Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 113/114 (1939)
Heft: 15

Artikel: Der Stereomat, ein Rechengerät für die Fliegerabwehr
Autor: Grossmann, K.H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-50590

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 26.07.2025

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

Dass ein auftretender Brand durch stärkere lokale Absaugung an der Ausbreitung behindert und damit lokalisiert werden muss, ist selbstverständlich. Das ist aber bei der Abwärts-Lüftung, wie die vorstehenden Ausführungen gezeigt haben, mindestens ebenso gut möglich wie bei der Aufwärts-Lüftung. Es wird zudem hier vielleicht interessieren, zu erfahren, wieviele Brände in einem seit 1933 im Betrieb stehenden Tunnel eingetreten sind, der bei rund 1,8 km Länge ähnliche Raumverhältnisse aufweist, wie die ernsthaften Projekte für mittelgrosse Auto-Strassen-Tunnel im Gebirge. Es ist dies der Schelde-Tunnel, durch den in sechs aufeinanderfolgenden Jahren 2,32 Millionen Personenwagen und 880 000 Lastwagen, zusammen also rd. 3,2 Millionen Fahrzeuge gerollt sind. Während dieser Zeit sind *drei* Brände entstanden (die vom Aufsichtspersonal mit den vorhandenen Feuerlöschern mühelos bewältigt wurden), also bei etwa 0,0001 % aller Wagen. Wäre es nun schon an sich widersinnig, für diese lächerlich kleine Wahrscheinlichkeit eines Brandes Einrichtungen zu treffen, die nur für diesen einen Ausnahmefall vermeintliche Vorteile bieten, so ist es, wie die Verhältnisse wirklich liegen, ganz verkehrt, für die restlichen 99,9999 % Nachteile in Kauf zu nehmen, die in der unzweckmässigen Lüftung und der ungenügenden Rauchbefreiung liegen.

Es wäre sehr zu begrüssen, wenn diese Zeilen dazu beitragen könnten, weitere Fortschritte im Automobil-Tunnelbau zu erzielen, was in der Tat *nur* durch Verwertung der neuzeitlichen Erkenntnisse *aller* hierbei in Frage kommenden Fachgebiete möglich ist.

*

Hierzu bemerkt der Autor des kritisierten Aufsatzes in Nr. 1 und 2 laufenden Bandes was folgt:

Bemerkungen zu den Ausführungen von Obering. P. Jaray.

Zum ersten Teil der Ausführungen des Herrn Oberingenieur Jaray möchte ich nur bemerken, dass CO-Gehalt und notwendige Luftmengen zweifellos von der Art und Geschwindigkeit des zu erwartenden Verkehrs abhängen (vgl. Bd. 111, S. 225, Tabelle 1). Für die Berechnung der Lüftungsanlage des Tunnels muss jedoch auf einen festen Wert abgestellt werden, der doch schliesslich auf die Längeneinheit umgerechnet werden muss, da die Grösse der Lüftungsanlage auch Funktion der zu belüftenden Tunnellänge ist. Im vorliegenden Fall waren Gegebenheiten in Betracht zu ziehen, die veranlassten, reichlich zu rechnen. Wenn man übrigens für den Verkehr, wie er für unsere Alpentunnel normalerweise zu erwarten ist, die Betriebskosten der Lüftung zahlenmässig berechnet, bemerkt man bald, dass innerhalb der gegebenen Grenzen eine genauere Bestimmung der CO-, bzw. Luftmenge nicht die wirtschaftliche Bedeutung hat, die man erwarten könnte. Man kann daher unbedenklich etwas vorsichtig, d. h. etwas reichlich rechnen.

Herr Oberingenieur Jaray bricht sodann eine Lanze für das Querlüftungssystem mit Luftzug von oben nach unten, das Herr Bartholomäi in der «SBZ» Bd. 112, Nr. 8 vorschlug und in mehreren Ländern zum Patent anmeldete. Er tut dies mit der Begründung, die Lüftung von unten nach oben befriedige angeblich in Wirklichkeit gar nicht und habe zu Klagen über schlechte Luft geführt, usw. Persönliche Erhebungen an Ort und Stelle in Antwerpen und Liverpool, sowie Anfragen in New York (bei Dr. O. H. Ammann, dem die dortigen Tunnel unterstehen) haben jene Behauptungen, die seinerzeit auch mir zugetragen wurden, — vermutlich von der selben Quelle wie Herrn Jaray — nicht bestätigt. Im Gegenteil, die Lüftung von unten nach oben funktioniert in den bestehenden Tunneln durchaus befriedigend, während für eine solche von oben nach unten nur Versuche vorliegen, die ungünstigere Ergebnisse zeitigten. Wenn die Anordnung dieser Versuche auch nicht genau dem Vorschlag Bartholomäi-Jaray entsprach, so dürfen sie doch nicht einfach als «nicht ernst zu nehmen» abgetan werden (siehe Nr. 22, 24 und 25 des Literaturverzeichnisses auf Seite 24 dieses Bandes). Jedenfalls geht weder aus der praktischen Betriebserfahrung, noch aus diesen Versuchen die *Notwendigkeit* hervor, *die Frischluft im Tunnel von oben her einzuführen.* Im Gegenteil! Bisherige Versuche und besonders die Betriebserfahrung sprechen durchaus für die Belüftung von unten nach oben. Dass eine Anordnung, wie sie die Herren Bartholomäi und Jaray vorschlagen, günstigere Ergebnisse zeitigen würde, ist dagegen eine Behauptung, die nur auf einer Ueberlegung beruht, die ihre Berechtigung haben mag, die sich aber vorläufig auf keinen Nachweis stützt. Dafür müssten die wirklichen aerodynamischen Vorgänge beim Durchfahren eines Tunnels durch Fahrzeuge verschiedenster Bauart und unter verschiedensten meteorologischen Verhältnissen (ein Wasserscheidetunnel ist kein geschlossener Raum) experimentell noch genauer untersucht werden. Es wäre übrigens interessant, in Zahlen zu erfahren, welche Ersparnisse die Befürworter dieses Systems damit zu erzielen glauben, besonders wenn die Lüftungsanlage so ausgebildet würde, wie sie in Band 112, Nr. 8, angedeutet ist.

Was den Brandfall anbelangt, so müssen wir mit wirklichen Sicherheiten rechnen und nicht nur mit wahrscheinlichen. Die Gegebenheiten für unsere Passtunnel sind übrigens so, dass Brandfälle nicht ausgeschlossen und daher in Betracht zu ziehen sind.

C. Andreae

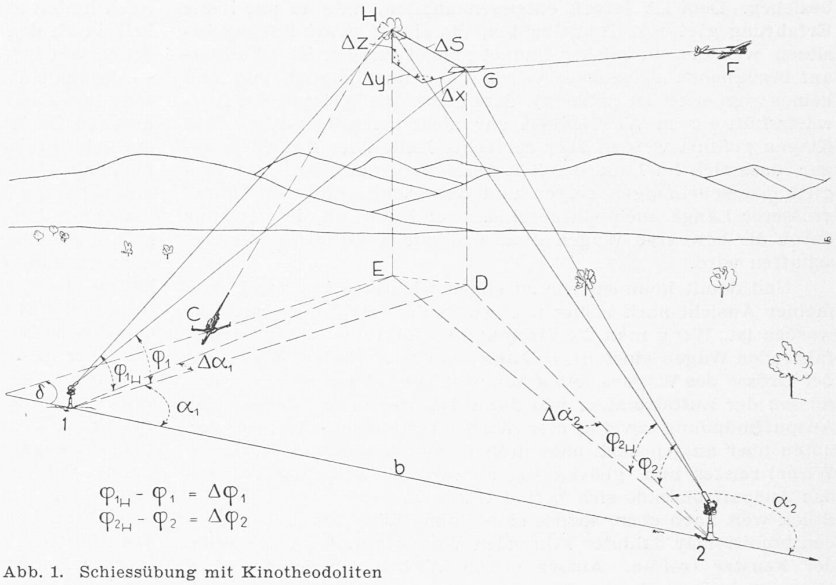

Abb. 1. Schiessübung mit Kinotheodoliten

Der Stereomat, ein Rechengerät für die Fliegerabwehr

Eine «ideale» Schiessübung der Flab-Artillerie[1]) würde etwa folgendermassen vor sich gehen: Von zwei Beobachtungsgeräten im Basisabstand 2 ÷ 4 km würde das Flugzeug beständig anvisiert, die seine augenblickliche Lage fixierenden Einstellungen der beiden Geräte einer Zentrale telegraphisch übermittelt und dort fortlaufend registriert. Gleichzeitig verfolgt das Kommandogerät das Ziel; auch seine Befehle — Seite, Elevation, Tempierung — werden der Zentrale telegraphiert. Die Mannschaft stellt mittels Folgezeigern die Tempiermaschine und die Geschütze nach diesen Befehlen ein; sie bezeichnen den Punkt, um den herum die Geschosse im Ernstfall platzen würden. Im Ernstfall, denn bei einer solchen Uebung würde nicht geschossen; sie würde weder scharfe Munition erfordern, noch einen menschenleeren Schiessplatz. — In der Zentrale würde der vom Kommandogerät mitgeteilte Ort der Sprengwolke mit dem von den beiden Theodoliten gelieferten Ort des Flugzeugs in dem Moment des Platzens der Granate verglichen und der automatisch ermittelte Schussfehler, genauer: die Komponenten des das Flugzeug mit der Sprengwolke verbindenden Fehlervektors, gleichfalls registriert. Ueber das Arbeiten der Truppe gäbe der Registrierstreifen einen schleunigen und einwandfreien Bericht.

Die zu einer solchen idealen Flugabwehr-Uebung nötigen Express-Auswertgeräte gibt es zur Stunde noch nicht, wird es aber vielleicht bald geben. Ein Schritt in der vorgezeichneten Richtung ist bereits gemacht.

Schon heute möglich und in der schweizerischen Armee erfolgreich durchgeführt ist folgende Annäherung an die skizzierte Schiessübung: Es wird scharf geschossen, und zwar auf ein Schleppziel, das ist ein vom Flugzeug gezogener Sack. Zu ebener Erde sind (Abb. 1)[2]) im ausgemessenen Abstand *b* zwei Kinotheodoliten 1 und 2 aufgestellt, deren jeder auf einem Filmstreifen

[1]) Vgl. auch «Probleme des artilleristischen Luftschutzes» in Band 108, Seite 106* (5. Sept. 1936).

[2]) Zu den Abb. 1 bis 3 hat uns die Contraves A. G. die Unterlagen zur Verfügung gestellt; Abb. 4 ist eine Umzeichnung und Ergänzung des im «Schweizer Archiv» 1939, Nr. 3 von F. Fischer veröffentlichten Schaltschemas.

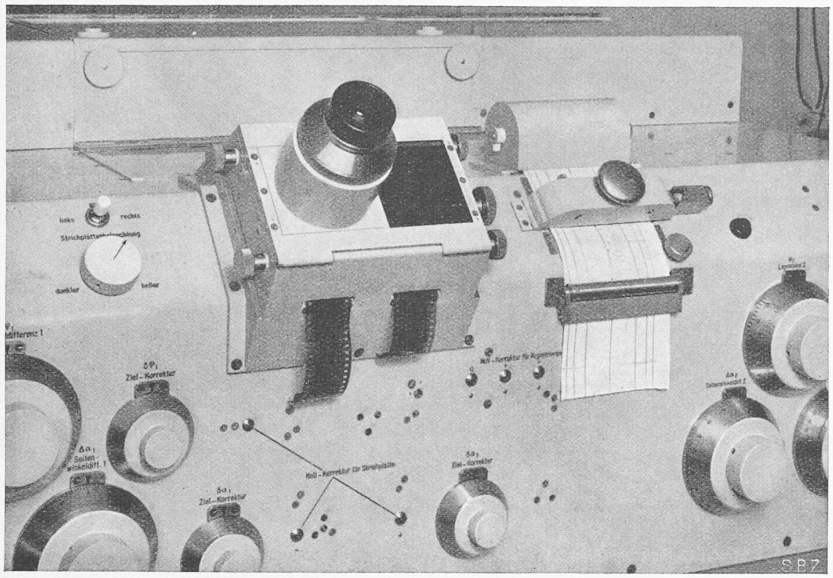

Abb. 3. Stereomat mit den beiden eingespannten Filmstreifen und dem Registrierband

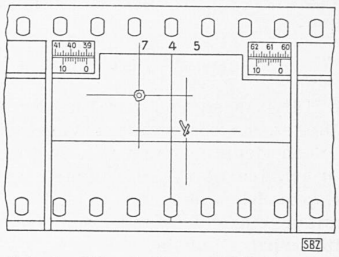

Abb. 2. Filmstreifen mit Flugzeug und Sprengwolke

(Abb. 2) eine Simultanaufnahme der Sprengwolke und des Flugzeugs, sowie die dazugehörige Stellung des betreffenden Theodoliten, d. h. seine Seite α und seine Elevation φ (Abb. 1) liefern (Abb. 2, oben links und rechts); dem Filmbild sind auch die Unterschiede $\Delta\alpha$ und $\Delta\varphi$ dieser Angaben bei Einstellung des Theodoliten auf das Schleppziel und auf die Wolke zu entnehmen; ferner ist der die Schussebene festlegende Winkel δ (Abb. 1) bekannt. α, φ, $\Delta\alpha$ und $\Delta\varphi$ erhalten den Index des bezüglichen Theodoliten. Aus allen diesen Daten folgen die Komponenten Δx, Δy, Δz des Fehlervektors (bezüglich der Schussebene als x, z-Ebene, siehe Abb. 1) aus Gleichungen von der Form:

$$\Delta x = b\,[r_1\,\Delta\alpha_1 + r_2\,\Delta\alpha_2]$$
$$\Delta y = b\,[s_1\,\Delta\alpha_1 + s_2\,\Delta\alpha_2]$$
$$\Delta z = b\,[t_1\,\Delta\alpha_1 + t_2\,\Delta\alpha_2 + t_3\,\Delta\varphi_1]$$

Die Koeffizienten r, s, t hängen in komplizierter Weise von den jeweiligen Schuss- und Beobachtungsdaten α_1, α_2, φ_1, φ_2, δ ab.

Der von der Contraves A. G., Zürich, nach den Ideen von Prof. Dr. F. Fischer herausgebrachte «Stereomat», Abb. 3, löst die Aufgabe, Δx, Δy, Δz, sowie den Schussfehler

$$\Delta s = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$$

gemäss diesen Gleichungen rasch und sicher zu berechnen: Nach Einstellen der Grössen b und δ durch zwei Drehknöpfe werden die beiden Filmstreifen in die Optik eingeführt und durch das Okular betrachtet. Auch die von dem ersten Film abgelesenen Daten α_1 und φ_1 werden eingestellt und zwei Fadenkreuze mit dem Bild des Flugzeugs, bzw. der Sprengwolke zur Deckung gebracht, wodurch die Einstellungen $\Delta\alpha_1$ und $\Delta\varphi_1$ vollzogen sind. Nach analoger Ablesung des zweiten Filmstreifens ist der Apparat im Besitz aller nötigen Angaben; ein Druckknopf löst den elektromechanischen Rechenvorgang aus, und nach wenigen Sekunden haben vier Schreibfedern das Ergebnis auf dem Registrierstreifen (Abb. 3) notiert. Während also der eigentliche Rechenvorgang an Schnelligkeit nichts zu wünschen übrig lässt, erfordert das Entwickeln und Trocknen der Filme eine gewisse Zeit; der Apparat ermöglicht noch nicht eine sofortige Ermittlung der Schussfehler, wohl aber eine Schiessbesprechung binnen nützlicher Frist. — Von der Leistungsfähigkeit des Stereomaten gibt z. B. der genaue Ausdruck für Δy einen Begriff:

$$\Delta y = b\left\{\frac{\sin\alpha_2\,\Delta\alpha_1}{\cos\varphi_1\,\sin^2(\alpha_2-\alpha_1)}\Big[\cos(\alpha_2-\alpha_1)\sin(\alpha_1-\delta) + \sin(\alpha_2-\alpha_1)\cos(\alpha_1-\delta)\Big] - \frac{\sin\alpha_1\,\Delta\alpha_2\sin(\alpha_1-\delta)}{\cos\varphi_2\,\sin^2(\alpha_2-\alpha_1)}\right\} \quad (1)$$

In dem prinzipiellen Schaltungsschema Abb. 4 sind die zur Komposition von Δy dienenden Stränge stärker ausgezogen. Ein solcher (doppelt zu denkender) Leitungsstrang verbindet ein rechtes Klemmenpaar eines Kastens mit einem linken Klemmenpaar eines zweiten Kastens, ein rechtes Klemmenpaar desselben mit einem folgenden linken Klemmenpaar usw. Manche Kästen, die sog. Vierpole, haben nur ein Eingangs- und ein Ausgangsklemmenpaar. Die beigeschriebene Zahl (z. B. $\sin\alpha_1$) bezeichnet dann das Verhältnis der rechten zur linken Klemmenspannung. Auch Sechs- und Achtpole kommen vor. Die beigeschriebenen «Kopplungsfaktoren» beschreiben dann allgemeiner eine lineare homogene Abhängigkeit der rechten von den linken Klemmenspannungen, z. B. mit Bezug auf die in Abb. 4 vorgenommene Bezifferung von Klemmenpaaren:

$$u_2 = \cos(\alpha_1-\delta)\,u_4 + \sin(\alpha_1-\delta)\,u_5$$

Wo nichts beigeschrieben ist, sind die bezüglichen Kopplungsfaktoren $= 1$. So ist z. B.

$$u_5 = u_7 + u_8$$

Bezeichnet man mit (2,9) das Produkt der auf dem einen von 2 bis 9 reichenden Strang aufgereihten Faktoren:

$$(2{,}9) = \cos(\alpha_1-\delta)\,\sin(\alpha_2-\alpha_1)$$

und setzt man analog

$$(2{,}5) = \sin(\alpha_1-\delta)\,,\quad (5{,}9) = \cos(\alpha_2-\alpha_1)$$

$$(9{,}10) = \frac{1}{\sin^2(\alpha_2-\alpha_1)}\,\Delta\alpha_1\,\frac{1}{\cos\varphi_1}\,\sin\alpha_2$$

$$(5{,}10) = \frac{(-1)}{\sin^2(\alpha_2-\alpha_1)}\,\Delta\alpha_2\,\frac{1}{\cos\varphi_2}\,\sin\alpha_1\,,\quad (10{,}11) = b$$

so wird mithin offenbar

$$u_2 = \Big\{(2{,}9)(9{,}10)(10{,}11) + (2{,}5)(5{,}9)(9{,}10)(10{,}11) + (2{,}5)(5{,}10)(10{,}11)\Big\}\,u_{11}$$
$$= \Big\{[(2{,}9)+(2{,}5)(5{,}9)]\,(9{,}10) + (2{,}5)(5{,}10)\Big\}\,(10{,}11)\,u_{11} \quad . \quad (2)$$

Wie der Vergleich von (2) mit (1) zeigt, ist somit

$$u_2 = u_{11}\,\Delta y \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Um das Zustandekommen all dieser Kopplungen zu verstehen, muss man die verwendeten $2\,n$-Pole, Kästen mit r rechten und $l = n - r$ linken Klemmenpaaren, näher betrachten. Wegen der symmetrischen inneren Verbindung je zweier Klemmenpaare haben die beiden Klemmen k, k' jedes Paares stets entgegengesetzt gleiche Potentiale φ_k, $\varphi_{k'}$ gegenüber dem Kasten: $\varphi_k = -\varphi_{k'}$. Bei diesem «symmetrischen» Betrieb ist der in die Klemme k eintretende gleich dem aus der Klemme k' wegfliessenden Strom. Er sei mit i_k, die Klemmenspannung $\varphi_k - \varphi_{k'} = 2\,\varphi_k$ mit u_k bezeichnet. Zwischen den n Strömen und den n Klem-

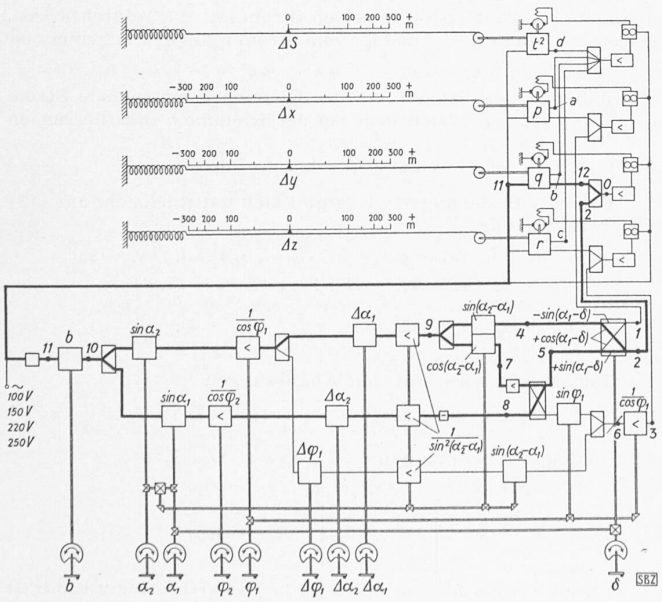

Abb. 4. Prinzipielles Schaltschema des Stereomaten

menspannungen eines Kastens gelten n lineare homogene Beziehungen: [3])

$$i_k = \sum_{h=1}^{n} y_{kh} u_h, \quad k = 1, 2 \ldots n \quad \ldots \quad (4)$$

Mit Hilfe eines gewissen, für alle Kästen gleich gewählten Widerstandes, des sogenannten Wellenwiderstandes w lassen sich ferner, nach dem Vorgang von F. Fischer [4]), den n Klemmenpaaren n «eingeprägte» Spannungen $v_1 \ldots v_n$ zuordnen, indem an das k-te Klemmenpaar ($k = 1,2 \ldots n$) gemäss Abb. 5 in Reihe mit w ein widerstandsloser Generator mit der EMK $2\,v_k$ geschaltet wird. Dann ist

$$2\,v_k = w\,i_k + u_k$$

oder, wegen (4),

$$v_k = \sum_{h=1}^{n} r_{kh} u_h, \quad k = 1, 2 \ldots n \quad \ldots \quad (5)$$

mit $r_{kh} = \frac{w}{2} y_{kh}$ für $k \neq h$, und $r_{kk} = \frac{w\,y_{kk} + 1}{2}$ . . (6)

Die Beziehungen (5) lassen sich umkehren:

$$u_k = \sum_{h=1}^{n} p_{kh} v_h, \quad k = 1, 2 \ldots n \quad \ldots \quad (7)$$

$$\text{mit} \quad p_{kh} = \frac{R_{hk}}{R} \quad \ldots \quad (8)$$

Hierin bedeutet R die Determinante $|r_{kh}|$, R_{hk} die aus ihr durch Streichen der h-ten Zeile und der k-ten Spalte entstehende, mit $(-1)^{h+k}$ multiplizierte Unterdeterminante. Die p_{kh} sind die den Kästen beigeschriebenen Kopplungsfaktoren.

Für irgend ein Klemmenpaar kann man statt Klemmenspannung und Strom ebensogut Klemmen- und eingeprägte Spannung angeben; jedes der beiden Wertepaare (u, i) und (u, v) ist durch das andre eindeutig bestimmt gemäss der Beziehung

$$v = \frac{u + w\,i}{2} \quad \text{oder} \quad i = \frac{2\,v - u}{w}$$

Bedingungen zwischen Klemmenspannungen und Strömen lassen sich in entsprechende Bedingungen zwischen Klemmen- und eingeprägten Spannungen übersetzen, und umgekehrt. Z. B. kann beim Verbinden entsprechender Pole irgend zweier Klemmenpaare h und k die zweite der beiden Schaltbedingungen

$$u_h = u_k = u, \quad i_h = -i_k$$

auch so geschrieben werden:

$$v_h + v_k = u \quad \ldots \quad (9)$$

Ist insbesondre $v_h = u_h$, so wird infolgedessen

$$v_k = 0 \quad \ldots \quad (9\,a)$$

Alle verwendeten Kästen haben nun die folgende Eigenschaft: Sind die eingeprägten Spannungen der rechten Klemmenpaare sämtlich $= 0$, so wird für jedes linke Klemmenpaar die eingeprägte gleich der Klemmenspannung. Dies ist der Schlüssel zum Verständnis. Für die Klemmenpaare 1, 2 und 3 (Abb. 4) gilt nämlich, wie weiter unten begründet,

$$v_1 = v_2 = v_3 = 0 \quad \ldots \quad (10)$$

Damit wird

$$u_4 = v_4, \; u_5 = v_5, \; u_6 = v_6 \quad \ldots \quad (11)$$

u_4, u_5 und u_6 sind je einem linken Klemmenpaar eines Kastens, und einem rechten Klemmenpaar eines nächsten Kastens gemeinsam; v_4, v_5 und v_6 beziehen sich auf das betreffende linksseitige Klemmenpaar. v_4', v_5', v_6' seien die auf das jeweilige rechtsseitige Klemmenpaar bezüglichen eingeprägten Spannungen. Wegen (11) wird gemäss (9 a):

$$v_4' = v_5' = v_6' = 0$$

Daher wird z. B. auch bei dem mit $\sin(\alpha_2 - \alpha_1)$ bezeichneten Kasten für das linke Klemmenpaar die Klemmen = gleich der eingeprägten Spannung. Man sieht leicht, dass bei jedem Kasten für sämtliche rechten Klemmenpaare die eingeprägte Spannung verschwindet und deshalb für sämtliche linken Klemmenpaare die eingeprägte gleich der Klemmenspannung ist. Somit verschwinden in den für jeden Kasten gültigen Beziehungen von der Form (7) auf der rechten Seite alle eingeprägten Spannungen v_h, die sich auf ein rechtes Klemmenpaar beziehen, und statt der übrigbleibenden v_h kann man u_h schreiben. Uns interessieren nur diejenigen Gleichungen (7), wo die auf der linken Seite stehende Klemmenspannung u_k ein rechtes Klemmenpaar betrifft. Deuten wir die rechts- oder linksseitige Lage des jeweiligen Klemmenpaares durch Indices r und l an, so sind also die uns interessierenden Beziehungen (7) von der Form

$$u_r = \Sigma\, p_{rl}\, u_l \quad \ldots \quad (7\,a)$$

[3]) In den folgenden elektrischen Gleichungen können alle Grössen entweder als zeitlich konstant und reell aufgefasst werden, oder, dem wirklichen Betrieb mit Wechselstrom entsprechend, als komplexe Amplituden harmonisch schwingender Spannungen und Ströme, bzw. als komplexe Widerstände oder Leitwerte.

[4]) Beitrag zur Theorie des $2\,n$-Poles, der als n-Klemmenpaar betrieben wird. «Schweizer Archiv» 1938, Nr. 2, S. 29.

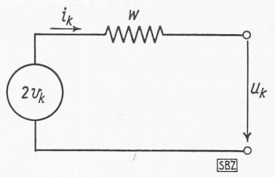

Abb. 5. Zur Definition der eingeprägten Spannung v_k

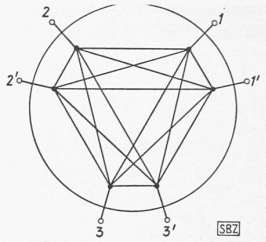

Abb. 6. Innere Schaltung eines Sechspols

worin die p_{rl} die den Kästen beigeschriebenen Werte haben. Es kommt also in der Tat (3) heraus, sowie zwei analoge Gleichungen

$$u_1 = u_{11}\,\Delta x, \quad u_3 = u_{11}\,\Delta z$$

Das oben behauptete Verschwinden z. B. von v_2 gemäss (10) folgt ähnlich wie soeben daraus, dass an einem in Abb. 4 oben rechts befindlichen Sechspol das mit 0 bezeichnete Klemmenpaar durch den Wellenwiderstand w überbrückt ist, dass also $v_0 = 0$.

Ferner ist

$$u_0 = u_2 + u_{12} \quad \text{und} \quad u_{12} = -\,q\,u_{11}$$

daher, wegen (3):

$$u_0 = (\Delta y - q)\,u_{11}$$

Durch einen von einem Relais abhängigen motorischen Antrieb wird der Kopplungsfaktor q selbsttätig auf den Wert gebracht, bei dem die das Relais betätigende Spannung u_0 verschwindet, d. h. auf den Wert

$$q = \Delta y$$

der, unabhängig von der Netzspannung u_{11}, sogleich auf der bezüglichen Skala erscheint. Ebenso stellen sich die Kopplungsfaktoren p und r entsprechend geschalteter Sechspole automatisch auf folgende Werte ein:

$$p = \Delta x, \quad r = \Delta z$$

An den bisher ausser Acht gelassenen Klemmenpaaren a, b, c dieser drei Sechspole erscheinen beziehentlich die Spannungen $p^2 u_{11}$, $q^2 u_{11}$, $r^2 u_{11}$, an dem Klemmenpaar d des obersten Vierpols die Spannung $-\,t^2 u_{11}$. Wie soeben stellt sich t^2 sofort so ein, dass $(-\,t^2 + p^2 + q^2 + r^2)\,u_{11} = 0$

also $t^2 = p^2 + q^2 + r^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2$

die betreffende Skala zeigt

$$\Delta s = \sqrt{t^2}$$

Eine vollständige Beschreibung hätte für jeden Kasten die behaupteten Eigenschaften aus seinem «Eingeweide» abzuleiten. Wir begnügen uns damit, als Beispiel einen Sechspol mit einem rechten Klemmenpaar 1, 1' und zwei linken Klemmenpaaren 2, 2' und 3, 3', Abb. 6 [5]), näher zu betrachten. Die je zwei Klemmen, z. B. 1 und 2', innerlich verbindenden 15 Leitwerte seien im Index passend, z. B. wie $l_{12'}$, bezeichnet. Es ist symmetrischerweise $l_{hk} = l_{k'k'}$, $l_{hk'} = l_{kh'}$. Bei symmetrischem Betrieb, d. h. bei entgegengesetzt gleichen Potentialen der Paarklemmen —

$$\varphi_1 = -\,\varphi_1' = \frac{u_1}{2}, \quad \varphi_2 = -\,\varphi_2' = \frac{u_2}{2}, \quad \varphi_3 = -\,\varphi_3' = \frac{u_3}{2} \quad (12)$$

— liegen die gleichen Leitwerte l_{12} und $l_{1'2'}$ an der gleichen Spannung, werden also vom selben Strom $i_{1'2'} = i_{2'1'}$ durchflossen, ebenso die Leitwerte $l_{12'}$ und $l_{21'}$ vom Strom $i_{12'} = i_{21'}$; allgemein ist

$$i_{hk} = -\,i_{kh} = i_{k'k'} = -\,i_{h'k'}, \quad i_{hk'} = -\,i_{k'h} = i_{kh'}$$

und daher in der Tat der bei der Klemme h eintretende Strom $i_h = \sum_k i_{hk} + \sum_{k'} i_{hk'}$ gleich dem bei der Klemme h' ausfliessenden Strom $i_{h'} = \sum_{k'} i_{k'h'} + \sum_k i_{kh'}$: $i_1 = i_{1'}$, $i_2 = i_{2'}$, $i_3 = i_{3'}$

Von den Beziehungen (4) ergibt sich mit Rücksicht auf (12) die erste wie folgt:

$$i_1 = l_{11'}\,u_1 + l_{12}\,(\varphi_1 - \varphi_2) + l_{12'}\,(\varphi_1 - \varphi_2') + l_{13}\,(\varphi_1 - \varphi_3) + \\ + l_{13'}\,(\varphi_1 - \varphi_3') = y_{11}\,u_1 + y_{12}\,u_2 + y_{13}\,u_3$$

worin

$$y_{11} = \frac{2\,l_{11'} + l_{12} + l_{12'} + l_{13} + l_{13'}}{2}, \quad y_{12} = \frac{l_{12'} - l_{12}}{2}, \quad y_{13} = \frac{l_{13'} - l_{13}}{2}$$

Gemäss (6) wird, mit den Abkürzungen

$$l_1 = 2\,l_{11'} + l_{12} + l_{13} + l_{12'} + l_{13'}, \quad \delta_{12} = \frac{w}{4}\,(l_{12'} - l_{12}), \quad \lambda_1 = \frac{1}{2} + \frac{w\,l_1}{4}$$

und analogen Abkürzungen l_2, l_3, δ_{23}, δ_{31}, λ_2, λ_3:

$$r_{11} = \lambda_1, \quad r_{12} = r_{21} = \delta_{12}, \quad r_{13} = r_{31} = \delta_{31}$$

$$R = \begin{vmatrix} \lambda_1 & \delta_{12} & \delta_{31} \\ \delta_{12} & \lambda_2 & \delta_{23} \\ \delta_{31} & \delta_{23} & \lambda_3 \end{vmatrix}, \quad R_{ik} = R_{ki}$$

[5]) Der leichteren Darstellbarkeit der inneren Verbindungen halber ist in dieser Zeichnung links und rechts nicht hervorgehoben.

Sind p_{12} und p_{13} die gewünschten Kopplungsfaktoren, so haben gemäss (8) unsere 15 Leitwerte den beiden Bedingungen zu genügen:

$$R_{21} = \begin{vmatrix} \delta_{23} & \delta_{12} \\ \lambda_3 & \delta_{31} \end{vmatrix} = p_{12}\,R\,, \quad R_{31} = \begin{vmatrix} \delta_{12} & \delta_{31} \\ \lambda_2 & \delta_{23} \end{vmatrix} = p_{13}\,R \qquad (13)$$

$$\text{wobei} \quad R \neq 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \qquad (14)$$

Wird ausserdem

$$R_{22} = \begin{vmatrix} \lambda_1 & \delta_{31} \\ \delta_{31} & \lambda_3 \end{vmatrix} = R_{33} = \begin{vmatrix} \lambda_1 & \delta_{12} \\ \delta_{12} & \lambda_2 \end{vmatrix} = R \quad . \; . \; . \qquad (15)$$

$$\text{und} \quad R_{23} = \begin{vmatrix} \delta_{31} & \delta_{23} \\ \lambda_1 & \delta_{12} \end{vmatrix} = 0 \quad . \; . \; . \; . \; . \qquad (16)$$

gemacht, so wird nach (8) $p_{22} = p_{33} = 1$, $p_{23} = p_{32} = 0$, sodass für $v_1 = 0$ aus den Beziehungen (7) in der Tat mit $u_2 = v_2$ und $u_3 = v_3$ die gewünschte Gleichung der Form (7a) fliesst:

$$u_1 = p_{12}\,u_2 + p_{13}\,u_3$$

Die Frage der Realisierbarkeit der Bedingungen (13) bis (16) bei vorgegebenen Werten p_{12} und p_{13} durch passende Wahl der 15 Leitwerte bleibe hier unerörtert. Dass dieses Problem die hier nur schematisch dargestellte Schaltung in Wirklichkeit erheblich kompliziert, bezeugen die im Stereomaten zahlreich eingebauten Verstärkerröhren.

Das Einstellen der Kopplungsfaktoren in Funktion der Schuss- und Beobachtungsdaten geschieht durch Veränderung der bezüglichen Leitwerte mittels geeichter Drehschalter. Die Rolle der Bedienungsmannschaft beschränkt sich auf das Ablesen und Einstellen einiger Marken; das übrige besorgt der Apparat.

K. H. G.

MITTEILUNGEN

Physiologisches zur Heizung und Lüftung. In dem hier in Bd. 113, Nr. 6, S. 71 erschienenen Aufsatz «Physiologisches und Hygienisches zur Strahlungsheizung» hat W. v. Gonzenbach betont, dass man sich besser fühlt, wenn von der ständigen Wärmeabgabe des Körpers, die zu seinem Wohlbefinden gehört, ein grösserer Teil auf Leitung, ein geringerer auf Abstrahlung entfällt. Da für diese in geschlossenen Räumen das Temperaturniveau des Körpers gegenüber den Wänden, für jene aber gegenüber der Raumluft massgebend ist, folgt hieraus während des Aufheizens eine physiologische Ueberlegenheit der flächenhaften Strahlungsheizung mit ihren von der Körpertemperatur nicht allzu verschiedenen Wandtemperaturen und ihrer gleichmässig temperierten Raumluft über die allerdings rascher regulierbare Heizung mittels kleiner, heisser Heizkörper, namentlich aber über die z. B. als Expressheizung von Kirchen oft verwendete sogenannte Luftheizung, kurz über alle Systeme, die nicht zuerst die Wände, sondern die Raumluft heizen und damit gerade die unbehagliche Wärme-Abstrahlung des Körpers nicht unterbinden, sondern zunächst nur die, in gewissen Grenzen wohltätige, Abgabe durch Leitung — abgesehen von der erzielten Ungleichmässigkeit der Temperaturverteilung und den mit lästiger Stäubchen-Aufwirbelung verbundenen Wärmeströmungen in der Nähe überhitzter Oefen oder Heizkörper. Haben nach dem Aufheizen auch bei diesen Systemen die Wände die nötige Temperatur erreicht, so ist inzwischen die Raumluft meistens wärmer als zuträglich geworden. In der anlässlich der Landesausstellung herausgegebenen Juni-Sondernummer 1939 von «Heizung und Lüftung» führt Prof. v. Gonzenbach diesen und andere für eine vernünftige Lüftung und Heizung entscheidende Gesichtspunkte breiter aus. Sie sprechen nicht nur zugunsten der teuren Decken- oder Fussbodenheizung, sondern auch des Kachelofens. Ein zweiter Gesichtspunkt: Unser Wohlsein verlangt die Verhinderung der Bildung eines stagnierenden Luftmantels von erhöhter Feuchtigkeit und verschwindendem Temperaturgefälle um unsern Körper, also auch innerhalb der Häuser eine ständige gelinde Luftzirkulation. Nicht in einer Verhinderung der notwendigen Lüftung ist die Anpassung an die drohende Kohlenknappheit zu suchen, sondern, wie uns scheint, in einer Senkung der gewohnten, unnötig hohen Innentemperaturen (z. B. in den Korridoren von Amtshäusern), sowie in vermehrter Heranziehung unserer inländischen Wärmequellen Elektrizität und Holz.

Die erste Gleichstrom-Fernübertragung mit konstanter Spannung verbindet die 6 kV-Drehstromschienen des Kraftwerks Wettingen mit dem 6 kV-Drehstromnetz der Schweizerischen Landesausstellung. Genauer: Jene Schienen sind in Wettingen über einen Hochspannungstransformator an einen Mutator angeschlossen, an dessen Anode so eine Gleichspannung von 50 kV gegen die geerdete Quecksilberkathode entsteht. Ueber das 20 km lange eiserne, zu diesem Zweck isolierte Erdseil der bestehenden Drehstrom-Uebertragungsleitung Wettingen-Zürich ist die Anode des Wettinger Mutators mit der Kathode des im Pavillon Elektrizität der LA aufgestellten Mutators verbunden. Dieser, gleich wie jener über einen Transformator an das erwähnte 6 kV-Netz geschaltet, verwandelt die empfangene Gleichstrom- wiederum in Wechselstrom-Energie. Der Gleichstromkreis ist über die Erde geschlossen. Die Anlage, die E. Kern im «Bulletin SEV» 1939, Nr. 17 anhand von Schaltungschemata beschreibt, arbeitet somit parallel zur normalen Drehstromübertragung Wettingen-Zürich auf das Netz der LA; sie überträgt 500 kW. Zur Regulierung des Verhältnisses zwischen Gleich- und Wechselspannung sind die beiden Mutatoren mit Gittersteuerung[1]) versehen. Das Gitter des als Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer funktionierenden LA-Mutators dient auch zur Sperrung des Stromdurchgangs bei Kurzschlüssen und Rückzündungen. Die Einleitung und Beaufsichtigung der Schalt- und Reguliervorgänge ist in der LA zentralisiert, von wo aus der Wettinger Mutator durch eine Hochfrequenz-Fernsteuerung mit Telephonie gesteuert wird; das erwähnte Erdseil dient auch als Steuerleitung. Dieser durch das EW der Stadt Zürich ermöglichte Versuch, dessen Dauer mit jener der LA zusammenfällt, wird der Erbauerin der Mutatoren, der AG. Brown, Boveri & Cie., Baden, erstmals die unentbehrlichen Aufschlüsse über das Verhalten im praktischen Dauerbetrieb zweier als Umformer an die Enden einer Fernübertragungsleitung angeschlossener Hochspannungsmutatoren liefern und damit die Frage nach der künftigen Betriebsart solcher Leitungen — Wechsel- oder Gleichspannung? — ihrer Lösung näherrücken.

Markt- und Festhalle in Clichy (Paris). Ueber einer Grundfläche von 40 × 50 m haben die Architekten Beaudouin & Lods eine eiserne Halle mit vertikalen, grossenteils verglasten Wänden und flachem Dach errichtet. Im Dach liegt ein Oberlicht von 17,5 m Breite und etwa 30 m Länge. Diese Masse bestimmen auch das auf die ganze lichte Höhe von rd. 14 m von Einbauten freie Mittelschiff der Halle; die beiden Seitenschiffe besitzen je einen Galerieboden, der für Marktstände (trockene und saubere Waren) ausgenützt wird. Die beiden Galerien sind durch einen auf gleicher Höhe durchlaufenden Boden an der Eingangs-Stirnseite der Halle verbunden. Dieser Schmalseite gegenüber liegt der Bühnenraum, der aber erst frei wird, wenn aus ihm die Bodenelemente entfernt sind, die zur Bildung des Festsaales benötigt werden. Es sind 17,5 × 5 m grosse Stücke, acht an der Zahl, die von einem Laufkran flächengleich mit den Galerieböden versetzt werden, sodass in 45 Minuten eine zusammenhängende Saalfläche auf Galeriehöhe für 1500 bis 2000 Personen entsteht. Als dritte Verwendungsmöglichkeit war jene als Kino gewünscht sie wird ermöglicht durch eine Schubwand aus 1 m breiten, 7 m hohen Tafeln, die, in zwei Teile zu je dreissig Tafeln zusammengefasst, in einer Rinne an der Saaldecke hängend läuft und in zugezogenem Zustand den ganzen, vom beweglichen Boden getragenen Raumteil lichtdicht umschliesst. Die Zeitschrif «Travaux» vom August 1939 zeigt ausser dieser originellen Gesamtanordnung auch neuartige Einzelheiten, so die Konstruktion der Aussenwand aus zwei dünnen Buckelblechen, deren Zwischenraum mit Glaswolle ausgefüllt ist. Die ästhetische Wirkung des Baues ist eine sehr gute.

Wünschelrute und Pendel. Nach einem von O. Lüscher im «Monatsbulletin SVGW» 1939, Nr. 7 zitierten Kreisschreiben der Direktion des Innern des Kantons Zürich sind Gemeinden, Genossenschaften und Privaten durch Zuziehung von Rutengängern oder Wasserschmöckern bei der Projektierung von Wasserversorgungen namhafte, wiederholt von Misserfolg gekrönte Mehrkosten entstanden. Anderseits erregen unbestreitbare Treffer solcher «Naturkundiger» umso grösseres Aufsehen, als man sie nicht zu deuten weiss. Dir. Lüscher befürwortet deshalb, dass eine neutrale Stelle die Frage durch genaue Nachkontrolle praktischer Fälle und systematische Versuche abzuklären suche. J. Hug weist ebenda auf die im Vergleich zu durchlässigem Kies und Jurakalk grosse elektrische Leitfähigkeit undurchlässiger Molasseschichten und Seebodenlehme hin: Die Leitfähigkeit einer Bodenschicht steht durchaus nicht in einem eindeutigen Zusammenhang mit ihrem fassbaren Wassergehalt. Mit der Annahme, dass die Rutengänger und Pendler nicht direkt auf Wasser, sondern irgendwie auf die wechselnde Leitfähigkeit des Bodens reagieren, käme man demnach den erwähnten Misserfolgen vielleicht auf die Spur.

Beleuchtung der Internationalen Ausstellung von Golden Gate. Im Gegensatz zu unserer nationalen Ausstellung, wo es, wie im Lande selbst, am Abend dunkler wird, bricht auf der Ausstellungsinsel von Golden Gate allabendlich eine farbige Lichterflut aus Ampeln und versteckten Schleusen und versetzt den nächtlichen Besucher in eine exotische Stadt kontrastreicher

[1]) In unserm Aufsatz «Mutatoren zur Stromrückgewinnung bei Nutzbremsung», Bd. 108 (1936), Nr. 6, S. 62* ist das Prinzip der Gittersteuerung erläutert.