Abwasserverband Saale

Uferstraße 55
95028 Hof

Kläranlage Hof
Neubau Feststoffzerkleinerer und Abscheider - Primärschlammbehandlung und Co-Substratannahme

P 3727006
Statische Berechnungen

Verfasser:
Dr. Born - Dr. Ermel GmbH, Büro Dresden
Schachtstraße 1
01705 Freital
Telefon: 0351 649 87-0
Telefax: 0351 649 87-99
E-Mail: dresden@born-ermel.de
Internet: www.born-ermel.de

Aufgestellt: Dr. Born – Dr. Ermel GmbH

Freital, den 24.09.2024

i.A. Dipl.-Ing. Jakub Konarski

BORN | ERMEL | Ingenieure

Inhaltsverzeichnis Seite

1 Allgemeines 4

2 Baubeschreibung 7

3 Baustoffe 11

3.1 Materiale 11
3.2 Übersicht Expositionsklassen 12

4 Lastannahmen 13

4.1 Eigenlasten Stoffe 13
4.2 Bodenlagen 13
4.3 Grünes Dach und PV-Anlage 13
4.4 Veränderliche Lasten 14
4.5 Kranlasten 15

5 Dachdecke 18

5.1 Dachdecke 19
5.2 Unterzug 21

6 Stahlbühne 23

6.1 Querträger 23
6.2 Längsträger 25

7 Massivstützen 27

7.1 Stütze – D3 / D4 – Bereich OG 28
7.2 Stütze – D3 / D4 – Bereich EG 30
7.3 Stütze – D3 / D4 – Bereich Keller 32
7.4 Stütze – D4 – Konsole 34
7.5 Stütze – B4 – Bereich EG 36
7.6 Stütze – B4 – Konsole 38

8 Decke EG 40

8.1 Decke EG – DE-01 und DE-02 40
8.2 Unterzug – Achse B 42
8.3 Unterzug – Achse D 44
8.4 Unterzug – Achse 2 46
8.5 Unterzug – Achse 3 und Achse 4 48

9 Decke OG 50

9.1 Decke EMSR Raum – DE-10 50
9.2 Unterzug – Treppenträger – DE-11 52

10 Wände 54

10.1 WJ-E – Innenwand bei EMSR Raum 55
10.2 WJ-L – Innenwand bei Laborraum 57
10.3 WA-1 – Außenwand Achse 1 59
10.4 Ringbalken RB-1, RB-B, RB-5 und RB-E 61
10.5 Ringbalkenunterzug RB-B-TOR 62
10.6 Wandstürze WS-1 63
10.7 Rissbreitennachweise WK-0, WK-1 und WK-2 64
10.8 WK-3 – Kellerwand Statik 66

11 Bodenplatte 68

11.1 Rissbreitennachweis BP-0 68
11.2 Bodenplatte Statik – BP-1 69
11.3 Bodenplatte Durchstanzen - Stützen D/3 und D/4 - BP-3 71

12 Vordach 73

12.1 Stahl-Trapezprofil – VD-1 73
12.2 Stahlrahmen VD-2 74
12.3 Rahmenecke VD-31/VD-32 75
12.4 Streifenfundament VD-4 76
12.5 Wand-Ankerplatte – VD-5 77

13 Außentreppen 78

13.1 Treppenturm TT-01 78

14 Auftriebssicherheit 79

15 Konstruktive Anforderungen 80

15.1 Halterungen für die Kranbahnträger 80

16 Verzeichnis Anhänge 81

Anhang A – Positionspläne und Statische Berechnung 81

1 Allgemeines

Zugrunde liegende Unterlagen:

- Entwurfsbericht „Kläranlage Hof - Neubau Feststoffzerkleinerer und Abscheider - Primärschlammbehandlung und Co-Substratannahme“, aufgestellt von Dr. Born – Dr. Ermel GmbH am 12.05.2022

- Baugrunduntersuchung 22/02/196 PL von M&S Umweltprojekt GmbH vom 14.04.2022, Plauen
- Ergänzende Bohrungen zur Verbau-Ausführung 22/02/196-02 PL von M&S Umweltprojekt GmbH vom 06.11.2023, Plauen

- Ausführungspläne, Dr. Born - Dr. Ermel
  Lagepläne:
  - 3727005-05-L-001 Lageplan Abbruch vom 16.02.2024
  - 3727005-05-L-002 Lageplan Neubau vom 16.02.2024
  - 3727005-05-L-003 Lageplan Baugrube mit Verbau vom 20.02.2024

  Gebäudepläne vom 07.03.2024:
  - 3727006-05-B-001 Neubau Primärschlammbehandlung - Grundriss -0.85 m Kellergeschoss, UK Unterzüge
  - 3727006-05-B-002 Neubau Primärschlammbehandlung - Grundriss -0.35 m, Kellergeschoss, UK Decke
  - 3727006-05-B-003 Neubau Primärschlammbehandlung - Grundriss +3.24 m Erdgeschoss, UK Decke Labor
  - 3727006-05-B-004 Neubau Primärschlammbehandlung - Grundriss +7.14 m Erdgeschoss, UK Decke EMSR-Raum
  - 3727006-05-B-005 Neubau Primärschlammbehandlung - Grundriss +9.00 m Draufsicht
  - 3727006-05-B-006 Neubau Primärschlammbehandlung - Schnitt A-A und B-B
  - 3727006-05-B-007 Neubau Primärschlammbehandlung - Schnitt C-C
  - 3727006-05-B-008 Neubau Primärschlammbehandlung - Schnitt 1-1 und 2-2
  - 3727006-05-B-009 Neubau Primärschlammbehandlung - Schnitt 3-3 und 4-4

- 3727006-05-B-010 Neubau Primärschlammbehandlung - Treppenturm u. Laufstege Grundriss +3.25 m, +5.25 m, +7.25 m u. +9.00 m
- 3727006-05-B-011 Neubau Primärschlammbehandlung - Treppenturm u. Laufstege Schnitt 5-5, D-D und E-E
- 3727006-05-B-020 Neubau Primärschlammbehandlung - Detail 1 und 2 - Dachaufbau und Entwässerung
- 3727006-05-B-021 Neubau Primärschlammbehandlung - Detail 3 - Stahlbetonkonsole für Stahlbauebene
- 3727006-05-B-022 Neubau Primärschlammbehandlung - Detail 4 - Mauerflanschrohr DN 200 mit Hülsendübel und F-Stück PE100 SDR11
- 3727006-05-B-023 Neubau Primärschlammbehandlung - Detail 5, 6 und 7 - Vordach Wandanschluss und Dachkante
- 3727006-05-B-030 Neubau Primärschlammbehandlung - 3D – Ansicht
- 3727006-05-B-031 Neubau Primärschlammbehandlung - Nord-, Süd-, Ost- und Westansicht

Verwendete Normen:

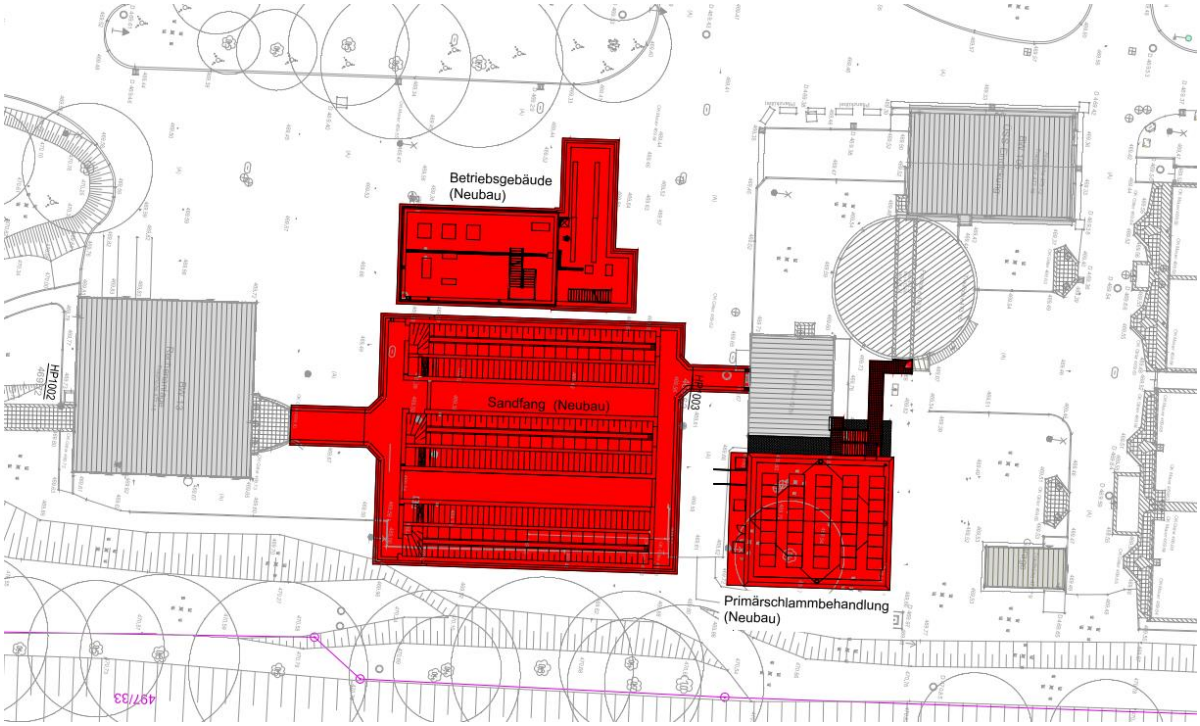
- DIN EN 1990: 2010-12 + NA: 2010-12
  Grundlagen der Tragwerksplanung
- DIN EN 1991-1-1: 2010-12 + NA: 2010-12
  Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
- DIN EN 1991-1-2: 2010-12 + NA: 2015-09
  Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen – Brandeinwirkungen auf Tragwerke
- DIN EN 1991-1-3: 2010-12 + NA: 2019-04
  Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten
- DIN EN 1991-1-4: 2010-12 + NA: 2010-12
  Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten
- DIN EN 1992-1-1: 2011-01 + NA: 2015-03
  Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
  DIN EN 1992-1-2: 2010-12 + NA: 2010-12
- Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
  DIN EN 1993-1-1: 2010-12 + NA: 2018-12
  Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- DIN EN 1996-1-1: 2013-02 + NA: 2019-12
  Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrter und unbewehrtes Mauerwerk
- DIN EN 1996-2: 2010-12 + NA: 2012-01
  Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk
- DIN EN 1996-3: 2010-12 + NA: 2019-12
  Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 3: Vereinfachte Bemessungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten
- DIN EN 1997-1: 2014-03 + NA: 2010-12
  Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln
- DIN 1052-10: 2012-05
  Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- DIN 1055-2: 2010-11
  Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 2: Bodenkenngrößen

Verwendete Programme:

- Programme von Projekt Manager von mb AEC Software GmbH Version 2023.014

2 Baubeschreibung

Der Abwasserverband Saale betreibt am Standort Hof, Uferstraße 55, eine Kläranlage zur Behandlung des im Verbandsgebiet anfallenden Schmutzwassers. Die Verbandskläranlage Hof wurde 1964 in Betrieb genommen. Die vorhandene Primärschlammbehandlung mit statischer Eindickung des Schlammes entspricht wegen des hohen Grobstoffanteils nicht mehr den verfahrenstechnischen und betrieblichen Erfordernissen. Außerdem ist der Voreindicker / Primärschlammeindicker BW 39 baulich verschlissen. Daher wird das vorhandene Bauwerk BW 39 abgerissen und an dessen Position ein neues Gebäude für die Primärschlammbehandlung errichtet. Der Bau erfolgt im Zusammenhang mit dem abschnittsweisen Neubau der Sandfanganlage.



Hof liegt gemäß DIN EN 1998-1 in Erdbebenzone 0. Eine Berücksichtigung von Einwirkungen infolge Erdbeben muss daher bei der Bemessung nicht erfolgen.

Das neu zu errichtende Bauwerk wird ca. 5,00 m tief im Baugrund gegründet. Auf dem Baufeld befindet sich zur Zeit das alte Bauwerk BW 39 (Voreindicker). Zuerst wird dieses

Bestandsbauwerk abgebrochen um ausreichend Bauraum für den Neubau von BW 39 zu schaffen.

Das Gebäude für die Primärschlammbehandlung wird als dreigeschossiges Bauwerk mit Kellergeschoss, Erdgeschoss und Obergeschoss in Massivbauweise mit Flachdach bzw. flach geneigtem Dach errichtet. Es hat eine rechteckige Grundfläche mit den Außenmaßen ca. L x B x H = 14,70 m x 12,00 m x 8,75 m zzgl. 4,00 m Keller.

Die Kellerwände sowie die Bodenplatte werden komplett aus Stahlbeton mit hohem Wassereindringwiderstand hergestellt. Der Keller wird über die gesamte Raumhöhe reichende Trennwände in den Achsen C sowie 3 und 4 in drei Pumpenvorlagen und einen Pumpenraum unterteilt. Weiterführende Unterzüge in den Achsen 3 und 4 sowie D dienen in Verbindung mit den Außenwänden (Achsen A, E, 1 und 5) als Auflager für die Decken im EG. Das Kellergeschoss ist über eine Treppenanlage zugänglich. In Achse 5 der Kellerwand befindet sich eine begehbare Verbindung zum vorhandenen, von BW 40 kommenden Kanal. Wände, Boden sowie Deckenunterseite der Pumpenvorlagen erhalten eine vollflächige Auskleidung mit Betonschutzplatten aus Polyethylen (PEHD).

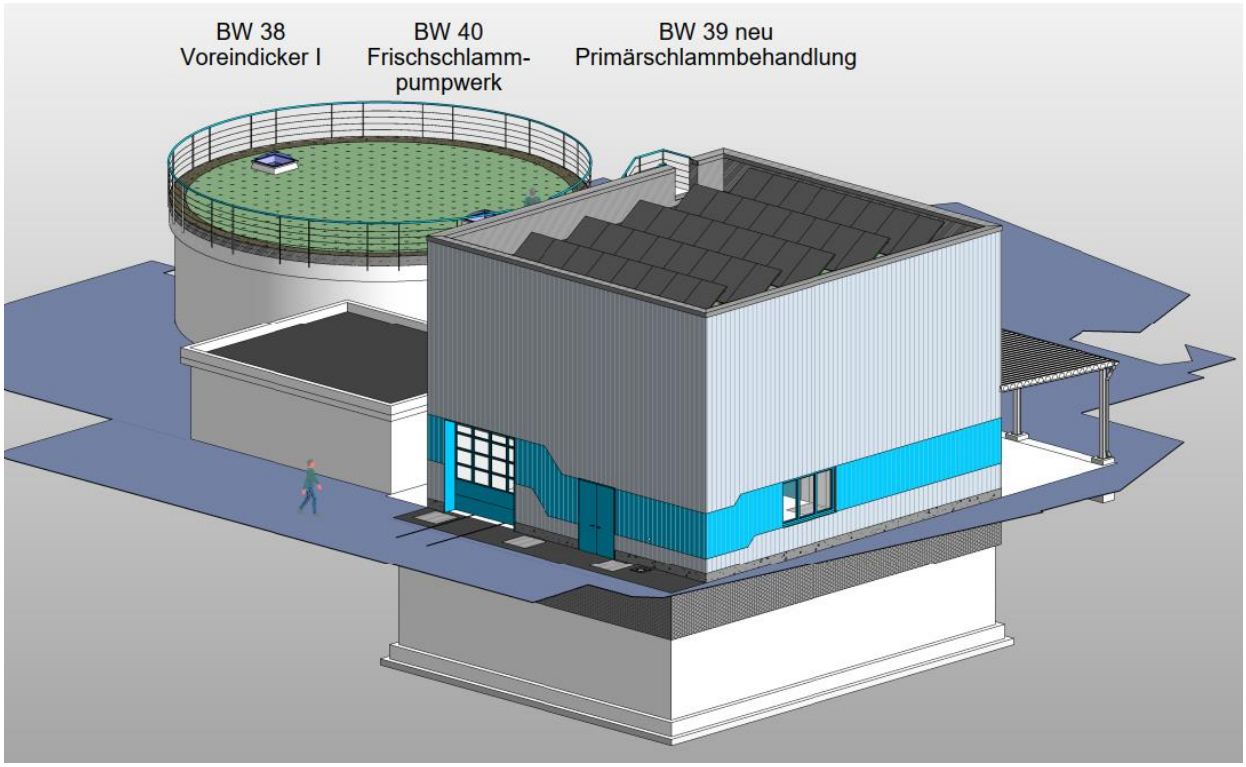
Die Deckenplatte EG besteht ebenfalls aus Stahlbeton. In dieser Deckenplatte befindet sich eine Montageöffnung, über die die Pumpen und sonstige technische Ausrüstung mit dem Kran abgelassen bzw. gehoben werden können, sowie Aussparungen für die Treppenanlage und zur Durchführung von Rohrleitungen. Weiterhin sind Ankerplatten zur Befestigung einer Krananlage vorgesehen.

Das Erdgeschoss besteht aus Mauerwerk und wird mit zwischen den Achsen D-E und 1-5 mit einer einer Deckenplatte aus Stahlbeton abgedeckt. Zwischen Achsen B-D und 4-5 befindet sich eine auf Stahlträgern gelagerte Gitterrostbühne.

Das Dachtragwerk wird mit Stahlbetonstützen und Unterzügen erstellt. Die Dachplatte wird als Gründach ausgebildet und bekommt entsprechend des architektonischen Konzeptes der Kläranlage eine umlaufende Attika. Außerdem werden Ankerplatten einbetoniert, um daran eine Krananlage montieren zu können. Der Aufstieg auf das Dach erfolgt über einen außenliegenden Treppenturm.

Im Fußboden des EG werden oberflächenbündige Fahrschienen für einen Containertransportwagen eingebaut. Im EG befindet sich weiterhin ein Laborraum, der durch eine Innentür begehbar ist. Der im OG eingeordnete Raum für die elektrische Schalt- und Steueranlage ist zusätzlich zur innenliegenden Tür auch über eine separate Tür vom außenliegenden Treppenturm zugänglich. Die Außenwände sowie die Wände des Labors und des Schaltraumes für die Niederspannungsverteilung werden mit Kalksandstein gemauert.

Die Außenwände des Gebäudes erhalten eine 10 cm dicke Wärmedämmung aus Mineralwolle mit vorgehangener Trapezblechverkleidung. Der Dachaufbau wird mit einer 10-27 cm starken Wärmedämmung und Gründach realisiert. Die Kombination mit Photovoltaikelementen zur Eigenstromerzeugung ist möglich.



Das Gebäude ist durch das Kellergeschoss frostfrei gegründet. Ausgehend vom vorliegenden Baugrundgutachten ist der Baugrund in der vorgesehenen Sohltiefe ausreichend tragfähig, um die für die Flächengründung des Bauwerkes erforderliche Flächenpressung von ca. 40-80 kN/m² ohne ungleichmäßige Setzungen aufnehmen zu können. Der Spitzendruck befindet sich am Rande der Fundamentplatte und liegt bei ca 250 kN/m². Die Baugrube wird bis in ca. 5,00 m Tiefe ausgehoben und flächig nachverdichtet. Sofern auf der Baugrubensohle bindiges, nicht verdichtungsfähiges Material angetroffen wird, wird dieses ausgebaut und durch lagenweise eingebautes und verdichtetes Mineralgemisch ersetzt. Die fachgerechte Verdichtung auf einen Ev2-Wert von mindestens 80 MN/m² ist durch Lastplattenversuche nachzuweisen. Anschließend wird eine 10 cm dicke unbewehrte Sauberkeitsschicht aus Beton C12/15 aufgebaut.

In der vorliegenden Statik wurden keine Bau- und Hilfszustände berücksichtigt. Diese sind vom ausführenden Unternehmen selbstständig entsprechend der gewählten Bauweise zu berücksichtigen.

Für größere Ortbetonbauteile wird weiterhin der zentrische Zwang infolge Hydratation für die Bemessung berücksichtigt. Die Rissbeschränkung wird somit über die eingelegte Bewehrung sichergestellt.

3 Baustoffe

3.1 Materiale

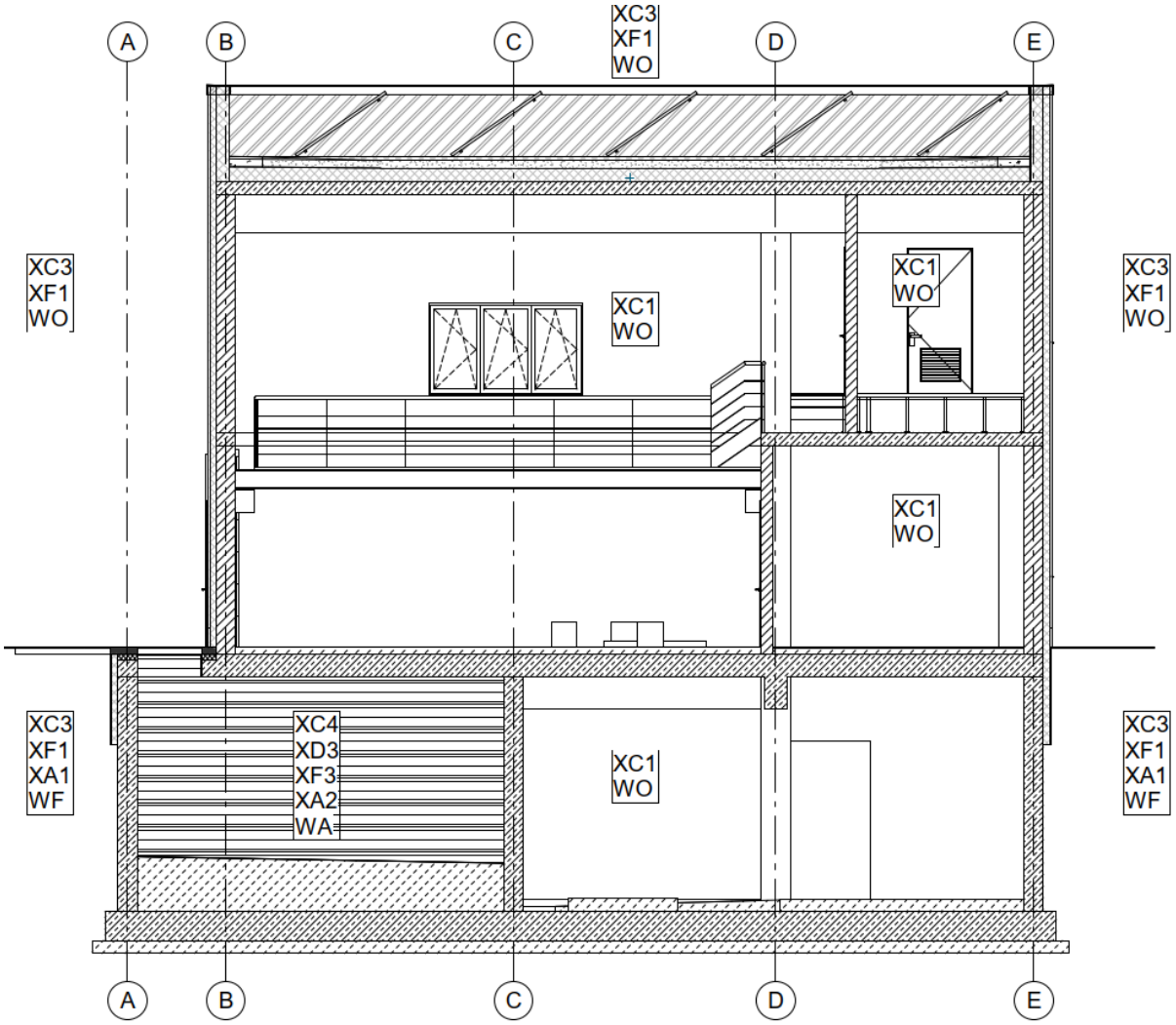
Folgende Werkstoffe werden eingesetzt:

- Baustahl S235
- Betonstahl B500 A/B

Gebäude (BW 39)

- Dachdecke: Beton C25/30, XC3, XF1 W0, c_{nom} = 3,5 cm
- Dachdecke Unterzüge: Beton C25/30, XC1, W0, c_{nom} = 2,0 cm
- Stützen, Dach bis Keller: Beton C25/30, XC1, W0, c_{nom} = 2,0 cm
- Decke über KG: Beton C35/45,
  Oben: XC1, W0, c_{nom} = 3,5 cm
  Unten: XC4, XD3, XF3, XA2, WA, c_{nom} = 5,5 cm; w = 0,2 mm
- Unterzüge Keller: Beton C35/45, XC1, W0, c_{nom} = 2,0 cm
- Decke EMSR-Raum: Beton C25/30, XC1, W0, c_{nom} = 2,0 cm
- Außenwände EG: Mauerwerk KS-10-2,0/M5
- Innenwände: Mauerwerk KS-10-2,0/M5
- Außenwände KG: Beton C35/45
  Außen: XC3, XF1, XA1, WF, c_{nom} = 3,5 cm
  Innen: XC4, XD3, XF3, XA2, WA, c_{nom} = 5,5 cm; w = 0,2 mm
- Bodenplatte: Beton C35/45
  Oben: XC4, XD3, XF3, XA2, WA, c_{nom} = 5,5 cm; w = 0,2 mm
  Unten: XC3, XF1, XA1, WF, c_{nom} = 3,5 cm
- Maschinenfundamente: Beton C35/45, XC3, WF, c_{nom} = 3,5 cm
- Stahlbühne: S235, Gitterrost SP340-34/38-3

3.2 Übersicht Expositionsklassen



4 Lastannahmen

Die Ermittlung der Lastannahmen erfolgt nach DIN 1991-1-1.
Zusammenstellung der Lasten in Abs. 1 der Statik.
Folgende Annahmen wurden getroffen:

4.1 Eigenlasten Stoffe

Eigengewicht

- Stahlbeton: $g_{1,k} = 25$ kN/m³
- Unbewehrter Beton: $g_{1,k} = 24$ kN/m³
- Stahlbauteile: $g_{1,k} = 78{,}5$ kN/m³
- Mauerwerk: $g_{1,k} = 20$ kN/m³

4.2 Bodenlagen

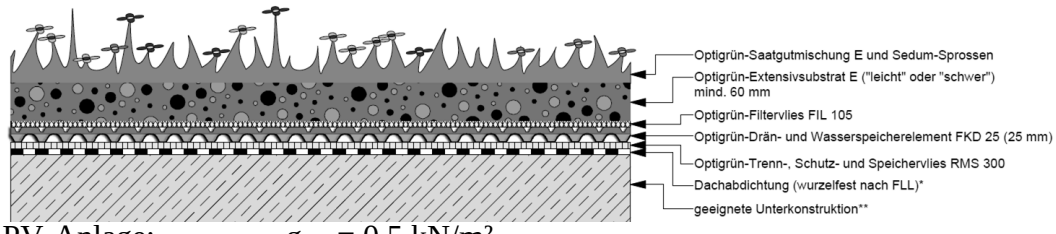
Ausbaulasten:

- Industrieestrich (nach Schneider Bautabellen, Abs. 3.II.6): $g_{3,k} = 1{,}92$ kN/m³ (8 cm)
- Fliesen (nach Schneider Bautabellen, Abs. 3.II.6): $g_{3,k} = 0{,}48$ kN/m³ (2 cm)
- Summe: $g_{3,k} = 2{,}40$ kN/m³

4.3 Grünes Dach und PV-Anlage

Ausbaulasten:

- Gefälledämmung: $g_{2,k} = 0{,}02$ kN/m³ * 0,26m = 0,52 kN/m² (10 cm – 26 cm)
- Gründach (12cm): $g_{2,k} = 2{,}0$ kN/m² (z.B. „Optigrün-Spardach“ o. glw.)



- PV-Anlage: $g_{2,k} = 0{,}5$ kN/m²

4.4 Veränderliche Lasten

Verkehrslasten:
Nutzlast auf nicht begehbaren Dächern, außer für übliche Erhaltungsmaßnahmen und Reparaturen:
Q_k = 1,0 kN (Kategorie H)

Nutzlast im Erd- und Kellergeschoss:
q_k = 5,0 kN/m² (Kategorie E1.1)

Nutzlast im Treppenhaus:
q_k = 5,0 kN/m² (Kategorie T2)

Container:
Q_k = 100 kN (je Container, gefüllt)

Fremstoffabscheider (Trommel, auf Stahlbühne montiert)
Q_k = 20 kN, durch Flächenlast ersetzt, 3,50m x 0,67m = 8,50 kN/m^2

Andere Geräte, d.H.; Fäkalannahmestation, Scheibeneindicker usw. mit Nebenapparatur sind vernachlässigbar, da deren durch Flächenlasten ersetzten Einzellasten die Nutzlast Kategorie E1.1 unterschreiten bzw. nicht überschreiten.

Schnee- und Windlasten:
Die Ermittlung der Schnee- und Windlasten erfolgt mit Hilfe des Programms Frilo (s. nachfolgende Seiten).
angesetzte Werte: Windzone 1
Geländekategorie II
Schneelastzone 3, 470 m DHHN2016

Zusätzlich zur trapezförmigen Schneelastanordnung aufgrund der Attikahöhe von 110 cm wird eine Schneelast auf aufgeständerten PV-Anlagen nach DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04 berücksichtigt.
$s_{k,max}$ = 2,20 kN/m²

4.5 Kranlasten

Die max. zul. Traglast wird mit Schwingbeiwerten (Tafel 8.81) verknüpft und zu Lastgruppen zusammengefasst (Tafel 8.80).

- Montagekran: Hubklasse HC1
- Maßgebende Lastgruppe: 1
- Teilsicherheitsbeiwert für Lasten aus Kranbetrieb: $\gamma_Q = 1{,}35$

- Schwingbeiwerte:
  $\varphi_1 = 1{,}1$
  $\varphi_2 = 1{,}07$ (bei 8m/min Hubgeschwindigkeit)
  $\varphi_5 = 1{,}5$ (stetige Veränderung der Kräfte, Regelfall Brückenkran)
  $\varphi_{dyn} = \varphi_1 \times \varphi_2 \times \varphi_5 = 1{,}1 \times 1{,}07 \times 1{,}5 = 1{,}77$ – Es ist nicht optimale Berechnung der Sicherheitsbeiwerte, jedoch mehr als nötig, und auf die sichere Seite.

Kran an Dachdecke und an Decke über KG:

- Eigengewicht der Kranbrücke:
  $q_{c,k} = 0{,}13$ kN/m
  $q_{c,dyn} = 0{,}13$ kN/m $\times$ 1,77 = 0,23 kN/m

- Max. Last an einer Aufhängung an einer Bahn:
  $Q_{h,k} = 7{,}2$ kN
  $Q_{h,dyn} = 7{,}2$ kN $\times$ 1,77 = 12,75 kN

- Last auf die Aufhängung gegenüber an der anderen Bahn in dem Moment:
  $Q_{h,k} = 1{,}6$ kN
  $Q_{h,dyn} = 1{,}6$ kN $\times$ 1,77 = 2,85 kN

Teilsicherheitsbeiwert für Bemessungslast $\gamma_Q = 1{,}35$ ist noch zu berücksichtigen.

Tafel 8.80 Lastgruppen „Kranbetrieb“ nach EC 1-3, Tab. 2.2 und EC 3-6/NA, Tab. NA.1

Belastung	Bezeichnung		Lastgruppen für Einwirkungskombinationen im GZT, im GZG und im Grenzzustand der Ermüdung samt Schwingbeiwerten													
	Symbol nach EC 1-3	Siehe EC 1-3, Kap.…	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT)							GZT, Prüflast	GZT, außergewöhnlich		Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit GZG [d]			Ermüdung
			1	2	3	4	5	6	7	8 [e]	9	10	11 [b]	12 [c]	13 [c]	14
Eigengewicht des Krans	Q_C	2.6	φ_1	φ_1	1	φ_4	φ_4	φ_4	1	φ_1	1	1	1	1	1	$\varphi_{fat,1}$
Hublast	Q_h	2.6	φ_2	φ_3	—	φ_4	φ_4	φ_4	η [a]	—	1	1	1	1	1	$\varphi_{fat,2}$
Anfahren/ Bremsen der Kranbrücke	H_L H_T	2.7	φ_5	φ_5	φ_5	φ_5	—	—	—	φ_5	—	—	—	—	1	—
Schräglauf der Kranbrücke	H_S	2.7	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Anfahren/ Bremsen der Laufkatze oder des Hubwerks	$H_{T,3}$	2.7	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Wind in Betrieb	F_W*	Anh. A.1	1	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	1	1	—
Kranprüflast	Q_T	2.10	—	—	—	—	—	—	—	φ_6	—	—	—	—	—	—
Pufferkraft	H_B	2.11	—	—	—	—	—	—	—	—	φ_7	—	—	—	—	—
Kippkraft	H_{TA}	2.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—

Teilsicherheitsbeiwerte Einwirkungen γ_Q siehe Tafel 8.79a;

Teilsicherheitsbeiwerte Widerstände GZT $\gamma_{M0} = 1{,}0$; $\gamma_{M1} = 1{,}1$; $\gamma_{M2} = 1{,}25$ siehe EC 3-6/NA;

Teilsicherheitsbeiwerte Widerstände Ermüdung siehe Abschnitt 10.1, im Regelfall $\gamma_{Mf} = 1{,}15$.

[a] η ist der Anteil der Hublast, der nach Entfernen der Nutzlast verbleibt, jedoch nicht im Eigengewicht des Krans enthalten ist.

[b] Zur Bestimmung der vertikalen Durchbiegungen bzw. Verformungen.

[c] Zur Bestimmung der horizontalen Verformungen.

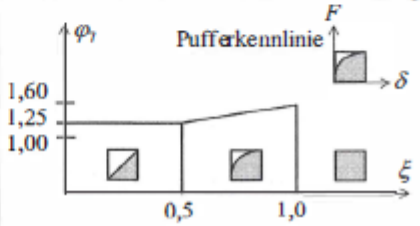
[d] EC 3-6/NA, Tab. NA.1

[e] Für Prüflasten gilt ein reduzierter Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{F,Test} = 1{,}10$, siehe Tafel 8.79a.

Tafel 8.81 Schwingbeiwerte für Lasten aus Kranbetrieb nach EC 1-3

φ_i	Berücksichtigter Einfluss	Anzuwenden auf	Definition der Schwingbeiwerte nach EC 1-3, Tab. 2.4, 2.6, 2.10 und Kap. 2.10
φ_1	Schwingungsanregung des Krantragwerks infolge Anheben der Hublast vom Boden	Eigengewicht des Krans	$0{,}9 < \varphi_1 < 1{,}1$ 1,1 und 0,9 decken die unteren und oberen Werte des Schwingungsimpulses ab. Regelfall Brückenkran: $\varphi_1 = 1{,}1$
φ_2	Dynamische Wirkungen beim Anheben der Hublast vom Boden	Hublast	$\varphi_2 = \varphi_{2,min} + \beta_2 \cdot v_h$; v_h konstante Hubgeschwindigkeit in [m/s]; $\varphi_{2,min}$ und β_2 sind von der Hubklasse des Krans abhängig.

Hubklasse	β_2	$\varphi_{2,min}$
HC 1	0,17	1,05
HC 2	0,34	1,10
HC 3	0,51	1,15
HC 4	0,68	1,20

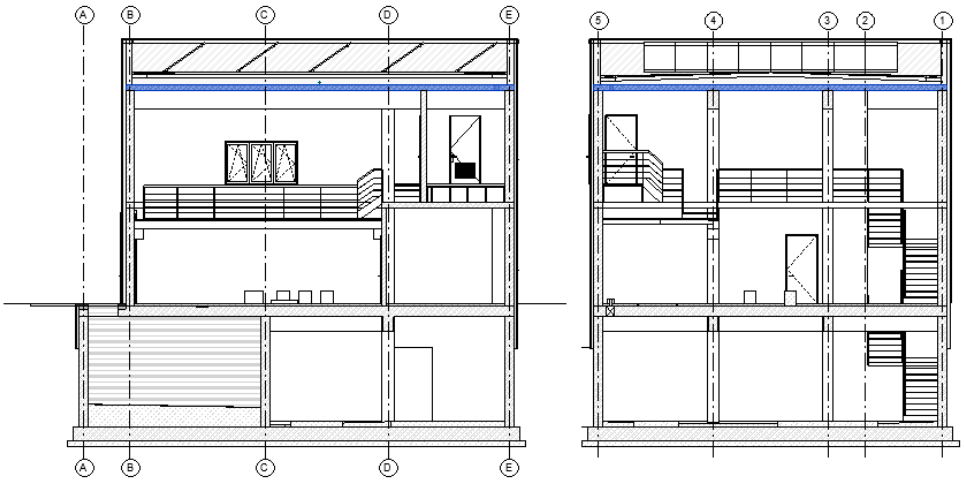
φ_3	Dynamische Wirkungen durch plötzliches Loslassen der Nutzlast bei Verwendung von Greifern und Magneten	Hublast	$\varphi_3 = 1 - \frac{\Delta m}{m} \cdot (1 + \beta_3)$ Δm der abgesetzte oder losgelassene Teil der gesamten Hublastmasse m $\beta_3 = 0{,}5$ bei Kranen mit Greifern oder ähnlichen Vorrichtungen für langsames Absetzen $\beta_3 = 1{,}0$ bei Kranen mit Magneten oder ähnlichen Vorrichtungen für schnelles Absetzen
φ_4	Dynamische Wirkungen, hervorgerufen durch Fahren auf Schienen o. Ä.	Eigengewicht von Kran und Hublast	$\varphi_4 = 1{,}0$, falls die in EN 1090-2 spezifizierten Maßabw. für Kranschienen eingehalten werden. Sonst: siehe EN 13 001-2.
φ_5	Dynamische Wirkungen verursacht durch Antriebskräfte	Antriebskräfte	$\varphi_5 = 1{,}0$ für Fliehkräfte $1{,}0 \le \varphi_5 \le 1{,}5$ für Systeme mit stetiger Veränderung der Kräfte $1{,}5 \le \varphi_5 \le 2{,}0$ wenn plötzliche Veränderungen der Kräfte auftreten $\varphi_5 = 3{,}0$ bei Antrieben mit beträchtlichem Spiel Regelfall Brückenkran: $\varphi_5 = 1{,}5$
φ_6	Dynamische Wirkungen infolge einer Prüflast	Dyn. Prüflast 110 %	$\varphi_6 = 0{,}5\ (1 + \varphi_2)$, EC 1-3, Kap. 2.10 (4)
φ_7	Dynamische, elastische Wirkungen verursacht durch Pufferanprall	Pufferkräfte	$\varphi_7 = 1{,}25$ für $0 \le \xi \le 0{,}5$ $\varphi_7 = 1{,}25 + 0{,}7 \cdot (\xi - 0{,}5)$ für $0{,}5 \le \xi \le 1$ ξ ist von der Pufferkennlinie abhängig. 

5 Dachdecke

Nachfolgende Positionen waren für Dachdecke erzeugt:

- DA-01 - Statik für Dachdecke als Dreifeldplatte
- DA-02 - Statik für Dachdecke als Einfeldplatte
- DA-ER - Zusammenstellung der Ergebnisse für Dachdecke
- DA-UZ - Statik für Dachdeckenunterzüge

5.1 Dachdecke



Die Dachdecke lagert umlaufend auf den Mauerwerkswänden sowie auf den in den Drittelspunkten angeordneten monolithisch hergestellten Unterzügen. Die Decke einschl. der Unterzüge wird in Ortbetonbauweise hergestellt. In der Statik wird die Decke sowohl als Dreifeldplatte als auch als Einzelplatte berechnet. Wegen der einfacheren Erstellung wird das Dreifeldplattensystem bevorzugt.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S200.de „Stahlbeton-Platte, einachsig“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 2.

System:

Dicke: d = 20 cm
max. Stützweite = 3,80 m

Material:

Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:

Oben: XC3 / XF1 / WO
Unten: XC1 / WO

Lastannahmen:

Eigengewicht: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ * 0,20 m = 5,00 kN/m²

Ausbaulasten:

Gefälledämmung: $g_{2,k}$ = 0,052 kN/m²
Gründach: $g_{2,k}$ = 2,00 kN/m²
PV-Anlage: $g_{2,k}$ = 0,50 kN/m²

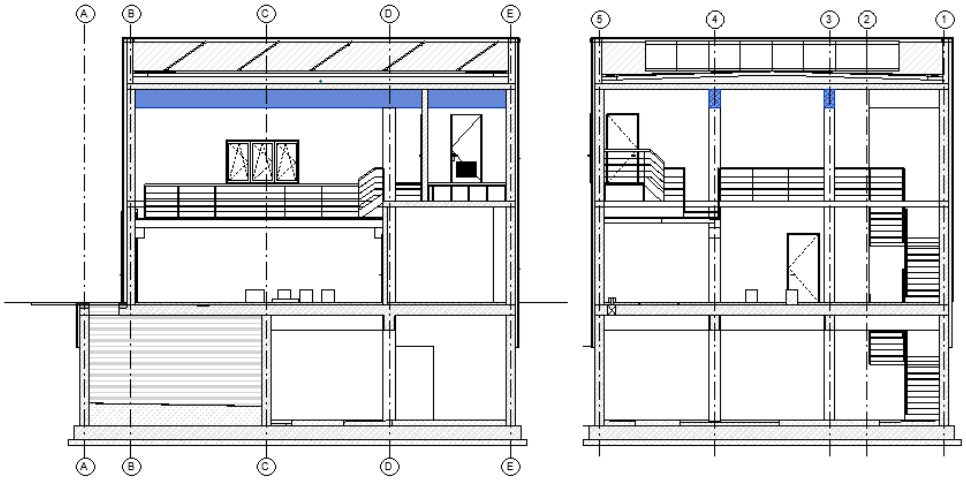
Verkehrslasten:

Nutzlast: Q_k = 1,0 kN
Schneelast: $q_{k,s5}$ = 1,75 kN/m²
Windlast: $q_{k,w}$ = 0,58 / -0,10 kN/m²
Abh. Leitungen: $q_{2,k}$ = 0,30 kN/m²

Bewehrungsführung

Gewählt: obere + untere Lage: Ø10-20 (orthogonale Anordnung)
Randsteckbügel: Ø10-20
Umlaufend sind im Randbereich als Ringbalken 4Ø12 einzulegen.

5.2 Unterzug



Die Dachdecke lagert auf den monolithisch hergestellten Unterzügen. Die Unterzüge in den Achsen 3 und 4 werden in Ortbetonbauweise hergestellt und sind auf den Mauerwerkswänden gelagert. In ca. 1/3 der Länge, an Achse D befindet sich eine monolitische Stütze.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S300.de „Stahlbeton-Durchlaufträger, konstante Querschnitte“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 2.

System: Breite: b = 35 cm
Höhe: h=60 cm
Feldlängen: 8.55m — 4.00m
Gesamtlänge: 12,55m – Achse B bis E

Material:
Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:
Überall: XC1 / WO

Lastannahmen:
Eigengewicht: $g_{1,k} = 25\ kN/m^3 \times 0{,}35\ m \times 0{,}60\ m = 5{,}25\ kN/m$

Ausbaulasten:
Auflagerungslasten aus Deckenstatik
Kranschienen

Verkehrslasten:
Auflagerungslasten aus Deckenstatik
Nutzlast: $Q_h = 0{,}3\ kN$ - Aufhängende Installationen
Kranlast: $Q_k = 2{,}85kN\ \&\ 12{,}75kN$ - Maximal- & Minimalkranlast

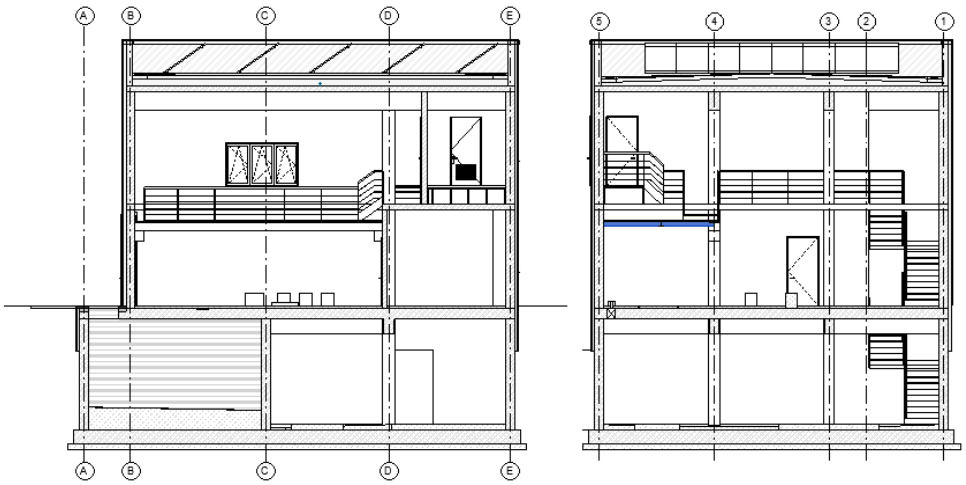
Bewehrungsführung
Gewählt:
Obere Längsbewehrung: 2Ø20 + 5Ø20 Zulage
Untere Längsbewehrung: 2Ø20 + 4Ø20 Zulage
Querbewehrung: Bügel Ø10 je 25-30 cm

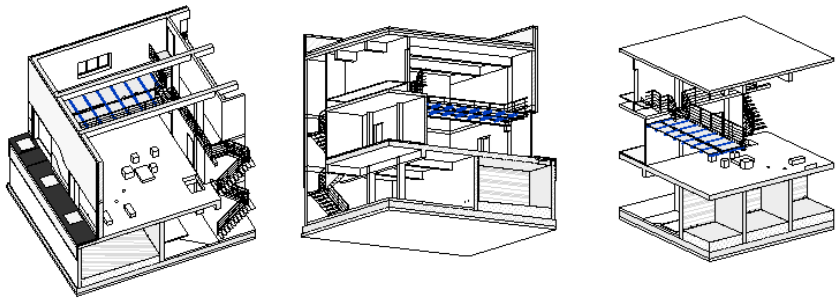
6 Stahlbühne

Nachfolgende Positionen waren für die Stahlbühne erzeugt:

- BÜ-Q - Statik für Stahlbühne - Querträger
- BÜ-L - Statik für Stahlbühne – Längsträger

6.1 Querträger





Die als Stahlkonstruktion geplante Bedienbühne lagert auf einer Seite (Achse 4) auf Längsträger BÜ-L und auf der anderen Seite (Wandseite, Achse 5) auf U-Profil mit angeschweißten Konsolen. Die Bühne erhält einen Gitterrostbelag aus Schweißpressrost SP340-34/38-3. Der Belag wird auf Querträgern gelagert.

Alle Querträger sind zur Lastverteilung mit Rippenträger zu verbinden. Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Modul S301.de „Stahl-Durchlaufträger“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 3.

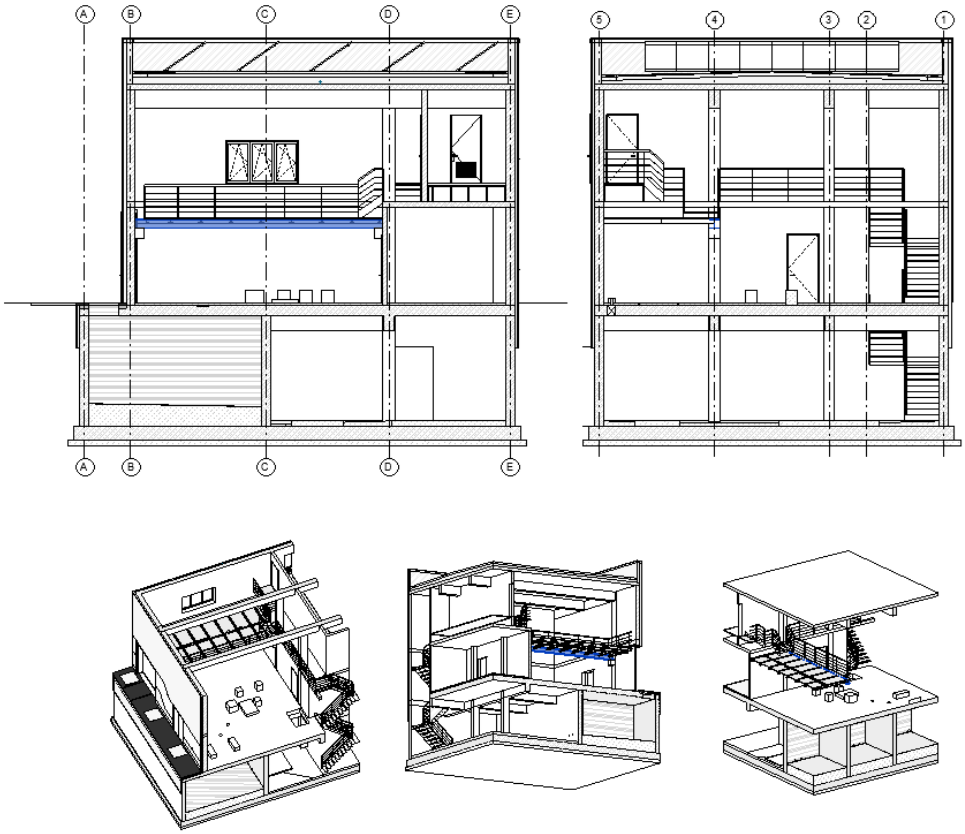
System: Profil: HEB 140
max. Stützweite = 4,00 m

Lastannahmen:
Eigengewicht Gitterrost: $g_{1,k}$ = 0,36 kN/m²
Eigengewicht Träger: $g_{1,k}$ = 0,87 kN/m²

Ausbaulasten:
Gefälleestrich: $g_{2,k}$ = 24 kN/m³ * 0,1 m = 2,4 kN/m²
Abh. Leitungen: $q_{2,k}$ = 0,30 kN/m²

Verkehrslasten:
Nutzlast: q_k = 5,0 kN/m²
Fremdstoffabschieder: q_k = 8,50 kN/m²

6.2 Längsträger



Der Längsträger ist auf beiden Enden auf Stahlbetonkonsolen aufgelagert.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S301.de „Stahl-Durchlaufträger“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 3.

System: Profil: HEB 300
max. Stützweite = 8,60 m

Lastannahmen:
Eigengewicht Träger: $g_{1,k} = 1{,}17$ kN/m²

Ausbaulasten:
Auflagerungslasten aus Querträgerstatik

Verkehrslasten:
Auflagerungslasten aus Querträgerstatik

7 Massivstützen

Nachfolgende Positionen werden für die Stützen erzeugt:

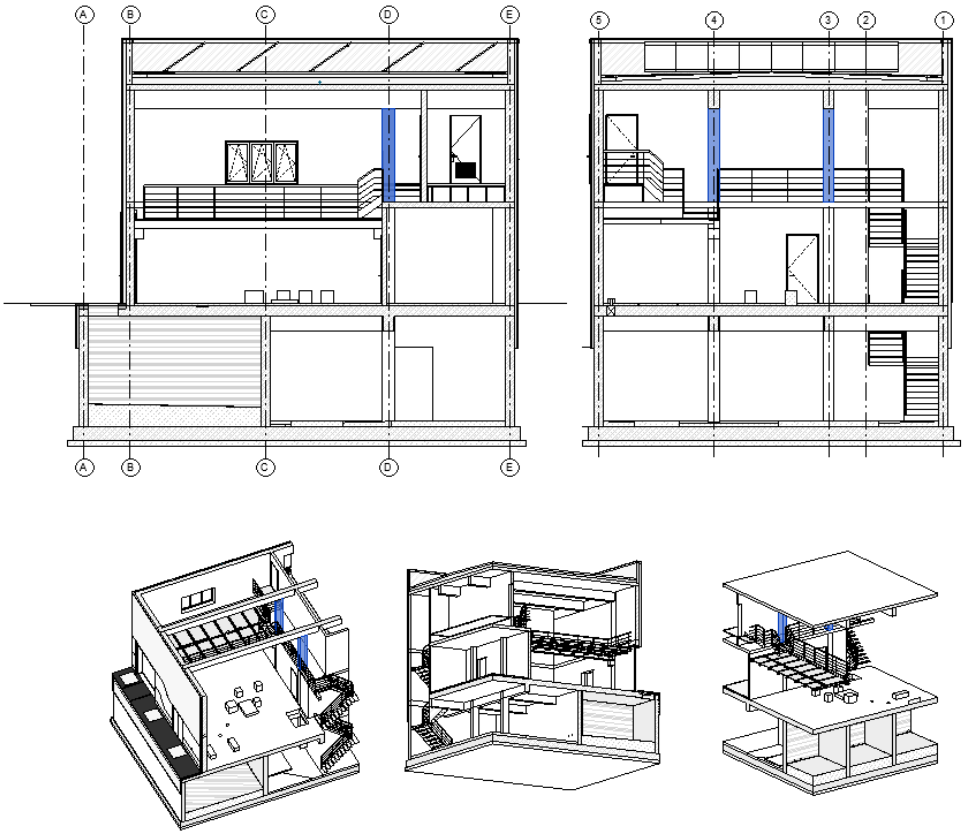
A) Stütze Achse D/3 und D/4

- ST-D34-2 - Statik für Stahlbetonstütze – Bereich EG
- ST-D34-1 - Statik für Stahlbetonstütze – Bereich OG
- ST-D34-0 - Statik für Stahlbetonstütze – Bereich Keller
- ST-D34-KO - Statik für Stahlbetonstütze – Konsole für Träger BÜ-L

B) Stütze Achse B/4

- ST-B4-1 - Statik für Stahlbetonstütze – Bereich OG
- ST-B4-KO - Statik für Stahlbetonstütze – Konsole für Träger BÜ-L

7.1 Stütze – D3 / D4 – Bereich OG



Der obere Teil der Stütze befindet sich zwischen den Ebenen „Dachdecke“ und „EMSR-Raum“. Die Stütze ist oben monolitisch mit den Unterzügen DA-UZ verbunden.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S402.de „Stahlbeton-Stütze, Verfahren mit Nennkrümmung und numerisches Verfahren“.
Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 4.

System: Breite: b = 35 cm
Länge: L = 45 cm
Höhe diesen Ebene: 3,25m

Material:
Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:
Überall: XC1 / WO

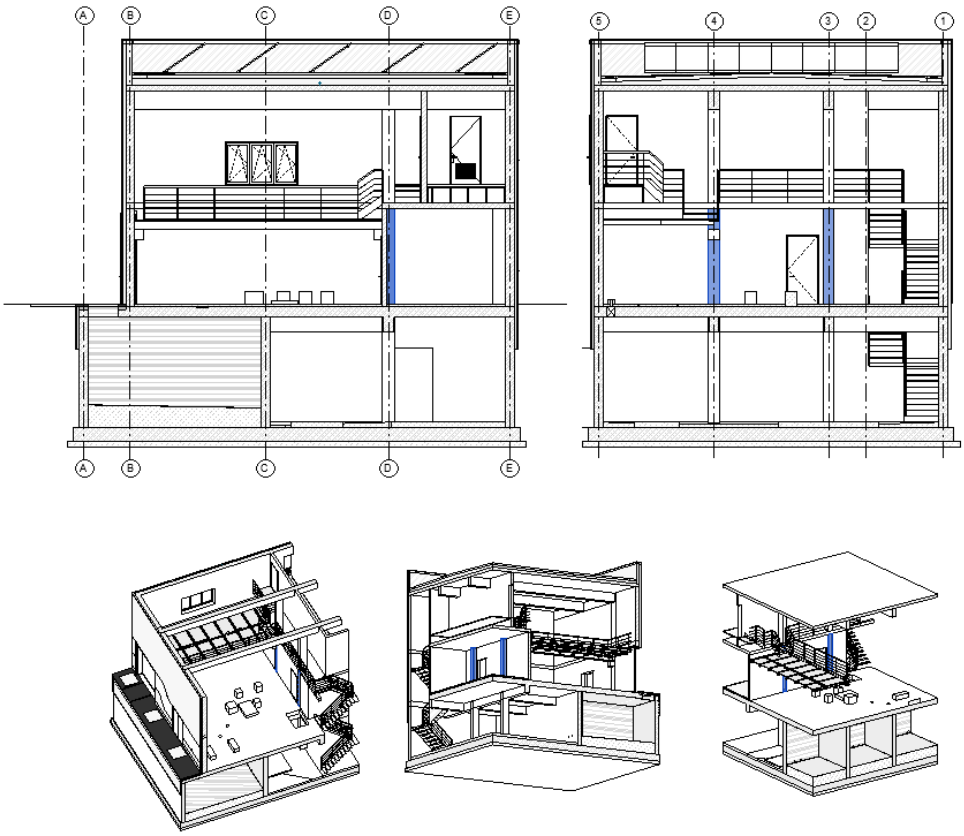
Lastannahmen:
Eigengewicht: $g_{1,k} = 25\ kN/m^3 \times 0{,}35\ m \times 0{,}45\ m = 3{,}94\ kN/m$

Ausbaulasten:
Auflagerungslasten aus Deckenstatik DE-UZ

Verkehrslasten:
Auflagerungslasten aus Deckenstatik

Bewehrungsführung
Gewählt:
Längsbewehrung: Ø12 je Ecke
Querbewehrung: Bügel Ø8 je 14 cm

7.2 Stütze – D3 / D4 – Bereich EG



Der mittlere Abschnitt der Stütze befindet sich zwischen den Ebenen „EMSR-Raum“ und Decke EG.
Gültig für die Stütze in Achse D/4: Die Stütze hat eine Konsole entlang Achse 4 für die Auflagerung des Stahlbühnenlängsträgers BÜ-L.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S402.de „Stahlbeton-Stütze, verfahren mit Nennkrümmung und numerisches Verfahren“.
Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 4.

System: Breite: b = 35 cm
Länge: L = 45 cm
Höhe diesen Ebene: 3,30m

Material:
Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:
Überall: XC1 / WO

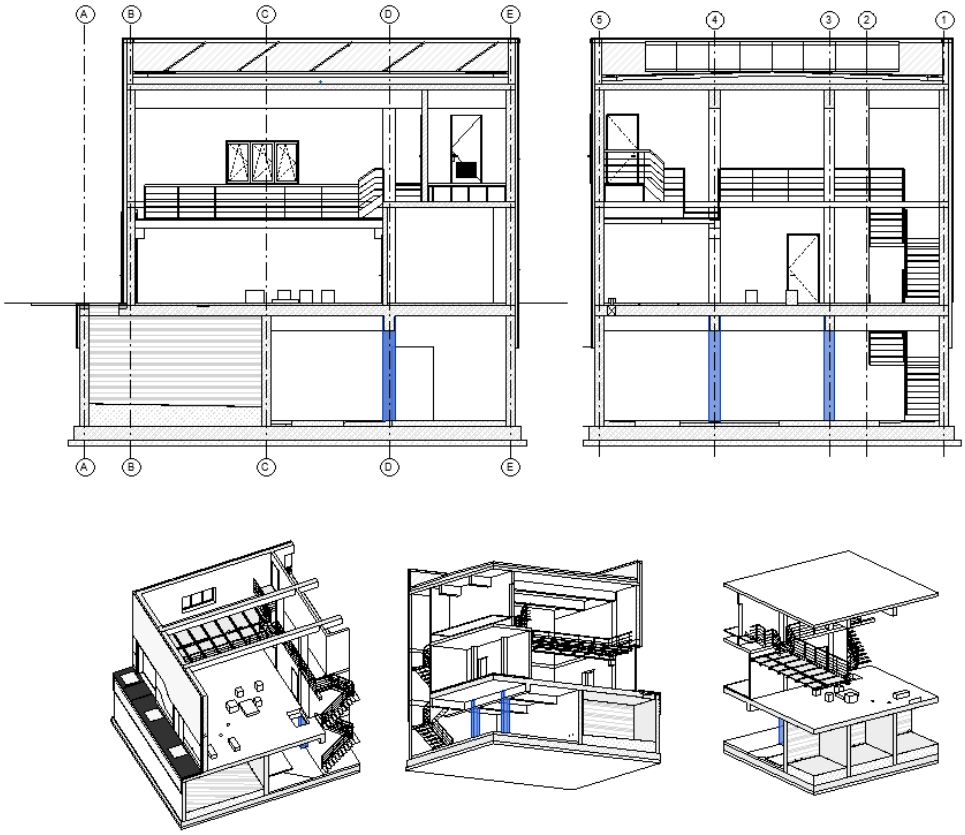
Lastannahmen:
Eigengewicht: $g_{1,k} = 25\ kN/m^3 \times 0{,}35\ m \times 0{,}45\ m = 3{,}94\ kN/m$

Ausbaulasten:
Auflagerungslasten aus Deckenstatik DE-UZ

Verkehrslasten:
Auflagerungslasten aus Deckenstatik

Bewehrungsführung
Gewählt:
Längsbewehrung: Ø12 je Ecke
Querbewehrung: Bügel Ø8 je 14 cm

7.3 Stütze – D3 / D4 – Bereich Keller



Die untere Abschnitt der Stütze befindet sich im Kellergeschoss. Die Stütze ist mit den Unterzügen UZ-D und UZ-34 monolitisch verbunden.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S402.de „Stahlbeton-Stütze, verfahren mit Nennkrümmung und numerisches Verfahren“.
Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 4.

System: Breite: b = 35 cm
Länge: L = 45 cm
Höhe diesen Ebene: 3,80m

Material:
Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:
Überall: XC1 / WO

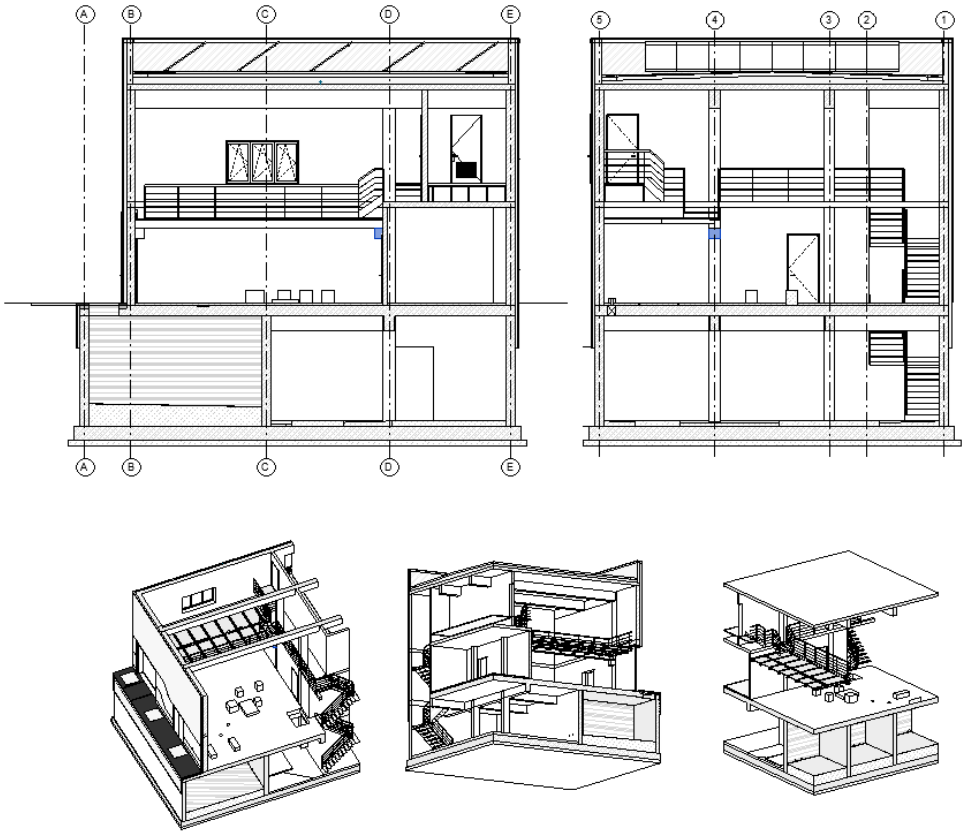
Lastannahmen:
Eigengewicht: $g_{1,k} = 25\ kN/m^3 \times 0{,}35\ m \times 0{,}45\ m = 3{,}94\ kN/m$

Ausbaulasten:
Auflagerungslasten aus Deckenstatik DE-01
Auflagerungslasten aus Unterzug UZ-D und UZ-34

Verkehrslasten:
Auflagerungslasten aus Deckenstatik DE-01
Auflagerungslasten aus Unterzug UZ-D und UZ-34

Bewehrungsführung
Gewählt:
Längsbewehrung: Ø12 je Ecke
Querbewehrung: Bügel Ø8 je 14 cm

7.4 Stütze – D4 – Konsole



Die Konsole befindet sich nur auf Stütze D/4. Die Konsole dient als Auflagerung für den Stahlbühnen-Längsträger BÜ-L.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S711.de „Stahlbeton-Konsole“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 4.

System: Breite: b = 35 cm
Länge: L = 30 cm
Höhe: H = 35 cm

Material:

Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:

Überall: XC1 / WO

Lastannahmen:

Eigengewicht: $g_{1,k} = 25\ kN/m^3 \times 0{,}35\ m \times 0{,}35\ m \times 0{,}30\ m = 1\ kN$

Ausbaulasten:

Auflagerungslasten aus Längsträger BÜ-L

Verkehrslasten:

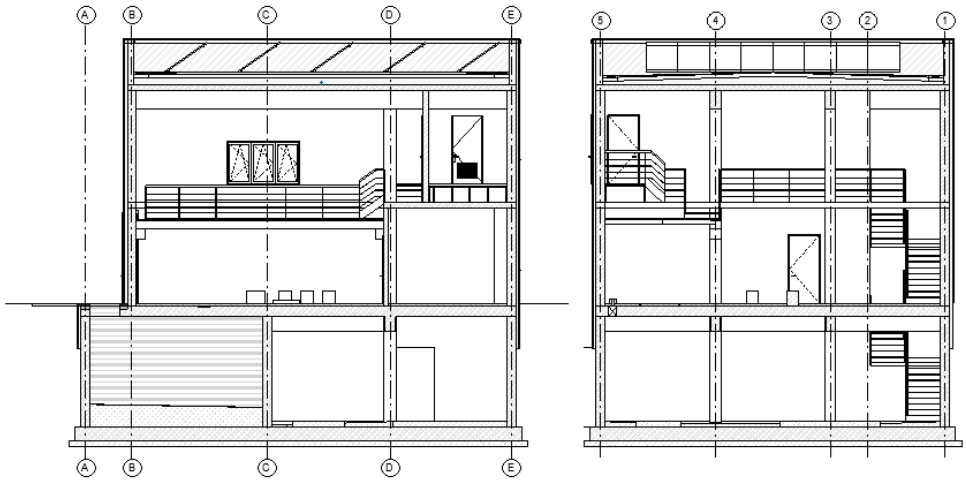
Auflagerungslasten aus Längsträger BÜ-L

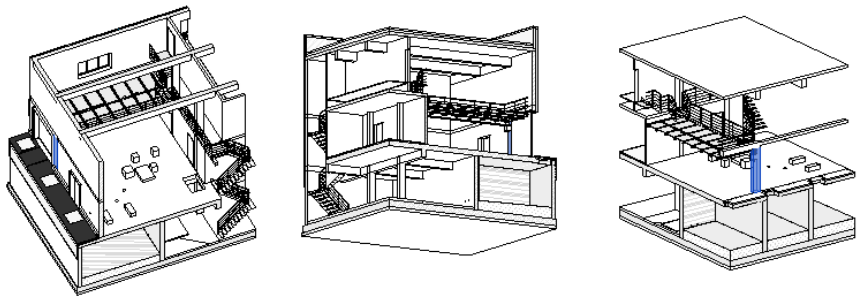
Bewehrungsführung

Gewählt:

Schlaufe: 2Ø8
Horizontalbügel: 1Ø8

7.5 Stütze – B4 – Bereich EG





Die Stütze befindet sich neben dem Rolltor zwischen Decke EG und Stahlbühne. Am Kopf ist sie mit dem Ringbalken RB-B und dem Türunterzug RB-B-TOR verbunden und dient als Konsole für den Stahlbühnen-Längsträger BÜ-L. Die Stütze ist als Kragstütze berechnet.

Die Stütze hat einen größeren Querschnitt, als rechnerisch erforderlich. Ein Teil der Stütze wird als Torrand benutzt, dieser Teil des Querschnittes wird vernachlässigt.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S402.de „Stahlbeton-Stütze, Verfahren mit Nennkrümmung und numerisches Verfahren“.
Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 4.

System: Breite: b = 35 cm
Länge: L = 45 cm
Höhe diesen Ebene: 3,30m

Material:

Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:

Überall: XC1 / WO

Lastannahmen:

Eigengewicht: $g_{1,k} = 25\ kN/m^3 \times 0{,}35\ m \times 0{,}45\ m = 3{,}94\ kN/m$

Ausbaulasten:

Auflagerungslasten aus Längsträger BÜ-L
Auflagerungslasten aus Sturz RB-B-TOR

Verkehrslasten:

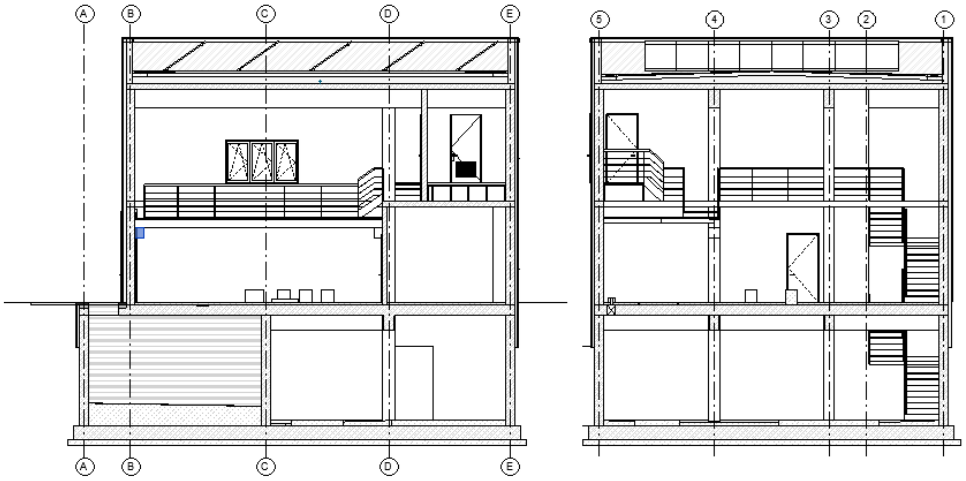
Auflagerungslasten aus Längsträger BÜ-L
Auflagerungslasten aus Sturz RB-B-TOR

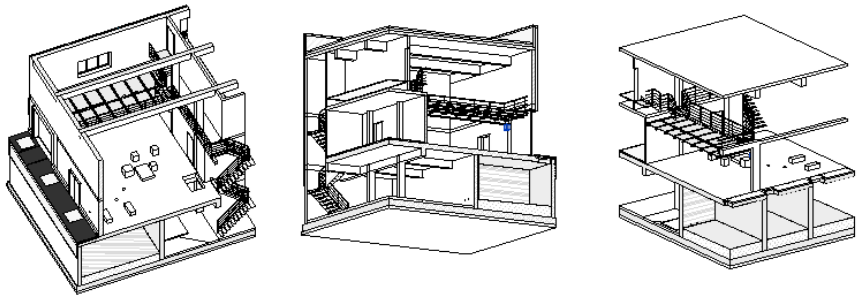
Bewehrungsführung

Gewählt:

Längsbewehrung: 3Ø12 Innen- und Außen
Querbewehrung: Bügel Ø8 je 14 cm

7.6 Stütze – B4 – Konsole





Die Konsole befindet sich nur auf Stütze B/4. Die Konsole dient als Auflager für den Stahlbühnen-Längsträger BÜ-L.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S711.de „Stahlbeton-Konsole“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 4.

System: Breite: b = 35 cm
Länge: L = 30 cm
Höhe: H = 35 cm

Material:

Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:

Überall: XC1 / WO

Lastannahmen:

Eigengewicht: $g_{1,k} = 25\ kN/m^3 \times 0{,}35\ m \times 0{,}35\ m \times 0{,}30\ m = 1\ kN$

Ausbaulasten:

Auflagerungslasten aus Längsträger BÜ-L

Verkehrslasten:

Auflagerungslasten aus Längsträger BÜ-L

Bewehrungsführung

Gewählt:

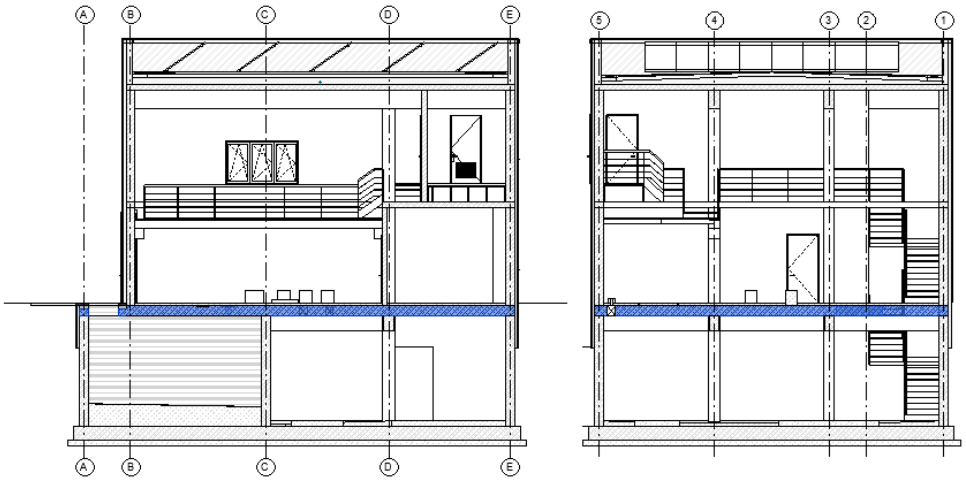
Schlaufe: 2Ø8
Horizontalbügel: 1Ø8

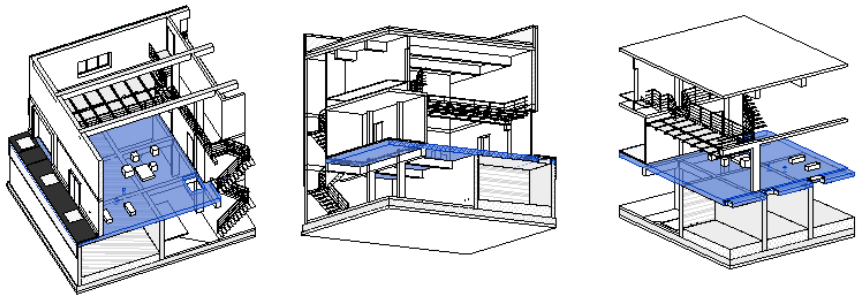
8 Decke EG

Nachfolgende Positionen werden für die Stützen erzeugt:

- DE-01 - Statik für Stahlbetondecke – Bereich A-C / 4-5 Contäner
- DE-02 - Statik für Stahlbetonstütze – Volle Decke
- UZ-B - Statik für Stahlbetonunterzug – Achse B
- UZ-D - Statik für Stahlbetonunterzug – Achse D
- UZ-20 - Statik für Stahlbetonunterzug – Achse 2
- UZ-34 - Statik für Stahlbetonunterzüge – Achse 3 und 4

8.1 Decke EG – DE-01 und DE-02





Die Decke EG / über dem Kellergeschoss ist 35 cm hoch. Sie ist auf Wänden und Unterzügen gelagert.

Die Berechnung ist enthält folgende zwei Fälle:

- DE-01 – Nachweis für den Teil der Decke auf dem der Schlammcontainer steht; dieser Nachweis ist wegen der höheren Last auf diesem Deckenfeld erforderlich.
- DE-02 – Nachweis der gesamten Decke ohne Containerlast.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S210.de „Stahlbeton-Plattensystem“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 5.

System: Höhe: h = 35 cm

Material:

Beton: C 35/45

Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:

Oben: XC1 / WO

Unten: XC4, XD3, XF3, XA2, WA

Lastannahmen:

Eigengewicht: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ × 0,35 m = 8,75 kN/m

Ausbaulasten:

Industrieestrich mit Fliesen:

$g_{3,k}$ = 2,40 kN/m³

Verkehrslasten:

Container:

Q_k = 100 kN (je Container, gefüllt)

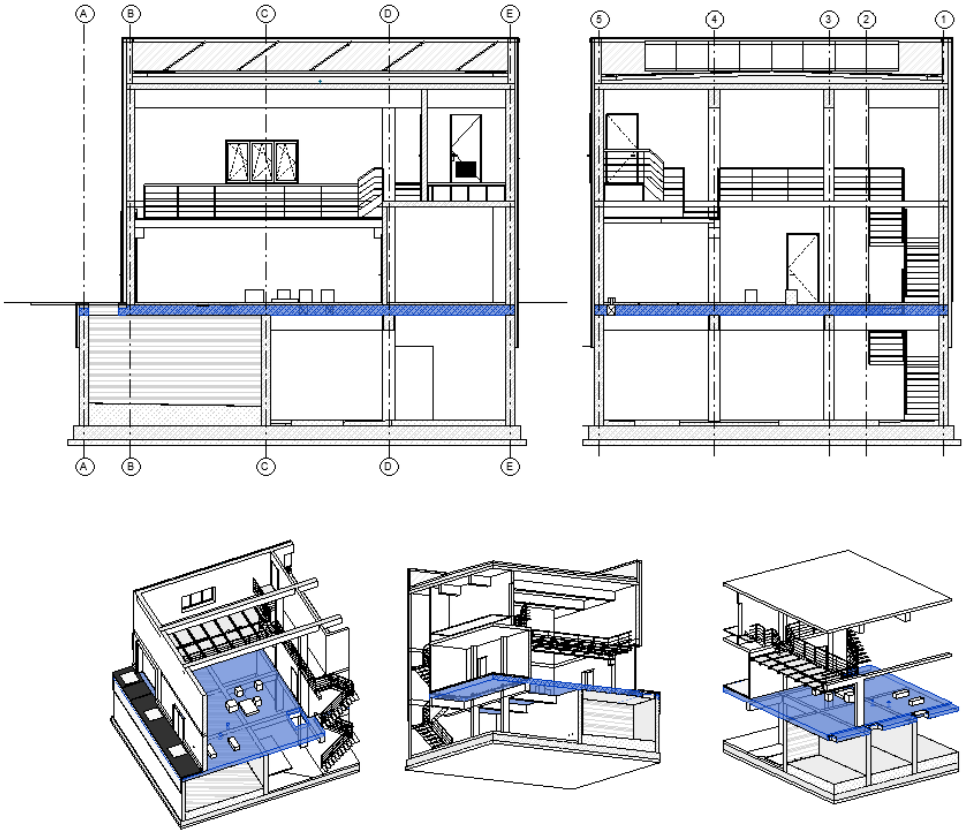
Nutzlast im Erd- und Kellergeschoss:

q_k = 5,0 kN/m² (Kategorie E1.1)

Bewehrungsführung

Gewählt: oben und unten Ø10/15 beide Richtungen

8.2 Unterzug – Achse B



Der Unterzug in Achse B ist deckengleich, d.h. seine Höhe beträgt 35cm.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S340.de „Stahlbeton-Durchlaufträger, Veränderliche Querschnitte, Öffnungen“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 5.

System: Breite: b = 100 cm
Höhe: h = 35 cm
Feldlängen: 3,80 – 3,80 – 3,80
Gesamtlänge: 11,40 m – Achse 1 bis 5

Material:

Beton: C 35/45
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:

Oben: XC1 / WO
Unten: XC4, XD3, XF3, XA2, WA

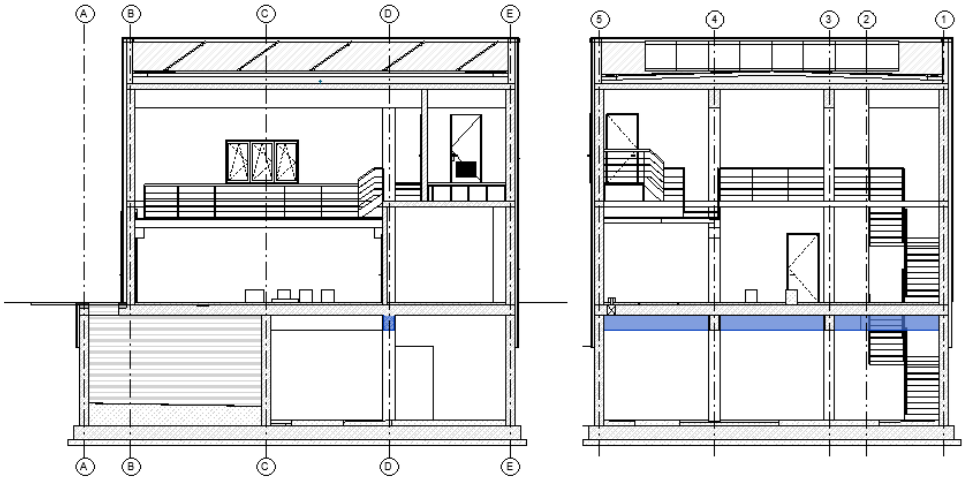
Lastannahmen:

Ausbaulasten:
Eigengewicht Wand Achse B.
Auflagerlasten von Decke EG – DE-02.

Verkehrslasten:
Auflagerlasten von Decke EG – DE-02.

Bewehrungsführung
Gewählt:
Obere Längsbewehrung: 4Ø16
Untere Längsbewehrung: 4Ø16
Querbewehrung: Bügel Ø10 je 22,5 cm

8.3 Unterzug – Achse D



Der Unterzug in Achse D unterstützt die Decke über dem Kellergeschoss entlang Achse D. Er ist an Achse 2 mit Unterzug UZ-20 verbunden und an beiden Enden auf den Kellerwänden sowie in den Drittelpunkten auf den Stützen ST-D34 gelagert.
Er wird als Durchlaufträger bemessen.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S340.de „Stahlbeton-Durchlaufträger, Veränderliche Querschnitte, Öffnungen“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 5.

System: Breite: b = 35 cm
Höhe: h = 50 cm
Feldlängen: 3,80 – 3,80 – 3,80
Gesamtlänge: 11,40 m – Achse 1 bis 5

Material:

Beton: C 35/45
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:
Überall: XC1 / WO

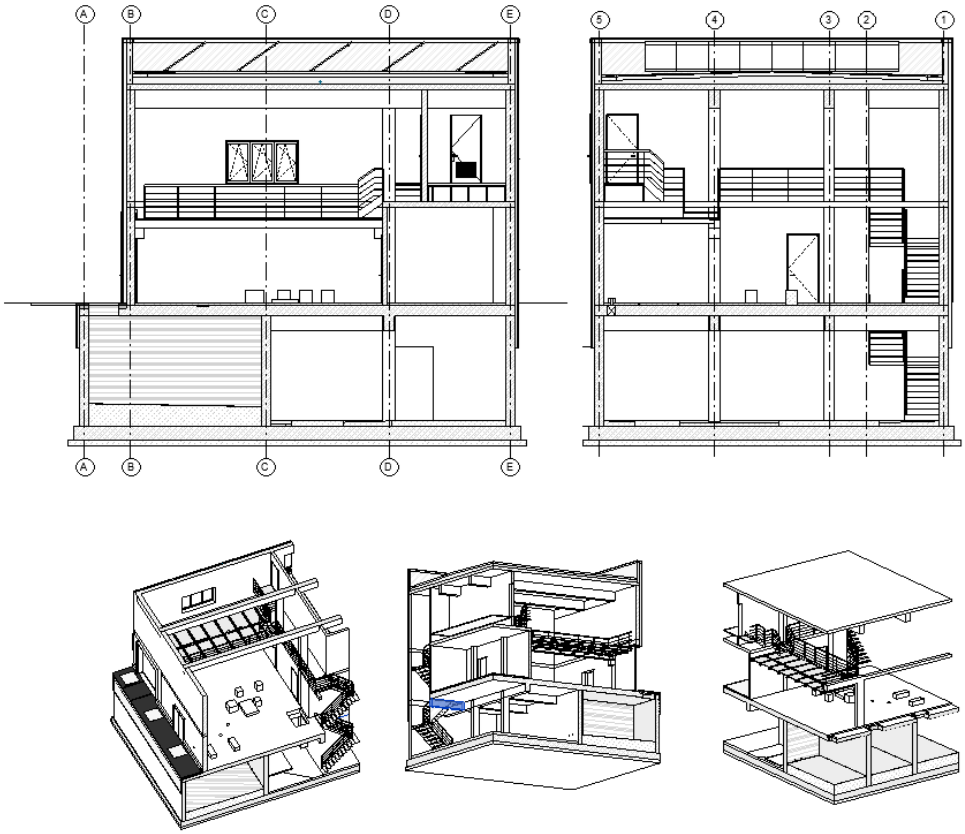
Lastannahmen:

Ausbaulasten:
Auflagerlassten von Decke EG – DE-02.
Auflagerlassten von Decke Unterzug Labor – UZ-20.

Verkehrslasten:
Auflagerlasten von Decke EG – DE-02.
Auflagerlasten von Decke Unterzug Labor – UZ-20.

Bewehrungsführung
Gewählt:
Obere Längsbewehrung: 4Ø16
Untere Längsbewehrung: 4Ø16
Querbewehrung: Bügel Ø10 je 25 cm

8.4 Unterzug – Achse 2



Der Unterzug in Achse 2 unterstützt die Decke über dem Keller bei Laborraum. Er ist auf der Kellerwand und an Unterzug UZ-D gelagert. Er wird als Einfeldträger bemessen.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S340.de „Stahlbeton-Durchlaufträger, Veränderliche Querschnitte, Öffnungen“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 5.

System: Breite: b = 30 cm
Höhe: h = 50 cm
Feldlängen: 3,80m

Material:

Beton: C 35/45
Bewehrungsstahl: B 500B

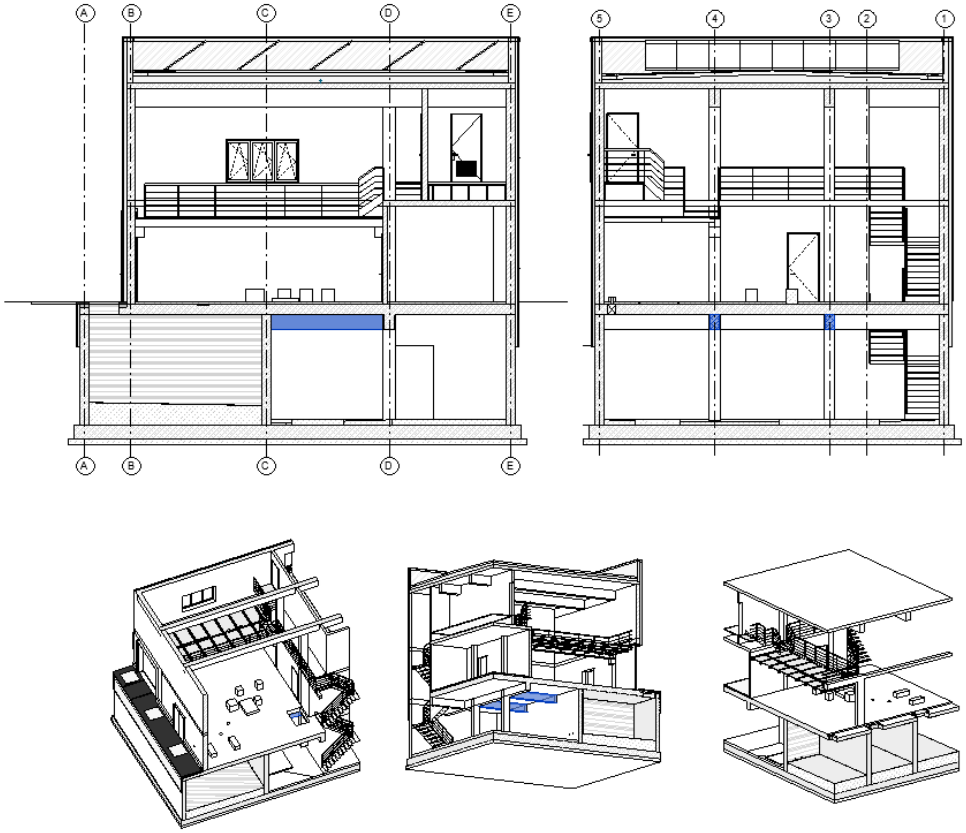
Expositionsklassen:
Überall: XC1 / WO

Lastannahmen:

Ausbaulasten:
Auflagerlasten von Decke EG – DE-02.

Verkehrslasten:
Auflagerlasten von Decke EG – DE-02.
Bewehrungsführung
Gewählt:
Obere Längsbewehrung: 2Ø12
Untere Längsbewehrung: 3Ø16
Querbewehrung: Bügel Ø8-30

8.5 Unterzug – Achse 3 und Achse 4



Die Unterzüge in den Achsen 3 und 4 unterstützen die Decke über KG. Sie sind auf Kellerwänden und Stützen ST-D34 gelagert. Sie sind als Einfeldträger vorgesehen.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S340.de „Stahlbeton-Durchlaufträger, Veränderliche Querschnitte, Öffnungen“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 5.

System: Breite: b = 30 cm
Höhe: h = 50 cm
Feldlängen: 4,100m

Material:

Beton: C 35/45
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:
Überall: XC1 / WO

Lastannahmen:

Ausbaulasten:
Auflagerlasten von Decke EG – DE-02.

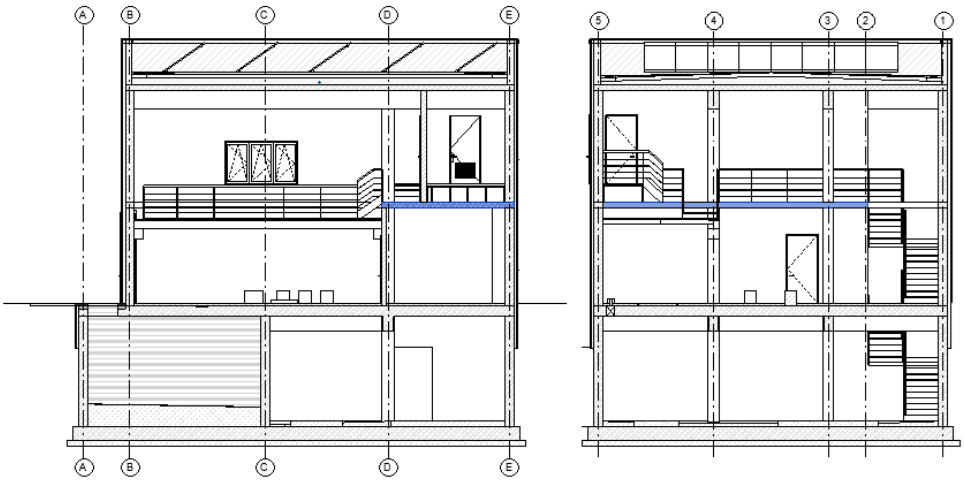
Verkehrslasten:
Auflagerlasten von Decke EG – DE-02.
Bewehrungsführung
Gewählt:
Obere Längsbewehrung: 2Ø12
Untere Längsbewehrung: 3Ø16
Querbewehrung: Bügel Ø8-30

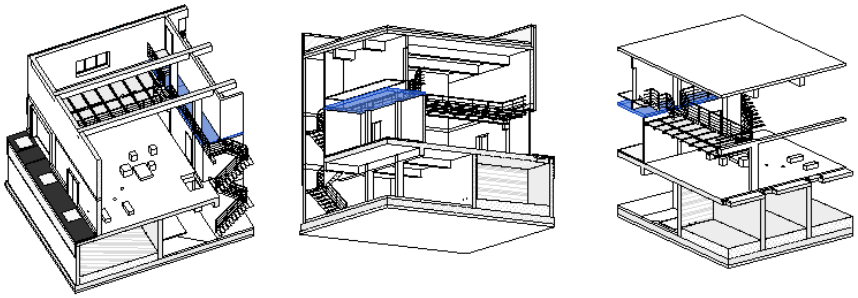
9 Decke OG

Nachfolgende Positionen waren für Decke erzeugt:

- DE-11 - Statik für Stahlbetondecke – EMSR Raum
- DE-11 - Statik für Unterzug - Treppenträger

9.1 Decke EMSR Raum – DE-10





Die Decke über dem Labor ist gleichzeitig Bodenplatte für den EMSR-Raum. Sie ist auf Wänden und Unterzug Achse D gelagert.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S210.de „Stahlbeton-Plattensystem“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 6.

System: Höhe: h = 20 cm

Material:

Beton: C 25/35

Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:

Überall: XC1 / WO

Lastannahmen:

Eigengewicht: $g_{1,k}$ = 25 kN/m³ × 0,2 m = 5,00 kN/m

Ausbaulasten:

Industrieestrich:

$g_{3,k}$ = 2,40 kN/m³

Zuschlag für Doppelbodenaufbau:

0,50 kN/m²

Verkehrslasten:

Nutzlast im Erd- und Kellergeschoss:

q_k = 5,0 kN/m² (Kategorie E1.1)

Hängende Installationen:

0,30 kN/m²

Bewehrungsführung

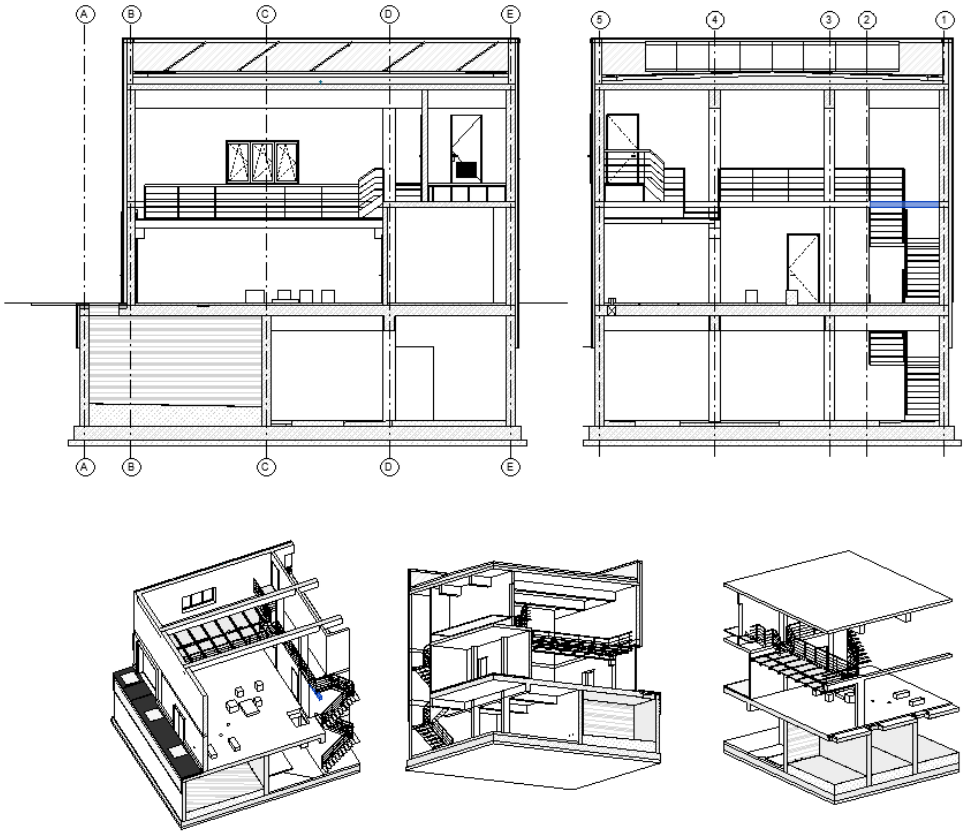
Gewählt:

Oben: Ø10/15 beide Richtungen

Unten: Ø10/15 Lange Richtung

Ø12/15 Kurze Richtung

9.2 Unterzug – Treppenträger – DE-11



Die Unterzug im Achse D verbindet die Decke EMSR-Raum DE-11 mit dem Ringbalken RB-1. Er ist einen Auflagerung für die Treppen.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S340.de „Stahlbeton-Durchlaufträger, Veränderliche Querschnitte, Öffnungen“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 5.

System: Breite: b = 20 cm
Höhe: h = 20 cm
Feldlängen: 2,60m

Material:

Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:
Überall: XC1 / WO

Lastannahmen:

Ausbaulasten:
Auflagerlasten von Treppen. (Pauschal)
6,00 kN/m

Verkehrslasten:
Auflagerlasten von Treppen. (Pauschal)
3,00 kN/m

Bewehrungsführung
Gewählt:
Obere Längsbewehrung: 2Ø12
Untere Längsbewehrung: 2Ø12
Querbewehrung: Bügel Ø8 je 12,5 cm

10 Wände

Nachfolgende Positionen werden für Wänden erzeugt:

A) Innenwände:

- WJ-E - Statik für Wand OG bei EMSR Raum
- WJ-L - Statik für Wand EG bei Laborraum

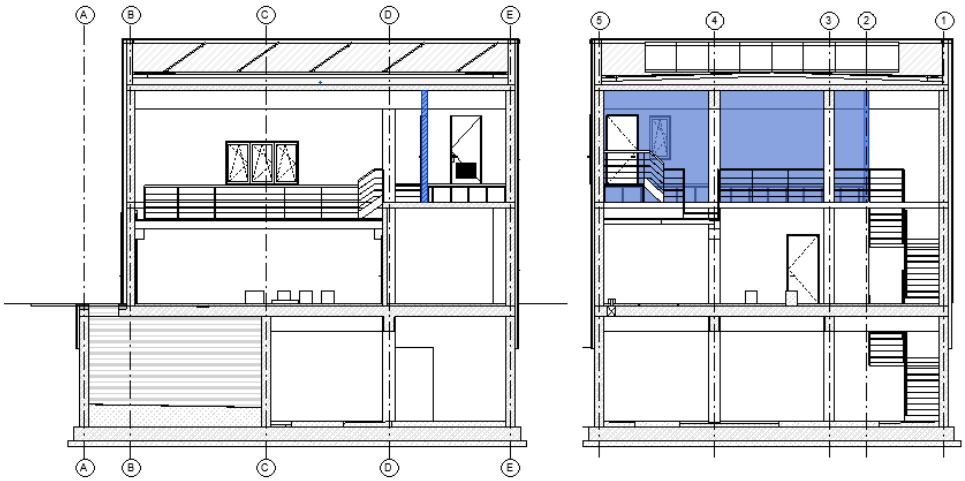
B) Außenwände oberirdisch

- WA-1 - Statik für Wand in Achse 1
- RB-1 - Statik für Ringbalken, Ebene Decke OG, Achse 1
- RB-B - Statik für Ringbalken, Ebene Decke OG, Achse B
- RB-B-TOR - Statik für Ringbalken, Unterzug bei Rolltor
- RB-5 - Statik für Ringbalken, Ebene Decke OG, Achse 5
- RB-E - Statik für Ringbalken, Ebene Decke OG, Achse E
- WS-1 - Wandsturz, Fenster, 2.40m Lang

C) Außen- und Innenwände Keller

- WK-0 - Rissbreitennachweis für Außenwände der Pumpenvorlagen
- WK-1 - Rissbreitennachweis für Außenwände Kellerräume
- WK-2 - Rissbreitennachweis für Wand zwischen den Pumpenvorlagen
- WK-3 - Statik für Außenwände Keller
- WK-ER - Zusammenstellung der Ergebnisse für Kellerwände

10.1 WJ-E – Innenwand bei EMSR Raum



Die Innenwand umfängt den EMSR-Raum im OG.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S420.de „Mauerwerk-Wand, Einzellasten“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 7.

System:

Höhe: h = 3.70 m
Breite: b = 17,5 cm

Material:

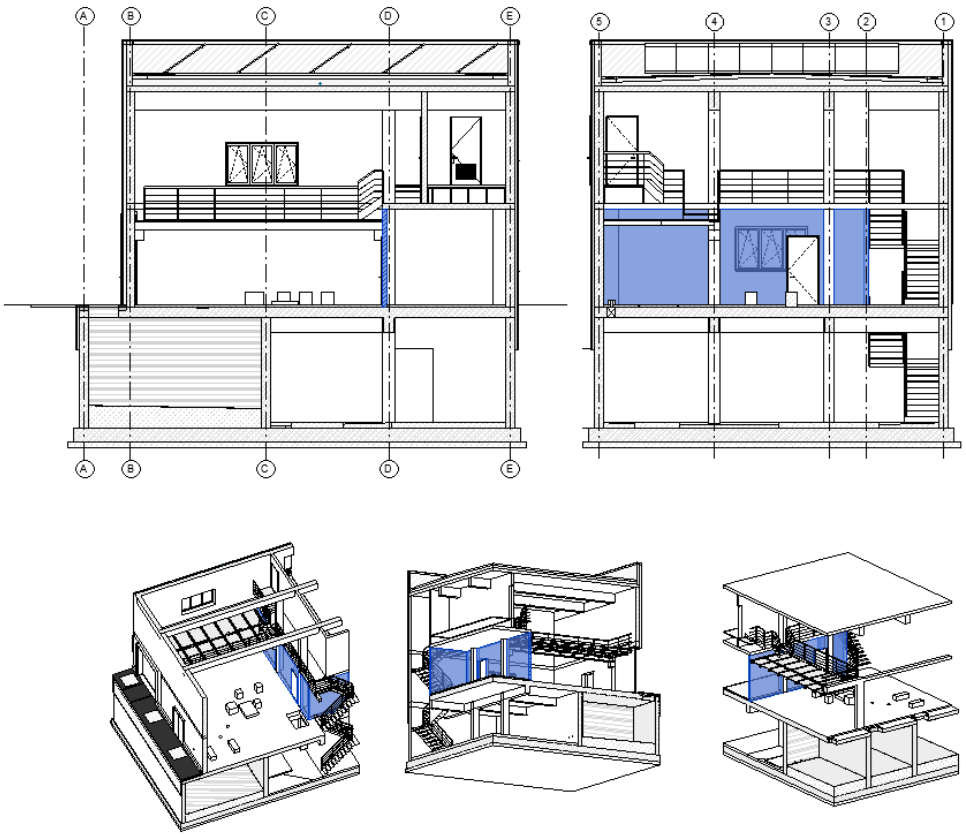
Kalksandstein, Vollstein, Klasse 10
Mauermörtel M5
KS-10-2.0-(175)/M5

Lastannahmen:

Eigengewicht wird automatisch im Programm berücksichtigt
Drahtputz, beidseitig:

$g_{3,k}$ = 0,60 kN/m²

10.2 WJ-L – Innenwand bei Laborraum



Die Innenwand begrenzt den Laborraum im EG.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S420.de „Mauerwerk-Wand, Einzellasten“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 7.

System:

Höhe: h = 3.20 m

Breite: b = 17,5 cm

Material:

Kalksandstein, Vollstein, Klasse 10

Mauermörtel M5

KS-10-2.0-(175)/M5

Lastannahmen:

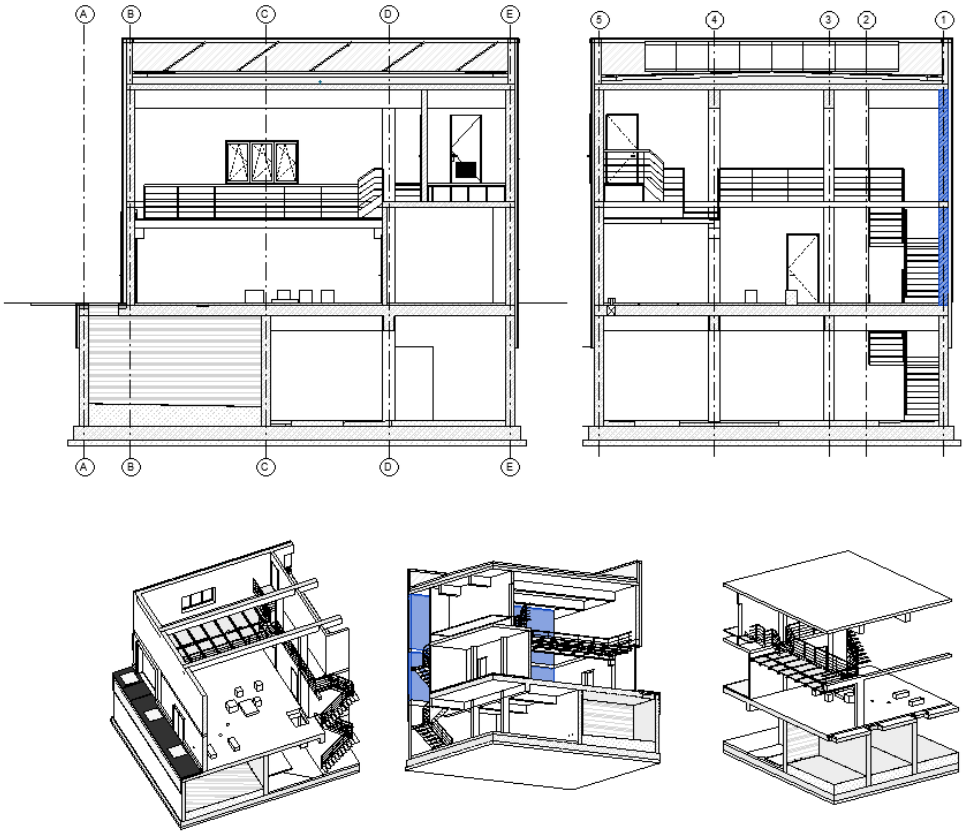
Eigengewicht wird automatisch im Programm berücksichtigt

Drahtputz, beidseitig:

$g_{3,k}$ = 0,60 kN/m²

Auflagerlasten von Decke OG pos. DE-10

10.3 WA-1 – Außenwand Achse 1



Die Außenwand entlang Achse 1. Maßgebender Fall für Außenwandberechnungen.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S420.de „Mauerwerk-Wand, Einzellasten“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 7.

System:

Höhe: h = 7.15 m

Breite: b = 30,0 cm

Material:

Kalksandstein, Vollstein, Klasse 10

Mauermörtel M5

KS-10-2.0-(175)/M5

Lastannahmen:

Eigengewicht wird automatisch im Programm berücksichtigt

Drahtputz, innen:

$g_{3,k}$ = 0,60 kN/m²

Außenbekleidung, außen:

$g_{3,k}$ = 0,09 kN/m²

Auflagerlasten von Dachdecke Pos. DA-01

10.4 Ringbalken RB-1, RB-B, RB-5 und RB-E

Die Ringbalken befinden sich auf Ebene der Decke OG (EMSR Raum) und versteifen die Wände des Gebäudes. Diese sind in Stahlbetonbauweise geplant.
Sie verbinden sich mit nachfolgenden Bauteilen in den Achsen:

- B/4 - mit Stütze ST-B4
- B/4-5 - als Teil der Unterzuges RB-B-TOR
- D-E/5 - als Randabschluss der Decke DE-10
- E/1-5 - als Randabschluss der Decke DE-10
- D/1 - mit Treppenunterzug DE-11

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S293.de „Stahlbeton-Ringbalken“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 7.

<u>System:</u>

Höhe: h = 20 cm
Breite: b = 30 cm

<u>Material:</u>

Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

<u>Expositionsklassen:</u>

Überall: XC1 / WO

<u>Lastannahmen:</u>

Zugnormalkraft N_{Ed} = 45 kN
Windlasten in Horizontalebene

<u>Bewehrungsführung</u>

Gewählt:

Längsbewehrung: Ø12 je Ecke
Querbewehrung: Bügel Ø8 je 20 cm

10.5 Ringbalkenunterzug RB-B-TOR

Die Ringbalkenunterzug befindet sich auf Ebene der Decke OG (EMSR Raum) entlang Achse B zwischen den Achsen 4 und 5. Er überbrückt das Rolltor über der Containerfahrbahn und funktioniert teilweise als Ringbalken.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S340.de „Stahlbeton-Durchlaufträger, Veränderliche Querschnitte, Öffnungen“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 7.

System:

Höhe: h = 40 cm
Breite: b = 30 cm

Material:

Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:
Überall: XC1 / WO

Lastannahmen:
Eigengewicht wird automatisch im Programm berücksichtigt

Ausbaulasten und Verkehrslasten:
50% der Last resultiert aus dem Dachdeckenunterzug DA-UZ

Bewehrungsführung
Gewählt:

Obere Längsbewehrung: 2Ø12
Untere Längsbewehrung: 3Ø16
Querbewehrung: Bügel Ø8 je 27,5 cm

10.6 Wandstürze WS-1

Die Sturzbalken sind für die Fenster vorgesehen. Lichte Breite lautet 2.40m. Sie sind als Stahlbetonquerschnitt geplant.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S310.de „Stahlbeton-Sturz“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 7.

System:

Höhe: h = 20 cm
Breite: b = 30 cm
Spannweite: L = 2,60m

Material:

Beton: C 25/35
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:

Überall: XC1 / WO

Lastannahmen:

Eigengewicht wird automatisch im Programm berücksichtigt
Auflagerlasten aus Decke über EG Pos. DE-10

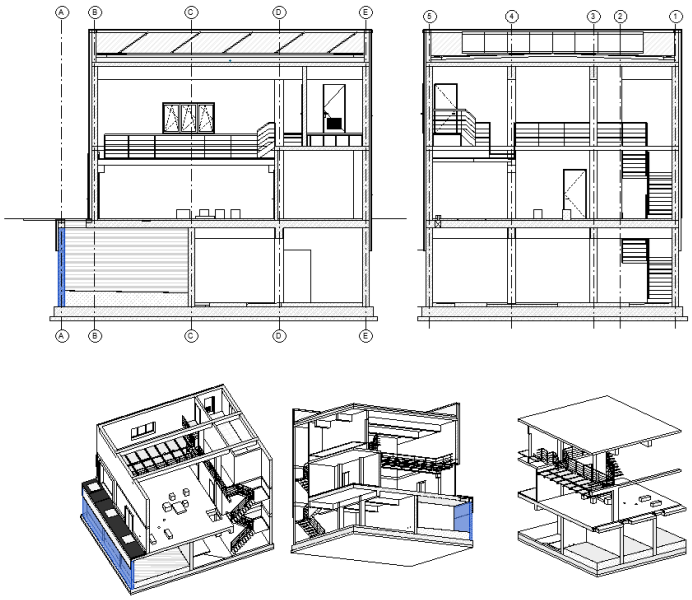
Bewehrungsführung

Gewählt:

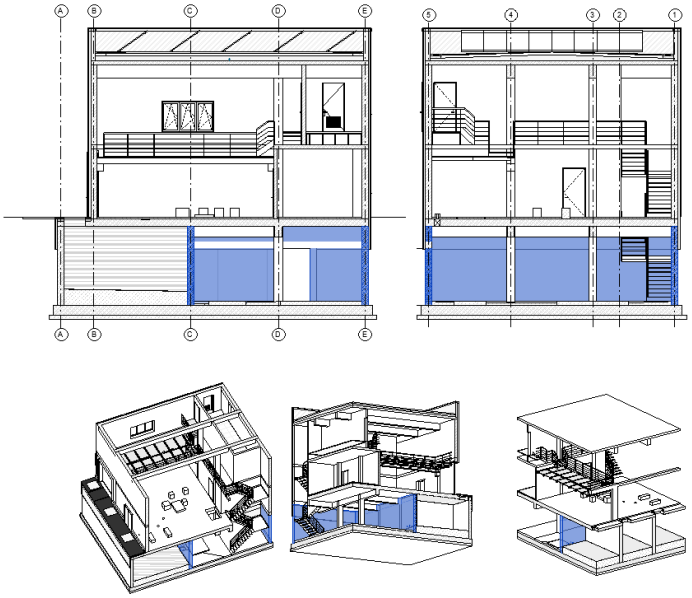
Obere Längsbewehrung: 2Ø12
Untere Längsbewehrung: 2Ø12 + Zulagen 2Ø12
Querbewehrung: Bügel Ø8 je 12,5 cm

10.7 Rissbreitennachweise WK-0, WK-1 und WK-2

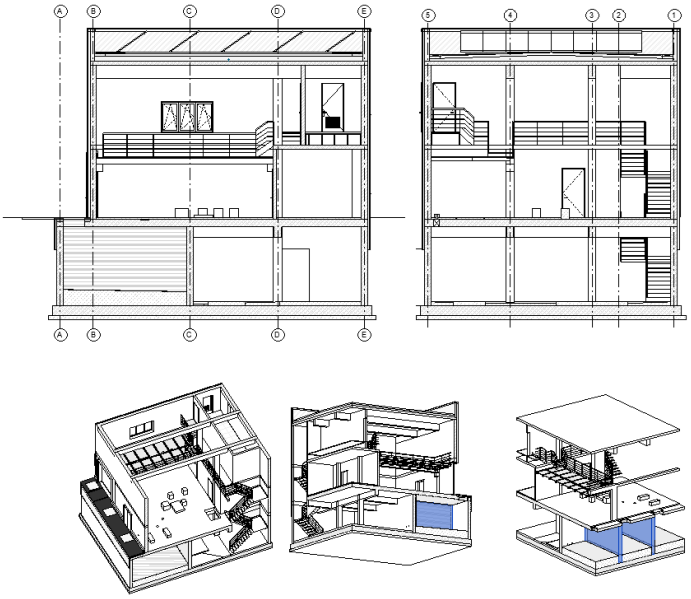
WK-0 – Außenwand Pumpenvorlage



WK-1 – Innen- und Außenwände



WK-2 –Trennwände Pumpenvorlagen



Der Rissbreitennachweis für Stahlbetonwände im Keller wird zur Ermittlung der Mindestbewehrung für diese Wände durchgeführt:

- WK-0 - Nachweis für Außenwände, Maßgebende Lastfall für Wände bei Becken – Wegen Expositionsklassen
- WK-1 - Nachweis für Innen- und Außenwände
- WK-2 - Nachweis für Trennwände Pumpenvorlagen

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S310.de „Stahlbeton-Rissbreitennachweis, weiße Wanne, Bodenplatte“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 7.

Material:

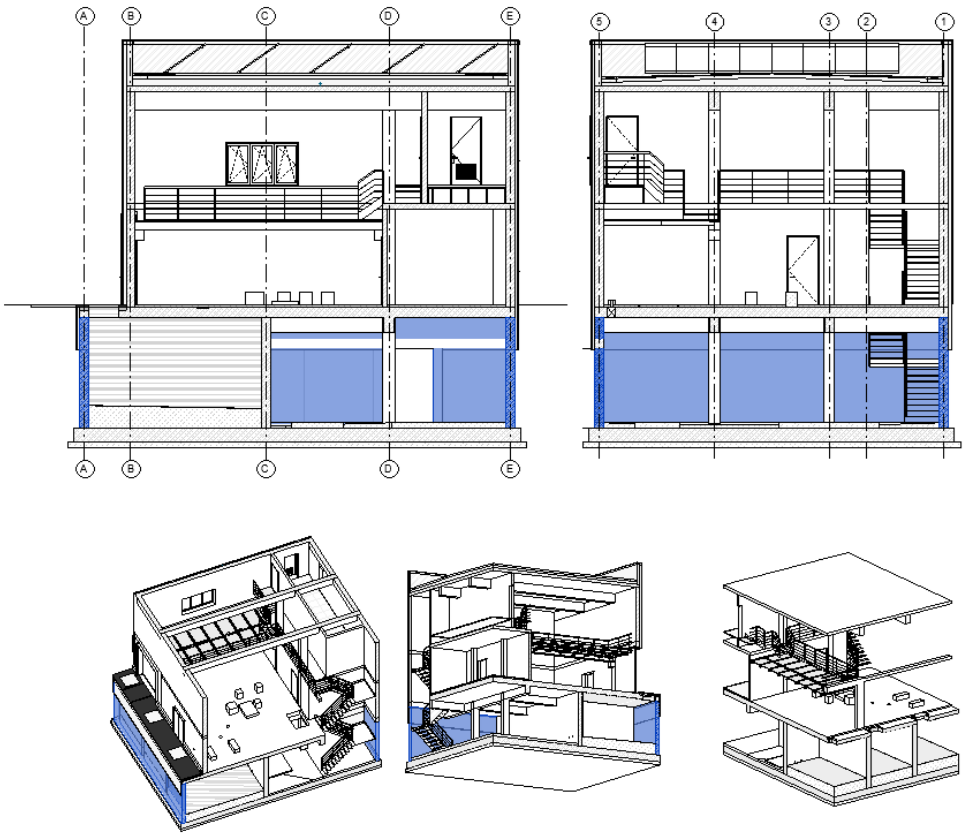
Beton:	C 35/45
Bewehrungsstahl:	B 500B

Bewehrungsführung

Gewählt:

Innen und Außen:	Ø12/10	Horizontal und Vertikal

10.8 WK-3 – Kellerwand Statik



Die Kellerwand entlang Achse 1 ist der maßgebene Fall für Außenwandberechnungen. Sie ist mit Querlasten aus Erddruck sowie Vertikallasten von oben aus Decken belastet.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S420.de „Stahlbeton-Kellerwand“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 7.

System:

Höhe: h = 3.65 m
Breite: b = 30,0 cm

Material:

Beton: C 35/45
Bewehrungsstahl: B 500B

Lastannahmen:

Eigengewicht und Erdruck werden automatisch im Programm berücksichtigt
Auflagerlasten von Decke EG Pos. DE-02, Feld 7.
Auflagerlasten von Außenwand Achse 1 Pos. WA-1

Bewehrungsführung

Gewählt:

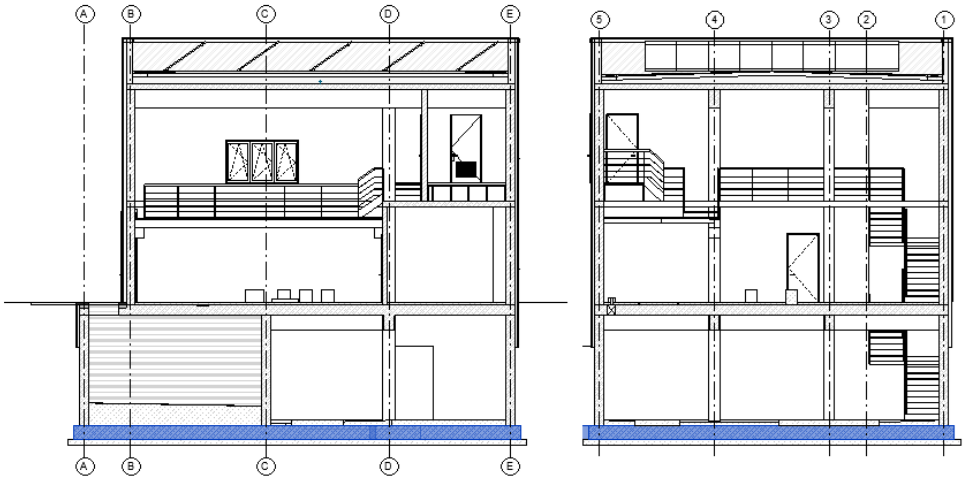
Innen und Außen: Ø12/10 Horizontal
Innen und Außen: Ø12/25 Vertikal < Mindestbewehrung
Für Vertikalrichtung wird innen und außen Mindestbewehrung von Ø12/10 angesetzt

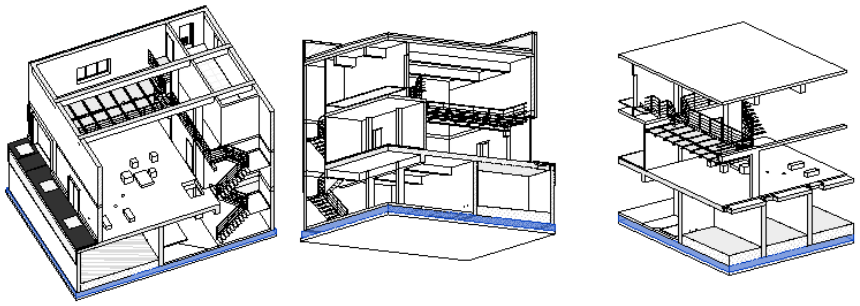
11 Bodenplatte

Nachfolgende Positionen waren für die Bodenplatte erzeugt:

- BP-0 - Rissbreitennachweis für Bodenplatte
- BP-1 - Statik Bodenplatte
- BP-2 - Durchstanznachweis für Bodenplatte – Stützen D/3 und D/4

11.1 Rissbreitennachweis BP-0





Der Rissbreitennachweis für die Fundamentplatte wird zur Ermittlung der Mindestbewehrung für dieses Element durchgeführt.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S310.de „Stahlbeton-Rissbreitennachweis, weiße Wanne, Bodenplatte“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 8.

Material:

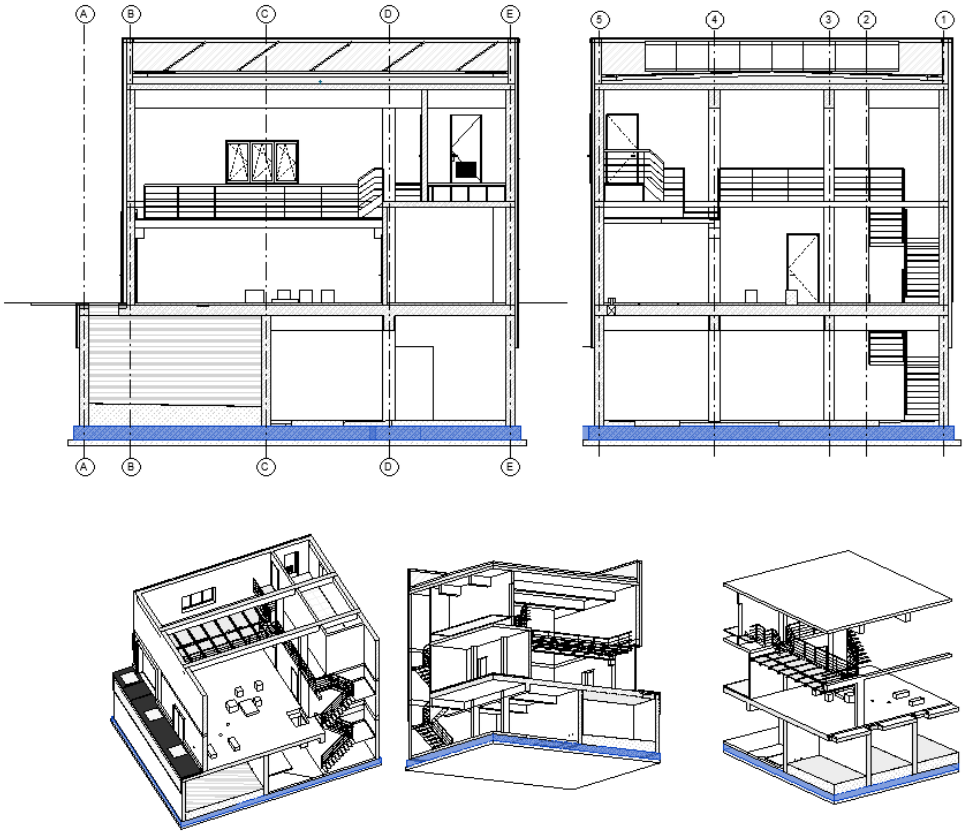
	Beton:	C 35/45
	Bewehrungsstahl:	B 500B

Bewehrungsführung

Gewählt:

Oben und Unten:	Ø12/10	Längs- und Querrichtung

11.2 Bodenplatte Statik – BP-1



Die Bodenplatte liegt unter dem gesamten Gebäude und dient als Kellerboden. Die vorgesehenen Pumpenfundamente sollen monolitisch mit der Bodenplatte hergestellt werden.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S520.de „Stahlbeton-Fundamentplatte, elastisch gebettet“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 8.

System: Höhe: h = 45 cm

Material:

Beton: C 35/45
Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:
Oben: XC4 / XD3 / XF3 / XA2 / WA
Unten: XC3 / XF1 / XA1 / WF

Lastannahmen:
Eigengewicht und Erdruck werden automatisch im Programm berücksichtigt.

Ausbaulasten:
Industrieestrich:

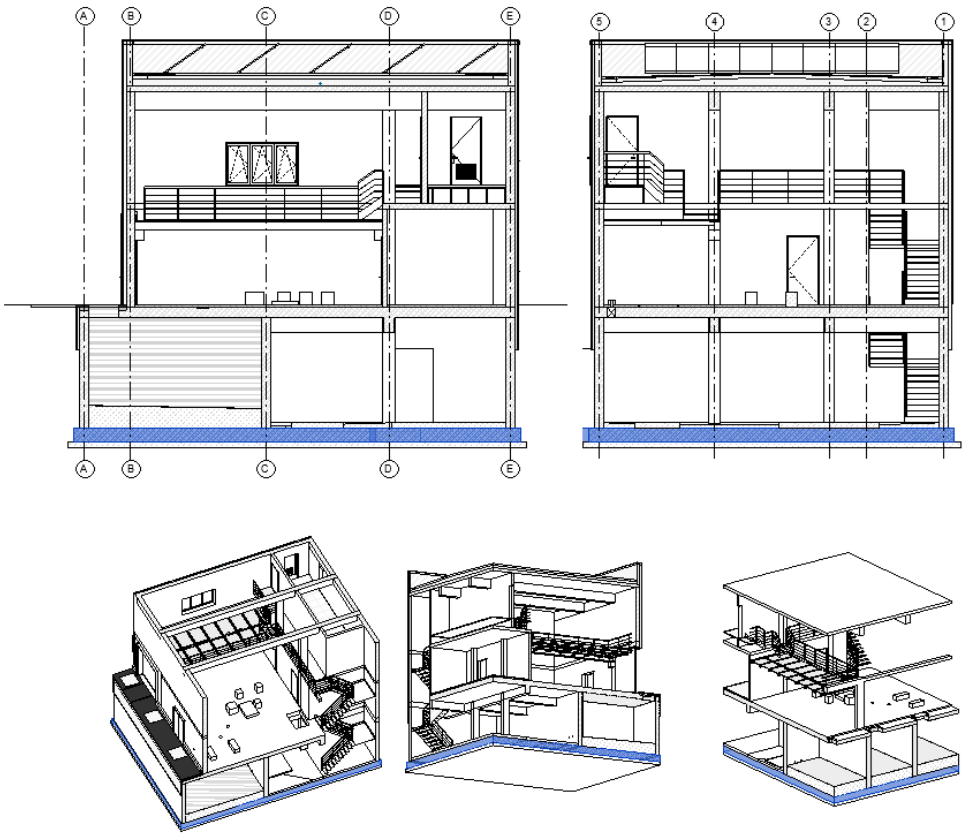
$g_{3,k} = 2{,}40$ kN/m³

Verkehrslasten:
Nutzlast im Erd- und Kellergeschoss:

$q_k = 5{,}0$ kN/m² (Kategorie E1.1)

Bewehrungsführung
Gewählt:
Oben: Ø12/10 beide Richtungen
Unten: Ø12/10 beide Richtungen
Zulagen an die Ecken - Konstruktiv

11.3 Bodenplatte Durchstanzen - Stützen D/3 und D/4 - BP-3



Unter den Stützen D/3 und D/4 muss das Durchstanzen der Bodenplatte berücksichtigt werden.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S520.de „Stahlbeton-Fundamentplatte, elastisch gebettet“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 8.

System: Höhe Bodenplatte: h = 45 cm

Material:

Beton: C 35/45

Bewehrungsstahl: B 500B

Expositionsklassen:

Oben: XC4 / XD3 / XF3 / XA2 / WA

Unten: XC3 / XF1 / XA1 / WF

Lastannahmen:

Lasten aus die Stützenstatik ST-D34-0

Bodenpressung von unten in Höhe von 40 kN/m².

Bewehrungsführung

Grundbewehrung aus BP-0 und BP-1:

Oben: Ø12/10 beide Richtungen

Unten: Ø12/10 beide Richtungen

Zulagen – Konstruktiv, unten, beide Richtungen:

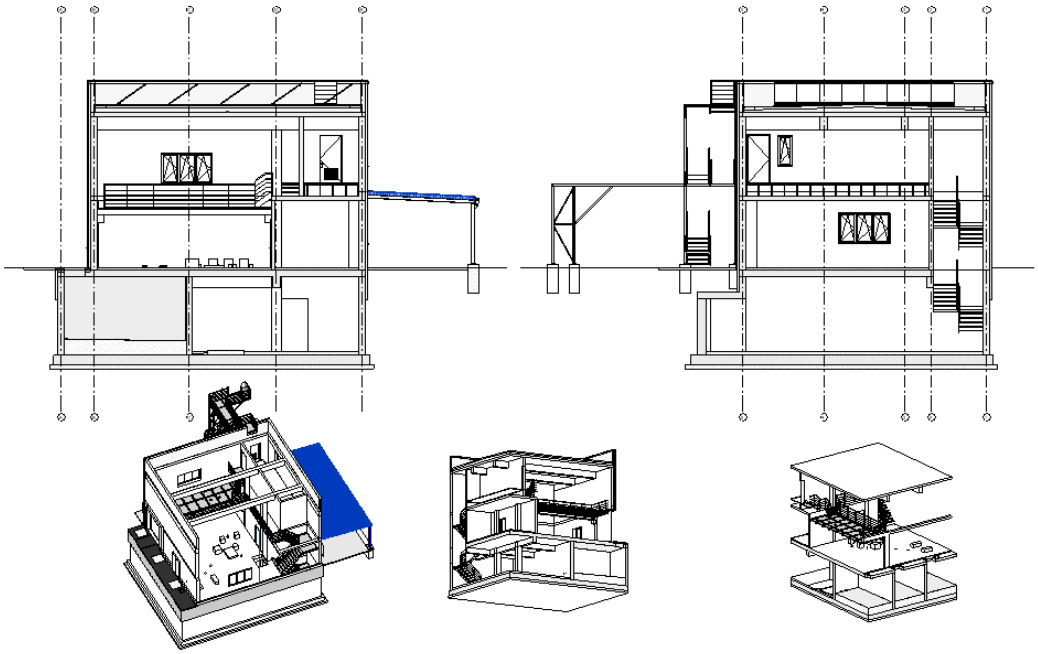
Insgesamt 7Ø16 je 20cm, symmetrisch, L=2,00m (Ohne Verankerungslänge)

12 Vordach

Nachfolgende Positionen wurden für das Vordach erzeugt:

- VD-1 - Stahl-Trapezprofil
- VD-2 - Vordach Stahlrahmen
- VD-31/-32 - Rahmenknoten, geschweißt, geschraubt
- VD-4 - Streifenfundament
- VD-5 - Ankerplatte am Wand

12.1 Stahl-Trapezprofil – VD-1



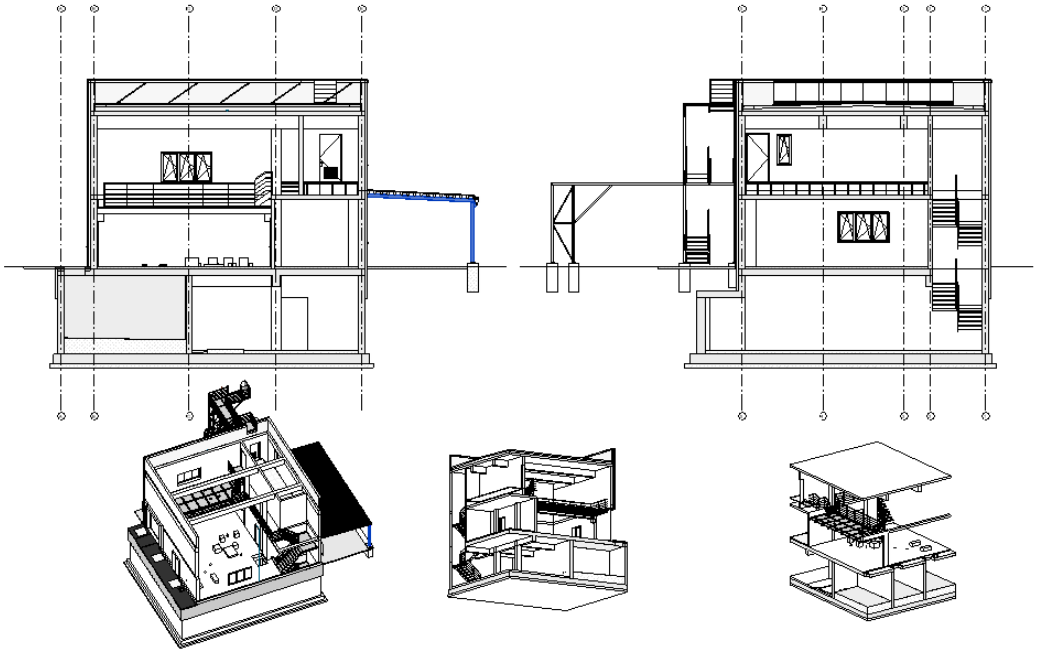
Untersuchung für Querschnitt für Vordach – Dreifeldträger.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S352.de „Stahl-Trapezprofile“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 9.

Material:

Profil: HOESCH T135.1-1.00

12.2 Stahlrahmen VD-2



Der als Stahlkonstruktion geplante Rahmen lagert auf einer Seite (Achse E) mit Ankerplatten VD-5 auf dem Ringbalken RB-E auf. Auf der anderen Seite dient das Streifenfundament VD-4.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Modul S601.de „Stahl-Stabwerke, ebene Systeme“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 9.

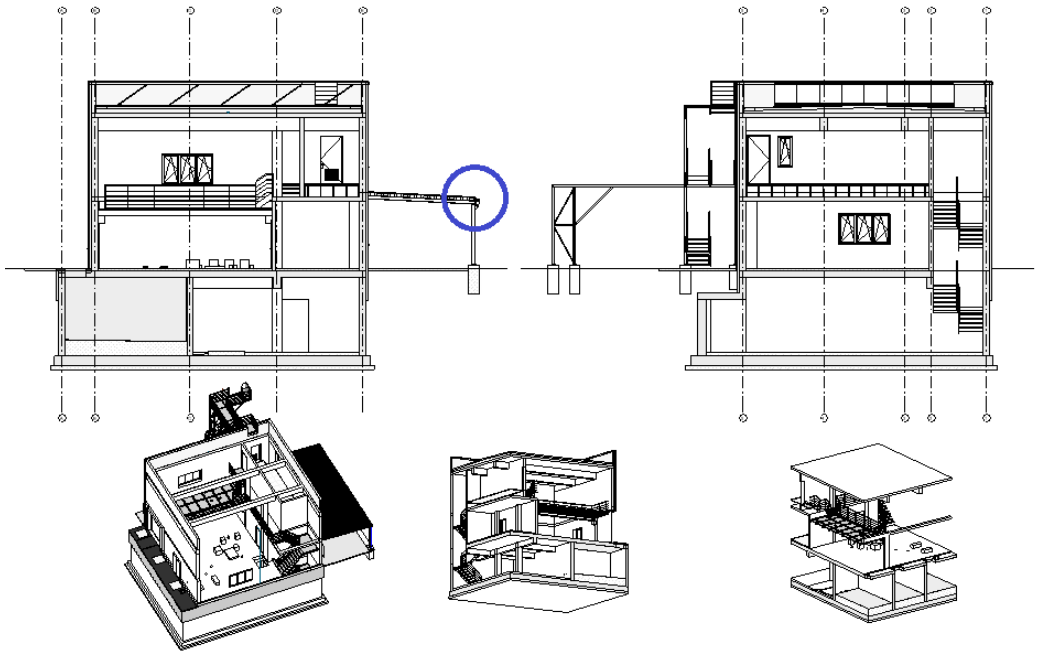
System:

Profil:	HEB 160
Stahlgüte:	S355
max. Stützweite	= 5,00 m

Lastannahmen:

Aus Vordach VD-1 inklusive Ausbaulasten.

12.3 Rahmenecke VD-31/VD-32



Die Rahmenecke wird in 2 Varianten bemessen, geschweißt oder geschraubt.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Modul S753.de „Stahl-Rahmenknoten, geschweißt“ und Modul S754.de „Stahl-Rahmenknoten, geschraubt“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 9.

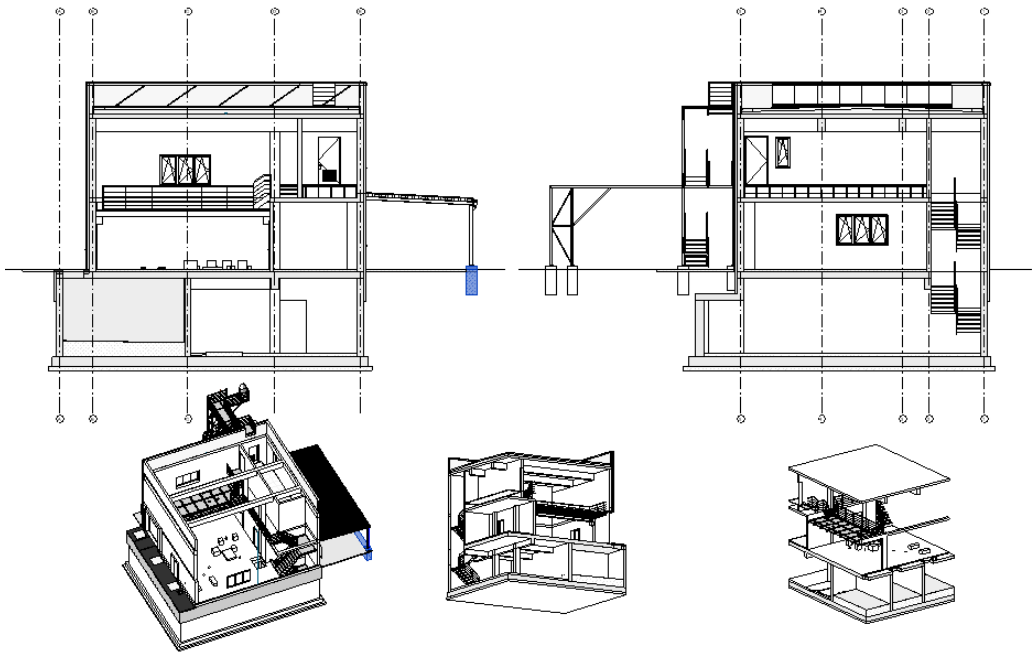
System:

Geschweißt:	VD-31
Geschraubt:	VD-32

Lastannahmen:

Aus Statik Stahlrahme VD2, Rahmenknoten.

12.4 Streifenfundament VD-4



Das Streifenfundament ist parallel zum Achse E des Gebäudes. Es gibt 4 Sockel für Stützenfüße der Stahlrahmen VD-1.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls S500.de „Stahlbeton-Streifenfundament“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 9.

System:

Höhe:	h = 120 cm
Breite:	b = 50cm

Material:

Beton:	C 25/35
Bewehrungsstahl:	B 500B

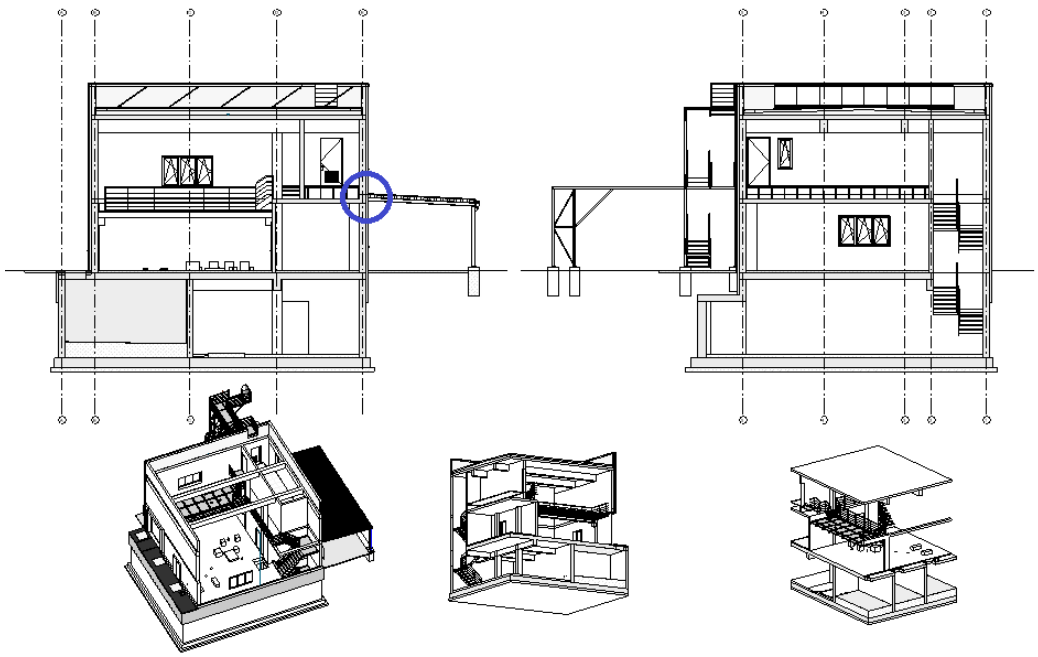
Expositionsklassen:

Überall:	XC3 / XF1 / XA1 / WF

Lastannahmen:

Auflagerlasten aus Stahlrahme VD-2

12.5 Wand-Ankerplatte – VD-5



Die Befestigung der Rahmenecke an der Wand in Achse E des Gebäudes befindet sich in die Höhe von Ringbalken RB-E.

Die Bemessung erfolgt unter Verwendung des Moduls „C-Fix“ der Software „Fixperience“ von Fa. Fischer. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 9.

<u>System, je Verankerung:</u>

Ankerplatte:	S355 160mm x 160mm x 10mm
Anker:	fischer Bolzenanker FAZ II Plus 12/10
	M12, L=100mm

<u>Lastannahmen:</u>

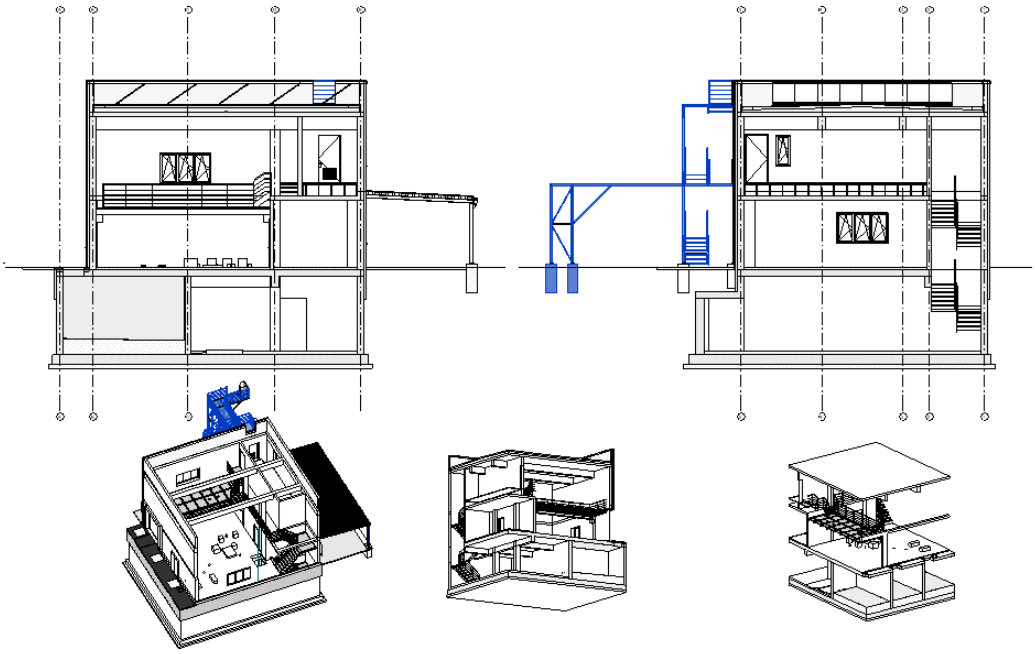
Aus Statik Stahlrahmen VD2, Auflagerung.

13 Außentreppen

Nachfolgende Positionen wurden für das Vordach erzeugt:

- TT-01 - Treppenturm

13.1 Treppenturm TT-01



Die Bemessung erfolgt unter Verwendung der Software RFEM 6.02 von Dlubal, Modul „Wölbkrafttorsion“, „Spannnungs-Dehnungs-Berechnung“ und „Stahlbemessung“. Dokumentation der Berechung im Anhang, Abs. 10.

System:

Profile:	HEB 100, HEB 200, UPE 200,
	L 40x4, R12, QRO 40x4
Stahlgüte:	S235

Stahltreppen konstruiert nach: „Merkblatt 355 – Entwurfshilfen für Stahltreppen“ bei Stahl-Informations-Zentrum.

14 Auftriebssicherheit

Gemäß geotechnischen Bericht können im geplanten Baubereich Extremhochwasser (HQ100) bis ca. 1,5 m unter Geländeoberkante auftreten.
Nachfolgend wird die Auftriebssicherheit in der außergewöhnlichen Bemessungssituation (BS-A, Beanspruchung UPL) für den maximalen Wasserstand geführt.

UK Bodenplatte: UK = 4,10 m (OK) + 0,45 m (BP) = 4,55 m
Wasserhöhe: H = UK – HQ100 = 4,55-1,50 = 3,05 m
Verdrängtes Volumen: V = (12,00 m * 14,50 m) * 3,05 m = 531 m³
Auftriebskraft: $G_{dst,k}$ = 531 m³ * 10 kN/m³ = 5.310 kN

Eigengewicht Gebäude:

- Dachdecke: G_k = (12,00 m * 12,50 m) * 0,20 m * 25 kN/m³ = 750 kN
- Decke EG: G_k = (12,00 m * 14,50 m) * 0,35 m * 25 kN/m³ = 1522 kN
- Mauerwerk: G_k = (2 * 12,00 m + 2 * 12,50 m) * 7,00 m * 0,30 m* 20 kN/m³ = 2058 kN
- Kellerwände: G_k = (2 * 12,00 m + 2 * 14,50 m) * 4,20 m * 0,30 m* 25 kN/m³ = 1669 kN
- Bodenplatte: G_k = (12,00 m * 14,50 m) * 0,45 m * 25 kN/m³ = 1957 kN

$G_{stb,k}$ = 750 kN + 1552 kN + 2058 kN + 1669 kN + 1957 kN = 7986 kN

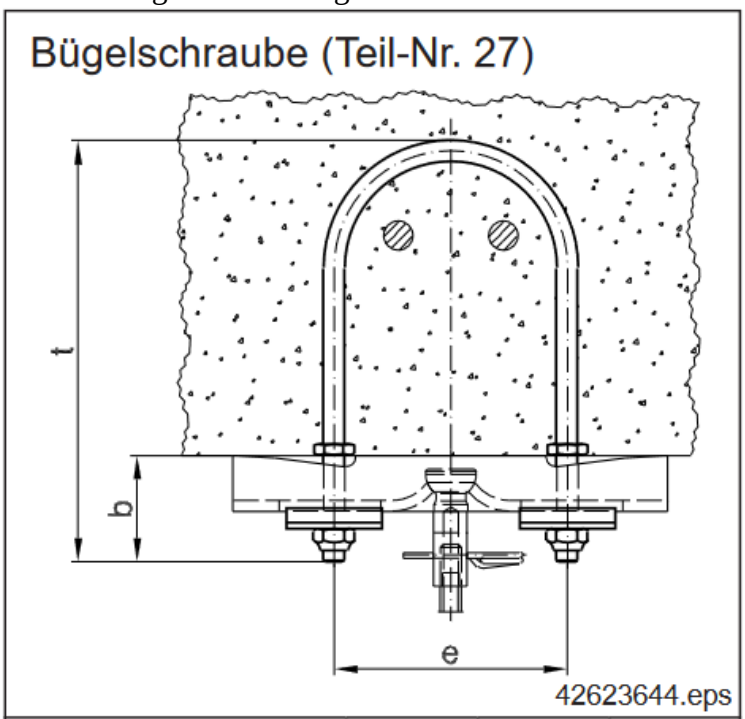
Auf den Ansatz der Wandscherkräfte wird durch die Verwendung von Abdichtungsbahnen (sehr glatt) verzichtet.
Nachweis
$G_{dst,d}$ = 1,1 * 5310 kN = 5841 kN
$G_{stb,d}$ = 0,95 * 7986 kN = 7586 kN
$G_{dst,d} < G_{stb,d}$ → Nachweis erfüllt

15 Konstruktive Anforderungen

Nachfolgende konstruktive Anforderungen sind zu beachten:

15.1 Halterungen für die Kranbahnträger

Aufhängung der Kranbahnträger auf die Bügelschrauben mit Deckenlaschen Typ A:



	b	e	t
KBK 100, I	50	110	200
KBK II-L, II, II-H, III	70	120	225

Kranträgerprofil KBK II ist zu benutzen.
Weitere Details zur Aufhängung in Abs. 7.5.2 der „Technische Daten, Projektierungshandbuch, Bauteile – Kranbaukasten System Classic/Ergo“ bei DEMAG.

16 Verzeichnis Anhänge

Anhang A – Statische Berechnung inklusive Positionspläne

Anhang B – Bauwerkspläne

- B-001 – Grundriss -0,85m Kellergeschoss, UK Unterzüge
- B-002 – Grundriss -0.35 m, Kellergeschoss, UK Decke
- B-003 – Grundriss +3.24 m Erdgeschoss, UK Decke Labor
- B-004 – Grundriss +7.14 m Erdgeschoss, UK Decke EMSR-Raum
- B-005 – Grundriss +9.00 m Draufsicht
- B-006 – Schnitt A-A und B-B
- B-007 – Schnitt C-C
- B-008 – Schnitt 1-1 und 2-2
- B-009 – Schnitt 3-3 und 4-4
- B-010 – Treppenturm u. Laufstege Grundriss +3.25 m, +5.25 m, +7.25 m u. +9.00 m
- B-011 – Treppenturm u. Laufstege Schnitt 5-5, D-D und E-E
- B-020 – Detail 1 und 2 – Dachaufbau und Entwässerung
- B-021 – Detail 3 - Stahlbetonkonsole für Stahlbauebene
- B-022 – Detail 4 - Mauerflanschrohr DN 200 mit Hülsendübel und F-Stück PE100 SDR11
- B-023 – Detail 5, 6 und 7 - Vordach Wandanschluss und Dachkante
- B-030 – 3D – Ansicht
- B-031 – Nord-, Süd- Ost- und Westansicht

Anhang C – Schal- und Bewehrungspläne

- B-101 bis B-103 – Schalpläne
- B-111 bis B-116 – Bewehrungspläne