BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lambert, Johann Heinrich

J. H. Lamberts Abhandlung über einige akustische Instrumente Aus dem Französischen übersetzt nebst Zusätzen über das so genannte Horn Alexanders des Großen, über Erfahrungen mit einem elliptischen Sprachrohre und über die Anwendung der Sprachröhre zur Telegraphie von Gottfried Huth

Berlin 1796

Mus.th. 7354
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10600481-6
VD18 14869209-001

J. H. Lamberts

Abhandlung

über einige

akustische Instrumente.

Aus dem Französischen übersetzt

nebst

Zusätzen

über das so genannte

Horn Alexanders des Großen,

über Erfahrungen

mit

einem elliptischen Sprachrohre

und

über die Anwendung

der Sprachröhre zur Telegraphie.

Von

Gottfried Huth,

Doctor der Weltweisheit und öffentlichem ordentlichem Lehrer der Mathematik und Physik auf der Universität zu Frankfurt an der Oder, Mitgliede einiger gelehrten Gesellschaften.

Mit zwei Kupfertafeln.

DET KONGELIGE
ARTILLERIETS CORPS
BIBLIOTHEK

Berlin 1796.

In der Königlichen Realschul-Buchhandlung.

B S B
MÜNCHEN

28/05/3252 5,2

Vorrede.

Die akustischen Instrumente haben keinen minder edeln Zweck, als die optischen; diese dienen, unsere Erkenntniß der Sinnen-Welt zu erweitern; jene, unsere Empfindungen, Kenntnisse und Gedanken leichter und ausgebreiteter mitzutheilen; beide helfen der natürlichen Unvollkommenheit der beiden vorzüglichsten Sinne, welche wir besitzen, ab, und werden dem Philosophen dadurch äußerst wichtig, daß sie die Wirksamkeit der Denkkraft im menschlichen Geschlechte ein ausgedehnteres Feld verschaffen. Darf man also Bedenken tragen, sie als sehr brauchbare Hülfs-Mittel in der fortschreitenden Cultur des Menschen anzusehen? Dem gemeinen Schlage nicht

denkender Vorgesetzten der Denker, deren Pflicht es von Amtswegen wäre, eine solche Cultur zu befördern, fällt freilich ein solcher Gedanke nicht ein. Aber wie mag es kommen, daß auch denkende Geschäfts-Verwalter des gelehrten Wesens ihn so wenig beherzigen? Daß dieses nicht geschiehet, beweiset die Erfahrung: denn wie würde sonst der wahre Philosoph das niederschlagende Phänomen zu beobachten haben, daß man in Staaten, welche sich mit ihrer Cultur brüsten, und wo eine Menge Aufseher über dürftige Diener der Cultur mit nicht unbeträchtlichen Summen besoldet werden, so wenig Aufmunterung und Unterstützung zu der Vervollkommnung und dem Gebrauche jener vortrefflichen Instrumente findet? Oder lässet sich an diesen Instrumenten nichts weiter vervollkommnen? Ist der Gebrauch, der sich von ihnen machen lässet, bereits vollständig gemacht?

Welcher Kenner dieser Instrumente und der Wissenschaften überhaupt kann dieses bejahen? Welcher Denker es behaupten?

Doch hat in dieser Rücksicht die optischen Wissenschaften ein glücklicheres Loos getroffen, als die akustischen. Mit jenen hat man sich bisher mehr beschäftiget, im Ernst und zum Spiel, das gilt hier gleich — denn nur Pedanten können glauben, daß Spielen nichts, sondern gravitätischer Ernst allein Alles, zur Bildung des Menschen beitragen könne —; auf ihre Verbesserung hat man bisher mehr Fleiß und Unkosten verwendet; doch ist noch viel zu thun übrig. Auch die akustischen Instrumente hat man zwar nicht ganz vernachlässiget; man hat deren neue erfunden und auf ihre Vollkommenheit gedacht; aber dennoch ist es ausgemacht, daß man auf diesen Theil der technischen Physik lange nicht die Aufmerk-

samkeit und den Eifer angewendet hat, welche er wohl verdient hätte.

Da ich dieses erkannte, entstand in mir der Wunsch, daß ich nicht zu schwach seyn möchte, eine solche Aufmerksamkeit und einen solchen Eifer für die akustischen Instrumente unter meinen Zeitgenossen wieder zu beleben. Insbesondere schien mir das Sprach-Rohr, ein Werkzeug, das ganz eigentlich auf die zu erweiternde Mittheilung der Gedanken abzweckt, es wohl zu verdienen, daß man es dem Nachdenken der Physiker wiederum näher legte. Da ich nun glaubte, daß hiezu neue Vorschläge, neue Versuche und Kenntniß einer gründlichen Theorie über die Wirkungs-Weise des Sprachrohres vorzüglich mitwirken können, so entstand in mir der Vorsatz, welchen ich hier ausführe: Ich übergebe nämlich hier meinen Deutschen Mitarbeitern in der Physik eine Uebersetzung von

Lamberts Abhandlung sur quelques instrumens acoustiques, welche sich in der histoire de l'academie royale des sciences et belles lettres de Berlin für das Jahr 1763 eingerückt befindet, welche in allen physikalischen Lehrbüchern citiret wird, und welche nun von Liebhabern der Physik, welche des Franzősischen nicht recht kundig sind, oder die Schriften der Berlinischen Academie nicht ohne viel Mühe und Umstände gebrauchen können, benutzet und studiert werden kann. Dieser mit Scharfsinne und Gründlichkeit abgefaßten Abhandlung füge ich dann noch drei Zusätze bei, in welchen, wie man sehen wird, ich einen in die Geschichte des Sprachrohres eingeschlichenen Irrthum zu heben bemühet bin, einige von mir angestellte Versuche mit Sprachröhren erzähle, und eine Frage untersuche, zu welcher die Wirksamkeit des Sprachrohres und unser in die Telegraphie verliebtes

Zeitalter die Veranlassung geben. Irre ich nicht, so darf ich bei der Erörterung dieser sonst, so viel mir bekannt worden, noch nirgends behandelten Frage doch wohl keine ganz ungegründeten Ansprüche auf die Ehre einer Erfindung machen. Doch, ich bescheide mich, daß dieses von dem Urtheile solcher Gelehrten abhänget, welche mehr Kenntniß und Scharfsinn, als ich, haben. Es wird mir Freude verursachen, wenn mir ein solches Urtheil günstig ist; und zur Belehrung gereichen, wenn solche Kritiker das Mangelhafte meiner Gedanken und Vorschläge ihrer Beleuchtung nicht unwürdig finden. Frankfurt an der Oder, im May 1795.

Gottfried Huth.

Ueber

10680481

Ueber

einige akuſtiſche Inſtrumente

von

Lambert.

§. 1.

Vor hundert Jahren machte der Ritter Moreland die Idee, die er ſich von demjenigen akuſtiſchen Inſtrumente, das man Sprach-Rohr nennet, entworfen hatte, bekannt, und führte ſie aus. Das Neue in dieſer Idee beſtand nicht in der Verbreitung des Schalles auf eine beträchtliche Entfernung mittelſt eines ſolchen Inſtruments. Die Trompeten, die Jagdhörner, und andere ähnliche Inſtrumente, die ſchon in ſehr alten Zeiten erfunden worden, hatten die Möglichkeit davon längſt bewieſen. Aber es fragte ſich, ob artikulirte Töne, Silben, Wörter durch irgend ein ähnliches Inſtrument nicht allein verſtanden, ſondern auch auf eine ſo große Entfernung verſtanden werden könnten. Dieſes nun

versuchte der Ritter Morland in dem Jahre 1670; und der Erfolg entsprach seiner Erwartung. Diese Erfindung ward in kurzer Zeit so bekannt, daß man binnen nicht völlig einem Jahre in allen cultivirten Ländern Sprachröhre sahe; und insbesondere bedienten sich die Schiffer derselben sehr bald auf dem Meere. Der Ritter Morland gab eine Beschreibung von den verschiedenen Arten der Sprachröhre, die er hatte verfertigen lassen, heraus; und diese verbreitete sich eben so geschwind als das Instrument. Man siehet aus derselben, daß seine Sprachröhre eine Art hinreichend vergrößerter Trompeten waren. Am Ende dieser Beschreibung fordert der Ritter Morland die Geometer und Physiker auf, zu diesem Instrumente die zweckmäßigste Gestalt zu bestimmen, und überhaupt es zu der Vollkommenheit, deren es fähig ist, zu befördern. *)

§. 2.

Der Erste, der in dem Jahre 1672 darüber nachgedacht zu haben vorgab, war ein Mechanikus, Namens Cassegrain, durch seine optischen

*) An account of a speaking trumpet, as it hath been contrived by Sam. Morland. London 1671; und im Auszuge in den Philosophical Transact. Num. 79, p. 3056.

Instrumente insonderheit bekannt. Dieser gab seinen Sprachröhren eine hyperbolische Form, und behauptete, es dadurch weiter als der Ritter Morland gebracht zu haben; indem ein Sprachrohr von seiner Form, das nur fünf Fuß lang wäre, die Stimme eben so weit als ein Morlandisches, das sieben Fuß lang wäre, fortpflanzete. *) In Deutschland ahmte der Professor Sturm zu Altorf Cassegrain's Versuche nach, indem er seinen Sprachröhren dieselben Dimensionen gab; indessen stellete er auch Versuche mit Sprachröhren, die eine mehr, oder weniger, gewundene Figur hatten, an. **)

§. 3.

So blieb es nun bis 1719, da der Professor Hase zu Wittenberg eine Dissertation herausgab, in der er sich bemühete, diese Instrumente mit bessern Erfolge zu vervollkommnen. ***) Zufolge seit langer Zeit bekannter katoptrischer Lehrsätze machte er die Bemerkung, daß, den Sprachröh-

*) Man sehe das Journal des Savans. ed. de Hollande. Tom. 3. p. 131.

**) Sturms Collegium curiosum. Norimbergae 1701. Pars 2. p. 142, u. f.

***) Dissertatio de tubis stentoreis. Lipf. 1719.

ren die Gestalt der Hyperbel zwischen der Asymptote zu geben, wie Cassegrain verlangt hatte, sehr gefehlt sei, und daß die elliptische und parabolische Figuren sich unendlich besser dazu schicken. Da die beiden Arten von Sprachröhren, die er diesen Lehrsätzen zufolge vorschlug, fast in allen physikalischen Lehrbüchern abgebildet und beschrieben sind, so will ich mich hier nicht mit ihrer Beschreibung aufhalten. Uebrigens kann man sich dieselben auch leicht vorstellen, wenn man nur an die Wirkungen paraboliſcher und elliptischer Spiegel denket. Denn Herr Hase stellet sich die Sprachröhre als eine Art von Spiegeln vor, die den Schall zurückwerfen. Und so wäre Alles, was man zu thun hätte, dieses, daß man die Theorie gedachter Spiegel auf die Sprachröhre anwendete.

§. 4.

So liefert uns gewissermaßen die Geschichte der Sprachröhre ein Phänomen in der intellectualischen Welt. Es hätten diese Instrumente schon so lange, als man Trompeten und andere dergleichen Instrumente hat, d. i. seit undenklichen Zeiten, erfunden sein können. Man brauchte dazu bloß auf den Gedanken zu kommen, zu versuchen, was erfolgen würde, wenn man durch

eine hinreichend vergrößerte Trompete spräche. Dieser Gedanke, wie eine Menge anderer, war dem vorigen Jahrhunderte aufbehalten, einem Jahrhunderte voll Eifer zu neuen Versuchen, dessen Feuer nachher immer mehr angefachet worden. Die Idee des Herrn Hase hätte schon sehr viel früher gefasst werden können, weil die paraboliſchen und elliptiſchen Spiegel schon lange vorher bekannt waren. Wenn es irgendwo auf krumme Linien ankam, dachte man oft mehr denn zu schnell an die Kegelschnitte, und so hätte schon der Ritter Morland darauf fallen können. Cassegrain bediente sich der Hyperbel, ohne es zu wissen. Sturm bemerkte dieses, blieb aber dabei.

§. 5.

Auch Herr Hase blieb bei dem, was er von den Spiegeln wusste. Und, wenn gleich die Anwendung, die er davon auf die Sprachröhre machte, sehr sinnreich und unter Allem, was man bisher darüber gedacht hatte, das beste war, so war dieses doch bei weiten noch nicht Alles, was man wünschen konnte. Denn, außer daß paraboliſche und elliptiſche Figuren in der Ausführung Schwierigkeiten haben, sind Spiegel von solcher Form nicht so frei von allen Fehlern, als man

gemeiniglich glaubt. Daß ein paraboliſcher Spiegel alle auf ihn fallende Strahlen in ſeinem Brennpunkte vereinigt, iſt in aller Strenge nur von denen Strahlen wahr, die parallel mit des Spiegels Axe auffallen. Für alle andere Strahlen leidet dieſe Regel Abweichungen, die um ſo beträchtlicher ſind, je ſchiefer die Strahlen auffallen und je ſtärker der Spiegel gekrümmt iſt. Mit den Tönen verhält es ſich gerade eben ſo: dieſe gehen in den Sprachröhren, wenn ſie auch ſo paraboliſch als möglich ſind, doch nicht von einem einzigen Punkte aus, und werden in denſelben unter allerhand Winkeln zurückgeworfen, ſo daß die Fortpflanzung bei weiten nicht in einer gänzlich mit der Axe parallelen Richtung geſchiehet. Der Schall kann ferner in den Sprachröhren, wie in andern muſikaliſchen Inſtrumenten verſtärket werden, und dadurch entſtehen Reflexionen, die mit den Reflexionen des Lichtes ganz und gar nichts gemein haben. So ſcheinet Herr Haſe, ſo gut auch ſeine Erfindung ſein konnte, die wahre Theorie der Sprachröhre eben ſo weit hinter ſich gelaſſen zu haben, als er ſie in dem Jahre 1719, da er ſeine Diſſertation herausgab, gefunden hatte. Ich weiß nicht, daß dieſe Materie ſeitdem wieder ſei vorgenommen worden. Neuere Schriftſteller, die ich nachge-

schlagen habe, reden davon als von einer sehr verwickelten und sehr schweren Sache. In der That, wird man finden, haben sie Recht, wenn man nur ein wenig aufmerksam auf die unendliche Menge von Reflexionen ist, die der Schall in diesen Instrumenten leidet, und die alle mit in Rechnung gezogen werden müssen. Diese unendliche Menge erregt Staunen und eine Art von augenblicklichem Schwindel, als sähe man einen Abgrund vor sich. Daher kömmt es, daß man sich nicht daran wagt, nicht anders, als ließe man seinen Vorsatz aus den Händen fallen. Aber wenn nun, bei Lichte besehen, dieser Abgrund bloß in der Einbildung State fände? Wenigstens wird man wohl thun, den Muth nicht eher zu verlieren, als bis man genau gesehen hat, was an der Sache ist. Ganz ähnliche Fälle, die ich in meiner Photometrie behandelt habe, haben mir gezeigt, daß solche wissenschaftliche Schrekken von sehr Panischer Art sein können; und daß in der Analysis des Unendlichen uns nichts in Verlegenheit setzen muß. Es kam auf den Versuch an, ohne sich auf den ersten Anblick abschrecken zu lassen. Diesen Versuch habe ich gemacht, und man wird hier sehen, wie weit es mir damit geglückt ist. Hauptsächlich kommt es hier freilich auf die Theorie der Sprachröhre an;

aber, wenn ich auf meinem Wege auf Gegenstände treffe, die anderweitig nützlich sein können, so werde ich sie nicht mit Stillschweigen übergehen. Das Land, das ich durchlaufen werde, ist noch wenig bekannt, und von solchen Ländern ist man immer am begierigsten Alles zu wissen. Aber, um meinen Nachrichten Glaubwürdigkeit zu verschaffen, werde ich anzeigen, von wo ich ausgegangen bin, und welchen Weg ich genommen habe. Also zur Sache.

§. 6.

Man weiß, daß der Schall sich in gerader Linie fortpflanzet, wenigstens in einerlei Luft, wenn er nicht etwa aus einer dichtern in eine dünnere Luft, oder umgekehrt, gehet. Denn in diesem Fall ereignet sich eine Art von Refraction, die wahrscheinlich auch dann Statt findet, wenn der Schall durch eine prismatisch gestaltete Mauer gehet. Aber hier brauche ich darauf nicht zu achten.

§. 7.

Ferner, weiß man, daß der Schall zurückgeworfen wird, eine Kenntniß, die man so lange hat, als man aufgehört hat, das Echo als eine Art von Gottheit oder Fantome zu betrach-

ten, das sich damit lustig macht, das, was man sagt, nachzusprechen, oder wenigstens die letzten Silben davon.

§. 8.

Endlich, weiß man, daß jeder schallende Körper den Schall nach allen Seiten verbreitet, und daß hierin der Grund liegt, warum der Schall in größern Entfernungen schwächer wird. Man kann behaupten, daß dieses Schwächerwerden zunimmt, wie die Quadratzahlen der Entfernung, ganz wie bei dem Lichte.

§. 9.

Was die Reflexion des Schalles betrifft, so weiß man, daß es sich damit eben so, wie mit allen andern Reflexionen, verhält, das heißt, der Reflexions-Winkel ist dem Incidenz-Winkel gleich. Auf dieser Kenntniß beruhet das Mittel, künstliche Echo's anzulegen und herauszubringen.

§. 10.

Dies Alles ist bekannt genug. Aber in der Verbindung der beiden letztern Phänomene giebt es Etwas, das in Verlegenheit setzen kann. Die schallenden Körper setzen uns nicht in den Stand, einen Schall hervor zu bringen, der bloß nach

einer gewissen Gegend hin gerichtet sei. Die Frage entstehet also, ob dieses an sich unmöglich sei? Neuton behauptet dieses; und die Theorie des Schalles, die er zuerst aufgeklärt hat, scheinet die Behauptung zu bestätigen. Er führet selbst eine Erfahrung zur Bestätigung an, und zum Beweise, daß der Schall und das Licht nichts mit einander gemein haben, in Rücksicht auf die Art und Weise ihrer Fortpflanzung. Diese Erfahrung schien dem Herrn Euler nicht entscheidend zu sein. Man weiß, sagt Neuton, daß die Sonnenstrahlen in gerader Linie durch ein Loch gehen, ohne daß sie sich hinter dem Loche nach allen Seiten ausbreiteten. Wenn nun das Licht sich wie der Schall fortpflanzte, so müsste auch der Schall in gerader Linie fortgehen und einen Schall-Kegel bilden, wie das Licht einen Licht-Kegel. Auf diese Weise würde man nichts hören, wenn man sich zur Seite außer dem Schall-Kegel befände. Man höret aber hinter dem Loche, durch das der Schall gehet, allerwärts, folglich — —. So schließet Neuton. Herr Euler antwortet darauf: der Schall gehe nicht allein durch das Loch, sondern auch durch Bretter, Mauern u. s. w.; mit dem Lichte verhalte es sich aber nicht so, dieses gehe bloß durch durchsichtige Körper. Ich habe Newtons Er-

fahrung nicht angestellt; aber ich weiß aus andern analogen Beobachtungen, was diese Erfahrung zeigen kann: nämlich, daß das Ohr, in den Schall-Kegel gestellet, eine deutlichere und stärkere Sensation empfänget, als wenn es sich zur Seite befindet.

§. 11.

Das Beispiel vom Echo scheinet mir in dieser Rücksicht die meiste Beweiskraft zu haben. Das Echo entstehet, wenn der Schall von einer Mauer, oder von einem Felsen, die sich in hinreichender Entfernung befinden, reflectiret wird. Es ist nicht nothwendig, daß die Mauer, oder der Felsen, viel Oberfläche habe; und bei der Frage, von der hier die Rede ist, ist es gut, wenn die Oberfläche so klein als möglich ist. In solchen Fällen habe ich immer beobachtet, daß das Echo, weit gefehlt sich rings umher hören zu lassen, sich bloß da hören lässet, wo nach den Regeln der Reflexion der reflectirte Strahl seinen Gang hat. Es sei AB eine solche Mauer, C der Punkt, von dem der Schall, oder die Stimme, ausgehet; ACB wird dann der Schall-Kegel oder die Schall-Pyramide sein, die sich durch die Reflexion nach ab hinlenket. In ab höret man die Stimme, oder den Schall, als kämen sie Fig. 1.

aus c. Ich habe bemerket, daß die Breite ab sehr klein ist; und, wenn die Mauer, oder der Felsen, AB die Krümmung eines Hohlspiegels hat, so kann ab schmäler als AB sein, und dann verstärket das Echo den Schall, wie ein Hohlspiegel die Lichtstrahlen durch die Concentrirung verstärket. Das Alles würde nicht Statt haben, wenn der Schall, indem er auf AB fället, sich nach allen Seiten hin ausbreitete. Dieses ereignet sich bloß, wenn AB ein schallendes Object ist, das durch die wellenartige Bewegung der Luft anfängt Schwingungen zu machen, die einen Schall hervorzubringen geschickt sind. Man siehet also hieraus, daß man mittelst der Reflexion einen Schall-Kegel, oder eine Schall-Pyramide auffangen, und dem Schall eine geradlinige Richtung geben kann, wie dem Lichte. Hierzu kommt noch, daß, wenn sich der Schall in AB nach allen Seiten verbreitete, man ihn in ab äußerst geschwächt hören würde. Denn AB würde alsdann wie ein convexer Kugel-Spiegel zu betrachten sein, der durch Verbreitung des auffallenden Lichtes nach allen Seiten bloß ein sehr schwaches reflectirtes Licht hervorbringt. Aber es giebt Echo's, die den Schall verstärken. Also geschiehet die Reflexion des Schalles wie die Reflexion des Lichtes.

§. 12.

Es war nothwendig, diese Behauptung festzustellen, weil Neuton entgegengesetzter Meinung zu sein scheinet, und das Ansehen Neutons die Gültigkeit eines sehr starken Beweisgrundes hat. Die Theorie des Schalles, von der er die ersten Grundzüge entwarf, scheinet ihn verleitet zu haben, die Sache aus dem Gesichtspunkte zu fassen, wie er gethan hat. In der That scheinet es so: ein Lufttheilchen, das in irgend einer Richtung angestoßen worden, setzet alle Lufttheilchen, mit denen es in Berührung ist, in Bewegung; und hiernach müsste sich freilich der Schall nach allen Seiten ausbreiten. Man beobachtet auch so etwas bei den schallenden Körpern, wenn sie schallen. Aber die so eben angeführte Erfahrung mit dem Echo zeigt, daß hier Alles von einer andern Seite behandelt werden muß. Der schallende Körper würde also der Luft eine Bewegung nach allen Richtungen mittheilen. Aber, wenn man einen Schall-Kegel ACB mit einer Ebene AB auffängt, so wird dieser Kegel nach seiner Linear-Direction zurückgeworfen, und wenn die ihm angrenzenden Lufttheilchen in D an der Erschütterung der Luft, die den zurückgnworfenen Theil des Kegels ausmacht, Theil haben, so muß die Bewegung, welche diese Lufttheilchen in D em-

pfangen, äußerſt ſchwach ſein, weil das Echo ſich bloß dann hören läßt, wenn das Ohr ſich in dem zurückgeworfenen Theile des Kegels befindet.

§. 13.

Nun wollen wir ſehen, wie ſich der Ton in den Trompeten und andern ähnlichen Inſtrumenten verſtärket. Die Reflexion des Schalles, die in ihnen geſchiehet, trägt dazu unſtreitig bei, und zwar viel. Aber ſie iſt nicht allein die Urſache der Verſtärkung. Man weiß, daß man mit der Trompete nicht alle Töne angeben kann, ſondern bloß diejenigen, die ſich wie die natürlichen Zahlen von 1 bis 16 folgen, ſo daß die Trompete in dem Intervalle von vier Octaven nur 16 Töne giebt, die man anſtimmen muß, um die Trompete gleichtönend zu machen. Man kann zwar in die Trompete mit jeder beliebigen Stimme hineinſchreien; aber dann hört man bloß dieſe Stimme, und nicht den Ton der Trompete. Die Trompete wird dieſe Stimme bloß durch die Reflexion verſtärken, aber weit ſchwächer, als wenn ſie ſelbſt mittönete. Alſo iſt es klar, daß die zitternde Bewegung, die man der Trompete geben kann, eine der Haupt-Urſachen zur Verſtärkung des Schalles iſt. Wir wollen nun ſehen, wie?

§. 14.

Wenn in die Trompete gestoßen wird, so wird anfänglich bloß die in ihr befindliche Luft erschüttert. Aber wenn die Schwingungen der Lufttheilchen denen Schwingungen, deren die Trompete empfänglich ist, gleichzeitig sind, dann geräth die Trompete in eine schwingende Bewegung; und wenn man fortfährt mit Blasen, so entstehet in dieser Bewegung eine Art von Anhäufung, indem die elastischen Metall-Theile neue Stöße empfangen, bevor die Wirkung der vorhergehenden sich verlieret. Hieraus wird die Erzählung von solchen Personen, welche durch heftiges Schreien in ein Glas dasselbe zersprengen, mehr oder weniger, erklärbar. Man erkläret auch daraus das Zerspringen einer Glocke, wenn sie zu lange und zu stark geläutet wird.

§. 15.

Die Reflexion des Schalles in der Trompete trägt sehr beträchtlich zu dieser Anhäufung der Schwingungen der Metall-Theile bei. Aber, da bei jeder Reflexion die Lufttheile von ihrer Stärke verlieren, so muß man daraus das Paradoxon erklären, das diese Verstärkung des Schalles darbietet. Denn es scheinet, daß die Wirkung größer sei, als die Ursache, von der sie her-

vorgebracht wird. Weil so etwas aber nicht Statt finden kann, so ist klar, daß der Schall in diesen Fällen anfänglich und zu Ende schwächer sein muß, in der Mitte seiner Zeitdauer aber stärker. Die Total-Summe wird der erzeugenden Ursache gleich sein, und sehr oft wird sie geringer sein als diese, weil, das Metall der Trompete mag noch so elastisch sein, doch von der Bewegung seiner Theile mehr oder weniger verloren gehet, so daß der Ton nicht so stark ist, als er sein könnte.

§. 16.

Diese schwingende Bewegung der Metall-Theile trägt von ihrer Seite dazu bei, den Ton der Trompete nach allen Richtungen zu verbreiten, obgleich übrigens der stärkste Ton der Richtung der Trompete selbst, oder ihrer Axe, folget. Wenn inzwischen diese Art von Instrumenten so gemacht werden könnte, daß sie den Ton nach allen Seiten gleich verbreiteten, so würden sie dadurch ihrem Zwecke am vollkommensten entsprechen. Mit den Sprachröhren verhält es sich so nicht. Von diesen verlanget man, sie sollen den Schall bloß nach einer einzigen Gegend hinlenken, und aller Schall, den sie nach irgend einer andern Gegend verbreiten, wird

für

für verloren angesehen, weil er der Stärke des Schalles, den man ganz nach der Stelle, wo man sich verständlich machen will, hinhaben will. Bei den Sprachröhren hat man daher großentheils die schwingende Bewegung aus den Augen zu setzen, weil es sich nicht darthun lässet, daß man durch die daher entstehende Verstärkung des Schalles mehr gewinnet, als verloren wird. Ein solcher Beweis wird sehr schwer sein, wo nicht gar ganz unmöglich. Denn man bedienet sich der Sprachröhre nicht, um bloß einen starken Ton hervor zu bringen, sondern artikulirte Töne, Silben, Wörter. Da nun das Schwellen *) der schwingenden Bewegung nicht in einem Augenblicke geschiehet, so siehet man, daß man mit einer außerordentlichen Langsamkeit sprechen müsste. Aber, indem man langsam spricht, dehnet man bloß die Vokale, die Consonanten sind nichts weiter, als augenblickliche Modificationen der Vokale. Das Sprachrohr würde also bloß die Vokale hören lassen; und zwar so tönend, daß man die Consonanten rathen müsste, welches nicht immer leicht ist. Ich schließe also hiernach,

*) Accumulation du mouvement übersetze ich durch den in der Musik eingeführten Kunst-Ausdruck Schwellen, welches mir den Sinn am besten auszudrücken scheinet.

daß, um durch ein Sprachrohr deutlich zu reden, die schwingende Bewegung vermieden werden muß. Dieses lässet sich thun, wenn man dergleichen Instrumente von Stoffen, die wenig elastisch sind, verfertigt; oder, wenn man sie aus elastischen Stoffen verfertigt, so muß man in ihnen mit einem Ton reden, den das Instrument nicht giebet, und der folglich von keinem Wiederhall begleitet wird. Uebrigens, in beiden Fällen, hängt die Theorie der Sprachröhre, und insonderheit ihrer Figur, von der Theorie der unendlichen Menge von Schall-Reflexionen, die in den Sprachröhren geschehen, ab. Und wenn diese unendliche Menge einem Abgrunde gleichet, so will ich ihn doch wenigstens sondiren. Vielleicht ist er nicht so unermeßlich, als er scheinet.

§. 17.

Die Untersuchung über die schicklichste Figur der Sprachröhre ist nicht das erste, womit man anfangen muß. Obgleich dieses Problem das erste ist, das über diesen Gegenstand von dem Ritter Morland aufgeworfen worden, so muß es doch eins der letzten in der Auflösung sein. Die Logik erfordert, daß, ehe man an die Analyse, die dergleichen Probleme erfordern, gehet, man mit einer Art von Synthese anfängt, und diese

Synthese selbst fängt mit den einfachsten Fällen an. Dadurch lernet man das in den verwickeltern Fällen Vorkommende klar einsehen. Wir wollen also anfänglich Sprachröhre von bloß cylindrischer Form betrachten, und dann zu der conischen Form übergehen. Die prismatischen und pyramidalischen Formen kommen hier in keine Betrachtung, ob sie gleich übrigens nicht schwerer zu behandeln sein würden, als die beiden Formen, die ich untersuchen will.

§. 18.

Es sei also ein Cylinder ABED, dessen Axe CF. In dieser Axe sei ein schallender Punkt C. Dieser Punkt wird den Schall nach allen Seiten verbreiten, und es wird einen Schall-Kegel BCE geben, dessen Grundfläche die Mündungs-Ebene des Cylinders ist; und der Schall, der sich in demselben fortpflanzet, geht aus dem Cylinder in geraden Linien, das heißt, ohne reflectiret zu werden. Man denke sich eine andre Richtung CM. Der Schall, der dieser Richtung folget, wird in M,N,O reflectiret werden, und von O wieder aus dem Cylinder nach der Richtung OF gehen. Da nun CM, indem sie sich um die Axe CF drehet, die Oberfläche eines Kegels bildet, die wir schallende Kegel-Fläche nennen können, Fig. 2.

so siehet man, daß OF eine ähnliche Fläche auf die Weise bildet, und der in der Fläche des Kegels CM fortgepflanzte Schall gehet aus dem Cylinder, als wäre er in dem Punkte F erzeugt. Aber, nach Verschiedenheit des Winkels MCF wird auch die Entfernung CF verschieden sein; und eben so wird es sich mit den Winkeln OFC verhalten. Indem also der Schall den Cylinder verlässet, verbreitet er sich hinter der Fläche, die in BE den Cylinder unter rechten Winkeln schneidet, als wenn der schallende Punkt sich in dem Punkte dieses Cylinder-Schnittes befände. Die ganze Verschiedenheit, die der Cylinder hervorbringen kann, ist, daß der Schall bei jeder Reflexion eine Aenderung in seiner Stärke leidet, und daß er bei dem Herausgehen aus dem Cylinder sich nicht gleichförmig verbreitet. Hieraus erhellet, daß die cylindrische Figur, und folglich auch alle prismatische Figuren verworfen werden müssen. Um deswillen werde ich mich auch nicht damit aufhalten, mit der Untersuchung der Richtungen des Schalles, die nicht durch die Axe gehen. Wir wollen nun sehen, was es mit den conischen Figuren für eine Bewandniß hat.

§. 19.

Fig. 3. Es sei BCA ein Kegel, CN dessen Axe. Der Schall schneide nach der Direction DF die Axe

in E, und nach allmählichen Reflexionen in F, H, verlasse er den Kegel nach der Richtung HI. Da nun der Reflexions-Winkel stets dem Incidenz-Winkel gleich ist, so haben wir

$$CFD = BFH$$
$$FHC = IHA.$$

Aber, nach der Elementar-Geometrie ist

$$CFD = FDA - ACB.$$
$$CHF = HFB - ACB.$$

Es werde nun der Kegel-Winkel ACB durch φ bezeichnet, der Winkel FDA durch ω, so wird

$$CFD = BFH = \omega - \varphi$$
$$CHF = IHA = \omega - 2\varphi,$$

woraus man siehet, daß bei jeder folgenden Reflexion der Incidenz-Winkel um die Größe φ abnimmt, die für eben denselben Kegel beständig ist, weil φ der Winkel des Kegels BCA ist.

§. 20.

Dieser Lehrsatz ist von einer bewundernswürdigen Fruchtbarkeit, und wird uns dem Abgrunde, der anfänglich Schwindel zu verursachen schien, auf den Boden sehen helfen. Wir wollen der Kürze wegen einige Benennungen einführen. Wir brauchen hier ein Wort, das in Rücksicht auf den Schall beinahe eben das bedeutet, was Strahl in Rücksicht auf das Licht bedeutet. Wä-

re die Linear-Bewegung bei dem Schalle eben so sichtbar als bei dem Lichte, so hätten wir bereits ein schon lange eingeführtes Wort, und die Aehnlichkeit würde wahrscheinlich für das Wort Strahl entschieden haben. Im Französischen gebraucht man dieses Wort von Dingen, die unendlich weniger Aehnlichkeit damit haben. Eine kurze Gewohnheit wird dem Worte Schall-Strahl, oder akustischer Strahl, oder Ton-Strahl das Auffallende benehmen. Indessen werde ich mich auch des Wortes Schall-Linie bedienen, wie ich schon mit dem Worte Schall-Kegel gethan habe, welches mit Ton-Kegel gleichbedeutend ist.

§. 21.

Wenn der Kegel-Winkel φ gegeben ist, und der erste Incidenz-Winkel ω, so findet man sehr leicht alle die andern folgenden Incidenz-Winkel, und die Zahl der Reflexionen, die der Schall-Strahl leidet, bevor er aus dem Kegel herausgehet, oder vielmehr vor dem Zustande, da er nicht mehr reflectiret wird. Denn die Incidenz-Winkel werden sein:

ω

$\omega - \varphi$

$\omega - 2\varphi$

$$\omega - 3\varphi$$
$$\text{u. f. f.}$$
$$\omega - n\varphi.$$

Diese Reihe endigt sich immer da, wo die Ausdrücke anfangen negativ zu werden. Also, um die Zahl der Reflexionen, die der Schall-Strahl leidet, bevor er nicht mehr reflectirbar wird, zu finden, brauchet man bloß ω durch φ zu dividiren, so daß die Quotienten bloß gerade Zahlen sind. Der Quotient wird die Zahl der Reflexionen anzeigen, und der Rest wird den letzten Incidenz-Winkel geben, der herauskommt, wenn man einen Kegel von unbestimmter Länge voraussetzet.

§. 22.

Dieser letzte Incidenz-Winkel ist immer kleiner als der Kegel-Winkel φ, woraus folget, daß aus dem unendlich verlängerten Kegel gar kein Schall-Strahl herausgehet. Es sei FHC der letzte Incidenz-Winkel, der Reflexions-Winkel IHA ist ihm gleich und folglich kleiner als der Kegel-Winkel ACB. Da also der Schallstrahl HI die Seite CB nicht schneiden kann, so wird er nie aus des Kegels Hülle gehen.

§. 23.

Umgekehrt wollen wir annehmen, ein Schall-Strahl IH gehe in den Kegel hinein. Der erste Incidenz-Winkel H sei $= \psi$, so werden die nachherigen Winkel sein

$$\psi + \varphi$$
$$\psi + 2\varphi$$
$$\psi + 3\varphi$$
$$\psi + 4\varphi$$

u. s. f.

Diese Winkel steigen also in arithmetischer Progression, bis sie anfangen, größer als ein rechter Winkel zu werden. Alsdann fängt der Schall-Strahl an, seine Richtung rückwärts zu nehmen, und er höret auf ferner reflectiret zu werden an der Stelle, wo der Winkel $\psi + n\varphi$ größer als die Summe von zwei rechten Winkeln werden würde. Hierauf hat man zu sehen, wenn man Instrumente zur Erleichterung des Gehöres angeben will. Die Kegel-Gestalt, wenn sie nicht abgeschnitten wird, taugt dazu nicht, weil aller einfallender Schall von neuen wieder herausgehet, ehe er die Spitze des Kegels C erreicht.

§. 24.

Man siehet leicht, daß es mit dem Lichte eben die Bewandniß hat, wenn man den Kegel inwen-

dig poliret und daraus einen Spiegel machet. Denn, wenn man in K eine Lichtkerze hinstellet, so gehet die Hälfte des davon sich verbreitenden Lichtes in den Kegel und gehet wieder heraus, so, daß sie, wenigstens einem großen Theile nach, in der Hülle des verlängert gedachten Kegels bleibet. Dasselbe findet noch Statt, wenn der Kegel-Spiegel nahe bei C abgeschnitten und dahin die Lichtkerze gestellet wird. Hiedurch lässet sich das Licht, das die Kerze in einer Halbkugel verbreitet, in die Gestalt eines leuchtenden Kegels verwandeln; und dieser Kegel wird um so viel weiter Schein haben, je kleiner der Kegel-Winkel sein wird. Es muß aber auch der Kegel eine hinreichende Länge haben. Hiervon werde ich sogleich mehr sagen. Für jetzt bemerke ich bloß, daß, obgleich ein Cylinder sich als ein abgekürzter Kegel, dessen Winkel $= o$ ist, und folglich der von allen, ansehen lässet, er eine ganz entgegengesetzte Wirkung hervorbringet, weil er das Licht, oder den Schall, die man ihm zu reflectiren darbietet, durch eine ganze Halbkugel verbreitet.

§. 25.

Was die Entfernungen CD, CF, CH betrifft, diese lassen sich sehr leicht durch Rechnung finden. Denn es ist

$$\text{Sin. } (\omega - \varphi) : CD = \text{Sin. } \omega : CF$$
$$\text{Sin. } (\omega - 2\varphi) : CF = \text{Sin. } (\omega - \varphi) : CH,$$

und folglich

$$CF = \frac{\text{Sin. } \omega}{\text{Sin. } (\omega - \varphi)} \cdot CD$$
$$CH = \frac{\text{Sin. } \omega}{\text{Sin. } (\omega - 2\varphi)} \cdot CD,$$

woraus folget, daß die Entfernung, in der die nte Reflexion geschiehet, ist

$$= \frac{\text{Sin. } \omega}{\text{Sin. } (\omega - n\varphi)} \cdot CD$$

§. 26.

Diese Formel setzt uns in den Stand, die Länge des Kegels mit der Zerstreuung des Schalles zu vergleichen, in so fern diese die durch die Axe des Kegels gehenden Schall-Strahlen betrifft. Wir wollen annehmen, daß

$$x = \frac{\text{Sin. } \omega}{\text{Sin. } (\omega - n\varphi)} \cdot CD$$

die Entfernung ausdrücke, in der ein Schall-Strahl seine letzte Reflexion leidet; so siehet man, daß diese Entfernung sehr groß werden kann, wenn der letzte Incidenz-Winkel $\omega - n\varphi$ sehr klein ist. Da man aber den Sprachröhren keine unbestimmte Länge geben kann, so ist klar, daß es immer Schall-Strahlen geben wird, die in

ihnen nicht bis zu der letzten Reflexion kommen. Indessen kann man dem Kegel immer eine solche Länge geben, daß alle Strahlen wenigstens bis zu der vorletzten Reflexion kommen. Denn der vorletzte Winkel fällt zwischen φ und 2φ, so daß er nicht kleiner als φ werden kann. Also wird die erforderliche Länge sein

$$x = \frac{\text{Sin. } \omega}{\text{Sin. } \varphi} \cdot \text{CD.}$$

§. 27.

Nun wollen wir annehmen, der Kegel wird in D abgeschnitten, so daß DK die Mund-Oeffnung wird. Man siehet, daß der Winkel FDA $= \omega$ den größten möglichen sinus hat, wenn er ein rechter Winkel ist, und er kann nicht größer werden, als $\text{ADK} = 90° + \frac{1}{2}\varphi$. Und da zwischen $90° + \frac{1}{2}\varphi$ und $90° - \frac{1}{2}\varphi$ ein Vielfaches von φ fällt, so mache man dieses Vielfache $= \omega$, so wird die Länge des Kegels sein

$$x = \frac{\text{Sin. } \omega}{\text{Sin. } \varphi} \cdot \text{CD.}$$

§. 28.

Da indessen der Kegel-Winkel nicht sehr groß sein darf, so ist kein Unterschied zwischen dem sinus von $90° + \frac{1}{2}\varphi$ und dem sinus ω. Also, macht man

$$x = \frac{CD.\ \text{Sin.}(90° + \frac{1}{2}\varphi)}{\text{Sin.}\ \varphi} = \frac{CD}{2\,\text{Sin.}\frac{1}{2}\varphi},$$

so lehret uns diese Formel folgende Construction des Sprach-Kegels. Man mache CL = CM so lang, daß die Chorde LM = CD sei; dann wird CL = CM die Länge sein, die man dem Kegel zu geben hat, damit die Schall-Strahlen in ihm wenigstens die vorletzte Reflexion leiden. Alsdann wird sich der Schall nur in einem Kegel ausbreiten, dessen Winkel 2 φ ist.

§. 29.

Nun siehet man, daß diese Länge CL = CM hauptsächlich von dem Kegel-Winkel abhänget. Denn, dieser Winkel sei, welcher er wolle, so muß doch die Mund-Oeffnung DK immer eine gewisse Größe haben. Sie wird nicht unter $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser halten dürfen, damit man beim Andrücken der Lippen nicht gehindert werde, frei und deutlich zu reden. Sie größer zu machen würde unnütz sein, weil dann Alles Uebrige ohne Noth größer werden müsste. Man hat daher DK als eine beständige und gegebene Größe zu betrachten. Nun kann man so rechnen:

DK : CD = LM : CM.

CD = LM

also $CM = \frac{CD^2}{DK}$

Es ist aber

$$DK = 2\,CD \,.\, \text{Sin.}\ \tfrac{1}{2}\varphi$$

oder $$CD = \tfrac{1}{2}DK \,.\, \text{cosec.}\ \tfrac{1}{2}\varphi$$

daher wird sein

$$CM = \tfrac{1}{4}DK \,.\, (\text{cosec.}\ \tfrac{1}{2}\varphi)^2$$

oder

$$CM = \frac{DK}{4\ \text{Sin.}\ \frac{1}{2}\varphi^2}$$

und sehr nahe

$$CM = \frac{DK}{\varphi^2}$$

§. 30.

Gesetzt zum Beispiel, man wolle $CM =$ 6 Fuß $= 72$ Zoll machen, und $DK = 1\frac{1}{2}$ Zoll. So hat man

$$72 = \frac{3}{8.\ \text{Sin.}\ \frac{1}{2}\varphi^2}$$

dieses giebt

$$\text{Sin.}\ \tfrac{1}{2}\varphi^2 = \tfrac{1}{192}$$

$$CD = \tfrac{3}{4}\sqrt{192} = 10{,}4 \text{ Zolle.}$$

$$DA = 72 - 10{,}4 = 61{,}6 \text{ Zolle.}$$

$2\ \text{Sin.}\ \frac{1}{2}\varphi^2 = \frac{1}{96} = 0{,}01042 = 1 - \text{cos.}\ \varphi$

$\text{Cos.}\ \varphi = 0{,}98958$

$\varphi = 8^\circ\ 17' = LCM.$

Und der Schall, der aus dem Kegel LCM gehet, wird sich in einen Kegel Raum verbreiten, dessen Winkel = 2 φ = 16° 34′ *).

§. 31.

Fig. 4. Um die Wirkung des Kegels zu bestimmen, muß man bemerken, daß eben der Schall, der in des Kegels Hülle eingeschlossen ist, sich ohne Sprach-Rohr in einer Halbkugel ausbreiten würde. Diese Halbkugel sei BAD, der Kegel FCE, so, daß der Winkel FCA = ACE = φ. Nun schneidet der Kegel aus der Kugel-Fläche ein Segment FAE ab, dessen Flächen-Inhalt zu dem Flächen-Inhalt der Halbkugel sich verhält, wie das Quadrat der Chorde FA zu dem Quadrate der Chorde AB. Setzet man nun

$$CA = 1$$

so ist

$$AF = 2 \text{ Sin. } \tfrac{1}{2}\varphi$$

$$AB = \sqrt{2}.$$

Demnach wird der Schall durch das Sprach-Rohr in dem Verhältniß, wie $4 (\text{sin. } \frac{1}{2}\varphi)^2$ zu 2, das ist, wie $2 (\text{sin. } \frac{1}{2}\varphi)^2$ zu 1 verstärket. Und folglich in dem angeführten Beispiele, wie $\frac{1}{96}$ zu 1, oder wie 1 zu 96.

*) In dem Originale stehet 8° 17″, und 16° 17″; beides ohne allen Zweifel Schreibfehler, wie die Sinus-Tafeln und die Multiplication mit 2 lehren.

§. 32.

Gesetzt nun, ein Mensch könnte bis zu der Entfernung von 300 Fuß verständlich reden. Wenn dieser mit eben der Stärke durch das Sprachrohr redet, so wird seine Sprachweite sich in dem Verhältniß, wie FA zu BA vergrößern, und folglich in dem angeführten Beispiele wird sie = 300 √ 96 = 2940 Fuß sein. Die Wirkung wird größer sein, je nachdem man den Kegel länger machet; wie wir in der Folge sehen werden.

§. 33.

Ein Kegel ACB sei in DK abgeschnitten und also DK seine Mund-Oeffnung. P sei ein Schall-Punkt; betrachtet man nun bloß die Schall-Strahlen, die durch des Kegels Axe gehen, und will umständlicher sehen, wie diese divergirend werden, so ziehe man aus dem Punkte P gegen die Seite CB so viel Schall-Linien Pa, Pb, Pc, Pd, Pe, als man will. Alle diese Linien werden reflectiret, als gingen sie von dem Punkte Q aus, so daß KQ = KP. Die Linie PB ist die erste von denen, die reflectiret werden. Die Linie Pd wird so reflectiret, daß dn parallel CA wird. Die Linie Pc wird in A reflectiret, und ist folglich von denen, die nur eine einzige Reflexion vor ihrem Fig. 5.

Ausgange aus dem Kegel leiden, die letzte. Die Linie Pb wird in g reflectiret, so daß gm parallel CB ist. Und die Linie Pa wird in a, f, e reflectiret, so daß el parallel CA ist. So sind alle Schall-Strahlen, die in dem Winkel dPB liegen, nur einer einzigen Reflexion unterworfen. Die Schall-Strahlen in dem Winkel dPc würden zum zweitenmal reflectiret werden können, aber es geschiehet nicht, weil der Kegel in A zu Ende ist. Die Strahlen in dem Winkel cPb werden zum zweitenmal reflectiret. Und eben so wird man finden, daß unter den Strahlen, welche der Winkel bPa fasset, diejenigen, die näher an b liegen, zum drittenmal reflectiret werden könnten, wenn der Kegel lang genug wäre; aber wirklich erfahren die bloß näher an a liegenden Strahlen eine solche Reflexion. Auf gleiche Weise verhält es sich mit den Strahlen, die die vierte, fünfte, u. s. w. Reflexion leiden könnten oder wirklich leiden.

§. 34.

Die zweiten Reflexionen, in f, g, A, u. s. f. haben zum gemeinschaftlichen Vereinigungspunkt den Punkt R, und es ist QD — DR. Die dritten Reflexionen, in e, B, u. s. f. haben den Vereinigungspunkt in S, und es ist SK = KR, u. s. w.

Be-

Beſchreibt man nun aus C durch den Punkt P einen Kreis, ſo liegen alle die Punkte P, Q, R, S, u. ſ. w. in der Peripherie dieſes Kreiſes RPS. Man ziehe aus den Punkten B, A die Tangenten BV, AT, und verlängere ſie nach v, t, ſo bekömmt man den Kegel vWt, innerhalb deſſen der Schall ſich ausbreiten wird. Man ſiehet ohne Schwierigkeit, daß der Winkel vWt kleiner wird, ſo wie man den Kegel länger macht.

§. 35.

Der Kreis TPV ſtellet in der That eine Kugel vor, ſo wie das Dreieck BCA einen Kegel. Nun ſind alle Vereinigungs-Punkte der reflectirten Strahlen in der Oberfläche der Kugel TPVE; daher kann man dieſe Kugel als ſchallend anſehen, aber ſo, daß der von ihr hervorgebrachte Schall eine Vereinigungs-Richtung nach dem Punkt W hin hat und von da aus ſich in dem Kegel vWt ausbreitet. Dieſe Kugel iſt ſehr klein; und das iſt der Grund, warum bei dem Sprechen durch ein Sprach-Rohr die verſchiedenen Modificationen der Stimme keine Verwirrung veranlaſſen. Dieſes würde geſchehen, wenn die Punkte P, Q, R, S, u. ſ. w. auf mehrere Hunderte von Fußen weit von einander zerſtreuet lägen; denn mit dieſen Punkten hat es die Beſchaffen-

heit, daß, zum Beispiel, die Entfernung Se = ef + fa + aP, und folglich der Summe der Wege gleich ist, die der Schall-Strahl um der Reflexionen willen im Zickzack machet. Und da man den Sprachröhren eine solche Gestalt geben könnte, daß die von den Schall-Strahlen durchlaufenen Wege von sehr ungleicher Länge sein würden, so siehet man, daß bei der Kegel-Gestalt diese Ungleichheit nicht Statt findet, wenigstens für die Strahlen, die durch des Kegels Axe gehen. Denn bis jetzt ist bloß von solchen die Rede gewesen, weil man in einer etwas verwickelten Materie vermöge einer guten Methode von dem Einfachen zum Zusammengesetzten übergehen muß.

§. 36.

Fig. 6. Jetzt aber wollen wir die Theorie der Schall-Strahlen von jeder beliebigen Richtung vornehmen. Es sei ACB ein Kegel, den ich als gerade annehme mit kreisförmiger Grundfläche. MBNA sei einer von seinen Schnitten, BA sein Durchmesser, und das Dreieck BCA der senkrechte Schnitt des Kegels in der Axe EC und durch den Durchmesser BA. Es sei QFD ein anderer Schnitt, QD sein Durchmesser parallel mit AB, senkrecht auf die Axe und in der Ebene BCA. Ein aus

dem Punkte M ausgehender Schall-Strahl falle auf Q; nun fragt es sich, wie dieser daselbst reflectiret werde. Zu dem Ende wollen wir uns eine Ebene vorstellen, welche des Kegels Oberfläche längs der geraden Linie AC berühret. Diese Ebene wird auf der Ebene BCA senkrecht sein. Man ziehe MN so, daß MA = AN wird, diese MPN wird senkrecht auf der Ebene BCA sein und parallel mit der, die den Kegel längs der geraden AC berühret. Nun kann nach der Theorie der zusammengesetzten Bewegung der Schall-Strahl MQ als in zwei andere MP und PQ zerlegt betrachtet werden, und so ist klar, daß bloß dieser letzte der reflectirte sein wird. Wir stellen uns die gerade Linie QT vor, in der Ebene BCA und senkrecht auf AC. Auch sei die gerade Linie PR parallel mit AC. Man mache TR = BT und ziehe die gerade Linie RQ, so wird diese den reflectirten Strahl PQ vorstellen, und es ist

$$PQT = TQR$$

$$PQA = RQC.$$

Es sei endlich die gerade Linie RS parallel und gleich PN = MP, und so wird die gerade Linie QS den reflectirten Strahl MQ vorstellen. Man ziehe die gerade Linie NC, so wird der Punkt u, wo diese Linie von dem Strahle QS geschnitten wird, der Punkt sein, wo der reflectirte Strahl

auf des Kegels Oberfläche trifft, und wo er folglich von neuen reflectiret wird. Es sei nbma der kreisförmige Schnitt, der durch den Punkt n gehet, ba sein Durchmesser parallel mit BA und nm parallel mit MN, so wird p noch ein Durchschnittspunkt für den Strahl QR sein, und die Punkte P, p, C liegen in gerader Linie.

§. 37.

Denn, man ziehe RW mit PA parallel und gleich, und Re = PE, aus e beschreibe man den Kreis SWV. Dieser Kreis kann als die Grundfläche eines Kegels VQW betrachtet werden; der Kreis nbma ist der gemeinschaftliche Schnitt dieses Kegels und des Kegels BCA. Nun ist

$$QR : RW = Qp : pa$$
$$QR : RS = Qp : pn$$

ferner

$$CP : PA = Cp : pa$$
$$CP : PN = Cp : pn$$

also ist

$$QR : Qp = RW : pa \qquad RS : pn$$
$$CP : Cp = PA : pa = PN : pn$$

und folglich

$$pa : pn = RW : RS = PA : PN.$$

Es ist aber

RW = PA

RS = PN.

Folglich ist das Verhältniß pa: pn in beiden Kegeln einerlei, wenn p der Punkt ist, in dem sich die geraden Linien CP, QR, ab, mn schneiden.

§. 38.

Man muß bedenken, daß die Verhältnisse, deren ich mich in dem vorigen §. bedient habe, eine gewisse Wahl erforderten, weil die Dreiecke PQA, RQW nicht ähnlich sind, obgleich der Winkel PQA = RQW und RW parallel und gleich PA ist. Der Grund ist, weil die Kreise BNAM, SWV, die senkrecht auf der Axe des Kegels BCA sind, nicht senkrecht auf der geraden Linie AC sein könnten. Daher kommt es, daß AQ > QW, obgleich PQ = QR, und PA = RW, und der Winkel PQA = RQW. Doch wir wollen nun sehen, was daraus zu folgern sein wird.

§. 39.

Weil von jeden drei Punkten, die nicht in gerader Linie liegen, die Lage einer Ebene bestimmt wird, so ist klar, daß man durch die drei Punkte M, Q, n eine Ebene legen kann; und, wenn man den Kegel BCA nach dieser Ebene

schneidet, so hat man eine Ellipse, in deren Ebene der Schall-Strahl in dem Punkte Q seine Reflexion leidet. Es ist auch klar, daß die Ebene dieser Ellipse senkrecht durch diejenige Ebene gehet, die des Kegels Oberfläche längs der geraden Linie AC berühret. Dieses kann Veranlassung zu neuen Speculationen werden, aber ich glaube nicht nöthig zu haben, daß ich mich dabei aufhalte.

§. 40.

Man begreift leicht, daß ein Schall-Strahl, wie MQ, nach der Reflexion in Q, ferner reflectiret wird in n und andern folgenden Punkten, und daß alle diese Punkte auf des Kegels Oberfläche eine Art von Spirallinie bilden, von der man in allen Fällen eine Gleichung suchen könnte. Da aber diese Spirale von doppelter Krümmung ist, so werden wir wohl thun, wenn wir sie zerlegen. Und da muß in der Bewegung des Schall-Strahles das Fortschreiten von dem Drehen im Kreise getrennt werden. Darum werden wir uns der beiden kurz vorhin gefundenen Eigenschaften bedienen.

§. 41.

Die erste dieser Eigenschaften ist, daß die Punkte N, n, C in gerader Linie liegen; dieses

giebt MA = AN, das heißt, das Drehen im Kreise geschiehet unter gleichen Winkeln, oder vielmehr die Winkel MEA, AEN, u. s. w. bei jeder Reflexion, wachsen in arithmetischer Progression. Folglich, ist der erste gegeben, so findet man die übrigen ohne Mühe.

Die zweite Eigenschaft ist, daß die Punkte P, p, C in gerader Linie liegen. Und, da wir bei der Betrachtung der fortschreitenden Bewegung von der drehenden im Kreise abstrahiren können, so kann das Fortschreiten als geschähe es bloß in der Ebene BCA und insbesondere in dem Dreiecke PCA, angesehen werden. Denn, wenn man den Punkt n in a versetzet, so werden die Punkte Q, M, um eben so viel verrücket, nämlich, um dem Winkel = MEA. Giebet man zum Beispiele dem Bogen QF eben so viel Grade als dem Bogen an, so siehet man leicht, daß die Punkte F, a an die Stelle der Punkte Q, n gesetzet werden können. Und der Vortheil, den man davon hat, ist, daß man dann nicht nöthig hat, Etwas zu ändern. Denn die gerade Linie Fq wird senkrecht auf die Ebene BCA, wie die gerade Linie MP war, und die Bewegung wird auf eben die Art zerlegt.

§. 42.

So reduciret sich die Bestimmung der fortschreitenden Bewegung lediglich auf die Bestimmung der Reflexionen, die der zerlegte Strahl PQ in dem Dreiecke PCA leidet, das heißt auf das, was wir bereits für die 3te, 4te, und 5te Figur gezeigt haben.

§. 43.

Es bleibt also nur noch übrig, zu sehen, was es hier Besonderes giebet. Die erste Bemerkung, die sich darbietet, ist, daß AP und folglich der Winkel PCA sich verändern, wenn mit dem Bogen AM oder mit dem Winkel MEA eine Aenderung vorgehet. Nun haben wir oben gesehen, daß der Schall-Strahl um so viel mehr allmähliche Reflexionen leidet, je kleiner der Winkel PCA ist, übrigens alles gleich gesetzet. Dieses vermehret die Zahl der Zickzacke; weil aber die Abstände der Reflexions-Punkte kleiner werden, so wird jener Fehler dadurch wieder ersetzet, entweder ganz, oder doch großen Theils.

§. 44.

Es ist wichtig, diese Ersetzung zu untersuchen. Denn, wenn sie in aller Absicht genau wäre, so würde die schöne Vorstellung von der

Schall-Kugel, die in Absicht auf die Strahlen, die die Axe schneiden, Statt fand, für Strahlen aller Art Statt finden, und die ganze Theorie der Sprach-Röhre in Kegel-Form würde auf einen einzigen Lehrsatz zurückzubringen sein. Gerade dieses hat mich veranlaßt, die Natur dieser Kugel zu untersuchen, bevor ich jede andere Untersuchung verfolge; und ich habe sogleich gesehen, daß ich große Hülfe aus dem Lehrsatze ziehen könnte: daß jeder Durchmesser der Kugel als eine Axe betrachtet werden kann, und daß alles, was man von einer solchen Axe zeigt, auf alle gleich anwendbar ist, weil sie alle schlechterdings gleichgültig sind.

§. 45.

Da ich zu der 5ten Figur wieder zurückging, fand ich in ihr die Kugel und den Kegel schon beschrieben. Hier ist die Schlußfolge, die ich gemacht habe, und die mich, nach verschiedenen Versuchen, helles Licht für dies Alles gegeben hat. Wir wollen die Figur als eine orthographische Projection der Kugel und des Kegels betrachten, und KD stellet ein Segment der Kugel vor. Dieses Segment ist offenbar kreisförmig, weil es durch einen kreisförmigen Kegel, dessen Spitze in dem Mittelpunkte der Kugel liegt, abgeschnit-

ten wird. Man nehme auf der Oberfläche dieses Kugel-Segments einen beliebigen Punkt P und stelle sich eine Ebene vor, die unter rechten Winkeln und längs der Linie CB durch die Ebene des Papiers gehet. Auf der andern Seite dieser Ebene wird man einen Punkt Q finden, der das Bild von dem Punkt P sein würde, wenn die Ebene ein Spiegel wäre. Es ist leicht zu sehen, daß der Punkt Q gleichfalls auf der Kugel-Oberfläche lieget. Und nach sehr bekannten katoptrischen Lehrsätzen ist dieser Punkt Q der Vereinigungspunkt aller der reflectirten Strahlen Paf, Pbg, PcA, u. s. w. Weil nun der Punkt P sich nicht in dem Kreise KD befindet, so stellet die Figur bloß die orthographische Projection dieser Strahlen vor, und es ist weit gefehlet, daß sie gegen die gerade Linie CA reflectirt sein sollten. Im Gegentheil werden sie gegen eine andere gerade Linie, die auf des Kegels Oberfläche gezogen worden, reflectiret sein. Denn diese reflectirten Strahlen sind alle in der Ebene des Dreiecks aQB. Diese Ebene gehet durch des Kegels Spitze und schneidet folglich den Kegel anfänglich längs der geraden Linie CB, und zum zweitenmale längs einer andern geraden Linie, die gleichfalls durch C gehet.

§. 46.

Aber, die Lage dieser andern Linie mag sein, welche man will, so wird der Punkt für sie das sein, was der Punkt P für die Linie CB ist. Man wird also auf eben die Weise auf der Kugel-Oberfläche einen Punkt R finden, der für die zweiten Reflexionen das sein wird, was der Punkt Q für die ersten war. Und da bei allen den folgenden Reflexionen diese Schlußfolge immer wieder zu machen ist, so siehet man, daß jedesmal die Strahlen ganz so reflectirt werden, als kämen sie aus einem Punkte der Kugel-Oberfläche ETV, das ist, als spräche man mit einer Oeffnung des Mundes, die dieser Kugel gleich ist. So kann also der Lehrsatz, den ich oben § 35. bloß in Beziehung auf Strahlen, die durch des Kegels Axe gehen, festgestellet habe, allgemein auf alle Strahlen ausgedehnt werden, und der Schall, der in der Mund-Oeffnung KD, die ich als einen Kugelschnitt betrachte, erregt wird, bleibt in des Kegels Hülle vWt eingeschlossen; wir können daher diesen Kegel den Schall-Kegel des konischen Sprach-Rohres nennen.

§. 47.

Nun sind wir also auf dem Boden des Abgrundes, von dem ich im Anfange sagte. Ich

gestehe gern, daß diese unendliche Menge von Reflexionen mich lange Zeit abgehalten hat, den Gegenstand näher zu beleuchten, und ich sehe, daß alle, die seit der ersten Idee des Ritters Morland von seinem Problem gesprochen haben, sich mehr oder weniger in eben dem Falle müssen befunden haben. Aber, wenn diese unendliche Menge von Reflexionen so schreckhaft wurde, daß man alle Untersuchung aufgab, so muß man es natürlich um so auffallender finden, daß sie sich alle auf eine Kugel und auf einen Kegel zurückführen lassen.

§. 48.

Fig. 7. Aber wir wollen noch sehen, wie der Schall sich zerstreuet. Es sei BCA der Kegel, ED seine Mund-Oeffnung, MKI die Schall-Kugel. F sei irgend ein Punkt in der Mund-Oeffnung. Die Schall-Strahlen, die von diesem Punkte des Kegels ausgehen, ohne reflectiret zu werden, sind in dem Kegel-Raume fBFAf enthalten. Man mache DG = GF, und HE = EF, und wenn man HBh, HAh, GBg, GAg ziehet, so wird man finden, daß die Schall-Strahlen, die nur eine einzige Reflexion haben, in den beiden Kegel-Räumen hBAh, gBGAg enthalten sind. Ich habe die Bogen ff, gg, hh; beschrieben, aus

denen man deutlicher siehet, bis wie weit sie zusammen fallen. Solchergestalt wird man, wenn EK = EG, DI = DH, und KBk, KAk, IBi, IAi gezogen werden, finden, daß die Strahlen, die zwei Reflexionen haben, in den Kegel-Räumen kBKAk, iBIAi liegen, und die Bogen kk, ii zeigen gleichfalls, bis wie weit diese Räume zusammen fallen.

§. 49.

Nun ist leicht zu sehen, daß das Zusammenfallen bei jeder neuen Reflexion geringer wird, weil der Zwischenraum PQ sich immer mehr und mehr verengert. Man wird also nur die Tangenten TBt, VAv zu ziehen haben, so werden diese die Gränzen der Coincidenz bestimmen, so wie die Tangenten WBw, XAx die Gränzen der Divergenz bestimmen.

§. 50.

Jetzt zum Gebrauch, den wir von diesen Gränzen und insbesondere von den Gränzen der Coincidenz machen können. Gesetzt, alle die eben erwähnten Kegel fallen mit dem Kegel BCA zusammen, den man nach Belieben verlängert; alsdann würde der Schall sich in diesem Kegel mit einer vollkommnen Gleichförmigkeit verbrei-

ten, und in der ganzen Hülle des Kegels würde die Stärke des Schalles im umgekehrten Verhältnisse der Entfernung des Punktes C sein. Ob nun gleich diese Kegel nicht gänzlich zusammenfallen, so wird doch diese Behauptung demohngeachtet für den Raum, der zwischen rv ist, wahr sein, weil alle diese Kegel wenigstens in diesem Raume zusammenfallen.

§. 51.

Dieser Raum wird immer enger und enger, wenn BA kleiner ist, als der Durchmesser der Kugel. Aber, da BA größer wird, je länger man den Kegel BCA macht, so ist klar, daß man dem Kegel immer eine solche Länge geben kann, daß BA dem Durchmesser der Kugel wenigstens gleich ist, und dann sind die Tangenten TBt, VAv parallel. Sie stellen also einen Cylinder vor, der so wohl um die Kugel MTV, als um den Kegel BCA beschrieben worden. Und obgleich der Schall sich durch den ganzen Kegel wZx verbreitet, so siehet man doch, daß das in diesem Cylinder gestellte Ohr den Schall eben so stark hören wird, als wenn er sich bloß durch den Kegel BCA verbreitete. Und damit hat man Alles, was man mit Sprachröhren von Kegel-Gestalt bewirken kann. Uebrigens erhellet, daß dieses Alles

schlechterdings dem Falle gleichet, wo man eine leuchtende Kugel MTFV annimmt, die ihr Licht durch ein kreisförmiges Loch verbreitet, dessen Durchmesser AB ist. Man siehet auch, daß dieses Alles auf Hohlspiegel von der Kegel-Gestalt EBAD anwendbar ist.

§. 52.

Es sei BCA der Kegel, ED seine Mund- Fig. 8.
Oeffnung, TEDV die Schall-Kugel, TBAV der umgelegte Cylinder, so wird CB = CA die Länge sein, die der Kegel haben muß. Man siehet, daß diese Länge von dem Winkel BCA abhänget. Es sei dieser Winkel = φ, und die Länge CB = x, so haben wir

$$BF = CT = x. \text{ Sin. } \tfrac{1}{2}\varphi.$$

und die Chorde

$$ED = 2\,x. \text{ Sin. } \tfrac{1}{2}\varphi^2.$$

Da diese Chorde der Durchmesser der Mund-Oeffnung ist, so habe ich schon oben gesagt, daß man ihr nicht weniger als $1\frac{1}{2}$ Zolle geben darf, daß es aber auch unnütz sein würde, sie größer zu machen. Macht man also

$$ED = \tfrac{3}{2} \text{ Zolle},$$

so ist

$$\tfrac{3}{2}'' = 2\,x. \text{ Sin. } \tfrac{1}{2}\varphi^2.$$

Diese Formel bestimmt demnach die Länge x durch

den Winkel φ, oder gegenseitig φ durch x. Was folgen daraus für zu wählende Bestimmungen?

§. 53.

Man bedient sich der Sprach-Röhre, um den Schall zusammen zu halten, und ihm eine solche Richtung zu geben, daß er in einer großen Weite gehöret werden kann. Dieses hänget hauptsächlich von dem Winkel φ ab. Es sei z die Entfernung, in welcher ein Mensch, wenn er mit einer gewissen Anstrengung der Stimme spricht, noch verstanden werden kann; so wird die Entfernung, in welcher er, mit gleicher Anstrengung durch das Sprach-Rohr redend eben so gut verstanden werden kann, sein

$$y = \frac{GT}{GE} \cdot z = \frac{z \cdot \sqrt{2}}{2 \sin. \frac{1}{4}\varphi} = \frac{z}{\sin. \frac{1}{4}\varphi . \sqrt{2}}.$$

Denn die Stimme verstärket sich hier in dem Verhältnisse des Kugel-Segments zu der Halbkugel, und folglich in dem Verhältnisse des Quadrats der Chorde EG zu dem Quadrat der Chorde GT. Aber die Stimme wird schwächer in dem umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen. Also ist

$$y^2 : GT^2 = z^2 : GE^2$$

das heißt

$$y = \frac{GT}{GE} \cdot z = \frac{z}{\sin. \frac{1}{4}\varphi . \sqrt{2}}$$

§. 54.

§. 54.

Wenn also die Entfernung y gegeben ist und die Entfernung z, so giebet diese Formel

$$\text{Sin. } \tfrac{1}{4}\varphi = \frac{z}{y \cdot \sqrt{2}}$$

und dann findet man die Länge x mittelst der Formel

$$x = \frac{3}{4(\text{Sin. } \tfrac{1}{2}\varphi)^2}$$

und zwar giebt diese Formel die Länge in Zollen.

§. 55.

Da die Entfernung z die Sprachweite eines Menschen ist, so ist sie von sehr verschiedener Größe. Das macht, daß wir diese Formeln abkürzen können, indem wir die Winkel $\frac{1}{2}\varphi$, $\frac{1}{4}\varphi$ nehmen, anstatt ihrer Sinus. Also haben wir

$$\tfrac{1}{2}\varphi = \frac{z \cdot \sqrt{2}}{y}$$

und folglich

$$x = \frac{3\,y^2}{8\,z^2}$$

§. 56.

Setzen wir nun z, oder die natürliche Sprachweite eines Menschen = 400 Fuß, und y = 10000 Fuß, so findet man $x = 234\frac{3}{4}$ Zolle, $\varphi = 6° 29'$, CD = $13\frac{1}{4}$ Zolle, und folglich

DA, oder die Länge des Sprach = Rohres =
$234\frac{3}{4} - 13\frac{1}{4} = 221\frac{1}{2}$ Zolle oder 18 Fuß und $5\frac{1}{2}$ Zolle. Diese Länge wird kleiner bis auf 52 Zolle oder 4 Fuß und 4 Zolle, wenn y nur 5000 Fuße beträgt.

§. 57.

Es sei die Länge des Sprach • Rohres DA gegeben, man suchet den Winkel φ und die Entfernung y. Es sei DA = a Zolle. Da nun

$$\frac{3}{2}'' = 2x \cdot (\text{Sin. } \tfrac{1}{2}\varphi)^2$$

$$x = \frac{3}{4\,(\text{Sin. } \frac{1}{2}\varphi)^2} = CA.$$

$$CD = \frac{3}{4\,(\text{Sin. } \frac{1}{2}\varphi)}$$

so ist

$$CA - CD = a = \tfrac{3}{4}\frac{1}{(\text{Sin. } \frac{1}{2}\varphi)^2} - \frac{1}{(\text{Sin. } \frac{1}{2}\varphi)}$$

oder

$$\text{Sin. } \tfrac{1}{2}\varphi^2 + \frac{3}{4a} \cdot \text{Sin. } \tfrac{1}{2}\varphi = \frac{3}{4a}$$

und folglich

$$\text{Sin. } \tfrac{1}{2}\varphi = \frac{-3 + \sqrt{(48a - 9)}}{8a}$$

und

$$y = \frac{z}{(\text{Sin. } \frac{1}{4}\varphi) \cdot \sqrt{2}}$$

§. 58.

Gesetzt, zum Beispiele, a sei = 7 Fuß = 84 Zolle, so hat man

$$\text{Sin. } \tfrac{1}{2}\varphi = 0{,}08997$$
$$\tfrac{1}{2}\varphi = 5^\circ\ 9'\ 40''$$
$$\varphi = 10^\circ\ 19'\ 20''$$
$$\tfrac{1}{4}\varphi = 2 \cdot 34 \cdot 50$$
$$\text{Sin. } \tfrac{1}{4}\varphi = 0{,}04502$$
$$y = 15{,}71 \cdot z.$$

Also wird dieses Sprach-Rohr bewirken, daß man die Stimme eines Menschen dadurch $15\frac{7}{10}$ mal weiter, als ohne Sprach-Rohr hören kann. Wenn also ein Mensch auf 400 Fuß weit verstanden werden könnte, so würde er durch dieses Sprachrohr sich auf 6284 Fuß weit verständlich machen können.

§. 59.

Da Alles, was ich bisher aufgefunden habe, sich bloß auf die Reflexion des Schalles gründet, so siehet man, daß dieses Alles auch auf das Licht anwendbar ist. Man kann demnach auch Leucht-Röhre machen, wie man Sprach-Röhre macht, und die Helligkeit, die eine Lichtkerze, oder Fackel, oder Flamme in einer ganzen Halbkugel verbreitet, lässet sich in der Hülle eines Kegels so enge, als man verlangt, einschließen. Gesetzt, zum

Beispiel, daß die Flamme einer Fackel auf eine Weite von 100 Fuß hinreichende Helligkeit, um Gegenstände kennbar zu machen, verbreitete; so erhellet aus den angeführten Beispielen, daß man mittelst eines ähnlichen Kegels diese Helligkeit bis auf eine Weite von 1500 bis 2000 Fuß bringen kann, und wenn man will noch weiter. Dergleichen Leucht-Röhren können bei Nacht-Zeit von großem Nutzen sein, weil sehr oft und vornehmlich in Kriegeszeiten uns daran gelegen ist, auf beträchtliche Weiten helle zu sehen. Man könnte sich ihrer auch bei Illuminationen bedienen. Denn, wenn man dergleichen Instrumente alle 1000 oder 1'500 Fuß anbrächte, so müsste es recht gut angehen, auf diese Weise ganze und sehr lange Straßen zu erleuchten. Und weil man für ein solches Leucht-Rohr nur die eine Hälfte der Flamme gebraucht, so siehet man, daß wenn man auch die andere Hälfte der Flamme für ein ähnliches Instrument benutzet, man doppelte Wirkung hervorbringen kann. Vielleicht könnte man auch bei der Theater-Erleuchtung vortheilhaften Gebrauch davon machen. Die größte Schwierigkeit würde in der Ausführung nur die sein, kegelförmige Spiegel von so ansehnlicher Länge zu machen. Indessen könnte man ja die Kegel Form in eine pyramidalische verändern, welche mehr oder we-

niger dieselbe Wirkung thun würde. Und dergleichen pyramidalische Spiegel zu verfertigen, würde nicht schwer sein, weil man dazu hinreichend lange Spiegel finden würde, mit denen sich die Seitenflächen der Pyramide, deren man so viel machen könnte als man für gut fände, belegen ließen. Und, wenn man sie nicht so groß machte, so würde man sie immer zu mancherlei sehr angenehmen optischen Unterhaltungen gebrauchen können. Doch wir kommen wieder auf die Sprach-Röhre zurück.

§. 60.

Die bisher vorgetragene Theorie gründet sich einzig und allein auf die Reflexion des Schalles. Der Umstand, daß die Schall-Strahlen sich auf eine unendliche Weise durchkreuzen, macht hier kein Hinderniß. Denn, obgleich die Fortpflanzung des Schalles noch nicht hinreichend bekannt ist, als höchstens für den Fall, da sie in Linien geschiehet oder linearisch ist, so lehret sie uns doch, daß die verschiedenen Bewegungen, die ein Lufttheilchen empfängt, sich einander nicht hindern, und daß in dieser Hinsicht der Schall von dem Lichte nichts Verschiedenes hat. Ich schließe daraus, daß es nichts giebt, was die von mir

gegebene Theorie der Sprachröhre umstieße oder veränderte.

§. 61.

Aber es ist noch ein anderer Umstand da, auf den wir jetzt Rücksicht nehmen müssen; und dieser ist: daß das Sprach-Rohr durch den Schall in eine schwingende Bewegung gesetzt werden kann; hiedurch bekömmt es Resonanz und bringt neue Reflexionen des Schalles hervor. Nun habe ich bereits oben bemerkt, daß hiedurch der Schall stärker werde, aber zugleich auch verwirrter, so daß die Consonanten durch dasselbe nicht deutlich verstanden werden können. (§. 14. u. f.) Ich habe auch gesagt, daß diese schwingende Bewegung ein Fehler an den Sprach-Röhren ist, und daß man besser thut, sie so sehr als möglich zu vermeiden. Demungeachtet muß man doch die Wirkung davon untersuchen.

§. 62.

Diese Wirkung bestehet hauptsächlich darin, daß man die ganze Oberfläche des Kegels als aus Schall-Punkten zusammengesetzet betrachte, anstatt daß wir bisher nur dergleichen Schall-Punkte in der Mundöffnung des Sprachrohrs angenommen haben. Es seien solche Schall-Punkte

in a, b, c, u. ſ. w.; dieſe haben nicht den Punkt Q zu ihrem Vereinigungspunkte. Im Gegentheile iſt ihre Wirkung mehr oder weniger ſenkrecht auf die gerade Linie CB, das heißt, auf des Kegels Oberfläche. Ich ſage, mehr oder weniger, denn mit unſern Mikroſkopen können wir nicht wahrnehmen, wie die Luft-Theilchen des Kegels Oberfläche berühren und wie ſie mit den Beſtandtheilchen dieſer Oberfläche zuſammenhangen. Indeſſen, dem mag ſein, wie ihm will, ſo ſiehet man, daß die Kugel ETV von keinem Nutzen für dieſe neuen Schall-Punkte iſt, ſondern daß man ſo viele Kugeln brauchet, als es Schall-Punkte in des Kegels Oberfläche giebt. Alle dieſe Kugeln ſind concentriſch, und man ſiehet, daß diejenige unter ihnen, welche alle umfaſſet, durch die Enden des Kegels, B und A, gehet. Sie iſt alſo beträchtlich größer, und ſchon dieſer Umſtand trägt dazu bei, den Schall verwirrter zu machen. Hiezu kommt noch ein anderer, nämlich: die Punkte a, b, c, u. ſ. w. werden nur nach und nach ſchallend oder wiedertönend, und das hat denn alle die oben angeführten Folgen (§. 14 u. f.) Endlich, der Kegel vWt bezeichnet nicht mehr die Gränzen des Schalles, der aus dem Kegel BCA gehet, ſondern dieſe ſchallenden Beſtandtheile des Kegels verbreiten ihren Schall

hinter BA in einer Halbkugel, ja selbst in der Halbkugel, die noch vor BA liegt, weil die schwingende Bewegung sich gleichfalls denen Theilchen mittheilet, die die äußere Fläche des Kegels bilden. So tragen dann alle diese Gründe zu dem Beweise bei, daß ein Sprachrohr, in welchem diese schwingende Bewegung nicht Statt hat, einem andern, das wiederhallet, vorzuziehen ist (§. 16).

§. 63.

Nachdem ich mich zur Gnüge über die Theorie der kegelförmigen Sprachröhre ausgelassen habe, werde ich von anders gestalteten nur in der Kürze handeln. Wenn diese andern Gestalten krumliniger Art sind, so verursacht es den Künstlern viel Schwierigkeit, sie genau zu verfertigen, und in diesem Betracht werden die kegelförmigen Sprachröhre immer vorzuziehen sein. Uebrigens müssen alle Figuren, die bei ihrer Erweiterung ihre Convexitet der Axe zukehren, wie zum
Fig. 9. Beispiel AB, verworfen werden, weil sie den Schall durch eine Halbkugel verbreiten und zwar noch mehr als cylindrische und prismatische Figuren. Dergleichen Figuren sind für musikalische Instrumente gut, weil bei diesen es Zweck ist, den Schall nach allen Seiten so gleichförmig als

möglich zu verbreiten; da hingegen die Sprach-Röhre bestimmt sind, den Schall nach einer bestimmten Stelle hin, wo man verstanden sein will, zu lenken. Folglich muß die Krümmung, die man ihnen geben will, so beschaffen sein, daß sie ihre Concavität gegen die Axe kehret, ohne indessen parallel zur Axe zu werden, oder nach der Erweiterung bis zu einem gewissen Punkte wieder enger. Denn, wenn die Oberfläche der Axe parallel wird, so wirket sie wie ein Cylinder, und wenn sie mit der Axe convergiret, wirket sie wie ein umgekehrter Kegel (§. 23).

§. 64.

Die paraboliſche Figur ſcheinet die meiſten Vortheile zu verſprechen. Ich werde ſie alſo noch unterſuchen. Es ſei BADM die Parabel, A ihr Scheitel, AP ihre Axe, C ihr Brennpunkt. Man weiß ſchon lange, daß Strahlen, die von C ausgehen in der paraboliſchen Fläche ſo reflectiret werden, daß ſie nach der Reflexion mit der Axe parallel ſind. Eben das gilt alſo auch hier von dem Schalle. Wenn demnach das Sprach-Rohr eine paraboliſche Form hat, ſo muß die Mund-Oeffnung in C ſein und das Segment DBAD muß abgeſchnitten werden. Aber dieſe Mund-Oeffnung muß wenigſtens $1\frac{1}{2}$ Zolle in Fig. 10.

dem Durchmesser haben; also ist es der Punkt C nicht mehr allein, der in Betrachtung kommt. Und da man gern das Sprach-Rohr so klein als möglich macht, so thut man wohl, BD zur Mund-Oeffnung zu nehmen, wodurch die ganze Parabel bestimmt ist, weil CD $\frac{3}{4}$ Zolle und AC $\frac{3}{8}$ Zolle, oder der Parameter $1\frac{1}{2}$ Zolle sein wird.

§. 65.

Man begreift leicht, daß die gerade Linie BD die orthographische Projection eines Kreises vorstellet, und daß jeder Punkt dieses Kreises als schallend betrachtet werden kann. Es sei also M ein Punkt in der Parabel, so wird das Dreieck DMB die Projection eines Kegels, die alle die Schall-Strahlen, die in M gerade auffallen und daselbst reflectiret werden, in sich begreift. Es sei TNM die Tangente des Punktes M, N der Durchschnitts-Punkt dieser Tangente und der verlängerten BD. Man mache den Winkel TNb = TNB, und

Nd = ND
Nc = NC
Nb = NB.

Auf diese Weise wird der Kreis, den BD vorstellet, nach bd versetzet, und der Kegel DMB nach dMb. Wenn nun dieser Kegel dMb nach

βMδ verlängert wird, so ist er der Kegel, den die reflectirten Strahlen bilden, und die gerade Linie cMγ wird die Richtung des Strahles CM, der in M reflectirt worden, bezeichnen. Folglich wird Mγ der Axe AP parallel. Man siehet leicht, daß dieser Kegel ein schiefer ist auf kreisförmiger Grundfläche. Und, wenn man CM, cM, Mγ seine Axe nennet, so ist diese Axe parallel mit AP, der Punkt M mag sein wo man will.

§. 66.

Wenn der Punkt M sehr weit von C liegt, so wird der Kegel δMβ sehr enge sein. Giebt man, zum Beispiel, AB eine Länge von 7 Fuß oder 84 Zollen, und macht BD $1\frac{1}{2}$ Zolle, so siehet man, daß der Kegel-Winkel nicht sehr groß sein kann. Um diesen Winkel zu finden, betrachte man CM als einen Strahl, und CD als eine Tangente.

Nun ist

$$CM = AP + AC = 84{,}75 \text{ Zolle.}$$

$$CD = 1{,}5 \text{ Zolle.}$$

Die Tangente ist

$$\frac{1{,}50}{84{,}75} = 0{,}03352,$$

und der dazu gehörige Winkel hat 1° 55′.

Dieser Winkel ist derjenige, den die Axe Mγ mit der Seite des Kegels, die sich am meisten von

der Axe entfernet, macht. Wenn man also diesen Winkel doppelt nimmt, so siehet man, daß die größte Divergenz der Schall-Strahlen des Kegels δMβ nicht über 3° 50′ gehet, unstreitig eine Kleinigkeit. Aber eben so leicht ist auch zu sehen, daß dieser Winkel in dem Maße wächst, wie der Punkt M sich dem Punkte D nähert, und dadurch werden die Strahlen viel divergirender. Eben so verhält es sich mit dem Winkel DMB, der der Winkel der kleinsten Divergenz der Strahlen des Kegels δMβ ist. Dieser Winkel wächst in dem Maße, je näher M an D rücket, und in D wird er = 45°, in der That eine sehr beträchtliche Divergenz. Es ist wahr, daß man in diesem Falle zum Theil Strahlen, die mehr als einmal reflectiret werden, aber das gilt nur von Strahlen, die aus solchen Punkten der geraden Linie BD ausgehen, die zunächst an D liegen.

§. 67.

Wenn der Punkt M derjenige ist, wo die zum Sprach-Rohre gebrauchte Parabel sich endiget, und man ziehet dann CMg, BMh, DMf, so siehet man, daß alle die Strahlen, die in den Räumen begriffen sind, die diese gerade Linien mit der Axe AP bilden, aus dem Sprach-Rohre herausgehen, ohne reflectiret zu sein.

Gesetzt nun, es wäre, wie vorhin, AP = 48 Zolle; AC = $\frac{3}{8}$ Zolle, so findet man MP = $\sqrt{126}$ = 11,225 Zolle, und folglich

$$\text{tang. MCB} = \frac{11{,}225}{83{,}625} = 0{,}13423$$

also MCP = 7° 43′.

Dieser Winkel ist größer als der, den wir oben (§. 58) gefunden haben, für ein kegelförmiges Sprachrohr von eben derselben Länge. Da nun hier der kleinste Divergenz-Winkel 3° 50′ ist (§. 65), und dieser Winkel bis zu 45° steigt, so ist kein Anschein da, daß der Winkel MCP = 7° 43′ als ein mittlerer Divergenz-Winkel angesehen werden könne. Und selbst, wenn er dies wäre, so würde daraus folgen, daß ein paraboliſches Sprach-Rohr weniger Wirkung, als ein kegelförmiges von derselben Länge thun würde.

§. 68.

Die Strahlen, die von Punkten ausgehen, die von der Oberfläche nicht weit entfernt sind, sind großentheils mehreren Reflexionen unterworfen; und dann fehlet viel daran, daß sie aus der paraboliſchen Röhre in einer mit der Axe parallelen Richtung gingen. Ja es giebt selbst solche, die in der Richtung der Tangente TM herausgehen, vorausgesetzt, daß in M die Röhre sich endiget.

Aus alle dem siehet man, daß es in den paraboli-schen Sprach-Röhren wenigstens eben so viel Divergenz giebt, als in den kegelförmigen, de-ren Verfertigung außerdem viel leichter ist.

§. 69.

Aber, wenn man Hör-Röhre verfertigen will, dann ist die paraboliſche Form die vortheil-hafteſte. Denn der aus der Ferne kommende Schall gehet in einer faſt mit der Axe parallelen Lage ein, und wird durch die Reflexion in dem Brennpunkte C als in einem einzigen Punkte con-centriret. Es braucht daher in E nur ein kleines Loch zu ſein, und das Inſtrument bekömmt ſeine Geſtalt durch die Umdrehung der Ebene CDMPC um die Axe CP. In C kann man ein kleines Rohr anbringen, um daſſelbe in das Ohr zu ſtek-ken. Da dergleichen Inſtrumente nicht ſehr groß zu ſein brauchen, ſo kann man ſie in allen Fällen gießen laſſen. Aber, wenn man dergleichen ha-ben will, um aus großen Entfernungen zu hören, dann müſſen freilich auch dieſe Inſtrumente be-trächtlich größer gemacht werden. Hier ſind die Maße dazu.

§. 70.

Der Durchmeſſer der Oeffnung in C braucht nicht mehr als $1\frac{1}{2}$ Zolle zu haben. Ich will ſetzen,

er habe $1\frac{1}{3}$ Zolle. Es sei der Halbmesser MP = x Zolle. Wenn nun der Halbmesser in C = $\frac{1}{6}$ Zoll ist, so wird der in das Instrument eingehende Schall in dem Verhältnisse, wie $\frac{1}{3\,6}$ zu xx verstärket. Es sei die Weite des Gegenstandes, von dem man den Schall hören will, = z Fuße, so sage ich, das Instrument wird eben so viel bewirken, als wenn man ohne Instrument den Schall in einer Weite von $\frac{z}{6x}$ Fuß hörete. Denn der Schall wird schwächer im Verhältnisse des Quadrats der Entfernungen. Wenn also das Instrument den Schall näher bringen soll, so muß es ihn in dem umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen verstärken. Nun verstärkt es ihn in unserm Beispiele wirklich im Verhältnisse der Quadrate von $\frac{1}{6}$ und von x, also müssen die Entfernungen sich verhalten, wie x zu $\frac{1}{6}$, oder wie 6 zu 1. Gesetzt also, zum Beispiele, x wäre = 1 Fuß = 12 Zolle, so ist 6 x = 72 Zolle. Kann nun irgend ein Mensch auf eine Weite von 400 Fuß verstanden werden, so wird er mittelst dieses Instruments auf eine Weite von 72 mal 400 oder von 28800 Fuß verstanden werden können. Es ist klar, daß die Axe CP gegen den sprechenden Menschen gerichtet sein muß, und in dem ganzen Striche zwischen dem

Menschen und dem Hörrohre muß kein anderes Geräusch gemacht werden, weil man sonst Alles durch einander und verworren hören würde.

§. 71.

Man kann auch diesen Instrumenten die Kegel-Gestalt geben, aber dann muß man auf das Acht haben, was oben (§. 23) gesagt worden, nämlich daß der Schall nicht früher wieder umkehret, bevor er das Ohr erreicht hat. Es sei ACB der Kegel, CD seine Axe. Man ziehe AR parallel mit der Axe, der Strahl RA wird nach und nach in b, c, d, e reflectiret werden. Es sei der Winkel ACD $= \varphi$, so hat man

Fig. 11.

$$CAb = \varphi$$
$$AbB = 3\varphi = cbC$$
$$bcA = 5\varphi = dcC$$
$$cdB = 7\varphi = edC$$

u. s. f.

Es wachsen demnach die Reflexions-Winkel, wie die ungeraden Zahlen, und der letzte, den man noch zulassen darf, muß noch nicht völlig 90° haben. Nehmen wir an, daß dieses der Winkel Ced ist, so muß man den Kegel in e abschneiden, weil in dieser Stelle aller in den Kegel durch AB einfallende Schall zugleich in das Ohr eingehet. Man kann auch den Kegel in d, c, b

c, b abſchneiden, oder in irgend einem andern Punkte zwiſchen e und A. Der Unterſchied, der dann Statt findet, iſt, daß dann mehrere Strahlen, ohne reflectirt worden zu ſein, in das Ohr gehen. Aber, da dann die Oeffnung größer wird, ſo fragt es ſich, ob ſie das ſein kann.

§. 72.

Es ſei $(2n + 1)\varphi < 90°$, ſo hat man (§. 25)

$$Ce = \frac{CA \,.\, \text{Sin.}\, \varphi}{\text{Sin.}\,(2n+1)\varphi}$$

den Halbmeſſer der Oeffnung

in $A = CA \,.\, \text{Sin.}\, \varphi$,

in $e = Ce \,.\, \text{Sin.}\, \varphi$.

Folglich wird der Schall in dem Verhältniſſe, wie Ce^2 zu CA^2 verſtärket, und der Kegel wird den Schall in dem Verhältniſſe, wie CA zu Ce näher bringen.

§. 73.

Macht man nun, wie oben (§. 68), den Halbmeſſer der Oeffnung in $e = \frac{1}{6}$ Zoll, ſo hat man

$$Ce \,.\, \text{Sin.}\, \varphi = \tfrac{1}{6}''$$

und folglich (§. 72)

$$Ce = \frac{1}{6 \text{ Sin.}\, \varphi} = \frac{CA \,.\, \text{Sin.}\, \varphi}{\text{Sin.}\,(2n+1)\varphi}$$

also

$$CA = \frac{\text{Sin. } (2n + 1)\,\varphi}{6 \text{ . Sin. } \varphi^2}$$

§. 74.

Diese Formel bestimmt die Länge AC durch den Winkel ACD $= \varphi$, oder diesen Winkel durch die Länge. Ferner, da der Schall in dem Verhältnisse, wie CA zu Ce näher gebracht wird, so siehet man, daß dieses Verhältniß die Proportion giebt

$$CA : Ce = \text{Sin. } (2n + 1)\,\varphi : \text{Sin. } \varphi .$$

Und das bestimmt den Winkel φ, wenn man die Absicht hat, durch ein kegelförmiges Rohr den Schall in einem gewissen Verhältnisse näher zu bringen. Da der Winkel $(2n + 1)\,\varphi$ nicht über 90° haben darf, so erhellet, daß es wohl gethan sei, ihn $= 90°$ zu nehmen; und alsdann ist bloß

$$CA : Ce = 1 : \text{Sin. } \varphi .$$

Gesetzt, der Schall sollte 100mal stärker gehört werden, so wird er in näher gebracht in dem Verhältnisse, wie

$$CA : Ce = 10 : 1$$

und folglich ist

$$\text{Sin. } \varphi = \tfrac{1}{10} = 0{,}100000$$

$$\varphi = 5° \; 45',$$

$$2\varphi = 11^\circ\ 30' = \text{ACB}$$

$$\text{CA} = \frac{1}{6 \,.\, \text{Sin.}\ \varphi^2} = \frac{100}{6} = 16\tfrac{2}{3}\ \text{Zolle.}$$

$$\text{Ce} = \frac{1}{6 \,.\, \text{Sin.}\ \varphi} = \frac{10}{6} = 1\tfrac{2}{3}\ \text{Zolle.}$$

$$\text{Ea} = 16\tfrac{2}{3} - 1\tfrac{2}{3} = 15\ \text{Zolle.}$$

§. 75.

Macht man also allgemein $(2n+1)\,\varphi = 90^\circ$, so hat man

$$\text{Ce} = \frac{\text{CA} \,.\, \text{Sin.}\ \varphi}{\text{Sin.}\ 2(2n+1)\varphi} = \text{CA} \,.\, \text{Sin.}\ \varphi,$$

das heißt, Ce ist = AE.

Dieses kommt auf das hinaus, was wir von den kegelförmigen Sprach-Röhren (§. 51 und 52) gezeigt haben. Der Kegel ACB ist in einem Cylinder, der Ce = AE zum Halbmesser hat, beschrieben. Die ganze hier obwaltende Verschiedenheit ist, daß die Mund-Oeffnung und folglich auch alle die andern Maße $4\frac{1}{2}$ mal kleiner sind. Denn der Durchmesser der Mund-Oeffnung ist hier höchstens $\frac{1}{3}$ Zoll, anstatt daß er für die Sprachröhre nicht unter $1\frac{1}{2}$ Zoll betragen darf.

§. 76.

Ich werde meine Abhandlung mit einer Bemerkung über die Art, wie ich oben die Verstär-

kung des Schalles durch das Sprach-Rohr heraus-gebracht habe, beschließen. Ich habe (§. 53) gesagt, daß der Schall stärker wird in dem Verhältnisse, wie das Quadrat der Chorde GE zu dem Quadrate der Chorde GT. Diese setzet voraus, daß bei dem Reden der Schall sich überall gleichförmig in einer Halbkugel ausbreitet. Diese Voraussetzung kann sehr leicht in aller Strenge nicht wahr sein, und wahrscheinlich hat man davon Etwas nachzulassen. Indessen, da der Schall, bevor er durch die Lippen gehet, in den Höhlungen des Mundes Reflexionen leidet, die nicht berechnet werden können, so habe ich bloß an das erwähnte Verhältniß, als an ein Maximum gehalten. Uebrigens in dem Falle, da der Schall von einer Schall-Fläche ausgehet, wie zum Beispiel bei einer Trommel, einer Klocke, und dergleichen, verhält es sich wahrscheinlich, wie mit dem Lichte; da kommt nämlich der Emanations-Winkel, den ich in meiner Photometrie erklärt habe, in Rechnung, und der Schall wird schwächer in dem Verhältnisse des Sinus dieses Winkels. Das ändert das Verhältniß GE zu GT in das, wie Sin. ECG zu Sin. CT um, oder in das, wie EC zu AB.

§. 77.

Man kann sich zu diesem Verhältnisse halten, wenn man lieber zu wenig als zu viel rechnen will.

Ich will mich desselben noch bedienen, um in einer Tafel die verschiedenen Proportionen aufzuführen, die man kegelförmigen Sprach-Röhren geben kann. Zu dem Ende werde ich den Durchmesser der Mund-Oeffnung ED mit 1 bezeichnen, und den Durchmesser AB nach und nach mit 2, 3, 4, 5, 6, u. s. w. Und diese Zahlen werden zugleich das Verhältniß von ED zu AB ausdrücken, das ich kurz zuvor angeführt habe. Da nun

TV — AB, CF = BF = AF sein muß, so hat man

$$CG : ED = CF : AB.$$

oder

$$\tfrac{1}{2}\,AB : ED = (GF + \tfrac{1}{2}\,AB) : AB$$

Es ist also

$$GF = \frac{AB\,(AB - ED)}{2\,ED}$$

und dieses giebt, wenn man ED = 1 setzet,

$$GF = \tfrac{1}{2} : AB\,(AB - 1)$$

Folglich ist GF eine Trigonal-Zahl in Beziehung auf die Seite AB — 1. Man wird also für ED = 1 in ganzen Zahlen haben:

AB	GF
2	1
3	3
4	6
5	10
6	15
7	21
8	28
9	36
10	45
11	55
12	66
13	78
14	91
15	105
16	120

u. s. f.

Erster Zusatz.

Von dem so genannten Horne Alexanders des Großen.

Man erinnert sich aus Herrn Beckmanns Geschichte des Sprachrohres *), daß Kircher in seiner Ars magna lucis et umbrae, und in seiner Phonurgia erzählet:

„Er habe in einem sehr alten auf der Vaticanischen Bibliothek vorhandenen Manuscripte, betitelt Secreta Aristotelis ad Alexandrum magnum, unter andern die Nachricht von einem auffallend großen Horne, dessen sich Alexander der Große auf seinen Feldzügen bedient haben solle, gefunden. Es soll nämlich dieses Horn den Schall so verstärkt haben, daß Alexander damit seine Armee, wenn sie zwei und eine viertel Deutsche Mei-

*) Beyträge zur Geschichte der Erfindungen von Johann Beckmann. 1sten Bandes 4tes St. Art. 1. S. 455.

le um ihn her zerſtreuet gelegen hätte (centum ſtadia, deren acht eine Italiäniſche Meile, von denen fünf eine Deutſche Meile ausmachen), zuſammen gerufen habe. Was die Größe deſſelben betrifft, ſo ſoll es fünf cubitos im Durchmeſſer (wahrſcheinlich im innern) enthalten haben."

Die von Kircher aus jenem Manuſcripte copirte Figur trifft mit Fig. 12 unſerer Kupfertafeln überein. Man ſiehet aus derſelben, daß es ein doppeltes Horn, jedes nach einem Halbkreiſe gekrümmt, war, ſo mit den engern und weitern Oeffnungen zuſammengeſtoßen, daß das Ganze einen ungleich dicken hohlen Ring formirte, in welchem, diametral entgegengeſetzet, zwei Oeffnungen ſich befanden, eine kleinere in der engſten Stelle des Ringes zum Hineinſprechen, und eine größere in der weiteſten Stelle deſſelben zum Ausgehen des hineingeſprochenen Schalles. Wenn in Kirchers Zeichnung die Dimenſionen richtig gegen einander proportioniret ſind, und man annimmt, daß der innere Kreis fünf cubitos (deren jeder $1\frac{1}{2}$ Rheinländiſche Fuße beinahe iſt) alſo $7\frac{1}{2}$ Fuß Rheinländiſches Maßes enthält, ſo wäre das gedachte Horn in der engſten Stelle ab $\frac{1}{2}$ Fuß, und in der weiteſten Stelle cd 2 Fuß weit geweſen.

Herr Beckmann sagt: Viele hätten dieses Horn für das älteste Sprachrohr gehalten; aber, wie er glaube, ohne Grund. Was ihn zu dieser verneinenden Behauptung veranlasse, seien folgende vier Umstände, welche mir hier anzuführen verstattet seyn wird, ehe ich das, was ich über diese Materie zu sagen habe, vortrage.

„Erstlich, sagt Herr Beckmann, ist es gewiß, daß das Buch selbst, also die ganze Erzählung nicht von dem Aristoteles ist, wie man denn auch bei den Schriftstellern, welche des Alexanders Thaten beschrieben haben, nicht die geringste Erwähnung eines solchen Horns findet. Zweitens, ist in jenem Buche nicht ausdrücklich gesagt worden, daß Alexander durch dieses Horn gesprochen, sondern nur, daß er damit sein Heer zusammengerufen habe, welches aber in den damaligen Zeiten, so wie in den jetzigen, durch den Schall der Trompeten, oder der Trommeln geschahe. Es scheinet also, daß der Verfasser des Buches, vielleicht ein Araber, die Absicht gehabt habe, daß seine Leser sich ein ungewöhnlich stark und außerordentlich weit schallendes Horn denken sollten. Drittens, kömmt Kirchers Erzählung und Abzeichnung des Horns gar nicht mit demjenigen überein, welche Morhof in des Achillinus Ausgabe gefunden hat. Endlich viertens, ist

keine dieser Zeichnungen so beschaffen, daß ein darnach verfertigtes Werkzeug zum Sprechen dienen könne.“

Zu diesen vier Punkten fügt Herr Beckmann nachher noch folgendes hinzu:

„Man könnte fragen, ob denn nicht Jemand sich ein Instrument nach jener Zeichnung habe machen lassen?“ Dieses sei von Kirchern nicht geschehen, sollte aber, nach *du Hamels* Erzählung von einem Franzosen, Namens *d'Alance*, geschehen sein. Herr Beckmann meint aber, „diese Nachricht sei nicht viel werth, da man zweifeln müsse, ob der Franzose auch das Werkzeug genau nach der alten Zeichnung habe machen lassen?“

Ich will über die drei ersten der von Herrn Beckmann angeführten Gründe mich nicht umständlich erklären, weil meine Absicht ist, vornehmlich über den vierten Grund und über die Frage einige Gedanken, welche vielleicht nicht mir allein dabei eingefallen sind, mitzutheilen. Ich werde mich daher in Rücksicht jener nur auf folgende Bemerkungen einschränken.

„Daß in dem gedachten Buche nicht ausdrücklich gesagt worden, daß Alexander durch dieses Horn gesprochen habe“ würde nur dann eine Behauptung von Wichtigkeit seyn, wenn Herr

Beckmann nicht selbst versicherte: er habe Aristotelis Secreta ad Alexandrum magnum nie zu sehen Gelegenheit gehabt; und wenn das Kirchersche Wort convocare nicht so vieldeutig wäre, daß es so wohl für als gegen das Sprechen durch das gedachte Horn einen Beweis abgeben könnte.

„Daß Kirchers und Morhofs Nachrichten von diesem Horne nicht wörtlich und in den Nebendingen übereinstimmen", ist nicht zu läugnen. Daß sie aber in der Haupt-Sache gar nicht von einander verschieden sind, ist offenbar. Beide führen die nämliche Wirkung desselben an: daß es außerordentlich weit, weiter als jedes andere bekannte Instrument den Schall verstärket fortgesendet habe, und daß Alexander es gebraucht habe, um seine um ihn her cantonnirenden Truppen zusammen zu beordern; und Morhofs Nachricht seßet noch hinzu: daß das Materiale, aus welchem das Horn verfertigt gewesen, eine stark klingende Metall-Composition gewesen sey.

Indessen, wenn uns die historischen Gründe in Ungewißheit lassen, ob wir das Schall-Horn, oder den Schall-Ring, von dem die Rede ist, es sey nun von Alexander, oder in spätern Zeiten von Jemand anderm gebraucht worden, für das älteste Sprachrohr, von welchem man Nachricht hat, halten können; so bleibt uns nichts an-

ders übrig, als, mit Verzichtthuung auf die gewisse Behauptung der gewesenen Wirklichkeit, zur Untersuchung der Gründe der Möglichkeit unsere Zuflucht zu nehmen. Zeigt es sich dann bei dieser, daß ein Werkzeug von der beschriebenen Form schlechterdings als Sprachrohr nicht hat dienen können; so ist ausgemacht, daß es keines gewesen, und daß das erwähnte Horn vielleicht niemals einem Alexander zum Commandiren, aber wohl einigen Schriftstellern zum gelehrten Windmachen, gedient habe; einem Zwecke, zu welchem manche neuere Schriftsteller, zwar auch Hörner, aber keine so künstlichen, gebrauchen.

Und hier kommen wir dann auf den vierten Punkt, welchen Herr Beckmann zum Beweis-Grunde seiner verneinenden Behauptung angeführet hat, nämlich:

„Keine der Zeichnungen von dem Horne wäre so beschaffen, daß ein darnach verfertigtes Werkzeug zum Sprechen dienen könne.“

Es verstehet sich von selbst, daß hier „Sprechen“ so viel heißt, als: das Hineingesprochene auf eine größere Weite, als die natürliche Kraft eines Menschen reichet, verständlich hörbar machen.

Wenn nun aber ein Werkzeug hiezu dienen soll, so muß es zweierlei leisten:

Erstlich, die empfangenen Worte lauter, als sie hineingesprochen wurden, wieder von sich geben, und

Zweitens, diesen verstärkten Schall der Worte so von sich geben, daß er vornehmlich nur in die beabsichtete Gegend gelange, ohne sich rund umher merklich auszubreiten, und dadurch schwächer zu werden.

Da mir des Morhofs Zeichnung nicht zur Hand ist, so kann ich bloß von derjenigen, welche Kircher in seiner Ars magna lucis et umbrae gegeben hat, urtheilen; und, wenn ich diese nach den so eben vorangeschickten Erfordernissen prüfe, so bieten sich mir Gründe dar, so wohl der Behauptung des Herrn Beckmanns Recht zu geben, als auch ihr zu widersprechen.

Denn, was braucht es mehr, als die Figur 12 anzusehen, um zu bemerken, daß der Schall, er sei artikuliret, oder nicht, welcher bei b hineingehet, bei der allmählichen Erweiterung der innern Höhlung des ringförmigen Rohres auf beiden Seiten nothwendig verstärket werden muß, und so lauter in c gehört werden kann? Nichts ist gewisser, als dieses, und es wäre überflüssig, hier den theoretischen Grund hinzuzufügen, da die bloße Wahrnehmung der den gewöhnlichen Sprachröhren ähnlichen Bauart hinreichend ist.

Aber eben so lehret auch die bloße Betrachtung der Figur, daß die in den beiderseitigen Hörnern entstehenden mancherlei Schall-Reflexionen sich großentheils in der Linie cd oder eigentlich in der durch die Linie cd zu denkenden auf des Hornes Axe *) senkrechten Ebene begegnen und gegenseitig ihre Wirkungen vermindern werden. Hieraus erhellet, daß in c der bei b hineingesprochene Schall zwar lauter, aber doch nicht, wie man anfangs erwartet hätte, so viel beträchtlich lauter, gehört werden wird. Indessen behielte doch das Horn, trotz dieser in sich selbst enthaltenen Verminderung seiner Verstärkungs-Fähigkeit, immer noch die erste Eigenschaft eines Sprachrohres, weil in c immer eine große Menge von Schall-Reflexionen aus allen Stellen des Horns zusammentreffen werden.

Nun kommt es aber ferner darauf an, daß bei c eine größere Oeffnung als bei b sei, wenn der in dem Horne verstärkte bei c ausgehende Schall, entfernt von dem Horne lauter und deutlich gehört werden soll: denn sonst kann dieses

*) Unter Axe verstehe ich hier einen Kreis, welcher genau durch die Mitte der innern Höhlung des ringförmigen Horns gehet, so daß alle Mittelpunkte der auf diesen Kreis senkrechten kreisförmigen Querschnitte der Höhlung in gedachtem Kreise liegen.

Werkzeug wohl als Hörrohr, wenn vor die Oeffnung in c das Ohr angehalten wird, aber nicht als Sprachrohr, dienen. Dahingegen, wenn die Oeffnung in c beträchtlich viel größer, als die in b, zu welcher hineingesprochen wird, ist, der Schall um so viel verstärkter aus dem Horne in die umgebende Luft übergehen muß, je mehr Schall-Reflexionen durch die größere Oeffnung ins Freie kommen.

Nun ist freilich in der Zeichnung die Mündung in c nicht viel größer, als die in b, und dadurch die Behauptung des Herrn Beckmann einigermaßen begünstiget.

Eine ähnliche Bewandniß hat es hier in Absicht auf das zweite Erforderniß eines Sprachrohres, da es nämlich den verstärkten Schall so von sich ins Freie geben muß, daß er vornehmlich nur in die beabsichtete Gegend gelange, ohne rund umher weit gehört werden zu können. Denn dieses zu bewirken, müssen die aus der Mündung des Sprachrohres ausgehenden Schall-Strahlen so viel möglich einerlei, oder eine parallele Richtung haben, in der sie länger beisammen bleiben, ohne sich rund umher von einander abzulenken. Dieses könnte nun nicht Statt finden, wenn der Schall durch ein bloßes Loch in der Gegend c das Horn verließe; denn dann würde er sich sogleich

eben so rund umher ausbreiten, als wenn er aus dem Munde eines Menschen natürlich ausfähret. Zu dem Ende müßte auf der Oeffnung c ein Trichter oder kegelförmiges Rohr aufgesetzt seyn, welches die plötzliche Ausbreitung der Schall-Strahlen durch neue Reflexionen verhindert.

Ein solcher Trichter findet sich nun wirklich in der Zeichnung, wiewohl, da er nur klein ist, er gedachtes Erforderniß des Sprachrohres nur wenig erfüllen und so gleichfalls des Herrn Beckmanns Behauptung einigermaßen begünstigen kann.

Aber man darf freilich nur sagen: Einigermaßen. Denn aus den bisherigen Betrachtungen erhellet doch so viel, daß es nicht unmöglich sei, ein Sprachrohr nach Kirchers Zeichnung zu verfertigen; und daß nur ein genau darnach verfertigtes nicht alle Vollkommenheiten seiner Art, die es haben könnte, besitzen würde. Hiezu kommt noch die gewiß nicht unwahrscheinliche Vermuthung, welche sich uns bei dem Anblick der Figur nach jenen Betrachtungen gleichsam von selbst aufdringet, daß vielleicht die Zeichnung des Horns in jenem alten Manuscripte aus freier Hand, ohne Genauigkeit und ohne Beobachtung einer richtigen Proportion der Theile, flüchtig beigemahlt gewesen seyn kann; und daß bei Kirchers

chers Copirung derselben leicht auch ein Versehen dieser Art sich mit eingeschlichen haben mag, obgleich er versichert, er habe sie, wie er sie in dem Manuscripte gefunden, mitgetheilet *).

Ja, noch mehr, weil weder Kircher, noch Morhof eine vollständige Beschreibung des erwähnten Horns, welche vielleicht auch das Manuscript nicht einmal enthalten mag, geben, und beide kein Wort von der Verfertigung und inwendigen Einrichtung fallen lassen, außer daß Morhof sagt: es sei äußerst künstlich gearbeitet gewesen (mirabili artificio factum); so bleibet demjenigen, welcher mit der Theorie der Schall-Reflexionen bekannt ist, so lange er nicht geradehin die ganze Nachricht für eine Lüge erklären und als solche seiner Aufmerksamkeit unwürdig verwerfen will, noch eine andere Vermuthung

*) Figuram hic appono, prout in dicto libello impressam reperi. Wobei Herr Beckmann die Bemerkung machet: „Hier scheint es, als ob Kircher das Buch gedruckt gesehen habe, u. s. w.“ und dadurch an eine Anecdote in der Geschichte der Optik erinnert, wo auch durch eine ähnliche Latinität, indem man speculae, Warten, mit specula, Spiegel, verwechselte, die sonderbare Erzählung entstanden: Julius Cäsar habe auf den größern Anhöhen längs den Französischen Küsten Spiegel aufrichten lassen, um die Städte und Läger der Britten auf der gegenüberliegenden Küste damit zu beobachten.

übrig, nämlich: Ob nicht etwa der Künstler, welcher jenes Horn, von dem die Rede ist, verfertigt hat, in der Gegend von cd eine solche Vor-
Fig. 12. richtung inwendig angebracht habe, daß die von beiden Seiten kommenden hier sich begegnenden Schall-Reflexionen dadurch, ehe sie sich begegnen, aufgefangen und aufs neue so reflectiret werden, daß sie parallel mit einander gemeinschaftlich durch die Oeffnung des Horns in c heraus ins Freie gehen? Bei einer solchen Einrichtung wäre dann zwar eine weite Oeffnung, aber kein sehr großer aufgesetzter Trichter, unumgänglich nöthig gewesen. Eine solche Vorrichtung konnte aus ein Paar elastischen Blechen bestehen,
Fig. 13. welche von der Form, wie Fig. 13 im Profile zeiget, über die Stelle d inwendig so befestigt worden, daß sie mit ihren Rändern dicht an die Wand des Horns anschlossen und nach der Oeffnung hinunter in der Mitte derselben in einer scharfen geraden Kante zusammenstießen. War das Horn gegossen, so konnte eine solche Vorrichtung sogleich mit angegossen seyn.

Es ist nicht dem geringsten Zweifel unterworfen, daß eine solche innere Anordnung des gedachten Horns möglich sey; und man ist daher genöthigt, den Schluß zu machen,

daß sich allerdings nach Kirchers Zeichnung von dem so genannten Horne Alexanders des Großen, mit Hülfe einiger Räsonnements und Kenntniß von der Theorie der Sprachröhre, ein Werkzeug verfertigen lasse, welches als Sprachrohr keine gemeine Wirkung thun müßte, wenn man es groß genug machte; und daß ein solches Sprachrohr, weil es nicht so lang zu seyn brauchte, als die von gerader Regelgestalt, wenn man nur seine Mündung in c so groß machte, daß der Querschnitt derselben dem doppelten Querschnitte des Hornes in cd gleich sei, vielleicht einen bequemern Gebrauch zu großen Absichten zuließe.

Doch, dieser Schluß, gegen welchen eine gesunde Logik hoffentlich nichts einzuwenden haben wird, ist bloß eine Folge der bisherigen theoretischen Betrachtungen. Da nun aber unsere Kenntnisse, besonders, wenn sie Gegenstände betreffen, welche sich in der Sinnenwelt ausführen lassen, nur erst vollständige Gewißheit für uns erhalten, wenn wir sie auch als Resultate wirklicher Erfahrungen betrachten können; so wird man vielleicht wünschen, daß ich jene meine Behauptung durch Erfahrungen möchte bestätigen können; und so werde ich ganz natürlich auf Herrn Beckmanns

Frage geleitet: Ob denn nicht Jemand sich ein Instrument von dieser Form habe machen lassen?

Hier führet nun Herr Beckmann selbst aus du Hamels operibus philosophicis die Nachricht an, daß d'Alance einen solchen Versuch gemacht habe und zwar mit erwünschtem Erfolge, denn du Hamel sagt ausdrücklich: nam id genus tubae caetera in hanc rem fabricata instrumenta, si minus superare, aequare certe videtur. Daß Herr Beckmann diese Nachricht aber verwirft, weil man zweifeln müsse, ob auch der Mann das Werkzeug genau nach der alten Zeichnung gemacht habe, ist nicht recht, da du Hamel, ein sonst glaubwürdiger Schriftsteller, es ausdrücklich sagt, und es eine ausgemachte Sache ist, daß der Gebrauch aller Zeichnungen zur Ausführung cum grano salis geschehen muß.

Indessen, so befriedigend auch der Versuch des d'Alance jedem Uneingenommenen scheinen muß; so will ich doch zu der Nachricht hievon die Erzählung eines Versuches, welchen ich selbst hierüber angestellet habe, hier noch mittheilen, das dabei gebrauchte Sprachrohr umständlich beschreiben und von dem Erfolge Nachricht geben.

Ich ließ durch einen hiesigen Klempner von weißem Bleche ein Sprachrohr, nach Art des

Fig. 14. so genannten Horns Alexanders des Großen in

der Form verfertigen, wie man aus der 14ten Figur siehet. Der Durchmesser des innern Kreises ab enthält 4 Rheinländische Fuß. Bei c und d ist das ringförmige Rohr am engsten und 2 Zolle im Durchmesser, bei e und f aber am weitesten und 8 Zolle im Durchmesser weit. Um das Instrument bequemer transportiren zu können, habe ich es aus mehrern Stücken, welche zusammengeschoben und aus einander gezogen werden können, zusammensetzen lassen. Auf diese Weise besteht es aus den beiden Haupt-Hörnern cae und dbf, aus dem größern Mittelstücke ehf, aus dem großen Mündungsstücke hk, aus dem kleinern Mittelstücke cgd, und aus dem Mundrohre gl. Dieses Mundrohr ist bei g 2 Zolle, bei l nur $1\frac{1}{2}$ Zolle weit und 12 Zoll lang. Das größere Mittelstück tritt 6 Zoll hoch über den Ring vor, ist überhaupt weiter als jedes der Hörner bei e und f, und bei h 11 Zoll weit, so daß die Fläche des Querschnittes in h doppelt so viel Quadrat-Zolle enthält als die Fläche des Querschnittes jedes Horns bei e und f. So wohl dieses größere Mittelstück, als auch jenes kleinere haben inwendig elastische Schall-Bleche von sehr dünnem Messing in der Lage, wie die punktirten Linien angeben. Die Schall-Bleche in dem kleinern Mittelstücke dienen, die durch das Mundrohr

eingesprochenen Schall Strahlen besser und gleichförmiger in die Hörner zu beiden Seiten hinein zu reflectiren; und die Schall-Bleche in dem größern Mittelstücke fangen die aus den Hörnern von jeder Seite kommenden Schall-Reflexionen so auf, daß sie nun durch die Bleche, ohne sich gegenseitig zu hindern, gerade heraus durch die Mündung h und durch das Mündungsstück hk reflectiret werden. Dieses Mündungsstück ist 3 Fuß lang, bei h 11 Zoll und bei k 28 Zoll im Durchmesser weit. Es sollte nach meiner Vorschrift die Form eines geraden abgekürzten Kegels haben. Der Künstler fand aber für gut, ihm die Gestalt einer Art von Glocke oder eines paraboliſchen Körpers zu geben, und glaubte, das Instrument gewinne dadurch ein schöneres Ansehen. Da mir an diesem Mündungsstücke bei dem beabsichteten Zwecke nicht hauptsächlich gelegen war, so habe ich dem Verschönerungs-Eigensinne des Künstlers vor der Hand mit der Rechthaberei der Theorie nicht trotzen mögen. Es wird aber wahrscheinlich noch geschehen.

Um dieses ziemlich große Instrument zum Gebrauch aufzustellen und zu regieren, bediene
Fig. 15. ich mich eines Gestelles von der Gestalt, wie Fig. 15. im Kleinen darstellet. c ist eine halbkreisförmig ausgehöhlte, 3 Zoll dicke, 5 Zoll breite hölzerne

Krücke, mit einer 18 Zoll langen, 2 Zoll dicken Schraube versehen, mittelst welcher sie über die Scheibe des dreibeinigen Schemmels ab auf und nieder geschroben werden kann. In die Höhlung der Krücke c wird der einpassende Hals des Sprachrohrs bei h eingelegt, und damit es bei dem Mundrohre gl nicht besonders mit der Hand gehalten zu werden brauchet, wenn ihm einmal die nöthige Richtung gegeben worden, so bediene ich mich noch der kleinern Krücke, welche in der 16ten Figur abgebildet worden; diese wird schräg Fig. 16. in die Erde gesteckt und umfasst mit ihrer Höhlung x das Mundrohr bei g. Die $4\frac{1}{2}$ Fuß langen Beine des Schemmels lassen sich aus- und einschrauben. Auf diese Weise lässet sich das Instrument, stückweise auseinander genommen mit dem Gestelle, eben so behandelt, durch höchstens drei Personen sehr leicht und mit großer Bequemlichkeit transportiren, aufstellen und handhaben, wie man will.

Was nun die Wirksamkeit dieses Werkzeuges anbelangt, so habe ich dasselbe nicht bloß in dem Zimmer als ein sehr lautschallendes Sprachrohr, und umgekehrt als ein sehr wirksames Hörrohr, welches in beiden Fällen die hineingesprochenen Worte auf das deutlichste verstehen lässet, befunden; sondern habe es auch im freien Felde

aufgestellet und in der Gesellschaft einiger hier studierenden Jünglinge Versuche im Freien damit angestellet.

Auch hier wirkte es als ein starkes Sprachrohr, indem man in einer Ebene, in einer Entfernung von 1500 Schritten, die hineingesprochenen Worte einer mit mäßiger Anstrengung redenden Person noch völlig deutlich verstehen konnte, bei einem ziemlich heftigen Winde, welcher die Richtung, in welcher gesprochen wurde, fast quer durchschnitt. Auch, wenn man das große Mündungsstück abnahm, war die nämliche Wirkung auf eine Weite von 1200 bis 1300 Schritten.

Es muß noch bemerkt werden, daß, da dieses Instrument von einem gewöhnlichen Klempner gemacht worden, es nichts weniger als durchgängig accurat gerundet und glatt gearbeitet worden ist, so, daß eine Menge Schall-Reflexionen unordentlich und sich verwirrend geschehen; und, da es überdem nicht aus dem Ganzen gemacht ist, sondern an sechs Stellen Zusammenfügungen hat, wo die in einander geschobenen Stücke natürlich nicht aufs genaueste passen, daß bei diesen Mängeln der Construction seine Wirksamkeit nothwendig geringer seyn muß, als sie seyn würde, wenn die Arbeit recht accurat wäre, und das ganze Instrument aus einem einzigen unzer-

trennlichen Stücke, ohne Seitenfugen, bestände. Auch müsste es noch mehr leisten, wenn es, statt von Eisenblech, von Kupferblech oder von Messingblech verfertigt wäre. Es aber davon verfertigen zu lassen, würde mir zu kostbar geworden seyn, da ich nicht in der Lage und der Verfassung bin, daß meine Versuche den erhabenen Zweck haben könnten, einem Alexander das Commandiren seiner Armee zu erleichtern. Ich muß mich hier mit dem Bewußtseyn begnügen, einen Irrthum in der Geschichte der Physik aufgeklärt zu haben.

Vergleichet man die hier erzählte Wirkung meines hier beschriebenen Sprachringes, wie ich es lieber, statt Sprach-Rohres, nennen will, mit der gepriesenen Wirksamkeit des so genannten Horns Alexanders des Großen; so wird man freilich noch einen großen Unterschied zwischen 1500 Schritten und $2\frac{1}{4}$ Deutschen Meilen oder 27000 Schritten bemerken. Indessen wird dieser weniger befremden, wenn man erwägt, daß jenes alte Horn fast noch einmal so groß, als das meinige, im Umfange gewesen seyn soll, und nach Kirchers Zeichnung dreimal im Durchmesser, d. i. neunmal im Querschnitte, weiter durchgängig gewesen zu seyn scheinet; ferner daß jenes von einer starkklingenden Metall-Composition und

wahrscheinlich aus dem Ganzen, auch gegossen gewesen, statt, daß das meinige von zusammengetöpheten wenig tönenden Eisenblech-Streifen verfertigt ist, und aus in einander geschobenen Stücken bestehet; und endlich, daß jenes sehr accurat gearbeitet gewesen seyn soll, das meinige aber in dieser Rücksicht nicht tadelfrei ist. Gleichwohl kann man, ohne jenes alte Manuscript, aus welchem Kircher seine Nachricht genommen hat, selbst zu lesen, nicht beurtheilen, mit welcher Zuverlässigkeit man die Angabe jener Wirksamkeit zu glauben Ursache habe.

Noch muß ich, um die Nachricht von meinem Versuche vollständig zu machen, hinzusetzen, daß ich auch ein solches großes Mittelstück, efh, welches keine Schall-Bleche hat, habe verfertigen lassen. Wenn dieses, statt jenes mit den Schall-Blechen, eingesetzt wurde, so zeigte sich dennoch das Instrument als ein Sprach-Rohr von beträchtlicher Wirkung, obgleich nicht, wie begreiflich, von so guter, als wenn das Mittelstück mit den Schall-Blechen eingesetzt war.

Zweiter Zusatz.

Erfahrungen über ein Sprachrohr von elliptischer Form.

Da Herr Hase und andere nach ihm die elliptische Form den Sprachröhren für so vortheilhaft gehalten hatten, so wünschte ich, mich durch die Erfahrung zu überzeugen, welche Vortheile sich davon erwarten ließen, um so mehr, da nach Herrn Lamberts Theorie die Aussicht auf jene Vortheile sehr vermindert worden ist.

Zu dem Ende ließ ich durch einen hiesigen Klempner von weißem Eisenblech ein Sprachrohr von solcher Form, wie Fig. 17 zeiget, verfertigen. Die längere Axe desselben ab enthält 27 Rheinländische Zolle, die kürzere cd aber 8 Zolle. Die Brennpunkte der Ellipse liegen in den Mittelpunkten der Oeffnungen a und b, deren jede $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser weit und kreisförmig ist. An b ist ein kurzes Mundstück, den Mund fest hineinzudrücken, angelöthet; an a aber ein 3 Zoll

Fig. 17.

langes Rohr, welches in das Mund-Ende eines andern Sprachrohrs von Sturmischer oder Cassegrainscher Form passet. Es ist so genau gearbeitet worden, als man von einem Klempner, welcher sich Mühe giebt, erwarten kann.

Spricht man in dieses elliptische Rohr allein hinein, so hört man, entfernt von dem Rohre, den Schall nur wenig verstärkt, aber klingend und in einem höhern Tone.

Hält man aber sein Ohr nahe vor das Ende a, während Jemand durch b hineinspricht, so ist der Schall, den man empfindet, ungemein laut und eindringend. Spricht in diesem Falle die Person durch b sehr leise hinein, so hört man doch alles, was sie sagt, ungemein deutlich, und lauter, als wenn jene Person es uns unmittelbar, ohne Rohr, in das Ohr sagte. Doch bekommt die Aussprache etwas Schnalziges und Klingendes, welches anfangs nicht angenehm ist. Indessen empfiehlet sich das elliptische Rohr auf diese Weise gebraucht als ein starkes Hörrohr.

Nach diesen Versuchen mit dem elliptischen Rohre allein verband ich es mit einem von Sturmischer Form, indem ich dasselbe mit dem Endrohre bei a in das Mund-Ende des letztern hineinsteckte. Die Wirkung war nicht sonderlich verstärkend. Denn da das Sturmische Sprach-

rohr allein die Worte einer hineinredenden Person bis auf eine Weite von 700 Schritten trug, so konnte man nach Verbindung dieses Rohres mit jenem elliptischen doch die hineingesprochenen Worte eben derselben Person nur höchstens 60 Schritt weiter hören. Aber es zeigte sich ein andrer Vortheil, welcher wesentlich ist. Die Stimme, welche durch das Sturmische Sprachrohr allein etwas tief und nachtönend gehört wurde, verlor diese Fehler mittelst des aufgesteckten elliptischen Rohres, und ward der natürlichen Stimme der redenden Person fast völlig gleich, so daß das Gesprochene in der Entfernung deutlicher verstanden werden konnte. Diese Wirkung des elliptischen Sprachrohres scheinet nicht unerheblich zu sein, und leistet bei den Sprachröhren ungefähr eben das, was das doppelte Objectivglas bei den Fern-Röhren thut.

Da ich dieses mein elliptisches Rohr, statt des kegelförmigen Mundrohres gl, auf mein ring- Fig. 14.
förmiges Sprachhorn aufsteckte, fand ich dieselbige Wirkung, keine beträchtliche Verstärkung, aber mehr Deutlichkeit und Natürlichkeit des Tones.

Dritter Zusatz.

Ueber die Anwendung der Sprach-Röhre zur Telegraphie.

Es ist allgemein bekannt, welchen ernsthaften und großen Gebrauch die Franzosen bei ihrer Eroberung der Oestreichischen Niederlande von der Telegraphie, oder der Kunst durch Schriftzeichen, welche in großer Ferne gesehen werden können, die Nachrichten, welche wir mittheilen wollen, in wenig Minuten bis in viele Meilen weit entfernte Oerter gelangen zu lassen, gemacht haben. Die Erfindung des Instruments, dessen sie sich dabei bedienet haben, macht seinem Erfinder Herrn Chappe große Ehre, weil es von ungemein einfacher Construction ist, und doch eine große Menge Characters darstellen kann, deren vielfältige Combination und mannichfaltige Deutung sie zu Chiffren einer sehr geheimen Sprache zu machen fähig ist: eine Eigenschaft, durch welche es sich von mancher in Deutschland gemach-

ten Nachahmung sehr vortheilhaft auszeichnet. Der Erfolg hat seine Brauchbarkeit hinlänglich und auf immer bewiesen. Alles, was man an dieser Erfindung tadeln kann, ist die Kostbarkeit ihres Gebrauches, wegen der dazu nöthigen guten Fernröhre, und die Mangelhaftigkeit, welche sie ihrer Natur nach mit allen Telegraphen, welche sich sichtbarer Zeichen zur Mittheilung der Nachrichten bedienen, gemein hat, daß man bei trüber Luft Verzicht auf ihren Gebrauch machen muß, und selbst bei heller Luft des Nachts sich ihrer nicht ohne eine die Kostbarkeit erhöhende Vorrichtung bedienen kann.

Es ist eben so bekannt, mit welcher Mühe Scharfsinn und Sucht nach Glück sich in andern Ländern, besonders in Deutschland, beeifert haben, auch Telegraphen auszusinnen. Mir deucht aber, die meisten dieser Erfindungen haben das Schicksal gehabt, daß ihre Urheber die darauf verwendete Zeit verloren und sich in der Hoffnung einer Belohnung von den Großen getäuscht gesehen haben. Welchen es noch am glücklichsten gegangen zu sein scheinet, die haben die Ehre gehabt, durch pedantische Schmeicheleien einigen Gottheiten dieser Erde einen kurzen Zeitvertreib zu machen. Ob sie aber durch dieses ihnen zu gönnende Glück der an und für sich der Cultur

des menschlichen Geschlechtes wichtigen Erfindung des Telegraphen mehr geschadet, als genützt haben, ist eine andere Frage, bei deren Beantwortung man beinahe unwillkürlich an die aerostatischen Maschinen und an Blanchard denken muß. Auch dieses große Product des Französischen Geistes verlor durch die Spielereien, welche damit getrieben wurden, sehr viel von der ihm gebührenden Achtung.

Auf den mancherlei Wegen, welche man gewählt hat, um ein neues telegraphisches Mittel anzugeben, ist doch, so viel ich weiß, noch Niemand auf das Sprach-Rohr verfallen. Gleichwohl scheinet der Gedanke an dieses Instrument, dessen Bestimmung geradehin ist, sich durch dasselbe auf größere Entfernungen, als ohne künstliche Mittel möglich ist, verständlich zu machen, bei der Vorstellung des Zweckes, welchen die Telegraphie hat, sehr leicht und natürlich zu seyn. Denn der Umstand, daß das Sprach-Rohr die zu meldenden Nachrichten laut und öffentlich, vielen Menschen zugleich vernehmlich, mittheilet, kann bei einigem Nachdenken als kein Grund zur Unzulässigkeit zur Telegraphie gelten. Denn, können nicht bei allen bisher angegebenen telegraphischen Maschinen auch viele Menschen zugleich die Manövres derselben sehen? Also scheinet das

Sprach-

Sprachrohr allerdings gegründete Ansprüche auf den Dienst eines telegraphischen Mittels machen zu können; und es wird der Mühe werth seyn, zu untersuchen, in wie fern man das Sprach-Rohr zur Telegraphie anwenden könne, was für wesentliche Vortheile es dabei zu leisten im Stande sei, was für Hindernisse diese Anwendung erschweren, ob und wie sich diese heben lassen? Ich will demnach hier als der Erste, welcher dieses Problem aufwirft, die Auflösung desselben versuchen, und bitte meine Leser um Nachsicht, wenn ihnen selbst vielleicht bessere Vorschläge dabei einfallen, als ich hier mittheilen werde. Also

1) Wie kann das Sprach-Rohr zur Telegraphie angewendet werden?

In Stationen, welche so weit von einander entfernt liegen, als die Wirkung guter Sprach-Röhre reichet und als die Lokalität der Gegend zulässet, werden Sprach-Röhre von solcher Construction und so aufgestellet, daß sie theils mit leichter Mühe nach allen Gegenden hin sich richten lassen, theils ruhend und bewegt nur einen mäßig großen Raum erfordern.

In diesem Betracht würde ein gerades Sprach-Rohr, obgleich wegen der leichtern Verfertigungs-Art und der Wirksamkeit das beste, zu diesem Zwecke weniger zu empfehlen seyn, als ein ge-

G
BSB MÜNCHEN

krümmtes. Denn jenes würde bei der beträchtlichen Länge, welche es haben müßte, wenn seine Stellung verändert, und es umgedrehet werden sollte, einen großen Raum erfordern; und nicht allein dieses; bei der ansehnlichen Länge desselben würde es schwer seyn, sein Schwanken zu verhüten und seine Axe stets gerade und unbeweglich zu erhalten. Bei einem gekrümmten Sprach-Rohre aber, welches bei eben derselben Länge in der Axe sehr viel weniger Raum in der geraden Strecke einnimmt, würden jene Unbequemlichkeiten wegfallen. Auch ließe sich ein solches leichter aufstellen, regieren und richten.

Die Stationen müßten, wo möglich, auf mäßigen Anhöhen angelegt werden, damit die Schall-Schwingungen sich freier und ohne Anstoß seitwärts und unterwärts in der Luft fortpflanzen könnten. Aber mäßig müßten dergleichen Erderhöhungen nur sein, weil dann eine größere Gleichheit zwischen ihnen Statt finden und von zwei zunächst liegenden nicht die eine sehr viel höher als die andere seyn würde, welches letztere darum schädlich wäre, weil der Schall, von oben nach unten gesprochen, unten deutlicher gehört wird, als, von unten nach oben gesprochen, oben.

Um der Ersparung der Kosten willen müßten auch die Stationen nicht einander zu nahe liegen,

damit die Zahl derselben auf einer Strecke von funfzig bis hundert Meilen nicht zu groß würde. Je weiter sie aus einander liegen könnten, desto vortheilhafter wäre es in dieser Rücksicht. Nun giebt es aber für diese Abstände der Stationen zwei Bestimmungs-Gründe, deren einer die Weite ist, auf welche die Sprach-Röhre sich wirksam zeigen; die andere ist die Beschaffenheit der Erdfläche oder das Lokale.

Was die erstere anbelangt, so müssen Erfahrung und Theorie zugleich den Ausspruch hier thun: die Erfahrung muß sagen, wie weit die bei den bisher angestellten Versuchen gebrauchten Sprachröhre sich wirksam gezeigt haben; und die Theorie muß uns lehren, wie weit wir hoffen dürfen, jene bereits erfahrne Wirksamkeit noch auszudehnen. In Rücksicht der Erfahrung nun haben, so viel ich weiß, keine Versuche ein größeres Resultat gegeben, als diejenigen, welche die neuern Erfinder des Sprachrohrs, der Engländische Ritter Morland und der Italiänische Pater Kircher (denn ich glaube, man hat Gründe, beiden zugleich die Ehre dieser Erfindung zugestehen zu müssen) angestellet haben. Denn durch die trompetenförmigen Sprachröhre des erstern sollen sich Personen, welche fast drei Eng-

lische Meilen (¾ Deutscher Meile) von einander entfernt waren, aufs deutlichste mit einander unterredet haben, so gar, wie versichert wird, bei widrigem Winde und bei starkem Geräusche der Brandungen des Meeres an der Küste, woselbst der Versuch gemacht wurde. Und der Pater Kircher soll durch sein Sprach-Rohr, dessen Form mir nicht bekannt ist, Personen, welche fünf Italiänische Meilen (1 Deutsche Meile) von ihm entfernt waren, und ihn deutlich verstanden, zu sich berufen haben. Von der Wirkung des so genannten Horns Alexanders des Großen erwähne ich hier nichts, weil, wie wir in dem ersten Zusatze gesehen haben, die historische Wahrheit in Rücksicht dieses Instruments problematisch ist. So viel wüssten wir also von Seiten der Erfahrung, und lernten daraus, wie weit von einander entfernt die Stationen gelegt werden könnten, wenn man sich in denselben genau eben solcher Sprachröhre, als Morland und Kircher gehabt haben, bedienen wollte. Was giebt uns nun aber die Theorie für Hoffnung, im Fall wir den Vorsatz fassten, uns auf noch größere Weiten wirksamer Sprach-Röhre zu bedienen? Diese überzeugt uns, daß es an und für sich im geringsten nicht unmöglich sei, solche Sprach-Röhre zu verfertigen, welche den Schall der Worte in

einer weit ausgedehnten freien Ebene auf mehrere Meilen weit deutlich fortzusenden dienen könnten. Aber sie lehret uns auch zugleich, daß die Größe solcher Sprach-Röhre beinahe in der Progression wächst, in welcher die Quadratzahlen der Wirksamkeits-Weiten stehen. Hiernach müßte also ein Sprach-Rohr, welches zwei Meilen weit wirksam seyn sollte, fast viermal so groß seyn, als dasjenige, welches nur auf die Weite Einer Meile brauchbar wäre; und für drei Meilen müßte ein solches Instrument gar fast neunmal größer seyn. Da nun mit der Größe die Unbequemlichkeit des Gebrauches, die Unrichtigkeit der Ausarbeitung, ja selbst die Kostbarkeit solcher Sprach-Röhre zunehmen würden, so siehet man, wie bei der Ausführung so großer Instrumente dieser Art die so eben erwähnten Punkte neue Ueberlegungen nothwendig machen und als Bestimmungs-Gründe in der Wahl wichtig werden. Indessen erhellet doch nun, so wohl nach der Theorie als nach der Erfahrung, so viel: daß, man für den Abstand der Stationen, in welchen die Sprach-Röhre aufgestellet werden, gar füglich drei Viertel, bis eine ganze Deutsche Meile rechnen könne, weil die zu solchen Weiten dienlichen Sprach-Röhre keine übermäßig unbequeme und kostbare Größe haben dürften.

Was nun den andern Bestimmungs-Grund für den zu wählenden Abstand der Stationen betrifft, nämlich, die Beschaffenheit der Erdfläche zwischen den Stationen oder das Lokale; so lässet sich im Allgemeinen über den Einfluß desselben nichts festsetzen. Es ist nur offenbar, daß dieser da ist und daher Ueberlegungen erfordert, deren Resultat sein wird, daß sich nicht auf der ersten besten Stelle, welche beim ersten Anblick schicklich zu sein scheinet, das Sprach-Rohr zweckmäßig werde hinstellen lassen; und daß auf einer beträchtlichen Strecke, in welcher man mit Sprach-Röhren telegraphisch operiren will, die mehrern Stationen nicht alle gleich weit von einander angelegt werden können. Denn einzelne Hügel oder Berge, ganze Waldungen und einzelne Bäume, Thürme und Häuser, und dergleichen Gegenstände können der Fortsendung des Schalles auf eine oder die andere Weise hinderlich werden.

In diesen Stationen nun mögen bei dem aufgestellten Sprach-Rohre sich zwei Männer befinden, welche laut und deutlich sprechen können, und sich so einander im Dienste ablösen, daß jeder seine bestimmten Stunden dabei hält, und beständig einer von ihnen vor dem Sprach-Rohre stehet oder sitzet. Dieser höret genau auf das,

was ihm aufgegeben oder vorgesprochen, oder durch ein benachbartes Sprach-Rohr zugesprochen wird, und spricht es sogleich durch das seinige der nächsten Station zu.

Wenn auf solche Weise durch eine Reihe in Stationen aufgestellter Sprach-Röhre zwei sehr weit von einander gelegene Oerter telegraphisch mit einander verbunden sind, dann wird erfordert, daß, um auf diesem Wege eine Nachricht von dem einen der Oerter nach dem andern gelangen zu lassen, alle Sprach-Röhre auf einerlei Weise, d. i. alle mit der Mündung nach dem Orte hin, dem die Nachricht mitgetheilet werden soll, zu gleicher Zeit gestellet und gerichtet seyn. Ist dieses geschehen, so wird von dem Manne vor dem ersten Sprach-Rohre das verabredete Signal, welches anzeigt, daß die telegraphische Operation vor sich gehen soll, der nächsten Station zugerufen; von dieser geschiehet das nämliche sogleich nach der dritten hin; von der dritten alsdann nach der vierten hin, u. s. w. Jetzt haben nun auf allen Stationen die Männer ihren Mund dicht vor des Sprach-Rohres Mund-Oeffnung liegen. Hierauf wird dem Manne auf der ersten Station die mitzutheilende Nachricht langsam vorgesprochen, welche er dann sogleich durch das Sprach-Rohr dem Manne in der zwei-

ten zuſpricht, welcher das nämliche dem Manne in der dritten, und dieſer das nämliche dem Manne in der vierten Station, u. ſ. w., thut. Auf dieſe Weiſe wird die gemeldete Nachricht von dem einen Orte nach dem andern hin, gleichſam wie in einem Lauffeuer, dictiret. In dieſem andern Orte nun, oder in der letzten Station, wird die empfangene Nachricht aufgeſchrieben und an die Behörde abgeſendet.

Soll nun umgekehrt von dieſer letzten Station nach jener erſten hin etwas gemeldet werden, wie z. B., wenn auf eine von dieſem Orte her gekommene Frage die Antwort gegeben werden ſoll, ſo müſſen die Sprach-Röhre alle insgeſammt in eine der vorigen entgegengeſetzten Richtung geſtellet werden. Auch zu dieſer Veränderung kann ein Signal verabredet werden, nach welchem, wenn es gegeben, man ſich auf allen Stationen ſogleich einrichtet. Uebrigens wird dann gerade eben ſo, als kurz zuvor angezeigt worden, verfahren.

Die Zeit, welche zu dieſer telegraphiſchen Operation erfordert wird, hänget von der Geſchwindigkeit ab, mit welcher der Schall ſich verbreitet oder fortpflanzet, von der Langſamkeit, mit welcher geſprochen werden muß, damit jeder Laut in der Ferne deutlich verſtanden werden

kann, und von der Länge der zu meldenden Nachricht. Was die Geschwindigkeit betrifft, mit welcher der Schall sich fortpflanzet, so ist durch vielfältige Erfahrungen ausgemacht, daß man nicht zu viel rechnet, wenn man annimmt: der Schall werde als gleichförmig fortgehend betrachtet in jeder Secunde 1000 Fuß, also 500 Schritte, weit geführet. Hiernach würden 24 Secunden oder $\frac{2}{5}$ Minuten verfließen, während der Schall von einer Station zu der andern hin käme, im Fall beide 1 Deutsche Meile, oder 12000 Schritte, weit von einander lägen. Was aber die Langsamkeit betrifft, mit welcher um des deutlichen Verstehens willen durch ein Sprach-Rohr gesprochen werden muß; so haben darüber angestellte Erfahrungen mich belehret, daß in jeder Minute 25 bis 30 einzelne Laute Statt finden können. Eine Nachricht, welche silben- oder buchstabenweise mitgetheilet, 100 einzelne Laute enthielte, würde zu ihrem Aussprechen durch das Sprachrohr höchstens 4 Minuten Zeit wegnehmen. Man hat also die Menge der einzelnen Laute, welche in der auszusprechenden Nachricht sind, aufzufinden, und sie durch 25 zu dividiren, um durch den Quotienten die Zahl der Minuten zu erfahren, welche, während daß die Nachricht durch das Sprachrohr gesprochen

wird, verfließen. Addiret man dann diese zum Aussprechen nöthige Zeit zu der zum Fortpflanzen des Schalles nöthigen Zeit; so zeigt die Summe die ganze Zeit an, binnen welcher eine Nachricht von dem einen Orte nach dem andern hin mittelst einer Reihe aufgestellter und zugleich gebrauchter Sprach-Röhre mitgetheilet werden kann. Gesetzt, z. B., es wären zwischen den beiden Oertern 50 Stationen, welche im Durchschnitt zusammen 45 Meilen betrügen. Auf diese 45 Meilen brauchet die Fortpflanzung des Schalles $\frac{2}{5} \cdot 45 = 18$ Minuten. Gesetzt ferner: die mitzutheilende Nachricht enthielte 200 einzelne Laute; so erfordert sie zum Aussprechen durch das Sprach-Rohr 8 Minuten. Also wird diese Nachricht jene 45 Meilen weit auf diese Weise in Zeit von $18 + 8 = 26$ Minuten, d. i. in nicht völlig einer halben Stunde mitgetheilet werden können.

So kurz auch diese Zeit ist für die beträchtlichen Weiten, auf welche sich Nachrichten mittelst einer solchen Anordnung von Sprachröhren, als hier vorgeschlagen worden, überbringen lassen, so ist sie doch immer lang genug, so daß sich der Zufall ereignen könnte, daß gerade zu gleicher Zeit von dem Ende A und von dem Ende B der Reihe von Sprachröhren Nachrichten mitgetheilt

werden ſollten. Alsdann wäre es möglich, daß ſich beide Nachrichten irgendwo in der Mitte der Reihe begegneten und eine Verwirrung veranlaßten, welche viel Zeit fruchtlos vergehen machte. Dieſe zu vermeiden, könnte unſtreitig es kein ſichereres und einfacheres Mittel geben, als die Zeit eines Tages, oder 24 Stunden, in eine beſtimmte Anzahl gleicher Abſchnitte einzutheilen, und feſtzuſetzen, daß gewiſſe Abſchnitte beſtimmt ſeyn ſollen, um von A nach B hin, und andere, um von B nach A hin, was zu melden iſt, zu melden. Hiedurch würden freilich bisweilen Nachrichten einige Stunden lang aufgehalten werden müſſen, ein Nachtheil, welcher mit allen telegraphiſchen Anordnungen verbunden iſt, und bei weitem nicht ſo beträchtlich, als derjenige, welcher zu beſorgen ſtände, wenn öftere Verwirrungen durch ſich begegnende Nachrichten bewirkt würden. Es wäre immer noch Gewinn genug, wenn Städte, welche ſo weit von einander entfernt ſind, als Berlin und Königsberg, täglich wenigſtens dreimal ſich Nachrichten melden könnten.

Um die zu meldenden Nachrichten geheim zu halten, müßten Chiffres und Schlüſſel dazu verfertigt werden; und dieſe würden ſich auf mehr als auf eine Art angeben laſſen. Diejenigen,

welche so beschaffen wären, daß sie eine leicht zu veranstaltende Mannichfaltigkeit von Veränderungen zuließen, und der Kunst des geschicktesten Dechiffrirers räthselvoll blieben, würden den Vorzug verdienen, und dieser Vorzug würde um so größer seyn, wenn nach der Einrichtung solcher Chiffres ganze Silben, und noch besser ganze Worte, durch einzelne Laute ausgedrückt werden könnten.

Alles bisher gesagte wird hoffentlich hinreichend seyn, einen bestimmten Begriff von der Möglichkeit, das Sprach-Rohr zu telegraphischen Absichten anzuwenden, zu geben. Es enthält, wofern ich nicht irre, nichts, dessen Ausführbarkeit nicht von selbst einleuchtete. Aber eine solche telegraphische Anstalt, bei welcher man sich des Sprach-Rohres bediente, würde doch wesentlich von allen bisher angegebenen Telegraphen verschieden seyn. Diese bedienen sich durchgängig sichtbarer Gegenstände für die mitzutheilenden und weit hin zu meldenden Gedanken, und sehr guter Fernröhre zur Wahrnehmung der in der Ferne gemachten Schrift-Zeichen. Wird aber das Sprach-Rohr angewendet, so fällt das Fernrohr und die eigene telegraphische Maschine zur Darstellung der Zeichen weg; und nun bedient man sich hörbarer Gegenstände, und zwar

artikulirter Töne, statt der sichtbaren, zu eben dem Zwecke. Dieser wesentliche Unterschied könnte also wohl einen verschiedenen Namen für die telegraphische Anstalt mittelst der Sprach-Röhre verdienen und gewissermaßen nothwendig machen. Welcher aber würde nun hier sich schicklicher empfehlen, als der gleichfalls aus dem Griechischen entlehnte: Telephon, oder Fernsprecher. Es sey mir also erlaubt, in der Folge dieser Abhandlung mich dieses Wortes der Kürze wegen für die hier vorgeschlagene Anstalt zu bedienen, und so den Telephon von dem Telegraphen, ob sie gleich einen und eben denselben Zweck haben, da sie ihn durch ganz verschiedene Mittel erreichen, zu unterscheiden.

Hat man die Absicht, einen solchen Telephon nur auf einige Zeit zu gebrauchen und verlangt daher, daß er mobil seyn soll, wie z. B. im Kriege; wo er für die Armeen dienen soll, welche ihre Läger verändern, wie es die Umstände nöthig machen; so können die Sprach-Röhre bloß unter freiem Himmel aufgestellet, ein Gezelt daneben für die Leute aufgeschlagen und eine Wache dabei gehalten werden. Man verändert alsdann mit leichter Mühe die Stationen, nach Erforderniß der Umstände, die Sprach-Röhre werden alsdann so eingerichtet seyn müssen, daß man sie in

Stücken zerlegen und auf einen Wagen bequem aufpacken kann, auf welchem dann auch für ein leicht aufzuschlagendes und gleichfalls in Stücke aus einander zu nehmendes Gestell Platz seyn muß.

Soll aber der Telephon in einem Lande auf immer, und Jahr aus Jahr ein, in Krieges- und Friedenszeiten, gebraucht werden, so müssen die Stationen desselben fixirt, und das Gestell des Sprachrohres kann unbeweglich seyn. In diesem Falle müssen in den Stationen besondere Telephon-Häuser erbauet werden, in deren höchstem Stockwerke das Sprachrohr drehbar aufgestellet und vor Regen und Schnee gesichert ist; die untern Stockwerke könnten die Wohnungen derjenigen Leute enthalten, welche den Dienst des Telephons zu besorgen haben. Die Wände eines solchen Hauses müssen in dem Stockwerke, welches das Sprachrohr aufbewahret, Oeffnungen haben, in welche die Mündung des Sprachrohres genau hineinpasset, und welche mit Laden zum Verschließen versehen sind.

Nachdem wir also die Einrichtung im Wesentlichen kennen gelernt haben, welche sich einem Telephone geben ließe, so wird es leicht seyn, sich die kleinern Details dabei nach Gutdünken zu

denken; und wir wenden uns demnach zur Erörterung einer andern Frage, nämlich:

2) Was für wesentliche Vortheile kann das Sprachrohr in der Telegraphie leisten.

Es ist für sich einleuchtend und jetzt auch durch die Erfahrung ausgemacht, daß sichtbare Gegenstände zu dem Zwecke, welche man mit dem Telegraphen hat, geheime Befehle und Nachrichten in wenig Minuten viele Meilen weit fort zu melden, so lange brauchbar sind, so lange die Luft heiter und helle ist. Wenn aber Nebel und Heer = Rauch die Luft anfüllen, Regen und Schnee fället; dann muß man gänzlich auf den Gebrauch sichtbarer Zeichen Verzicht thun. Und überdem erfordern diese auch des Nachts eine andere, mit neuen Kosten verbundene Veranstaltung: Illuminationen, welche aber auch nur dann ihre Dienste leisten, wenn die Luft zwischen den Stationen, in welchen die telegraphischen Maschinen aufgestellt sind, die Nacht hindurch rein und durchsichtig ist.

Von Tönen hingegen behauptet man, vermöge der Erfahrungen, auf welche man sich beruft, daß sie, bei allen Zuständen der Witterung, ohne beträchtliche Verminderung der Stärke und der Deutlichkeit gehöret werden können. Ueberdem thun sie des Nachts ihre Wirkung nicht minder

und nicht anders, als bei Tage; ja, wegen der alsdann allgemeinen Stille in der Natur, noch besser, ohne deshalb eine besondere, die Kosten vermehrende Anstalt nothwendig zu machen.

Erwägt man dieses, so scheinet es, als verdiene, in Rücksicht auf wesentliche Brauchbarkeit, das Sprachrohr unter den telegraphischen Mitteln, oder der Telephon vor dem eigentlichen Telegraphen, den Vorzug. Denn was kann uns eine noch so scharfsinnig ausgedachte künstliche und kostbare telegraphische Anstalt helfen, wenn ihr Gebrauch sich lediglich auf die Zeit, da die Luft rein und helle ist, einschränket, und wir uns derselben nicht täglich, wenn wir ihrer bedürfen, bedienen können? Und wie mühsam wird dieser eingeschränkte Gebrauch, wenn man die des Nachts anzustellenden Operationen nicht ohne eine neue umständliche Vorrichtung unternehmen kann?

Hiezu kommen aber noch andere Betrachtungen, welche den Gebrauch des Sprachrohrs in der Telegraphie gleichfalls empfehlen.

Wenn es ein Erforderniß jeder practischen Anstalt, von welcher man Bestand hoffet, ist, daß so wohl zur Anlage, als auch zur Unterhaltung derselben nur ein mäßiger Kosten-Aufwand erfordert werde, welcher sich zu den Ersparun-

sparungen oder Einkünften, zu welchen die Anstalt Gelegenheit giebet, so verhält, daß er diese nie erschöpfet, vielmehr ihnen, Jahr aus Jahr ein, einen ansehnlichen Ueberschuß verstattet; wenn ferner die in einer solchen Anstalt angewendeten Instrumente von der Art und Beschaffenheit sind, daß sie öfterer Ausbesserungen eben nicht bedürfen, und selbst diese Ausbesserungen leicht und nicht sehr künstlich sind; wenn endlich eine solche Anstalt noch dadurch sehr gewinnet, daß die Instrumente, durch welche sie bestehet, mittelst eines leichten Manövers gebraucht werden können; so scheinet es, als könne man in allen diesen Rücksichten dem Telephone weder die leichte Ausführbarkeit, noch die verzugsmäßige Brauchbarkeit absprechen.

Denn hätte ich hier den Auftrag zu befolgen, einen detaillirten Plan zur speciellen Ausführung der hier gethanen Vorschläge in irgend einem großen Reiche zu entwerfen; so sollte es mir nicht schwer werden, durch einen ausführlich specificirten Kosten-Anschlag darzuthun, daß bei einer gehörig zu machenden Benutzung eines Telephons derselbe dem Staate noch ein Ansehnliches mehr einbringen muß, als nicht allein die Zinsen von dem zur Anlage verwendeten Kapitale betragen, sondern auch die zur Unterhaltung der Anstalt

für Besoldungen, Reparaturen, Verbesserungen, u. d. gl. aufzuwendenden Ausgaben erfordern. Und, wenn dieses vielleicht diesem und jenem nicht so einleuchtend scheinet, weil er nicht mit mir dieselben Ideen hat; so ist doch gewiß so viel unläugbar: daß die Anschaffung guter Sprachröhre nicht so kostbar seyn kann, als die Anschaffung guter Fernröhre, daß bei jenen in einer großen Reihe von Jahren es nichts auszubessern geben wird, daß sie keinen so behutsamen und vorsichtigen Gebrauch als die Fernröhre erfordern, daß, wenn sie Schaden gelitten haben, auf eine sehr leichte und wohlfeile Weise diesem abgeholfen werden kann, und daß zum Operiren mit denselben keine Menschen von besonderer Geschicklichkeit nöthig sind, indem selbst invalide Soldaten, welche der Staat doch ernähren muß, wenn nur Brust und Zunge noch valide sind, dazu gebraucht werden können.

Aber, wenn vielleicht mehrere hier so eben genannte Vortheile von der Art sind, daß der Telephon sie mit manchem eigentlichen Telegraphen gemein hat; so giebt es doch noch einen wesentlichen Vortheil, welchen das Sprachrohr in der Telegraphie zum allgemeinen Nutzen des Publikums ausschließlich zu leisten fähig ist; und dieser ist folgender. Da durch das Sprachrohr

die menschliche Stimme verstärket und auf größere Weiten hörbar gemacht wird, so lässet sich mit der Erreichung der Haupt-Absicht, zu welcher ein Telephon angelegt worden, recht wohl die Neben-Absicht verbinden, daß er zu einem allgemeinen Landes-Herold diene, durch welchen in dem ganzen Landes-Striche, in welchem er sich befindet, so wohl, als auch in den nahe um die einzelnen Stationen herum liegenden Oertern alle öffentliche Bekanntmachungen geschehen, als die Ausrufung der obrigkeitlichen Befehle, der festgesetzten Termine zu öffentlichen Auctionen, Verpachtungen und Verkäufe, großer Diebstähle, u. s. w. Alle dergleichen das Publikum interessirende Nachrichten, welche jetzt auf dem Wege der Intelligenzblätter, oder durch Straßen-Ausrufer, bekannt gemacht werden, würden kürzer und schneller durch den Telephon sich verbreiten lassen. Auf diese Weise erhielte die Anstalt nicht allein eine ausgebreitetere Nutzbarkeit, sondern gewönne auch durch sich selbst einen beträchtlichen Theil der zu ihrer Unterhaltung erforderlichen Mittel: gewiß ein doppelter solider Vortheil, welcher dadurch noch größer gemacht werden könnte, daß der Staat auch Privat-Personen an der Benutzung des Telephons für die Ferne, gegen zu erlegende Gebühren, Antheil nehmen ließe;

indem es ihnen verstattet würde, durch denselben ihren entfernten Freunden und Bekannten Nachrichten, welche diese bald erfahren sollten, mitzutheilen, eine Erlaubniß, welche von den Reichen nicht selten benutzt und dem Kaufmann insbesondere angenehm und nützlich werden würde.

Nach so viel erkannten Vortheilen aber, zu welchen die Anwendung des Sprachrohres in der Telegraphie Hoffnung machet, entstehet natürlich, da keine einzige Anstalt in der wirklichen Welt ohne Ueberwindung von Schwierigkeiten ausgeführet werden kann, die Begierde zu wissen, mit welchen Schwierigkeiten die Anlage eines Telephons verbunden sein könne. Auch hievon muß ich zur Vollständigkeit meiner Abhandlung nun noch meine Gedanken mittheilen, und folgende Frage aufwerfen:

3) Was für Hindernisse können die Anwendung des Sprachrohrs in der Telegraphie erschweren, und wie lassen sich diese heben?

Indem ich diese Frage zu beantworten mich bemühe, kann es leicht geschehen, daß ich manches der möglichen Hindernisse übergehe: denn, da noch kein Versuch dieser Art, weder im Großen noch im Kleinen, gemacht worden ist, und die Hindernisse sich am meisten und deutlichsten erst bei der wirklichen Ausführung zeigen; so las-

sen sich diese im Allgemeinen wohl denken, aber diejenigen, welche irgend einen besondern Umstand zu ihrer Veranlassung haben, können sich leicht vor unserm Nachdenken verbergen. Ich muß daher mit jedem, dem meine in dieser Abhandlung geäußerten Gedanken und Vorschläge zu gefallen das Glück gehabt haben, wünschen: daß irgend ein großer Herr, oder ein reicher Liebhaber der physikalischen Kenntnisse, mich, oder einen andern Physiker von Profession, in den Stand setzen möchte, die Ausführbarkeit der gedachten Vorschläge durch Versuche im Großen näher prüfen zu können; oder auch, daß es irgend einer Akademie der Wissenschaften wichtig genug scheinen möchte, die Idee eines Telephons zum Gegenstande ihrer theoretischen Untersuchung nicht allein, sondern auch ihrer practischen Versuche, zu wählen. Bloß durch dergleichen Versuche im Großen wird es ausgemacht werden können, ob es dem gemeinen Wesen zuträglich sein werde, ein so nützliches Werkzeug, als das Sprachrohr ist, zum öffentlichen Dienst der bürgerlichen Gesellschaft anzuwenden, es zu diesem Zwecke zu vervollkommnen, und als ein so wirksames Mittheilungs-Mittel menschlicher Gedanken zum Werkzeuge einer leichtern und schnellern Ausbreitung menschlicher Cultur zu machen.

Eins der ersten Hindernisse, an welche man zunächst zu denken veranlaßt wird, könnte der Einfluß der Witterung auf die Wirksamkeit des Sprachrohres sein. Man kann befürchten, daß eine dünnere Luft den Schall nicht so weit und mit der Deutlichkeit fortzupflanzen dienen werde, als eine dichtere; daß ein der Richtung, in welcher gesprochen wird, entgegengesetzt wehender Wind theils die Fortpflanzung des Schalles verzögern, theils die Stärke und Deutlichkeit desselben schwächen und vermindern werde; daß ein ähnlicher, obgleich minder beträchtlicher Einfluß von einem Querwinde, welcher die Richtung, in welcher gesprochen wird, senkrecht schneidet, Statt haben würde; daß auf den Feldern liegender hoher Schnee im Winter den Schall dumpfer machen; und daß fallender Regen und Schnee die Schwingungen der Luft, durch welche der Schall eben fortgepflanzet wird, zum Theil stören und dadurch der deutlichen und weiten Fortrückung des Schalles hinderlich sein werde. Und dieses alles lässet sich mit Grunde befürchten, da nicht allein eine deutliche Vorstellung von der Art und Weise, wie der Schall durch die Luft fortgepflanzet wird, sondern auch die Erfahrung uns dazu veranlasset. Man wird also allerdings bei der Anlage eines Telephons hierauf Bedacht nehmen, und

schon um dieses Witterungs-Einflusses willen entweder die Stationen, in welchen die Sprachröhre aufgestellet werden, kürzer, als man vermöge der Wirksamkeit der anzuwendenden Sprachröhre dürfte, machen, oder bei einer festgesetzten Weite der Stationen darauf denken müssen, den Sprachröhren eine solche Form, Materie und Größe zu geben, daß sie auch bei der ihrer Wirksamkeit nachtheiligsten Witterung die gewünschten Dienste zu leisten vermögen; kurz: man müßte die Anordnung des Telephons allemal auf die ihm nachtheiligste Witterung berechnen. Und um dieses gehörig zu thun, müssen allgemeine Resultate aus Beobachtungen und Versuchen zum Grunde gelegt werden können. Solche Resultate aber fehlen uns bisher noch, und es bleibt dem mit Gelde unterstützten Fleiße jetziger und künftiger Naturforscher die Ehre aufbehalten, mit dergleichen Wahrheiten die Summe der Natur-Kenntnisse des Menschen zu vergrößern. So bald aber diese aufgefunden seyn werden, so wird es möglich seyn, diese Schwierigkeit, welche sich von Seiten der Witterung der Ausführung eines Telephons entgegenlegt, mit Sicherheit zu überwinden. Ich sage, mit Sicherheit; denn gründliche Ueberlegung, Nachdenken und Kenntniß dessen, was man bisher über die Fortpflanzung des

Schalles auf eine gründliche Weise erfahren hat, werden auch schon jetzt denjenigen, welcher jenes Geschäft auszuführen unternähme, so leiten können, daß er seinen Zweck, ohne öftere Veränderung der gemachten Anlagen, ziemlich gut zu erreichen hoffen darf. Freilich wird er bei seinen Anlagen noch nicht so ganz ins Klare sehen können, und bei der Wahl seiner Mittel meistentheils nur einem glücklichen Tappen sich überlassen müssen, ein Loos, welches den Practiker beinahe in allen Fächern der Kunst mehr oder minder trifft.

Ein anderes Hinderniß würde seyn, daß, wenn in der Nachbarschaft einer Station ein lautes Getöse zu der Zeit, wenn man das von der benachbarten Station Zugesprochene hören müßte, erregt würde, dieses verursachen könnte, daß man jenes entweder gar nicht, oder nur zum Theil verstände. Wegen dieser Schwierigkeit dürfte also eine Station des Telephons nicht in Oerter gelegt werden, deren Nachbarschaft von solchem Getöse nicht frei ist und auch nicht frei gemacht werden kann. Man siehet aber, daß dieses Hinderniß sich wohl meistentheils würde ohne andere Unbequemlichkeit überwinden lassen. Bloß dem von einem heftigen Winde, oder einem Orkane, herrührende Getöse würde schwerer auszuweichen sein. Indem dieser durch die Luft heulet, an den

Ecken

Ecken des Gebäudes, in welchem das Sprachrohr stehet, vorbei pfeifet, und in die Muschel unsers Ohres hineinbrauset, würde uns manches aus der Ferne zugesprochene Wort entgehen können. Und in wie fern sich diesem Mangel abhelfen ließe, so wie auch selbst, wie groß dieser Mangel sei, müßte gleichfalls durch Versuche näher bestimmt werden.

Eine dritte Schwierigkeit könnte der laute Schall, welchen das Sprachrohr selbst hervorbringet, verursachen. Die in der Nachbarschaft einer Station wohnenden Menschen würden dadurch erschreckt und des Nachts in ihrer Ruhe und ihrem Schlafe gestört werden. Eine Schwierigkeit, welche freilich gänzlich nicht gehoben werden kann, sich aber dadurch sehr vermindern ließe, daß man die Stationen des Telephons nicht zu nahe an von Menschen bewohnten Oertern, und besonders außerhalb der Ringmauern der Städte und des Umfanges der Dörfer anlegte. Gleichwohl ließe sich hoffen, daß die Menschen sich mit der Zeit an das neue Getöse, welches die Sprachröhre verursachen, gewöhnen würden, und daß dieses ihrer Ruhe und ihrem Schlafe endlich eben so wenig hinderlich seyn möchte, als gegenwärtig das Abrufen der Nachtwächter dicht unter den Fenstern der Schlafgemächer, das Bellen der Hunde auf den Straßen und Höfen, das Blasen

vorbeifahrender oder reitender Postillione, und das Läuten der Glocken in den Frühstunden.

Noch ein unangenehmes und dem Telephon widriges Ereigniß würde im Winter das Schneegestöber seyn. Es lässet sich nämlich befürchten, daß alsdann der Wind den Schnee in die Mündung des Sprachrohres hineinwehen und dieser sich daselbst anhäufen würde, wodurch begreiflich dasselbe in seiner Wirksamkeit außerordentlich beeinträchtigt werden müßte. Der Fall würde vornehmlich dann sein, wenn der Wind der Richtung, in welcher durch das Sprachrohr gesprochen werden sollte, entgegenwehete. Diesem Uebel aber abzuhelfen, würden gehörig lange Beschirmungen, welche sich vor der Mündung des Sprachrohres anbringen ließen, sehr gute Dienste leisten.

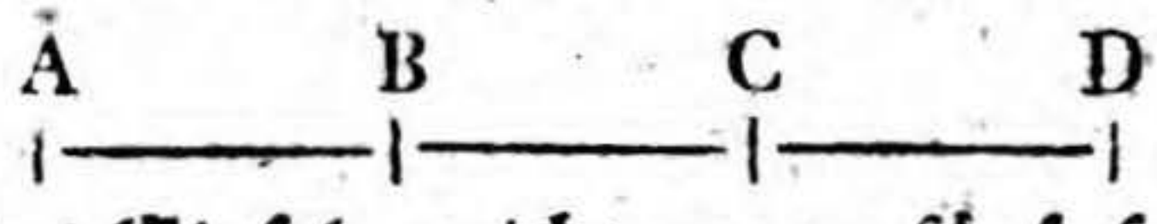
Andere Hindernisse, welche ihren Grund zum Theil in dem Muthwillen und der Bosheit der Menschen haben, übergehe ich, da diese durch Gesetze und Wachsamkeit der Polizei zu überwinden allemal in unserer Gewalt sein würde.

Ich beschließe diesen Aufsatz mit einer Nachricht von einem ältern Vorschlage zu einem Telegraphen, welcher im Wesentlichen mit dem Französischen Telegraphen des Herrn Chappe übereinkommt, wenigstens die Grund-Idee davon ausgebildet enthält. Mir ist nicht bekannt, daß diese Nachricht von denen, welche neuerlich Bei-

träge zur Geschichte der Telegraphie geliefert haben, mit sei erwähnt worden. Ich fand sie in Caspar Schotts Technica curiosa. Norimbergae, 1666. im VIIten Buche, welches mirabilia graphica, sive nova aut rariora scribendi artificia enthält, im VIten Kapitel, welches die Ueberschrift führet: De Cryptographia, seu occulta scriptione nonnulla, etwas von der geheimen Schreibekunst. In diesem erzählet Schott unter andern:

Einer seiner Correspondenten, welchen er aber nicht nennet, habe ihm gemeldet: Es sei ihm ein zuverlässiges Mittel eingefallen, binnen höchstens zwei Stunden eine kurze nur aus wenigen Sätzen bestehende Nachricht (mit einer längern würde es auch nicht unmöglich seyn) auf eine sehr weite Entfernung, z. B. aus Deutschland (wahrscheinlich aus Würzburg, wo Schott lebte,) nach Rom, fort zu melden, aber freilich nicht ohne Aufwand von Kosten. Auf Schotts Verlangen habe dieser Correspondent nachher in einem andern Briefe sich so über seine Erfindung ausgelassen:

„Kein Sinn hat einen größern Wirkungs-Kreis als das Gesicht. Dieser kann, wenn er durch gehörige Hülfsmittel unterstützt wird, außerordentliche Dinge durchdringen. Es sei z. B. zu Mainz eine Anhöhe, ein Berg, A



auf d ssen Gipfel errichte man fünf sehr lange

Bäume, Mastbäume. An der Spitze jedes Baumes befinde sich eine einfache Rolle, über welche ein Seil gezogen werde; an dessen einem Ende werde irgend ein Merkmahl, als ein Baum-Ast, oder ein Bund Heu, ein Bündel Stroh, u. d. angebunden, von der Größe, daß man mittelst eines vorzüglich guten optischen Tubus fünf bis sechs Deutsche Meilen weit von einer andern Anhöhe aus, z. B. einem Berge in B, jedes dieser Merkmahle, wenn es bis zur Spitze des Baumes hinaufgezogen worden, sehen und unterscheiden kann. Auf diesem zweiten Berge mache man eben die Vorrichtung, wie auf dem ersten, und so auf mehrern folgenden Zwischenbergen, welche insgesammt sechs bis sieben Meilen von einander entfernt und in gerader Linie liegen. In jeder dieser Station A, B, C u. s. w. befinde sich ein Mensch, mit einem guten optischen Tubus versehen. Um nun mittelst dieser Veranstaltung eine geheime Nachricht von A nach D zu melden, ist es hinreichend, wenn die beiden in A und D befindlichen Personen, welche sich die Nachrichten melden wollen, über die Art und Weise der Bezeichnung übereingekommen sind; die übrigen Zwischen-Operateurs und Beobachter brauchen nur nachzumachen, was sie auf den nächsten Stationen vormachen sehen, ohne um die mitzutheilenden Gedanken zu wissen. Es müssen daher die beiden Kryptographen (Telegraphen heißen sie neuer-

lich) in A und D gemeinschaftlich eine viereckte Tafel besitzen, dessen jede Seite in fünf Abschnitte, also die ganze Tafel in fünf und zwanzig Fächer getheilet wird. In diese Fächer können die Buchstaben des Alphabets, wie beistehende Figur zeiget, eingeschrieben werden:

A	B	C	D	E
F	G	H	I	K
L	M	N	O	P
Q	R	S	T	V
W	X	Y	Z	

Nun muß festgesetzet werden, daß die Leute in den Stationen alle viertel Stunden aufpassen, und durch die Tuben beobachten, ob die Merkmahle in den benachbarten Stationen aufgezogen sind, oder nicht. Wenn nämlich alle Merkmahle in der Mitte schweben, so ist das ein Kennzeichen, daß nun eine kryptographische (telegraphische) Operation vorgehen soll; und diese gehet dann so vor, daß zu wirklichen Signalen eines Baumes Merkmahl gänzlich in die Höhe gezogen wird, während die übrigen in der Mitte schweben. Was dann in der ersten Station geschiehet, wird auch, so bald es beobachtet worden, in der zweiten verrichtet, dann in der dritten, vier-

ten, u. s. w. bis zur letzten. Der Kryptograph wollte z. B. die Worte: Rex moritur mittheilen; so sucht er in obiger Tabelle zuerst den Buchstaben R auf; da dieser nun in der vierten horizontalen und in der zweiten verticalen Reihe stehet, so läßt er zuerst das Merkmahl des vierten Baumes in die Höhe ziehen und allmählich wieder sinken, sogleich aber darnach das Merkmahl des zweiten Baumes eben so. Diese Operation geschiehet nun auf allen folgenden Stationen bis ans Ende. So bald hier der Beobachter wahrnimmt, daß auf der vorletzten Station zuerst des vierten Baumes und dann des zweiten Baumes Merkmahl aufgezogen ist, so ersiehet er aus seiner Tabelle, daß ihm der Buchstabe R gemeldet worden. Auf ähnliche Weise wird nun mit allen übrigen Buchstaben der zu meldenden Nachricht verfahren. Es werden nämlich nach und nach paarweise die Merkmahle der Bäume so in die Höhe gezogen, wie folgende Zahlen andeuten:

4, 2 . 1, 5 . 5, 2 . 3, 2 . 3, 4 . 4, 2 . 2, 4 . 4, 4 . 4, 5 . 4, 2.

Mehr hierüber zu schreiben wird nicht nothwendig seyn für Ew. Hochwürden, wofern ich anders nicht in der Eile zu dunkel gewesen bin; sollte dieses seyn, werde Ew. Hochwürden ein anderes mal nähere Auskunft geben. Die veränderten Operations-Weisen des Nachts mit Fackeln und Laternen hiebei übergehe ich. Ingleichen die Kunstgriffe, welche anzuwenden sind, damit Niemand

aus den Signalen den Inhalt der Nachrichten entziffre; denn ich bin im Stande, statt mit fünf Bäumen, nur mit zweien und ihren Merkmahlen dieses alles zu leisten, so daß es unmöglich seyn soll, hinter den Schlüssel zu kommen.“

Zu diesem Briefe, oder vielmehr dem in diesem Briefe enthaltenen Vorschlage macht nun Schott folgende Anmerkung:

Gedachter Vorschlag lässet sich, theoretisch betrachtet, als ausführbar gedenken; aber in der That wird es nicht seyn, insonderheit, wenn die Oerter, welche auf diese Weise in geheime Correspondenz treten, sehr weit von einander und Länder dazwischen liegen, welche verschiedene Landesherrn haben. Die Ursachen der daher entstehenden Schwierigkeiten wird jeder ohne Mühe einsehen. Inzwischen in einem Reiche, welches nur unter einem Regenten stehet, wird er sich leicht ausführen lassen, aber ohne Fernröhre, ohne Mastbäume, ohne Rollen und Seile; sondern bei Tage durch Rauch, des Nachts durch Feuer oder Fackeln. In Sicilien und Neapel habe ich längs der ganzen Seeküste auf mehrern Anhöhen Thürme oder Warten gesehen, auf deren jedem beständig Wächter wohnten. So bald einer von diesen von seinem Thurme in der See sich nähernde Schiffe oder Galeeren bemerkte, machte er bei Tage mit Rauch, bei Nacht mit Feuer ein Signal. So bald der nächste dieses wahrnahm,

machte er dasselbe Signal. Das that wieder ein dritter, ein vierter, u. s. w., so daß in Zeit einer viertel Stunde alle an der See gelegene Städte von der Ankunft der Schiffe benachrichtiget waren. Unterdessen, da der zweite dem dritten, dieser dem vierten, u. s. w. das Signal macht, macht der erste, welcher zu signalisiren angefangen hatte, so viel Signale mit Rauch, oder mit Feuer, als er Schiffe beobachtet. Eben dieses machen sogleich die übrigen nach; und so werden alle an der Küste gelegenen Städte in derselben Viertelstunde nicht allein von der Ankunft der Schiffe, sondern auch von der Zahl der ankommenden Schiffe benachrichtiget. Es könnte also nicht bloß in Sicilien und Neapel, sondern auch in jedem andern Reiche, wo man eben solche Wacht- und Meldethürme errichtete, in sehr kurzer Zeit von einem Orte zu einem andern einige Tagereisen weit entlegenen die oben erwähnte Nachricht: Rex moritur, oder jede andere, wenn sie nur aus wenig Worten bestehet, gemeldet werden, wenn nämlich der Kryptologe in dem erstern Orte nach dem ersten Signale, durch welches er bloß die Uebrigen aufmerksam macht, zuerst eben das Signal viermal, und dann zweimal machte; hienächst nach einem Weilchen eben das Signal einmal, und dann fünfmal, wieder nach einem Weilchen eben das Signal fünfmal, und dann zweimal; u. s. f. Wenn nun zugleich die Wächter auf dem zweiten, dritten, vierten, u. s. Thürmen eben die Signale eben so machten, so würde an dem letzten Orte der zweite Kryptologe aus seiner Tabelle ohne allen Zweifel in sehr kurzer Zeit erfahren, was man ihm gemeldet habe.

BSB MÜNCHEN

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 8.

10800481

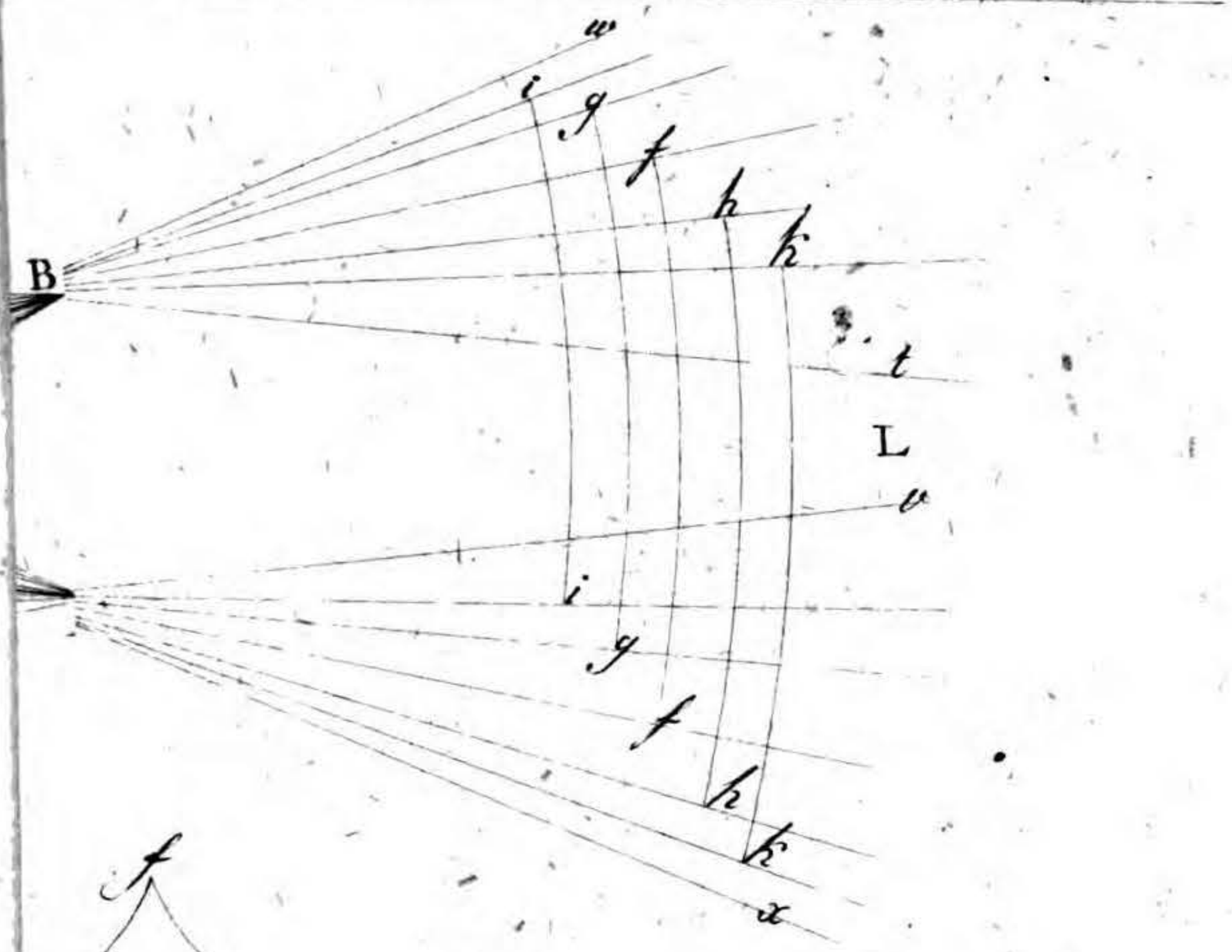


Fig. 13.



Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 12.

