

## GRUNDLAGEN UND INFOS ZUM DIAGRAMM

Das Diagramm ermöglicht mit geringem Rechenaufwand eine Vergleichsbetrachtung von Gründungsplatten sowie lastabtragenden Hallenböden dahingehend, dass gleiche Verformung unter Einzellast trotz ungleicher Bettungssituation vorherrschen soll. Gefragt ist konkret nach der erforderlichen Plattenstärke  $d_{nom2}$ , wenn sich das darunterliegende Erdreich mit Elastizitätsmodul  $EU2$  [MN/m<sup>2</sup>] vom E – Modul des Erdreichs  $EU1$  unter bekannter Plattenstärke  $d_{nom1}$  unterscheidet. Diese Information liefert das Diagramm nach Ablesung der zwei Hilfsgrößen  $did1$  und  $did2$  durch einfache Handrechnung. Informativ können aus der Ablesung auch die zwei Bettungsmoduli  $k_{B1,2}$  [MN/m<sup>3</sup>] der beiden Gründungssysteme (1,2) sowie der prozentuale ( $\pm$ ) Verformungszuwachs bestimmt werden, wenn an  $d_{nom1}$  trotz veränderter Erdreich - Elastizität keine Anpassung vorgenommen wird.

Auch wenn das Diagramm keine Auskunft über die absolute Verformung unter realer Gebäudelast liefert, bietet es dem Bauingenieur nützliche Informationen für die Vorprojektierung. Ein analog konzipiertes, separates Diagramm steht zudem zur Verfügung, wenn es darum geht, entsprechende Abhängigkeiten bei komplexer Bettungssituation aus «Erdreich plus Dämmschicht» abzuschätzen.

Das Diagramm basiert auf den Berechnungsgrundlagen nach *Boussinesq*, *Oedmark* und *Westergaard*. Demnach ist der für die Bemessung benötigte Bettungsmodul ( $k_B$ ) gleichzeitig vom Elastizitätsmodul des Erdreichs ( $EU$ ) und von der Plattenstärke ( $d_{nom}$ ) beeinflusst. Da im vorliegenden Hilfsmittel die Lagerung auf, bzw. über Dämmschicht ausgeklammert ist, erübrigt sich der Einbezug des ansonst denkbaren Sonderfalls: «Lagerung über starrem Untergrund». Für den Elastizitätsmodul des Erdreichs sind daher nur Werte ab 20 MN/m<sup>2</sup> bis und mit 200 MN/m<sup>2</sup> vorgesehen.

## ENTWICKLUNG UND AUFBAU DES DIAGRAMMS

Laut *Boussineq* entspricht das Bettungsmodul « $k_B$ » in der «Tiefe  $d_U$ » des Erdreich / Halbraums mit E – Modul  $EU$  gleich dem Quotienten aus «E-Modul Erdreich / Tiefe  $d_U$ ». Formel:  $k_B = (EU / d_U)$ .

Zur Bestimmung des Bettungsmoduls einer (direkt) auf Erdreich aufliegenden Betonplatte von der Stärke « $d_{nom}$ » und mit E – Modul « $E_{nom}$ » wird diese laut *Oedmark* in eine Erdschicht von gleicher Biegesteifigkeit wie die reale Betonplatte umgerechnet. Unter Berücksichtigung des Plattenfaktors folgt daraus zunächst eine «ideelle Plattendicke aus Erdreich  $d_{id}$ ».

Formel:  $d_{id} = 0.83 * d_{nom} * (E_{nom} / EU)^{0.333}$ . Die Werte  $d_{id}$  können auf der  $y$  – Achse des Diagramms direkt abgelesen werden.

Mittels Handrechnung ist daraus die gesuchte Stärke  $d_{nom2}$  zu ermitteln:

Formel:  $d_{nom2} = \{[(d_{id2}/d_{id1}) * (EU1/EU2)]^{0.333}\} * d_{nom1}$ . Falls von Interesse, sind mit den bekannten Werten auch die zwei Bettungsmoduli  $k_{B1}$  resp.  $k_{B2}$  verfügbar:

Formel:  $k_{B1,2} = 1.2 * EU_{1,2}^{1.333} * E_{nom}^{-0.333} * d_{nom1,2}^{-1}$ . Mit  $E_{nom} = 34000 \text{ MN/m}^2$  ist hierbei das «Elastizitätsmodul der Betonplatte» als feste Grösse angenommen.

Um auch den Verformungszuwachs bei identischer Plattenstärke – aber mit  $EU2 \neq EU1$  ! – zu beziffern, bedient sich die Handrechnung der Grundlagenformel laut *Westergaard*, wonach: (Absolut -) Verformung unter Einzellast = Last / ( $8 * k_B * l_c^2$ ). Für  $l_c$  = «elastische Länge» gilt hierbei:

Formel:  $l_c = [(E_{nom} * d_{nom}^3) / (12 * k_B)]^{0.25}$ . Bei gleicher Last und Plattenstärke, relativ: Verformung  $\delta'1 = [k_{B1} * (l_{c1})^2]^{-1}$  sowie  $\delta'2 = [k_{B2} * (l_{c2})^2]^{-1}$ .

Und schliesslich stellt der Quotient aus  $[(\delta'2/\delta'1) - 1] * 100$  der gesuchten Zuwachs an Verformung in Prozent bei gegebener Plattenstärke dar; vereinfacht:

Formel: Verformungszuschlag  $\pm VZ = [(k_{B1}/k_{B2})^{0.5} - 1] * 100$  [%]. Diese «informativen Ergebnisse» wie  $k_{B1}$ ,  $k_{B2}$  sowie  $k_{B3}$  und  $VZ$  werden also mittels einfacher Handrechnung nach erfolgter Diagrammablesung bestimmt. Das gilt ebenso für die gesuchte Grösse  $d_{nom2}$ .