern, drei Hochwasserdeiche und ein Wehr vorgesehen. Die Baugruben der Sielbauwerke werden in eigenen statischen Berechnungen bemessen. Die vorliegende statische Berechnung behandelt die Baugrubensicherungen im Bereich der Angerinsel. Im Einzelnen sind folgende Maßnahmen geplant:

Bauteil	Umbau / Neubau	Abmessungen
Spundwand um das Schöpfwerk	Neubau	ca. 20 x 12 m
Spundwand neben dem Einlaufbauwerk	Neubau	ca. 20 + 10 = 30 m
Spundwand neben den Kopfbalken	Neubau	Süd: ca. 30 m Nord: ca. 30 + 20 = 50 m

Tabelle 1: Bauwerksabmessungen

1.2 Bauteilabmessungen Schöpfwerk

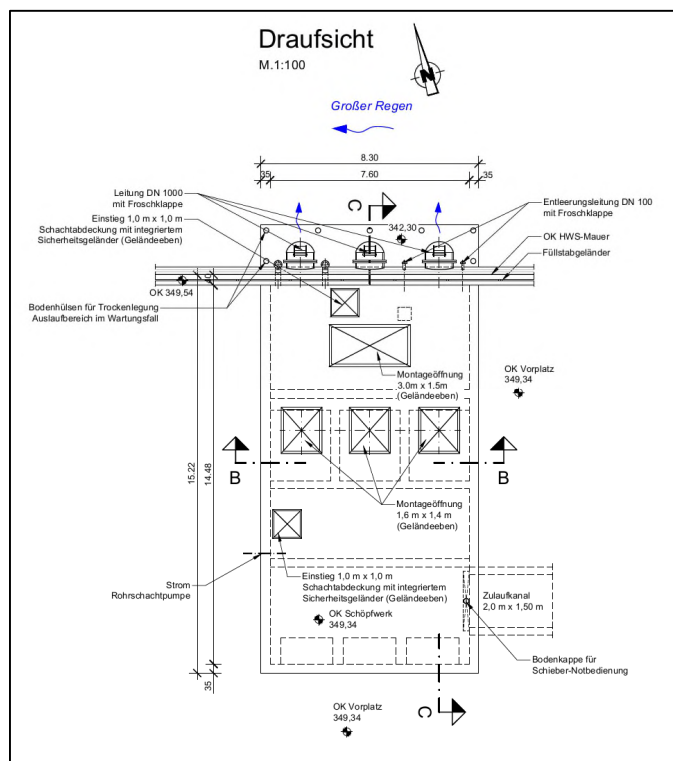
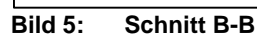


Bild 3: Draufsicht





1.3 Verwendete Normen und Unterlagen

Grundlage der Bearbeitung sind die folgenden Normen und Unterlagen in der jeweils aktuell gültigen Fassung:

- [1] DIN 1054 Baugrund- und Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [2] DIN 4085 Berechnung des Erddruck; August 2017 mit Beiblatt 1; Dez. 2018
- [3] DIN 4123; Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude
- [4] DIN 4124 Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten; Jan. 2012
- [5] DIN EN 1990, Grundlagen der Tragwerksplanung inkl. Nationalem Anhang
- [6] DIN EN 1991 (alle Teile), Einwirkungen auf Tragwerke inkl. Nationalem Anhang
- [7] DIN EN 1993-5; Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 5: Pfähle und Spundwände inkl. Nationalem Anhang
- [8] DIN EN 1997-1 (EC 7), Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik inkl. Nationalem Anhang
- [9] DIN EN 12063: Ausführungen von besonderen geotechnischen Arbeiten im Spezialtiefbau; Spundwandkonstruktionen; Mai 1999
- [10] Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“; EAB 2012
- [11] Empfehlungen des Arbeitskreises „Ufereinfassungen“; EAU (2012)
- [12] Bautabellen für Ingenieure, Schneider, 24. Auflage, 2020

Verwendete Planunterlagen:

[P1] Plan-Nr. 2527.01-3-BW-480, Hochwasserschutz Nittenau, Bauwerksplan Objekt 8.1 Schöpfwerk, Entwurf, Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, München, 15.02.2021

Weitergehende Vorschriften und Richtlinien werden bei Bedarf (z. B. DBV-Merkblätter für Sichtbeton, Abstandhalter, Schalung) herangezogen.

Sollten im Verlauf der Bearbeitung neuere Ausgaben der Normen bauaufsichtlich eingeführt werden, werden immer die aktuellen Normen als Grundlage der Tragwerksplanung verwendet.

1.4 Randbedingungen der Planungen

Die nachfolgend aufgeführten Randbedingungen waren Grundlage der vorliegenden Entwurfsplanung:

- Die Oberkante der Baugrubensicherung wird auf einer Höhenkote von „Mittelwasser + 1,0m“ festgelegt. Dies entspricht in etwa einem Wasserstand bei Meldestufe 2. Eine Sicherung der Baugrube bis zu einem hundertjährigen Hochwasser ist nicht wirtschaftlich und wird daher nicht vorgesehen.
- Die Oberkante der Baugrubensicherung liegt im Bereich der Angerinsel daher auf 345,30 m. ü. NN.
- Für die Baugrube Schöpfwerk wurden zwei Alternativen berechnet:
 - Frei auskragende Spundwand
 - Einfach gestützte Spundwand mit einer Gurtung und Diagonalsteifen im Eck
- Für die Spundwände neben dem Einlaufbauwerk und neben den Spundwänden wurde eine frei auskragende Spundwand vorgesehen, da es keine Möglichkeit der Aussteifung oder Verankerung gibt.

1.5 Grundwasserstände

Im Bereich der Angerinsel wurde in der Rammkernsondierung RKS 6 ein Grundwasserstand auf Höhe 344,21 m ü. NN gemessen.

Es gibt im Baugrundgutachten keine Aussage zu einem bauzeitlichen Grundwasserstand, so dass für die Entwurfsbemessung des Verbaus mit einem Grundwasserstand von $344,21 + 0,30 \sim 344,5$ m ü. NN gerechnet wird.

1.6 Geotechnische Gutachten / Bodenschichtung

Folgendes Gutachten lag vor:

- [G1] Baugrunduntersuchung, Nittenau, Hochwasserfreilegung, Piewak & Partner GmbH, Bayreuth, 31.07.2015
- [E1] Piewak & Partner GmbH, HWS Nittenau, E-Mail an Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, gesendet am 09.06.2017
- [E2] Piewak & Partner GmbH, HWS Nittenau, E-Mail an Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, gesendet am 22.12.2016
- [E3] Piewak & Partner GmbH, HWS Nittenau, Brief an Regierungsbaumeister Schlegel GmbH & Co. KG, 10.05.2017

Die Bodenschichtung gemäß dem Gutachten kann nachfolgender Tabelle entnommen werden.

	bindige Deckschichten	gemischt- körnige Deckschichten	grobkörnige Böden	Fels verwittert
Schicht-Nr.	3	4	5	6
Bodenart nach DIN 4022	U, t, s, g, (org) / T, u, s, g	S, u, t, g' / G, s, u, t	S, g / G, s, (u')	-
Bodengruppe nach DIN 18196	TM/ UL, TL / (OU / HZ)	SU, GU, GT, ST / SU*	SW, SE / GE, GW	-
Bodenklassen nach DIN 18300	4 / 4 / 4 / 2	3 / 4	3	6 (7)
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 94	F3	F2 / F3	F1	F2 (F3)
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTV A-StB 97	V3 / V3 / - / -	V1 / V2	V1	-
Konsistenz	überwiegend weich-steif	(weich, steif)	-	mürb - sehr mürb z.T. hart
Plastizität	leicht / mittel	-	-	-
Lagerungsdichte	-	überwiegend locker- mittel- dicht	überwiegend mitteldicht	-
Wichte [kN/m ³] nach DIN 1055, erdfeucht	19-19,5 / 20- 20,5 / 14-17 / 11-13	18-20 / 20-20,5	17-19 / 18-20	22-23
Wichte [kN/m ³] unter Auftrieb nach DIN 1055	9-9,5 / 10-10,5 / 4-7 / 1-3	10-12 / 10-10,5	7-9 / 8-10	12-13
Reibungswinkel nach DIN 1055	22,5 / 27,5 / 15/15	32,5-35 / 27,5	30-35	45**
Kohäsion c' [kN/m ²] nach DIN 1055	0-5 / 0-2 / 0 / 0	0	-	**
Wasserdurchlässig- keitswert k _f [m/s]	10 ⁻⁸ -10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁴ -10 ⁻⁷	5 x 10 ⁻³ -10 ⁻⁴	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁹ bei starker Klüf- tigkeit > 10 ⁻⁴
Steifemodul Es [MN/m ²]	3-5 (1)	30-100 / 5-10	40-100	50-500

Tabelle 2: Bodenschichten gemäß Bodengutachten

Das Schöpfwerk befindet sich im Westen des Planungsgebiets am Auslauf des kleinen Regens in den Regen. Hier wurden die Rammkernsondierungen RKS 5 und RKS 6 sowie die Schweren Rammsondierungen DPH 6 und DPH 7 durchgeführt.

Nach den Ergebnissen von RKS 6 liegt die verwitterte Felsoberkante bei ca. 341,14 m ü. NN.

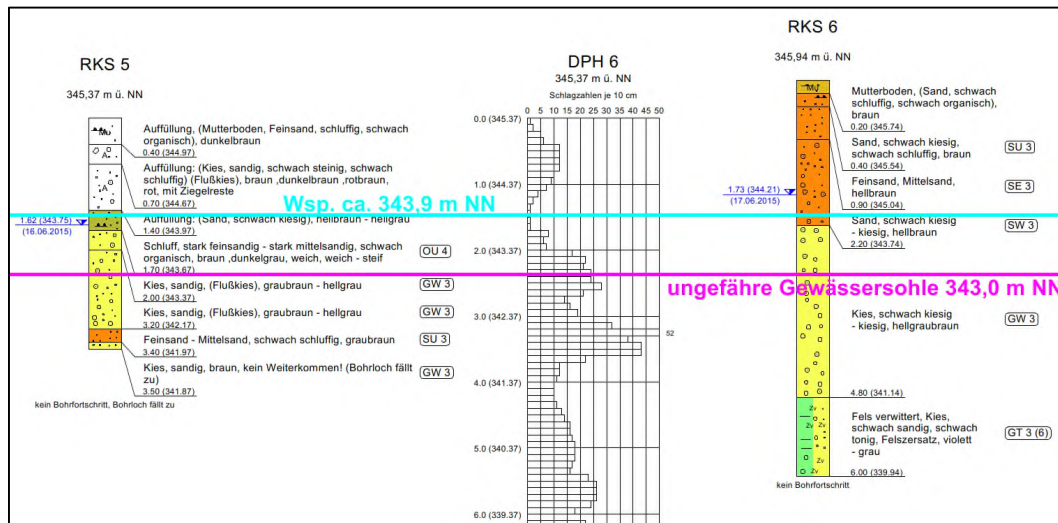


Bild 7: RKS 5, DPH 6 und RKS 6

Das Siel 2 liegt in unmittelbarer Nähe der Angerinsel. Daher werden die Aussagen zum Siel 2 auch für die Bemessung der Baugruben der Angerinsel herangezogen.

Zur Situation beim Objekt 7 (ehem. Hochwasserwehr 2):
Das Siel soll in einer Tiefe von etwa 342,0 m ü. NN flach gegründet werden. Für dieses Bauwerk sind die Sondierungen RKS 5, RKS 6, und DPH 6 maßgeblich. Diese sind im Profilschnitt 5.3 in unserem Gutachten dargestellt.
Bei DPH 6 sind im Bereich der Baugrubensohle und darunter liegen die Schlagzahlen bei mindestens 10 Schlägen pro 10 Zentimeter Eindringtiefe und deuten auf eine Zumindest mitteldichte Lagerung hin. Bei einer Schottertragschicht von etwa 0,3 m Mächtigkeit sollten die Böden ausreichend tragfähig sein.
Beim Einbau einer Schottertragschicht ist das Grundwasser bis 50 cm unter die Sohle abzusenken.

Bild 8: Auszug aus einem Antwortschreiben des Baugrundgutachters v. 10.05.2017 [E3]

2 Bauteileigenschaften

2.1 Baustoffe (allgemein)

Vorgesehener Stahl: S235 JR

3 Einwirkungen / Lastfälle

3.1 Erddruck

Der Erddruck wird auf der Lastseite bis zur Oberkante des vorhandenen Geländes angesetzt.

3.2 Wasserdruck

Der Wasserdruck wird auf der Lastseite bis zur Oberkante der Spundwand angesetzt.

3.3 Erdbeben

Das Bauwerk befindet sich gemäß Erdbebenkarte der DIN EN 1998 in keiner Erdbebenzone. Eine Bemessung auf Erdbebenlasten ist daher nicht erforderlich.

3.4 Bemessungssituationen / Teilsicherheitsbeiwerte

Die Bemessungssituationen und die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte wurden programmintern angesetzt.

4 Bemessung Schöpfwerk

4.1 Frei auskragende Spundwand

4.1.1 Randbedingungen

Die Spundwand wird als frei auskragende Spundwand bemessen.

Die erforderliche Einbindetiefe und die Profilstärke sind demnach deutlich größer als bei einer einfach gestützten Spundwand, der Arbeitsraum ist jedoch nicht durch die Steifenlage eingeschränkt. Unter der Sohle werden 50 cm für einen möglicherweise erforderlichen Bodenaustausch eingeplant.

OK Spundwand = 1m über MW = 345,30 m ü. NN

OK Wasserstand = OK Spundwand = 345,30 m ü. NN

OK Gelände (Erdseite) = 344,80 m ü. NN

OK Baugrubensohle = UK Sauberkeitsschicht – 0,5 m = 341,20 m ü. NN

GW-Stand in der Baugrube = OK Baugrubensohle – 30 cm = 340,90 m ü. NN

4.1.2 Ergebnis

Erforderliche Länge der Spundwand: $L = 10,0$ m (Bemessung 01.01 und 01.02)

Erforderliches Profil aus Momentenbeanspruchung: Larssen 607n = Kopfverformung ca. 89 mm (Bemessung 01.01)

Erforderliches Profil bei der Reduzierung der Kopfverformung auf ca. 53 mm: Profil AZ50 (Bemessung 01.02)

4.2 Einfach gestützte Spundwand

4.2.1 Randbedingungen

Die frei auskragende Spundwand erfordert große Einbindetiefen in den Felsuntergrund. Bei der Baugrube des Schöpfwerks wird daher eine Aussteifung vorgesehen, um die Einbindetiefe zu reduzieren.

Eine Aussteifung der Baugrube hat große Steifenlängen zur Folge. Hierbei muss die Knicksicherheit der Steifen und der verbleibende Arbeitsraum zwischen den gekreuzt ausgebildeten Steifen besonders beachtet werden!

Die Spundwand wird als einfach gestützte Spundwand bemessen.

Die erforderliche Einbindetiefe und die Profilstärke sind demnach deutlich geringer als bei einer frei auskragenden Spundwand, der Arbeitsraum ist jedoch durch die Steifenlage eingeschränkt und die Betonsohle des Bauwerks muss vor dem Ausbau der Steifenlage kraftschlüssig mit der Spundwand verbunden werden (z.B. unbewehrter Ortbeton C12/15 mit $d=30$ cm), um die Aussteifung zu übernehmen.

Durch die rechteckige Form der Baugrube ist eine Gurtung aus HEB-Trägern mit einer Diagonalaussteifung aus HEB-Trägern an den Ecken möglich. Die Spundwände müssen daher in einem Abstand von mindestens 1,5 m von der Bauwerkskante eingebaut werden, um den Arbeitsraum durch die horizontal liegenden HEB-Träger nicht zu sehr zu beeinträchtigen.

Die Bemessung der HEB-Träger erfolgte über das Programm InfoGraph. Die Diagonalen haben einen Abstand zu den Ecken von 4,0 m.

Die horizontalen Gurträger sind in den Ecken rechnerisch nicht miteinander verbunden, sondern als frei auskragend gerechnet worden.

Unter der Sohle werden 50 cm für einen möglicherweise erforderlichen Bodenaustausch eingeplant.

OK Spundwand = 1m über MW = 345,30 m ü. NN

OK Wasserstand = OK Spundwand = 345,30 m ü. NN

Steifenlage = 1,0 m unter OK Spundwand = 344,30 m ü. NN

OK Gelände (Erdseite) = 344,80 m ü. NN

OK Baugrubensohle = UK Sauberkeitsschicht – 0,5 m = 341,20 m ü. NN

GW-Stand in der Baugrube = OK Baugrubensohle – 30 cm = 340,90 m ü. NN

Achse der Bauwerkssohle = Aussteifung vor Ausbau der Steifenlage = 342,00 m ü. NN

4.2.2 Ergebnis

Erforderliche Länge der Spundwand: $L = 7,5 \text{ m}$ (Bemessung 02.01 und 02.02)

Erforderliches Spundwandprofil: AZ13

Steifenlage auf Höhe 344,30 m ü. NN (Bauzustand bis zum Einbau der Sohlsteife)

Steifenlage der Sohlsteife auf Höhe 342,00 m ü. NN (Rückbauzustand)

Erforderliche Profile für die Gurtung und die Steifenlage:

Die Horizontalkraft auf Höhe der Steifenlage ergibt sich aus Berechnung 02.01:

Anker und Steifen						
N _d ' = Bemessungswert (Steifen) mit BS-P (1.35/1.50)						
Nr.	y	Neigung	Länge	N _d	N _k	N _{g,k}
[-]	[m]	[°]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	344.30	0.00	17.00	-117.17	-95.12	-64.94

$N_k = -95,12 \text{ kN/m}$

$N_{g,k} = -64,94 \text{ kN/m}$ (aus Erddruck)

$\Rightarrow N_{p,k} = N_k - N_{g,k} = -95,12 - (-64,94) = 30,18 \text{ kN/m}$ (aus Verkehrslasten)

Gewählter Wert aus Erddruck: $q_{e,k} = 70 \text{ kN/m}$

Gewählter Wert aus Verkehrslasten: $q_{w,k} = 35 \text{ kN/m}$

In der Bemessung der Aussteifung wird der Teilsicherheitsbeiwert von Erddruck mit 1,35 angesetzt, der Teilsicherheitsbeiwert der Verkehrslasten mit 1,50.

Mit einem horizontalen Gurt aus HEB 650 und Diagonalen HEB 280 mit einem Eckabstand von $a = 4,0 \text{ m}$ können die erforderlichen Nachweise erbracht werden:

HEB 650: Ausnutzungsgrad 102% (lokale Überschreitung um 2% ist tolerierbar)

HEB 280: Ausnutzungsgrad 54% (gewählt wegen hoher Normaldruckkraft und Stabilitätsnachweis)

Die Diagonalsteifen erhalten bei diesem System eine Kraft von $N_d \approx 1513 \text{ kN}$.

Mit einer Knicklänge von ca. 6,0 m und einer Normalkraft von 1513 kN ist das Steifenprofil HEB 280 ausreichend standsicher gegen Ausknicken ($N_{bZ,Rds} = 1677 \text{ kN}$).

Mit einer Knicklänge von ca. 11,0 m und einer Normalkraft von 1067 kN ist das Gurtprofil HEB 650 ausreichend standsicher gegen Ausknicken ($N_{bZ,Rds} = 1769 \text{ kN}$).

Gewählte Profile:

Gurtung: HEB 650 ($L = 2 \cdot 17 + 2 \cdot 18 = 70 \text{ m}$)

Steifen: HEB 280 als Diagonalen mit einem Eckabstand von 4 m ($n = 4$ Stück mit $L_{\text{Steife}} \approx 6 \text{ m}$)

5 Bemessung Einlaufbauwerk

5.1 Frei auskragende Spundwand

5.1.1 Randbedingungen

Die Spundwand wird als frei auskragende Spundwand bemessen.

Die erforderliche Einbindetiefe und die Profilstärke sind demnach deutlich größer als bei einer einfach gestützten Spundwand. Eine Aussteifung ist in diesem Bereich jedoch nicht möglich.

Unter der Sohle werden 50 cm für einen möglicherweise erforderlichen Bodenaustausch eingeplant.

OK Spundwand = 1m über MW = 345,30 m ü. NN

OK Wasserstand = OK Spundwand = 345,30 m ü. NN

OK Gelände (Erdseite) = 345,00 m ü. NN

OK Baugrubensohle = UK Sauberkeitsschicht – 0,5 m = 342,00 m ü. NN

GW-Stand in der Baugrube = OK Baugrubensohle – 30 cm = 341,70 m ü. NN

5.1.2 Ergebnis

Erforderliche Länge der Spundwand: $L = 9,00$ m (Bemessung 03.01 und 03.02)

Erforderliches Profil aus Momentenbeanspruchung: Larssen 606n = Kopfverformung ca. 66 mm (Bemessung 03.01)

Erforderliches Profil bei der Reduzierung der Kopfverformung auf ca. 33 mm: Profil AZ46 (Bemessung 03.02)

6 Bemessung Kopfbalken „Süd“ und „Nord“

6.1 Frei auskragende Spundwand

6.1.1 Randbedingungen

Die Spundwand wird als frei auskragende Spundwand bemessen.

Die erforderliche Einbindetiefe und die Profilstärke sind demnach deutlich größer als bei einer einfach gestützten Spundwand. Eine Aussteifung ist in diesem Bereich jedoch nicht möglich.

Unter der Sohle werden 50 cm für einen möglicherweise erforderlichen Bodenaustausch eingeplant.

OK Spundwand = 1m über MW = 345,30 m ü. NN

OK Wasserstand = OK Spundwand = 345,30 m ü. NN

OK Gelände (Erdseite) = 345,00 m ü. NN

OK Baugrubensohle = UK Sauberkeitsschicht – 0,5 m = 343,00 m ü. NN

GW-Stand in der Baugrube = OK Baugrubensohle – 30 cm = 342,70 m ü. NN

6.1.2 Ergebnis

Erforderliche Länge der Spundwand: $L = 9,00$ m (Bemessung 04.01 und 04.02)

Erforderliches Profil aus Momentenbeanspruchung: Larssen 604n = Kopfverformung ca. 46 mm (Bemessung 04.01)

Erforderliches Profil bei der Reduzierung der Kopfverformung auf ca. 25 mm: Profil AZ26 (Bemessung 04.02)

7 Zusammenfassung / Abmessungen der Bauteile

Die Baugrube für das Schöpfwerk kann wie bereits im Baugrundgutachten vorgeschlagen mit einer Spundwand hergestellt werden. Für die Herstellung der Spundwand sind Austauschbohrungen erforderlich.

Eine frei auskragende Spundwand wäre im Bereich des Schöpfwerks möglich, ist aber auf Grund der großen Profillänge, der schweren erforderlichen Profile und der großen Verformungen nicht sinnvoll. Die Aussteifung mit Diagonalsteifen mit einem Eckabstand von 4 Metern stellt eine gewisse bauzeitliche Einschränkung dar. Nach dem Einbau der Bauwerkssohle und dem kraftschlüssigen Verbund zwischen Sohle und Spundwand kann die Steifenlage allerdings wieder ausgebaut werden, um die weiteren Betonierarbeiten nicht zu behindern.

OK Spundwand	1m über MW = 345,30 m ü. NN
UK Spundwand	337,80 m ü. NN (L=7,50 m)
Achse der Spundwand	Abstand 1,5 m von der Bauwerkskante
OK Gelände (Erdseite)	344,80 m ü. NN
OK Baugrubensohle	= UK Sauberkeitsschicht – 0,5 m (Bodenaustausch) = 341,20 m ü. NN
Steifenlage	1,0 m unter OK Spundwand = 344,30 m ü. NN
Spundwandprofil	AZ13, Länge 7,5 m (Abwicklungslänge: $L = 2 \cdot 22 + 2 \cdot 14 = 72\text{m}$)
Gurtung	HEB 650 ($L = 2 \cdot 19 + 2 \cdot 11 = 60\text{m}$) ($G_{\text{Gurt}} = 60 \cdot 240 \text{ kg} \approx 15 \text{ t}$)
Auflagerkonstruktion	$G_{\text{Auflagerkonsolen}} \approx 4 \text{ t}$ (geschätzt)
Steifen	4 Diagonalen HEB280 ($L_{\text{Diagonalen}} \approx 6\text{m}$: $n = 4$ Stück) ($G_{\text{Steifen}} = 4 \cdot 6 \cdot 105 \text{ kg} \approx 3 \text{ t}$)
Betonsohle	Aussteifung zwischen Bauwerkssohle und Spundwand vor Entfernen der Steifenlage einbauen (Achse der Aussteifung auf 342,00): z.B. unbewehrter Ort beton C12/15 mit $d=30 \text{ cm}$

Tabelle 3: Bauteilabmessungen Baugrube Schöpfwerk

OK Spundwand	1m über MW = 345,30 m ü. NN
UK Spundwand	336,30 m ü. NN (L=9,00 m)
OK Gelände (Erdseite)	345,00 m ü. NN
OK Baugrubensohle	= UK Sauberkeitsschicht – 0,5 m (Bodenaustausch) = 342,00 m ü. NN
Spundwandprofil	AZ46, Länge 9,0 m

Tabelle 4: Bauteilabmessungen Baugrube Einlaufbauwerk

OK Spundwand	1m über MW = 345,30 m ü. NN
UK Spundwand	337,80 m ü. NN (L=7,50 m)
OK Gelände (Erdseite)	345,00 m ü. NN
OK Baugrubensohle	= UK Sauberkeitsschicht – 0,5 m (Bodenaustausch) = 343,00 m ü. NN
Spundwandprofil	AZ26, Länge 7,5 m

Tabelle 5: Bauteilabmessungen Baugrube Kopfbalken

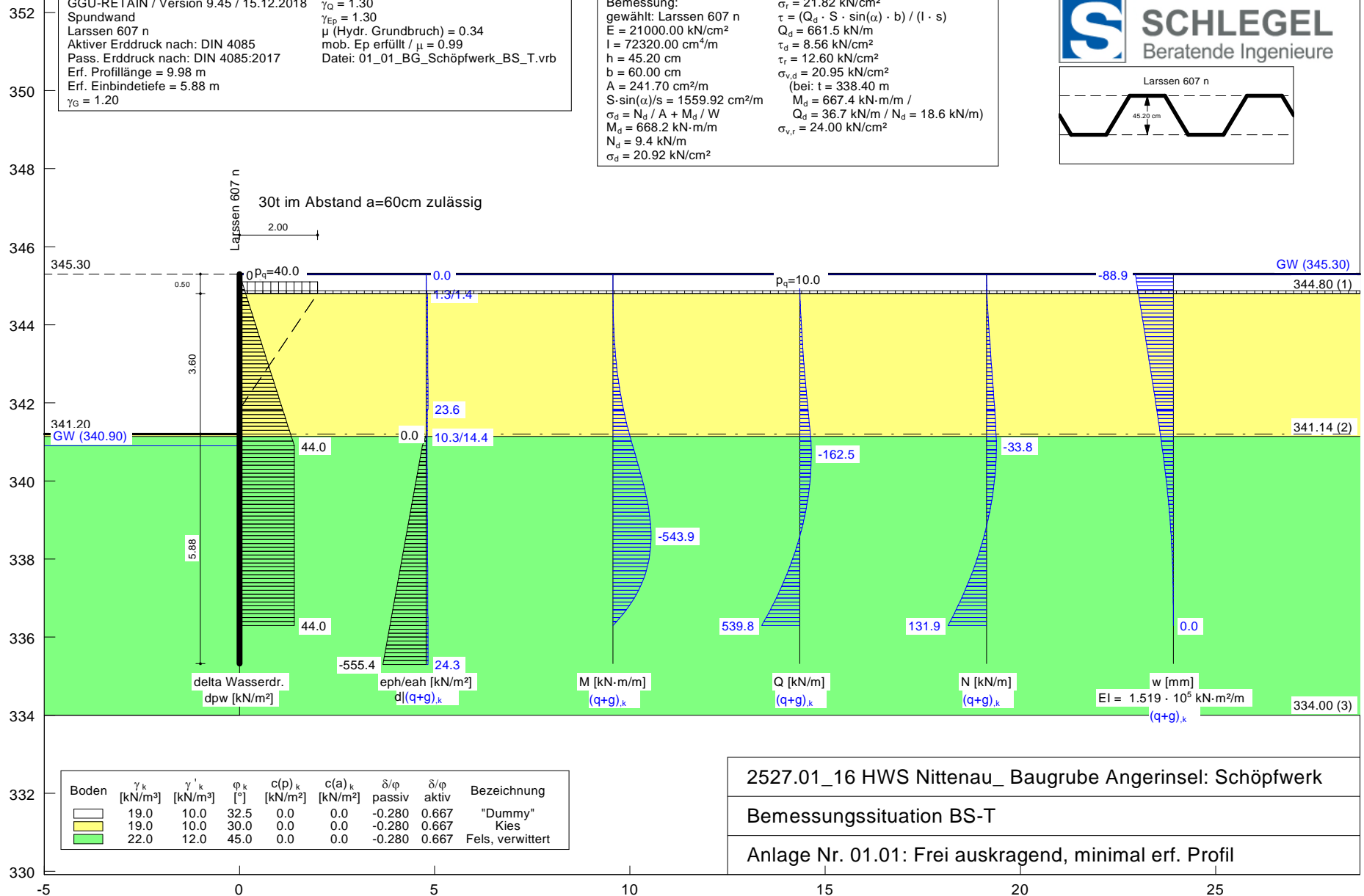
8 Anlagenverzeichnis

8.1 Anlage 1: Baugrube Schöpfwerk „Frei auskragende Spundwand“

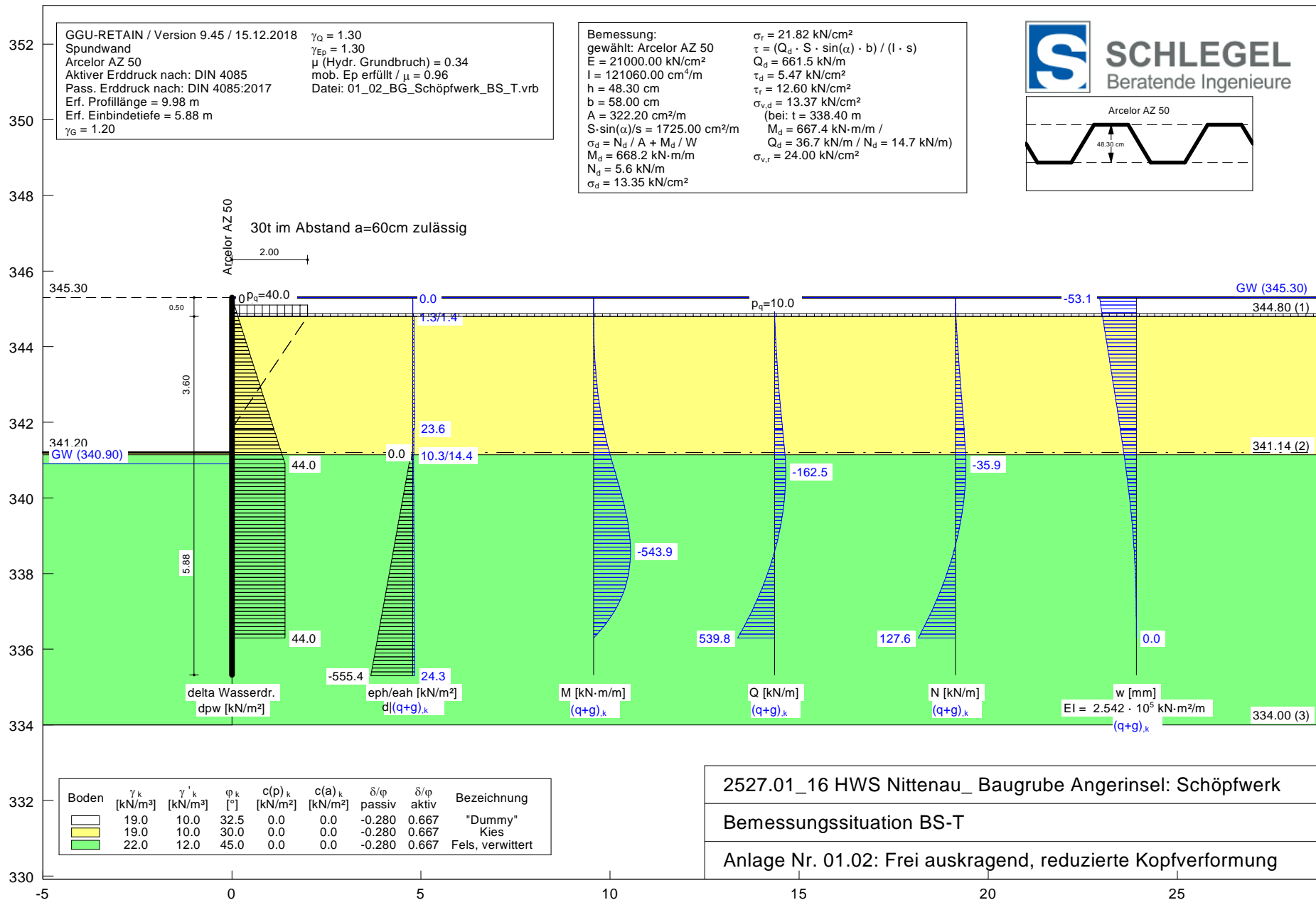
Anlage 01.01: Frei auskragende Spundwand – minimal erforderliches Profil	Seite 19
Anlage 01.02: Frei auskragende Spundwand – Profil für reduzierte Kopfverformung	Seite 20

$\gamma_Q = 1.30$
 $\gamma_{Ep} = 1.30$
 μ (Hydr. Grundbruch) = 0.34
 mob. Ep erfüllt / $\mu = 0.99$
 Datei: 01_01_BG_Schöpfwerk_BS_T.vrb

$\sigma_r = 21.82 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau = (Q_d \cdot S \cdot \sin(\alpha) \cdot b) / (I \cdot s)$
 $Q_d = 661.5 \text{ kN/m}$
 $\tau_d = 8.56 \text{ kN/cm}^2$
 $\tau_r = 12.60 \text{ kN/cm}^2$
 $\sigma_{v,d} = 20.95 \text{ kN/cm}^2$
 (bei: $t = 338.40 \text{ m}$)
 $M_d = 667.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$
 $Q_d = 36.7 \text{ kN/m} / N_d = 18.6 \text{ kN/m}$
 $\sigma_{v,r} = 24.00 \text{ kN/cm}^2$



Anlage Nr. 01.01: Frei auskragend, minimal erf. Profil



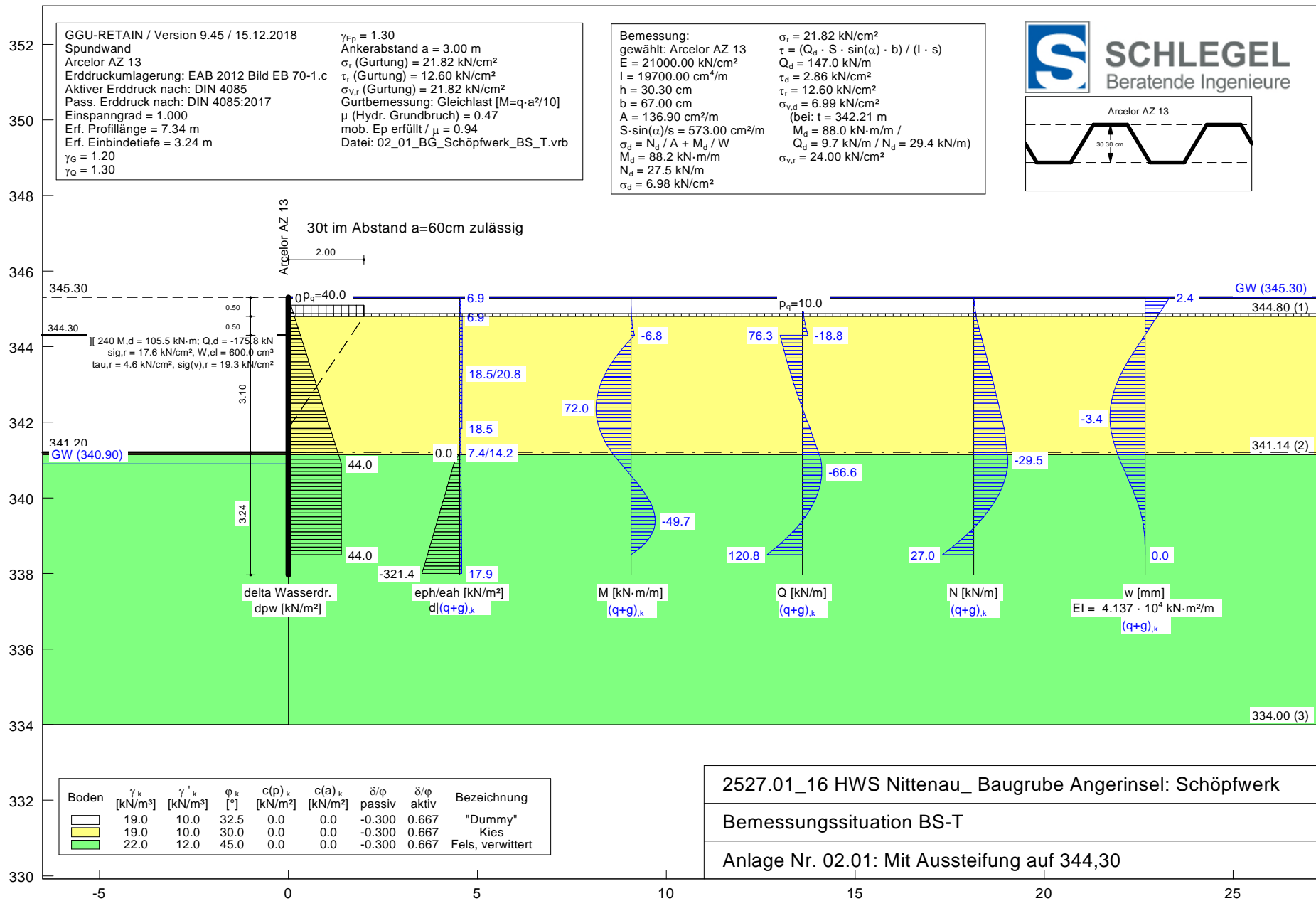
8.2 Anlage 2: Baugrube Schöpfwerk „Einfach gestützte Spundwand“

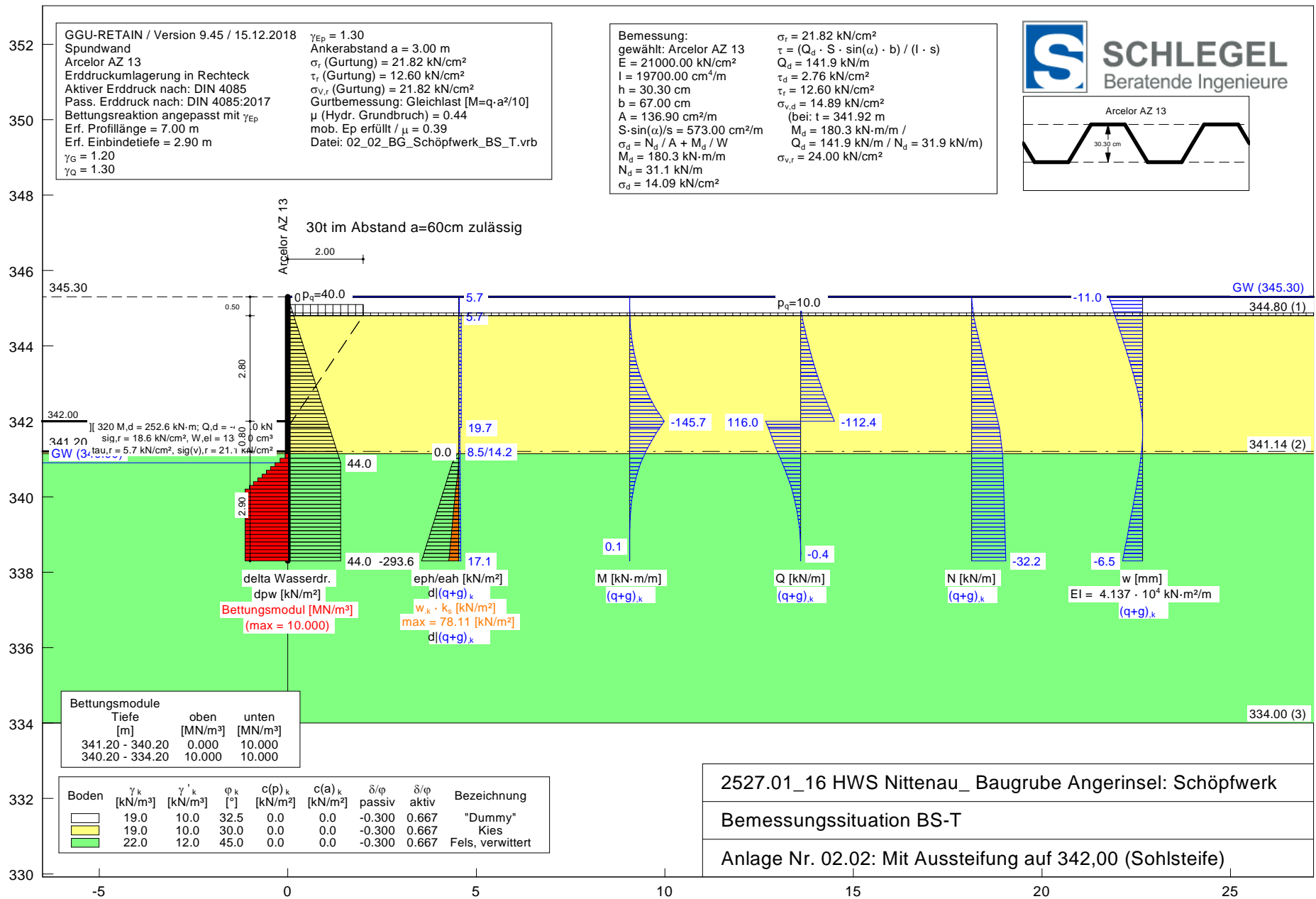
Anlage 02.01: Einfach gestützte Spundwand – Aussteifung auf 344,30

Seite 22

Anlage 02.02: Rückbauzustand – Aussteifung auf 342,40

Seite 23





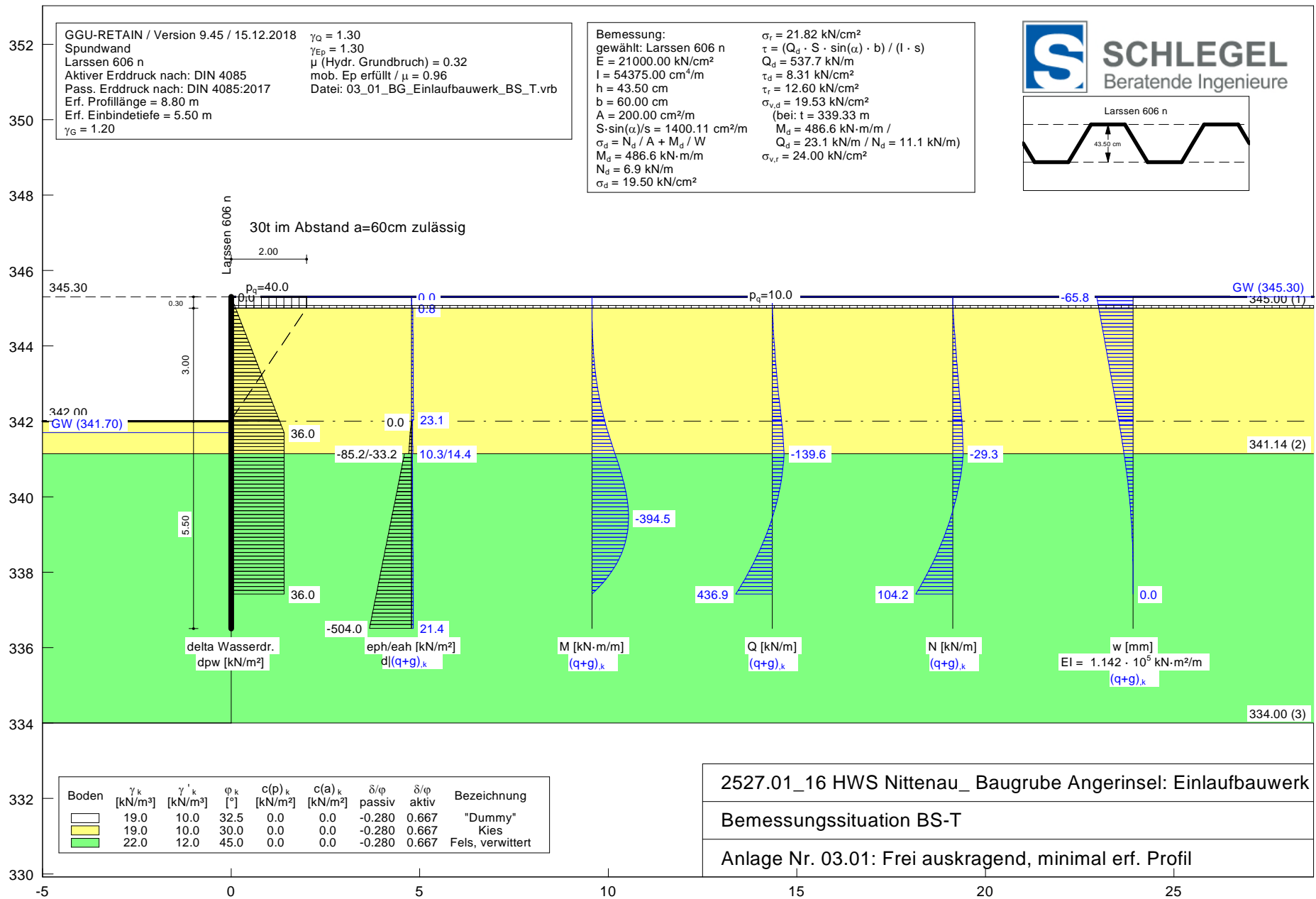
2527.01_16 HWS Nittenau_ Baugrube Angerinsel: Schöpfwerk

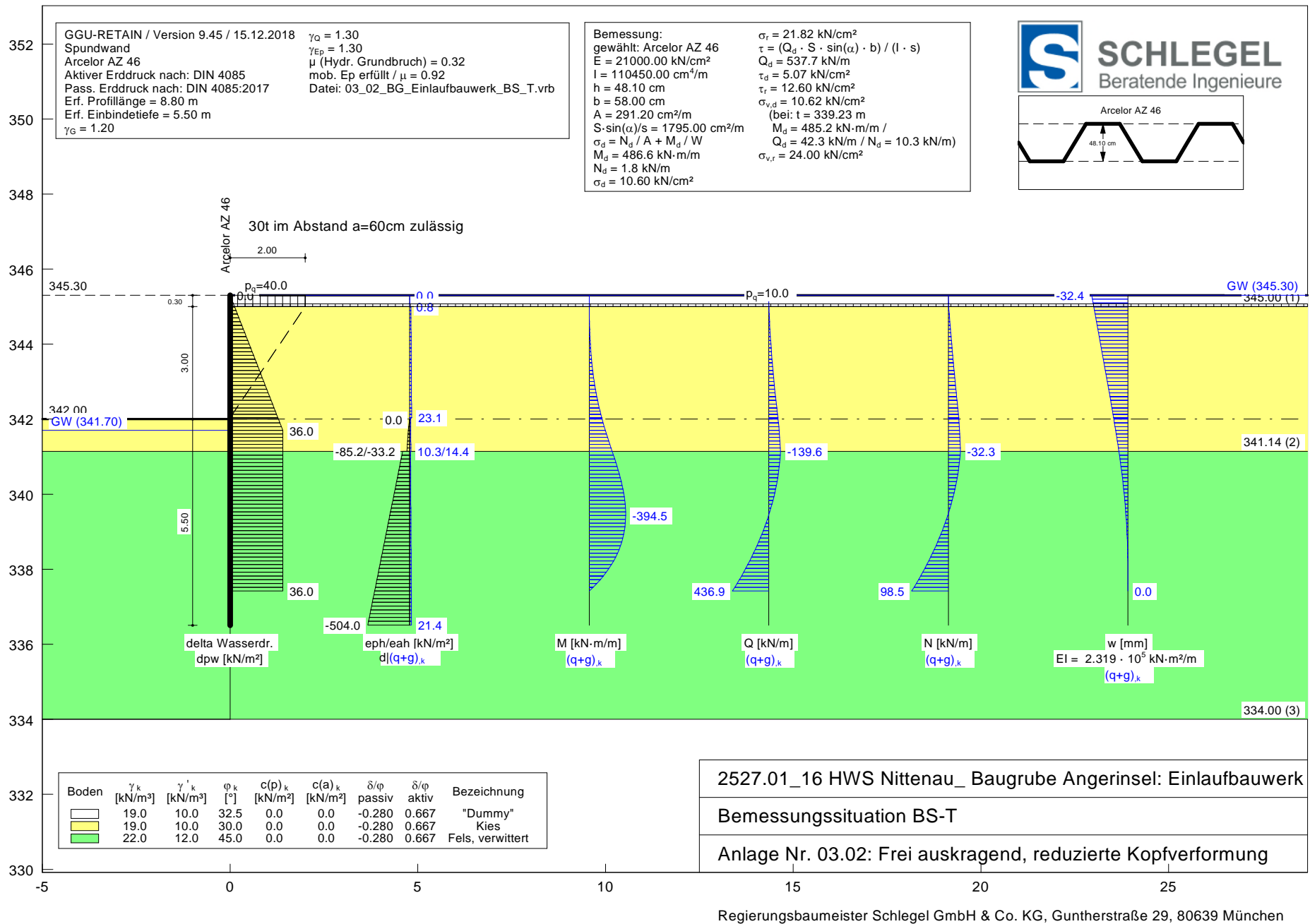
Bemessungssituation BS-T

Anlage Nr. 02.02: Mit Aussteifung auf 342,00 (Sohlsteife)

8.3 Anlage 3: Baugrube Einlaufbauwerk „Frei auskragende Spundwand“

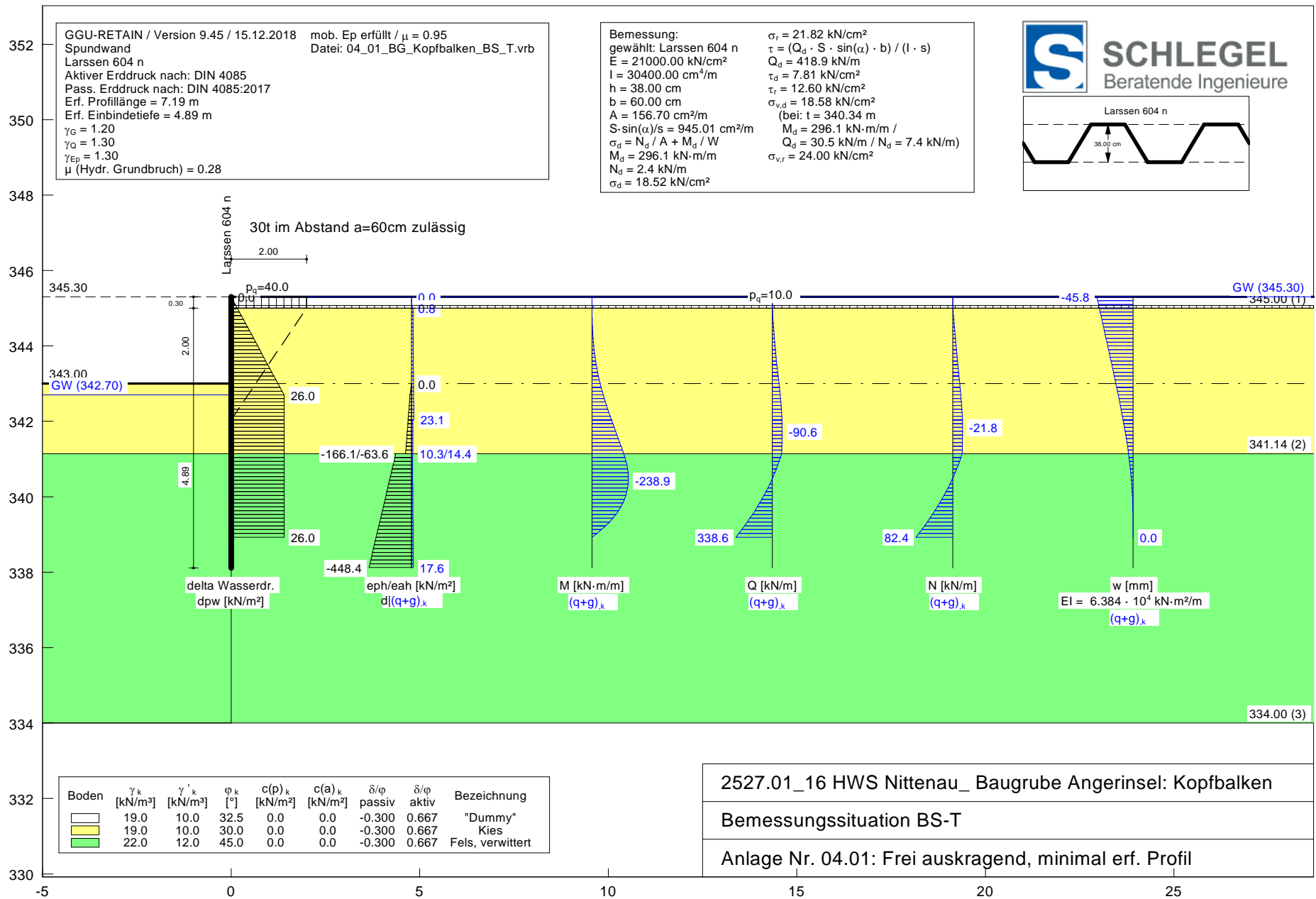
Anlage 03.01: Frei auskragende Spundwand – minimal erforderliches Profil	Seite 25
Anlage 03.02: Frei auskragende Spundwand – Profil für reduzierte Kopfverformung	Seite 26

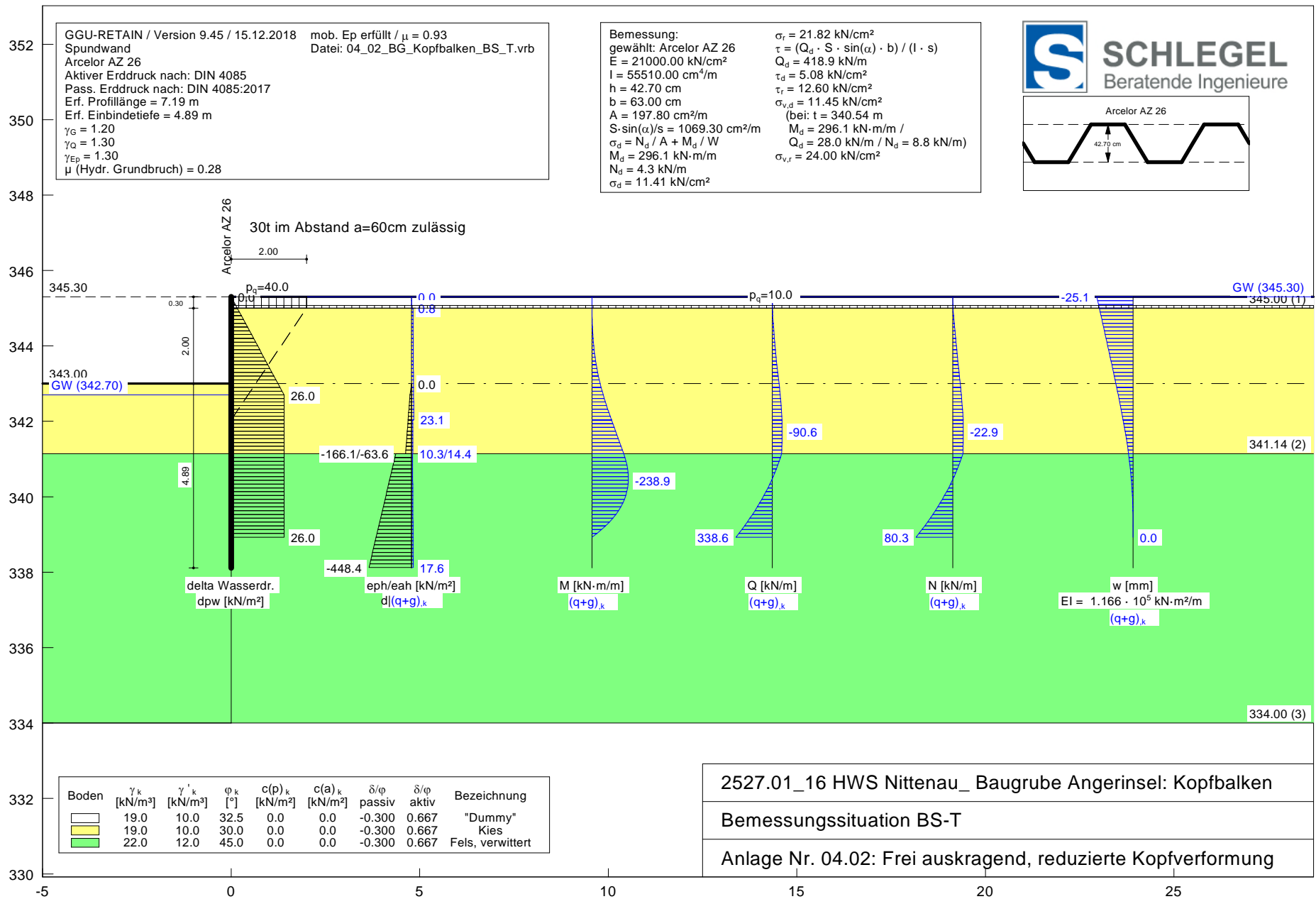




8.4 Anlage 4: Baugrube Kopfbalken „Frei auskragende Spundwand“

Anlage 04.01: Frei auskragende Spundwand – minimal erforderliches Profil	Seite 28
Anlage 04.02: Frei auskragende Spundwand – Profil für reduzierte Kopfverformung	Seite 29





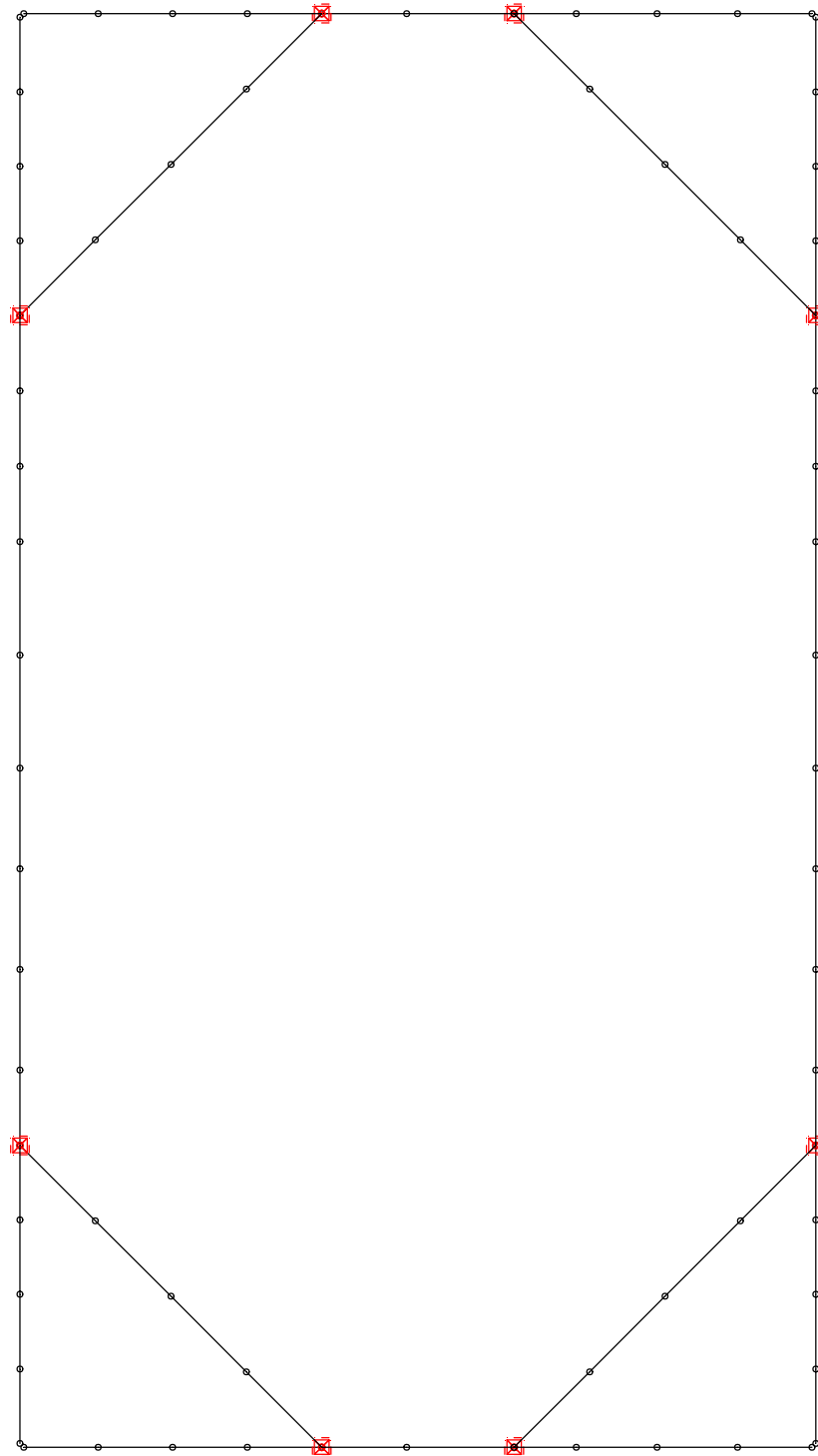
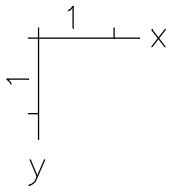
8.5 Anlage 5: Bemessung der Aussteifungskonstruktion „Baugrube Schöpfwerk“

(mit gesondertem Inhaltsverzeichnis)

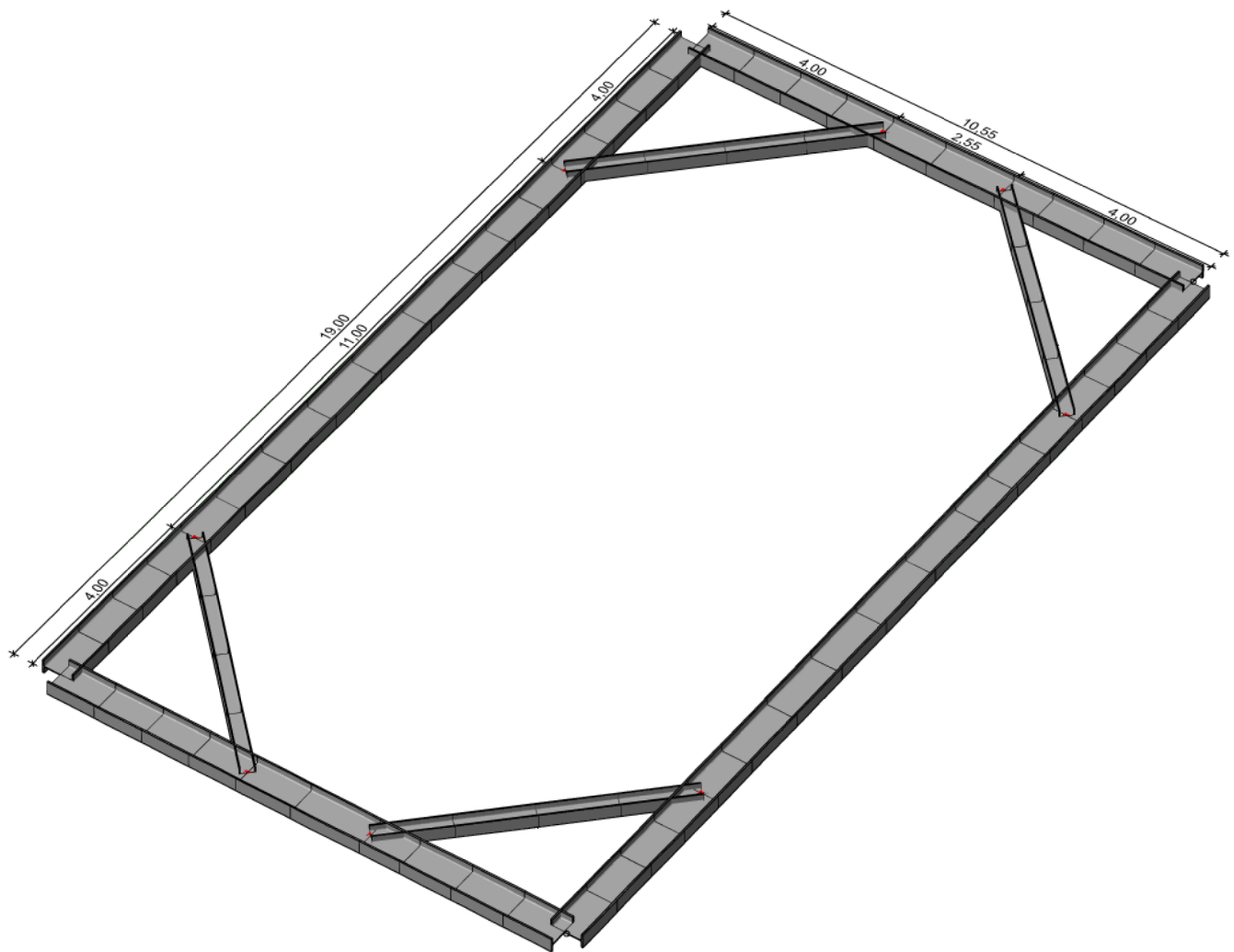
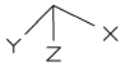
INHALT

Inhalt	31
System	
System	32
Bemassung	33
Stabwerksberechnung	34
EN 1993-1-1 Nachweise	37
Einwirkungen	
LF 1: Belastung, Eigengewicht	48
LF 2: Belastung, Erddruck oben und unten	49
LF 3: Belastung, Erddruck links und rechts	50
LF 4: Belastung, Verkehrslast oben und unten	51
LF 5: Belastung, Verkehrslast links und rechts	52
Schnittgrößen	
Schnittgrößen M_y min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1	53
Schnittgrößen M_z min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1	54
Schnittgrößen N_x min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1	55
Schnittgrößen Q_y min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1	56
Schnittgrößen Q_z min, max; 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1	57
Ausnutzungsgrad	
Max. Querschnittsausnutzung nach EN 1993-1-1	58
Ausnutzung nach EN 1993-1-1	58

System



System



Räumliche Stabwerke Vers. 20.00 x64**Materialkennwerte**

Nr.	Material- Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul	Quer- dehn.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]
1	S235-EN	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500
2	S235-EN	210000	81000	0,30	1,200e-05	78,500

Querschnittswerte

Nr.	1	HEB 650
		A = 2,860e-02 [m ²]
		Ix = 7,410e-06 [m ⁴], Iy = 2,106e-03 [m ⁴], Iz = 1,398e-04 [m ⁴]
Nr.	2	HEB 280
		A = 1,310e-02 [m ²]
		Ix = 1,440e-06 [m ⁴], Iy = 1,927e-04 [m ⁴], Iz = 6,590e-05 [m ⁴]

Systemkenngößen

Knoten	70
Elemente	70
Festhaltungen	8
Unbekannte	420
Bandbreite	0
Steifigkeitsmatrix	31,2 KB
Massenmatrix	31,2 KB

Lastfall-Übersicht

Lf-Nr.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Erddruck oben und unten
3	Erddruck links und rechts
4	Verkehrslast oben und unten
5	Verkehrslast links und rechts

Lastdaten Lastfall 1 (Eigengewicht)

EG : Eigengewicht für alle Stäbe
Wichtungsfaktoren: fx / fy / fz = 0,0000 / 0,000 / 1,000

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 1

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	-0,00	-0,00	155,06
Auflagerkräfte :	0,00	0,00	155,06
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	-0,00	-0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 2 (Erddruck oben und unten)

SLG : Linienlast (global)

Stab		px	py	pz
von	bis		[kN/m]	
56	56	0,00	70,00	0,00
11	11	0,00	70,00	0,00
41	41	0,00	70,00	0,00
40	40	0,00	70,00	0,00
39	39	0,00	70,00	0,00
13	13	0,00	70,00	0,00
59	59	0,00	70,00	0,00
4	4	0,00	70,00	0,00
58	58	0,00	70,00	0,00
57	57	0,00	70,00	0,00
2	2	0,00	-70,00	0,00
15	15	0,00	-70,00	0,00
65	65	0,00	-70,00	0,00
64	64	0,00	-70,00	0,00
63	63	0,00	-70,00	0,00
19	19	0,00	-70,00	0,00
6	6	0,00	-70,00	0,00
77	77	0,00	-70,00	0,00
76	76	0,00	-70,00	0,00
75	75	0,00	-70,00	0,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 2

	Rx [kN]	Ry	Rz

Belastung :	-0,00	0,00	0,00
Auflagerkräfte :	-0,00	0,00	-0,00
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00

Summe :	0,00	-0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 3 (Erddruck links und rechts)

SLG : Linienlast (global)

Stab		px	py	pz
von	bis		[kN/m]	
1	1	70,00	0,00	0,00
53	53	70,00	0,00	0,00
52	52	70,00	0,00	0,00
36	36	70,00	0,00	0,00
31	31	70,00	0,00	0,00
3	3	70,00	0,00	0,00
50	50	70,00	0,00	0,00
49	49	70,00	0,00	0,00
48	48	70,00	0,00	0,00
9	9	70,00	0,00	0,00
35	35	70,00	0,00	0,00
34	34	70,00	0,00	0,00
33	33	70,00	0,00	0,00
20	20	70,00	0,00	0,00
80	80	70,00	0,00	0,00
79	79	70,00	0,00	0,00
78	78	70,00	0,00	0,00
12	12	-70,00	0,00	0,00
44	44	-70,00	0,00	0,00
43	43	-70,00	0,00	0,00
42	42	-70,00	0,00	0,00
16	18	-70,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 3 (Erddruck links und rechts)

SLG : Linienlast (global)

Stab		px	py	pz
von	bis		[kN/m]	
74	74	-70,00	0,00	0,00
72	72	-70,00	0,00	0,00
38	38	-70,00	0,00	0,00
37	37	-70,00	0,00	0,00
71	71	-70,00	0,00	0,00
70	70	-70,00	0,00	0,00
69	69	-70,00	0,00	0,00
68	68	-70,00	0,00	0,00
67	67	-70,00	0,00	0,00
66	66	-70,00	0,00	0,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 3

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	-0,00	0,00	0,00
Auflagerkräfte :	0,00	-0,00	0,00
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	-0,00	0,00	-0,00

Lastdaten Lastfall 4 (Verkehrslast oben und unten)

SLG : Linienlast (global)

Stab		px	py	pz
von	bis		[kN/m]	
56	56	0,00	35,00	0,00
11	11	0,00	35,00	0,00
41	41	0,00	35,00	0,00
40	40	0,00	35,00	0,00
39	39	0,00	35,00	0,00
13	13	0,00	35,00	0,00
59	59	0,00	35,00	0,00
4	4	0,00	35,00	0,00
58	58	0,00	35,00	0,00
57	57	0,00	35,00	0,00
2	2	0,00	-35,00	0,00
15	15	0,00	-35,00	0,00
65	65	0,00	-35,00	0,00
64	64	0,00	-35,00	0,00
63	63	0,00	-35,00	0,00
19	19	0,00	-35,00	0,00
6	6	0,00	-35,00	0,00
77	77	0,00	-35,00	0,00
76	76	0,00	-35,00	0,00
75	75	0,00	-35,00	0,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 4

	Rx [kN]	Ry	Rz
Belastung :	-0,00	0,00	0,00
Auflagerkräfte :	-0,00	0,00	-0,00
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00
Summe :	0,00	-0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 5 (Verkehrslast links und rechts)

SLG : Linienlast (global)

Stab von	bis	px	py [kN/m]	pz
1	1	35,00	0,00	0,00
53	53	35,00	0,00	0,00
52	52	35,00	0,00	0,00
36	36	35,00	0,00	0,00
31	31	35,00	0,00	0,00
3	3	35,00	0,00	0,00
50	50	35,00	0,00	0,00
49	49	35,00	0,00	0,00
48	48	35,00	0,00	0,00
9	9	35,00	0,00	0,00
35	35	35,00	0,00	0,00
34	34	35,00	0,00	0,00
33	33	35,00	0,00	0,00
20	20	35,00	0,00	0,00
80	80	35,00	0,00	0,00
79	79	35,00	0,00	0,00
78	78	35,00	0,00	0,00
12	12	-35,00	0,00	0,00
44	44	-35,00	0,00	0,00
43	43	-35,00	0,00	0,00
42	42	-35,00	0,00	0,00
16	18	-35,00	0,00	0,00
74	74	-35,00	0,00	0,00
72	72	-35,00	0,00	0,00
38	38	-35,00	0,00	0,00
37	37	-35,00	0,00	0,00
71	71	-35,00	0,00	0,00
70	70	-35,00	0,00	0,00
69	69	-35,00	0,00	0,00
68	68	-35,00	0,00	0,00
67	67	-35,00	0,00	0,00
66	66	-35,00	0,00	0,00

Globale Gleichgewichtskontrolle Lastfall 5

	Rx [kN]	Ry	Rz

Belastung :	-0,00	0,00	0,00
Auflagerkräfte :	0,00	-0,00	0,00
Bettungskräfte :	0,00	0,00	0,00

Summe :	-0,00	0,00	-0,00

Nachweise nach EN 1993-1-1:2005/A1:2014

Gemäß Kapitel 6.2.1 der Norm wird für die Klassen 1, 2, 3 und 4 die elastische Querschnittstragfähigkeit nachgewiesen.

Für Querschnitte der Klasse 4 erfolgt der Nachweis mit effektiven Querschnittswerten gemäß EN 1993-1-5, Kapitel 4.3.

Die Einwirkungen werden nach EN 1990, Gl. (6.10), mit Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten nach EN 1990:2010 kombiniert.

Der Nachweis erfolgt für alle möglichen Kombinationen der Einwirkungen.

Bezeichnungen im Ausdruck

A : Querschnittsfläche.
 I_x, I_y, I_z, I_{yz} : Trägheitsmomente.

Spannungsermittlung

Die Längs- und Schubspannungen werden für polygonal berandete, homogene Querschnitte infolge Längskraft, Biegemomenten, Querkraften und Torsion berechnet. Die Ermittlung der Schubkenngrößen erfolgt nach der Boundary-Element-Methode. Die Berechnungspunkte für alle Spannungen sind Randpunkte des Querschnitts.

Querschnittsklassifizierung

Die Klassifizierung erfolgt für Listenprofile und Parameterquerschnitte nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2. T-Profile werden wie einseitig gestützte Flansche behandelt. Benutzerdefinierte Polygonquerschnitte werden generell in Klasse 3 eingestuft.

Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl

	gamma.M0
Ständige und vorüberg. Komb.	1,00
Außergew. Kombination	1,00

Charakteristische Materialkennwerte

Streckgrenzen für Baustahl nach EN 1993-1-1, Tab. 3.1, für $t \leq 40$ mm [MN/m²].
 Grenzspannungen gemäß Gl. (6.19) und Gl. (6.42).

		Ständige K.		Außergew. K.	
Material	fyk	Sigma.Rd	Tau.Rd	Sigma.Rd	Tau.Rd
S235-EN	235	235,00	135,68	235,00	135,68

Querschnittswerte

Querschnitt	Material	A[mm ²]	Iy[m ⁴]	Ix[m ⁴]
			Iz[m ⁴]	Iyz[m ⁴]
1 HEB 650	S235-EN	28600	2,1060e-03	7,4100e-06
			1,3980e-04	0,0000e+00
2 HEB 280	S235-EN	13100	1,9270e-04	1,4400e-06
			6,5900e-05	0,0000e+00

EN 1993-1-1 Einwirkungen**Standard Bemessungsgruppe****G - Eigenlast**

$\gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,35 / 1$

Lastfälle

1 Eigengewicht

GE - Erddruck

$\gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,35 / 1$

Lastfälle

2 Erddruck oben und unten

3 Erddruck links und rechts

QN - Nutzlast, Verkehrslast

$\gamma_{sup} / \gamma_{inf} = 1,5 / 0$

Kombinationsbeiwerte ψ für: Hochbauten

Sonstige Einwirkungen

$\psi_{0.0} / \psi_{0.1} / \psi_{0.2} = 1 / 1 / 1$

Lastfälle 1. Variante, inklusiv

4 Verkehrslast oben und unten

5 Verkehrslast links und rechts

1. Ständige und vorübergehende Situation

Endzustand

G - Eigenlast

GE - Erddruck

QN - Nutzlast, Verkehrslast

1. Außergewöhnliche Situation

Endzustand

G - Eigenlast

GE - Erddruck

QN - Nutzlast, Verkehrslast

1. Seltene (charakteristische) Situation

Endzustand

G - Eigenlast

GE - Erddruck

QN - Nutzlast, Verkehrslast

1. Häufige Situation

Endzustand

G - Eigenlast

GE - Erddruck

QN - Nutzlast, Verkehrslast

1. Quasi-ständige Situation

Endzustand

G - Eigenlast

GE - Erddruck

QN - Nutzlast, Verkehrslast

Nachweis der Querschnittstragfähigkeit für Stäbe

Die Ergebnisse stellen die Extrema aller Kombinationen dar.

Klasse Maßgebende Querschnittsklasse nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2.
Im elastischen Nachweis sind die Klassen 1 und 2 nicht relevant,
die Einstufung erfolgt deshalb mindestens in Klasse 3.
Ausnutzung Verhältnis der Beanspruchung Ed und der Beanspruchbarkeit Rd.
SK,AK Ständige und vorüberg. Komb., Außergew. Kombination

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung	
					elastisch	plastisch
1	1	1	SK.1	3	1,02 > 1	.
		2	SK.1	3	0,89	.
		3	SK.1	3	0,80	.
		4	SK.1	3	0,71	.
		5	SK.1	3	0,63	.
2	1	1	SK.1	3	0,00	.
		2	SK.1	3	0,03	.
		3	SK.1	3	0,06	.
		4	SK.1	3	0,09	.
		5	SK.1	3	0,12	.
3	1	1	SK.1	3	0,00	.
		2	SK.1	3	0,03	.
		3	SK.1	3	0,06	.
		4	SK.1	3	0,09	.
		5	SK.1	3	0,12	.
4	1	1	SK.1	3	0,28	.
		2	SK.1	3	0,24	.
		3	SK.1	3	0,19	.
		4	SK.1	3	0,15	.
		5	SK.1	3	0,12	.
5	2	1	SK.1	3	0,49	.
		2	SK.1	3	0,50	.
		3	SK.1	3	0,51	.
		4	SK.1	3	0,52	.
		5	SK.1	3	0,53	.
6	1	1	SK.1	3	0,28	.
		2	SK.1	3	0,34	.
		3	SK.1	3	0,39	.
		4	SK.1	3	0,46	.
		5	SK.1	3	0,54	.
7	2	1	SK.1	3	0,49	.
		2	SK.1	3	0,50	.
		3	SK.1	3	0,51	.
		4	SK.1	3	0,52	.
		5	SK.1	3	0,53	.
8	2	1	SK.1	3	0,53	.
		2	SK.1	3	0,53	.
		3	SK.1	3	0,54	.
		4	SK.1	3	0,54	.
		5	SK.1	3	0,54	.
9	1	1	SK.1	3	0,91	.
		2	SK.1	3	0,86	.
		3	SK.1	3	0,80	.
		4	SK.1	3	0,72	.
		5	SK.1	3	0,62	.
10	2	1	SK.1	3	0,54	.
		2	SK.1	3	0,54	.
		3	SK.1	3	0,54	.
		4	SK.1	3	0,53	.
		5	SK.1	3	0,53	.
11	1	1	SK.1	3	0,00	.
		2	SK.1	3	0,03	.
		3	SK.1	3	0,06	.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung	
					elastisch	plastisch
		4	SK.1	3	0,09	.
		5	SK.1	3	0,12	.
12	1	1	SK.1	3	0,00	.
		2	SK.1	3	0,03	.
		3	SK.1	3	0,06	.
		4	SK.1	3	0,09	.
		5	SK.1	3	0,12	.
13	1	1	SK.1	3	1,02 > 1	.
		2	SK.1	3	0,98	.
		3	SK.1	3	0,96	.
		4	SK.1	3	0,94	.
		5	SK.1	3	0,93	.
14	2	1	SK.1	3	0,53	.
		2	SK.1	3	0,52	.
		3	SK.1	3	0,51	.
		4	SK.1	3	0,50	.
		5	SK.1	3	0,49	.
15	1	1	SK.1	3	0,86	.
		2	SK.1	3	0,76	.
		3	SK.1	3	0,66	.
		4	SK.1	3	0,57	.
		5	SK.1	3	0,48	.
16	1	1	SK.1	3	1,02 > 1	.
		2	SK.1	3	0,89	.
		3	SK.1	3	0,80	.
		4	SK.1	3	0,71	.
		5	SK.1	3	0,63	.
17	1	1	SK.1	3	0,86	.
		2	SK.1	3	0,76	.
		3	SK.1	3	0,66	.
		4	SK.1	3	0,57	.
		5	SK.1	3	0,48	.
18	1	1	SK.1	3	0,91	.
		2	SK.1	3	0,95	.
		3	SK.1	3	0,96	.
		4	SK.1	3	0,97	.
		5	SK.1	3	0,95	.
19	1	1	SK.1	3	0,12	.
		2	SK.1	3	0,15	.
		3	SK.1	3	0,19	.
		4	SK.1	3	0,24	.
		5	SK.1	3	0,28	.
20	1	1	SK.1	3	0,86	.
		2	SK.1	3	0,76	.
		3	SK.1	3	0,66	.
		4	SK.1	3	0,57	.
		5	SK.1	3	0,48	.
21	2	1	SK.1	3	0,53	.
		2	SK.1	3	0,53	.
		3	SK.1	3	0,54	.
		4	SK.1	3	0,54	.
		5	SK.1	3	0,54	.
22	2	1	SK.1	3	0,54	.
		2	SK.1	3	0,54	.
		3	SK.1	3	0,54	.
		4	SK.1	3	0,53	.
		5	SK.1	3	0,53	.
23	2	1	SK.1	3	0,53	.
		2	SK.1	3	0,52	.
		3	SK.1	3	0,51	.
		4	SK.1	3	0,50	.
		5	SK.1	3	0,49	.
24	2	1	SK.1	3	0,53	.
		2	SK.1	3	0,53	.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung	
					elastisch	plastisch
		3	SK.1	3	0,54	.
		4	SK.1	3	0,54	.
		5	SK.1	3	0,54	.
25	2	1	SK.1	3	0,54	.
		2	SK.1	3	0,54	.
		3	SK.1	3	0,54	.
		4	SK.1	3	0,53	.
		5	SK.1	3	0,53	.
26	2	1	SK.1	3	0,49	.
		2	SK.1	3	0,50	.
		3	SK.1	3	0,51	.
		4	SK.1	3	0,52	.
		5	SK.1	3	0,53	.
27	2	1	SK.1	3	0,53	.
		2	SK.1	3	0,53	.
		3	SK.1	3	0,54	.
		4	SK.1	3	0,54	.
		5	SK.1	3	0,54	.
28	2	1	SK.1	3	0,54	.
		2	SK.1	3	0,54	.
		3	SK.1	3	0,54	.
		4	SK.1	3	0,53	.
		5	SK.1	3	0,53	.
29	2	1	SK.1	3	0,53	.
		2	SK.1	3	0,52	.
		3	SK.1	3	0,51	.
		4	SK.1	3	0,50	.
		5	SK.1	3	0,49	.
30	2	1	SK.1	3	0,53	.
		2	SK.1	3	0,52	.
		3	SK.1	3	0,51	.
		4	SK.1	3	0,50	.
		5	SK.1	3	0,49	.
31	1	1	SK.1	3	0,49	.
		2	SK.1	3	0,53	.
		3	SK.1	3	0,62	.
		4	SK.1	3	0,71	.
		5	SK.1	3	0,78	.
32	2	1	SK.1	3	0,49	.
		2	SK.1	3	0,50	.
		3	SK.1	3	0,51	.
		4	SK.1	3	0,52	.
		5	SK.1	3	0,53	.
33	1	1	SK.1	3	0,62	.
		2	SK.1	3	0,55	.
		3	SK.1	3	0,51	.
		4	SK.1	3	0,48	.
		5	SK.1	3	0,46	.
34	1	1	SK.1	3	0,46	.
		2	SK.1	3	0,47	.
		3	SK.1	3	0,50	.
		4	SK.1	3	0,56	.
		5	SK.1	3	0,63	.
35	1	1	SK.1	3	0,63	.
		2	SK.1	3	0,71	.
		3	SK.1	3	0,80	.
		4	SK.1	3	0,89	.
		5	SK.1	3	1,02 > 1	.
36	1	1	SK.1	3	0,78	.
		2	SK.1	3	0,84	.
		3	SK.1	3	0,89	.
		4	SK.1	3	0,93	.
		5	SK.1	3	0,95	.
37	1	1	SK.1	3	0,78	.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung	
					elastisch	plastisch
		2	SK.1	3	0,71	.
		3	SK.1	3	0,62	.
		4	SK.1	3	0,53	.
		5	SK.1	3	0,49	.
38	1	1	SK.1	3	0,49	.
		2	SK.1	3	0,46	.
		3	SK.1	3	0,48	.
		4	SK.1	3	0,53	.
		5	SK.1	3	0,63	.
39	1	1	SK.1	3	0,12	.
		2	SK.1	3	0,15	.
		3	SK.1	3	0,19	.
		4	SK.1	3	0,23	.
		5	SK.1	3	0,27	.
40	1	1	SK.1	3	0,27	.
		2	SK.1	3	0,32	.
		3	SK.1	3	0,37	.
		4	SK.1	3	0,42	.
		5	SK.1	3	0,48	.
41	1	1	SK.1	3	0,48	.
		2	SK.1	3	0,57	.
		3	SK.1	3	0,66	.
		4	SK.1	3	0,76	.
		5	SK.1	3	0,86	.
42	1	1	SK.1	3	0,12	.
		2	SK.1	3	0,15	.
		3	SK.1	3	0,19	.
		4	SK.1	3	0,23	.
		5	SK.1	3	0,27	.
43	1	1	SK.1	3	0,27	.
		2	SK.1	3	0,32	.
		3	SK.1	3	0,37	.
		4	SK.1	3	0,42	.
		5	SK.1	3	0,48	.
44	1	1	SK.1	3	0,48	.
		2	SK.1	3	0,57	.
		3	SK.1	3	0,66	.
		4	SK.1	3	0,76	.
		5	SK.1	3	0,86	.
48	1	1	SK.1	3	0,12	.
		2	SK.1	3	0,15	.
		3	SK.1	3	0,19	.
		4	SK.1	3	0,23	.
		5	SK.1	3	0,27	.
49	1	1	SK.1	3	0,27	.
		2	SK.1	3	0,32	.
		3	SK.1	3	0,37	.
		4	SK.1	3	0,42	.
		5	SK.1	3	0,48	.
50	1	1	SK.1	3	0,48	.
		2	SK.1	3	0,57	.
		3	SK.1	3	0,66	.
		4	SK.1	3	0,76	.
		5	SK.1	3	0,86	.
52	1	1	SK.1	3	0,63	.
		2	SK.1	3	0,53	.
		3	SK.1	3	0,48	.
		4	SK.1	3	0,46	.
		5	SK.1	3	0,49	.
53	1	1	SK.1	3	0,95	.
		2	SK.1	3	0,97	.
		3	SK.1	3	0,96	.
		4	SK.1	3	0,95	.
		5	SK.1	3	0,91	.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung	
					elastisch	plastisch
56	1	1	SK.1	3	0,12	.
		2	SK.1	3	0,09	.
		3	SK.1	3	0,06	.
		4	SK.1	3	0,03	.
		5	SK.1	3	0,00	.
57	1	1	SK.1	3	0,93	.
		2	SK.1	3	0,93	.
		3	SK.1	3	0,95	.
		4	SK.1	3	0,98	.
		5	SK.1	3	1,02 > 1	.
58	1	1	SK.1	3	0,86	.
		2	SK.1	3	0,77	.
		3	SK.1	3	0,69	.
		4	SK.1	3	0,61	.
		5	SK.1	3	0,54	.
59	1	1	SK.1	3	0,54	.
		2	SK.1	3	0,46	.
		3	SK.1	3	0,39	.
		4	SK.1	3	0,34	.
		5	SK.1	3	0,28	.
63	1	1	SK.1	3	0,48	.
		2	SK.1	3	0,42	.
		3	SK.1	3	0,37	.
		4	SK.1	3	0,32	.
		5	SK.1	3	0,27	.
64	1	1	SK.1	3	0,27	.
		2	SK.1	3	0,23	.
		3	SK.1	3	0,19	.
		4	SK.1	3	0,15	.
		5	SK.1	3	0,12	.
65	1	1	SK.1	3	0,12	.
		2	SK.1	3	0,09	.
		3	SK.1	3	0,06	.
		4	SK.1	3	0,03	.
		5	SK.1	3	0,00	.
66	1	1	SK.1	3	0,63	.
		2	SK.1	3	0,56	.
		3	SK.1	3	0,50	.
		4	SK.1	3	0,47	.
		5	SK.1	3	0,46	.
67	1	1	SK.1	3	0,46	.
		2	SK.1	3	0,48	.
		3	SK.1	3	0,51	.
		4	SK.1	3	0,55	.
		5	SK.1	3	0,62	.
68	1	1	SK.1	3	0,62	.
		2	SK.1	3	0,72	.
		3	SK.1	3	0,80	.
		4	SK.1	3	0,86	.
		5	SK.1	3	0,91	.
69	1	1	SK.1	3	0,48	.
		2	SK.1	3	0,42	.
		3	SK.1	3	0,37	.
		4	SK.1	3	0,32	.
		5	SK.1	3	0,27	.
70	1	1	SK.1	3	0,27	.
		2	SK.1	3	0,23	.
		3	SK.1	3	0,19	.
		4	SK.1	3	0,15	.
		5	SK.1	3	0,12	.
71	1	1	SK.1	3	0,12	.
		2	SK.1	3	0,09	.
		3	SK.1	3	0,06	.
		4	SK.1	3	0,03	.

Stab	Qu.	Ort	Komb.	Klasse	Ausnutzung	
					elastisch	plastisch
72	1	5	SK.1	3	0,00	.
		1	SK.1	3	0,95	.
		2	SK.1	3	0,93	.
		3	SK.1	3	0,89	.
		4	SK.1	3	0,84	.
74	1	5	SK.1	3	0,78	.
		1	SK.1	3	0,63	.
		2	SK.1	3	0,71	.
		3	SK.1	3	0,80	.
		4	SK.1	3	0,89	.
75	1	5	SK.1	3	1,02 > 1	.
		1	SK.1	3	0,54	.
		2	SK.1	3	0,61	.
		3	SK.1	3	0,69	.
		4	SK.1	3	0,77	.
76	1	5	SK.1	3	0,86	.
		1	SK.1	3	1,02 > 1	.
		2	SK.1	3	0,98	.
		3	SK.1	3	0,95	.
		4	SK.1	3	0,93	.
77	1	5	SK.1	3	0,93	.
		1	SK.1	3	0,93	.
		2	SK.1	3	0,94	.
		3	SK.1	3	0,96	.
		4	SK.1	3	0,98	.
78	1	5	SK.1	3	1,02 > 1	.
		1	SK.1	3	0,48	.
		2	SK.1	3	0,42	.
		3	SK.1	3	0,37	.
		4	SK.1	3	0,32	.
79	1	5	SK.1	3	0,27	.
		1	SK.1	3	0,27	.
		2	SK.1	3	0,23	.
		3	SK.1	3	0,19	.
		4	SK.1	3	0,15	.
80	1	5	SK.1	3	0,12	.
		1	SK.1	3	0,12	.
		2	SK.1	3	0,09	.
		3	SK.1	3	0,06	.
		4	SK.1	3	0,03	.
		5	SK.1	3	0,00	.

Max. Querschnittsausnutzung

Klasse Maßgebende Querschnittsklasse nach EN 1993-1-1, Tab. 5.2.
 Im elastischen Nachweis sind die Klassen 1 und 2 nicht relevant,
 die Einstufung erfolgt deshalb mindestens in Klasse 3.

Ausnutzung Verhältnis der Beanspruchung Ed und der Beanspruchbarkeit Rd.

x Abstand vom Stabanfang [m].

SK,AK Ständige und vorüberg. Komb., Außergew. Kombination

Querschnitt	Material	Stab	Ort	x[m]	Komb.	Klasse	Ausnutzung
1 HEB 650	S235-EN	76	1	0,00	SK.1	3	1,02 > 1
2 HEB 280	S235-EN	27	5	1,41	SK.1	3	0,54

**** Warnungen ****

SNW-104: 1. Ständige K., Stab 1, Qu. 1, elast. Ausn. = 1,02 > 1.

SNW-104: 1. Ständige K., Stab 13, Qu. 1, elast. Ausn. = 1,02 > 1.

SNW-104: 1. Ständige K., Stab 16, Qu. 1, elast. Ausn. = 1,02 > 1.

SNW-104: 1. Ständige K., Stab 35, Qu. 1, elast. Ausn. = 1,02 > 1.

SNW-104: 1. Ständige K., Stab 57, Qu. 1, elast. Ausn. = 1,02 > 1.

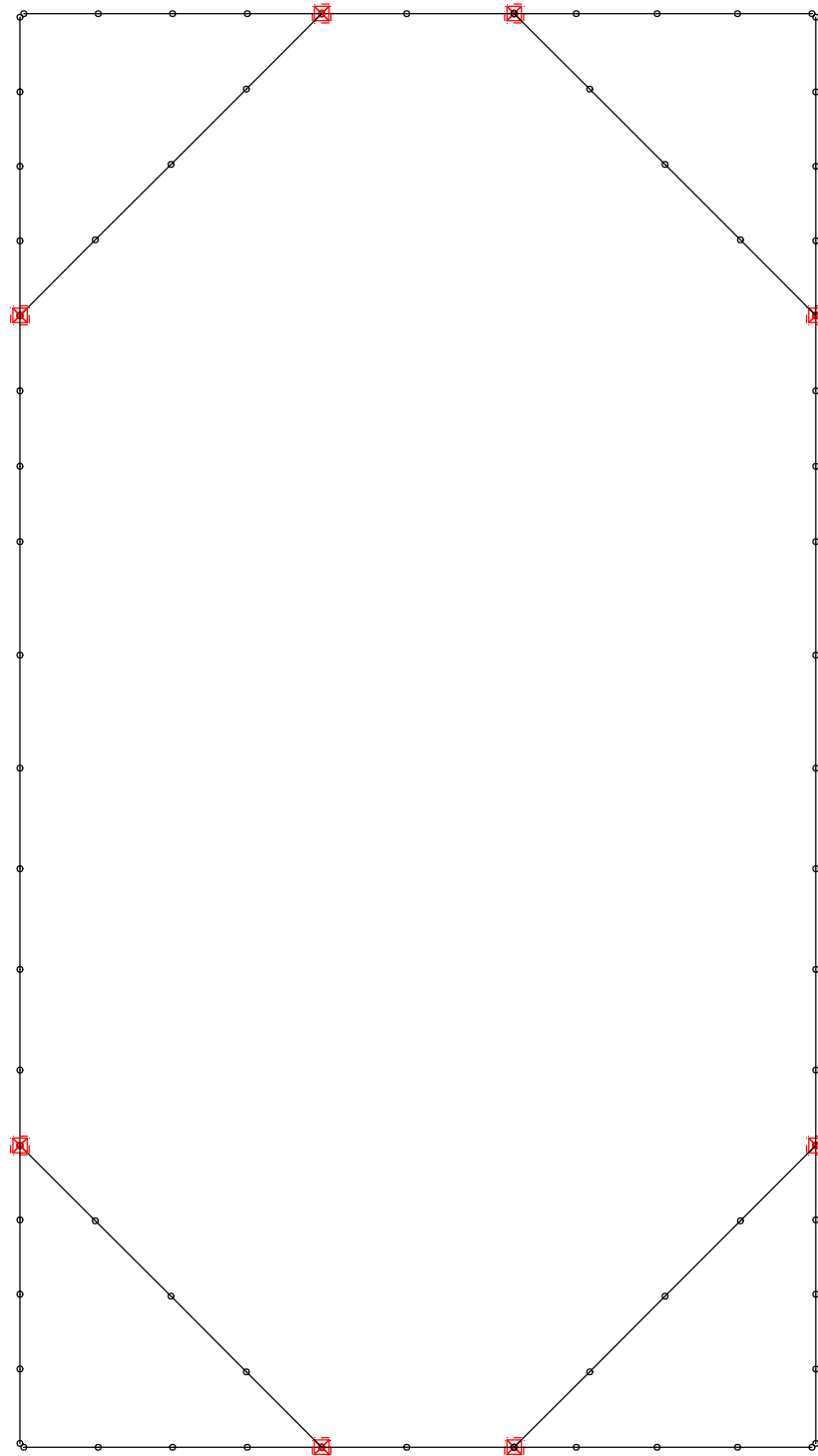
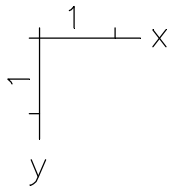
SNW-104: 1. Ständige K., Stab 74, Qu. 1, elast. Ausn. = 1,02 > 1.

SNW-104: 1. Ständige K., Stab 76, Qu. 1, elast. Ausn. = 1,02 > 1.

SNW-104: 1. Ständige K., Stab 77, Qu. 1, elast. Ausn. = 1,02 > 1.

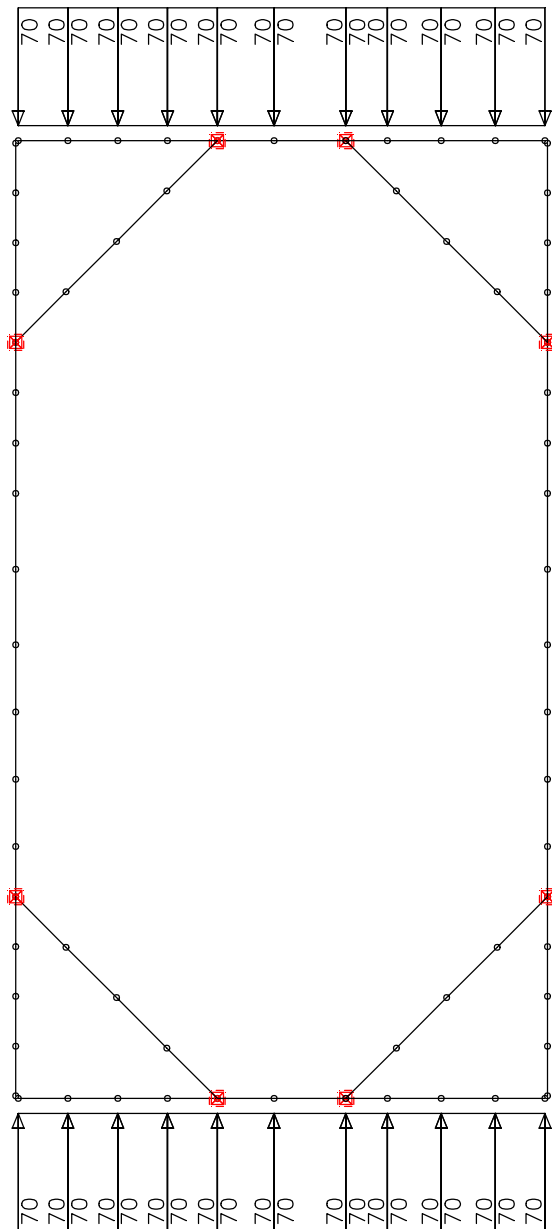
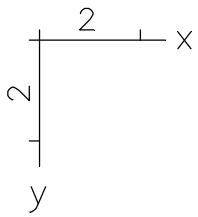
Einwirkungen

EIGENLAST



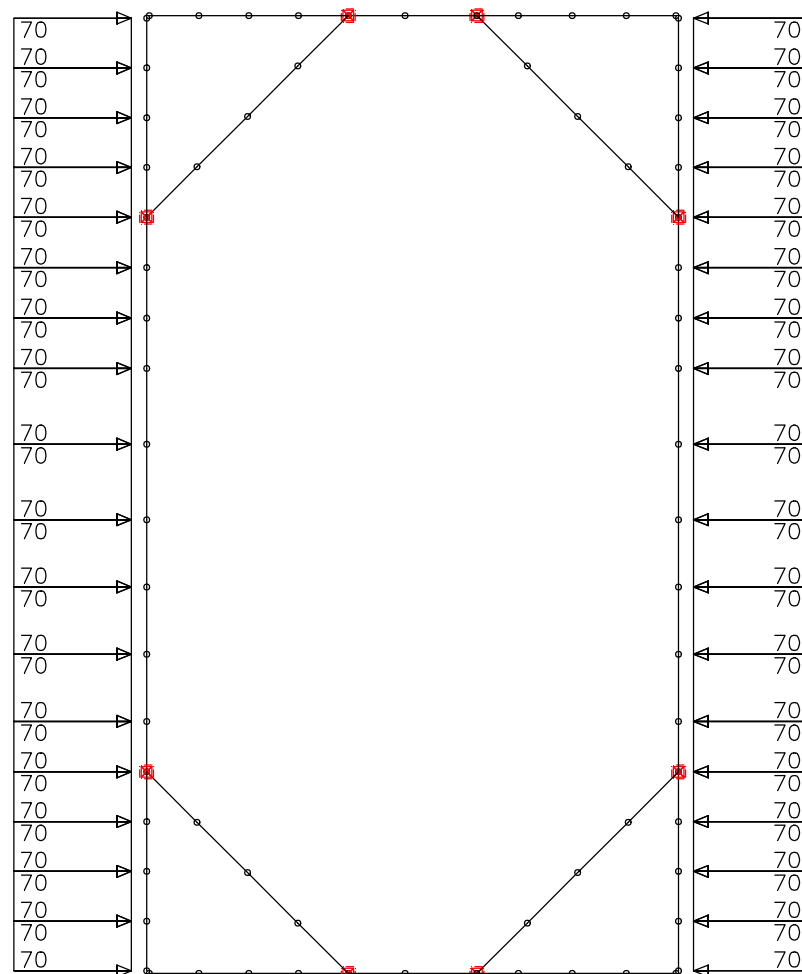
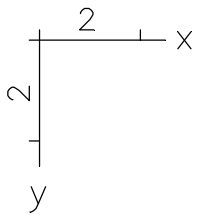
LF 1: Belastung, Eigengewicht

Einwirkungen



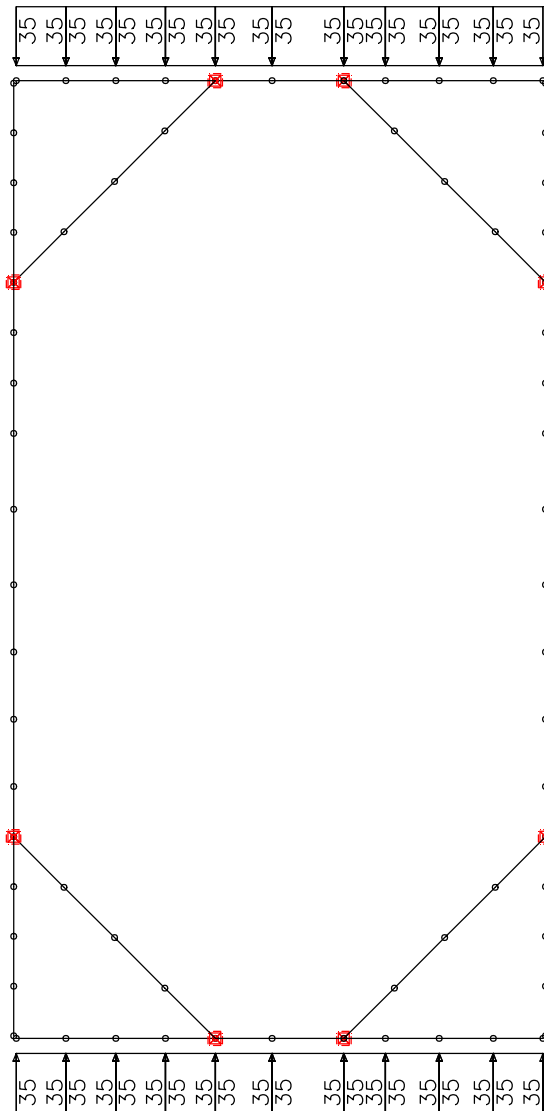
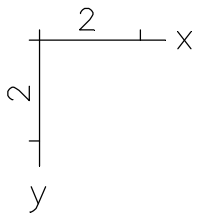
LF 2: Belastung, Erddruck oben und unten

Einwirkungen



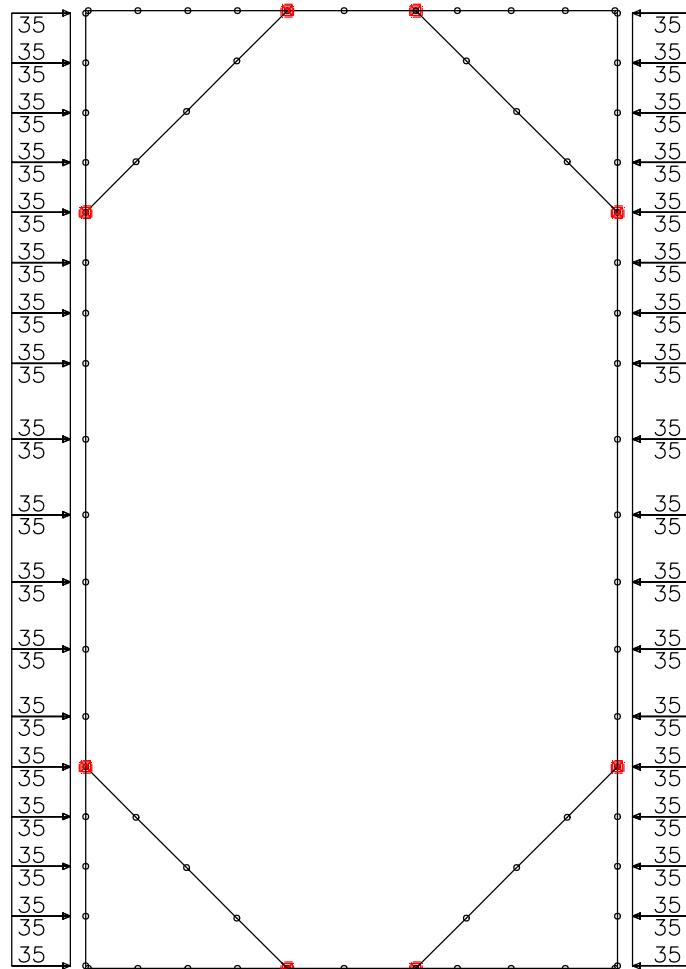
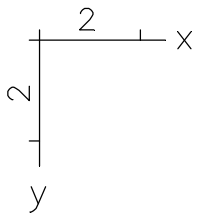
LF 3: Belastung, Erddruck links und rechts

Einwirkungen



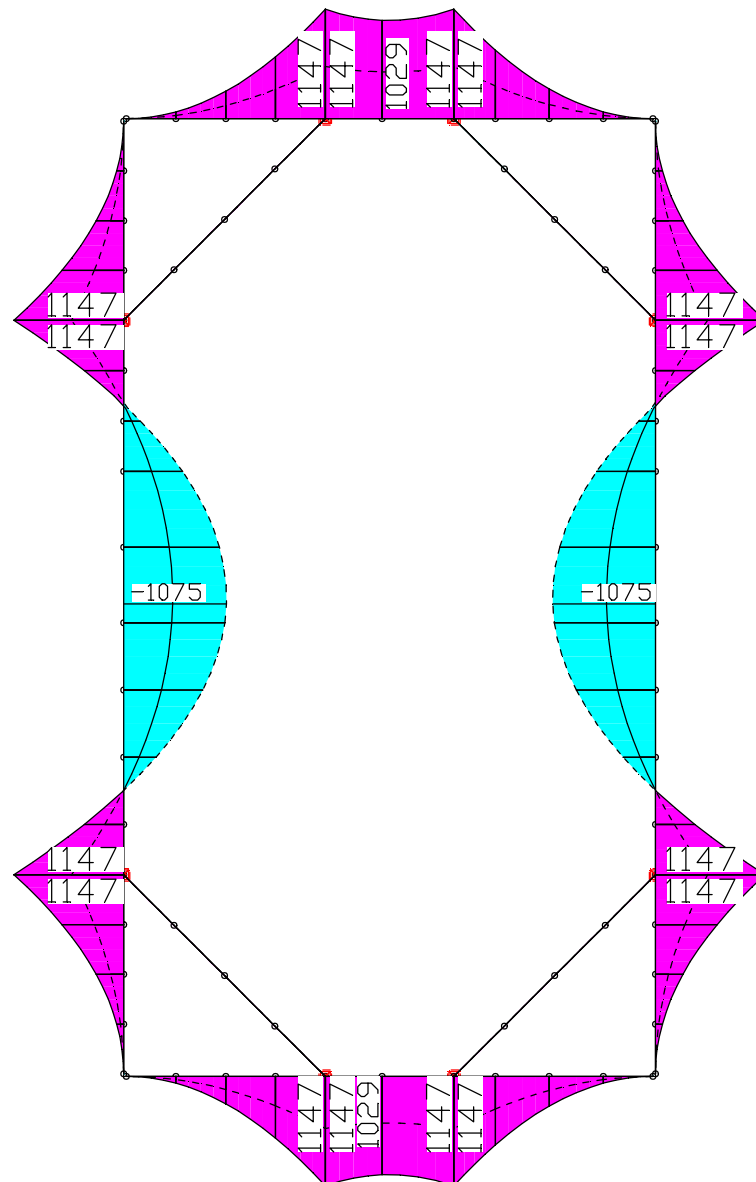
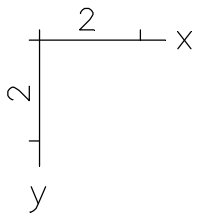
LF 4: Belastung, Verkehrslast oben und unten

Einwirkungen



LF 5: Belastung, Verkehrslast links und rechts

Schnittgrößen

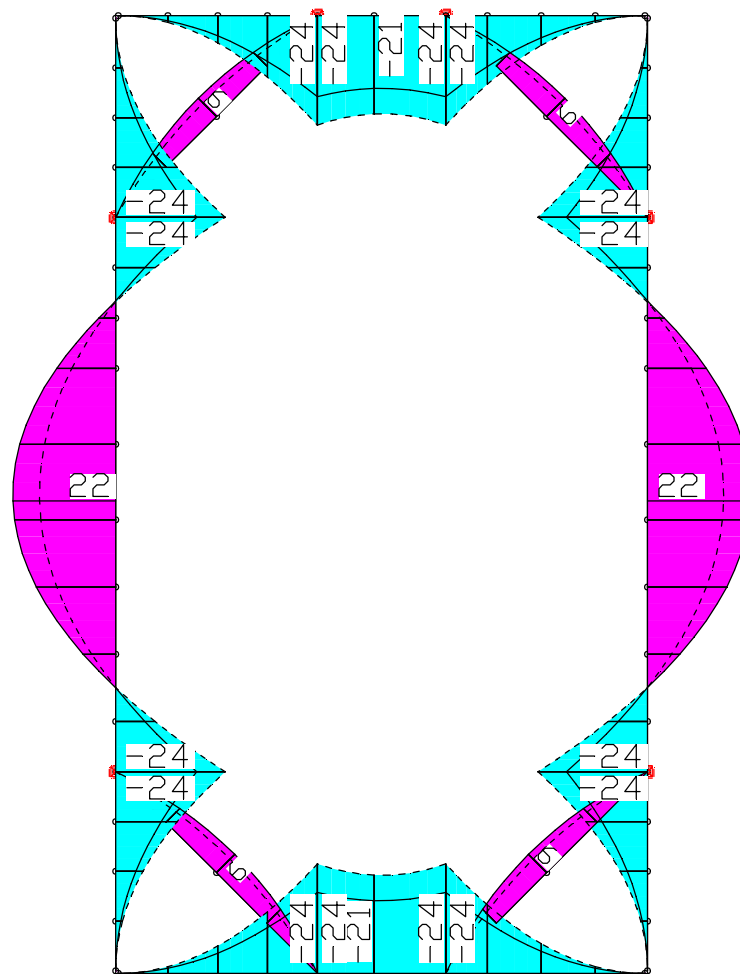
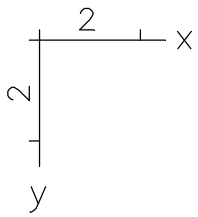



LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1

Schnittgrößen min,max My. 791,52 [kNm] =

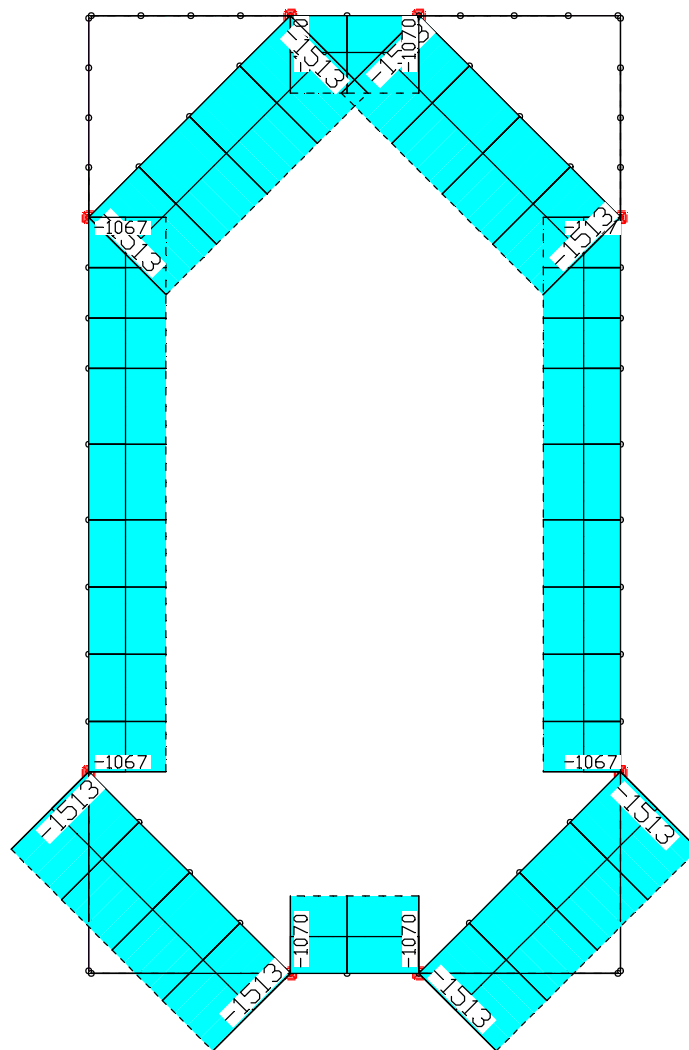
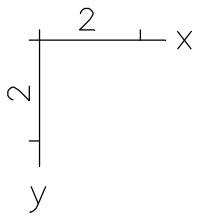
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -1075,44/1146,78 [kNm]

Schnittgrößen




LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1
 Schnittgrößen min,max Mz. 16,32 [kNm] = 
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -23,64/22,17 [kNm]

Schnittgrößen

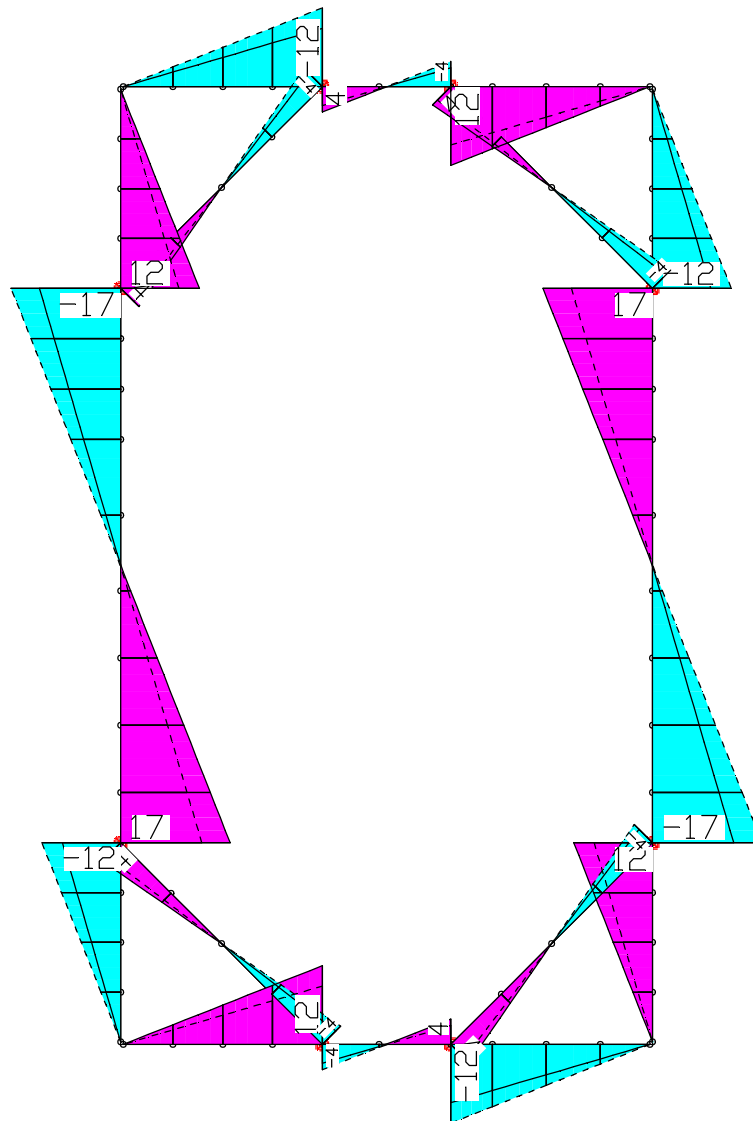
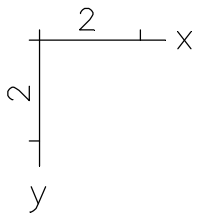


LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1

Schnittgrößen min,max Nx. 1044,63 [kN] = 

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -1513,50/0,00 [kN]

Schnittgrößen

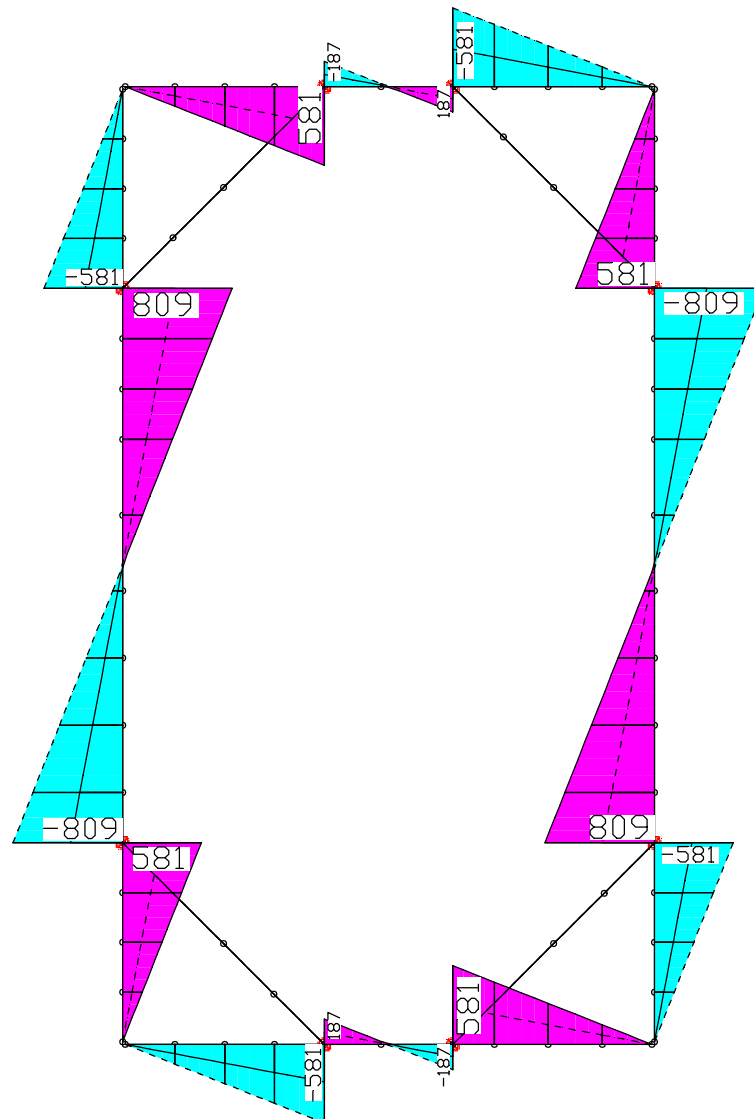
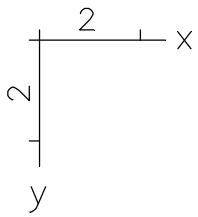


LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1


Schnittgrößen min,max Qy. 11,51 [kN] = ———

Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -16,67/16,67 [kN]

Schnittgrößen



LFK EN1993.SV.1: 1. Ständige und vorübergehende Situation, EN 1993-1-1

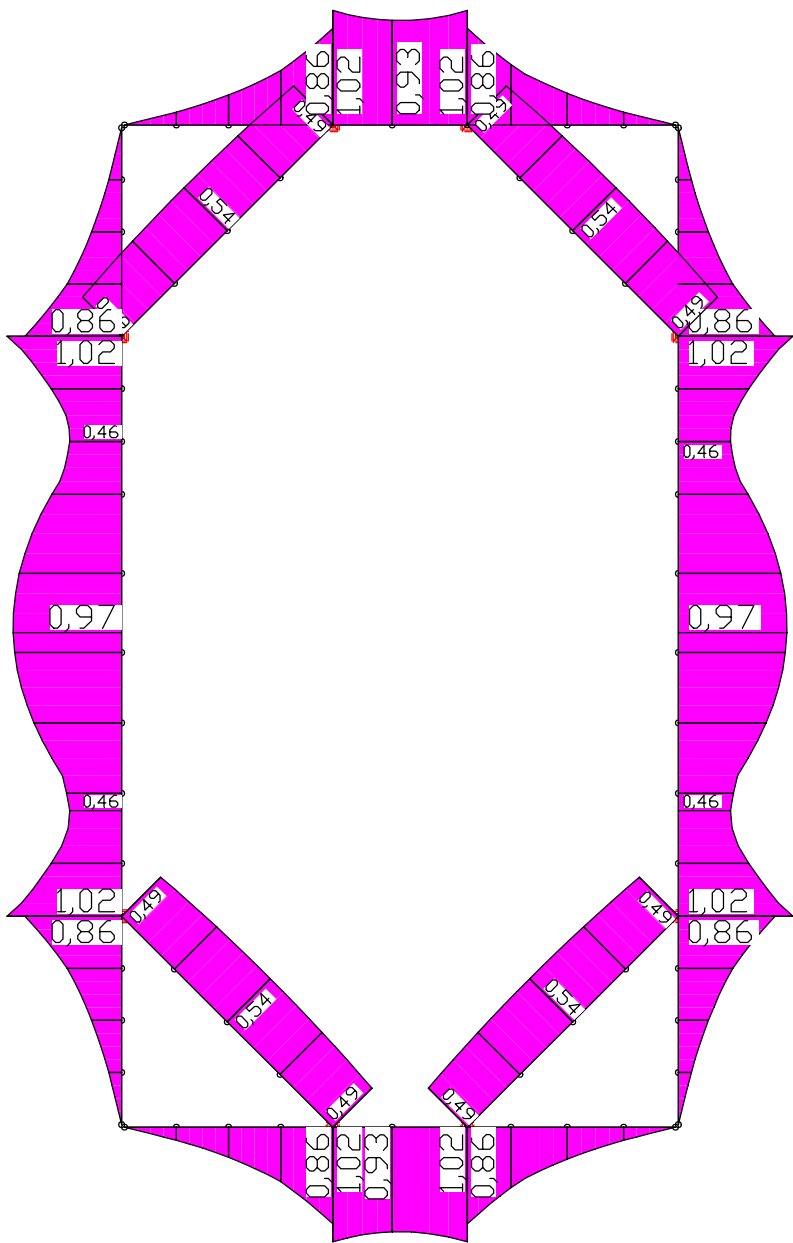
Schnittgrößen min,max Qz. 558,03 [kN] = 


Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -808,50/808,50 [kN]

Ausnutzungsgrad

Max. Querschnittsausnutzung nach EN 1993-1-1

Querschnitt	Stab	Ort [m]		Kombination	Situation	Klasse	Ausnutzung
1 HEB 650 - S235-EN	76	1	0,00	Ständige	1	3	1,02
2 HEB 280 - S235-EN	27	5	1,41	Ständige	1	3	0,54



Ausnutzung nach EN 1993-1-1. 0,67 [-] = 
Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): 0,00/1,02 [-]
Ausnutzung nach EN 1993-1-1