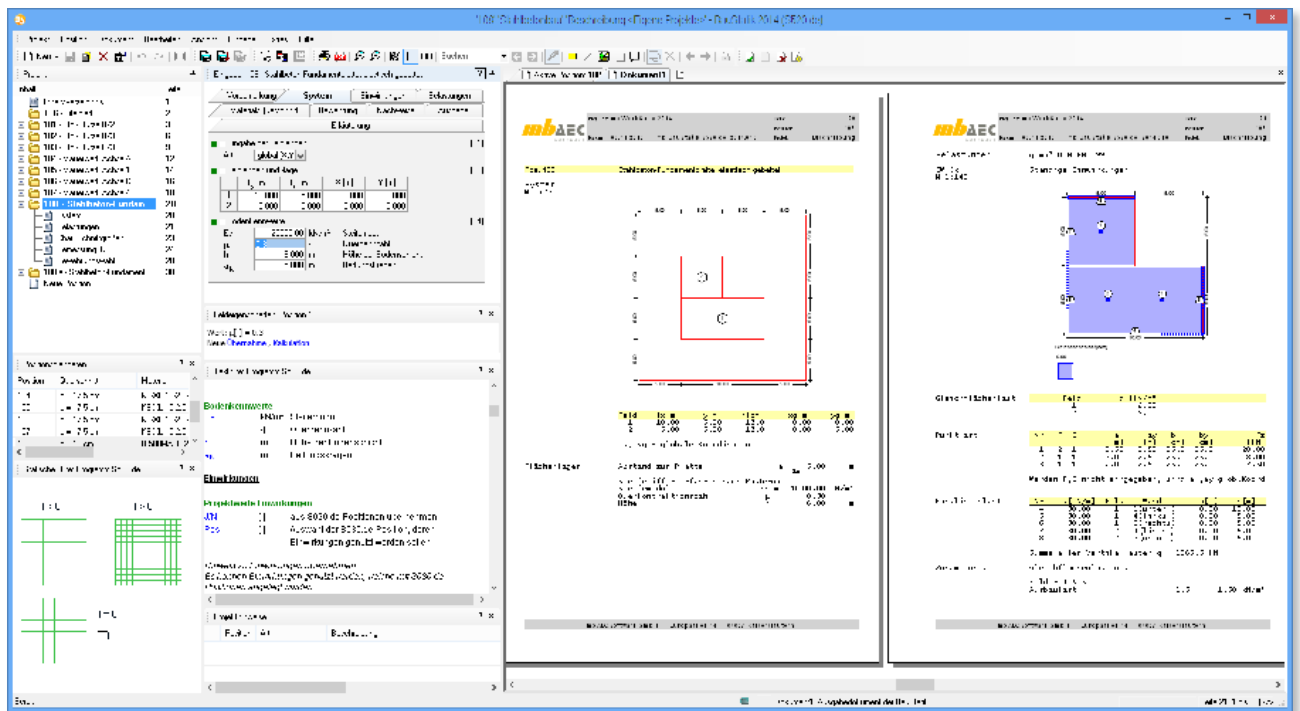


Dipl.-Ing. (FH) Timo Uhl

# Elastisch gebettete Bodenplatten

## Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S520.de Stahlbeton-Fundamentplatte, elastisch gebettet

Neben der Abtragung von konzentrierten Einzellasten über Einzelfundamente und der Abtragung von Linienlasten aus Wänden mit Streifenfundamenten kommen in der Praxis zahlreiche Systeme vor, die elastisch gelagert sind. Elastisch gebettete Bodenplatten ermöglichen eine bessere Verteilung von Einzel- und Linienlasten insbesondere bei schlechtem Baugrund. Diese Gründungen sind dann zu wählen, wenn die Verformbarkeit des Baugrundes berücksichtigt werden muss. Als Berechnungsverfahren bietet sich das Steifezifferverfahren nach Pasternak an.



### Allgemein

Das Modul S520.de dient zur Berechnung und Bemessung von elastisch gebetteten Bodenplatten auf Basis der Finite-Elemente-Methode. Es führt alle notwendigen Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit gemäß DIN EN 1992-1-1:2011-01 [1, 2]. Die Bemessung der Stahlbetonplatte wird ergänzt durch die Berechnung der Bodenpressungen und der zu erwartenden Setzungen.

### System

#### Bodenplatte

Die Lage und Geometrie der Bodenplatte erfolgt über Strecken- und Koordinateneingaben. Hier kann zwischen globalem und lokalem Bezug gewählt werden. Die Platte kann in einzelne Teilsysteme getrennt werden, wodurch einspringende Bereiche berücksichtigt werden können.

### Flächenlager

Die Eingabe der Bettungsgeometrie im Grundriss erfolgt über einen einheitlichen, umlaufenden Abstand  $a$  zum Gründungsbauteil („Bettungskragen“). Die Größe des Bettungskragens ist so zu wählen, dass der zu erwartende Abklingbereich der Setzungsmulde mit erfasst wird.

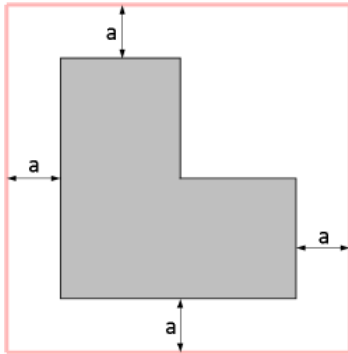


Bild 1. Bettungsgeometrie

Die Berechnung des Flächenlagers erfolgt auf der Grundlage des Steifzifferverfahrens nach Pasternak.

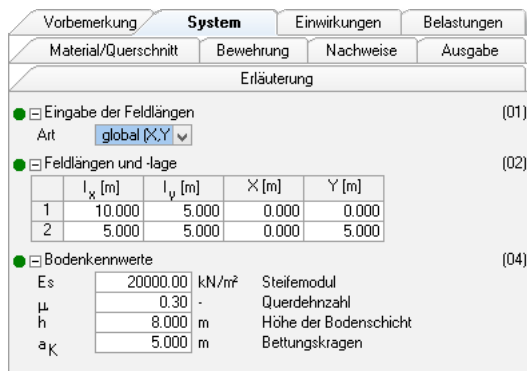


Bild 2. Kapitel „System“

Der Anteil aus der elastischen Bettung für das modifizierte zweiparametrische Bodenmodell ergibt sich zu:

$$\Pi = \frac{1}{2} \int_{\theta} \left( c_1 w^2 + c_2 \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)^2 + c_2 \left( \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 \right) d\theta$$

mit

- $c_1, c_2$  Bettungsparameter
- $w$  Querverschiebungen
- $\theta$  Elementfläche

$$c_1 = E_0 / (H \cdot (1 - 2\mu^2))$$

$$c_2 = E_0 \cdot H / (6 \cdot (1 + \mu))$$

mit

- $E_0$  Elastizitätsmodul
- $H$  Bettungsdicke
- $\mu$  Querdehnzahl

Der E-Modul  $E_0$  wird aus der Querdehnzahl und dem eingegebenen Steifemodul ermittelt:

$$E_0 = E_s \cdot (1 - \mu - 2\mu^2) / (1 - \mu)$$

mit

- $E_0$  Elastizitätsmodul
- $E_s$  Steifemodul
- $\mu$  Querdehnzahl

### Einwirkungen

Projektweite Einwirkungen können aus dem Modul S030.de übernommen werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Einwirkungstypen nach DIN EN 1990 [3] manuell zu definieren. Anhand der definierten Einwirkungstypen werden die Kombinationsbeiwerte vom Modul zugewiesen. Die Kombinationsbildung erfolgt automatisch auf der Grundlage der DIN EN 1990 [3].

S520.de ermöglicht außerdem die Vorgabe von Kombinationstypen. Die Definition von Kombinationstypen ist nur dann erforderlich, wenn die Berechnung der Beanspruchungen nicht automatisch erfolgen soll, sondern die Bemessungswerte der Lasten vorgegeben werden.

### Belastung

Das Eigengewicht der Decke kann vom Modul automatisch ermittelt und als Gleichflächenlast angesetzt werden. Darüber hinaus können zusätzliche Lasten frei eingegeben werden. Dem Anwender stehen die folgenden Lasttypen zur Verfügung:

- Einzellasten mit Aufstandsfläche
- Randlasten
- Blocklasten
- Gleichflächenlasten

Weitere Belastungen können als „Lastabtrag“ aus einer anderen Position komfortabel übernommen werden. Hierfür kann in der Eingabe direkt auf die Auflagerreaktionen von ausgewählten BauStatik-Modulen sowie MicroFe-Ergebnissen zugegriffen werden.

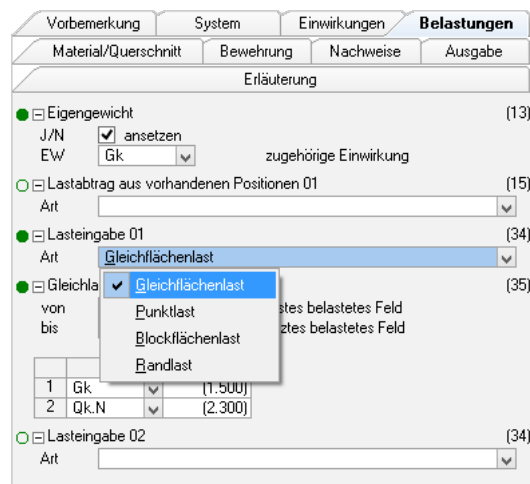


Bild 3. Kapitel „Belastungen“

## Material/Querschnitt

Neben den Materialeigenschaften des Betons und Bewehrungsstahls werden hier die Randbedingungen zur konstruktiven Durchbildung der Bewehrung festgelegt. Unterschiedliche Betondeckungen für Grund- und Zulagebewehrung können vom Anwender, jeweils getrennt für die obere und untere Bewehrungslage, gewählt werden. Diese Angaben stellen die Randbedingungen dar, die der Bemessung zugrunde gelegt werden.

## Bewehrung

In diesem Kapitel erfolgt die Angabe der gewünschten oberen und unteren Grundbewehrung, getrennt für x- und y-Richtung. Der Anwender legt hier zusätzlich die jeweiligen Grenzen fest, innerhalb der die automatische Bewehrungswahl für Matten und Stabstähle vom Modul vorgenommen werden soll.

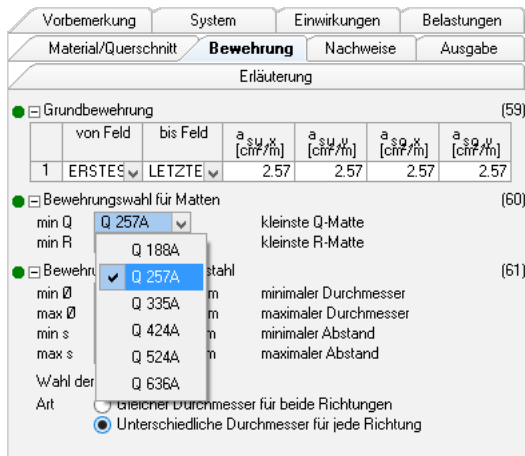


Bild 4. Kapitel „Bewehrung“

## Nachweise

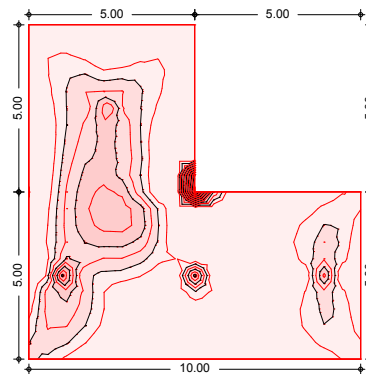
Neben den Nachweisen im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 [1,2] für Biegung und Querkraft werden zusätzlich die Nachweise der Rissbreiten geführt. Die Nachweise werden für jedes Plattenfeld gesondert ausgegeben.

### Biegung

Anhand der ermittelten Biegemomente berechnet S520.de zunächst die erforderliche Biegebewehrung für jedes Teilfeld. An dieser Stelle unterstützen die zur Verfügung stehenden übersichtlichen Iso-Darstellungen den Anwender dabei, das Tragverhalten der modellierten Bodenplatte zu bewerten.

Beim Nachweis erfolgt eine durch den Anwender steuerbare, automatische Bewehrungswahl, bei der die rechnerisch erforderliche Bewehrung durch die eingegebene Grundbewehrung und die ermittelte Zulagebewehrung abgedeckt wird.

Grundkombination  
Biegebewehrung  $A_{sux}$  [cm<sup>2</sup>/m]  
M 1:150



Biegebewehrung  $A_{suy}$  [cm<sup>2</sup>/m]  
M 1:150

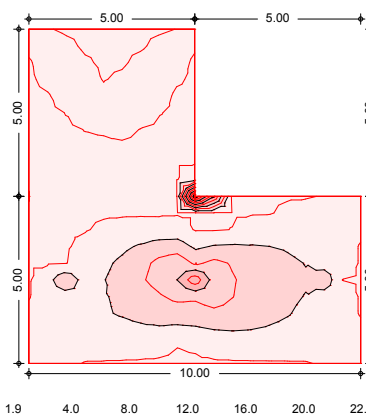


Bild 5. Isolinien-Ausgabe zur erforderlichen Biegebewehrung

## Querkraft

Der Querkraftnachweis wird nach EC 2, Abs. 6.2 geführt. Im ersten Schritt wird überprüft, ob rechnerisch Querkraftbewehrung erforderlich ist, indem der Bemessungswert der vorhandenen Querkraft dem Bemessungswert des Querkraftwiderstandes nach den Gleichungen (6.2a) und (6.2b) gegenübergestellt wird. Ist der Widerstand größer, so darf bei Platten auf die Anordnung einer Querkraftbewehrung verzichtet werden.

## Rissbreiten

Die Berechnung der Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten sowie die Berechnung der Rissbreiten und des Grenzdurchmessers für die Lastschnittgrößen werden nach EC 2, Abschnitt 7.3 durchgeführt. Die empfohlenen Grenzwerte der Rissbreiten  $w_{max}$  für die maßgebenden Expositionsklassen, können der Tabelle NA.7.1 der DIN EN 1992-1-1/NA [2] entnommen werden.

Darüber hinaus können für besondere Anforderungen strengere Begrenzungen der Rissbreiten erforderlich sein, wie z.B. Wasserundurchlässigkeit oder chemische Angriffe auf den Beton. Diese Werte sind in den meisten Fällen in speziellen Normen oder Regelwerken festgelegt oder müssen mit dem Bauherren abgesprochen werden.

Tabelle NA.7.1 – Rechenwerte für $w_{\max}$ (in Millimeter)						
Expositions- klasse	Stahlbeton und Vorspannung ohne Verbund	Vorspannung mit nachträglichem Verbund	Vorspannung mit sofortigem Verbund			
			mit Einwirkungskombination			
			quasi-ständig	häufig	häufig	selten
X0, XC1	0,4 <sup>a</sup>	0,2	0,2	—		
XC2 – XC4	0,3	0,2 <sup>b,c</sup>	0,2 <sup>b</sup>			
XS1 – XS3 XD1, XD2, XD3 <sup>d</sup>			Dekom- pression	0,2		

a Bei den Expositionsclassen X0 und XC1 hat die Rissbreite keinen Einfluss auf die Dauerhaftigkeit und dieser Grenzwert wird i. Allg. zur Wahrung eines akzeptablen Erscheinungsbildes gesetzt. Fehlen entsprechende Anforderungen an das Erscheinungsbild, darf dieser Grenzwert erhöht werden.

b Zusätzlich ist der Nachweis der Dekompression unter der quasi-ständigen Einwirkungskombination zu führen.

c Wenn der Korrosionsschutz anderweitig sichergestellt wird (Hinweis hierzu in den Zulassungen der Spanverfahren), darf der Dekompressionsnachweis entfallen.

d Beachte 7.3.1 (7).

Bild 6. Empfohlene Grenzwerte für Rissbreiten im NA

Die Mindestbewehrung wird bei diesem Nachweis so bemessen, dass der Bewehrungsstahl die Kraft, die beim Aufreißen des Betons auftritt, aufnehmen kann. Hierbei werden klaffende Risse vermieden.

Die Begrenzung des Durchmessers und/oder des Abstands der Stäbe in Abhängigkeit der Stahlspannung, dient zur Einhaltung der zulässigen Rissbreite.

Die maßgebende Größe stellt hierbei der Mittelwert der wirksamen Zugfestigkeit des Betons  $f_{ct,eff}$  dar, der beim Auftreten der Risse zu erwarten ist. Je größer  $f_{ct,eff}$  ist, umso größer ist die Kraft, die beim Aufreißen des Betons vom Stahl aufgenommen werden muss.

### Vernetzung

Die Elementlänge bei der Vernetzung kann automatisch vom Modul durchgeführt oder manuell vorgegeben werden.

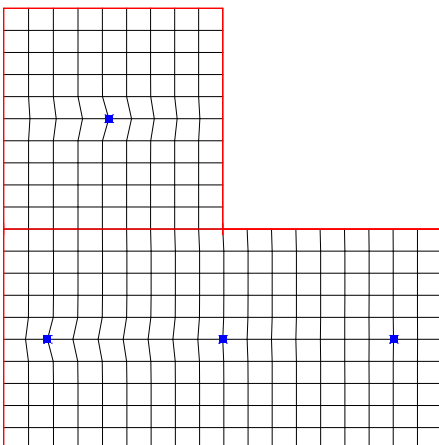


Bild 7. Vernetzung

## Bodenpressungen

Zusätzlich zu den Nachweisen werden die an der Gründungssohle auftretenden Bodenpressungen sowie die daraus resultierenden Setzungen ermittelt. Die grafische Ausgabe der Ergebnisse erfolgt hier ebenfalls als Iso-Darstellung.

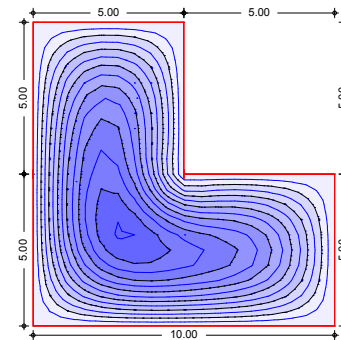


Bild 8. Setzungen

## Ausgabe

Es wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der Nachweise zur Verfügung gestellt. Der Ausgabeumfang kann in gewohnter Weise gesteuert werden. Neben der grafischen Darstellung des Systems in der Draufsicht werden die Belastungen, Schnittgrößen und Nachweise unter Berücksichtigung der Einstellungen des Anwenders sowohl grafisch als auch tabellarisch ausgegeben.

Dipl.-Ing. (FH) Timo Uhl  
mb AEC Software GmbH  
mb-news@mbaec.de

## Literatur

- [1] DIN EN 1992-1-1: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken. Ausgabe Januar 2011, Beuth Verlag
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken. Ausgabe Januar 2011, Beuth Verlag
- [3] DIN EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung. Ausgabe Dezember 2010, Beuth Verlag



## Aktuelle Angebote

S520.de **Stahlbeton-Fundamentplatte, elastisch gebettet, EC 2, DIN EN 1992-1-1:2011-01**

**490,- EUR**

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

**BauStatik 5er-Paket**

**990,- EUR**

bestehend aus:  
**5 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach freier Wahl**

(ausgenommen: S012, S018, S030, S928 - S141.de, S261.de, S410.de, S411.de, S414.de, S630.de, S853.de)

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenzen je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: November 2013

Unterstützte Betriebssysteme:  
Windows Vista (32/64), SP2 / Windows 7 (32/64) / Windows 8 (32/64)

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