Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

12.602.13

HAUPTSITZ:
4054 Basel
Bachlettenstrasse 52
Tel. 061 205 03 50
Fax 061 205 03 55
info@schmidtundpartner.ch
www.schmidtundpartner.ch

FILIALEN:
4106 Therwil BL
Gempenstrasse 3
5400 Baden AG
Mellingerstrasse 1
3628 Uttigen BE
Flurweg 12

W. Schmidt Dr. Ing. ETH/SIA
A. Antoniadis dipl. Bauleiter / REG C
T.R. Meier dipl. Ing. ETH/SIA
T. Minder BSc FH
B. Trost Dr. Ing. ETH/SIA
A. Walz dipl. Ing. TH/SIA

SCHMIDT PARTNER BAUINGENIEURE AG

Der Sachverständige	Die Bauherrschaft
Andreas Walz Signiert von: Andreas Walz DF7FE780FF5E456...	BLT Basel-Land Transport AG DocuSigned by: i.V. Patrick Zeller 12B2990D6C90422... DocuSigned by: E932A2C7A837447...

Gesamterneuerung Leimental
BLT-Linie 10/17
Auflageprojekt
Los 3 Haltestelle Bottmingen-Schloss, Perrondach

BLT Baselland Transport AG, Grenzweg 1, 4104 Oberwil

Sachverständigenprüfung – Prüfbericht

Projektnummer (intern): 3298

Basel, den 10.08.2026

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Impressum:

Adressen:

Bauherrschaft	BLT Baselland Transport AG Fabiano Rosa Grenzweg 1, 4104 Oberwil Tel. +41 (0) 61 406 12 52 Fabiano.rosa@blt.ch
Projektverfasser	Gruner AG Luis Mutter / Roland Marty St. Jakobs-Strasse 199, 4020 Basel Tel. +41 (0)61 317 61 61 Luis.mutter@gruner.ch
Sachverständiger	Schmidt+Partner Bauingenieure AG Andreas Walz Bachlettenstrasse 52, 4054 Basel Tel. +41 (0)61 205 03 50 a.walz@schmidtundpartner.ch

Verfasser:

Name:	Helen Krarup, MSc EPFL Tel. +41 (0)61 205 03 52 h.krarup@schmidtundpartner.ch	Andreas Walz, Dipl.-Ing. TH Tel. +41 (0)61 205 03 57 a.walz@schmidtundpartner.ch

Änderungsverzeichnis:

Version	Anpassung / Änderung	Datum	Projekting.	Projektleiter
1.0	Abgabe PGV	10.08.2026	HK	AW

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemein ... 4
2. Objekt, Gegenstand der Prüfung und Abgrenzungen ... 4
2.1. Projekt - Bezeichnung ... 4
2.2. Objekt ... 4
2.3. Beauftragung ... 5
2.4. Gegenstand der Prüfung ... 5
2.5. Abgrenzung ... 5
2.6. Prüfmethodik ... 5
2.7. Bereinigung am Prüfobjekt während der Prüftätigkeit ... 6
3. Selbstdeklaration ... 6
4. Grundlagen ... 6
4.1. Projektspezifische Grundlagen ... 6
4.2. Normen, Richtlinien, Merkblätter, Weisungen ... 6
4.3. Literatur ... 7
5. Zusammenfassung der Prüfergebnisse ... 7
5.1. Allgemeine Bemerkungen ... 7
5.2. Nutzungsvereinbarung ... 7
5.3. Projektbasis ... 7
5.4. Statische Berechnungen ... 7
5.5. Massnahmenplan ... 8
6. Empfehlungen und Auflagen ... 8
7. Beilagen ... 8

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

1. Allgemein

Bauherrschaft / Auftraggeber
BLT Baselland Transport AG
Fabiano Rosa
Grenzweg 1, 4104 Oberwil
Tel. +41 (0) 61 406 12 52
Fabiano.rosa@blt.ch

Projektverfasser
Gruner AG
Roland Marty, Luis Mutter
St. Jakobs-Strasse 199, 4020 Basel
Tel. +41 (0)61 317 61 61
luis.mutter@gruner.ch

Sachverständiger
Schmidt+Partner Bauingenieure AG
Andreas Walz
Bachlettenstrasse 52, 4054 Basel
Tel. +41 (0)61 205 03 57
a.walz@schmidtundpartner.ch

2. Objekt, Gegenstand der Prüfung und Abgrenzungen

2.1. Projekt - Bezeichnung

Gesamterneuerung Leimental, BLT Linie 10/17, Auflageprojekt, Los 1 Haltestelle Bottmingen Schloss, Perrondach.

2.2. Objekt

Im Rahmen der Gesamterneuerung der BLT-Linie 10/17 im Leimental erhält die Haltestelle Bottmingen Schloss ein neues Perrondach. Das geplante Perrondach besteht aus einer kombinierten Stahl- und Holzkonstruktion. Zwischen den Stahlträgern spannen Sekundarträger aus Holz. Die Stahlträger sind biegesteif mit Stahlstützen verbunden und diese im Fundament eingespannt.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

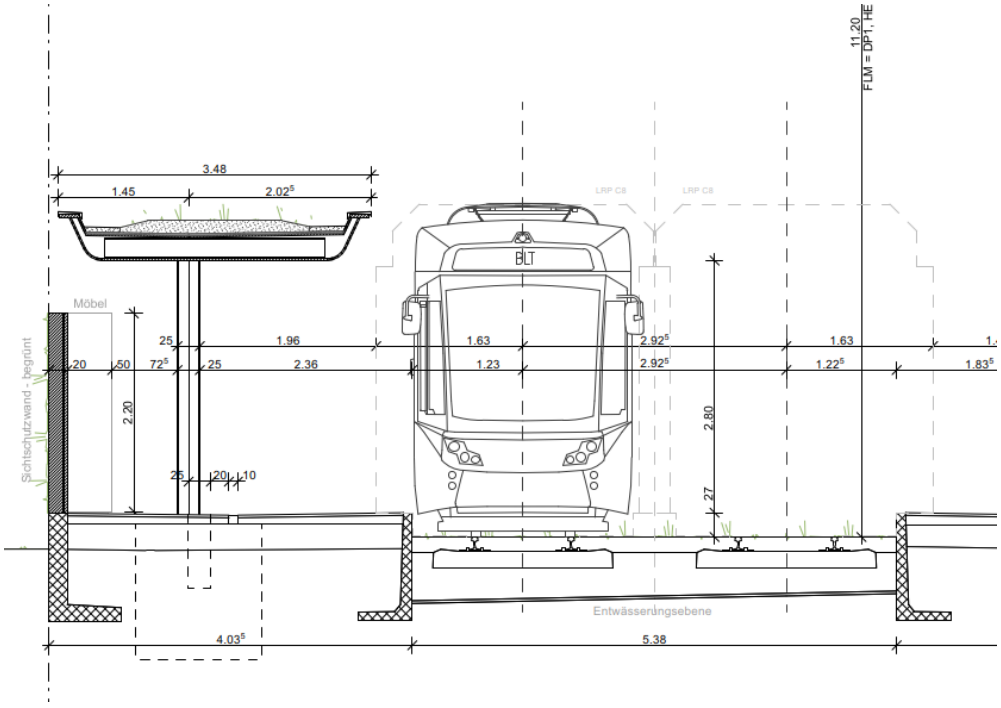


Abbildung 1: Auszug Plan Schnitte (Bachelard Wagner Architekten)

2.3. Beauftragung

Der Sachverständige wurde von der BLT mit dem Mandat zur Prüfung des Auflageprojektes: Gesamterneuerung Leimental BLT Linie 10/17, Los 1 Haltestelle Bottmingen Schloss, Perrondach beauftragt.

2.4. Gegenstand der Prüfung

Prüfung der Unterlagen vom 31. Juli 2026. Es wurden die Nutzungsvereinbarung (31.07.2026), die Projektbasis (31.07.2026) und die statische Berechnung (24.07.2026) inkl. Konstruktionsdetails begutachtet.

2.5. Abgrenzung

Der vorliegende Bericht bezieht sich auf den überarbeitete Projektstand vom 31.07.2026. Die Stellungnahmen und Kommentare beziehen sich ausschliesslich auf die geprüften Dokumente und sind im Anhang zum vorliegenden Prüfbericht zu finden.

2.6. Prüfmethodik

Zur Plausibilisierung der Berechnungen des Projektverfassers wurden anhand eines dreidimensionalen FE-Modells (Stabmodell) überschlägige Berechnungen durchgeführt und Vergleiche gezogen. Die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis wurden auf Vollständigkeit und Normkonformität (Nutzungszustände, Gefährdungsbilder und Einwirkungen) geprüft. Die Gewährleistung der Nutzungsziele in Hinblick auf die Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit wurden geprüft. Es wurden Vergleichsrechnungen und Überprüfungen der statischen Berechnungen des Projektverfassers vorgenommen. Die Berechnungen des Prüfingenieurs haben überschlägigen Charakter. Die Übereinstimmung der statischen

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Berechnungen des Projektverfassers mit der Nutzungsvereinbarung und der Projektbasis wurden geprüft.
Es kommt das Statik Programm Statik-9 der Cubus AG zum Einsatz. Die konstruktiven Details wurden auf Richtigkeit, Vollständigkeit, Normkonformität, Umsetzung der Ergebnisse der statischen Berechnungen geprüft.

2.7. Bereinigung am Prüfobjekt während der Prüftätigkeit

Auf Wunsch der Bauherrschaft wurde die Prüftätigkeit des Sachverständigen mit dem Beginn der Projektierungsarbeiten gestartet. Ziel war eine enge Begleitung des Projektverfassers mit Präsentation und Diskussion der Zwischenergebnisse. In den ersten Schritten wurden die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis bereinigt. Im Weiteren wurden dann Schritt für Schritt die statischen Berechnungen und die Massnahmenvorschläge besprochen.

3. Selbstdeklaration

Der beauftragte Sachverständige bestätigt über die erforderliche Erfahrung, Expertise und Kenntnisse in der Beurteilung und Prüfung von durch Gleise genutzter Infrastrukturobjekte zu verfügen.

4. Grundlagen

Die Prüfung erfolgt auf Grundlage der Projektunterlagen des Projektverfassers (einschliesslich älterer Versionen, im Folgenden nicht aufgelistet) und der geltenden Normenwerke und Richtlinien.

4.1. Projektspezifische Grundlagen

[D1] Gruner AG, «BLT Linie 10/17, Auflageprojekt, Haltestelle Bottmingen Schloss, Perrondach, Nutzungsvereinbarung», Basel, 31.07.2026
[D2] Gruner AG, «BLT Linie 10/17, Auflageprojekt, Haltestelle Bottmingen Schloss, Perrondach, Projektbasis», Basel, 31.07.2026
[D3] Gruner AG, «BLT Linie 10/17, Auflageprojekt, Haltestelle Bottmingen Schloss, Perrondach Statische Berechnung», Basel, 24.07.2026
[D4] Bericht Risikoanalyse Parallelführung Strasse / Schiene Heuwaage – Ettingen / Los 1, Emch+Berger, 16.07.2025
[D5] Geologisch-geotechnische und abfallrechtliche Untersuchungen Untergrund, Basel – Ettingen, BLT Linie 10/17, Fahrbahnerneuerung, 25.04.2025
[D6] Baugrunduntersuchungen, Basel - Ettingen, BLT Linie 10/17 Fahrbahnerneuerung, Geotechnisches Institut ABG Basel, 22.10.2025
[D7] BLT – Projektierungsrichtlinie, Linie 10/17, Bahn- & Tiefbau, BLT AG, 11.12.2024

4.2. Normen, Richtlinien, Merkblätter, Weisungen

[N1] Norm SIA 260 «Grundlagen der Projektierung von Tragwerken», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013
[N2] Norm SIA 261 «Einwirkungen auf Tragwerke», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2020
[N3] Norm SIA 261/1 «Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2020
[N4] Norm SIA 262 «Betonbau», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2025
[N5] Norm SIA 262/1 «Betonbau – Ergänzende Festlegungen», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2019

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

[N6] Norm SIA 263 «Stahlbau» inkl. Korrigenda C1, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2022
[N7] Norm SIA 263/1 «Stahlbau – Ergänzende Festlegungen», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2020
[N8] Norm SIA 267 «Geotechnik» inkl. Korrigenda C2, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013
[N9] Norm SIA 267/1 «Geotechnik – Ergänzende Festlegungen» inkl. Korrigenda C2, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013
[N10] Richtlinie «Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung» (AB-EBV), Bundesamt für Verkehr (BAV), Bern, 21.05.2024
[N11] Richtlinie «Projektierungshandbuch für Ingenieure – Neubau und Erhaltung von Kunstbauten» (PHI), Kantone AG, BS, BL, SO, 26.05.2023
[N12] WAV 332 Betonbau, «Ausführungsvorschriften für Bauarbeiten», TBA BS (Vers. 5, 30. Juni 2023)
[N13] Norm SIA 118/262 Allgemeine Bedingungen für Betonbau, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2026

4.3. Literatur

[L1] Fédération internationale du béton (fib), «fib Model Code for Concrete Structures 2020», Ernst & Sohn, Lausanne, 2024

5. Zusammenfassung der Prüfergebnisse

5.1. Allgemeine Bemerkungen

Die Stellungnahmen und Kommentare des Sachverständigen beziehen sich ausschliesslich auf die geprüften Dokumente, die im Kapitel 4 angegeben sind. Die Anmerkungen des Sachverständigen sind in den folgenden Kapiteln zusammengefasst und werden in der Beilage B in tabellarischer Form mit einer Wertung (Bemerkung, Empfehlung, Forderung und redaktionelle Anforderung) und Massnahmenvorschlag detailliert aufgelistet. Bereinigte Punkte verbleiben in der Tabelle in durchgestrichener Form.
Die Ergebnisse der Prüfstatik und die Dokumentation der Prüfstatik ist der Beilage A zu entnehmen.

5.2. Nutzungsvereinbarung

Die Nutzungsvereinbarung ist bereinigt. Die Bemerkung des Sachverständigen zur Nutzungsvereinbarung sind diesem Bericht in Tabellenform in der Beilage B angefügt.

5.3. Projektbasis

Die Projektbasis ist bereinigt. Die Bemerkung des Sachverständigen zur Projektbasis sind diesem Bericht in Tabellenform in der Beilage B angefügt.

5.4. Statische Berechnungen

Der Sachverständige prüft im Grundsatz die Vorgehensweise, die Eingangsparameter und die Nachweisführung der statischen Berechnungen des Projektverfassers. Die Ergebnisse der FE-Berechnung können nur qualitativ beurteilt werden. Die eigentliche Prüfung erfolgt mit der Prüfstatik.

Das gewählte statische Modell des Projektverfassers berücksichtigt das gesamte Perrondach und wird als Stabtragwerk behandelt. Die einzelnen in sich biegesteifen verbundenen T-Rahmen werden am Fusspunkt eingespannt.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Die Nachweisführung erfolgt am Standard-Rahmen. Der Rahmen ist biegesteif verbunden und am Fusspunkt eingespannt. Die Ergebnisse der Prüfstatik bestätigen die normativ geforderten Sicherheiten im Grenzzustand der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit.
Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse Projektverfasser / Sachständiger ist der Beilage A «Prüfstatik» zu entnehmen.
Bemerkung und Kommentare des Sachverständigen zur Statik sind diesem Bericht in einer tabellarischen Zusammenstellung in der Beilage B angefügt.

5.5. Massnahmenplan

Die massgebenden konstruktiven Details sind Bestandteil der Statischen Berechnungen des Projektverfassers und werden dort beurteilt.

6. Empfehlungen und Auflagen

Das vorliegend bereinigte Projekt kann unter Berücksichtigung der in der Beilage B tabellarisch aufgelisteten Punkte zur Umsetzung empfohlen werden. Die Stellungnahmen und Kommentare beziehen sich ausschliesslich auf die geprüften Dokumente und sind in der Beilage zum vorliegenden Prüfbericht zu finden. Die statischen Vergleichsberechnungen des Sachverständigen bestätigen die Ergebnisse des Projektverfassers.

7. Beilagen

A: Prüfstatik

B: Tabellarische Zusammenstellung der Bemerkungen / Empfehlungen und Forderungen, inkl. Stellungnahme Projektverfasser

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

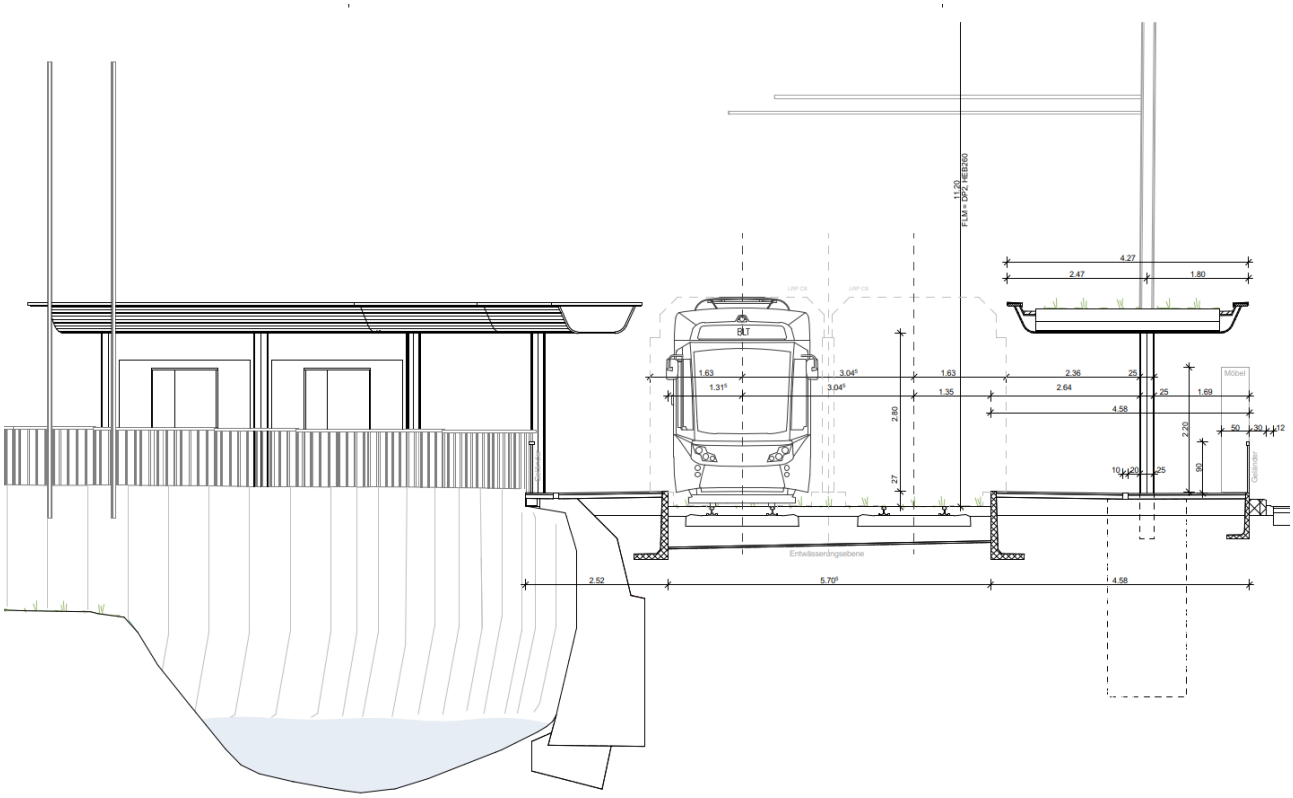
Beilage A

HAUPTSITZ:
4054 Basel
Bachlettenstrasse 52
Tel. 061 205 03 50
Fax 061 205 03 55
info@schmidtundpartner.ch
www.schmidtundpartner.ch

FILIALEN:
4106 Therwil BL
Gempenstrasse 3
5400 Baden AG
Mellingerstrasse 1
3628 Uttigen BE
Flurweg 12

W. Schmidt Dr. Ing. ETH/SIA
A. Antoniadis dipl. Bauleiter / REG C
T.R. Meier dipl. Ing. ETH/SIA
T. Minder BSc FH
B. Trost Dr. Ing. ETH/SIA
A. Walz dipl. Ing. TH/SIA

SCHMIDT PARTNER BAUINGENIEURE AG



Gesamterneuerung Leimental
BLT-Linie 10/17
Auflageprojekt
Los 3 Haltestelle Bottmingen Schloss, Perrondach

BLT Baselland Transport AG, Grenzweg 1, 4104 Oberwil

Sachverständigenprüfung – Prüfstatik

Projektnummer (intern): 3298

Basel, den 21.07.2026

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Impressum:

Adressen:

Bauherrschaft	BLT Baselland Transport AG Fabiano Rosa Grenzweg 1, 4104 Oberwil Tel. +41 (0) 61 406 12 52 Fabiano.rosa@blt.ch
Projektverfasser	Gruner AG Luis Mutter / Roland Marty St. Jakobs-Strasse 199, 4020 Basel Tel. +41 (0)61 317 61 61 Luis.mutter@gruner.ch
Sachverständiger	Schmidt+Partner Bauingenieure AG Andreas Walz Bachlettenstrasse 52, 4054 Basel Tel. +41 (0)61 205 03 50 a.walz@schmidtundpartner.ch

Verfasser:

Name:	Helen Krarup, MSc EPFL Tel. +41 (0)61 205 03 52 h.krarup@schmidtundpartner.ch	Andreas Walz, Dipl.-Ing. TH Tel. +41 (0)61 205 03 57 a.walz@schmidtundpartner.ch

Änderungsverzeichnis:

Version	Anpassung / Änderung	Datum	Projekting.	Projektleiter
0.1	1. Fassung	21.07.2026	HK	AW

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung der Ergebnisse ... 4
1.1. Tabellarische Gegenüberstellung der Erfüllungsgrade ... 4
2. Objekt ... 5
2.1.1. Abmessungen und Materialien ... 5
2.1. Umfang der Prüfung ... 5
3. Grundlagen ... 6
3.1. Projektspezifische Grundlagen ... 6
3.2. Normen, Richtlinien, Merkblätter, Weisungen ... 6
4. Modellbildung ... 7
4.1. Materialkennwerte ... 7
4.2. Baugrundverhältnisse ... 7
4.3. Tragwerksmodell ... 7
5. Einwirkungen ... 8
5.1. Ständige Einwirkungen ... 8
5.1.1. G_1 – Eigengewicht ... 8
5.1.2. G_2 – Auflast ... 8
5.1.3. G_3 – Erddruck ... 8
5.2. Veränderliche Einwirkungen ... 9
5.2.1. Q_{k1} – Nutzlast ... 9
5.2.2. W_k – Windlast ... 9
5.2.3. S_k – Schneelast ... 10
5.2.4. A_1 – Erdbeben ... 10
5.3. Lastfallkombinationen/Gefährdungsbilder ... 11
5.3.1. Grenzzustand der Tragsicherheit ... 11
5.3.2. Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ... 11
6. GZT-Typ 2 ... 12
6.1. Holzkonstruktion ... 12
6.2. Dach 1: T-Rahmen - Stahlkonstruktion ... 14
6.3. Anschlüsse ... 19
6.3.1. Anschluss HEB-Träger an Standard-Kreuzstütze ... 19
6.3.2. Anschluss Kreuzstütze an Fundament ... 22
7. Blockfundament nach Stecker ... 23
8. Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ... 24

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

1. Zusammenfassung der Ergebnisse

1.1. Tabellarische Gegenüberstellung der Erfüllungsgrade

Grenzzustand, Bauteil, Nachweis	Zielwert	Ausnutzungsgrad $\eta = E_d / R_d$	
		PV	SV
GZT Typ 2			
Holzkonstruktion			
3-Schichtplatte	1,0	-	0,85
Holzbalken GL24h 10/22	1,0	0,9	0,90
T-Rahmen - Standard			
Festigkeit HEB 220	1,0	0,36	0,3
Festigkeit Kreuzstütze	1,0	0,73	0,75
Stabilität Kreuzstütze	1,0	0,38	0,5
Anschluss Kreuzstütze an HEB	1,0	<< 1,0	0,3
Anschluss Kreuzstütze an Fundament	1,0	< 1,0	< 1,0
Fundament	1,0	0,97	-
GZG			
T-Rahmen - Standard			
Verformung – horizontal		-	h/300 i.O.
Verformung – vertikal		l/150 i.O.	l/350 nicht i.O.

Der Sachverständiger kommt auf vergleichbare Resultate wie der Projektverfasser. Bei der Holzkonstruktion ist der Nachweis der 3-Schichtplatte beim PV zu ergänzen. Die Nachweise der Stahlprofile sind beim PV und SV mit vergleichbaren Ausnutzungsgrade erfüllt.

Beim Anschluss der Kreuzstütze an das Köcherfundament fehlen noch Angaben vom PV, um diese Nachweise abzuschliessen.

Das Köcherfundament wurde vom PV nach Stecker in DC-Fundamente bemessen und vom SV auf Plausibilität geprüft. Die Nachweise wurden als Plausibel befunden und werden vom SV nicht nochmals in das Programm DC-Fundamente eingegeben.

Die Nachweise im Gebrauchszustand werden gem. SIA 261(2013) Tabelle 3 und 4 geführt. Diese sind vom PV zu ergänzen. Die Durchbiegung des Trägers HEB 220 ist auf einer Seite knapp nicht eingehalten. Dies wird dem PV mitgeteilt.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

2. Objekt

Im Rahmen der Gesamterneuerung der BLT-Linie 10/17 im Leimental erhält die Haltestelle Bottmingen Schloss ein neues Perrondach. Das geplante Perrondach besteht aus einer kombinierten Stahl- und Holzkonstruktion. Zwischen den Stahlträgern spannen Sekundärträger aus Holz. Die Stahlträger sind biegesteif mit Stahlstützen verbunden und diese im Fundament eingespannt.

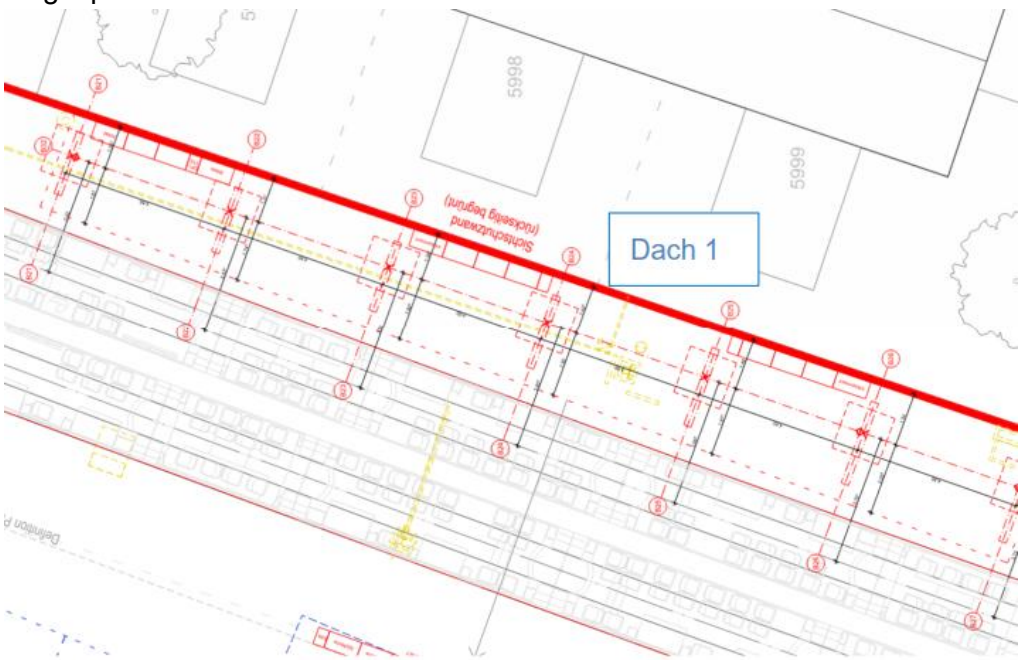


Abbildung 1 Situation Perrondach

2.1.1. Abmessungen und Materialien

Dach

Dachform	Rechteck b x l: 2.9.3.7 x 29.5 [m]
Fundament	1.5 x 1.5 x 2.0 [m] C30/37
Kreuzstütze	330x330x30 [mm] S235, h=2.9m
Dachträger	HEB 220 S235
Holzbalken	GL24h 10x20 [cm] e= 62.5 cm, FK 2

2.1. Umfang der Prüfung

Die Schmidt+Partner Bauingenieure AG ist als Sachverständiger (Prüfingenieur) beauftragt, das Projekt von Gruner AG zu prüfen. Die grundlegenden Projektdokumente (Nutzungsvereinbarung, Projektbasis, statische Berechnung) wurden begutachtet und die wesentlichen statischen Nachweise wurden durch den Prüfingenieur anhand von Vergleichsrechnungen plausibilisiert. Zu diesem Zweck wurde ein eigenes statisches Modell in Statik-9 erstellt und überschlägige Handrechnungen geführt.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

3. Grundlagen

Die Prüfung erfolgt auf Grundlage der Projektunterlagen des Projektverfassers (einschliesslich älterer Versionen, im Folgenden nicht aufgelistet) und der geltenden Normenwerke und Richtlinien.

3.1. Projektspezifische Grundlagen

[D1] Geotechnisches Institut (22.10.25) Basel-Ettingen, BLT Linie 10/17, Fahrbahnerneuerung. Baugrunduntersuchung

[D2] Gruner AG «Haltestelle Bottmingen Schloss - Perrondach, Nutzungsvereinbarung», 26.06.2026

[D3] Gruner AG «Haltestelle Bottmingen Schloss - Perrondach, Projektbasis», 26.06.2026

[D4] Gruner AG «Haltestelle Bottmingen Schloss - Perrondach, statische Berechnungen», 26.06.2026

3.2. Normen, Richtlinien, Merkblätter, Weisungen

[N1] Norm SIA 260 «*Grundlagen der Projektierung von Tragwerken*», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013

[N2] Norm SIA 261 «*Einwirkungen auf Tragwerke*», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2020

[N3] Norm SIA 261/1 «*Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen*», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2020

[N4] Norm SIA 262 «*Betonbau*», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2025

[N5] Norm SIA 262/1 «*Betonbau – Ergänzende Festlegungen*», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2019

[N6] Norm SIA 263 «*Stahlbau*», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013

[N7] Norm SIA 263/1 «*Stahlbau – Ergänzende Festlegungen*», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2020

[N8] Norm SIA 267 «*Geotechnik*», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013

[N9] Norm SIA 267/1 «*Geotechnik– Ergänzende Festlegungen*», Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2013

[N10] Richtlinie «*Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung*» (AB-EBV), Bundesamt für Verkehr (BAV), Bern, 21.05.2024

[N11] Richtlinie «*Projektierungshandbuch für Ingenieure – Neubau und Erhaltung von Kunstbauten*» (PHI), Kantone AG, BS, BL, SO, 26.05.2023

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

4. Modellbildung

4.1. Materialkennwerte

Beton	gemäss SN EN 206: NPK Sorte G C30/37
Betonstahl	Duktilitätsklasse B (B500B)
Baustahl	S235
Holzbau	GL24h

4.2. Baugrundverhältnisse

Boden	Eigenschaften
Künstliche Auffüllungen *Bis ca. 1.0 m*	γ = 20 kN/m^3 φ' = 30° ; c'= 0 kN/m^2 $M_{E,1}$ = 10 MN/m^2
Schwemmlehme *ca. ab 1.0m*	γ = 18.5 kN/m^3 φ' = 29° ; c'= 0 kN/m^2 $M_{E,1}$ = 4 MN/m^2

Tabelle 1 Angenommene Baugrundeigenschaften

MW-Grundwasser 290 m.ü.M.

4.3. Tragwerksmodell

Das Dach wird als 3D Stabmodell im Statik-9 modelliert. Es wird der massgebende Regelquerschnitt betrachtet.

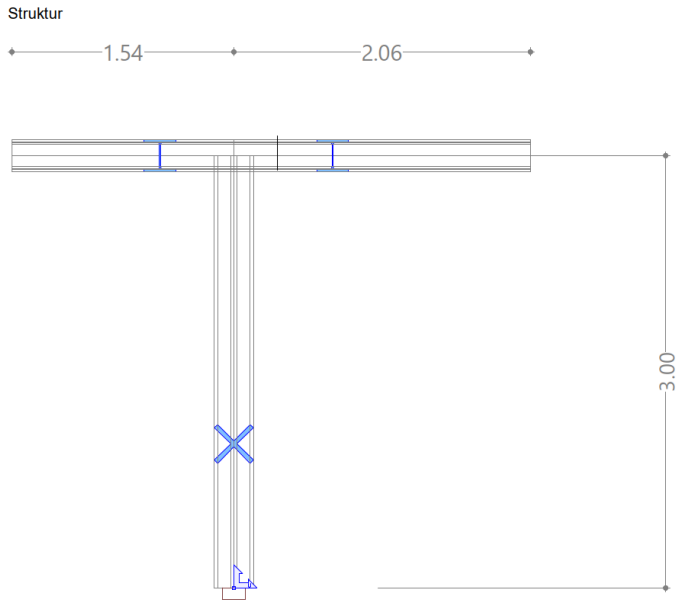


Abbildung 2 Modell Statik-9

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

5. Einwirkungen

5.1. Ständige Einwirkungen

5.1.1. G_1 – Eigengewicht

- Stahlbeton $\gamma = 25 \frac{kN}{m^3}$
- Stahl $\gamma = 78{,}5 \frac{kN}{m^3}$
- Holz $\gamma = 5 \frac{kN}{m^3}$

5.1.2. G_2 – Auflast

Die Größe der Auflast wird dem Statischen Bericht des Projektverfassers entnommen.

- Auflast aus Dachaufbau:	-	Substrat mit extensiver Begrünung 12cm	g_{ek} = 1.80 kN/m2
	-	Wurzelschutzbahn	g_{ek} = 0.01 kN/m2
	-	Drainagebahn 2cm	g_{ek} = 0.05 kN/m2
	-	Abdichtung (3-lagig)	g_{ek} = 0.21 kN/m2
	-	3-Schicht-Platte Holz 2cm	g_{ek} = 0.10 kN/m2
	-	Gefällekeile Holz	g_{ek} = 0.01 kN/m2
	-	Holzbalken 20/10, a=0.5m	g_{ek} = 0.20 kN/m2
	-	Konterlattung	g_{ek} = 0.03 kN/m2
	-	Lattung	g_{ek} = 0.12 kN/m2
	→	Summe der Dachauflasten	g_{ek}= 2.53 kN/m^2

Abbildung 3 Auszug aus den Statischen Berechnungen

- Holzbalken 22/10 a=0.5
- Die totale Auflast beträgt 2.55 kN/m^2
- Die Auflast für die 3-Schichtplatte 2.2 kN/m^2
- Die Auflast für den Holzbalken BSH GL24h: q_k= 2.33 kN/m^2*e + 0.22 kN/m^2

5.1.3. G_3 – Erddruck

Es wird mit dem erhöht aktiven Erddruck im GZT und dem Erdruhedruck in GZG gerechnet.

Tabelle 1 Vereinfachte Erddruckannahmen

Verschiebungen und Verformungen	Nachweis der Tragsicherheit	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit
Möglich	aktiver Erddruck	erhöhter aktiver Erddruck
Beschränkt möglich	erhöhter aktiver Erddruck	Erdruhedruck
Nicht oder in geringem Mass möglich	Erdruhedruck	Erdruhedruck

Künstliche Auffüllung, γ= 20 kN/m^3, K_0 = 0.5 und K_{ah} = 0.28

Schwemmlehm mit GW, γ'= 8.5 kN/m^3, K_0 = 0.515 und K_{ah} = 0.29

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

5.2. Veränderliche Einwirkungen

5.2.1. Q_{k1} – Nutzlast

Das Perrondach ist nicht begehbar und der Nutzfläche Kat. H zuzuordnen. Die Einwirkung beträgt entweder 1 kN in ungünstigster Stellung oder 0,4 kN/m^2.

5.2.2. W_k – Windlast

Zunächst wird der Staudruck $q_p = c_h * q_{p0} = 0{,}79 * 1{,}1 kN/m^2 = 0{,}87 kN/m^2$ ermittelt.

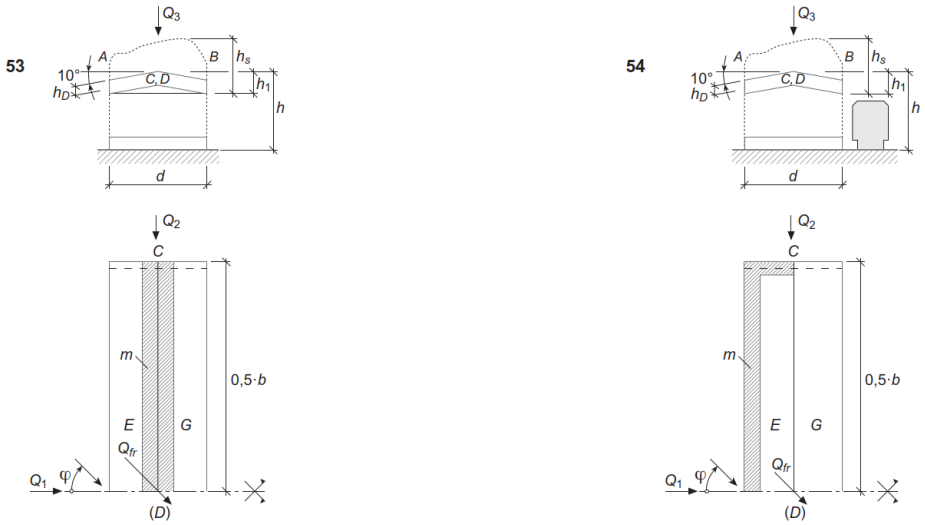
c_h = 1.6 $[(z/z_g)^{\alpha r} + 0.375]^2$ = 0.739

Geländekategorie IV z_g = 526 m, z = 10 m, α_r = 0.3

q_{p0} = 1.1 kN/m^2

$q_p = c_h * q_{p0}$ = 0.813 kN/m^2

Der Winddruck wird maßgebend, wenn ein Zug auf den Gleisen steht. Es werden die lokalen Druckbeiwerte gem. Anhang C Tabelle 54/ 56 verwendet.



Massgebende Neigung der Windkraft φ = 0°/ 90°/ 180°

Die Teilbeiwerte von innen und aussen wurden zusammengezahlt: negativ ist von der Dachfläche fort gerichtet und positiv ist auf die Dachfläche gerichtet.

Teilfläche	φ = 0°	φ = 90°	φ =180°
A [kN/m]	0.37	-0.17	-0.22
B [kN/m]	-0.20	-0.17	0.35
C [kN/m]	-0.57	0.48	-0.26
D [kN/m]	-0.57	-0.26	-0.26
E [kN/m^2]	-1.39	0.13	-0.30
G [kN/m^2]	-0.61	0.17	-0.22

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

5.2.3. S_k – Schneelast

$q_k = \mu_i * C_e * C_T * s_k = 0.72$ kN/m^2

Mit $\mu_i = 0.8$
$C_e = C_T = 1.0$
$S_k = (1+(h_0/350)^2) * 0.4$ kN/m^2 = 0.9 kN/m^2

LM1: gleichmässige Ablagerung
LM2: ungleichmässige Ablagerung durch Windverfrachtung mit einseitigem $\mu_i/2$ q_k = 0.36 kN/m^2

5.2.4. A_1 – Erdbeben

Gemäss SIA 261, Kapitel 16 gilt:

Bauwerksklasse II $\rightarrow \gamma_f = 1{,}2$

Erdbebenzone Z3a $\rightarrow a_{gd} = 1{,}3 m/s^2$

Baugrund Klasse E $\rightarrow$ S = 1,7; T_B = 0,09s; T_C = 0,25s; T_D = 2,0s

Verhaltensbeiwert SIA 263 4.9.1.2 $\rightarrow$ q = 2.0

Sd = 2,5* 1,2 *(1,3/9,81) *(1,7/2,0) = 0.34 m/s^2

Dach 1: Regelquerschnitt Masse m = 52 kN $F_x = F_y$ = 17.5 kN

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

5.3. Lastfallkombinationen/Gefährdungsbilder

5.3.1. Grenzzustand der Tragsicherheit

Gemäss SIA 260, Ziffer 4.4.3 gelten für den Grenzzustand der Tragsicherheit die folgenden Überprüfungssituationen:

$E_d = E\{\gamma_G G_k + \gamma_{Q1} Q_{1,k} + \psi_{0i} Q_{i,k}\}$ *(andauernde und vorübergehende Überprüfungssituation)* *(1)*

$E_d = E\{G_k + A_d + \psi_{2i} * Q_{i,k}\}$ *(aussergewöhnliche Überprüfungssituation)* *(2)*

	$G_{k,1}$	$G_{k,2}$	$G_{k,3}$	Q_k	W_k	S_k	A_k
GZT Typ 1 nach (1)	1,1 0,9	1,1 0,9	1,35 0,8	1,5 0			
GZT Typ 2 nach *(1)*	1,35 0,80	1,35 0,80	1,35 0,7	1,5 0	1.5 0,6	1,5 0,8	-
GZT Typ 2 nach *(2)*, Erdbeben	1,00	1,00		-	-	-	1,00
GZT Typ 3 nach *(1)*	1,00	1,00		1,30	0,6	0,8	-

Tabelle 2 Zusammenfassung der Last- und Reduktionsbeiwerte der massgebenden Überprüfungssituationen im GZT

5.3.2. Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Gemäss SIA 260, Ziffer 4.4.4 gelten für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit die folgenden Überprüfungssituationen:

$E_d = E\{G_k + Q_{1,k} + \psi_{0i} * Q_{i,k}\}$ *(seltene Überprüfungssituation)* *(3)*

$E_d = E\{G_k + \psi_{11} * Q_{1,k} + \psi_{2i} * Q_{i,k}\}$ *(häufige Überprüfungssituation)* *(4)*

$E_d = E\{G_k + \psi_{2i} * Q_{i,k}\}$ *(quasi-ständige Überprüfungssituation)* *(5)*

	$G_{k,1}$	$G_{k,2}$	Q_k	W_k	S_k	A_k
GZG selten *(3)*	1,00	1,00	1,00 0	1,0 0,6	1,0 0,8	-
GZG häufig *(4)*	1,00	1,00	-	0,5 -	0,17 -	-
GZG quasi-ständig *(5)*	1,00	1,00	-	-	-	-

Tabelle 3 Zusammenfassung der Last- und Reduktionsbeiwerte der massgebenden Überprüfungssituationen im GZG

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

6. GZT-Typ 2

6.1. Holzkonstruktion

Zwischen den Stahlträgern (HEB220) spannt alle e= 62.5 cm ein Holzbalken mit den Abmessungen 10/20 cm und zwischen diesen Holzträgern eine 21 mm dicke Dreischichtplatte. Annahme: alle 3 Schichten sind gleich dick mit 7mm.

Holzplatte (t=21 mm, 3x 7 mm)

Einwirkung:

LE Nutzlast $q_{ed} = 1{,}35 * 2{,}2 + 1.5 * 0.4 + 0.8 * 0.72 + 0.6 * 0.17 = 4.25 kN/m^2$

LE Nutzlast Punktlast $q_{ed} = 1{,}35 * 2{,}2 + 0 * 0.4 + 0.8 * 0.72 + 0.6 * 0.17 = 3.65\ kN/m^2$

$Q_{ed} = 1{,}5 * 1kN = 1{,}5kN/m$

Schnittgrößen: Es wird konservativ von einem Einfeldträger ausgegangen.

$$m_{ed} = \frac{4.25kN/m^2 * (0{,}625m)^2}{8} = 0{,}2\ kNm/m$$

$$m_{ed} = \frac{3.65kN/m^2 * (0{,}625m)^2}{8} + 1{,}5kN/m * \frac{0{,}625m}{4} = 0{,}41\ kNm/m$$

$$v_{ed} = \frac{3.65\ kN/m^2 * 0{,}625m}{2} + \frac{1{,}5kN/m}{2} = 1.9\ kN/m$$

Widerstand:

Biegetragfähigkeit: $f_{m,d} = \frac{\eta_m * \eta_t * \eta_w}{\gamma_M} * f_{m,k} = 0.8 * 18.5 = 14{,}8\ N/mm^2$

Mit:	$f_{m,0,d} = 18.5\ N/mm^2$	Mehrlagige Massivholzplatte
	$\eta_t = 1{,}0$	allgemein
	$\eta_w = 0{,}8$	Festigkeitsreduktion, Feuchteklasse 2
	$\eta_w = 0{,}9$	Steifigkeitsreduktion, Feuchteklasse 2

Schubtragfähigkeit: $f_{v,d} = 0{,}8 * 2{,}5 = 2{,}0\ N/mm^2$

Nachweis:

Biegung: $\sigma_{m,d} = \frac{m_{ed}}{t^2/6} = \frac{0{,}41kNm/m}{1m*(0{,}014m)^2/6} = 12.6 \frac{N/mm^2}{m} \leq f_{m,d} = 14.8\ N/mm^2$

Schub: $\tau_{v,d} = 1{,}5 * \frac{v_{ed}}{h} = 1{,}5 * \frac{1{,}9\frac{kN}{m}}{0{,}014m*1m} = 0{,}2 \frac{\frac{N}{mm^2}}{m} \leq f_{v,d} = 2{,}0\ N/mm^2$

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Holzbalken BSH GL 24h10/22cm, e=62.5cm

Einwirkung:

Auflast und Eigengewicht: q_k= 2.33 kN/m²*e + 0.22 kN/m² = 1.68 kN/m²

LE Nutzlast $q_{ed} = (1{,}35 * 1.68\,\mathrm{kN/m2} + 1{,}5 * 0{,}4 * e + 0{,}8 * 0{,}72 * e + 0.6 * 0.17 * e = 3.1\,\mathrm{kN/m2}$

Schnittgrößen: Es wird von einem Einfeldträger ausgegangen.

$$m_{ed} = \frac{3{,}1\ kN/m^2 * (4{,}8m)^2}{8} = 8{,}9\ kNm$$

$$v_{ed} = \frac{3{,}1\ kN/m^2 * 4{,}8m}{2} = 7{,}4kN$$

Widerstand:

Biegetragfähigkeit: $f_{m,d} = \frac{\eta_m * \eta_t * \eta_w}{\gamma_M} * f_{m,k} = 0.8 * 16 = 12{,}8\ N/mm^2$

Mit:	$f_{m,d} = 16N/mm^2$	GL24h
	$\eta_t = 1{,}0$	allgemein
	$\eta_w = 0{,}8$	Festigkeitsreduktion, Feuchteklasse 2
	$\eta_w = 0{,}9$	Steifigkeitsreduktion, Feuchteklasse 2

Schubtragfähigkeit: $f_{v,d} = 0{,}6 * 1{,}8 = 0{,}9\ N/mm^2$

Nachweis:

Biegung: $\sigma_{m,d} = \frac{m_{ed}}{b*h^2/6} = \frac{8.9\ kNm}{0{,}1m*(0{,}22m)^2/6} = 11.1\ N/mm^2 \leq f_{m,d} = 12{,}8\ N/mm^2$

Auflager Schub: $\tau_{v,d} = 1{,}5 * \frac{v_{ed}}{h*b} = 1{,}5 * \frac{7{,}3\ kN}{0{,}1m*0{,}15m} = 0{,}73\ N/mm^2 \leq f_{v,d} = 0{,}9N/mm^2$

Auflagerpressung:

Querdrucktragfähigkeit: $f_{c,90,d} = 0{,}8 * 1{,}9 = 1{,}52\ N/mm^2$

Auflagerdruck: $\sigma_{c,90,d} = 1{,}5 * \frac{7{,}4}{0{,}1m*0{,}08m} = 1{,}39N/mm^2 \leq f_{c,90,d}$

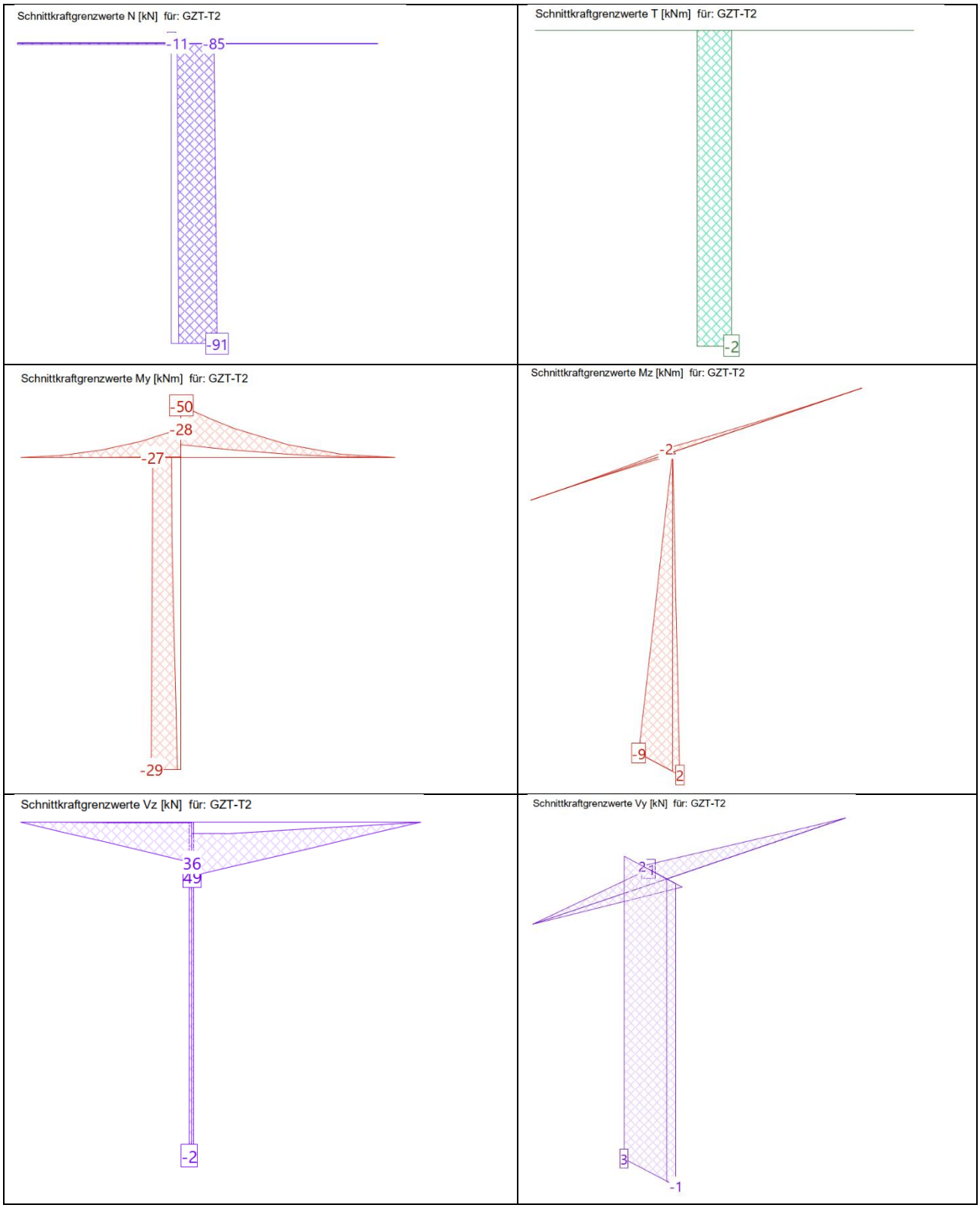
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

6.2. Dach 1: T-Rahmen - Stahlkonstruktion

Das Haupttragwerk setzt sich aus einer Kreuzstütze und einem HEB-Träger zusammen.

Die Lasten werden mit dem Stützenabstand von 4.8m multipliziert und als Linienlast auf die T-Konstruktion eingegeben.

Andauernde und vorübergehende Überprüfungssituation: Schnittkräfte



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Der Nachweis für den HEB 220 S235 ist erfüllt

HEB 220	S235					
QK	1					
fy	235	N/mm^2				
Quertkraftbedingung						
V_{Ed}	<	$0.5\ V_{Rd}$				
49	<	189	[kN]	erfüllt		
keine Reduzierung des Biegewiderstandes infolge Querkraft nötig						
Biegung						
$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1.0$						
$M_{y,Ed}$	50	kNm				
$M_{y,Rd}$	185	kNm				
$M_{z,Ed}$	2	kNm				
$M_{z,Rd}$	88	kNm				
Interaktionsnachweis						
0.29	<	1		erfüllt		

Der Nachweis für die Kreuzstütze S235 ist erfüllt

Kreuzstütze 300x300x30					
Querschnittswerte					
A [mm^2]	18900		b/t	5.0	
Iy [mm^4]	9.05E+07		QK	1	
Iz [mm^4]	9.05E+07		fy	235	N/mm^2
ys	150				
zs	150				
Festigkeit					
$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1.0$					
N_{Ed}	90	kN			
N_{Rd}	4230	kN			
$M_{y,Ed}$	29	kNm			
$M_{y,Rd}$	135	kNm			
$M_{z,Ed}$	9	kNm			
$M_{z,Rd}$	135	kNm			
Interaktionsnachweis					
0.30	<	1		erfüllt	

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Stabilität

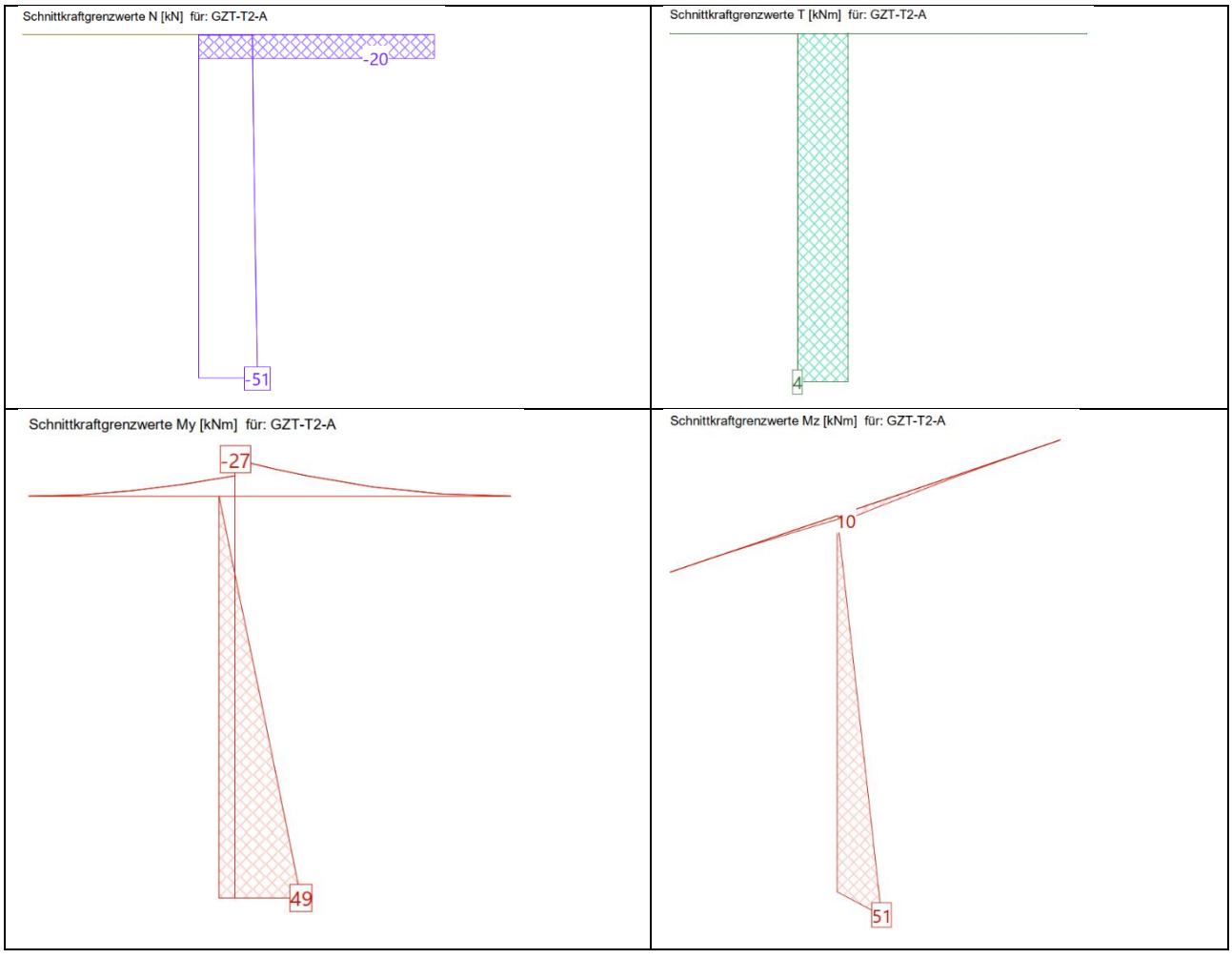
$$\frac{N_{Ed}}{N_{K,Rd}} + \frac{\omega_y}{1-\frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} * \frac{M_{y,Ed}}{M_{D,Rd}} + \frac{\omega_z}{1-\frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} * \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1.0$$

ωy	0.64	
ωz	0.69	
Knicken		
X_K	0.60	
$N_{k,Rd}$	2557	kN
N_{cr}	5577	kN
Kippen		
X_K	1	
$M_{D,Rd}$	135	

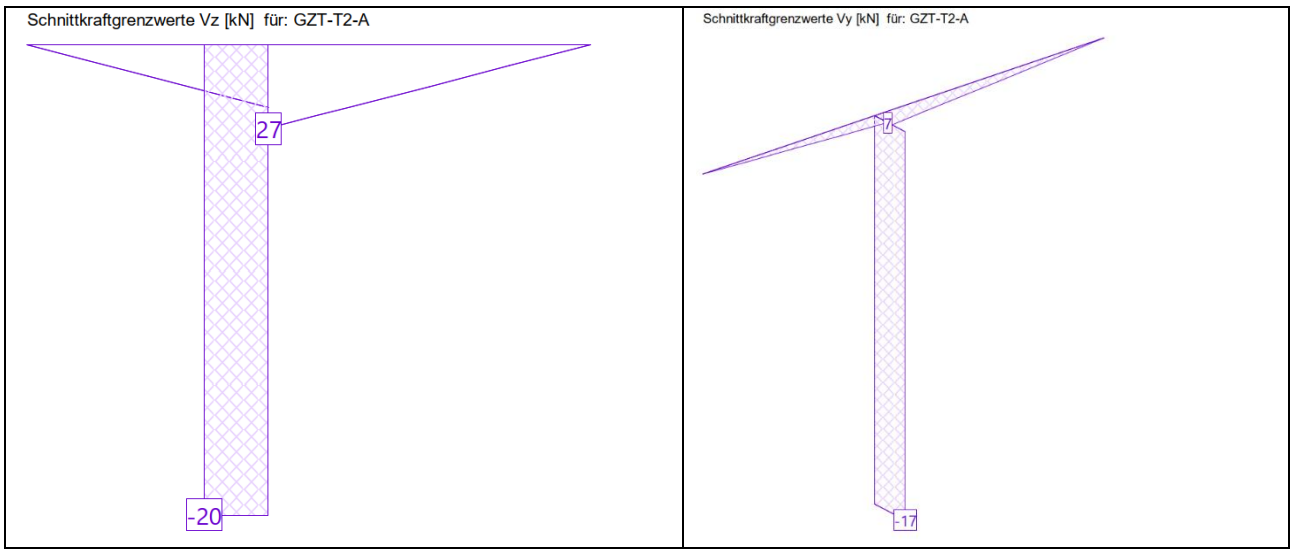
Interaktionsnachweis

0.22 < 1

Aussergewöhnliche Überprüfungssituation: Schnittkräfte



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Fazit:

Die Auflagerlasten in der Erdbeben-Bemessungskombination sind bei der Standard-Kreuzstütze größer als die aus der andauernden und vorübergehenden Überprüfungssituation

Erdbeben muss berücksichtigt werden bei:

- Am Stützfuss der Standartkreuzstütze
- Beim Anschluss der Kreuzstütze in das Fundament

Der Nachweis für die Kreuzstütze S235 ist erfüllt

Kreuzstütze 300x300x30					
Querschnittswerte					
A [mm^2]	18900		b/t	5.0	
Iy [mm^4]	9.05E+07		QK	1	
Iz [mm^4]	9.05E+07		fy	235	N/mm^2
ys	150				
zs	150				
Quertkraftbedingung					
V_{Ed}	<	0.5 V_{Rd}			
26	<	641	[kN]	erfüllt	
keine Reduzierung des Biegewiderstandes infolge Querkraft nötig					
Festigkeit					
$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1.0$					
N_{Ed}	51	kN			
N_{Rd}	4230	kN			
$M_{y,Ed}$	49	kNm			
$M_{y,Rd}$	135	kNm			
$M_{z,Ed}$	51	kNm			
$M_{z,Rd}$	135	kNm			
Interaktionsnachweis					
0.75	<	1		erfüllt	

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Stabilität

$$\frac{N_{Ed}}{N_{K,Rd}} + \frac{\omega_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} * \frac{M_{y,Ed}}{M_{D,Rd}} + \frac{\omega_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} * \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1.0$$

ωy	0.70	
ωz	0.60	
Knicken		
X_K	0.60	
$N_{k,Rd}$	2557	kN
N_{cr}	5577	kN
Kippen		
X_K	1	
$M_{D,Rd}$	135	

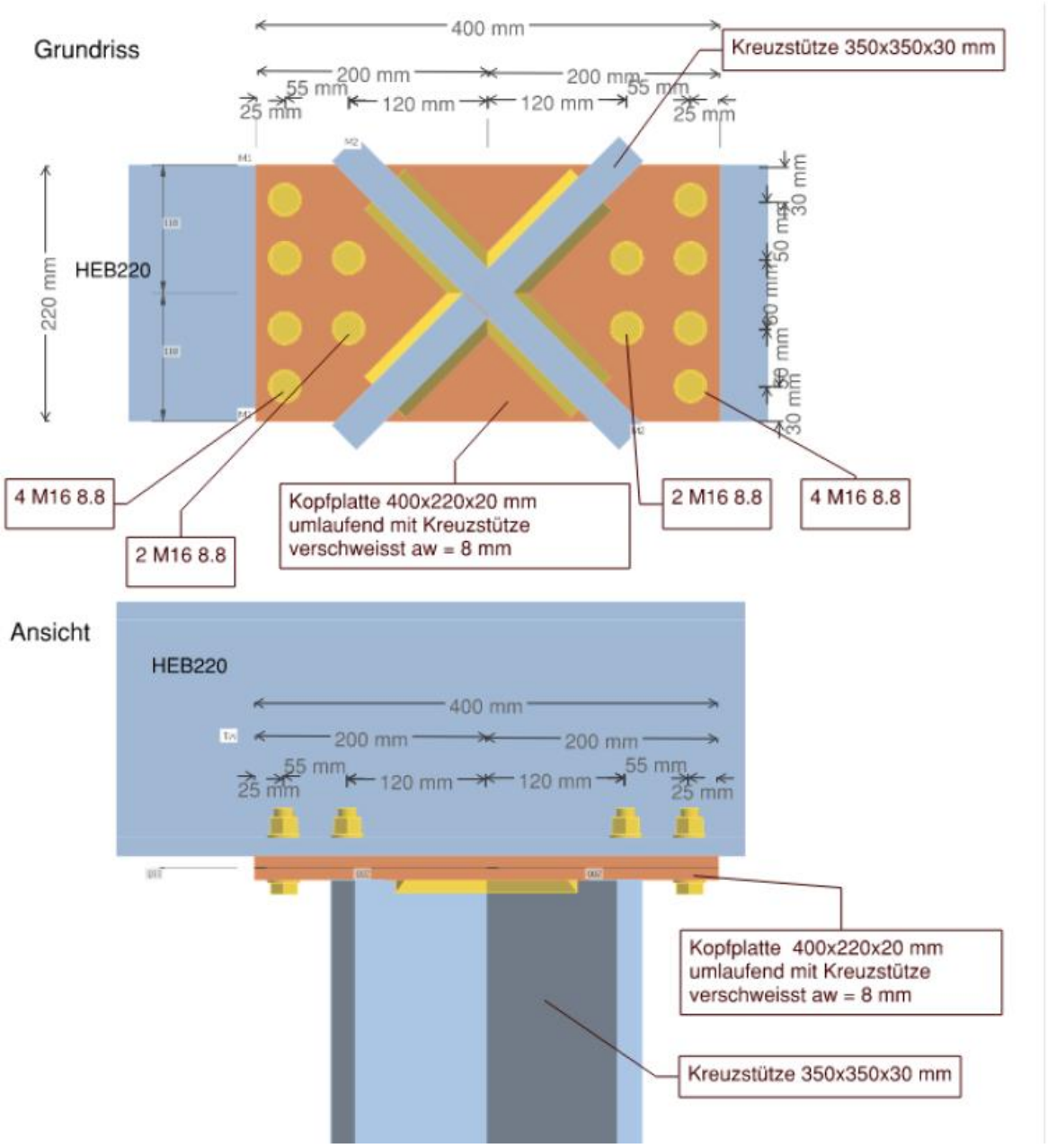
Interaktionsnachweis

0.50 < 1

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

6.3. Anschlüsse

6.3.1. Anschluss HEB-Träger an Standard-Kreuzstütze



Andauernd und vorübergehende Einwirkung (an Stützenkopf, lokale Schnittgrößen)

N_{ed} = -11/-85 kN (Druck, nicht weiter beachtet)

$V_{y,ed}$ = 3 kN + M_T/b = 3kN + 2kNm/0.295m = 10 kN

$V_{z,ed}$ = 2 kN

$Z_{,ed}$ = $M_{y,ed}$/h = 27 kNm/0.295m = 91.5 kN

$M_{z,ed}$ = 0 kNm

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Aussergewöhnliche Einwirkung (an Stützenkopf, lokale Schnittgrößen)

N_{ed} = -50 kN (Druck, nicht weiter beachtet)

$V_{y,ed}$ = 17 kN + M_T/b = 17kN + 4kNm/0.295m = 31 kN

$V_{z,ed}$ = 20 kN

$Z_{,ed}$ = $M_{y,ed}$/h = 12 kNm/0.295m = 41 kN

$M_{z,ed}$ = 0 kNm

Schraubanschluss

Maximale Zugkraft: $Z_{ed} = 91.5\ kN$ auf 6 Schrauben

Maximale Scherkraft: $S_{ed} = 31\ kN$ auf 12 Schrauben

M16 8.8

Abscheren: $F_{v,Rd} = 77.2\ kN$ $\rightarrow \eta = \frac{2.6\ kN}{77.2kN} = 0{,}03$

Lochleibung: $F_{b,Rd} = 87\ kN$ $\rightarrow \eta = \frac{2.6\ kN}{87kN} = 0{,}03$

Zug: $F_{t,Rd} = 90.4\ kN$ $\rightarrow \eta = \frac{15.3\ kN}{90kN} = 0{,}17$

Kombination: $\rightarrow \eta = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1{,}4 * F_{t,Rd}} = 0{,}16$

- Gewählt: 12x M16, 8.8

Flanschbiegung HEA 220 nach T-Stummel-Prinzip

e_x = 55mm

m = 25 mm

e_1 = 50mm

Modus 1 : Fliessen des Flansches

$l_{eff,cp}$ =4 π m = 314 mm

$l_{eff,nc}$ = 8 m +2,5*55mm = 337 mm

$M_{pl,1,Rd}$ = 0.25*∑ l_{eff} t_f^2 f_y /γ_{M0} = 4.5 kNm

$F_{T,1,Rd} = \frac{4 * M_{pl,1,Rd}}{m} = 720\ kN$

Modus 2: Versagen der Schraube mit Fliessen der Flansche

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

$l_{eff,cp}$ = 2 π m + 2 e_1 = 225 mm

$l_{eff,nc}$ = 4 m +1,25 e_x+e_1 = 218 mm

$M_{pl,2,Rd}$ = 0.25*∑ l_{eff} t_f^2 f_y /γ_{M0} = 3,1 kNm

$$F_{T,1,Rd} = \frac{2*M_{pl,2,Rd}+n*4*F_{t,Rd}}{m+n} = 305\ kN$$

Maximale Zugkraft: $Z_{ed} = 132.2\ kN$

$$\rightarrow \eta = \frac{91\ kN}{305\ kN} = 0{,}3$$

Plattenbiegung

Die Platte ist dicker und die Verbindungmittel näher am Querschnitt, daher ist die Flanschbiegung (siehe oben) maßgebend.

Schweißnaht

Last wird abhängig von der Richtung von einem Schenkel des Kreuzes abgetragen. Von dem, der parallel zur horizontalen Last verläuft.

Maximale Zugkraft: $Z_{ed} = \frac{M_{y,ed}}{x} = \frac{27\ kNm}{0{,}1m} = 270\ kN$

Maximale Scherkraft: $V_{y,ed}$ = 31 kN

$V_{z,ed}$ = 20 kN

Resultierende F_{Ed} = 272 kN

$F_{Ed} \leq a\ \Delta L\ f_w/\gamma_{M2}$ = 8mm *400mm* 306N/mm^2/1.25 = 783 kN

$F_{Ed} \leq s_{min}\ \Delta L\ f_s/\gamma_{M2}$ = 8mm*√2 *400mm * 188N/mm^2/1.25 = 680 kN

PV: a = 8 mm i.O.

Längen der Schweissnaht wurde aus dem Bild rausgemessen, genügend genau.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

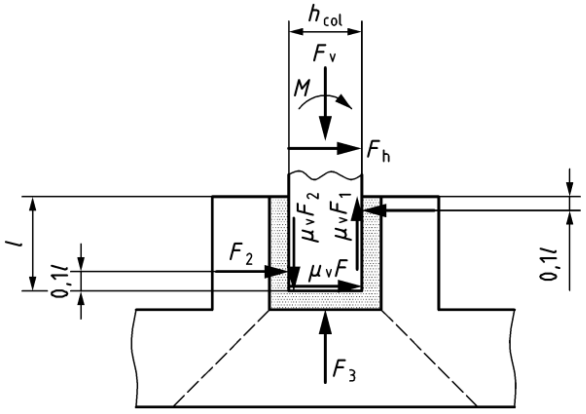
6.3.2. Anschluss Kreuzstütze an Fundament

Auflagerkräfte aus den 2 Bemessungssituationen

Andauernde und vorübergehende Bemessungssituation	Aussergewöhnliche Bemessungssituation
F_x = 2.4 kN F_y = 3.1 kN F_z = 91 kN M_x = 9 kNm M_y = 29 kNm M_z = 2 kNm	F_x = 20.5 kN F_y = 17 kN F_z = 51.2 kN M_x = 51 kNm M_y = 49 kNm M_z = 4 kNm

Nachweis der Stützen-Einbindung

- Einbindetiefe in das Fundament
  Faustregel EC 1992-1-1 13.7.3.3 $l \geq (1.2 – 2)*h$ = 400 - 660 mm
  L = 750 mm i.O.
- Kraftzerlegung H_{oben} und H_{unten}



$H_o = H_u$ = My/ 0.6m = 51 kNm/ 0.6 = 85 kN + Fx (= 20.5 Kn) = 105.5 kN
σ = 105.5 kN/330mm*75mm = 4.3 N/mm² < fcd = 20 N/mm²

Kraftübertrag an den Seitenflächen
μ = 0.3

- Durchstanzen F_z = 52.3 kN
  Nicht massgebend, da Fundament 1.25m tiefe unter der Stütze aufweist.

Durchstanzen		
VRd,c	7023	kN
kr	1.15	
τcd	1.1	N/mm2
dv	1125	mm
u	4919	mm
Näherungsstufe 1		
ψ	0.002	

Stahlbetonnachweise (Bewehrung)

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

7. Blockfundament nach Stecker

Im Verfahren nach Steckner werden die folgenden Nachweise geführt (siehe Abbildung 6):

- Gebrauchstauglichkeitsnachweis (Schiefstellung) α,zul. > α,k
- Tragsicherheitsnachweis (Standsicherheit) MRd > MEd

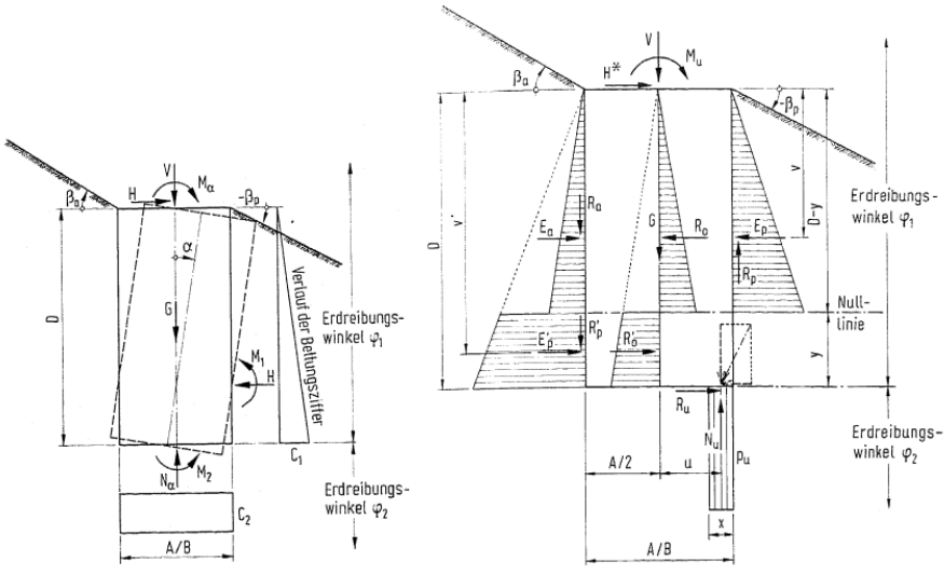


Abbildung 6: Blockfundament nach Steckner, Schiefstellung (links) und Standsicherheit (rechts, Bautechnik 66, 1989)

Auflagerkräfte aus den 2 Bemessungssituationen

Andauernde und vorübergehende Bemessungssituation	Aussergewöhnliche Bemessungssituation
F_x = 2.4 kN	F_x = 20.5 kN
F_y = 3.1 kN	F_y = 17 kN
F_z = 91 kN	F_z = 51.2 kN
M_x = 9 kNm	M_x = 51 kNm
M_y = 29 kNm	M_y = 49 kNm
M_z = 2 kNm	M_z = 4 kNm

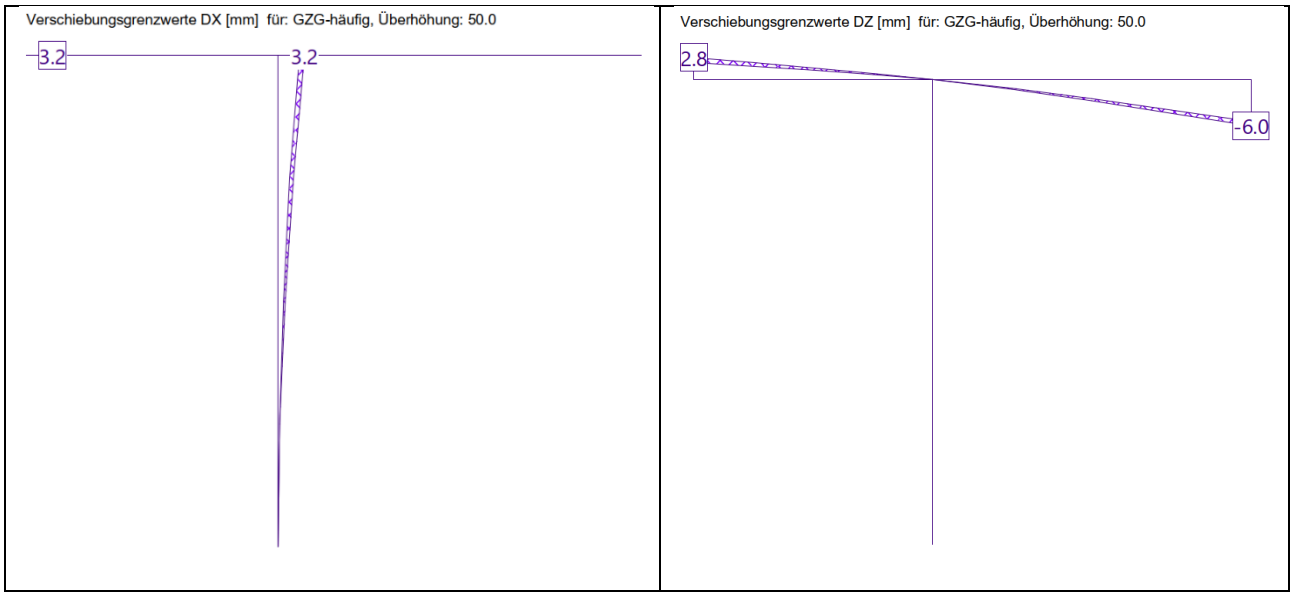
Vergleich mit den Eingaben in DC-Fundamente ist plausibel.

Nachweis des Blockfundamentes gem. Stecker in der Statik des PV ist i.O.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

8. Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Durchbiegung und Auslenkung des T-Rahmens aus dem Statik-9



Horizontale Auslenkung der Kreuzstütze

Lastfall häufig	u = 3.2 mm ≤ h/300 = 9 mm	i.O.

Durchbiegung, der 2 Kragarme des Trägers HEB 220

Lastfall häufig (duktiles Verhalten)	w = 6.0 mm ≤ l/350 = 5.9 mm	nicht erfüllt
Lastfall häufig (duktiles Verhalten)	w = 2.8mm ≤ l/350 = 4.4 mm	i.O.
Lastfall quasi-ständig (Aussehen)	w = 5.6 mm ≤ l/300 = 6.8 mm	i.O.

Die Durchbiegung des Trägers HEB 220 ist auf einer Seite knapp nicht eingehalten. Dies wird dem PV mitgeteilt.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Beilage B

Nr.	Thema / Stichwort	Auszug aus der Doku. des PV	Kommentar des SV: B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Forderung / R: Redaktionelle Anpassung	
Nutzungsvereinbarung, 31 Juli 2026				
2	**Allgemeine Ziele für die Nutzung**			
~~2.1.1~~	~~Projektbeschrieb~~		~~R~~	~~Es sind 7 Stahlrahmenkonstruktionen, nicht 8 (siehe Planausschnitt im Kap. 2.1.4)~~
~~2.1.4~~	~~Objektspezifische Angaben~~		~~R~~	~~Anzahl Stützen: 7~~
~~2.4~~	~~Abgrenzung~~		~~E~~	~~Ergänzen mit dem Fahrleitungsmasten auf der anderen Gleisseite~~
2.5.4	Auf- und Nutzlasten		F	Hier ist eine vollständige Liste der Lasten gefordert Die zugehörigen Lastangaben können in der Projektbasis aufgeführt werden.
3	**Grundlagen**			
~~3.2/ 3.3~~	~~Gesetzliche Grundlagen/ Normen~~		~~F~~	~~Ergänzen mit - PHI Version 2.2 (2023) - BLT-Richtlinien - Norm SIA 179 «Befestigungen in Beton und Mauerwerk»~~
4	**Umfeld und Drittanforderungen**			
			~~B~~	~~Grundwasserstand (PB Kap. 3.3) und die Schutzzone ergänzen~~
7	**Schutzziele und Sonderrisiken**			
~~7.1~~	~~Aussergewöhnliche Einwirkungen~~		~~B~~	~~Welche organisatorischen und baulichen Massnahmen sind beim Brandschutz vorgesehen? Wo sind diese definiert?~~
	~~Erdbeben~~		~~E~~	~~BWK II, BWK I ist i. O.~~
~~7.6~~	~~Akzeptierte Risiken~~		~~F~~	~~Anprall ist als akzeptiertes Risiko zu ergänzen. Brand ist ev. (gem 7.1) als akzeptiertes Risiko zu ergänzen~~

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Nr.	Thema / Stichwort	Auszug aus der Doku. des PV	Kommentar des SV: B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Forderung / R: Redaktionelle Anpassung	
Projektbasis, 31 Juli 2026				
Es gelten dieselben Kommentare wie in der Nutzungsvereinbarung				
2	**Grundlagen**			
			R	Es wird auf Kapitel in der NV verwiesen werden, welche dort nicht aufgeführt sind (Bsp. 2.1.1, 2.1.2, 2.5)
4	**Tragwerkskonzept**			
~~4.3~~	~~Materialisierung~~		~~F~~ ~~R~~	~~Das Projekt hat keine Mikropfähle, Angaben können aus der Tabelle entfernt werden.~~ ~~Stahlqualität S235 mit S355 ersetzten oder ergänzen (Widerspruch zu Statik?).~~
	~~Holzqualität~~	~~«GL24c»~~	~~R~~	~~Gemäss Statik Kap. 6 handelt es sich um GL24h (220x100)~~
5	**Einwirkungen**			
~~5.4~~	~~Aussergewöhnliche Einwirkungen~~	~~Erdbeben~~	~~R~~	~~Widerspruch zu Statik Kapitel 5.3, Statik mit BWK II ist korrekt~~ ~~BWK I wird akzeptiert~~
8	**Bemessungssituationen**			
			~~E~~	~~Lastbeiwerte nach SIA 269/1 für bestehende Bauten sind beim Neubau nicht relevant. Können gelöscht werden.~~
			~~F~~	~~Bei den veränderlichen Einwirkungen fehlt die Nutzlast Kat. H.~~
			~~F~~	~~Mit der Aussergewöhnlichen Bemessungssituation ergänzen (Erdbeben)~~
			~~F~~	~~Fundament, Nachweis Steckner (GZT Typ 2) ergänzen und beschreiben gem. Projektierungsrichtlinie Fahrleitungsmastfundamente.~~
9	**Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit**			
~~9.2.1 + 9.2.2~~	~~Anforderung an neue Bauteile +~~ ~~Massnahmen zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit~~		~~F~~ ~~B~~	~~Anforderungen und Massnahmen sind für alle 3 Materialien (Stahlbau, Betonbau, Holzbau) getrennt aufzulisten.~~ ~~Ergänzen mit Angaben zum Schutz des Holzbaus~~ ~~Verweis auf Anforderungen gemäss PHI ergänzen und berücksichtigen~~ ~~Wieso XF4. Bsp. Beton gem. PHI T3 gefordert mit XF2~~

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

~~9.2.2~~	~~Massnahmen zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit~~		~~F~~	~~cnom = 50 mm Beton direkt gegen das Erdreich (vorbereiteter Untergrund)~~ ~~SIA 262 (2025) 5.2.2.5 resp. gemäss PHI~~ ~~cnom = 40 mm ist nicht zulässig~~
~~9.2.3~~	~~Nutzungszustände / Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit~~		~~E~~	~~Ergänzen mit zulässigen Setzungen~~ ~~Zul. Verformungen der Holzträger und Kragarm Stahlbau~~

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Nr.	Thema / Stichwort	Auszug aus der Doku. des PV	Kommentar des SV: B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Forderung / R: Redaktionelle Anpassung	
Statische Berechnung, 23.07.2026				
Es gelten dieselben Kommentare wie in der Nutzungsvereinbarung und Projektbasis				
~~5.2~~	~~Veränderliche Einwirkungen - Wind~~		~~F B~~	~~Wind: Widerspruch zu Angaben in PB. Werte sind teilweise aus der Geländekategorie III (z=5m) und es steht es wurde die Kategorie IV mit z= 10m verwendet.~~ ~~Empfehlung: Einheitlich Geländekategorie IV verwenden~~ ~~Lastbeiwerte aus der Tabelle ergänzen~~ ~~Wurde der Wind von der Windrichtung 0° und 45° angeschaut und die anderen Richtungen als nicht massgebend berechnet?~~
~~5.2~~	~~Veränderliche Einwirkungen - Schnee~~		~~F~~	~~Wie wurde die Schneelast im Modell berechnet?~~ ~~qks = 0.72kN/m2*4.8m = 3.46 und nicht 4.3 kN/m~~
~~5.3~~	~~Aussergewöhnliche Einwirkungen - Erdbeben~~		~~E~~	~~Es wird empfohlen BWK II anzuwenden (optional).~~
	~~Holzqualität ist GL24h~~	~~«GL24c»~~	~~R~~	~~abweichende Bezeichnung der Holzqualität~~ ~~- Kapitel 6: Nachweis Dach 1: Holzbalkendach~~ ~~- Positionsplan~~ ~~- Plan: Konstruktionsprinzip~~ ~~- Plan: Regeldetail~~
~~6~~	~~Nachweis Dach 1: Holzbalkendach~~		~~F~~	~~Biegenachweis wurde mit 10/22 geführt. Angaben im Positionsplan und den Auflasten (Kap 5.1) ist 10/20. Die Abmessungen überall auf 10/22 korrigieren.~~
~~6~~	~~3-Schichtplatte~~		~~F~~	~~Die Schichtstärken bei der 3-Schichtplatte definieren, Dicke nicht gem. den Holzbautabellen (bspw. t = 21mm zulässig)~~ ~~Nachweis ist zu ergänzen.~~
~~7.4~~	~~Bemessung Kreuzstütze~~		~~F~~	~~Abmessungen der Kreuzstütze sind widersprüchlich:~~ ~~330x330x30 S235 (Positionsplan)~~ ~~350x350x30 S355 (Bemessung Kreuzstütze, Anschlussdetail)~~

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Nr.	Thema / Stichwort	Auszug aus der Doku. des PV	Kommentar des SV: B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Forderung / R: Redaktionelle Anpassung	
~~7.8~~	~~Detailnachweise: Anschluss Kreuzstützenfuss an Fundament~~		~~B~~ ~~F~~	~~Fundament kleiner wie Durchstanzkegel u. a. daher ist der Durchstanznachweis nicht massgebend~~ ~~Mindestbewehrung ist anzugeben. Vermutlich genügt hier allgemein die Mindestbewehrung.~~
~~Allg.~~	~~Gebrauchstauglichkeit~~		~~F~~	~~Es fehlen die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit gem. Projektbasis: SIA 260 Tabelle 3 und 4. Durchbiegung ist beim Kragarm des Trägers HEB 220 knapp nicht eingehalten, jedoch aus Sicht SV akzeptabel.~~
	~~DC Fundamente~~		~~F~~	~~Erdbeben : Begründung warum Nachweis nur in eine Richtung.~~

Nr.	Thema / Stichwort	Auszug aus der Doku. des PV	Kommentar des SV: B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Forderung / R: Redaktionelle Anpassung	
Plan Skizzen				
	Wurden nicht im Detail beurteilt			
~~Allg.~~			~~B~~	~~Bauteilabmessungen und Materialqualitäten sollten über alle Dokumente konsistent sein.~~