

n/m-Diagramme für DIN EN 1992 1-1 und NA:2009-2

Grundlagen

Für die Diagramme werden die aufnehmbaren Momente für eine gegebene symmetrische Bewehrung und eine zu variierende Normalkraft ermittelt. Dabei wird der jeweils zutreffende Versagenszustand nach Bild 6.1 iterativ ermittelt.

Für den Beton wird die Spannungs-Dehnungslinie nach Bild 3.3 (Parabel-Rechteck-Arbeitslinie) mit dem Scheitelwert $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$ entsprechend der gewählten Bemessungssituation verwendet.

Entsprechend NA:2009-2 gelten für die hier dargestellte ständige und vorübergehende Bemessungssituation $\alpha_{cc} = 0,85$ und $\gamma_c = 1,5$. Bei unbewehrtem Querschnitt ist entsprechend 12.3.1 $\alpha_{cc} = 0,7$. Außerdem sind die bei hochfesten Betonen veränderlichen Grenzdehnungen ε_{c2} und ε_{cu2} und der veränderliche Exponent der Arbeitslinie nach Tabelle 3.1 zu berücksichtigen.

Für den Betonstahl wird die Spannungs-Dehnungslinie nach Bild 3.8 (bilineare Arbeitslinie) mit geneigtem oberem Ast verwendet. Für den Bemessungswert der Fließgrenze $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ und der Zugfestigkeit $f_{td,cal} = \sigma_s(\varepsilon_{du} = 25 \text{ ‰})$ gelten die Teilsicherheitsbeiwerte entsprechend der gewählten Bemessungssituation.

Nach NA:2009-2 gilt für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation $\gamma_s = 1,15$, so dass sich für den hier verwendeten Bst 500 $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$ und $f_{td,cal} = 456 \text{ N/mm}^2$ ergeben.

Die Abbildung in den Diagrammen erfolgt mit Hilfe der bezogenen Größen $\mu_{Ed} = M_{Ed} / (b \cdot h \cdot h \cdot f_{cd})$, $\nu_{Edv} = N / (b \cdot h \cdot f_{cd})$ und $\omega = A_{s1} \cdot f_{yd} / (f_{cd} \cdot b \cdot h)$.

Damit sind die Diagramme für beliebige Querschnittsabmessungen einsetzbar.

Bei den bezogenen Größen wird im Interesse einer einheitlichen Ablesbarkeit auch im Falle $\omega = 0$ das f_{cd} für einen bewehrten Querschnitt verwendet.

Entsprechend des maximalen Bewehrungsgrades $\max. \mu$ von 9% (4,5% je Seite) nach 9.5.2.(3) ergibt sich $\max. \omega = \max. \mu \cdot f_{yd} / f_{cd}$, wie in den Diagrammen angegeben.

Das Mindestmoment nach 6.1.4 wird über eine entsprechende Linie angedeutet.

Erweiterte Anwendungsbedingungen

Die Diagramme sind auch für unterschiedliche f_{cd} anwendbar, die sich z.B. für Fertigteile mit $\gamma_c = 1,35$ oder bei außergewöhnlichen Bemessungssituationen mit $\alpha_{cc} = 1,0$ ergeben können, sofern man dieses f_{cd} auch bei der Ermittlung der aufnehmbaren Schnittgrößen oder der erforderlichen Bewehrung aus den bezogenen Größen der Diagramme verwendet.

Dies ist möglich, da die Betonarbeitslinien auch mit veränderlichem Scheitelwert affin zueinander verlaufen, d.h. die Grenzdehnungen ε_{c2} und ε_{cu2} und der Exponent n der Arbeitslinie bei veränderlichem Scheitelwert aber gleicher Betonsorte unverändert sind.

Da die genannten Parameter auch für die Betonsorten C12/15 – C50/60 übereinstimmen, ist für diese ein gemeinsames Diagramm ausreichend.

Für die Betonsorten höherer Festigkeiten mit veränderlichem Parametersatz ist hingegen jeweils ein gesondertes Diagramm erforderlich.

Bei den Arbeitslinien von Betonstählen mit unterschiedlichen Festigkeiten ist diese Affinität nicht gegeben, da sich infolge konstanten E- Moduls die Fließgrenze verändert.

Daher gelten die Diagramme streng genommen nur für die mit $\gamma_s = 1,15$ ermittelte Stahlfestigkeit $f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$.

Bei Anwendung dieser Diagramme auf außergewöhnliche Bemessungssituationen liegen die Ergebnisse auf der sicheren Seite, wenn f_{cd} mit entsprechend abgeminderten γ_c , f_{yd} aber mit $\gamma_s = 1,15$ verwendet wird.

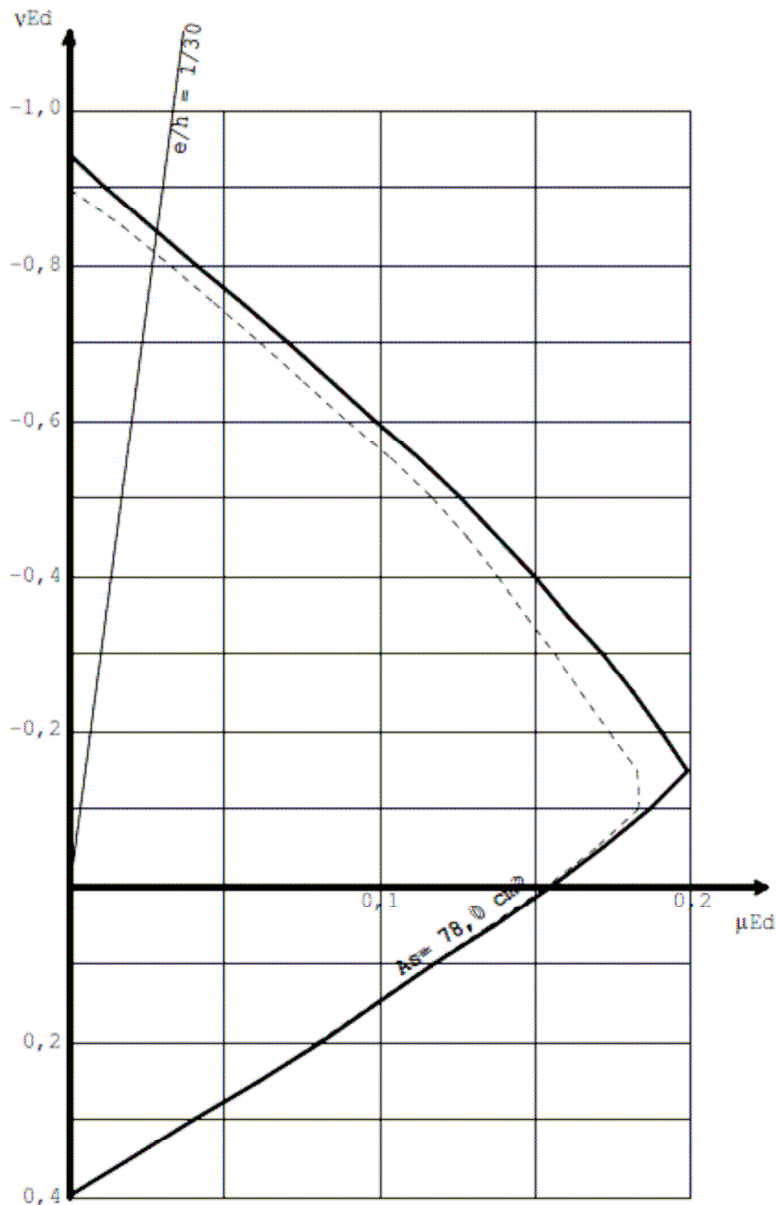
Da die fehlerfreie Handhabung dieser Anwendungsbedingungen sehr kompliziert ist, sei auf die Möglichkeit verwiesen, mit Hilfe unseres Programmes B2 auch spezielle Diagramme für die außergewöhnliche Bemessungssituation zu erhalten.

Soll die vom Stahl verdrängte Betonfläche (Nettoquerschnitt) berücksichtigt werden, sind gesonderte Diagramme erforderlich, da dies einer Änderung der Arbeitslinie des Betonstahls gleichkommt. Ein gemeinsames Diagramm für die Betonsorten C12/15 – C50/60 ist dann nicht mehr möglich. Nach DAfStb H.525 ist die Berücksichtigung des Nettoquerschnittes allerdings erst für Betone > C50/60 erforderlich, die ohnehin separate Diagramme erfordern.

Folgende Querschnitte werden untersucht

| Rechteckquerschnitt | Kreisquerschnitt | Kreisringquerschnitt |
|---|---|--|
| Anordnung der Bewehrung symmetrisch mit $d1/h=0.05;0.1;0.15;0.2;0.25$ | Anordnung der Bewehrung gleichmäßig auf den Umfang verteilt mit $d1/h=0.05;0.1;0.15;0.2$ | Anordnung der Bewehrung gleichmäßig auf den Umfang verteilt mit 3 Kreisringabstu- fungen $r_i/r= 0.7;0.8;0.9$ und mit $d1/(r-r_i)=0.3;0.5$ |
| | | |

Für normalfeste Betone bis C50/60 ergeben sich keine Unterschiede zu DIN 1045-1, es könnten somit auch die bekannten Tafeln verwendet werden. Bei den Betonklassen C55/67 ... C100/115 weichen die genannten Parameter von denen in DIN 1045-1 ab, die ermittelten Tragfähigkeiten sind nicht identisch.



V1 -----
DIN EN 1992-1-1/NA:2008-09 ständige/vorübergehende Bemessungssituation
Beton C 90/105
Max. ω 0,384
Betonstahl BSt 500 SA $d_1/h = 0,10$

V2 -----
DIN 1045-1/2008 ständige/vorübergehende Bemessungssituation
Beton C 90/105
Max. ω 0,417
Betonstahl BSt 500 SA $d_1/h = 0,10$

Mit Hilfe des Programms B2 können noch wesentlich differenziertere Diagramme erstellt werden, z.B. mit den folgenden Varianten:

- außergewöhnliche Bemessungssituation
- Option Fertigteil
- mit/ohne Berücksichtigung der vom Stahl verdrängten Betonfläche
- für Leichtbeton
- für weitere Betonstahlsorten
- für beliebige Bewehrungsabstände
- für weitere Bemessungsnormen bzw. nationale Anhänge zum Eurocode