

Die Planimeter aus der mechanischen Werkstätte von G. Coradi in Unterstrass-Zürich

Autor(en): **Stambach, J.J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **11/12 (1888)**

Heft 23

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-14961>

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.

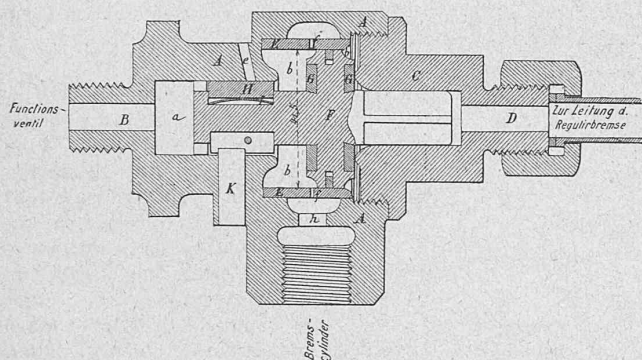
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen 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.

einen eingeschraubten Deckel *C* abgeschlossen, welcher durch die Bohrung *D* die Verbindung mit der Leitung der Regulirbremse ermöglicht. Die Kammer *b* ist mit einem Futter ausgekleidet, in welches ringsherum kleine Löcher *f* eingebohrt sind, welche die Verbindung mit dem Bremscylinder durch die Oeffnung *b* herstellen. In dieser Kammer *b* bewegt sich ein mit einem Metallringe gedichteter Kolben *F*, welcher auf beiden Stirnflächen einen Kautschukring *G* trägt. Dieser Kolben bewirkt, dass der Cylinder der Bremse nie gleich-



zeitig mit den Oeffnungen *B* und *D* in Verbindung stehen kann. In der eingezeichneten Stellung ist die Mündung bei *B* mit dem Bremscylinder in Verbindung, während die Oeffnung *D* durch den erwähnten Kautschukring abgeschlossen ist; das Gegentheil findet am andern Ende des Hubes statt. Die Stange des Kolbens *F* trägt auf der Seite der Oeffnung *B* einen kleinen Schieber *H*, welcher deren Bewegung mitmacht. Wenn der Kolben am Ende seines Hubes auf der Seite der Regulirleitung steht, bedeckt der Schieber die Oeffnung *e*, am andern Ende ist diese Oeffnung frei und steht die Kammer *a* und damit auch die Oeffnung *B* mit der freien Luft in Verbindung. Der vorspringende Stift *K* verhindert die Drehung des Schiebers.

Die Functionsweise dieses Abschlussventils beim Festziehen der einen oder andern Bremse bedarf nach dem Gesagten kaum mehr einer näheren Ausführung. Je nachdem die Druckluft durch das Functionsventil vom Hilfsreservoir oder direct aus der Regulirbremse kömmt, wird der Kolben *F* verschoben werden, wodurch die andere Leitung abgeschlossen und der Zutritt zum Bremscylinder geöffnet wird.

Treten wir auf den oben angeführten weitem Zweck dieses Ventils ein: Es sei die Leitung oder ein Kuppelungsschlauch der automatischen Bremse geplatzt, so wird sich diese mit voller Kraft festziehen. Wenn nunmehr in die Regulirleitung der volle Druck des Hauptreservoirs eingelassen wird, welcher denjenigen in den Hilfsreservoirs um drei Atmosphären übersteigen soll, jedenfalls aber, in Anbetracht der Expansion der Hilfsreservoirluft beim Bremsen, denselben beträchtlich überlegen ist, so wird der Kolben *F* zurückgeschoben. Die Kammer *a* ist gegen *b* zu abgeschlossen und die dem Hilfsreservoir entströmende Luft kann durch die inzwischen abgedeckte Oeffnung *e* in's Freie entweichen. Wenn das Geräusch der ausströmenden Luft aufhört, so ist die automatische Bremse ausser Thätigkeit gesetzt und der Zug kann, nachdem der Führer durch die Regulirbremse die Bremscylinder entleert hat, seine Fahrt fortsetzen, unter beliebiger weiterer Verwendung der ihm noch erhaltenen, allerdings unautomatischen, durchgehenden Bremse.

(Schluss folgt.)

Die Planimeter aus der mechanischen Werkstätte von G. Coradi in Unterstrass-Zürich.

Von Professor J. J. Stambach in Winterthur.

(Fortsetzung und Schluss.)

§ 20. Die Genauigkeit des Planimeters.

Ueber die Genauigkeit der Planimeter werden die verschiedensten Angaben gemacht. Dieselbe wird gewöhn-

lich dadurch geprüft, dass Figuren von regelmässiger Form, gleichseitige Dreiecke, Quadrate oder Kreise vermittelst der Hilfsmittel des Kleinmechanikers in Messingplatten eingegraben und sodann mit dem Planimeter umfahren werden, oder es wird das Planimeter durch das Control-lineal zum Umfahren von Kreisen mit bestimmtem Radius gezwungen.

In beiden Fällen kommen mechanische Hilfsmittel zur Anwendung, von denen man in der Praxis absehen muss. Für uns liegt deshalb die Frage nicht so: Welches ist die unter allen Umständen grösstmögliche Genauigkeit der Planimeter, sondern wir möchten untersuchen, welchen Grad der Genauigkeit wir bei Flächenberechnungen, wie sie in der Praxis, im Vermessungswesen insbesondere vorkommen, erwarten dürfen.

Dabei geben wir zu, dass für die Prüfung der Instrumente, also für den ausführenden Mechaniker und zum Zwecke fortwährender Controle auch in der Hand des Ingenieurs Probefiguren und Controllineale von grossem Werthe sind, aber wir möchten die imaginäre Genauigkeit des auf mechanische Weise geführten Instrumentes ebenso wenig als Gradmesser für die Leistungen desselben in der Praxis aufgefasst wissen, als Messungen, welche mit einem in der Praxis sonst nicht gebräuchlichen Aufwand von Zeit und Dürftelei an Figuren vorgenommen werden, welche speciell zu diesem Zwecke gezeichnet worden sind.

Die Messungen der Praxis werden von einer Reihe von Umständen beeinflusst, welche bei den Untersuchungen der erwähnten Art fast ganz ausser Betracht fallen, von denen wir nur die unregelmässige Begrenzung, die Unsicherheit des Umfahrens, die ungünstige Form der Figuren — grosser Umfang bei kleinem Inhalte — und für die einfachen Polarplanimeter die Beschaffenheit der Zeichnungsfläche erwähnen wollen.

Um eine für die Praxis richtige Anschauung über die Genauigkeit des Planimeters zu erhalten, schien es uns geboten, uns an Beispiele zu halten, welche der Praxis selbst entnommen sind. Wir stellten uns demgemäss die Aufgabe zu untersuchen, wie sich das Planimeter zu andern bekannten Arten von Flächenbestimmungen verhält und in dieser Beziehung namentlich, ob es letztere ersetzen kann. Dabei sind vorzüglich die Flächenbestimmungen zu Catasterzwecken in's Auge gefasst worden.

In den meisten Vermessungsinstructionen ist dem Planimeter nur die Stelle eines Verificationsmittels angewiesen, mit welchem die auf andere Weise — sogar durch Verwandlung — erhaltenen Flächenangaben controlirt werden sollen. Prof. Amsler hat vor 30 Jahren schon die Behauptung aufgestellt, dass für die gewöhnlichen Zwecke der Praxis das Planimeter genügende Genauigkeit gebe. Unseres Wissens ist aber der directe Nachweis für diesen Satz noch nie geleistet und dem Planimeter deshalb auch nicht die ihm gebührende Stellung angewiesen worden.

Um sichere Schlüsse über die Verwendbarkeit des Planimeters in der geodätischen Praxis zu erhalten, oder vielmehr, um den Nachweis für eine Thatsache zu liefern, die für uns längst feststand, haben wir von einem uns als zuverlässig bekannten Angestellten der Catastervermessung Winterthur, aus Plänen, die er selbst gezeichnet und deren Flächenberechnung er besorgt hat, von *Ungefähr, aber in Reihenfolge* 100 Flächenbestimmungen herausgreifen lassen.

Der grössere Theil der Flächen (67) war durch Zerlegung in Dreiecke möglichst genau berechnet worden, der kleinere Theil (33) ergab sich aus den auf dem Felde direct aufgenommenen Originalmassen. Ausserdem sind die Inhalte der Figuren mit dem einfachen Polarplanimeter Nr. 302 aus der Werkstätte Coradi durch *zweimaliges* Umfahren bestimmt worden. Dabei war der Fahrarm so gestellt, dass die Noniuseinheit der Rollenablesung eine Fläche von 10 mm² angab. Das Umfahren der Figuren geschah sorgfältig, aber ohne Peinlichkeit, da von einer Verwendung der Resultate zu einem Kriterium des Planimeters noch nicht die Rede war.

Die gewonnenen Resultate sind in den beigegebenen Figuren zusammengestellt, und zwar in Fig. 1 für die durch Zerlegung in Dreiecke berechneten Flächen, in Fig. 2 für diejenigen, bei welchen die Berechnung aus den Masszahlen möglich war.

essante Resultat, dass sich die Abweichungen der aus Originalmassen berechneten Flächen nicht günstiger stellen.

Diese Thatsache führte mich zu der Untersuchung, den Fehler einer mit gewöhnlicher Sorgfalt hergestellten Zeichnung mit dem des Planimeters zu vergleichen. Dabei

sind die gezeichneten Flächen als Quadrate gedacht und der Zeichnungsfehler in jeder Quadratseite zu $\frac{1}{10} \text{ mm}$ angenommen worden. Bezeichnen wir die Flächen der Quadrate mit F , deren Seite mit s , die Abweichungen mit ΔF und Δs , so ist bekanntlich, $F = s^2$ gesetzt:

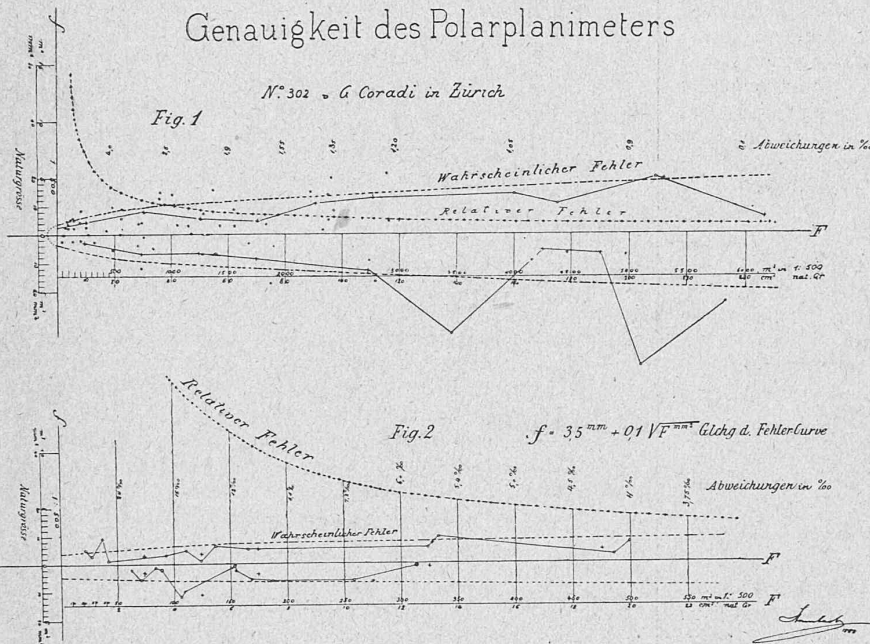
$$\Delta F = 2s \cdot \Delta s.$$

In der folgenden Zusammenstellung sind unter dieser Voraussetzung die relativen Fehler der Zeichnung und des Planimeters zusammengestellt und in einer weiteren Columnne die zulässigen Abweichungen angegeben, welche die Vermessungsinstruction der Concordatscantone bei einer Doppelberechnung der Flächen nach zwei verschiedenen Methoden gestattet. Der relative Fehler des Planimeters ist aus der Tafel entnommen, entspricht demnach der Formel:

$$f = 3,5 \text{ mm}^2 + 0,1 \sqrt{F}$$

und um die Vergleichung mit allen beliebigen Massstäben möglich zu machen, sind die Masse in natürlicher Grösse zu verstehen.

Genauigkeit des Polarplanimeters



Es hat sich bei der Untersuchung herausgestellt, dass die Zahl der Beobachtungen namentlich für die grösseren Flächen etwas gering ist. Es schien mir indessen doch nicht rätlich, neue Elemente in dieselbe aufzunehmen, da dieselben möglicherweise nicht mit derselben Unbefangenheit, wie die vorhandenen, ausgewählt worden wären, und ich jeden Zweifel darüber ausschliessen wollte. Aber auch bei dem verhältnissmässig unvollständigen Material zeigt ein Blick auf die Figuren, namentlich auf den oberen Ast der Fehlercurve in Fig. 1, dass sich trotzdem auf der gegebenen Grundlage werthvolle, ziemlich sichere Schlüsse ziehen lassen.

Um eine Vergleichung für sämtliche Zeichnungsmassstäbe möglich zu machen, sind die Flächen und Abweichungen nicht nur bezüglich des Massstabes der zu Grunde gelegten Zeichnung, sondern auch für natürliche Grösse angegeben. Wie die aus den Masszahlen erhaltenen, so sind auch die durch Zerlegung in Dreiecke berechneten Flächen als richtig angenommen und als Abscissen aufgetragen worden. Die Abweichungen sind als Ordinaten in vergrössertem Masstabe aufgetragen. Sodann wurden für Intervalle von je 20 cm^2 natürlicher Grösse die Schwerpunkte der Abweichungen bestimmt (dieselben sind in Fig. 1 durch Kreuzchen bezeichnet) und sodann die Schwerlinie der Abweichungen eingetragen.

Bei dem obern Ast von Fig. 1 fällt für diese Schwerlinie die Anlehnung an die Parabelform sofort in die Augen, für den untern Ast bis zu den Flächen von 110 cm^2 ebenfalls. Für dessen Fortsetzung ist das Material zu unvollständig.

Auf Grundlage dieser Schwerlinien wurde zuerst eine continuirliche Fehlercurve nach Schätzung eingezeichnet und aus derselben endlich die definitive Fehlercurve und deren Gleichung für natürliche Grösse

$$f = 3,5 \text{ mm}^2 + 0,1 \sqrt{F}$$

in welcher f den wahrscheinlichen Fehler, F die Fläche, beide in mm^2 bezeichnet, abgeleitet.

Dieselbe Fehlercurve ist in Fig. 2 eingezeichnet und in beiden Figuren sodann die Curve des relativen Fehlers abgeleitet worden.

Die Vergleichung von Fig. 1 und 2 ergibt das inter-

Fläche cm^2	Seite cm	$2s \Delta s$ cm	Relativer Fehler in ‰		
			Zeichnung	Planimeter	Concordat
2	1,41	0,028	14,0	24,0	
4	2,00	0,040	10,0	16,0	bis
6	2,45	0,049	8,2	12,0	↓
8	2,83	0,057	7,11	8,8	
10	3,16	0,063	6,30	7,2	10
12	3,47	0,069	5,75	6,0	
14	3,74	0,075	5,37	5,4	
16	4,00	0,080	* 5,00	* 5,0	bis
18	4,25	0,085	4,73	4,5	↓
20	4,47	0,089	4,4	4,0	
40	6,33	0,127	3,2	2,5	5
60	7,75	0,155	2,6	1,9	bis
80	8,95	0,179	2,2	1,55	↓
100	10,00	0,200	2,0	1,35	4
120	10,95	0,219	1,8	1,20	bis
140	11,82	0,236	1,7		
160	12,65	0,253	1,6	1,05	↓
180	13,42	0,268	1,5		
200	14,15	0,283	1,4	0,9	3,2
220	14,85	0,297	1,35		
240	15,50	0,310	1,3	0,8	

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich der interessante Schluss, dass die Genauigkeit eines guten Planimeters für die verwendete Fahrarmlänge von rund 18 cm für Flächen von 16 cm^2 an so gross, ja noch grösser angenommen werden darf, als die einer sorgfältig ausgeführten Zeichnung und dass deshalb das Planimeter auch jeder andern Art der Flächenermittlung innerhalb der angegebenen Grenze vorzuziehen ist.

Kleine Flächen ergeben laut Tabelle grössere relative Fehler für das Planimeter als die Zeichnung. Dieser Umstand ist indessen der grossen Constanten $3,5 \text{ mm}^2$ in unserer Fehlerformel zuzuschreiben, deren Vorhandensein auf die grosse Fahrarmlänge und die dadurch bedingte Unempfindlichkeit der Rollenabwicklung zurückzuführen ist. In demselben Masse wie der Fahrarm verkürzt wird, wächst die Empfindlichkeit der Ablesung und damit die Genauigkeit, indem gleichzeitig eine Reduction der Fehlerconstanten auf

einen kleinern Betrag stattfindet. *Kleine Flächen sollten deshalb stets mit kurzem Fahrarm berechnet werden.*

Flächen von wenigen mm^2 wird ein Polarplanimeter indessen auch bei der kleinsten zulässigen Fahrarmlänge nicht mit derselben Genauigkeit geben, als sie gezeichnet werden können. Es möge deshalb noch angeführt werden, dass ich mit dem Kugelplanimeter Nr. 368 von Coradi bei einem Werth der Noniuseinheit von $0,4 \text{ mm}^2$ in einer Fehlergleichung von der angegebenen Form für zweimaliges Umfahren die Constante zu $0,2 \text{ mm}^2$ ermittelt habe. Die Untersuchungen über das Kugelplanimeter sind aber nicht so weit gediehen, dass sie sich zur Veröffentlichung eignen würden. Ich führe deshalb lediglich diese Zahl an, um zu zeigen, dass sich das Kugelplanimeter auch zur Berechnung kleiner Flächen eignet.

Ueber die Genauigkeit Coradi'scher Scheiben- und Kugelplanimeter hat Prof. Lorber umfassende Versuche angestellt, auf die ich an dieser Stelle verweise. Ebenso sei, um den meiner Arbeit zubemessenen Raum nicht zu überschreiten, die Bemerkung gestattet, dass Herr Coradi seinen Instrumenten eine von ihm selbst verfasste „Practische Anleitung zum Gebrauch und zur gründlichen Prüfung des Planimeters“ beigibt, an der ich wenig hinzuzufügen und noch weniger auszusetzen vermöchte.

Miscellanea.

Schweizerischer Verein von Dampfkessel-Besitzern. Auf S. 101 d. Bl. haben wir aus dem für 1887 erschienenen neunzehnten Jahresbericht einen interessanten Artikel des Vereinsingenieurs, Herrn J. A. Strupler, über den Handel mit alten Kesseln wiedergegeben; es erübrigt uns noch einige Angaben aus der Vereinsstatistik für das Jahr 1887 nachzutragen. Wie Eingangs des betreffenden Abschnittes erwähnt wird, ist die von Herrn Strupler vorausgesehene Grenze der Wirksamkeit des Vereins bezüglich der Anzahl der Revisionsobjecte anscheinend insofern erreicht, als die Zahl der neu eintretenden Kessel diejenige der zur Abmeldung gekommenen kaum mehr zu decken vermag. Allerdings ist für 1887 noch ein Zuwachs von 104 Mitgliedern mit 157 Kesseln zu verzeichnen, zu Anfang des laufenden Betriebsjahres macht sich jedoch ein unverkennbarer Stillstand geltend; beim Jahreswechsel stand einer Vermehrung von 81 ein Abgang von 79 gegenüber, während die entsprechenden Zahlen im Vorjahre noch 127 gegen 66 waren. Der geringere Zuwachs lässt sich ohne Weiteres aus der Thatsache erklären, dass die Anzahl der im Vereinsgebiete überhaupt vorhandenen noch nicht aufgenommenen Kessel auf ein Minimum gesunken ist; bezüglich des Abganges gibt folgende Zusammenstellung der letzten fünf Jahre lehrreichen Aufschluss.

	Gesamtzahl der Vereinskessel:	abgemeldete Kessel:	bei Mitgliedern:
Anfang 1884	2012	22	22
„ 1885	2146	45	29
„ 1886	2328	51	36
„ 1887	2476	66	34
„ 1888	2574	79	40

Einer Zunahme der Gesamtzahl um ca. 25% steht also ein mehr als verdreifachter Abgang gegenüber. In den weitaus meisten Fällen ist Aufgabe oder Reduction des Geschäftes als Ursache der Abmeldung angegeben und der Berichterstatter erblickt in diesen Zahlen Alles eher als ein Aufblühen der heimischen Industrie. Der dermalige Bestand des Vereins ergibt sich nach dem Bericht wie folgt:

Bestand am 31. December 1886:	1503 Mitglieder mit 2415 Kesseln
Vermehrung im Jahre 1887:	104 „ „ 157 „
Bestand pro 31. December 1887:	1607 „ mit 2572 Kesseln.
Hierzu kommen noch:	
Ueberschuss der pro 1888 Eintretenden	
über die Abgänge:	18 Mitglieder mit 2 Kesseln

Mithin Bestand Anfang 1888: 1625 Mitglieder mit 2574 Kesseln.

Ausserdem waren noch 123 Dampf- und andere Apparate der Controle unterstellt, so dass sich die Gesamtzahl der Objecte pro Anfang 1888 auf 2697 Stück beläuft. Von den Kesseln gehörten 2464 dem Gebiet der Schweiz an, 108 fallen auf Vorarlberg und Lichtenstein. In Bezug auf die Verwendung in den verschiedenen Zweigen der Industrie ergibt sich folgende Vertheilung der in der Schweiz befindlichen Kessel:

I. Industrielle Etablissements.		Uebertrag	1968 Kessel
A. Textilindustrie	947 Kessel	II. Industrie der Bau-	
B. Leder-, Cautschuk-, Stroh- etc. Bear-		materialien, Thon-,	
beitung	79 "	Geschirr- u. Glas-	
C. Nahrungs- und Ge-		waren-Industrie	79 "
nussmittel	317 "	I. Versch. Industrien	60 "
D. Chemische In-		II. Verkehrsanstalten	125 "
dustrien	138 "	(worunter 116	
E. Papier-Industrie und		Dampfböckessel)	
polygraphische Ge-		III. Andere Etablisse-	
werbe	96 "	ments wie öffent-	
F. Holz-Industrie	156 "	liche und Privat-	
G. Metall-Industrie	235 "	gebäude, Gast-	
		höfe, Kur- und	
		Badanstalten,	
		Wasserwerke etc.	232 "
		Zusammen	2464 Kessel
Uebertrag 1968 Kessel			
Ihrem Erzeugungsort nach stammen:			
Aus der Schweiz		1813 Kessel	
" Deutschland		417	"
" Frankreich		107	"
" England		48	"
" Italien		4	"
" Belgien		5	"
" Oesterreich		4	"
Unbekannten Ursprungs sind		66	"
		Zusammen 2464 Kessel.	

Auf den übrigen reichen Inhalt des vortrefflichen Berichtes können wir hier nicht weiter eintreten; wir erwähnen nur noch, dass die Bestrebungen des Vereinsvorstandes, *einheitliche* Vorschriften über den Bau und Betrieb von Dampfkesseln für alle Cantone herbeizuführen, insofern ihrem Ziele näher gerückt sind, als eine vom eidgenössischen Fabrikinspectorat vorgeschlagene allgemeine Verordnung den Cantonsregierungen mitgeteilt und bereits von einigen acceptirt worden ist.

Tragfähigkeit theilweise belasteter Steinplatten. Der Widerstand von Steinplatten, welche nur auf einem Theil ihrer Oberfläche belastet werden, ist durch neuere Versuche von L. Durand-Claye, dem Vorstand der Versuchsanstalt der Ecole des ponts et chaussées in Paris bestimmt worden. Als Probestücke wurden theils Würfel von 10 cm Seitenlänge, theils Cylinder von derselben Höhe und gleichem Durchmesser verwendet. Die Stücke wurden zwischen Gusseisenblöcke gespannt, von welchen der untere eine grössere Fläche als das Probestück, der obere dagegen nur eine solche von 2,6—6,4 cm^2 besass. Wenn auch wegen zu geringer Anzahl der Versuche ein allgemeines Gesetz für die Tragfähigkeit derart belasteter Platten nicht festzustellen war, so ergab sich doch aus denselben eine ziemlich einfache Relation zwischen dieser partiellen Tragfähigkeit und der Bruchfestigkeit bei gleichmässig über die ganze Steinfläche vertheiltem Druck, die durch die Formel $P = T \cdot A \cdot a$ ausgedrückt wird. Es bedeutet hierin P den zulässigen Druck für ein Quadrat von der Seitenlänge a mitten auf dem Stein gelegen, wenn die Seite des ganzen Steines gleich A ist und die Bruchfestigkeit des Steinmaterials mit T bezeichnet wird. Die Ergebnisse dieser Formel sollen nicht mehr als 10% von den durch wirkliche Versuche ermittelten Werthen abweichen. Es sind übrigens bis jetzt nur Versuche mit weicheeren Steinarten und mit Cementprobekörpern gemacht worden.

Querschwellenoberbau aus alten Bahnschienen. Ueber ein jedenfalls sehr beachtenswerthes neues Oberbausystem von Bahnmeister Schmidt in Zimmersrode finden wir eine kurze Notiz im Märzheft der Zeitschrift für Local- und Strassenbahnwesen von Hostmann. Es werden bei diesem System anstatt der gewöhnlichen eisernen oder Holz-Querschwellen alte, abgenutzte Fahrschienen zur Bildung der Querschwellen verwendet. Nach Zerschneidung der alten Schienen in Längen von 2,3—2,5 m wird die Schwelle aus zwei mit den Köpfen gegen einander gekehrten und flach gelegten derartigen Schienenstücken zusammengesetzt. Die Fahrschiene wird auf Unterlagplatten gelagert, für welche durch theilweises Weghebeln von Kopf und Fuss der Querschwellen eine ebene Auflagerfläche geschaffen wird. Die Befestigung der Fahrschiene geschieht durch Klemmplatten und Schrauben. Die Klemmplatten sind dabei so gestaltet, dass der Schienenfuss nur diese, nie aber den Schraubenbolzen berühren kann, wodurch das Einfressen in den Schraubenbolzen sicher verhütet wird. Die Spurerweiterungen in den Curven werden durch verschieden geformte Klemmplatten er-