

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 99/100 (1932)
Heft: 27

Artikel: Die Wandlungen der physikalischen Grundbegriffe in den letzten 50 Jahren
Autor: Zehnder, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-45616>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Im Eröffnungswort des I. Bandes der „S. B. Z.“ sagte Waldner hinsichtlich seiner Ziele u. a.: „Allerdings wird das Eisenbahnwesen, namentlich das schweizerische, unter dem neuen Titel die gleiche Beachtung finden wie bisher, und es wird also auch in dieser Richtung eine Aenderung in der Haltung unserer Zeitschrift, die sich rühmen kann, sowohl den Schweiz. Eisenbahngesellschaften als auch den staatlichen Ueberwachungsorganen gegenüber stets die *grösste Unabhängigkeit gewahrt* zu haben, nicht stattfinden. — Was die weitem Ziele anbetrifft . . . wollen wir uns darauf beschränken zu sagen, dass wir, wie wir das schon bei der „Eisenbahn“ getan, unsere volle Kraft einsetzen wollen, um die „Schweiz. Bauzeitung“ immer mehr dem Vorbild näher zu bringen, das uns als Inbegriff einer guten, den Bedürfnissen und Wünschen der Technikerschaft entsprechenden Zeitschrift vorschwebt.“ —

Im 24. Jahrgang nahm der Tod unserm väterlichen Freund Waldner die Feder aus der Hand. Sein Lebenswerk aber war getan, denn er hatte die „Bauzeitung“ 1906 in allem Wesentlichen, nach Inhalt und Form bereits auf die Höhe ihrer Leistung gebracht; seine Nachfolger hatten nur dem Beispiel zu folgen, seine Tradition, im besten Sinne, zu wahren. Dazu gehörte, neben der sorgfältigen Pflege des technischen Inhalts, von jeher das unerschrockene *persönliche Eintreten* für die Interessen unseres ganzen Berufsstandes und der Technik, wie für einzelne Kollegen, die sich aus achtbaren Gründen nicht selbst wehren können. Stets war Waldner bereit — wo es ihm nötig schien — Andern die Kastanien aus dem Feuer zu holen. Dieser persönliche Einschlag der Zeitschrift ist gerade das kennzeichnende für seinen kultivierten Geist, der in voller Freiheit seines Handelns sich stets als Diener des Ganzen fühlte. Nur so konnte es ihm gelingen, das Blatt aus bescheidenen Anfängen zu achtbarer Entwicklung zu bringen. Auf die Wahrung dieses Charakters der Bauzeitung hat er seine Nachfolger ausdrücklich verpflichtet; sie werden ihrer Verpflichtung auch fernerhin treu bleiben.

Nach diesem knappen Abriss der Entstehungsgeschichte seien vorerst gegrüsst die drei noch unter uns weilenden Mitarbeiter am I. Band der S. B. Z., die G. E. P.-Kollegen Dr. Roman Abt in Luzern, damals Masch.-Ing. in Paris; Ing. K. E. Hilgard, der letzte Assistent Prof. C. Culmanns, später Professor für Wasserbau an der E. T. H., und Prof. Dr. Louis Zehnder, damals Ingenieur in Basel, jetzt Professor der Physik an der dortigen Universität. Zu diesen gesellt sich noch Ing. Emil Bürgin in Basel, der Erfinder der schon in der „Eisenbahn“ beschriebenen, umkehrbaren „elektro-dynamischen Maschine“, die an der Pariser Internat. Elektrizitätsausstellung 1881 grosses Aufsehen erregte und deren damaliges Bild nachstehend reproduziert wird. Alle vier nehmen heute noch regen Anteil an der Entwicklung der Technik. — Dankbarkeit



Bd. XVII.

ZÜRICH, den 30. December 1882.

Nr. 26.

Kopf der letzten Nummer der „Eisenbahn“, rechts Nr. 1 der „Schweiz. Bauzeitung“.

schulden wir auch den vielen Mitarbeitern, deren wertvolle Beiträge die 100 Bände der „Bauzeitung“ zu einem reichhaltigen Nachschlagewerk gemacht haben, vor allem den Professoren der E. T. H., mit denen die Redaktion der Bauzeitung von jeher, seit Culmanns und Wilh. Ritters Zeiten in engem Kontakt gestanden; von diesen ist unser ältester geschätzter Mitarbeiter Prof. Dr. Max Ritter, der schon als Student (1907) seinen ersten Beitrag „zur Berechnung der gelenklosen Brückengewölbe“ geliefert. Vor allem aber danken wir unserer treuen Stütze auf wissenschaftlich-mechanischem Gebiet, unserem ständigen Mitarbeiter Prof. Dr. W. Kummer, dessen Name erstmals 1904 hier erschienen ist.

Sodann aber möchten wir hier auch unsern geschäftlichen und technischen Mitarbeitern Anerkennung zollen, in erster Linie der von Anfang an, also seit 50 Jahren für uns tätigen Annoncen-Expedition von Rud. Mosse, ohne deren Leistungen die heutige Ausstattung unseres Textteils unmöglich wäre. Endlich sei gedacht unseres treuen Setzers K. Schüepp, der seit 34 Jahren die oft schwierige Zusammenstellung unserer Textseiten besorgt, sowie der Buchdruckerei Jean Frey, in deren Offizin seit 1904 die Schweizerische Bauzeitung hergestellt wird.

*

Zur Veranschaulichung der Entwicklung der Ingenieur-Technik, soweit sie in den 50 Jahren in diesen Blättern ihren Niederschlag gefunden hat, stellen wir nachstehend in ausgewählten Beispielen einige Typen von einst und heute einander gegenüber, die alten in naturgetreuer Wiedergabe ihrer damaligen Darstellung im letzten Jahrgang der „Eisenbahn“, bzw. im ersten der „S. B. Z.“. Die Entwicklung der Architektur durch fünf Jahrzehnte wird am Beispiel des Schulhauses vor Augen geführt, und die grundlegende reine Wissenschaft bespricht Prof. Dr. L. Zehnder, der schon im I. Band von Waldner damit betraut worden war. „Unter dem Strich“ (wie auch im Inseratenteil) finden die Leser eine kleine Blütenlese in Zitaten aus jener Zeit. — So möge dieses Heft zum Abschluss des 100. Semester-Bandes ein Bild des inzwischen Erreichten bieten.

Die Wandlungen der physikalischen Grundbegriffe in den letzten 50 Jahren.

Von Prof. Dr. L. ZEHNDER, Basel.

Auf Kopernikus, Kepler, Galilei fussend hat einst Newton sein fundamentales Gravitationsgesetz entdeckt. Für die Gravitation suchte er eine Kausalität und er glaubte, sie in einer überaus feinen unwägbaren Substanz, im Aether gefunden zu haben, der nach seiner Meinung dichter sei in Luft, in Gasen, als in flüssigen und festen Körpern. Der Aether sollte auch im Weltall nach aussen dichter und immer dichter werden, bis an die äusserste Grenze des Weltalls, und durch diese Dichtenunterschiede werde eben die gravitierende Wirkung aller Weltkörper aufeinander hervorgerufen.

Newton hatte überdies eine Emissionstheorie des Lichts aufgestellt, wonach jeder leuchtende Körper kleinste Teilchen aussende, die, wenn sie in unser Auge gelangen, darin den Eindruck von Licht hervorrufen. Noch etwas früher als Newton hatte Huygens eine Wellentheorie des Lichts entwickelt. Huygens glaubte gleichfalls an das Vor-

handensein eines Aethers. Dieser war ihm aber der Träger der Lichtwellen. Huygens hielt den Aether für ein überaus feines, leichtes Gas, atomistisch aufgebaut, wie alle anderen Substanzen. Durch Analogieschlüsse war er zur Vorstellung gelangt, das Licht sei eine longitudinale Wellenbewegung im Aether, ähnlich wie der Schall in Luft. Durch seine geniale Gravitationstheorie hatte aber Newton eine so grosse Autorität gewonnen, dass sich fast alle Physiker der Newton'schen Emissionstheorie des Lichts zuwandten und dass die Huygens'sche Wellentheorie über 100 Jahre lang einfach totgeschwiegen wurde, trotz aller Anstrengungen vieler französischer Physiker und der grossen Basler Mathematiker Jakob und Johannes Bernoulli und besonders Leonhard Euler. Nach Newtons Theorie sollte sich das Licht in dichteren Körpern schneller fortpflanzen als in dünneren, nach der Theorie von Huygens war das Umgekehrte zu erwarten. Die betreffenden Messungen der

Bd. I. Revue polytechnique No. 1.

Schweizerische Bauzeitung

Wochenschrift
für Bau-, Verkehrs- und Maschinentechnik

Herausgegeben von
A. WALDNER
Clarendonstrasse 30 — ZÜRICH

Verlag des Herausgebers. — Commissionsverlag von Meyer & Zeller in Zürich.
Organ
des Schweizer Ingenieur- & Architekten-Vereins und der Gesellschaft ehemaliger Studierender des eidg. Polytechnikums in Zürich.

Bd. I. ZÜRICH, den 6. Januar 1883. No. 1.

Lichtgeschwindigkeiten liessen sich endlich von Foucault ausführen. Sie entsprachen den Huygens'schen Anschauungen, und nun siegte die Wellentheorie des Lichts über die Emissionstheorie. Die wichtigsten der bekannten optischen Erscheinungen liessen sich mit der Huygens'schen Wellentheorie des Lichts einwandfrei erklären, wogegen die Emissionstheorie Newtons versagte.

Da entdeckte Malus die Polarisation des Lichts, die zu einer Umstellung der Huygens'schen Anschauungen führte. Diese Polarisation war nur erklärbar, wenn man das Licht als eine transversale Wellenbewegung auffasste. Wie aber sollte in einem feinsten, dünnsten Gase, im Aether eine transversale Wellenbewegung möglich sein, da doch transversale akustische Wellenbewegungen bisher nur in festen Körpern beobachtet wurden, in denen scherende Kräfte auftreten? Man erteilte dem hypothetischen Aether die Eigenschaften der festen Körper, trat aber dadurch in Widerspruch mit den Astronomen, die den Aether nur als leichtestes, feinstes Gas akzeptieren können, weil doch die Weltkörper bei ihren teilweise ungeheuer schnellen Bewegungen in ihm keinen merklichen Widerstand finden. Auch wissen ja die Physiker, dass alle Substanzen, sogar die festen Körper, für den Aether absolut durchlässig zu sein scheinen. Der Aether musste also eine ganz rätselhafte Substanz sein, voller Widersprüche.

Die Naturwissenschaften standen vor 50 Jahren noch unter dem Zeichen der absoluten Kausalität, die solchen Widersprüchen die grössten Bedenken entgensetzte. Zu jener Zeit war auch die Chemie in ein rascheres Entwicklungsstadium getreten. Um den Aufbau der Substanzen aus Molekeln, denjenigen der Molekeln aus Atomen verständlich zu machen, hatte man den hypothetischen Aether benutzt. Man schrieb den kleinsten Massenteilchen, den Atomen Aetherhüllen zu, vermöge deren sich die Atome der Molekeln immer nur in ihren Aetherhüllen berühren könnten, und auch den Molekeln schrieb man entsprechend grössere molekulare Aetherhüllen zu. Bei der Verflüssigung der festen Körper, bei der Vergasung der Flüssigkeiten mussten diese molekularen Aetherhüllen die Individualität der einzelnen Molekeln bewahren. Bei chemischen Umsetzungen, bei Synthesen und Analysen mussten die atomaren Aetherhüllen die Individualität der einzelnen Atome gewährleisten. Wie diese Aetherhüllen beschaffen seien, wie dieselben zustandekommen, wurde nicht ermittelt. Der Aether war ja eine hypothetische, vollkommen unbekannte Substanz, auf die man also die Kausalitätsgesetze nicht anwenden konnte. Das Fehlen der Kausalität musste aber bedenklich stimmen.

Ungeachtet dieser Bedenken waren Physiker und Chemiker hoffnungsfreudig. Waren doch die Mechanik und Akustik schon weit entwickelt worden! An der Ausgestaltung der Optik hatten besonders die französischen Physiker regen Anteil genommen. Die Lehre vom Licht schien wunderbar ausgebildet. In der Wärmelehre und in verwandten Gebieten hatte die Auffindung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie durch Mayer, Joule, Helmholtz umwälzend gewirkt. Die Sehnsucht nach einem Perpetuum mobile war unhaltbar geworden. Die kinetische Gastheorie war von Clausius (der vor einem halben Jahrhundert an unserer Technischen Hochschule in Zürich lehrte und dessen wissensdurstiger Schüler auch unser Röntgen war)

begründet und bis zu einem hohen Grad entwickelt, auch schon auf wichtige Fragen der Elektrizitätslehre angewandt worden. Am dunkelsten erschienen noch die Gebiete der Elektrizität und des Magnetismus¹⁾.

Die vorhin genannten Widersprüche in der Beschaffenheit des Aethers brachten diesen Träger der Lichterscheinungen allmählich in Misskredit. Da schuf Maxwell, der die vorzüglichen experimentellen Forschungsergebnisse von Faraday zu einer mathematischen Theorie der Elektrizität und des Magnetismus verarbeitet hatte, unter Verwendung des Aethers als Träger des Lichts, der elektrischen und magnetischen Erscheinungen im Vakuum seine elektromagnetische Lichttheorie. Weil man nie gewusst hat, was das Wesen der Elektrizität und des Magnetismus ist, konnte Maxwell dem hypothetischen Aether ausser der von Faraday geforderten elektrischen und magnetischen ruhig auch noch die optische Polarisationsfähigkeit zuschreiben, ohne einen Gegenbeweis fürchten zu müssen. Als dann später Hertz seine Strahlen elektrischer Kraft entdeckt hatte, die in der Neuzeit zur drahtlosen Telegraphie und Telephonie geführt und dabei wunderbare Erfolge gezeitigt haben, wandten sich fast alle Physiker der neuen elektromagnetischen Lichttheorie Maxwells zu, die von Hertz anscheinend bestätigt worden war. Die Gleichungen und Ergebnisse der Huygens'schen mechanischen Wellentheorie des Lichts wurden in entsprechende Gleichungen und Ergebnisse der elektromagnetischen Wellentheorie umgewandelt, beziehungsweise man hat sie dieser neuen Theorie einfach gutgeschrieben, wodurch aber offenbar in die Lichtvorgänge keine grössere Klarheit gebracht wurde, weil man ja eben über das Wesen der Elektrizität nicht das geringste wusste. Mit Hilfe der elektromagnetischen Lichttheorie gelang es dann, noch weitere Fortschritte in der Optik zu erzielen.

Im Jahre 1895 entdeckte Röntgen seine neue Art von Strahlen. Auf der Suche nach anderen Quellen solcher Strahlen fand Becquerel bald darauf ähnliche Strahlen beim Uran, woraus sich dann das mächtige Gebiet der Radioaktivität entwickelte. Abgesehen von den wunderbaren medizinischen Diagnosen und Heilerfolgen — leider zum Teil auch von schädigenden Wirkungen — der Röntgen- und der Radiumstrahlen wurde durch die radioaktiven Zerfallserscheinungen der fast in Vergessenheit geratene Atomismus wieder zu Ehren gezogen. Aber zugleich wurde das Dogma von der Unteilbarkeit der chemischen Atome gesprengt. Längst hatte Prout die Hypothese aufgestellt, alle chemischen Atome seien aus Wasserstoffatomen als Bausteinen aufgebaut. So grosses Aufsehen diese Prout'sche Hypothese zuerst gemacht hat, so wurde sie doch wieder verlassen, weil manche sicher festgestellten Atomgewichte absolut nicht als ganze Vielfache des Wasserstoffatomgewichts gefunden wurden. Nun aber erfuhr man, dass radioaktive Atome zerfallen, dass bei ihrem Zerfall Heliumatome mit grösster Energie abgeschleudert werden, und Rutherford konnte auf diesem Wege sogar manche nichtradioaktiven Atome künstlich aufsplintern, wobei er Wasserstoffatome als Splitter derselben feststellte. Seinem Mitarbeiter Aston gelang es nachzuweisen, dass viele chemischen Elemente, deren Atomgewichte nicht ganzzahlig sind, Gemische von chemisch gleichwertigen Atomarten ganz verschiedener ganzzahliger Atomgewichte, dass sie Gemische von „Isotopen“ sind, wodurch nun die inzwischen aufgegebene Prout'sche Hypothese von neuem Geltung erhielt²⁾.

¹⁾ Im 1. Band hat die „S. B. Z.“ (1883) einen Aufsatz des Verfassers „Ueber den Ursprung der atmosphärischen Electricität“ veröffentlicht, den er auch heute noch den gegenwärtigen Anschauungen über den ausser-terrestrischen Ursprung entgegenhält.

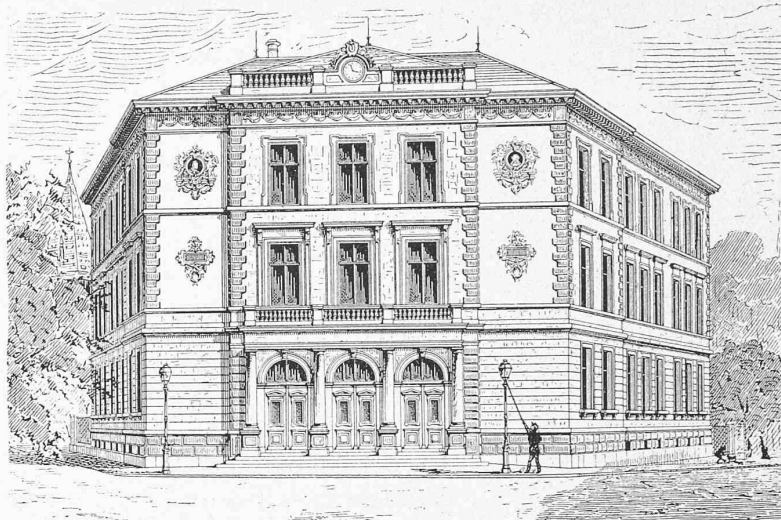
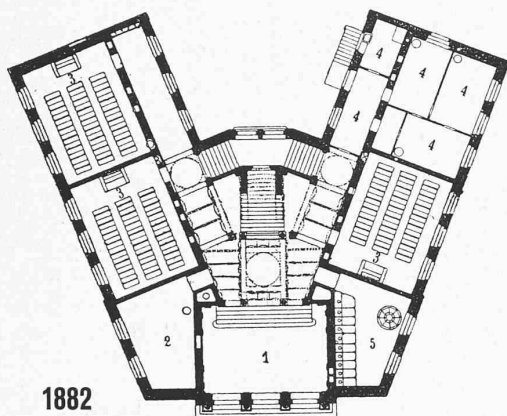
²⁾ Auf dieser Grundlage hat der Verfasser in der „S. B. Z.“ 1919 den Aufbau der chemischen Atome aus den möglichst einfach gedachten, also kugelförmigen Wasserstoffatomen erläutert („Bauwerke im Reiche der Atome“), den er in einem späteren Buche („Die Synthese des Stoffs“, Halle a. S., 1924) noch weiter entwickelte, begründete, und worin er namentlich die Notwendigkeit des Entstehens von verdichteten quasiflüssigen Aetherhüllen um alle Atome und Molekeln nachwies.

Abb. 1 und 2. Primarschule in Basel. Arch. H. Reese.

Portal-Inschrift: „Jugendfleiss belohnt im Alter“.

Grundriss 1 : 500.

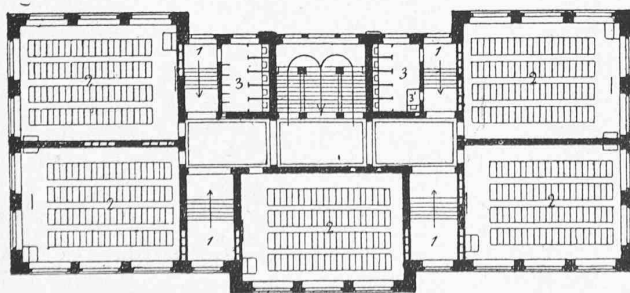
[Aus der „Eisenbahn“, Nov. 1882.]



Von der Vorstellung der unteilbaren chemischen Atome ausgehend hat Helmholtz seinerzeit aus den elektrolytischen Grundgesetzen Faradays geschlossen, dass die Elektrizität auch atomistisch aufgebaut sei wie die wägbare Materie. Diesen Elektrizitätsatomen gab man den Namen „Elektronen“. Höchst merkwürdig war indessen, dass sich nur *negative* Elektronen als selbständige Teilchen nachweisen liessen, dass die positive Elektrizität immer an die wägbare Materie gebunden erscheint. Bei den (negativen) Elektronen konnte man die Masse feststellen, fand sie etwa als den 1840. Teil der Masse des Wasserstoffatoms. Indessen erwies sich diese Elektronenmasse als abhängig von der Geschwindigkeit des bewegten Elektrons: je grösser diese Geschwindigkeit ist, umso grösser ergab sich die Masse des Elektrons. In der mechanischen Auffassung der klassischen Physik ist diese Massenvergrösserung des raschbewegten Körpers nur scheinbar und selbstverständlich. Bessel fand sie bei der Untersuchung der Pendelschwingungen, durch mitgerissene Luft. Wir empfinden die mitbewegte Luftmasse bei jedem schnell vorbeifahrenden Bahnzug, Auto, Flugzeug als Windstoss. Ebenso reisst das bewegte Elektron Aether mit sich fort. Aus der Entdeckung der Elektronen und aus dem Umstand, dass man das Wesen der Elektrizität nicht aus mechanischen Vorgängen zu erklären vermochte, wurde nun aber die Folgerung gezogen, es sei nicht die Elektrizität aus mechanischen Grundlagen, sondern umgekehrt die Mechanik aus elektrischen Grundlagen zu erklären. Daher sei die mit der Geschwindigkeit des Elektrons *veränderliche* Masse desselben nicht nur scheinbar, sondern effektiv. Es könne also Masse in Energie verwandelt werden und umgekehrt. Dadurch wurde das von der klassischen Physik geforderte bis dahin geltende Gesetz von der Unveränderlichkeit der Masse gestürzt. Zwar hat Ehrenhaft mit seinen Schülern die Elektronen genauestens untersucht und dabei gefunden, dass es noch viel kleinere Elektrizitätsmengen gebe als das Elektron,

z. B. etwa ein Tausendstel davon. Weil aber zahlreiche andere Elektronenmessungen im Mittel den von Millikan festgestellten konstanten Wert des Elektrons ergaben, legte man den abweichenden Ehrenhaft'schen Befunden keine Bedeutung bei. Würden indessen Millionen von genauen Messungen denselben konstanten Wert des Elektrons ergeben, aber eine einzige gleichfalls sicher verbürgte Messung einen wesentlich kleineren Wert als das Elektron, so wäre doch das Elektron kein einwandfreies unteilbares Atom, so wenig wie alle chemischen Atome ausser dem Wasserstoffatom unteilbar sind, woran man doch so lange geglaubt hat. Nur statistisch betrachtet hätte das Elektron in zahlreichen Fällen einen konstanten Wert.

Durch Ueberlegungen betreffs der Strahlungsgesetze ist Planck zu seiner Quantentheorie geführt worden, in der er auf ein universelles konstantes Wirkungsquantum, auf die „Plancksche Konstante h “ geschlossen hat, die sich seither aus unzähligen ganz verschiedenartigen Versuchen als wirkliche konstante, allerdings als ungeheuer kleine Zahl ergeben hat. Auch hier entstand eine neue Art von Atomismus, für die Wirkungsquanten. Mit diesen Wirkungsquanten verwandelte Niels Bohr das von Lodge erdachte und von Rutherford weiter entwickelte elektrische Atommodell in das nun nach Bohr benannte Atommodell, in dem je nach der Stellung des chemischen Atoms im periodischen System der Elemente mehr oder weniger (negative) Elektronen in genau vorgeschriebenen stabilisierten Bahnen um die (positiven) zentral gelagerten Atomkerne, um die Protonen kreisen sollten, seit Ewigkeit und bis in alle Ewigkeit, ohne je an Geschwindigkeit einzubüssen, solange nicht von aussen Störungen auf diese Atome einwirken. Die Bohrschen Atome werden gleichsam als um eine Sonne kreisende Planetensysteme im Mikrokosmos aufgefasst, was allerdings nur bei oberflächlicher Betrachtung glaubhaft erscheint. Der Einwände gegen dieses Bohrsche Atommodell gibt es zu viele, und in der



1887

Abb. 3 und 4. Primarschulgebäude Konkurrenz-Entwurf I. Preis. Arch. W. Dürler, St. Gallen. — Massstab 1 : 500.



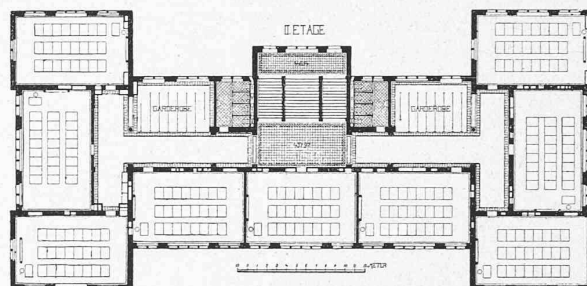
50 JAHRE ARCHITEKTUR-ENTWICKLUNG AM BEISPIEL DES SCHWEIZERISCHEN SCHULHAUSES

1890

Abb. 5 Konkurrenz-Entwurf, Abb. 6 Ausführungs-Grundriss
des Hirschengraben-Schulhauses Zürich. — Masstab 1 : 700.

1894

Architekt Alex. Koch, damals in London.



Tat gilt dies Atommodell in der neuesten Zeit wieder als überwundener Standpunkt, weil es vielen neueren Ergebnissen nicht genügt.

In der ersten Periode des hier betrachteten Zeitraums hat Minkowski an einer Kölner Naturforscherversammlung die Zeit mit dem Raum auf gleiche Stufe gestellt, hat die drei Raumkoordinaten ohne mitberücksichtigte Zeit „zu Schatten herabsinken“ lassen. Auf ähnlichen Pfaden in Verbindung mit gewissen Hypothesen gelangte Einstein zu seinen Relativitätstheorien. Einstein behauptete, die Lichtgeschwindigkeit sei im leeren Raum konstant und sie könne von keiner anderen Geschwindigkeit an Grösse übertroffen werden. Beweise für diese Behauptungen konnte er freilich nicht beibringen. Man darf auch berechnete Zweifel hegen, weil einerseits β -Strahlen der radioaktiven Substanzen, also Elektronen, zum Teil nahezu Lichtgeschwindigkeiten besitzen und bei Zusammenstößen unter spitzen Winkeln Geschwindigkeitsvermehrungen über die Grenze der Lichtgeschwindigkeit hinaus als denkbar erscheinen lassen, weil andererseits nichts in unserem ganzen Kosmos absolut konstant sein kann als die Massen der kleinsten tatsächlich unteilbaren Wasserstoffatomkerne und der Aetheratome, ferner die Gesamtmasse aller Substanzen des ganzen Kosmos und die gesamte Energie im Kosmos. Schon der alte griechische Philosoph Heraklit hat alles im Weltall für veränderlich gehalten und gesagt: alles fliesst (*πάντα ῥεῖ*). Uebrigens hat G. v. Gleich in seinem Buch über die Einsteinschen Relativitätstheorien gefunden, dass dieselben für die Physik keine wertvolle Aufklärung bringen können. Dadurch aber, dass Einstein das Aetherdasein zuerst gelehnet, nachher den Aether wieder eingeführt hat, aber als leeren Raum mit Eigenschaften, wie sie nur Substanzen eignen können, dass er ferner dem Raum eine vierte Dimension zugesprochen hat, durch Einführung der gleichberechtigten (vierten) Zeitkoordinate, ist unter den Physikern eine grosse

Verwirrung entstanden. Es hat nicht lange gedauert bis andere Forscher dem Raum fünf Dimensionen zuerkannt haben. Aber mit mehr als dreidimensionalen Räumen kann man gar vieles beweisen, was man haben will. Die bisher in der Physik allein massgebende Kausalität wird gelehnet. Unter solchen Umständen ist es begreiflich, dass prominente Physiker wie Planck und W. Wien Vorträge, die sie hier gehalten haben, in den bedenklichen Satz ausklingen liessen, die elektromagnetische Lichttheorie und die Quantentheorie führen zu unlöslichen Widersprüchen, wenn man auf dem Boden der klassischen Physik stehen bleibe. Wohl lassen die elektromagnetische und auch die mechanische Wellentheorie die Interferenz des Lichts verständlich erscheinen, aber den durchweg quantenhaft sich abspielenden Vorgängen gegenüber versagen sie. Dagegen steht die Quantentheorie den Interferenzerscheinungen der optischen und elektrischen Wellen gegenüber ratlos da.

Durch die Plancksche Quantentheorie, deren Gültigkeit sich in immer weiteren Gebieten der Physik bewährte, fühlte sich Einstein veranlasst, im Sinne der Newtonschen Emissionstheorie wieder Lichtteilchen, Lichtquanten anzunehmen, die von allen leuchtenden Körpern ausgeworfen würden. Aber die Newtonsche Theorie galt ja durch ihr Unvermögen, die Interferenzen des Lichts zu erklären, als erledigt. Nur eine Wellenbewegung war solches imstande. Nun gelang es in jüngster Zeit de Broglie und Anderen, bei ausgeschleuderten kleinsten Teilchen, bei Elektronen und Atomen Wellenbewegungen nachzuweisen. Diese Entdeckung führte Schlesinger zu der Hypothese, die Einsteinschen Lichtquanten seien von leuchtenden Körpern ausgeschleuderte Wellenpakete, die sich als Licht weiter und weiter ausbreiten. Bedauerlicherweise war inzwischen die Quantentheorie auch in die reine Mechanik eingedrungen. Eine Quantenmechanik war mathematisch gearbeitet worden, die die bisherige Mechanik der Physik

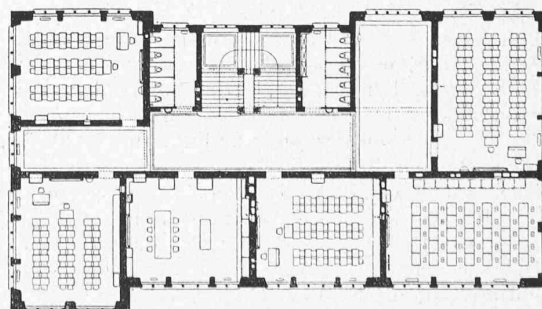
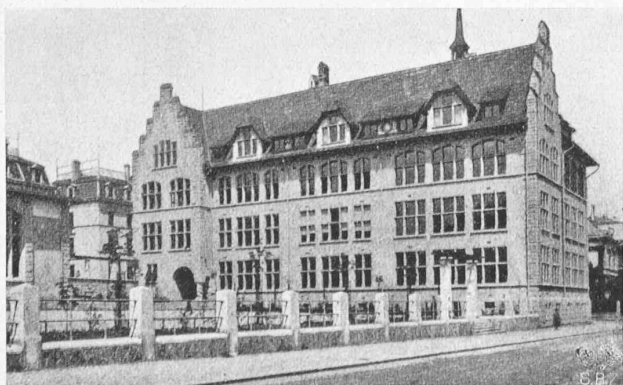
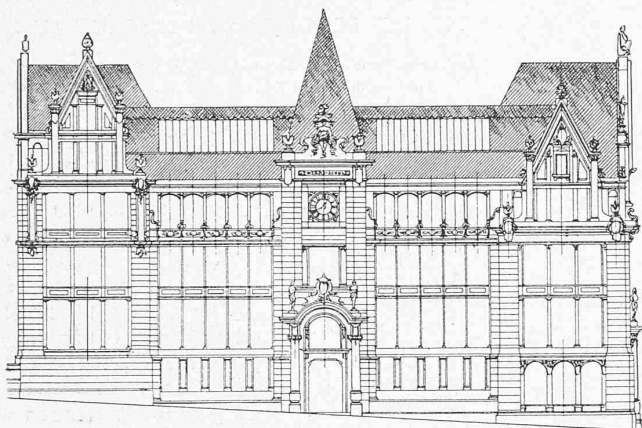


Abb. 7 und 8. Primar- und Sekundarschulhaus Enge-Zürich.
Arch. Gustav Gull. — Grundriss vom 1. Stock, 1 : 500.

1898



1900 Abb. 9. Entwurf für ein Gewerbeschulhaus in Zürich. Motto: „Licht“. Arch. A. Chiodera, Zürich. — Fassade 1 : 650.

ersetzen sollte. Alle stetigen mechanischen Vorgänge wurden nunmehr sprunghaft, unstetig gedeutet. Bei ihren neuen Entwicklungen haben die Mathematiker nicht nur auf die Kausalität, sondern auch noch auf die Vorstellbarkeit verzichtet. Der Mathematiker kann sich ja einen Raum von beliebig vielen Dimensionen denken und kann damit operieren. Schon Riemann hat das vor langer Zeit getan. Der Mathematiker kann von einem mathematischen Punkt, von einem unendlich kleinen Raum, von einem Nichts Kräfte ausgehen lassen, die dem Newtonschen Gravitationsgesetz genügen, die demnach in diesem Nichtspunkt sogar unendlich gross werden. Er kann auch aus diesem Nichtspunkt Lichtquanten in beliebiger Zahl als Schrödingersche Wellenpakete ausgeschleudert denken, die sich in den unendlich grossen Raum immer weiter ausbreiten und deren Wirkungen noch in Abständen von vielen Millionen von Lichtjahren nachzuweisen sein sollten. Der strenge Physiker aber darf hier dem Mathematiker nicht folgen. Er muss realen Boden unter den Füßen behalten, muss die Vorstellbarkeit und die Kausalität in Ehren halten, darf sie nicht preisgeben. Und der real denkende Techniker und Ingenieur wird diese grosse Verwirrung in der modernen Physik erst recht nicht mitmachen.

Den Ausweg aus diesem Wirrwarr kann nur der auf dem realen Boden der klassischen Physik stehende Physiker finden, wenn er den vergessenen, zur Zeit sogar verpönten Aether wieder zur Hilfe nimmt und ihn in sorgfältigster Weise analysiert, sodass alle Widersprüche in seinen Eigenschaften dahinfallen. Der Aether muss eine Substanz sein wie die wägbaren Substanzen, nur in quantitativen Beziehungen von ihnen verschieden. Im ungeheuren Weltall muss er ein dünnstes Gas sein, das den ihn durchsausenden Weltkörpern den geringsten Widerstand entgegensetzt. Im gasförmigen und wenig dichten Aether muss das Licht eine longitudinale Wellenbewegung sein. Aber um alle wägbaren Körper, auch um alle Atome und Molekeln, muss sich der Aether zu quasiflüssigen Aetherhüllen verdichten, worin die longitudinalen in transversale Wellen umgewandelt werden, so dass in allen wägbaren Körpern Polarisationserscheinungen auftreten. Alle kleinsten Substanzteilchen sind quantenhaft, die Molekeln, die chemischen Atome, die Elektronen, die Aetheratome. Durch ihre Vereinigungen und Ablösungen entstehen sprunghafte quantenhafte Vorgänge. Daher findet die Plancksche Quantentheorie so ungemein viele Bestätigungen. Gar viele anderen physikalischen Vorgänge laufen aber stetig ab, nicht sprunghaft, weshalb die Quantentheorie auf sie keine Anwendung findet. Die neue Quantenmechanik würde zu weiterer Verwirrung führen, wenn sie überall Quanten verlangt. Das Elektron hat eine Masse, ist also substan-

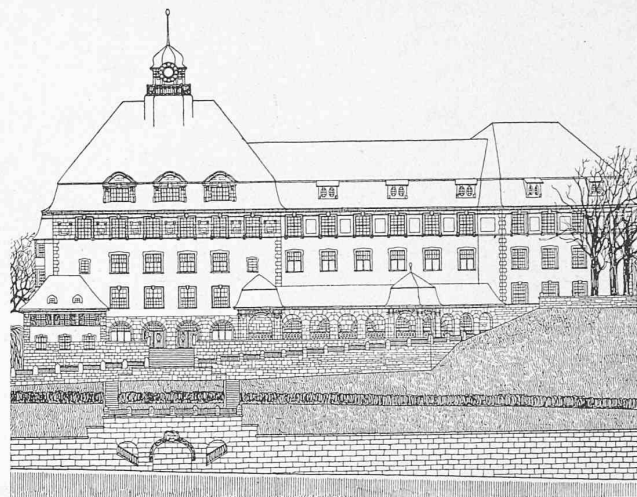


Abb. 11. Höhere Töchterschule auf der Hohen Promenade, Zürich. Konkurrenz-Entwurf, Arch. Bischoff & Weideli. — 1 : 800. **1906**

zieller Natur. Es kann nur aus Aether bestehen, muss im Augenblick der Ablösung von einer Aetherhülle ein quasi-flüssiges Aetheraggregat, im freien gasförmigen Aether vermöge des gewaltigen Aetherdrucks ein langsam dispergierendes Aetherwölkchen sein. Daher ist es in Aetheratome unterteilbar, in Uebereinstimmung mit Ehrenhafts Befunden. Der kinetischen Gas- und Wärmetheorie zufolge muss oberhalb der absoluten Nulltemperatur jedes Teilchen, sei es Molekel, Atom, Elektron oder Aetheratom, infolge der beständigen Zusammenstösse derselben andauernd in unzähligen (rasch entstehenden und langsam verklingenden, gedämpften) Eigenschwingungen begriffen sein, die ausgestrahlt werden, sodass im umgebenden Medium (Aether beziehungsweise wägbare Substanz) gedämpfte Wellenbewegungen entstehen (sichtbares oder unsichtbares Licht). Daher ist tatsächlich jedes von einem Aggregat abgeschleuderte substarzielle Teilchen, jedes Quant — Molekel, Atom, Elektron, Aetheraggregat — ein Schrödingersches Wellenpaket. Die klassische Physik lehrt uns aber, dass dies Wellenpaket nicht nur vorstellbar ist, sondern auch dem Kausalitätsgesetz Genüge leistet¹⁾. Eine wundervolle Krönung des etwas modifizierten modernsten Schrödingerschen Atommodells, als Wellenpaket, durch die klassische Physik!

Doch nicht alle Lichtstrahlungen sind quantenhaft auffassbar. Denn jede Bewegung geht im tiefsten Grunde stetig vor sich. Jede Energieänderung verläuft stetig!

¹⁾ Im Sommersemester 1931 hat Verfasser seine neue eingehende Monographie über den Aether an der Universität Basel vorgelesen; sie wird in einigen Monaten in Buchform erscheinen.

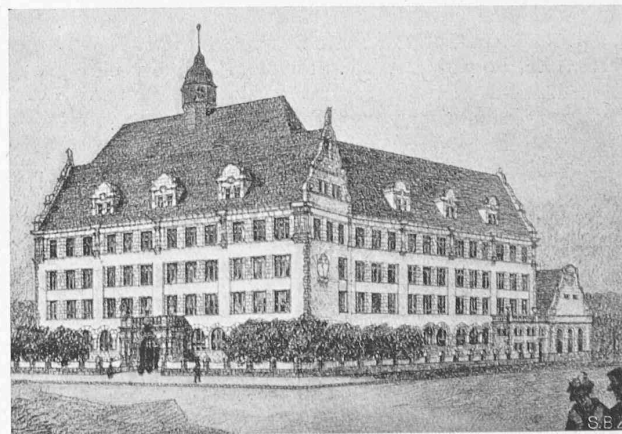


Abb. 10. Konkurrenz-Entwurf für Mädchen-Primarschule St. Gallen. Arch. Karl Moser, i. Fa. Curjel & Moser, Karlsruhe. **1904**