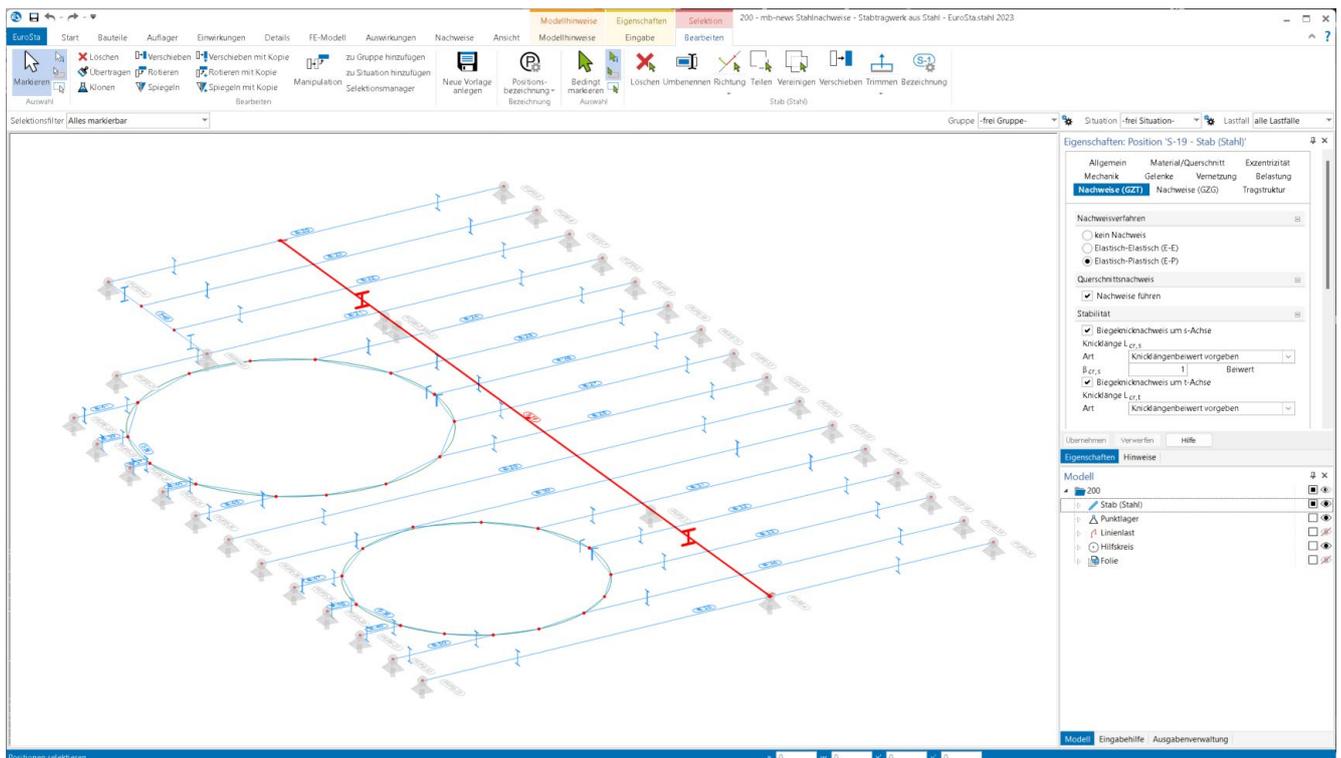


Dipl.-Ing. Sven Hohenstern

Stahlnachweise in EuroSta.stahl

Übersicht der Nachweismöglichkeiten von Stahlstäben

Stahlstäbe sind im Grenzzustand der Tragfähigkeit auf Tragwerks-, Bauteil- und/oder Querschnittsebene nach DIN EN 1993-1-1 nachzuweisen. Insbesondere die Eingabe der Nachweisparameter und die Dokumentation der Nachweise wurden diesbezüglich in der mb WorkSuite 2023 überarbeitet.



Einführung

Stabtragwerke aus Stahl erfordern neben den Querschnittsnachweisen in der Regel auch immer den Nachweis ausreichender Stabilität des Gesamttragwerks und/oder der einzelnen Bauteile.

Für den Nachweis der Stabilität von Tragwerken (oder Tragwerksteilen) bietet DIN EN 1993-1-1 [1] in Kapitel 5.2.2 drei zulässige Vorgehensweisen an:

- Berechnung des Gesamttragwerks nach Theorie II. Ordnung unter Ansatz aller Imperfektionen (für Biegeknickeknick und Biegedrillknicken).
 - nur noch Querschnittsnachweise nach [1], Kap. 6.2 erforderlich
 - keine Knicklängenermittlung notwendig
 - kein Ersatzstabnachweis notwendig
- Für alle unter a) nicht berücksichtigten Imperfektionen (bspw. für Biegedrillknicken) sind die Einzelbauteile zusätzlich nach dem Ersatzstabverfahren (vgl. c)) mit folgenden Parametern nachzuweisen:
 - Stabendschnittgrößen aus Theorie II. Ordnung ansetzen
 - als Knicklängen des Einzelbauteils die Systemlänge ansetzen
- Stabilitätsnachweise für Bauteile („Ersatzstabnachweis“) nach [1], Kap. 6.3
 - Schnittgrößen nach Theorie I. Ordnung ohne Ansatz von Imperfektionen ermitteln
 - Knicklängen aus Knickfigur des Gesamtsystems erforderlich

Die Methode c) bietet sich bei einfachen Systemen an, für deren Stäbe kein Biegedrillknicknachweis erforderlich ist. Denn für den BDk-Nachweis sind die Stabendschnittgrößen immer aus einer Berechnung nach Theorie II. Ordnung anzusetzen, vgl. Stahlbau-Kalender 2016 [3], Kommentar zu 5.2.2 (8) mit NDP dazu.

In EuroSta.stahl bietet sich in der Regel die Nachweismethode b) an, mit der der Nachweis der Stabilität des Tragwerks teilweise durch Querschnittsnachweise nach [1], Kap. 6.2 mit Schnittgrößen aus Berechnung nach Biegetheorie II. Ordnung unter Ansatz von Imperfektionen erbracht wird (bspw. für Biegeknicken in beide Hauptrichtungen) und teilweise über Ersatzstabnachweise nach [1], Kap. 6.3 (bspw. für Biegedrillknicken) erfolgt.

Für die Berechnung nach Theorie II. Ordnung unter Ansatz von Ersatzimperfektionen wird auf den mb-news-Artikel „Imperfektionen in EuroSta“ [7] verwiesen. Auf die Querschnittsnachweise und Ersatzstabnachweise wird nachfolgend näher eingegangen.

Solange in den Positionseigenschaften keine gedrehte Querschnittslage definiert ist, entspricht die lokale t-Achse der Position immer der starken y-Achse des Profilquerschnitts (s- und z-Achse analog).

In den Positionseigenschaften von Stahlstäben- und -stützen sind im Register „Nachweise (GZT)“ alle notwendigen Eingabeparameter sowohl zum Querschnittsnachweis als auch zu den Stabilitätsnachweisen zu finden, vgl. Bilder 1 bis 6.

Querschnittsnachweise

Der Nachweis der Querschnittstragfähigkeit erfolgt nach [1], Kap. 6.2. Dabei kann der Nachweis mit elastischen oder mit plastischen Widerstandswerten geführt werden, wobei die Tragwerksberechnung immer elastisch erfolgt.

In der mb WorkSuite 2023 ist für jede Position festzulegen, ob der Nachweis nach dem Verfahren „Elastisch – Elastisch“ oder „Elastisch – Plastisch“ erfolgen soll (vgl. Bild 1). Diese Auswahl wirkt sich auch auf die Stabilitätsnachweise aus.



Bild 1. Auswahl Nachweisverfahren

Um festzustellen, ob das gewählte Verfahren zulässig ist, wird zunächst automatisch eine Klassifizierung des Querschnitts nach [1], Kap. 5.5 vorgenommen.

Für die Anwendbarkeit des Verfahrens „Elastisch – Plastisch“ ist die Querschnittsklasse 1 oder 2 Voraussetzung. Ist diese nicht eingehalten, kann der Nachweis nach diesem Verfahren nicht geführt werden. Falls Querschnittsklasse 4 vorliegt, erfolgt der Nachweis mit reduzierten effektiven Querschnittswerten.

Mit einer Berechnung nach Theorie II. Ordnung unter Ansatz von Ersatzimperfektionen fungiert der Querschnittsnachweis als Stabilitätsnachweis, so dass auch für diesen Nachweis der Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{M1} = 1.1$ (anstatt $\gamma_{M0} = 1.0$ nach Theorie I. Ordnung) Anwendung findet, vgl. DIN EN 1993-1-1/NA [2], NDP zu 6.1(1) Anmerkung 2B.

Verfahren Elastisch – Elastisch

Mit dem Fließkriterium gemäß [1], Gl. (6.1) erfolgt ein Nachweis der Vergleichsspannung am maßgebenden Querschnittspunkt nach Gl. (1).

$$\frac{\sigma_{V,Ed}}{\sigma_{Rd}} \leq 1 \tag{1}$$

mit

$$\sigma_{V,Ed} = \sqrt{\sigma_{x,Ed}^2 + 3\tau_{Ed}^2} \quad \text{Vergleichsspannung} \tag{2}$$

$$\sigma_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{Mi}} \quad \text{Grenzspannung} \tag{3}$$

$\sigma_{x,Ed}$ resultierende Normalspannung aus $N_{Ed}, M_{t,Ed}, M_{s,Ed}$
 τ_{Ed} resultierende Schubspannung aus $M_{t,Ed}, V_{s,Ed}, V_{t,Ed}$

Optional können auch der Nachweis der Normalspannung und der Nachweis der Schubspannung separat geführt und dokumentiert werden, obwohl diese Nachweise immer auch mit dem Nachweis der Vergleichsspannung abgedeckt sind.

Verfahren Elastisch – Plastisch

Der Querschnittsnachweis erfolgt nach [1], Kap. 6.2 mit den plastischen Beanspruchbarkeiten des Querschnitts. Wie bereits erwähnt ist es hierzu notwendig, dass der Querschnitt für alle Nachweiskombinationen in die Querschnittsklasse 1 oder 2 fällt. Ansonsten ist der Nachweis nach diesem Verfahren unzulässig.

Die vollplastischen Beanspruchbarkeiten $N_{pl,Rd}$ ($= N_{c,Rd}$), $M_{pl,Rd}$ und $V_{pl,Rd}$ sind gemäß [1], Kap. 6.2.4, 6.2.5 bzw. 6.2.6 zu bestimmen. Eine kombinierte Beanspruchung M_{Ed}, N_{Ed} und/oder V_{Ed} führt in der Regel zu einer Reduzierung der plastischen Momentenbeanspruchbarkeit $M_{pl,Rd}$ gemäß [1], Kap. 6.2.8, 6.2.9.1 bzw. 6.2.10.

Derzeit existiert eine Einschränkung bei diesem Nachweisverfahren: falls signifikante Torsionsmomente $M_{t,Ed}$ vorliegen, die nicht vernachlässigbar sind, sollte das Verfahren „Elastisch – Plastisch“ nicht gewählt werden, da derzeit Torsionsmomente im Nachweis nicht berücksichtigt werden.

Stabilitätsnachweise für Bauteile

Der an einem Ersatzstab geführte Stabilitätsnachweis („Ersatzstabverfahren“) gemäß [1], Kap. 6.3 kann in den Positionseigenschaften von Stahlstäben und -stützen aktiviert werden. Hierbei steht der Nachweis gegen Versagen durch Biegeknicken um eine oder beide Querschnittsachsen und der Nachweis gegen Biegedrillknickversagen zur Verfügung. Insbesondere wird der Interaktionsnachweis bei auf Biegung und Druck beanspruchten Bauteilen geführt.

Nachweis Biegeknicken (BK)

Der Nachweis gegen Biegeknickversagen erfolgt bei planmäßig zentrischem Druck gemäß [1], Kap. 6.3.1. Die Nachweise können getrennt um die jeweilige Querschnittsachse aktiviert werden. Weiterhin ist dann nur noch die Knicklänge zu definieren. Dies kann durch Vorgabe einer absoluten Länge L_{cr} , eines Knicklängenfaktors β_{cr} (welcher dann mit der Positionslänge multipliziert wird) oder durch automatische Ermittlung erfolgen, vgl. Bild 2.

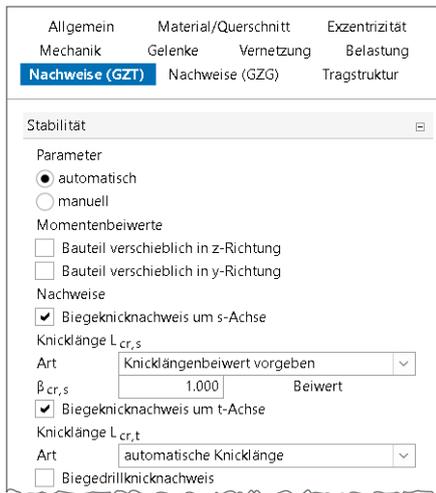


Bild 2. Nachweis-Parameter Biegeknicken

Zur automatischen Knicklängenermittlung wird intern eine Stabilitätsberechnung durchgeführt. Damit die automatische Knicklängenermittlung erfolgreich ist, sollten folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Der zu untersuchende Stab muss infolge der gebildeten Bemessungskombinationen eine ausreichend große Drucknormalkraft aufweisen.
- Unter den ermittelten Knickformen muss sich eine für den zu untersuchenden Stab und die zu untersuchende Richtung maßgebende Knickform befinden. Ggf. ist die Anzahl der zu untersuchenden Knickformen in den Berechnungseinstellungen zur Stabilitätsberechnung zu erhöhen.

Nachweis Biegedrillknicken (BDK)

Bei reiner M_y -Momentenbeanspruchung um die starke Querschnittsachse erfolgt der Nachweis gegen Biegedrillknickversagen gemäß [1], Kap. 6.3.2 mit Gl. (6.54).

Liegt Querschnittsklasse 1 oder 2 vor, darf mit plastischen Widerstandswerten $W_{pl,y}$ nachgewiesen werden. Wenn jedoch das Nachweisverfahren „Elastisch – Elastisch“ gewählt wurde, werden dennoch nur die elastischen Widerstandswerte $W_{el,y}$ angesetzt.

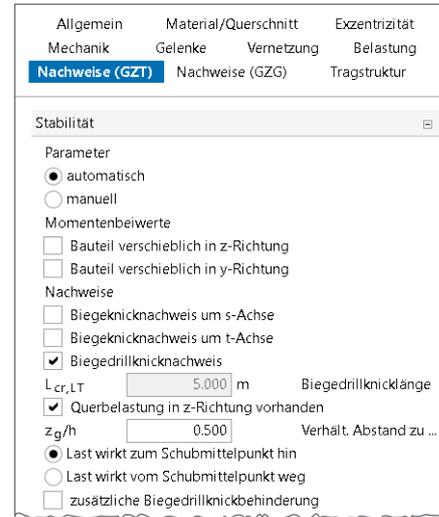


Bild 3. Nachweis-Parameter Biegedrillknicken

Der Nachweis ist derzeit auf doppelt symmetrische I-Querschnitte beschränkt. Zudem darf der Stab nicht gevoutet sein und keine Querschnittsverdrehung aufweisen (d.h. die y-Achse des Querschnittsprofils entspricht der lokalen t-Achse des Stabes).

Einen wesentlichen Einfluss auf die bezogene Schlankheit $\bar{\lambda}_{LT}$ und damit auch auf den Abminderungsfaktor der Momentenbeanspruchbarkeit χ_{LT} , welcher nach Kap. 6.3.2.3 ermittelt wird, hat das ideale Biegedrillknickmoment M_{cr} , welches neben den Profil-Querschnittswerten insbesondere von der Lagerung und der Belastung des Trägers abhängt.

Das ideale Biegedrillknickmoment M_{cr} lässt sich für einen Träger mit doppelt symmetrischem Querschnitt gemäß Dokument SN003b-DE-EU, NCCI: Elastisches kritisches Biegedrillknickmoment [4] ermitteln zu:

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(k_z L)^2} \left\{ \sqrt{\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k_z L)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 z_g)^2} - C_2 z_g \right\} \quad (4)$$

mit

- L Abstand zwischen den Punkten seitlicher Halterung mit Verdrehungsbehinderung um die Längsachse (Biegedrillknicklänge)
- k_z Faktor zur Berücksichtigung der Einspannung um die z-Achse an den Halterungspunkten
- k_w Faktor zur Berücksichtigung der Verwölbungsbehinderung an den Halterungspunkten
- C_1, C_2 von Belastung und Lagerungsbedingungen abhängige Beiwerte
- z_g Abstand des Angriffspunktes der Querbelastung vom Schubmittelpunkt (positiv, wenn Lasten in Richtung Schubmittelpunkt wirken)

Die aus DIN 18800 Teil 2 [5], Gl. (19) bekannte Formel

$$M_{cr} = M_{Ki,y} = \zeta N_{Ki,z} \left\{ \sqrt{c^2 + 0,25z_p^2} + 0,5z_p \right\} \quad (5)$$

erhält man durch folgende Umformungen und Vereinfachungen:

$$k_z = k_w = 1,0$$

$$C_1 = \zeta$$

$$\frac{\pi^2 EI_z}{L^2} = N_{Ki,z}$$

$$\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} = \frac{I_w + 0,039L^2 I_t}{I_z} = c^2$$

$$C_2 = 0,5$$

$$z_g = -z_p$$

In EuroSta.stahl bzw. MicroFe wird M_{cr} derzeit immer mit $k_z = k_w = 1,0$ ermittelt. Dies bedeutet, dass an den beiden Halterungspunkten (im Abstand L) eine gelenkige Lagerung um die z-Achse und eine freie Verwölbbarkeit angenommen wird.

Wie in Gl. (4) erkennbar, ist der Beiwert C_2 nur von Interesse, wenn eine Querbelastung in z-Richtung innerhalb des Stabes vorhanden ist und diese Last nicht im Schubmittelpunkt angreift (d.h. $z_g \neq 0$). Falls keine solche Belastung existiert (d.h. ggf. nur Stabendmomente vorhanden), wird dies durch Deaktivierung der entsprechenden Checkbox in den Positionseigenschaften berücksichtigt, vgl. Bild 5.

Bei vorhandener Querbelastung ist über das Verhältnis z_g/h der Abstand des Angriffspunkts der Querbelastung zum Schubmittelpunkt im Verhältnis zur Querschnittshöhe zu definieren, vgl. Bild 3.

Ein Wert von $z_g/h = 0,5$ bedeutet, dass die Last an der Trägeraußenkante angreift. Das Vorzeichen von z_g wird über die Wirkungsrichtung relativ zum Schubmittelpunkt bestimmt: Wirkt die Last in Richtung des Schubmittelpunkts, ist z_g positiv anzusetzen, was zu einer Reduzierung des idealen Biegedrillknickmoments führt.

Die zum Stabilitätsnachweis eines Stabes erforderlichen Parameter lassen sich automatisch ermitteln oder manuell definieren.

Bei automatischer Ermittlung der Parameter (vgl. Bild 3) gilt u.a. Folgendes:

- Als Biegedrillknicklänge $L = L_{cr,LT}$ wird die Positionslänge gesetzt. Dies bedeutet, dass am Positionsanfang und -ende jeweils ein Gabellager angenommen wird.
- Der Momentenbeiwert C_1 wird automatisch aus dem vorhandenen M_t -Momentenverlauf innerhalb der Positionslänge für die maßgebende Lastkombination ermittelt.
- Der Momentenbeiwert C_2 wird derzeit näherungsweise mit $0,4 \cdot C_1$ angesetzt.

Bild 4. Manuelle Definition Nachweis-Parameter

Bei manueller Definition der Parameter kann die Biegedrillknicklänge $L_{cr,LT}$ frei gewählt werden, vgl. Bild 4. Die Momentenbeiwerte C_1 (und bei vorhandener Querbelastung auch C_2) sind dann zugehörig zu dem M_t -Momentenverlauf innerhalb der Länge $L_{cr,LT}$ für die maßgebende Lastkombination zu bestimmen und einzugeben.

Interaktionsnachweis (BK + BDK)

Sobald ein Stab auf Druck und Biegung und/oder auf Doppelbiegung beansprucht ist, erfolgt der Interaktionsnachweis nach [1], Kap. 6.3.3 mit Gl. (6.61) bzw. (6.62). Die hierfür benötigten Interaktionsfaktoren k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} , k_{zz} werden gemäß [1], Anhang B ermittelt, wobei insbesondere die hierfür benötigten äquivalenten Momentenbeiwerte C_{my} , C_{mz} und C_{mLT} nach Tabelle B.3 zu bestimmen sind.

Bei Wahl der automatischen Ermittlung der Nachweis-Parameter erfolgt auch die Bestimmung der Momentenbeiwerte C_m anhand der M_t - bzw. M_s -Momentenverläufe innerhalb der Positionslänge für die maßgebende Lastkombination automatisch. Bei manueller Definition sind diese C_m -Werte anhand der M_t - bzw. M_s -Momentenverläufe innerhalb der Länge $L_{cr,LT}$ für die maßgebende Lastkombination gemäß Tabelle B.3 zu bestimmen und einzugeben, vgl. Bild 4.

Liegt ein verschiebliches Stabende vor (bspw. bei einem verschieblichen Rahmen, bei dem die Knicklänge größer als die Stablänge ist), sollte gemäß dem Hinweis in Tabelle B.3 der C_m -Wert für die entsprechende Richtung zu 0,9 angenommen werden. Um diesen Sachverhalt zu berücksichtigen, ist in den Positionseigenschaften die entsprechende Checkbox zu aktivieren, vgl. Bild 4.

Falls ein Nachweis (BK und/oder BDK) nicht aktiviert wurde, erfolgt dennoch der Interaktionsnachweis unter der vorhandenen Belastung, wobei jedoch der deaktivierte Nachweis mit $\bar{\lambda} = 0$ und $\chi = 1,0$ (d.h. keine Stabilitätsgefährdung) berücksichtigt wird.

Zusätzliche Biegedrillknickbehinderung

Um den Biegedrillknicknachweis positiv zu beeinflussen, lassen sich unter gewissen Umständen weitere vorhandene Stüt- zungen (zusätzlich zu den Gabellagern an den Stabenden) beim Nachweis berücksichtigen. Hierzu ist in den Positionseigenschaften die entsprechende Option zu aktivieren, vgl. Bilder 5 und 6.

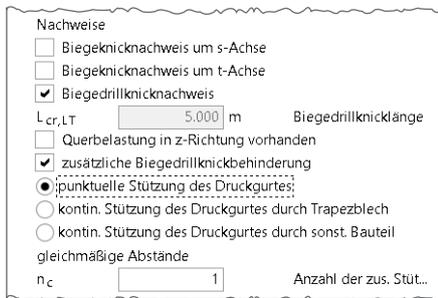


Bild 5. Zusätzliche BDK-Behinderung: punktuelle Stützung

Bei der „punktuellen Stützung des Druckgurtes“ erfolgt der vereinfachte Nachweis gemäß [1], Kap. 6.3.2.4. Durch Ein- gabe der Anzahl n_c der seitlichen Stützungen wird der Stab in (n_c+1) gleiche Abschnitte der Länge L_c unterteilt, vgl. Bild 5.

Dieser vereinfachte Nachweis ist nur bei reiner Biegung um die y -Achse anwendbar. Deshalb kann er in den Eigenschaften nur aktiviert werden, wenn kein Biegeknicknachweis aktiviert wurde. Zudem wird er nicht geführt, falls Drucknormalkraft oder M_z -Momente vorliegen. Werden die Nachweis-Para- meter manuell definiert, steht diese Option ebenfalls nicht zur Verfügung.

Neben der Ausgabe der in Gleichungen (6.59) und (6.60) ver- wendeten Parameter erfolgt die Dokumentation des Wertes $\bar{\lambda}_{zul} = \bar{\lambda}_{c0} \cdot M_{c,Rd} / M_{y,Ed}$, der dem Wert $\bar{\lambda}_f$ gegenübergestellt wird. Wird die Nachweisgleichung (6.59) erfüllt, ist damit der BDK-Nachweis erbracht. Ist diese nicht erfüllt, so erfolgt der Nachweis weiterhin nach Gl. (6.54), wobei der Bemessungs- wert der Biegedrillknickbeanspruchbarkeit $M_{y,b,Rd}$ gemäß Gl. (6.60) ermittelt wird.

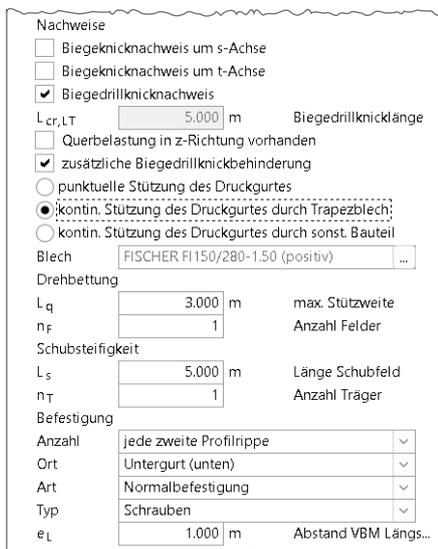


Bild 6. Zusätzliche BDK-Behinderung: Trapezblech

Wird die „kontinuierliche Stützung des Druckgurtes durch Trapezblech“ aktiviert, ist das Trapezblechprofil aus den Stammdaten auszuwählen und Angaben zur Geometrie und Befestigung des Trapezblechs zu machen, vgl. Bild 6. Liegt eine reine Momentenbeanspruchung um die starke y -Achse vor, so kann der BDK-Nachweis allein durch Nachweis einer ausreichenden Drehbettung $C_{\theta,k}$ ($= C_D$) infolge des Trapezble- ches gemäß [1], Gl. (BB.3) erbracht werden. Es werden hier die Bezeichnungen für die Verdrehsteifigkeiten $C_{D,A}$ ($= C_{\theta C,k}$), $C_{D,B}$ ($= C_{\theta D,k}$), $C_{D,C}$ ($= C_{\theta R,k}$) nach DIN EN 1993-1-3 [6] verwendet.

Es ist zunächst mit Gl. (BB.2) festzustellen, ob das Trapezblech eine ausreichende Schubsteifigkeit S aufweist, um als seitlich unverschiebliche Lagerung zu fungieren. Ist dies der Fall ($S_{vorh} \geq S_{erf}$), ist der Faktor K_{θ} in Gl. (BB.3) gemäß [2], Tabelle BB.1 für eine gebundene Drehachse zu ermitteln; ansonsten ist eine freie Drehachse anzunehmen.

Falls die gemäß [6], Anhang E, Gl. (E.11) ermittelte Dreh- bettung nicht ausreicht ($C_{D,vorh} \leq C_{D,erf}$) oder eine Druck- normalkraft und/oder eine M_z -Momentenbelastung vorliegt, so wird die zusätzliche Drehbettung C_D infolge Trapezblech beim Interaktionsnachweis derart berücksichtigt, dass das ideale Biegedrillknickmoment M_{cr} nicht für das Torsions- trägheitsmoment I_t des Profilquerschnitts des Stabes, son- dern mit einem erhöhten fiktiven Torsionsträgheitsmoment I_t^* gemäß [6], Gl. (E.10) ermittelt wird:

$$I_t^* = I_t + C_D \frac{L^2}{\pi^2 G} \tag{6}$$

Wenn eine kontinuierliche Stützung des Druckgurtes nicht durch ein Trapezblech, sondern durch ein sonstiges Bauteil geschieht, ist die entsprechende Option zu wählen und die Parameter dementsprechend vorzugeben. Der Nachweis er- folgt dann analog zu dem Nachweis mit Trapezblech.

Ausgabe

Mit der mb WorkSuite 2023 wurde die Dokumentation der GZT-Nachweisausgabe überarbeitet. Neben der grafisch- interaktiven Nachweisausgabe (vgl. Bild 7) gibt es nun nur noch eine einzige positionsorientierte GZT-Nachweisausgabe Stab (Stahl)-Nachweis (GZT), mit welcher alle Stahlstab- und -stützen dokumentiert werden, unabhängig davon, ob das Nachweisverfahren E-E oder E-P gewählt wurde.

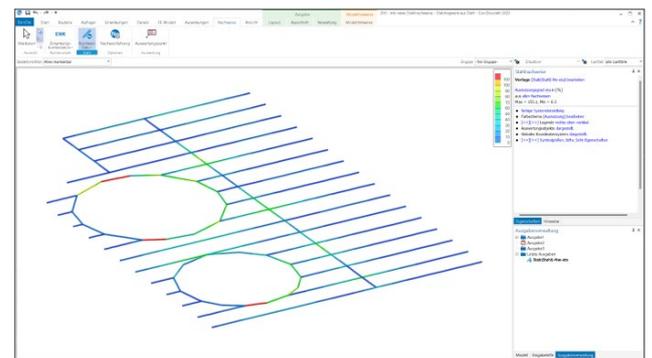


Bild 7. Grafisch-interaktive Nachweisausgabe

Die Ausgabe der Querschnittsnachweise erfolgt in den Kapiteln „Tragfähigkeit E-E“ und „Tragfähigkeit E-P“, die Stabilitätsnachweise im Kapitel „Stabilität“. Zur besseren Nachvollziehbarkeit werden nun im Unterkapitel „Zwischenwerte“ deutlich mehr Zwischenergebnisse der Stabilitätsnachweise als bisher dokumentiert. Zudem gibt es ein weiteres Unterkapitel „Drehbehinderung“ zur Dokumentation der Ergebnisse bei zusätzlicher Biegedrillknickbehinderung (vgl. Bild 10).

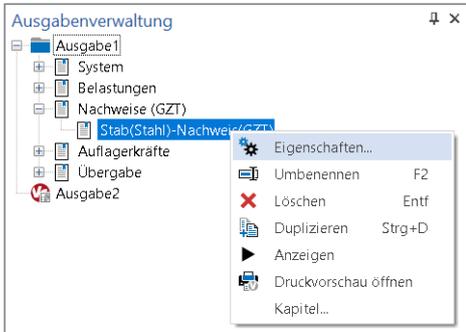


Bild 8. Kontextmenü

In den Ausgabeeigenschaften, welche über das Kontextmenü der rechten Maustaste erreichbar sind (vgl. Bild 8), sobald die Ausgabe einer Ausgabenzusammenstellung hinzugefügt wurde, lässt sich der Ausgabe-Umfang durch De-/Aktivierung einzelner Ausgabekapitel steuern, vgl. Bild 9. Damit ist sowohl eine sehr kompakte als auch eine ausführliche Ausgabe möglich.

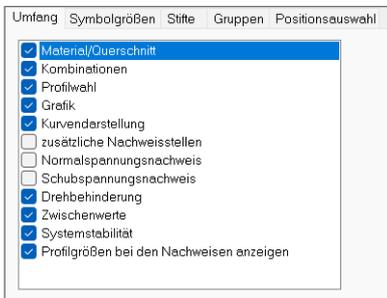


Bild 9. Ausgabeeigenschaften

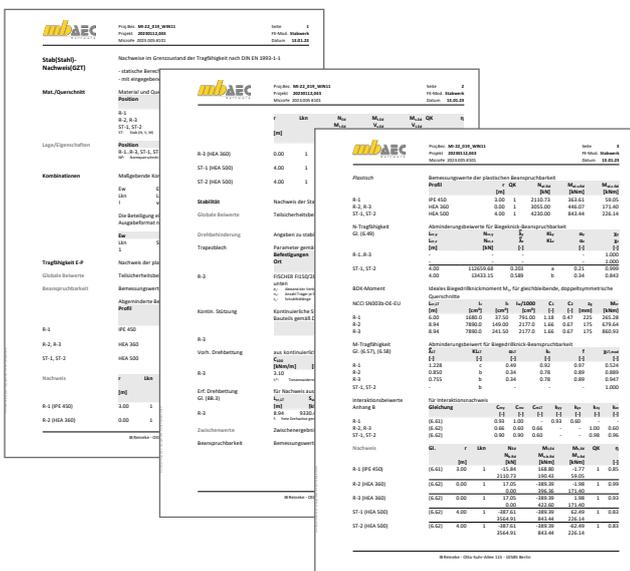


Bild 10. Positionorientierte Nachweisausgabe

Fazit

Durch die vereinfachte Eingabe und die ausführliche Dokumentation der Ergebnisse lassen sich mit der mb WorkSuite 2023 die Stahlstab-Nachweise nun sicher anwenden und präzise nachvollziehen.

Dipl.-Ing. Sven Hohenstern
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [2] Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau. Ausgabe September 2017. Beuth Verlag.
- [3] Kuhlmann, Ulrike. Stahlbau-Kalender 2016: Eurocode 3 - Grundnorm, Werkstoffe und Nachhaltigkeit. Ausgabe 2016. Wilhelm Ernst & Sohn Verlag.
- [4] Bureau, A., Galéa, Y., „NCCI: Elastisches kritisches Biegedrillknickmoment“, access steel, 2010.
- [5] DIN 18800-2: Stahlbauten - Teil 2: Stabilitätsfälle - Knicken von Stäben und Stabwerken. Ausgabe November 2008. Beuth-Verlag.
- [6] Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-3: Allgemeine Regeln - Ergänzende Regeln für kaltgeformte Bauteile und Bleche; Deutsche Fassung EN 1993-1-3:2006 + AC:2009. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [7] Hohenstern, S., Imperfektionen in EuroSta. mb-news 7, 2016.

Preise und Angebote

EuroSta.stahl compact
M700.de

EuroSta.stahl classic
M700.de, M701, M720

EuroSta.stahl comfort
M700.de, M701, M710, M711, M714, M715, M719, M720

Weitere Informationen unter
<https://www.mbaec.de/produkte/eurosta/>

MicroFe comfort 2023
MicroFe-Paket „Platten-, Scheiben- und Kaltwerksysteme“

PlaTo 2023
MicroFe-Paket „Platten“

Weitere Informationen unter
<https://www.mbaec.de/produkte/microfe/>

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Januar 2023

Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (21H1), 64-Bit, Windows 11 (64)

Preisliste: www.mbaec.de