

Benutzerhandbuch

Berechnungstool für Statik und Technik im Fassaden- und Fensterbau

BCWED Version 5.04

Index

Index	2
1. Einführung	4
2. Installation	4
2.1 Systemvoraussetzungen	4
2.2 Installation und Sicherheitseinstellungen	4
2.3 Garantieerklärungen	8
3. Anwendung	8
3.1 Allgemein	8
3.2 Die Steuerzentrale _BCWED	9
3.2.1 Einstellungen	9
3.2.2 Benutzerangaben	10
3.2.3 Projektdaten	11
3.2.4 Bauteile	11
3.2.5 Backup	12
3.2.6 Updates	12
4 Grundtools	13
4.1 Geometrie	13
4.2 Wind-/Schneelast nach SIA 261	14
4.2.1 Windlast berechnen	14
4.2.2 Windlast auf CCF Fassade	18
4.2.3 Staudruck	18
4.2.4 Schneelasten Berechnen	18
4.2.5 Erdbeben	19
4.3 Windlast nach Eurocode	21
4.4 Querschnittswerte	22
4.4.1 Querschnitte berechnen	22
4.4.2 Querschnitte Verwalten	26
4.4.3 Materialdaten	26
4.4.4 Backup Querschnitte	27
4.5 Wasserhaltung	28
4.5.1 Entwässerung	28
4.5.2 Entwässerung Glasdach	28
4.6 Nachweise Querschnitte	29
4.6.1 Querschnittsnachweis	29
4.6.2 Spezialfall Schubverbund Q19	30
5 Fassadentools	31
5.1 Pfosten / Riegel	31
5.1.1 Pfosten Nachweis	32
5.1.2 Riegel Nachweis	35
5.1.3 Flügel Nachweis	36
5.2 Verbindungen	37
5.2.1 Schraubenmodul 1	37
5.2.2 Schraubenmodul 2	38
5.2.3 Holzschrauben	38
5.2.4 Nieten und Bolzen	38
5.2.5 Schraubenbild	38
5.2.6 Bolzenverbindung	39
5.3 Bauanschlüsse	39

5.3.1 UK Vektoren 01	39
5.3.2 UK Vektoren 02	40
5.3.3 Schiftungen	41
5.3.4 Plattenanschluss	41
5.4 Spannung / Dehnung	41
5.4.1 Temperatur	42
5.4.2 Spannung	42
5.4.3 Verklotzung	42
5.5 Fugen / RWA	42
5.5.1 Deckendurchbiegung	42
5.5.2 Fugenbemessung	43
5.5.3 Glaseinstand	43
5.5.4 RWA Lüftungsquerschnitt	43
6 Statik	44
6.1 Einfeldträger 1	44
6.2 Einfeldträger 2	45
6.3 Einfeldträger 3	45
7 Dynamik	46
7.1 Eigenfrequenz	47
7.2 Explosion	47
7.2.1 Explosion	48
7.2.2 Glas unter Explosion	49
8. Beispiele	50

1. Einführung

Das vorliegende Rechentool wurde unter Berücksichtigung der aktuellen Normen und Erkenntnisse erarbeitet, die Resultate sind mehrfach verifiziert und garantieren richtige Werte für den beschriebenen Anwendungszweck. Das Tool wurde für einfache statische Systeme entwickelt, welche vor allem von Praktiker verwendet werden. Sie sind aber für die Anwendung und die Interpretation der Resultate selbst verantwortlich. Die Entwickler schliessen jegliche Haftung, welche aus der Anwendung der Tools entstehen aus. Siehe dazu auch die Lizenzbedingungen für den Gebrauch dieses Werkzeuges.

Version: Aktuell ist die Version 5.04 Diese wurde im Dezember 2024 neu überarbeitet. Alle früheren Versionen sollten daher nicht mehr verwendet werden.

2. Installation

2.1 Systemvoraussetzungen

Damit sie dieses Rechentool verwenden können brauchen sie einen Rechner, auf welchem das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel ab der Version 2016 installiert ist.

Das Programm Excel muss dabei so konfiguriert sein, dass sie Makros aktivieren können.

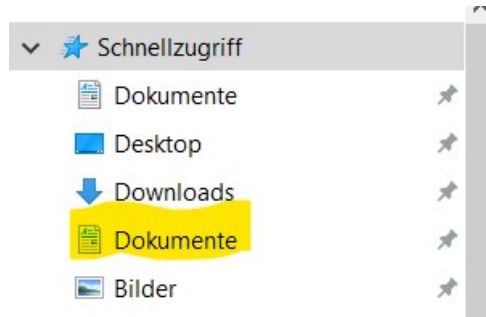
Das Thema Sicherheit ist nicht nur in der Statik relevant, sondern auch beim Einsatz von Computerprogrammen. Die Programm-Tools BCWED sind alle in Visual Basic © Microsoft Excel geschrieben. Damit die Programme richtige Ergebnisse liefern, ist es wichtig, dass dieser Code ausgeführt werden kann. Aber Programmcode kann immer auch ungewünschte Manipulationen machen. Für den Programmcode, welcher von der Original BCWED Homepage stammt, garantieren wir, dass nur gewünschte Operationen ausgeführt werden. Es ist zwingen erforderlich, dass VBA-Code in Ihrem Excel ausgeführt wird, da viele Teile von BCWED in VBA programmiert wurden.

2.2 Installation und Sicherheitseinstellungen

Wir haben uns entschlossen das Tool nicht mit einem Installationsprogramm weiterzugeben, sondern habe alle benötigten Dateien in einem Verzeichnis abgelegt, welche auch auf einem USB-Stick funktionieren würden. Wir empfehlen aber folgendes Vorgehen:

Extrahieren Sie das komplette Verzeichnis „BCWED“ auf Ihren Rechner. Als Zielverzeichnis wird der von Windows verwendete Pfad „Dokumente“ empfohlen.

EXCEL



Kopieren Sie also das komplette Verzeichnis «BCWED» in den Ordner «Dokumente»

Wichtiger Hinweis

Wir weisen darauf hin, dass die dabei verwendeten Soft- und Hardwarebezeichnungen und Markenzeichen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen Warenzeichen-, Marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

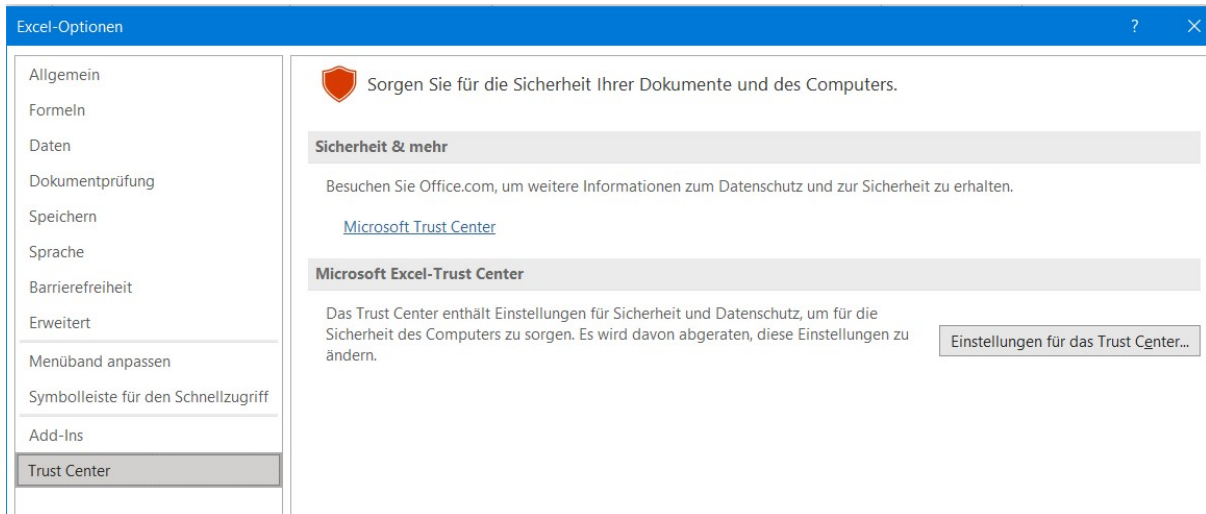
Bevor das Tool _BCWED mit Excel geöffnet wird, müssen die Excel Makrosicherheitseinstellungen so eingestellt werden, damit die Ausführung von VBA-Code möglich ist. Ansonsten wird beim Speichern der gesamte VBA-Code gelöscht!

Vorgehen:

Starten Sie das Programm Excel

Unten links finden Sie den Punkt Optionen

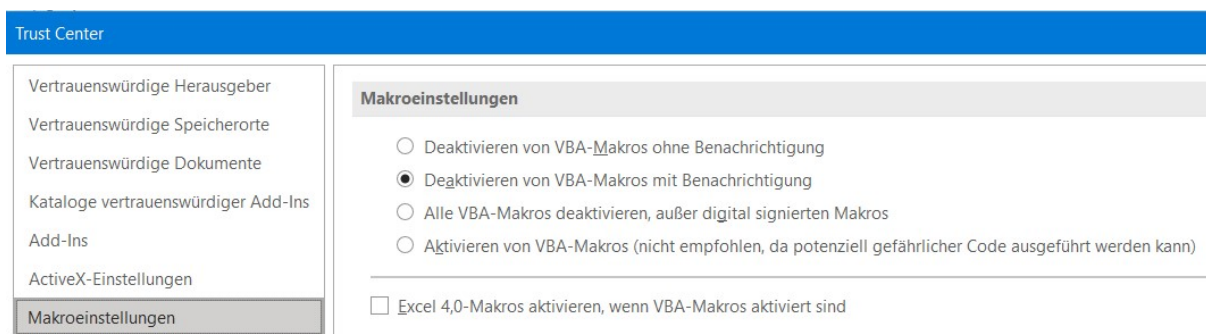
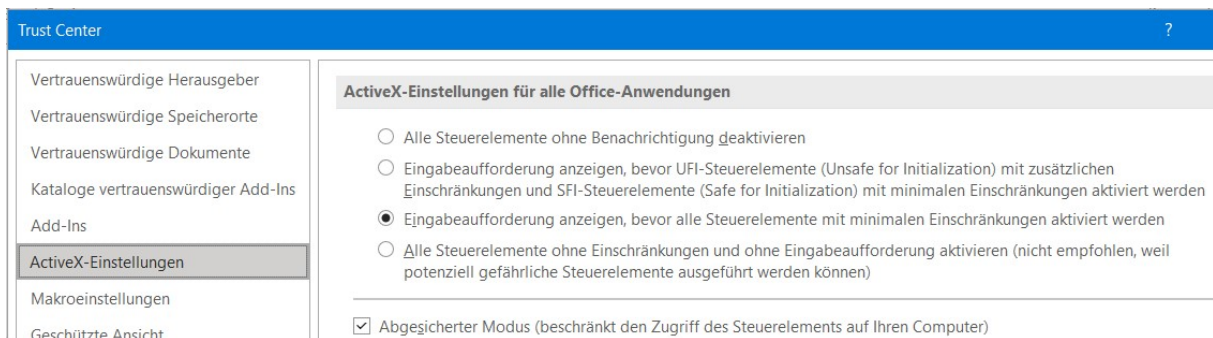
Wählen Sie das Trust Center und darin die **Einstellungen für das Trust Center**



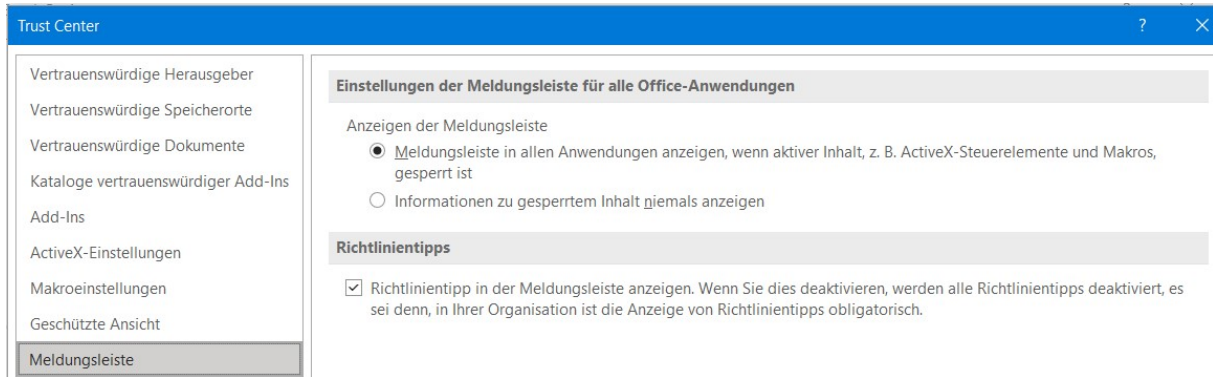
Fügen sie das Verzeichnis, in welchem sich das Tool befindet, zu den Vertrauenswürdigen Speicherorten zu.

Vorschlag: C:\Users\XXX\OneDrive\BCWED oder Dokumente\BCWED

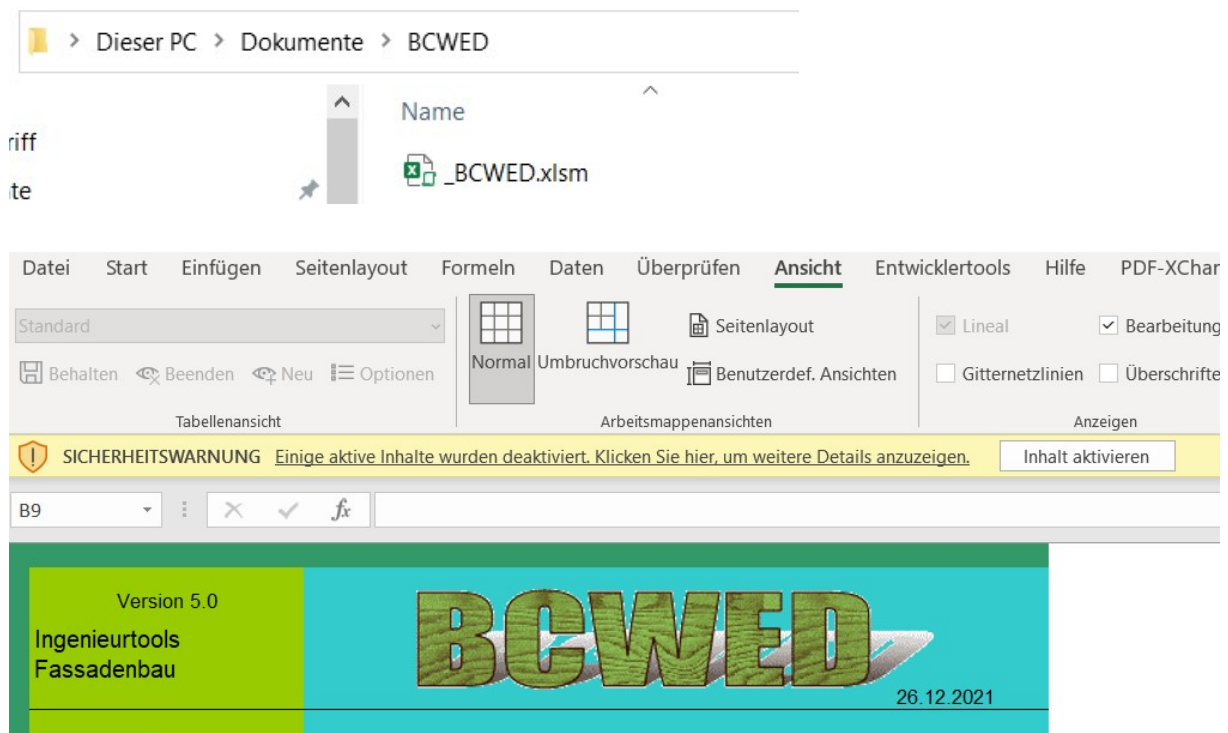
Stellen sie die Makroeinstellungen gemäss unseren Empfehlungen ein.



Unter Vertrauenswürdigen Dokumente darf der Haken bei Vertrauenswürdigen Dokumente deaktivieren nicht gesetzt sein.



Starten Sie das Programm **_BCWED.xlsm** im Verzeichnis **Dokumente\BCWED** nun zu ersten Mal.



Nach Bestätigung des Buttons **Inhalt aktivieren** wird diese Sicherheitswarnung zukünftig nicht mehr erscheinen.

Eventuell ist ein Desktoplink auf das Programm hilfreich. Dazu navigieren sie in das Verzeichnis **Dokumente\BCWED** und klicken mit der rechten Maustaste auf das Tool **_BCWED.xlsm** ; wählen Sie **Senden an >**  **Desktop (Verknüpfung erstellen)**

Auf dem Desktop können Sie bei der neuen Verknüpfung den Namen in **BCWED** ändern

Nun ist das Programm vollständig installiert und Sie können mit der Arbeit beginnen.

2.3 Garantieerklärungen

In den von unserer Homepage BCWED.msporting.com heruntergeladenen Tools werden keine Manipulationen an Ihrem Rechner vorgenommen, welche nicht für die Erfüllung der vorgesehenen Berechnungen gebraucht werden. Es werden keine persönlichen Arbeiten aufgezeichnet oder Daten erhoben und weitergeleitet. Der VAB-Code ist mit meinem persönlichen Zertifikat hinterlegt und ich garantiere damit für eine aufrichtige und freundschaftliche Absicht meiner Arbeiten.

3. Anwendung

Die Entwicklung der Tools wurde mit der Vorgabe begonnen, dass eine gelegentliche Benutzung des Tools, ein selbsterklärender Arbeitsablauf möglich ist. Dabei wurde zugunsten der Einfachheit und der Übersichtlichkeit auf nicht benötigte Punkte bewusst verzichtet.

Das Grundkonzept der Version 5 besteht darin, dem Praktiker im Fassadenbau ein Werkzeug zur Verfügung zu stellen, welches ich mir zu Beginn meiner beruflichen Tätigkeit als Fassadenbauingenieur immer gewünscht hätte. Dazu braucht es eine saubere projektbezogene Zusammenfassung aller benötigten Grundlagen und deren darauf basierenden Nachweisen in einem einheitlich-, übersichtlich- und nachvollziehbar dokumentierten Layout.

3.1 Allgemein

Das Steuertool `_BCWED.XLS` ist die Steuerzentrale der Berechnungstools. Dieses Steuertool muss für die Arbeit mit allen anderen Modulen immer geladen sein, denn damit werden Vorgaben und Basiswerte für die einzelnen Berechnungen zwischen den Modulen ausgetauscht. Somit können Projektangaben, Bauteile, Belastungsannahmen, Materialdaten oder Querschnittwerte zentral verwaltet werden.

Die Farbgestaltung der Zellen wurde so definiert, dass sie als Benutzer sofort erkennen, wo Eingaben nötig sind, und welche Werte vom Programm berechnet oder übernommen werden.

Abmessung	Höhe L	Breite H1	Breite H2
	mm	mm	mm
	3000	1800	1500

In den gelben Zellen sind Eingaben von Ihnen nötig.

In den Zellen mit einem roten oberen linken Dreieck sind Informationen hinterlegt. Diese werden angezeigt, wenn Sie mit der Maus auf diese Zelle fahren.

Alle anderen Angaben werden entweder von einer anderen Stelle übernommen oder sind errechnete Werte.

Bei der Zahleneingabe in den Eingabefeldern spielt es keine Rolle, ob ein Komma, oder ein Punkt für das Dezimaltrennzeichen verwendet wird.

Die Einheiten sind in den verschiedenen Modulen unterschiedlich, aber es sind immer SI Einheiten.

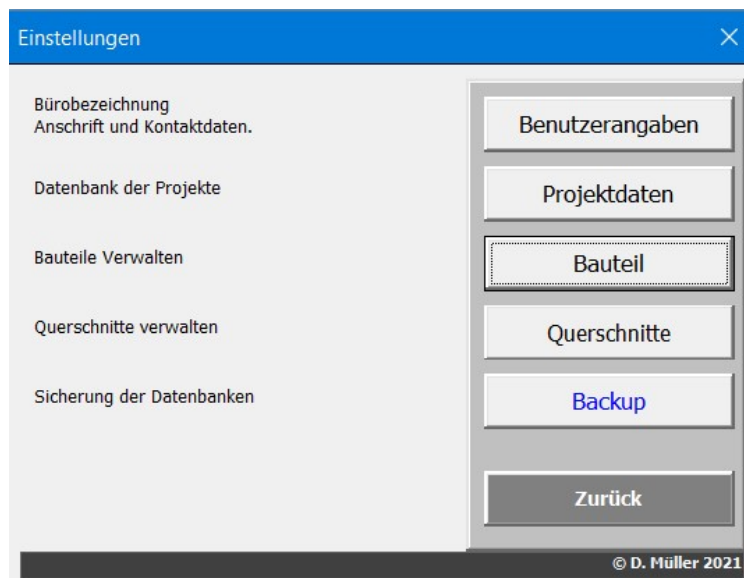
3.2 Die Steuerzentrale _BCWED

Das Steuertool _BCWED.xlsm ist die Steuerzentrale aller Berechnungstools.



3.2.1 Einstellungen

Die Registerkarte Einstellungen ist die Zentrale, wo übergreifende Einstellungen ausgewählt werden können. Es beinhaltet die Benutzerangaben, welche für den Resultatausdruck wichtig sind, sowie die Datenbank der Projekte, der Bauteile und der Querschnitte.



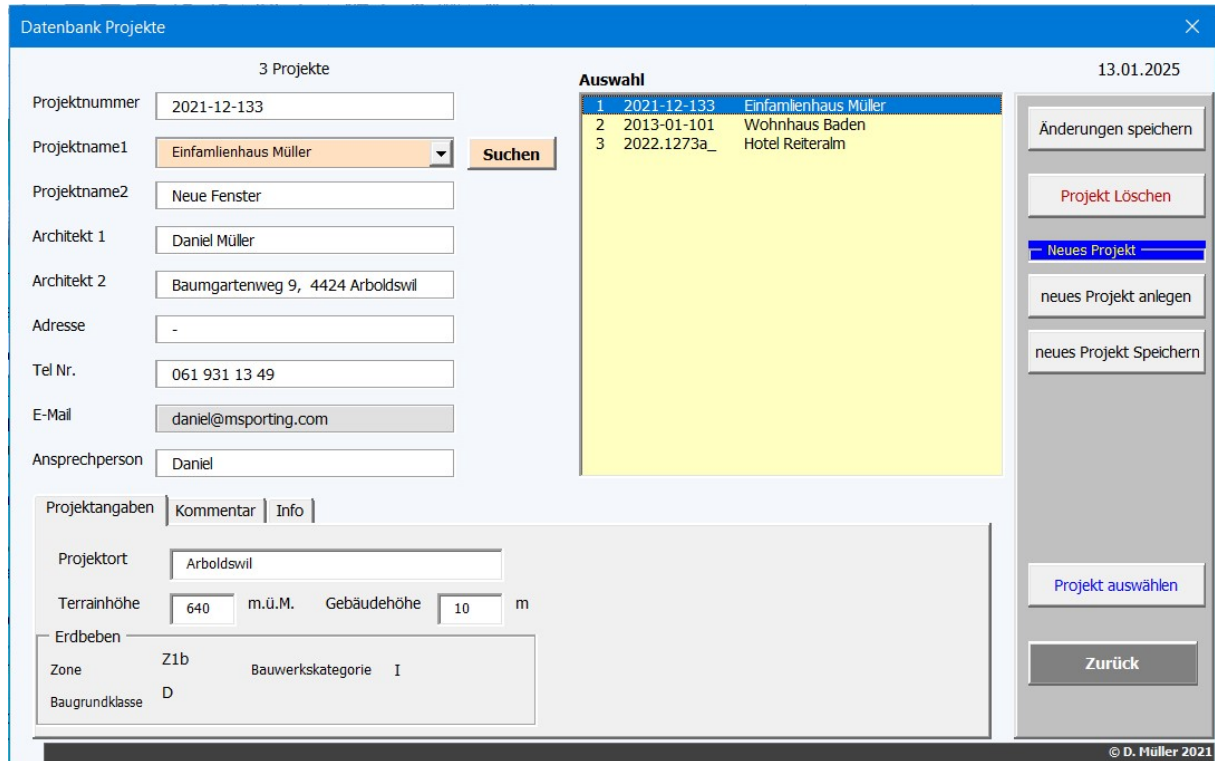
3.2.2 Benutzerangaben

Benutzerdaten

Die Benutzerdaten werden in der Kopfzeile jedes ausdrückbaren Resultates angezeigt.

Benutzerdaten 1	Daniel Müller
Benutzerdaten 2	Baumgartenweg 9
Benutzerdaten 3	4424 Arboldswil
Benutzerdaten 4	daniel@msporting.com

3.2.3 Projektdaten



Datenbank Projekte 3 Projekte 13.01.2025

Projektnummer: 2021-12-133

Projektname1: Einfamilienhaus Müller **Suchen**

Projektname2: Neue Fenster

Architekt 1: Daniel Müller

Architekt 2: Baumgartenweg 9, 4424 Arboldswil

Adresse: -

Tel Nr.: 061 931 13 49

E-Mail: daniel@msporting.com

Ansprechperson: Daniel

Auswahl

1	2021-12-133	Einfamilienhaus Müller
2	2013-01-101	Wohnhaus Baden
3	2022.1273a_	Hotel Reiteralm

Projektangaben | Kommentar | Info

Projektort: Arboldswil

Terrainhöhe: 640 m.ü.M. Gebäudehöhe: 10 m

Erdbeben: Zone Z1b Bauwerkskategorie I Baugrundklasse D

Änderungen speichern

Projekt Löschen

Neues Projekt

neues Projekt anlegen

neues Projekt Speichern

Projekt auswählen

Zurück

© D. Müller 2021

Die Auswahl eines Projektes ist für die Arbeit mit BCWED zwingend notwendig. Damit werden sämtliche Berechnungen einem Projekt zugeordnet und die Resultatausdrucke mit dem Projektamen versehen.

Die Arbeit mit der Datenbank Projekte ist hoffentlich selbsterklärend. Damit das Auswahlfenster etwas anzeigt. Kann die Projektbezeichnung bei Projektname1

eingetragen werden und mit **Suchen** gefunden werden. Wenn das Feld

Projektname1 leer ist, werden im Auswahlfenster nach betätigen der **Suchen** Taste sämtliche Projekte in der Datenbank angezeigt.

3.2.4 Bauteile



Datenbank Bauteile 03.05.2022

Bauteil

Bauteil Nr.: 5

Bauteil Name: Eigenschwingung Pfosten

Bauteil Typ: Erdbeben

2021-12-133

Einfamilienhaus Müller

Auswahl

1	1	Pfosten1
2	1	Riegel
3	2	Windlast 2
4	3	Windlasten
5	1	Eigenschwingung Pfost
6	3	Träger Eingangsfassad
7	3	Träger Garagentoor
8	2	Träger1
9	4	Riegel-01
10	1	Windlast1
11	1	Schnee2

Bauteil bearbeiten

Bauteil löschen

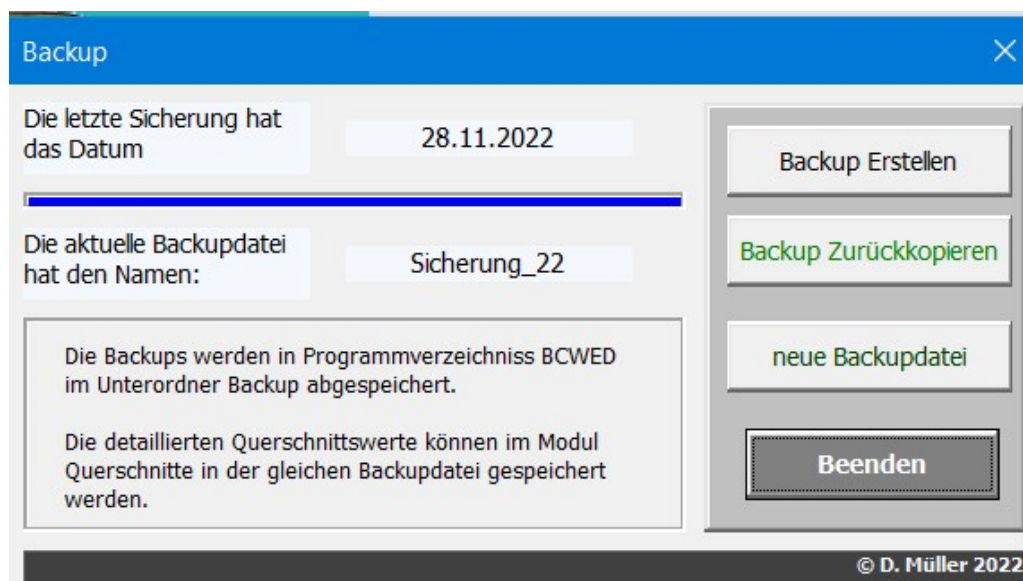
neues Bauteil

Beenden

© D. Müller 2022

Die Datenbank Bauteile ist wie die Projektdatenbank aufgebaut. Sämtliche Berechnungen werden einem Bauteil zugeordnet und die Bauteile werden wiederum den Projekten zugeordnet. Die Grösse der Datenbank ist gross genug, um an die 500 Projekte und 10'000 Bauteile zu verwalten. Um die Übersicht zu behalten und eine flexible Programmbenutzung zu gewährleisten ist eine Backupfunktion für die Datenbank vorgesehen. Somit können die Daten pro Jahr abgespeichert werden und es kann mit neuen Projekten weitergearbeitet werden.

3.2.5 Backup



Der Button [Backup Erstellen] überschreibt sämtliche Daten in der angezeigten Backupdatei.

Die Funktion hinter dem Button [Backup Zurückkopieren] überschreibt ebenfalls sämtliche Daten in der Datenbank von _BCWED mit den Daten aus der Sicherungskopie.

Speziell ist die Sicherung der Querschnittswerte. Wenn sie die gesamten Informationen der Querschnittswerte sichern möchten, ist dies leider nur mit dem Modul Querschnitte möglich. Ein Zurückkopieren der gesamten Querschnittswerte ist auch nur im Modul Querschnitte möglich, da diese Informationen nur im Modul Querschnitte vorhanden sind und nur da bearbeitet werden können.

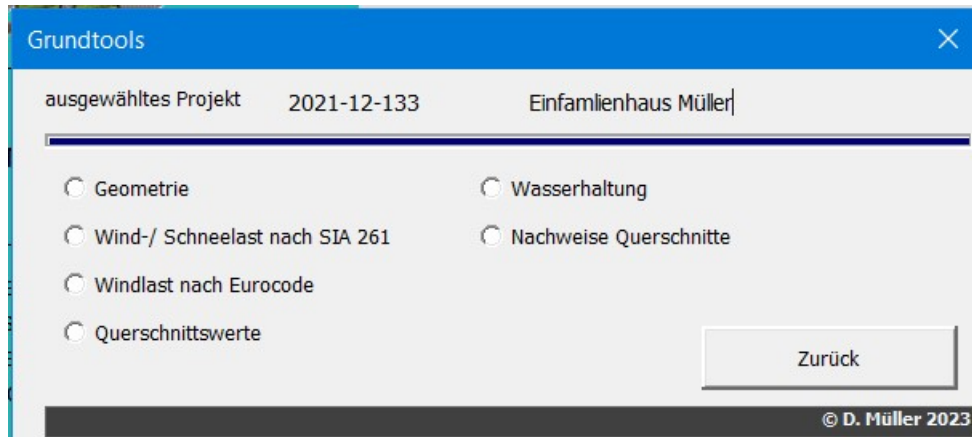
Das gleiche gilt für die Materialdatenbank. Diese wird auch nur im Modul Querschnittswerte gesichert und zurückkopiert.

3.2.6 Updates

Auf der Homepage <https://BCWED.msporting.com> finden Sie immer die aktuelle Version des Programmes. Alle Module können als ZIP Datei gemeinsam heruntergeladen werden und sämtliche Dateien sollten in das Verzeichnis von BCWED kopiert werden, damit ein störungsfreies Arbeiten mit BCWED möglich ist. Die bestehenden Dateien werden überschrieben.

Bevor Sie aber ein Update auf eine neue Version machen empfehle ich zuerst ein Backup Ihrer bereits erarbeiteten Projekte, Bauteile, und Querschnitte zu erstellen. Dies ist nur für die beiden Dateien _BCWED.xlsm und Q-Wert.xlsm wichtig.

4 Grundtools



Die Grundtools fassen vier Tools zusammen, welche für die Beschaffung der grundlegenden Bemessungsdaten hilfreich sind. Weiter sind zwei Tools für grundlegende Nachweise im Fassadenbau vorhanden.

4.1 Geometrie

In diesem Grundtool sind geometrische Berechnungen, welche sehr oft gebraucht werden, vorhanden.

4.1.1 Dreieckberechnungen

Damit lassen sich alle Dreiecke mit drei vorhanden Werten aus Seiten und Winkel berechnen.

4.1.2 Biegelinie

Hier wird die Biegung eines Stabs und die daraus resultierende Auflagerverschiebung berechnet.

4.1.3 Stabbiegung

Mit der Stabbiegung lassen sich mit bekannter Sehnenlänge Teil-Abstiche berechnen. Dies ist hilfreich bei Decken Verformungen, um die Auflagerkoten der Elemente zu beurteilen.

4.2 Wind-/Schneelast nach SIA 261



Die fachgerechte Interpretation von Normen sollte eigentlich bei Fachspezialisten selbstverständlich sein, trotzdem sind häufig Unsicherheiten vorhanden und die richtige und sichere Anwendung ist mit einem grösseren Zeitaufwand verbunden. Das Tool Lastannahmen hilft dabei die in den Normen versteckten Werte zusammenzufassen und kontrolliert die gewählten Tabellen und Grundwerte auf die normgerechte Berücksichtigung bei der Berechnung der Belastungen.

4.2.1 Windlast berechnen

Bevor Sie eine Berechnung der Windlast durchführen können, müssen Sie auch für die Windlastberechnung ein Bauteil mit dem Bauteil-Typ Wind auswählen. Damit wird die Berechnung dem ausgewählten Projekt und dem Bauteil zugeordnet und kann jederzeit später auch ohne Ausdruck wieder konsultiert werden.

Im Formular Datenbank Bauteile werden nur die Bauteile angezeigt, welche für das ausgewählte Projekt und das verwendete Modul gültig sind. In der Liste

Auswahl		
4	1	Windlast1
29	1	Wind-Test

werden die Bauteile mit der ersten Zahl die Bauteilnummer, mit der zweiten Zahl die dazugehörige Projektnummer und zuletzt den Bauteilnamen angezeigt.

Datenbank Bauteile

Auswahl 14.01.2025

Bauteil Nr: 4

Bauteil Name: Windlast1

2021-12-133

Einfamilienhaus Müller

4	1	Windlast1
29	1	Wind-Test

Bauteil bearbeiten

Bauteil löschen

neues Bauteil

Weiter

© D. Müller 2022

Wenn noch kein Bauteil mit dem Bauteil-Typ Wind angezeigt wird, kann mit dem Button [neues Bauteil] ein neues Bauteil erzeugt werden und die Berechnung wird darin abgespeichert.

Bauteil

ausgewähltes Projekt 2021-12-133 Einfamilienhaus Müller

Bauteil Nr: 22 Bauteil Bauteilbezeichnung

Speichern und Zurück

Nach dem Speichern und Zurück, gelangen Sie in das Eingabeformular für die Windlasten.

Mit dem Button Bauteil bearbeiten kann der Name des Bauteils bearbeitet werden. das Bauteil selber besteht aus den Angaben der Eingabeparameter und wird nach dem Anzeigen der Resultate mit dem Button übernehmen und zurück in der Datenbank automatisch abgespeichert

Eingabeparameter

2021-12-133 Einfamilienhaus Müller

Ortsbezeichnung: Arboldswil

Terrain Höhe: 640 M.ü.M. Saudruck: .9 kN/m2 Faktor cd: 1

Bauwerks-Höhe h = 10 m

Bauwerks-Breite d = 12 m

Bauwerks-Länge b = 12 m

Gebäudedichtigkeit: ☒ Dichtes Gebäude ☐ Undichtes Gebäude offene Toore

Auswahl Tabelle / Gelände: Tabelle Anhang C: 36 Geländekategorie: 3

Geländekategorie: Tabelle 4 --->

Tabelle gemäss SIA 261 Anhang C

1	31	Flachdach niedrige Höhe
2	32	Flachdach normale Höhe
3	33	Dachneigung 10° Quadratischer Grundriss
4	34	Dachneigung 10° Quadratischer Grundriss
5	35	Dachneigung 10° Rechteckiger Grundriss
6	36	Dachneigung 30° niedrige Höhe
7	37	Dachneigung 30° grosse Höhe
8	38	Dachneigung 30° mittlere Höhe
9	39	Dachneigung 50°
10	40	Pultdach 30°
11	41	Dachneigung 60° und 30°
12	60a	Hochhaus Rechteckiger Grundriss
13	60b	Hochhaus Quadratischer Grundriss

14.01.2025

zur Berechnung

Tabellebilder

Beenden

© D. Müller 2021

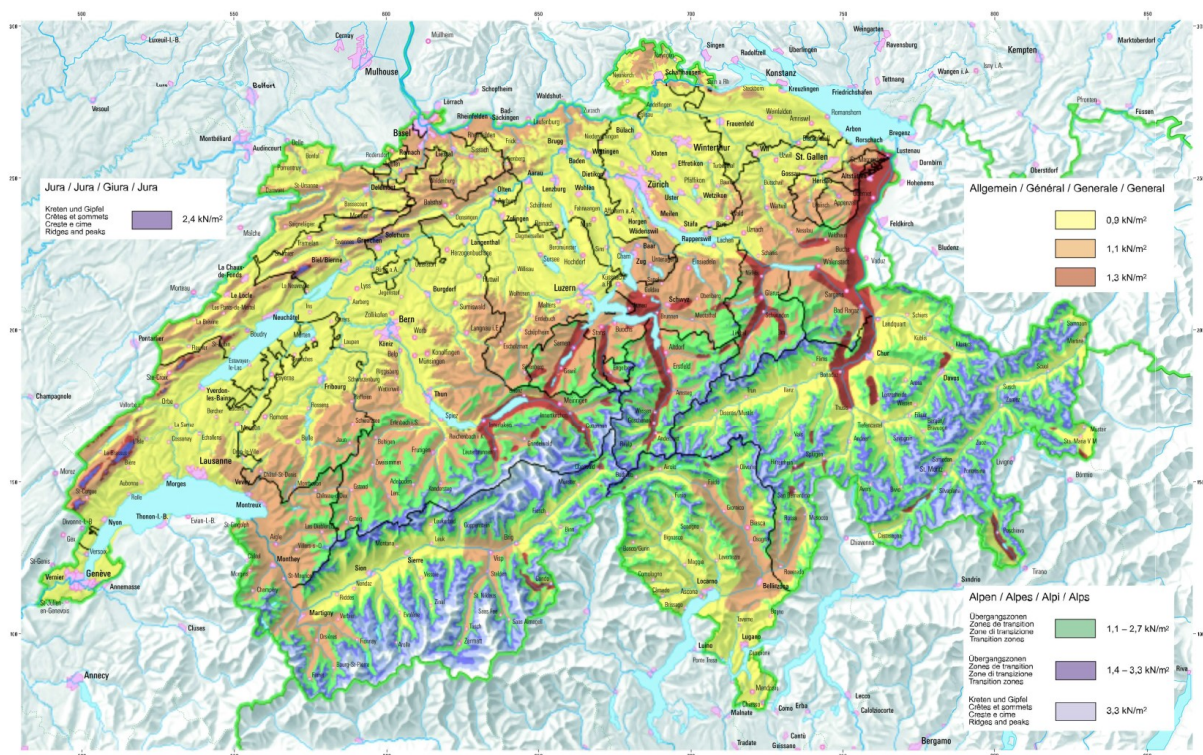
Wenn Sie bei der Bauteilauswahl ein bereits bestehendes Bauteil gewählt haben, werden alle Parameter aus ihrer letzten Berechnung übernommen.

Das Tool prüft die Gültigkeit der Ausgewählten Tabelle und ohne Hinweis ist die Tabelle gültig. Auch wenn die Tabelle nicht gültig ist, wird die Windlast mit den Angaben und der gewählten Tabelle berechnet.

Der dynamische Faktor c_d ist standardmässig mit 1 anzunehmen. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Eigenfrequenz des Fassadenbauteils höher als 5 Hz liegt. Die Eigenfrequenz eines Fassadenbauteils kann z.B. bei der Pfostenberechnung in den Fassadentools oder im Tool dynamische Lasten ermittelt werden.

Der Staudruck kann der Karte entnommen werden.

Anhang E (normativ) Referenzwert des Staudrucks



Mit dem Button [zur Berechnung] gelangen Sie zum fertig berechneten Resultat.

Resultatausdruck

Daniel Müller
Baumgartenweg 9
4424 Arboldswil
daniel@msporting.com

Windlastberechnung auf vertikale Fassadenbauteile
nach SIA 261 (2020)

Projekt:	Einfamilienhaus Müller
Projektnummer:	2021-12-133

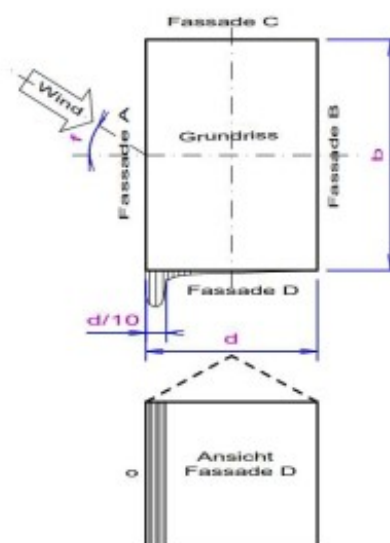
Bauteil	Windlast1		
Ortsbezeichnung	Arboldswil	Terrainhöhe	640 Meter über Meer
Bauwerks-Breite d =	12 m	Bauwerks-Höhe h =	10 m
Bauwerks-Länge b =	12 m	Staudruck q_{p0} =	1 kN/m ² Referenzwert
Gebäudeform nach Tabelle Anhang C	36	Die Eigenfrequenz des Bauteils liegt über 5 Hz daher wird der dynamische Faktor mit $c_d = 1$ angenommen	
Geländekategorie	III Ortschaften, freies Feld	$Z_g = 1.01287$	$a_r = 0.23$
Profilbeiwert	$c_h = 1.6 \cdot \left[\left(\frac{h}{Z_g} \right)^{a_r} + 0.375 \right]^2 = 1.26$		

Dichtigkeit der Fassade Dichte Gebäudehülle

$$\text{Windlast} = q_{p0} \times c_n \times c_d \times (C_{qe} - C_{qi})$$

Windrichtung auf Fassade A $f = -45^\circ$ bis $+45^\circ$

	C_{qe}	C_{qi}	Windlast
Fassade A	0.60	-0.15	0.76 kN/m ²
Fassade B	-0.35	0.10	-0.46 kN/m ²
Fassade D Bereich o	-1.00	0.00	-1.01 kN/m ²
Fassade D	-0.35	0.10	-0.46 kN/m ²
Fassade C	-0.35	0.10	-0.46 kN/m ²
kleine Glasflächen Ziegel	-2.00	0.00	-2.03 kN/m ²
Lamellen	-2.00	0.00	-2.03 kN/m ²



Windlast für die Berechnung der Fassadenelemente

Normalbereich	Winddruck $q_k =$	0.76 kN/m²
	Windsog $q_k =$	-0.46 kN/m²
Randbereiche o	Windsog $q_k =$	-1.01 kN/m²

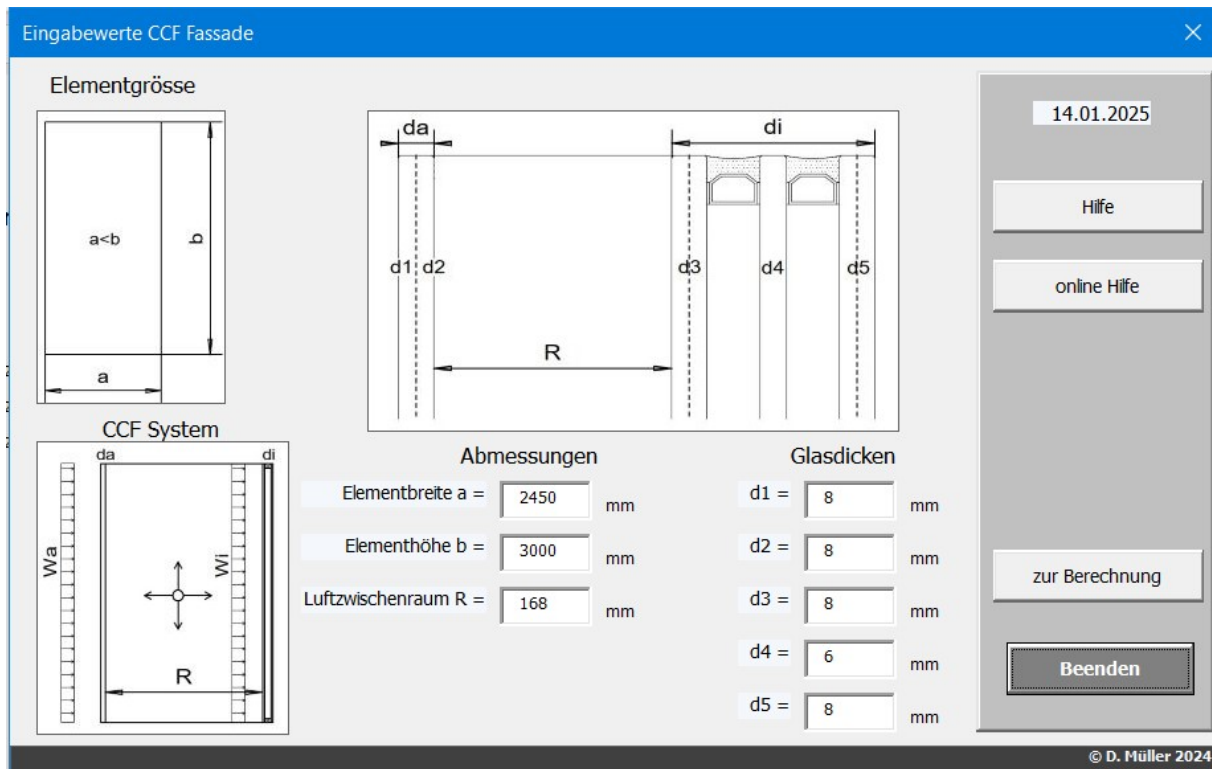
Verwenden Sie doch den Button Drucken, keine Angst, das Dokument wird nicht sofort an den Drucker gesendet, sondern zuerst in einer aufbereiteten Druckvorschau angezeigt und da können sie jederzeit abbrechen.

Mit dem Button [Retour zur Auswahl] gelangt man wider zur Übersichtsseite der Eingabeparameter zurück, ohne dass die soeben berechneten Windlasten im Ausgewählten Projekt abgespeichert werden.

Mit dem Button [Daten übernehmen] werden die Windlasten im Projekt für alle weiteren Berechnungen übernommen.

4.2.2 Windlast auf CCF Fassade

Mit diesem Tool können die Windlasten einer CCF-Verglasung auf das Aussenglas und auf das Innenglas berechnet werden.



4.2.3 Staudruck

Der Referenzwert des Staudruck für die Windlastberechnung kann wie oben beschrieben der Karte im Anhang C der SIA 261 entnommen werden. Wenn aber aus Windgeschwindigkeitsmessungen ein Staudruck ermittelt werden soll, oder wenn aus dem Staudruck die entsprechende Windgeschwindigkeit interessiert, ist diese kleine Zusatztool vorhanden. Bei der Berechnung des Staudruckes wird eine laminare, turbulenzfreie Strömung angenommen.

4.2.4 Schneelasten Berechnen

Der Aufbau des Tools Schneelasten ist analog der Windlast. Zuerst muss aus der Datenbank Bauteile ein Bauteil mit dem Bauteiltyp Schnee ausgewählt werden.

Schneelastberechnung

2021-12-133 Einfamilienhaus Müller

04.05.2022

Ortsbezeichnung: Arboldswil

Terrain Höhe: 640 M.ü.M.

Korrekturhöhe: 0 m

Gebäudelänge = 12 m

Gebäudebreite = 12 m

Dachneigung a1 = 35 °

Dachneigung a2 = 35 ° Gebäudesprung Dh = 0 m

zur Berechnung

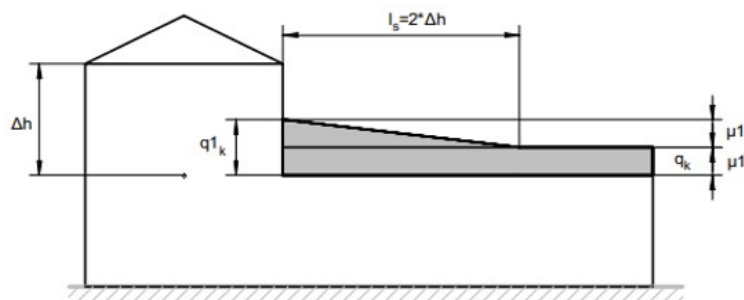
Beenden

Winexposition: ☒ Normal ☐ dem Wind stark ausgesetzte Lage ☐ vor Wind geschützt

© D. Müller 2022

Die Eingabewerte werden aus dem zuvor berechneten Bauteil übernommen oder müssen bei einem neuen Bauteil eingegeben werden.

Es ist zu beachten, dass die Eingabefelder für die Korrekturhöhe und der Gebäudesprung Δ_h nicht leer sein dürfen sonst erzeugt das Programm eine Fehlermeldung.



Die Korrekturhöhe ist in der Karte Korrekturhöhen im Anhang C der SIA 261 enthalten.

4.2.5 Erdbeben

Erdbebenlasten sind für sekundäre Bauteile wie Fassadenelemente wegen des geringen Eigengewichtes der Bauteile meistens geringer als die Windlasten. Eine Überlagerung von Schnee und Wind ist in keiner Norm vorgesehen. Trotzdem ist die Ermittlung der Erdbebenlast sinnvoll. Die Erdbebenlast muss insbesondere parallel zur Fassadenebene auf die Verankerung der Fassadenelement abgetragen werden und ist damit nachzuweisen.

Wie bereits bei der Windlast und bei der Schneelast ist zuerst ein Bauteil mit dem Bauteiltyp Erdbeben auszuwählen.

Erdbeben [X]

2021-12-133 | Einfamilienhaus Müller | 04.05.2022

Ortsbezeichnung: Terrain Höhe: m.ü.M.

Erdbebenzone: Baugrundklasse:

Verhaltensbeiwert: Bauwerksklasse:

Gebäude

Gebäudehöhe: m Stockwerkshöhe: m

Eingabeoptionen

☒ Werte vom Baugeb. übernehmen
☐ Werte selber abschätzen

Maximale Verschiebung zwischen Bauwerksdecken $u =$ mm

Grundschwingzeit des Gebäudes $T =$ s

Fassadenbauteil

Eingabeoptionen

☒ Wert übernehmen
☐ Wert selber rechnen

Eigenlast sekundäres Bauteil $=$ kN

Grundschwingzeit des Fassadenbauteils $T_a =$ s

© D. Müller 2022

Die Erdbebenzone, Die Baugrundklasse und die Bauwerksklasse sind der SIA 261 zu entnehmen. Der Verhaltensbeiwert sollte für diese Art der Berechnung mit 1 eingesetzt werden. Die Gebäudeparameter können vom Rohbauingenieur übernommen werden. Es ist aber auch möglich diese Werte für die überschlägige Berechnung abzuschätzen.

Abschätzen der Kennwerte [X]

Die Grundschwingzeit T_1 des Gebäudes kann mit der Formel 39 aus der SIA 261 (2014) abgeschätzt werden.

$C_t = 0.085$ $T_1 = 0.4779s$

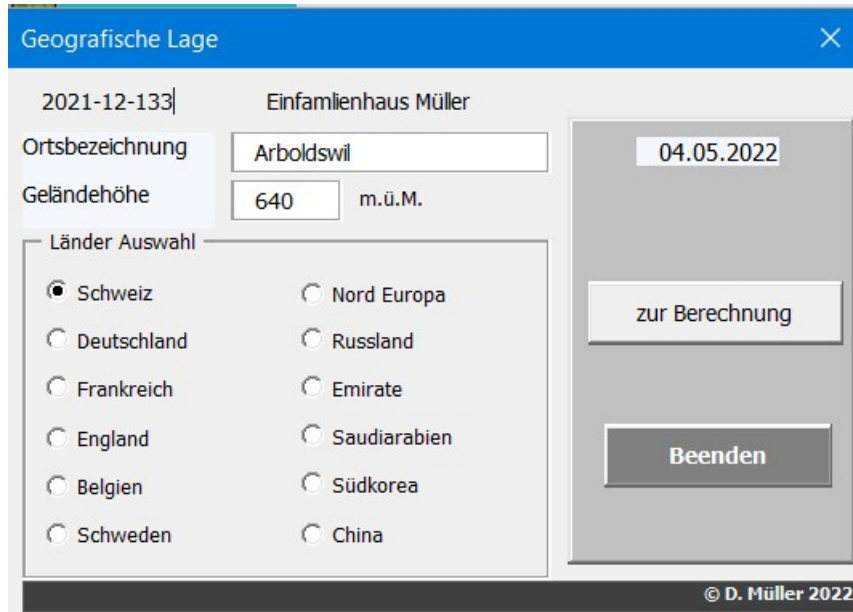
Die maximale Verschiebung zwischen den Bauwerksdecken ist in der SIA 260 Tabelle 4 geregelt. Für Blechfassaden (duktile Elemente) ist $L/200$ gefordert. Für geschosshohe Gläser (spröde Baustoffe) ist $L/500$ insbesondere bei der Gebäudekategorie III einzusetzen.

$f = 40$ mm

Das Tool Lastannahmen wird mit dem Button beendet. Nur damit werden die neuen Berechnungen abgespeichert und in den Datenbanken gespeichert.

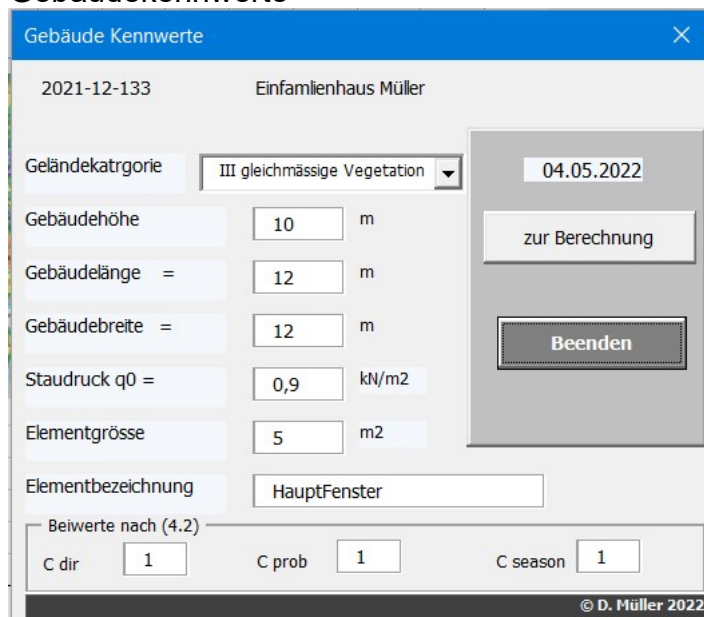
4.3 Windlast nach Eurocode

Wie bei der Windlast, welche in [4.2.1](#) Beschrieben ist, kann mit diesem Tool die Windlast, nach der auch in der Schweiz gültigen Euronorm, berechnet werden. Durch die umfangreichen Grafiken der verschiedenen Länderkarten wurde diese Berechnung in ein separates Modul ausgelagert. In der aktuellen Version ist aber die Speicherung in einem Bauteil noch nicht enthalten. Die berechneten Werte können aber wie bei der Windlast nach SIA 261 in das Projekt übernommen werden und stehen dann für alle Berechnungen welche Lasten aus der Windlast benötigen, zur Verfügung.



Die Berechnungsnorm EN 1991-1-4 ist in allen Europäischen Länder mehr oder weniger bekannt. Zudem ist die Berechnungsmethode in Länder ohne Windlastnorm, oder als Gegenkontrolle zu nationalen Normen hilfreich.

Gebäudekennwerte



4.4 Querschnittswerte

Das Tool Querschnittswerte ist ein Berechnungstool für 19 häufig verwendete Querschnitte. Dieses Tool ist aber parallel zum Berechnungsteil auch die Steuerzentrale für die Datenbank der Querschnitte und der Materialdaten. Sämtliche Querschnittswerte, welche bei der Berechnung von Stabtragwerken benötigt werden, sind mit dieser Datenbank verbunden und die Querschnittswerte können mit einer kurzen Querschnittsbezeichnung in die Berechnungen übernommen werden.

Version 5.04 Querschnittswerte Fassadenbau	 19.12.2024	
Querschnitte berechnen Querschnitte verwalten Materialdaten Backup Querschnitte Beenden und zurück	Sie arbeiten mit dem Projekt 2021-12-133 Einfamilienhaus Müller Queschnitte	
	Das Tool Q-Wert ist nicht nur ein Berechnungstool für 19 unterschiedliche Querschnittstypen, sondern auch eine Querschnitts- und Materialdatenbank welche Sie selber aufbauen und unterhalten können. Die Querschnittsdatenbank steht in den Modulen wo Querschnitte verwendet werden in der aktuellsten Version welche hier bearbeitet wird, zur Verfügung.	
	Die Resultate der berechneten Querschnittswerte können bis zu 2% mit den von den Profilversteller angegebenen Werten abweichen. Das liegt bei den Annahmen der Radien für die Rollwerkzeuge.	

4.4.1 Querschnitte berechnen

Auswahlmenue ✕

Querschnitte Berechnen

☒ Q1 Rechteck Vollquerschnitt

☐ Q10 C-Blech

☐ Q2 Rechteck Rohr

☐ Q11 Z-Blech

☐ Q3 Rechteck Profil

☐ Q12 Omega

☐ Q4 Winkelprofil

☐ Q13 Rundrohr

☐ Q5 T-Profil

☐ Q14 Elipse

☐ Q6 Doppel T

☐ Q15 UNP-Profil

☐ Q7 UI-Profil

☐ Q16 TQwert

☐ Q8 CI-Profil

☐ Q17 PolyQ

☐ Q9 CP-Profil

☐ Q18 Profil

Zurück

Als erstes muss der Querschnittstyp ausgewählt werden. Durch die Auswahl mit dem Optionalbutton gelangt man direkt in das Berechnungsblatt. Beispielhaft wird das Blatt Q2 Rechteck Rohr gezeigt.

Daniel Müller
Baumgartenweg 9
4424 Arboldswil
daniel@msporting.com

Rechteck-Rohr
Q2

Projekt:	Einfamilienhaus Müller
2021-12-133	Querschnitte

Querschnittbezeichnung Q2 RHS 50/70/3 Nr: 30

Breite B 50.00 mm
Höhe H 70.00 mm
Dicke t 3.00 mm
 h 64.00 mm
 b 44.00 mm

☐ Scharfkantig

☒ Rundkantig

Querschnittsfläche A 667.2 mm²

Trägheitsmoment I_x 456508.4 mm⁴

I_y 268119.2 mm⁴

Widerstandsmoment W_x 13043.1 mm³

W_y 10724.8 mm³

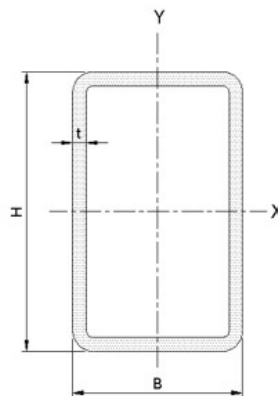
Schwerpunktabstand S_x 35.0 mm

S_y 25.0 mm

Trägheitsradius i_x 26.16 mm

i_y 20.05 mm

Torsionsträgheit I_t 535011.09 mm⁴



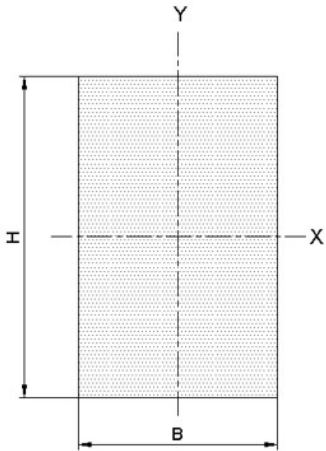
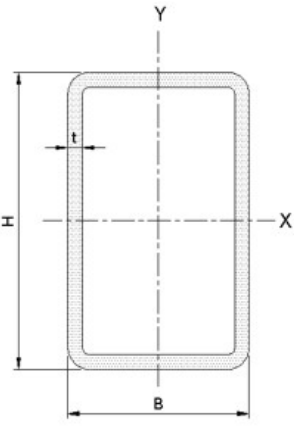
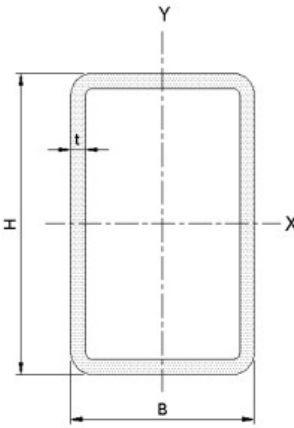
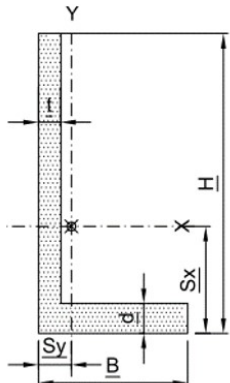
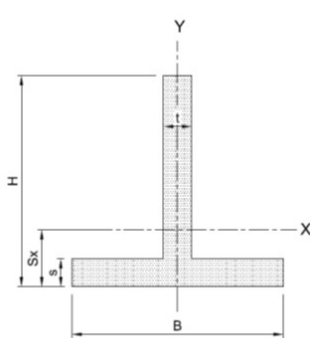
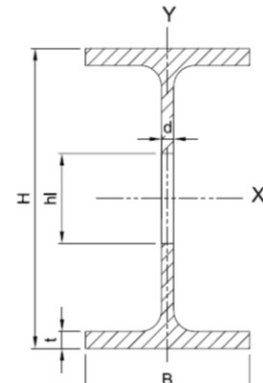
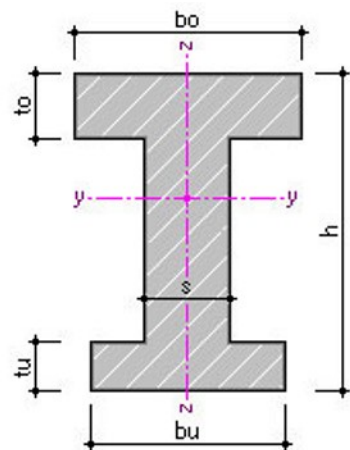
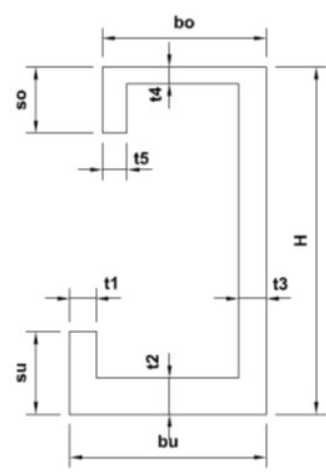
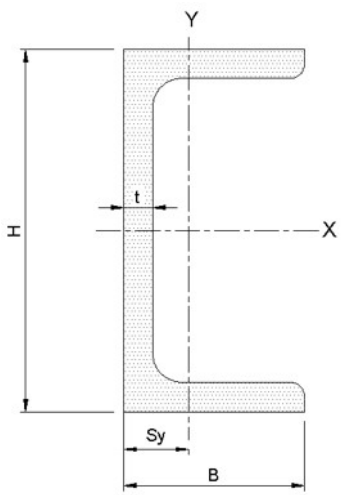
Daten übernehmen

Datenblatt Drucken

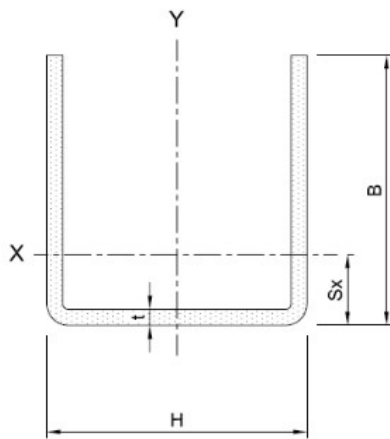
Zurück

Die Bezeichnung für das Rechteckrohr ist Q2 und der Name des Querschnittes in dieser Beispielrechnung ist RHS50/70/3. Die Querschnittsnummer in der Datenbank ist die Nummer 30

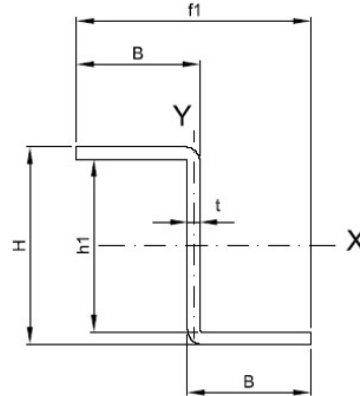
Tabelle der Querschnitte

Q1 	Q2 	Q3 
Q4 	Q5 	Q6 
Q7 	Q8 	Q9 

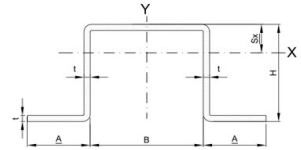
Q10



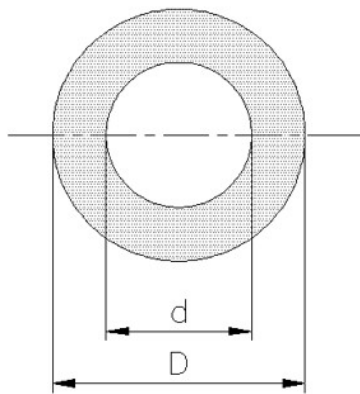
Q11



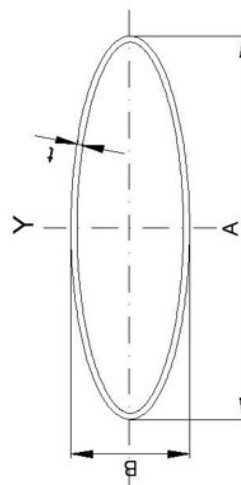
Q12



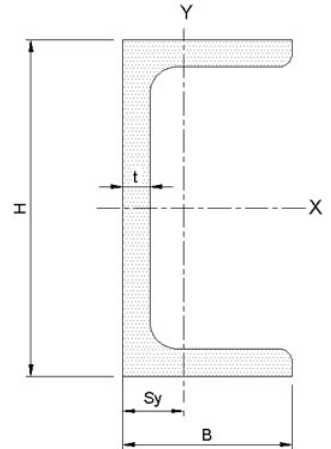
Q13



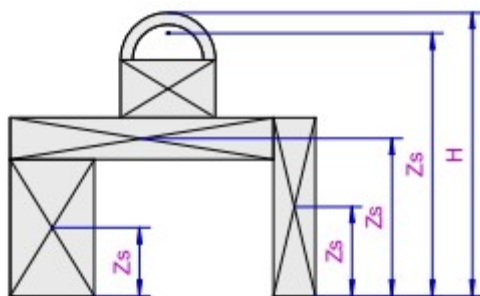
Q14



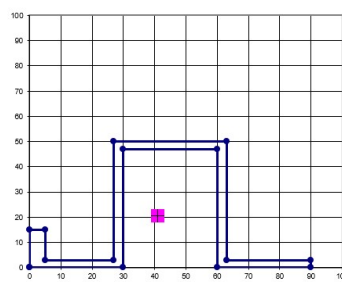
Q15



Q16



Q17



Q18

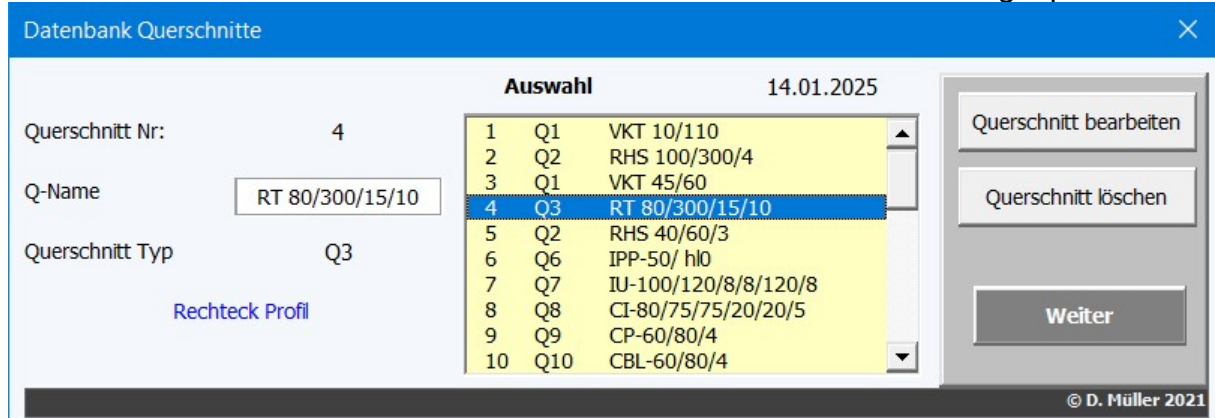
Mit dieser Bezeichnung kann jedes beliebige Profil von Profilhersteller anhand der Angaben zum Profil erfasst werden.

Q19

Verbundquerschnitte Welche bei thermisch getrennten Fassadenprofilen zum Einsatz kommen. Berechnung im Modul Nachweise.

4.4.2 Querschnitte Verwalten

Die berechneten Querschnitte sind in einer Querschnittsdatenbank abgespeichert.



Datenbank Querschnitte

Auswahl 14.01.2025

Querschnitt Nr: 4

Q-Name: RT 80/300/15/10

Querschnitt Typ: Q3
Rechteck Profil

Nr.	Q	Bezeichnung
1	Q1	VKT 10/110
2	Q2	RHS 100/300/4
3	Q1	VKT 45/60
4	Q3	RT 80/300/15/10
5	Q2	RHS 40/60/3
6	Q6	IPP-50/ h10
7	Q7	IU-100/120/8/8/120/8
8	Q8	CI-80/75/75/20/20/5
9	Q9	CP-60/80/4
10	Q10	CBL-60/80/4

Buttons: Querschnitt bearbeiten, Querschnitt löschen, Weiter

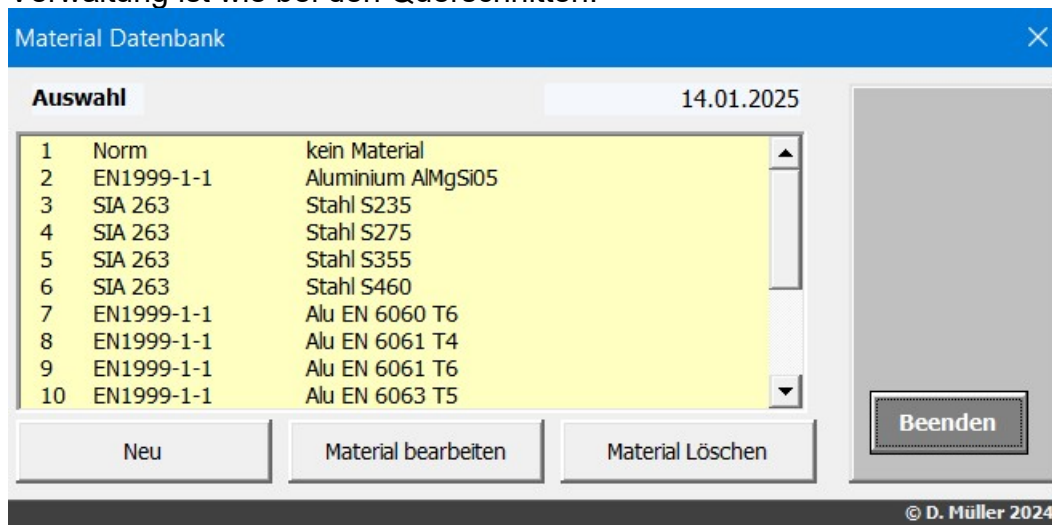
© D. Müller 2021

In der Liste bedeuten die erste Zahl die Querschnittsnummer, die Zweite Bezeichnung ist der Querschnittstyp gemäss der Tabelle der Querschnitte. Die Querschnittsnummer wird automatisch in aufsteigender Folge vergeben und kann nicht geändert werden. Auch der Querschnittstyp ist gemäss Tabelle fest zugeordnet. Mit dem Button [Querschnitt bearbeiten] kann die Querschnittsbezeichnung bearbeitet werden.

An dieser Stelle kann mit dem Button [Querschnitt löschen] der ausgewählte Querschnitt gelöscht werden. Diese Funktion ist aber mit Bedacht zu verwenden. Durch das Löschen eines Querschnittes werden die Querschnittsnummern aller folgenden Querschnitte nach unten angepasst. Dies ist nur sinnvoll, wenn sämtliche Bauteile in welchem die Querschnitte verwendet wurden, ebenfalls gelöscht werden. Ansonsten sind alle Bauteile, welche auf falsche Querschnitte referenzieren, nicht mehr gültig und es führt zu Problemen.

4.4.3 Materialdaten

Analog zu den Querschnitten sind die Materialien in einer Datenbank abgelegt. Die Verwaltung ist wie bei den Querschnitten.



Material Datenbank

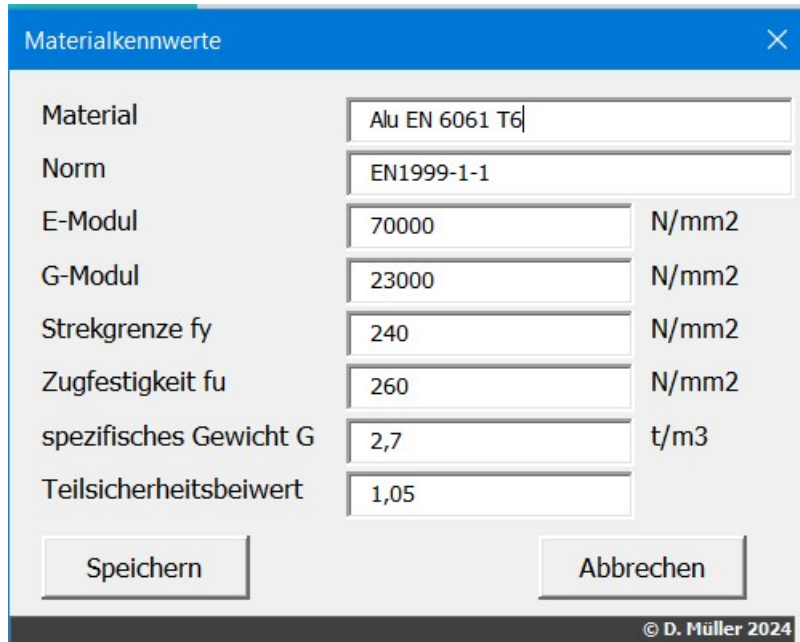
Auswahl 14.01.2025

Nr.	Norm	Material
1	Norm	kein Material
2	EN1999-1-1	Aluminium AlMgSi05
3	SIA 263	Stahl S235
4	SIA 263	Stahl S275
5	SIA 263	Stahl S355
6	SIA 263	Stahl S460
7	EN1999-1-1	Alu EN 6060 T6
8	EN1999-1-1	Alu EN 6061 T4
9	EN1999-1-1	Alu EN 6061 T6
10	EN1999-1-1	Alu EN 6063 T5

Buttons: Neu, Material bearbeiten, Material Löschen, Beenden

© D. Müller 2024

Auch hier gilt ein Material löschen bedeutet sämtliche Bauteile, welche mit diesem Material oder einer Materialnummer welche höher war, sind nach dem Löschen des Materials mit falschen Kennwerten verknüpft. Das bedeutet, Ein räumen der Datenbank am Ende eines Jahres kann durchaus sinnvoll sein, aber ich empfehle dies nicht, da die Grössenbeschränkung der Datenbank in den allermeisten Fällen keine Einschränkungen bedeuten.



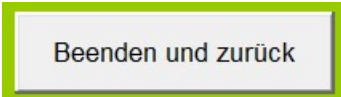
Materialkennwerte		
Material	Alu EN 6061 T6	
Norm	EN1999-1-1	
E-Modul	70000	N/mm2
G-Modul	23000	N/mm2
Streckgrenze fy	240	N/mm2
Zugfestigkeit fu	260	N/mm2
spezifisches Gewicht G	2,7	t/m3
Teilsicherheitsbeiwert	1,05	
Speichern Abbrechen		
© D. Müller 2024		

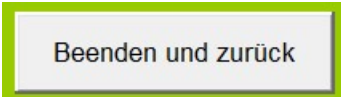
4.4.4 Backup Querschnitte

Die Backupfunktion in Modul Querschnitte ist gegenüber der Backupfunktion bei den Einstellungen erweitert. Hier werden zusätzlich zu den Querschnittskennwerten auch die Parameter für deren Berechnung abgespeichert.

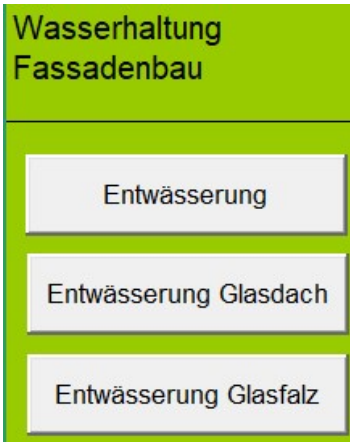
Ebenfalls als Backup werden die Materialdaten mit dieser Funktion gesichert.

Der Name der Backupdatei wird übernommen von der Backupfunktion bei den Einstellungen.



Auch dieses Modul wird mit dem Button  beendet.

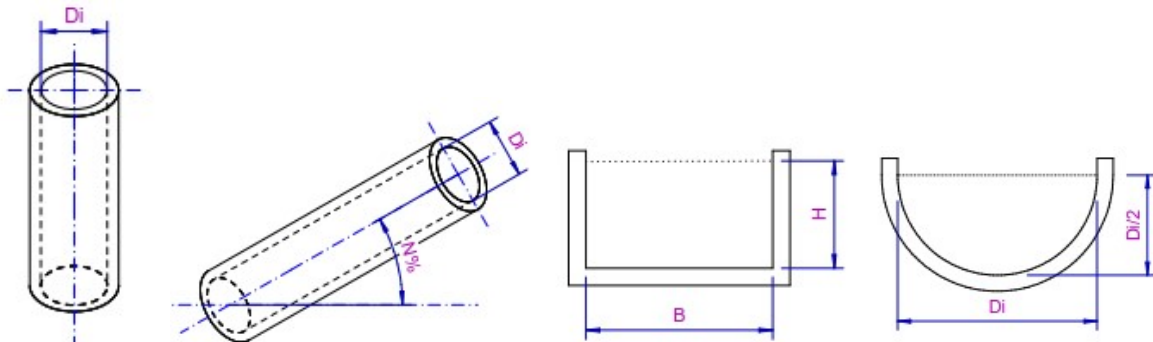
4.5 Wasserhaltung



Unter Wasserhaltung ist die Beurteilung der fachgerechten Entwässerung der Fassadenbauteile zusammengefasst. Der Wasseranfall und die entsprechenden wasserführenden Systeme können dimensioniert werden. Eine fundierte Beurteilung, ob bei flachen Glasdächer Wasserlachen stehen bleiben, ist für den Fachmann entscheidend.

4.5.1 Entwässerung

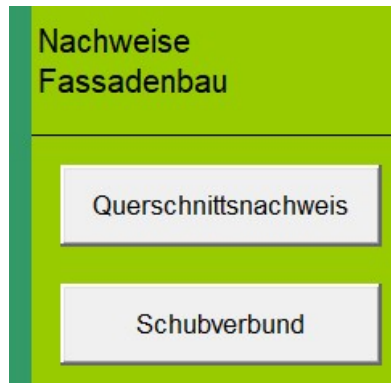
Mit welcher Wassermenge bei einem starken Gewitter gerechnet werden muss, ist eine Frage, die dieses Tool beantwortet. Dabei können Flächen sowohl in horizontaler-, schräger- oder vertikaler-Richtung beurteilt werden. Die notwendigen Entwässerungsleitungen werden zum berechneten Wasseranfall vorgeschlagen.



4.5.2 Entwässerung Glasdach

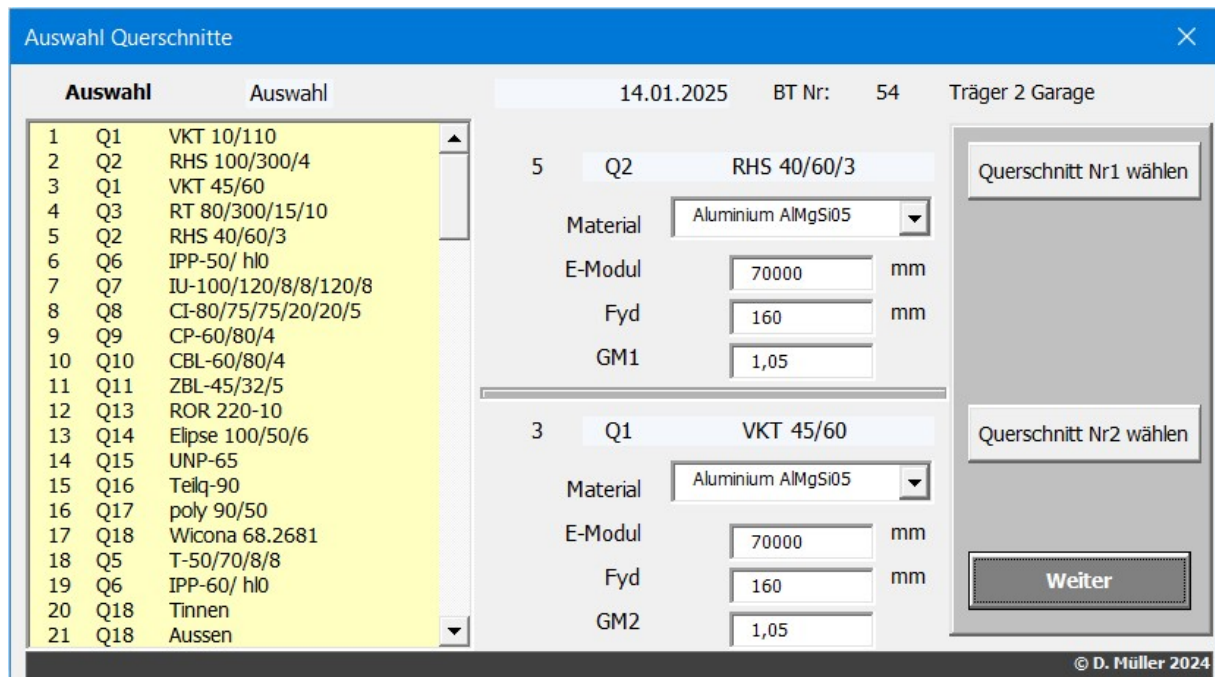
Ob bei einem Glasdach mit sehr geringer Neigung Wasserlachen stehen bleiben und so das Glas innert kurzer Zeit stark verschmutzen, ist entscheidend, ob die Glasneigung fachgerecht geplant oder ausgeführt wurde.

4.6 Nachweise Querschnitte



Hier können Spannungsnachweise von in mehreren Achsen belasteten Querschnitten oder von Verbundquerschnitten erstellt werden.

4.6.1 Querschnittsnachweis



Auswahl Querschnitte

14.01.2025 BT Nr: 54 Träger 2 Garage

Auswahl	Auswahl
1	Q1 VKT 10/110
2	Q2 RHS 100/300/4
3	Q1 VKT 45/60
4	Q3 RT 80/300/15/10
5	Q2 RHS 40/60/3
6	Q6 IPP-50/ hI0
7	Q7 IU-100/120/8/8/120/8
8	Q8 CI-80/75/75/20/20/5
9	Q9 CP-60/80/4
10	Q10 CBL-60/80/4
11	Q11 ZBL-45/32/5
12	Q13 ROR 220-10
13	Q14 Elipse 100/50/6
14	Q15 UNP-65
15	Q16 Teilq-90
16	Q17 poly 90/50
17	Q18 Wicon 68.2681
18	Q5 T-50/70/8/8
19	Q6 IPP-60/ hI0
20	Q18 Tinnen
21	Q18 Aussen

5	Q2	RHS 40/60/3	Material: Aluminium AlMgSi05	E-Modul: 70000 mm	Fyd: 160 mm	GM1: 1,05	Querschnitt Nr1 wählen
3	Q1	VKT 45/60	Material: Aluminium AlMgSi05	E-Modul: 70000 mm	Fyd: 160 mm	GM2: 1,05	Querschnitt Nr2 wählen

Weiter

© D. Müller 2024

Es ist auch möglich der Nachweis eines verstärkten Profils zu erstellen. Dabei ist der Verstärkungsquerschnitt mit dem Hauptquerschnitt nicht biegesteif verbunden, sondern muss sich als eingeschobener Querschnitt mit sehr kleinem Spiel zwischen den Berührungspunkten vorgestellt werden.

Einwirkungen

Einwirkungen auf Querschnitt

Biegemoment M_x kNm

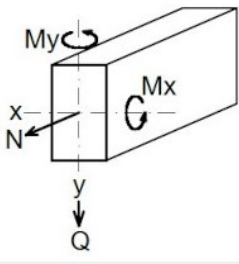
Biegemoment M_y kNm

Normalkraft N kN

Querkraft Q kN

Nachweisstelle

Weiter



© D. Müller 2024

4.6.2 Spezialfall Schubverbund Q19

Damit ein Schubverbund mit Isoliersteg ermittelt werden kann, müssen die zu verbindende Querschnitte zuerst als eigenständige Querschnitte in der Datenbank angelegt werden.

UserForm1

Auswahl 05.05.2022

QS Nr: Typ Q-Name

20 Q18 Tinnen

Profiltiefe T2 mm

Schwerpunktsabstand Z2 mm

21 Q18 Aussen

Profiltiefe T1 mm

Schwerpunktsabstand Z1 mm

Gesamthöhe H mm

Isoliersteghöhe I mm

Weiter

© D. Müller 2021

Mit diesem Eingabefenster können die zu verbindende Querschnitte und die dazugehörigen Abmessungen definiert werden.

Stabkennwerte

Verbundquerschnitte

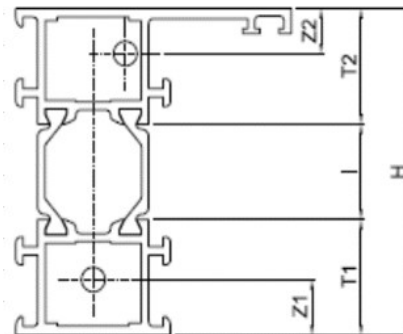
Material

Stablänge L mm

Verbundwert $C(80^\circ)$

Biegemoment kNm

zur Berechnung



Der Schubverbundwert wird anhand der charakteristischen Messwerte für die gewählte Einrolltechnik festgelegt und auf eine definierte Stablänge bezogen.

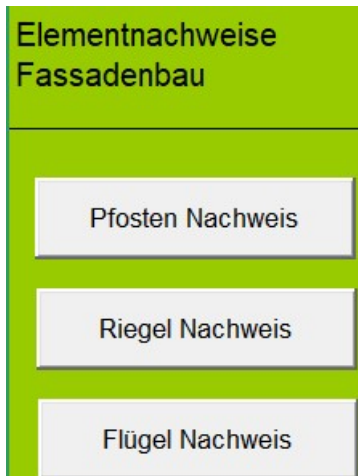
5 Fassadentools



Die Fassadentools fassen die Tools zusammen, welche speziell für den Fassadenstatiker angepasst sind und in dieser Form schnell zu zuverlässigen Resultaten führen.

5.1 Pfosten / Riegel

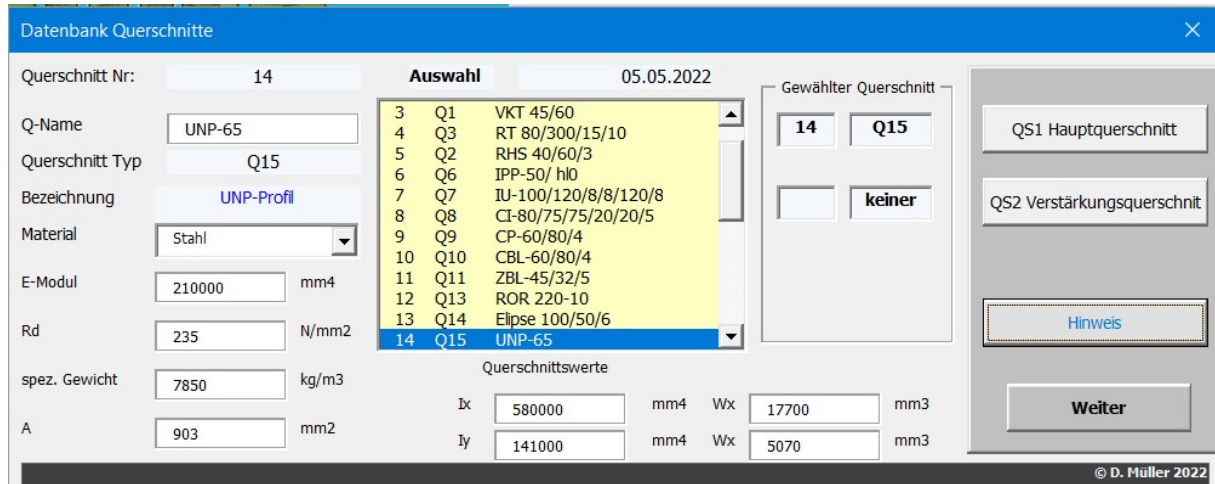
Dieses Tool wird für die meisten Abschätzungen von möglichen Profilen und deren Nachweise benötigt.



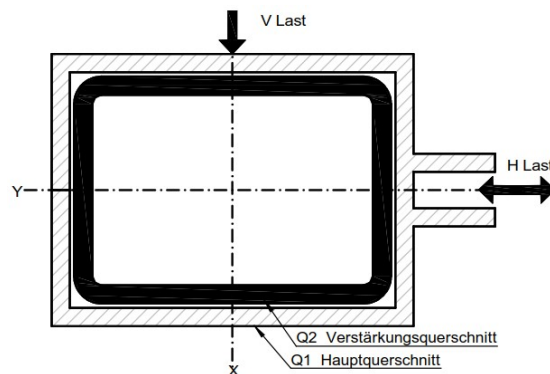
Dieses Tool ist für jeden im Fassadenbau tätigen Planer hilfreich. Es kann auch von nicht akademisch ausgebildeten Fachkräften sicher eingesetzt werden und hilft damit die qualitativ hochwertigen Fassadenbauteile auch normgerecht zu planen.

5.1.1 Pfosten Nachweis

Der Aufbau des Tools Pfosten Nachweis ist analog der bei den Grundtools vorgestellten Arbeitsweise. Zuerst muss aus der Datenbank Bauteile ein Bauteil mit dem Bauteiltyp Pfosten ausgewählt werden. In diesem Bauteil werden die Werte für dieses Bauteil für die Dokumentation und die spätere Weiterverwendung abgespeichert.



Aus der Querschnittsdatenbank muss die Querschnittsnummer für den Hauptquerschnitt und gegebenenfalls für einen Verstärkungsquerschnitt ausgewählt werden.



Auch hier gilt, der Verstärkungsquerschnitt ist mit sehr kleinem Spiel zwischen den beiden Querschnitten eingeschoben.

Pfosten Nachweis X

Die Windlasten werden von der Windlastberechnung übernommen. 05.05.2022

Lasten					
Winddruck	.84	kN/m ²	Randbereich	-1.11	kN/m ²
Windsog	-5	kN/m ²	Linienlast	.6	kN/m ¹
			Höhe der Linienlast C	1100	mm

Abmessungen					
Höhe L	2400	mm	Breite H1	1200	mm
Glas Lg	2000	mm	Breite H2	1100	mm

Bemessungskriterien			
Pfosten L/	200	Last-Faktor	1.5
Glas L/	300	Linienlast-Faktor	1.35

dynamisches Verhalten	
Berücksichtigen	Gewicht Füllelement
☒ Ja ☐ Nein	50. kg/m ²

zu den Resultaten

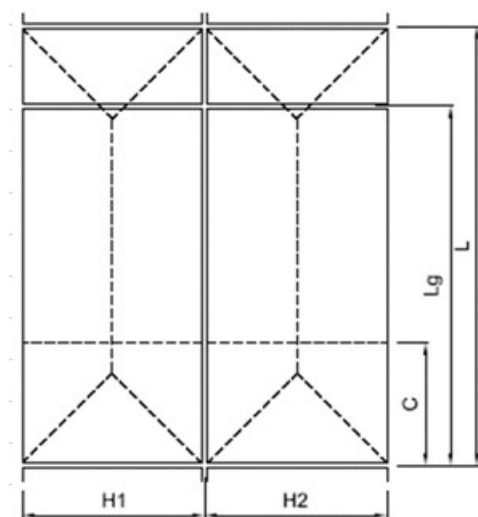
Hinweis

Beenden

© D. Müller 2021

Die Windlasten werden aus der Datenbank für das ausgewählte Projekt automatisch übernommen.

Die Abmessungen und die Bemessungskriterien können bequem eingegeben werden. Als zusätzliche Abschätzung, ob die Windlast mit dem dynamischen Faktor $c_p = 1$ für dieses Bauteil ermittelt werden darf, kann das dynamische Verhalten des Bauteils kontrolliert werden.

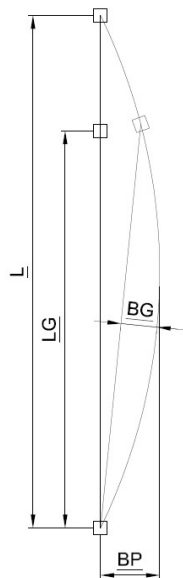


L definiert die frei gelagerte Pfostenhöhe

Lg ist die Länge des grössten Glases (Glaskante) in diesem Bauteil

C ist die Höhe der angreifenden Linienlast (Absturzlast) bezogen auf das horizontale Auflager des Pfostens.

H1 und **H2** sind die Breiten zum nächsten Pfosten. Die gestrichelte Figur ist die Lastverteilung. Ob eine Trapezlast oder eine Dreieckslast massgebend ist, wird vom Programm erkannt.



Die vorhandenen Riegel und die Glasgrößen in unserem System müssen noch angesprochen werden. Die Riegel werden einfach ignoriert, da sie gelenkig am Pfosten befestigt sind und der geringe Fehler, welcher durch diese Betrachtung entsteht, wird akzeptiert. Die Glasgröße (LG) ist aber für die Durchbiegung der Glaskanten (BG) notwendig und muss eingegeben werden. Dabei ist (LG) einfach die grösste Glaskantenlänge, welche sich auf dem betrachteten Pfosten auflagert, egal ob sie zwischen zwei Riegel liegt, oder von unten bis zum ersten Riegel wie in der nebenstehenden Skizze.

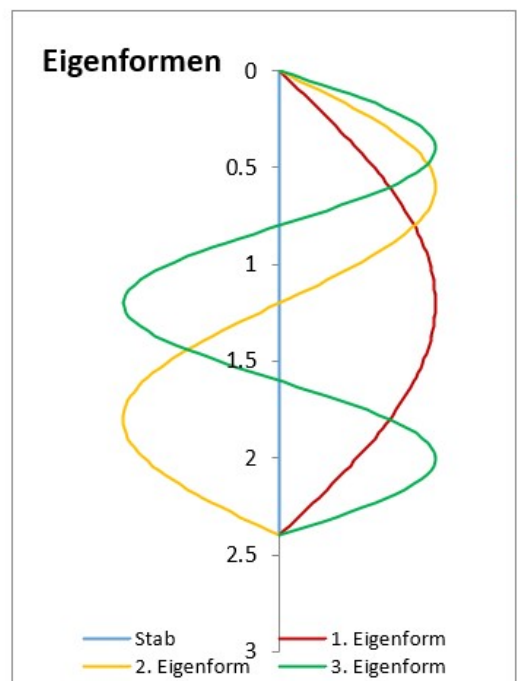
Bei den Bemessungskriterien brauchen Sie etwas Spezialwissen. Die Bemessungskriterien sind normalerweise in der Ausschreibung definiert und können von da übernommen werden.

Ansonsten sind die zulässigen Durchbiegungen in den SIA-Normen 260, 329 und 331 erwähnt. Diese Normen vernünftig interpretiert würde eine zulässige Durchbiegung von $L/200$ erlauben.

Die Sicherheit wird nur für den Spannungsnachweis verwendet und ist gemäss SIA 260 mit 1.5 für Windlasten anzunehmen.

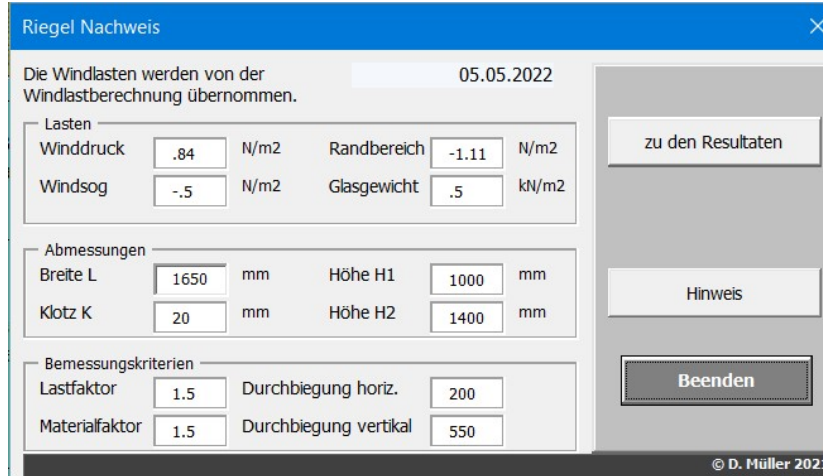
Zur Beurteilung des dynamischen Verhaltens des Pfostens werden die ersten drei Eigenformen des Pfostens ermittelt. Wenn die erste Eigenfrequenz oberhalb von 5 Hz liegt, darf für die Windlastannahme der Wert $c_d = 1$ eingesetzt werden. für Eigenfrequenzen tiefer als 5 Hz ist gemäss SIA 261 der Wert c_d mit 1.1 zu verwenden. Dies ist vor allem bei schlanken Profilen oft der Fall.

Belastung	Stab	Füllung	Total
q_{ek}	kN/m^1	kN/m^1	kN/m^1
	0.092	0.575	0.667



5.1.2 Riegel Nachweis

Der Aufbau des Tools Riegel ist analog wie oben, bei den zuvor beschriebenen Tools. Zuerst muss das Bauteil bezeichnet werden, danach die Querschnitte aus der Datenbank ausgewählt werden und mit dem Eingabeformular die Abmessungen erfasst werden.



Die Windlasten werden von der Windlastberechnung übernommen. 05.05.2022

Lasten

Winddruck: .84 N/m² Randbereich: -1.11 N/m²

Windsog: -.5 N/m² Glasgewicht: .5 kN/m²

Abmessungen

Breite L: 1650 mm Höhe H1: 1000 mm

Klotz K: 20 mm Höhe H2: 1400 mm

Bemessungskriterien

Lastfaktor: 1.5 Durchbiegung horiz.: 200

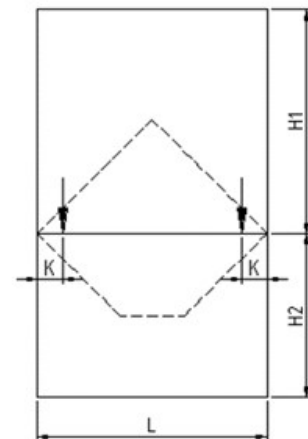
Materialfaktor: 1.5 Durchbiegung vertikal: 550

zu den Resultaten

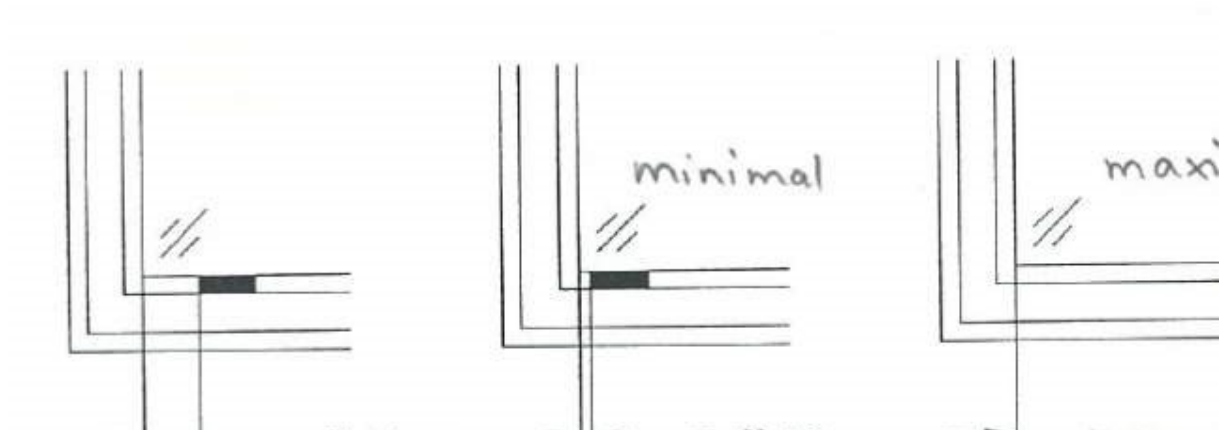
Hinweis

Beenden

© D. Müller 2021



Das Klotzmass K für (Abstand von der Glaskante bis Mitte Tragklotz) sollte gemäss bewährter Praxis ca. 100mm betragen.



Beenden und zurück

Auch dieses Modul wird mit dem Button **Beenden und zurück** beendet.

5.1.3 Flügel Nachweis

Dieses Tool ermöglicht die Beurteilung der Schliesspunktbelastung und der Bandbelastungen des Flügels.

Auch dieser Aufbau ist identisch mit den beiden oberen Tools. Bei der Querschnittsauswahl kann nur der Hauptquerschnitt ausgewählt werden.

Flügel
✕

Die Windlasten werden von der Windlastberechnung übernommen. 22.06.2022

Lasten

Winddruck	.84	kN/m ²	Randbereich	-1.11	kN/m ²
Windsog	-.5	kN/m ²	Füllelement		kN/m ²

Abmessungen

Breite B	580	mm	Band A	1100	mm
Höhe H	1280	mm	Klotz K	80	mm

Bemessungskriterien

Lastfaktor	1.5	Durchbiegung Horizontal L/	300
Materialfaktor	1.1	Durchbiegung Vertikal L/	500

Schliesspunkte

☒ Schliesspunkte 1

☐ Schliesspunkte 2

Tragfähigkeit Bänder

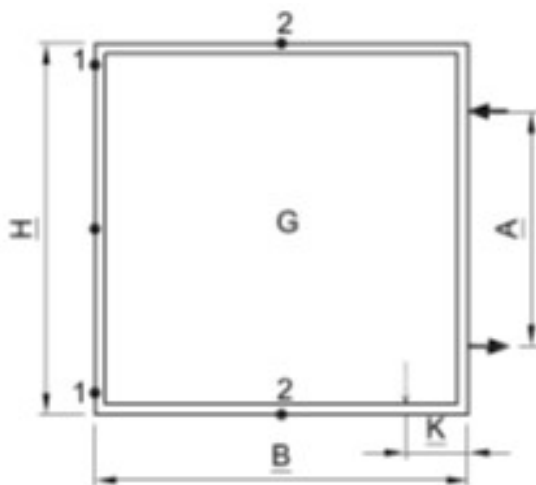
Horizontal	1.2	kN
Vertikal	1.2	kN

zu den Resultaten

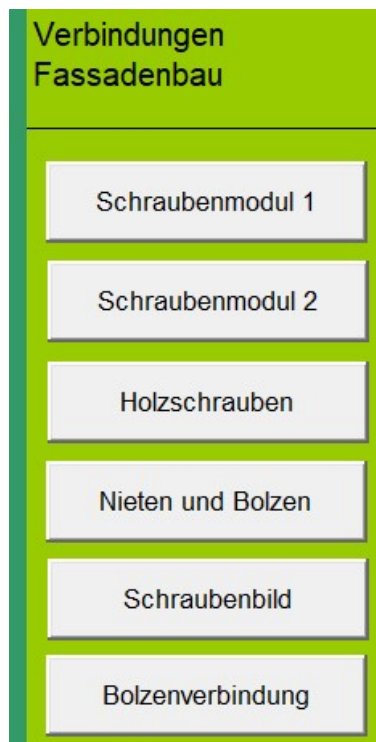
Hinweis

Beenden

© D. Müller 2022



5.2 Verbindungen

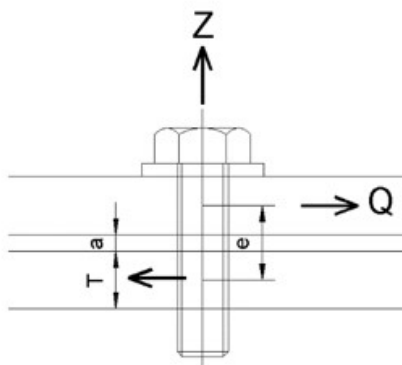


Mit welcher Methode anfallende Kräfte verankert, oder verbunden werden ist im Fenster und Fassadenbau sehr unterschiedlich. Der Nachweis der Verbindungsmittel ist denn auch in diversen Normen geregelt. Mit diesem Tool können die gängigsten Verbindungsmittel nachgewiesen werden.

5.2.1 Schraubenmodul 1

Den Schraubenmodulen sind auch Bauteile zugeordnet. Man muss jeweils vor der Berechnung mit den Modulen ein Bauteil mit dem Bauteil-Typ auswählen, oder ein neues Bauteil erzeugen. Dies ist bei sämtlichen weiteren Modulen immer so. Details wurden bereits unter [3.2.4](#) und [4.2.1](#) besprochen.

Der Schraubennachweis wird anhand einer einzelnen Schraube mit der Möglichkeit einer gleitenden Zwischenschicht (a) erbracht.



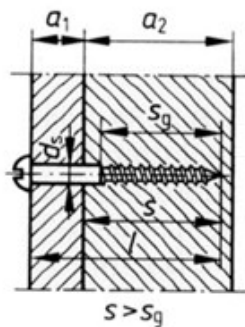
Weiter wird das Gewinde (T) des Anschlusssteiles (Mutter) nachgewiesen. Dies ist gemäss Stahlbaunorm des SIA nicht vorgesehen, aber gemäss Stand der Technik durchaus angebracht.

5.2.2 Schraubenmodul 2

Dieses Modul weist Schrauben nach den Normen VDI 2230, EN 1993-1-4 und EN 1993-1-8 Nach.

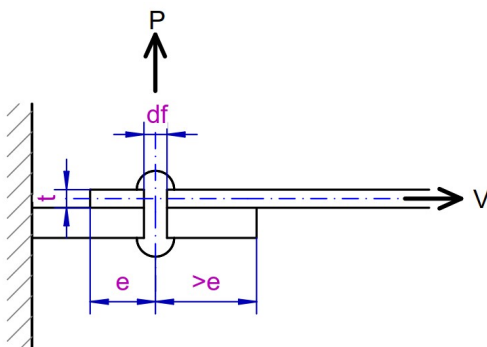
5.2.3 Holzschrauben

Mit diesem Modul können Verbindungen mit Holzschrauben nachgewiesen werden.



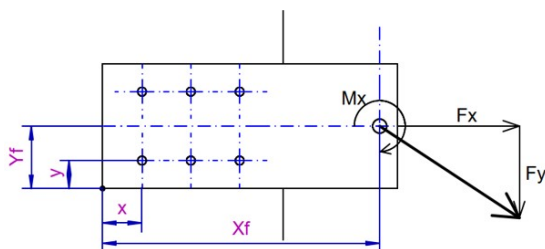
5.2.4 Nieten und Bolzen

Dieses Modul weist Nieten und Bolzen nach der britischen Norm BS 8118 nach.



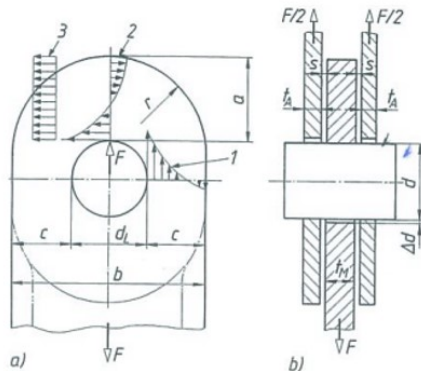
5.2.5 Schraubenbild

Wenn Lastvektoren auf mehrere Querkraftabtragende Schrauben umgeleitet werden ist die Belastung der einzelnen Schrauben durch die geometrische Anordnung der Schrauben und des Angriffspunkts der Lastvektoren gegeben.



5.2.6 Bolzenverbindung

Diese Verbindungsart, welche bei Abhänge-Vorrichtungen von Vordächern häufig zum Einsatz kommen, werden in den Baunormen nur am Rande erwähnt. Dieses Tool berechnet die Bolzenverbindung mit Hilfe der im Maschinenbau verwendeten Ansätzen.



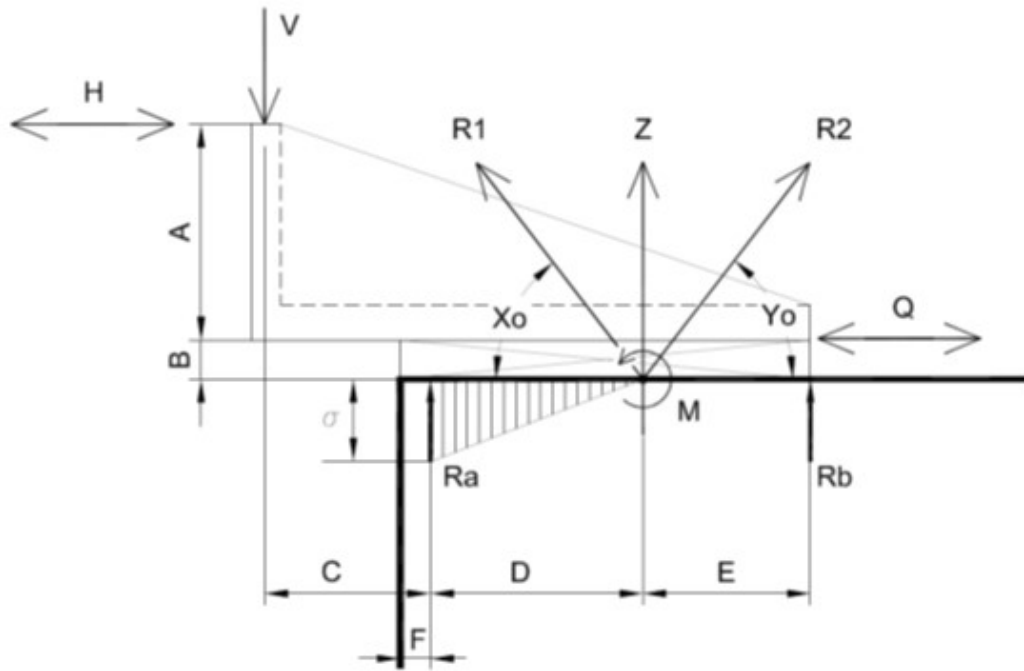
5.3 Bauanschlüsse

Bauteilanschlüsse Fassadenbau	
UK Vektoren 01	
UK Vektoren 02	
Schiftungen	
Plattenanschluss	

Jedes Fassaden-, Fensterelement muss mit dem Rohbau verbunden, verankert werden. Die anfallenden Einwirkungen müssen über eine Unterkonstruktion in die Verbindungselemente abgetragen werden.

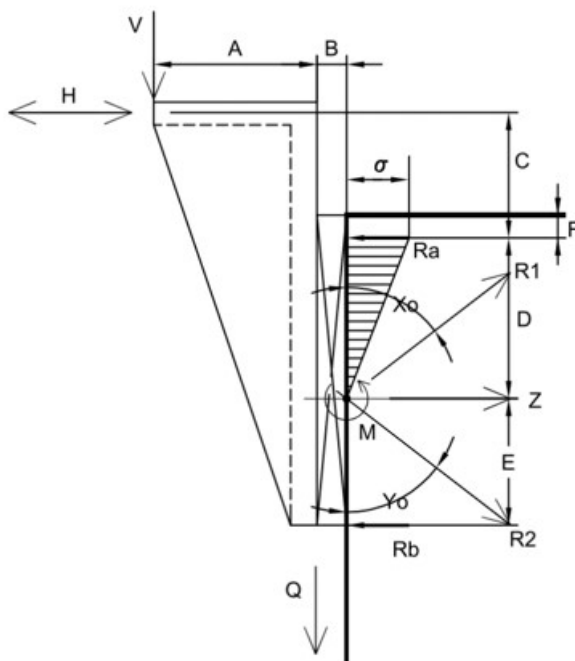
5.3.1 UK Vektoren 01

Die Lasten welche vom Fenster-, Fassadenelement ermittelt werden, müssen im Rohbau verankert werden. Egal wie die dazu verwendete Unterkonstruktion ausgebildet ist, müssen die Lasten H und V auf das Verankerungselement in Z und Q umgerechnet werden, um den Dübel oder die Schraube nachzuweisen.

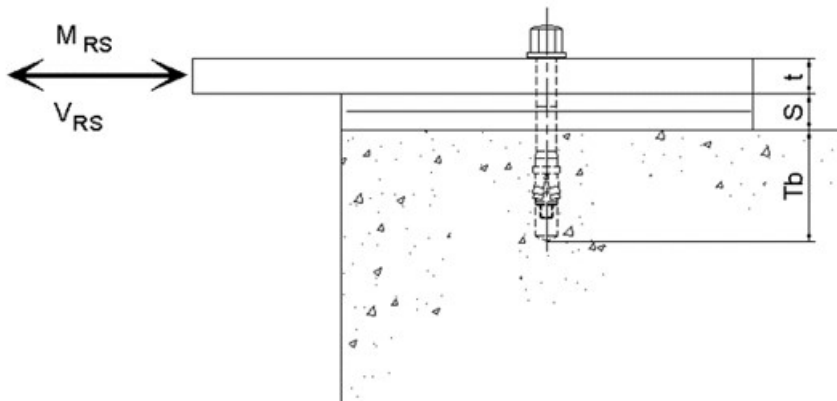


5.3.2 UK Vektoren 02

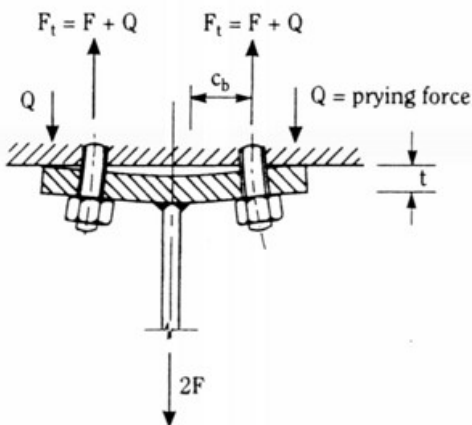
Wie UK Vektoren 01 aber an Vertikalflächen anliegend



5.3.3 Schiftungen



5.3.4 Plattenanschluss



5.4 Spannung / Dehnung

Spannung Dehnung Fassadenbau
Temperatur
Spannung
Verklotzung

Jedes Fassaden-, Fensterelement ist Temperaturschwankungen oder Lasteinflüssen unterworfen. Die Veränderungen durch diese Einflüsse ist in diesem Modul behandelt.

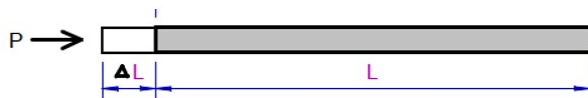
5.4.1 Temperatur

Hier kann die Längenänderung eines Stabes unter Temperatureinfluss bestimmt werden.



5.4.2 Spannung

Hier kann die Längenänderung eines Stabes unter einer Last P bestimmt werden.



5.4.3 Verklotzung

Das Modul Verklotzung ist leider noch nicht vorhanden.

5.5 Fugen / RWA

Fugen im Fassadenbau

Deckendurchbiegung

Fugenbemessung

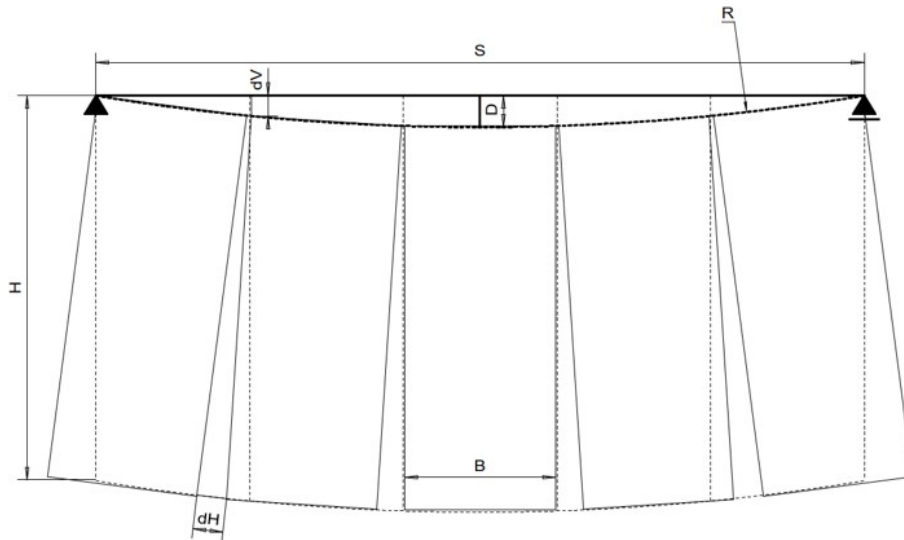
Glaseinstand

RWA Lüftungsquerschnitt

Das Verhalten von Fassadenelementen, und die Anschlüsse an Nachbarelemente sind hier mittel Verformungen des Rohbaus und Toleranzen zusammengefasst. Der Glaseinstand oder Der RWA-Lüftungsquerschnitt sind hier ebenfalls behandelt.

5.5.1 Deckendurchbiegung

Mithilfe dieses Moduls kann das Verhalten der Fassade unter der Deckendurchbiegung dokumentiert werden



5.5.2 Fugenbemessung

Mithilfe dieses Moduls kann das Verhalten der Fugen unter Berücksichtigung von vielen Parametern dokumentiert werden.

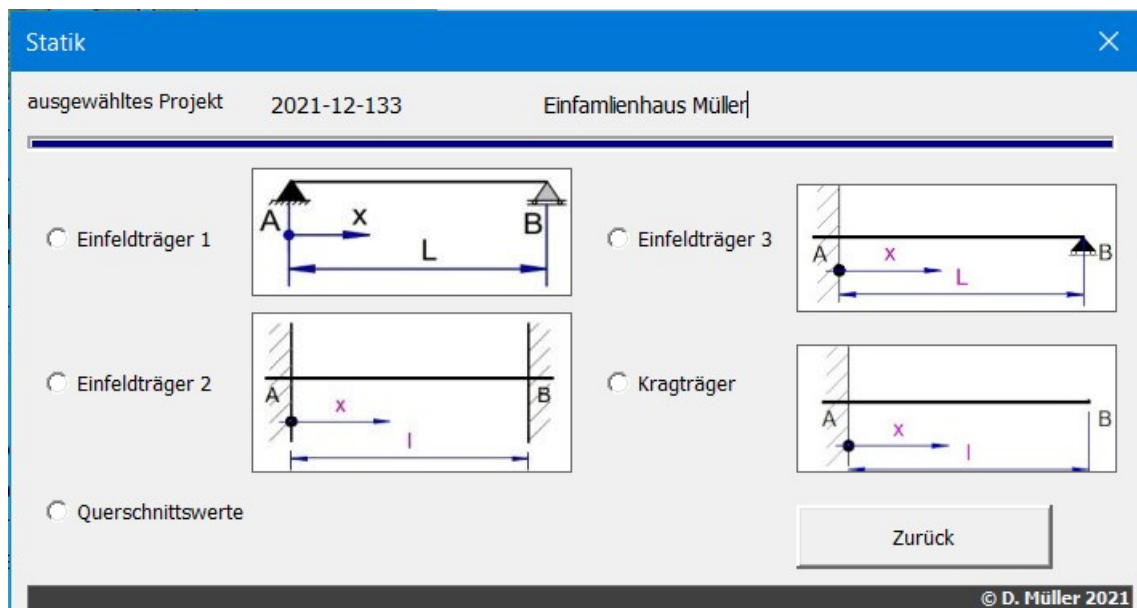
5.5.3 Glaseinstand

Die Bestimmung des Notwendigen Glaseinstandes ist durch unterschiedliche Normen definiert. Hier ist eine dokumentierte Bemessung in Abhängigkeit der Abmessungen möglich.

5.5.4 RWA Lüftungsquerschnitt

Die Berechnung des Lüftungsquerschnittes bei RWA Anlagen ist auch von den geometrischen Vorgaben abhängig.

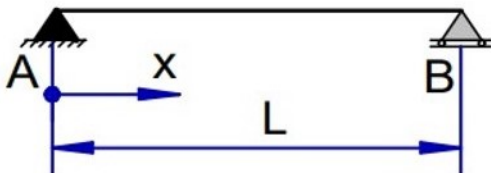
6 Statik



Im Kapitel Statik sind aktuell 4 Tools aus der Grundlagenstatik für Einfeldträger enthalten.

Es ist vorgesehen, dass hier noch weitere Module dazukommen werden.

6.1 Einfeldträger 1

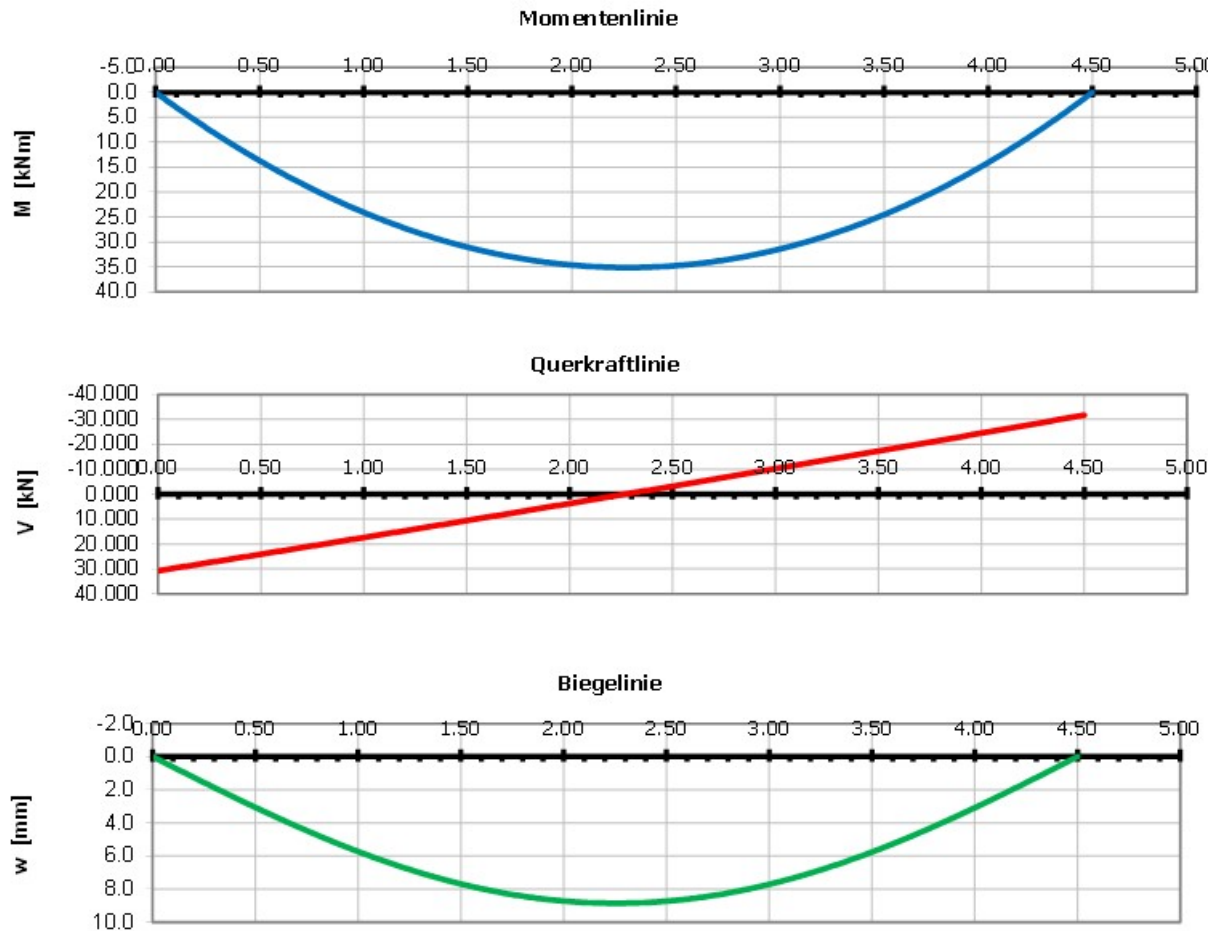


Der beidseitig frei drehbar gelagerte Einfeldträger ist das Grundsystem in der Statik. Der Einfeldträger ist statisch bestimmt und die Wirkungen können sehr einfach berechnet werden.

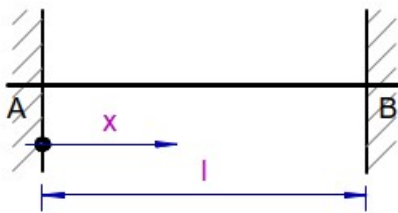
Die Vorteile dieser Tools sind wie schon mehrfach erwähnt die praktische Übernahme der Lasten aus den Lastannahmen die in der Datenbank der Querschnitte abgelegten Werte für die Nachweise und die Materialkennwerte der wichtigsten Baumaterialien.

Sämtliche Lasten können in Eigenlasten und in Nutzlasten unterteilt werden. Für den Nachweis ist der damit verbundene Sicherheitsbeiwert wichtig.

Es können Streckenlasten, Trapezlasten, Punktlasten und Endmomente berücksichtigt und miteinander kombiniert werden.

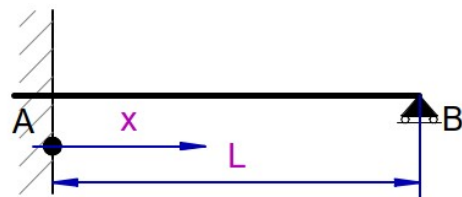


6.2 Einfeldträger 2



Der beidseitig frei fest eingespannte Einfeldträger ist ein häufig verwendetes Grundsystem in der Statik. Der Einfeldträger ist statisch bestimmt und die Wirkungen können sehr einfach berechnet werden.

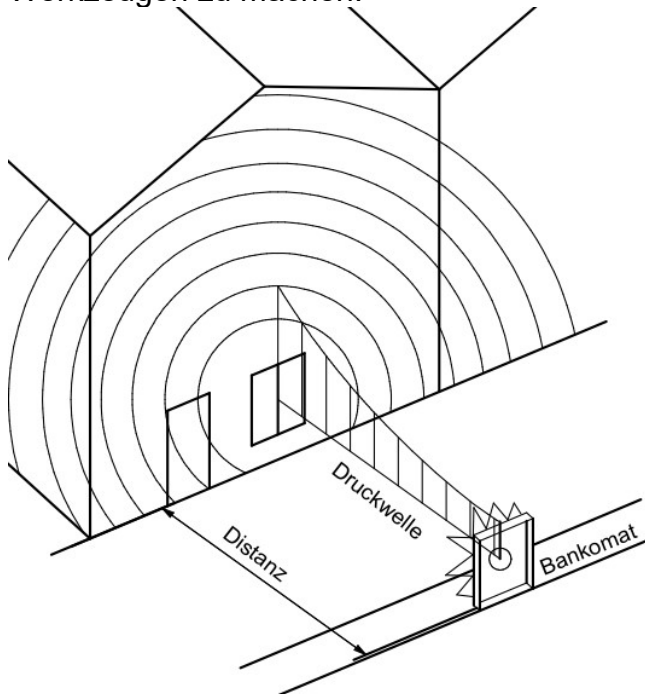
6.3 Einfeldträger 3



Der einseitig freie und einseitig eingespannte Einfeldträger ist das dritte Grundsystem in der Statik. Der Einfeldträger ist statisch bestimmt und die Wirkungen können sehr einfach berechnet werden.

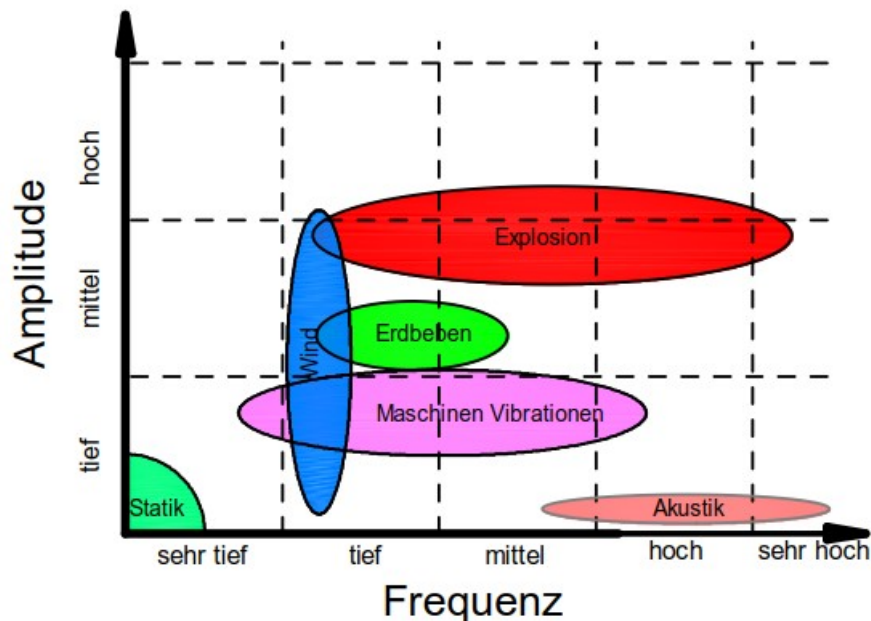
7 Dynamik

Der Bereich Dynamik ist in der BCWED Umgebung ein Experiment. Das Thema streift ein Randgebiet, welches eigentlich mit umfangreichen und komplexen FEM-Programmen zu lösen ist. Aber den Umgang mit diesen Programmen ist sehr zeitaufwändig und setzt auch eine vertiefte Auseinandersetzung mit den Teilgebieten der Baudynamik voraus. Zudem ist die Anschaffung der Software, welche die Aspekte der Baudynamik abdecken, sehr teuer und daher für kleinere Büros nicht lohnend. Trotzdem ist es vermehrt ein Bedürfnis auf dynamische Fragen zumindest eine Vorstellung zu besitzen, um diese in grober Art einschätzen zu können. Dieses Experiment will aber in keiner Form die wirklich spezialisierten Büros konkurrenzieren. Wenn baudynamische Fragen relevant werden empfehle ich in jedem Fall einen Spezialisten beizuziehen und eine Abklärung mit geeigneten Werkzeugen zu machen.



Wenn es aber darum geht, eine grobe Vorstellung zu haben, was mit meiner Glasscheibe passiert, wenn der Bankomat auf der gegenüberliegenden Strassenseite in der Nacht gesprengt wird, habe ich mit dem Thema Dynamik in BCWED ein Experiment gestartet, welches zumindest im Ansatz eine Antwort geben könnte. Aber wie schon erwähnt, sind bei Vereinfachungen immer grosse Unsicherheiten vorhanden, welche mit einfachen Mitteln nicht seriös abgedeckt werden können. Hier vermisste ich in krasser Weise die notwendige Forschung an den Hochschulen, welche eigentlich den Auftrag haben die komplexen Vorgänge, welche in der Praxis häufig anzutreffen sind, so aufzubereiten, damit diese in der realen Berufswelt auch sicher und mit vernünftigem Aufwand angewendet werden könnten.

Zur Einordnung des Themengebietes Dynamik ist in der Grafik die Frequenzverteilung der auftretenden Lasten hilfreich.



7.1 Eigenfrequenz

Ein einfaches Problem ist die Bestimmung der Eigenfrequenz eines Fassadenbauteils. Diese ist aber entscheidend für die Berechnung der Windlasten, welche den dynamischen Faktor c_d in Abhängigkeit der Eigenfrequenz des Bauteils definiert. Diese Berechnung ist mit BCWED sehr einfach möglich. Bereits in den Fassadentools ist beim Pfostennachweis die Ermittlung der Eigenfrequenz mit integriert.

7.2 Explosion

Das Thema Explosion ist besonders gut in den US-amerikanischen Militärdokumentation abgehandelt. Explosionen können aus unterschiedlichen Situationen entstehen. Zum einen sind militärische Ursprünge durch Bomben und Granaten oder Sprengstoffen allgemein bekannt. Aber auch industrielle Explosionen aus hoch entzündlichen Stoffen wie Benzin, Feinstaub, Holzstaub oder aus Gasen sind bekannt. Die Festlegung des Explosionsstoffes und deren Grösse und Verhalten in unterschiedlichen Umgebungen ist schon ein Spezialgebiet. Die Ausbreitung der bei der Explosion entstehenden Druck- und Strahlungswelle ist ebenfalls ein eigenständiges Thema.

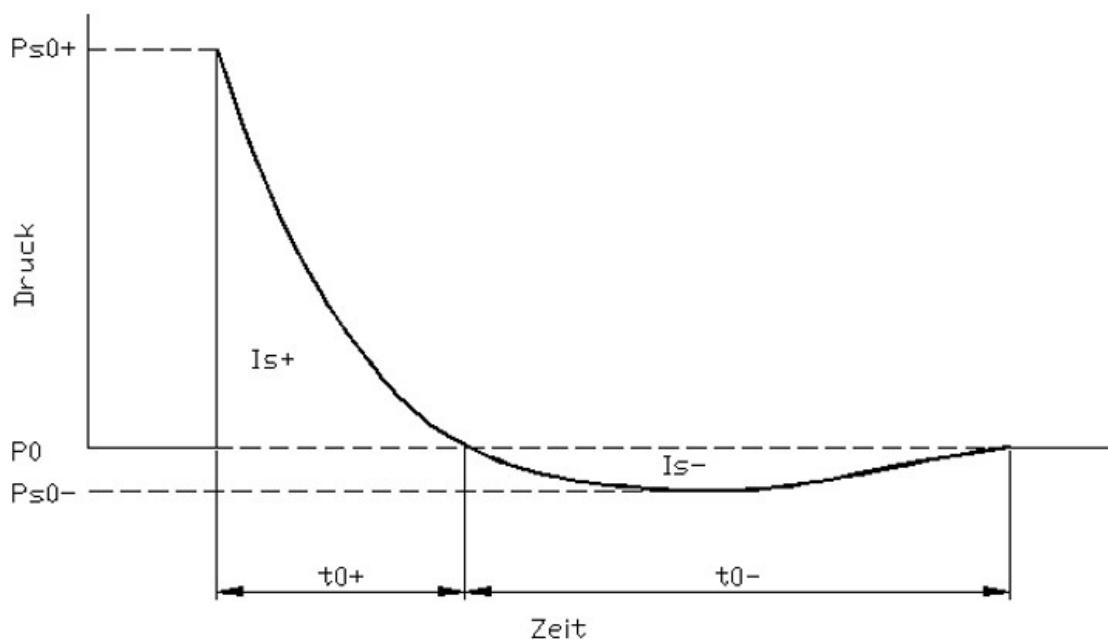
Die Ausbreitung einer Druckwelle im freien Feld ist in unterschiedlichen Dokumentationen beschrieben und stellt die einfachste Belastung aus Explosionslasten auf einen Gegenstand dar. Bei einer Explosion wird in einer sehr

kurzen Zeit eine sehr grosse Energie freigesetzt. Dieser Detonationsprozess wirkt als Stoss auf die Umgebungsluft und breitet sich als Luftstosswelle kugelförmig im Raum aus. Mit der Entfernung zum Explosionszentrum reduziert sich der Spitzenüberdruck und die Zeitdauer des positiven Überdruckes wird grösser. Die kugelförmige Ausbreitung der Luftstosswelle ohne Behinderung ist nur eine theoretische Annahme, da es in der realen Situation praktisch immer zu Reflexionen von Bodenunebenheiten, Gebäuden oder Vegetation kommt. Ebenso ist der Einsatzbereich der Freilandkurve vom Anstand zur Explosion eingeschränkt. Nahexplosionen $< 4\text{m}$ und grosse Ferndetonationen $> 300\text{m}$ sind ausserhalb des Normbereiches der häufig verwendeten Formeln.

Eine detaillierte Beschreibung der Module Dynamik wird später noch ergänzt.

7.2.1 Explosion

Mithilfe dieses Moduls kann das Verhalten eine Explosion im freien Feld berechnet werden.



Als Ausgangs Parameter sind dabei

Berechnung von Explosionslasten im freien Feld

Lasten		
Grösse der Bombe	100	kg
Aktionsradius	150	m
Sprengstoff	TNT	
Standorthöhe	450	M.ü.M.
Temperatur	15	°C

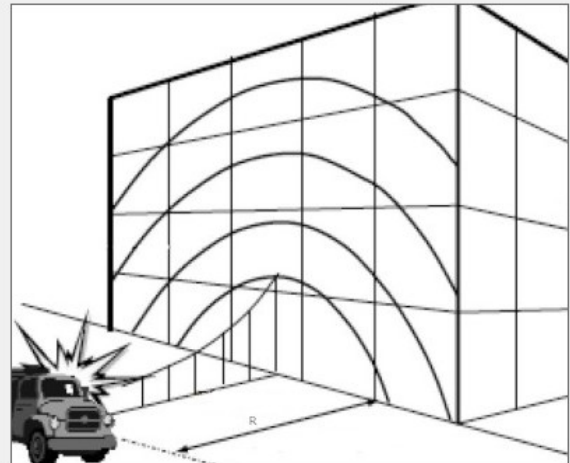
Zu erfassen.

Hinweis

Die Berechnung ist nur eine grobe Annäherung des effektiven Druckverlaufes im freien Feld. Hindernisse wie Mauern, oder Gebäude in der näheren Umgebung könne den Druckverlauf wesentlich beeinflussen und die Belastung auf die Fassade verstärken.

Unterschiedliche Annahmen der Berechnungsgrundlagen, deren es leider viele in gibt, führen naturgemäss zu unterschiedlichen Resultaten. Diesem Tool liegen die Versuche des US Department of Defense, Explosives Savety Boart, Alexandria, Virginis Zugrunde. Diese Unterlagen stellen aus meiner Sicht die besten Unterlagen in diesem Gebiet zur Verfügung.

Verstanden



Die Resultate werden folgendermassen dargestellt

Lufddruck Parameter

	Mereshöhe	Höhe (M.ü.M) 450
Aktionsradius	150 m	142.18 m
Zeit bis Ankunft der Schockwelle	400.68 msec	407.89 msec
Überdruck beim Aktionsradius Ps0+	2.66 kPa	2.52 kPa
Reflexionsdruck beim Aktionsradius Pp+	5.39 kPa	5.11 kPa
Zeit der positiven Druckphase t0+	28.42 msec	28.93 msec
Positiver Impuls Is+	34.90 Pa-s	33.67 Pa-s
Unterdruck beim Aktionsradius Ps0-	-0.44 kPa	-0.42 kPa
Zeit der negativen Druckphase t0-	52.01 msec	52.95 msec

Diese Resultate können wie ein Bauteil abgespeichert werden und für die Dynamische Berechnung einer Glas-Fensterkonstruktion direkt eingelesen werden.

7.2.2 Glas unter Explosion

Dieses Tool ist eine vereinfachte Betrachtung einer Glaskonstruktion unter einer dynamischen Belastung.

Überdruck Ps0+ 2.52 kPa

Reflex.Druck Pp+ 5.11 kPa

Druckphasr t0+ 28.93 msec

Impuls Is+ 33.67 Pa-s

aus Bauteil holen

Weiter

Glaskennwerte

Glasaufbau

Aussenglas da = 6 mm

Zwischenraum LZR 12 mm

Innenglas di1 = 5 mm

Innenglas di2 = 5 mm

Material TVG

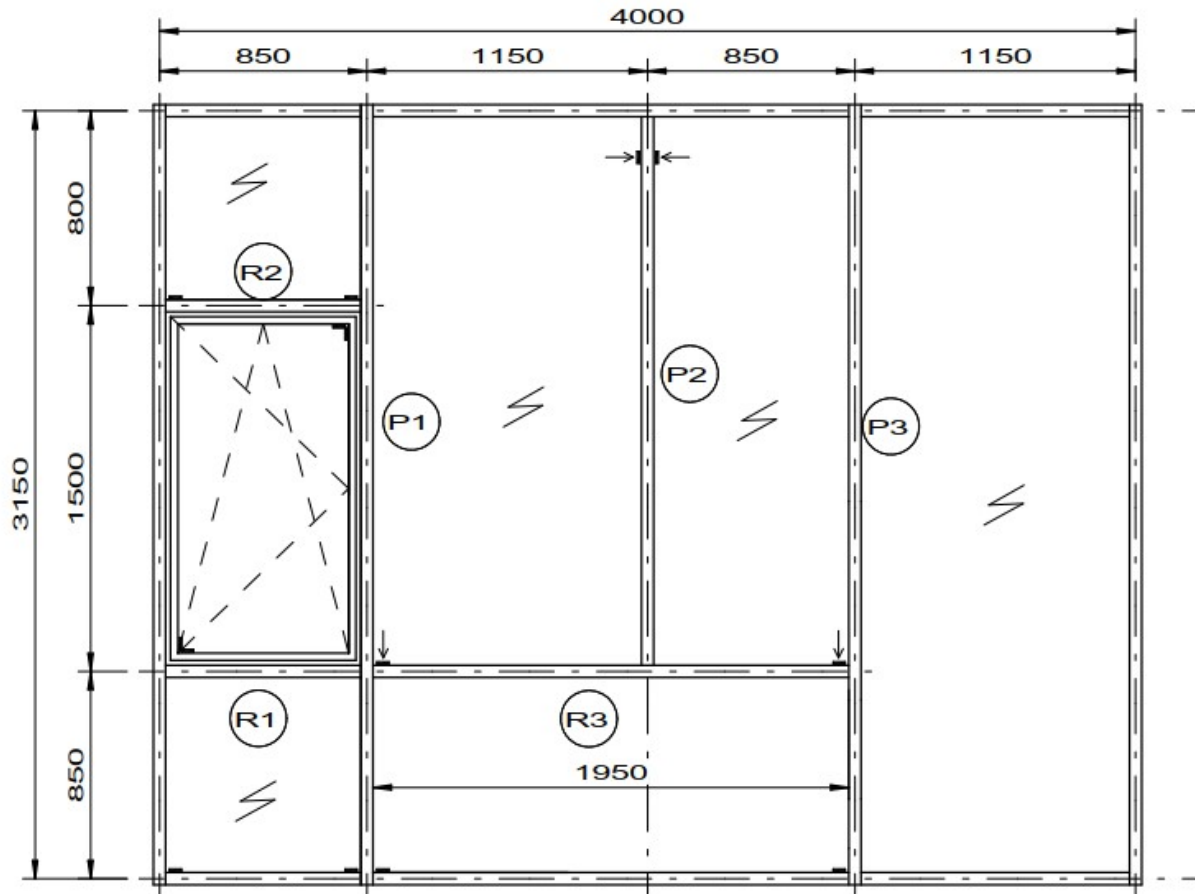
Glasabmessungen

Glasbreite a= 1200 mm

Glashöhe b= 1200 mm

8. Beispiele

Dieses Fassadenelement wird in einem 3 Stockwerke hohem Wohnhaus in Baden eingebaut



Ziel ist es ein geeignetes Metallprofil zu finden und nachzuweisen.

Wir könnten alle Profile nachweisen, aber aus Erfahrung ist der zweite Pfosten von rechts (P3) mit der Länge von 3200mm und der Riegel mit der Spannweite 1950mm (R3) massgebend für die Auswahl und Dimensionierung.

Grundlagen für den Nachweis:

Gebäudehöhe 10.5m Staudruck in Baden 0.9 kN/m²

Es bleibt die Frage welche Abmessungen für den Pfosten zu berücksichtigen sind?

L = 3250mm H1 = 2000, H2 = 1150mm LG = 3150mm

Wie wird der Riegel nachgewiesen, wenn auf dem Riegel ein weiterer Pfosten steht?

Um den Riegel nicht zu stark zu belasten, und die Verankerung oben an dieser Stütze nicht zu komplizieren wenden wir einen Trick an, welcher im Fassadenbau üblich ist. Wir verklotzen die auf dem Riegel stehenden beiden Gläser nur aussen und diagonal oben. So wird der Riegel unter dem Eigengewicht der Gläser nicht in der Mitte belastet und seine Querschnittfläche kann reduziert werden.

Gewählter Glasaufbau Isolierverglasung mit 2 Stk. 6mm Gläser $\rightarrow 30 \text{ kg/m}^2 = 0.3 \text{ kN/m}^2$

Projekt:	Hohnhaus Baden
2013-01-101	Windlast 2

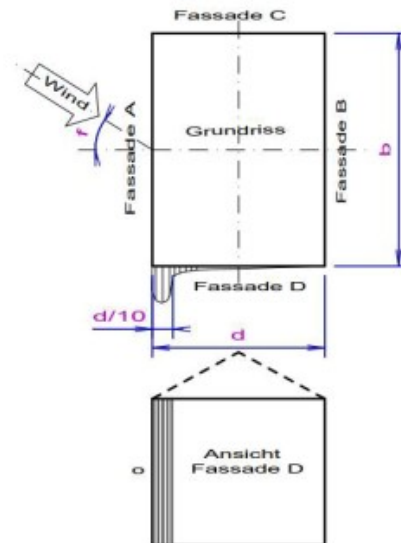
Ortsbezeichnung	Baden	Terrainhöhe	385 Meter über Meer
Bauwerks-Breite d =	12,5 m	Bauwerks-Höhe h =	10,5 m
Bauwerks-Länge b =	33 m	Staudruck $q_{p0} =$	0.9 kN/m ² Reverenzwert
Gebäudeform nach Tabelle Anhang C	38	Die Eigenfrequenz des Bauteils liegt über 5 Hz daher wird der dynamische Faktor mit $c_d = 1$ angenommen	
Geländekategorie	III Ortschaften, freies Feld	$z_g =$	450 ar = 0.23
Profilbeiwert	$c_h = 1.6 \cdot \left[\left(\frac{h}{z_g} \right)^{a_r} + 0.375 \right]^2 = 1.02$		

Dichtigkeit der Fassade Dichte Gebäudehülle

$$\text{Windlast} = q_{p0} \times c_h \times c_d \times (C_{qe} - C_{qi})$$

Windrichtung auf Fassade A $f = -45^\circ$ bis $+45^\circ$

	C_{qe}	C_{qi}	Windlast
Fassade A	0.80	-0.40	1.11 kN/m ²
Fassade B	-0.60	0.10	-0.65 kN/m ²
Fassade D Bereich o	-1.10	0.00	-1.01 kN/m ²
Fassade D	-0.95	0.10	-0.97 kN/m ²
Fassade C	-0.95	0.10	-0.97 kN/m ²
kleine Glasflächen Ziegel	-2.00	0.00	-1.84 kN/m ²
Lamellen	-2.00	0.00	-1.84 kN/m ²

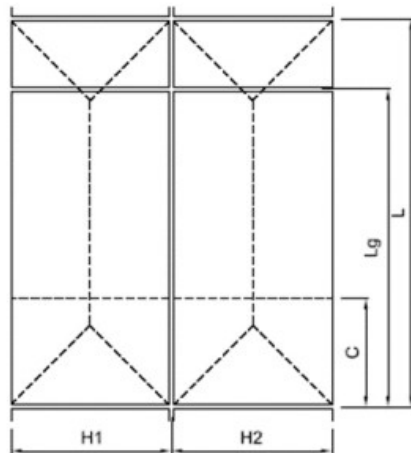


Windlast für die Berechnung der Fassadenelemente

Normalbereich	Wind-Druck	1.11 kN/m ²
	Wind Sog	-0.97 kN/m ²
Randbereiche o	Wind Sog	-1.01 kN/m ²

Projekt: Wohnhaus Baden
2013-01-101 Windlasten

Bauteil 31 Pfosten (P3)



Belastung	Druck	Sog	Eck	Linienlast
q_{ek}	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^1
	1.01	-0.78	-0.83	0.6
	$C [\text{mm}] =$			1100

Abmessung	Höhe L	Breite H1	Breite H2	Glas LG
	mm	mm	mm	mm
	3200	2000	1150	3150

Bemessung	Durchbiegung		Last	Linienlast
Kriterien	Pfosten	Glas	Faktor	y_L
L/	200	200	1.50	1.35

Riegelkonstruktion

	Hauptquerschnitt QS1	Verstärkung QS2
Querschnitt	135003	-
Bezeichnung	Profil	-
Material	Aluminium	-
E-Modul E	70000 N/mm^2	0 N/mm^2
$R_{p0.2}$	160 N/mm^2	0 N/mm^2
Trägheitsmoment I_x	1750900 mm^4	0 mm^4
I_y	351400 mm^4	0 mm^4
Widerstandsmoment W_x	27110 mm^3	0 mm^3
W_y	14060 mm^3	0 mm^3

$$\psi_1 = 1$$

Resultate

Belastungsform

	Biegung Pfosten	Biegung Glaskante	Moment	Spannung QS1	Spannung QS2
	mm	mm	kNm	N/mm^2	N/mm^2
E_d { Druck	15.7	15.7	2.754	101.6	0.0
Sog	-12.1	-12.1	-2.127	-78.4	0.0
Eckbereich	-12.9	-12.9	-2.263	-83.5	0.0
Linienlast	-4.3	-4.4	-0.758	-28.0	0.0
Bemessungswert	$\varphi \text{Sog} + \varphi \psi \text{Linienlast}$		-1.513	-55.8	0.0

C_d	zulässige Werte	16.0	15.8	R_d	160	0.001
	Bemerkung	OK	OK	mit Lastfaktor	OK	OK

Auflagerlasten

	Druck	Sog	Eck	Linienlast
	kN	kN	kN	kN
Oben	2.55	-1.97	-2.09	0.32
Unten	2.55	-1.97	-2.09	0.62

Optimale Ausnutzung mit dem System Wictec 50 und dem Pfosten 135003.

Um die Windlast zu bestätigen und den dynamischen Faktor zu kontrollieren werden die drei ersten Eigenfrequenzen des Pfostens P3 berechnet.

Projekt:	Wohnhaus Baden
2013-01-101	Pfosten (P3)

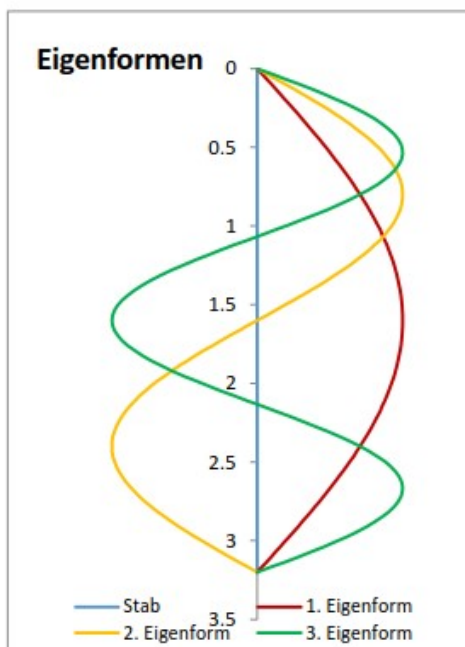
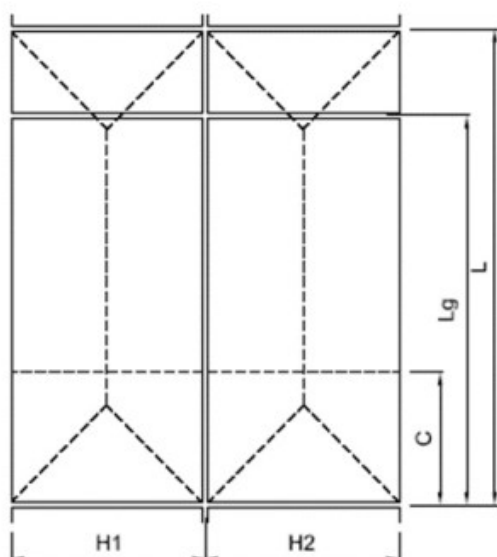
Bauteil 31 Pfosten (P3)

Kennwerte Stablänge: $L = 3.2 \text{ m}$

E-Modul x Trägheitsmoment: $EI = 122.56 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$

Masse pro Längeneinheit: $\mu =$

Belastung	Stab	Füllung	Total
q_{ek} :	kN/m^1	kN/m^1	kN/m^1
	0.034	0.473	0.507



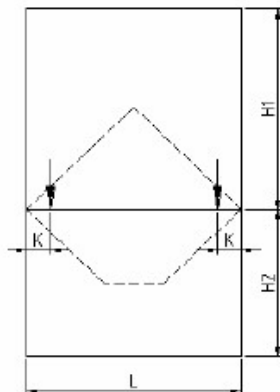
Rechtwinklig zur
Fassadenebene

Eigenform	Schwingungsdauer [s]	Eigenfrequenz [Hz]	Eigenkreisfrequenz [Hz]
1	0.133	7.54	47.40
2	0.033	30.18	189.60
3	0.015	67.90	426.61

Bemerkung:

Die erste Eigenfrequenz des Fassadenbauteils ist grösser als 5 Hz.
Der dynamische Faktor c_d für die Windlastberechnung kann
gemäss SIA 262, 2020 6.3.5 mit 1 eingesetzt werden.

Projekt: Beispiel 1
Riegel (R3)



Belastung q_{ek} :	Druck	Sog	Eck	Glasgewicht
	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2
	0.621	-0.804	-0.950	0.3

Abmessung	Breite L	Höhe H1	Höhe H2	Klotz K
	mm	mm	mm	mm
	2000	2350	850	100

Bemessung Kriterien	Durchbiegung		Sicherheit	Material
	Horizontal	Vertikal [mm]		Faktor
L/	200	3	1.5	1

Materialdaten

Trägheitsmoment	I_x
	I_y
Widerstandsmoment	W_x
	W_y
Querschnitt	
Material	
E-Modul	
	$R_{p0.2}$

vorhandene Werte	benötigte Werte	
480000 mm ⁴	285634 mm ⁴	28.56 cm ⁴
213200 mm ⁴	167298 mm ⁴	16.73 cm ⁴
11090 mm ³	7123 mm ³	7.12 cm ³
8530 mm ³	661 mm ³	0.66 cm ³
Wictec 50/ 135024		
Aluminium	Aluminium	
70000 N/mm ²	70000 N/mm ²	
160 N/mm ²	160 N/mm ²	

Resultate

Belastungsform	mm	mm	kNm	N/mm ²
Druck	3.89		0.745	67.2
Sog	-5.04		-0.964	-87.0
Eckbereich	-5.95		-1.140	-102.8
Eigenlast		2.4	0.106	12.4
Grenzwerte	10.0	3.0		160
Bemerkung	OK	OK		OK

Auch hier ein Riegel aus dem Programm Wictec 50 Nr. 135024 mit einer günstigen Ausnutzung.

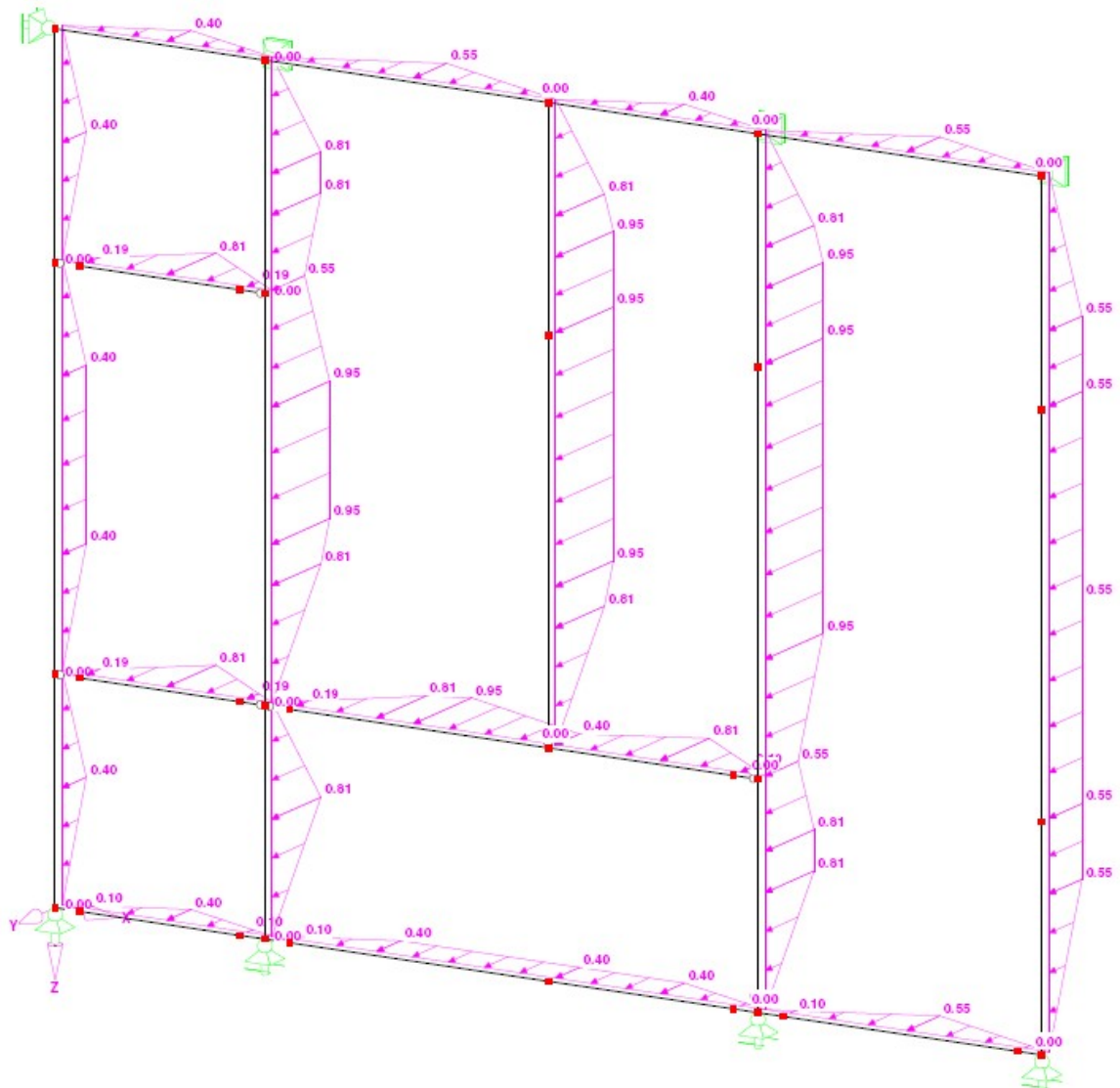


Damit ist der Nachweis der geeigneten Profile für das gesamte Element erbracht.

Als Beweis für die Abweichungen wurde dieses Element mit einem FEM Programm nachgerechnet und gegenübergestellt.

LF 2 - Windlast

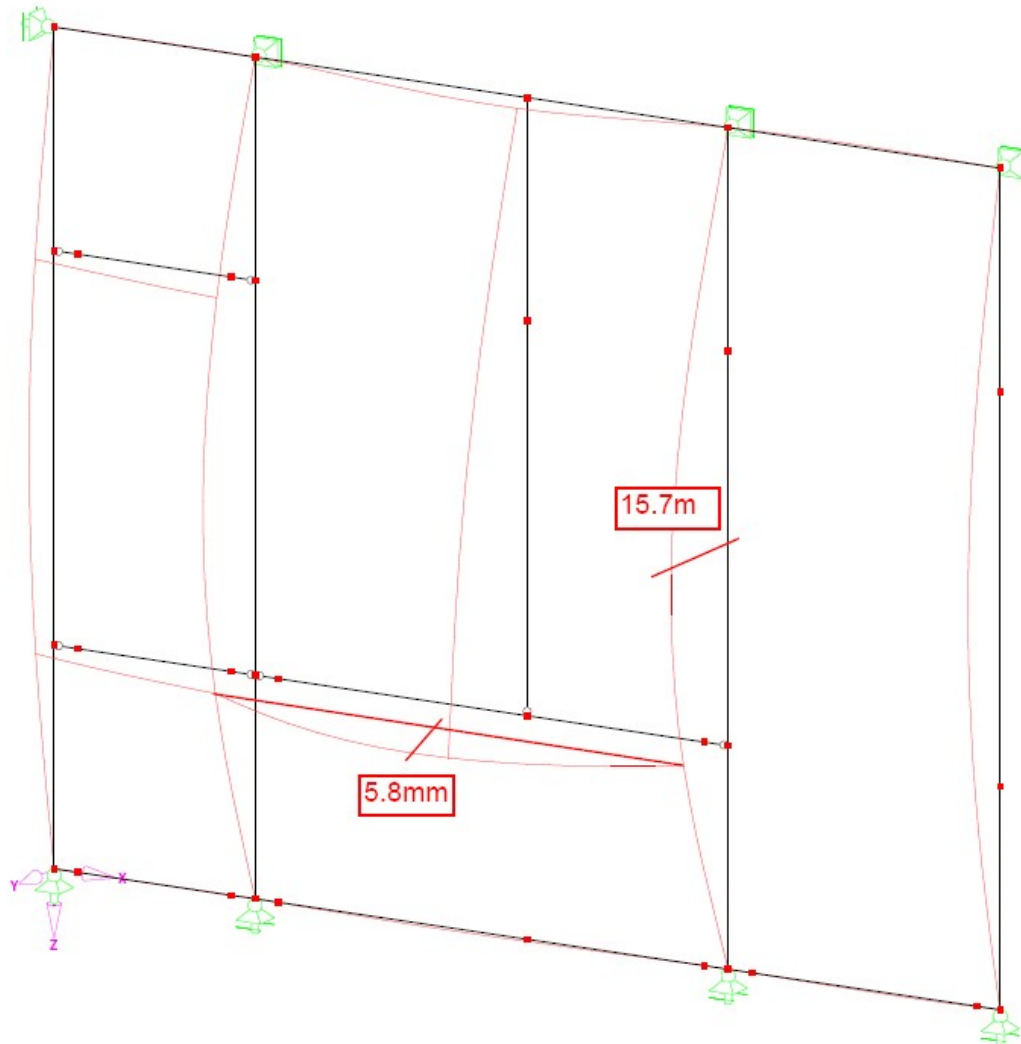
Is



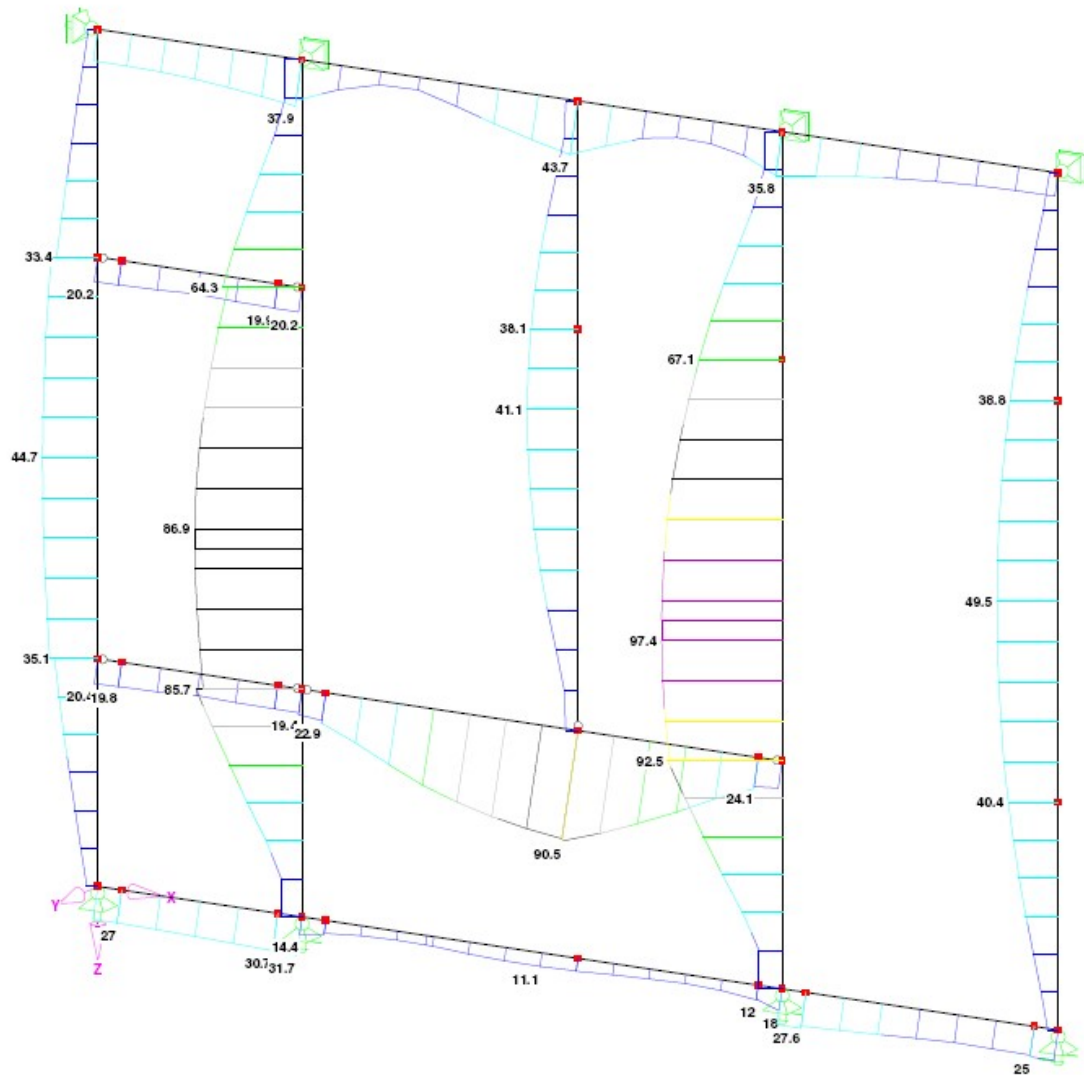
Die wirkliche Verteilung der Windlasten auf die einzelnen Profile

ERGEBNISSELG 1 - Spannung
Verschiebungen

Isometrie

Max u: 29.29 mm
Faktor für Verschiebungen: 20

Durchbiegung passt!



Max = 97.4%

Die Spannungsausnutzung ist mit der genaueren Methode für diesen Fall mit 97.4 % Ausnutzung sogar auf der sicheren Seite.

Der Nachweis mit der einfacheren Methode ist in einem 10tel der Zeit erbracht und ist qualitativ vergleichbar.