

## A. Rutscher

### „Physik und Physiker in Greifswald“

Von Fabian Karl Ottokar von FEILITZSCH bis Johannes STARK  
1848 - 1920

Der Weg der Physik aus der Naturphilosophie über eine allgemeine Naturlehre bis zur eigenständigen Fachwissenschaft beginnt in der Antike und endet im 19. Jahrhundert.

Für das spezifische Profil der Physik als erste exakte Naturwissenschaft war dabei von besonderer Bedeutung die ununterbrochene Auseinandersetzung mit der Mathematik, deren wesentlicher Inhalt von Anfang an viel schärfer umrissen erschien. Auseinandersetzung bedeutet hierbei Abgrenzung und Einverleibung gleichermaßen, vor allen Dingen jedoch Austausch und gegenseitige Befruchtung.

Dieser generelle historische Prozess spiegelt sich auch im lokalen Kolorit der Entwicklung der Physik zum eigenständigen Fach an der Universität Greifswald wider [1].

Bei der Gründung der Universität (A.D. 1456) rangierte die Physik im Lehrprogramm der Artistenfakultät als ein Nebenfach der Dialektik. Erst rund ein Jahrhundert später erlangte sie im Rahmen der neuen Fakultät für Freie Künste und Philosophie, die an die Stelle der alten Artistenfakultät getreten war, eine gewisse Selbständigkeit. Geeignete und eigenständige Fachvertreter fehlten allerdings fast immer. Zumeist wurde die Physik von Angehörigen anderer Fachrichtungen oder sogar anderer Fakultäten mit erledigt. Bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts waren das in vielen Fällen Mediziner. Doch danach dominierten in dieser Funktion die Mathematiker.

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts bestanden an der Philosophischen Fakultät der Universität Greifswald permanent Lehrstühle für Mathematik und Physik, häufig gekoppelt mit Astronomie, die in Abhängigkeit von den Inhabern in Personalunion mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung ausgefüllt wurden. Der bekannteste unter diesen Professoren ist Andreas MAYER (Amtszeit 1741-1782), Rector Magnificus, auch Architekt und Erbauer eines großen Kollegiengebäudes der Universität, welches bis auf den heutigen Tag als Hauptgebäude genutzt wird und ein bemerkenswertes Beispiel spätbarocker Baukunst darstellt. Der wissenschaftliche Ruf A. MAYERs wird durch mehrere Mitgliedschaften in gelehrten Gesellschaften und Akademien unterstrichen.

Die personelle und schließlich auch institutionelle Trennung von Mathematik und Physik vollzog sich in Greifswald über die Nachfolge von A. MAYER, wobei die physikalisch ausgerichtete Nachfolgelinie von

Zacharias NORDMARK	(1784 – 1787)
Carl BRISMANN	(1788 – 1800)
Andreas BRATT	(1801 – 1812) und
Johann Friedrich DROYSEN	(1812 – 1814) bis zu
Gustav Salomon TILLBERG	(1813 – 1859) ,

dem letzten Universalisten in dieser Reihe, führt. Mit einigem Recht konnte sich dieser als Philosoph, Bibliothekar, Philologe, Mathematiker und Physiker bezeichnen. Auf G. S. TILLBERG folgt der erste Physiker im engeren und heutigen Sinn: Fabian Karl Ottokar von FEILITZSCH.

Mit der Berufung eines jungen tatkräftigen Physikers neuer Prägung entsprach die zuständige Philosophische Fakultät in Greifswald objektiv den Zeichen der Zeit, die in der Mitte des 19. Jahrhunderts im Zusammenhang mit der rasch um sich greifenden industriellen Revolution auf Stärkung der Naturwissenschaften an den Universitäten und Polytechnischen Schulen standen. Auch die Physik selbst befand sich damals in einem umfassenden Aufbruch, nämlich im entscheidenden Stadium ihrer Ausprägung zur sog. Klassischen Physik, indem zur bereits hochentwickelten Mechanik neue, ähnlich mathematisierte Teildisziplinen hinzukamen (Elektrodynamik, Thermodynamik, Optik).

Das Studium der erhaltenen Akten der Philosophischen Fakultät [2] zeigt allerdings, dass den objektiven Erfordernissen der Zeit die subjektiven Interessen der Fakultätsmitglieder keineswegs immer entsprachen. Dass es 1848 in Greifswald zur Berufung eines jungen Physikers kam, geht im wesentlichen auf die Initiative des Ministeriums für Geistliche, Unterrichts- und Medicinalangelegenheiten in Berlin zurück. Dieses Ministerium hatte 1842 seine Absicht auf Errichtung einer neuen außerordentlichen Professur für Physik und Elementarmathematik bekundet. Der Anlass dazu war zunächst ein sehr lokaler. Es ging um die Erweiterung der in Eldena bei Greifswald ansässigen ersten Landwirtschaftlichen Akademie Preußens, deren Lehrkräfte z.T. Professoren an der Universität waren. Die in Aussicht gestellte Professur stieß allerdings auf den Widerstand des damals bereits im 65. Lebensjahr stehenden Ordinarius G. S. TILLBERG, der „unmöglich glauben konnte, dass z. Z. die Anstellung noch eines Lehrers der Physik an der hiesigen Universität ein wahres Bedürfnis sei.“ So wurde die Berufungsangelegenheit in die Länge gezogen.

Als sie endlich 1848 nach mannigfachen Querelen abgeschlossen werden konnte, war der ursprüngliche Anlass einer Erweiterung der Eldenaer Akademie erledigt. Zu diesem Zeitpunkt hatte sich in der Fakultät die Erkenntnis der dringenden Notwendigkeit einer Stärkung der Physik an der Universität selbst durchgesetzt, obwohl G. S. TILLBERG mit einem Votum Separatum nach wie vor sein Unverständnis bekundete. Die Kopplung der neuen Professur mit der Elementarmathematik blieb jedoch auf ausdrücklichen Wunsch des Mathematikers Johann August GRUNERT, der, offenbar in allen Fragen der Naturwissenschaften in der Fakultät die Fäden zog, zunächst noch erhalten. Die damit verbundene Verpflichtung zu einer 2-stündigen Vorlesung als Nachhilfeunterricht für Studenten mit schlechten mathematischen Gymnasialkenntnissen konnte allerdings mangels Nachfrage nicht umgesetzt werden. Im Wintersemester 1848/49 meldete sich dazu nur ein Student!

Als dann 1853 die neue außerordentliche Professur in eine ordentliche umgewandelt wurde, fiel die Verbindung mit der Elementarmathematik weg. Damit war an der Universität Greifswald der erste eigenständige Lehrstuhl für Physik errichtet (29. Juni 1853).



### **Gustav Salomon TILLBERG**

19.06.1777	geboren zu Bilstorp in Südermanland (Schweden)
1793 - 1801	Königliches Gymnasium in Strengnås
1801	Immatrikulation an der Universität in Greifswald
1803	Magister der Freien Künste und Doktor der Philosophie
1806	Privatdozent der lateinischen, griechischen und hebräischen Sprache
1811	Verwaltung der Bibliothek der Philosophischen Fakultät an der Universität Greifswald
1812	Adjunct der Philosophischen Fakultät für die Fächer der reinen und angewandten Mathematik und der schwedischen Sprache
1813	Ordentlicher Professor der Mathematik und Physik. Leiter des Instrumenten- und Modellsaales an der Universität Greifswald
1817	Rector Magnificus
26.03.1859	gestorben in Greifswald



### **Fabian Karl Ottokar Freiherr von FEILITZSCH**

15.07.1817	geboren in Langensalza/Thür.; Nachfahre eines Vogtländischen Uradelsgeschlechtes (erste urkundliche Erwähnung 1280)
1831-1837	Gymnasium in Langensalza und Dresden
1837-1841	Studium der Mathematik, Physik und Chemie in Leipzig und Bonn
28.08.1841	Promotion bei Julius PLÜCKER in Bonn mit einer mathematischen Arbeit zur Theorie der Oberflächen- und Kurvenkonstruktion
28.10.1844	Habilitation an der Bonner Universität
28.10.1848	Berufung als Extraordinarius für Physik und Elementarmathematik an die Universität Greifswald
29.06.1853	Ernennung zum Ordentlichen Professor für Physik
12.05.1857	Gründung des Physikalischen Instituts der Universität Greifswald. Erster Direktor des Institutes
1865	Einziger Buchbeitrag v. FEILITZSCHs: Die Lehre von den Fernwirkungen des galvanischen Stromes (834 Seiten, 419 Abb.) in Allg. Enzyklopädie der Physik
11.06.1885	gestorben in Bayreuth während eines Kuraufenthaltes

Der Zustand der physikalischen Ausbildung und Forschung war zu jener Zeit in Greifswald ein sehr beklagenswerter. In einer Denkschrift aus dem Jahre 1867 schreibt v. FEILITZSCH rückblickend [3]: „Im Herbst 1848 wurde ich von Bonn an hiesige Hochschule berufen, um Physik vorzutragen. Hier angekommen fand ich weder ein Lokal zur Abhaltung meiner Vorlesungen vor, noch die nöthigen Apparate, noch einen Fonds zur Beschaffung und Unterhaltung derselben.“ Die Überwindung dieser trostlosen Situation und die Heranführung der Greifswalder Physik an den nationalen und internationalen Standard (bzgl. der materiellen und personellen Voraussetzungen sowie der wissenschaftlichen Aufgabenstellung) wurde zur Lebensaufgabe des damals 30-jährigen v. FEILITZSCH, die er vor Ort bis an sein Lebensende hartnäckig verfolgte, auch nach bitteren Enttäuschungen und Rückschlägen. Er selbst hat diese Aufgabe nicht im angestrebten Umfang lösen können. Aber er schuf die Voraussetzung ihrer Lösung durch die Nachfolger. Dies ist sein wesentliches Verdienst. Mit seinem Namen verbindet sich keine der Großtaten in der Geschichte der Physik, jedoch für die Entwicklung der kleinen pommerschen Provinzialuniversität war sein Wirken unverzichtbar.

Was die genannte Aufgabe im Einzelnen bedeutete, konnte v. FEILITZSCH einer Denkschrift entnehmen, die unter dem Titel „Von der Stellung der Naturwissenschaften, besonders der physikalischen, an unseren Universitäten“ ohne Angabe des Verfassers 1849 in Kiel erschienen war [4]. Diese Denkschrift enthielt weitsichtige Forderungen. An die zuständigen lokalen und zentralen Behörden gewandt, forderte der Verfasser, dass an allen Universitäten Physikalische Institute errichtet werden müssen, „wenn man es ernstlich mit einer würdigen Stellung der exakten Wissenschaften meint“. Wortreich wurde die unzulängliche Ausstattung und Organisation der sog. „Physikalischen Cabinette“ beklagt, die häufig noch Privatsammlungen von Geräten in der Privatwohnung des jeweiligen Professors waren. Nicht von ungefähr wurden die Greifswalder Verhältnisse als besonders abschreckendes Beispiel zitiert. Sie gipfelten in der schwerwiegenden Frage: „Wie viele Jahre muss wohl der Greifswalder Physiker sparen, um eine Luftpumpe anzuschaffen?“

F. K. O. v. FEILITZSCH kannte den nicht genannten Verfasser der Denkschrift persönlich. Es war dies Gustav KARSTEN, der erste Vorsitzende der kurz vorher (1845) gegründeten Physikalischen Gesellschaft zu Berlin“, der 1847 mit einer Empfehlung von H. Ch. OERSTED nach Kiel berufen wurde. Am Ende des Gründungsjahres zahlte die neue Physikalische Gesellschaft 53 Mitglieder, darunter 9 auswärtige. Eines dieser auswärtigen ordentlichen Mitglieder war v. FEILITZSCH, damals noch Privatdozent in Bonn. Die Bedeutung der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin, die seit 1899 Deutsche Physikalische Gesellschaft heißt und gegenwärtig rund 30.000 Mitglieder zählt, ist kürzlich [5] zusammenfassend gewürdigt worden. Über v. FEILITZSCH war Greifswald mit den Maßstäben und Zielen dieser Gesellschaft fest verbunden. Ihnen zu entsprechen, galt für ihn stets als Maxime. Unter den vorliegenden Bedingungen war dies ein mühseliges und zermürbendes Geschäft. Zunächst ging es um die Auseinandersetzung mit dem immer noch im Amt befindlichen Vorgänger, G. S. TILLBERG, der auch unverändert Leiter des Akademischen Instrumenten- und Modellsaales blieb. v. FEILITZSCH musste sich sein eigenes Physikalisches Kabinett aufbauen. An eine Art Odyssee erinnert der über Jahrzehnte währende Kampf um die Sicherung einer Lokalität für die Demonstrationsvorlesung über Allgemeine Experimentalphysik, für die im Wintersemester 1871/72 insgesamt 31,4% der Greifswalder Studenten (164 Personen!) eingeschrieben waren. In seinem ersten Semester (Winter 1848/49) hatte v. FEILITZSCH diese Vorlesung mit 4.3% (9 Personen) begonnen.

Wiederholt, musste Studenten der Besuch der Vorlesung wegen Platzmangel verweigert werden. Während einiger Semester kam die Vorlesung infolge des Fehlens eines geeigneten Raumes überhaupt nicht zustande. Bezeichnend für die Situation ist eine Episode über 24 Stühle, die aus der Aula der

Universität ausgeliehen werden mussten, was zu erheblichen Verwicklungen führte, bis schließlich durch ministerielles Dekret die königlich akademische Administration in Greifswald ermächtigt wurde, 24 neue Stühle anzuschaffen.

Ein erster wichtiger Erfolg für v. FEILTZSCH war die Vereinigung der beiden Greifswalder physikalischen Kabinette. Die Akten [3] enthalten dazu eine lakonisch klingende Notiz: Auf der am 18. 5.1857 um 4 Uhr im Concilar-Zimmer des großen Universitätsgebäudes durchgeführten Konferenz des Königlichen Universitäts-Kuratoriums „wurde dem Prof. Dr. TILLBERG die Sammlung von Apparaten sowie die von ihm benutzten Räume abgenommen, und dem Prof. v. FEILTZSCH überwiesen“. Grundlage dieses Aktes war ein hohes ministerielles Reskript vom 12. Mai 1857, das zugleich als Gründungsurkunde des Physikalischen Institutes gelten kann. Allerdings war damit zunächst nur wenig gewonnen. Das neue Institut blieb provisorisch untergebracht. Es erhielt im westlichen Flügel des Universitätshauptgebäudes 3 Räume zugewiesen. Eine durchgreifende Verbesserung der Raumsituation konnte auch in den nächsten Jahren nicht erreicht werden. So blieb die alles beherrschende Frage der weiteren Entwicklung der Physik in Greifswald die der Errichtung eines Institutsneubaues. Nur ein Neubau konnte auf längere Sicht die Attraktivität des Standortes für Berufungskandidaten aus den vorderen Reihen der deutschen Physiker sichern.

Dies zeigte sich z.B. in aller Deutlichkeit bei der anstehenden Nachfolge von v. FEILTZSCH 1885. Damals bestand für Greifswald die Chance, einen Physiker aus der ersten Reihe zu gewinnen, nämlich Heinrich HERTZ, den größten Hoffnungsträger der deutschen Physik am Ausgang des 19. Jahrhunderts. In einem Gespräch am 27.12.84 hatte der in allen akademischen Berufungsfragen Preußens mit administrativer Allmacht entscheidende Geheime Regierungsrat Friedrich ALTHOFF für H. HERTZ auch Greifswald in Vorschlag gebracht.

HERTZ entschied sich schließlich für Karlsruhe, weil dort hervorragende experimentelle Bedingungen bestanden. Er zog die Polytechnische Schule einer Universität vor, da letztere kein ordentliches Institut aufweisen konnte. Der Wunschkandidat der Fakultät in Karlsruhe war übrigens Anton OBERBECK gewesen, der auf den Lehrstuhl in Karlsruhe verzichtet hatte und schließlich Nachfolger für v. FEILTZSCH in Greifswald wurde, nachdem ihm das Ministerium den Neubau eines Institutes fest zugesichert hatte. Gebaut wurde das neue Haus in den Jahren 1889-91. Seit dem ersten Antrag, den v. FEILTZSCH bereits 1867 gestellt hatte, waren inzwischen mehr als zwei Jahrzehnte vergangen!

Allerdings konnte sich das Ergebnis sehen lassen. Das neue Institut entsprach den aktuellen Anforderungen an physikalische Forschung und Lehre am Ausgang des 19. Jahrhunderts in vorzüglicher Weise. Im Kreis der kleinen und mittleren Universitäten Deutschlands verfügte nun auch Greifswald auf dem Gebiet der Physik über vergleichbar gute äußere Bedingungen. Während seiner Amtszeit hatte v. FEILTZSCH das Vorlesungsangebot in fast allen Bereichen der Klassischen Physik modernisiert und erweitert. Die Entwicklung der Forschungstätigkeit blieb allerdings aus naheliegenden Gründen in einem sehr bescheidenen Rahmen. Trotz einer langen Geschichte konnte die Physik in Greifswald bisher auf kein einziges Ergebnis von bleibendem Rang verweisen, etwa vergleichbar der Erfindung des elektrischen Kondensators im nicht weit entfernten Cammin durch den Domdechanten des dortigen Klosters, Ewald von KLEIST am 11. Oktober 1745.

E.K. O. v. FEILTZSCH hat etwa 40 wissenschaftliche Arbeiten publiziert, überwiegend aus dem Gebiet der Elektrizität und des Magnetismus. Ihr Niveau entsprach der Mehrzahl der Untersuchungen, über die in den damals gängigen Journalen berichtet wurde. Als eine Besonderheit ist der gemeinsam mit W. HOLTZ realisierte Bau eines Magneten zu erwähnen, der als der stärkste seiner Zeit galt [6]. Er übertraf die bis

dahin benutzten Magneten (z.B. von M. FARADAY oder J. PLÜCKER) um ein Vielfaches. Vorgestellt wurde dieses Greifswalder Unifkat in einer Sitzung des Naturwissenschaftlichen Vereins von Neu-Vorpommern und Rügen am 5. November 1879. Leider hat v. FEILITZSCH, der Mitbegründer dieses Vereins war, den Magneten nicht für wissenschaftliche Originaluntersuchungen, sondern lediglich für Demonstrationszwecke eingesetzt. Zweifellos wurde hier eine günstige Gelegenheit versäumt.



### PHYSIKALISCHES INSTITUT

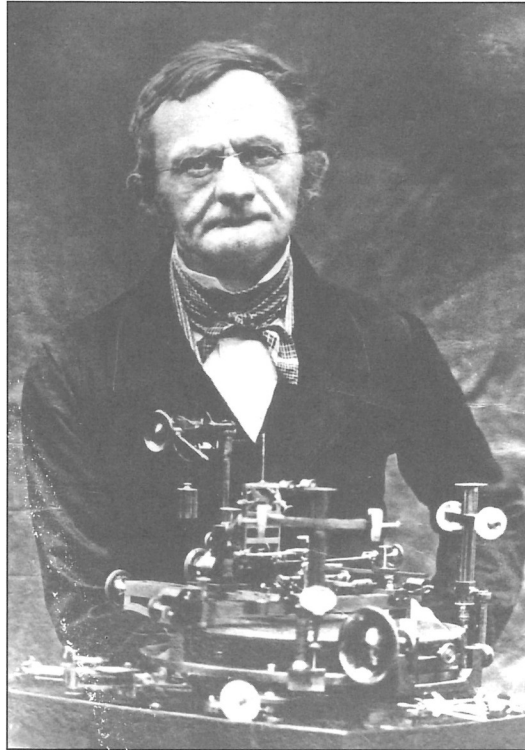
1. 4. 1889	Baubeginn
17. 4. 1891	Gebäude zur Nutzung übergeben Fertigstellung des großen Auditoriums erst im Juni Baukosten: 204.500 Mark Nutzfläche: 715 m <sup>2</sup>
Erdgeschoss	Sprechzimmer des Direktors Arbeitszimmer des Direktors 2 Zimmer für den a.o. Professor
1. Stock	Praktikumsräume Kleines Auditorium Bibliothek
2. Stock	Wohnung des Assistenten (Wohnung des Direktors in einem benachbarten Haus, das 1892 von der Universität durch Kauf erworben wurde) Seminarraum

	Astronomische Sammlung
Keller	Wohnung des Institutsdieners Heizungsanlage (Warmluft) Maschinenanlage (6 PS) Gasmotor und Dynamo
1897	Gaslicht im Auditorium
1900	Präzisionsmessung Fußboden Erdgeschoss = 6,888 m über NN
1901	Bauliche Veränderungen: Kellerwerkstatt, großer Batterieraum, neues Gas- und Wasserleitungsnetz
1905	Anschluss an Städtische Elektrizitätszentrale Elektrische Beleuchtung im Großen Auditorium
1909	Alle Räume erhalten elektrische Beleuchtung und Starkstromanschluss
1912	Einrichtung von Spültoiletten
1924	Der Beobachtungsplattform auf dem Turm wird eine Kuppel aufgesetzt
1929/30	Ausbau des Dachgeschosses

Über ein ähnliches Versäumnis ist auf optischem Gebiet zu berichten. Die obige Feststellung, dass v. FEILITZSCH in der bisherigen Greifswalder Physik kein einziges Ergebnis von bleibendem Rang vorfand, ist nicht ganz zutreffend. Seit 1835 wirkte in der Stadt ein Mechanicus und Instrumentenmacher, Friedrich Adolph NOBERT, der in den Jahrzehnten der Gründung und ersten Entwicklungsphase des hiesigen Physikalischen Institutes auf dem Gebiet der optischen Präzisionstechnik Weltgeltung erlangte.

F.A. NOBERT war nicht mit festem Gehalt an der Universität angestellt. Er durfte sich jedoch Universitätsmechanicus nennen und führte gelegentlich Arbeiten für die Universität aus. Sowohl TILLBERG wie auch v. FEILITZSCH haben von seinen überragenden mechanischen Fertigkeiten und physikalisch-mathematischen Kenntnissen, die er sich als Autodidakt in hartem Selbststudium angeeignet hatte, kaum Nutzen gezogen. Als er 1850 in die nahe gelegene Stadt Barth zog, brach der Kontakt gänzlich ab. Dass ein Mechaniker vom Rang NOBERTs nicht an der Universität gehalten wurde, war ein Fehler. Ein zweiter Fehler war, dass die Bewerbung eines ihm ebenbürtigen Nachfolgers mit fadenscheinigen Gründen, die zum guten Teil auf das Konto des Wortführers J. A. GRUNERT gingen, in der Fakultät auf Ablehnung stieß. Dieser ebenbürtige Nachfolger war Carl ZEISS aus Jena, dessen Bewerbung an der Verweigerung eines „fixierten“ Gehaltes und mit Hinweis auf seinen Status als Ausländer scheiterte. Der Weggang NOBERTs aus Greifswald war auch für ihn selbst ein Fehler. In Barth vereinsamte er zunehmend. Einer seiner wenigen Bekannten schloss nach NOBERTs Tod die Würdigung seiner Lebensleistung mit der treffenden Formulierung: „Jetzt ruht er ... auf dem Friedhof zu Barth, dessen Bewohner mit ihm weniger bekannt waren, als die Naturforscher des Erdreiches“ [7].





### **Friedrich Adolph NOBERT**

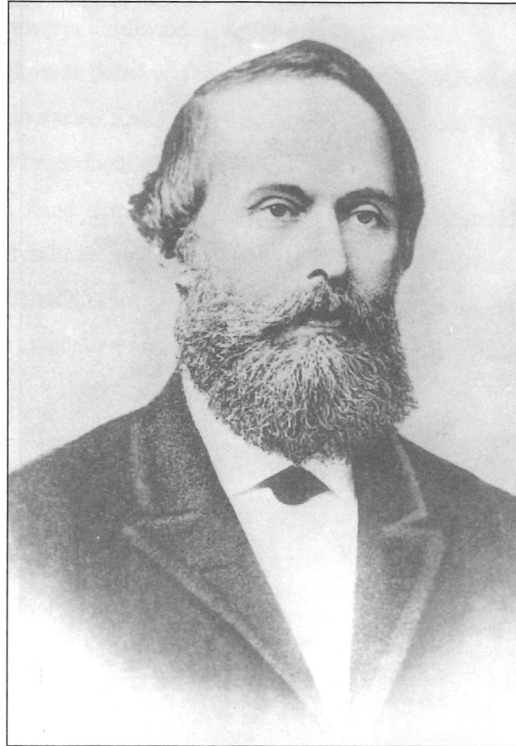
17.01.1806	geboren in Barth
1812 - 1823	Elementarunterricht an der Bürgerschule; Lehre in der Uhrmacherwerkstatt des Vaters; anschließend autodidaktische Beschäftigung mit Mathematik, Astronomie, Physik
1827	Gewerbeausstellung in Berlin (Preis für eine Taschenuhr)
01.10.1833- 07.08.1834	Stipendium zum Besuch des Gewerbeinstitutes Berlin Bekanntschaft mit dem Berliner Astronomen F. ENCKE
1835 - 1850	Universitätsmechaniker in Greifswald. Brillante Vervollkommnung seiner Kreisteilmachine (Veröffentlichung in POGGENDORFs Annalen 1844)
1845	Erste Mikroskop-Prüfungsplatte
ab 1850	Instrumentenmacher in Barth; Bau hervorragender optischer und astronomischer Geräte; ständige Verbesserung der Mikrometer- und Beugungsgitter; Veröffentlichungen in physikalischen und astronomischen Zeitschriften; Kontakte zu den führenden Spektroskopikern seiner Zeit
21.02.1881	gestorben in Barth

F. A. NOBERT baute hervorragende Mikroskope, astronomische Uhren, Quadranten etc., die dem Weltstand seiner Zeit entsprachen. Aber in der Herstellung optischer Mikrometer und Beugungsgitter war er über Jahrzehnte allein der führende Mann. Durch die Entwicklung einer Teilungsmaschine konnte er mit einer Diamantspitze auf Glasplatten Rillen ritzen, deren Geradheit, Regelmäßigkeit, Anzahl und minimaler gegenseitiger Abstand in den Jahren zwischen etwa 1850 bis 1880 unübertroffen waren. NOBERTs Beugungsgitter, etwa von der Größe einer Briefmarke, bestanden aus bis zu 12.000 Rillen. Mit einem solchen Gitter entwarf Jonas Anders ANGSTRÖM einen Atlas der Linien im Sonnenspektrum, der lange die Grundlage für alle Wellenlängenbestimmungen bildete (Genauigkeit etwa  $1:10^5$ ). Die NOBERTschen Prüfungsplatten für die Leistungsfähigkeit von Mikroskopen wiesen in der feinsten Teilung Strichabstände von nur etwa 100 nm auf, die natürlich alle Hersteller von Lichtmikroskopen hoffnungslos überforderten und erst mit dem Elektronenmikroskop aufgelöst werden konnten.

Die Einrichtung einer festen Mechanikerstelle am Physikalischen Institut erreichte v. FEILITZSCH 1858. Damit belief sich der Personalbestand des neuen Institutes nun auf zwei Personen. Das war deutlich weniger als die damals optimale Besetzung (1-2 Professoren, 1 Assistent, 1 Mechaniker, Institutsdiener). Die sehr bescheidenen Greifswalder Verhältnisse bestanden auch noch 1877, als die Einrichtung einer Assistentenstelle nur durch die Umwandlung der Mechanikerstelle zu erreichen war.

Erster Assistent am Physikalischen Institut wurde Wilhelm HOLTZ, dessen Name in der Geschichte der Elektrizität für immer mit der Erfindung der Influenzelektroskopmaschine (1865) verbunden bleibt. W. HOLTZ hat in dem über 30-jährigen Wirken in Greifswald wesentlich zur Stärkung des Ansehens der hiesigen Physik beigetragen. Aus seiner Feder stammen zahlreiche Arbeiten, fast durchweg die Elektrizitätslehre betreffend, darunter mehr als 30 zur Elektrifizierungsmaschine. Lang ist auch die Liste seiner Ehrungen. Von den Studenten wurde er wegen seines geradlinigen Charakters, der mitunter auch einen pommerschen Dickschädel nicht verleugnete, sehr geschätzt. Sein beachtliches wissenschaftliches Werk beeindruckt auch besonders durch den Umstand, dass es z. T. unter schwierigen persönlichen Bedingungen zustande kam. W. HOLTZ erkrankte schon in jungen Jahren an einem unheilbaren Nervenleiden.

Auch der Nachfolger von F. K. O. v. FEILITZSCH auf dem Greifswalder physikalischen Lehrstuhl, Anton OBERBECK, zählte zu den Leistungsträgern in den vorderen Reihen der deutschen Physiker. Hermann von HELMHOLTZ hielt große Stücke auf ihn und Emil du BOIS-REYMOND sah in ihm einen der tüchtigsten unter den jüngeren Physikern. Seine Publikationsliste umfasst rund 130 Titel aus einem breiten Themenspektrum, jedoch mit dem Schwerpunkt Elektromagnetismus. In der Geschichte der Physik ist allerdings nur eine Untersuchung mit seinem Namen verbunden geblieben, die der sog. OBERBECKschen sympathischen Pendel. Erstmalig wurde das eindrucksvolle Experiment zu den mechanischen Koppelschwingungen im Naturwissenschaftlichen Verein am 11. Mai 1887 gezeigt [8]. A. OBERBECK gab dazu auch eine umfassende mathematische Analyse. 1895 übertrug er seine Überlegungen auf elektrische Schwingkreise. In dieser Form sind sie später ein wichtiger Beitrag zur drahtlosen Telegraphie geworden, die bis 1897 ihre Reichweite durch einfache Vergrößerung der Antennen erzielte, aber bald an eine Grenze stieß (15-20 km). Der Schlüssel für größere Reichweiten lag in der Erhöhung der Selektivität durch die Anwendung abstimmbarer gekoppelter Resonanzkreise



### **Wilhelm Theodor Bernhard HOLTZ**

15.10.1836	geboren in Saatel bei Barth
1848 - 1856	Gymnasium in Stralsund
1857 - 1862	Studium der Mathematik, Physik und Chemie in Berlin, Dijon und Edinburgh
1863 - 1877	Privatgelehrter in Berlin. Arbeiten im eigenen Laboratorium
1865	Erfindung der Influenzelektroversiermaschine
1866	Ehrenmitglied der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin
1869	Korrespondierendes Mitglied der Königlich-Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen; Ehrendoktor der Universität Halle
1877	Erster wissenschaftlicher Assistent am Physikalischen Institut der Uni Greifswald
1881	Habilitation
1884	Extraordinarius in Greifswald
1883 - 1885	Kommissarischer Institutsdirektor
1906	Geheimer Regierungsrat
1910	Beurlaubung aus Krankheitsgründen
27.09.1913	gestorben in Greifswald

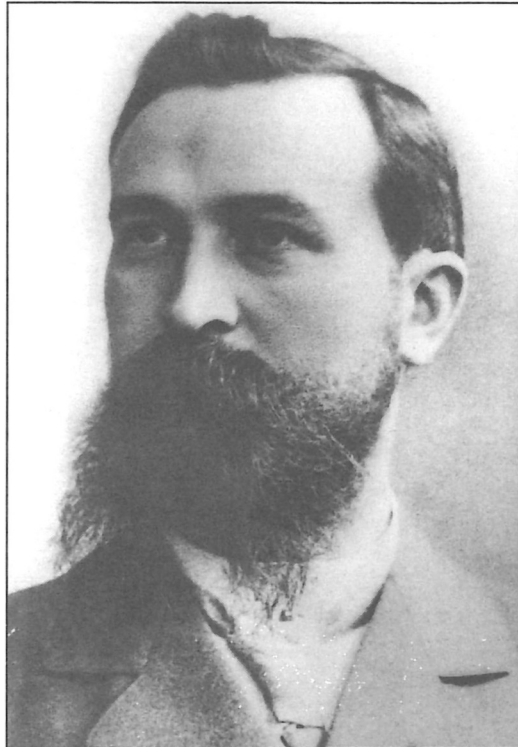


### **Anton OBERBECK**

25.03.1846	geboren in Berlin
1855 - 1864	Französisches Gymnasium Berlin
1864 - 1868	Studium der Mathematik, Physik und Chemie in Berlin und Heidelberg
1868	Promotion bei Gustav MAGNUS in Berlin. Thema: „Über die sog. Magnetisierungskonstante“
1870	Lehramtsprüfung in Berlin
1871 - 1878	Lehrer an der Sophien-Realschule Berlin Daneben physikalische Untersuchungen bei HELMHOLTZ
1878	Habilitation in Halle. Thema: „Fortpflanzung der magnetischen Induktion in weichem Eisen“
1879	Extraordinarius in Halle
1885	Ordinarius und Institutsdirektor in Greifswald. Durchführung von Vorlesungen in Theoretischer Physik und Einführung eines regelmäßigen physikalischen Praktikums
1889 - 1891	Institutsneubau
1895	Ordinarius in Tübingen
23.10.1900	gestorben in Berlin

Ab 1898 untersuchte Ferdinand BRAUN die physikalischen Grundlagen der drahtlosen Telegraphie und konnte dabei von den OBERBECKschen Arbeiten ausgehen. Ihre Bedeutung hat F. BRAUN in seiner Rede anlässlich der Verleihung des NOBEL-Preises an ihn (1909) ausdrücklich hervorgehoben. A. OBERBECK stand dem Physikalischen Institut in Greifswald 10 Jahre vor. Die beiden nächsten Direktoren blieben nur jeweils 5 1/2 bzw. 4 Jahre im Amt.

Mit Franz RICHARZ kam 1895 ein noch junger Physiker nach Greifswald, dessen wissenschaftliche Qualitäten mit denen seines Vorgängers vergleichbar waren.



**Franz RICHARZ**

15.10.1860	geboren in Endenich bei Bonn
1878 - 1884	Physikstudium in Bonn, Straßburg, Berlin
28.11.1884	Promotion in Berlin bei v. HELMHOLTZ
30.11.1888	Habilitation in Bonn
1888 - 1895	Privatdozent in Bonn
14.07.1895	Ordinarius und Institutsdirektor in Greifswald
01.04.1901	in gleicher Funktion nach Marburg
10.06.1920	gestorben in Marburg

Auch er war überwiegend ein Elektrophysiker, der später hervorragende Darstellungen der Grundzüge der MAXWELLSchen Theorie und Elektronentheorie gab. Bekannt geblieben ist sein Name durch eine gemeinsam mit Otto KRIGAR-MENZEL durchgeführte Präzisionsmessung der Gravitationskonstanten (1896). Verdienste erwarb er sich auch durch die Herausgabe der HELMHOLTZschen Vorlesungen über Wärmetheorie.



### **Carl Georg Walter KÖNIG**

20.11.1859	geboren in Berlin
1878 - 1882	Physikstudium in Tübingen und Berlin
04.08.1882	Promotion in Berlin bei v. HELMHOLTZ
1883 - 1887	Assistent bei QUINCKE in Heidelberg
25.06.1887	Habilitation bei WIEDEMANN in Leipzig
1887 - 1892	Assistent bei WIEDEMANN, Privatdozent
1892 - 1899	Dozent für Physik am Physikalischen Verein zu Frankfurt/a. M.
07.10.1899	Extraordinarius in Greifswald (Vertretung des erkrankten W. HOLTZ)
19.06.1901	Ordinarius und Institutsdirektor in Greifswald
01.03.1905	in gleicher Funktion nach Gießen
02.08.1936	gestorben in Gießen

Sein Nachfolger im Amt des Direktors, Carl Georg Walter KÖNIG hat kaum erwähnenswerte Spuren hinterlassen, weder in seiner kurzen Greifswalder Ara noch vorher und später. Auffällig bei ihm sind ausgeprägte historische und biografische Interessen (Gedenkreden für HELMHOLTZ, RÖNTGEN, ZEPPELIN, EPSTEIN, QUINCKE; Geschichte der elektrischen Beleuchtung).

Auf das erste halbe Jahrhundert eigenständiger Geschichte der Physik in Greifswald zurückblickend, kann festgehalten werden, dass in der Forschung und Lehre der Anschluss an das allgemeine akademische Niveau in Deutschland hergestellt wurde. Das hiesige Physikalische Institut war um 1900 eines unter einer größeren Anzahl etwa gleichrangiger in Deutschland geworden. Dies beweist auch das geschilderte Berufungsgeschehen. Alle neu nach Greifswald berufenen Physiker waren durch wissenschaftliche Leistungen ausgewiesen und häufig Schüler der ganz Großen jener Zeit: Gustav MAGNUS, Hermann von HELMHOLTZ, Julius PLÜCKER ... Diejenigen, die Greifswald wieder verließen, erhielten alle angesehene Ordinariate anderer Universitäten usw. Und doch überwog in allem noch der Durchschnitt, auch wenn er z. T. recht gut war. Auf Leistungen, die eine Epoche mitbestimmen, konnte bisher keiner der Greifswalder Physiker verweisen. Genau dies wurde mit Gustav MIE und Johannes STARK erreicht.

Die wichtigsten seiner Maßstäbe setzenden Arbeiten hat G. MIE in den Greifswalder Jahren 1902 - 1917 durchgeführt.

- 1908 Theorie der Lichtstreuung an Teilchen (MIE-Effekt) [9]
- 1910 Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus [10]
- 1912/13 Einheitliche Theorie von Teilchen und Feld [11]

Die erste Arbeit, die G. MIE bekannt machte, war seine Untersuchung elektrischer Wellen auf Paralleldraht-Systemen. In ihr gab er 1900 eine vollständige theoretische Behandlung des LECHER-Problems. Über die Qualität dieser Arbeit war die Community der Physiker sehr erstaunt. Da keiner der Schüler der damals berühmten Theoretiker MIE hieß, nahm man an, dass der Autor ein theoretisch interessierter Elektrotechniker sei. Die genannte Arbeit brachte MIE 1902 das Greifswalder Extraordinariat ein, welches hier traditionsgemäß mit der Vertretung der theoretischen Physik verknüpft war. Sicherlich kann man MIE als den geborenen Theoretiker mit einer glänzenden mathematischen Begabung bezeichnen. Auch um schwierigste theoretische Fragen hat er niemals einen Bogen gemacht. Aber er war zugleich auch ein Praktiker und Experimentalphysiker, der sich mit RÖNTGEN-Strukturuntersuchungen an organischen Kristallen oder der Wärmeleitung an verseilten elektrischen Kabeln ebenso beschäftigen konnte.

Einem seiner Promovenden in Greifswald übertrug er die experimentelle Untersuchung der optischen Eigenschaften kolloidaler Goldlösungen [12]. Die MIEsche Arbeit von 1908 gab dazu die in voller Breite ausgeführte Theorie (69 Seiten mit nicht weniger als 102 Gleichungen).

Rückblickend muss man feststellen, dass diese Arbeit, auf der wohl seine heutige Berühmtheit an erster Stelle basiert, sowohl von MIE selbst, als auch den Zeitgenossen weitgehend unterschätzt wurde. Demgegenüber fand sein „Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus“ schnell die ihm gebührende Anerkennung. Dieses Werk steht in der Reihe der Meisterwerke physikalischer Lehrbuchliteratur und war von bedeutendem Einfluss. Erstmals fand die FARADAY-MAXWELLSche Feldkonzeption für breitere Kreise eine konsequente Darstellung, - immer mit dem PHYSIKALISCHEN Phänomen im Mittelpunkt und ohne jede mathematische Verzierungen. Selbst ein Meister der Lehrbuchliteratur, hat Arnold SOMMERFELD das Buch MIEs „eine tiefdurchdachte Darstellung der Elektrodynamik“ genannt.



### **Gustav MIE**

29.09.1868	geboren in Rostock
1874 - 1886	Gymnasium in Rostock
1886 - 1888	Studium in Rostock (Mathematik und Geologie)
1888 - 1890	Studium in Heidelberg (Mathematik als Schüler von Leo KÖNIGSBERGER, Mineralogie) Hilfsassistent am Mineralogischen Institut bei K. ROSENBUSCH: MIE hört während des Studiums keine einzige Vorlesung in Physik.
Herbst 1890	Staatsexamen (schriftlich) in Mathematik und Physik (nach Selbststudium)
Frühjahr 1891	Mündliche Prüfung bei Otto LEHMANN an der TH Karlsruhe
Sommer 1891	Promotion in Heidelberg über ein „sehr abstraktes Problem der partiellen Differentialgleichungen“. Danach Lehrer an einer Privatschule in Dresden
1892	Assistent O. LEHMANNs in Karlsruhe
1897	Habilitation für Physik in Karlsruhe
01.01.1902	Extraordinariat für Theoretische Physik in Greifswald
17.09.1905	Ordinarius und Institutsdirektor in Greifswald



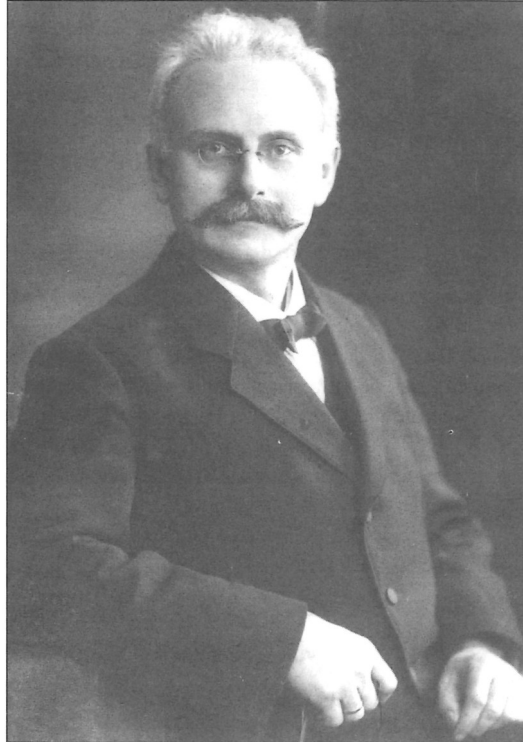
1915	Geheimer Regierungsrat
1916/17	Rector Magnificus
1917	Ordinarius in Halle
1924	Ordinarius in Freiburg
1935	Emeritierung
13.02.1957	gestorben in Freiburg

Der euphorische Terminus „tiefdurchdacht“ passt auch vorzüglich auf MIEs Arbeiten zur Vereinheitlichung des physikalischen Weltbildes und der Überwindung des Gegensatzes Feld/Materie/Teilchen, obwohl es sich dabei nur um erste Schritte auf einem langen Weg in diese Richtung handelte. Die wissenschaftlichen Ergebnisse der 15-jährigen Ara MIE in Greifswald zusammenfassend, darf mit vollem Recht festgestellt werden, dass sie einen vielversprechenden, hoffnungsvollen Start in das neue Jahrhundert darstellten.

Der mit Abstand berühmteste unter allen in Greifswald tätig gewesenem Physikern ist Johannes STARK. Aber in seiner Person mischen sich überragende fachliche Leistung mit schwerwiegender politischer und moralischer Fehlleistung. Als einer der prominentesten Parteigänger des deutschen Faschismus in der Wissenschaft ist sein Name auch mit den Verbrechen dieses Systems verbunden und jedes Gedächtnis an ihn bleibt durch Zweispalt belastet.

Als er 1917 nach Greifswald kam, befand er sich auf dem Höhepunkt seiner wissenschaftlichen Karriere. Er gehörte zu dem kleinen Kreis führender Atomphysiker und genoss den Ruf eines glänzenden Experimentators. Als nahezu unverwundlich galt seine Arbeitskraft. Insgesamt veröffentlichte er über 300 Arbeiten, darunter auch eine stattliche Anzahl von Büchern und Broschüren. Bereits wenige Jahre nach der Promotion (1897-1904) umfasste sein Literaturverzeichnis schon 66 Publikationen.

STARKEs Hauptarbeitsgebiet waren die von extremer Komplexität beherrschten Phänomene des elektrischen Stromes in Gasen. J. STARK ist einer der Väter der klassischen Gasentladungsphysik in Deutschland. Schon 1902 fasste er den Stand dieses Gebietes erstmalig in einer umfassenden Monographie zusammen: „Die Elektrizität in Gasen“. Auf der einen Seite ist dieses Buch eine enorme Fleißleistung (500 Seiten, 2400 Literaturzitate), andererseits jedoch der groß angelegte Entwurf der Einordnung aller Erscheinungen in ein einheitliches Konzept, nämlich in die sog. Ionentheorie des Stromes im Gas, zu deren wichtigsten Wegbereitern das Buch zählt. Bemerkenswert an ihm sind auch die geäußerten Voraussagen und Prognosen (z.B. die Voraussage des DOPPLER-Effektes an Kanalstrahlen oder die Prognose von der zukünftigen Bedeutung dessen, was heute Plasmachemie heißt). Die erste experimentelle Meisterleistung STARKEs war die Entdeckung des genannten Effektes 1905, - ein Meilenstein für die damals hoch im Kurs stehende Kanalstrahl-Physik. Um die Zeit seines ersten Greifswalder Aufenthaltes liegen STARKEs Beiträge zur Quantenphysik. Nach A. EINSTEIN ist er der zweite herausragende Physiker, der die umfassende Bedeutung der PLANCKschen Hypothese erkennt und versucht, sie an verschiedenen Phänomenen zu bestätigen (Grenze des RÖNTGEN-Spektrums 1907, Photochemie 1908, DOPPLER-Effekt an Kanalstrahlen 1908).



### **Johannes STARK**

15.04.1874	geboren in Schickenhof, Oberpfalz
1894	Abitur nach Besuch von Gymnasien in Bayreuth und Regensburg
1894 - 1897	Studium der Mathematik und Physik in München
1897	Promotion bei E. v. LOMMEL in München
1898	Lehramtsprüfung, Assistent bei v. LOMMEL
1900	Habilitation an der Universität Göttingen
1900 - 1906	Assistent bei E. RIECKE in Göttingen Leitung des Praktikums für Radiologie und Elektronik
01.04.1906	Dozent für praktische Physik und Photographie an der TH Hannover
07.05.1906	Ernennung zum a.o. Professor
1907 - 1908	Vertretung des Extraordinarius O. H. STARKE in Greifswald
01.04.1909	Ordinarius in Aachen
1915	MATTEUCCI-Medaille
01.04.1917	Ordinarius und Institutsdirektor in Greifswald
1919	NOBEL-Preis

1920 - 1922	Ordinarius in Würzburg
1922 - 1933	Forschungsarbeit im Privatlaboratorium
1933	Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Berlin
1934	Präsident der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaften, der späteren Deutschen Forschungsgemeinschaft
1936	Rücktritt vom Amt des Präsidenten der DFG
1939	Versetzung in den Ruhestand
09.07.1947	Entnazifizierungsverfahren in Traunstein. Einstufung J. STARKs als „hauptschuldig“ (d.h. erste von fünf Gruppen: 1=hauptschuldig ... 5=entlastet; Verurteilung zu 4 Jahren Arbeitslager, Vermögenseinzug)
5.11.1947	Wegen schlechter Gesundheit Entlassung in häusliche Pflege
26.07.1949	Berufungsverhandlung in München. Einstufung in Gruppe 3 der Minderbelasteten; 1000 Mark Bußgeld und ein Jahr Bewährung
21.06.1957	gestorben auf Gut Eppenstatt im Landkreis Traunstein

Seine größte experimentelle Leistung ist natürlich die Entdeckung des mit seinem Namen verbundenen Effektes, den er 1913, nach 6 Jahren vergeblicher Versuche, nachweisen konnte. Dazu mussten enorme experimentelle Schwierigkeiten überwunden werden. Um die Zeit seines zweiten Greifswalder Aufenthaltes beschäftigte sich J. STARK wissenschaftlich überwiegend mit spektroskopischen Fragen, die an seine vorherigen Arbeiten anknüpften, z. B. mit dem Nordlichtspektrum, das er als ein Spektrum positiver Strahlen interpretierte [13]. Die Frage nach der Art der Träger der Spektren von Kanalstrahlen oder allgemein von Gasentladungen wurde damals noch heftig diskutiert, und J. STARK setzte sich zur Auffassung der Mehrzahl der Spektroskopikern in einen Widerspruch [14]. Überhaupt kann festgestellt werden, dass er während des I. Weltkrieges und kurz danach verstärkt in Kontroverse zu führenden Physikern seiner Zeit geriet, auch zu eigenen Auffassungen, die er vorher, z.T. mit Vehemenz, verfochten hatte. So rückte er unmissverständlich von der Quantenhypothese ab und zweifelte die Gültigkeit der Beziehung  $eV = h\nu$  bei der spektralen Emission von Atomen infolge Elektronenstoß an [15]. Nachdem er bereits in seinem NOBEL-Vortrag 1919 über das BOHRsche Atommodell ein ungünstiges Urteil abgegeben hatte, erschien 1920 eine massive Kritik der BOHRschen Theorie der Lichtemission [16].

Eine Wurzel dieser unheilvollen Entwicklung liegt in STARKs ausgeprägter Geringschätzung mathematisch-abstrakter physikalischer Begriffs- und Theorienbildung. Ob er dabei den großen modernen Theorien (Relativitäts- und Quantentheorie) nicht mehr folgen wollte oder schließlich wegen Schwierigkeiten im Verständnis nicht mehr folgen konnte, mag dahingestellt bleiben. In jedem Fall geriet er zunehmend in ein wissenschaftliches Abseits.

J. STARK war ein begnadeter Experimentalphysiker klassischer Prägung, dem jedoch die volle physikalische Offenbarung, deren Wesen immer stark mit einer Theorie verflochten ist, versagt blieb.

Als J. STARK schließlich begann, seine abwegigen physikalischen Auffassungen mit persönlichen und ideologischen Angriffen zu verschmelzen, waren katastrophale Folgen für den Augenblick unabwendbar, an dem er eine machtpolitische Handhabe zur Umsetzung seiner Ansichten erhielt. Dieser Augenblick kam 1933. Als ein Gefolgsmann Adolf HITLERs erlangte STARK schnell einflussreiche Ämter und begann, die deutsche Physik nach dem Führerprinzip neu zu ordnen. Die Folgen waren in der Tat katastrophal. Der Fall Johannes STARK ist eines jener unheilvollen Paradebeispiele in der Geschichte der Physik, zu denen ideologischer Fanatismus, sei er religiös, politisch oder rassistisch motiviert, führen kann.

In der Zeit seines Greifswalder Aufenthaltes, die durch die Verleihung des NOBEL-Preises an ihn (1919) noch in überwiegend glanzvollem Licht erscheint, zeichnete sich das düstere Ende J. STARKS erst in Andeutungen ab.

## Literatur

Vorbemerkung: Im Rahmen einer Arbeitsgruppe (sog. Jugendobjekt) haben Greifswalder Physikstudenten in den 80er Jahren begonnen, systematisch die lokale Physikgeschichte aufzuarbeiten. Ergebnisse liegen in mehreren Beleg- und Lehrendiplomarbeiten vor. In einer umfangreichen Dokumentation (6 Aktenordner) wurde von der studentischen Leiterin des Projektes, Frau Ute PETERSOHN, eine Fülle historischen Materials zusammengetragen, auf das sich auch der vorliegende Artikel dankbar stützen konnte. Die Dokumentation steht in der Institutsbibliothek der Öffentlichkeit zur Verfügung.

[1] SCHALLREUTER, W. „Die Geschichte des Physikalischen Institutes der Universität Greifswald“, Festschrift zur 500-Jahrfeier der Universität Greifswald, Bd.2 (1956) 456.

KOSEGARTEN, J. G. L. „Geschichte der Universität Greifswald mit urkundlichen Beilagen“, Greifswald 1857.

[2] Altes Archiv der Philosophischen Fakultät der Universität Greifswald.

[3] v. FEILITZSCH, F. K. O. „Auszüge aus den Akten des Physikalischen Institutes“, Universitätsbuchdruckerei von F. KUNIKE, Greifswald 1867.

[4] KARSTEN, G. „Von der Stellung der Naturwissenschaften, besonders der physikalischen, an unseren Universitäten“, Academische Buchhandlung zu Kiel, 1849.

[5] Physikalische Blätter 51 (1995) Heft 1.

[6] v. FEILITZSCH, F. K. O. und HOLTZ, W. Ein Elektromagnet von ungewöhnlicher Größe“ Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen 12 (1880) 51.

[7] ROLLMANN, W. „Friedrich Adolph NOBERT“, Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen 15 (1884) 38.

[8] OBERBECK, A. „Bericht über verschiedene, für das physikalische Institut in Greifswald construierte Apparate und über einige Versuche mit denselben“, Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen 19 (1888) 71.

[9] MIE, G. „Beiträge zur Optik trüber Medien, speziell kolloidaler Metallösungen“, Annalen der Physik 25 (1908) 376.

- [10] MIE, G. „Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus“, Verlag F. ENKE, Stuttgart 1910.
- [11] MIE, G. „Grundlagen einer Theorie der Materie“, Annalen der Physik 37 (1912) 511; 39 (1912) 1; 40 (1913) 1.
- [12] STREUBING, W. „Über die optischen Eigenschaften kolloidaler Goldlösungen“, Annalen der Physik 26 (1908) 329.
- [13] STARK, J. „Das Nordlichtspektrum, ein Spektrum positiver Strahlen“, Annalen der Physik 54 (1917) 598.
- »Die Geschwindigkeit der Nordlichtstrahlen“ Die Naturwissenschaften 6 (1918) 397
- [14] STARK, J. „Bericht über die Träger der Spektren der chemischen Elemente“, Jahrbuch Radioakt. und Elektronik 14 (1917) 139
- [15] STARK, J. „Zur Deutung des Schwellenwertes der Energie für die Erregung der Lichtemission durch Stoß“, Verh. der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 18 (1916) 42
- [16] STARK, J. „Zur Kritik der BOHRschen Theorie der Lichtemission“, Jahrbuch Radioakt. und Elektronik 17 (1920) 161