

# Persönliche Erinnerungen an W.C. Röntgen und über die Entwicklung der Röntgenröhren

Autor(en): **Zehnder, L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **6 (1933)**

Heft VIII

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-110288>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Persönliche Erinnerungen an W. C. Röntgen und über die Entwicklung der Röntgenröhren

von L. Zehnder, Basel.

(17. XI. 33.)

Am 10. Februar dieses Jahres ist ein Jahrzehnt verflossen, seit uns durch den Telegraph die Nachricht von Röntgens Hinscheiden übermittelt wurde. Zu Ehren Röntgens hat W. Gerlach kürzlich in der Hauptversammlung des V. d. Ch. in Würzburg Chemikern einen Vortrag<sup>1)</sup> gehalten, dessen Anfang lautet: „Frankfurter Würstchen — Brüsseler Spitzen — die Magdeburger Halbkugeln — sind Dinge, welche den Namen des Ortes, unter dessen Genius sie entstanden sind, in aller Welt bekannt gemacht haben. Aber niemand spricht von der *Würzburger Röhre*; zwar hat mit ihr, nicht weit von dieser Stelle entfernt, WILHELM CONRAD RÖNTGEN im Jahre 1895 seine Strahlen entdeckt. Doch ewiges Dunkel ist und bleibt ausgebreitet über die Art, wie er sie fand, über das spezielle Rohr, über die Apparatur, mit der er seine Strahlen zum erstenmal beobachtete. „Lässt man durch eine Hittorf'sche Vakuumröhre oder einen genügend evakuierten Lenard'schen, Crookes'schen oder einen ähnlichen Apparat die Entladungen eines grösseren Ruhmkorff's gehen' — das ist alles, was RÖNTGEN je mitgeteilt hat. Er gab keine Zeichnung, Freunden und Assistenten gegenüber hat er sich nie näher ausgesprochen und dem Deutschen Museum gab er mehr als ein Dutzend verschiedener damals bekannter Typen von Vakuumröhren mit zwei oder mehr Elektroden.“

In der Tat hat Röntgen über seine eigenen physikalischen Arbeiten sehr selten gesprochen. Deshalb sind gleich nach seiner grossen Entdeckung allerlei Legenden über das Zustandekommen derselben entstanden. Namentlich wurde berichtet, Röntgen habe seine X-strahlen gar nicht selber entdeckt, sondern einer seiner Assistenten. Lenard habe diese Strahlen schon gesehen. Lenard sei damals Röntgens Assistent gewesen. Auch mein Name wurde in diese Entdeckungsgeschichte hineingezogen, obwohl ich in jenen Jahren gar nicht bei Röntgen war, und zweimal wurde mir direkt gesagt, man habe gehört, dass ich diese Strahlen eigentlich entdeckt habe, was ich in meiner Röntgenschrift<sup>2)</sup> ausdrücklich

ablehnte. Sogar dem damaligen Institutsdiener Marstaller wollte diese Entdeckung zugeschrieben werden. Gar viele beneideten Röntgen um seine grossartige Entdeckung, was wohl die Legendenbildung begünstigt hat. Röntgen hatte überhaupt wenige Freunde, ganz besonders wenige unter den Physikern. Am nächsten stand ihm seinerzeit sein einstiger Lehrer Kundt. Denn Kundt war es, der Röntgen — als er schon das Diplom des Maschineningenieurs vom Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich, ohne die Matura zu besitzen, erlangt hatte — zum Übertritt in die reine Physik bewog, der ihn nachher zu seinem Assistenten machte, als solchen bei seinen Berufungen von Zürich nach Würzburg und zwei Jahre später von dort nach Strassburg mitnahm. Als Physiker, die Röntgen auch etwas näher standen, können noch Dorn und F. Exner genannt werden, ferner einige seiner einstigen Assistenten. Aber kein Physiker war ihm namentlich im Zeitraum seiner intensivsten Schaffenszeit so nahe befreundet wie ich. Mir hat er wenigstens in einigen Beziehungen wichtige Mitteilungen gemacht, die für die Entwicklung der Röntgenröhren massgebend sind. Über 160 Briefe und Briefkarten besitze ich, die mir Röntgen eigenhändig geschrieben hat. Eines Tages sagte mir Röntgen, als ich schon nicht mehr sein Assistent war, er habe seinen nächsten Freund, den Ophthalmologen Prof. von Hippel und mich als seine beiden Testamentsvollstrecker bestimmt, v. Hippel besonders für seinen allgemeinen, mich für seinen physikalischen Nachlass. Als aber der Weltkrieg ausbrach, v. Hippel gestorben war und ich im Jahre 1917 ins Ausland, in meine Heimat nach Zürich zog, entschloss sich Röntgen, zwei ihm später befreundeten Inländern die Testamentsvollstreckung zu übertragen, nämlich Frau Prof. Boveri in Würzburg und Hrn. Dr. Cohen in München, der in Würzburg einmal sein Assistent gewesen war. Wegen meiner genannten nahen freundschaftlichen und wissenschaftlichen Beziehungen zu Röntgen mag mir gestattet sein, hier einige meiner Erinnerungen an meinen persönlichen Verkehr mit Röntgen und gleichzeitig auch über die Entdeckung der Röntgenstrahlen und über die erste Entwicklung der Röntgenröhren dasjenige mitzuteilen, was mir Röntgen selber berichtet hat, was ich sonst darüber sicher weiss und welchen Entwicklungsgang der Röntgenröhren ich für besonders wahrscheinlich halte. Damit hoffe ich der allenfalls wieder auflebenden Legendenbildung zu steuern. Um gleichzeitig Röntgens sorgfältige Arbeitsweise zu charakterisieren, erzähle ich noch verschiedene persönliche diesbezügliche Erlebnisse.

Auch ich war im Jahre 1870, als ich mich auf Drängen meines Vaters zum Beruf eines Maschineningenieurs entschlossen hatte,

anderthalb Jahre zu früh aus dem Gymnasium genommen worden, besass also keine Matura und erhielt dennoch vom Eidgen. Polytechnikum das Diplom als Maschineningenieur. Als Ingenieur war ich neun Jahre praktisch tätig, hatte aber meinen Sinn mehr auf physikalische Vorgänge gerichtet, schrieb einige Arbeiten kosmischen Inhalts<sup>3)</sup> und versandte Separata davon an Wissenschaftler, deren Namen mir in der Literatur öfters begegnet waren. Ein paar von diesen Empfängern schrieben mir zustimmend, was mich ermunterte, meinen Beruf aufzugeben und mich ganz der wissenschaftlichen Physik zu widmen. Als meine zukünftige Lehrer wählte ich Helmholtz in Berlin, weil ich in einer meiner genannten kosmischen Arbeiten die Helmholtzsche Kontraktionstheorie der Sonne nicht hatte als unsere genügende Licht- und Wärmequelle anerkennen wollen; ausserdem belegte ich bei Kirchhoff und Landolt. Im Helmholtzschen Laboratorium arbeitete ich von 1885 an zwei Semester, schlug ihm dann zwei wissenschaftliche Themata vor, nämlich die Analyse der Telephonmembranschwingungen mittels einer an geeigneter Stelle spiegelnd gemachten Membran und die Bestimmung der Elastizitätskonstanten  $\mu$  eines belasteten Drahts aus Torsionsschwingungen. Helmholtz billigte das zweite Thema und liess eine Torsionswage für mich entsprechend ausstatten. Ich bearbeitete dies Thema im dritten Semester, fand aber für  $\mu$  einen negativen Wert. Helmholtz meinte dann, die Elastizitätstheorie sei demnach noch nicht genügend ausgearbeitet, höhere bis jetzt weggelassene Glieder müssten wohl mitberücksichtigt werden. Für ein anderes physikalisches Thema<sup>4)</sup>, über das ich einmal mit Landolt gesprochen hatte, stellte mir dieser sein Privatlaboratorium zur Verfügung. Gegen Ende meines dritten Semesters fragte ich Helmholtz, ob ich trotz fehlender Matura und mit nur drei Semestern Universitätsstudium, unter Berücksichtigung meines mit Auszeichnung gemachten Diploms eines Maschineningenieurs, an der Universität Berlin zur Promotion zugelassen werden könne, und ich legte ihm alle meine bisherigen Publikationen vor, auch diejenige, in der ich seiner Meinung nicht beipflichtete. Nach einigen Wochen hiess er mich ein bezügliches Gesuch an die Fakultät stellen. In der betreffenden Fakultätssitzung beantragte er aber Ablehnung meines Gesuches, wie mir später ein befreundetes Fakultätsmitglied erzählte. Damit verzichtete ich natürlich auf ein weiteres Studium bei Helmholtz.

Ein halbes Jahr vor dieser Episode waren meine Frau und ich in den Ferien bei der befreundeten Familie Enderlin im Hotel Weisses Kreuz in Pontresina abgestiegen, obwohl dieses Hotel

von Deutschen schon voll besetzt war. Anderen Tags fragte uns Enderlin, ob er uns auf einem Spaziergang (mit dem Fernrohr) weidende Gemen zeigen solle; er möchte aber noch einen deutschen Herrn mitnehmen. Wir wollten natürlich gern mitkommen. Enderlin stellte uns gegenseitig vor und — der deutsche Herr war Röntgen, damals Professor in Giessen. Weil Röntgen in Zürich studiert und dort seine Lebensgefährtin gefunden hatte, die in Zürich geboren war, wie auch meine Frau und ich Zürcher waren, kamen wir uns bald näher und machten zusammen viele gemeinschaftliche Ausflüge und Touren, an denen sich in der Regel noch Prof. v. Hippel aus Giessen und seine Frau beteiligten. Auf Röntgens Veranlassung schloss ich mich damals einer „Hochtouren miniature“ an, die er mit v. Hippel, dem befreundeten Chirurgen Krönlein aus Zürich und einem Führer machte und wobei er, als geübter Bergsteiger, der unter Enderlins Führung schon Piz Bernina, Roseg, Palü u. a. Spitzen bestiegen hatte, mir nützliche Anweisungen im Bergsteigen gab.

Als ich bald nach Neujahr 1887 von Helmholtz abgelehnt worden war, schrieb ich Röntgen, ob vielleicht bei ihm in Giessen meine Promotion möglich wäre, trotz fehlender Matura. Dabei legte ich ihm auch alle meine bisherigen Publikationen vor, sowie meine (ungedruckt gebliebene) Arbeit über den Elastizitätskoeffizienten  $\mu$ , und berichtete ihm über meine Ablehnung in Berlin. Trotzdem nahm mich Röntgen als Promotionskandidaten an, erklärte mir aber vorher, er stelle an jeden strenge Anforderungen und nehme keinerlei Rücksicht auf persönliche Bekanntschaft, auch nicht auf mein schon etwas vorgerücktes Alter. Weil ich bereits 33jährig war, sprach ich den Wunsch aus, im kommenden Sommersemester promovieren zu können, und Röntgen versprach mir, schlimmstenfalls meine im Helmholtzschen Laboratorium ausgeführte experimentelle Arbeit über den Elastizitätskoeffizienten als Dissertation anzunehmen. Er verlange aber, dass ich das nächste Semester unter seiner Leitung noch physikalisch arbeite und wenn irgend möglich eine Dissertationsarbeit nach neuem Thema zustande bringe. Das gelang mir<sup>5)</sup> und am Schluss des Sommersemesters 1887 war ich Dr. phil. und reiste befriedigt heimwärts nach Zürich. Bald darauf trug mir Röntgen seine inzwischen frei gewordene Assistentenstelle in Giessen an, die ich mit grosser Freude annahm.

Röntgen führte mich persönlich in alle seine Praktikumsarbeiten ein, wobei ich erst recht seine sorgfältige, auf alles bedachte Arbeitsweise kennen lernte, und er übergab mir dann die Leitung seines physikalischen Praktikums. Eines Tages holte er mich in

sein Privatlaboratorium: ich solle ihm einige Fernrohrablesungen machen, jedesmal wenn er irgend etwas getan habe, wovon ich aber nichts wissen dürfe. Ich bemerkte im Fernrohr einen minimalen Ausschlag nach einer Seite des Fadenkreuzes, etwa die Hälfte eines Skalenteils. Bei der zweiten Aufforderung abzulesen, nahm ich einen etwa gleich grossen Ausschlag nach der anderen Seite wahr. Noch mehrere Ablesungen hatte ich zu machen; denn Röntgen wollte ganz sicher sein, dass ich das ablas, was er erwartete. Nach der Publikation seiner betreffenden Arbeit ersah ich erst aus dem mir von ihm übergebenen Separatabdruck<sup>6)</sup>, dass ich damals seine Entdeckung des neuen elektrischen Effekts kontrollieren musste, dem H. A. Lorentz wegen seiner grossen Bedeutung den Namen „Röntgenstrom“ gegeben hat.

Im zweiten Semester meiner Assistententätigkeit liess mich Röntgen einen neuen Präzisions-Gewichtssatz vom Gesamtgewicht eines Kilogramms mit einem im Institut vorhandenen, vom Berliner Normaleichungsamt geeichten Normalkilogramm genauestens vergleichen und dann kalibrieren. In dieser Zeit wurde Röntgen nach Würzburg berufen, als Nachfolger von F. Kohlrausch, und er nahm den Ruf gern an. Mir sagte er, in Würzburg wolle Heydweiller seine 1. Assistentenstelle behalten, ich könne also dort nur 2. Assistent werden. Er werde mir aber in Würzburg, wenn ich mitkommen wolle, wieder die Leitung seines physikalischen Praktikums übergeben, Heydweiller dagegen das Gebiet der Meteorologie überlassen. Damit war ich gern einverstanden und unsere beiden Familien zogen am Ende des Sommersemesters 1888 nach Würzburg. Von dort ging ich wieder nach Zürich in die Ferien. Röntgen aber besah sich die Apparate seines Würzburger Instituts und fand dabei zu seiner Genugtuung auch ein vom Berliner Normaleichungsamt geeichtetes Gewichtsstück, freilich nur ein Hundertgrammstück. Den von mir in Giessen für ihn kalibrierten Gewichtssatz hatte er nämlich (nach Anschaffung eines Ersatzes für das Giessener Institut) mit sich nach Würzburg genommen, um hier seine Präzisionsmessungen weiter zu führen. Für Röntgens Arbeitsweise verstand es sich von selbst, dass er nun sogleich das Würzburger Normalgewicht mit einem nominell gleich schweren von mir kalibrierten Gewichtsstück auf die Waage legte. Dabei fand er eine Unstimmigkeit der beiden Gewichte von etwas mehr als den hunderttausendsten Teil, was ihn aufregte. Er hatte auf meine zuverlässigen Wägungen gerechnet und nun stimmte etwas nicht. Denn so grosse Fehler waren nicht erlaubt. Dies schrieb er mir nach Zürich in einem geharnischten Brief. Ich war mir aber bewusst, meine Messungen in grösster Sorgfalt durchgeführt,

auch immer wieder Kontrollmessungen ausgeführt zu haben, die untereinander übereinstimmten, und ich antwortete Röntgen in diesem Sinne. Die definitive Abklärung blieb schwebend.

Im folgenden Semester liess mich Röntgen in seinem Beisein eine meiner Wägungen des Gewichtssatzes wiederholen, prüfte dann selbst ohne mich verschiedene meiner Wägungen, liess das Giessener Normalkilogramm zu nochmaliger Vergleichung kommen, sandte das Würzburger Normalgewicht, das einst einen grossen tiefschwarzen Fleck bekommen hatte, zu nochmaliger Eichung nach Berlin, und schliesslich stellte sich heraus, dass ein Teil der Diskrepanz dem etwas beschädigten Würzburger Normal zuzuschreiben war, dass ein anderer Teil auf den ungleichen Dichten der Messingarten des Giessener und des Würzburger Normals, nämlich auf ihrem prozentual ungleichen Auftrieb in der Luft beruhte, dass dann allerdings eine noch unaufgeklärte kleine Differenz übrig blieb, über die mir Röntgen keinen Aufschluss gab, vielleicht weil ich ihn nicht darüber befragte. Aber meine Messungen blieben unbeanstandet und Röntgen führte von da an seine Wägungen mit dem von mir kalibrierten Gewichtssatz aus.

In Würzburg hatte ich zunächst für Röntgens Vorlesungen viele physikalische Tabellen zu schablonieren, weil der Institutsdiener Marstaller diese Arbeit nicht nach Röntgens Wunsch sorgfältig ausführte. Dann machte ich neue optische Messungen von Brechungsexponenten als Erweiterung meines Dissertationsthemas, während Röntgen dazu entsprechende Dichte- und Kompressibilitätsbestimmungen ausführte<sup>7)</sup>. Weiterhin tastete ich in einigen optischen Versuchen herum, indem ich hoffte, vielleicht eine Bestätigung für meine damaligen Anschauungen in diesem Gebiet zu finden. Hierbei interessierte ich mich für die Vorgänge in Geissleröhren und fragte Röntgen, ob ich mit der Geissleröhre, die eine Hohlkathode und ihr gegenüber mitten in der Röhre ein ziemlich grosses viereckiges Platinblech besass, und mit seinem Fluoreszenzschirm einige Versuche machen dürfe. Röntgen nannte diese Röhre „Hittorfröhre“ und erlaubte mir ihre Benutzung. Er liebte es, den physikalischen Vorgängen und Apparaten die Namen ihrer Entdecker bzw. ihrer Konstrukteure beizulegen. In dieser Hittorfröhre war der Abstand des Platinblechs von der Hohlkathode gerade so gross, dass die von der Hohlkathodenoberfläche ziemlich senkrecht ausgehenden Kathodenstrahlen auf einer Stelle des Platinblechs in einem kleinen Brennfleck zusammentrafen und dass dadurch diese Platinstelle glühend wurde. Das hatte mein Interesse erweckt. Ich verband die Pole des im Institut befindlichen mittelgrossen Funkeninduktors, der mit

schnellgehendem Deprezunterbrecher ausgestattet war, mit den Elektroden der Hittorfröhre, setzte den Induktor in Betrieb und sah bei Verdunklung des Zimmers in ganz kurzer Zeit den kleinen Brennfleck auf dem Platinblech aufleuchten, wie es in meinem Physikbuch beschrieben war. Ich wollte aber mit dem Fluoreszenzschirm beobachten, der ja auf alles sichtbare Licht reagiert, der aber bekanntlich besonders bei violetterem Licht am Ende des Spektrums und sogar bei ultraviolettem Licht aufleuchtet. Das vom helleuchtenden Brennfleck auf den Fluoreszenzschirm wirkende gewöhnliche Licht interessierte mich daher wenig, weshalb ich den Funkeninduktor wieder ausschaltete. Nun deckte ich die Hittorfröhre mit einem über dieselbe gehängten schwarzen Tuch zu, so dass kein direktes Licht mehr auf den Fluoreszenzschirm gelangen konnte, und setzte den Induktor wieder in Betrieb. Weil das Tuch nur über die Hittorfröhre gehängt war, beleuchtete nun der aufleuchtende Brennfleck (auf dem Platinblech) das Fussgestell der Hittorfröhre und bis zu einem entsprechenden Umfang noch die Tischfläche, worauf die Röhre stand. Aber direktes Licht konnte wenigstens nicht zum Fluoreszenzschirm gelangen. Dennoch leuchtete der Schirm hell auf. Ich nahm an, dass wahrscheinlich irgendein spiegelndes Metallstück, das vielleicht auf dem Tisch liegen mochte, das Licht des Brennflecks nach dem Schirm reflektiert habe, und suchte nach diesem Objekt. Während ich aber suchte, erlosch plötzlich die ganze Lichterscheinung. Ich machte das Zimmer hell, hob das schwarze Tuch von der Röhre ab und entdeckte zu meinem Schrecken, dass das Platinblech an der Brennfleckstelle durchgebrannt war. Ich wusste, wie sehr Röntgen seine physikalischen Apparate liebte, wie er sie immer in tadellosem Stande zu erhalten suchte, jede Überlastung derselben ängstlich vermied. Dazu hatte er auch mir gelegentlich geraten. Und nun hatte ich ihm seine wertvolle Hittorfröhre durchgebrannt. Ich war tiefbetrübt, entschuldigte mich bei Röntgen wegen dieses Versehens und schlug ihm vor, auf meine Kosten eine neue Röhre für das Institut zu beschaffen. Aber Röntgen machte mir keine Vorwürfe deswegen, lehnte auch mein Anerbieten des Hittorfröhren-Ersatzes ab. Er fragte mich nicht nach den Vorgängen bei meinen betreffenden Versuchen und ich erzählte ihm von mir aus nichts davon. Weil mich aber das rätselhafte Aufleuchten des Fluoreszenzschirms interessiert hatte, dachte ich kurze Zeit daran, doch für mich selbst eine solche Hittorfröhre anzuschaffen, um weitere sorgfältigere Versuche mit derselben anzustellen. Ich unterliess es dennoch, weil ich mich wegen der Zerstörung der Hittorfröhre vor dem so



sorgfältig arbeitenden Röntgen schämte. Aber diese Episode hat mir die Hittorfröhre unauslöschlich in die Erinnerung eingepägt.

Zu jener Zeit entdeckte Braun seine „Deformationsströme“, namentlich an Nickel-, weniger an Eisendrähten. Er zog Nickeldrähte durch ein Zieheisen, dass sie dünner wurden, und erhielt im zuerst durch das Zieheisen gegangenen Nickeldrahtende stets einen magnetischen Südpol, am anderen Drahtende einen Nordpol. Wickelte er dann solche Drähte zu zylindrischen Spiralen, so erhielt er beim Auseinanderziehen und Zusammendrücken dieser Spiralen in den Nickeldrähten elektrische Ströme in der einen bzw. in der entgegengesetzten Richtung. Ich hatte die Braunsche Arbeit mit einigem Misstrauen gelesen, als Röntgen zu mir kam und mir sagte, diese Braunschen Deformationsströme interessierten ihn sehr, er glaube, durch Abätzen der Drähte müsse man wohl die Quelle der Deformationsströme finden können. Er gehe nun für einige Tage in die Pfingstferien, ob ich nicht die Braunsche Arbeit nachprüfen wolle? Diese Anregung kam mir sehr gelegen. Ich hatte Verdacht auf die Magnetisierung der Drähte durch das Ziehen derselben, ätzte aber zuerst Nickeldrähte nach Röntgens Vorschlag, freilich ohne erfolgreiche Aufklärung. Dann ging ich nach meinem geschöpften Verdacht vor, weil ich von der Maschinenfabrik her wusste, dass z. B. jedes Stahlwerkzeug durch die Erschütterung beim Bearbeiten von harten Metallen magnetisch wird. Ein senkrecht stehender Bohrer erhält bei diesem Arbeiten unten einen magnetischen Nordpol, oben einen Südpol. Daher machte ich nun Versuche derart, dass ich die einen Nickeldrähte durch die (beim Einspannen des Zieheisens in den Schraubstock) oben befindlichen Ziehlöcher zog, wie wohl Braun es getan hatte, wobei natürlich in den Drähten dieselben Magnetpole entstanden wie bei Brauns Versuchen, also auch die von Braun angegebenen Deformationsströme erhalten wurden. Dann drehte ich aber das Zieheisen (im Schraubstock) derart um, dass nun andere Nickeldrähte durch die unten im Zieheisen befindlichen Ziehlöcher zu ziehen waren. Es entstand dann in den Drähten die umgekehrte Magnetisierung der Drähte und es ergaben sich umgekehrte Deformationsströme, als Braun sie angegeben hatte. Die Braunschen Deformationsströme waren damit auf die längst bekannten Torsionsströme magnetisierter Drähte zurückgeführt. Als Röntgen aus den Ferien zurückkehrte, legte ich ihm meine fertigen Ergebnisse vor. Er liess sich bald von der Richtigkeit meiner Beobachtungen überzeugen, machte mich auf die bezügliche Literatur aufmerksam, weil er ja überaus belesen war, und hiess mich sogleich eine entsprechende Berichtigung schreiben. Das tat ich und legte sie

Röntgen vor. Aber nun lernte ich Röntgens umsichtige und sorgfältige Schreibweise physikalischer Arbeiten kennen. Stundenlang überlegte und korrigierte er an meinem kleinen Artikel gegen Braun. Jeden Satz, jedes Wort legte er gleichsam auf die Goldwaage, prüfte sie und suchte sie durch etwas Besseres zu ersetzen. Als er fertig war, legte er mein Manuskript auf seinen Schreibtisch und hiess mich in zwei Tagen wiederkommen. Dann nahm er wiederum alles unter die Lupe, korrigierte, veränderte mit grösster Sorgfalt und — legte das Geprüfte nochmals auf den Schreibtisch, um in ein paar Tagen alles zum dritten Male sorgfältig zu überlegen, zu prüfen. Denn, sagte er, wenn Braun ein einziges nicht völlig korrektes Wörtchen in meiner Entgegnung finden sollte, so würde er sich daran halten und mein Versehen ausschlichten, um doch in den Augen der Leser einigermaßen Recht zu behalten. Nun durfte meine formal allerdings total veränderte Entgegnung in den Druck gegeben werden<sup>8)</sup>. Braun antwortete, irrte sich aber dabei erst recht, wie ich sofort zeigen konnte, und die Deformationsströme verschwanden aus der physikalischen Literatur. Röntgen veranlasste mich dann, die Torsion magnetisierter Drähte gründlich zu untersuchen und sie zu einer Habilitationsschrift<sup>9)</sup> auszugestalten.

Meine Habilitation war in Würzburg und überhaupt in Bayern unmöglich, wegen meiner fehlenden Matura. Mit Röntgens Einverständnis wandte ich mich an Warburg in Freiburg i. B., wo aber auch formelle Schwierigkeiten bestanden. Warburg riet mir, mich Hagenbach in Basel anzubieten, der ihm kürzlich geschrieben habe, er suche einen Assistenten. Wenn ich dann Privatdozent in Basel sei, könne ich mich eher einmal nach Freiburg umhabilitieren. So geschah es denn, ich habilitierte mich im Frühjahr 1890 in Basel. Hagenbach willigte später in die Umhabilitierung ein und im Sommersemester 1891 hielt ich in Freiburg i. B. vor der philosophischen Fakultät meinen Habilitationsvortrag, in dem ich ausführte, dass das Wesen der Elektrizität in der „Wärme des Äthers“ beruhen müsse. Im Herbst 1891 begann ich in Freiburg meine Lehrtätigkeit und blieb dort bis zum Jahre 1898, war also zur Zeit von Röntgens Entdeckung seiner X-strahlen nicht bei ihm in Würzburg, nicht sein Assistent, auch nicht einmal sein Mitarbeiter, und habe demnach nicht den geringsten Anteil an seiner Entdeckung, obwohl ich einst in seinem Institut dieser Entdeckung recht nahe gekommen war (S. 614). Weil ich aber einige Jahre Röntgens Assistent und Mitarbeiter gewesen und ihm dauernd nahe befreundet war, veranlasste mich der Vorstand (Lüroth) der Freiburger Naturforschenden Gesellschaft, einen

öffentlichen Vortrag über diese neuen Strahlen vorzubereiten und darin womöglich Experimente zu machen. Daher begann ich, Röhren für X-strahlen zu konstruieren, was ich sonst nicht tun wollte, weil mir Röntgen einst gesagt hatte, man müsse einem Entdecker eines neuen Vorganges zunächst etwas Zeit lassen, seine Entdeckung selber weiter auszubauen, bevor man sich mit demselben Problem beschäftige. Nun aber sollte ich ja Röntgens Versuche in einem öffentlichen Vortrag zeigen, musste also durch unseren Freiburger Glasbläser Kramer geeignete Röhren für X-strahlen herstellen lassen, weil Hittorfröhren oder ähnliche Vakuumröhren in Freiburg nicht zu meiner Verfügung standen und von auswärts nicht schnell genug zu bekommen waren. Auch hoffte ich, durch bessere Röhrenkonstruktionen Röntgen vielleicht einigermaßen Dienste leisten zu können. Ich schrieb nun aber Röntgen, dass ich in Freiburg zu einem Vortrag über seine X-strahlen aufgefordert worden sei, und ich bat ihn, mir wenn möglich für meinen Vortrag einige Kopien seiner photographischen Originalaufnahmen und vielleicht auch einige seiner dabei photographierten Originalapparate zu überlassen, auf kurze Zeit. Da erhielt ich einen versehentlich nicht genau datierten Brief Röntgens von grossem Interesse. Er lautet:

„Würzburg, Samstag Abend.

Lieber Zehnder!

Die guten Freunde kommen zuletzt, es geht nicht anders. Sie sind aber der erste, der Antwort erhält. Haben Sie vielen Dank für Alles was Sie mir schrieben; von Ihren Speculationen über die Natur der X-strahlen kann ich noch nichts gebrauchen, da mir nicht zulässig oder günstig erscheint, eine der Natur nach unbekannte Erscheinung durch eine mir nicht völlig einwurfsfreie Hypothese erklären zu wollen. Welcher Natur die Strahlen sind, ist mir ganz unklar; und ob es wirklich longitudinale Lichtstrahlen sind kommt für mich erst in zweiter Linie in Betracht. Die Thatsachen sind die Hauptsache. In dieser Beziehung hat auch meine Arbeit von vielen Seiten Anerkennung gefunden. Boltzmann, Warburg, Kohlrausch (und nicht zum wenigsten), Lord Kelvin, Stokes, Poincaré u. a. haben mir ihre Freude über den Fund und ihre Anerkennung ausgesprochen. Das ist mir viel werth und ich lasse die Neidhämmel ruhig schwätzen; das ist mir ganz gleichgültig.

Ich hatte von meiner Arbeit Niemandem etwas gesagt; meiner Frau theilte ich nur mit, dass ich Etwas mache, von dem die Leute, wenn sie es erfahren, sagen würden „der Röntgen

ist wohl verrückt geworden“. Am ersten Januar verschickte ich die Separatabzüge und nun ging der Teufel los! Die Wiener Presse blies zuerst in die Reclametrompete und die anderen folgten. Mir war nach einigen Tagen die Sache vereckelt; ich kannte aus den Berichten meine eigene Arbeit nicht wieder. Das Photographiren war mir Mittel zum Zweck und nun wurde daraus die Hauptsache gemacht. Allmählig habe ich mich an den Rummel gewöhnt, aber Zeit hat der Sturm gekostet; gerade 4 volle Wochen bin ich nicht zu einem Versuch gekommen. Andere Leute konnten arbeiten, nur ich nicht. — Sie haben keinen Begriff davon, wie es hergegangen ist.

Beiliegend schicke ich Ihnen die versprochenen Photographien; wenn Sie sie im Vortrag zeigen wollen, so ist es mir recht; doch empfehle ich Ihnen, sie unter Glas und Rahmen zu bringen, sonst werden sie gestohlen!!\*) Ich denke, Sie finden sich mit Hülfe der Bemerkungen wohl zurecht, sonst schreiben Sie.

Ich gebrauche einen grossen Ruhmkorff 50/20 cm mit Deprezunterbrecher, und ca. 20 Amp. Primärstrom. Mein Apparat, der an der Raps'schen Pumpe sitzen bleibt, braucht einige Tage zum Auspumpen; beste Wirkung, wenn die Funkenstrecke eines parallel geschalteten Entladens ca. 3 cm beträgt.

Mit der Zeit werden alle Apparate (mit Ausnahme von einem) durchschlagen. Jede Art Kathodenstrahlen zu erzeugen führt zum Ziel; also auch mit Glühlampen nach Tesla und mit elektrodenlosen Röhren. Zum Photographiren brauche ich je nachdem 3 bis 10 Minuten.

Zu Ihrem Vortrag schicke ich Ihnen die Magnetdose, die Holzrolle, den Gewichtsatz und das Zinkblech, sowie eine sehr schöne aus Zürich von Pernet erhaltene Photographie einer Hand. Bitte aber diese Sachen bald möglichst versichert zurückzuschicken. Haben Sie einen grösseren Schirm mit Platinbariumcyanür?

Mit bestem Gruss von Haus zu Haus

Ihr Röntgen.“

\*) Zu grösserer Sicherheit habe ich auf diese Photos, die noch verschiedene eigenhändige Notizen Röntgens tragen, meinen Freiburger Stempel gedrückt. Nachdem ich 1923 in der Basler Naturforschenden Gesellschaft einen Nachruf für Röntgen und anschliessend einen Vortrag: „Die zyklische Sonnenbahn als Ursache der Sonnenfleckenperioden“ gehalten hatte, ist mir nach dem Druck dieses Vortrags in Deutschland meine im Vortrag vorgewiesene Originalzeichnung dieser Sonnenzykel, worauf ich eigenhändig in Rundschrift geschrieben hatte: „Dem Andenken seines verehrten Lehrers und lieben Freundes W. C. Röntgen gewidmet von L. Zehnder“ trotz mehrfacher Proteste tatsächlich nicht mehr zurückgesandt worden!

Am Anfang des Jahres 1896 habe ich lebhaft an der Herstellung von Röntgenröhren mitgearbeitet, mit Hülfe unseres Glasbläfers Kramer in Freiburg. Dieser hatte irgendwoher gehört (wohl von Himstedt, der auch Röntgenröhren bei ihm machen liess, auf irgendwelchen Umwegen), dass Röntgen die X-strahlen neuestens auf schräggestelltem Platinblech entstehen lasse. Aluminium-Hohlkathoden hatte ich von Klingelfuss in Basel aus *einem* Stück durch Ziehen und Pressen herstellen lassen. Um die Röntgenröhren von der Pumpe abziehen und versenden zu können, kam ich auf den Gedanken, ein Stück Lindenholzkohle in einen Röhrenansatz zu bringen, welches Kohlenstück nach genügender Evakuierung der Röhre durch Erwärmung von aussen her zur Regulierung des Vakuums dienen sollte. Solche Röhren sandte ich Röntgen umgehend und auf dieselben beziehen sich zwei Briefe von ihm, die mir am 11. Januar 1896 gesandt wurden. Der folgende Brief Röntgens beginnt:

„Würzburg, 21. Febr. 96.

Lieber Zehnder!

Haben Sie vielen Dank für all Ihre Briefe und deren freundlichen Inhalt; auch für die prompte Zusendung der Röhren möchte ich danken.....“

In diesem Briefe schreibt Röntgen viel von seinen Röhrenkonstruktionen, die er durch zwei Skizzen erläutert und mit meinen Konstruktionen vergleicht.

Am Ende des Sommersemesters 1896 hatte ich mit Hülfe des Photographen Kempke und unter medizinischer Beratung des Stabsarztes Dr. Sehrwald mit meiner durch Kohle regulierten Röntgenröhre den ganzen Menschen in sechs Bildern röntgenphotographiert und mit diesem daraus zusammengesetzten Gesamtbild die Naturforscher und auch Röntgen selbst an der Versammlung der Schweizer. Naturforschenden Gesellschaft in Zürich überrascht. Am 30. August 1896 schrieb mir Röntgen, dass er dem Kaiser (Wilhelm II.) gern ein solches Bild hätte schicken lassen, wenn ich es nicht schon vorher ausgestellt hätte. Aber ich stellte dasselbe Bild etwas später auch an der Frankfurter Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte aus und jetzt befindet sich dasselbe im Deutschen Museum in München, zugleich auch meine durch Kohle regulierbare Röntgenröhre, mit der ich die betreffenden Aufnahmen gemacht habe. In weiteren Briefen und einem Telegramm wünscht Röntgen durch meine Vermittlung Röhren meiner Konstruktion mit Kohlenregulierung aus der (schweizerischen) Fabrik Hard bei Zürich zu bekommen,

bei denen die Antikathode und zugleich Anode aus einem ganz ebenen spiegelnd polierten Platinblech besteht, etwa 0,7 bis 1,0 mm dick, damit es sich bei der Erwärmung nicht verzieht. Ich hatte nämlich bei meiner regulierbaren Röntgenröhre Wert darauf gelegt, dass ein dünnes Platinblech auf eine dicke Aluminiumplatte mehrfach genietet werde, damit das oben (S. 614) beschriebene Unglück des Durchbrennens des Brennflecks nicht wieder passiere. Denn das dünne Platinblech sollte sich sehr rasch lokal erhitzen und dadurch intensive Röntgenstrahlen entstehen lassen; über die Nieten hinweg sollte aber die erzeugte Wärme schnellstens zur gutleitenden Aluminiumplatte abgeleitet werden. Röntgen wollte dagegen möglichst ebene Platinplatten haben, um die Intensitätsverteilung der Röntgenstrahlen untersuchen zu können.

Bei meinem letzten Wiedersehen mit Röntgen, im Herbst 1922, sagte er mir, weil er sein Ende herannahen fühlte, er gedenke nun alle Briefe, die er bekommen habe, zu vernichten oder sie einzelnen Absendern wieder zurücksenden zu lassen, wenn dieselben einen bezüglichen Wunsch äussern. Ob ich die ihm von mir gesandten Briefe gern zurückerhalten wolle? Ich bejahte selbstverständlich und bekam lange nach seinem Tode, vom 6. Dezember 1923 datiert, ein Schreiben eines deutschen Rechtsanwalts aus München, des Inhalts:

„Frau Geheimrat Boveri in Würzburg, die Testamentvollstreckerin des Nachlasses von Excellenz Röntgen ist, hat die Firma Helbing in München beauftragt, die Briefe, die Sie an Excellenz Röntgen richteten und die sich im Nachlass fanden, an Sie zurückzuschicken. Die Firma Helbing hat mir mitgeteilt, dass dies geschehen ist. Ich wäre Ihnen, sehr verehrter Herr Professor, für gütige Mitteilung sehr verbunden, ob die Briefe in Ihren Besitz gelangt sind . . .“

In der Tat bekam ich ein Paket Briefe, die ich seinerzeit Röntgen geschrieben hatte. Ich freute mich herzlich über dies neue und letzte Erinnerungszeichen, legte das Briefpaket in eine Schachtel und schrieb dem Rechtsanwalt, das Briefpaket und auch die von Röntgen meiner Frau und mir als Andenken testierten Gegenstände seien richtig angekommen. Meine eigenen Briefe wieder zu lesen, hatte ich vorläufig keine Zeit. Weil Röntgen seit 1887, seit meiner ersten Anfrage wegen der Promotion in Giessen bis zu seinem Lebensende alle meine Briefe, soweit ich aus Anfang und Schluss des Briefpakets erkennen konnte, geordnet aufbewahrt hatte, glaubte ich, in dem Paket seien lückenlos alle meine Briefe an Röntgen enthalten. Wie

war ich erstaunt, als ich vor kurzem entdeckte, dass in dem Paket alle meine Briefe vom Datum seiner Entdeckung der X-strahlen bis zum Jahre 1902, also von sieben der wichtigsten Jahre, vollständig fehlen, während ich doch in diesen Jahren eine grosse Zahl von Briefen mit Röntgen gewechselt habe! Man vergleiche nur Röntgens Briefanfang vom 21. Februar 1896 (S. 619). Wo sind alle diese Briefe hingekommen, auf die doch Röntgen in seinen Briefen oft Bezug nahm? Gerade diese Briefe, besonders diejenigen aus dem Jahre 1896, würden über die Entwicklung der Röntgenröhren noch manche Aufklärung bringen, wie man aus der Abfassung der Röntgenschen Antwort-Briefe deutlich erkennt, weil wir uns doch schriftlich mehrfach über konstruktive Details der Röntgenröhren unterhielten. Ich konnte nicht glauben, dass Röntgen in diesen sieben Jahren alle meine Briefe selber beiseite geschafft oder nachlässig verloren habe, er, der sie doch in allen anderen Jahren so sorgfältig aufbewahrte. Es fiel mir dann auf, dass Röntgens etwa 19 cm breiter brauner Packpapier-Umschlag um meine Briefe sich nicht derart um die Briefe wickeln lässt, dass Röntgens eigene Aufschrift auf diesem Umschlag:

„Briefe von Prof. Dr. L. Zehnder in Basel, müssen zurückgeschickt werden. R.“ ganz sichtbar bliebe. Es muss also das Briefpaket nachträglich kleiner geworden sein!\*)

Bald nach Röntgens Entdeckung entstanden schon mehrfache Legenden über diese Entdeckung, von denen ich Röntgen brieflich berichtete. Bei unserer nächsten Zusammenkunft sagte er mir dann, er habe seine X-strahlen nicht mit der Lenardröhre entdeckt, sondern mit der Hittorfröhre. Dies machte mir einen um so grösseren Eindruck, als ich ja seinerzeit mit der Hittorfröhre eine so unglückliche Hand gehabt hatte (S. 614). Um die Legendenbildung zu hemmen, hatte ich diesen Ausspruch Röntgens im Frühjahr 1898 in einem Ferienkursus in Freiburg i. B. bekannt gemacht (siehe Lit.-Verz.: <sup>10</sup>) S. 24).

\*) PS. Daher fragte ich Frau Geh. Boveri brieflich über den Verbleib meiner Briefe an. Ihre Frl. Tochter gab mir dann in Abwesenheit ihrer Frau Mutter in einem soeben bei der Korrektur eingetroffenen Brief vom 26. XI. die Aufklärung, sie sei nach Röntgens Tod bei den Besprechungen der Testamentsvollstrecker öfters zugegen gewesen und könne sich noch gut erinnern, wie schmerzlich es allen Beteiligten war, dass auf Röntgens Wunsch alle Papiere und Briefe aus der Zeit der Entdeckung der Strahlen „ungelesen zu verbrennen“ waren, was damals auch geschah. Es sei also wohl anzunehmen, dass die Briefe, die ich vermisse — falls sie nicht schon von Röntgen selbst vernichtet worden seien — sich unter den zu verbrennenden befanden. — Auch von den Briefen ihres Vaters, die sie zurück bekamen, fehlen diejenigen aus den Jahren 1895 bis 1900 oder 1901. — Glücklicherweise hat Röntgen von mir nicht verlangt, dass auch ich seine Briefe verbrennen sollte.

Wenn ich jetzt, fast 38 Jahre nach Röntgens Entdeckung, Sicheres und Wahrscheinlichstes zusammenstelle, so scheint mir Röntgen in folgender Weise seine Entdeckung gemacht zu haben: Seiner Gewohnheit entsprechend prüfte er Lenards überaus interessante Versuche mit einer Lenardröhre, wobei er den in seinem Institut vorhandenen Bariumplatincyanschirm verwendete. Als ich einst Röntgen bat, mir statt des mir gebotenen Messapparats (vielleicht war es ein Galvanometer) einen analogen aber empfindlicheren Messapparat zu geben, erwiderte er, was man bei Ausschlägen von ein paar Skalenteilen sehe, könne man auch noch bei zehnmal schwächeren Wirkungen mit demselben Apparat wahrnehmen. Daher vermute ich, dass er nunmehr die Lenardröhre mit einer anderen Vakuumröhre, vielleicht mit einer Crookeschen oder Geisslerschen Röhre vertauschte, diese auch in schwarzen Karton hüllte und den Fluoreszenzschirm auf eine mögliche Lichterscheinung prüfte. Wenn ja Kathodenstrahlen nach Hertz und Lenard dünnste Metallfolien durchdringen, so war es denkbar, dass auch dünnstes Glas in geringem Masse von solchen Strahlen durchdrungen werde. Röntgen mit seinen scharfen geübten Augen konnte wohl noch Lichterscheinungen wahrnehmen, die anderen verborgen blieben. Aber er fand keine Wirkung auf den Fluoreszenzschirm. Nach solchen vergeblichen Versuchen oder vielleicht schon *vor* denselben hüllte er die Hittorfröhre gleichfalls in schwarzen Karton ein, und dabei fand er das helle Aufleuchten des Schirms, das er seiner grossen Belesenheit zufolge sofort als eine neue bis dahin nicht publizierte Erscheinung erkannte. Damit war die erste Entdeckung der X-strahlen gemacht. Offenbar war bei diesem Versuch mit der Hittorfröhre der Institutsdiener Marstaller zufällig in Röntgens Nähe, und nach Ficks Erzählung<sup>11)</sup> soll er das Aufleuchten des Schirmes noch vor Röntgen gesehen haben. Aus den Spektralversuchen in den Vorlesungen war ja Marstaller bekannt, dass der Fluoreszenzschirm auch an Stellen aufleuchtet, die nur von unsichtbarem ultraviolettem Licht getroffen werden. Nur zufällig war Marstaller bei diesen Versuchen anwesend, nach meiner Überzeugung, weil sich Röntgen bei seinen eigenen Untersuchungen, wenn nicht durchaus Hülfe nötig war, niemals von einem seiner Assistenten oder Institutsdiener helfen liess. Mich wenigstens, der ich sieben Jahre Röntgens Assistent war, hat er nur ein einziges Mal (S. 612) zu seinen Versuchen beigezogen, ohne dass ich aber damals wissen durfte, was er machte. Wenn nun Marstaller dies Aufleuchten des Schirms noch vor Röntgen gesehen, vielleicht ihn sogar auf die Erscheinung aufmerksam gemacht hat, so ist das noch keine



Entdeckung der X-strahlen durch Marstaller statt durch Röntgen. Das Aufleuchten hätte ja auch durch irgendeine Reflexion oder durch ein unbeachtetes kleines Loch im schwarzen Karton geschehen können, das sich in der Richtung vom Hittorfröhrenbrennfleck zum Fluoreszenzschirm befand und das gewöhnliche Licht dieses Brennflecks auf den Schirm fallen liess. Nur die ausserordentliche Belesenheit Röntgens in der physikalischen Literatur und seine grösste Sorgfalt im Vorbereiten seiner Versuche brachte Röntgen sogleich auf den Gedanken, dass etwas ganz Neues vorliege. Leider hat mir Röntgen nur mündlich, nicht schriftlich jene Mitteilung gemacht, dass er seine Entdeckung nicht mit der Lenardröhre, sondern mit der Hittorfröhre gemacht habe. Ist also hiermit für mich absolute Sicherheit über die Vakuumröhre gegeben, mit der Röntgen seine Strahlen entdeckt hat, so schreibt er mir ja auch in seinem wichtigsten Brief nach seiner Entdeckung: „Ich gebrauche einen grossen Ruhmkorff 50/20 cm mit Deprezunterbrecher.“ Aus dieser Aussage glaube ich bestimmt schliessen zu müssen, dass dies derselbe Induktor ist, mit dem ich seinerzeit (S. 614) die mir überlassene Hittorfröhre durchgebrannt habe. Damit sind also die Gerlachschen Aussagen: „Doch ewiges Dunkel ist und bleibt ausgebreitet über die Art wie er sie fand, über das spezielle Rohr, über die Apparatur, mit der er seine Strahlen zum erstenmal beobachtete.“ „Freunden und Assistenten gegenüber hat er sich nie näher ausgesprochen“ nicht länger haltbar.

Weiter oben (S. 617/618) habe ich Röntgens Brief publiziert, aus dem hervorgeht, dass er mir zu meinem Vortrag über seine X-strahlen u. a. Kopien von seinen ersten photographischen Aufnahmen gesandt und geschenkt hat. Nach Röntgens Tod habe ich diese Photos meinem leider auch schon verstorbenen Freund E. Wagner in Würzburg übermacht, der dort als einstiger Schüler und Nachfolger Röntgens das „Röntgenzimmer“ gegründet hat. Ob die genannten Röntgenphotos dort noch diebessicher aufbewahrt werden, ist mir unbekannt. Nach meiner Erinnerung sandte ich Wagner mit diesen Photos auch noch eine Handskizze Röntgens, in der er mir das Bleidrahtgitter um eine Versuchsvakuumröhre aufzeichnete, zum besseren Verständnis seiner (3?) Photos, mittels deren er den Herd der X-strahlen aufsuchte, wie er mir auch noch mündlich gesagt hat. Gegenwärtig machen mich diese Photographien Röntgens stutzig! Warum hat Röntgen nach der Entdeckung seiner Strahlen die Ursprungsstelle der X-strahlen gesucht, wenn er doch diese Strahlen zuerst mit der Hittorfröhre gesehen hat? Dabei war eigentlich diese Ursprungs-

stelle gegeben; es konnte nur der Brennfleck der Hittorfröhre sein! Dieser Gedanke lässt mich vermuten, dass Röntgen bei seiner Entdeckung der X-strahlen dasselbe Missgeschick begegnete wie mir acht Jahre vorher: er benutzte ja bei seinen Versuchen denselben Ruhmkorffinduktor, wie ich ihn auf die Hittorfröhre seinerzeit losgelassen hatte. Aber Röntgen fand es wohl nicht nötig, ein solches Missgeschick, wie es ihm selten begegnete, mir ohne mein Befragen mitzuteilen, und ich hätte es auch nicht für nötig befunden, eine solche Vermutung auszusprechen, wenn nicht immer wieder Physiker, die nach voller Wahrheit streben, zur Legendenbildung schritten, wo sie noch Lücken in der Erklärungsmöglichkeit vorfinden. Dass ihm bei Gelegenheit seiner frühesten Versuche eine Hittorfröhre unbrauchbar wurde, ist sicher; das geht daraus hervor, dass er mir nach der Veröffentlichung der Versuche von Brandes und Dorn über die mögliche Sichtbarkeit der X-strahlen mitteilte, er habe diese Beobachtung vorher auch schon gemacht, sie aber einer Unregelmässigkeit seiner Augen zugeschrieben, weil er farbenblind war; dabei sei die Hittorfröhre unbrauchbar geworden (siehe in <sup>10</sup>), S. 25).

Der Raum verbietet mir, auf die ganze Entwicklung der Röntgenröhren unter Röntgens Beteiligung einzugehen, weil ich sonst hier am besten alle bezüglichen Briefe Röntgens ihrem Wortlaut nach mitzuteilen hätte. Ich will zur Charakterisierung Röntgens und meiner Beziehungen zu ihm nur noch beifügen, dass ich zwar in Freiburg mehrere Monate Versuche und Demonstrationen mit Röntgenstrahlen gemacht habe, dass aber Widerstände gegen dieses Arbeiten erhoben wurden, zu meinem Glück, weil ich sonst wohl auch einem Röntgenkrebs erlegen wäre, wie voriges Jahr Klingelfuss in Basel als Förderer und Pionier der Röntgentechnik, vermöge seiner wirksamen Funkeninduktoren. Ich gab also die Beschäftigung mit der Röntgentechnik auf und arbeitete meinen Freiburger Habilitationsvortrag (S. 616) über das Wesen der Elektrizität als „Wärme des Äthers“ zu meinem ersten Buche „Mechanik des Weltalls“ aus, Tübingen, 1897. Röntgen ersuchte mich, nächsten Sommer in den Ferien wieder zu ihm nach Pontresina zu kommen, wo wir dann mein neues Buch in aller Ruhe zusammen lesen wollten. Das geschah denn auch. Täglich lasen wir vom physikalisch wichtigsten Teil nur ein paar Seiten. Fast bei jedem Satz machte Röntgen eine Einwendung, die ich aber meist widerlegen konnte, oder er machte sonst eine wichtige Bemerkung. Nach diesen Besprechungen habe ich meiner Frau jeden Tag möglichst wortgetreu diktiert, was Röntgen über mein genanntes Buch gesagt hatte. Er äusserte sich nach diesen Auf-

zeichnungen schon vor unserem gemeinschaftlichen Lesen: das Buch sei eine kolossale Gedankenarbeit, aber er könne vorläufig nicht einsehen, was mit diesen Vorstellungen gewonnen sei. Am 20. August 1897: Der Versuch, für den Äther den Gaszustand anzunehmen, sei vollständig gerechtfertigt, besonders gut gefallen haben ihm die Stellen von den Zahlenverhältnissen. 21. August: eigentlich sei er zuerst ärgerlich gewesen über mich, dass ich dieses Buch erscheinen liess, nun aber bei der gemeinschaftlichen Lektüre sehe er ein, dass ich mit so etwas nicht zurückhalten konnte. 22. August: das Buch sei nicht als ein geistreiches Aperçu zu betrachten, das man sich in einigen Stunden zurechtlege, sondern durchaus ernst zu nehmen. 23. August: das Buch sei eine geistreiche Arbeit und er sehe ein, dass eine solche Theorie erst bis in ihre äussersten Konsequenzen durchgearbeitet werden musste und dass erst nachher die Experimente folgen können. 25. August: ich (Zehnder) habe nicht das Prinzip wie Eilhard Wiedemann, diejenige Hypothese auszuwählen, welche die variationsfähigste sei. 27. August: wenn er auch vorläufig noch nicht alle Einzelheiten zugeben könne, so sei es doch gewiss wunderbar, dass sich mit der Hypothese eines gasförmigen Äthers so viele verschiedenartige Erscheinungen erklären lassen. 28. August: als er anfänglich das Buch gelesen, habe ihm die Hypothese nicht imponiert, aber nachdem nun alles mündlich besprochen worden sei und ich alles genauer erklärt habe, bekomme er Respekt. 29. August: er habe das Buch von Lodge gelesen, es geistreich gefunden, aber schliesslich sei er die vielen Modelle und Hypothesen satt geworden und da habe er dazu geschrieben, es sei eine geistreiche Bierzeitung. Dagegen habe er mein Buch mit steigendem Interesse studiert.

Nach diesen Röntgenschen Aussprüchen wagte ich es, meine Grundhypothesen in meinen späteren Büchern weiter zu entwickeln. Zunächst nach eingehenden Studien in der biologischen Literatur veröffentlichte ich (Tübingen 1899 bis 1901) meine „Entstehung des Lebens“ in drei Bänden, dann (Braunschweig 1914) den „Ewigen Kreislauf des Weltalls“; (Halle 1923) die „Zyklische Sonnenbahn als Ursache der Sonnenfleckenperioden“; (Halle 1924) die „Synthese des Stoffs“; (Tübingen 1928) die „Entwicklung des Weltalls“; (Tübingen 1933) den „Äther im Lichte der klassischen Zeit und der Neuzeit“.

Im Jahre 1898 ging ich wieder zu Röntgen nach Würzburg, diesmal als sein 1. Assistent. Bald darauf bekam er den Ruf nach München. Er hatte zuerst wenig Lust, ihn anzunehmen, weil ihm die Ruhe in Würzburg mehr behagte, weil er hier auch leichter

eigene Arbeiten ausführen konnte. Ich redete ihm aber zu, den Ruf anzunehmen. In München konnte er doch besser „Schule machen“. Nach eingehender Besichtigung des etwas vernachlässigten Münchener Physikalischen Instituts nahm er zuletzt den Ruf doch an, nahm mich auch als 1. Assistenten mit und wir zogen im Frühjahr 1900 nach München. Dort blieb ich noch vier Jahre sein Assistent, ging dann nach Berlin, wo ich das Physikalische Praktikum der Ausbildungskurse am kaiserlichen Telegraphenversuchsammt zu organisieren und für die Dauer von zehn Jahren zu leiten hatte. Einst, als ich bei Röntgen von Berlin aus zu Besuch war, nahm er mich in sein Institut mit und zeigte mir dort ein paar neueste Aufnahmen von v. Laue, Friedrich und Knipping. Sogleich sagte ich: das sind ja Beugungserscheinungen an den Molekelreihen von Kristallen, weil sie mich ganz an die Beugungserscheinungen von gitterförmigen, gleich weit voneinander abstehenden gleichen Öffnungen aller Art erinnerten, wie sie einst Schwers berechnet und abgebildet hat.

Beim Ausbruch des Weltkrieges war ich in den Ferien in Zürich und bekam dort, weil ich irgendeine geeignete Beschäftigung suchte, den Auftrag, im Röntgenkabinett des zürcherischen Kantonsspitals die physikalischen Apparate und die Arbeiten mit ihnen zu überwachen. In diesem Röntgenkabinett kam mir der Gedanke, die Röntgenärzte und das übrige Röntgensanitätspersonal vor der Gefahr des Röntgenkrebses durch eine gefahrlose metallische Röntgenröhre zu bewahren, um so mehr, als ja die Röntgenbehandlung durch den Weltkrieg eine ungeheure Bedeutung erhalten hatte. Ende des Jahres 1914 hatte ich meine metallische Röntgenröhre so weit, dass sie mit etwa zehnmal kürzerer Expositionszeit ebenso gute Röntgenbilder zu geben schien als die damals im Gebrauch befindlichen Röntgenröhren des dortigen Kabinetts. Das Durchschlagen der Funken nahe der Hohlkathode war durch einen hohen Hochspannungsisolator verhindert, der auf das dickwandige Metallgehäuse aufgekittet war, und dieses Gehäuse hatte ein kleines eingekittetes Glasfenster zur Begrenzung des Röntgenstrahlenbündels. In dieses Gehäuse war ein etwa 2 cm dicker Kupferstab hart eingelötet, derart, dass er innen unter  $45^{\circ}$  abgeschrägt eine hart aufgelötete Platinplatte trug, als Antikathode, auf der sich die Röntgenstrahlenquelle, der Brennfleck, befand. Dieser Kupferstab reichte auch aus dem Gehäuse heraus, um mehrere Zentimeter, so dass er bei Bedarf künstlich gekühlt werden konnte. Es war vorgesehen, ihn eine Strecke weit auszudrehen, um eine Kühlung mit hindurchströmendem Wasser anordnen zu können. Das Gehäuse mit der

Antikathode war natürlich Anode und geerdet. Wegen der Kittingungen musste die Röhre an der Gaedepumpe bleiben. Ich hoffte aber, dass die Röntgenröhrenfabrikanten, die mit grösseren und besseren Mitteln ausgestattet waren als ich, bald nach meinem Modell Röntgenröhren herstellen könnten, die von der Pumpe abnehmbar und also transportfähig waren. So telegraphierte ich denn am Ende des Jahres 1914 an die Schriftleitung der Elektrotechn. Zeitschrift in Berlin, es sei mir gelungen, eine gefahrlose metallische Röntgenröhre von grosser Wirkungsfähigkeit zu konstruieren, und wenige Tage nachher sandte ich der Schriftleitung meine Zeichnung und Beschreibung ein, wobei ich noch ein Gefäss vorsah, in dem sich Kohlenstücke befinden müssten, die man zur Regulierung des Vakuums von aussen erwärmen oder abkühlen würde, für den Fall, dass man etwa die Röhre von der Pumpe ablösen könnte<sup>12</sup>). Diese Reguliervorrichtung hatte ich aber an meiner im Zürcher Röntgenkabinett ausprobierten metallischen Röntgenröhre noch nicht. Ich schrieb in die Veröffentlichungen, ich gebe meine Konstruktion zu allgemeiner Benutzung frei und nehme also keinerlei Patente für dieselbe, weil ich vor allem die Ärzte schützen wollte (mein Vater war auch Arzt). Dann trat ich Anfang Januar 1915 meine Rückreise nach Berlin an, um in meiner dortigen Wohnung, wenn auch nunmehr unbeschäftigt, das Ende des Krieges abzuwarten. Unterwegs besuchten meine Frau und ich noch Röntgens, auf ihre Einladung hin, wieder ein paar Tage bei ihnen zu verweilen. In diesen Tagen erreichte mich dort ein Vertreter einer Röntgenröhrenfabrik, der mich nach meiner Abreise in Zürich aufsuchen wollte und mir dann nach München nachgereist war. Er wollte Einzelheiten über meine Erfahrungen mit meiner neuen Röntgenröhre wissen, vielleicht weil ich in meinen Veröffentlichungen geschrieben hatte, ich sei der Meinung, dass man mit nach meinem Modell ausgeführten Röntgenröhren wohl etwa tausendmal stärkere Wirkungen erhalten könne als mit den damals noch üblichen Röntgenröhren. Aber Röntgen war ärgerlich, dass mir dieser Vertreter von Zürich nach München nachgereist war und machte mir Vorwürfe, dass ich diese metallische Röntgenröhre zu früh in die Öffentlichkeit gebracht habe, bevor sie in allen Teilen ausprobiert war. Ich meinte dagegen, dies sei doch Sache der Röntgenröhrenfabriken. Es hat aber noch etwa ein Jahrzehnt gedauert, bis die Philips-Gesellschaft ohne meine Mitwirkung ihre sehr wirkungsvollen, gefahrlosen Metalix-Röhren auf den Markt gebracht hat.

Einige Jahre nach dem Ende des Weltkrieges verlor Röntgen seine geliebte, treue, verständnisvolle Gattin und damit auch seine Lebensfreude. Zwei Postkarten schrieb mir Röntgen noch am 22. und 26. September 1922, worin er auf meine bezügliche Anfrage antwortete, dass er sich *sehr* auf ein Wiedersehen mit meiner Frau und mir freue und dass er uns am 3. Oktober in München erwarte. Unser Wiedersehen nach langer Trennung war herzlich, aber zugleich betrübend, weil wir erfuhren, dass er sein grosses Vermögen durch starke Zeichnungen von deutschen Kriegsanleihen, aber auch durch die Inflation fast ganz verloren hatte. Er lebte nun so sparsam, dass er kein Fleisch mehr essen wollte. Daher blieben wir trotz seines Zuredens nur knapp 24 Stunden bei ihm. Er begleitete uns noch zum Bahnhof. Unser Abschied war schmerzlich. Am 12. Dezember 1922 schrieb er mir zum letztenmal mit immer noch ganz klarer Schrift eine Postkarte, in der er uns noch einmal herzliche Grüsse und beste Wünsche auf Weihnachten und Neujahr schickte und auf ein längeres Wiedersehen im Jahre 1923 hoffte. Er schrieb auch, dass nun die Würzburger Professur für Physik wieder besetzt sei, und zwar war dies einer seiner fähigsten Schüler, mein Freund Prof. E. Wagner, der ihm leider nur zu bald in den Tod gefolgt ist. Auch fragte Röntgen dabei:

„Haben Sie in Zürich schon die Tafel gesehen, die an meiner alten Studentenbude angebracht ist? Am Seilergraben. Über die Anerkennung meiner Arbeit von seiten Schweizer Ärzte habe ich mich doch recht gefreut. Kennen Sie vielleicht den Hauptarrangeur der Sache, Dr. Herm. Suter in Zürich? Ge-se-gnete Weihnachten

Ihr alter Freund

W. C. R.“

Das sind die letzten Worte, die mir Röntgen noch geschrieben hat. Er starb zwei Monate später, ohne dass ich ihn nochmals gesehen hätte.

Röntgen hat sich trotz vielfacher Angebote in keiner Weise durch seine Entdeckungen bereichert. Der erste Physiker, der den Nobelpreis erhalten hat, war Röntgen.

Alle an mich gerichteten handschriftlich geschriebenen (162) Briefe und Briefkarten Röntgens, die doch manches über seine grosse Entdeckung enthalten, werde ich der Zentralbibliothek in Zürich übergeben, so dass sie, wie ich hoffe, der Nachwelt dauernd erhalten bleiben.

Universität Basel, 16. November 1933.

**Literaturverzeichnis.**

- 1) W. GERLACH, Entwicklung d. Röntgenröhre in ihr. Bedeut. f. Wissensch. u. Techn., Die chem. Fabrik, **6**, Nr. 41, S. 419, 1933.
  - 2) L. ZEHNDER, W. C. Röntgen in A. Chroust, Lebensläufe aus Franken IV, Würzburg 1930 (hier sind auch alle wissenschaftlichen Veröffentlichungen Röntgens verzeichnet).
  - 3) L. ZEHNDER, Üb. d. Urspr. d. atmosph. Elektr. u. der. Zusammenh. m. d. elektr. Erschein. a. d. Erdkugel, Dingl. polyt. Journ. **248**, 141; **249**, 395, 1883.  
L. ZEHNDER, Üb. d. Rotat. d. Satelliten, Zeitschr. f. Naturw. Halle, **57**, 30, 1884.  
L. ZEHNDER, Üb. d. Entsteh. ein. Rotat. d. Planeten, Zeitschr. f. Naturw. Halle **57**, 461, 1884.  
L. ZEHNDER, Üb. d. Bau d. Kometen, Kosmos, Stuttgart, **1**, 186, 1884.  
L. ZEHNDER, Üb. d. Entwickl. d. Weltalls u. d. ewig. Kreislauf d. Materie, Kosmos, Stuttgart, **1**, 28, 1885.
  - 4) L. ZEHNDER, Neue Methode z. Bestimm. d. spez. Gew. leicht lösl. Subst. Ann. d. Physik u. Chem., N. F. **29**, 249, 1886.
  - 5) L. ZEHNDER, Üb. d. Einfl. d. Drucks a. d. Brech.-expon. d. Wassers f. Natriumlicht, Dissert., Ann. d. Physik u. Chem. N. F. **34**, 91, 1888.
  - 6) W. C. RÖNTGEN, Üb. d. durch Beweg. ein. im homog. elektr. Feld befindl. Dielektrikums hervorgeruf. elektrodynam. Kraft, S. B. d. Akad. d. Wiss. Berlin II, **23**, 1888.
  - 7) W. C. RÖNTGEN u. L. ZEHNDER, Üb. d. Einfl. d. Drucks a. d. Brech.-expon. v. Schwefelkohlenstoff u. Wasser, Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, **26**, 58, 1888.  
W. C. RÖNTGEN u. L. ZEHNDER, Üb. d. Einfl. d. Drucks a. d. Brech.-expon. v. Wasser, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Äthyläther u. einig. Alkoholen, Ann. d. Physik u. Chem., N. F. **44**, 24, 1891.
  - 8) L. ZEHNDER, Üb. Deformationsströme, Ann. d. Physik u. Chem. N. F. **38**, 68, 496, 1889.
  - 9) L. ZEHNDER, Üb. d. Einfl. v. Dehn. u. Torsion a. d. magn. Mom. v. Nickel- u. Eisendräht. u. üb. d. gleichzeit. in dies. entsteh. elektr. Ströme, Habilit., Ann. d. Physik u. Chem. N. F. **41**, 210, 1890.
  - 10) L. ZEHNDER, Üb. Kathodenstrahlen u. Röntgenstrahlen, Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. B., **11**, 1, 1898.
  - 11) L. ZEHNDER, Röntgen und seine Würzburger Zeit, Würzburger Univ.-Almanach, S. 18, 1931/32.
  - 12) L. ZEHNDER, Gefahrlose metallische Röntgenröhre, Elektrot. Zeitschr., **36**, 49, 1915; Ann. d. Physik (4), **46**, 824, 1915.
-