

4H-HORA Horizontale Aussteifung Tutorium

Seite überarbeitet November 2023

Kontakt

Programmübersicht

Bestelltext

Aufsatz zur Theorie

Handbuch

diese Seite als pdf

Projekt 2 - Stahlbetonbau

Aufgabenstellung

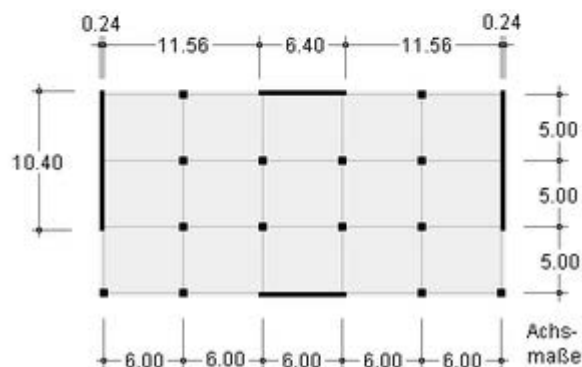
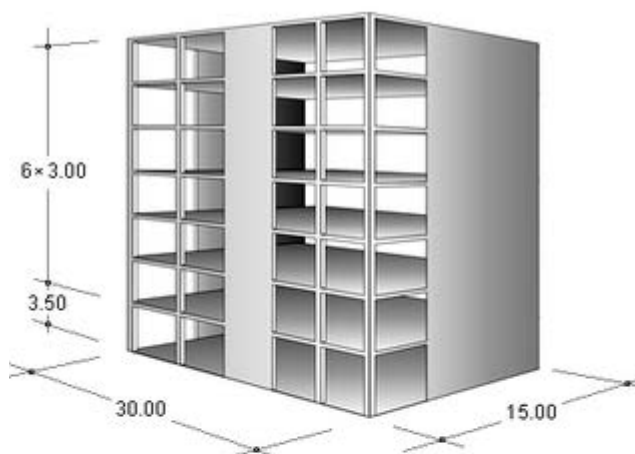
Das nebenstehend dargestellte Gebäude wird aus Stahlbeton errichtet. Standort ist Leipzig. Die Wände und Stützen des Erdgeschosses (Geschosshöhe 3.50 m) sollen hierzu unter Berücksichtigung der Einwirkungen Eigengewicht, Nutzlasten, Wind und Schnee sowie Imperfektionen nachgewiesen werden.

Die Maße können der nebenstehend dargestellten Skizze entnommen werden.

Das Beispiel wurde mit leichten Abweichungen bzw. Ergänzungen in Anlehnung an

Professor Dr.-Ing. Otto Wommelsdorf
Stahlbetonbau
Bemessung und Konstruktion - Teil 2
8. neu bearbeitete und erweiterte Auflage
Seite 122 ff.

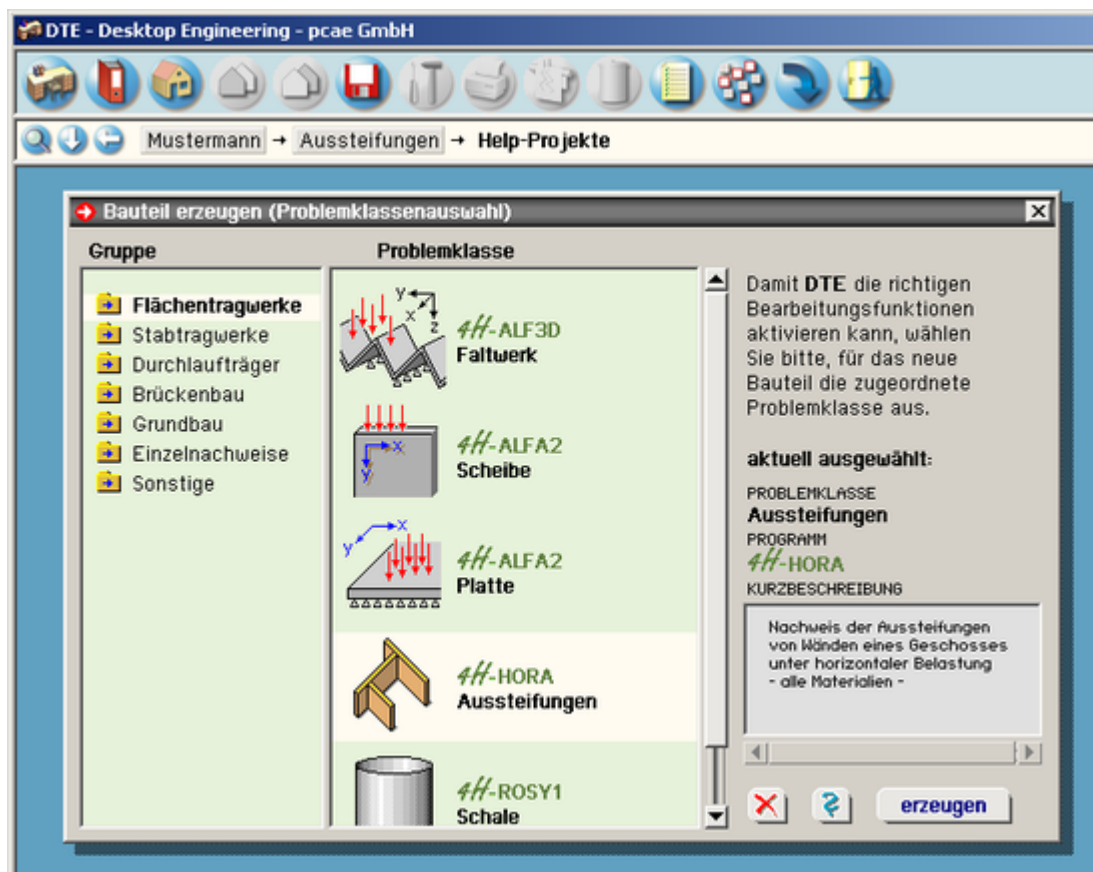
gewählt.



Einrichten eines DTE[®]-Bauteils - Programmstart



Erzeugen Sie im DTE[®]-System ein neues Bauteil. Klicken Sie hierzu auf das nebenstehend dargestellte Symbol und wählen in dem nun erscheinenden Eigenschaftsblatt in der Gruppe *Flächentragwerke* die Problemklasse *4H-HORA - Aussteifungen* aus. Klicken Sie auf den **erzeugen**-Button.

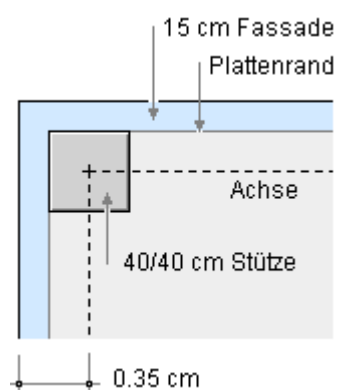


Positionieren Sie das Bauteil-Icon im aktuellen Ordner an einer freien Stelle. Geben Sie dem Bauteil die Bezeichnung "Projekt 2". Führen Sie einen Doppelklick über dem Icon aus.

4H-HORA wird gestartet. Die nachfolgenden Eingaben erfolgen entspr. DIN.

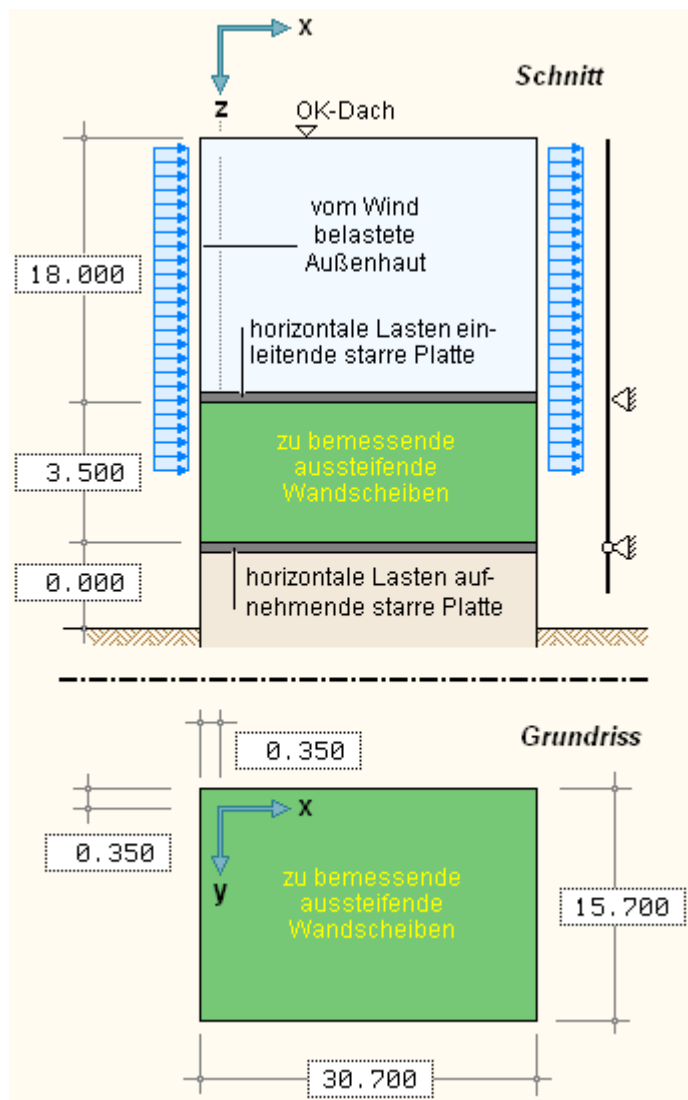
System + Grundeinstellungen

Es wird automatisch die erste Seite *Gebäudemodell* im ersten Register *System + Grundeinstellungen* eingeblendet.



Geben Sie hier die nebenstehend dargestellten Werte ein, die sich aus dem Grundriss in Kombination mit der dargestellten Skizze ergeben.

Das Koordinatensystem wird mit den Offset-Werten 0.35, 0.35 direkt in den ersten Achspunkt (oben, links) gelegt.



Wechseln Sie nun auf die Seite *Windlasten!*

[4H-WUSL aufrufen](#)

Windzone

☒ $q_{ref}^o = 0.39 \text{ kN/m}^2$

$h+NN$ m

☒ Faktor

☒ $\Rightarrow q_{ref} = 0.39 \text{ kN/m}^2$

Bodenrauigkeitsprofil

nach DIN 1055-4 Anhang A.1

Tabellenwert

nur für Werte > 800 relevant

nach DIN 1055-4 Anhang A.2

Rechenwert

Mischprofil der Geländekategorien II und III

$q(z) = 1.5 q_{ref}$ für $z < 7\text{m}$

$q(z) = 1.7 q_{ref} \left(\frac{z}{10}\right)^{0.37}$ für $7\text{m} < z < 50\text{m}$

$q(z) = 2.1 q_{ref} \left(\frac{z}{10}\right)^{0.24}$ für $50\text{m} < z < 300\text{m}$

$q(0) = 0.58 \text{ kN/m}^2$

$q(h) = 0.88 \text{ kN/m}^2$

DIN 1055-4

4H-WUSL informiert darüber, dass die Stadt Leipzig im Mittel auf einer Höhe von 112 m + NN liegt und der Windzone 2 zuzuordnen ist.

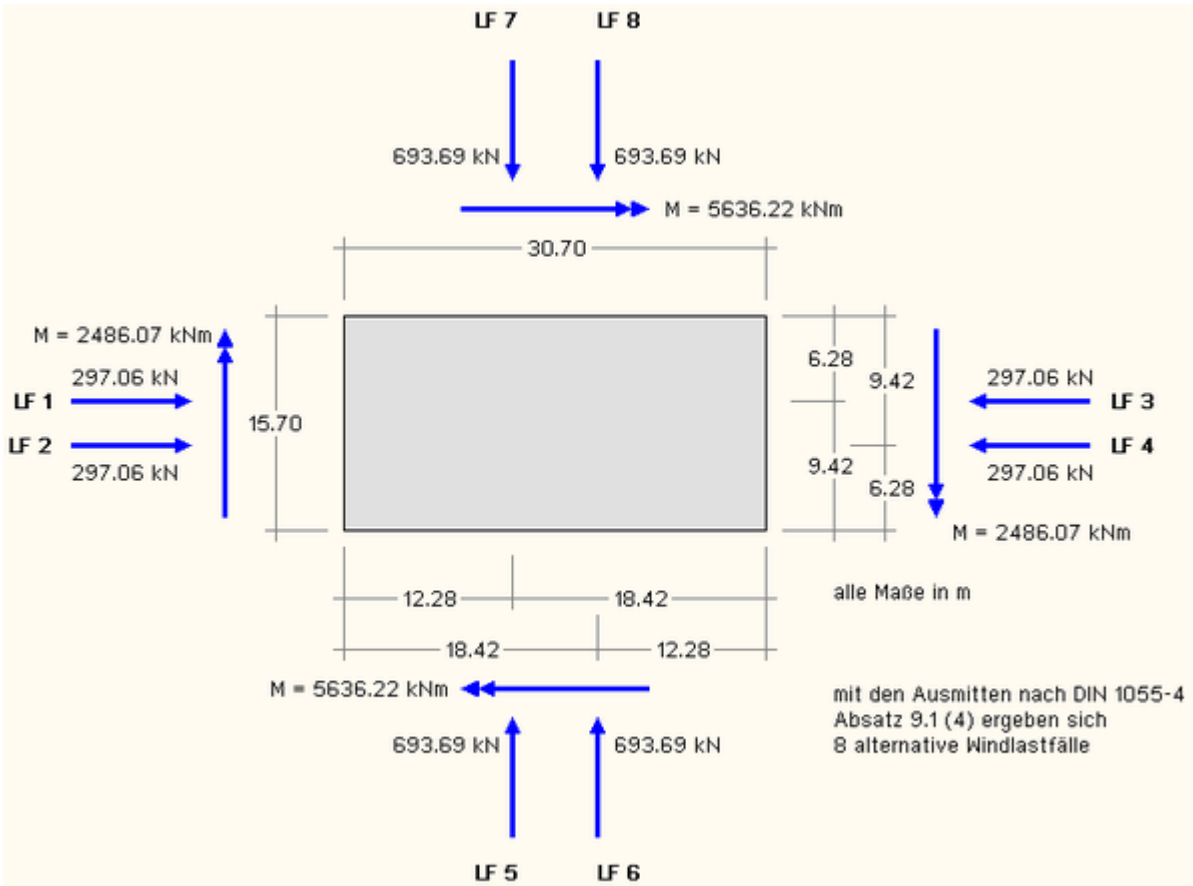
Tragen Sie die entsprechenden Werte ein! Als Bodenrauigkeitsprofil sei *Binnenland* gewählt.

Bei dem freistehenden Gebäude müssen alle Windrichtungen untersucht werden. Dies ist auch die Voreinstellung des Programms.

Es ergibt sich ein Böengeschwindigkeitsdruck zwischen 0.58 (OK Erdreich) und 0.88 kN/m² (OK Dach).

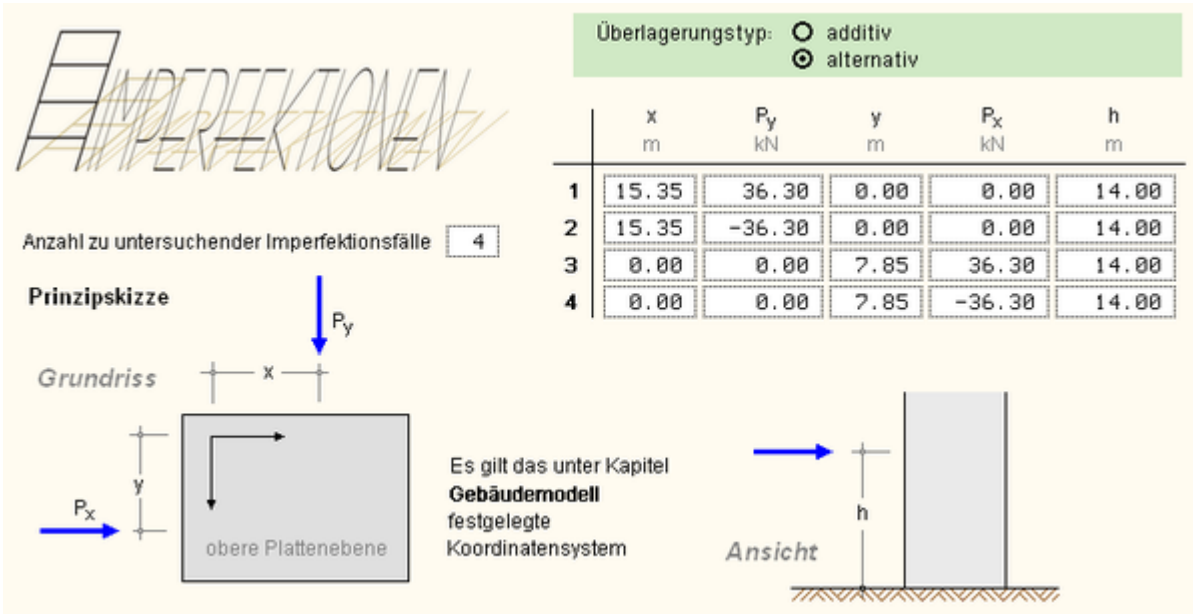
Auf den nachfolgenden Seiten *Wind von links*, *Wind von rechts* usw. kann der Rechenweg zur Erfassung der Gesamtlasten aus Windeinwirkungen nachvollzogen werden. Interessant ist hier u.U. auch die *Zusammenfassung*.

Der Zusammenfassung kann entnommen werden, dass infolge der von der DIN 1055-4, Absatz 9.1 (4), vorgeschriebenen Ausmitten acht alternative Lastfälle zu untersuchen sind. Lastordinaten und Vermaßung der Lastangriffspunkte sind hier angegeben.



Gemäß DIN 1045-1 sind Imperfektionen in Form von Schiefstellungen zu berücksichtigen. Dies führt zu geschossweise konstanten Ersatzkräften, die sich bis zur Oberkante des nachzuweisenden Geschosses auf 36,30 kN und ein Moment von 381,3 kNm aufsummieren (Näheres s. Wommelsdorf). Die Resultierende wirkt also in einer Höhe von $381,3/36,3 = 10,50$ m über OK Erdgeschoss bzw. $10,50 + 3,50 = 14,00$ m über OK Erdreich. Da Imperfektionen jeweils ungünstig anzusetzen sind, ergeben sich vier alternative Imperfektionsflle.

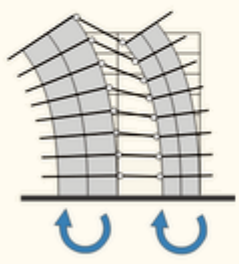
Wechseln Sie auf die Seite *Imperfektionen* und tragen Sie den Wert 4 als Anzahl der zu untersuchenden Imperfektionsflle ein. Fllen Sie die Tabelle entsprechend nachfolgender Abbildung aus.



Wechseln Sie auf die Seite *Steifigkeiten*!

für Betonwände und Mauerwerk

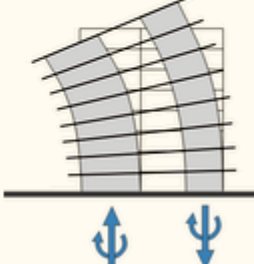
☒ Biegeverformung
☒ Schubverformung



ideal biegeeweiche Platte

Abschätzung der Plattensteifigkeit

zur Aufnahme der Biegemomente	30 %
zur Aufnahme der Vertikallasten	0 %
Berücksichtigung der Wölbkkräfte	0 %



ideal biegesteife Platte

Für die Steifigkeitskennwerte zur Aufnahme der horizontalen Lasten werden die Biege- und Schubverformungsanteile herangezogen (Voreinstellung). Die Plattensteifigkeit zur Aufnahme der Biegemomente wird mit 30% vorsichtig abgeschätzt. Die Plattensteifigkeit zur Aufnahme der Vertikallasten wird mit 0% angegeben. Wir wollen bei der Vorgabe des Lastschemas später die Lagerreaktionskräfte aus einer elastischen Berechnung mittels FEM übertragen. Diese sollen nicht mit den Ergebnissen einer starren Platte gewichtet werden.

Tragen Sie bitte die hier angegebenen Werte ein.

Die Bearbeitung des ersten Registers ist hiermit abgeschlossen.

Vorbereitende Maßnahmen zur Eingabe der Wände

Klicken Sie auf das zweite Register mit der Bezeichnung *Wandscheiben + Deckenplatte*.

Es erscheint die Seite *Wandscheiben* in der grafischen Bearbeitungsform.



Klicken Sie auf das nebenstehend dargestellte Symbol! Wir wollen in diesem Beispiel die Möglichkeit der Maßlinienraster nutzen.

Es erscheint das Eigenschaftsblatt zur Verwaltung der Maßlinien-Fangrasterpunkte.

Voreinstellungen

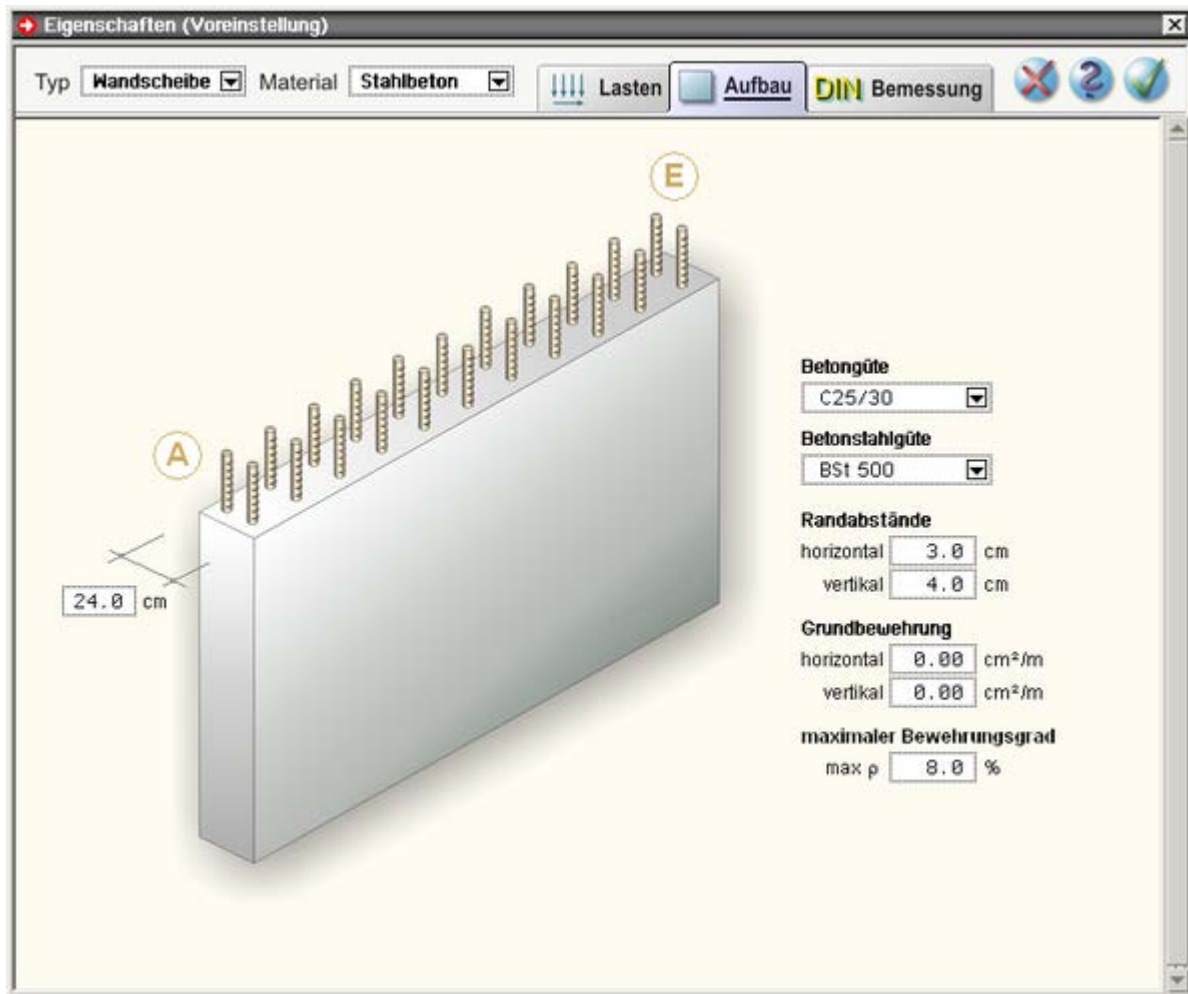


Einstellungen
bei Erzeugung:

Typ **Stahlbeton**
Lage **horizontal** ☐
Länge **6.400** m
Breite **0.240** m

Richten wir nun unser Augenmerk auf die Voreinstellungen für neu zu erzeugende Wände. Die Interaktionselemente hierzu werden im Seitenauswahlfenster angeboten.

Wählen Sie als Lage **horizontal** (Voreinstellung) und als Länge 6.40 m. Klicken sie nun auf das **Schraubenschlüsselsymbol**. Wählen Sie in dem nun erscheinenden Eigenschaftsblatt als Typ **Wandscheibe** und als Material **Stahlbeton**.



Die Stahlbetonwände erhalten laut Vorgabe eine Breite von 24 cm. Als Material ist C25/30 und BSt 500 eingestellt.

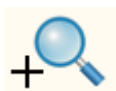
Im Register *Bemessung* können weitere Vorgaben festgelegt werden. Informationen zu weiteren, den Nachweis steuernde Angaben finden Sie unter **Stahlbetonbemessung**.



Bestätigen Sie den Inhalt des Eigenschaftsblatts.

Eingabe der Wände

Es sind nun alle vorbereitenden Maßnahmen getroffen, um mit der Erzeugung der Wände zu beginnen. Maximieren Sie das 4H-HORA-Fenster, falls dies noch nicht geschehen ist. Eine möglichst große Darstellung ist den nachfolgenden Aktionen dienlich. Falls notwendig, können Sie sich in den Plan hineinzoomen. Nutzen Sie hierzu die Symbole



Ansicht vergrößern



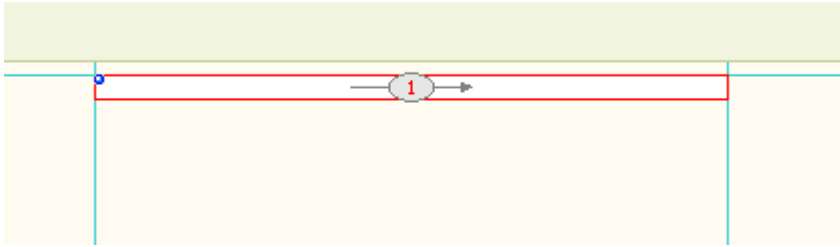
Ansicht verkleinern



Ansicht anpassen



Klicken Sie auf das Symbol **neue Wand erzeugen**. Im Arbeitsbereich erscheint ein Rechteck in der Größe 24/640 cm, dessen Position sich über die Bewegung der Maus steuern lässt.



Positionieren Sie das Rechteck so, dass die Oberkante des Rechtecks mit der oberen Maßlinie und der linke Rand mit der linken mittleren Maßlinie übereinstimmen. Bestätigen Sie diese Position mit der linken Maustaste.

In der Statuszeile erscheint die Meldung:

Wand 1 von Maßlinien-Rasterpunkt gefangen



Sollte Ihnen diese Aktion misslungen sein, so klicken Sie einfach auf den undo-Button. Die soeben erzeugte Wand verschwindet wieder und Sie können es erneut probieren.

Die soeben erzeugte Wand hat in der oberen linken Ecke eine Markierung, den sogenannten *Festhaltepunkt*. Dieser Punkt wurde vom Maßlinien-Rasterpunkt gefangen. D.h., der zur Wand gehörende Festhaltepunkt hat exakt die Koordinaten des darunter liegenden Maßlinien-Rasterpunkts erhalten.

Wiederholen Sie die Aktion zur Erzeugung der unteren, horizontalen Wand und beachten Sie die Meldung in der Statuszeile!

Voreinstellungen

Einstellungen bei Erzeugung:

Typ **Stahlbeton**

Lage **vertikal**

Länge **10.400** m

Breite **0.240** m

Nun sollen die vertikalen Wände erzeugt werden.

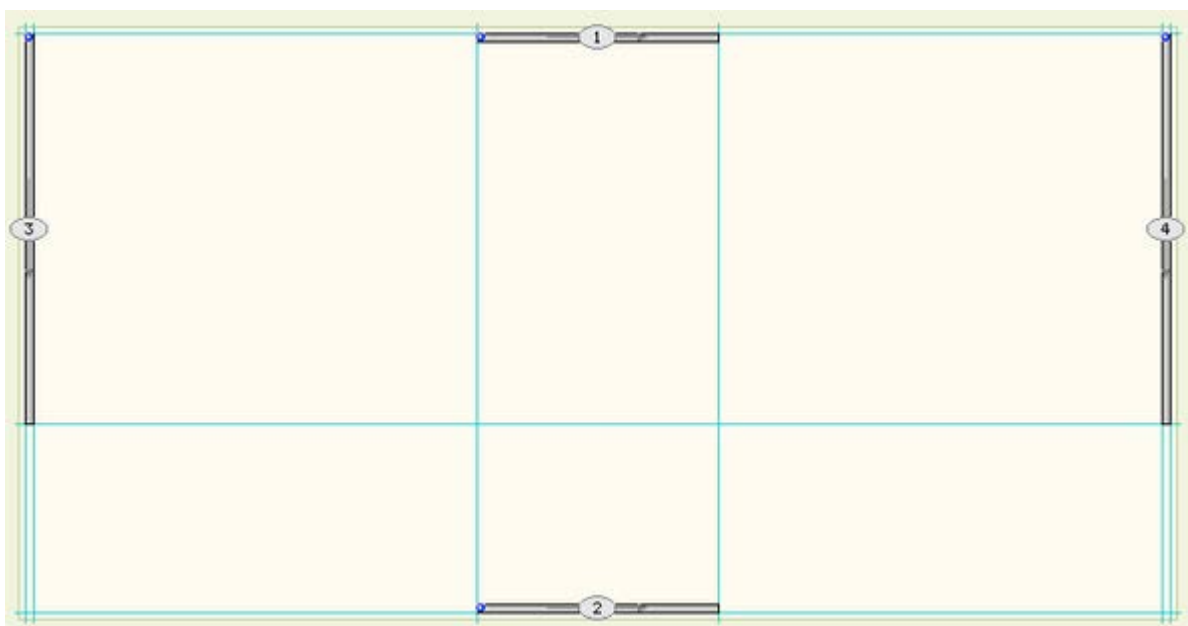
Ändern Sie im Voreinstellungsrahmen Lage und Länge wie nebenstehend dargestellt.

Erzeugen Sie nun die senkrechten Wände.



Klicken Sie auf das **abwählen**-Symbol.

Der Inhalt des Arbeitsfensters sollte nun wie nachfolgend dargestellt aussehen.



Eingabe der Stützen



Stützen werden grundsätzlich mit ihrem Schwerpunkt eingemessen. Aus diesem Grund wird einer neuer Satz Maßlinien benötigt. Klicken Sie auf das nebenstehend dargestellte Symbol!

Gruppe 2 ☒

n_x

x_0 dx_1 dx_2 dx_3 dx_4 dx_5 dx_6 dx_7

y_0 dy_1 dy_2 dy_3 dy_4 dy_5

n_y

Fangrasterpunkte (alle Angaben in m)

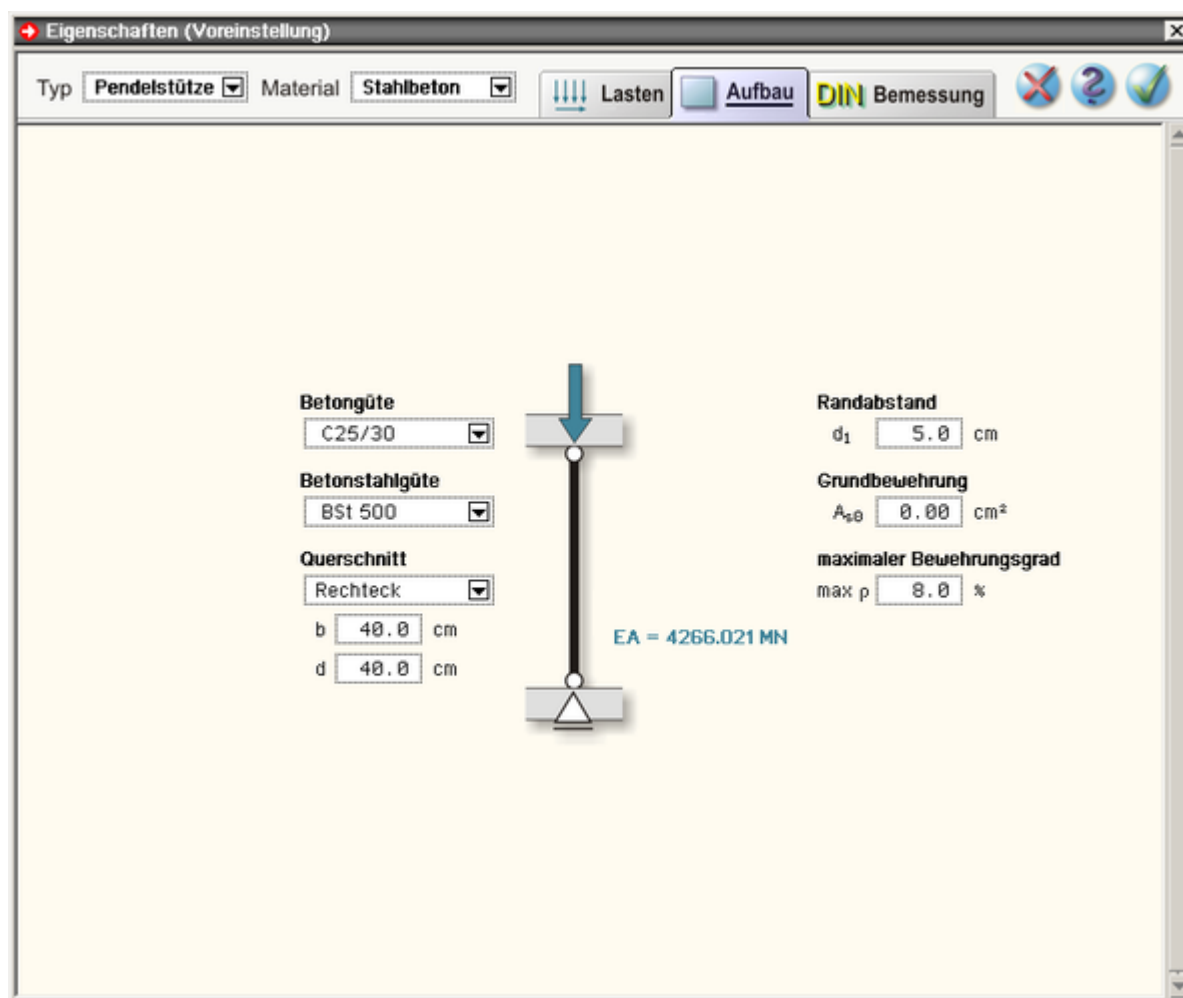
n_x	6	n_y	4
x_0	0.000	y_0	0.000
dx_1	6.000	dy_1	5.000
dx_2	6.000	dy_2	5.000
dx_3	6.000	dy_3	5.000
dx_4	6.000		
dx_5	6.000		

☒ Raster einblenden
☒ Rasterpunktanziehung

Wählen Sie "Gruppe 2" aus und tragen Sie die Maßlinienabstände der Stützen wie oben dargestellt ein. Sorgen Sie vor dem Bestätigen des Eigenschaftsblatts dafür, dass sowohl der Schalter **Raster einblenden** als auch der Schalter **Rasterpunktanziehung** aktiviert sind.

Das Stützenraster erscheint im Arbeitsfenster.

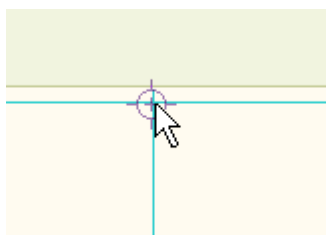
Klicken Sie im Voreinstellungsrahmen auf das **Schraubenschlüsselsymbol**.



Wählen Sie als Typ **Pendelstütze**. Tragen Sie als Betongüte C25/30 ein. Wählen Sie einen Rechteckquerschnitt mit einer Kantenlänge von 40/40 cm. Bestätigen Sie das Eigenschaftsblatt.



Klicken Sie auf das **erzeugen**-Symbol.



Bewegen Sie das nun erscheinenden Symbol so, dass der Zentrierpunkt direkt über dem Kreuzungspunkt zweier Maßlinien liegt. Bestätigen Sie die Position mit der linken Maustaste. Beachten Sie die Meldung in der Statuszeile!

Erzeugen Sie die restlichen Stützen auf analoge Weise.

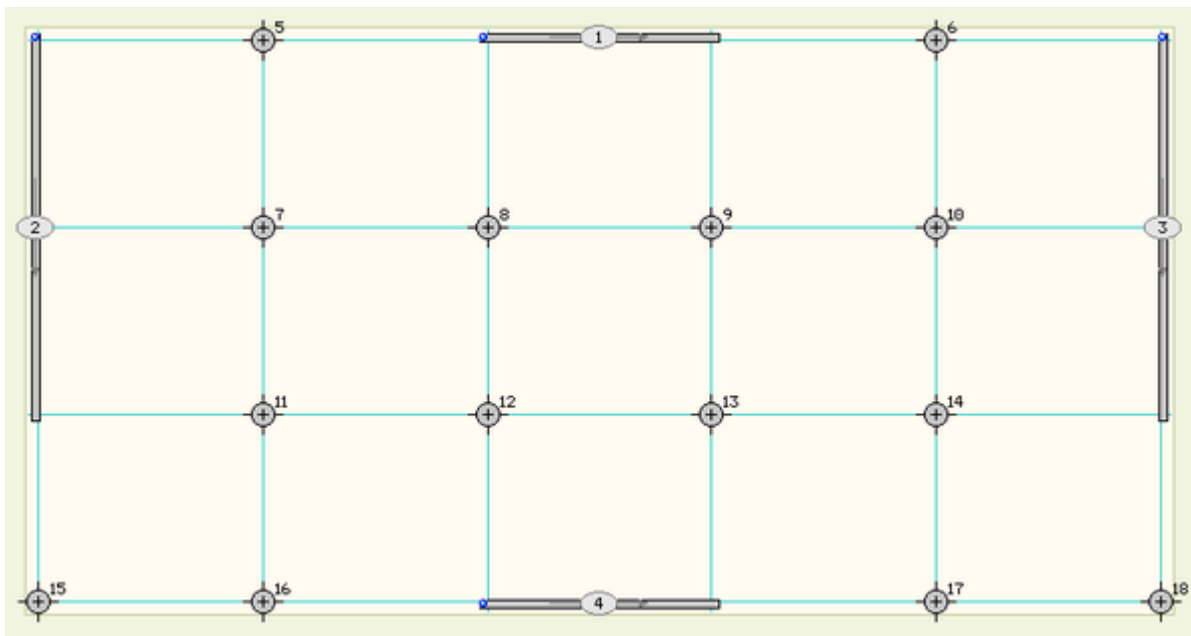


Klicken Sie auf das **abwählen**-Symbol.



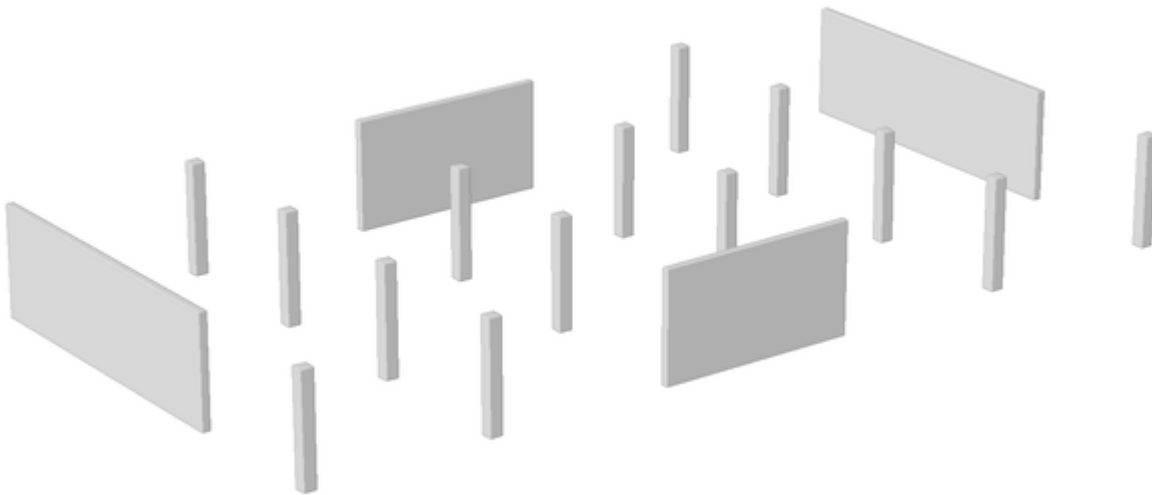
Sortieren Sie die Objektnummern von oben nach unten.

Nach Fertigstellung der hier besprochenen Arbeiten sollte der Inhalt des Arbeitsfensters der nachfolgenden Abbildung entsprechen.



Das Ergebnis der bisherigen Arbeit kann auch dreidimensional fotorealistisch dargestellt werden. Klicken Sie hierzu auf das nebenstehende Symbol.

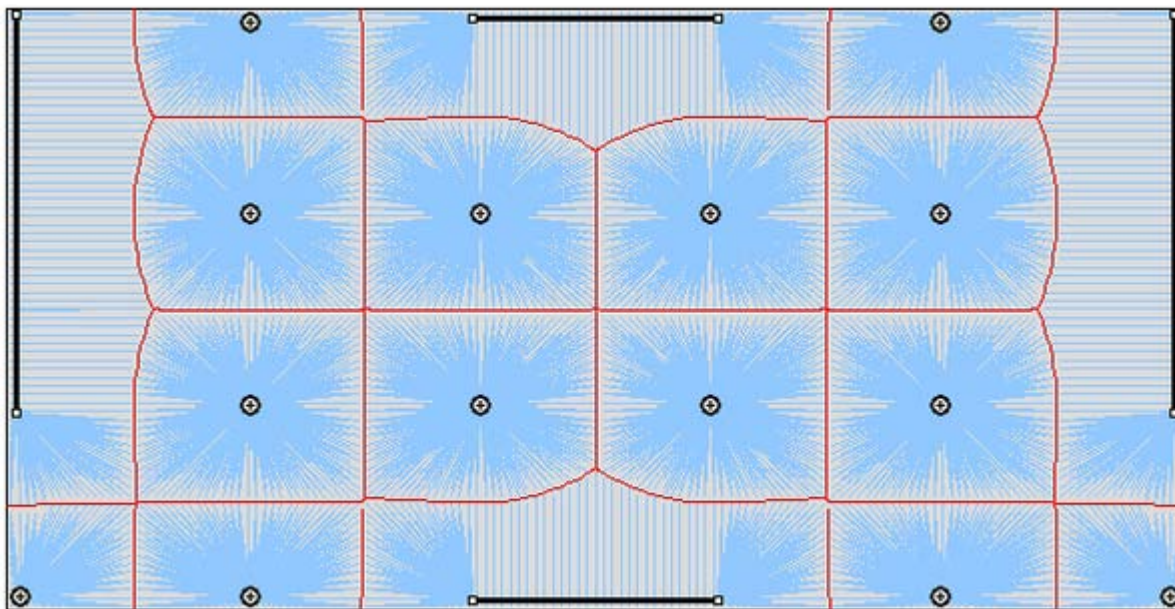
Es wird das DTE[®]-eigene FotoView-Werkzeug gestartet.



Ein guter Zeitpunkt, um den aktuellen Bearbeitungszustand zu sichern.

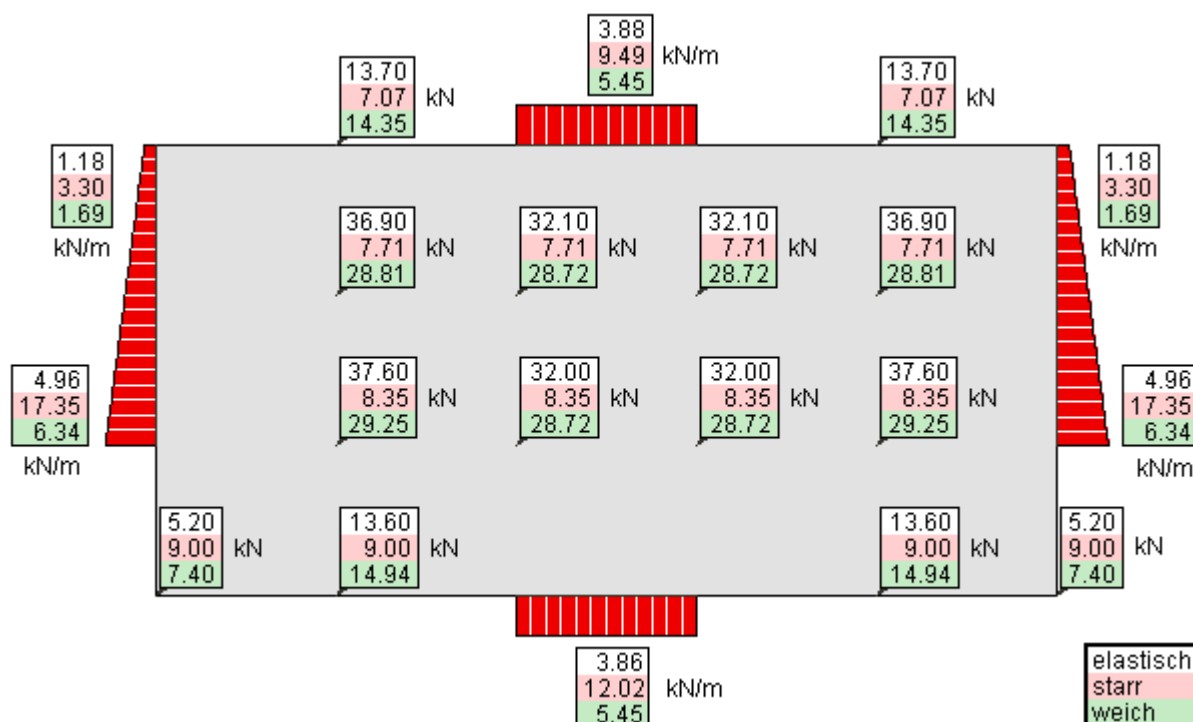
Beschreibung der Deckenplatte

Klicken Sie nun im zweiten Register *Wandscheiben + Deckenplatte* auf die Seite *Deckenplatte*.



Im Bearbeitungsfenster erscheint eine Skizze, die anzeigt, wie sich die vertikalen Lasten auf die definierten Wände verteilen. Jede Wand ist von einer roten Linie umrandet, die den der Wand zugeordneten Flächenbereich markiert. Die Wand hat folglich diesen Teil der Plattenlasten zu tragen, wenn die Automatik des Programms zur Verteilung der vertikalen Lasten genutzt werden soll (s. auch [Einflussflächenmethode](#)).

Zur Bemessung der Deckenplatte ist i.d.R. eine elastische Berechnung erforderlich. Dies ist nicht Teil des Leistungsumfanges von 4H-HORA, sondern wird mit Hilfe eines separaten FEM-Programms bewerkstelligt. Da der hierfür erforderliche Eingabeaufwand so oder so durchgeführt werden muss, kann an dieser Stelle eine vergleichende Untersuchung bzgl. der Qualität der hier automatisch ermittelten Lastordinaten erfolgen.



Betrachtet wird die o.a. Skizze: Die Zahlen in den weiß hinterlegten Feldern weisen die Lagerreaktionskräfte berechnet mit dem Plattenmodul von 4H-ALFA infolge einer konstanten Flächenlast von 1 kN/m^2 aus. Die rötlich hinterlegten Zahlen stellen das Ergebnis der Belastung einer ideal starren Platte, die sich in das Bett der elastischen Unterkonstruktion (bestehend aus Wänden und Stützen) drückt, dar. Die grünlich hinterlegten Zahlen zeigen letztlich das Ergebnis der Flächenaufteilung entsprechend o.a. Skizze. Man erkennt, dass die "starr" ermittelten Werte (rötlich hinterlegt) stark von den anderen Werten abweichen. Bedingt durch die Aufteilung der Steifigkeiten werden hier die Scheiben unverhältnismäßig hoch gegenüber den Stützen belastet. Die elastisch berechneten Werte (weiß hinterlegt) stimmen mit den Werten aus der Flächenaufteilung (grün hinterlegt) bereits ganz gut überein. Jedoch fällt auf, dass bei der elastischen Berechnung die innen liegenden Stützen höhere Werte und die auf dem Plattenrand liegenden

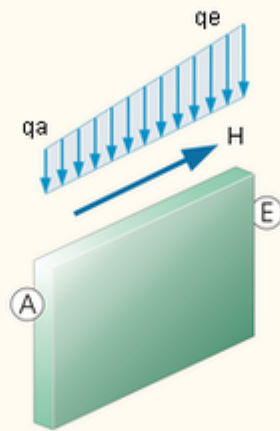
Unterstützungselemente niedrigere Werte ausweisen als bei der Einflussflächenmethode.

Da hiermit die Werte der elastischen Berechnung vorliegen, nutzen wir die direkte Eingabe:

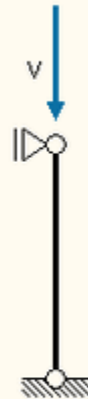
Aktivieren Sie auf der Seite *Deckenplatte* den Schalter **direkte Eingabe** und tragen Sie in der Tabelle im Arbeitsfenster die entsprechenden Werte direkt ein (s. nachfolgende Darstellung).

Geben Sie hier die Lagerkräfte infolge einer Plattenbelastung von 1 kN/m² direkt ein.

Wand-scheibe	q _a kN/m	q _e kN/m
1	3.880	3.880
2	1.180	4.960
3	1.180	4.960
4	3.860	3.860



Stütze	V kN
5	13.700
6	13.700
7	36.900
8	32.100
9	32.100
10	36.900
11	37.600
12	32.000
13	32.000
14	37.600
15	5.200
16	13.600
17	13.600
18	5.200



Kraftaufteilung

Wechseln Sie in das Register *Kraftaufteilung*!

Im Register *Kraftaufteilung* können keine benutzerdefinierten Vorgaben gemacht werden. Im Gegenteil: hier präsentiert das Programm das erste Zwischenergebnis. Da zu diesem Zeitpunkt die Wände und somit die Steifigkeiten der unterstützenden Konstruktion programmintern bekannt sind, kann 4H-HORA das Verhalten der als starr gedachten Deckenplatte und die Reaktion der Wände (und ggf. Stützen) auf Einheitslasten darstellen.

Auf der Seite *allg. Informationen* werden zunächst der berechnete Schwerpunkt S und der Schubmittelpunkt M ausgewiesen. Die äußeren, Schub erzeugenden Kraftgrößen H_x , H_y und M_z werden im Schubmittelpunkt wirkend angenommen; M_x , M_y und V_z wirken im Schwerpunkt. Der nachfolgenden Tabelle können die Verformungen der "starren" Platte infolge der globalen Einheitslasten entnommen werden.

Auf den weiteren Seiten im Register *Kraftaufteilung* kann die Reaktion der Wände (und Stützen) auf die Einheitslasten studiert werden.

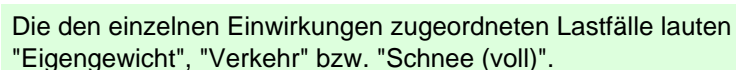
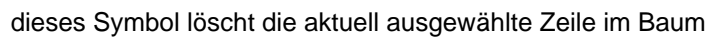
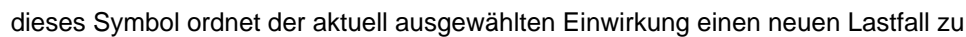
Man beachte, dass die im Register *Belastung* lastfallweise zusammengestellten (automatisch ermittelten) Lasten allein durch Superposition der im Register *Kraftaufteilung* ausgewiesenen Einheitslasten ermittelt werden! Ausnahme hiervon bilden die lotrechten Kräfte infolge der Einheitslast V_z : Da im ersten Register die Plattensteifigkeit zur Aufnahme der Vertikallasten mit 0% abgeschätzt wurde, werden die Vertikallasten allein aus den Vorgaben im zweiten Register auf der Seite *Deckenplatte* generiert, wenn von der Automatik des Programms Gebrauch gemacht wird.

Belastung

Wechseln Sie bitte in das Register *Belastung*!

Das Register *Belastung* bietet die Seiten *Laststruktur* und *Lasten* zur Bearbeitung an.

Auf der Seite *Laststruktur* werden zunächst die zu untersuchenden Lastarten festgelegt. Dies geschieht in Form von Einwirkungen und Lastfällen. Im Bearbeitungsfenster werden die aktuell definierten Einwirkungen und Lastfälle in einer Baumstruktur dargestellt. Jede einzelne Zeile kann durch Anklicken aktiviert werden. Eine aktivierte Zeile weist auf der rechten Seite die Eigenschaften des von ihr enthaltenen Objekts aus. Die dunkelrot eingefärbten Einwirkungen und Lastfälle werden von 4H-HORA automatisch nach den Vorgaben im ersten Register erzeugt und verwaltet. Sie können



- 1: ständige Lasten
 - 1: Eigengewicht
- 2: Nutzlasten
 - 2: Verkehr
- 3: Schneelasten
 - 3: Schnee (voll)
- 4: Windlasten (🔒)
 - 4: Wind von links (- Ausmitte)
 - 5: Wind von links (+ Ausmitte)
 - 6: Wind von rechts (- Ausmitte)
 - 7: Wind von rechts (+ Ausmitte)
 - 8: Wind von vorne (- Ausmitte)
 - 9: Wind von vorne (+ Ausmitte)
 - 10: Wind von hinten (- Ausmitte)
 - 11: Wind von hinten (+ Ausmitte)
- Imperfektionen (🔒)
 - 12: Imperfektion (1)
 - 13: Imperfektion (2)
 - 14: Imperfektion (3)
 - 15: Imperfektion (4)

Wand-scheibe	qa kN/m	qe kN/m	H kN
1	8.79	8.79	-15.42
2	118.38	-114.33	-283.99
3	118.38	-114.33	-409.70
4	-11.39	-11.39	15.42

Stütze	V kN
5	5.79
6	5.79
7	1.35
8	1.35
9	1.35
10	1.35
11	-3.09
12	-3.09
13	-3.09
14	-3.09
15	-7.52
16	-7.52
17	-7.52
18	-7.52

$\Sigma H_x = 0.00 \text{ kN}$
 $\Sigma H_y = -693.69 \text{ kN}$
 $\Sigma V = 0.00 \text{ kN}$
 $\Sigma M_x = -5636.22 \text{ kNm}$
 $\Sigma M_y = 0.00 \text{ kNm}$

Plattenverformungen:

$u_x = 0.000 \text{ mm}$
 $u_y = -0.052 \text{ mm}$
 $\theta_z = 0.0006 \text{ z}$
 $\theta_x = -0.0122 \text{ z}$
 $\theta_y = 0.0000 \text{ z}$

In der Tabelle sind die einzelnen Wandlasten des gewählten Lastfalls dargestellt. Die Tabelle kann eingesehen, aber nicht bearbeitet werden, da sie vom Programm automatisch verwaltet wird. Rechts neben der Tabelle sind die resultierenden Kräfte und Momente - berechnet aus den einzelnen Tabelleninhalten - ausgewiesen. Diese müssen mit den äußeren Kräften im Gleichgewicht stehen, was leicht im ersten Register auf der Seite *Wind - Zusammenfassung* überprüft werden kann. Des Weiteren wird angezeigt, dass sich die Kopfplatte im Schubmittelpunkt um -0.052 mm in y-Richtung verschiebt.


Klicken Sie den Lastfall 1: *Eigengewicht* an.

Die nun erscheinende Tabelle enthält ausschließlich den Wert 0.0, ist jedoch editierbar. Sie können hier jeder Wandtafel Lasten aus Eigengewicht zuordnen. Da Eigengewichtslasten keine horizontalen Lasten erzeugen, reicht es aus, die ersten beiden Spalten zu belegen. Sie können aber auch von der Möglichkeit der automatischen Tabellenbelegung Gebrauch machen.



Aktivieren Sie hierzu den Automatik-Schalter im Seitenauswahlfenster und klicken danach auf das **Schraubenschlüsselsymbol**.

Es erscheint das nachfolgend dargestellte Eigenschaftsblatt auf dem Sichtgerät, in dem die Lasten aus Eigengewicht zusammengestellt werden können.



☐ aus Wände

Eigengewicht: ☐ automatisch

zusätzlich (Putz o. ä.)

Multiplikator (Anzahl Geschosse)

Summe

☐ aus Stützen

Eigengewicht: ☐ automatisch

zusätzlich (Putz o. ä.)

Multiplikator (Anzahl Geschosse)

Summe

☒ aus Deckenplatten

anzuwendende Verteilungsfunktion: Lastschema

standard

(vgl. Register Wandscheiben, Seite Deckenplatte)

Eigengewicht: (eine Deckenplatte)

9.50 kN/m²

zusätzlich (Putz, Estrich etc.)



0.00 kN/m²

Multiplikator (Anzahl Deckenplatten)

7.00

Summe

66.50 kN/m²

Hier können die Gewichtslasten aus Wänden, Stützen und Deckenplatte zusammengestellt werden. Um in der Nähe der Bezug nehmenden Literaturquelle (Wommelsdorf) zu bleiben, deaktivieren wir die Eingabefelder **aus Wände** und **aus Stützen** und geben den dort ermittelten verteilten Wert von 9.50 kN/m² pro Geschoss unter der Überschrift **aus Deckenplatte** ein.

Als Multiplikator wird die Anzahl der Deckenplatten über Erdgeschoss angegeben.

Die Auswahl des anzuwendenden Lastschemas ist einfach, da im zweiten Register auf der Seite *Deckenplatte* nur ein Lastschema definiert wurde. Dieses enthält durch direkte Vorgabe die elastisch per FE-Methode ermittelten Kraftgrößen infolge einer Einheitslast von 1 kN/m². Nach Bestätigen des Eigenschaftsblatts werden den Wänden und Stützen im Lastfall *Eigengewicht* folglich die 66.5-fachen Lastordinaten zugewiesen.

Tragen Sie die hier angegebenen Werte ein und bestätigen Sie das Eigenschaftsblatt.

Die Tabelle wird nun automatisch gefüllt.

Klicken Sie auf der Seite *Lasten* den Lastfall 2: *Verkehr* an. Schalten Sie auch hierfür die Automatik an und klicken auf das **Schraubenschlüsselsymbol**.

Das nachfolgend dargestellte Eigenschaftsblatt erscheint.

Zusammenstellung der lotrechten Verkehrslasten in Lastfall 2: Verkehr

anzuwendende Verteilungsfunktion: Lastschema (vgl. Register Wandscheiben, Seite Deckenplatte)

Lastordinate: (eine Deckenplatte) kN/m²

Multiplikator (Anzahl Deckenplatten)

Summe **21.00** kN/m²

Tragen Sie hier Lastordinate und Multiplikator ein und bestätigen Sie das Eigenschaftsblatt.

Die Tabellen der Wandlasten und Stützen werden wieder automatisch gefüllt.

Klicken Sie auf der Seite *Lasten* den Lastfall 3: *Schnee (voll)* an. Schalten Sie auch hierfür die Automatik an und klicken auf das **Schraubenschlüsselsymbol**.

4H-WUSL klärt uns darüber auf, dass die charakteristische Schneelast in Leipzig mit 0.85 kN/m² anzusetzen ist, die bei Flachdächern mit $\mu_1 = 0.8$ zu faktorisieren ist.

Tragen Sie die Lastordinate 0.68 kN/m² und den Multiplikator 1 ein und bestätigen das Eigenschaftsblatt.

Die Zusammenstellung der Lasten ist hiermit beendet.

Ergebnisse

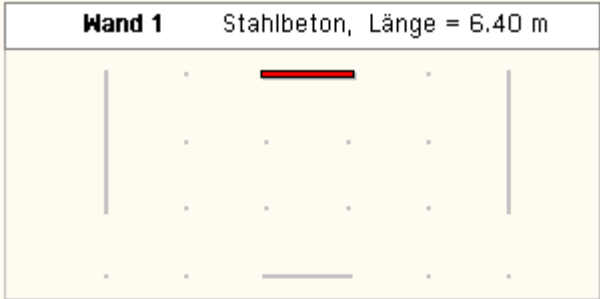
Wechseln Sie in das Register *Ergebnisse*.

Wie im Register *Kraftaufteilung*, so werden auch im Register *Ergebnisse* keine benutzerdefinierten Einstellungen mehr vorgenommen. **4H-HORA** präsentiert hier die Ergebnisse des Gesamtrechenlaufs.

Auf den ersten Seiten werden die extremalen Lasten einwirkungsweise dargestellt. Diese Informationen können von Bedeutung sein, wenn einzelne Anteile der Bemessungslasten kontrolliert werden sollen. Danach folgen die extremalen Nachweislasten.

Auf der Seite *Tragfähigkeit* sind die Bemessungslasten für die einzelnen Wandscheiben (und ggf. Stützen) zusammengestellt. Hierbei werden die maximalen und minimalen Lastordinaten inklusive ihrer zugehörigen Werte in einer Tabelle ausgewiesen. In den Zeilen "max V" bzw. "min V" wird zusätzlich der Wert für $(q_a + q_e)/2$ extremal ausgewiesen, da auch diese Kombination für den kritischen Bemessungsfall maßgebend sein kann.

Wenn Sie wissen wollen, aus welcher Kombination sich der Inhalt einer Zeile gebildet hat, klicken Sie auf die neben der Zeile stehende Lupe.



für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation

	qa	qe	H
	kN/m	kN/m	kN
max qa	647.30	224.42	-235.97
max qe	224.42	647.30	235.97
max H	46.58	469.46	246.11
max V	481.03	481.03	13.97
min qa	46.58	469.46	235.97
min qe	469.46	46.58	-235.97
min H	469.46	46.58	-246.11
min V	244.24	244.24	-23.23

aus Lastfall:

1.00 * (1.35*[1])
+ 0.70 * (1.50*[2])
+ 0.50 * (1.50*[3])
+ 1.00 * (1.50*[6])
+ 1.00 * ([15])

Einem Info-Fähnchen können sodann die Informationen entnommen werden.

In dem Info-Fähnchen sind die Lastfallnummern in eckigen Klammern angegeben, die Teilsicherheitsbeiwerte befinden sich in den runden Klammern und die Kombinationsbeiwerte sind jeweils vorangestellt.

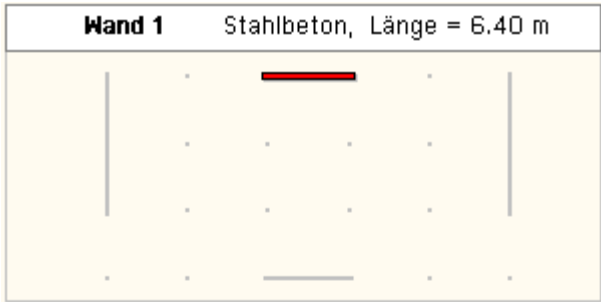
Beachten Sie, dass jede einzelne der hier dargestellten Zeilen den Nachweisprozess durchläuft! Alle geforderten Einzelnachweise werden also mit jeder Zeile einzeln durchgeführt. Die maximale Bewehrung bzw. der maximale Ausnutzungsgrad ergeben sich aus dem Maximum aller Nachweise.

Die interessantesten Informationen stehen sicherlich unter der Überschrift *Ausnutzungsgrade, erforderliche Bewehrung* auf der Seite *Überblick*.

Wand	Typ	maximale Ausnutzung	erf. as(hor)	erf. as(ver)
1	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	<div><div></div></div> 23%	4.5 cm²/m	5.1 cm²/m
2	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	<div><div></div></div> 24%	4.5 cm²/m	5.1 cm²/m
3	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	<div><div></div></div> 25%	4.5 cm²/m	5.1 cm²/m
4	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	<div><div></div></div> 23%	4.5 cm²/m	5.1 cm²/m

Stütze	Typ	maximale Ausnutzung	erf. As(ver)
5	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	8.5 cm²
6	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	8.5 cm²
7	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	51.3 cm²
8	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	37.8 cm²
9	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	37.8 cm²
10	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	51.3 cm²
11	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	53.3 cm²
12	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	37.6 cm²
13	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	37.6 cm²
14	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	53.3 cm²
15	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	8.5 cm²
16	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	8.5 cm²
17	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	8.5 cm²
18	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	keine Angaben	8.5 cm²

Hierin sind die maximalen Ausnutzungsgrade (hier aus dem Betonhauptdruckspannungsnachweis) und die rechnerisch erforderliche Bewehrung aller Scheiben und Stützen zusammengestellt. Konnte die Bemessung nicht erfolgreich durchgeführt werden, erfolgt hier ein entsprechender Hinweis. Die Tatsache, dass bei allen Wänden dieselbe erforderliche Bewehrung ausgewiesen wird zeigt an, dass hier der Rissnachweis maßgebend wurde.



	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
oben	4.48	4.48	4.48	4.48	4.48
	5.12	5.12	5.12	5.12	5.12
	2.70	2.27	2.00	2.27	2.70
	0.19	0.16	0.14	0.16	0.19
mitte	4.48	4.48	4.48	4.48	4.48
	5.12	5.12	5.12	5.12	5.12
	2.95	2.40	2.00	2.40	2.95
	0.21	0.17	0.14	0.17	0.21
unten	4.48	4.48	4.48	4.48	4.48
	5.12	5.12	5.12	5.12	5.12
	3.20	2.52	2.00	2.52	3.20
	0.23	0.18	0.14	0.18	0.23

Um einen differenzierteren Einblick in die Bemessungsergebnisse zu bekommen, klicken Sie auf die Seite [Stahlbeton](#).

Hier werden die Teilergebnisse in den einzelnen Bemessungspunkten ausgegeben.

Bzgl. der Einteilung der Scheibe in Bemessungspunkte sowie der Ermittlung der Scheibenspannungen aus den extremalen Belastungen s. Umrechnung der Belastung in [Scheibenspannungen](#).

Angaben zu den Bemessungsalgorithmen finden Sie unter [Stahlbetonbemessung](#).

Als Hinweis auf weitere Ergebnispräsentationen wird auf die [Druckliste](#) verwiesen.

Erläuterungen:

erste Zeile	erf. a_s (horizontal)	cm ² /m
zweite Zeile	erf. a_s (vertikal)	cm ² /m
dritte Zeile	Hauptdruckspannung	N/mm ²
vierte Zeile	Ausnutzung $\sigma_{vorh}/\sigma_{zul}$	

