

Ueber die automatische Registrierung der Sprache.

Von

Ingenieur **A. Gentili.**

Nach einem in der naturf. Gesellschaft gehaltenen Vortrag.

Das vorzuführen Instrument, das ich Glossograph¹⁾ nennen will, illustriert den physiologischen Vorgang des Sprechens, indem es alle für die Hervorbringung der Sprachlaute wesentlichen Merkmale durch eine automatische Uebertragung auf einer berussten Trommel versinnlicht. Wenn von automatischer Registrierung der Sprache die Rede ist, so denkt man sofort an Edison's «Phonographen»; die Wirkungsweise des hier vorliegenden Instrumentes ist jedoch von der des Phonographen sehr wesentlich verschieden. Der Phonograph graviert die von einer Membran aufgefangenen Schallwellen in eine plastische Substanz und reproducirt sie, indem die eingravierten Wellenlinien diese Membran wieder in die gleichen Schwingungen versetzt, welche sie zuvor unter dem directen Einflusse des gesprochenen Wortes ausführte. Der Glossograph dagegen registriert nicht die Schallwellen, sondern die Bewegungen der Sprachwerkzeuge (Zunge, Lippen, Stimmbänder und Expiration). Zudem spricht der Phonograph nur zum Ohr, denn seine Schrift ist abgesehen von ihrer mikroskopischen Kleinheit nicht zu dechiffrieren; der Glossograph dagegen liefert eine für das Auge deutliche, interpretierbare Zeichenschrift.

¹⁾ Zungenschreiber.

Ehe ich aber die Construction des Instrumentes beschreibe, muss ich einige laut-physiologische Bemerkungen vorausschicken. — Wir unterscheiden zunächst 4 grosse Hauptgruppen von Lauten: die stimmlosen, die stimmhaften, die explosiven und die nasalen. Bei den stimmlosen Lauten ist die Stimmritze offen, so dass die aus der Lunge durchgepresste Luft zwar keinen Ton, wohl aber ein Reibungsgeräusch hervorbringt. Sind die übrigen Sprachwerkzeuge dabei in ihrer normalen Ruhelage, so entsteht das *h*, ist aber der Zungenrücken gehoben, so geht das *h* in *ch* über und zwar in das gutturale *ch*, wie in «ach, Loch, Buch», wenn die Hebung weit rückwärts geschieht und in das palatale *ch* wie in «ich», wenn die Hebung weiter vorne stattfindet. Hebt sich bei offener Stimmritze die Zungenspitze, so entsteht ein *sh*, *s*, oder *th* (Θ)¹⁾, je nachdem die Zunge sich mehr dem Gaumen, mehr den oberen, oder mehr den unteren Zähnen nähert. Nähert sich aber die Unterlippe den oberen Zähnen, so entsteht *v* oder *f*.

Ist die Stimmritze geschlossen, so bringt die durchgepresste Luft die gespannten Stimmbänder zum Tönen, indem sie dieselben in Vibration versetzt; wird dabei der Luft ein freier Durchzug durch die Mundhöhle gewährt und nur die Gestalt derselben durch Zunge und Lippen geändert, so entstehen die Vocale, indem nämlich bei der Formänderung der Mundhöhle Töne verschiedener Höhe durch Resonanz verstärkt werden. Macht man z. B. den Weg vom Kehlkopf bis zu den Lippen lang, indem man den Kehlkopf herabdrückt und die Lippen spitzt, so wird ein tiefer Ton verstärkt und entsteht das

¹⁾ Das englische *th* und das *Theta* der Nengriechen.

o und *u*, hebt man aber den Kehlkopf und zieht die Lippen zurück, so entsteht das *e* und *i*; ausserdem ist bei *o*, *u* die Zunge nach hinten, bei *e*, *i* in der Mitte gehoben. Bei *a* liegt die Zunge fast in Ruhe und die Lippen sind am weitesten geöffnet. Die Dyphtonge bestehen darin, dass die Sprachwerkzeuge sich in einer zwischen 2 Vocalen intermediären Lage befinden, oder dass 2 oder gar 3 Vocale rasch ineinander übergehend gesprochen werden. Die übrigen stimmhaften Laute: *l*, *r*, *f*¹⁾, *w* und das *j* im französ. «*je*» entstehen, wenn bei geschlossener Stimmritze der Luft nur ein enger Durchzugskanal durch die Mundhöhle gestattet wird; und zwar wird das *l* gebildet, indem sich die Zungenspitze gegen den Gaumen legt und der Luft nur einen engen seitlichen Ausweg zwischen den Rändern der Zunge und den Backenzähnen gestattet; das *r* entsteht, indem entweder die Zungenspitze, oder das Zäpfchen in zitternde Bewegung versetzt wird, das *f*, *w* und *j* endlich sind dem *s*, *f* und *sch* analog, nur mit dem Unterschiede, dass die ersteren stimmhaft sind, die letzteren aber stimmlos. Man kann übrigens alle stimmhaften Laute auch stimmlos aussprechen, was man «Flüstern» nennt und zeigt es sich dann, dass selbst die Vocale mit einem Reibungsgeräusch verbunden sind, da man sie sonst ohne Stimme nicht unterscheiden könnte.

Die explosiven oder Verschlusslaute sind solche, bei welchen die Luft durch Verschluss der Mundhöhle mittels der Zunge, oder mittels der Lippen aufgesammelt und dann durch plötzliches Oeffnen des Verschlusses mit einem kleinen explosiven Geräusche entlassen wird. Bildet man den Verschluss durch den Zungenrücken im hintersten

1) Das sogenannte lange *s* wie in „Sohn“.

Theile der Mundhöhle, so entsteht *k* und *g*, wird der Verschluss durch die Zungenspitze vorne gebildet, so entsteht *t* und *d*, und wird er durch die Lippen gebildet, so entsteht *p* und *b*. Der Unterschied zwischen der härteren und weicheren Modification («*tenues* und *mediae*») besteht bloss in einem intensiveren Verschlusse oder in einem grösseren Drucke, wohl auch darin, dass *k*, *t* und *p* völlig stimmlos sind, während bei *g*, *d* und *b* die Stimmritze doch zum Tönen gestellt ist.

Bei allen bisher erwähnten Lauten ist das Gaumensegel so gestellt, dass es die Nasenhöhle von der Mundhöhle abschliesst, ist aber das Gaumensegel gesenkt und der Weg zur Nasenhöhle geöffnet, so bekommen die bei solcher Stellung des Gaumensegels ausgesprochenen Vocale jenen im Französischen üblichen näselnden Ton, und bei gleichzeitigem Verschluss der Mundhöhle durch den Zungenrücken, die Zungenspitze, oder die Lippen entsteht *ng*, *n* oder *m*, welche man daher speciell die Nasallaute nennt.

Noch muss ich erwähnen, dass je nach dem verschiedenen Grade der Enge des Luftkanals, durch welchen die Reibungsgeräusche entstehen, auch die ganze Kieferstellung eine weitere oder engere wird, doch kommt nicht jedem Laute eine bestimmte constante Kieferstellung zu; sondern die Unterschiede sind nur relative, da man ja alle Laute mit mehr oder weniger geöffnetem Munde sprechen kann und wird es hierdurch leider unmöglich, die Kieferstellung mit als unterscheidendes Merkmal der ohnedies schwer zu trennenden, zahlreichen Gruppe der stimmhaften Laute zu benützen, wenn man nicht die Ruhelage des Kiefers constant macht, wovon noch später die Rede sein wird.

Fasst man das Vorige zusammen, so lassen sich

sämmtliche Laute der deutschen Sprache in folgendes, nach Vocalität und nach Articulations-Gebieten geordnetes Schema zusammenstellen:

	Stimmlos	Stimmhaft	Explosiv	Nasal
Guttural	<i>h ch</i>	<i>a r</i>	<i>g k</i>	<i>ng</i>
Palatal	<i>sch s</i>	<i>e i l f</i>	<i>d t</i>	<i>n</i>
Labial	<i>f</i>	<i>o u w</i>	<i>b p</i>	<i>m</i>

Mit diesen 23 Lauten, die sich sogar auf 16 reducieren, wenn man die blossen Grad-Unterschiede vernachlässigt, ist das ganze phonetische Alphabet erschöpft; denn die Buchstaben *c, z, x, q* entsprechen keinen einfachen Lauten, sondern sind bloss conventionelle Zeichen für zusammengesetzte Laute und lassen sich durch *ts, ks, kw* ersetzen, *y, j* u. *v* aber sind bloss andere Zeichen für *i* u. *f*¹⁾. Die Orthographie weicht eben von der phonetischen Schreibweise erheblich ab und enthält eine Menge Reminiscenzen an frühere Sprechweisen und Abstammungen, welche für die Etymologie gewiss von grosser Bedeutung sind, die aber im praktischen Gebrauch und namentlich in der Schnellschrift immer mehr abgeschliffen werden.

Was die Zusammensetzung der Laute zu Silben betrifft, so wäre darüber vom laut-physiologischen Standpunkte noch Einiges zu bemerken. In einigen Sprachlehren findet man nämlich die Ansicht vertreten, dass die Silbe auf einmal, d. h. dass die einzelnen Laute derselben gleichzeitig ausgesprochen werden. Das ist nun offenbar unrichtig; selbst bei den Dyptongen werden die ein-

¹⁾ Dagegen sind *ch* und *sch* einfache Laute, die weit eher mit einem Zeichen geschrieben werden sollten, als *c, z, x* u. *q*.

zelen Bestandtheile nicht gleichzeitig ausgesprochen, sondern sie bilden ein Zwischenstadium oder eine Reihe von Uebergängen zwischen zwei Grenz-Vocalen, aber niemals können zwei Laute gleichzeitig ausgesprochen werden, geschweige denn eine ganze Silbe, deren es im Deutschen welche bis zu sieben Buchstaben gibt. Was zu dieser irrigen Vorstellung Anlass gegeben haben mag, ist der Umstand, dass eine Silbe immer in einem Athem (mit einer einzigen Innervation) ausgesprochen wird. Ein ferneres charakteristisches Merkmal einer Silbe, wenigstens in den germanischen und in den romanischen Sprachen, ist, dass jede einen Vocal oder Dyphthong enthalten muss, aber nur einen. Auch die Reihenfolge der einzelnen Laute einer Silbe gehorcht einem ganz bestimmten Gesetze; innerhalb einer Silbe können sich nämlich nicht (spärliche Ausnahmen abgerechnet) stimmhafte mit stimmhaften, stimmlose mit stimmlosen, oder Explosive mit Explosiven direct combinieren, sondern nur wechselweise. Auch ist bemerkenswerth, dass bei längeren Silben die Stimmlosen den Anfang und das Ende bilden und die stimmhaften in der Mitte stehen. Alle diese Umstände sind beim Dechiffriren zweifelhafter Fälle sehr dienlich, nur müssen beim Sprechen die Silben auch durch kleine Pausen markiert werden.

Die wesentlichen Merkmale der Sprachlaute, welche mittels des Instrumentes zu registrieren sein werden, sind also die 3 Haupt-Articulations-Gebiete, die Vibrationen der Stimme und die Expiration der Luft. In der That lassen sich durch diese Merkmale alle Laute definieren, indem bei den stimmlosen die Luft austritt, aber die Stimme nicht ertönt, bei den stimmhaften die Luft austritt und die Stimme ertönt, bei den explosiven während

des Verschlusses weder die Luft austritt, noch die Stimme ertönt und bei den Nasalen die Stimme ertönt, die Luft aber nicht durch den Mund austritt. Die Bezeichnung des Articulations-Gebietes und die Dauer der Vocale, welche sich durch die Länge der Zeichen kund gibt, vervollständigen das Bild, indem man aus der Länge des vorhergehenden Vocals auf die Stärke des folgenden Consonanten schliessen und also auch *tenues* und *mediæ* unterscheiden kann; ja sogar zur Unterscheidung der einzelnen Vocale untereinander trägt die Dauer bei, da z. B. *i* in der Regel länger als *e* und *u* länger als *o* ist. Diese Vorgänge bezeichnen das Princip, auf welchem der Glosso-graph aufgebaut ist. Um nun diese Merkmale aufzunehmen und graphisch darzustellen, bedarf es einer Vorrichtung, welche wir den Sprechapparat nennen wollen und sodann eines Schreibapparates, welcher auf dem Tische steht und der unter Zuhülfenahme einer elektrischen Batterie durch den Sprechapparat activiert wird. Der Sprechapparat besteht aus einem Ebonit-Plättchen, an welchem sämmtliche beweglichen Theile montiert sind und das mittels zweier Haken an den unteren Zähnen angehängt und mit der Hand gegen das Kinn gestützt wird, um dem Ganzen eine stabile Lage zu geben; nur 2 zarte Hebel von verschiedener Länge reichen in den Mund hinein, alle übrigen Theile befinden sich aussen. Der lange Zungenhebel (40—50 mm) macht alle Bewegungen der Zunge mit; der kurze Zungenhebel (25—30 mm) spielt blos bei *s*, *f*, *l*, *d*, *t* und *n* an. Eine Schwierigkeit bietet das stimmhafte *f*, welches sich mit *l* confondieren würde, da der Apparat nur die in der Mittelebene des Mundes sich abspielenden Vorgänge wiedergeben kann, wenn er nicht zu compliciert werden soll; man umgeht diese

Schwierigkeit indessen leicht, indem man sich eben gewöhnt, das *f* stimmlos auszusprechen. Die Lippenhebel werden von der Oberlippe bewegt und reagieren auf: *o*, *u*, *w*, *f*, *b*, *p* und *m*. Ein zarter Flügel, der vor der Mundspalte schwebt, dient dazu, die Expiration zu registrieren, er muss sehr empfindlich sein, um selbst die luftschwachen Laute, namentlich die Vocale vor oder nach einem Nasallaut zu markieren, er reagiert auf alle stimmhaften und stimmlosen Laute. Zur Registrierung der Stimm-Vibrationen dient ein sogenannter Vibrator, der in einem kleinen zweiarmigen Pendel besteht, welches selbst wieder gegen ein pendelndes Rähmchen von verschiedener Schwingungsdauer Contact gibt; durch 2 Gewichtchen kann man den Contact-Druck so regulieren, dass sich die Pendel bei der geringsten Vibration der Stimme trennen, während sie gegen zufällige grobe Erschütterungen ziemlich unempfindlich sind. Das Ganze ist an einem Metallplättchen montiert, welches durch ein elastisches Band am Kehlkopf befestigt wird. Die Pendelform ist darum nöthig, damit trotz der kleinen unwillkürlichen Bewegungen des Halses, der Contact-Druck immer constant bleibe. Der Vibrator reagiert auf alle stimmhaften und nasalen Laute.

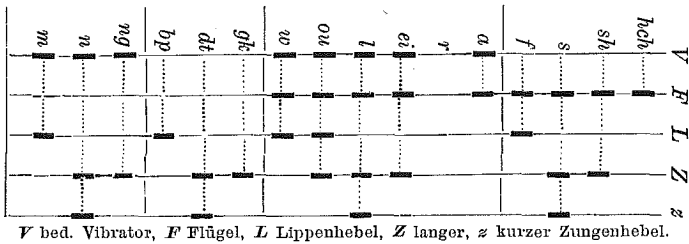
Alle diese Organe wirken nun in der Weise, dass sie, wenn sie erregt werden, electriche Contacte unterbrechen und hierdurch die ihnen zugeordneten Electromagnete des Schreibapparates, mit denen sie durch biegsame Leitungs-Schnüre verbunden sind, activieren. Die Ankerhebel dieser Magnete berühren, sobald gesprochen wird, eine durch ein Uhrwerk gedrehte berusste Trommel und erzeugen deutliche Striche von grösserer oder geringerer Länge. Die Hebel sind so zart, dass sie beim

Sprechen nicht stören, ja eigentlich kaum gefühlt werden, durch Federchen werden sie nach jeder Ablenkung wieder in ihre normale Ruhelage zurückgebracht und die Contacte wieder geschlossen; sämtliche Contacte sind stellbar und müssen vor dem Gebrauch sorgfältig adjustiert werden, damit die betreffenden Hebel erst im richtigen Momente den Contact öffnen, d. h. nur auf die Laute ihres Gebietes und auf keine anderen reagieren. Selbstverständlich müssen auch sämtliche mit dem Munde in Berührung tretenden Metalltheile vom Strome isoliert sein und alle Contacte müssen so angebracht sein, dass sie nicht dem Hauch ausgesetzt sind.

In Bezug auf die Aussprache ist selbstverständlich die grösste Deutlichkeit nöthig, besonders soll das *r* kräftig gerollt werden, damit es sich von *a* gehörig unterscheidet; das *l* soll vorne articuliert werden und nicht hinten am Gaumen, wie diess namentlich nach *g* und *k* so häufig geschieht, auch darf man nicht allzu rasch sprechen und soll die Silbepausen etwas markieren und die kurzen Vocale etwas mehr betonen. Eine der grössten Schwierigkeiten beim Lesen besteht im Anfange darin, dass die zu einem und demselben Laute gehörigen Zeichen nicht alle genau gleichzeitig einsetzen und aufhören, dazu kommt noch, dass viele Zeichen, namentlich die des langen Zungenhebels, durch mehrere Laute durchgehalten sind, da er fast bei allen Vocalen und bei allen Zungenlauten mitspielt, so dass man also schwer bestimmen kann, wo ein Laut anfängt und wo er aufhört, doch erlangt man bei einiger Uebung bald die nöthige Uebersicht.

Diese Unregelmässigkeit ist auch der Grund, warum das Dechiffrieren nicht auf mechanischem Wege besorgt werden kann.

Am leichtesten wird man freilich stets seine eigene Mundschrift entziffern können, sowie ja Jeder auch seine eigene Handschrift am leichtesten entziffert; auch eignet sich unter den europäischen nur die deutsche und italienische Sprache für den Glossographen, weil bei diesen die Aussprache und die Schreibweise fast zusammenfallen, während bei den anderen Sprachen, namentlich bei der französischen und englischen, die phonetische Schreibweise des Glossographen von der üblichen Orthographie so sehr abweicht, dass das Entziffern noch mehr erschwert würde, endlich bilden auch die vielen unbestimmten, kurzen Vocale des Englischen ein Hinderniss für die Anwendung des Glossographen. In Bezug auf den Schreibapparat sind nur noch wenige Bemerkungen hinzuzufügen. Zum Zweck der Demonstration, oder zu phonetischen Transcriptionen eignet sich am besten die mit lackiertem Papier überspannte, berusste Trommel, deren Schrift nachher mit einer verdünnten Schellacklösung fixiert wird. Die Magnete müssen sehr klein sein, damit sie sich rasch magnetisieren und entmagnetisieren und damit sie im Interesse der Uebersichtlichkeit der Schrift nahe zusammen gruppiert werden können; die untere Hubgrenze muss regulierbar sein, sowie das Gegengewicht, welches die Abreissfeder vertritt. Soll der Apparat für Schnellschreibzwecke verwendet werden, so müsste freilich die berusste Trommel durch einen endlosen Papierstreifen und die Schreibstifte durch Rastriefedern mit leicht fließender Tinte ersetzt werden. Die Batterie soll aus constanten Elementen bestehen und muss jedem Magnete sein eigenes Element zugeordnet werden, da es sonst leicht Confusionen geben könnte. — Die Anordnung der Längszeilen und der Schlüssel des Alphabetes ist aus nebenstehendem Schema zu ersehen:

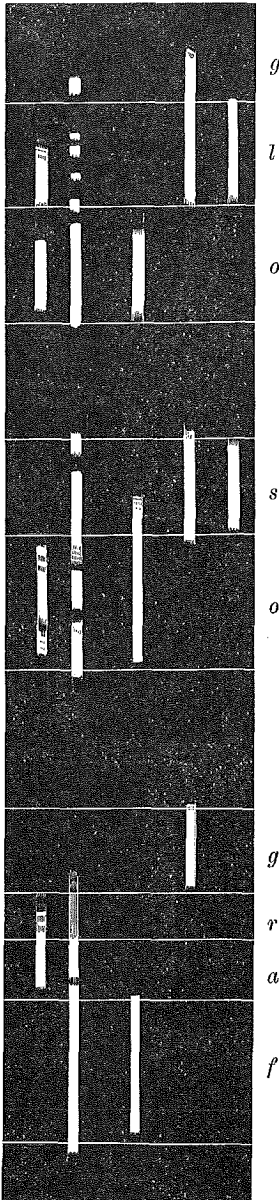


Bedenkt man, dass selbst bei Markierung der Silbepausen doch leicht 4—500 Laute per Minute deutlich gesprochen und folglich auch mit derselben Geschwindigkeit durch den Glossographen registriert werden können, während selbst der geübteste Schreiber kaum über 150 Laute per Minute lesbar schreibt, so wird man den Nutzen begreifen, welchen der Glossograph in einer so vielschreibenden Zeit wie der unserigen leisten könnte. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass sich mit den Tasten-Schreibmaschinen (Type writers) selbst bei grösster Uebung niemals jene Geschwindigkeit erreichen lässt, welche ein automatisch wirkender Apparat gestattet; denn der Grund, warum wir um so viel langsamer schreiben als wir sprechen, liegt nicht in dem Zeitaufwande, welcher zur Hervorbringung der Buchstaben mit der Feder nöthig ist, sondern in der Zeit, welche zwischen der Vorstellung des Buchstaben und dem zur Darstellung desselben nöthigen Willens-Impuls verfliesst; und mag die Technik dieser Darstellung noch so vereinfacht und auf einen bloss flüchtigen Tastendruck reduciert sein, so kann sie doch selbst bei grösster Uebung nicht unter eine gewisse Grenze heruntergebracht werden; nur durch die Stenographie, oder auf rein automatischem Wege, bei welchem letzterem die Gedankenarbeit völlig eliminiert wird, ist es möglich, dem Fluss der Rede mit der Schrift zu folgen.

Es dürften sich übrigens, auch abgesehen von der Schnellschrift, noch andere Verwendungen für den Glossographen finden. Ein ziemlich nahe liegender Gedanke wäre die Anwendung auf die Telegraphie, indem das auf leitendem Folie geschriebene Original mittels des Copier-Telegraphen expediert würde, ähnlich wie bei den gestanzten Streifen des Wheatstone'schen Systems; nur würde man mittels des Glossographen die abzutelegraphierende Originalschrift viel schneller vorbereiten können als mittels des Wheatstone'schen Perforateurs. Man hat zwar eingewendet, dass wenn man schon Copier-Telegraphen verwenden will, man ja gleich die in gewöhnlichen Buchstaben auf leitender Folie geschriebene Original-Depesche abtelegraphieren könnte, ohne erst des Glossographen zu bedürfen; allein wenn man an die Parlamentsberichte für die grossen Journale denkt, bei welchen in aller Eile noch in vorgerückter Nachtstunde Tausende von Worten zu telegraphieren sind, so wird man vielleicht doch die directe Vorbereitung der Streifen durch den Reporter mittels des Glossographen vorziehen, wenn man nicht etwa gar das handschriftliche Stenogramm selbst gleich durch den Copier-Telegraphen versenden will.

Eine weitere Verwendung wäre denkbar für das Sprachstudium wilder Stämme und für den Taubstummen-Unterricht. Im ersteren Falle hätte der Apparat die Aufgabe, die fremden Laute zu registrieren, welche dem uneingeweihten Hörer völlig unentwirrbar erscheinen müssen, im anderen Falle würde der Apparat den des Gehör beraubten, welchen also das natürlichste und beste Controllmittel zur Richtigstellung ihrer Sprechversuche fehlt, ein Ersatzmittel bieten. Man müsste nämlich dem Taubstummen die Function der einzelnen Organe des

Facsimile einer Schriftprobe.



Apparates klar machen und ihn sodann jeden einzelnen Laut mit dem Sprechapparate im Munde so lange einüben lassen, bis derselbe auf dem Schreibapparate richtig erscheint und dadurch den untrüglichen Beweis liefert, dass wirklich alle zur Hervorbringung des betreffenden Lautes nöthigen Bedingungen richtig erfüllt wurden, und zwar würde der Glossograph auch die für den Lehrer nicht wahrnehmbaren Elemente der Lautbildung, wie z. B. die rückwärtigen Bewegungen der Zunge, den Gaumenverschluss und die Vibrationen der Stimme, kontrollieren, so zwar, dass er da, wo der Lehrer vergebens gegen die undeutliche oder unreine Articulation eines Lautes ankämpft, die sonst nicht wahrnehmbaren Ursachen der fehlerhaften Lautbildung zu entdecken und zu beseitigen hilft.