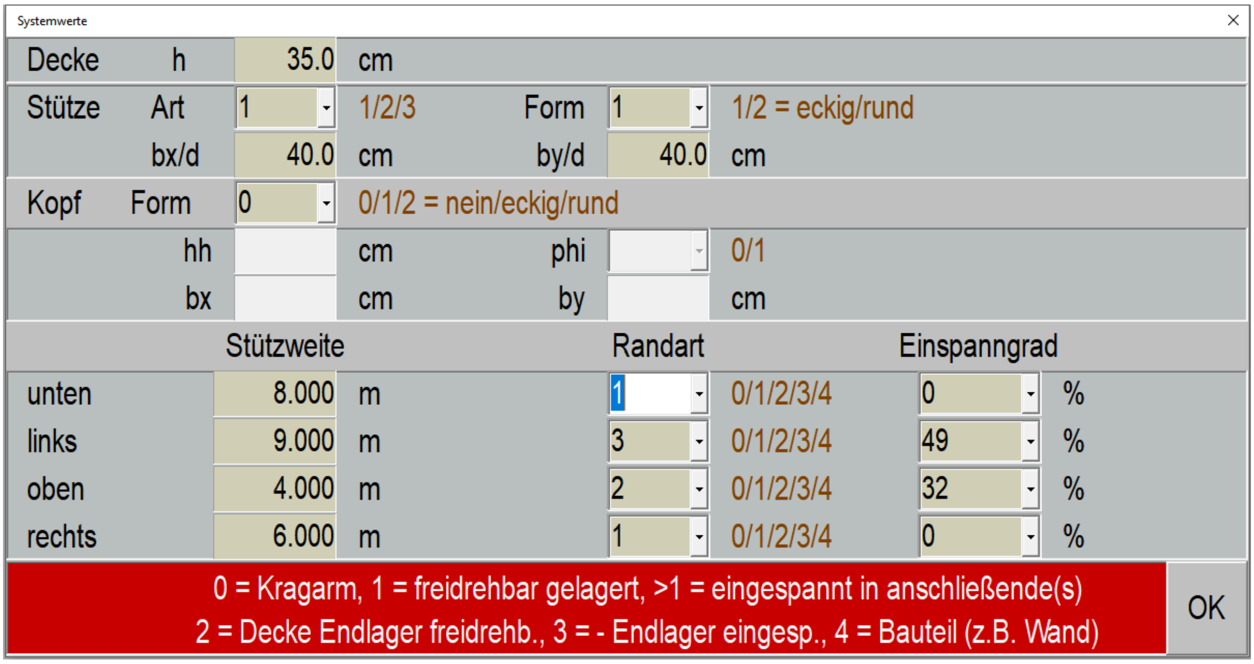
VOGELSANG

Programm V.0012 Sektorenmodell **Stand 29.08.2023**

Lasteinzugsflächen optimiert

In der bisherigen Version wurden die Lasteinzugsflächen nur über die Stützweiten und die äußeren Einspanngrade der umliegenden Deckenfelder ermittelt. Das führte insbesondere bei Decken mit sehr unterschiedlichen Stützweiten nur zu groben Näherungen. Für eine genauere Berechnung muss jedoch nicht nur der äußere Einspanngrad des Deckenfeldes sondern zusätzlich auch die Art der Einspannung bekannt sein. Diese kann über eine zusätzlich außen angeschlossene Decke oder ein biegesteif angeschlossenes Bauteil z.B. eine Wand erzeugt werden. Bei einer anschließenden Decke ist für die Betrachtung zusätzlich ihre äußere Lagerbedingung (eingespannt oder freidrehbar) bedeutend, wobei der dortige exakte Einspanngrad nicht mehr entscheidenden Einfluss hat.

Nur so kann z.B. der entlastende Einfluss der ständigen Last auf dem außenliegenden Deckenfeld sinnvoll berücksichtigt werden. Das Programm wurde deshalb, wie im folgenden Bild gezeigt, erweitert:



Bei der Randart kann nunmehr die Einspannart über die Kennziffer 2 bis 4 variiert werden.

Kennziffer 2
die Randeinspannung wird durch ein angrenzendes Deckenfeld erzeugt, das an seinem abliegenden Ende freidrehbar gelagert ist

Kennziffer 3
die Randeinspannung wird durch ein angrenzendes Deckenfeld erzeugt, das an seinem abliegenden Ende eingespannt ist

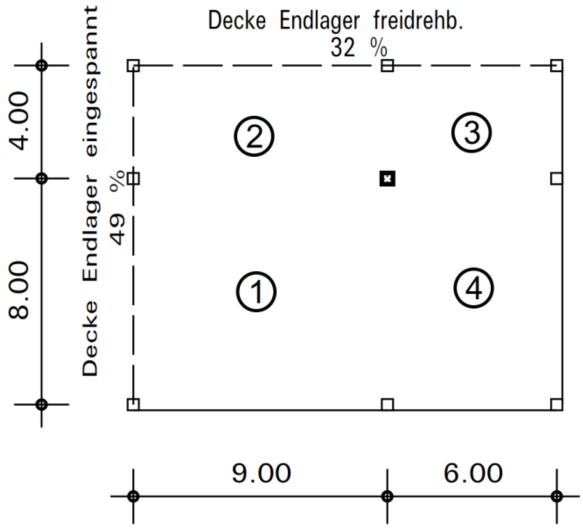
Kennziffer 4
die Randeinspannung wird durch ein angeschlossenes biegesteifes Bauteil erzeugt

In allen 3 Fällen wirkt die Einspannung unterschiedlich entlastend auf die Stütze und beeinflusst die Lasteinzugsfläche. Bei der Belastung der äußeren Felder wird die gleiche Last wie bei der umliegenden Decke mit einem Anteil von 70% als ständige Last angesetzt.

Die Ermittlung der Endeinspannungen soll hier an einem Beispiel erläutert werden.

Das Beispiel zeigt einen Eck-Ausschnitt einer Flachdecke.

Auf der linken Seite schließen weitere Deckenfelder mit einer Stützweite von 9.00 m an und oben ein Deckenfeld mit freidrehbarer Endlagerung und einer Stützweite von 8.00 m.



Zunächst werden über die Steifigkeiten der Deckenfelder deren Einspanngrade in den Stützenachsen ermittelt.

Die Steifigkeit eines Stabes bestimmt sich aus:

$$k_i = \frac{12 \times E \times I}{l \times (4 - \varepsilon)}$$

Bei der Betrachtung der Decken kann *E x I* ignoriert werden, solange die Deckenstärke gleich ist. ε ist die bezogen auf das betrachtete Auflager entfernte Endeinspannung.

Der Einspanngrad bestimmt sich aus dem Verhältnis der Steifigkeit der einspannenden Bauteile zur Summe der angrenzenden Steifigkeiten.

Auflagerachse 1 – 4 :

die Endeinspannung am linken Rand von Pos. 1 wird zunächst über das Verhältnis der beiden angrenzenden Stützweiten L_1 / (L_{li} + L_1) mit 50% angenommen.

$$k_1 = \frac{12}{9{,}00 \times (4 - 0{,}50)} = 0{,}38$$

$$k_4 = \frac{12}{6{,}00 \times (4 - 0{,}00)} = 0{,}50$$

$$\varepsilon_{1-4} = \frac{0{,}50}{(0{,}38 + 0{,}50)} = 0{,}57$$

$$\varepsilon_{4-1} = (1 - \varepsilon_{1-4}) = 0{,}43$$

Auflagerachse 1 – 2 :

die Endeinspannung am oberen Rand von Pos. 2 wird zunächst über das Verhältnis der beiden angrenzenden Stützweiten L_2 / (L_{ob} + L_2) mit 33% angenommen.

$$k_1 = \frac{12}{8{,}00 \times (4 - 0{,}00)} = 0{,}38$$

$$k_2 = \frac{12}{4{,}00 \times (4 - 0{,}33)} = 0{,}82$$

$$\varepsilon_{1-2} = \frac{0{,}82}{(0{,}38 + 0{,}82)} = 0{,}68$$

$$\varepsilon_{2-1} = (1 - \varepsilon_{2-1}) = 0{,}32$$

Endeinspannung Feld 1 Rand links

Das Feld links von Feld 1 grenzt an seinem Ende an ein weiteres Deckenfeld an. Der Einspanngrad wird mit 50% angenommen.

$$k_1 = \frac{12}{9{,}00 \times (4 - 0{,}57)} = 0{,}39$$

$$k_{li} = \frac{12}{9{,}00 \times (4 - 0{,}50)} = 0{,}38$$

$$\varepsilon_{1-li} = \frac{0{,}38}{(0{,}38 + 0{,}39)} = 0{,}49$$

$$\varepsilon_{li-1} = (1 - \varepsilon_{1-li}) = 0{,}51$$

Endeinspannung Feld 2 Rand oben

Das Feld oberhalb von Feld 2 ist an seinem Ende freidrehbar gelagert. Der Einspanngrad ist damit 0%.

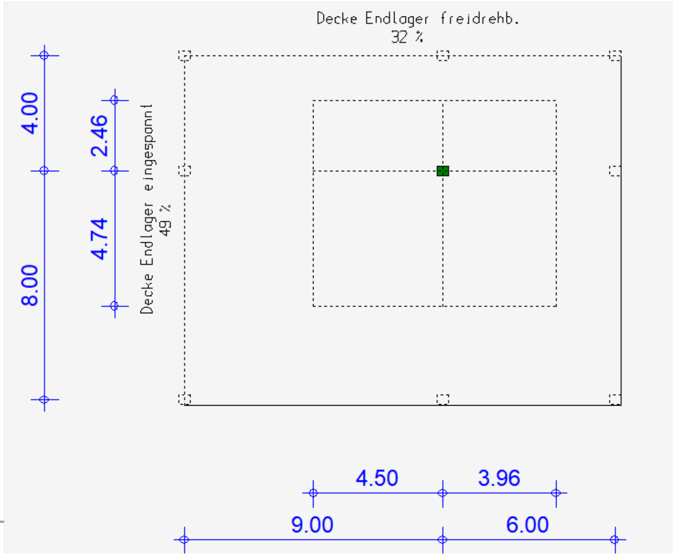
$$k_2 = \frac{12}{4{,}00 \times (4 - 0{,}32)} = 0{,}81$$

$$k_{ob} = \frac{12}{8{,}00 \times (4 - 0{,}00)} = 0{,}38$$

$$\varepsilon_{2-ob} = \frac{0{,}38}{(0{,}38 + 0{,}81)} = 0{,}32$$

$$\varepsilon_{ob-2} = (1 - \varepsilon_{2-ob}) = 0{,}68$$

VOGELSANG



Über die Steifigkeiten und Einspanngrade werden vom Programm die Lasteinzugsflächen ermittelt.

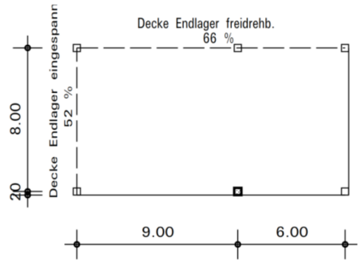
Dies erfolgt auch schon bei der Eingabe und wird grafisch angezeigt und vermaßt. Damit ist es möglich, bei aus einer FE-Berechnung bekannten Lasteinzugsflächen unmittelbar die Eingabe zu kontrollieren.

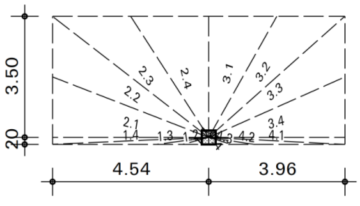
Die in dem Beispiel gezeigten Ergebnisse differieren zu denen einer FE-Berechnung zu ca. 3%.

Konzentrationsfaktoren der Quadranten

Eine weitere Untersuchung zur Ermittlung der Konzentrationsfaktoren der Quadranten für den Flächenlastanteil führte zu einer Unterscheidung von Innen-, Rand- und Eckstützen. Dadurch wird eine noch bessere Annäherung an die Grenzwerte der DIN EN 1992-1-1:NA Bild 621 erreicht.
Die Ergebnisse aus dem obigen Beispiel zeigen die folgenden Bilder für:

Randstütze unten:

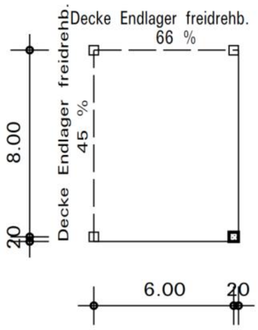


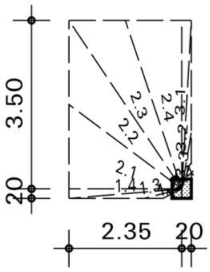


Quadrant	bx m	by m	u_1 m	k_Q
1 unt/li	4.540	0.200	0.200	1.10
2 ob/li	4.540	3.500	1.374	1.19
3 ob/re	3.960	3.500	1.374	1.13
4 unt/re	3.960	0.200	0.200	1.10
β_{Norm}				1.38

Deckenausschnitt, Einspanngrade *Lasteinzugsfläche und Sektoren* *Konzentrationsfaktoren und β_{Norm}*

Eckstütze unten/rechts:





Quadrant	bx m	by m	u_1 m	k_Q
1 unt/li	2.350	0.200	0.200	1.10
2 ob/li	2.350	3.500	1.374	1.38
3 ob/re	0.200	3.500	0.200	1.10
β_{Norm}				1.56

Deckenausschnitt, Einspanngrade *Lasteinzugsfläche und Sektoren* *Konzentrationsfaktoren und β_{Norm}*

Die β_{Norm}-Werte passen sehr gut zu den Grenzwerten der Norm.
Bei der Beurteilung sollten dabei jedoch sinnvollerweise nicht die Stützweiten sondern die Seitenlängen der Lasteinzugsflächen verwendet werden, da diese für die Lastkonzentration entscheidend sind.

Sittensen, den 26.07.2023

Dipl.-Ing. Dieter Vogelsang