

Dipl.-Ing. Thomas Blüm

# Lagesicherheit von Bauteilen

## Leistungsbeschreibung der BauStatik-Erweiterung

Für ein Bauteil muss grundsätzlich sichergestellt sein, dass die Lagesicherheit gewährleistet ist, d.h. dass ein Abheben gegenüber der planmäßigen Lage verhindert wird. In der mb WorkSuite 2018 steht nun in vielen Modulen der Nachweis der Lagesicherheit als Erweiterung zur Verfügung.

The screenshot displays the 'Nachweise' (Proofs) module in the software. The left sidebar shows a tree view with '01 - Sparren' selected. The main window is divided into several panes:

- Eingabe (Input):** Includes sections for 'Brandfall' (Fire), 'Lagesicherheit' (Stability), 'Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit' (Limit State of Serviceability), and 'Verformungsnachweis' (Deformation Proof). Checkboxes indicate which proofs are active.
- Texthilfe (Text Help):** Provides reference to 'Nachweis der Lagesicherheit nach DIN EN 1990, Abs. 6.4.2 führen'.
- Verformungsnachweis (Deformation Proof):** Includes a table for 'Lagesicherheit DIN EN 1990, 6.4.2' with columns for 'Aufg.' (Task), 'EK' (Eccentricity), 'F<sub>z,an</sub> [kN]' (Axial Force), 'F<sub>z,an</sub> [kN]' (Axial Force), and 'EK' (Eccentricity).

Aufg.	EK	F <sub>z,an</sub> [kN]	F <sub>z,an</sub> [kN]	EK
A	46	-0.28	0.55	0.51
B	47	-5.50	1.84	3.001
C	47	-1.06	0.55	3.381

Additional tables in the screenshot show 'Nachweis der Biegetragfähigkeit' (Proof of Bending Capacity) and 'Nachweis der Querkrafttragfähigkeit' (Proof of Shear Capacity) with columns for 't', 'EK', 'k<sub>mod</sub>', 'M<sub>Ed</sub>', 'σ<sub>m,Ed</sub>', 'f<sub>0,d</sub>', and 'η'.

In der Tragwerksplanung müssen zusätzlich zur Bemessung von Bauteilen verschiedene Nachweise geführt werden. So muss unter anderem nachgewiesen werden, dass unter ungünstigsten Lastkombinationen die planmäßige Lage von Bauwerken und Teilen davon mit ausreichender Sicherheit gewährleistet ist. Die unveränderte Lage kann unter ande-

rem gefährdet sein durch Abheben von Lagern, nicht ausreichende Verankerung oder nicht ausreichendes Gegen-gewicht bei dem Auftreten von Zugkräften. (vgl. [1])

Die Erweiterung des Nachweises der Lagesicherheit steht in den in der Tabelle 1 aufgeführten Modulen zur Verfügung.

Bauteil	Modulnummer
Dach	S100.de S101.de S110.de S111.de S112.de S120.de S130.de S131.de S132.de S170.de S171.de S172.de
Träger	S300.de S301.de S302.de S312.de S320.de S322.de S325.de S340.de S341.de S350.de S352.de S353.de S355.de S362.de
Stabwerk	S601.de S602.de S603.de S610.de S630.de
Wand	S460.de

Tabelle 1. BauStatik-Module mit dem Nachweis Lagesicherheit

### Eingabe

Der Nachweis der Lagesicherheit kann bei den oben aufgeführten Modulen im Kapitel „Nachweise“ zugeschaltet werden.

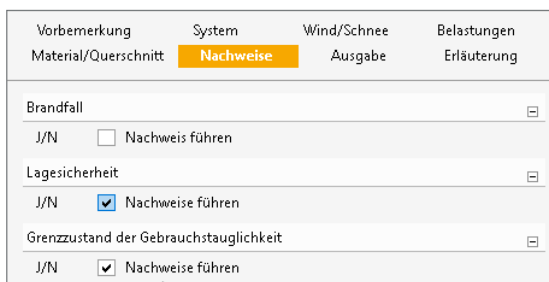


Bild 1. Ausschnitt aus dem Eingabekapitel „Nachweise“

### Berechnungsgrundlagen

In der DIN EN 1990, 6.4.2 (1) wird zunächst die triviale Bedingung aufgestellt, dass beim Nachweis der Lagesicherheit (EQU) zu zeigen ist, dass der Bemessungswert der destabilisierenden Einwirkungen kleiner ist als der Bemessungswert der stabilisierenden Einwirkungen.

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb} \quad \text{Gl. (6.7)}$$

Im Anhang A.1, A.1.3.1 (3) sowie im zugehörigen NDP ist geregelt wie die Bemessungswerte zu ermitteln sind. So sind beim Nachweis der Lagesicherheit die charakteristischen Werte aller destabilisierend wirkenden Anteile der ständigen Einwirkungen ( $E_{d,dst}$ ) mit dem Faktor  $\gamma_{G,dst}$  und die charakteristischen Werte aller stabilisierenden Anteile ( $E_{d,stb}$ ) mit dem Faktor  $\gamma_{G,stb}$  zu multiplizieren.

Wenn dieser Nachweis der Lagesicherheit nicht eingehalten ist, muss diese durch den zusätzlichen Ansatz eines Bauteilwiderstandes (Bemessungswert  $R_{d,anch}$ ) sichergestellt werden. Nach [1] berechnet sich die erforderliche Verankerungskraft zu:

$$E_{d,anch} = E_{d,dst} + E_{d,stb} \quad \text{Gl. (A.1)}$$

$$E_{d,anch} = E_{Gk,dst} \cdot \gamma_{G,dst} + E_{Qk} \cdot \gamma_Q + E_{Gk,stb} \cdot \gamma_{G,stb} \quad \text{Gl. (A.2)}$$

Außerdem ist nach [1], NDP zu A.1.3.1(3) der Bemessungswert der Verankerungskraft bei günstiger Auswirkung aller ständigen Einwirkungen mit  $\gamma_{G,inf}$  zu bestimmen.

$$E_{d,anch} = (E_{Gk,dst} + E_{Gk,stb}) \cdot \gamma_{G,inf} + E_{Qk} \cdot \gamma_Q \quad \text{Gl. (A.3)}$$

Der größte Bemessungswert der Verankerungskraft aus den Gleichungen (A.1) bzw. (A.2) und (A.3) ist maßgebend. Für den Nachweis des Verankerungsbauteils gilt:

$$E_{d,anch} \leq R_{d,anch} \quad \text{Gl. (A.4)}$$

In den Modulen werden destabilisierende vertikale Auflagerkräfte mit negativen Vorzeichen versehen. Das bedeutet, negative Kräfte sind abhebende Kräfte und die zu verankernde Kraft  $F_{d,anch}$  ist dementsprechend auch negativ. Um dieser Vorzeichenregelung Rechnung zu tragen, wurden oben die Formeln aus [1] angepasst.

Einwirkung	Symbol	Situationen	
		P/T	A/E
<b>Ständige Einwirkungen</b>			
<i>destabilisierend</i>	$\gamma_{G,dst}$	1,10	1,00
<i>stabilisierend</i>	$\gamma_{G,stb}$	0,90	0,95
<b>Ständige Einwirkungen für den kombinierten Nachweis der Lagesicherheit, der den Widerstand der Bauteile mit einschließt</b>			
<i>destabilisierend</i>	$\gamma_{G,dst}^*$	1,35	1,00
<i>stabilisierend</i>	$\gamma_{G,stb}^*$	1,15	0,95
<b>Unabhängige ständige Einwirkungen</b>			
<i>Auswirkung günstig</i>	$\gamma_{G,inf}$	1,00	1,00
<b>Veränderliche Einwirkung</b>			
<i>destabilisierend</i>	$\gamma_Q$	1,50	1,00
<b>Außergewöhnliche Einwirkung</b>	$\gamma_A$	-	1,00

Tabelle 2. Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen

### Ausgabe

In der Ausgabe werden in kurzer aber übersichtlicher Form für jedes Auflager die maßgebende Bemessungskombination mit stabilisierenden und destabilisierenden Kräften ausgegeben. Sollte eine Zugverankerung erforderlich sein, so wird die Bemessungskraft in einer gesonderten Tabelle ausgegeben.

Lagesicherheitsnachweis in vertikaler Richtung nach NDP zu A1.3.1(3)					
Lagesicherheit DIN EN 1990, 6.4.2	Aufl.	Ek [-]	F <sub>d,stab</sub> [kN]	F <sub>d,dst</sub> [kN]	η [-]
	A	26	0,00	76,50	0,00
	B	28	-90,63	19,13	4,74!

Zugverankerung		
Aufl.	F <sub>d,anch</sub> [kN]	EK
B	-74,00	34

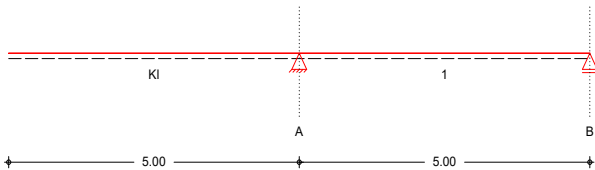
Bild 2. Ausgabe des Nachweises der Lagesicherheit

Diese Zugkraft steht auch als minimale Bemessungsauflegerkraft zur Übernahme bereit.

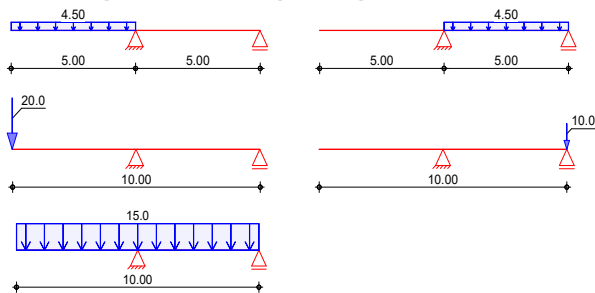
### Beispiel

Als Beispiel soll hier ein Wagebalken mit mehreren unabhängigen ständigen und einer veränderlichen Einwirkung dienen.

#### Statisches System



#### Belastungen (einwirkungsbezogen)



#### Auflagerkräfte

Hieraus ergeben sich die folgenden charakteristischen Auflagerkräfte:

Einwirkung	Auflager	F <sub>z,k,min</sub> [kN]
Gk	A	33,75
	B	-11,25
Gk2	A	11,25
	B	11,25
Gk3	A	40,00
	B	-20,00
Gk4	A	0,00
	B	10,00
Qk.N	A	37,50
	B	-37,50

Tabelle 3. Charakteristische Auflagerkräfte

Nachweis der Lagesicherheit für das Auflager B:

$$F_{d,dst} = 1,1 \cdot (-11,25 - 20,00) + 1,5 \cdot (-37,50) = -90,63 \text{ kN}$$

$$F_{d,stab} = 0,9 \cdot (11,25 + 10) = 19,13 \text{ kN}$$

Somit ist  $F_{d,dst} > F_{d,stab}$  bzw.  $F_{d,stab} / F_{d,dst} > 1,00$  und für Auflager B ist eine Zugverankerung erforderlich.

Nach DIN wurde die Ankerkraft so berechnet:

$$F_{d,anch} = F_{d,dst} + F_{d,stab} = -90,63 \text{ kN} + 19,13 \text{ kN} = -71,5 \text{ kN}$$

Dies ist nach [1] nicht mehr hinreichend. Es ergibt sich, wie unter Berechnungsgrundlagen beschrieben, folgende Zugkraft:

$$F_{d,anch} = \min \left\{ \begin{aligned} &1,35 \cdot (-11,25 - 20,00) + 1,5 \cdot (-37,50) + 1,15 \cdot (11,25 + 10) \\ &(-11,25 - 20 + 11,25 + 10) \cdot 1,0 + 1,5 \cdot (-37,5) \end{aligned} \right.$$

$$= \min \left\{ \begin{aligned} &-74,00 \text{ kN} \\ &-66,25 \text{ kN} \end{aligned} \right.$$

$$= -74,00 \text{ kN}$$

Die Verankerung ist somit für die Bemessungskraft -74 kN zu bemessen.

Dipl.-Ing. Thomas Blüm  
mb AEC Software GmbH  
mb-news@mbaec.de

#### Literatur

- [1] DIN EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung. Ausgabe 12/2010, Beuth Verlag
- [2] Einführung in die Eurocodes, Grundlagen EC 0. Unterlagen von Prof. Dr.-Ing. Carl Alexander Graubner.



#### Aktuelle Angebote

**BauStatik compact** **999,- EUR**  
bestehend aus über 20 BauStatik-Modulen

**BauStatik classic** **3.499,- EUR**  
bestehend aus über 50 BauStatik-Modulen

**BauStatik comfort** **5.499,- EUR**  
bestehend aus über 80 BauStatik-Modulen

Paketinhalte siehe [www.mbaec.de](http://www.mbaec.de)

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: November 2017  
Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)

Preisliste: [www.mbaec.de](http://www.mbaec.de)