



SYSTEMSTATIK

VORDACHSYSTEM PAULI+SOHN GMBH

CP 1510

1714417

Auftraggeber:

Pauli + Sohn GmbH
Eisenstraße 2
51545 Waldbröl

Tragwerksplaner:

Ingenieurbüro Dr. Siebert
Büro für Bauwesen
Gotthelfstraße 24
81677 München

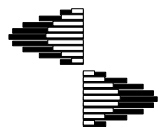
Tel.: 089 924014 10
Fax: 089 924014 19
Email: mail@ing-siebert.de
Web: www.ing-siebert.de

Die statische Berechnung umfasst 44 Seiten, entsprechend 47 Blatt inkl. Deckblatt und Inhaltsverzeichnis. 4 Anlagen mit insgesamt 831 Blatt.

München, den 08.12.2016

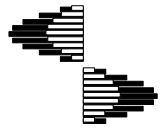
Bearbeiter:

i.A. Dr.-Ing. Tobias Herrmann



Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung zur statischen Berechnung	1
1.1	Technische Erläuterungen	1
1.1.1	Konstruktion und Abmessungen	1
1.1.2	Baurechtliche Aspekte	1
1.1.3	Glasaufbau und Details	1
1.1.4	Lasten	2
1.1.5	Planungsgrundlagen	2
1.2	Maßgebende Bestimmungen und ergänzende Literatur	2
1.3	Verwendete Programme	3
1.4	Baustoffe	3
2	Unterlagen / Pläne	4
3	Lastannahmen	10
3.1	Eigenlasten	10
3.2	Wind + Schnee	10
3.3	Lastkombinationen	10
3.3.1	Nachweis der Tragfähigkeit in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation	10
3.3.2	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	10
4	Bemessung Glas	11
4.1	Allgemeines	11
4.1.1	Geometrische Parameter	11
4.1.2	Auflagerbedingungen	12
4.1.3	Schubverbund	13
4.1.4	Lastfälle	13
4.1.5	Auswertepunkte für Spannungen und Festigkeiten	14
4.2	FE Analyse	15
4.2.1	Berechnungsmodell LF 1: 1,0 g nach unten	15
4.2.2	Berechnungsmodell LF 2: 1,0 kPa nach unten	15
4.2.3	Berechnungsmodell LF 3: 1,0 kPa nach oben	16
4.2.4	Auswertestellen	16
4.2.5	Superposition	18
4.3	Ergebnisse	21
4.3.1	$q_{d,abwärts}$ in Abhängigkeit von der Scheibenbreite	24
4.3.2	$q_{d,abhebend}$ in Abhängigkeit von der Scheibenbreite	25
4.3.3	$q_{d,abwärts}$ in Abhängigkeit vom Druckstempelabstand	26
4.3.4	$q_{d,abhebend}$ in Abhängigkeit vom Druckstempelabstand	27
4.4	Bemessungsdiagramme Glas	28
4.4.1	Abwärts	28
4.4.2	Abhebend	29
5	Bemessung Klemmprofil	30
5.1	Allgemeines	30



5.2	Abwärts	31
5.3	Abhebend	32
6	Bemessung Anschluss	34
6.1	Allgemeines	34
6.2	Befestigung auf Stahl-UK mit Senkkopfschraube M10 FK 80	34
6.2.1	Abwärts	35
6.2.2	Abhebend	36
6.3	Befestigung auf Stahlbeton mit Betonsenkschraube Hilti HUS3-CR 8	36
6.3.1	Abwärts	36
6.3.2	Abhebend	38
6.4	Befestigung auf Stahlbeton mit Klebeanker Hilti HIT-HY 200 + HIT –V-R M8	39
6.4.1	Abwärts	39
6.4.2	Abhebend	40
6.5	Befestigung auf Stahlbeton mit Spreizanker Hilti HST3-R M10	41
6.5.1	Abwärts	41
6.5.2	Abhebend	42
7	Bemessungsdiagramme Gesamtsystem	43
	Hinweise	44
	Anlagen	44



1 Vorbemerkung zur statischen Berechnung

1.1 Technische Erläuterungen

1.1.1 Konstruktion und Abmessungen

Die Systemstatik behandelt die Bemessung eines Systems für Ganzglasvordächer. Die Verglasung ist an der wandseitigen Kante eingespannt gehalten durch das Aluminium - Befestigungssystem CP 1510 der Fa. Pauli + Sohn GmbH. Dieses wird wahlweise an einer Stahlbeton- oder Stahlkonstruktion verankert. Die Befestigung an anderen Untergründen ist möglich, aber nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung.

Die Kanten der rechteckigen, ebenen Scheibe sind außerhalb des Klemmprofils frei und ungeschützt. Die Scheiben aus Verbundsicherheitsglas mit SentryGlas-Folie haben eine Breite zwischen 1,4 und 3,0 m. Die auskragende Scheibentiefe (Ausladung) beträgt zwischen 0,9 und 1,1 m.

1.1.2 Baurechtliche Aspekte

Die Konstruktion weicht von den bauaufsichtlich eingeführten technischen Regeln ab. Es ist eine Zustimmung im Einzelfall oder europäisch technische Bewertung einzuholen. In diesem Rahmen ist die Resttragsicherheit der Konstruktion nachzuweisen. Der Nachweis der Resttragsicherheit ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung. Hier erfolgt alleine der Nachweis der Tragfähigkeit der intakten Verglasung unter statischen Einwirkungen in Anlehnung an die Normenreihe DIN 18008.

Die Glasart (VSG aus TVG) benötigt einen Übereinstimmungsnachweis mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ).

Das Vordach ist nicht – auch nicht zu Reinigungs- oder Instandhaltungszwecken – betretbar.

1.1.3 Glasaufbau und Details

Untersuchter Glasaufbau

	8 mm	TVG	
VSG aus	1,52 mm	SG-Zwischenlage	gem. abZ Z-70.3-170 [16]
	8 mm	TVG	

VERFASSER: Ingenieurbüro Dr. Siebert – Büro für Bauwesen Gotthelfstraße 24 – 81677 München – Tel. 089/92 40 14-10 – Fax 089/92 40 14-19		
PROJEKT: Vordachsystem Pauli+Sohn GmbH CP 1510	1714417 08.12.2016	

Lagerung

Belastung abwärts: Linienförmige Klemmung

Belastung abhebend: Linien-/Punktförmige Klemmung, Abstand max. 700 mm

Herausziehen: Bolzen in Bohrung in unterer VSG-Schicht

1.1.4 Lasten

Es werden Einwirkungen nach DIN EN 1991-1 berücksichtigt. Die Lastkombination erfolgt gemäß DIN 18008-1 [1] nach DIN 1055-100:2001-03 [4]. Die Lastannahmen sind in Abschnitt 0 detailliert beschrieben.

1.1.5 Planungsgrundlagen

Siehe Abschnitt 2)

1.2 Maßgebende Bestimmungen und ergänzende Literatur

[1] DIN 18008-1:2010-12 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen

[2] DIN 18008-2:2010-12 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen

[3] DIN 18008-3:2010-12 Glas im Bauwesen – Bemessungs- und Konstruktionsregeln – Teil 3: Punktförmig gelagerte Verglasungen

[4] DIN 1055-100:2001-03, Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung — Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln

[5] DIN EN 1990:2010-12 i. V. m. DIN EN 1990/NA – Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung

[6] DIN EN 1991-1-1 i.V.m. DIN EN 1991-1-1/NA – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau

[7] DIN EN 1991-1-3 i.V.m. DIN EN 1991-1-3/NA – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten

[8] DIN EN 1991-1-4 i.V.m. DIN EN 1991-1-4/NA – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen Windlasten

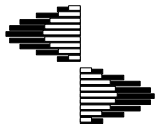
[9] DIN EN 1993-1-1 i.V.m. DIN EN 1993-1-1/NA - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

[10] Siebert, G.; Herrmann, T.; Haese A.; Konstruktiver Glasbau – Grundlagen und Bemessung; Stahlbau Kalender 2007, Ernst & Sohn Verlag, 2007

[11] Siebert, G.; Maniatis I.: Tragende Bauteile aus Glas – Grundlagen, Konstruktion, Bemessung, Beispiele, Verlag Ernst&Sohn, Berlin 2012

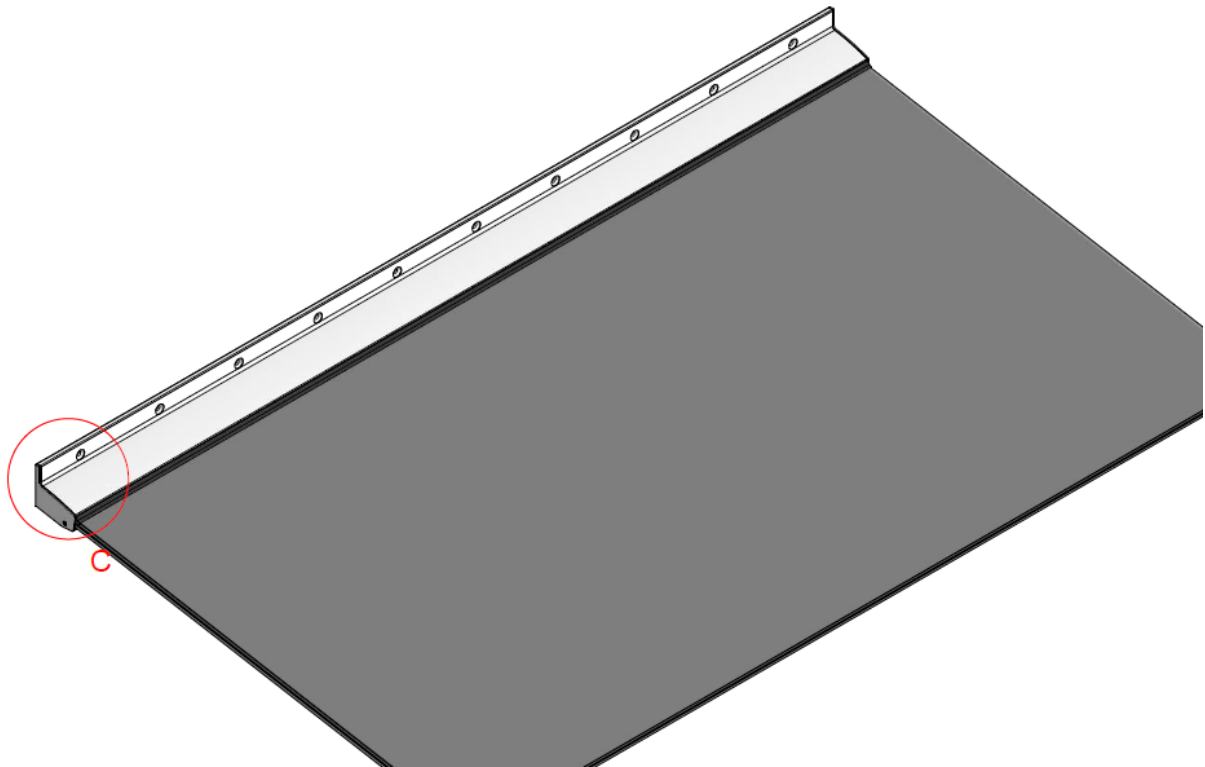
ABSCHNITT: Vorbemerkung zur statischen Berechnung	SEITE 2
POSITION: Maßgebende Bestimmungen und ergänzende Literatur	

VERFASSER: Ingenieurbüro Dr. Siebert – Büro für Bauwesen Gotthelfstraße 24 – 81677 München – Tel. 089/92 40 14-10 – Fax 089/92 40 14-19	
PROJEKT: Vordachsystem Pauli+Sohn GmbH CP 1510	1714417 08.12.2016
[12] DIN EN 1999-1-1 i.V.m. DIN EN 1999-1-1/NA Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln [13] Maniatis I.; Herrmann, T.; Haese A. u.a.; Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken; Stahlbau Kalender 2016, Ernst & Sohn Verlag, 2016 [14] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-30.3-6 vom 20. April 2009 „Erzeugnisse, Verbindungsmittel und Bauteile aus nichtrostenden Stählen“ [15] Europäische Technische Zulassung ETA-98/0001: Hilti Durchsteckanker HST, HST-R und HST-HCR [16] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-70.3-170 vom 15. Dezember 2015 „Verbund-Sicherheitsglas aus SentryGlas SGP 5000 mit Schubverbund“, gültig bis 14. April 2020, DIBt 2015 [17] Tipp 14/09 Grenzschnittkräfte für Schrauben und Gewindestangen aus Edelstahl, Bautechnisches Prüfam, Land Brandenburg 1.3 Verwendete Programme ▪ Mepla 3.5.9 von SJ-Software ▪ MS Excel 2013 1.4 Baustoffe ▪ Glas: VSG aus TVG mit SG-Folie ▪ Trennlagen: EPDM, POM-C ▪ Lagerprofil Aluminium EN AW 6060-T66 Auf eine Verträglichkeit der miteinander in Kontakt kommenden Kunststoffe ist zu achten (z.B. PVB, Silikon, EPDM)!	
ABSCHNITT: Vorbemerkung zur statischen Berechnung POSITION: Verwendete Programme	SEITE 3

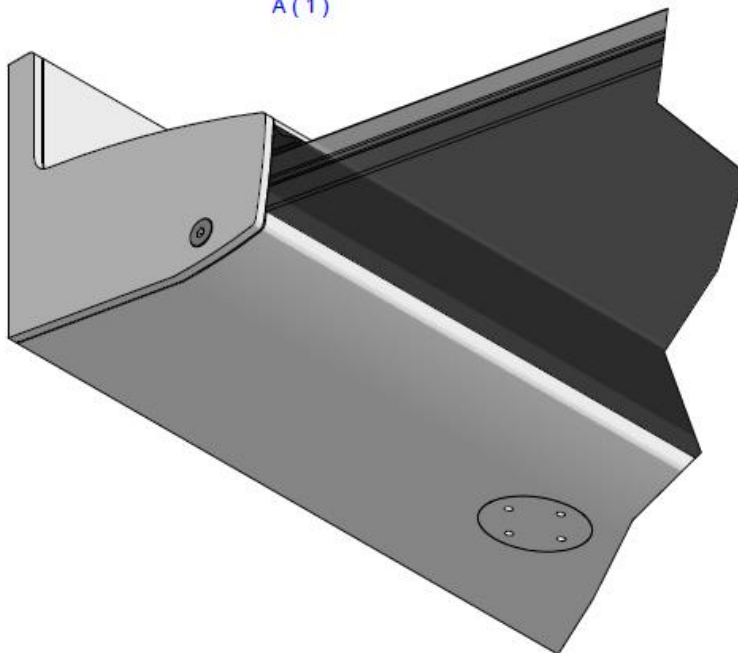


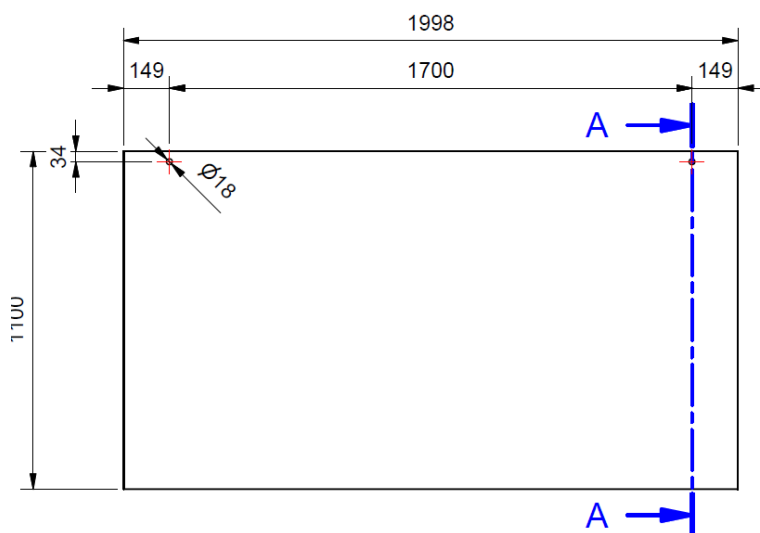
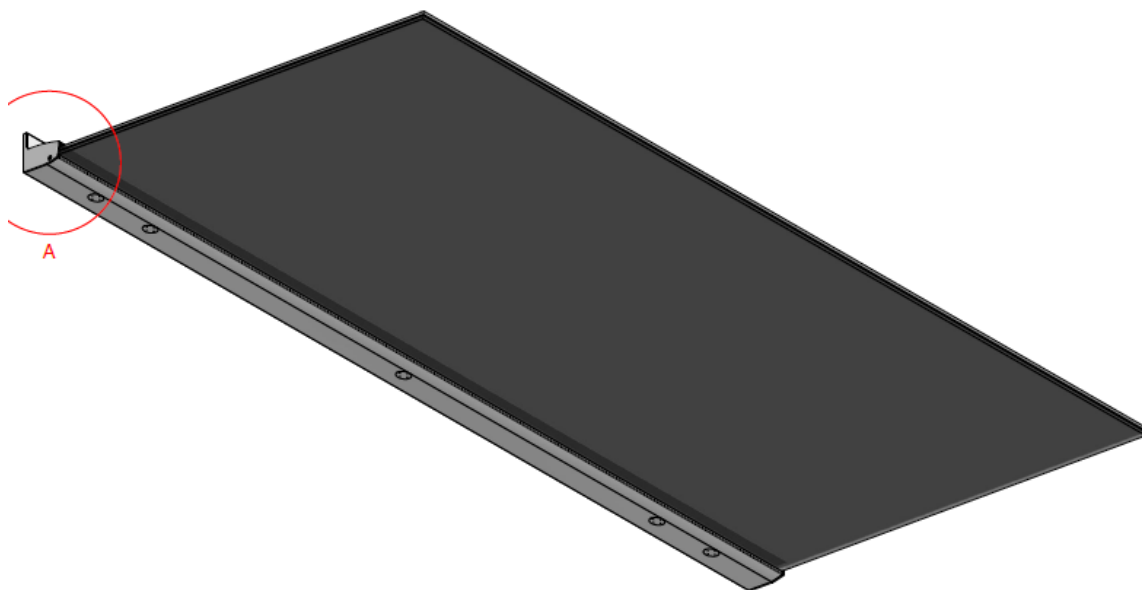
2 Unterlagen / Pläne

Die folgenden Abbildungen zeigen Ausschnitte aus den vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Plänen.



A(1)

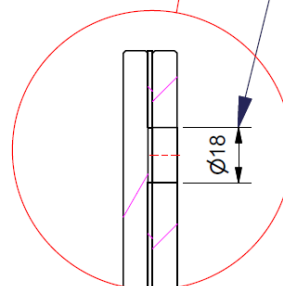




A-A (1 : 20)



Achtung,
 nur eine Scheibe
 gebohrt !!!

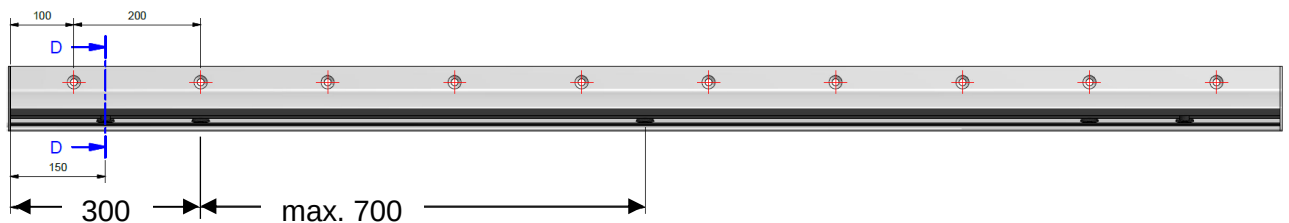
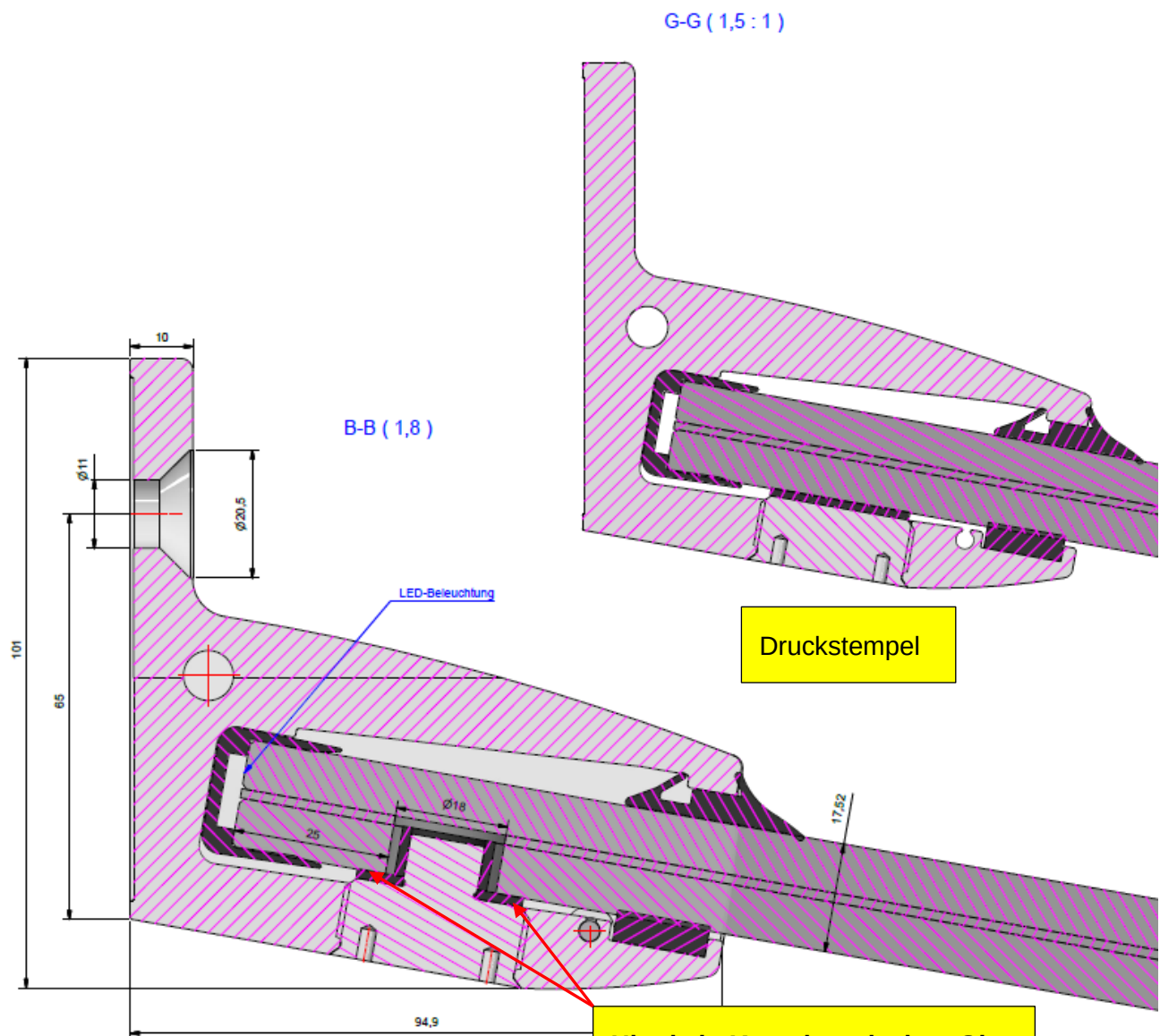


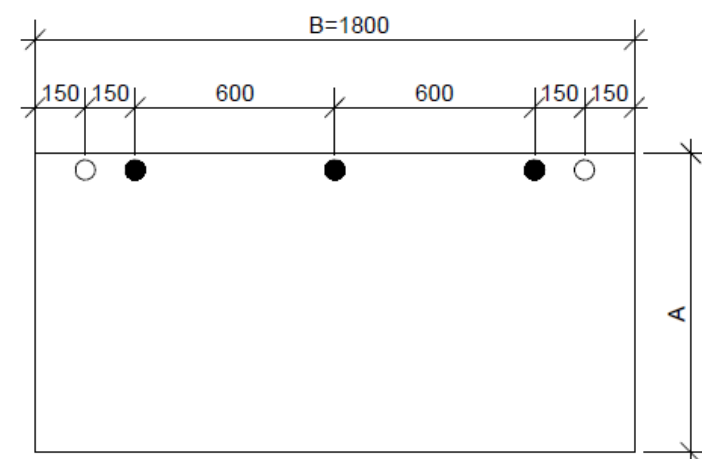
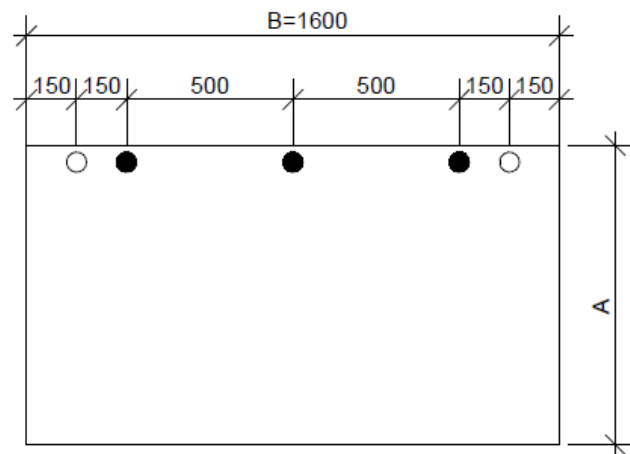
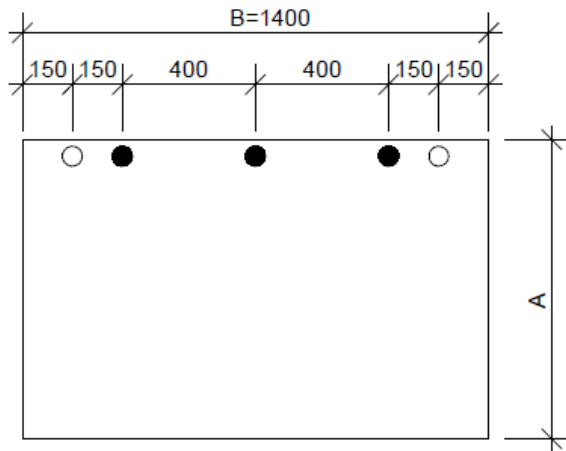
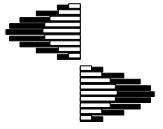
X (1 : 2)

VSG aus 2x8mmTVG/ 1,52mm SG-Folie

2 Bo Ø 18mm (nur eine Scheibe)

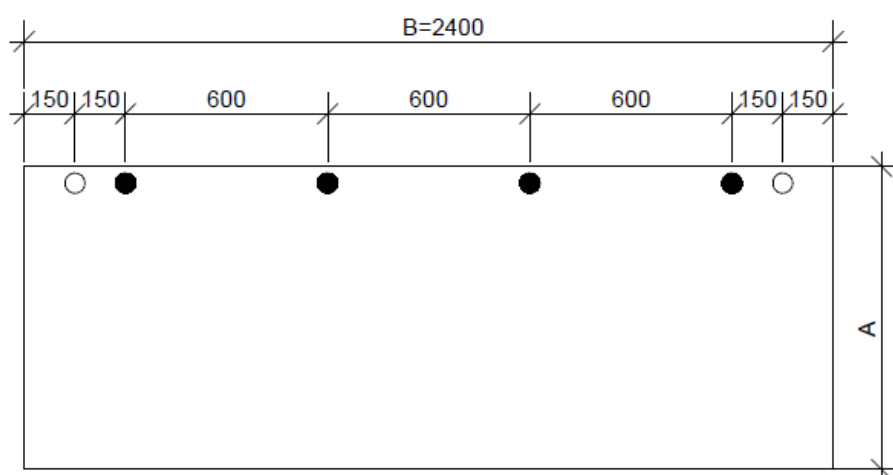
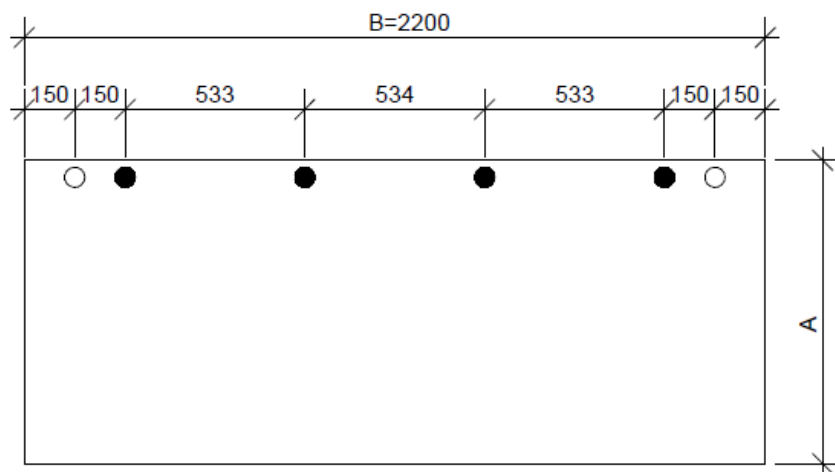
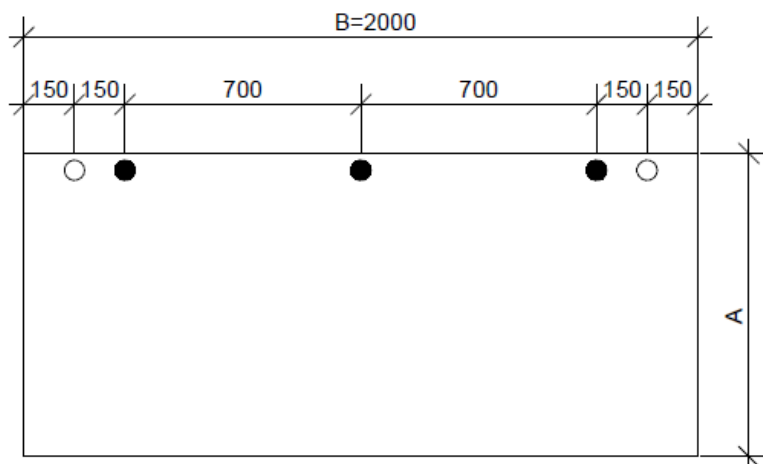
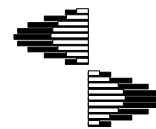
Kanten geschliffen und poliert





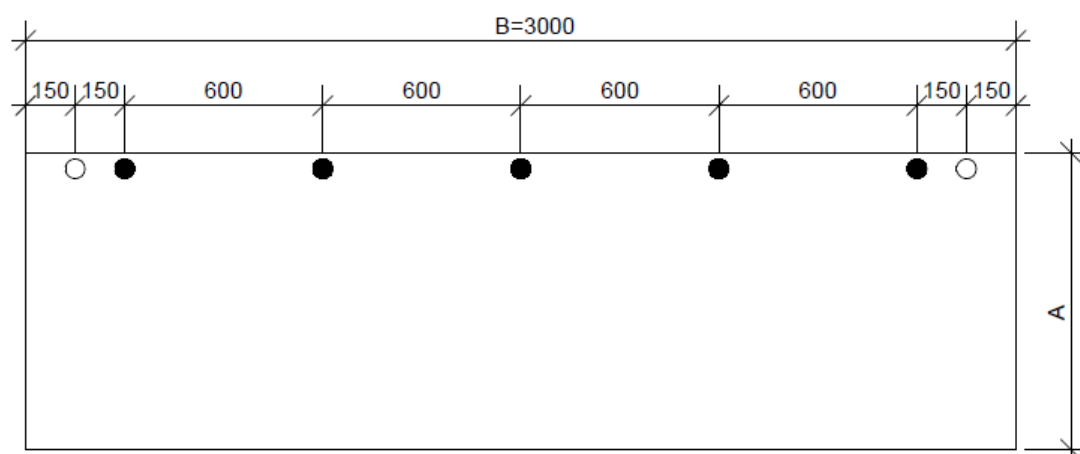
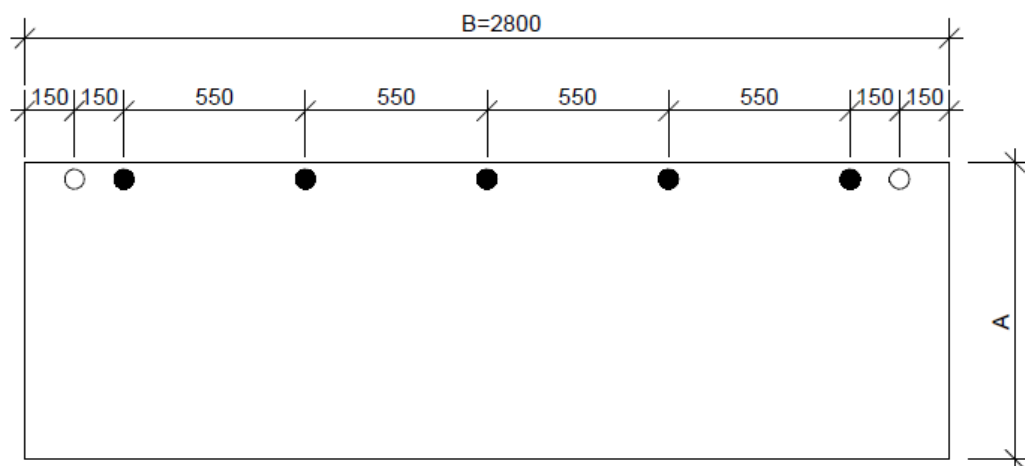
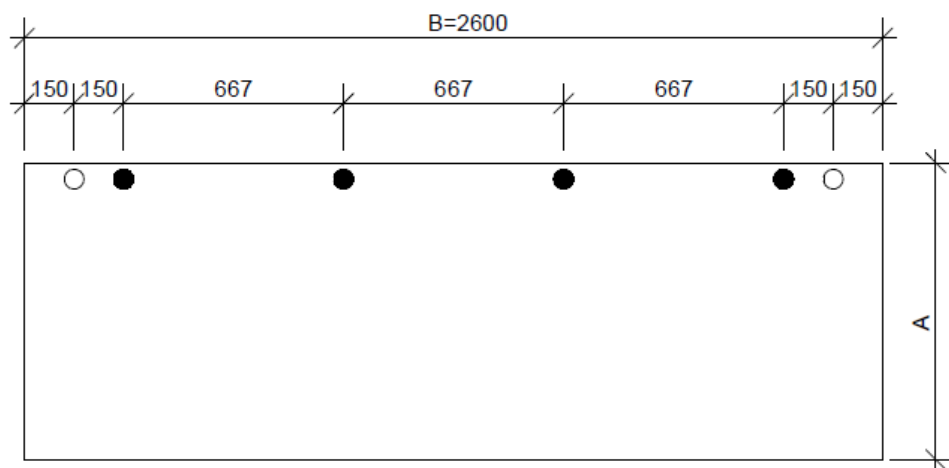
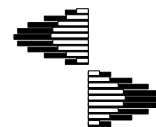
● Druckstempel

○ Sicherung



● Druckstempel

○ Sicherung



● Druckstempel
 ○ Sicherung



3 Lastannahmen

Es wird davon ausgegangen, dass die Scheiben nur durch Wind-, Schnee- und Eigenlast entsprechend Eurocode 1 [1]-[8], belastet werden.

3.1 Eigenlasten

- Glas: $g_k = 0,25 \text{ kN/m}^2\text{cm} \cdot 1,6 \text{ cm} = 0,4 \text{ kN/m}^2$

3.2 Wind + Schnee

Es wird je nach Scheibengeometrie die max. zulässige veränderliche Einwirkung in Richtung nach oben und unten ermittelt. Diese setzt sich aus den Anteilen Wind und Schnee wie folgt zusammen:

$$q_{d,\text{abhebend}} = 1,5 w_{\text{sog}}$$

$$q_{d,\text{abwärts}} = \max.[(1,5 w_{\text{druck}} + 0,75 s), (1,5 s + 0,9 w_{\text{druck}})]$$

Sowohl Wind- als auch Schneelast werden als gleichmäßig über das Vordach verteilt angenommen. Bei ungleichmäßigen Verteilungen sind diese auf die Gesamtfläche zu „verschmieren“.

3.3 Lastkombinationen

3.3.1 Nachweis der Tragfähigkeit in der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation

nach unten gerichtet:

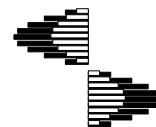
$$1,35 g$$
$$1,35 g + 1,5 s$$
$$1,35 g + 1,5 s + 0,9 w_{\text{Druck}}$$
$$1,35 g + 0,75 s + 1,5 w_{\text{Druck}}$$

nach oben gerichtet:

$$1,0 g + 1,5 w_{\text{sog}}$$

3.3.2 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Es wird kein Nachweis der Durchbiegung geführt. DIN 18008 enthält keine Vorgaben zu derart gelagerten Horizontalverglasungen.



4 Bemessung Glas

4.1 Allgemeines

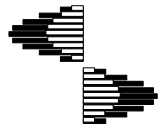
4.1.1 Geometrische Parameter

Folgende Abmessungen in [mm] werden in dieser Systemstatik untersucht, in Kursiv sind die Abstände der Druckstempel angegeben.

Ausladung A	900	950	1000	1050	1100
Breite B					
1400	<i>400</i>	<i>400</i>	<i>400</i>	<i>400</i>	<i>400</i>
1600	<i>500</i>	<i>500</i>	<i>500</i>	<i>500</i>	<i>500</i>
1800	<i>600</i>	<i>600</i>	<i>600</i>	<i>600</i>	<i>600</i>
2000	<i>700</i>	<i>700</i>	<i>700</i>	<i>700</i>	<i>700</i>
2200	<i>533</i>	<i>533</i>	<i>533</i>	<i>533</i>	<i>533</i>
2400	<i>600</i>	<i>600</i>	<i>600</i>	<i>600</i>	<i>600</i>
2600	<i>666</i>	<i>666</i>	<i>666</i>	<i>666</i>	<i>666</i>
2800	<i>550</i>	<i>550</i>	<i>550</i>	<i>550</i>	<i>550</i>
3000	<i>600</i>	<i>600</i>	<i>600</i>	<i>600</i>	<i>600</i>

Da die Lage der Druckstempel mit der Breite der Scheibe variiert, muss auch dieser Parameter untersucht werden.

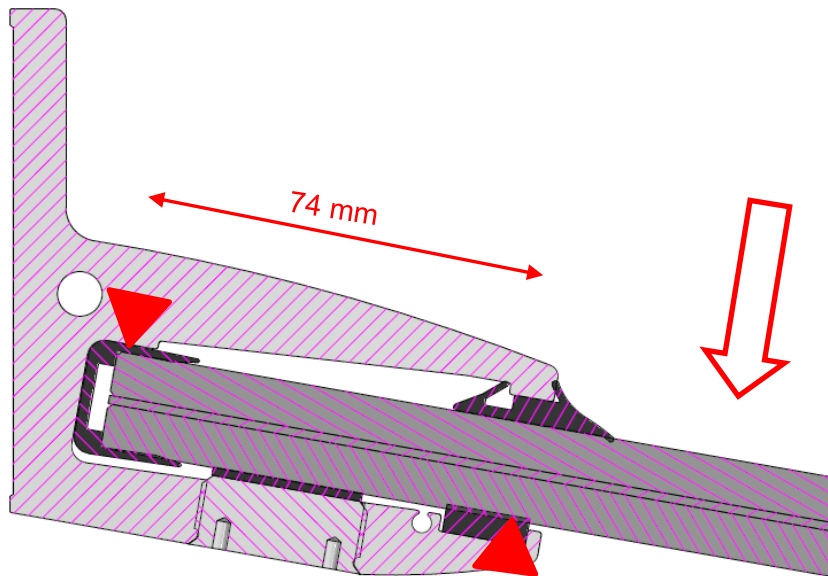
Die geringe Neigung der Scheibe wird auf der sicheren Seite liegend für die Bemessung der Scheibe vernachlässigt.



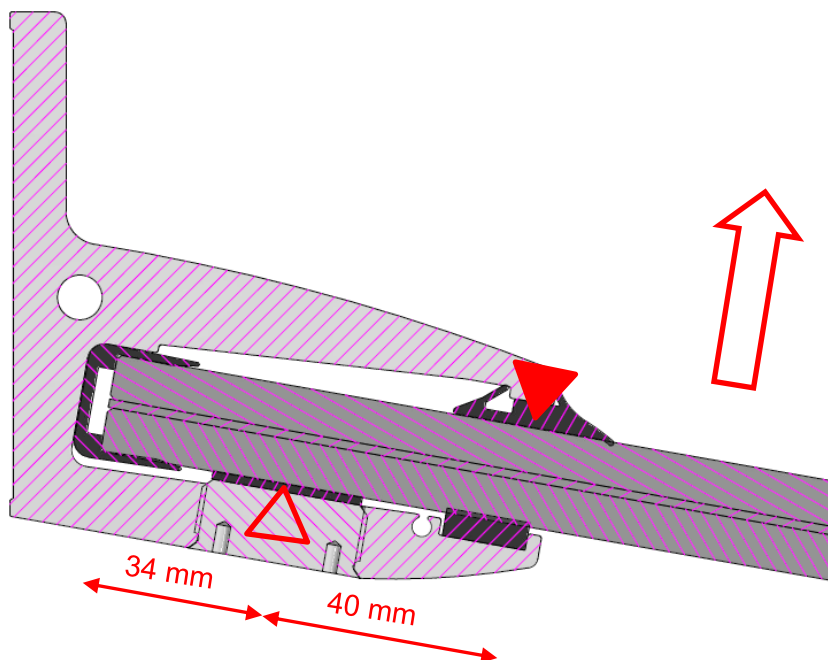
4.1.2 Auflagerbedingungen

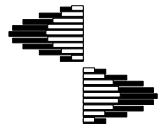
Die Lagerung der Scheibe unterscheidet sich je nach Belastungsrichtung:

abwärts: Linienförmige Klemmung durch zwei linienförmige Lager



abhebend: Teilweise punktförmige Klemmung – Linienlager vorne + Punktlager hinten





4.1.3 Schubverbund

Gem. abZ Z 70.3-170 [16] wird für die Zwischenfolie SG ein Schubmodul für veränderliche Einwirkungen angesetzt. Für Überkopfverglasungen beträgt dieser

Wind und Schnee $G = 60 \text{ MPa}$

Eigengewicht $G = 0 \text{ MPa}$

Tabelle 3: Kennwerte für Einfachverglasungen

Lastfall		Schubmodul G [N/mm ²]	k_{VSG}^{12}	k_{mod}
Überkopf- bereich	Lastfall Schnee	60	1	0,4
	Lastfall Wind und Schnee	60	1	0,7
	Lastfall Eigengewicht	0	1,1	0,25

Die Querdehnzahl ist

$\nu = 0,49$.

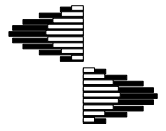
Somit gilt für ein linearelastisches Hooke'sches Material:

$$E = G \cdot 2 \cdot (1+\nu) = 60 \cdot 2 \cdot (1+0,49) = 178,8 \text{ MPa}$$

4.1.4 Lastfälle

Die Lastfallkombinationen müssen aufgrund der unterschiedlichen Schubverbundansätze für die Glasberechnung in die Anteile „G“ und „q“ mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten und Kombinationsfaktoren aufgeteilt werden. Durch die unterschiedlichen Lagerungsbedingungen muss auch eine Aufteilung nach der Belastungsrichtung erfolgen.

LF 1	1,0 g	$G = 0 \text{ MPa}$	nach unten
LF 2	1,0 kPa	$G = 60 \text{ MPa}$	nach unten
LF 3	1,0 kPa	$G = 60 \text{ MPa}$	nach oben



Die resultierenden Spannungen werden mit den entsprechenden Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten zu Bemessungswerten der in Abschnitt 3.3.1 genannten LF-Kombinationen überlagert.

4.1.5 Auswertepunkte für Spannungen und Festigkeiten

Die Auswertung muss an verschiedenen Stellen der Scheibe erfolgen, da sich die Lage der Extremstellen aufgrund der für Druck und Sog unterschiedlichen statischen Systeme unterscheidet. Zudem liegen die Bohrungen weniger als 80 mm vom Rand entfernt. Daher müssen für diese die Bemessungswerte der Tragfähigkeit von Floatglas angesetzt werden. Damit verbunden ist die Aufschlüsselung der LFK nach Einwirkungsdauer und dem Ansatz der entsprechenden k_{mod} Werte.

Ungestörter Bereich

TVG: $f_k = 70 \text{ MPa}$

$$R_d = k_{VSG} \cdot f_k / \gamma_M = \begin{array}{ll} \text{bei Ansatz Schubverbund } G = 60 \text{ MPa} & R_{d,mv} = 1,0 \cdot 70 / 1,5 = 46,7 \text{ MPa} \\ \text{ohne Schubverbund } G = 0 \text{ MPa} & R_{d,ov} = 1,1 \cdot 70 / 1,5 = 51,3 \text{ MPa} \end{array}$$

Randnahe Glasbohrung – Sicherung gegen Herausrutschen

Die beiden Glasbohrungen in der unteren VSG-Lage dienen der Aufnahme der Sicherungstifte, die die Scheibe gegen das Herausrutschen sichern.

Float: $f_k = 45 \text{ MPa}$

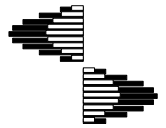
$$R_d = k_c \cdot k_{VSG} \cdot f_k / \gamma_M \cdot k_{mod}$$

$$k_c = 1,8$$

$$k_{VSG} = 1,0 \quad \text{bzw. } 1,1 \text{ bei } G = 0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,8$$

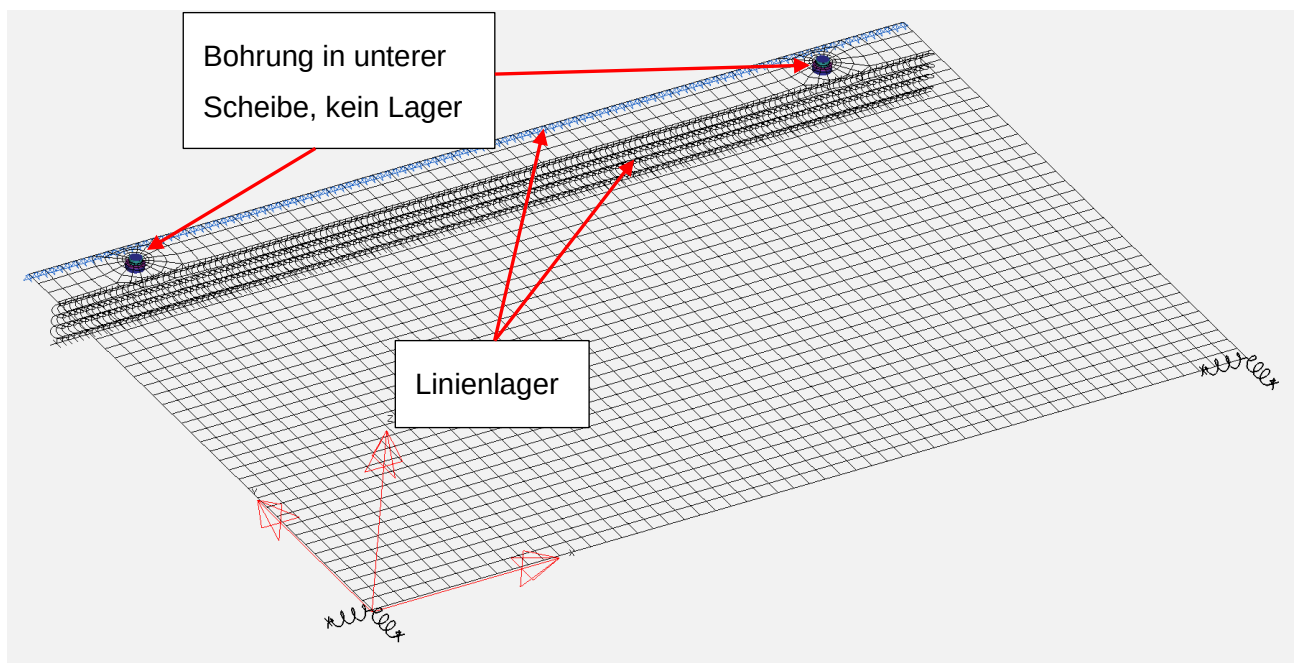
$$k_{mod} = 0,25 \text{ (nur Eigengewicht) bzw. } 0,7 \text{ (LFK mit Wind oder Schnee)}$$



4.2 FE Analyse

4.2.1 Berechnungsmodell LF 1: 1,0 g nach unten

Schicht	Material	E	ν	t	ρ	α_T	ΔT
	TVG	70000.	0.23	8	2.55e-9	1.e-5	0
3	TVG	70000.	0.23	8	2.55e-9	1.e-5	0
2	Sentryglas	0.0002...	0.49	1.52	1.07e-9	8e-5	0
1	TVG	70000.	0.23	8	2.55e-9	1.e-5	0



4.2.2 Berechnungsmodell LF 2: 1,0 kPa nach unten

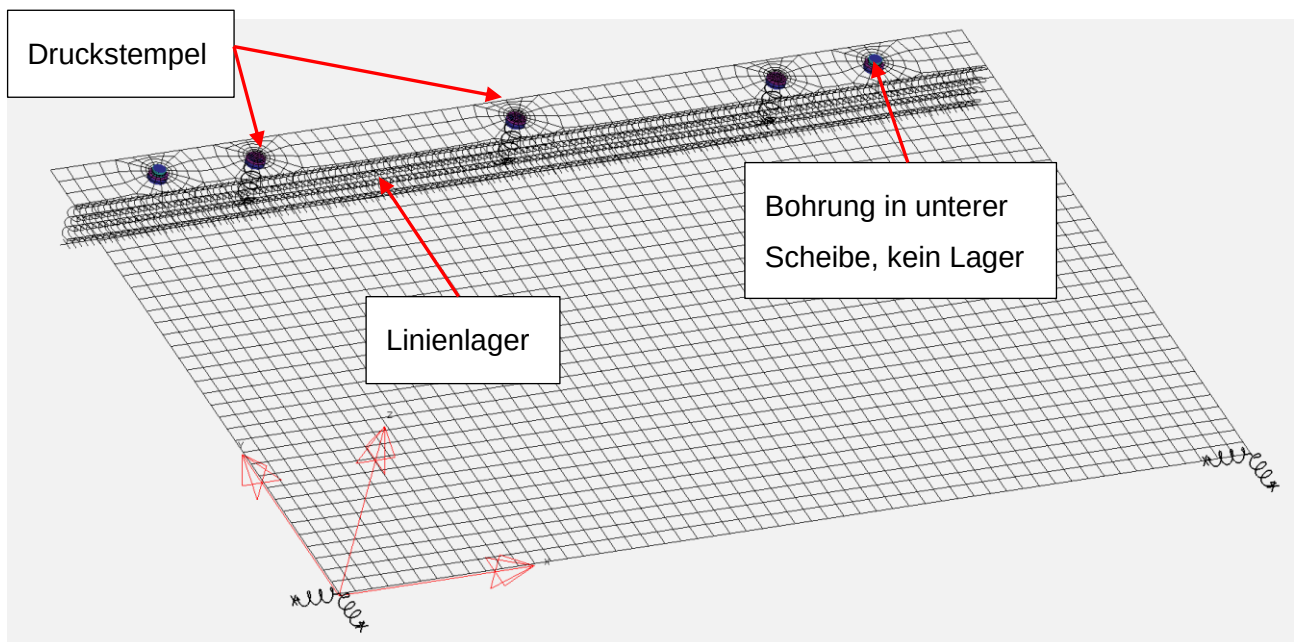
Schicht	Material	E	ν	t	ρ	α_T	ΔT
	TVG	70000.	0.23	8	2.55e-9	1.e-5	0
3	TVG	70000.	0.23	8	2.55e-9	1.e-5	0
2	Sentryglas	178.8	0.49	1.52	1.07e-9	8e-5	0
1	TVG	70000.	0.23	8	2.55e-9	1.e-5	0

FE-Modell wie LF 1 mit Ansatz Schubverbund

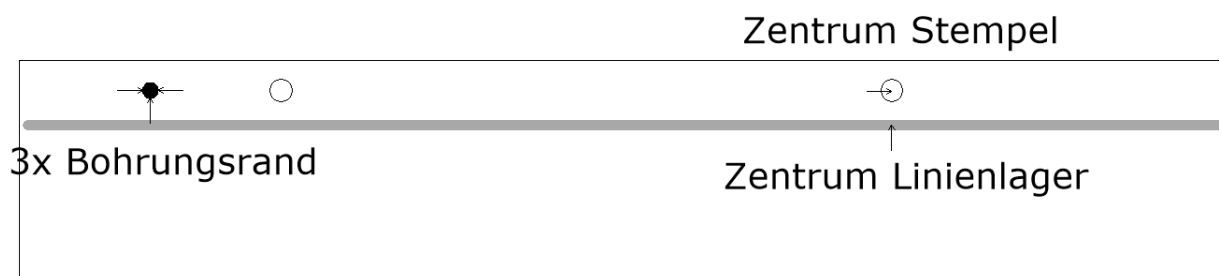


4.2.3 Berechnungsmodell LF 3: 1,0 kPa nach oben

Schicht	Material	E	ν	t	ρ	α_T	ΔT
	TVG	70000.	0.23	8	2.55e-9	1.e-5	0
3	TVG	70000.	0.23	8	2.55e-9	1.e-5	0
2	Sentryglas	178.8	0.49	1.52	1.07e-9	8e-5	0
1	TVG	70000.	0.23	8	2.55e-9	1.e-5	0

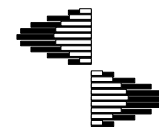


4.2.4 Auswertestellen



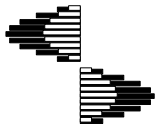
Zudem wird jeweils das Spannungsmaximum der gesamten Scheibe für die Nachweise herangezogen.

Die ausführlichen Berechnungsprotokolle befinden sich in Anlage 1.



Protokoll der lokalen Spannungsauswertung am Beispiel A1100_B3000, LF 1

02Lokale	Verformung und		Spannungen:			
03						
03Paket	x	y	Verformung w		Schicht1,	u
	3 mm	mm	mm	mm	mm	
03Schicht	lf_xx	lf_yy	lf_xy	lf_h+	lf_h-	
	3 N/mmÂ²	N/mmÂ²	N/mmÂ²	N/mmÂ²	N/mmÂ²	
03						
	31	900	1026	-6,68E-04	-3,46E-07	-1,15E-06
	3					
	33	2,32	10,28	0,00E+00	1,03E+01	2,32E+00 (oben)
	33	-2,32	-10,28	0	-2,32	-10,28 (unten)
	32	0	0	0	0	0 (oben)
	32	0	0	0	0	0 (unten)
	31	2,32	10,28	0	10,39	2,32 (oben)
	31	-2,32	-10,28	0	-2,32	-10,28 (unten)
03						
	31	900	1066	1,14E-02	-3,54E-07	-1,18E-06
	3					
	33	1,09	4,76	0,00E+00	4,76E+00	1,09E+00 (oben)
	33	-1,09	-4,76	0	-1,09	-4,76 (unten)
	32	0	0	0	0	0 (oben)
	32	0	0	0	0	0 (unten)
	31	1,09	4,76	0	4,76	1,09 (oben)
	31	-1,09	-4,76	0	-1,09	-4,76 (unten)
03						
	31	150	1057	1,23E-02	-6,65E-07	-1,36E-06
	3					
	33	2,36	7,34	0,00E+00	7,34E+00	2,36E+00 (oben)
	33	-2,36	-7,34	0	-2,36	-7,34 (unten)
	32	0	0	0	0	0 (oben)
	32	0	0	0	0	0 (unten)
	31	0,86	0,03	0	0,86	0,03 (oben)
	31	-0,86	-0,03	0	-0,03	-0,86 (unten)
03						
	31	141	1066	1,16E-02	-6,70E-07	-1,37E-06
	3					
	33	1,61	5,42	1,20E-01	5,42E+00	1,61E+00 (oben)
	33	-1,61	-5,42	-0,12	-1,61	-5,42 (unten)
	32	0	0	0	0	0 (oben)
	32	0	0	0	0	0 (unten)
	31	0,14	7,33	0,01	7,33	0,14 (oben)
	31	-0,14	-7,33	-0,01	-0,14	-7,33 (unten)
03						
	31	159	1066	1,17E-02	-6,58E-07	-1,37E-06
	3					
	33	1,64	5,48	-9,00E-02	5,49E+00	1,63E+00 (oben)
	33	-1,64	-5,48	0,09	-1,63	-5,49 (unten)
	32	0	0	0	0	0 (oben)
	32	0	0	0	0	0 (unten)
	31	0,14	7,45	0	7,45	0,14 (oben)
	31	-0,14	-7,45	0	-0,14	-7,45 (unten)
03						



4.2.5 Superposition

In entsprechenden Excel Tabellen werden die Spannungen der Einheitslastfälle an allen Auswertestellen entsprechend der LFK kombiniert und mit den Bemessungswerten der Tragfähigkeit ins Verhältnis gesetzt. Die veränderlichen Lasten w und s werden je Geometrie so lange variiert, bis sich Ausnutzungen von 100% ergeben.



Exemplarisch A1100_B3000, LFK 1,35g + 1,5s

02Lokale Verformungen und Spannungen:

03					
03Paket	x	y			
	3 mm	mm			
03Schicht	σ_{xx}	σ_{yy}	σ_{xy}	σ_{h+}	σ_{h-}
	3 N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²

	[kN/m ²]	Psi x gamma
w_Druck	0	0
w_Sog	0,55	0
s	1,53	1,5
g	1	1,35
LFK	1,35g + 0w_Druck + 0w_Sog + 1,5s	

03									
Linienlager Mitte	900	1026					Ed	Rd	Ausnutzung
	3								
oberes	10,41	46,54	0,00	46,42	10,41	(oben)	46,54	46,67	100%
TVG	-6,12	-27,79	0,00	-6,12	-27,79	(unten)			
PVB	-0,02	-0,05	0,00	-0,02	-0,05	(oben)			
	0,02	0,05	0,00	0,05	0,02	(unten)			
unteres	6,12	27,79	0,00	27,93	6,12	(oben)			
TVG	-10,41	-46,54	0,00	-10,41	-46,54	(unten)			

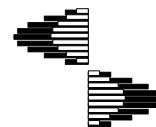
03									
Stempel Mitte	900	1066							
	3								
oberes	4,64	20,22	0,00	20,22	4,64	(oben)	20,22	46,67	43%
TVG	-2,39	-10,49	0,00	-2,39	-10,49	(unten)			
PVB	0,00	-0,02	0,00	0,00	-0,02	(oben)			
	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	(unten)			
unteres	2,39	10,49	0,00	10,49	2,39	(oben)			
TVG	-4,64	-20,22	0,00	-4,64	-20,22	(unten)			

03									
Bohrung 6 Uhr	150	1057							
	3								
oberes						(oben)	6,23	18,00	35%
TVG						(unten)			
PVB						(oben)			
						(unten)			
unteres	6,23	0,13	0,02	6,23	0,13	(oben)			
TVG, gebohrt	-1,23	-0,11	0,00	-0,09	-1,23	(unten)			

03									
Bohrung 9 Uhr	141	1066							
	3								
oberes						(oben)	10,31	18,00	57%
TVG						(unten)			
PVB						(oben)			
						(unten)			
unteres	0,23	10,29	0,11	10,31	0,21	(oben)			
TVG, gebohrt	-0,67	-36,29	-0,04	-0,67	-36,29	(unten)			

03									
Bohrung 3 Uhr	159	1066							
	3								
oberes						(oben)	10,61	18,00	59%
TVG						(unten)			
PVB						(oben)			
						(unten)			
unteres	0,23	10,61	-0,02	10,61	0,23	(oben)			
TVG, gebohrt	-0,67	-36,91	0,05	-0,67	-36,91	(unten)			

max 100%



Die Lastfallkombinationen werden in einer Übersicht zusammengefasst:

Exemplarisch A1100_B3000

w_druck	0
w_sog	0,55
s	1,53
q_d,unten	2,295
q_d,oben	0,825

LFK		k_vsg	k_mod	gamma_M	k_c	R_d,Feld	R_d,Bohrung	Ausnutzung
1,35 g	unten	1,1	0,25	1,8	1,8	51,33	12,38	81%
1,35 g + 1,5 s	unten	1	0,4	1,8	1,8	46,67	18,00	100%
1,35 g + 1,5 w_druck + 0,75 s	unten	1	0,7	1,8	1,8	46,67	31,50	65%
1,35 g + 0,9 w_druck + 1,5 s	unten	1	0,7	1,8	1,8	46,67	31,50	100%
1,0 g + 1,5 w_sog	oben	1	0,7	1,8	1,8	46,67	31,50	100%

Die Bemessungswerte der veränderlichen Einwirkungen ergeben sich aus folgenden Formeln:

$$q_{d,abwärts} = \max(1,5 s + 0,9 w_{druck}; 0,75 s + 1,5 w_{druck})$$

$$q_{d,abhebend} = 1,5 w_{sog}$$



4.3 Ergebnisse

Werden nach obigem Prinzip die berechneten Spannungen aller Geometrien und Lastfälle (5 Tiefen x 9 Breiten x 3 LF = 135 Berechnungen) ausgewertet, ergeben sich die folgenden, **max. zulässigen Bemessungswerte der veränderlichen Einwirkungen q_d in [kN/m²]**:

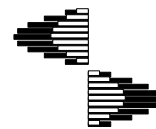
A [mm]	B [mm]	$q_{d,abwärts}$	$q_{d,abhebend}$
2 Druckstempel			
900	1400	3,99	1,58
900	1600	3,98	1,41
900	1800	3,99	1,26
900	2000	4,01	1,11
3 Druckstempel			
900	2200	3,99	1,37
900	2400	4,02	1,25
900	2600	4,02	1,14
4 Druckstempel			
900	2800	4,02	1,34
900	3000	4,05	1,25

A [mm]	B [mm]	$q_{d,abwärts}$	$q_{d,abhebend}$
2 Druckstempel			
950	1400	3,42	1,41
950	1600	3,45	1,26
950	1800	3,45	1,13
950	2000	3,47	0,99
3 Druckstempel			
950	2200	3,45	1,22
950	2400	3,48	1,11
950	2600	3,48	1,02
4 Druckstempel			
950	2800	3,47	1,19
950	3000	3,51	1,11



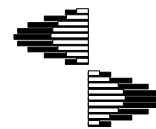
A [mm]	B [mm]	q _{d,abwärts}	q _{d,abhehend}
2 Druckstempel			
1000	1400	2,97	1,28
1000	1600	3,00	1,13
1000	1800	3,00	1,01
1000	2000	3,00	0,90
3 Druckstempel			
1000	2200	3,00	1,10
1000	2400	3,03	1,01
1000	2600	3,03	0,92
4 Druckstempel			
1000	2800	3,00	1,07
1000	3000	3,03	1,01

A [mm]	B [mm]	q _{d,abwärts}	q _{d,abhehend}
2 Druckstempel			
1050	1,40	2,58	1,16
1050	1,60	2,58	1,02
1050	1,80	2,60	0,92
1050	2,00	2,61	0,81
3 Druckstempel			
1050	2,20	2,61	0,99
1050	2,40	2,63	0,90
1050	2,60	2,64	0,83
4 Druckstempel			
1050	2,80	2,61	0,96
1050	3,00	2,64	0,90

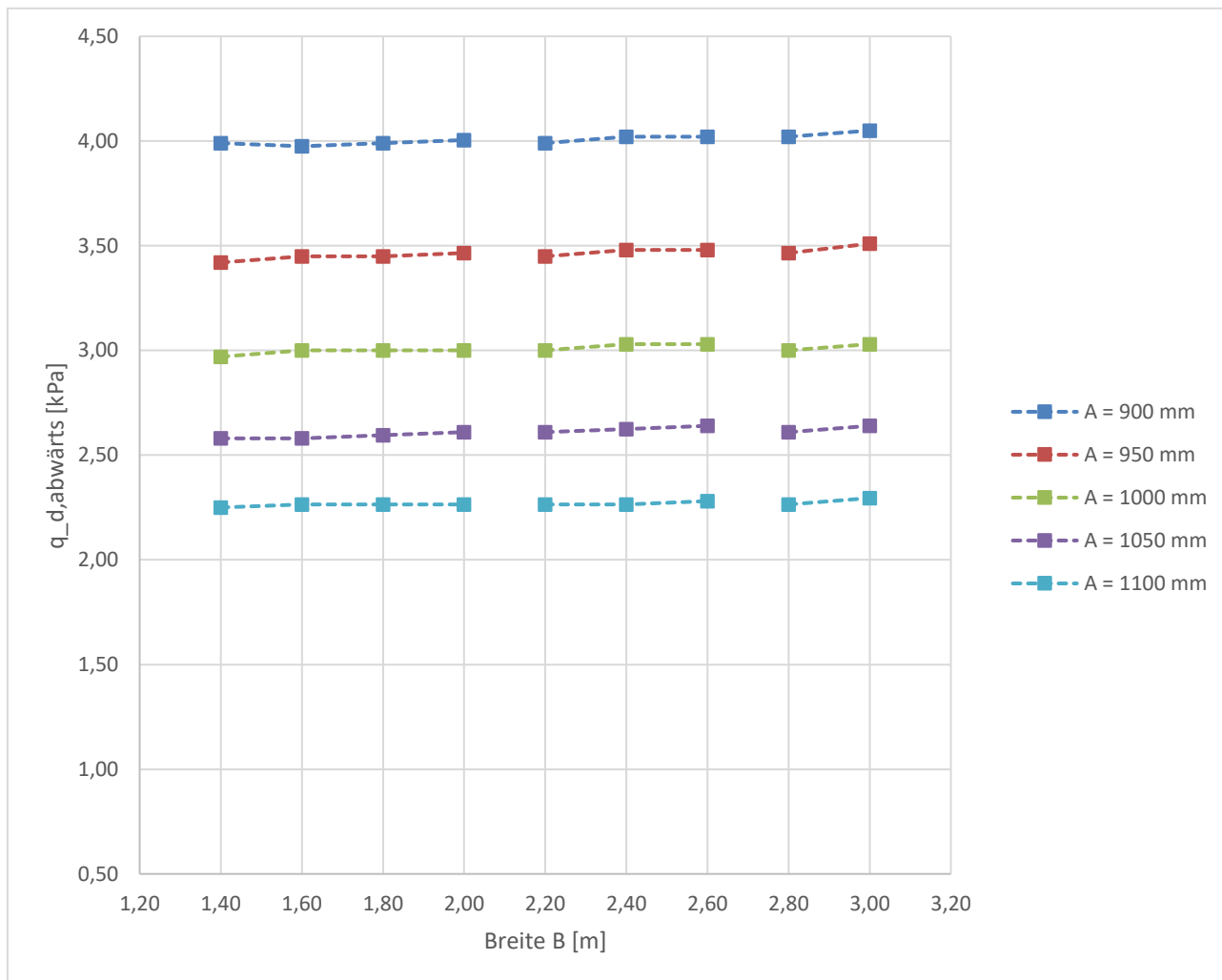


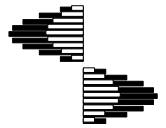
A [mm]	B [mm]	q _{d,abwärts}	q _{d,abhebend}
2 Druckstempel			
1100	1400	2,25	1,04
1100	1600	2,27	0,93
1100	1800	2,27	0,83
1100	2000	2,27	0,74
3 Druckstempel			
1100	2200	2,27	0,90
1100	2400	2,27	0,83
1100	2600	2,28	0,75
4 Druckstempel			
1100	2800	2,27	0,87
1100	3000	2,30	0,83

Die Ergebnisse können in Diagrammform dargestellt werden. Die Sprünge in den Kurven für die abhebenden Lasten sind der unterschiedlichen Anzahl der Druckstempel geschuldet.

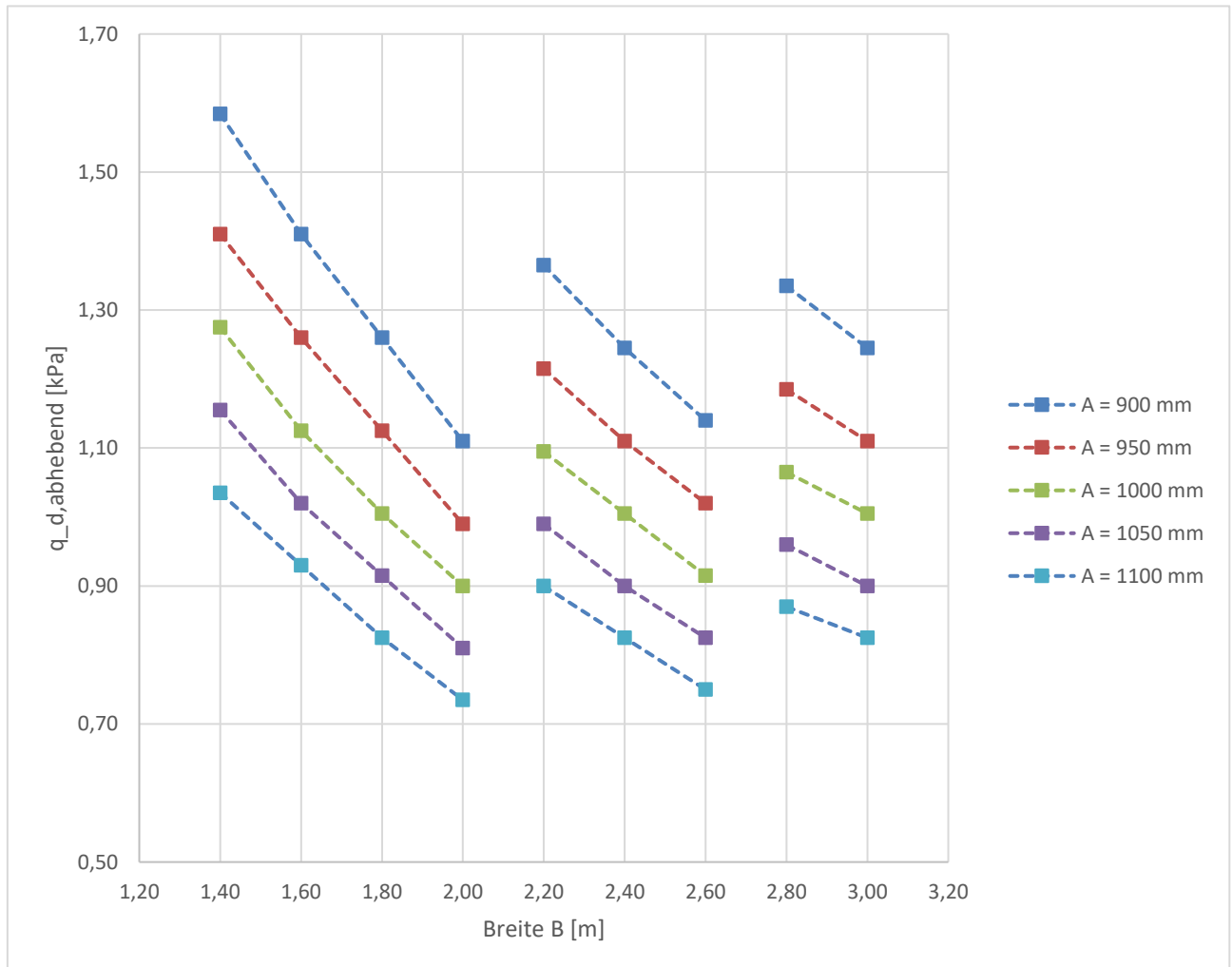


4.3.1 $q_{d,abwärts}$ in Abhängigkeit von der Scheibenbreite





4.3.2 $q_{d,abhebend}$ in Abhängigkeit von der Scheibenbreite

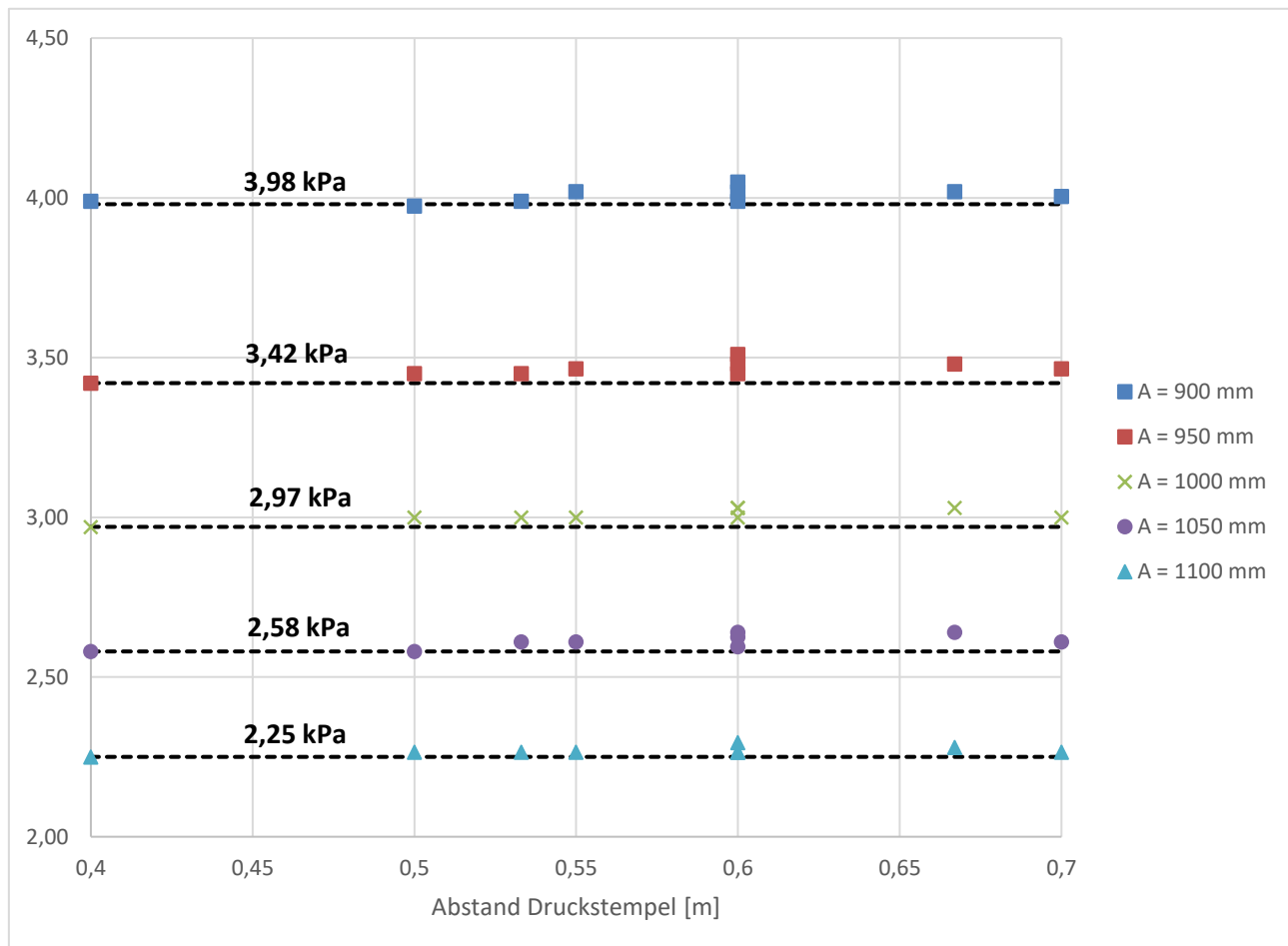


Die Sprünge im Verlauf für die nach oben gerichteten Einwirkungen haben ihre Ursache in der Anzahl und Anordnung der Druckstempel: Je größer der Abstand der Druckstempel, desto größer die Spannungen im Glas und desto kleiner folglich die Tragfähigkeit.

Im nächsten Abschnitt werden die q_d -Werte über den Abständen der Druckstempel aufgetragen.

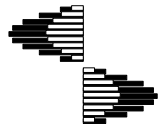


4.3.3 $q_{d,abwärts}$ in Abhängigkeit vom Druckstempelabstand

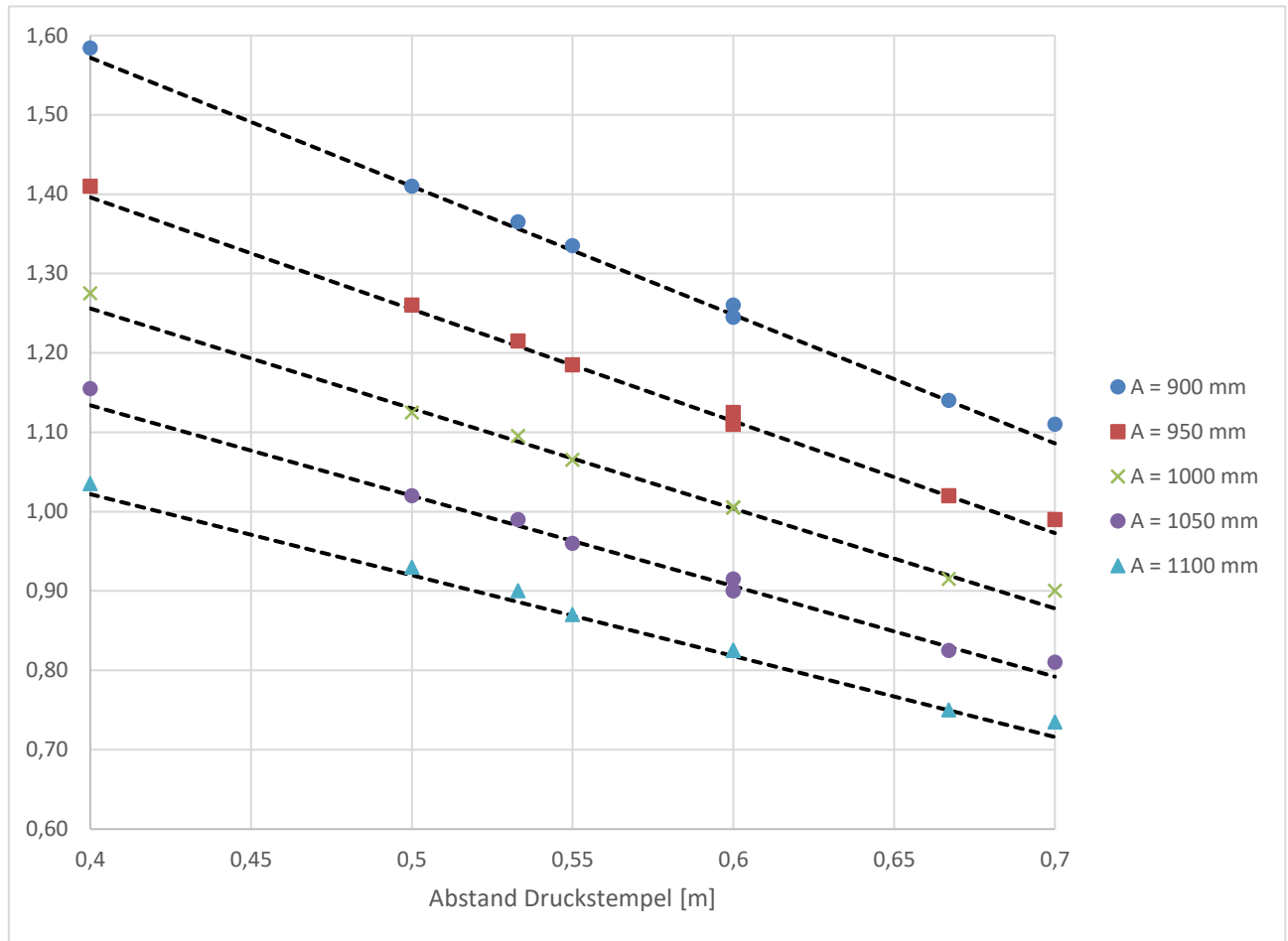


Die gestrichelten Linien stellen konservative, konstante Abschätzungen dar, wie sie für Bemessungsdiagramme sinnvollerweise eingesetzt werden können.

Der Gültigkeitsbereich ist ohne weitere Überprüfung auf den angezeigten Bereich ($a = 0,4$ bis $0,7 \text{ m}$) beschränkt!

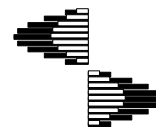


4.3.4 $q_{d,abhebend}$ in Abhängigkeit vom Druckstempelabstand



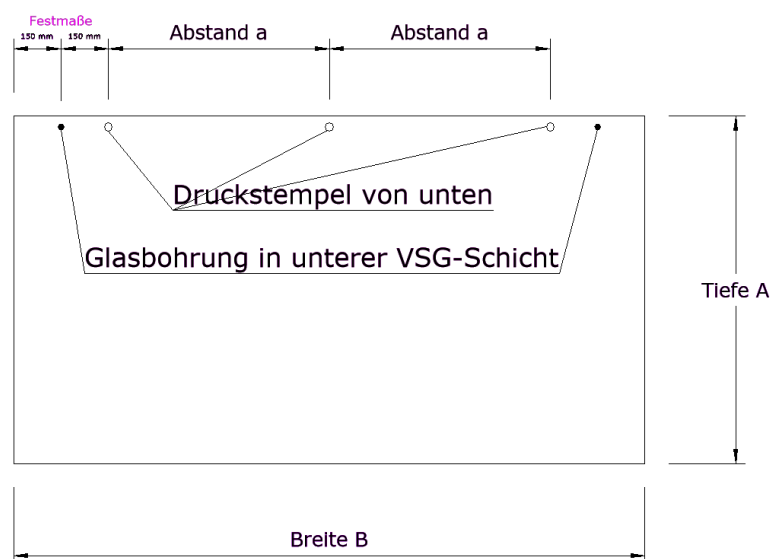
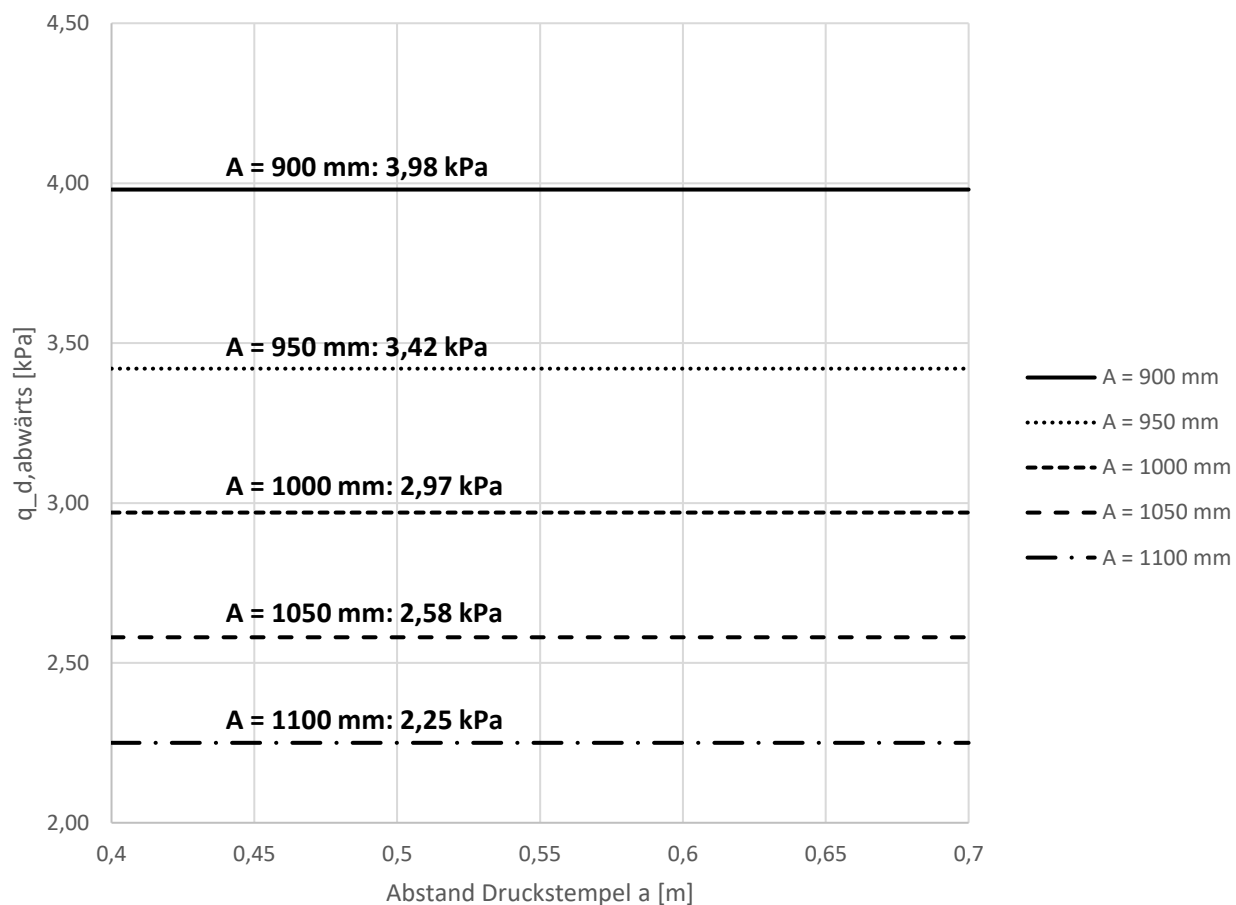
Die gestrichelten Linien stellen konservative, lineare Abschätzungen dar, wie sie für Bemessungsdiagramme sinnvollerweise eingesetzt werden können.

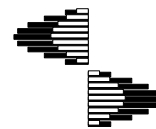
Der Gültigkeitsbereich ist ohne weitere Überprüfung auf den angezeigten Bereich (a = 0,4 bis 0,7 m) beschränkt!



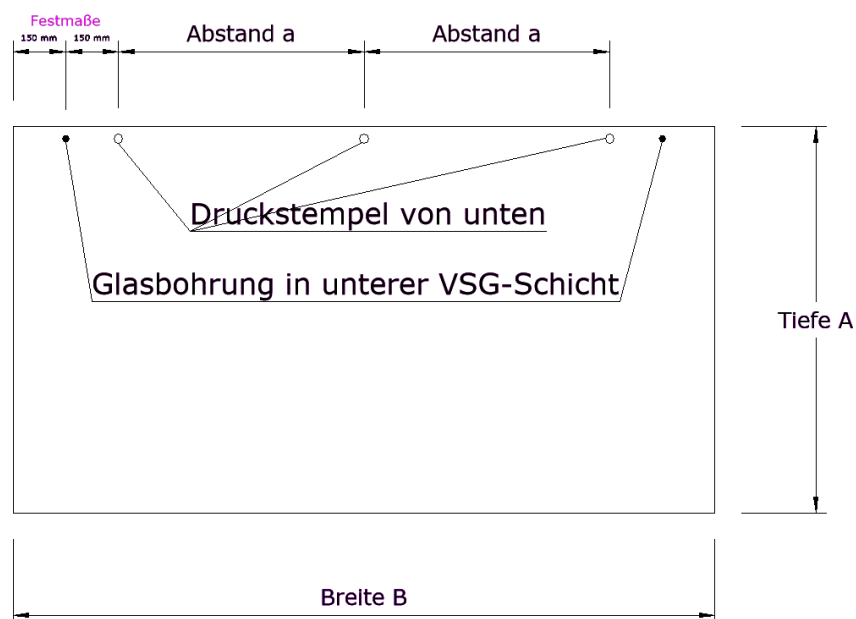
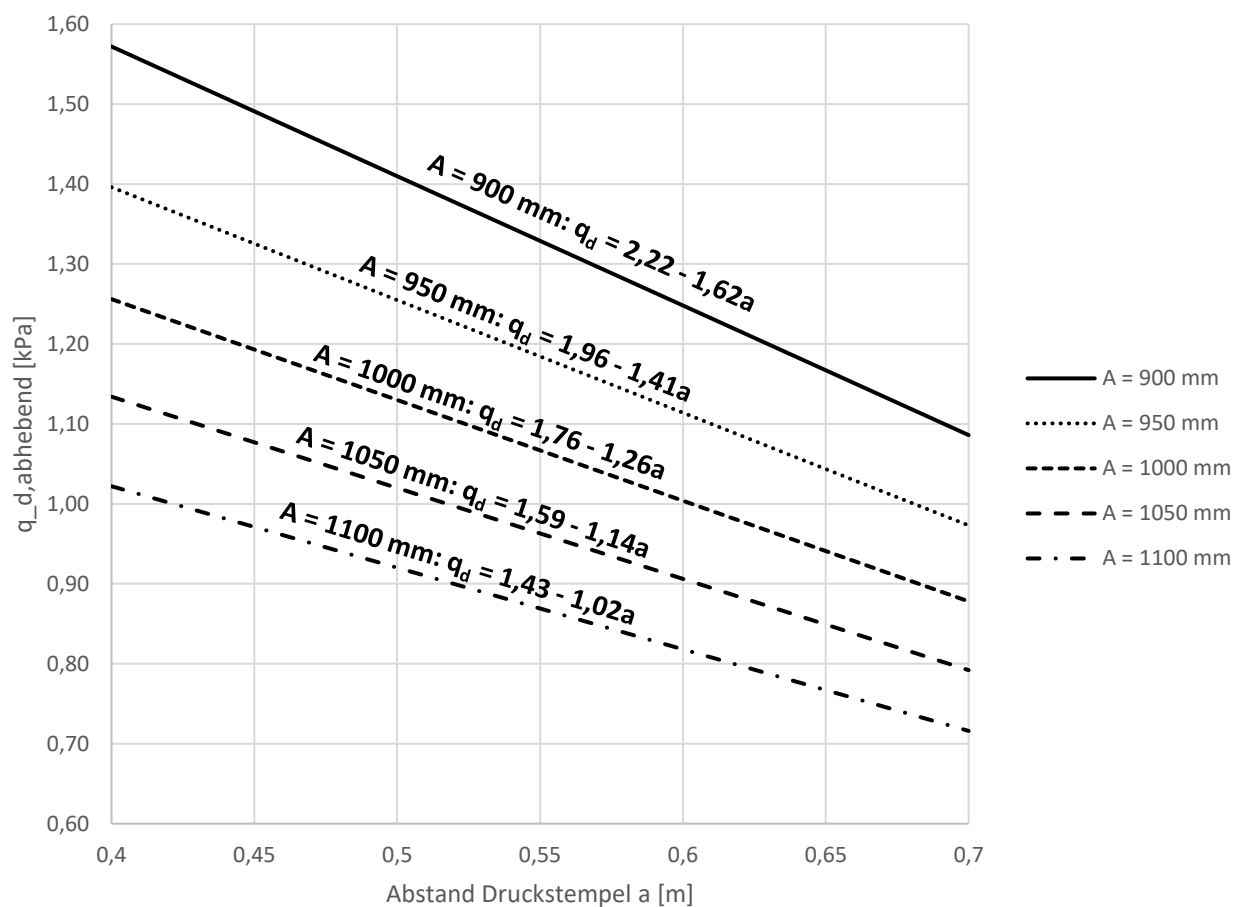
4.4 Bemessungsdiagramme Glas

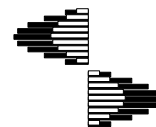
4.4.1 Abwärts





4.4.2 Abheben





5 Bemessung Klemmprofil

5.1 Allgemeines

Das Klemmprofil wird für das gemäß Glasbemessung maximale Biegemoment bemessen. Dieses ergibt sich für die kürzeste Glastiefe $A = 900$ mm:

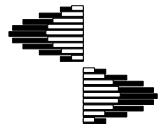
A	max. Moment auf Höhe Glaskante	
	abwärts	abhebend
900	1,83	0,48
950	1,79	0,46
1000	1,76	0,44
1050	1,72	0,42
1100	1,69	0,38

Die Bemessung gilt somit ohne weiteren Nachweis auch für die entsprechend geringeren Tragfähigkeiten (siehe Abschnitte 4.4.1 und 4.4.2) der größeren Glastiefen.

Aluminium EN AW 6060-T66

$f_0 = 150$ MPa

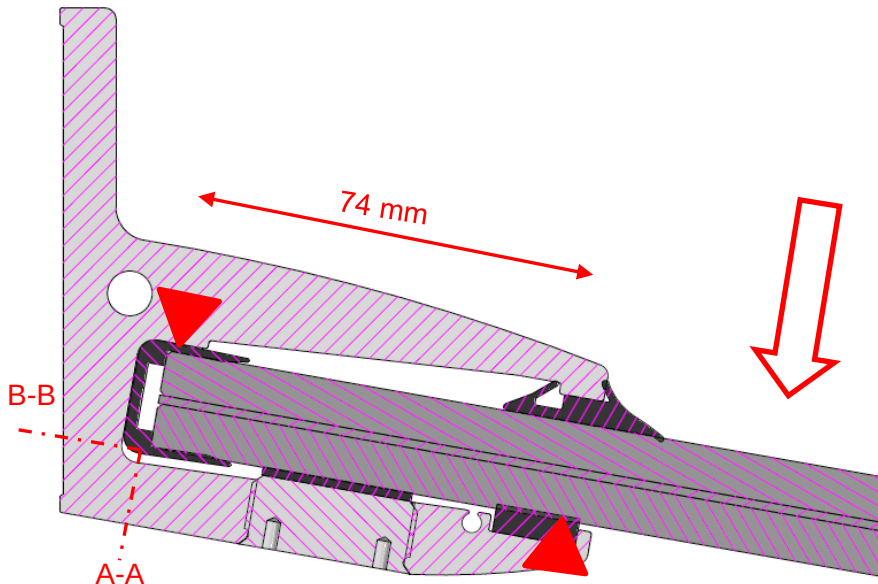
$f_u = 195$ MPa



5.2 Abwärts

A = 900 mm, abwärts:

$$q_{Ed} = 1,35g + q_{d,abwärts} = 1,35 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 3,98 = 4,52 \text{ kPa}$$



$$t_{A-A} = 11 \text{ mm}$$

$$t_{B-B} = 10,5 \text{ mm}$$

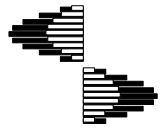
$$M_{Ed,A-A} = q_{Ed} \cdot A^2/2 = 4,52 \cdot 0,9^2/2 = 1,83 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,B-B} = q_{Ed} \cdot (A+0,01)^2/2 = 4,52 \cdot (0,9+0,01)^2/2 = 1,87 \text{ kNm/m (maßgebend)}$$

$$M_{Rd,B-B} = \min \begin{cases} W_{pl} f_0 / 1,1 \\ W f_u / 1,25 \end{cases} = \min \begin{cases} 10,5^2 \cdot 1000/4 \cdot 150/1,1 = 3,75 \text{ kNm/m} \\ 10,5^2 \cdot 1000/6 \cdot 195/1,25 = 2,86 \text{ kNm/m} \end{cases} = 2,86 \text{ kNm/m}$$

Nachweis:

$$M_{Ed} / M_{Rd} = 1,87 / 2,86 = 0,65 < 1,0 \quad \text{i.O.}$$



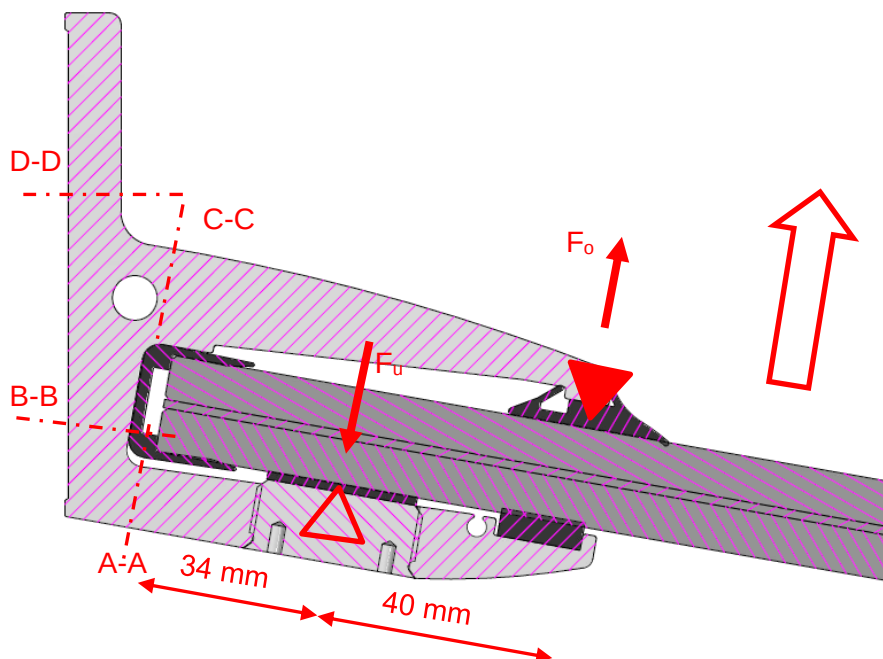
5.3 Abhe bend

$A = 900 \text{ mm}, a = 700 \text{ mm}$ abhe bend: $q_{d,abhe bend} = 2,22 - 1,62 \cdot 0,7 = 1,1 \text{ kPa}$

$A = 900 \text{ mm}, a = 400 \text{ mm}$ abhe bend: $q_{d,abhe bend} = 2,22 - 1,62 \cdot 0,4 = 1,58 \text{ kPa}$

$q_{Ed,a700} = -1,0g + q_{d,abhe bend} = -1,0 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 1,1 = 0,71 \text{ kPa}$

$q_{Ed,a400} = -1,0g + q_{d,abhe bend} = -1,0 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 1,58 = 1,18 \text{ kPa}$



$F_{o,a700} \leq 0,71 \cdot 866 \cdot (826/2) / 40 = 6,4 \text{ kN/m}$

$F_{o,a400} \leq 1,18 \cdot 866 \cdot (826/2) / 40 = 10,6 \text{ kN/m}$

$F_{u,a700} \leq 0,71 \cdot 826^2/2 / 40 \cdot 700 = 4,24 \text{ kN}$

$F_{u,a400} \leq 1,18 \cdot 826^2/2 / 40 \cdot 400 = 4,03 \text{ kN}$

VERFASSER: Ingenieurbüro Dr. Siebert – Büro für Bauwesen Gotthelfstraße 24 – 81677 München – Tel. 089/92 40 14-10 – Fax 089/92 40 14-19		
PROJEKT: Vordachsystem Pauli+Sohn GmbH CP 1510	1714417 08.12.2016	
$M_{Ed,A-A} = 4,24 \cdot 0,035 = 0,15 \text{ kNm}$ mitwirkende Breite gem. [13]: $b_{eff} = D_{Stempel} + 2 \cdot \tan 45^\circ \cdot 0,035 = 0,1 \text{ m}$ $M_{Rd,A-A} = W_{eff} \cdot f_u / 1,25 = 100 \cdot 11^2 / 6 \cdot 195 / 1,25 = 0,315 \text{ kNm}$ Nachweis $M_{Ed} / M_{Rd} = 0,15 / 0,315 = 0,47 < 1,0$ i.O. $M_{Ed,B-B} = 4,24 \cdot 0,045 = 0,2 \text{ kNm}$ mitwirkende Breite: $b_{eff} = D_{Stempel} + 2 \cdot \tan 45^\circ \cdot 0,045 = 0,12 \text{ m}$ $M_{Rd,B-B} = W_{eff} \cdot f_u / 1,25 = 120 \cdot 10,5^2 / 6 \cdot 195 / 1,25 = 0,344 \text{ kNm}$ Nachweis $M_{Ed} / M_{Rd} = 0,2 / 0,344 = 0,56 < 1,0$ i.O. $t_{C-C} = 17 \text{ mm}$ (nicht maßgebend) $t_{D-D} = 9,5 \text{ mm}$ $M_{Ed,D-D} = 10,6 \cdot 0,088 = 0,93 \text{ kNm}$ $M_{Rd,D-D} = W \cdot f_u / 1,25 = (1000 - 1000/200 \cdot 11) \cdot 9,5^2 / 6 \cdot 195 / 1,25 = 2,21 \text{ kNm}$ Nachweis $M_{Ed} / M_{Rd} = 0,93 / 2,21 = 0,42 < 1,0$ i.O.		
ABSCHNITT: Bemessung Klemmprofil POSITION: Abhebend		SEITE 33



6 Bemessung Anschluss

6.1 Allgemeines

Der Anschluss wird für das gemäß Glasbemessung maximale Biegemoment bemessen. Exemplarisch wird die Glastiefe 900 mm gewählt. Die Bemessung gilt aber auch für die entsprechend geringeren Tragfähigkeiten der größeren Glastiefen.

6.2 Befestigung auf Stahl-UK mit Senkkopfschraube M10 FK 80

Grenzzugkräfte $N_{R,d}$ in kN												
Verbindungsmittel	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36	
A_{sch} [cm ²] für $d_{sch}=d_{nenn}$	0,283	0,503	0,785	1,131	2,01	3,14	3,80	4,52	5,73	7,07	10,18	
A_{sch} [cm ²] für $d_{sch}=d_{nenn}+1\text{ mm}$	0,385	0,636	0,95	1,327	2,27	3,46	4,15	4,91	6,16	7,55	10,75	
Spannungsquerschnitt A_{sp} [cm ²]	0,201	0,366	0,580	0,843	1,57	2,45	3,03	3,53	4,59	5,61	8,17	
Faktor k wegen DIN 18800-1 (506)	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Grenzzugkraft: $N_{R,d} = k \cdot \min\{ (A_{sch} \cdot \sigma_{1,R,d}) ; (A_{sp} \cdot \sigma_{2,R,d}) \}$ mit												
$\sigma_{1,R,d} = f_{y,b,k} / (1,1 \cdot \gamma_M)$; $\sigma_{2,R,d} = f_{u,b,k} / (1,25 \cdot \gamma_M)$ und $\gamma_M = 1,1$												
FKI	$f_{u,b,k}$	$f_{y,b,k}$	$\sigma_{1,R,d}$	$\sigma_{2,R,d}$								
	[kN/cm ²]											
	50,0	21,0	17,4	36,4								
50	Gewindeteil allgemein	1,7	3,2	5,0	14,6	27,2	42,5	52,6	61,3	79,7	97,4	141,8
	Schraube in SL-Verbindung ^{a)} ($d_{sch} = d_{nenn}$)	2,5	4,4	6,8	19,6	34,9	54,5	66,0	78,5	99,4	122,7	176,7
	Schraube in SLP-Verbindung ^{a)} ($d_{sch} = d_{nenn} + 1\text{ mm}$)	3,3	5,5	8,2	23,0	39,4	60,1	72,1	85,2	106,9	131,0	186,6
70	70	45,0	37,2	50,9								
	Gewindeteil allgemein	3,7	6,8	10,8	31,4	58,4	91,1	112,7	131,3	170,7	208,6	303,8
	Schraube in SL-Verbindung ^{a)} ($d_{sch} = d_{nenn}$)	5,1	9,3	14,6	42,1	74,8	116,8	141,4	168,2	212,9	262,9	378,5
80	Schraube in SLP-Verbindung ^{a)} ($d_{sch} = d_{nenn} + 1\text{ mm}$)	5,1	9,3	14,8	42,9	79,9	124,7	154,3	179,7	229,0	280,7	399,9
	80	60,0	49,6	58,2								
	Gewindeteil allgemein	5,0	9,1	14,4	41,8	77,9	121,5	150,2	175,0	227,6	278,2	405,1
80	Schraube in SL-Verbindung ^{a)} ($d_{sch} = d_{nenn}$)	5,8	10,6	16,9	49,0	91,3	142,5	176,3	205,4	267,1	326,4	475,3
	Schraube in SLP-Verbindung ^{a)} ($d_{sch} = d_{nenn} + 1\text{ mm}$)	5,8	10,6	16,9	49,0	91,3	142,5	176,3	205,4	267,1	326,4	475,3

d_{nenn} Nenndurchmesser des Gewindes

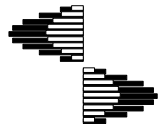
d_{sch} Durchmesser des gewindefreien Schaftes

l_{sch} Länge des gewindefreien Schaftbereiches

a) Die Grenzzugkräfte dieser Zeile gelten nur dann, wenn die Länge des gewindefreien Schaftbereiches mindestens $0,5d_{sch}$ beträgt und wenn in der jeweiligen Verbindung die beim Fließen auftretenden Verformungen zulässig sind.

Abbildung 1 Aus [17], Tragfähigkeit Sechskantschrauben

$N_{R,d} = 14,4 \text{ kN}$



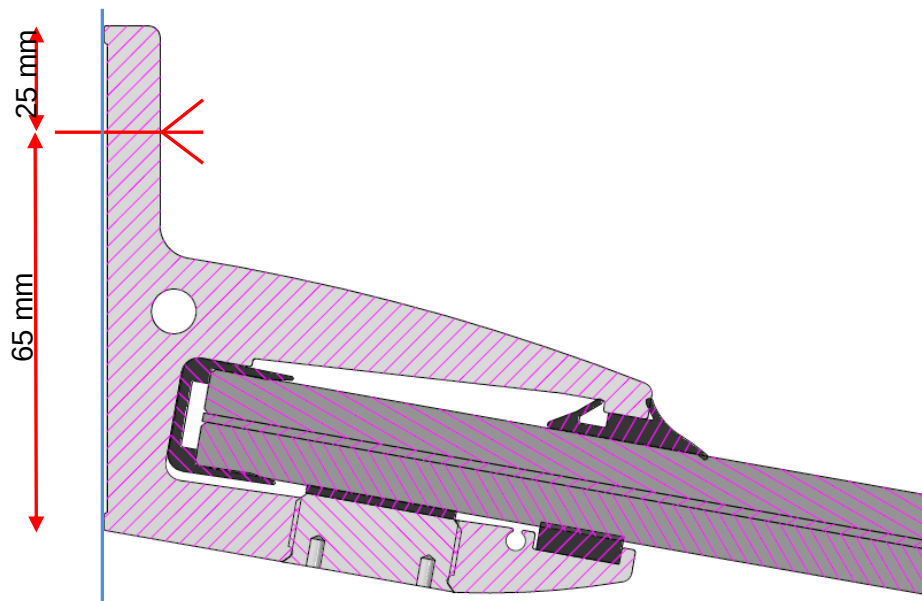
Für Senkkopfschrauben wird der Faktor k_2 zu 0,63 gesetzt:

$$N_{Rd, \text{Senk, M10, FK70}} = 14,4 / 0,9 \cdot 0,63 = 10,1 \text{ kN}$$

6.2.1 Abwärts

A = 900 mm, abwärts:

$$q_{Ed} = 1,35g + q_{d, \text{abwärts}} = 1,35 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 3,98 = 4,52 \text{ kPa}$$



In der Anschlussebene gilt:

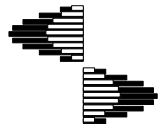
$$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot 917^2 / 2 \text{ mm} = 4,52 \cdot 0,917^2 / 2 = 1,9 \text{ kNm/m}$$

$$N_{Ed} = M_{Ed} / (2/3 \cdot 65) \cdot \text{Abstand} = 1,9 / (2/3 \cdot 0,065) \cdot 0,2 = 8,77 \text{ kN}$$

$$Q_{Ed} = 4,52 \cdot 0,917 \cdot 0,2 = 0,83 \text{ kN (vernachlässigt)}$$

Nachweis

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 8,77 / 10,1 = 0,87 < 1,0 \quad \text{i.O.}$$



6.2.2 Abhebend

A = 900 mm, a = 400 mm abhebend: $q_{d,abhebend} = 1,58 \text{ kPa}$

$$q_{Ed,a400} = -1,0g + q_{d,abhebend} = -1,0 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 1,58 = 1,18 \text{ kPa}$$

In der Anschlussebene gilt:

$$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot 917^2 / 2 \text{ mm} = 1,18 \cdot 0,917^2 / 2 = 0,50 \text{ kNm/m}$$

$$N_{Ed} = M_{Ed} / (2/3 \cdot 25) \cdot \text{Abstand} = 0,50 / (2/3 \cdot 0,025) \cdot 0,2 = 6 \text{ kN}$$

Nachweis

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 6 / 10,1 = 0,60 < 1,0 \quad \text{i.O.}$$

6.3 Befestigung auf Stahlbeton mit Betonsenkschraube Hilti HUS3-CR 8

6.3.1 Abwärts

A = 900 mm, abwärts:

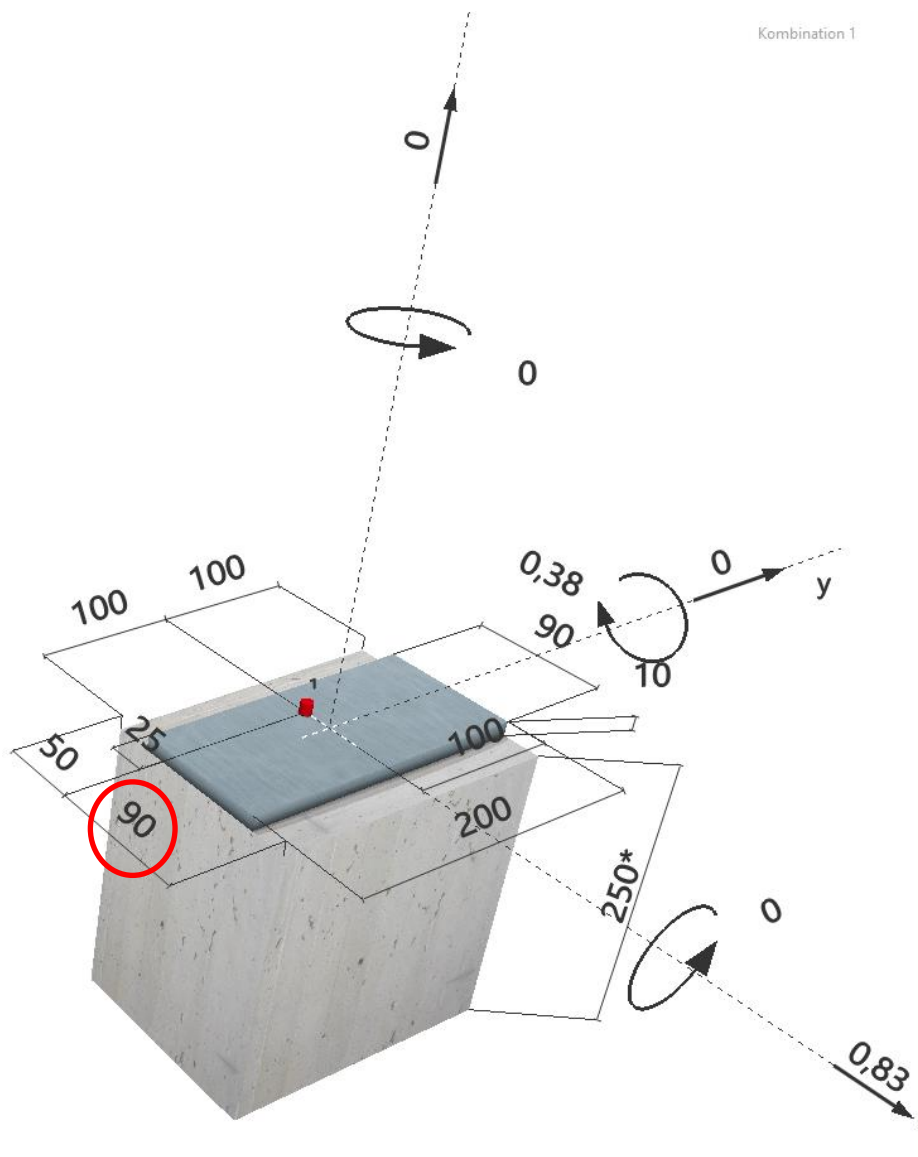
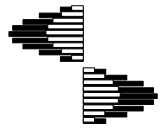
$$q_{Ed} = 1,35g + q_{d,abwärts} = 1,35 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 3,98 = 4,52 \text{ kPa}$$

$$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot 917^2 / 2 \text{ mm} = 4,52 \cdot 0,917^2 / 2 = 1,9 \text{ kNm/m}$$

pro Dübel:

$$M_{Ed} = 2,73 \cdot 0,2 = 0,38 \text{ kNm}$$

$$Q_{Ed} = 4,52 \cdot 0,917 \cdot 0,2 = 0,83 \text{ kN}$$



Kombination 1

Technische Daten: ETA 08/0307

Randbedingungen

Ankerplattengröße:	✓
Ankerplattenposition:	✓
Randabstand:	✓
Achsabstand:	✓
Dicke Untergrund:	✓

Ausnutzung (%)

Zug: 98 %

	Stahlversagen: 26 %
	Betonausbruch: 98 %
	Herausziehen: 94 %
	Spalten: 0 %

Quer: 17 %

Komb. Zug-/ Querlast: 95 %

- ☒ Optimierte Verankerungstiefe
- ☐ Anwenderdefinierte Verankerungstiefe

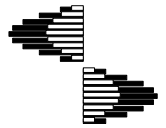
Verankerungstiefe: 64 mm

Die Randabstände dürfen nicht unterschritten werden!

Betonfestigkeitsklasse min. C20/25

Ausnutzung 98%, Details siehe Anlage 2

i.O.



6.3.2 Abhebend

$A = 900 \text{ mm}$, $a = 400 \text{ mm}$ abhebend: $q_{d,abhebend} = 1,58 \text{ kPa}$

$$q_{Ed,a400} = -1,0g + q_{d,abhebend} = -1,0 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 1,58 = 1,18 \text{ kPa}$$

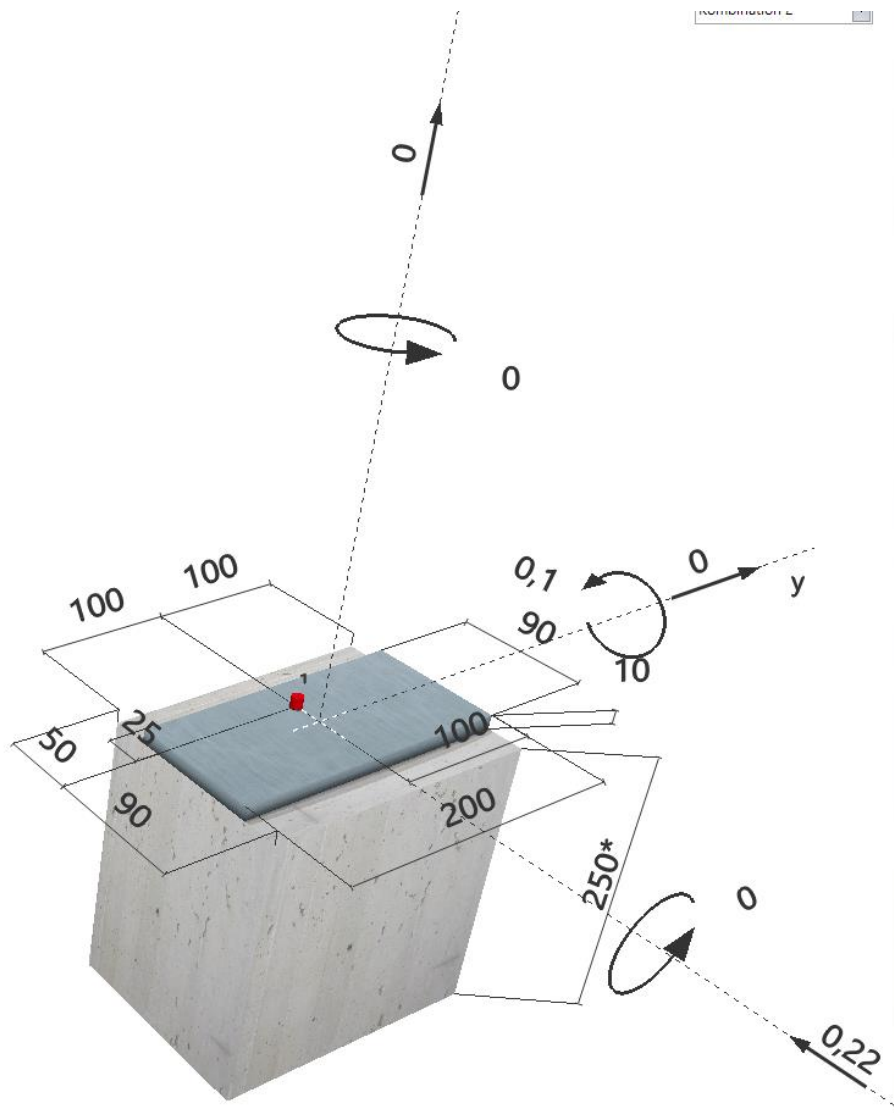
In der Anschlussebene gilt:

$$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot 917^2/2 \text{ mm} = 1,18 \cdot 0,917^2/2 = 0,50 \text{ kNm/m}$$

pro Dübel:

$$M_{Ed} = 0,83 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ kNm}$$

$$Q_{Ed} = 1,18 \cdot 0,917 \cdot 0,2 = 0,22 \text{ kN}$$



Ausnutzung 69%

i.O.

Bemessungsmethode: ETAG

Technische Daten: ETA 08/0307

Randbedingungen

- Ankerplattengröße: ✓
- Ankerplattenposition: ✓
- Randabstand: ✓
- Achsabstand: ✓
- Dicke Untergrund: ✓

Ausnutzung (%)

Zug: 69 %

Stahlversagen: 19 %

Betonausbruch: 69 %

Herausziehen: 67 %

Spalten: 0 %

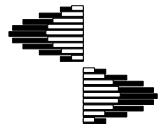
Quer: 7 %

Komb. Zug-/ Querlast: 59 %

Optimierte Verankerungstiefe

Anwenderdefinierte Verankerungstiefe

Verankerungstiefe: 64 mm



6.4 Befestigung auf Stahlbeton mit Klebeanker Hilti HIT-HY 200 + HIT –V-R M8

6.4.1 Abwärts

A = 900 mm, abwärts:

$$q_{Ed} = 1,35g + q_{d,abwärts} = 1,35 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 3,98 = 4,52 \text{ kPa}$$

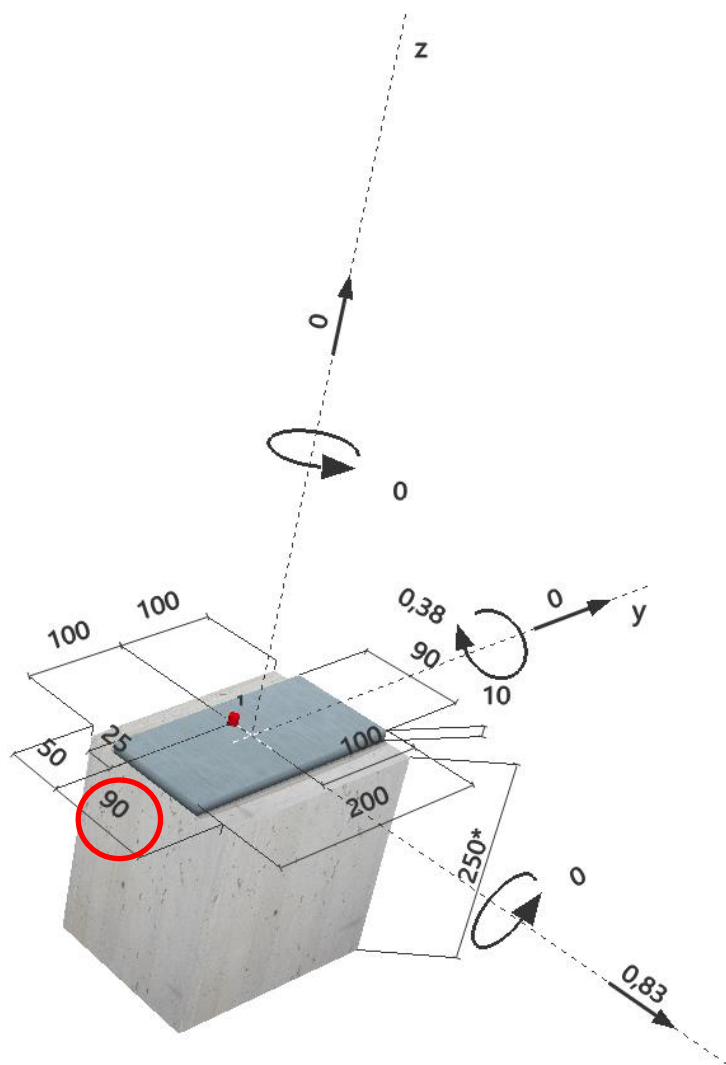
$$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot 917^2/2 \text{ mm} = 4,52 \cdot 0,917^2/2 = 1,9 \text{ kNm/m}$$

pro Dübel:

$$M_{Ed} = 2,73 \cdot 0,2 = 0,38 \text{ kNm}$$

$$Q_{Ed} = 4,52 \cdot 0,917 \cdot 0,2 = 0,83 \text{ kN}$$

Kombination 1



Technische Daten: ETA 11/0493

Randbedingungen

- Ankerplattengröße: ✓
- Ankerplattenposition: ✓
- Randabstand: ✓
- Achsabstand: ✓
- Dicke Untergrund: ✓

Ausnutzung (%)

Zug: 100 %

- Stahlversagen: 45 %
- Betonausbruch: 80 %
- Komb. Herausziehen und Betonausbruch: 100 %
- Spalten: 0 %

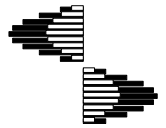
Quer: 16 %

Komb. Zug-/ Querlast: 97 %

- ☒ Optimierte Verankerungstiefe
- ☐ Anwenderdefinierte Verankerungstiefe

Verankerungstiefe: 103 mm

Die Randabstände dürfen nicht unterschritten werden!



Verankerungstiefe min. 103 mm

Betonfestigkeitsklasse min. C20/25

Ausnutzung 100%, Details siehe Anlage 3

i.O.

6.4.2 Abhebend

A = 900 mm, a = 400 mm abhebend: $q_{d,abhebend} = 1,58 \text{ kPa}$

$q_{Ed,a400} = -1,0g + q_{d,abhebend} = -1,0 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 1,58 = 1,18 \text{ kPa}$

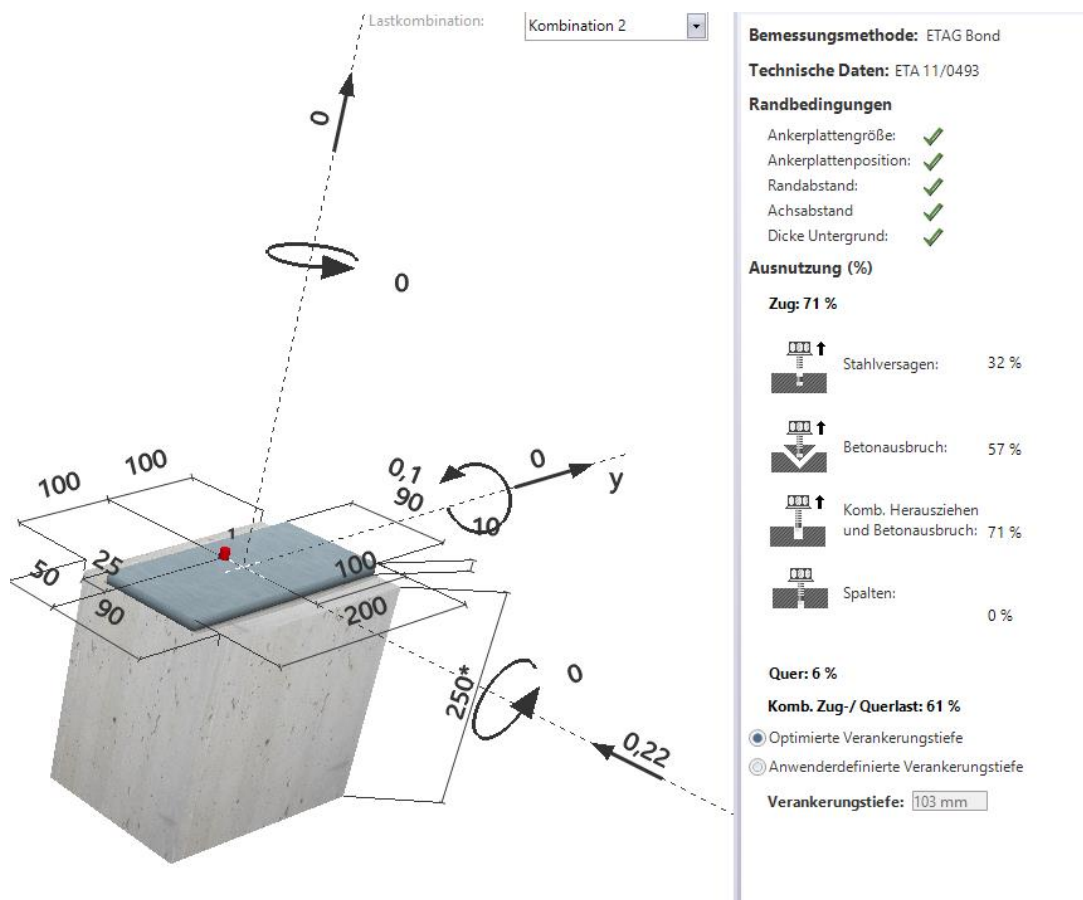
In der Anschlussebene gilt:

$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot 917^2/2 \text{ mm} = 1,18 \cdot 0,917^2/2 = 0,50 \text{ kNm/m}$

pro Dübel:

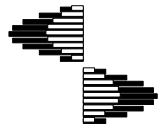
$M_{Ed} = 0,83 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ kNm}$

$Q_{Ed} = 1,18 \cdot 0,917 \cdot 0,2 = 0,22 \text{ kN}$



Ausnutzung 71%

i.O.



6.5 Befestigung auf Stahlbeton mit Spreizanker Hilti HST3-R M10

6.5.1 Abwärts

A = 900 mm, abwärts:

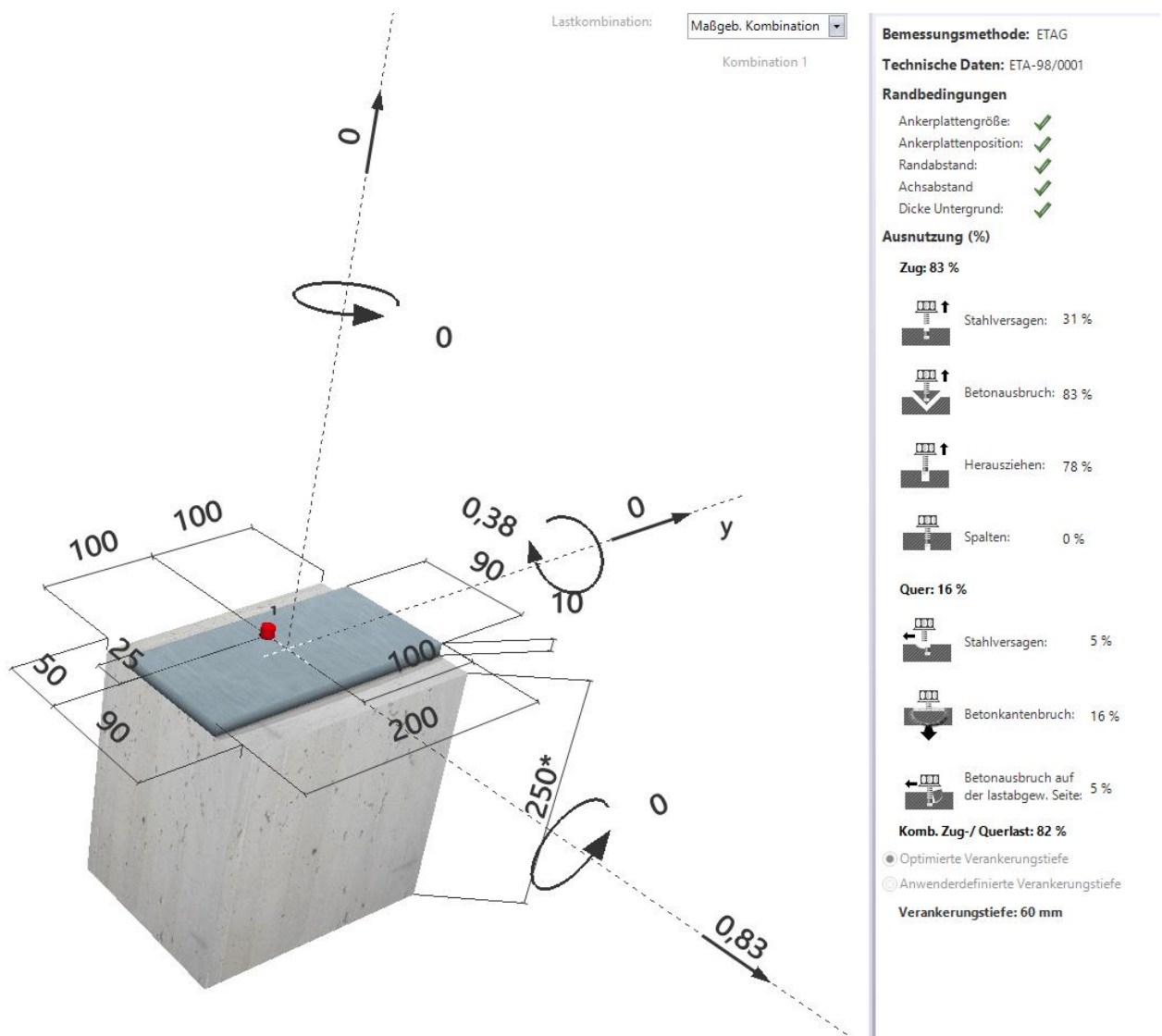
$$q_{Ed} = 1,35g + q_{d,abwärts} = 1,35 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 3,98 = 4,52 \text{ kPa}$$

$$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot 917^2 / 2 \text{ mm} = 4,52 \cdot 0,917^2 / 2 = 1,9 \text{ kNm/m}$$

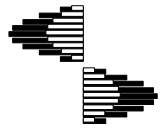
pro Dübel:

$$M_{Ed} = 2,73 \cdot 0,2 = 0,38 \text{ kNm}$$

$$Q_{Ed} = 4,52 \cdot 0,917 \cdot 0,2 = 0,83 \text{ kN}$$



Die Randabstände dürfen nicht unterschritten werden!



Betonfestigkeitsklasse min. C20/25

Ausnutzung 83%, Details siehe Anlage 4

i.O.

6.5.2 Abhebend

A = 900 mm, a = 400 mm abhebend: $q_{d,abhebend} = 1,58 \text{ kPa}$

$q_{Ed,a400} = -1,0g + q_{d,abhebend} = -1,0 \cdot 1,6 \cdot 0,25 + 1,58 = 1,18 \text{ kPa}$

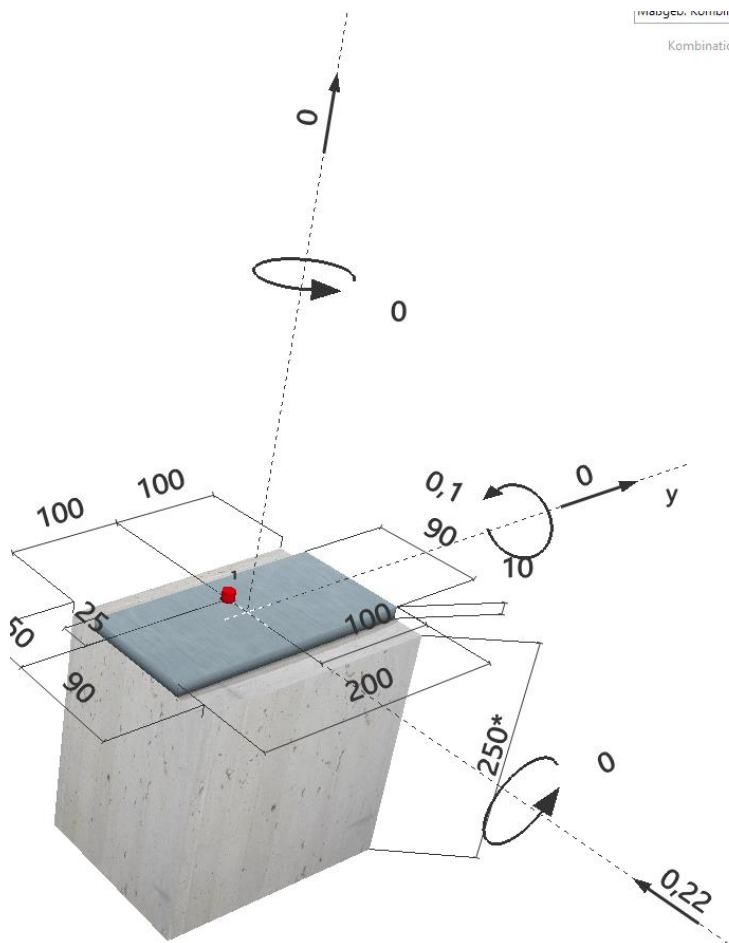
In der Anschlussebene gilt:

$M_{Ed} = q_{Ed} \cdot 917^2/2 \text{ mm} = 1,18 \cdot 0,917^2/2 = 0,50 \text{ kNm/m}$

pro Dübel:

$M_{Ed} = 0,83 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ kNm}$

$Q_{Ed} = 1,18 \cdot 0,917 \cdot 0,2 = 0,22 \text{ kN}$



Ausnutzung 84%

i.O.

Kombination 1

Bemessungsmethode: ETAG

Technische Daten: ETA-98/0001

Randbedingungen

- Ankerplattengröße: ✓
- Ankerplattenposition: ✓
- Randabstand: ✓
- Achsabstand: ✓
- Dicke Untergrund: ✓

Ausnutzung (%)

Zug: 84 %

- Stahlversagen: 22 %
- Betonausbruch: 84 %
- Herausziehen: 0 %
- Spalten: 0 %

Quer: 7 %

- Stahlversagen: 2 %
- Betonkantenbruch: 7 %
- Betonausbruch auf der lastabgew. Seite: 2 %

Komb. Zug-/ Querlast: 76 %

- ☒ Optimierte Verankerungstiefe
 - ☐ Anwenderdefinierte Verankerungstiefe
- Verankerungstiefe: 40 mm



7 Bemessungsdiagramme Gesamtsystem

Obige Nachweise zeigen, dass bei Einhaltung der beschriebenen Randbedingungen (Untergrund, Randabstände,...) immer das Glas für die Bemessung maßgebend ist. Daher können die in Abschnitt 4.4 gezeigten Diagramme auch für das Gesamtsystem herangezogen werden.

Der Gültigkeitsbereich ist ohne weitere Überprüfung auf den angezeigten Bereich (Druckstempelabstand $a = 0,4$ bis $0,7$ m) beschränkt!



Hinweise

- Die Vorgaben der bezogenen Zulassungen sind zu beachten.
- Die konstruktiven Randbedingungen nach DIN 18008 sind einzuhalten.
- Es ist eine Zustimmung im Einzelfall / abZ oder ETA zum Nachweis der Resttragfähigkeit einzuholen.
- Das Vordach darf nicht betreten werden. Auch nicht zu Reinigungs- und Instandhaltungsmaßnahmen und auch nicht zum Schneeräumen.
- Soweit nichts anderes angegeben ist, sind bei Dübelanschlüssen Zwischenlagen bis max. d/2 zulässig, wenn sie eine ausreichende Steifigkeit und Druckfestigkeit besitzen.

Anlagen

Anlage	1	SJ Mepla Protokolle	810	Seiten
Anlage	2	Hilti Profis Anchor Protokoll HUS3-CR 8	7	Seiten
Anlage	3	Hilti Profis Anchor Protokoll HIT V-R M8	7	Seiten
Anlage	4	Hilti Profis Anchor Protokoll HST3-R M10	7	Seiten