
I. *Vergleichende Versuche über die Leistungen
der Influenz-Maschine mit und ohne
Metall-Belegung;
von Dr. A. Töppler in Riga.*

In einer Notiz dieser Annalen Bd. 125, S. 469, berichtete ich über die Wirkung eines kleinen Influenz-Apparates, welcher in Bezug auf quantitative Effecte in mancher Beziehung die Elektrisirmaschine mit Vortheil zu ersetzen vermag. Es wurden Versuche mit einem vervollständigten Apparate der Art einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

Seit jener Zeit hatte ich Gelegenheit, die Apparate in Augenschein zu nehmen, welche gleichzeitig von Hr. W. Holtz in Berlin nach analogen Principien construirt worden sind. Hr. Holtz hat später über die Erfahrungen mit seinen Apparaten (Bd. 126, S. 157) Mittheilung gemacht, und nachgewiesen, daß sich nach jenem Princip der Elektricitäts-erregung durch Influenz auch beträchtliche Spannungs-Effecte mit Vortheil erzielen lassen¹⁾.

Dieser günstige Umstand veranlafste mich, bei späteren Versuchen über die quantitative Leistungsfähigkeit derartiger Apparate die Vorschläge und Erfahrungen von Hrn. Holtz in Rücksicht zu ziehen. In Folgendem theile ich die Resultate einiger Versuche mit, welche mir geeignet

1) Die erste Veröffentlichung über den von mir construirten Influenz-Apparat findet sich bereits in No. 4 der Riga'schen Zeitung, d. d. 7. Januar 1865, woselbst Dr. Nauck über eine Reihe von Versuchen berichtet, welche ich dem hiesigen naturforschenden Vereine vorführte.

erscheinen, die wesentlichen Unterschiede nachzuweisen, welche aus der Anwendung von rotirenden Isolatoren an Stelle von Metallbelegungen hervorgehen. Obgleich in der Theorie der Influenz-Apparate nach beiden Systemen noch manche Erscheinungen einer befriedigenden Erklärung vorläufig nicht zugänglich sind, so scheint mir doch der Gegenstand schon deshalb von einigem Interesse zu seyn, weil durch den Influenz-Apparat vielleicht der unmittelbarste Weg angedeutet seyn dürfte, durch mechanische Arbeit elektrische Wirkungen zu erzielen.

Um, wie bereits hervorgehoben, einen möglichst fehlerfreien Vergleich zwischen dem Systeme nach Holtz und dem meinigen anstellen zu können, verschaffte ich mir einen Apparat, welcher sich mit Leichtigkeit theilweise oder ganz auseinander nehmen läßt, so daß man nach Belieben metallbelegte oder isolirende Scheiben einsetzen kann; denn hierin beruht der hauptsächlichste Unterschied zwischen der neueren Holtz'schen Construction und meinen Vorschlägen. Der Apparat ist in Fig. 1 Taf. III möglichst getreu dargestellt, jedoch sind sämtliche Dimensionen in der Richtung der Axe nq auseinander gezogen, so daß die Uebersichtlichkeit nicht gestört wird. Der ganze Apparat besitzt bei sehr kräftiger Wirksamkeit doch verhältnißmäßig kleine Dimensionen. Beschreiben wir zunächst seine Anordnung für rotirende Isolatoren. Auf einem Fußbrett W von nur 2 Fuß 11 Zoll Länge und 1 Fuß 7 Zoll Breite sind die Ständer r und s dazu bestimmt, verstellbare Lagerschrauben zu tragen, in welchen die Stahlaxe nq mittelst feiner Spitzen läuft. Ein Schnurlauf tu gestattet, die vier Glasscheiben a, b, A, B , in der Richtung des Pfeiles in rasche Rotation zu versetzen. Jede der Scheiben ist durch eine Fassung von Kammmasse auf der Axe so befestigt, daß man die Scheiben sehr leicht auf die Axe aufchieben und wieder entfernen kann, um sie durch andere zu ersetzen. Fig. 4 zeigt eine solche Fassung in etwa $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe. Das Stück a umschließt nur einseitig die Axe ziemlich dicht, während an der andern

Seite vier Messingschrauben *bb* es ermöglichen, die Scheiben, welche zwischen *a* und *c* eingeklemmt sind, zu centriren. Nach der Centrirung können die versenkten Schraubenköpfe durch einen aufgeschobenen Wulst *d* von Kammmasse verdeckt werden, so das ihre ableitende Wirkung auf die in der Nähe befindlichen Conductoren vermieden ist. Kehren wir zu Fig. 1 Taf. III zurück, so befinden sich zwischen den grösseren Scheiben *A, B* zwei feststehende halbkreisförmige Scheiben *C, D*, welche etwa 30 Mllm. voneinander abstehen und auferhalb die runden Scheiben *AB* um $1\frac{1}{2}$ Zoll überragen. Dieselben sind durch drei entsprechend eingeschnittene Stäbe aus Kammmasse *J* festgehalten und ruhen mittelst Glasfüßen am vortheilhaftesten auf einem Schlitten *M*. Aus der Figur ist ersichtlich, das sich dieser Schlitten mit den ruhenden Scheiben vermöge der geneigten Stellung der Letzteren seitlich aus dem Apparat hervorziehen läßt, ohne sonst etwas an dem selbigen zu verändern. Dasselbe gilt von den kleineren halbkreisförmigen Scheiben *c, d*, welche, auf ähnlichen Kammmassestäben *i* ruhend, durch den Schlitten *m* hervorgezogen werden können. Durch die Verstellbarkeit der rotirenden Scheiben ist es nun leicht möglich, dieselben sehr nahe an die ruhenden Scheiben heranzubringen.

Der auf der rechten Seite des Apparates befindliche, durch große Buchstaben ausgezeichnete Theil des Apparates macht für sich allein ein Ganzes aus und entspricht mit unbelegten Glasscheiben genau der Anordnung, wie sie von Hrn. Holtz bereits im grösseren Maafsstabe ausgeführt und auf Fig. 5 Taf. I des Bd. CXXVI verzeichnet ist. Während die Scheiben *AB* vollkommen unbelegt bleiben, sind die ruhenden Scheiben auf der innern Seite (bei *N* und *Q*) mit kreisförmigen Papierbelegen versehen, welche mit der Klemmschraube *K* leitend verbunden sind. Auf der Außenseite der rotirenden Scheiben sind die isolirten Klemmschrauben *E* und *F* so aufgestellt, das zwei hufeisenförmige Metallbügel, deren einer Schenkel mit Spitzen versehen ist, den rotirenden Scheiben beliebig genähert

werden können, so daß die Spitzen den inneren Papierbelegungen gerade gegenüberstehen. Die richtige Stellung läßt sich leicht durch Drehung der Bügel um den kürzeren Schenkel erreichen. Wird während der Rotation des Apparates die Klemmschraube *K* mit einer Elektrizitätsquelle von hinreichender Spannung (bei regelmäßiger Thätigkeit des Apparates mit einer der Klemmen *k* oder *l* links) verbunden, so werden die rotirenden Scheiben in der durch Hrn. W. Holtz erläuterten Weise auf der Außenseite entgegengesetzt erregt, sobald *E* und *F* mit der Erde in dauernde Verbindung gebracht werden. Der untere, unbelegte Theil der Scheiben *C* und *D* spielt hierbei eine Rolle, welche der Function des Seidenzeugs analog ist, welches man an die Kissen der Elektrisirmaschine zu befestigen pfl egt. Aus dem auf einem besonderen Stativ ruhenden Conductor *H*, welcher mit den Saugscheiben *G* den rotirenden Scheiben gegenübersteht; lassen sich mehr oder minder kräftige Funken ziehen je nach der Ladung von *K*. Die ganze Anordnung ist übersichtlich aus dem Grundriß Fig. 3 Taf. III zu ersehen; jedoch ist hier der Conductor zu einem später zu beschreibenden Zwecke durch ebenfalls isolirte Klemmen *X* und *Y* und einen Verbindungsbügel *Z* ersetzt.

Der links befindliche, durch kleine Buchstaben ausgezeichnete Theil des Apparates ist analog gebaut. Hier sieht man bei *v* deutlich eine der inneren Papierbelegungen. Es hat jedoch hier jede Belegung ihre besondere Klemmschraube (*k* und *l*). Der mit Spitzen versehene Hufeisen-drähte sind hier vier angebracht; *e* und *f* dienen als Lader *h* und *g* (auf der hintern Seite der Scheibe *a*) als Sauger. Die verschiedenen Klemmschrauben sind nun durch Metall-drähte so verbunden, daß das ganze System bei der Rotation ähnlich fungiren muß, wie der von mir Bd. 125, S. 475 bis 478 beschriebene Influenz-Elektromotor. Ein bei *k* und *l* mitgetheiltes kleines Quantum Elektrizität wird sich bis auf einen bestimmten Maximalwerth fort und fort verstärken, so daß man damit in der schon erläuterten

Weise experimentiren kann. Wie dieß bei der verzeichneten Drahtverbindung möglich ist, läßt sich am bequemsten aus dem Grundriß Fig. 3 Taf. III ersehen. Denkt man sich vorläufig die Lader e und f (Fig. 3) mit der Erde verbunden, so wird, wenn k etwa positiv geladen ist, diese Ladung sich der Belegung v mittheilen; der Lader e wird also die rotirende Scheibe a negativ laden. Diese Ladung kann mittelst des Sangers g benutzt werden, um die Belegung w über l zu laden. Von f aus wird somit die rotirende Scheibe b sich positiv laden, welche auf den Sanger h gelangend, durch die Drahtleitung nach k und v geführt wird, um das positive Ausgangsquantum zu verstärken. Da nun, wie man sofort sieht, bei e und f entgegengesetzte Elektricitäten frei werden, so kann man die Verbindung mit der Erde ganz aufheben und die Klemmschrauben ef nur unter einander durch einen Draht verbinden. Es wird sich dann in dem als Beispiel gewählten Falle ein continuirlicher Strom von e nach f ausbilden. Sämmtliche Verbindungsdrähte sind hierbei durch einen dicken Guttapercha-Ueberzug vor Verlusten geschützt.

Hr. Holtz hat dieses System auf eine sehr sinnreiche und compacte Weise in dem Apparate vereinigt, dessen Beschreibung sich in oben citirter Abhandlung findet. Er unterscheidet sich außerdem noch durch manches Eigenthümliche, worauf weiter unten noch zurückgekommen werden soll. Mich bewogen hauptsächlich zwei Gründe, die einfachere Holtz'sche Anordnung für die vorliegenden Versuche nicht anzuwenden. Zunächst wollte ich den Influenz-Apparat sowohl mit metallbelegten als unbelegten Scheiben prüfen. Die Holtz'sche Modification läßt sich aber nicht unmittelbar auf belegte Scheiben übertragen. Dann war es mir wünschenswerth, bei vorliegenden Versuchen alle Organe des Apparates möglich von einander getrennt zu halten, um mögliche Irrthümer und Verwechslungen fern zu halten.

Für den Gebrauch des Apparates im vorliegenden Falle muß ich noch eine eigenthümliche Eigenschaft besprechen,

welche in meiner ersten Abhandlung über den Gegenstand unerwähnt gelassen wurde. Denkt man sich in Fig. 3 Taf. III den linken Theil in der oben vorausgesetzten Weise bei k positiv geladen, so stellt sich nach einigen Rotationen ein gewisser Gleichgewichtszustand her. Je nachdem man nun den einen oder andern Theil des Systems ableitend mit der Erde verbindet, lassen sich nun mehrere Fälle unterscheiden:

- 1) Bleiben die Klemmschrauben k und l isolirt, so werden sie im Allgemeinen gleiche, aber entgegengesetzte Spannung zeigen, während auf dem Draht von e bis f die Spannung Null bleibt. Es ist also hierbei gleichgültig, ob die Leitung ef mit dem Boden verbunden ist, oder nicht.
- 2) Wird aber die eine der Papierbelegungen z. B. v durch Berührung bei k oder h ableitend mit der Erde verbunden, so steigt sofort die Spannung auf der Klemmschraube l auf etwa das Doppelte, wie die vergrößerte Funkenlänge, welche man dort erhalten kann, sofort zeigt. Gleichzeitig zeigt nun auch der Draht ef Spannungserscheinungen, welche auf eine mit l gleichnamige, also in unserem Falle negative Ladung schließen läßt. Es ist jedoch die Spannung auf ef weit schwächer als die auf l . Das Umgekehrte tritt ein, wenn man l ableitend berührt. Hört die Ableitung bei k auf, so stellt sich nach einiger Zeit der Gleichgewichtszustand unter No. 1 wieder her.
- 3) Der Apparat entladet sich fast augenblicklich, wenn k und l leitend verbunden werden. Langsamer entladet er sich, wenn man zugleich k mit ef oder l mit ef ableitend berührt.

Diese Erscheinungen, welche im Entfernten an die Eigenthümlichkeiten der Säule mit offenen oder einseitig abgeleiteten Polen erinnern, lassen sich aus der Theorie un-
gezwungen und leicht erklären. Für die folgenden Versuche ist es nun wichtig, hervorzuheben, daß die besprochenen Eigenthümlichkeiten genau in derselben Weise für

Apparate mit unterbrochener Metallbelegung gelten. Man kann sich sofort davon überzeugen, daß bei dem Bd. 125 S. 475 beschriebenen Apparat ¹⁾, wenn nur den obigen

- 1) In dem oben citirten Aufsatz habe ich Seite 483 bis 489 den Versuch einer mathematischen Entwicklung für das Steigerungsverhältniß der Ladung mitgetheilt. Für die Leser jener Abhandlung sehe ich mich veranlaßt, hier eine nachträgliche Bemerkung beizufügen. Selbstverständlich kann jener Versuch nur als eine rohe Annäherung an den theoretischen Sachverhalt betrachtet werden. Es ist jene Theorie nur aus dem Wunsche hervorgegangen, die nicht ganz einfachen Vorgänge bei der Thätigkeit des Influenzelektromotors wenigstens einigermaßen durch Rechnung zu verfolgen und, wenn auch entfernte, constructive Anhaltspunkte zu gewinnen. Der Einfachheit halber habe ich daher die veraltete Anschauung von der gebundenen Elektrizität beibehalten. In wissenschaftlicher Strenge sind die bei der erwähnten Theorie gemachten Voraussetzungen nicht vollkommen stichhaltig. So dürfte z. B. der Coëfficient α , welchen ich Seite 489 den Influenz-Modul nannte, nicht als vollkommen constant anzunehmen seyn. Zwar wird man sich durch genauere Betrachtung des an jener Stelle besprochenen Apparates überzeugen, daß bei der Ladung eines jeden der beiden Flächenpaare der letzte Moment, bevor die Contactfedern die Belegungen verlassen, der maafsgebende Augenblick ist. Für diesen Augenblick ist aber die relative Lage der Zu- und Ableitungsdrähte in Bezug auf die Flächen stets dieselbe. Aus diesem Grunde kann die Verstärkungszahl für ein und dasselbe Flächenpaar allerdings in aller Strenge als constant angenommen werden. Allein in der citirten Entwicklung wird die Größe α für beide Flächenpaare bei gleichem Abstände als constant vorausgesetzt. Durch nachherige Vergleichung mit den Resultaten, welche Riefs in seinen vortrefflichen Arbeiten über den elektrischen Aufsammlungsapparat gewonnen, ergaben sich jedoch solche Unterschiede in der Verstärkungszahl für Flächenpaare verschiedener Größe, daß die letzterwähnte Voraussetzung kaum annähernd als gerechtfertigt erscheint. Die theoretische Entwicklung Bd. 125, Seite 489 läßt daher nur mit aller Strenge durchführen, wenn entweder gleich große Flächenpaare vorausgesetzt sind, oder für jedes der beiden Flächenpaare eine resp. zwei besondere Constanten eingeführt werden, deren Ermittlung durch Zuhülfenahme einer größeren Reihe von Beobachtungen ermöglicht ist. Allein ich halte eine besondere theoretische Entwicklung nach dieser Richtung für überflüssig, da, wie aus vorliegender Abhandlung zur Genüge hervorgeht, die Benutzung des Regenerators sich in der Praxis ganz anders gestalten wird, als es in meiner ersten Abhandlung vorausgesetzt war, wo der Apparat als stromgebendes System für sich allein ins Auge gefaßt wurde. Der Unterschied, welcher sich zwischen dem von mir für α ermittelten

Verhältnissen entsprechende Verbindungen hergestellt werden, dieselbe Reihenfolge von Erscheinungen auftritt, wie sie für unbelegte Scheiben geschildert wurde.

Aus der bisherigen Auseinandersetzung ist nun klar, daß man den Papierbelegungen der großen ruhenden Scheiben *C* und *D* Fig. 1 Taf. III leicht eine positive oder negative Ladung geben kann, wenn man sie mittelst der Klemmschraube *K* mit *k* oder *l* verbindet. Man wird alsdann bei der raschen Rotation von *ab AB* einen sehr lebhaften Funkenstrom zwischen dem Conductor *H* und einem Funkenzieher erhalten, welchen man mit *EF* leitend verbindet. Derselbe Strom wird unbeschadet der Thätigkeit des Apparates fort dauern, wenn man den Funkenzieher dem Conductor bis zur Berührung nähert. Der Strom von *H* nach *E* und *F* wird dann thatsächlich ein continuirlicher. Um Weitläufigkeit zu vermeiden, soll in der Folge das Scheibenpaar *a* und *b* nebst Zubehör als »Generator«, die Scheiben *AB* jedoch mit dem Namen »stromgebende Scheiben« bezeichnet werden.

Fig. 2, Taf. III veranschaulicht mit Hinweglassung alles Nebensächlichen die Anordnung des Apparates, wie sie sich nach Vertauschung der unbelegten Scheiben mit belegten herstellt. Man wird auf den ersten Blick darin die Anordnung wieder erkennen, welche ich bereits Bd. 125 S. 494 in Vorschlag gebracht habe. Ich habe jedoch diesmal die Belegungen auf den rotirenden Scheiben *A'*, *B'*, *a'*, *b'* durchgehend auf der äußeren Seite (d. h. der von den ruhenden Scheiben angewendeten) angebracht, wodurch die zu erzielende Spannung etwas größer wird. Gleichzeitig war diese Vorsichtsmaßregel nothwendig, um die Resultate beider Apparate miteinander vergleichbar zu machen. Jede Scheibe besitzt zwei von einander getrennte, halbkreisförmige Segmente, deren Form aus Fig. 2 Taf. III deutlich er-

Zahlenwerth und den Verstärkungszahlen nach Riefs ergeben, wenn man beide auf denselben Begriff zurückführt, erklären sich außer aus obigem noch aus dem Umstande, daß der trennende Isolator bei meinen Versuchen zum Theil aus Luft, zum Theil aus Glas bestand.

sichtlich ist. Die Breite des isolirenden Zwischenraumes zwischen den Segmenten beträgt, bei den großen Scheiben 59^{mm}. Die Belegungen stehen ferner vom Rande der Scheiben allseitig um 6^{mm} ab, um Verluste nach den ruhenden Scheiben *C'*, *D'* zu vermeiden. Außerdem ist jede Scheibe um die Axe herum bis auf einen Durchmesser von 100^{mm} unbelegt gelassen. Die ruhenden Scheiben *C'*, *D'* und *c'*, *d'* sind auf der inneren Seite ebenfalls mit Belegen versehen, welche genau die Form und Größe wie jene der rotirenden Scheiben haben. In der Nähe des Randes schleifen auf den rotirenden Scheiben Contactfedern, welche in die Klemmschrauben *E'*, *F'* eingesetzt werden können, und nach früheren Angaben construirt sind. Sie dienen als Lader, während auf der entgegengesetzten Seite die Klemmschrauben *Y'*, *X'* die freiwerdende Ladung aufnehmen. Die Stellung der Federn ist so zu reguliren, daß je zwei zu einer Scheibe gehörige Contactfedern zu gleicher Zeit die Unterbrechungsstellen passiren und zwar in dem Augenblicke, in welchem die Unterbrechungsstelle dem Rande der ruhenden Scheibe gegenüber steht. Bei den Scheiben *A'*, *B'* waren die Unterbrechungstreifen zu einander parallel gestellt aus einem später zu besprechenden Grunde. Der links befindliche Theil des Apparates Fig. 2 Taf. III ist, wie man ohne Erläuterung sieht, analog construirt und dient als metallbelegter Generator.

Bei den folgenden Versuchen wurden im Ganzen also acht Scheiben benutzt, 4 unbelegte und 4 belegte. *A*, *B* und *A'*, *B'* hatten genau gleichen Durchmesser und zwar: 395^{mm} der Durchmesser der vier kleineren Scheiben war 260^{mm}. Zu sämtlichen Scheiben wurde gut isolirendes, möglichst gerades, belgisches Fensterglas benutzt und namentlich bei den größeren Scheiben auf möglichst gleiche Dicke gesehen. Ich habe dieselbe Erfahrung gemacht, welche Prof. Poggendorff im Bande 126, S. 309 mitgetheilt, daß nämlich das dünne, im Handel vorkommende Spiegelglas vollständig unbrauchbar ist, wenn man es nicht mit gut isolirendem Firnis überzieht. Es mußte aus diesem Grunde

eine große Anzahl von Scheiben verworfen werden. Dieses dünne (geblasene) Spiegelglas zeigt auf dem Bruch eine lebhaft bläuliche Färbung. Dergleichen habe ich das hier im Handel vorkommende blaue, finnische Fensterglas verwerfen müssen. Isolirend erwies sich, außer dem belgischen das ordinäre, grüne, russische Fensterglas, welches jedoch wegen ungleichmäßiger Dicke nicht benutzt werden konnte.

Es schien mir nun interessant, die Leistung des Apparats je nach den unter obigen Voraussetzungen möglichen Combinationen zu vergleichen. Zunächst wünschte ich zu constatiren, welchen Einfluß auf die quantitative Leistung der Umstand habe, ob die durch Influenz erregten rotirenden Flächen leitend oder isolirend sind.

Es schien mir zweitens wichtig, zu erfahren, ob die Rotationsgeschwindigkeit der stromgebenden Scheiben einen rückwirkenden Einfluß auf die Ladung der ruhenden Scheiben habe, oder nicht. Es hatte sich nämlich bei einigen Vorversuchen gezeigt, daß eine einmalige Ladung der ruhenden Belege bei K' Fig. 2 Taf. III viel rascher abnimmt, wenn $A'B'$ rotiren, als wenn dieselben stillstehen. Beide Fragen hoffte ich durch eine Versuchsreihe der folgenden Art zu beantworten.

- 1) Ich ließ die metallbelegten Stromscheiben Fig. 2, Taf. III bei verschiedenen Geschwindigkeiten rotiren, während die ruhenden Scheiben bei K' mit einer möglichst constant bleibenden Elektrizitätsquelle in Verbindung standen, welche von dem Apparate unabhängig ist. (Hierzu konnten also nicht die auf derselben Axe befindlichen Generatoren benutzt werden.) Die den verschiedenen Geschwindigkeiten entsprechenden Leistungen der Stromscheiben wurden durch die Lane'sche Maßflasche gemessen und notirt.
- 2) Hierauf wurde bei denselben Geschwindigkeiten der Stromscheiben die Thätigkeit der mit K' in Verbindung stehenden Elektrizitätsquelle successive verän-

dert und die entsprechenden Leistungen ebenfalls gemessen.

- 3) Genau dieselben Versuche wurden wiederholt, nachdem man die belegten Scheiben $A'B'C'D'$ mit den Scheiben $ABCD$ Fig. 1 Taf. III vertauscht hatte, wobei mit aller möglichen Vorsicht derselbe Abstand zwischen den fungirenden Scheiben hergestellt wurde wie oben.

Was die Ausführung der Versuche betrifft, so war dieselbe folgende: Zuerst wurden die *metallbelegten* Scheiben thunlichst nahe bei den ruhenden Scheiben $C'D'$ Fig. 2 Taf. III befestigt, und möglichst senkrecht zur Axe gestellt. Der Abstand zwischen den Außenflächen von $A'B'$ und den innern Flächen von $C'D'$ (Abstand der Metallbelege) wurde mittelst eines Fühlers an 16 verschiedenen Stellen gemessen und das Mittel $= 6,05^{\text{mm}}$ gefunden. Kleinere Abstände wurden vermieden, weil sonst die Anziehung unter dem Einfluss der Ladung so sehr wächst, dass die ruhenden Scheiben in lebhafte Vibration gerathen. Zur Ladung bei K' benutzte ich den schon früher beschriebenen Influenzapparat, da derselbe bei regelmässiger Drehung sehr constante Wirksamkeit zeigte. Er konnte unabhängig mit verschiedener Geschwindigkeit gedreht werden. Der linke Theil des Apparates Fig. 2 und 1 Taf. III wurde, um Störungen zu vermeiden, ganz weggelassen.

Zur Erzielung constanter oder verschiedener Drehungsgeschwindigkeit waren Fadenpendel aufgehängt, welche durch vorherige Versuche so normirt waren, dass ihre Schwingungszeiten bei kleinen Amplituden genau dem Verhältniss $1:2:3$ entsprachen. Die Umdrehung an den Curbeln der Schnurläufe bei den Stromscheiben und dem oben erwähnten kleinen Generator geschah unabhängig durch zwei Personen. Es ist bei der äusserst leichten Beweglichkeit der Axen durchaus nicht schwierig, in gleichem Zeitmaafs mit dem Pendel zu drehen, so dass zuverlässig pro Minute ein Irrthum um eine Kurbelumdrehung nicht vorkommt.

Eine dritte Person zählte die Entladungen der Maafsflasche. Jeder Versuch wurde 5 bis 8 Minuten fortgesetzt und das Mittel der Entladungen pro Minute notirt. Die Art der Verbindung der Maafsflasche ist aus dem Schema Fig. 3, Taf. III zu ersehen. Hierbei wurden folgende Vorichtsmaafsregeln beobachtet. Um die Verluste an die umgebende Luft möglichst zu beschränken, wurde die Entfernung der Ausladerkugeln nur $= 2,5^{\text{mm}}$ genommen, damit auf den Leitern nie eine beträchtliche Dichte auftreten konnte. Es muß hervorgehoben werden, daß während der folgenden Versuche im Abstand der Kugeln nicht das Mindeste geändert wurde. Alle Leitungsdrähte waren dick mit Guttapercha überzogen und außerdem noch isolirend unterstützt. Bei der energischen Thätigkeit des Apparats folgt aus der kleinen Schlagweite eine beträchtliche Entladungszahl, welche unzählbar wird, wenn nicht die Flasche *P* eine ziemlich große Ladungscapacität besitzt. Die Flasche war daher nur etwa $1,8^{\text{mm}}$ dick im Glase und hatte 494^{cm^2} äußere Belegung. Größer konnte sie füglich nicht genommen werden, weil die Entladerkugeln sonst zu sehr durch den Funken verändert werden. Um ferner die Entladung bei den raschen Drehungen noch bequem zählen zu können, durfte *K'* nicht zu stark geladen werden. Es wurde daher *K'* mit dem einen Pol des kleinen Generators verbunden, während der andere *nicht* ableitend berührt wurde, (siehe die obige Erörterung).

Die Methode ist allerdings eine mühevollere, die Versuche fielen aber doch so übereinstimmend aus, daß je zwei aufeinander folgende Minuten eines und desselben Versuchs selten ein Unterschied von mehr als zwei, höchstens drei Entladungen gezählt wurden, wenn auch die Entladungen weit über 100 betragen. Was nun die Wiederholung der Versuche mit unbelegten Scheiben betrifft, so geschah sie in ganz derselben Weise. Um den Abstand der gleich dicken Scheiben hierbei auf die frühere Größe zu bringen, benutzte ich folgendes Mittel. Bevor die belegten Scheiben gelöst waren, wurden abgerundete, dicke Drähte bei *E'*

und *F* so eingeklemmt, daß ihre freien Enden die Scheiben bei der Umdrehung auf der Außenfläche möglichst dauernd berührten. Waren nun die unbelegten Scheiben nach Herausnahme der Axe aufgesetzt, so dienten jene stehen gebliebenen Drähte als Marken bei der Befestigung. Nachdem auch die ruhenden Scheiben mit den Papierbelegen (*CD*) wieder eingeschoben worden waren, wurde der Abstand wie oben, gemessen. Er wurde als Mittel aus 16 Messungen = 5,84 gefunden. Die Differenz betrug somit + 0,26^{mm}. Bei der Unvollkommenheit der Scheiben verzichtete ich auf eine weitere Berichtigung. Beim Vergleich der Zahlen ist jedoch diese Differenz wohl zu berücksichtigen.

Noch einer nöthigen Vorsichtsmaafsregel muß erwähnt werden, wenn die Resultate irgend wie vergleichbar seyn sollen. Es ist dafür zu sorgen, daß in beiden Fällen, möglichst gleich große Theile der Flächen elektrisirt werden. Zu dem Ende wurden bei *E* und *F* (Fig. 3 Taf. III) zwei große Lader eingeschraubt, deren Spitzen 6^{mm} vom Rand der Scheiben anfangen und welche sich bis auf 50^{mm} von der Axe erstreckten. Zwei gleich große Sauger sind bei *X* und *Y* eingesetzt. Desgleichen wurden die Papierbelege entsprechend gegen die Axe hin verlängert. Auf diese Weise ist der elektrisirte Theil der Glasfläche in beiden Fällen gleich, mit Ausschluss des isolirenden Zwischenraumes zwischen den Metallsegmenten, der sich jedoch in Rechnung ziehen läßt.

Die Versuche ergaben nun folgende Resultate, welche nach obigen ohne Weiteres verständlich sind:

| | Kurbeldrehungen pro Min. bei d. Stromsch. | Drehungszahl der Kurbel beim Generator pro Minute | | |
|---------------------------------------|--|--|-------|-------|
| | | 29 | 58 | 87 |
| I metallisch be- legte Scheiben | 29 | 41,0 | 40,3 | 40,6 |
| | 58 | 81,0 | 81,0 | 82,2 |
| | 87 | 112,8 | 116,6 | 119,0 |
| II unbelegte Scheiben | 29 | 53,5 | 53,2 | 54,0 |
| | 58 | 98,6 | 99,3 | 101,0 |
| | 87 | 136,2 | 138,4 | 140,5 |

Die Drehungszahl bezieht sich in beiden Tabellen auf die Kurbeln an den Schnurläufen. Das Durchmesserverhältniß der Triebräder u und t Fig. 1 Taf. III war nicht genau dasselbe, als bei dem zu den Versuchen benutzten Generator. Bei ut betrug das Uebersetzungsverhältniß fast genau 1:6, beim Generator etwas weniger, etwa 1:4,8. Die Stromscheiben vollführten also bei 87 Kurbelumdrehungen etwa 522 Rotationen pro Minute. Es kommt aber offenbar auf die absolute Drehungszahl gar nicht an, da es sich nur um die relative Geschwindigkeit bei Stromscheiben sowohl als Generator handelt.

Berücksichtigt man die Breite der Unterbrechungsstellen welche bei den metallbelegten Scheiben jedenfalls für die Wirksamkeit des Apparats verloren gehen, so hat man die Zahlen der Tabelle II mit dem constanten Factor 0,845 zu multipliciren. Auf gleiche Größe der elektrisirten Fläche bezogen lautet also das Ergebnis:

II unbelegte Scheiben.

| Kurbeldrehungen pro Min. bei d. Stromsch. | Kurbeldrehungen pro Min. beim Generator | | |
|---|---|-------|-------|
| | 29 | 58 | 87 |
| 29 | 45,2 | 44,9 | 45,6 |
| 58 | 83,3 | 83,9 | 85,4 |
| 87 | 115,1 | 117,0 | 118,7 |

Sämmtliche Versuche wurden an zwei aufeinander folgenden Tagen bei ganz gleichbleibenden Aufstellungen der Apparate und auch unter sonst gleichen Umständen vorgenommen.

Betrachtet man zunächst die Tabelle I für sich allein, so sieht man deutlich, daß bei geringer Geschwindigkeit der Stromscheiben die quantitative Leistung von der Drehungszahl des Generators unabhängig ist. Bei großer Rotationsgeschwindigkeit ist dieß jedoch nicht der Fall, wie die dritte Horizontalreihe unverkennbar zeigt. Die letzte Verticalcolumnne beweist aber, daß die Leistung als mit

der Drehungsgeschwindigkeit der Stromscheiben proportional betrachtet werden kann, wenn die Thätigkeit des Generators eine hinreichende ist. Es läßt sich diese Eigenthümlichkeit aus inneren Verlusten erklären, welche nur dem metallisch belegten Apparate eigen sind, denn bei den unbelegten Scheiben sind die Werthe in sämtlichen Horizontalreihen ziemlich constant. Außere Verluste z. B. an die umgebende Luft würden sich in anderer Weise geltend gemacht haben. Dieselben würden einerseits nach den bekannten Gesetzen über den Electricitätsverlust für beide Formen des Apparates gleich seyn und andererseits ist nicht zu ersehen, wie dieselben von der Rotationsgeschwindigkeit in so auffälliger Weise abhängig seyn sollten, da der Verlust an die Luft sich nach Dellmann¹⁾ nicht wesentlich ändert, mag nun der Leiter in der Luft oder die Luft um den Leiter bewegt werden. Diese inneren, dem metallbelegten Apparat eigenthümlichen Verluste dürften vielleicht daher rühren, dafs die Electricität an einzelnen Stellen einen Weg über den Rand der rotirenden Scheiben zu den ruhenden findet. Allerdings bemerkt man im Dunkeln an dieser Stelle auch schwache Lichterscheinungen. Außerdem sind Verluste über die Unterbrechungsstellen hinweg wohl nicht zu vermeiden, desgleichen bei belegten Scheiben leichter Verluste nach der Axe hin eintreten können. Bei unbelegten Scheiben sind derartige Verluste zwar auch vorhanden, sie können jedoch nur die Wirkung am Rande, oder in der Nähe der Axe schwächen, während bei belegten Scheiben die ganze Ladung darunter leidet.

Was die Tabelle II betrifft, so ist hier eine Ungleichförmigkeit in sämtlichen Verticalreihen nicht zu verkennen. Es ist, wie man sieht, die quantitative Leistung durchaus nicht proportional der Geschwindigkeit, mit welcher die isolirenden Flächentheile vor den Spitzen des Laders vorbeiziehen. Der Construction der Lader bei *E, F* Fig. 3 Taf. III kann dieß nicht zugeschrieben werden. Die fei-

1) Siehe Dr. F. Dellmann, »Ueber die Gesetzmäßigkeit und die Theorie des Electricitätsverlustes.«

nen Spitzen standen sehr dicht gedrängt und fast in Berührung mit den Scheiben. Man sieht also, daß der rotirende Isolator sich nicht mit unmeßbar großer Geschwindigkeit laden kann, sondern, daß hierzu eine merkliche Zeit erforderlich ist. Das Umgekehrte gilt natürlich auch für die Entladung der unbelegten Scheiben. Es ist dies wohl der wesentlichste Unterschied zwischen den beiden Systemen. Bei den unbelegten Influenz-Apparaten giebt es also eine Gränze, über welche hinaus eine Steigerung der Geschwindigkeit keine Vortheile mehr verspricht. Ferner ist evident, daß bei großer Drehungsgeschwindigkeit der metallisch belegte Apparat überwiegende Leistung zeigen muß. Besonders störend wird jener Umstand hervortreten, wenn der rotirende Isolator abwechselnd sehr rasch entgegengesetzte Ladungen annehmen soll, und dies ist wohl der einzige Uebelstand, welcher dem von Hrn. Holtz beschriebenen, im Uebrigen so sinnreichen Generator anklebt.

Was den Vergleich der einzelnen Zahlen in Tab. I mit den correspondirenden der Tab. II, nach geschehener Reduction auf gleiche Flächenwerthe betrifft, so läßt sich, in sofern überhaupt ein Vergleich zulässig ist, Folgendes zu bemerken. Die Leistung bei unbelegten Scheiben erscheint namentlich in den ersten Horizontalreihen etwas größer, als bei belegten Scheiben. Wenn man diesen Umstand auch nicht aus dem etwas geringeren Abstände der Scheiben (siehe oben) herleiten will, so kann man die Erklärung immerhin in den oben erwähnten inneren Verlusten finden, deren Einfluß sich in der dritten Verticalreihe Tab. I ja nur deshalb ausgleicht, weil die Geschwindigkeit des Generators den Stromscheiben entsprechend gesteigert ist. Im Uebrigen wäre es ganz paradox, auf einem Isolator eine größere statische Erregung durch Influenz anzunehmen als unter gleichen Umständen auf einem Leiter.

Die oben mitgetheilten Zahlen beziehen sich, wie ausdrücklich zu erwähnen, durchaus nicht auf die größtmögliche Thätigkeit des Apparates in beiden Formen. Die Umdrehung der Kurbel kann bei gewöhnlichem Gebrauch ohne

Schwierigkeit bis auf zwei pro Secunde gesteigert werden, ohne den Experimentator zu ermüden. Ferner wurde der Generator mit offenen Polen benutzt, da sonst ein genaues Zählen der Entladungen nicht wohl möglich gewesen wäre.

Um nun die Leistungen, die sich bei den 8 möglichen Combinationen zwischen belegten und unbelegten Strom- und Generatorscheiben herstellen lassen, wenigstens einigermaßen vergleichen zu können, wurden folgende Versuche angestellt. Auf die Axe nq wurden je vier Scheiben in den betreffenden Combinationen aufgesetzt und dann die Generatorscheiben in Thätigkeit gesetzt, indem k oder l elektrisirt wurde. Hatte man dann K und l durch einen in Guttapercha gefüllten Bügel leitend verbunden, so sind nach Früherem zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem k ableitend mit der Erde verbunden wird oder nicht. Die Ausführung der Versuche war genau wie oben. Die Drehungszahl blieb stets dieselbe und zwar 58 pro Minute. In der unten gegebenen Uebersicht sind jedoch die Zahlen sämmtlich für 87 Kurbeldrehungen pro Minute nach Maafs-gabe der vorherigen Tabellen umgerechnet, da dieß die bei gewöhnlichen Versuchen vorkommende Normalgeschwindigkeit seyn dürfte. Sie konnte bei den Versuchen nicht beibehalten werden, da die Entladungszahl nicht mehr mit Zuverlässigkeit hätte gezählt werden können. Dafs die Zahlen nicht Anspruch auf absolute Genauigkeit machen können, versteht sich von selbst, da bei dem häufigen Wechsel in der Zusammenstellung die Abstände der Scheiben unmöglich mit Zuverlässigkeit auf gleiches Maafs gebracht werden können. Der Vollständigkeit halber ist in der folgenden Uebersicht noch die Leistung einer großen Fessel'schen Elektrisirmaschine durch dieselbe Flasche, bei unverändertem Abstände der Entladerkugeln ermittelt. Diese Maschine hatte eine Scheibe von 31 Zoll im Durchmesser und befand sich in gutem Zustande; sie gab ohne Ring auf dem Conductor leicht 8 Zoll lange Funken. Die Resultate sind wieder bei den Influenzapparaten auf die wirk-same Fläche der belegten Stromscheiben reducirt.

| Pole des Generators | I. Stromsch. unbelegt Gen. unbelegt | II. Stromsch. unbelegt Gen. belegt | III. Stromsch. belegt Gen. unbelegt | IV. Stromsch. belegt Gen. belegt |
|---------------------|--|---|--|---|
| beide offen | 187,0 | 117,3 | 118,8 | 122,0 |
| ein Pol abgel. | 221,0 | 172,1 | 0 | 167,0 |

Die Fessel'sche Elektrisirmaschine lieferte pro Minute im Durchschnitt 13 der obigen Flaschenladungen. Ein etwas geringeres Resultat ergab später eine kleine Winter'sche Maschine mit zwei Scheiben von etwa 15 Zoll Durchmesser. Man sieht also, eine wie ärmliche Elektrizitätsquelle die Elektrisirmaschine im Vergleich zu dem viel kleineren Influenzapparat ist, besonders, wenn man bedenkt, daß bei letzterem die Drehungszahl leicht noch gesteigert werden könnte. Bei der Elektrisirmaschine war die Drehungsgeschwindigkeit so gewählt worden, als eine Person dieselbe, ohne vollständig zu ermatten, während 5 Minuten fortsetzen konnte.

Aus der Tabelle macht sich wiederum der Einfluß der inneren Verluste deutlich bemerkbar. Am grössten ist die Entladungszahl bei der Combination I. Es kann dies nicht Wunder nehmen, da schon der unbelegte Generator wegen der geringeren Verluste an den Polen eine weit höhere Maximalspannung erreicht, als der belegte Generator. Die Papierbelege bei den Stromscheiben werden also, weil auch hier die Verluste möglichst beschränkt sind, sehr stark geladen werden können. Das auffällige Factum, daß bei der Combination III und abgeleitetem Pol *k* die Wirksamkeit 0 ist, erklärt sich ebenfalls aus dem Einfluß der Verluste. Ist nämlich bei *unbelegtem* Generator der eine Pol *k* abgeleitet, so darf auf dem andern Pol *l* die Ladung nicht bis zu jeder beliebigen Gränze geschwächt werden, ohne daß sich der Apparat allmählich von selbst entladet, wie dies schon Hr. Holtz in seinem Aufsätze nachgewiesen hat. Nun verschlingt die Ladung der ruhenden Scheiben mit Metallbelegung incl. der Verluste soviel Elektrizität, daß jene Gränze überschritten wird, und so ist diese Com-

bination im vorliegenden Falle unmöglich. Bei dem metallbelegten Generator existirt eine solche Gränze nicht, es wird also unter allen Umständen eine Ladung der ruhenden Scheiben möglich seyn.

Was die Spannungs-Erscheinungen betrifft, so hängen dieselben ebenfalls mit den oben hervorgehobenen Momenten zusammen. Bei belegten Scheiben ist die Spannung auf den Saugern durch die Breite der isolirenden Ausschnitte begränzt. In einer Leitung von Y' nach F' konnten zwischen abgerundeten Drähten sehr helle Funken bis zu $1\frac{1}{4}$ Zoll Schlagweite erhalten werden. Die Erschütterungen waren ohne eingeschaltete Flasche denen eines kräftigen Inductionsapparates vergleichbar. Bei unbelegten Scheiben sind die Spannungserscheinungen weit auffälliger. Wurde der Conductor H Fig. 1 Taf. III weggenommen, so leuchteten die Scheiben A und B im Dunkeln auf der oberen Hälfte mit einem prächtigen Strahlenkranz von 3 Zoll langen Büscheln. Der Conductor H gab Funken von $4\frac{1}{2}$ bis 5 Zoll Länge, wenn seine Sauger soweit von der Axe entfernt waren, daß hier kein Ueberströmen stattfand. Erschütterungen konnten selbstverständlich erst durch Einschaltung einer Flasche erzielt werden. Das Leuchten der Geißler'schen Röhren ist schon bei mäßigem Tageslicht zu beobachten, durch belegte Scheiben ohne, durch unbelegte Scheiben mit Einschaltung einer Flasche.

Bisher wurde die relative Lage der beiden Stromscheiben $A' B'$ Fig. 2 Taf. III stets so vorausgesetzt, daß die isolirenden Streifen mit einander parallel stehen, wodurch der Strom discontinuirlich wird. Werden die Unterbrechungsstellen gekreuzt, so sinkt plötzlich die Schlagweite auf etwa $\frac{1}{6}$ der früheren. Es bilden sich nämlich dann im Bügel Z' Ströme aus, deren Richtung in jeder Viertelumdrehung wechselt. Man empfindet lebhaftere Erschütterungen durch Einschaltung des Körpers zwischen X' und Y' . Die Erklärung ergibt sich ohne alle Erörterungen aus einem Vergleich über die Stellung der Metallsegmente zu den Contactfedern. Der ganze Strom zwischen X' , Y' und E' , F'

läßt sich dann nur durch vollständige metallische Schließung zwischen Y' und F' erhalten. Bei dem Generator mit metallischen Segmenten hat die relative Lage der isolirenden Streifen keinen bemerkbaren Einfluß. Es ist somit der Vorschlag in Bezug auf gekreuzte Unterbrechungsstellen, welchen ich Bd. 125, S. 474 und 495 zur Erzielung eines continuirlichen Stroms machte, nur für unvollkommene Schließungsbogen gültig, da bei einer eingeschalteten Funkenstrecke die obigen alternirenden Rückentladungen die Leistung sehr verringern.

Ein charakteristischer Unterschied zwischen der Leistung des unbelegten und metallbelegten Generators ist die Empfindlichkeit. Der unbelegte Generator erfordert zur Inangangsetzung eine einmalige, kräftige Erregung. Nur wenn der Apparat vollständig gereinigt und die Witterung nicht zu feucht ist, gelingt die Ladung bei k oder l Fig. 1 Taf. III mit einer $\frac{1}{2}$ Zoll dicken, stark mit Pelz geriebenen Stange aus Kammmasse. Weit besser, aber auch nicht immer sicher, wirkt eine doppelt geriebene Platte nach Holtz. Ferner zeigt der unbelegte Generator auch in der bei obigen Versuchen benutzten Form die Eigenthümlichkeit des plötzlichen Pol-Wechsels, wenn k dauernd und l nur momentan mit dem Finger berührt wird. Die Erklärung, welche Hr. Holtz von der Erscheinung gegeben hat, ist auch hier zulässig. Nur unter günstigen Umständen hält sich die Ladung auf dem unbelegten Generator längere Zeit wenn der Apparat nicht gedreht wird.

Wesentlich verschieden ist das Verhalten des Generators mit metallischer Belegung. Zunächst ist derselbe bei Weitem empfindlicher, so daß es sogar äußerst schwierig ist, ihn ganz zu entladen, wenn er sich einmal in Thätigkeit befindet. Er erholt sich nach tagelanger Ruhe meist wieder in wenigen Secunden zu voller Thätigkeit, ohne daß man denselben von Neuem zu laden nöthig hat. Besonders wenn die Metallbelegungen den ruhenden Scheiben zugekehrt sind, wie es bei dem in meiner ersten Abhandlung beschriebenen Apparate der Fall war, besitzt derselbe

eine fast unglaubliche Empfindlichkeit. Aus nahe liegenden Gründen wächst jedoch unter letzterer Voraussetzung die Empfindlichkeit nur auf Kosten der Maximalspannung. Was die Selbstladung des Apparats betrifft, so habe ich dieselbe bei ungleich großen Generatorscheiben in einigen Fällen auch da, wo die Belege aus gleichem Metall bestanden, beobachtet. Die früher besprochene Selbstladung kann daher nicht wohl aus dem Metallcontacte allein erklärt werden. Eine Umkehr der Polarität durch theilweise Entladung ist bei belegtem Generator nicht möglich. Hr. Holtz hat in der schon mehrmals berührten Abhandlung eine Form des Generators gegeben, welcher die Wirksamkeit zweier rotirender Isolatoren gleichsam auf einer Scheibe vereinigt. Man wird in der That unschwer eine Analogie zwischen den beiden unmittelbar mit Saugspitzen versehenen Papierbelegen nach Holtz und den metallisch verbundenen Theilen glw und hkv Fig. 3 Taf. III erkennen. Ferner repräsentiren die beiden Lader e und f Fig. 3 mit ihrer metallischen Verbindung gewissermaassen die beiden stromgebenden Conductoren nach Holtz. Allein man würde sehr irren, wollte man den Strom, welcher sich zwischen ef Fig. 3 ausbildet, mit dem Schliessungsstrom des Holtz'schen Apparates verwechseln. Der letztere ist eine Summe von zwei Strömen, während sich in der Schliessung ef Fig. 2 und 3 nur der von Hrn. Holtz als primär bezeichnete Strom ausbilden kann. Der secundäre Strom verschwindet bei der in obigen Versuchen benutzten Form des Generators, indem die bei h und g Fig. 3 nicht vollständig entladenen Scheiben ihren Ueberschufs bei fortgesetzter Drehung an f und e wieder abgeben. Man kann jedoch hier den combinirten Strom in der Leitung von e nach f mit allen von Holtz beschriebenen Eigenthümlichkeiten erhalten, wenn man bei den punktirten Linien o und p Fig. 1 an der Außenfläche der rotirenden Scheiben noch zwei Sauger aufstellt und den Sauger p mit e und o mit f leitend verbindet. Die Erklärung ergibt sich von selbst.

Die Resultate, welche sich aus den bisherigen Unter-

suchungen als charakteristisch für die Unterscheidung der Influenzapparate nach beiden Systemen aufstellen lassen, dürften sich also kurz in Folgendem aussprechen:

- 1) Apparate mit rotirenden Isolatoren geben continuirliche Ströme und bei großen Scheiben hohe Spannung. Ihre Ingangsetzung erfordert möglichst vollkommene Isolation und einmalige, ziemlich kräftige Erregung; in dieser Beziehung ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft nicht ohne Einfluß. Zur Erzielung beträchtlicher quantitativer Leistung dürfte Vermehrung der Scheibenzahl und nicht zu große Rotationsgeschwindigkeit zu empfehlen seyn.
- 2) Die metallisch belegten Apparate sind äußerst empfindlich; sie zeigen bei sorgfältiger Construction sogar Selbstladung. Die Luftfeuchtigkeit scheint auf ihre Leistung und Ingangsetzung keinen bemerkbaren Einfluß zu haben. Wegen der unvermeidlichen Unterbrechungsstellen in der Belegung sind die Ströme discontinuirlich, desgleichen die Schlagweite begrenzt.

Zur Erzielung möglichst großer quantitativer Effecte darf in letzterem Falle sowohl Steigerung der Geschwindigkeit als Vermehrung der Scheibenzahl empfohlen werden.

Als vortheilhafteste Combination dürfte sich wohl für die meisten Zwecke ein belegter Generator mit unbelegten Stromscheiben bezeichnen lassen, wobei zur Erzielung sehr hoher Spannung mehrmalige Uebertragung des Ausgangsquantums nach dem Grundprincip das einfachste Mittel wäre.

