

Die Physik befindet sich derzeit, besonders seit Beginn des letzten Viertels des nunmehr verflohenen Jahrhunderts, in einer Periode steten Wachstums ihres Inhaltes, und zwar sowohl nach der Seite der Entdeckung von Einzelercheinungen und ihrer praktischen Verwertung hin, als auch in kaum geringerem Maße hinsichtlich der Verknüpfung und gleichzeitigen Vertiefung ihrer Grundvorstellungen. In einem solchen Zeitabschnitte pflegt sich erfahrungsgemäß das Interesse für die geschichtliche Entwicklung von Erkenntnissen und Theorien, die schon längere Zeit zu den gesicherten Besitzstücken der Wissenschaft gehören, minder lebhaft zu bethätigen. Und doch bietet in Bezug auf Entdeckungen und ihre erklärende Zusammenfassung auf physikalischem Gebiete der Anfang dieses Jahrhunderts kaum weniger interessanten und wichtigen Stoff als sein Ausgang, der unsere Aufmerksamkeit um so mehr in Anspruch nimmt, als es damals wie heute ein bestimmt umgrenztes Gebiet der Physik ist, das sich zu einer zunächst zwar noch auf Hypothesen beruhenden, aber doch in sich einheitlichen und mit der mannigfaltigen Fülle der beobachteten Erscheinungen in Übereinstimmung befindlichen wissenschaftlichen Theorie hindurchringt: wie heute die Elektrik, so war es damals die Optik, welche die Kinderschuhe der bloßen Empirie auszutreten und in das Stadium der wirklich wissenschaftlichen Behandlung einzutreten im Begriffe stand. Freilich ergeben sich neben dieser Ähnlichkeit der wissenschaftlichen Stufe andererseits doch auch recht wichtige und charakteristische Unterschiede — charakteristisch einmal für die in Frage kommenden Wissensgebiete, dann aber namentlich auch für die verschiedenen Zeitabschnitte selbst. Denn wir dürfen nicht vergessen, daß zwischen diesen letzteren eben das Jahrhundert liegt, dem die Zeitgenossen selbst den Namen des naturwissenschaftlichen gegeben haben. Wir haben uns gerade in jüngster Zeit daran gewöhnt, an physikalische Entdeckungen vielfach praktische Anwendungen von teilweise hervorragender kultureller oder humanitärer Bedeutung geknüpft zu sehen; es braucht nur an die Namen Herz, Röntgen, Tesla, Linde, Kernst erinnert zu werden. Besonders charakteristisch ist das Beispiel des erstgenannten Forschers, der als der Vater der drahtlosen Telegraphie anzusehen ist, obwohl dieses nachgeborene Kind ihn leider nicht mehr unter den Lebenden vorfand. Im Gegensatz hierzu stand zu Beginn des Jahrhunderts das rein wissenschaftliche Interesse im Vordergrund; die dürftige praktische Ausbeute neuer Entdeckungen auf dem Gebiete der Optik beschränkte sich im wesentlichen auf Spielereien, wie das Brewstersche Kaleidoskop. Jedoch auch ganz abgesehen von der Möglichkeit praktischer Verwendung der Forschungsergebnisse zeigt der lediglich auf die Erweiterung und Vertiefung wissenschaftlicher Erkenntnis selbst gerichtete Blick wesentliche Unterschiede zwischen damals und jetzt. Am Eingang unseres Jahrhunderts handelte es sich darum, eine durch die größte wissenschaftliche Autorität gedeckte Lehre, die Newtonsche Emissionstheorie des Lichtes, durch eine andere Annahme zu verdrängen, die, obschon auch bereits älteren Ursprungs, doch bislang keine nennenswerte Zahl von Anhängern zu gewinnen vermocht hatte. Es war dies die heute allgemein herrschende

sogenannte Undulationstheorie des Lichtes. Im Gegensatz hierzu handelte es sich bei der wissenschaftlichen Begründung der Elektrik um den experimentellen Nachweis der Richtigkeit eines längst aufgestellten Postulates, das für die elektrischen Erscheinungen die gleiche Quelle in Anspruch nahm wie für die optischen; eine Forderung, die durch die klassischen Versuche von Herz um das Jahr 1887 endlich ihre Erfüllung erhielt. Während diese letzteren demgemäß sogleich ihre verdiente Würdigung fanden, galt es damals für die Gegner der Emissionstheorie einen langwierigen Kampf durchzuführen, dessen erstes Stadium dadurch besonders lehrreich ist, daß es zeigt, wie schwer es in der Wissenschaft ist, Lehrmeinungen, die sich einmal festgesetzt haben, zu verdrängen. Der Vorkämpfer für die Undulationstheorie war in diesem ersten Stadium der Engländer Thomas Young, dem sich erst späterhin andere Forscher, wie Fresnel, Fraunhofer, Arago u. a. zugesellten, und der Schilderung dieses ersten, unermüdlchen, wenn auch noch wenig erfolgreichen Ringens soll die vorliegende Abhandlung gewidmet sein.

Nachdem im Jahre 1727 der größte Physiker aller Zeiten, Isaac Newton, nach einem langen Leben voller Arbeit, aber auch belohnt durch volle Anerkennung seiner großen Verdienste und seiner ungeheuren Leistungen seitens der Zeitgenossen, durch den Tod hinweggerafft worden war, folgte, wie es nach dem Auftreten eines Mannes von so hervorragender Bedeutung häufig der Fall zu sein pflegt, auf dem Gebiete der Physik ein längerer Zeitraum des Epigontums, in dem alle wissenschaftlichen Fortschritte vollständig unter dem Einflusse jenes großen Meisters standen. Seine größte Entdeckung, die der allgemeinen Gravitation nach dem Gesetze, das von ihm den Namen führt, gab seinen Nachfolgern Stoff in reicher Fülle zur Anwendung auf den verschiedenen Gebieten der Physik. „Die Lehre von der allgemeinen Gravitation bedurfte gleich „anderen bedeutenden Fortschritten der Wissenschaft eine bestimmte Zeit, um in der Denkweise der „Menschheit Eingang zu finden; sie mußte durch die Bemühungen nachfolgender Forscher bestätigt, „veranschaulicht und vervollständigt werden. In dem Maße, als die Entdeckung selbst jede frühere „an Bedeutung übertraf, besaßen auch die Züge ihrer natürlichen Folge einen riesenhaften Maßstab; „und zahlreiche ausgedehnte und mühsame Forschungsreihen, deren jede in ihrer Art als Grundlage „eines ausgedehnten Wissensgebietes gelten könnte, und von denen verschiedene manchen hochbegabten „und eifrigen Forscher von jener Zeit bis auf unsere Tage beschäftigt haben, erscheinen uns nur „als Beiträge zur Bestätigung der Newtonschen Theorie.“¹⁾ Die bedeutendste Anwendung mußte jene Theorie naturgemäß auf dem Gebiete der Astronomie finden, wo sie in der That eine vollständige Umwälzung und wissenschaftliche Neubegründung hervorrief. Sie wurde ferner angewendet zur Bestimmung der Erdfigur; die Erscheinung von Ebbe und Flut wurde durch sie der richtigen Erklärungsweise näher geführt.

Aber auch auf die spezielleren Gebiete der Physik, diejenigen nämlich, welche die Erscheinungen der unmittelbaren Affektion eines einzelnen Sinnes physikalisch zu erklären bestimmt sind, erstreckte sich Newtons direkter Einfluß bis weit über ein Menschenalter nach seinem Tode hinaus. In der Akustik, die bis zu seinem Auftreten noch zu keiner gründlichen Erklärung der Natur des Schalles gelangt war, sich vielmehr mit der bloßen Ansammlung empirisch gefundener Gesetze begnügt hatte, legte er den Grund zu einer klaren theoretischen Fortentwicklung in wissenschaftlichem Geiste dadurch, daß er nicht nur zuerst die wahre Natur des Schalles als einer schwingenden Bewegung der Luft erkannte, sondern gleichzeitig eine vollständige Theorie derartiger Vibrationen

¹⁾ Whewell, History of the inductive sciences. 1847. II., S. 195.

in elastischen Medien lieferte. Auf optischem Gebiete verdankt man ihm die epochemachende Entdeckung der Zusammensetzung des weißen Lichtes aus den Strahlen der sogenannten homogenen Farben, und ferner bereicherte er diesen Zweig der Physik durch eine selbst von seinen späteren Gegnern als mustergiltig anerkannte Beschreibung der Farbenercheinungen dünner Blättchen. Gleichzeitig lieferte er in der sogenannten Emissionstheorie den Versuch einer Erklärung der Lichterscheinungen, der sich im Gegensatz zur akustischen Theorie an die Lehre von der allgemeinen Gravitation anlehnte und aus ihr die Mittel zur Erklärung der Erscheinungen entnahm. Bei dem beispiellosen Grade von Ansehen, dessen sich Newton in der gesamten wissenschaftlichen Welt erfreute, ist es nicht zu verwundern, daß auch seine Erklärungsweise in der Optik, zumal sie die damals allein bekannten oder doch näher untersuchten Erscheinungen der Spiegelung und Brechung des Lichts in völlig befriedigender Weise zu erklären vermochte, sowohl von seinen Zeitgenossen als von seinen nächsten Nachfolgern allgemein angenommen, die von Hooke und Huygens aufgestellte Undulationstheorie dagegen verworfen wurde. Während jedoch auf allen übrigen Gebieten Newtons theoretische Grundvorstellungen durch die Späteren nur erweitert und vervollständigt wurden, einer Berichtigung dagegen nicht bedurften, lehrten weitere Entdeckungen auf optischem Gebiete die Unrichtigkeit der Newtonschen Hypothese bis zur Evidenz, wodurch ein lehrreiches Beispiel gegeben ist, wiewohl große Gefahren selbst der Wissenschaft von blindem Autoritätsglauben drohen. Daß die Erschütterung einer so bedeutenden Autorität, wie es die Newtons war, nicht auf einmal, sondern nur durch wiederholte wuchtige Schläge erfolgen konnte, kann ebenso wenig befremden wie der Umstand, daß zu diesem Zwecke das Gewicht mehrerer bedeutender Forscher sich vereinigen mußte. Das Verdienst aber, zuerst offen und auf Grund tiefer wissenschaftlicher Forschung gegen Newton aufgetreten zu sein, gebührt, wie schon oben erwähnt wurde, seinem Landsmann Thomas Young.

Th. Young war ein Mann, der ein gründliches Wissen auf den verschiedensten Gebieten menschlicher Erkenntnis nicht nur besaß, sondern auch auf allen diesen Gebieten zur kräftigen Fortentwicklung der Wissenschaft zu benutzen verstand. Von Beruf Arzt, fand er neben seiner Berufstätigkeit, zu der sich noch mehrfache freiwillig übernommene Beschäftigungen, wie die eines Superintendenten des „Nautical Almanac“ und Sekretärs des „Board of Longitude“ gesellten, doch noch Muße zu umfassenden und eindringlichen Studien auf physikalischem und philologischem Gebiete, die sich in der mannigfaltigsten Weise fruchtbar erwiesen. Denn nicht nur förderte er die theoretische Erkenntnis durch die Vereinigung exakter Beobachtungen und scharfsinniger Kombinationen mit fruchtbarer Spekulation, sondern als echter Sohn seines Volkes war er stets auf praktische Verwertung wissenschaftlicher Ergebnisse bedacht, und dieser Gesichtspunkt war nach seiner eigenen Aussage das Hauptmotiv, das ihn zur 1807 erfolgten Herausgabe seines mit grenzenloser Ausdauer und Mühwaltung verfaßten großen encyclopädischen Werkes „a course of lectures on natural philosophy and the mechanical arts“ bewog. Aber auch auf dem Gebiete der theoretischen Physik finden wir eine ähnliche Mannigfaltigkeit vor, wie sie sich auf dem Gesamtgebiete der Wissenschaft gezeigt hat: worauf dieser produktive Geist einmal seine Aufmerksamkeit gelenkt hat, da begnügt er sich nicht mit bloßer Sinnnahme fremder Gedankenarbeit, sondern stets weiß er, teils durch neue Ideen oder Modifikation der herrschenden theoretischen Grundvorstellungen, teils durch Verbesserung oder Vermehrung der Versuche, teils endlich nur durch gelegentliche Anmerkungen, das Feld der Betrachtung des behandelten Gegenstandes zu ebnen oder nach irgend einer Richtung hin auszudehnen. Damit soll jedoch keineswegs gesagt sein, daß er durch Einzel-

untersuchungen seine Kraft zersplitterte; im Gegenteil, aus der Fülle seiner Schriften treten einzelne Komplexe hervor, die eine ernste, planmäßige, Jahrzehnte lang fortgesetzte Beschäftigung mit einem bestimmten Problem bezeugen. Auf dem Gebiete der Optik speziell ist er sein ganzes Leben hindurch mit Aufwand seiner besten Kraft thätig gewesen, und auf ihm errang er demgemäß auch bei weitem seine größten Erfolge.

Th. Youngs wissenschaftliche Thätigkeit auf optischem Gebiete fällt in zwei verschiedene, durch den langen Zeitraum von zwölf Jahren getrennte Perioden. Die Werke dieser beiden Perioden tragen einen wesentlich verschiedenen Charakter. Während Young in der ersten nach seinen durch das Studium der Anatomie angeregten Erstlingsarbeiten über das menschliche Sehen in drei kurz hinter einander vor der Royal Society gelesenen Aufsätzen seinen Kampf gegen die zu jener Zeit unumschränkt herrschende Newtonsche Emissionstheorie des Lichtes begann und ihr gegenüber die halb vergessene Huygenzsche Hypothese von den Schwingungen eines lichtvermittelnden (luminiferous) Äthers wieder zu Ehren zu bringen suchte — ein Unternehmen, das zunächst nur von sehr geringem äußeren Erfolge begleitet war —, kam es in der zweiten Periode darauf an, die rasch wachsende Zahl neuer optischer Entdeckungen mit den Prinzipien der Undulationstheorie, die jetzt der andern schon einigermaßen ebenbürtig gegenüberstand, derart in Einklang zu bringen, daß sie mit ihrer minder gefügigen und modifikationsfähigen Rivalin siegreich in die Schranken treten könne. Wir können demnach als Signatur der ersten Periode die Produktion neuer Gedanken auf Grund eigener experimenteller Forschung, als Signatur der zweiten Periode die Verbindung und Gliederung der Resultate fremder Forschung zu einer auf den Prinzipien der Mechanik ruhenden Gesamtheorie bezeichnen, wobei jedoch zu bemerken ist, daß auch in dem erstgedachten Zeitabschnitt das Streben nach Beziehung der Einzelergebnisse auf die Theorie vorherrschte, ein Streben, welches überhaupt einen wesentlichen Zug von Youngs wissenschaftlichem Charakter bildet, ihn jedoch, weil häufig verfrüht, nicht selten zum späteren Widerruf nötigte; ein Umstand, der, wie weiterhin näher angegeben werden wird, von einem Zeitgenossen in ganz verkehrter und entstellter Weise zur Beurteilung seiner gesamten wissenschaftlichen Thätigkeit herangezogen wurde.

Youngs erste Arbeit, die er in seinem zwanzigsten Lebensjahre veröffentlichte, ist betitelt: „Observations on vision“¹⁾ und enthält neben einer Kritik aller bisherigen Erklärungsversuche für die Accomodation des Auges, unter denen namentlich die von Pemberton, Porterfield und Jurin aufgestellten Beachtung verdienen, den Versuch einer endgiltigen Erklärung dieser Erscheinung, der durch genaue Untersuchung eines Ochsenauges aus einer Vermutung für ihn zur Gewißheit geworden sei. Die Linse wird durch sechs Fibern mit dem Muskel verbunden, den der die Accomodation vermittelnde Willensnerv beherrscht; ihre Oberfläche nähert sich durch Zusammenziehung mittelst jener Fibern bei konstant bleibendem Rauminhalt der Kugel als einer Fläche größten Rauminhalts, wodurch eine stärkere Krümmung der vorderen Fläche und damit die Accomodation auf näher liegende Gegenstände hervorgebracht wird. — Nachdem Young auf Grund umfassender Untersuchungen, die von zwei Gelehrten mit der Autorität eines Home und Ramsden angestellt waren,²⁾ die Behauptungen seiner Erstlingschrift mehrfach widerrufen hatte, nahm er sie, gestützt auf eine lange Kette von Beobachtungen, ihrem wesentlichen Inhalt nach

¹⁾ Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1793, S. 169—181.

²⁾ Home, on Muscular Motion. Phil. Trans. 1795, S. 1—23 u. S. 202—220; 1796, S. 1—26.

wieder auf, indem er in einer wichtigen Schrift, „on the mechanisme of the eye“, ¹⁾ die 1801 vor der Royal Society gelesen wurde, auf Grund einer überwältigenden Fülle von Versuchen, die zum größten Teile an seinen eigenen Augen angestellt waren, aber auch durch ein reiches an fremden Augen, namentlich in anormalen Fällen, gesammeltes Beobachtungsmaterial ergänzt wurden, die Unhaltbarkeit der Home-Ramsdenschen, sowie verwandter, von anderen Forschern, wie Olbers, aufgestellter Theorien nachwies, nach denen die Accomodation durch eine Verlängerung der Augenachse und zugleich durch eine Verstärkung der Hornhautkrümmung hervorgerufen werden sollte. (Diese Versuche hatten ihn gleichzeitig auf eine wesentliche Verbesserung und Vereinfachung des von Porterfield erfundenen Optometers geführt.) Hiernach bleibe zur Erklärung jener Erscheinung nichts als die Annahme einer Thätigkeit der Krystalllinse selbst übrig, die man sich demnach notwendig als muskulös vorzustellen habe; nicht, wie im ersten Aufsatz angenommen sei, eine Muskelthätigkeit jener fälschlich Sehnen (membraneous tendons) genannten Fasern (radiations). — Wie scharfsinnig diese Untersuchungen waren, geht am besten daraus hervor, daß sie noch heute die Grundlage der Erklärung der zu einer jedem Zweifel entrückten Darstellung noch nicht gelangten Accomodationserscheinung liefern, indem nach Helmholtz ²⁾ die Veränderung der Krümmung der Linse bei der Accomodation außer Zweifel gesetzt, ihre muskulöse Beschaffenheit aber hauptsächlich wegen ihrer Unempfindlichkeit gegen intermittierende elektrische Ströme geleugnet und ihre Gestaltänderung vielmehr einer bald stärkeren, bald schwächeren Dehnung vermittelt der Zonula als wahrscheinlicher Ursache zugeschrieben wird. Sein Urteil über die Youngsche Arbeit faßt Helmholtz in die Worte zusammen: „Eine Arbeit von bewundernswürdigem Scharfsinn und Erfindungskraft, welche vollständig geeignet war, schon zu ihrer Zeit den Streit über die Accomodation zu entscheiden, aber durch ihre Kürze oft schwer verständlich wird und außerdem die vollständigste Kenntnis der mathematischen Optik voraussetzt.“ ³⁾

Zu diesen Untersuchungen über das spezielle Problem der Accomodation gesellen sich nun als Früchte dieser Periode diejenigen Schriften, welche später den wissenschaftlichen Ruhm Th. Youngs vornehmlich begründeten. Als eine Einleitung zu ihnen ist der 1800 gelesene Aufsatz „Outlines of experiments and inquiries respecting sound and light“ ⁴⁾ anzusehen, während die drei folgenden, in den Jahren 1802—1804 erschienenen Aufsätze den eigentlichen Inhalt seiner Theorie enthalten. Wie bei seinen früheren Untersuchungen war es auch hier ein physiologisches Problem, das den Ausgangspunkt seiner Forschung bildete. Die Untersuchung der menschlichen Stimme führte ihn auf eine Reihe akustischer Experimente, und diese wiederum ließen ihn an der Hand der Eulerschen Wiederbelebensversuche der Huygensschen Lichttheorie eine Analogie zwischen Schall und Licht ahnen, die alsbald der Leitfaden seiner gesamten Untersuchungen auf optischem Gebiete wurde. Der in Rede stehende Aufsatz wurde eingeständlich veröffentlicht, bevor die darin beschriebenen Untersuchungen zum Abschluß gelangt waren; er wimmelt von Vermutungen, ungelösten Fragen und bloßen Verneinungen der Ansichten anderer und besäße nur geringen wissenschaftlichen Wert, wenn er nicht die Analogie von Schall und Licht und damit die undulatorische Beschaffenheit des letzteren zuerst, wenn auch nur in Umrissen dargestellt, enthielte. Es wird zunächst auf die Eulerschen Einwürfe gegen Newton Bezug genommen, ohne daß der Verfasser

¹⁾ Phil. Trans. 1801, S. 23—88.

²⁾ Handbuch der physiologischen Optik. 1867. S. 103—123.

³⁾ A. a. O. S. 123 Anm.

⁴⁾ Phil. Trans. 1800, S. 106—150.

sich auf den Standpunkt Eulers stellte, nach welchem eine schwingende Bewegung der Partikelchen des brechenden Mediums selbst die Fortpflanzung des Lichtes bewirken soll. Er entkräftet verschiedene Einwürfe gegen die Huygenssche Theorie, indem er sich bei Annahme eines Äthers auf die Elektrizitätserscheinungen beruft, die ebenfalls eine solche nötig machen; indem er darauf hinweist, daß die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes aller Farben, deren Erklärung nach der Newtonschen Theorie so viel Schwierigkeiten bereite, aus der Theorie homogener elastischer Medien sich von selbst ergebe; daß die Erscheinung der teilweisen Spiegelung an der Grenze zweier verschiedener Medien, die nach Newton absolut unerklärlich sei, sich nebst allen Erscheinungen der Brechung, Spiegelung und Beugung nach der Huygensschen Hypothese durch die einfache Annahme erklären lasse, daß innerhalb und in der Nähe dichter Medien der Lichtäther wegen der Anziehung durch dieselben in einem Zustande größerer Dichtigkeit sich befinde. Endlich bestreitet Young die Stichtichtigkeit des beliebten Einwurfs gegen die Undulationstheorie, daß nach ihr eine Lichterscheinung sich auch um den Rand eines zwischen ihre Quelle und das Auge gestellten Schirmes herum verbreiten und demnach das Auge trotz jenes Hindernisses treffen müsse. Es sei nicht richtig, daß jeder Impuls sich in einem elastischen Medium nach allen Richtungen hin mit gleicher Stärke verbreite; dies gelte zwar vom Wasser, aber schon in weit geringerem Grade von der Luft, wie die tägliche Erfahrung beim Sprechen lehre, wegen ihrer größeren Elastizität, und daß der Lichtäther bei seiner ungleich größeren Elastizität eine Ausbreitung eines Impulses nur in verschwindend kleiner Abweichung von seiner ursprünglichen Richtung zulasse, sei daher ganz natürlich. (Jener Einwurf fand jedoch seine definitive Erledigung erst viele Jahre später, als Fresnel diese ganz unzulängliche Erklärung durch den Beweis der gegenseitigen Zerstörung der Lichtwellen hinter einem Schirm durch Interferenz ersetzte.) Der übrige Inhalt des Aufsatzes ist ziemlich wertlos.

Wir wenden uns nun zu den drei in den nächstfolgenden Jahren veröffentlichten Arbeiten, von denen namentlich die erste „on the theory of light and colours“¹⁾ dadurch im höchsten Grade beachtenswert erscheint, daß sie eine vollständige Darlegung von Youngs Theorie enthält. Seine bisherige Voreingenommenheit für die Undulationstheorie des Lichtes hat sich mittlerweile, wie er in der Einleitung sagt, zu einer festen Überzeugung von ihrer Richtigkeit gesteigert, und zwar gerade durch die aufmerksame Lektüre der Newtonschen „Optics“, speziell des Teiles derselben, der von den Farben dünner Blättchen handelt. Demgemäß stützt er seine Theorie auf drei Hypothesen, die auch von Newton zugelassen waren, wie aus den angeführten Stellen seiner „Optics“ und anderer Schriften hervorgeht, nämlich die Existenz eines im höchsten Grade dünnen und elastischen Lichtäthers, in dem, sobald ein Körper leuchtend wird, Schwingungen erregt werden, die sich der Retina mitteilen, und deren verschiedene Häufigkeit die Empfindung der verschiedenen Farben erzeugt. Diesen Annahmen fügt Young noch eine weitere hinzu, die der entsprechenden Newtonschen allerdings diametral entgegengesetzt sei, ihr aber an innerer Wahrscheinlichkeit durchaus nicht nachstehe, so daß lediglich die Möglichkeit, die Erscheinungen aus der einen oder aus der andern Hypothese leichter und ungezwungener zu erklären, über ihre Berechtigung entscheiden könne. Nach dieser vierten Annahme sammeln alle materiellen Körper den Äther vermöge ihrer auf ihn ausgeübten Anziehungskraft innerhalb und in einem kleinen Umkreise um sie herum in einem Zustande größerer Dichtigkeit, aber nicht größerer Elastizität an. Auf dem Grunde dieser vier Hypothesen wird nun die gesamte Theorie in Form einzelner Sätze entwickelt,

¹⁾ Phil. Trans. 1802, S. 12—48.

die theils theoretisch und experimentell bewiesen, theils nur experimentell abgeleitet, zum dritten Teile endlich lediglich durch Analogieen verwandter Erscheinungen wahrscheinlich gemacht werden. Die ersten Sätze enthalten nur schon längst bekannte Thatsachen: die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit aller noch so verschieden starken Impulse in homogenen elastischen Medien; die Kugeloberfläche als Wellenfläche in denselben, bei verschiedener Bewegungsgröße der verschiedenen in einer Welle enthaltenen Partikelchen. Wichtiger ist der experimentelle Nachweis für die schon in der vorher besprochenen Arbeit erwähnte geringe seitliche Beugung der durch eine kleine Öffnung in ein ruhendes Medium eintretenden Randstrahlen, die er an Stelle der von Newton als nach der Undulationstheorie unumgänglich behaupteten gleichmäßigen Verbreitung eines Lichteffects in jedem durch Äther mit dem leuchtenden Körper kontinuierlich verbundenen Raume setzte, und die er in einer schon oben als unzulänglich bezeichneten Weise theoretisch zu begründen suchte. Es folgt dann ohne strengen Beweis der Satz von der teilweisen Spiegelung einer Welle an der Grenze verschieden dichter Medien, die an Stärke dem Unterschiede der Dichtigkeiten proportional sei; ferner die Ableitung des Snellschen Brechungsgesetzes, der Gesetze von der Grenze der totalen Reflexion, von der Verlangsamung der Schwingungen in einem Medium mit vibratorischer Tendenz seiner Partikelchen und die Anwendung des letzteren auf die verschiedene Verzögerung der Lichtstrahlen von verschiedener Farbe und die dadurch hervorgerufene verschiedene Brechbarkeit derselben, wenn man mit Rumford und Davy annimmt, daß die Wärme aus Schwingungen der Teilchen der Körper selbst bestehe. Der nächste Satz, der bei weitem wichtigste des ganzen Aufsatzes, enthält das Gesetz, dessen Auffindung mit Recht als die größte und folgenreichste Entdeckung Youngs bezeichnet wird, nämlich das Interferenzgesetz, das hier in die Worte gefaßt ist: „Wenn zwei Wellenzüge verschiedenen Ursprungs in ihrer Richtung entweder vollkommen „oder doch nahezu übereinstimmen, so besteht ihre vereinte Wirkung in einer Zusammensetzung der „von jeder für sich allein verursachten Bewegungen.“ Dabei mag gleich hier bemerkt sein, daß Young auch später stets bei dem speziellen Falle stehen blieb, daß die beiden interferierenden Wellenzüge eine völlig oder doch annähernd gleiche Richtung besitzen, während das Gesetz in seiner allgemeinsten, auch von dieser Beschränkung freien Form erst von Fresnel ausgesprochen wurde, der es viel später, aber unabhängig von Young, auffand. Als unmittelbare Folgerungen aus diesem Gesetze ergeben sich letzterem jetzt schon die Farben gestreifter (striated) Flächen, d. h. glatter Oberflächen, in welche schmale Ritze (scratches) von sehr geringer Tiefe gemacht worden sind; ferner die von Newton genau beschriebenen Farben dünner Blättchen, die außerdem eine vorzügliche Methode bieten, die Wellenlängen und Schwingungszahlen der einzelnen Farben durch Messung zu erhalten; dann die sogenannten, durch Spiegelung zerstreuter Lichtstrahlen und Interferenz derselben mit den ursprünglichen erzeugten Farben dicker Platten, so die Farbenerscheinungen bei konkaven Spiegeln u. s. w., welche folglich durchaus nicht, wie Newton behauptet hatte, mit denen dünner Blättchen identisch seien; ferner die größere oder geringere, zuweilen vollständige Schwärze sowie in anderen Fällen die eigentümliche Färbung eines jeden materiellen Körpers; endlich die durch Beugung entstehenden Farben, die durch Interferenz der beim Eintritt von Licht durch eine kleine Öffnung von deren Rande reflektierten Strahlen mit den benachbarten hindurchgehenden Strahlen begründet werden. Aus allen diesen Sätzen glaubt sich nun Young durch einen wohlbegründeten Induktionschluß zu dem weiteren Satze, gewissermaßen der Krönung des ganzen Gebäudes, berechtigt: „Lichtstrahlen bestehen in Wellenzügen des lichtvermittelnden Äthers (Radiant Light consists in undulations of the luminiferous Ether),“ an den sich nur

noch die Abweisung einiger Einwürfe anschließt. Der Newtonsche Einwurf wegen der Unerklärlichkeit der Brechungsweise des Lichtes durch den isländischen Krystall nach der Huygensschen Theorie treffe vielmehr seine eigene, die für das Verhalten dieses Krystalls nur eine Worterklärung gebe, mit dem allgemeineren und schlagenderen Verhalten der doppelt brechenden Krystalle dagegen absolut unvereinbar sei. Ebenso gestalte sich das vermeintliche Ergebnis der Michellschen Versuche, daß die Lichtstrahlen ein Kraftmoment (actual momentum) besäßen, durch die Bennetsche Wiederholung derselben im luftleeren Raume gerade zu einem Argument gegen die Emissionstheorie, da jenes Kraftmoment von der verschiedenen Erwärmung der umgebenden Luftteilchen hergerührt haben müsse, somit eine nach der Newtonschen Theorie zu erwartende mechanische Wirkung der von ihm supponierten Lichtkörperchen nicht nachweisbar sei. Endlich wird auch für die scheinbar unerklärliche Erscheinung der Phosphoreszenz wenigstens ein Weg angedeutet, auf dem man zur Erklärung dieser isoliert stehenden Erscheinung gelangen könne.

Als ein Zusatz zu der eben besprochenen Abhandlung ist der noch im selben Jahre erschienene Aufsatz zu betrachten, betitelt: „an account of some cases of the production of colours not hitherto described.“¹⁾ Er zeigt deutlich die Richtung an, in der sich Youngs Forschungen zu jener Zeit bewegte: alle jene vielfachen, teils schon von Newton u. a., teils von ihm selbst beobachteten, scheinbar abnormen Farbenercheinungen, zu deren Erklärung die Emissionstheorie zu den unbegründetsten und eigentlich nur Umschreibungen der beobachteten Thatsachen bildenden Hypothesen ihre Zuflucht nehmen mußte, suchte er durch das einfache, mathematisch zu beweisende Interferenzgesetz zu erklären. Jener Aufsatz liefert in diesem Sinne eine Erklärung der Farbenercheinungen bei einer Kombination durchsichtiger Platten und bei Fibern, denen entsprechend die Höfe um Sonne und Mond erklärt werden, nämlich durch Interferenz der direkten mit den durch die atmosphärischen Wasserteilchen gebeugten Strahlen. Die Ableitung dieser Erscheinungen sowie der früher erwähnten Farbenercheinungen dünner Blättchen aus dem Interferenzgesetz macht die beiden Annahmen nötig, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit im optisch dünneren Mittel größer ist als im optisch dichteren²⁾ und daß bei der Reflexion von der Oberfläche eines dünneren Mediums der Verlust einer halben Wellenlänge stattfindet. Dagegen gerät er bei der früher richtig erklärten Dispersion des gebrochenen Lichts nunmehr auf den Abweg, sie durch die Annäherung an Eulers Theorie, daß neben den Schwingungen des Lichtäthers in brechenden Substanzen noch eine Schwingung der kleinsten Partikelchen des Körpers selbst stattfindet und mit jener interferiere, erklären zu wollen.

Einen weiteren bedeutsamen Schritt in der Entwicklung seiner Theorie that Young 1804 durch die Veröffentlichung des Aufsatzes „experiments and calculations relative to physical optics.“³⁾ In dieser Arbeit enthält er sich geflissentlich aller hypothetischen Annahmen und beschränkt sich darauf, aus den bereits feststehenden und anerkannten Thatsachen einen einwurfsfreien Beweis dafür zu erbringen, daß die Lichtbewegung eine Reihe von Eigenschaften besitze, die in der Huygensschen Undulationstheorie implicite enthalten sind. Nachdem er insbesondere eine Reihe von Versuchen mitgeteilt hat, die einen vollgiltigen experimentellen Beweis für die Gültigkeit

¹⁾ Phil. Trans. 1802, S. 387—397.

²⁾ Für diese Annahme wurde ein vollgiltiger experimenteller Nachweis erst i. J. 1853 durch Foucault geführt, der mittelst der von ihm angegebenen Methode zur Messung der Lichtgeschwindigkeit auf irdische Entfernungen hin nachwies, daß das Licht sich im Wasser langsamer verbreitet als in der Luft.

³⁾ Phil. Trans. 1804, S. 1—16.

des Interferenzgesetzes liefern — nämlich die auch später von Fresnel behandelte Erscheinung des Verschwindens aller Interferenzstreifen, wenn nur der eine Rand des sie erzeugenden Lichtkegels verdeckt wird, sowie das analoge Verhalten der schon von Grimaldi beschriebenen „crested“ Fransen, die ein in einen Lichtkegel gestellter rechtwinklig gestalteter Körper hervorruft und deren Gestalt Young wegen der Konstanz des Gangunterschiedes je zweier interferierender Lichtstrahlen als die gleichzeitiger Hyperbeln bestimmt —, sucht er die Identität der Ursachen aller dieser so verschiedenartigen Erscheinungen durch Vergleichung der Ergebnisse der von verschiedenen Versuchen herrührenden Messungen zu erweisen und fügt den früher schon auf Interferenz zurückgeführten Erscheinungen noch die der sogenannten überflüssigen Regenbogen hinzu.

Nach einem bemerkenswerten Fingerzeig, wie Mikroskopiker sich durch Berücksichtigung dieser bei ihren Beobachtungen oft störend auftretenden Interferenzerscheinungen vor Irrtum bewahren können, folgt endlich durch Bildung des Spektrums der Nachweis, daß die Ritterschen dunklen chemischen Strahlen von derselben Natur wie die sichtbaren Strahlen des Spektrums sind und daß die Breite derselben mit derjenigen der ihnen zunächst benachbarten violetten Strahlen ziemlich genau übereinstimmt.

Diese Schrift bildet den Abschluß von Youngs erstem Auftreten auf dem Gebiete der Optik. Zur ersten, grundlegenden Abhandlung gesellen sich die beiden andern als Ergänzungen und Verbesserungen im einzelnen hinzu. Die Aufnahme, welche sie im Publikum fanden, war wegen der unumschränkten Herrschaft von Newtons Autorität, wegen der unbeflegbaren Voreingenommenheit für alles, was den Stempel des *αὐτῶς ἔφα* trug, eine ungünstige, und in dieser Stimmung wurde wenigstens die heimische wissenschaftliche Welt durch zwei in der „Edinburgh Review“¹⁾ erschienene anonyme Referate befestigt, die wahrscheinlich den Lord Brougham zum Verfasser hatten und die in scharfer, nicht unwitziger, aber völlig ungerechtfertigter Weise, durch sophistische, in dem Gewande beredter Dialektik auftretende Argumente die Stimmung des Publikums derart gegen den verdienten Forscher zu erregen vermochten, daß eine von diesem verfaßte, in würdigem Tone gehaltene, aber dennoch scharfe und schneidige, die Scheingründe des Gegners rücksichtslos enthüllende Gegenschrift²⁾ nicht mehr in weitere Kreise zu gelangen vermochte und darum so geringe Wirkung that, daß Dr. Young fortan seine physikalischen Schriften anonym erscheinen ließ. Lange Jahre hindurch blieben deshalb die Youngschen Resultate völlig unbeachtet, und erst dem Franzosen Arago war es vorbehalten, die Engländer über die Verdienste des in seinem Vaterlande nicht nach Bedeutung und Wert erkannten und geschätzten Mannes vom Auslande her aufzuklären.

Während das von Young gelegte Fundament unbeachtet blieb und zu verfallen drohte, gaben ihm die experimentellen Forschungen anderer Männer der Wissenschaft Gelegenheit, die Fruchtbarkeit seiner Theorie und speziell des wichtigsten von ihm aufgefundenen Resultates, des Interferenzgesetzes, zu beweisen. Über die bedeutenderen neuen Entdeckungen erstattete er im „Quarterly Review“ anonym regelmäßig Bericht. In diesen Rezensionen stellte er sich bezüglich der beiden streitenden Lichttheorien auf einen unparteiischen Standpunkt; nur sein Interferenzgesetz nahm er hiervon aus, dessen Stichhaltigkeit bei allen neu entdeckten Erscheinungen darzuthun er sich bestrebte. Im übrigen verteidigte er stets begründete Prioritätsansprüche seiner Landsleute,

¹⁾ Edinb. Rev. 1804, No. No. II u. IX.

²⁾ Young, Reply to the animadversions of the Edinburgh Reviewers. 1804.

auch seiner selbst, gegen versuchte Übergriffe französischerseits, und damit steht auch die überaus herbe Kritik und der scharfe Ton, in dem sie gegeben wurde, über Laplace, eine ihm durchaus nicht kongeniale Natur, dem er überdies aus Gründen persönlicher Rivalität auf dem Gebiete der Kapillaritätslehre zürnte, im Zusammenhange. Wir heben aus der Reihe jener Rezensionen diejenigen hervor, in denen er selbst neue Wege bahnte oder doch neue Gesichtspunkte eröffnete, um den Zusammenhang zwischen Theorie und Erfahrung zu wahren.

Im Jahre 1809 erschien¹⁾ eine Kritik des von Laplace in der Arbeit „Über das Gesetz der außerordentlichen Brechung in durchsichtigen Krystallen“ enthaltenen Versuches, das Huygenssche Gesetz der außerordentlichen Brechung in einachsigen Krystallen, das von Newton verworfen, von Gauß gegen das Newtonsche Gesetz wieder aufgenommen und durch Versuche von Wollaston und Malus als durchaus stichhaltig erwiesen war, aus den Prinzipien der Emissionstheorie des Lichtes abzuleiten, und zwar mit Hilfe des Maupertuis'schen Gesetzes der kleinsten Wirkung. Young urteilt überaus abfällig über das von Laplace hierbei eingeschlagene Verfahren, dem er jede Beweiskraft abspricht und dem gegenüber er mit Robison auf die geometrische Methode hinweist, und fügt seinerseits einen Beweis der ellipsoidischen Gestalt der Wellenfläche des außerordentlichen Strahles bei seinem Durchgang durch jede geschichtete (lamellar) elastische Substanz — wie er damals noch den Ausdruck „Krystall“ umschreibt — hinzu, der als erster Versuch, die Geschwindigkeit des ungewöhnlichen Strahles zu bestimmen, und durch das dabei angewandte Prinzip als ein wichtiger Schritt in der Entwicklung der Undulationstheorie zu bezeichnen ist.²⁾

Aus dem im nächsten Jahre erschienenen Bericht³⁾ über die „Mémoires de physique et de chimie de la société d'Arcueil“, einer Elite französischer Physiker und Chemiker, heben wir als hierher gehörig seine Rezension zweier Schriften von Malus: „Über eine Eigenschaft des reflektierten Lichtes“ und „Über eine Eigenschaft der zurückstoßenden Kräfte, die auf das Licht wirken“ hervor, welche die bedeutendste Entdeckung dieses berühmten Physikers, die Polarisation, enthalten. Young bezeichnet letztere als die bei weitem wichtigste und interessanteste Entdeckung, die seit Huygens auf optischem Gebiete in Frankreich gemacht worden sei, und giebt gleichzeitig zu, daß sie das Zünglein der Wage in der Entscheidung über die beiden Lichttheorien zu Ungunsten der Huygens'schen verschiebe. Malus hatte sich dahin geäußert, daß die gewöhnlichen optischen Erscheinungen durch beide Theorien genügend zu erklären seien, daß jedoch ein geeigneter Weg zur Erklärung der von ihm entdeckten Polarisation nur durch Annahme einer Polarität der Lichtpartikelchen, wie sie schon Newton ihnen zugeschrieben hatte, möglich sei, und hatte selbst bereits ein Gesetz über die Lage der Achsen angegeben, aus dem die beobachteten Erscheinungen herzuleiten seien. Young jedoch giebt zwar zu, daß etwas der Polarität Ähnliches der Grund jener Erscheinungen zu sein scheine, meint jedoch, daß jene Annahme die Ergebnisse der Malus'schen Versuche nicht genügend erkläre; namentlich aber erhebt er den Einwurf der weit größeren Evidenz der Zurückführbarkeit vieler mannigfaltiger Erscheinungen auf sein eigenes Interferenzgesetz, die zu Gunsten der Undulationstheorie spreche. Er schließt hieran eine scharfsinnige, objektive Abschätzung

¹⁾ Quarterly Review for November, 1809, II, S. 337.

²⁾ Jenes Urteil Youngs über die von Laplace eingeschlagene Beweismethode des Huygens'schen Gesetzes hat später die Zustimmung von Gauß erhalten, der sich in einer Anmerkung am Eingange seiner klassischen Abhandlung: „Über ein neues allgemeines Grundgesetz der Mechanik“ in demselben Sinne äußert, ohne jedoch auf obige Young'sche Kritik, von der er keine Kenntnis zu besitzen scheint, Bezug zu nehmen.

³⁾ Quat. Rev. for May, 1810, III, S. 462.

beider Theorien, die zu dem Resultate führt, daß nach dem damaligen Standpunkt der Wissenschaft keine den Anspruch erheben dürfe, alle Erscheinungen genügend erklären zu können.

Die neue Entdeckung von Malus beschäftigte in den nächsten Jahren alle Optiker in so hohem Grade, daß schon im Jahre 1814 Young über vier äußerst beachtenswerte Abhandlungen, die im Anschluß an jene weitere wichtige Ergebnisse ans Licht gefördert hatten, berichten konnte.¹⁾ Von diesen Arbeiten, welche Malus selbst, Biot, Seebeck und Brewster zu Verfassern hatten, geben die beiden erstgedachten²⁾ Young zu eigener Thätigkeit auf diesem Felde Veranlassung. Er ersetzte die Malus'sche Lösung des Problems der Berechnung der Geschwindigkeiten beider Strahlen in einachsigen Krystallen durch eine andere, die neben dem Vorzug größerer Einfachheit namentlich den Hauptvorteil besaß, eine Anwendung auf die von Biot beschriebenen wichtigen Erscheinungen zu gestatten. Diese bestehen in einer eingehenden Untersuchung aller möglichen Fälle der von Arago entdeckten Erscheinung, daß ein polarisierter Lichtstrahl beim Durchgang durch dünne Glimmer- oder Gipsblättchen oder durch dicke Platten von Feldspat und gewisse Glasarten in zwei Teile von verschiedener Farbe zerfällt wird, und in ihrer Vergleichung mit den von Newton beschriebenen Farbenercheinungen dünner Blättchen. Young erkennt die Genauigkeit und Sorgfalt der Versuche an; dem aus ihnen von Biot empirisch abgeleiteten Gesetze spricht er jedoch alle theoretische Bedeutung ab und macht es durch eine meisterhafte Ableitung der in Rede stehenden Erscheinungen aus der Interferenz der beiden beim Austritt aus dem Krystall in verschiedenen Phasen befindlichen Lichtstrahlen, in die ein eintretender Strahl durch die doppelte Brechung zerlegt wird, überflüssig. Diese weitere Ausdehnung des Interferenzgesetzes, das nunmehr alle Erscheinungen periodisch wiederkehrender (recurrent) Farben umfaßte, erwies sich als durchaus korrekt bis auf die Nichtbeachtung der damals noch nicht bekannten, erst später von Arago entdeckten Modifikation, welche das Interferenzgesetz im Falle zweier senkrecht zu einander polarisierter Lichtstrahlen erfährt, die dann Young und Fresnel gleichzeitig auf die Notwendigkeit der Annahme transversaler Schwingungen des Äthers führte. Da sich jedoch nach dieser Entdeckung die notwendige Modifikation und Bervollständigung jener Erklärungsweise fast von selbst ergab, so bezeichnet letztere schon in ihrer damaligen Form einen äußerst wichtigen Schritt in der Förderung der Theorie, die gerade in jener Periode emigen Forschens und Experimentierens nur mit Mühe der schnell anwachsenden Menge empirischer Entdeckungen zu folgen und sie zu einem Ganzen der Wissenschaft zu vereinigen vermochte.

Neben den bis jetzt besprochenen Schriften Thomas Youngs, in denen, abgesehen von einem späteren, weiter unten abzuhandelnden kleinen Aufsatz über Polarisation, im wesentlichen alles das enthalten ist, was die Optik ihm an Entdeckungen und an Zurückführung von Ergebnissen experimenteller Forschung auf theoretische Grundgesetze verdankt, verdient noch eine Abhandlung, betitelt „Chromatics,“³⁾ die als einer der vielen Artikel erschien, die Young zur „Encyclopaedia Britannica“ lieferte, eingehende Erörterung, sowohl weil sie neben mancherlei minder wesentlichen Verbesserungen und Ergänzungen zuerst die Entwicklung einer sehr wichtigen theoretischen Grundvorstellung enthält, nämlich der Annahme transversaler Schwingungen des Lichtäthers an Stelle der bis dahin vorausgesetzten Longitudinalschwingungen, als auch wegen der meisterhaften,

¹⁾ Quat. Rev. for April 1814, IX. S. 42.

²⁾ Malus, „Theorie der Doppelbrechung des Lichts“ und Biot „Abhandlung über neue Beziehungen zwischen Reflexion und Polarisation des Lichts“.

³⁾ Supplement to the Encyclopaedia Britannica. 1817.

völlig unparteiischen und erschöpfenden Zusammenfassung aller Ergebnisse der Forschung, die in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Optik sich besonders fruchtbar erwiesen hatten, zu einem einheitlichen, übersichtlich dargestellten Ganzen. In dieser Schrift ist die Experimentaloptik von der theoretischen streng gesondert, und zur einheitlichen Darstellung und Zusammenfassung zahlreicher Einzelbeobachtungen wird von der letzteren lediglich das Interferenzgesetz entlehnt, welches Young unter allen theoretischen Vorstellungen allein als durch die überwiegende Menge daraus zu erklärender Erscheinungen mit Sicherheit erwiesen erscheint. Im ersten Abschnitt handelt er von der Zerlegung des Lichtes durch Brechung in seine verschiedenen Farben, von dem Verhältnis der Ausdehnung der letzteren je nach der Beschaffenheit der brechenden Substanz (nach Brewster) und von ihren physiologischen Wirkungen, die ihm die Annahme wahrscheinlich machen, daß der Sehnerv, den drei Grundfarben rot, grün, violett entsprechend, dreier verschiedenartiger Affektionen fähig ist; eine Annahme, die in Helmholtz' „Physiologischer Optik“¹⁾ durchaus bestätigt wird. In den nächsten Abschnitten werden alle die zahlreichen Farbenercheinungen eingehend behandelt, die gemäß jener Zusammensetzung des weißen Lichtes aus Strahlen verschiedener Farbe ihre Erklärung finden. Zunächst gehören dazu die längst bekannten und schon von Mariotte bezw. Descartes ziemlich vollständig erklärten atmosphärischen Erscheinungen der farbigen Höfe um die leuchtenden Weltkörper und des primären und sekundären Regenbogens, welche beide auf einfacher atmosphärischer Brechung und damit verbundener Dispersion des Lichtes beruhen. Hieran schließt sich die Besprechung derjenigen Farbenercheinungen, die auf Interferenz zweier Lichtstrahlen mit einander zurückzuführen sind, und die Young unter der Bezeichnung „recurrent colours“ zusammenfaßt. Voraufgeschickt wird eine neue, weitläufigere Fassung des Interferenzgesetzes selbst, immer noch mit der oben angegebenen Beschränkung, aber mit der Modifikation, welche durch die inzwischen erfolgte Entdeckung von Arago über die Nichtinterferenz senkrecht zu einander polarisierter Strahlen notwendig geworden war. Die Fälle selbst sind, unter Mitberücksichtigung der Zeitfolge ihrer Entdeckung, nach der Beschaffenheit der interferierenden Strahlen geordnet. Zunächst werden diejenigen Erscheinungen angegeben und erklärt, bei denen die interferierenden Strahlen durch Spiegelung von verschiedenen Flächen gebildet werden, und unter denen die Newtonschen Farbenringe dünner Blättchen die erste Stelle einnehmen. Diese werden eingehend erklärt, wobei namentlich der interessanten, kurz vor der Abfassung des in Rede stehenden Aufsatzes von Arago entdeckten Gesetze Erwähnung geschieht, daß die Intensität des durchgelassenen und die des zurückgeworfenen Lichtes gleich sind und daß die Farben des ersteren, weil durch eine Polarisation senkrecht zu der Ebene, die im allgemeinen zum durchgehenden Lichte gehört, sichtbar gemacht, durch Interferenz eines reflektierten Strahles mit dem durchgehenden gebildet sein müssen, — was Young in kurzer, klarer Darstellung bestätigend nachweist —, sowie einiger anderer Beobachtungen desselben Forschers. Nach der Beschreibung einer neu entdeckten, der erstgedachten nahe verwandten Farbenercheinung, die er (Section VI) „Farben doppelter Platten“ nennt, geht er zur Erklärung der sogenannten überzähligen Regenbogen und Heiligenscheine (glories) über. Sie werden sehr genau beschrieben, die Bedingungen ihres Auftretens werden zahlenmäßig berechnet, und es wird, entsprechend dem früheren Ergebnisse, als Grundbedingung ihres Erscheinens die annähernde Gleichheit des Rauminhaltes benachbarter Dunstpartikelchen der Wolke aufgestellt. Es folgt dann die von ihm selbst früher schon ebenso gegebene Erklärung der Farben gestreifter

¹⁾ N. a. D. S. 289—309, S. 366—371.

(striated) Oberflächen, wobei der Brewsterschen Entdeckung, daß die Perlmutterfarben von dieser Natur sind, Erwähnung geschieht. Die hierbei eintretende Besonderheit, daß die Kontinuität der Farbenreihe, wie im Spektrum, häufig durch dunkle Intervalle unterbrochen wird, erklärt Young dadurch, daß hier nicht nur zwei, sondern alle benachbarten Teilchen mit einander interferieren.

Es folgt nunmehr die Besprechung derjenigen Farbenercheinungen, die durch verschiedenartige Reflexion des Lichtes von derselben Fläche hervorgebracht werden, und die namentlich von Herschel beschrieben worden sind. Es sind dies die sogenannten Farben von Spiegeln, zu denen auch die von Newton unter dem Namen der Farben dicker Platten beschriebenen Erscheinungen zu rechnen sind; ferner die Farben des sogenannten abgelenkten (deflected) Lichtes, die durch den bekannten Newtonschen Versuch mit den Messerschneiden hervorgebracht werden und die von Fresnel in allen Einzelheiten genau geprüft worden sind; die Farben des gebeugten (diffracted) Lichtes, einschließlich der durch Fibern hervorgerufenen Interferenzerscheinungen, worauf Youngs Oerimeter beruht; die Farben verschiedenartiger, mit einander verbundener (mixed) Platten. Zur Erklärung endlich der letzten und wichtigsten Gattung der Farbenercheinungen, nämlich der an der Oberfläche von doppelt brechenden Körpern gebildeten, schiebt der Verfasser zunächst eine Aufzählung der Polarisationsgesetze, wie sie namentlich von Malus und Brewster aufgefunden waren, und dann eine eingehendere Betrachtung des berühmten Huygensschen Gesetzes der außerordentlichen Brechung voraus, das er in eleganter Weise aus der empirisch gegebenen Thatsache der verschiedenen optischen Dichtigkeit des Krystalls nach verschiedenen Richtungen hin mathematisch ableitet. Die Erscheinung selbst endlich wird eingehend besprochen, die umfangreichen Biot'schen Versuche, sowie die von Malus, Brewster und Seebeck angestellten werden ausführlich behandelt; die für diese Erscheinungen gegebene Erklärung jedoch genügt in keiner Weise und wurde sehr bald durch Fresnels eingehende Erforschung der Gestalt der Wellenfläche in zweiaxigen Krystallen und durch die vollständige Darlegung der Eigenschaften des polarisierten Lichtes seitens desselben Forschers überholt.

Den Schluß des berühmten Aufsatzes bildet eine Parallele der beiden bestehenden Lichttheorien und die Darstellung der bisher gemachten Versuche, die oben angegebenen Ergebnisse der empirischen Forschung mit den Postulaten der theoretischen Annahmen in Einklang zu setzen. Trotz der bei einem Vorkämpfer für die Undulationstheorie, wie Young es war, bewunderungswürdigen Unparteilichkeit und Sachlichkeit, mit der er jene Erklärungsversuche beurteilt, kommt er doch zu dem Schlusse, daß zwar zur Erklärung namentlich der zahlreichen Polarisationserscheinungen keine der beiden Hypothesen ausreiche, der Emissionstheorie jedoch im ganzen weit größere Schwierigkeiten entgegenständen als der Huygensschen Wellentheorie.

Endlich haben wir uns noch auf eine kurze Abhandlung vom Jahre 1823¹⁾ zu beziehen, die gleichfalls in der Encyclopaedia Britannica enthalten ist, woselbst sie in Form eines Zusatzes zu Aragos Aufsatz über die Polarisation des Lichtes die theoretischen Annahmen zur Erklärung dieser noch ziemlich dunklen Erscheinung einer Prüfung unterzieht. Die durch die Analogie einzelner Fälle in der Akustik, die von Wheatstone aufgefunden und von Savart näher untersucht worden waren, unterstützte Annahme transversaler Schwingungen des Lichtäthers hatte Young selbst einfach als ein Postulat zur Erklärung der Polarisationserscheinungen hingestellt;

¹⁾ Theoretical investigations intended to illustrate the phenomena of polarisation. Suppl. to the Enc. Brit. 1823.

Fresnel dagegen hatte eine physikalische Erklärung zu geben versucht. Einer solchen steht jedoch, wie Young jetzt mit Beziehung auf frühere Betrachtungen in seinen Lectures¹⁾ darthut, die bedeutende Schwierigkeit entgegen, daß dem Lichtäther dadurch die innere Beschaffenheit eines festen Körpers zugesprochen werde. Im Interesse der Theorie selbst hält es Young für geraten, über diesen intrikaten Gegenstand theoretische Erörterungen so lange zurückzuhalten, bis das Feld der Thatfachen durch weitere Beobachtungen und Versuche erweitert worden sein werde.

Wir wollen nun auf Grund der eingehenden Erörterung aller Leistungen Thomas Youngs auf dem Gebiete der Optik den Versuch machen, ein Bild seines wissenschaftlichen Charakters überhaupt zu entwerfen, wobei wir uns fast durchweg auf eigene, in die Abhandlungen eingestreute Bemerkungen Thomas Youngs selbst beziehen können. Er ist durch und durch Experimentalphysiker; Versuche und Beobachtungen bieten ihm stets die alleinige Grundlage seiner Theorien; alle deduktiven Elemente in der Betrachtung der Naturerscheinungen sind ihm verhaßt, und wo er sie bei anderen vorfindet, spottet er über sie, wie z. B. über Laplaces Ausdruck, die Natur wähle die Form der Ellipse als derjenigen Figur, die dem Kreise an Einfachheit zunächst stehe. Daß dieses für einen Naturforscher gewiß lobenswerte Prinzip bei allzu einseitiger Befolgung jedoch auch nachtheilig wirken kann, und zwar gerade in Bezug auf die im allgemeinen als Vorzug dieser Methode gerühmte Korrektheit der Ergebnisse, lehrt die von Young nicht selten gemachte Erfahrung, daß er voreilig Formeln und Gesetze aufstellte, die sich nachher als falsch oder doch als ungenau erwiesen, was fast nie an einem Mangel genügender und mit gehöriger Sorgfalt angestellter Versuche, sondern zumeist an der Vernachlässigung theoretischer Erörterungen lag. Dieser Umstand, welcher der Befestigung seiner wissenschaftlichen Autorität bei den Zeitgenossen sehr im Wege stand, verhinderte sogar, da der Vorwurf solcher Leichtfertigkeit auch auf diejenigen seiner Arbeiten ausgedehnt wurde, die im Gegentheil erst nach reiflichster Prüfung nach allen Richtungen hin an die Öffentlichkeit gelangten, die Anerkennung seiner wichtigsten Entdeckung, nämlich des Interferenzgesetzes, bei seinen Landsleuten auf lange Jahre hin. Was die Form anlangt, die er seinen Untersuchungen zu geben liebte, so ist eine starke Abneigung gegen die analytische Methode zu bemerken, deren Anhänger er in seinem „essay on cycloidal curves, with introductory observations“ (Brit. Mag. 1800) jenem jungen Engländer vergleicht, der die Nächte zum Reisen benutzte und am Tage schlief, und von der er an einer anderen Stelle mit Beziehung auf Laplace und andere berühmte Mathematiker und Physiker des Kontinents sagt, daß sie Lust und Fähigkeit zu unbefangener Naturbeobachtung abschwäche. Später scheint er sich jedoch, wie wenigstens die Arbeiten seiner späteren Lebensjahre schließen lassen, mit dieser Methode mehr befreundet zu haben. In seinen früheren Arbeiten ersetzte er sie durch eine im Tone gewöhnlicher Argumentation gehaltene Schlußweise, die jedoch vielfach durch geometrische Betrachtungen unterstützt wurde. Theils wegen dieser eigentümlichen Vermischung, theils wegen der Kürze der Form leidet sie häufig an großer Dunkelheit und an scheinbarer Unklarheit der zu Grunde liegenden Vorstellungen, was wohl der Hauptgrund ist, weshalb der heute mit Recht gefeierte und den Besten seiner Zeit an die Seite gestellte große Physiker, obwohl er selbst nicht müde wurde, in anonymen Artikeln auf die Wichtigkeit seiner Arbeiten und Entdeckungen hinzuweisen, bei seinen Zeitgenossen erst so spät, und selbst dann noch nicht in verdientem Maße, zur Anerkennung gelangte.

¹⁾ A course of lectures on natural philosophy and the mechanical arts. 1807.

Fresnel dagegen hatte wie Young jezt mit bedeutende Schwierigkeit festes Körpers zugesprochen über diesen intrikaten der Thatfachen durch w

Wir wollen n Youngs auf dem Ge Charakters überhaupt zu eingestreute Bemerkung Experimentalphysiker seiner Theorien; alle d verhaßt, und wo er sie druck, die Natur wä Einfachheit zunächst ste allzu einseitiger Befolgu im allgemeinen als B Young nicht selten ger nachher als falsch oder mit gehöriger Sorgfalt Erörterungen lag. Die den Zeitgenossen sehr ir auf diejenigen seiner Ar allen Richtungen hin ar nämlich des Interferenz die er seinen Untersuch Methode zu bemerken, d observations" (Brit. M benutzte und am Tage Laplace und andere b Fähigkeit zu unbefangene die Arbeiten seiner spät haben. In seinen frühe gehaltene Schlußweise, wegen dieser eigentüml Dunkelheit und an schei Hauptgrund ist, weshal gestellte große Physiker Wichtigkeit seiner Arbeit selbst dann noch nicht i

¹⁾ A course of



versucht. Einer solchen steht jedoch, in seinen Lectures¹⁾ darthut, die nach die innere Beschaffenheit eines selbst hält es Young für geraten, lange zurückzuhalten, bis das Feld weitert worden sein werde.

Erörterung aller Leistungen Thomas ein Bild seines wissenschaftlichen Weg auf eigene, in die Abhandlungen können. Er ist durch und durch ihm stets die alleinige Grundlage der Naturerscheinungen sind ihm sie, wie z. B. über Laplaces Auswärtigen Figur, die dem Kreise anther gewiß lobenswerte Prinzip bei und zwar gerade in Bezug auf die Richtigkeit der Ergebnisse, lehrt die von Formeln und Gesetze aufstellte, die sich an einem Mangel genügender und an der Vernachlässigung theoretischer einer wissenschaftlichen Autorität bei der Vorwurf solcher Leichtfertigkeit auch weil erst nach reiflichster Prüfung nach Anerkennung seiner wichtigsten Entdeckung, Jahre hin. Was die Form anlangt, eine Abneigung gegen die analytische cycloidal curves, with introductory vergleicht, der die Nächte zum Reisen an anderen Stelle mit Beziehung auf des Kontinents sagt, daß sie Lust und er scheint er sich jedoch, wie wenigstens dieser Methode mehr befreundet zu im Tone gewöhnlicher Argumentation Betrachtungen unterstützt wurde. Teils der Form leidet sie häufig an großer enden Vorstellungen, was wohl der den Besten seiner Zeit an die Seite e, in anonymen Artikeln auf die seinen Zeitgenossen erst so spät, und gelangte.

mechanical arts. 1807.