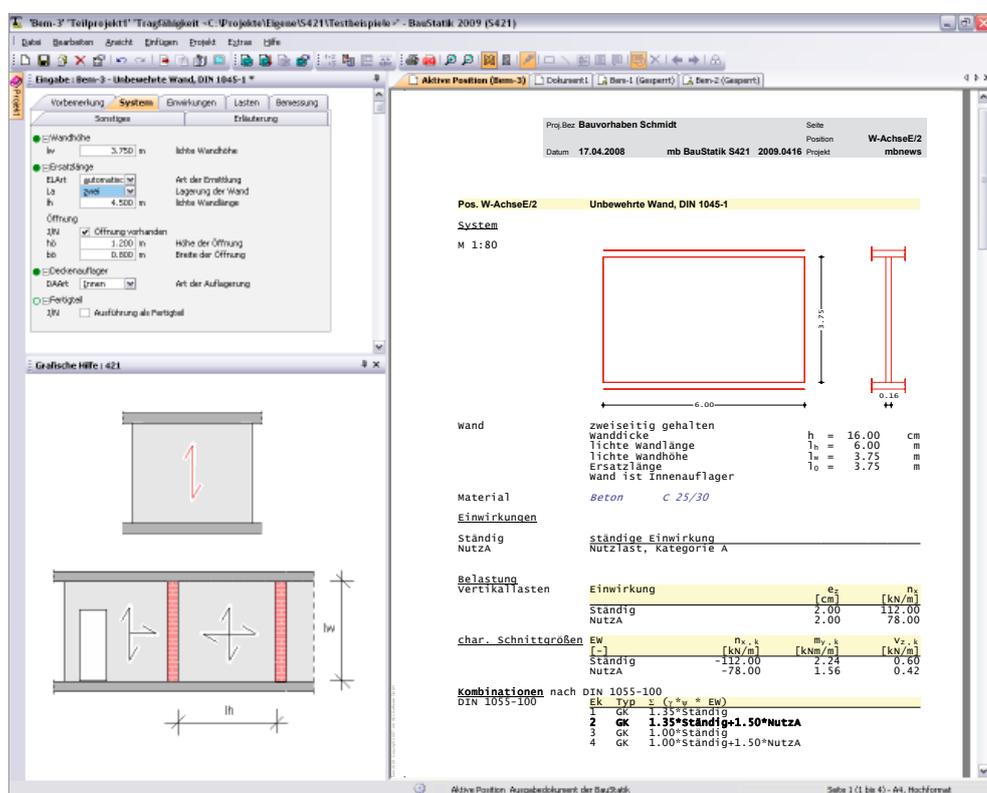


# S421 Unbewehrte Wand, DIN 1045-1 (07/01)

Leistungsbeschreibung des Moduls S421 von Dipl.-Ing. Petra Licht



S421 führt den Nachweis unbewehrter Wände nach DIN 1045-1 (07/01). Als Lasten sind Vertikallasten und beliebige Horizontallasten möglich. Neben dem Nachweis der Querschnittstragfähigkeit wird der Stabilitätsnachweis und der Querkraftnachweis geführt. Alle Anwendungsgrenzen einer unbewehrten Wand werden programmseitig überprüft. Ist die Position nicht als unbewehrte Wand ausführbar kann diese Position direkt mit Modul S420 als bewehrte Wand berechnet werden.

## System

Als statisches System der unbewehrten Wand wird der Eulerfall 2 (Pendelstab) zugrunde gelegt. Die Ersatzstablänge kann direkt vorgegeben oder vom Programm ermittelt werden. Die erforderlichen Werte zur Ermittlung der Ersatzstablänge werden im Eingaberegister System, siehe Bild 1, abgefragt. Die Ermittlung der Ersatzstablänge erfolgt nach [2], 8.6.7 und ist abhängig von der lichten Wandhöhe  $l_w$ , der lichten Wandlänge  $l_h$  und von der Art der Lagerung. Die Ersatzstab-

längen für drei- und vierseitig gehaltene Wände nach [2] gelten für Wände, deren Öffnungen die Bedingungen nach Gl. (1) und (2) erfüllen.

$$\text{Höhe der Öffnungen: } h_O < \frac{l_w}{3} \quad \text{Gl. (1)}$$

$$\text{Fläche der Öffnungen: } A_O < 0,1 \cdot (l_w \cdot l_h) \quad \text{Gl. (2)}$$

Beide Bedingungen werden vom Programm überprüft. Sind die Bedingungen nicht erfüllt, sind die Streifen zwischen den Öffnungen als zweiseitig gehalten nachzuweisen.

Nach [1], 13.7.1 sind für unbewehrte Wände Mindestwanddicken in Abhängigkeit der Betonfestigkeitsklasse, der Auflagerart (Decke durchlaufend oder Decke nicht durchlaufend) und der Herstellungsart (Ortbeton oder Fertigteil) einzuhalten. Die Mindestwanddicke wird im Programm automatisch überprüft, siehe Bild 5. Unterschreitet die eingegebene Wanddicke die erforderliche Mindestwanddicke wird der Anwender durch eine entsprechende Warnung darauf hingewiesen.

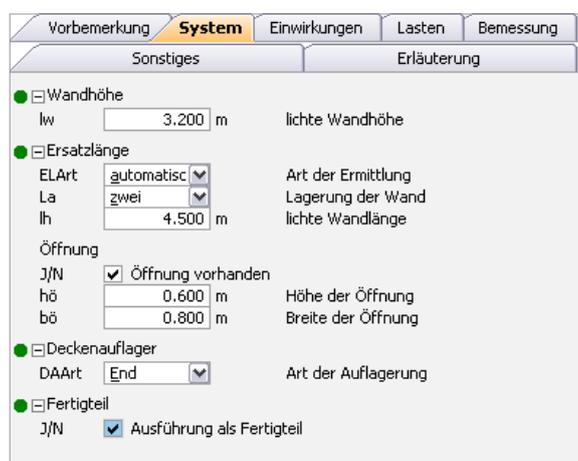


Bild 1. Eingaberegister „System“

### Einwirkungen

Die zu definierenden Einwirkungen werden unterschieden in ständige Einwirkungen und veränderliche Einwirkungen nach [3], Tabelle A.2. Die veränderlichen Einwirkungen können zusätzlich als alternierende Einwirkungen und sich gegenseitig ausschließende Einwirkungen definiert werden. Entsprechend der nach [3], Tabelle A.2 definierten Einwirkungstypen werden programmseitig die Kombinationsbeiwerte  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  und  $\psi_2$  zugewiesen.

Neben der automatischen Kombinationsbildung ermöglicht das Programm auch die Vorgabe von Lasten als Bemessungslasten mit entsprechender Kombinationszuordnung, d.h. die Bemessungswerte sind vom Anwender entweder einer Grundkombination oder einer außergewöhnlichen Kombination zuzuordnen. Vorgegebene Bemessungslasten werden bei der automatischen Kombinationsbildung nicht mehr berücksichtigt.

### Lasten

Falls gewünscht, erfolgt die Ermittlung des Wandeigengewichts automatisch, in Abhängigkeit der eingegebenen lichten Wandhöhe  $l_w$  und der Wanddicke  $h$  mit einer Betonwichte von  $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$ .

Als externe Belastungen können Vertikallasten, Einzelmomente und Horizontallasten definiert werden. Die Vertikallasten wirken am Stützenkopf und können mit einer zusätzlichen Ausmitte definiert werden. Als Einzelmomente können Kopf- und Fußmomente eingegeben werden. Als Horizontallasten sind Linienlasten und beliebige Flächenlasten möglich. Bild 2 zeigt die grafische Hilfe zur Lasteingabe.

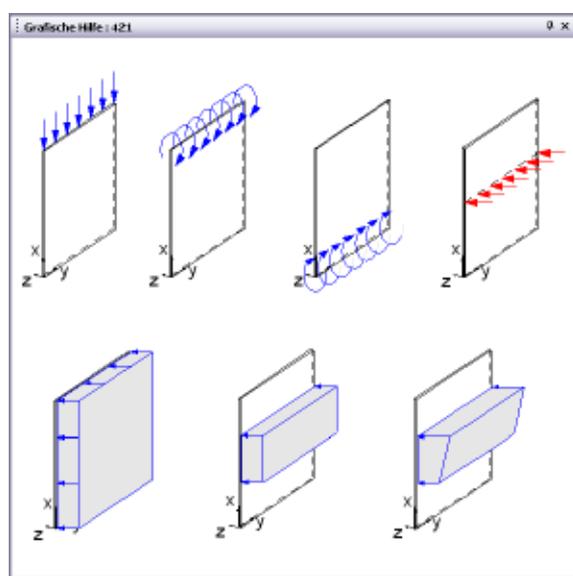


Bild 2. Grafische Hilfe „Lasten“

### Schnittgrößen / Einwirkungskombinationen

Die Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen erfolgt für die in [3], 9.4 geforderten Kombinationsregeln für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation, sowie für die außergewöhnliche Bemessungssituation falls außergewöhnliche Einwirkungen zu berücksichtigen sind. Die Einwirkungskombinationen und die Bemessungsschnittgrößen können für alle Kombinationen oder auch nur für die maßgebenden Kombinationen ausgegeben werden. Bild 3 zeigt beispielhaft die Ausgabe aller untersuchten Kombinationen und die grafische und tabellarische Ausgabe der Bemessungsschnittgrößen für die maßgebenden Einwirkungskombinationen. Die Ausgabe der Schnittgrößen kann tabellarisch und / oder grafisch erfolgen. Neben den Bemessungsschnittgrößen werden auch, falls gewünscht, die charakteristischen Schnittgrößen ausgegeben.

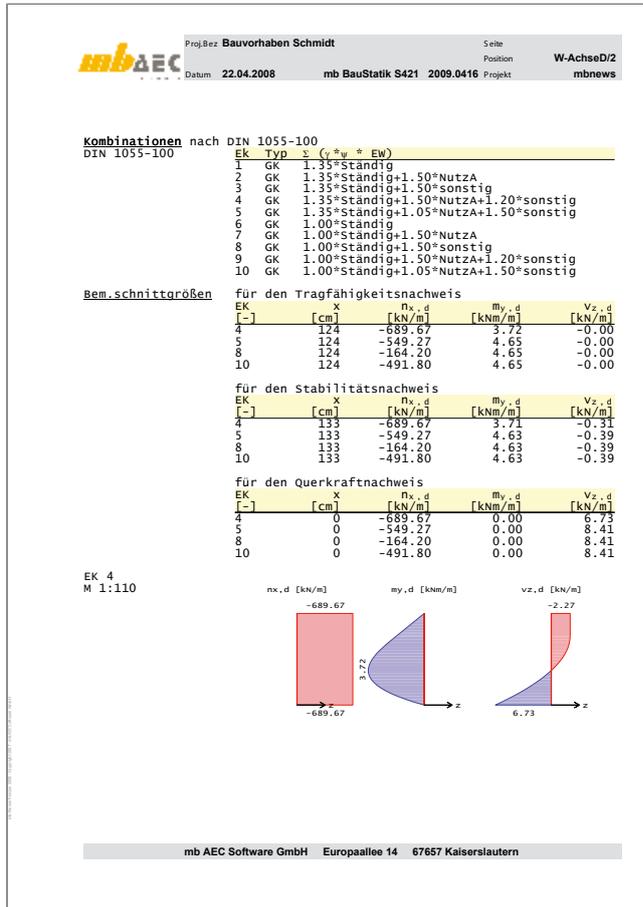


Bild 3. Ausgabe der Einwirkungskombinationen und der Bemessungsschnittgrößenverläufe

### Bemessung

Im Eingaberegister Bemessung werden die Wanddicke, die Betonfestigkeitsklasse und die gewünschten Nachweise abgefragt, siehe hierzu Bild 4.

Vorbemerkung System Einwirkungen Lasten **Bemessung**

Sonstiges Erläuterung

Wanddicke  
h 16.0 cm Dicke

Art des Beton (C/LC)  
Art Normal

Festigkeitsklasse  
C C 12/15

Stabilitätsnachweis führen?  
J/N

Querkraftnachweis führen?  
J/N

Bild 4. Eingaberegister „Bemessung“

Die Betonfestigkeitsklasse C35/45 ist die, nach [1], rechnerisch maximal zulässige Betonfestigkeitsklasse. Entsprechend wird bei höheren Betonfestigkeitsklassen programmseitig eine maximale Betondruckfestigkeit von  $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$  für die Nachweise angenommen.

Es wird der Nachweis der Querschnittstragfähigkeit, der Stabilitätsnachweis und der Querkraftnachweis geführt.

### Nachweis der Querschnittstragfähigkeit

Der Nachweis der Querschnittstragfähigkeit gilt als erfüllt, wenn der Bemessungswert der Normalkraftbeanspruchung kleiner ist als der Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit, Gl. (3).

$$\frac{n_{Ed}}{n_{Rd}} \leq 1,0 \quad \text{Gl. (3)}$$

$n_{Ed}$  Normalkraftbeanspruchung  
 $n_{Rd}$  Normalkrafttragfähigkeit

Für zentrisch gedrückte Wände wird die Normalkrafttragfähigkeit nach Gl. (4) berechnet. Für exzentrisch gedrückte Wände wird die zusätzliche Momentenbeanspruchung durch eine entsprechende Reduzierung der Normalkrafttragfähigkeit nach [4], berücksichtigt, siehe Gl. (5).

$$n_{Rd} = h \cdot f_{cd} \quad \text{Gl. (4)}$$

$$n_{Rd} = 0,81 \cdot x \cdot f_{cd} \quad \text{Gl. (5)}$$

$f_{cd}$  Bemessungswert der Betondruckfestigkeit  
 $h$  Wanddicke  
 $x$  Betondruckzonenhöhe

### Stabilitätsnachweis

Der Stabilitätsnachweis muss geführt werden, wenn die Bedingung nach Gl. (6) nicht mehr eingehalten ist.

$$\frac{l_0}{h} \leq 2,5 \quad \text{Gl. (6)}$$

$l_0$  Ersatzstablänge

Der Nachweis erfolgt nach Gl. (3), wobei die Normalkrafttragfähigkeit nach Gl. (7) ermittelt wird.

$$n_{Rd} = h \cdot f_{cd} \cdot \varphi \quad \text{Gl. (7)}$$

$\varphi$  Beiwert zur Berücksichtigung der Auswirkungen nach Theorie I. Ordnung

Der Beiwert  $\varphi$  wird nach [1], 8.6.7 ermittelt. Der Stabilitätsnachweis wird nach [4], 13.4.4 im mittleren Drittel der Wandhöhe  $l_w$  an der Stelle des max. Biegemomentes geführt.

### Querkraftnachweis

Der Querkraftnachweis gilt als erfüllt, wenn der Bemessungswert der Querkraftbeanspruchung kleiner ist als der Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit, Gl. (8).

$$\frac{v_{Ed}}{v_{Rd,ct}} \leq 1,0 \quad \text{Gl. (8)}$$

$v_{Ed}$  Querkraftbeanspruchung  
 $v_{Rd,ct}$  Querkrafttragfähigkeit

Die Querkrafttragfähigkeit für unbewehrte Querschnitte wird nach [1], 10.3.3 berechnet. Die Ausgabe der Nachweise ist in Bild 5 zu sehen. Bei Ausnutzungen  $\eta_{N(M,V)} \leq 100\%$  ist die Wand als unbewehrte Wand ausführbar.

### Berechnungsgrenzen

Für unbewehrte Wände sind die Bedingungen nach Gl. (9) und (10) einzuhalten. Bei Nichteinhaltung der Bedingungen kann die Wand nicht als unbewehrte Wand ausgeführt werden.

Einhaltung des Duktilitätskriteriums:

$$\frac{e_d}{h} = \frac{m_{Ed}}{n_{Ed} \cdot h} \leq 0,4 \quad \text{Gl. (9)}$$

Einhaltung der Grenzschlankheit:

$$\lambda \leq 85 \quad \text{Gl. (10)}$$

Beide Bedingungen werden programmintern überprüft, siehe Bild 5. Bei Nichteinhaltung wird der Anwender durch eine entsprechende Fehlermeldung darauf hingewiesen.

### Berechnung als bewehrte Wand

Stellt sich heraus, dass die im Modul S421 eingegebene Wand nicht als unbewehrte Wand berechnet werden kann, entweder weil die Berechnungsgrenzen nicht eingehalten sind oder die Tragfähigkeit überschritten ist, kann die Position direkt mit Modul S420 als bewehrte Wand berechnet werden, ohne dass bereits getätigte Eingaben wiederholt werden müssen. Dazu wird eine neue Position mit Modul S420 angelegt.

Nachweise  
Material: Beton C 12/15  
Querschnitt M 1:25

Mindestwanddicke:  $h_{min} = 20.0 \text{ cm}$   
 $h = 20.0 \text{ cm} \geq h_{min}$

Schlankheit:  $\lambda_{max} = 85$   
 $\lambda = 57 \leq \lambda_{max}$

Duktilität: max. Ausmitte  $e_d = 2.8 \text{ cm}$   
 $e_d/h = 0.14 \leq 0.40$

Tragfähigkeit:

EK	$N_{ed}$	$M_{ed}$	$N_{ed}$	$M_{ed}$	$\eta_N$	$\eta_M$
[-]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[%]	[%]
4	-689.67	3.72	-918.00	15.42	75	24
5	-549.27	4.65	-918.00	15.42	60	30
8	-164.20	4.65	-790.76	22.40	21	21
10	-491.80	4.65	-918.00	15.42	54	30

Stabilität:

EK	$N_{ed}$	$M_{ed}$	$N_{ed}$	$e_{tot}$	$\eta_N$
[-]	[kN/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[%]
4	-689.67	3.71	-741.98	1.36	0.65
5	-549.27	4.63	-702.43	1.67	0.62
8	-164.20	4.63	-446.87	3.65	0.39
10	-491.80	4.63	-689.70	1.77	0.61

Querkraft:

EK	$V_{ed}$	$V_{ed,ct}$	$I$	$S$	$\eta_V$
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[cm <sup>4</sup> /m]	[cm <sup>3</sup> /m]	[%]
4	6.73	42.00	66667	5000	16
5	8.41	38.20	66667	5000	22
8	8.41	24.95	66667	5000	34
10	8.41	36.53	66667	5000	23

Bild 6. Ausgabe der Tragfähigkeits- und Stabilitätsnachweise

Automatisch werden als Vorlage alle Wandpositionen die bereits mit Modul S421 berechnet wurden angezeigt, siehe Bild 6. Aus den Vorlagen wählt man dann die Position aus, die als bewehrte Wand berechnet werden soll.

Dipl.-Ing. Petra Licht,  
mb AEC Software GmbH  
mb-news@mbaec.de

Literatur:

- [1] Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN): DIN 1045-1 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion, Ausgabe Juli 2001
- [2] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAFStb): Heft 525, Erläuterungen zur DIN 1045-1, 1. Auflage September 2003, Berlin: Beuth Verlag, 2003
- [3] Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN): DIN 1055-100 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Ausgabe März 2001
- [4] Wommelsdorf: Stahlbetonbau, Bemessung und Konstruktion, Teil 2, 7. Auflage, Düsseldorf: Werner Verlag, 2006

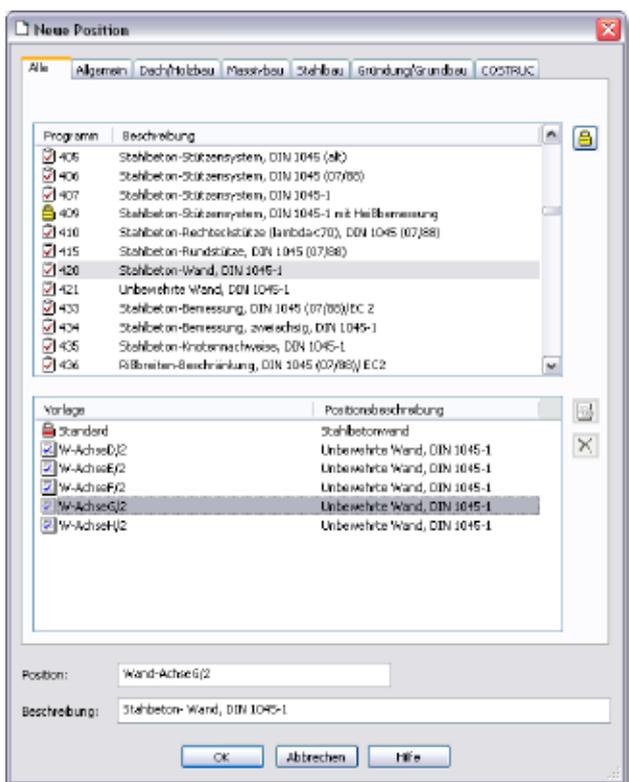


Bild 5. Berechnung mit Modul S420

## mbAEC Angebote BauStatik 2008

### S421 Unbewehrte Wand, DIN 1045-1

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel  
Aktionspreis befristet bis 31.05.08

**99,-EUR**  
statt Listenpreis:  
190,- EUR

### BauStatik 5-er Paket

Aktionspreis befristet bis 31.05.08  
bestehend aus:

**499,-EUR**

#### S421 Unbewehrte Wand DIN 1045-1

#### S166 Holz-Pfette mit Doppelbiegung, DIN 1052 (08/04)

Leistungsbeschreibung siehe Artikel S.24

#### und 3 BauStatik-Module nach freier Wahl\*

\* 3 BauStatik-Module SXXX der Kurzpreisliste (siehe Seite 30)  
ausgenommen: S018, S201, S204, S211, S350, S352, S401, S402, S409, S481, S536, S550-561, S755

Bestellformular: Seite 28

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen.  
Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt.  
Hardlock für Einzelplatzlizenz, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Handbücher auf CD.  
Betriebssystem Windows XP / 2000 / VISTA – Stand: Mai 2008