

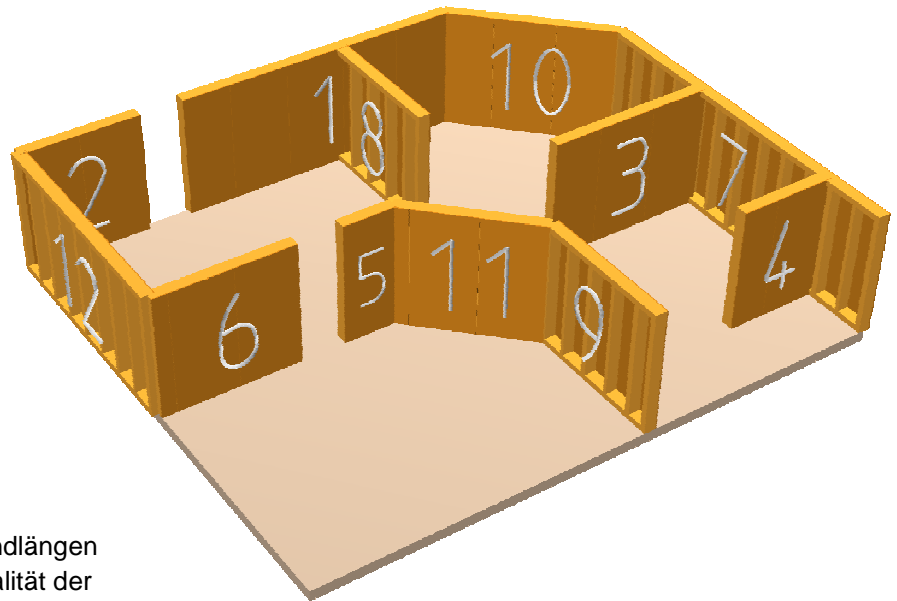
## 35A Wandscheiben - Lastaufteilung

(Stand: 12.08.2009)

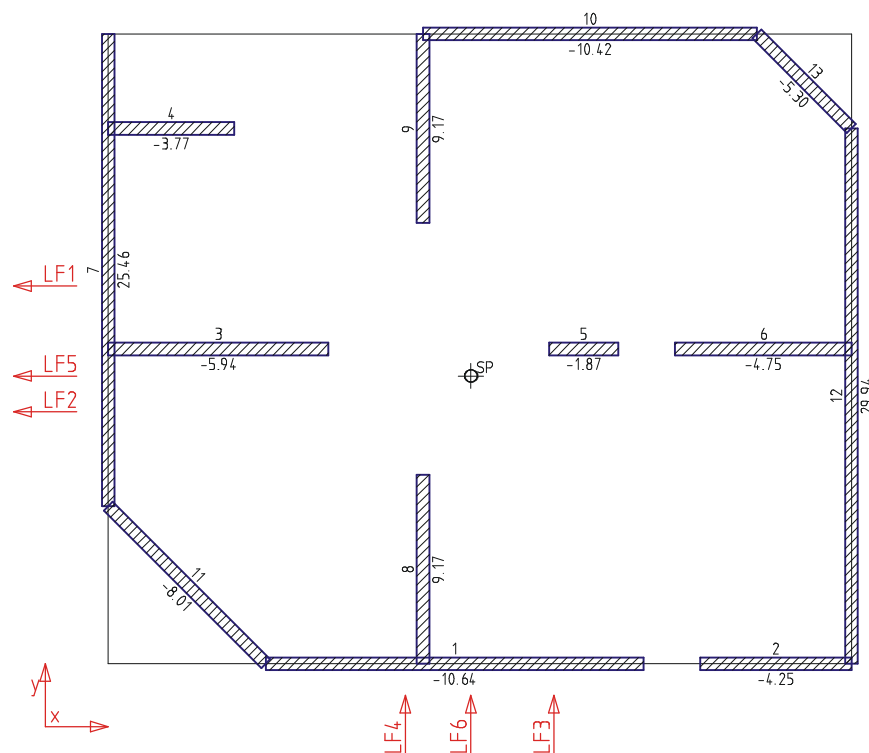
Das Programm dient zur Ermittlung von Lastanteilen einzelner Wandscheiben.

### Leistungsumfang

- ➡ Ermittlung der Windkräfte auf ein Gebäude
- ➡ Zusammenstellung der Windkräfte über Formeln
- ➡ Ansatz von Erdbebenlasten bei vorhandenem Programm 31M
- ➡ Eingabe von beliebigen Wänden, (wahlweise auch lastfreie Wände)
- ➡ Optionale Lastaufteilung über Wandlängen (setzt näherungsweise Proportionalität der Steifigkeit zur Wandlänge voraus) oder abhängig von den Steifigkeiten (unterschiedliche Baustoffe je Wandscheibe möglich).
- ➡ Bestimmung der maßgebenden Wind- und Erdbebenlastanteile jeder Wand (in Wandrichtung)
- ➡ Bestimmung des Schubmittelpunktes bei Wandsteifigkeiten, bzw. des Schwerpunktes bei Variante Wandlängen
- ➡ Ermittlung des Torsionseinflusses aus horizontaler Windexzentrizität nach DIN 1055-4:2005, 9.1 (4) und für Erdbeben nach DIN 4149:2005, 6.2.2.4.2
- ➡ Grafik: Systembild mit Wandscheiben, Schubmittelpunkt bzw. Schwerpunkt, angreifenden Lasten und H-Lasten in Wänden. 3D-Bild mit Darstellung der Wandscheiben

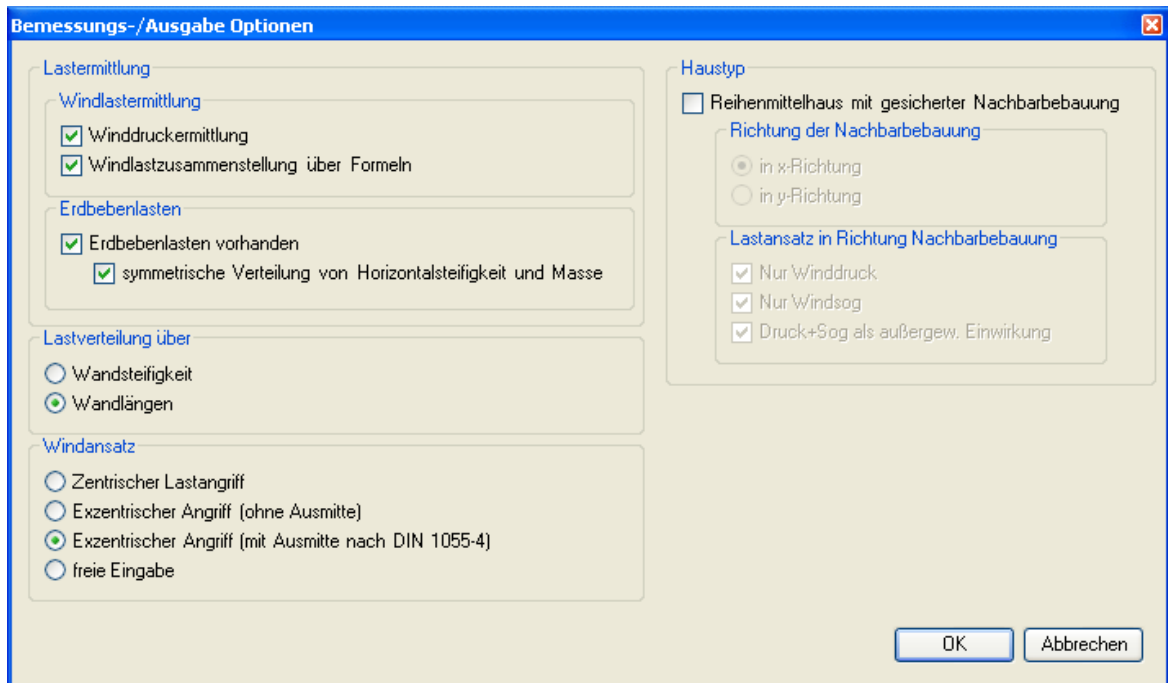


Grundriss der Wandscheiben



## Voreinstellungen

Bevor mit der eigentlichen Eingabe begonnen wird, müssen die gewünschten Bearbeitungsblöcke und Verfahren ausgewählt werden (siehe Bild).



## Winddruckermittlung

Im Bearbeitungsblock Winddruck werden die Winddrücke auf Grundlage der DIN 1055-4: 2005-03 ermittelt. Dabei sind Angaben über Gebäudegeometrie, Geländehöhe und Geländeprofil notwendig. Die Windzone kann manuell oder über eine Datenbank mit Landkreisen und Gemeinden bestimmt werden. Optional kann der Windansatz nach DIN 1055-4, 10.3, 10.2 oder nach eigenen Vorgaben erfolgen. Der  $c_f$ - bzw.  $c_p$ -Wert setzt sich aus einer Druck- und eine Zugkomponente zusammen. Die Anteile werden im Programm ausgegeben, so dass später von der Gesamtkraft Rückschlüsse auf die Druck- und Zugkomponenten gezogen werden können.

## Windlastzusammenstellung

Für die Windlastzusammenstellung können Formeln als Grundlage benutzt werden. Zur Verfügung stehen Formeln für Rechteck, Dreieck und Trapez, wahlweise mit Winkelansatz. Falls der Winddruck vorher ermittelt wurde, kann aus einem Menü der gewünschte Winddruck ausgewählt werden.

## Erdbebenlasten

Ist das Programm 031M vorhanden, so können die Erdbebenlasten hieraus übernommen oder separat eingegeben werden. Beim Ansatz der Erdbebenlast spielt es eine Rolle, ob eine symmetrische Verteilung der Horizontalsteifigkeit und der Masse vorliegt. Falls diese nicht vorliegt, werden die Erdbebenlasten nach DIN 4149:2005, 6.2.2.4.2 (6) entsprechend erhöht.

Die Torsionswirkung für Erdbebenlasten wird nach DIN 4149:2005, 6.2.2.4.2 (1) für die Fälle berücksichtigt, in denen die Lastverteilung über Wandlängen ausgewählt wurde. Ansonsten wird nach dem Verfahren von DIN 4149:2005, 6.2.2.4.2 (11) gerechnet. Ist dabei Absatz (3), c) nicht erfüllt, wird gemäß Absatz (8) die Erdbebenlast automatisch um 25 % erhöht.

## Lastverteilung

### Lastverteilung über Wandlängen

Im Holztafelbau kann von einer näherungsweise Proportionalität der Steifigkeit zur Wandlänge ausgegangen werden, wenn ein gleiches Rastermaß verwendet wird (siehe Steinmetz, [4]). Unter dieser Annahme ist eine Aufteilung der Windlasten nach Wandlänge sinnvoll.

### Lastverteilung über Wandsteifigkeiten

Bei einer Aufteilung nach Wandsteifigkeit ist für Holztafelbauwände das sich aus einer Vordimensionierung der Wand ergebende effektive  $I$  (unter Berücksichtigung der Beplankung sowie deren Verbindung mit den Stielen bzw. Gurten) anzusetzen. Nach der Bemessung ist ggf. ein erneuter Programmlauf mit der erfolgten Bemessung erforderlich. Von einer Berechnung der Steifigkeit nach " $b^3 \cdot d / 12$ " ist im Holztafelbau abzuraten. Bei dem Steifigkeitsansatz können auch andere Materialien berücksichtigt werden.

## Eingabe der Wandscheiben

Es sind mindestens 3 Wände anzugeben, die sich nicht in einer Wirkungslinie schneiden. Es können 3 Wandtypen auf den Grundriss bezogen eingegeben werden:

- Wände in x-Richtung
- Wände in y-Richtung
- schräge Wände (senkrecht zur horizontalen Ebene) [5]

Eine Eingabe von statisch unwirksamen Wänden (lastfreie Wände) ist möglich. Sie werden grafisch dargestellt, werden in der Berechnung aber nicht weiter berücksichtigt.

Für alle Wände sind bei der Eingabe die Wandsystemlinien anzugeben. Beim Lastverteilungsverfahren über die Steifigkeit ist bei mehreren vorhandenen Materialien das gewünschte Material der Wand zuzuweisen.

Die Wandscheiben können erfasst werden durch Eingabe:

- der Anfangs-, Endpunkte und Wanddicke
- der Anfangskoordinate, Länge und Wanddicke
- Eingabe des Schwerpunktes, der Längen und Wanddicke

Die Eingabearten können jederzeit unter dem Menüpunkt Eingabeoptionen geändert werden.

## Windansatz

Der ermittelte Schubmittelpunkt und die Resultierenden der Windlasten liegen normalerweise nicht in einer Wirkungslinie. Dadurch entsteht Torsion, die durch die einzelnen Wandscheiben zusätzlich aufgenommen werden muss.

Nach DIN 1055-4 (2005), 9.1 (4) sind die angesetzten Windkräfte außerdem um  $\pm 1/10$  der Wandseitenlänge außermittig anzusetzen. Im Programm können folgende Windansätze berücksichtigt werden:

- Zentrischer Windansatz. Die Windlasten werden im Schubmittelpunkt (Lastansatz über die Steifigkeit) bzw. im Schwerpunkt (Lastansatz über die Wandlänge) angesetzt, so dass keine Rotationskräfte entstehen können.
- Exzentrischer Windansatz (ohne Ausmitte). Die Windlasten werden in Gebäudemitte angesetzt. Da sich der Schubmittelpunkt bzw. der Schwerpunkt im Allgemeinen nicht mit der Gebäudemitte deckt, entstehen in den Wänden anteilige Rotationskräfte.
- Exzentrischer Windansatz (mit Ausmitte nach DIN 1055-4, 9.1 (4)). Dabei werden die Windlasten  $\pm 10\%$  der jeweils betrachteten Gebäudebreite von der Gebäudemitte versetzt angesetzt.
- Freie Eingabe. Der Windangriff kann frei eingegeben werden.

Die Exzentrizität wird vom unteren, linken Punkt im Grundriss gemessen.

## Haustyp

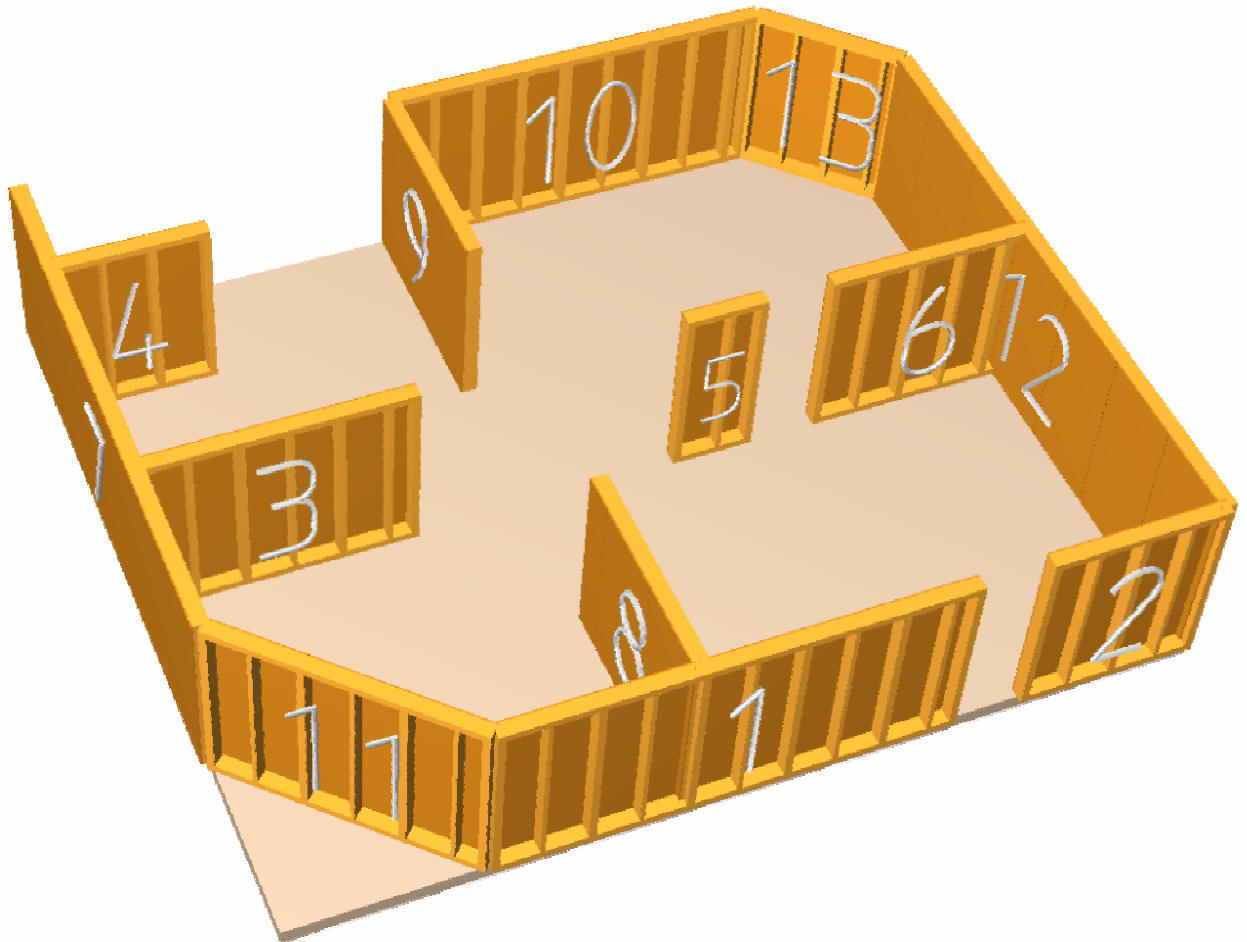
Reihenmittelhäuser können nach „Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen“ [6] bei gesicherter Nachbarbebauung gesondert behandelt werden. Dabei braucht in Richtung der Bebauung nur Winddruck oder Windsog bzw. alternativ nur Druck und Sog als außergewöhnliche Belastung angesetzt werden. Die Wahl des Haustyps und der Lastansatz können über Checkboxen im Programm gewählt werden.

## Literatur

- [1] DIN 1052:2004-08
- [2] DIN 1055-4:2005-03
- [3] DIN 4149:2005-04
- [4] Steinmetz: "Die Aussteifung von Holzhäusern am Beispiel des Holzrahmenbaus" in: Holzbau-Statik-Aktuell, Juli 1992 (Sonderausgabe des Informationsdienst Holz)
- [5] J. Hahn: "Durchlaufträger, Rahmen, Platten und Balken auf elastischer Bettung", 13. Auflage 1981, Werner Verlag
- [6] Muster – Liste der Technischen Baubestimmungen, - Fassung September 2007 -

## POS. 208 WANDSCHEIBEN-LASTAUFTEILUNG

*Hinweis: Diese Grafik wurde über einen Screenshot erstellt und im Editormodus eingefügt.*



### Angaben zu windlasten

Geländehöhe üNN = 300 m, Gebäudehöhe über Grund 10.0 m

### Wind: Windzone 1, Profil: Binnenland

Windansatz: Regelfall (DIN 1055-4 10.3)

Windgeschwindigkeit  $v_{ref} = 22.5$  m/s

Windgeschwindigkeitsdruck  $q_{ref} = 0.32$  kN/m<sup>2</sup>, Faktor für  $q_{ref} = 1.00$

Gebäudebreiten:  $b_x / b_y = 11.80 / 10.00$  m

Wind in x-Richtung:  $c_f = 0.78 + 0.46 = 1.24$ ,  $q_{ref} = 0.32$  kN/m<sup>2</sup>

Bauteilhöhen [m]: 0 - 10.00

Wind  $q(z)$  [kN/m<sup>2</sup>]: 0.54

$w(z) = c_f * q(z)$ : 0.67

Ermittlung der Resultierenden windkraft, x-Richtung (Druck+Sog)

Bezeichnung / Formel

	$w_x$
	[kN]
OG + EG/2	$w_d * b * h = 0.67 * 10.00 * 4.40 = 29.48$
Dach	$w_d * b * h / 2 = 0.67 * 10.00 * 4.00 / 2 = 13.40$
	Summe $w_x = 42.88$

Wind in y-Richtung:  $c_f = 0.80 + 0.50 = 1.30$ ,  $q_{ref} = 0.32$  kN/m<sup>2</sup>

Bauteilhöhen [m]: 0 - 10.00  
 Wind  $q(z)$  [kN/m<sup>2</sup>]: 0.54  
 $w(z) = c_f * q(z)$ : 0.71

Ermittlung der Resultierenden windkraft, y-Richtung (Druck+Sog) Wy  
 Bezeichnung / Formel [kN]  
 Bauteilhöhe von 0.00- 8.80 m  $w_d * b * h = 0.71 * 11.80 * 8.80 = 73.73$   
Summe Wy = 73.73

Windkräfte:  $w_x/w_y = 42.88/73.73$  kN

Ansatz von Erdbebenlasten

*Hinweis: Erdbebenlasten können nur übernommen oder frei eingegeben werden, wenn eine Lizenz für das Programm 31M-Erdbebenlastermittlung vorhanden ist.*

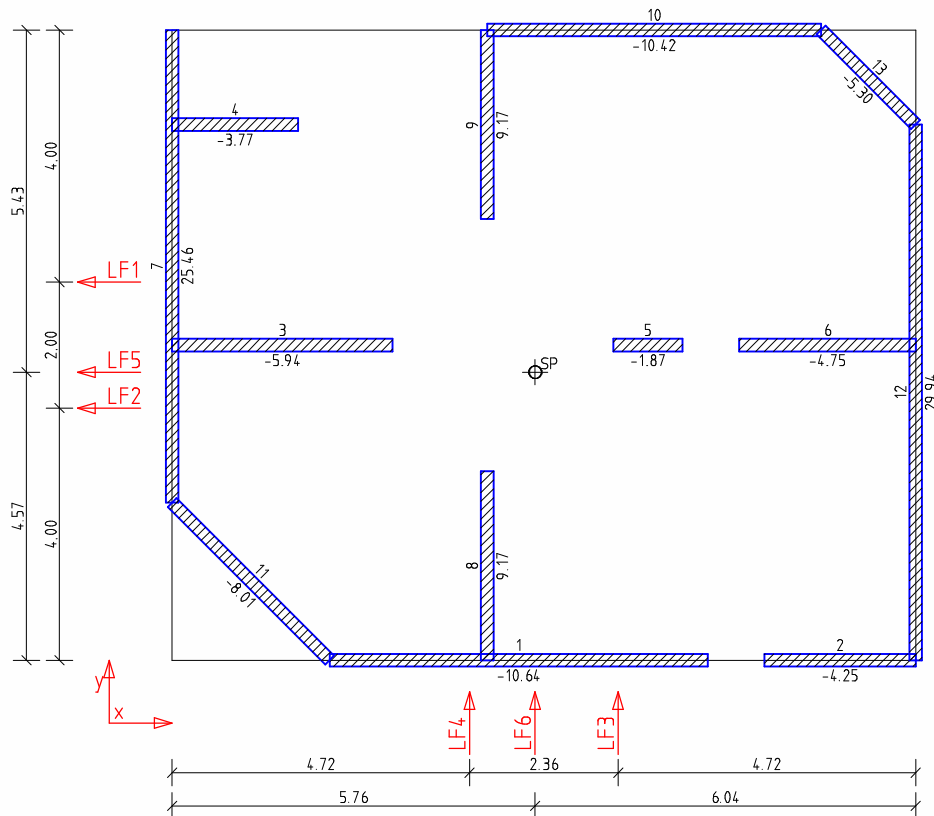
Erdbebenlasten: F,E = 198.0 kN

Die Lastverteilung erfolgt aufgrund folgender Annahmen:

- Ermittlung der Einzel-Lastanteile über die wandlängen
- Exzentrischer Ansatz der resultierenden windkraft nach DIN 1055-4
- Ansatz der Erdbebenlasten im Massenschwerpunkt. Berücksichtigung der Exzentrizitäten nach DIN 4149:2005, 6.2.2.4.2 (1)

### Grundriss

Grundriss der Wandscheiben



Nr	Ri.	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	lx [m]	ly [m]	wanddicke [m]	xs [m]	ys [m]
1	x	2.500	0.000	8.500	0.000	6.000	-	0.200	5.500	0.000
2	x	9.400	0.000	11.800	0.000	2.400	-	0.200	10.600	0.000
3	x	0.000	5.000	3.500	5.000	3.500	-	0.200	1.750	5.000
4	x	0.000	8.500	2.000	8.500	2.000	-	0.200	1.000	8.500

Nr	Ri.	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	lx [m]	ly [m]	Material	wanddicke [m]	xs [m]	ys [m]
5	x	7.000	5.000	8.100	5.000	1.100	-	-	0.200	7.550	5.000
6	x	9.000	5.000	11.800	5.000	2.800	-	-	0.200	10.400	5.000
7	y	0.000	2.500	0.000	10.000	-	7.500	-	0.200	0.000	6.250
8	y	5.000	0.000	5.000	3.000	-	3.000	-	0.200	5.000	1.500
9	y	5.000	7.000	5.000	10.000	-	3.000	-	0.200	5.000	8.500
10	x	5.000	10.000	10.300	10.000	5.300	-	-	0.200	7.650	10.000
11	-	0.000	2.500	2.500	0.000	2.500	2.500	-	0.200	1.250	1.250
12	y	11.800	0.000	11.800	8.500	-	8.500	-	0.200	11.800	4.250
13	-	10.300	10.000	11.800	8.500	1.500	1.500	-	0.200	11.050	9.250

Nr.	xSP [m]	ySP [m]	ly*xSP <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> ]	lx*ySP <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> ]
1	-0.260	-4.570	0.00	125.31
2	4.840	-4.570	0.00	50.12
3	-4.010	0.430	0.00	0.65
4	-4.760	3.930	0.00	30.89
5	1.790	0.430	0.00	0.20
6	4.640	0.430	0.00	0.52
7	-5.760	1.680	248.83	0.00
8	-0.760	-3.070	1.73	0.00
9	-0.760	3.930	1.73	0.00
10	1.890	5.430	0.00	156.27
11	-4.510	-3.320	50.85	27.56
12	6.040	-0.320	310.09	0.00
13	5.290	4.680	41.98	32.85

Schwerpunkt:  $x/y = 5.77 / 4.58$  m; Summe  $ly_i \cdot xSP_i^2 + lx_i \cdot ySP_i^2 = 1140.00$  m<sup>3</sup>

### Aufteilung der vorhandenen Belastungen auf die einzelnen Scheiben

Ermittlung Torsionsmomente (Abstände von der linken, unteren Gebäudeecke):

LF	Bez.	Ri	Anm.	Kat.	F,H [kN]	e [m]	Mt [kNm]
1	wind (Druck+Sog)	char.	x -	Q,W	42.88	6.00	-61.32
2	wind (Druck+Sog)	char.	x -	Q,W	42.88	4.00	24.44
3	wind (Druck+Sog)	char.	y -	Q,W	73.73	7.08	-97.33
4	wind (Druck+Sog)	char.	y -	Q,W	73.73	4.72	76.67
5	Erdbebenlasten		x 1)	A,E	198.00	4.57	0.00
6	Erdbebenlasten		y 1)	A,E	198.00	5.76	0.00

Anmerkungen:

- 1) Exzentrizitäten werden nach DIN 4149:2005 6.2.2.4.2 (1) berücksichtigt.  
Dabei wird der Faktor Delta für jede Scheibe ermittelt.

Prozentzahl ergibt sich aus H,Transl. + H,Rot. im Verhältnis zur Gesamtlast.

Scheibe	LF	Kat	H,Translation [kN]	H,Rotation [kN]	H,Summe [kN]	%
1	2	Q,W	-10.05	-0.59	-10.64	-24.80
1	5	A,E	-59.12	0.00	-59.12	-23.43
2	2	Q,W	-4.02	-0.24	-4.25	-9.92
2	5	A,E	-23.65	0.00	-23.65	-9.37
3	1	Q,W	-5.86	-0.08	-5.94	-13.86
3	5	A,E	-27.76	0.00	-27.76	-13.67
4	1	Q,W	-3.35	-0.42	-3.77	-8.80
4	5	A,E	-19.11	0.00	-19.11	-7.81
5	1	Q,W	-1.84	-0.03	-1.87	-4.36
5	5	A,E	-8.73	0.00	-8.73	-4.30

Scheibe	LF	Kat	H,Translation [kN]	H,Rotation [kN]	H,Summe [kN]	%
6	1	Q,W	-4.69	-0.06	-4.75	-11.09
6	5	A,E	-22.21	0.00	-22.21	-10.93
7	4	Q,W	22.55	2.91	25.46	34.53
7	6	A,E	78.30	0.00	78.30	30.59
8	4	Q,W	9.02	0.15	9.17	12.44
8	6	A,E	25.16	0.00	25.16	12.23
9	4	Q,W	9.02	0.15	9.17	12.44
9	6	A,E	25.16	0.00	25.16	12.23
10	1	Q,W	-8.88	-1.55	-10.42	-24.31
10	5	A,E	-54.33	0.00	-54.33	-20.70
11	4	Q,W	-6.70	-1.32	-8.01	-10.87
11	6	A,E	-22.11	0.00	-22.11	-9.08
12	3	Q,W	25.56	4.38	29.94	40.61
12	6	A,E	89.72	0.00	89.72	34.67
13	3	Q,W	-4.02	-1.28	-5.30	-7.18
13	6	A,E	-13.69	0.00	-13.69	-5.45



## POS. 211 WANDSCHEIBEN, ERDBEBENLASTEN

### Angaben zu Windlasten

Geländehöhe üNN = 300 m, Gebäudehöhe über Grund 9.0 m

### Wind: Windzone 2, Profil: Binnenland

Windansatz: Regelfall (DIN 1055-4 10.3)

Windgeschwindigkeit  $v_{ref} = 25.0$  m/s

Windgeschwindigkeitsdruck  $q_{ref} = 0.39$  kN/m<sup>2</sup>, Faktor für  $q_{ref} = 1.00$

Gebäudebreiten:  $b_x / b_y = 14.00 / 10.00$  m

Wind in x-Richtung:  $c_f = 0.75 + 0.40 = 1.16$ ,  $q_{ref} = 0.39$  kN/m<sup>2</sup>

Bauteilhöhen [m]: 0 - 9.00

Wind  $q(z)$  [kN/m<sup>2</sup>]: 0.64

$w(z) = c_f * q(z)$ : 0.74

Ermittlung der Resultierenden windkraft, x-Richtung (Druck+Sog)

Bezeichnung / Formel	W <sub>x</sub> [kN]
Bauteilhöhe von 0.00-9.00 m	$w_d * b * h = 0.74 * 10.00 * 9.00 = 66.41$
	Summe W <sub>x</sub> = 66.41

Wind in y-Richtung:  $c_f = 0.79 + 0.47 = 1.26$ ,  $q_{ref} = 0.39$  kN/m<sup>2</sup>

Bauteilhöhen [m]: 0 - 9.00

Wind  $q(z)$  [kN/m<sup>2</sup>]: 0.64

$w(z) = c_f * q(z)$ : 0.80

Ermittlung der Resultierenden windkraft, y-Richtung (Druck+Sog)

Bezeichnung / Formel	W <sub>y</sub> [kN]
Bauteilhöhe von 0.00-9.00 m	$w_d * b * h = 0.80 * 14.00 * 9.00 = 101.23$
	Summe W <sub>y</sub> = 101.23

windkräfte:  $w_x/w_y = 66.41 / 101.23$  kN

### Ansatz von Erdbebenlasten aus Pos. 210

*HINWEIS: Die Erdbebenlasten für dieses Beispiel wurden mit Programm 31M ermittelt. Die Lastermittlung kann im Programmbeschreibungsbispiel vom Programm 31M nachvollzogen werden. Eine Eingabe von Erdbebenlasten kann nur mit einer vorhandenem Programmlizenz 31M - Erdbebenlastermittlung durchgeführt werden.*

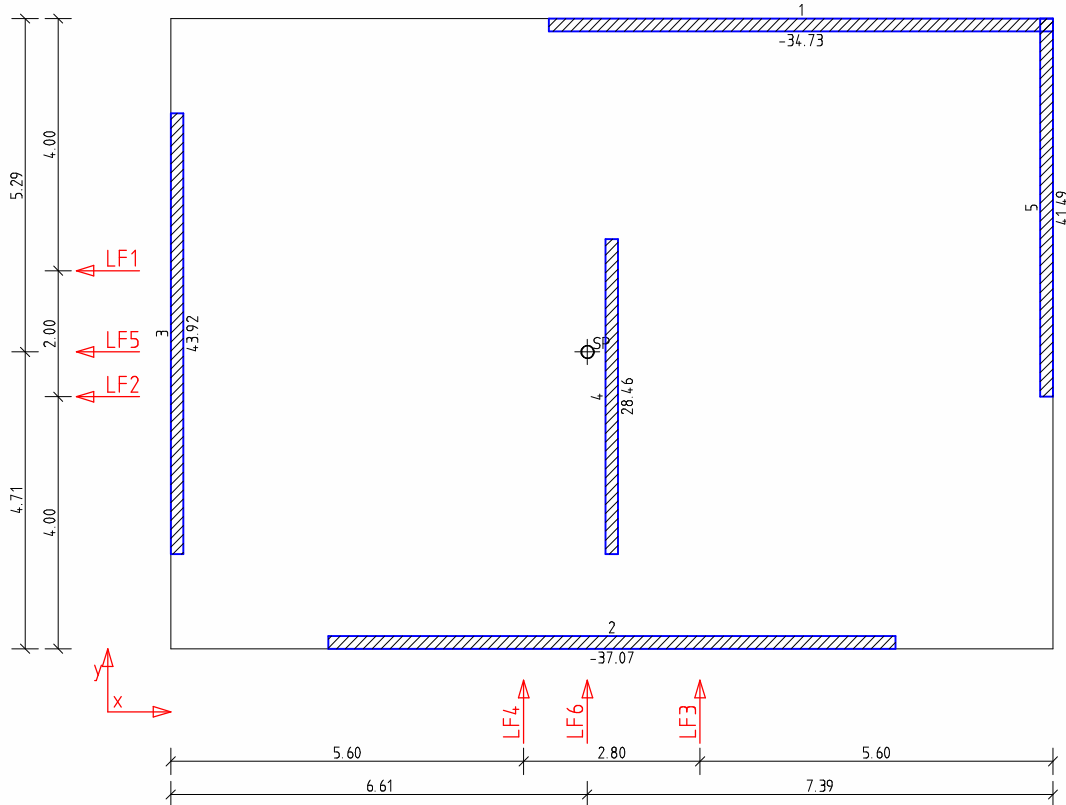
Erdbebenlasten:  $F_E = 301.9$  kN

Die Lastverteilung erfolgt aufgrund folgender Annahmen:

- Ermittlung der Einzel-Lastanteile über die wandlängen
- Exzentrischer Ansatz der resultierenden windkraft nach DIN 1055-4
- Ansatz der Erdbebenlasten im Massenschwerpunkt. Berücksichtigung der Exzentrizitäten nach DIN 4149:2005, 6.2.2.4.2 (1)

**Grundriss**

Grundriss der Wandscheiben



Nr	Ri.	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	lx [m]	ly [m]	Material	wanddicke [m]	xs [m]	ys [m]
1	x	6.000	9.900	14.000	9.900	8.000	-	-	0.200	10.000	9.900
2	x	2.500	0.100	11.500	0.100	9.000	-	-	0.200	7.000	0.100
3	y	0.100	1.500	0.100	8.500	-	7.000	-	0.200	0.100	5.000
4	y	7.000	1.500	7.000	6.500	-	5.000	-	0.200	7.000	4.000
5	y	13.900	4.000	13.900	10.000	-	6.000	-	0.200	13.900	7.000

Nr.	xSP [m]	ySP [m]	ly*xSP <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> ]	lx*ySP <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> ]
1	3.390	5.190	0.00	215.49
2	0.390	-4.610	0.00	191.27
3	-6.510	0.290	296.66	0.00
4	0.390	-0.710	0.76	0.00
5	7.290	2.290	318.86	0.00

 Schwerpunkt: x/y = 6.62 / 4.71 m; Summe  $ly_i \cdot xSP_i^2 + lx_i \cdot ySP_i^2 = 1023.00 \text{ m}^3$ 
**Aufteilung der vorhandenen Belastungen auf die einzelnen Scheiben**

Ermittlung Torsionsmomente (Abstände von der linken, unteren Gebäudeecke):

LF Bez.	Ri	Anm.	Kat.	F, H [kN]	e [m]	Mt [kNm]
1 wind (Druck+Sog) char.	x	-	Q,W	66.41	6.00	-85.67
2 wind (Druck+Sog) char.	x	-	Q,W	66.41	4.00	47.15
3 wind (Druck+Sog) char.	y	-	Q,W	101.23	8.40	-181.21
4 wind (Druck+Sog) char.	y	-	Q,W	101.23	5.60	102.24
5 Erdbebenlasten	x	1)	A,E	301.89	4.71	0.00
6 Erdbebenlasten	y	1)	A,E	301.89	6.61	0.00

Anmerkungen:

- 1) Exzentrizitäten werden nach DIN 4149:2005 6.2.2.4.2 (1) berücksichtigt.  
 Dabei wird der Faktor Delta für jede Scheibe ermittelt.

Prozentzahl ergibt sich aus H,Transl. + H,Rot. im Verhältnis zur Gesamtlast.

Scheibe	LF	Kat	H,Translation [kN]	H,Rotation [kN]	H,Summe [kN]	%
1	1	Q,W	-31.25	-3.48	-34.73	-52.29
1	5	A,E	-187.21	0.00	-187.21	-47.06
2	2	Q,W	-35.16	-1.91	-37.07	-55.82
2	5	A,E	-204.93	0.00	-204.93	-52.94
3	4	Q,W	39.37	4.55	43.92	43.39
3	6	A,E	150.63	0.00	150.63	38.89
4	3	Q,W	28.12	0.35	28.46	28.12
4	6	A,E	85.28	0.00	85.28	27.78
5	3	Q,W	33.74	7.75	41.49	40.99
5	6	A,E	132.53	0.00	132.53	33.33