Entwicklung und Stand der Forschung über die Röntgenstrahlen.

Von Prof. Dr. H. Sieveking, Karlsruhe.

Die eminente praktische Bedeutung der Röntgenschen Entdeckung gab der Technik den Anlaß, sich der weiteren Entwicklung dieses neuen Gebietes der Physik anzunehmen. Der Einblick in das Innere des Organismus, die Erfüllung des alten Traumes, daß dem Arzte der Zukunft der menschliche Körper durchsichtig wie ein Gebilde aus Glas erscheinen würde, lassen auch den ganz fernstehenden Laien die ungeheure Tragweite der Entdeckung erkennen. Die Entwicklung der Funkeninduktoren, die neue Technik der an Größe und Durchdringungskraft immer wachsenden Röhren, haben ganze Industrien neu ins Leben gerufen.

Dem trägt die Literatur über diesen Gegenstand natürlich Rechnung. So gibt es eine Reihe guter Bücher über Röntgentechnik. Die eigentliche *physikalische* Seite der neuen Strahlen ist dadurch etwas in den Hintergrund gedrängt worden. Es entsprach daher sicherlich einem dringenden Bedürfnis, als aus berufener Feder ein Buch über die Physik der Röntgenstrahlen angekündigt wurde, das über die Fortschritte auf diesem Gebiet berichten sollte.

Es liegt jetzt vor als Band 45 der Monographiensammlung „Die Wissenschaft“, Verlag von Fr. Vieweg & Sohn. Der Verfasser, Herr Privatdozent Dr. R. Pohl, Berlin, ist aus mancherlei Gründen für diese Aufgabe prädestiniert. Wir wollen hier nur kurz darauf hinweisen, daß er zusammen mit Professor Walter (Hamburg), der auch für die technische Entwicklung der Röntgenstrahlen bahnbrechend gewirkt hat, in den Streit über die Beugung der Strahlen eingegriffen hat und hier aufklärend tätig war, daß er ferner die heißumstrittene Frage nach der Richtigkeit der Geschwindigkeitsbestimmung durch Marx zusammen mit Franck in ein neues Stadium gebracht hat.

Die ursprüngliche Absicht des Schreibers dieser Zeilen, über dieses Pohlsche Buch zu referieren, hätte der Wichtigkeit dieser Publikation wohl nicht genügend Rechnung getragen. So soll im Einverständnis mit und auf Wunsch der Leitung dieser Zeitschrift der Rahmen eines Referates überschritten werden, und in gekürzter Form ein Überblick über den jetzigen Stand des neuen Zweiges der Physik gegeben werden. Wir werden uns dabei eng an das Pohlsche Buch halten, und hoffen, das wohlverdiente Interesse für dasselbe gebührend zu steigern. Ebenso wie der Verfasser dürfen auch wir hier die Technik der Strahlen als bekannt voraussetzen. Man hat ja auf Kongressen fast jedes Jahr Gelegenheit, die wunderbaren Fortschritte auf dem Gebiet des Induktorium- und Röhrenbaus zu bewundern. Man weiß, daß Aufnahmen von Bruchteilen von Sekunden genügen, um sogar bewegte Organe in den verschiedenen Stadien und Phasen zu verfolgen.

Die physikalische Seite der Röntgenstrahlen ist gerade in letzter Zeit durch die Entdeckung von Laue und seinen Mitarbeitern in ein ganz neues Stadium getreten. Dieser Punkt, der in dem Pohlschen Buch nur noch als Anhang behandelt werden konnte, und über den die Diskussion noch nicht abgeschlossen ist, rückt die bis dahin in vielen Punkten dunkle Strahlung in ein ganz neues Licht, insofern die ersten ganz unbestrittenen Interferenzen einen sicheren Schluß auf den wellenförmigen Charakter zulassen. Daß weit über die engere Bedeutung für die Röntgenstrahlen hinaus die Lauesche Entdeckung uns einen Einblick in das Innere der Kristalle gestattet, sei hier nur erwähnt und später ausführlich besprochen.

Die Entstehung von Röntgenstrahlen ist an eine plötzliche Geschwindigkeitsänderung von Elektronen geknüpft. Wird ein Vakuumrohr genügend weit evakuiert, so geht von allen Teilen, die von der vom negativen Pol ausgehenden Kathodenstrahlung getroffen werden, eine neue charakteristische Strahlung aus. Bei den ersten klassischen Versuchen von Röntgen diente die Glaswand als Quelle der neuen Strahlung; bei den vervollkommeneten Röhren bedient man sich einer metallischen „Antikathode“. Die wichtigsten Eigenschaften der „neuen Art von Strahlen“ sind alle von Röntgen selbst in seinen Originalmitteilungen beschrieben. Die Strahlen erregen die photographische Platte, den Leuchtschirm und andere fluoreszierende Stoffe, sie ionisieren die Luft, sie durchdringen auf Grund der verschiedenen Absorbierbarkeit die inhomogenen Hindernisse unter Schattenbildung. Die von einer Antikathode ausgehende Strahlung ist nicht homogen. Schon die erzeugenden Kathodenstrahlen sind je nach der Art der Erzeugung mehr oder weniger inhomogen.

Wenn die bewegten Elektronen auf ein Hindernis stoßen, so werden sie nicht sofort ihre ganze Geschwindigkeit verlieren, sondern sie dringen in das Atomgefüge der Antikathode ein und werden dort auf den verschiedensten Bahnen zickzackförmig vordringen, bis endlich ihre Geschwindigkeit null geworden ist. So resultiert eine regellos verteilte Emission. Dazu gesellt sich eine Sekundärstrahlung, die die Verhältnisse noch verwickelter gestaltet. Durch geeignete Filter läßt sich die inhomogene Strahlung von der geringen Reststrahlung homogener Art trennen. Es bleiben dann wenige Prozente einer homogenen oder gerichteten Strahlung übrig.

Die bei Elektronenstrahlung angezeigte Analyse durch ein Magnetfeld lieferte bei der neuen Strahlung ein durchaus negatives Resultat. Die genauesten Versuche hierüber hat Walter angestellt. Ein Feld von 19000 Gauß ergab keine Ablenkung. Dies ist ein Grund dafür, daß die R-Strahlen¹⁾ häufig mit den γ -Strahlen des Radiums in Beziehung gebracht

¹⁾ Im weiteren Verlauf gebrauchte Abkürzung für Röntgenstrahlen.

werden. Auch der Nachweis einer Brechung verlief resultatlos. Haben wir es mit einer Wellenstrahlung zu tun, so ist jedenfalls die Wellenlänge eine sehr kleine, woraus folgt, daß der Brechungsexponent sich nur wenig von eins unterscheiden kann. Die Versuche, eine Beugung der R-Strahlen nachzuweisen, bilden den Gegenstand einer Reihe von Arbeiten, von denen in erster Linie die Versuche von *Haga* und *Wind*, dann die von *Walter* und *Pohl* Erwähnung verdienen. Die positiven Ergebnisse der ersteren führten die letzteren auf eine optische Täuschung zurück. Die einwandfreiere Ausmessung der Photogramme nach dem Verfahren von *Koch* schaltet solche Fehler aus; doch ließen sich auch hiermit keine ganz sicheren Belege für eine Beugung finden. Sie ist zwar bei den Aufnahmen von *Walter* und *Pohl* nicht unwahrscheinlich, doch müssen dabei zwei Bedingungen erfüllt sein: es darf bei der sechsständigen Exposition der Träger der Apparatur nicht gewackelt haben oder sich durchgebogen, noch darf eine erhebliche Diffusion des Bildes in der empfindlichen Schicht der Platte aufgetreten sein. Theoretisch hat *Sommerfeld* die Beugung der R-Strahlen behandelt. Die Verhältnisse liegen anders als bei gewöhnlichem, sicher periodischem Licht. Es ist keine seitliche Abweichung der Linien absolut gleicher Intensität zu erwarten, sondern nur ein Abrücken derselben von der Mittellinie. Die Verhältnisse bei den *Walter-Pohlschen* Aufnahmen stehen in Einklang mit der Theorie, sind aber den oben genannten Einschränkungen unterworfen.

Auf diesem Wege war man also nicht zu einer Bestimmung der Größe, die sowohl für eine periodische Strahlung als *Wellenlänge* wie für einen *Impuls* als *Breite* desselben charakteristisch ist, gelangt. Solange der periodische Charakter der R-Strahlung nicht nachgewiesen war, konnte man nur von einer Impulsbreite sprechen. Als Ergebnis der *Walter-Pohlschen* Photogramme ergibt sich als oberer Grenzwert $= 4 \cdot 10^{-9}$ cm.

Die allererste Deutung der R-Strahlen als longitudinale Strahlung ist nicht von Bestand gewesen. In der Richtung des Bremsweges, in der nur eine longitudinale Strahlung auftreten könnte, ist die Strahlung gleich null.

Die Polarisation ist naturgemäß sehr schwer nachzuweisen, da die Strahlung, wie schon erwähnt, inhomogen ist, und nur wenige Prozente die Bedingung einer gerichteten Strahlung erfüllen. Die Abhängigkeit der Impulsbreite vom Emissionswinkel wurde mit Sicherheit von *Friedrichs* nachgewiesen, die Polarisation mit Sicherheit durch *Barkla*. Statt der photographischen Intensitätsmessung dient die elektrometrische, bei welcher die erhöhte Leitfähigkeit der Luft in einer Ionisationskammer der Messung zugrunde liegt. Spätere Messungen, in erster Linie die von *Baßler*, bestätigen das Ergebnis, daß die R-Strahlung polarisiert ist. Die Ebene der maximalen Intensität der Emission ist senkrecht zur Bahn der erzeugenden Kathodenstrahlen. Mit wachsender Entladungsspannung wird diese Bevorzugung weniger deutlich, da dann der Anteil der inhomogenen

Strahlung zunimmt, und die Verhältnisse weniger einwandfrei liegen.

Die Beobachtungen von *Baßler* boten der theoretischen Behandlung durch *Sommerfeld* das nötige Material zur Nachprüfung der von ihm berechneten Energieverteilung. Auch die Erscheinung, daß hinter der Antikathode eine Strahlung auftritt, läßt sich durch die Theorie erklären.

Die wichtige Größe der Impulsbreite ist zuerst von *Wien* auf theoretischem Wege abgeleitet worden, und zwar liegt der Ableitung eine von *Abraham* stammende Gleichung für die Emissionsenergie bei der Bremsung zugrunde. Ist die Impulsbreite $\lambda = c \tau$, und ist die Energie gegeben als Funktion von Elektronenladung, Verzögerung, Lichtgeschwindigkeit, und endlich Verhältnis der Geschwindigkeit des Elektrons zur Lichtgeschwindigkeit, ist ferner der Nutzeffekt der R-Strahlung in Prozenten der Kathodenstrahlung bekannt, so läßt sich λ berechnen unter Zugrundelegung der klassischen Werte für e/m und e . Man erhält so für λ den Wert $1,15 \cdot 10^{-10}$ cm.

Auf einem anderen Wege hat *Wien* und ebenso *Stark* aus einer von *Einstein* stammenden Gleichung, nach welcher die kinetische Energie eines durch Schwingungen von der Frequenz ν ausgelösten Elektrons nur gleich $h \cdot \nu$ oder gleich einem ganzen Vielfachen dieser Größe sein kann, die Impulsbreite berechnet. *Planck* hat bekanntlich die neue Hypothese von der quantenhaft erfolgenden Energieemission in die Theorie der Strahlung eingeführt. Der Grundgedanke ist der, daß die Emissionsenergie gestaffelt sei, d. h. aus nicht weiter unterteilbaren Quanten bestehe. Die Größe des Planckschen Wirkungsquantums ist aus Strahlungsmessungen bekannt.

Ist

$$\frac{h}{\tau} = h \nu = \frac{1}{2} m v_0^2 = \epsilon V,$$

so ist, da $\frac{1}{\tau} = \frac{c}{\lambda}$ ist,

$$\lambda = 300 \frac{h c}{\epsilon V} = 1,26 \cdot \frac{10^{-4}}{V};$$

da nun h nach *Planck* gleich $6,55 \cdot 10^{-27}$ erg/sek. ist, so ergibt sich für harte Strahlen mit $V = 60\,000$ Volt

$$\lambda = 2 \cdot 10^{-9} \text{ cm.}$$

Dieser Wert ist in guter Übereinstimmung mit dem oberen Grenzwert aus den Beugungsversuchen von *Walter* und *Pohl*. Freilich divergiert er stark von dem anderen Wert, der sich aus dem Nutzeffekt ableiten ließ. Nach *Sommerfeld* aber läßt sich diese Diskrepanz so erklären, daß der Nutzeffekt zu groß angenommen war. Er muß in dem Verhältnis der gerichteten zu der ungerichteten Strahlung reduziert werden. Es ergibt sich durch die Rechnung 5,4 % für das Verhältnis E_R/E_K , was wiederum mit den experimentellen Ergebnissen von *Baßler* gut in Einklang steht. Die universelle Bedeutung des Planckschen Wirkungsquantums läßt also auch hier, ebenso wie bei der Deutung des photoelektrischen und des Haber-Justschen

Reaktionseffekte eine Anwendung zu, die fern von der ursprünglichen Domäne, der Thermodynamik liegt, ein Beweis für die große Fruchtbarkeit dieses Gedankens. Nach *Poincaré* ist die Quantenhypothese die kühnste Idee der Physik seit *Newtons* Tagen.

Wir betrachten weitere Eigenschaften der R-Strahlen:

Wie schon *Röntgen* festgestellt hat, erregen R-Strahlen, die auf irgend ein Medium treffen, dieses in der Art, daß eine neue Strahlung von ihm ausgeht. *Sagnac* hat sie sekundäre R-Strahlung genannt. Nach *Barkla*, *Sadler* u. a. setzt sich diese Strahlung aus zwei Phänomenen zusammen; einer Art Zerstreuung der primären Strahlen, und daneben einer zweiten, stark von der Natur des durchstrahlten Mediums abhängigen Strahlung. Dividiert man die relative Intensität der senkrecht zur Primärstrahlung zerstreuten Sekundärstrahlung durch die Dichte des Gases, in dem der Versuch ausgeführt wird, so ergibt sich, solange das Atomgewicht des Gases unter 32 bleibt, mit Ausnahme des Wasserstoffes, für 12 verschiedene Gase der gleiche Wert. Gleiche Massen von Elementen ($A < 32$) emittieren also relativ gleiche Sekundärstrahlung. Es deutet dies auf eine Art Verwandtschaft zwischen der Strahlung und dem Bau des Atoms. Vielleicht mag die Hoffnung, mittels R-Strahlen das Gefüge des Atombaus in der Art eines radioaktiven Vorgangs zu lockern, hierdurch bestärkt werden. Freilich bedürfen die Aufsehen erregenden Mitteilungen von neueren Umwandlungen, die *Ramsay* mittels R-Strahlen erzielt haben will, noch der Bestätigung.

Der Zerstreuungsfaktor läßt sich in Beziehung bringen zu der schon mehrfach erwähnten Energie der Primärstrahlung. Aus dem gemessenen Wert läßt sich dann ableiten, wieviel Elektronen in jedem einzelnen Atom der zerstreulenden Substanz vorhanden sein müssen. Es ergeben sich $\frac{2}{3} A$ Elektronen, wenn A das Atomgewicht der Substanz ist. Diese Zahl ist für das Verständnis vom Bau der Atome von fundamentaler Bedeutung. Die Frage nach der Zusammensetzung der Atome aus materiellen Bestandteilen und Elektronen hat bekanntlich durch die Berechnungen von *Nicholson*, über die vor kurzem *Fajans* in dieser Zeitschrift ausführlich berichtet hat, große Bedeutung gewonnen, insofern die Übereinstimmung zwischen den berechneten und den bestbekannten Atomgewichten zahlreicher Elemente mit kleinem Atomgewicht eine Aufsehen erregend gute ist.

Eine weitere Eigentümlichkeit der R-Strahlen haben *Barkla* und *Sadler* entdeckt. Außer dem Streuungsvermögen besitzen die Elemente die Fähigkeit, eine Sekundärstrahlung zu emittieren, deren durch ihre Absorbierbarkeit definierte Impulsbreite einen für jedes Element ganz charakteristischen Wert besitzt. Diese Strahlung ist vollständig homogen, und ihre Absorption folgt einem einfachen Exponentialgesetz:

$$J = J_0 \cdot e^{-\mu x}.$$

So ist bereits für eine große Anzahl von Grundstoffen eine typische Absorptionskonstante gemessen worden, die ebenso charakteristisch für die betreffende Substanz ist wie beispielsweise eine bestimmte Spektrallinie.

Auch eine selektive Absorption hat sich nachweisen lassen; doch lag hier bisher die große Schwierigkeit vor, daß die Impulsbreite nicht mit der gleichen Schärfe bekannt war wie die Wellenlänge in der Optik. Das Maximum der Durchlässigkeit beim Eisen z. B. liegt bei einer Impulsbreite, der eine Kathodenstrahlengeschwindigkeit von etwa $5,6 \cdot 10^9$ cm entspricht. Der Zusammenhang der charakteristischen Strahlung mit der selektiven Absorption ist ein Analogon zur Optik, wo ebenfalls das Auftreten einer Fluoreszenzstrahlung an das einer selektiven Absorption gebunden ist.

Noch deutlicher aber ist die Analogie zwischen R-Strahlen und Licht auf dem Gebiet der Elektronenemission durch beide. Wie *Dorn* gefunden hat, ist die Absorption von R-Strahlen verknüpft mit einer Emission von Kathodenstrahlen. Nach *Bestelmeyer* ist für letztere $e/m = 1,72 \cdot 10^7$ ein Wert, der sich wenig von dem Standardwert $1,76 \cdot 10^7$ unterscheidet. Die Messung erfolgt durch magnetische Ablenkung. Die so gemessene Geschwindigkeit ergibt sich als unabhängig von der Intensität der erzeugenden R-Strahlen, was bekanntlich beim Licht seit langem erwiesen ist. Die Zahl der Elektronen ist der Intensität der R-Strahlen proportional und ebenso der bolometrisch gemessenen Energie derselben.

Einige weitere Eigenschaften der Röntgenstrahlung mögen noch kurz angeführt werden. Die Kondensation übersättigten Wasserdampfes an Kernen, die durch R-Strahlen erzeugt werden, ist durch die klassischen Versuche von *J. J. Thomson* zur Bestimmung des Elementarquantums bekannt geworden. Wenn man sich auch jetzt lieber der Radiumpräparate zur Bildung von Ionen bedient, so ist doch die Erzeugung durch R-Strahlen keineswegs ganz zur Seite gedrängt. Die Sichtbarmachung der Elektronenbahnen durch *Wilson* gibt einen reizvollen Einblick in die Mikrowelt. Auch feste und flüssige Dielektrika werden durch R-Strahlen ionisiert.

Der photoelektrische Effekt der R-Strahlen gab *Marx* ein Mittel an die Hand, die Ausbreitungsgeschwindigkeit derselben zu messen mit dem Ergebnis, daß sich R-Strahlen mit genau gleicher Geschwindigkeit fortpflanzen wie die elektrischen Wellen an Drähten, d. h. mit Lichtgeschwindigkeit. Wenn *Pohl* und *Franck* auch an der Richtigkeit dieses Resultats keine Zweifel hegen, so glauben sie doch, daß die Meßmethode nicht einwandfrei ist. Die Diskussion hierüber ist noch nicht abgeschlossen. Es wäre zu bedauern, wenn die scharfsinnigen und eleganten Messungen von Herrn *Marx* auf nicht einwandfreier Basis aufgebaut wären. Da der Streit noch nicht beendet ist, sei hier nicht weiter darauf eingegangen.

Die Versuche von *Blondlot*, die Geschwindigkeit zu messen, haben kein einwandfreies Resultat gehabt.

Von chemischen Wirkungen der R-Strahlen ist in erster Linie die Wirkung auf die photographische Platte zu nennen; ferner die Wirkung auf Glas, das sich färbt und blau wird, ebenso wie unter dem Einfluß der Becquerelstrahlung. Man führt dies zurück auf eine Manganausscheidung. Die physiologischen Wirkungen intensiver R-Strahlung sind leider früher unterschätzt worden. So sind öfters sehr schwere Verbrennungen, die sogar Amputationen notwendig machten, beobachtet worden. Die Dosierung der Strahlung ist schwierig. Sorgfältiges Abblenden durch Bleischirme ist dringend geboten.

Was wir in dem Pohlschen Buch vermissen, ist ein Hinweis auf die interessanten Versuche von *Jensen* über Münzabbildungen durch R-Strahlen. Sehr merkwürdig ist die Abbildung beider Prägungen auf der Photographie. Diese dürfte ihre endgültige Erklärung gefunden haben (s. Photograph. Jahrb. 1909, p. 55 u. ff). Dagegen bedarf es nach den Mitteilungen *Jensens* noch genauerer Untersuchungen darüber, welcher Natur die Strahlen sind, die — und zwar vor allem bei den zur Silber- und Platingruppe gehörigen Metallen — beim Negativ die den Vertiefungen entsprechenden hellen und den Erhabenheiten entsprechenden dunklen Stellen geben. So viel konnte allerdings einwandfrei gezeigt werden, daß diese „Umkehrerscheinung“ mittelbar herbeigeführt wird durch eine sekundäre Röntgenstrahlung, welche vom Boden der hölzernen Kasette ausgeht, in dem die Photographische Platte mit den darauf befindlichen Münzen bzw. Medaillen oder sonstigen Metallen liegt, und welche dann, von der Rückseite her, das Glas der photographischen Platte durchdringend, die der Schichtseite anliegende Seite der angewandten Metallgegenstände trifft.

Ein hervorragender Fortschritt in der Physik der R-Strahlen datiert von der Entdeckung *Laues* und seiner Mitarbeiter, denen es gelang, eine Interferenz der R-Strahlen nachzuweisen. Damit eine Interferenz an gitterartigen Gebilden zustande kommt, darf die Gitterkonstante nicht wesentlich größer sein als die Wellenlänge der zur Interferenz gelangenden Strahlen. Nach obigen Darlegungen ergab sich für die Impulsbreite oder unter Voraussetzung regelmäßiger Strahlung für die Wellenlänge der Wert 10^{-9} . Der Abstand zweier Molekülzentren ist von der Größenordnung 10^{-8} . So lag der Gedanke nahe, die Molekularstruktur als Beugungsgitter zu benutzen. Diese Idee ist von *Laue* verwirklicht worden. Das Raumgitter eines Kristalles, das dem Auge nicht sichtbar ist, aber seine Existenz durch den kristallinen anisotropen Charakter vermuten läßt, kann nach *Laue* zum Ausgangszentrum einer Sekundärstrahlung gemacht werden, die auf der photographischen Platte Interferenzbilder von großer Schärfe und wunderbarer Schönheit liefert. Welch ein Reiz, in das Innere der Moleküle hineinzuschauen und zum ersten Male diese doch immer hypothetischen Bausteine der Materie sichtbar zu machen! Welch genialer Gedanke, das gewöhnliche Licht, dessen zarte Schwingungen sich als zu groß

erwiesen, zu ersetzen durch das neue Licht mit einer Wellenlänge 10^{-9} cm! Und welche Erweiterung der Wellenskala! Um 13 Oktaven wird das Spektrum erweitert. Das sichtbare Licht umfaßt etwa eine Oktave; das neue, nicht direkt wahrnehmbare, aber mit einfachen Hilfsmitteln erkennliche Licht eröffnet ganz ungeahnte Perspektiven. Wenn es gelingt, mit seiner Hilfe in das Innere der Körper einzudringen, so mag noch manches Rätsel gelöst werden. Es bietet jedenfalls eine große Befriedigung, daß die Moleküle, über deren Zahl und Gewicht etwa 25 Methoden mit gleichem Ergebnis Aufschluß gaben, dem zweifelnden Auge näher gebracht worden sind. Die Wellenlänge berechnet sich aus den Interferenzversuchen von *Laue* zu $1,27\text{—}4,83 \cdot 10^{-9}$ cm.

Wir haben uns in unserer Darstellung eng an das Pohlsche Buch gehalten. Freilich haben wir damit die Inhaltsangabe keineswegs erschöpft. Wir raten jedem, den das Thema interessiert, die Lektüre des Buches dringend an. Es ist sehr klar und fesselnd geschrieben, und, obwohl der Verfasser an manchen Ergebnissen persönlich beteiligt ist, tritt er doch aus dem Rahmen objektiver Darstellung kaum heraus.

Sollte es uns gelungen sein, für dies wichtige Gebiet der Physik einiges Interesse zu wecken, so wäre der Hauptzweck dieser Zusammenfassung erreicht.

Der Schwindel und seine Beziehungen zum Bogengangapparat des inneren Ohres. Bogengangapparat u. Kleinhirn. (Historische Darstellung. Eigene Untersuchungen.)

Von Univ.-Doz. Dr. Robert Bárány, Wien.

Dreht man sich mehrmals rasch um seine Achse und bleibt dann plötzlich stehen, so empfindet man Schwindel, d. h. die Umgebung scheint sich um einen zu drehen und schließt man die Augen, so empfindet man eine scheinbare Drehung des eigenen Körpers. Dies ist der Drehschwindel, von dem hier die Rede sein soll. Auch die Empfindung, die man verspürt, wenn man von einem hohen Turm in die Tiefe schaut, wird als Schwindel bezeichnet, aber bei diesem „Höhenschwindel“ dreht sich nichts. Der sei aus unserer Betrachtung ausgeschaltet; er ist wahrscheinlich nur psychisch bedingt. Der Drehschwindel war schon den Griechen des Altertums bekannt und wird sehr gut von ihnen beschrieben. Im 16., 17. und 18. Jahrhundert konnte ich eine große Menge von Dissertationen über den Schwindel auffinden. Es sind mehr als 100. Das Eigentümliche ist, daß sie alle nahezu dasselbe enthalten. Man hatte sich im Mittelalter fast vollständig das Beobachten abgewöhnt. Wer ein Buch schrieb, der studierte die Schriften seiner Vorgänger und schrieb schließlich mit kleinen Änderungen das ab, was vor ihm gesagt worden war. So kommt es z. B., daß in der uns interessierenden Frage des Drehschwindels von verschiedenen Autoren darüber spekuliert wird, ob