

## 21M Elastischer Balken

Das Programm dient zur Berechnung und Bemessung einschl. Bewehrungsführung von langen, biegsamen Gründungsbalken und ausgedehnten Gründungsplatten nach dem Bettungsmodulverfahren (DIN 4018 Abs. 6.3.1 Ausg. 1974)

### **Programm 21M:**

Mit diesem Programm wird die Belastung zusammengestellt.  
Folgende Lastarten sind möglich:

- Einzellasten an beliebiger Stelle
- Moment an beliebiger Stelle
- Beliebige Gleich-, Strecken- und Trapezlasten
- Auftrieb (negative Streckenlasten)

Neben der üblichen Lastübernahme aus bereits berechneten Positionen ist es in diesem Programm möglich, eine Rechenformel einzugeben und diese am Bildschirm auszuwerten. So ist es z.B. möglich, beliebige Lasteinzugsflächen zu berechnen.

Um eine schnelle Korrektur der Lasteingabewerte vornehmen zu können, besteht die Möglichkeit, in die Eingabezeilen zu springen.

Es sind insgesamt 52 Lastzeilen vorgesehen. Die Eigenlast ist vom Anwender einzugeben. Um Rechenzeit zu sparen wird empfohlen, die Lasten sinnvoll zusammenzufassen.

---

### **Programm 21P:**

Innerhalb dieses Programmteils werden die Schnittgrößen, Sohlpressungen und Setzungen für maximale und minimale Bettungsziffern berechnet und separat ausgegeben.

#### **Unterteilung des Balkens:**

Die Schnittgrößen werden nur an den vorgesehenen Schnittstellen ermittelt. Die Balkenteilung muß so gewählt werden, daß die extremalen Schnittgrößen erfaßt werden können. Der Balken berücksichtigt bis zu 10 Teilabschnitte (Felder). Innerhalb dieser Teilabschnitte können insgesamt bis zu 56 Schnitte untersucht werden.

Die Teilabschnitte sind von Einzellast zu Einzellast (Stützen) zu bestimmen, damit der Querkraftverlauf sinnvoll erfaßt werden kann.

#### **Berechnung der Schnittgrößen:**

Die Berechnung der Schnittgrößen beruht auf der Differentialgleichung dritter Ordnung:

$$EIV(x) + kV(x) + P(x) = 0$$

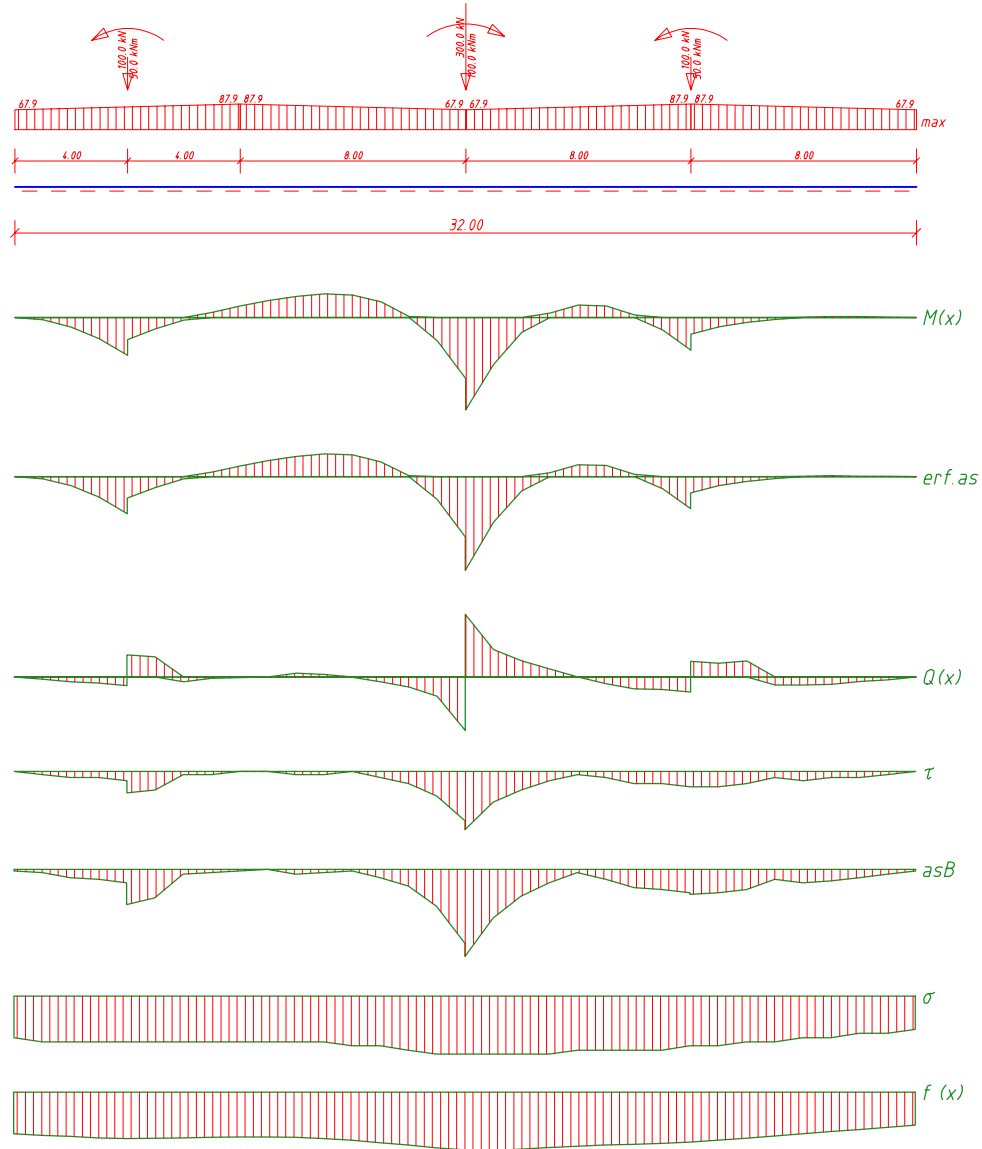
Alle Gleich- und Streckenlasten werden dabei in Einzellasten umgewandelt. Die Bettungsziffer  $C_b$  des Bodens und die Steifigkeit ( $EI$ ) des Balkens werden konstant angenommen. (Bettungsziffer siehe Programm 21V, oder Betonkalender 1977 Teil II, Seite 876 ff)

## Programm 21S:

Biege- und Schubmessung wird nach DIN 1045 durchgeführt. Einschneiden der Schubspannungsfläche nach DIN 1045 Abs. 18.8.1 ist wählbar. Außerdem kann ausgewählt werden, ob die Schubspannung im Bereich I und II abgemindert werden soll oder nicht. Bei der Schubdeckung der Platten wird die Staffelung der Längsbewehrung wahlweise berücksichtigt. Im Fall der Staffelung wird  $\tau_{011}$  nach DIN 1045 Tabelle 13 herabgesetzt. Bei der Wahl der Bewehrung ist Kombination verschiedener Stahlsorten und -durchmesser, mit und ohne Aufbiegung, zur Schubdeckung möglich. Die Schubbewehrung kann wahlweise aus senkrechten oder schrägen Bügeln oder Bügelmaten bestehen.

POS. 60 FUNDAMENTBALKEN ' 21M '

S Y S T E M



Stahlbetonbalken auf elastischer Bettung

Systemlänge  $l = 32.00 \text{ m}$

B E L A S T U N G

Lastarten:  $q$  (kN/m),  $P$  (kN),  $+M$  (kNm) = rechtsdrehend  
 $a$  (m) = Lastabstand vom linken Balkenende  
 $c$  (m) = Lastlänge

a u s	Typ	a (m)	c (m)	qli P (kN)	qre M (kNm)
Eigengewicht	$q$	0.00	32.00	60.0	60.0
Auftrieb	$q$	0.00	32.00	-10.0	-10.0
$M_w(36.5 \cdot 15 + 50) \cdot 300$	$q$	0.00	32.00	17.9	17.9
$M_w(30.0 \cdot 15 + 50) \cdot 400$	$q$	0.00	8.00	0.0	20.0

Mw(30.0*15+50)*400	q	8.00	8.00	20.0	0.0
Mw(30.0*15+50)*400	q	16.00	8.00	0.0	20.0
Mw(30.0*15+50)*400	q	24.00	8.00	20.0	0.0
Stützenlast	P	4.00		100.0	
zugehöriges Moment	M	4.00			-50.0
aus Pos. 52 A 3	P	16.00		300.0	
aus Wind	M	16.00			100.0
aus Pos. 62 A 3	P	24.00		100.0	
aus Pos. 62 A 3	M	24.00			-50.0

**S C H N I T T G R Ö S S E N + B E M E S S U N G**

 Beton B 25, Betondeckung  $d_1 = 3.0$  cm

 Querschnitt  $b_0 / d_0 / h = 80.0 / 60.0 / 55.0$  cm  
 Trägheitsmoment  $I = 0.0144$  m<sup>4</sup>, E-Modul = 30000 N/mm<sup>2</sup>

 Bodenart lehmiger Schluff  
 Bettungsziffer min  $K_s = 10.0$ , max  $K_s = 10.0$  N/cm<sup>3</sup>

x	Mx	Qx	Sohlpl	Setz	Mx	Qx	Sohlpl	Setz
m	kNm	kN	N/mm <sup>2</sup>	cm	kNm	kN	N/mm <sup>2</sup>	cm
0.00	0.0	0.0	0.10	1.02	-	-	-	-
1.00	7.3	7.3	0.11	1.06	-	-	-	-
2.00	29.7	16.0	0.11	1.09	-	-	-	-
3.00	66.9	20.2	0.11	1.12	-	-	-	-
4.00	119.2	28.6	0.11	1.14	-	-	-	-
4.00	69.2	-71.4	0.11	1.14	-	-	-	-
5.00	35.5	-64.3	0.11	1.13	-	-	-	-
6.00	8.2	15.5	0.11	1.12	-	-	-	-
7.00	-15.9	4.1	0.11	1.11	-	-	-	-
8.00	-35.5	2.3	0.11	1.10	-	-	-	-
9.00	-52.7	0.1	0.11	1.10	-	-	-	-
10.00	-66.0	-12.0	0.11	1.11	-	-	-	-
11.00	-74.2	-7.6	0.11	1.14	-	-	-	-
12.00	-70.4	1.2	0.12	1.18	-	-	-	-
13.00	-49.0	15.6	0.12	1.24	-	-	-	-
14.00	-3.3	32.6	0.13	1.30	-	-	-	-
15.00	74.1	62.3	0.14	1.37	-	-	-	-
16.00	191.6	173.4	0.14	1.42	-	-	-	-
16.00	291.6	-201.5	0.14	1.42	-	-	-	-
17.00	146.9	-87.9	0.14	1.43	-	-	-	-
18.00	46.8	-51.8	0.14	1.40	-	-	-	-
19.00	-13.7	-25.6	0.14	1.36	-	-	-	-
20.00	-39.7	-0.1	0.13	1.33	-	-	-	-
21.00	-36.1	21.3	0.13	1.30	-	-	-	-
22.00	-7.5	39.1	0.13	1.28	-	-	-	-
23.00	39.6	40.2	0.13	1.26	-	-	-	-
24.00	103.1	49.7	0.12	1.23	-	-	-	-
24.00	53.1	-50.3	0.12	1.23	-	-	-	-
25.00	29.3	-43.9	0.12	1.18	-	-	-	-
26.00	15.8	-51.7	0.11	1.13	-	-	-	-
27.00	6.5	26.3	0.11	1.08	-	-	-	-
28.00	-0.8	26.6	0.10	1.02	-	-	-	-
29.00	-3.0	24.2	0.10	0.97	-	-	-	-
30.00	-2.3	15.0	0.09	0.92	-	-	-	-
31.00	-1.0	8.9	0.09	0.86	-	-	-	-
32.00	0.0	0.0	0.08	0.81	-	-	-	-

**B E W E H R U N G :**

Hauptbewehrung in BSt 500 S, Zulagebewehrung in BSt 500 S  
 Stabstahl: durchgehend unten/oben 4 Ds 12 / 4 Ds 12

Verankerungslängen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

SCHUBDECKUNG: mit Einschneiden und mit Abminderung  
 Bügelmatten in BSt 500 M  
 Schnittigkeit der Bügel quer zu Biegebewehrung:  $s = 4$

x . m	erf. unten		erf. oben		Schubspannung		Bügel		Schr. n Ds - mm
	as cm <sup>2</sup>	Zulg. n Ds	as cm <sup>2</sup>	Zulg. n Ds	Tau0 --N/mm <sup>2</sup> --	Tau cm <sup>2</sup>	as/m mm/ cm	Ds/ a	
0.00	0.0	4 12	0.0	- -		0.00	0.1	8/25.0	- -
1.00	0.5	4 12	0.0	- -		0.01	0.2	8/25.0	- -
2.00	1.9	4 12	0.0	- -		0.02	0.5	8/25.0	- -
3.00	4.4	4 12	0.0	- -		0.02	0.6	8/25.0	- -
4.00	8.0	4 12	0.0	- -	0.08	0.03	0.8	8/25.0	- -
4.00	4.6	4 12	0.0	- -	0.19	0.07	2.1	8/25.0	- -
5.00	2.3	4 12	0.0	- -		0.06	1.7	8/25.0	- -
6.00	0.5	4 12	0.0	1 12	0.04	0.01	0.3	8/25.0	- -
7.00	0.0	4 12	1.0	1 12		0.01	0.2	8/25.0	- -
8.00	0.0	- -	2.3	1 12		0.00	0.1	8/25.0	- -
9.00	0.0	- -	3.5	1 12		0.00	0.0	8/25.0	- -
10.00	0.0	- -	4.4	1 12	0.03	0.01	0.3	8/25.0	- -
11.00	0.0	- -	4.9	1 12		0.01	0.2	8/25.0	- -
12.00	0.0	- -	4.7	1 12		0.00	0.1	8/25.0	- -
13.00	0.0	- -	3.2	1 12		0.02	0.5	8/25.0	- -
14.00	0.0	14 12	0.2	1 12		0.04	1.0	8/25.0	- -
15.00	4.9	14 12	0.0	1 12		0.08	2.2	8/25.0	- -
16.00	13.0	14 12	0.0	- -	0.46	0.16	4.4	8/25.0	- -
16.00	20.3	14 12	0.0	- -	0.54	0.19	5.2	8/25.0	- -
17.00	9.9	14 12	0.0	- -		0.10	2.9	8/25.0	- -
18.00	3.1	14 12	0.0	- -		0.06	1.6	8/25.0	- -
19.00	0.0	14 12	0.9	- -		0.03	0.8	8/25.0	- -
20.00	0.0	- -	2.6	- -		0.01	0.2	8/25.0	- -
21.00	0.0	- -	2.4	- -		0.02	0.6	8/25.0	- -
22.00	0.0	3 12	0.5	- -		0.04	1.1	8/25.0	- -
23.00	2.6	3 12	0.0	- -		0.04	1.2	8/25.0	- -
24.00	6.9	3 12	0.0	- -	0.13	0.05	1.4	8/25.0	- -
24.00	3.5	3 12	0.0	- -		0.05	1.5	8/25.0	- -
25.00	1.9	3 12	0.0	- -		0.05	1.4	8/25.0	- -
26.00	1.0	3 12	0.0	- -	0.14	0.04	1.2	8/25.0	- -
27.00	0.4	3 12	0.0	- -		0.02	0.6	8/25.0	- -
28.00	0.0	3 12	0.1	- -	0.07	0.03	0.8	8/25.0	- -
29.00	0.0	- -	0.2	- -		0.02	0.7	8/25.0	- -
30.00	0.0	- -	0.1	- -		0.02	0.5	8/25.0	- -
31.00	0.0	- -	0.1	- -		0.01	0.3	8/25.0	- -
32.00	0.0	- -	0.0	- -		0.00	0.1	8/25.0	- -

Es wurden im Beispiel insgesamt 4 Teilabschnitte gewählt:

1. Teilabschnitt: 0 - 4 m = 4 m Abschnittslänge
2. Teilabschnitt: 4 - 16 m = 12 m Abschnittslänge
3. Teilabschnitt: 16 - 24 m = 8 m Abschnittslänge
4. Teilabschnitt: 24 - 32 m = 8 m Abschnittslänge

In den Teilabschnitten wurde die Unterteilung jeweils immer zu 1 m gewählt. Ein Teilabschnitt muß mindestens immer bei Einzellasten oder Momenten gesetzt werden.