Momenteneinflussflächen der Platten für Vorspannung

Autor(en): **Yüksel, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **91 (1973)**

Heft 49

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-72072

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Für diesen Fall erhalten wir nach einigen Umformungen und Grenzübergang:

$$(8) \qquad w = \frac{4\,V\,k}{N\,b\,\pi^4\sqrt{1+\lambda^2}}\,\frac{1}{(\alpha^2+\beta^2\lambda^2)}\,\sin\frac{\beta}{2}\cdot$$

$$\cdot\,(a\,\lambda + 2\,y_0)\cdot\cos\cdot\frac{\beta}{2}\,a\,\lambda\cdot\sin\alpha\,x\cdot\sin\beta\,y$$

gültig für $\alpha = \beta\,\lambda$ und $\lambda \neq O$

Für die Schnittkräfte konvergiert die Doppelreihe (7) schlecht. Es wird deshalb für praktische Bedürfnisse nötig sein, das Ergebnis in einfachen Reihen anzugeben. Wir überspringen die umfangreichen Berechnungen, die im Prinzip analog behandelt werden, und geben nur das Resultat Gleichungen (9), (10) und (11), wieder.

Die Transformation kann aber auch direkt, mit Hilfe von Summationsformeln durchgeführt werden. Diese Methode führt schneller zum Ziel.

6. Sonderfall: Quadratplatte mit Diagonalspannglied

Ein Sonderfall, welcher eine geschlossene Lösung erlaubt, stellt die Quadratplatte mit Diagonalspannglied dar. Denn setzt man $y_0 = 0$, $\lambda = 1$ und $a = b$, vereinfacht sich die Gleichung (7) wie folgt:

$$(12) \qquad w = \frac{8\,V\,k\,a^3}{N\,\pi^5\sqrt{2}}\sum\sum\frac{n}{(n^2+m^2)^2\,(n^2-m^2)}\cdot$$

$$\cdot\,\sin\pi(n+m)\cdot\sin\alpha\,x\cdot\sin\beta\,y$$

Diese Gleichung wird Null für alle Werte $m \neq n$. Hingegen wird sie unbestimmt, wenn $m = n$ gesetzt wird. Mit der Regel von *l'Hopital* erhalten wir dann:

$$\lim_{m=n}\left(\frac{\sin\pi(n+m)}{n^2-m^2}\right) = \lim_{m=n}\left(\frac{\pi\cdot\cos\pi(n+m)}{2\,n}\right) = \frac{\pi}{2\,n}$$

somit wird:

$$(13) \qquad w_V = \frac{V\,k\,a^3}{N\,\pi^4\sqrt{2}}\sum_{n=1,2,\ldots}^{\infty}\frac{1}{n^4}\,\sin\alpha\,x\cdot\sin\alpha\,y$$

Dieser Ausdruck kann mittels bekannter Summationsformeln summiert werden.

Wir erhalten mit $k = 4\,f/a^2$

$$(14) \qquad w_V = \frac{V\,f\,a}{N\cdot 3\sqrt{2}}\left[\frac{2}{a^2}\,x\,y - \frac{1}{a^3}\,y(y^2+3\,x^2) + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{a^4}\,x\,y(x^2+y^2)\right] \qquad y \leq x \leq 2\,a$$

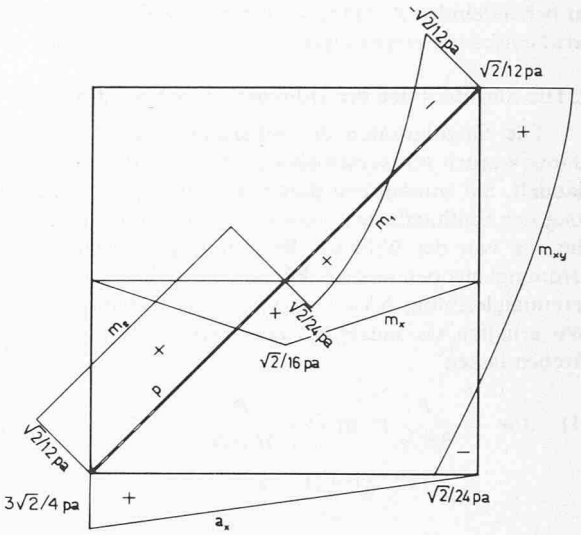


Bild 5. Momente und Auflagerkräfte einer in Diagonalrichtung mit Linenlast p(t/m) belasteten Quadratplatte

Für eine gleichmässige Linienbelastung erhält man analog:

$$w_p = \frac{\sqrt{2}\,p\,a^3}{24\,N} \quad \text{[wie oben]}$$

Die Schnittkräfte sind:

$$(16) \qquad \begin{cases} m_x = m_y = \dfrac{\sqrt{2}}{4}\,(1+\nu)\,p\cdot y\left(1-\dfrac{x}{a}\right) \\[2ex] m_{xy} = \dfrac{\sqrt{2}}{24}\,(1-\nu)\,p\,a\left[2 - 6\,\dfrac{x}{a} + \dfrac{3}{a^2}\,(x^2+y^2)\right] \\[2ex] a_x = \dfrac{\sqrt{2}}{4}\,(3-\nu)\,p\,\dfrac{y}{a} \end{cases}$$

Das Bild 5 zeigt die Schnittkräfte. Interessant ist der lineare Verlauf der Momente in x– bzw. y– Richtung sowie der Auflagerkräfte.

Literatur

[1] *Girkmann, Karl:* Flächentragwerke. Springer-Verlag 1959

[2] *Yüksel, F. u. Basar, Y.:* Einflusslinien der Zwängungsmomente. «Beton- und Stahlbetonbau» 1963, Heft 4

Adresse des Verfassers: *F. Yüksel,* Im Brächli 60, 8053 Zürich.

Momenteneinflussflächen der Platten für Vorspannung

DK 624.04 : 624.073

Von **F. Yüksel,** Zürich

In Anlehnung an die früheren Arbeiten über Einflussflächen, wurde der Begriff Einflussfläche auf die Vorspannung ausgedehnt und für eine Quadratplatte die Einflussfläche berechnet. Im Zusammenhang mit den höheren Singularitäten der biharmonischen Differentialgleichungen der Platte, die hier eine wichtige Rolle spielen, wurde der Lastbegriff erweitert. Diese sind in einer Tabelle anschaulich zusammengestellt.

1. Einführung

In [1] wurden zwei Singularitäten entwickelt, welche den Belastungszustand der vorgespannten Platte im infinitesimalen wiedergeben. Diese Singularitäten – Doppelmoment und Doppelkraft – können nun zur Erzeugung der Einflussflächen bzw. -felder verwendet werden.

Diese Arbeit beschränkt sich auf die Behandlung von Einflussflächen der Momente. Die Einflussfelder der Spannungen der Scheibe werden in einem späteren Aufsatz untersucht. Die Einflussflächen der Momente werden bewusst als «Flächen» bezeichnet, da sie, wie wir sehen werden, Durchbiegungen als einigermassen topographische Höhen darstellen, wohingegen die Einflussfelder der Scheiben mit den magnetischen Feldern zu vergleichen sind. Für das Verständnis der

zu behandelnden Aufgabe sei vorerst allgemein auf die Singularitätentheorie eingegangen.

2. Die Singularitäten der Differentialgleichung der Platte

Die Singularitäten der biharmonischen Differentialgleichung wurden mit verschiedenen mathematischen Mitteln behandelt. Sie wurden erst durch *A. Pucher* [2] für die Behandlung der Einflussflächen herangezogen. Die erste Singularität, die wir von der üblichen Bezeichnung abweichend «nullter Ordnung» nennen werden, können wir aus der Lösung der Differentialgleichung $\Delta\Delta w = p/N$ für eine Kreisplatte gewinnen. Wir erhalten sie, indem wir den Kreisradius gegen unendlich streben lassen

$$(1) \qquad w = \frac{P}{8\pi N} r^2 \ln r = \frac{P}{16\pi N}[(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2] \ln \frac{(x-\xi)^2+(y-\eta)^2}{r_0^2}$$

wobei ξ, η die Koordinaten der Einzellast sind.

Diese Funktion ist somit von der Form der Begrenzung und von der Art der Stützung der Platte unabhängig. Nun ganz formal und ohne Rücksicht auf die Bedeutung, können die höheren Singularitäten durch Ableitung nach den Variablen ξ, η erhalten werden. Es ist aus der Gleichung (1) ersichtlich, dass die Variablen x, y und ξ, η vertauschbar sind. Da wir die Schnittkräfte mit den Ableitungen nach x, y erhalten, werden wir die höheren Singularitäten durch Ableitung nach ξ, η gewinnen.

Die statische Deutung dieser Singularitäten wurde durch *A. Nadai* [3] erstmals dargelegt und später durch *P. Nemenyi* [4] erweitert. Tabelle 1 enthält alle für die Plattenstatik interessanten Singularitäten bis zur 5. Ordnung.

Durch die höheren Singularitäten wird der Lastbegriff verallgemeinert, und dies führt dann auf eine weitgehende Verallgemeinerung des Maxwellschen Satzes. Der Tabelle entnehmen wir, dass die der Vorspannung dual zugeordnete Grösse – das Doppelmoment – eine Singularität 2. Ordnung, oder, was dasselbe bedeutet, eine Last 2. Ordnung darstellt.

3. Die Momenteneinflussflächen

Die im letzten Abschnitt besprochenen Singularitäten können zur Erzeugung der Einflussflächen verwendet werden. Denn aus dem Satz der Gegenseitigkeit der Verschiebungen

$$w = \Big[(x, y;\ \xi, \eta)\Big]_{\xi=\xi_0,\ \eta=\eta_0}^{x=a,\ y=b} = \Big[w\,(x, y;\ \xi, \eta)\Big]_{\xi=a,\ \eta=b}^{x=\xi_0,\ y=\eta_0}$$

folgt

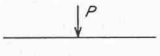
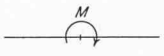
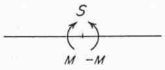
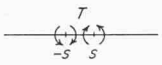
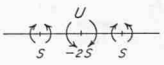
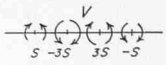
$$\left[\frac{\partial^n w}{\partial x^n}\right] = \left[\frac{\partial^n w}{\partial \xi^n}\right]$$

woraus dann die Darstellung der Einflussflächen eine an der zu untersuchenden Stelle $x = a$, $y = b$ anzubringende, nach x-Richtung orientierte Belastungsart 0., 1., 2. usw. Ordnung gefolgert werden kann. Die Biegefläche infolge einer Belastungsart n–ter Ordnung ist zugleich die Momenteneinflussfläche einer Belastung $(n$–$2)$-ter Ordnung. Die oben angedeutete Verallgemeinerung des Maxwellschen Satzes wird durch die folgende Überlegung erreicht: wenn mit $D_{x\xi}$ irgend eine beliebige nach x und ξ vorgenommene Differentialoperation bezeichnet wird, so gilt:

$$(2) \qquad \Big[D_{x,y,\xi,\eta} \cdot w\Big]_{\xi=\xi_0,\ \eta=\eta_0}^{x=a,\ y=b} = \Big[D_{\xi,\eta,x,y} \cdot w\Big]_{\xi=a,\ \eta=b}^{x=\xi_0,\ y=\eta_0}$$

Im Falle einer symmetrischen Differentialoperation $D_{x,y}$ kann ein Satz der Gegenseitigkeit der Wirkungen gewonnen werden. Während für eine wandernde Einzellast eine Gegen-

Tabelle 1. Plattensingularitäten

Singularität		0. Ordnung	1. Ordnung	2. Ordnung	3. Ordnung	4. Ordnung	5. Ordnung
Belastung							
		w	$\frac{\partial w}{\partial \xi}$	$\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}$	$\frac{\partial^3 w}{\partial \xi^3}$	$\frac{\partial^4 w}{\partial \xi^4}$	$\frac{\partial^5 w}{\partial \xi^5}$
Durchbiegung	w	$\frac{1}{8\pi} r^2 \ln r$	$+\frac{1}{8\pi} r \cos\varphi \cdot (2 \ln r + 1)$	$\frac{1}{8\pi}(2 \ln r + 2\cos^2\varphi + 1)$	$+\frac{1}{4\pi}\frac{1}{r}\cos\varphi \cdot (1 + 2\sin^2\varphi)$	$-\frac{1}{4\pi r^2}(1 + 4\sin^2\varphi - 8\sin^4\varphi)$	$\frac{1}{2\pi r^3}(15 - 40\cos^2\varphi + 24\cos^4\varphi)\cos\varphi$
Drehwinkel: Tangente an Biegungsfläche	$\frac{\partial w}{\partial x}$	$\frac{1}{8\pi} r \cos\varphi \cdot (2 \ln r + 1)$	$\frac{1}{8\pi}(2 \ln r + 2\cos^2\varphi + 1)$	$-\frac{1}{4\pi r}\cos\varphi \cdot (1 + 2\sin^2\varphi)$	$-\frac{1}{4\pi r^2}(1 + 4\sin^2\varphi - 8\sin^4\varphi)$	$\frac{1}{2\pi r^3}(15 - 40\cos^2\varphi + 24\cos^4\varphi)\cos\varphi$	
Moment: Krümmung	$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}$	$\frac{1}{8\pi}(2 \ln r + 2\cos^2\varphi + 1)$	$-\frac{1}{4\pi r}\cos\varphi \cdot (1 + 2\sin^2\varphi)$	$-\frac{1}{4\pi r^2}(1 + 4\sin^2\varphi - 8\sin^4\varphi)$	$\frac{1}{2\pi r^3}(15 - 40\cos^2\varphi + 24\cos^4\varphi)\cos\varphi$	$-\frac{6}{4\pi}\frac{1}{r^4}(1 + 12\sin^2\varphi - 72\sin^4\varphi + 64\sin^6\varphi)$	
Querkraft: Tangente an Krümmungsfläche	$\frac{\partial^3 w}{\partial x^3}$	$-\frac{1}{4\pi r}(1 + 2\sin^2\varphi) \cdot \cos\varphi$	$-\frac{1}{4\pi r^2}(1 + 4\sin^2\varphi - 8\sin^4\varphi)$	$\frac{1}{2\pi r^3}(15 - 40\cos^2\varphi + 24\cos^4\varphi)\cos\varphi$			
Belastung	$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4}$	$-\frac{1}{4\pi r^2}(1 + 4\sin^2\varphi - 8\sin^4\varphi)$	$\frac{1}{2\pi r^3}(15 - 40\cos^2\varphi + 24\cos^4\varphi)\cos\varphi$				
Tangente an Belastungsfläche	$\frac{\partial^5 w}{\partial x^5}$	$+\frac{1}{2\pi r^3}(15 - 40\cos^2\varphi + 24\cos^4\varphi) \cdot \cos\varphi$					

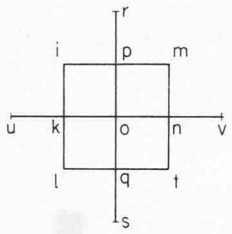


Bild 1. Differenzenstern

Tabelle 2. Einflusswerte für einige Schnitte

von $x = 0$ bis $x = a/10$	$y = 0$	$y = a/30$	$y = a/20$	$y = a/10$	Faktor
Regulärer Anteil	4,95	4,97	4,99	5,00	$1/4\,\pi a$
Singulärer Anteil	10,00	10,80	11,20	10,00	$1/4\,\pi a$
Einflusswert	14,95	15,77	16,19	15,00	$Vf/4\,\pi a$

seitigkeit der Biegemomente nicht gilt, gilt für ein wanderndes Doppelmoment eine Gegenseitigkeitsbeziehung für die Biegemomente (Tabelle 1).

4. Die Momenteneinflussfläche einer Quadratplatte für den Lastfall Vorspannung

Nach den allgemeinen Aussagen und Überlegungen des letzten Abschnittes, die für eine unbegrenzte Platte uneingeschränkte Gültigkeit besitzen, sehen wir nun zu, wie die Einflussfläche einer quadratischen, frei aufliegenden Platte beschaffen ist.

Um die Randbedingungen der Platte befriedigen zu können, werden wir zum singulären Lösungsanteil der Differentialgleichung einen regulären Lösungsanteil überlagern. Da diese Restfunktion über die ganze Platte stetig verläuft, wird die Berechnung nach Differenzenmethode erfolgen, wie dies übrigens ursprünglich von *A. Pucher* zur Berechnung seiner Einflussflächen auch herangezogen wurde.

Die innere Symmetrie der frei aufliegenden Rechteckplatte versetzt uns in die Lage, die Restfunktion direkt zu bestimmen. Wir gehen von der dreizehngliedrigen Differenzengleichung aus (Bild 1):

$$(3)\qquad 20\,w_o - 8\,(w_k + w_p + w_n + w_q) + 2\,(w_i + w_m + w_l + w_t) + w_r + w_s + w_u + w_v = 0$$

Diese Gleichung liefert ein System linearer Gleichungen, deren rechte Seiten nur von den Randbedingungen abhängen, da die angreifende Last im Singulären Anteil steckt. Die Randbedingung für die frei drehbar gelagerten Ränder lauten:

$$(4)\qquad w_{\text{sing}} + w_{\text{reg}} = 0,\quad (m_{rand})_{\text{sing}} + (m_{rand})_{\text{reg}} = 0$$

Mit Hilfe dieser Bedingungen können nun die ausserhalb des Plattenrandes befindliche Durchbiegungspunkte, durch die in der Platte liegenden Punkte ausgedrückt werden. Wir machen vom Satz der Gegenseitigkeit der Wirkungen Gebrauch und berechnen die Momenteneinflussfläche infolge Doppelmomentbelastung als Biegefläche einer Belastungsart 4. Ordnung. Die beiden Funktionen

$$(5)\qquad \begin{cases} w_u = \dfrac{-1}{4\,\pi\,r^2}\,(1 + 4\,\sin^2\varphi - 8\,\sin^4\varphi) \\[2ex] \dfrac{\partial^2 w_u}{\partial x^2} = \dfrac{-3}{2\,\pi\,r^4}\,(1 + 12\,\sin^2\varphi - 72\,\sin^4\varphi + 64\,\sin^6\varphi) \end{cases}$$

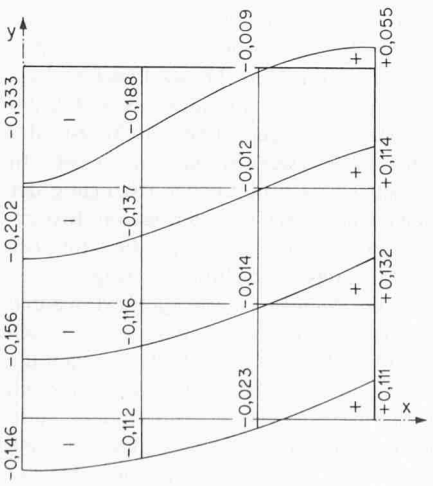
liefern die Randwerte (Bild 2).

Bild 3 zeigt die vollständige Einflussfläche. Zwischen $-a/10$ und $+a/10$ ist die graphische Auswertung sehr ungenau, da in diesem Bereich die Fläche von der x-Achse her ins $+\infty$ und von der y-Achse her ins $-\infty$ strebt. Deshalb werden für einige Schnitte die Einflusswerte angegeben (Tabelle 2). Diese Werte sind nur für Kabel brauchbar, welche in diesem Bereich annäherend konstant verlaufen. Andernfalls bietet die Integration keine Schwierigkeit.

5. Auswertung der Einflussflächen

Für eine vollständige Beschreibung der Momentenverhältnisse im Plattenaufpunkt infolge eines beliebig verlaufenden Spanngliedes, werden für den allgemeinsten Fall 3 Tafeln benötigt, und zwar je eine für die in x, y und xy orientierten Doppelmomente. Die Auswertung der Einflusstafeln muss unter Berücksichtigung der folgenden Beziehung erfolgen (Bild 4):

$$S_\xi = S_x \cos^2\omega + S_y \sin^2\omega + S_{xy} \sin^2\omega$$



Bld 2 (oben). Regulärer Anteil der Einflussfläche

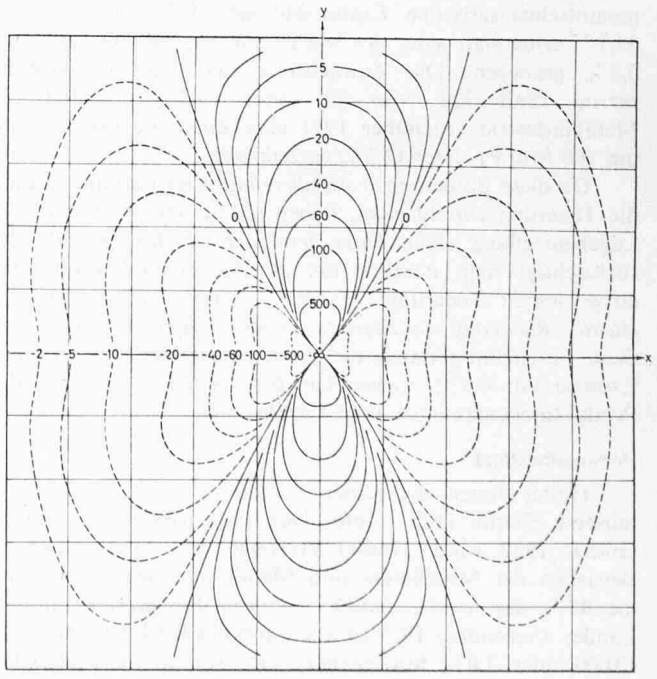


Bild 3 (rechts). Momenteneinflussfläche einer Quadratplatte mit der Seitenlänge a für den Lastfall Vorspannung

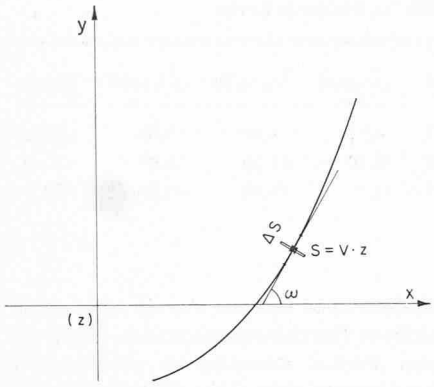


Bild 4. Kabelverlauf im Grundriss

wobei S das Doppelmoment bedeutet. Das gegebene Spannglied wird in kleine Stücke zerlegt gedacht. Für jedes dieser Stücke wird der Winkel bestimmt. und mit den in Einflusstafeln an den entsprechenden Stellen herausgelesenen Einflusswerten multipliziert. Die Summation aller so gerechneten Werte längs des Spanngliedes ergibt dann das Moment im Aufpunkt.

Beispiel: Als Kontrolle der gewonnenen Einflussfläche, berechnen wir das Beispiel einer in der Mitte, parallel zur x-Achse vorgespannten Quadratplatte. Der Verlauf der Kabel sei parabolisch: $z = kx^2 + f$ wobei $k = 4\ f/a^2$ ist.

$$m_x = V \int_0^{a/2} m_x \cdot z\, dx$$

Die Integration des singulären Anteiles liefert:

$$m_x = Vf/\pi\, a$$

Der reguläre Anteil wird mit Hilfe der Simpson-Regel aus Bild 2 berechnet.

$$m_x = 2{,}1\ Vf/4\, a\, \pi$$

Somit ist das Moment: $m_x = 0{,}48\ Vf/a$. Der genaue Wert, welcher aus der Literatur bekannt ist, lautet: $m_x = 0{,}472\ Vf/a$.

Literatur

[1] *Yüksel, F.:* Beitrag zur Vorspannung der Platten durch beliebig verlaufende Spannglieder. «Schweizerische Bauzeitung» *91* (1973), H. 49, S. 1196–1199.

[2] *Pucher, A.:* Die Momenteneinflussfelder rechteckiger Platten. Deutscher Beton-Ausschuss 1938.

[3] *Nadai, A.:* Elastische Platten, Berlin 1925.

[4] *Nemenyi, P.:* Über eine neue Singularitätenmethode für die Elastizitätstheorie, «ZAMM» 1929.

Adresse des Verfassers; *F. Yüksel,* Im Brächli 60, 8053 Zürich

Die schweizerische Maschinen- und Apparate-Industrie im Jahre 1972

Einige Daten aus dem Jahresbericht des **Vereins Schweiz. Maschinen-Industrieller (VSM)**

DK 061.2:621

Produktion und Export

Der *Wert der Jahresproduktion* der schweizerischen Maschinen- und Apparateindustrie kann für 1972 auf *12,5 Mrd Fr.* veranschlagt werden: Der Export von Maschinen und Apparaten, der einen Anteil von rund 75% der Produktion entsprechen dürfte, beziffert sich nämlich auf 9,3 Mrd Fr. Überdies lieferte die Metallindustrie für 1,5 Mrd Fr. Erzeugnisse ins Ausland. Der Exportwert dieser beiden Branchen hatt die 10-Mrd-Grenze erstmals deutlich überschritten.

Der *Anteil der Maschinen- und Apparateausfuhr* am gesamtschweizerischen *Export* hat sich 1972 von 36,5 auf 35,7% ermässigt, jener der Metallindustrie ist von 5,5% auf 5,6% gestiegen. Die Zuwachsrate der Maschinenausfuhr betrug rund 722 Mio Fr. oder 8,4%, während die Metallindustrie gegenüber 1971 eine Zunahme der Exporte um 160 Mio Fr. oder 12,3% verzeichnete.

Da diese Zahlen *nicht preisbereinigt* sind und damit auch die Teuerung einschliessen, haben sie für die wirtschaftliche Lagebeurteilung einen *bloss beschränkten Aussagewert.* Berücksichtigt man nämlich die im Aussenhandelspreisindex ausgewiesene Teuerung von 9,6%, ergibt sich sogar ein *leichter Rückgang des Exports.* Tendenzmässig bestätigt wird diese Feststellung durch die gewichtsmässige Abnahme der Exporte um 0,9%. Gegenüber dem Vorjahr ist auch der Produktionsindex unverändert geblieben.

Personalbestand

Hinter diesen nüchternen Zahlen steht die Arbeit vieler tausend Hände und Köpfe. Der Industriestatistik zufolge fanden 1972 rund 376000 Personen ihr Auskommen in Betrieben der Maschinen- und Metallindustrie; das sind an die 45% der in der *Industrie tätigen Bevölkerung* unseres Landes. Gegenüber 1971 ist allerdings ein Rückgang um über 13000 oder 3,4% festzustellen. Der soeben veröffentlichte Jahresbericht des VSM gibt der Anerkennung für den Einsatz und die Leistung des Personals offen Ausdruck und betont u.a., es sei nicht zu übersehen, *«dass der einzelne Mitarbeiter in viel stärkerem Masse den Erfolg oder Misserfolg eines Unternehmens beeinflusst, als oft angenommen wird. So gesehen sind die neuen Führungsmethoden, die eine volle Entfaltung der Persönlichkeit unter gleichzeitiger Ausweitung des Kompetenzbereiches zum Ziel haben, eine wichtige Voraussetzung, um das Qualitäts- und Kostenbewusstsein zu fördern und zu erhalten».*

Auftragsbestand

Ende 1972 betrug der *Arbeitsvorrat* in der Maschinen- und Apparateindustrie 7,6 Monate gegenüber 8,1 Monaten Ende 1971 und 9,6 Monaten Ende 1970. Dieses Ergebnis liegt im Zehnjahresvergleich um 0,6 Monate unter dem Durchschnittswert von 8,2 Monaten, gegenüber 1970 ist der Arbeitsvorrat sogar um volle zwei Monate niedriger. In dieser Entwicklung spiegelt sich ein deutlicher Rückgang der Nachfrage, der einerseits eine Folge der geringeren Investitionstätigkeit ist, anderseits aber auch auf die mit der Teuerung und den Währungsmassnahmen erfolgte *Verschlechterung der Konkurrenzfähigkeit* zurückgeführt werden muss. Um diese Schwierigkeiten zu überwinden, werden grosse Anstrengungen notwendig sein. Langfristig werden die *Aussichten* allerdings zuversichtlich beurteilt. Technologisch gesehen, behauptet die schweizerische Maschinen- und Apparateindustrie international in manchen Sparten eine führende Stellung, und auch qualitativ zeigt sie sich der Herausforderung der ausländischen Konkurrenz fast ausnahmslos gewachsen.

Absatzmärkte

Wichtigstes Absatzland der schweizerischen Maschinen- und Apparateindustrie war auch 1972 die *Bundesrepublik*