

G. CORADI, Weinbergstrasse 49, ZÜRICH 6

Mathematisch-Mechanisches Institut

Telegramm-Adresse: „CORADIGE ZÜRICH“



DER INTEGRATOR

nach

Professor H. S. HELE SHAW, Liverpool

konstruiert von

G. CORADI, ZÜRICH 6



ZÜRICH, im November 1913.

Integratoren.

Nr. 45. Integrator eigener Konstruktion nach Professor *H. S. Hele Shaw* in Liverpool; zur Bestimmung des Flächeninhalts, des statischen und Trägheitsmoments; letztere beiden bezogen auf eine beliebig zu wählende Axe, durch einmaliges Umfahren der Figur.

Der Integrator ruht, wie der Rollplanimeter und wie der Integrator, auf drei Punkten und lässt sich auf der 35 cm (14") langen Laufwalze in gerader Linie beliebig weit auf dem Plan bewegen. An der Laufwalze sind drei Zylinder aus Zelluloid befestigt, auf welchen, in je einem Rahmen zwischen Rollen gelagert, je eine mattgeschliffene Glaskugel ruht, auf welche die Bewegung der Laufwalze übertragen wird. In dem Rahmen jeder Kugel ist je eine Messrolle mit Zählrad so gelagert, dass sie, die Kugel stets berührend, von letzterer in Umdrehung versetzt wird durch die Fortbewegung des Instruments auf der Laufwalze. Jeder dieser Rahmen mit Glaskugel, Messrolle und Zählrad bildet einen Integrierapparat und ist um eine vertikale Axe drehbar, deren Hülsen in dem zwischen Spitzenlagern auf der Laufwalze ruhenden Gestell des Instruments befestigt sind. Die mittlere Axe bildet zugleich die Drehaxe des Fahrarms, der an der Grundplatte des mittleren Integrierapparats befestigt ist. Die beiden seitlichen Vertikalaxen sind durch feine Verzahnungen so mit der mittleren Axe verbunden, dass die rechtsseitige Axe eine doppelt so grosse, die linksseitige Axe eine dreimal so grosse Winkelbewegung ausführt, als der Fahrarm.

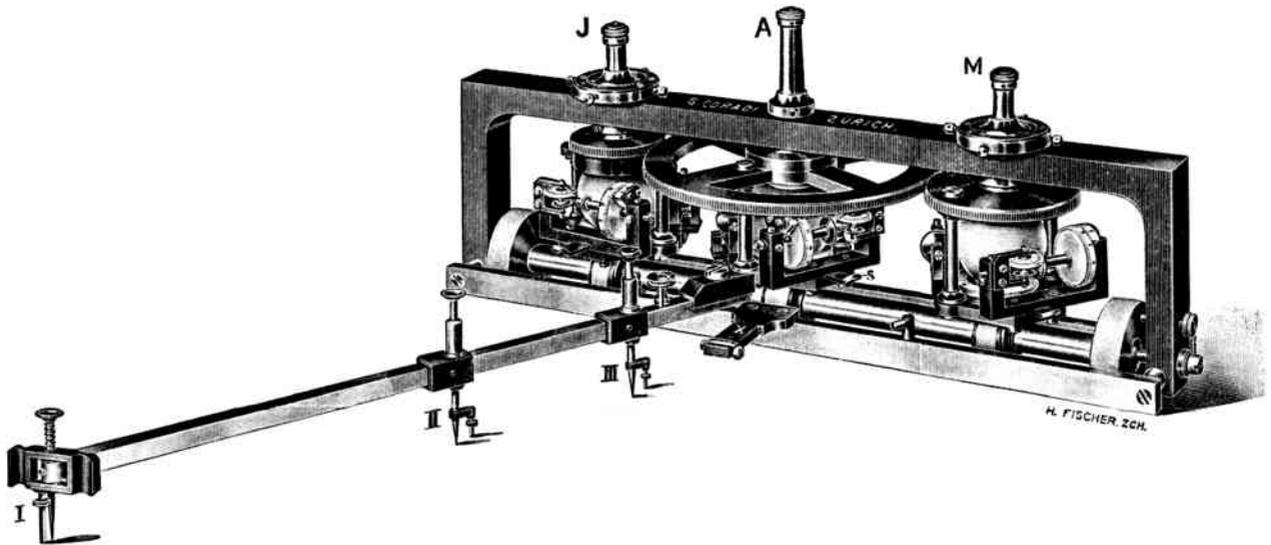
Steht der Fahrarm parallel zur Bewegungsrichtung des ganzen Instruments, also in seiner Normalstellung (auf der X-Axe), so steht die Axe der Messrolle des mittleren Integrierapparats, der die Fläche angibt, sowie diejenige des linksseitigen Integrierapparats, der das Trägheitsmoment liefert, ebenfalls parallel zur X-Richtung; der Rollenrand berührt die Glaskugel im Pol derselben. Wird das ganze Instrument in dieser Stellung in der X-Richtung fortbewegt, so entsteht keine Drehung dieser beiden Messrollen. Die Axe der Messrolle des rechtsseitigen Integrierapparats steht rechtwinklig zur X-Richtung, und ihr Rollenrand berührt die Kugel im grössten Vertikalkreis.

Bildet der Fahrarm mit der X-Richtung den Winkel α , so bildet die Axe der Flächenmessrolle den gleichen Winkel, diejenige der statischen Momentenrolle den Winkel $90^\circ - 2\alpha$ und die Axe der Trägheitsmomentenrolle den Winkel 3α mit der X-Richtung. Der Fahrarm trägt drei Fahrstifte, welche mit den Ziffern I, II, III auf dem Fahrarm bezeichnet sind; der Abstand derselben von der Drehaxe des Fahrarms ist 40 cm, 20 cm und 10 cm oder für englisches Mass 16", 8" und 4". Der äusserste Fahrstift ist fest mit dem Fahrarm verbunden und ruht auf einer federnden Stütze, welche an einem um den Fahrstift drehbaren Griff angebracht ist. Diese Stütze kann in der Höhe so gestellt werden, dass die Fahrstiftspitze knapp über dem Papier schwebt.

Mittelst Fingerdruck auf den Knopf des Fahrstifts kann dessen Spitze behufs Markierung des Anfangspunktes der Umfahrung ins Papier gedrückt werden. Die beiden andern Fahrstifte fallen frei in ihren Hülsen, ruhen in ihrer unteren Stellung ebenfalls auf verstellbaren Stützen und können in ihrer oberen Stellung durch eine kleine Drehung festgehalten werden. Der Fahrarm gestattet eine maximale Winkelbewegung von ca. 45° links und rechts von seiner Normalstellung. Es können also als grösste Figuren Rechtecke von beliebiger Länge, deren Breite je nach dem zur Umfahrung benützten Fahrstift 14 cm, 28 cm und 56 cm (oder in englischem Mass $5\frac{1}{2}$ ", 11", 22") betragen kann, auf einmal umfahren werden. Man wird für kleine Figuren stets den Fahrstift mit dem geringsten Abstand benützen; den Fahrstift mit dem grössten Abstand (Fahrarmlänge) verwendet man für solche Figuren, welche mit einem der beiden andern Stiften nicht auf einmal umfahren werden können.

Der Fahrstab lässt sich in seiner Normalstellung mittelst einer an demselben angebrachten, mit x bezeichneten Stahlschraube fixieren, indem man die Spitze dieser Schraube in das mit x bezeichnete Loch einer Stahlplatte einsteckt, welche am Gestell korrigierbar befestigt ist.

Um nun die X-Axe des Instruments auf die als X-Axe der Figur gewählte Linie einzustellen, setzt man den äussersten Fahrstift des so fixierten Fahrarms auf die X-Linie, fasst das Instrument links und rechts am Gestell hinter der Laufwalze und hebt dasselbe ein wenig in die Höhe, so dass das Übergewicht auf der Fahrstiftseite ist, und dreht das ganze Instrument um die auf der X-Linie stehende Fahrstiftspitze, bis die beiden freifallenden Fahrstiften ebenfalls auf der X-Linie stehen. — Die X-Schraube wird hierauf wieder in die Höhe gezogen; die Umfahrung der Figur beginnt am besten auf der X-Axe (falls dieselbe überhaupt die Figur schneidet) und erfolgt in der Richtung des Uhrzeigers . Vor und nach der Umfahrung wird an den Messrollen abgelesen und die Differenz als Resultat notiert; dasselbe muss dann noch mit den unten verzeichneten Koeffizienten multipliziert werden, um die Fläche und die beiden Momente zu erhalten. Die Messrollen sind aus nicht rostendem Nickelstahl hergestellt; die Teilkreise derselben aus weissem Zelluloid



haben 30 mm Durchmesser, sind in 100 Teile geteilt, mit Nonius versehen, an welchem sich der tausendste Teil einer Umdrehung mit blossen Auge bequem ablesen lässt. Jede Messrolle ist mit Zählrad versehen, das auf weisser Zelluloidscheibe die Umdrehungen der Messrolle bis auf 50 angibt. Die Ablesungen an der Messrolle und am Zählrad geben eine vier- bis fünfstellige Ziffer; die Tausender und Zehntausender werden am Zählrad, die Hunderter und Zehner am Teilkreis und die Einheiten und Teile derselben am Nonius in bekannter Weise, wie beim Planimeter*), abgelesen. Die Koeffizienten, mit welchen die Resultate multipliziert werden müssen, sind für die drei Fahrstiften folgende:

Ist a das Resultat, resp. die Ablesung an der Flächenrolle; m dasjenige an der statischen Momentenrolle und i das Resultat der Trägheitsmomentenrolle; A die Fläche, M das statische und J das Trägheitsmoment, so ist für den Fahrstift I (grösste Fahrarmlänge 40 cm):

$$A = 0,2 a \text{ cm}^2; \quad M = 2 m \text{ cm}^3; \quad J = 8 (10a - 2i) \text{ cm}^4$$

für den mittleren, mit „II“ bezeichneten Fahrstift (Fahrarmlänge 20 cm):

$$A = 0,1 a \text{ cm}^2; \quad M = 0,5 m \text{ cm}^3; \quad J = 10a - 2i \text{ cm}^4$$

für den mit „III“ bezeichneten Fahrstift (kürzeste Fahrarmlänge 10 cm):

$$A = 0,05 a \text{ cm}^2; \quad M = 0,125 m \text{ cm}^3; \quad J = \frac{10}{8} a - \frac{1}{4} i \text{ cm}^4.$$

*) Siehe hierüber nach in meiner Broschüre: „Die Planimeter Coradi“ (deutsch, französisch, englisch und italienisch).

Für englisches Mass sind die Koeffizienten folgende, wobei der englische Zoll als Einheit gilt:
für den Fahrstift „I“ (16“ Fahrarmlänge):

$$A = 0,02 a; M = 0,08 m; J = 8 (0,16 a - 0,05 i);$$

für den Fahrstift „II“ (8“ Fahrarmlänge):

$$A = 0,01 a; M = 0,02 m; J = 0,016 a - 0,05 i;$$

für den Fahrstift „III“ (4“ Fahrarmlänge):

$$A = 0,005 a; M = 0,005 m; J = 0,02 - 0,00625 i.$$



Gegenüber den gebräuchlichen Integratoren besitzt der eben beschriebene neue Integrator **besonders folgende Vorzüge:**

1. Die Messrollen bewegen sich nicht auf dem Plan selbst, sondern auf einer mathematisch genau geschliffenen, matten Glaskugel; ihre Bewegungen werden daher durch Unebenheiten und Falten des Papiers nicht beeinflusst; die Resultate sind daher schon aus diesem Grunde genauer.
2. Es finden gar keine gleitenden, sondern nur rein rollende Bewegungen der Messrolle statt; erstere sind eine Hauptfehlerquelle anderer Integratoren; die Resultate sind daher bei dem neuen Integrator genauer und zuverlässiger.
3. Durch die Winkelbewegung des Fahrarms entstehen keine Bewegungen der Messrollen; der Einstellungsfehler auf dem Anfangspunkt der Umfahrung fällt daher ganz weg.
4. Der Teilungsdurchmesser der Messrollen ist grösser; es kann also genauer und bequemer abgelesen werden.
5. Das Instrument gestattet, beliebig lange Figuren zu umfahren.



Wird das Instrument oder ein einzelner Integrierapparat nicht gebraucht, so soll die Glaskugel durch Vorschieben eines unterhalb derselben befindlichen Zelluloidringes in den oberhalb der Kugel befindlichen Zelluloidring gehoben werden, so dass Messrolle, Kugel und Laufwalze sich nicht mehr berühren.

Preis des Integrators, wie beschrieben, samt Aufbewahrungskasten

Nr. 46. Dasselbe Instrument mit nur zwei Integrierapparaten, entweder für Fläche und statisches Moment oder für Fläche und Trägheitsmoment

Nr. 47. Das gleiche Instrument wie Nr. 45, jedoch mit nur einem Fahrstift auf 20 cm (8“) Abstand und einem frei fallenden Fahrstift auf 10 cm (4“) Abstand