

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Band: 7/8 (1886)
Heft: 3

Artikel: Die Telephonie auf weite Distanzen
Autor: Wietlisbach, V.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-13656>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Diese kurze Periode ist dann auch ein Präservativ gegen Vergessen des Gelernten zum Nachtheile für die späteren Studien. In dieser Hinsicht glauben wir übrigens beobachtet zu haben, dass im Allgemeinen von dem, was an der Cantonsschule gelernt wurde, mehr in Fleisch und Blut übergang und besser im Gedächtniss erhalten blieb, als die späteren Hochschultheorien; sodann darf von dem Privatstudium der Lehrlinge auch etwas erhofft werden und endlich wollen wir nicht ausser Acht lassen, dass wenn das Vergessen im Alter von kaum 20 Jahren so rasche Fortschritte machte, es mit allem Selbst- und Weiterstudium nach der Schule böss bestellt wäre, während wir doch Alle zugeben, dass die Schule uns eigentlich nur die Schlüssel zur grossen Weltbibliothek, nicht aber deren Weisheit in die Hand legt.

IV. Die practische Lehrzeit soll in einer mittelgrossen mechanischen Werkstätte erfolgen und nur dann in einer grösseren, wenn dem Lehrlinge specielle Aufmerksamkeit geschenkt werden kann. Ist dies nicht der Fall, so wird im Lehrling der Handwerker, nicht aber der Leiter ausgebildet. Die Stellung, Rechte und Pflichten des Lehrlings sollen diejenigen des gewöhnlichen Arbeiters sein.

Nutzlos, nicht selten schädlich, ist das blosses Herumflaniren des Volontairs von einem Arbeitssaal zum anderen; einen verschwindend kleinen Nutzen erblicken wir darum auch in dem bisweiligen Besuche von Werkstätten seitens der Polytechniker in Gruppen von 100 und mehr Theilnehmern mit nur einem oder zwei Begleitern.

Wir denken nun freilich noch an eine andere Lehrzeit, zwar auch practische, aber in ganz anderem Geiste, als die bis jetzt behandelte; und diese verlegen wir *nach* Absolvirung der Studien und ohne jedes Obligatorium.

Wir empfehlen sie Jedem, dessen Geldbeutel es erlaubt. Es werden ihrer Wenige sein; wer es aber ermöglichen kann, der gehe nach der Schule auf Reisen und schaue sich von Arbeiten, Werkstätten und Einrichtungen jeder Art an, was ihm zugänglich ist.

Die Früchte dieser Lehrzeit werden nicht ausbleiben. Solche Leute sind berufen, schon frühzeitig als Leiter grosser Unternehmungen hervorragende Dienste zu leisten, während die weniger Bemittelten durch lange Jahre und nur durch besondere Gunst der Umstände und durch Dienste in verschiedenen Stellungen zu dieser Stufe gelangen.

Alle diese Bestrebungen zielen nun wol doch dahin, dem Leben tüchtige Fachleute, aber auch Männer zu geben; Männer, die des Landes Wohl fördern, indem sie Hunderten und Tausenden Brod und Verdienst verschaffen und in Folge ihres Vorbildes und Einflusses zu guten Staatsbürgern herabilden. Ist es da wol angezeigt, diese Berufenen ihr halbes Leben hindurch als Schulknaben zu behandeln? Ueber dieses Capitel lesen wir im Protocoll der Generalversammlung der Gesellschaft vom 3. September 1876:

„Für den *Studienzwang* wird geltend gemacht: der ganze Lehrgang des Polytechnikums erfordere, um erspriesslich zu sein, einen lückenlosen Aufbau und gestatte, der Natur des Unterrichtsstoffes gemäss, keine Studienfreiheit. Auch werde der Studienzwang gefordert durch die moralische Verpflichtung, welche die Anstalt den Eltern gegenüber übernehme.“

In unseren Augen ist diese Erklärung ebenso wahrheitswidrig als heuchlerisch.

Aus eigener Anschauung müssen wir constatiren, dass der Schulzwang am eidgenössischen Polytechnikum nicht vermocht hat einzelne Schüler, selbst während der Studienzeit, vor geistigem und physischem Schiffbruch zu bewahren.

Wir vermögen nicht zu erkennen, dass jene Schüler, die drei und vier Jahre schön brav auf denselben Schulbänken gesessen, im practischen Leben Grösseres geleistet, als solche, welche ihre Studien nach freier Wahl zum Theil hier, zum Theil dort vollendeten; aber wir behaupten unverblümt, dass aus dem schweizerischen Polytechnikum ein verhältnissmässig kleiner Procentsatz von Männern hervorgegangen, welche thatkräftig und schneidig in's öffentliche

Leben eingreifen zur Hebung des Standes und zum Wohle des Volkes.

Die grösste Schuld hieran schreiben wir dem Schulzwang zu und wenn es der Gesellschaft ehemaliger Polytechniker aufrichtig um eine gute Heranbildung von Technikern zu thun ist, dann soll sie nicht nur auf eine practische Lehrzeit der Maschineningenieure, sondern auch auf die *Beseitigung des Studienzwanges* dringen und damit beweisen, dass sie endlich die Wahrheit jener classischen Worte einsehend, die schon 1879 der Präsident des schweizerischen Schulrathes in seinem Berichte an den Bundesrath niederlegte:

„Es gilt Einer, was er leistet und wie er zu dieser Leistungsfähigkeit gekommen ist, bleibt secundäre Frage. Der Mann, sein Talent, seine Kraft und Freithätigkeit gilt mehr als die Methode der Erwerbung.“

Bünzen, März 1886.

R. Abt.

Die Telephonie auf weite Distanzen.

Von Dr. V. Wiellisch in Bern.

Das Telephon wird immer mehr als nützlich Verkehrrmittel beachtet und geschätzt, und seine Verbreitung wächst entsprechend von Jahr zu Jahr. Gerade in der Schweiz hat es eine Ausdehnung gewonnen, wie kaum in irgend einem anderen Lande. Nachdem nun die wichtigeren Orte mit Telephonnetzen versehen sind, geht man daran, diese unter einander zu verbinden. Die Schweiz zählt gegenwärtig im Ganzen 46 Telephonnetze mit 5500 Sprechstellen. Die meisten derselben sind schon mit anderen Netzen verbunden; die Länge der 45 Verbindungslinien beträgt 700 km; an die Centralstation in Zürich sind 13 Netze mit 1450 Sprechstellen, an diejenige in Genf 9 Netze mit 2000 Sprechstellen angeschlossen; mehrere Projecte sind noch in Vorbereitung. Die Technik hat gegenwärtig keine Schwierigkeiten, solche Verbindungen auszuführen, es fragt sich blos, ob sie vom finanziellen Standpunkte aus gerechtfertigt seien.

Bis vor Kurzem bestanden allerdings noch wichtige technische Hindernisse; diese sind aber durch die neuesten Untersuchungen von *Hughes* vollständig aus dem Wege geräumt. Da diese Untersuchungen nicht nur für das Fernsprechen, sondern für die gesammte Electrotechnik, namentlich auch für die Uebertragung von electricischer Energie zum Zwecke der Beleuchtung oder Kraftübertragung hochwichtig sind, erlaube ich mir, dieselben hier speciell hervorzuheben. In seinen Mittheilungen in der „*Society of Telegraph Engineers and Electricians*“ am 28. Januar und in der „*Royal Society*“ am 27. Mai dieses Jahres hat *Hughes* gezeigt, dass der electricische Widerstand und das Selbstpotential eines gerade gestreckten Drahtes nicht dieselben Werthe haben für einen constanten Strom und für einen variablen Strom; im Allgemeinen ist für den variablen Strom der Widerstand grösser und das Selbstpotential kleiner. Dieses Ergebniss wurde vielfach angezweifelt, besonders vom theoretischen Standpunkte aus, obgleich *Maxwell* dasselbe Resultat aus seiner Theorie schon vor zehn Jahren hergeleitet hat. *Lord Rayleigh* hat es unternommen, die den Versuchen von *Hughes* entsprechenden Formeln aus den Entwicklungen von *Maxwell* herzustellen, so dass man im Stande ist, Theorie und Praxis direct mit einander zu vergleichen. (*Philosophical Magazine* May 1886.)

Diese merkwürdige Eigenschaft liegt darin begründet, dass man bei schnell wechselnden electricischen Stromimpulsen nicht mehr voraussetzen darf, es sei die Stromdichtigkeit in allen Punkten eines Drahtquerschnittes dieselbe, sondern es wird in Folge der Einwirkung der einzelnen Stromfäden auf einander die Electricität nach Aussen gedrängt; ähnlich ist die Dichtigkeit des Wassers, welches durch eine Röhre fliesst, an den Wänden der leteren am grössten.

Diese Concentration der electricischen Stromfäden an den äusseren Wänden des leitenden Drahtes wird um so grösser, je schneller der Stromwechsel stattfindet, und hat natürlich eine ganz verschiedene Wirkung je nach der Grösse und der Form des Querschnittes. *Lord Rayleigh*

hat gezeigt, dass für cylindrische Drähte diese Aenderung annäherungsweise dem Quadrate der Anzahl der Stromwechsel per Secunde und der vierten Potenz des Durchmessers des Drahtes proportional sei. Ausserdem ist sie noch proportional der Magnetisirungsconstante, welche für Kupfer gleich 1 und für Eisen circa gleich 300 zu setzen ist. Die Schwingungen, welche beim Sprechen auf das Telephon wirken, haben eine Dauer von etwa $1/200$ bis $1/800$ Secunden. Für solche Geschwindigkeiten ist im *Kupfer* die Stromvertheilung noch der Art, dass für die Querschnitte, welche bei den Telephonleitungen verwendet werden, nur eine ganz unbedeutende Abweichung von dem Ohm'schen Gesetze stattfindet. Dagegen wird die Zunahme des Widerstandes sehr fühlbar, wenn es sich um Durchmesser von über 1 *cm* handelt, wie sie für die electriche Beleuchtung und Kraftübertragung nothwendig sind. Beim *Eisen* dagegen ist diese Aenderung schon für dünne Drähte sehr merkbar. Bei einem Durchmesser von 1 *mm* vergrössert sich der Widerstand bei tausend Schwingungen etwa um $1/5$; bei einem Durchmesser von 2 *mm* verdoppelt er sich bei derselben Zahl von Schwingungen; bei einem Durchmesser von 4 *mm* dagegen, welcher wol am häufigsten in der Praxis vorkommt, verdoppelt sich der Widerstand schon bei 200 Schwingungen per Secunde und kann bei 1000 Schwingungen je nach dem Werthe der Magnetisirungsconstante das 10 bis 20fache seines Werthes für constante Ströme erlangen. Der Widerstand nimmt mit wachsender Schwingungszahl bis in's Unendliche zu, während die Selbstinduction sich demjenigen Werthe nähert, welche sie für unmagnetische Körper hat, so dass also Kupfer- und Eisendrähte für sehr rasche Stromwechsel die gleiche Induction zeigen, die Eisendrähte aber einen rasch zunehmenden Widerstand besitzen. Man kann allerdings durch specielle Formen des Querschnittes der Vergrösserung des Widerstandes entgegenwirken. Bei den Telegraphen- und Telephonleitungen ist man aber aus mechanischen Rücksichten an den kreisförmigen Querschnitt gebunden.

Es ist nun die Vergrösserung des Widerstandes an und für sich eine unangenehme Sache, sie wird aber für die Telephonie auf weite Distanzen deshalb noch besonders verhängnissvoll, weil sie nicht alle Töne in gleicher Weise trifft. Die tiefen Töne mit einer kleinen Schwingungszahl finden einen viel kleineren Widerstand in der Leitung als die hohen Töne mit einer grossen Schwingungszahl. Bei einem Eisendraht von 4 *mm* Durchmesser z. B. wird der Ton *g* mit circa 200 Schwingungen den Ohm'schen Widerstand der Leitung verdoppelt, die Octave dieses Tones aber, *g'* mit 400 Schwingungen, denselben vervierfacht oder versechsfacht finden. In Folge dessen werden natürlich auch die Stromwellen ungleich geschwächt, die tiefen Töne treten relativ viel zu stark hervor, wodurch die Klangfarbe der Stimme durchaus verändert wird. Dieser Grund allein genügt, das Fernsprechen auf langen Eisendrähten ganz unmöglich zu machen. Ich machte Versuche auf einem Telegraphendraht von 4 *mm* Durchmesser zwischen Bern und Genf. Die Leitung war 160 *km* lang. Mit den verschiedenartigsten Apparaten drang die Stimme sehr laut durch, aber sie zeigte sich ganz entstellt. Trotz der Stärke des Tones waren die Worte doch nur schwer verständlich, und besonders die Consonanten wurden fast gar nicht wiedergegeben, eben weil zu ihrer Erzeugung Wellen mit hohen Schwingungszahlen verwendet werden. Der Umstand, dass die Sprache sehr laut wiedergegeben wird, hat jedenfalls viel zu den unrichtigen Zeitungsnachrichten geführt, wonach telephonische Uebertragungen auf sehr langen Linien mit Eisendrähten, z. B. zwischen Paris und Bruxelles, sollen mit gutem Erfolge ausgeführt worden sein. Man hat gewöhnlich den Eindruck, es fehle etwas an den Apparaten und hofft den Mangel durch bessere Instrumente beseitigen zu können. Umsonst, denn der Mangel steckt nicht in dem Instrumente, sondern in der Leitung. Es sind daher die aus Eisendrähten gebauten Linien der bestehenden Telegraphennetze ungeeignet für die telephonische Uebertragung auf weite Distanzen, und die Bestrebungen, dieselben durch irgend eine Methode

(Rysselberghe¹⁾, Maiche) der Telephonie zugänglich zu machen, werden wie bisher bei „gelungenen“ Experimenten stehen bleiben.

Wenn es sich also darum handelt, eine lange Leitung für das Fernsprechen zu bauen, so muss dieselbe aus *Kupfer* hergestellt werden.

Mit Kupferdrähten kann man auch durch die gewöhnlichen Telephonapparate auf Entfernungen von 2000, wahrscheinlich auch 3000 *km* leicht sprechen, wenn die Isolirung nach jeder Beziehung vollkommen ist und die Störungen der atmosphärischen Electricität sich nicht zu stark geltend machen. Auf dem für Telegraphenzwecke gebauten Compoundkupferdraht zwischen New-York und Chicago mit einer Länge von 1750 *km* wurden in den letzten Jahren wiederholt immer mit gleich gutem Erfolge Versuche angestellt. Wenn aber ein Draht allein nicht mehr genügt, den Verkehr zu bewältigen und man noch einen zweiten Draht an demselben Gestänge befestigt, so macht man die Erfahrung, dass nun Alles, was auf dem einen Drahte gesprochen wird, durch Induction der beiden Drähte auf einander gleich gut auch in den Apparaten gehört werden kann, welche im zweiten Drahte eingeschaltet sind. Es lässt sich dieser Uebelstand, welcher von den Americanern *cross-talking* genannt wird, dadurch beseitigen, dass man eine Leitung von zwei Drähten herstellt und den Strom zwingt, in dem einen Draht von *A* nach der Station *B* hin, in dem andern Draht von *B* nach *A* zurück zu fliessen; eine Verbindung mit der Erde ist dabei ausgeschlossen. Die inducirende Wirkung des in den beiden Drähten in entgegengesetzter Richtung fliessenden electricen Stromes auf einen dritten Draht wird so vermieden und es können eine beliebige Anzahl solcher Schlaufenlinien an denselben Stangen angelegt werden, ohne einander zu stören. Die Verwendung der Schlaufe beseitigt zu gleicher Zeit die Störungen, welche von den Erdströmen, der atmosphärischen Electricität und anderen Einflüssen herrühren und ist desshalb bei ganz langen Linien empfehlenswerth, auch wenn nur eine einzige Leitung angelegt werden soll. Allerdings hat diese Methode den grossen Nachtheil, dass zu allen den Sprechstellen, welche die Schlaufenleitung benutzen wollen, ein zweiter Draht von der Centralstation aus gezogen werden muss. *Bliss* hat ein Verfahren angegeben, welches den grössten Theil der daher rührenden Schwierigkeit beseitigt. Anstatt zu jeder Sprechstelle von der Centralstation aus einen zweiten Rückdraht zu ziehen, werden nur eine kleine Zahl solcher angelegt, von denen aber jeder zu einer grossen Zahl von Sprechstellen geht. Für gewöhnlich sind die Sprechapparate nur mit dem einen Drahte verbunden, durch welchen der locale Verkehr vermittelt wird. Um die Schlaufenleitung zu benutzen, wird durch einen Umschalter erst nachdem von der Centralstation die gewünschte Verbindung hergestellt ist, die Rückleitung mit dem Apparat verbunden. Da doch nur eine einzige Sprechstelle die Schlaufe zu gleicher Zeit benutzen kann, hat dieses Schema keine Beschränkung des Dienstes zur Folge.

In der Schweiz wird gegenwärtig die Verbindung der einzelnen Localleitungen mit den Schlaufenleitungen auf eine andere Weise ausgeführt, nämlich mit Hilfe einer *Inductionsspule*. Diese Inductionsspule besteht aus zwei Kupferdrähten, welche parallel neben einander auf einem Eisencylinder aufgewickelt sind. Der eine dieser Drähte ist an die beiden Schlaufendrähte angeschlossen, der andere Draht an die Localleitung. Wenn nun in dem einen Drahte eine Stromwelle circulirt, so wird sie durch Induction in der Spule auf den zweiten Draht übertragen. Diese Reproduction ist möglich in Folge der ganz eigenthümlichen Form, welche die den einfachen Tönen entsprechenden Wellen haben. Diese werden durch eine *Sinusfunction* dargestellt, gleichviel in welchem Medium sie sich fortpflanzen. Auch die Bewegung der Telephonmembran und diejenige der Electricität, welche diese Wellen in der Leitung übertragen, haben dieselbe Form. Nun ist die in einem zweiten Drahte inducirte Stromstärke proportional der Aenderung des in-

¹⁾ Siehe „Schweiz. Bauzeitung“ Bd. V, No. 22.

ducirenden electrischen Stromes. Ist also der letztere $= A \sin \alpha t$, so ist der inducirte Strom von der Form

$$\frac{d A \sin \alpha t}{dt} = A \alpha \cos \alpha t = A \alpha \sin \left(\alpha t + \frac{\pi}{2} \right)$$

Er hat also wieder die Form einer Sinusfunction und unterscheidet sich von dem primären Strom nur durch eine Phasenverschiebung von $\frac{1}{4}$ Wellenlänge, welche aber für die Empfindung auf das Ohr ohne Bedeutung ist. Theoretisch sollten also durch die Inductionsspule, den sogenannten *Translator*, die Stromwellen vollständig unverändert reproducirt werden. In der Praxis trifft aber das nie ganz zu, einerseits in Folge der unvollkommenen Elasticität der die Schwingung übermittelnden Organe der Telephonapparate, andererseits wegen der Trägheit des Magnetismus des Eisencylinders, auf welchen die inducirenden Drähte aufgewickelt sind. Diese beiden Gründe bringen eine Deformation und Schwächung der zu übertragenden Wellen hervor, welche natürlich die Tragweite des Telephons herabmindern. Für lange Distanzen verwendet man daher keine Translatoren, sondern schaltet die Sprechapparate nach der Methode von Bliss direct in die Schlaufenleitung.

Das Ergebniss obiger Betrachtungen geht also dahin, dass die vollkommenste gegenwärtig bekannte Methode für das Fernsprechen auf weite Distanzen die **Schlaufenleitung** aus **Kupferdraht** sei. Die längste derartige Leitung besteht zwischen New-York und Boston mit einer Länge von circa 600 km. Zwischen New-York und Philadelphia (Distanz 200 km) sollen 72 Drähte auf diese Art angelegt werden. 24 Drähte, 12 Schlaufen bildend, stehen schon ein Jahr lang in regelmässigem Betrieb.

Als Beispiel einer nicht gelungenen Anlage wollen wir die im letzten Jahr gebaute Leitung zwischen London, Liverpool und Manchester erwähnen. Die Distanz beträgt 300 km. Da die Leitung aus Eisendrähten hergestellt wurde, ist sie total unbrauchbar aus den im Anfang dieses Aufsatzes erwähnten Gründen.

Es fragt sich jetzt noch, ob die Ausführung einer Telephonleitung auf lange Distanzen vom *financiellen* Standpunkt aus gerechtfertigt sei. Eine Schlaufenleitung aus 2 mm Kupferdraht kostet per km circa 400 Fr. Unter der Annahme von 10% Amortisation (inclusive Unterhalt) und unter billiger Berechnung der Bedienung, muss eine solche Leitung per km und per Jahr wenigstens 50 Fr. einbringen, wenn man auf jeden anderweitigen Gewinn verzichten will. Bei einer Gesprächstaxe von 20 Cts., wie sie in der Schweiz üblich ist, sind also per km und per Jahr 250 Gespräche erforderlich, um die Auslagen zu decken. Je länger die Linie wird, um so mehr Gespräche bedarf es natürlich. 30 000 Gespräche möchten das Maximum sein, was eine einzelne Leitung unter gewöhnlichen Umständen per Jahr leisten kann. Diese bringen 6000 Fr. ein, welche unter den obigen Annahmen im Stande sind, eine Linie von höchstens 120 km Länge zu unterhalten. Für grössere Längen müsste eine Taxerhöhung eintreten, wodurch zu gleicher Zeit sich aber auch die Zahl der Gespräche vermindern würde. Nun wird aber die oben vorausgesetzte Zahl von 30 000 Gesprächen im laufenden Jahre 1886 in der Schweiz von keiner einzigen Leitung erreicht (Zürich-Winterthur wird etwa 25 000 Gespräche ergeben). Ausserdem liegt es in der Natur der Sache, dass mit der grösseren Distanz der Verkehr sehr rasch ab- statt zunimmt. So beträgt er in der Schweiz auf den bessern Linien für Längen von 10 km 3000 Gespräche, für 20 km 2000 Gespräche, aber für 30 km nur noch 300 Gespräche per km, ist also im letzteren Falle schon nahe an der Grenze des Minimums angelangt. Es wird eine Entfernung von 30—40 km die Grenze sein, auf welcher die wichtigeren Orte noch mit den nächst gelegenen Centren verbunden werden können. Auf grössere Distanzen werden nur wenige aussergewöhnlich verkehrsreiche Städte eine Telephonverbindung zu unterhalten vermögen. Kleinere Orte müssen entweder zu mehreren gemeinschaftlich sich mit einer einzigen Leitung begnügen, oder die speciell beteiligten Geschäftsfirmen müssen durch

eine Garantiesumme den zu erwartenden Ausfall zum Voraus decken. Aber trotz dieser Beschränkung wird in wenigen Jahren der Telephonverkehr auf weite Distanzen sich ebenso allgemein eingebürgert haben, wie gegenwärtig der Telegraphen- und Postverkehr; und er wird neben diesen auch bei uns eine dritte, gleichberechtigte Stelle einnehmen, wie er es in Amerika thatsächlich jetzt schon thut.

Literatur.

Der elastische Bogen berechnet mit Hilfe der graphischen Statik. Von W. Ritter, Professor am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich. Mit 20 Textfiguren und 2 lithographirten Tafeln. Zürich 1886. Verlag von Meyer & Zeller.

Unter diesem Titel erschien vor einiger Zeit eine Broschüre, welche einen werthvollen Beitrag zur angewandten Statik liefert und für den Studirenden sowol, als auch für den practischen Brückenbauer von grossem Interesse ist. Die von Culmann begründete graphische Methode der Behandlung des elastischen Bogens ist durch diese Schrift in manchen Punkten vereinfacht, andererseits durch neue Sätze und elegante Constructionen bereichert worden. Die Vorzüge, welche allen Publicationen des Herrn Prof. Ritter eigen sind, finden sich in seinem neuesten Werke wieder: Das Bestreben, mit möglichst einfachen Mitteln nach Ziele zu gelangen; klare, übersichtliche Darstellung des Stoffes und Beschränkung auf das absolut Nothwendige.

Die Hauptaufgabe bei der Berechnung eines Bogens besteht in der Bestimmung der Widerlagerreactionen, welche durch eine gegebene Belastung hervorgebracht werden. Da der Bogen im Allgemeinen, gerade so wie der continuirliche Balken zu den statisch unbestimmten Constructionen gehört, so gelingt die Lösung der genannten Aufgabe erst dann, wenn die Formveränderungen ermittelt werden, welche der Bogen bei dieser Belastung erleidet. Von diesem Gedanken ausgehend, untersucht Herr Ritter zunächst für einen vollwandigen Bogen die Deformation eines einzelnen Elementes, begrenzt von zwei benachbarten Querschnitten unter Einwirkung einer beliebigen äusseren Kraft. Die kleine Lagenänderung, welche hiebei die eine Endfläche des Elementes relativ zu der anderen erfährt, wird als Drehung um den Antipol der Krafrichtung bezüglich einer gewissen Ellipse dargestellt. Aus der Darstellung ist nicht recht ersichtlich, auf welchem Wege der Verfasser zu diesem wichtigen Resultate gelangte. Man findet den Satz ganz direct durch Zusammensetzung der drei Bewegungen, welche die Endfläche des Elementes ausführt; Herr Ritter gibt bloss eine nachträgliche Verification desselben an. Durch Anwendung des Satzes auf die sämtlichen Elemente des Bogens ergibt sich schliesslich die Bewegung, welche die eine Endfläche des Bogens oder ein mit derselben starr verbundener Punkt ausführt, wenn an derselben eine gewisse Kraft angreift und das andere Bogenende als unbeweglich vorausgesetzt wird. Diese Bewegung ist nämlich eine Drehung um den Antipol der Kraft in Bezug auf die sog. Centralellipse des Bogens; durch die Lage dieses Punktes und den Drehungswinkel sind dann auch die Lage und Grösse der Kraft bestimmt. Der Satz lässt sich mit gewissen nicht wesentlichen Modificationen auch auf den Fachwerkbogen übertragen, wie in Abschnitt 4 nachgewiesen wird.

In der Construction dieser Centralellipse liegt das Characteristische der graphischen Behandlung des Bogens. Um die Ellipse zu finden, hat man sich die einzelnen Elemente der Bogenaxe mit gewissen Coefficienten oder Gewichten belastet zu denken, welche abhängig sind vom Trägheitsmoment des Querschnitts und dem Elasticitätsmodul des Materials; bei einem Fachwerkbogen sind die Angriffspunkte der Gewichte die Drehpunkte der einzelnen Stäbe. Der Schwerpunkt dieser Kräfte, welcher sich durch die Construction zweier Kräftepolygone und der zugehörigen Seilpolygone ergibt, ist der Mittelpunkt der Centralellipse. Durch Zeichnung von drei weiteren Kräfte- und Seilpolygonen findet man dann nach bekannten von Culmann angegebenen Methoden die Centrifugalmomente und Trägheitsmomente dieser Belastungen, und hieraus die Centralellipse selbst. Auf die genaue Bestimmung dieser fünf Seilpolygone ist grosse Sorgfalt zu verwenden; denn sie liefern in Verbindung mit der Centralellipse die Hilfsmittel zur Construction der Reactionen, welche irgend einer Belastung entsprechen. Die Bestimmung dieser Kräfte geschieht vermittelt der „Schnittlinie“ und der „Umhüllungscurven“ der Reactionen. Die „Schnittlinie“ ist der geometrische Ort des Schnittpunktes der Reactionen für eine bewegliche Last, welche alle Lagen zwischen den beiden Widerlagern annimmt, die „Umhüllungs-